中學生「二段式大氣迷思概念診斷測驗」的發展與應用

陳彥任 楊坤原
中原大學教育研究所
yenren@gmail.com、kunyuan@cycu.edu.tw

摘　要

本研究旨在發展並應用二段式大氣迷思概念診斷工具探討九、十年級學生的大氣科學迷思概念。診斷試題共有 19 道題目，內容包含飽和、台灣天氣系統、季風、海陸風、氣壓、颱風，與台灣雨季等概念。以隨機抽樣，蒐集到桃園縣中學生共 652 名，並獲得 23 種明顯的迷思概念，試題鑑別度介於 0.15 至 0.73 之間，難度指數介於 0.29 至 0.80 之間，內部一致性信度係數為 0.71。發現學生對氣壓、飽和、天氣系統，與海陸風的概念理解不佳，可能因個人感官經驗限制、讀圖素養不足、知識結構不佳、錯誤推理等因素，所以無法產生有意義的理解。

關鍵字：大氣科學、迷思概念、二段式診斷測驗

一、緒論

科學教育的相關研究中，對學生科學概念已具有相有的調查，研究發現學生原有的概念在學習過程中扮演了重要角色，不但影響學生理解程度，也攸關學生對外界訊息的接受程度（郭重吉，1990）。對天氣變化的想法便是基於生活經驗累積而個人賦予其意義，但學生的想法往往與現今的科學概念產生差異，甚至成人也具部分迷思該念（Nelson, Aron, & Frank, 1992）。因此，探討學生對大氣科學的迷思概念及其成因，實具有科學教育上的重要意義。

迷思概念的調查，現多半運用 Treagust（1988, 1995）所提倡的兩段式診斷測驗（Two-Tier Diagnostic Test）來偵測學生所持的迷思概念，且能協助教師快速且準確發現學生的迷思概念。目前，探討中學生在大氣科學概念的文獻不多（Henriques, 2002），故本研究旨在發展適用於九年級與十年級之二段式大氣迷思概念診斷測驗工具，以此探討接受大氣科學教學後，可能出現的各種迷思概念，以作為未來中學大氣科學概念的診斷、教學與課程設計之參考。

二、文獻探討

（一）有意義的科學理解

Ausubel（1963）強調有意義的學習（meaningful learning）對於概念學習的重要性。產生有意義的學習須具備三個條件：（一）所學的材料對學習者而言要能產生連結，才是有意義的；（二）學習者必須事先具備足以供聯結新學習概念的先備知識；（三）學習者須願意主動將新知識與既有概念結構連結（余民寧，1999；楊坤原、張賴妙理，2004；Ausubel, 1963）。當學生對新概念能產生漸進分化（progressive differentiation），且統整

調和（integration recilliation），意味學生對概念能精緻化與類別化，最後可以整合不同但相關的概念，成為一新聯結的學習。學生的認知結構具階層性，倘若學生對概念無法有效分化或調和，學生的知識網絡便容易產生錯誤，因此，透過概念診斷來探討學生的概念是否產生迷思。

（二）大氣迷思概念的成因

造成學生的迷思概念不外乎個人感官經驗、認知能力、語言、文化或同儕影響（Duit & Treagust, 1995），甚至情境差異（楊坤原、張賴妙理，2004；Palmer, 1998），或者學校教學與教科書（Wampler, 2001）等因素。所以，依據文獻（林顯輝，1994；謝惠珠，2002；Aron, Francek, Nelsor, & Bisard, 1994；Henriques, 2002；Spiropoulor, Kostopoulo, & Jacovides, 1999）彙整可能造成學生大氣迷思概念之可能因素如下：

1.學生易透過感官經驗形成迷思概念，因為學生運用其個人認知來詮釋天氣現象，其個人的直覺判斷而產生自我集中傾向之單一或片面的因果推理，也容易用不同理由來解釋相似的事物與現象。

2.學生易受限於知識結構不佳情形下，使用籠統的、概括性認知來解釋所見的事物，並逐漸建構其大氣概念，當科學名詞類似時，倘若未能區辨、分化概念彼此間的差異，則會因誤解或混淆造成概念錯誤的連結。

3.許多天氣方面的迷思概念不易隨著年紀而改變，因個人認知在生活中具有其應用性，而概念僅有在部分情境下才出現侷限性，如考試情況下，否則是很難發現自己的迷思概念。

4.若教師持有迷思概念，或教師發現學生的迷思概念未能有效的改變，迷思概念仍無法在學校教育中被去除。

三、研究方法

（一）研究樣本

本研究以隨機抽樣方式選取桃園縣之九、十年級學生，共蒐集到有效問卷為 652 份問卷，十年級人數為 342 人，九年級生為 310 人，總計為 652 人，其中男生佔了 361 人，女生佔了 291 人。

（二）研究過程

1.發展適用於中學之「二段式大氣迷思概念診斷測驗」(Two-Tier Diagnostic Test for Atmosphere, TTDTA）

依Treagust（1988, 1995）所開發二段式診斷測驗，應用於本研究之主要步驟，茲下說明：

(1)透過分析中學地球科學教材內容進行命題陳述。

(2)依據命題陳述繪出專家概念圖確保概念彼此關係與命題完整。

(3)敦請學科一位大氣專家與兩位中學地球科學教師，審視前三步驟以期建立內容效度。

(4)分析國內、外大氣迷思概念之文獻，並同時運用開放性問卷蒐集125份桃園縣內中學生對於天氣概念的想法，透過資料分析與整理成文字與學生概念的百分比，作為命題參考。

(5)隨機選取桃園縣一所中學生7名自願、修過大氣方面之學生進行晤談。

(6)綜合文獻分析、開放性問卷分析結果與晤談設計成TTDTA初稿，本測驗共具十九

道試題。

(7)在九十五年五月於桃園縣中學進行預試以作為修訂試題之依據，施測時間為30至40分鐘。

(8)依據預試結果進行試題項目分析，以求精進診斷測驗之功能。修訂成每道試題其第一階段選項為二至四項，第二階段為四到五項等選擇項目。

(9)透過專家審視檢核表檢查題目來確保表面效度，期測驗能夠診斷出學生的迷思概念。

(10)編制完成之 TTDTA 於民國九十五年六月在桃園縣中學，以隨機方式取得 9 所中學，20 個班級進行正式施測，施測時間為 30 分鐘。

2.資料分析

二階段診斷測驗主在瞭解學生的概念發展，故必須通過兩道回答才算具正確概念，若僅答對某一部分，仍是屬於概念不完整，或推理有錯誤的情形。本研究主要探討學生的共同性迷思概念，整理出學生通過第一階段兩個階段皆答對者之人數百分比，以獲悉學生在大氣方面的迷思概念，並參考學者楊坤原、張賴妙理（2004）認為若有 10%以上學生具有某一不當的概念，此列為學生之大氣迷思概念。在資料回收後，以 SPSS PC 10.0.7 版套裝軟體求取之信度（Cronbach α 係數），並分析試題其難度與鑑別度，期診斷測驗具系統化。

四、結果與討論

（一）「大氣概念之二段式診斷測驗」（TTDTA）之試題與信度分析

由施測結果得知 TTDTA 的鑑別度介於 0.15 至 0.73 之間，鑑別度指數之平均值為 0.56。難度指數介於 0.29 至 0.80 之間，難度指數之平均值為 0.59。內部一致性信度係數為 0.71。整體而言，TTDTA 試題具有良好的鑑別度，並涵蓋各種難度的。TTDTA 第一階段通過人數在於 28.1%至 92.9%之間，而兩階段皆通過者在於 23.9%至 85.0%之間，每題的第一階段通過者接高於兩階段皆通過者，各題目如表 1 所示。依據二段式診斷測驗設計原理得知，學生固然有大氣概念，但未理解其原理，因此第二階段通過的百分比則會降低，在結果之中相當符合。

表 1、**TTDTA** 測驗通過人數百分比（N=652）

概念範圍	題號	第一階段通過百分比	兩階段皆通過百分比	概念範圍	題號	第一階段通過百分比	兩階段皆通過百分比
飽和概念	1	70.4%	66.6%	台灣天氣系統概念	5	90.0%	82.8%
	2	72.5%	51.7%		15	49.8%	42.2%
	3	66.6%	63.6%		17	88.2%	83.6%
	10	83.0%	48.0%		18	91.4%	54.3%
季風概念	4	92.9%	76.4%	海陸風概念	6	72.7%	62.7%
颱風概念	11	79.4%	63.2%		16	58.3%	44.0%
	12	66.9%	64.3%	氣壓概念	7	28.1%	23.9%
	13	88.7%	85.0%		8	57.8%	43.6%
台灣雨季概念	14	91.6%	84.5%		9	60.0%	43.7%
	19	66.1%	55.1%				

（二）中學生之大氣迷思概念

由施測結果，將本次全體學生在 **TTDTA** 答題結果彙整出的桃園縣中學生之大氣迷思概念與百分比，其迷思概念如表 2 所示，並針對結果歸納出桃園縣的中學生對於大氣科學的主要迷思概念類型為下：

1.感官個人經驗為主：

在雲物質方面、海陸風，學生以個人生活經驗結果進行推理，因此造成的推理結果是不完備性，所回答的理由中可以發現他們的想法都是片段性個人先備經驗。雲物質方面結果和學者程智慧（2001）與 Aron 等人（1994）天氣概念調查相同，且發現（如表 2 之第 1 題）國內、外學生不論是國小還是中學，仍是持有雲是水蒸氣所組成的迷思概念。學生對於降雨的概念，普遍將雲當成一種容器，直觀認為若雲無法承受，便容易產生降雨。

2.讀圖素養不足：

有關學生在天氣圖的讀圖素養明顯不足，在鋒面的判斷方面明顯有差異。如第15題學生的概念是在第一階段就已經發生錯誤，因此可以得知學生對於概念與圖示之間無法建立連結。台灣雨季的累積雨量判讀也以個人經驗推理。造成的因素，江火明等人(2005)針對高中學生對天氣領域讀圖素養能力分析發現，學生對天氣圖感覺到困難，原因是多半與數學的讀圖素養攸關；再則，數據圖的解讀困難則受限於天氣知識。

3.知識結構不佳：

普遍而言，國內學生對於高、低氣壓未能理解。本研究中發現學生認為高壓大於1013百帕就是高壓的迷思概念，與李秀芬（1995）對氣壓概念研究相同。氣壓的水平、垂直氣流，以及輻和、散的概念明顯不足，亦即學生在第一階段就已經持有錯誤概念，如表1的第7、8、9題所示。另外，對颱風的理解，也礙於學生對颱風知識做出錯誤的推理，與謝惠珠（2002）對氣壓概念研究相同。若無良好的知識結構，學生所持的概念彼此間就無法建立良好的連結。

4.情境造成的不一致性：

在 Palmer（1998）發現學生因選擇題項目情境而產生不同的推理，僅有極少部分學生持有完整的推理過程。在本研究中，發現學生的概念也有此現象，例如探討雲的主要物質（表 2 之第 1 題），有 13.5%的學生認為是水蒸氣，但在要求學生區辨雲、霧物質的差異（表 2 之第 3 題），有 21.9%的學生確認為低層的雲是液態、霧是氣態，但事實上兩者組成物質都是水滴。因此，在大氣科學概念中，許多大氣基本元素都是相同，但卻有不同的表現形式，可能學生因此造成混淆。因此，學生的大氣科學迷思概念容易因情境而產生不同結果。

5.錯誤的個人推理：

由於許多學生對於大氣科學的現象是依據個人感官直覺，但許多大氣現象因為不亦被察覺，進而依據自己的認知推理解釋。研究中發現學生在氣壓（表 2 之第 7、8 題），許多學生對於高低氣壓相對判斷中，或台灣的天氣系統（表 2 之第 15、17、18 題），以個人的推理進行判斷。個人依據過去的先備知識做出錯誤的、過渡類推的解釋。

學生的大氣科學概念多半來自於學校，因此若教科書或教師未能清楚解釋時，學生便依據個人認知對概念進行推理，容易產生迷思概念。

表 2、全體學生在 **TTDTA** 答題結果所出現的大氣迷思概念與百分比

學生大氣迷思概念	百分比	題號
● 雲物質的成分		
1. 水由水蒸氣而凝結形成雲，成分是水蒸氣。	13.5%	1
2. 空氣中混合水和氣體，聚集形成雲。	10.9%	1
● 雲霧的物質差異		
1. 有差別，因為雲是液態，霧則是飄在空氣的水氣。	21.9%	3
2. 有差別，因為雲是水蒸氣，霧是水滴。	11.2%	3
● 降雨的成因		
1. 水蒸發變成雲，雲因水氣太重無法承受成下雨。。	21.9%	2
2. 水蒸氣會跑進雲中，越吸越多，雲達到飽和後就下雨。	16.9%	2
3. 因氣流容易被山擋住，在山腳比容易山上下雨（不具飽和概念）。	10.7%	10
● 季風概念		
1. 「東北季風」和「西南季風」只有在台灣的夏、冬兩季才會發生的現象	14.9%	4
● 台灣的天氣系統（解讀天氣圖）		
1. 冷鋒會移動是因為冷氣團或冷空氣造成。	24.1%	18
2. 冷鋒經過前後，以靠近冷鋒處解釋會溫度低，未考慮暖氣團。	24.8%	15
3. 以天氣圖上的氣壓數值大小解釋冷鋒經過溫度變化。	13.3%	15
4. 無法正確判斷滯留鋒的天氣。	11.7%	17
5. 無法正確判斷冷鋒的天氣。	9.9%	5
● 海陸風概念		
1. 海陸風的成因是陸地比熱小，溫度容易升高，產生高壓；反之，溫度不易升高，所以海面上是低壓。	25.5%	16
2. 知道海陸比熱不同，認為白天的海邊，風來自於陸地。	15.5%	6
3. 白天海邊的風是因為有海浪所產生	10.9%	6
● 氣壓概念		
1. 氣壓是以某一標準值（海平面一大氣壓）來判斷大小。	35.3%	8
2. 高壓是下沈氣流，未注意高層氣流	33.9%	7
3. 氣壓的垂直氣流，認為中心氣流輻和處為高壓。	14.7%	7
4. 氣壓的中心氣流，是因為高低氣壓相互擠壓造成。	10.7%	9
● 颱風概念（以常見圖片命題）		
1. 颱風最外圍處是風雨最大。	17.9%	12
2. 颱風來自於低緯度的低氣壓。	12.4%	11
● 台灣雨季概念（解讀南北累積雨量統計表）		
1. 造成南北雨季差異，是因為下雨天數不同	11.5%	19

五、結論與建議

經由上述發現中學生對大氣科學具有迷思概念。國內中學生對於大氣科學概念知識普遍不足原因，可能來自於大氣科學概念若無法理解，容易成為知識的背誦，因此造成許多學生在第一階段就產生錯誤，若第一階段答對者但卻在第二階段部分卻深入得知概念彼此的關係，造成迷思概念。若學生錯誤或不完整推理，造成無法統合學習過的先備知識，促使有意義的大氣科學概念間連結。另外，中學生仍須提高天氣讀圖素養，才能達到真正理解。

大氣中風、雲、雨的變化容易察覺，學生不容易區分日常生活與科學概念，但仍有更多天氣現象是需要被學生理解的，因此教師應該扮演起協助學生在概念與生活間建立連結的角色。若教師能夠依台灣地理位置的特殊性，颱風、梅雨等現象都是每年常見的大氣現象，在課程設計中，植基學生熟悉的現象進行課程設計，並且在不同現象中，清楚區辨大氣科學概念間不同的差異性，以提高學生對於大氣科學知識的理解。另外，許多學生在氣壓概念理解有明顯不足，可藉由電腦媒體的生動性展現大氣科學中抽象的概念，運用圖像化的方式引導學生辨識，進而促使學生得知科學概念的原理原則，以避免學生將大氣科學概念淪為知識背誦，如此以來才能降低學生的迷思概念。

參考文獻

江火明、陳斐卿、王宏仁（2005，12 月）。高中生大氣科學讀圖素養能力初探。發表於中華民國第 21 屆科學教育學術研討會。國立彰化師範大學主辦。2005 年 12 月 16-18 日。彰化：國立彰化師範大學。

李秀芬（1995）。*高中學生氣壓概念另有架構之研究*。國立成功大學地球科學研究所碩士論文，未出版，台南。

林顯輝（1994）。*國小兒童水循環概念之研究*。行政院國科會專題研究計畫成果報告。（計畫編號：NSC 81-0111-S-153-02），未出版。

程智慧（2001）。*國小學生天氣概念與迷思概念之研究（I）*。行政院國科會專題研究計畫成果報告。（計畫編號：NSC 89-2511-S-142-017），未出版。

楊坤原、張賴妙理（2004）。發展和應用二段式診斷工具來偵測國中一年級學生之遺傳學另有概念。*科學教育學刊，12*（1），107-131。

謝惠珠（2000）。*應用概念改變教學策略在颱風常識學習的評估*。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學科學教育研究所，高雄市。

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.

Aron, R. H., Francek M. A., Nelsor, B. D., & Bisard, W. J. (1994). Atmospheric misconception. *The Science Teacher, 61*(1), 30-33.

Duit, R., & Treagust, D.F. (1995). Students' conceptions and constructivist teaching approaches. In B. J. Fraser & H. J. Walberg (Eds.), *Improving Science Education* (pp. 46-69). Chicago, Illinois: The National Society for the Study of Education.

Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: a review of the literature. *School*

Science & Mathematics, 102(5), 202-215.

Nelson, B. D., Aron, R. H., & Frank, M. A. (1992). Clarification of selected misconception in physical geography. *Journal of Geography, 91*(2), 76-80.

Palmer, D. H. (1998). Measuring contextual error in the diagnosis of alternative conceptions in science. *Educational Research, 8*(1), 65-76.

Spiropoulor, D., Kostopoulor, D., & Jacovides, C. P. (1999). Greek children's alternative conceptions on weather and climate. *School Science Review, 81*(294), 55-59.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education, 10*(2), 159-169.

Tregust, D. F. (1995) *Diagnostic assessment of students' science knowledge* (pp.327-346). In S. M. Glynn & R. Duit (Eds.), Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.