科學教育學刊
1999, 第七卷第二期， 157-176

Chinese Journal of Science Education
1999, 7(2), 157-176

職前及在職國民小學教師的天氣概念及其相關迷思概念之探究

蘇育任

國立台中師範學院 自然科學教育系所

（投稿日期： 87 年 10 月 20 日，接受日期： 88 年 4 月 28 日）

摘要：本研究旨在藉研究者自行設計並效化之筆試問卷及晤談工具，探討職前及在職國小教師的天氣概念及其相關迷思概念。先以筆試採用大量樣本的資料，以進行假設考驗；晤談則針對筆試的結果作深入的瞭解。筆試樣本包括職前國小教師 508 人及在職國小教師 444 人；晤談樣本則針對筆試分析結果選定代表樣本，總計 30 人。研究所得結論主要可分成兩點敘述如下，首先由分析筆試結果發現：在「天氣概念問卷」的表現，職前國小教師與在職國小教師皆是男性優於女性；職前國小教師在「天氣概念問卷」的得分表現優於在職國小教師；又從整體上來看，職前及在職國小教師在問卷上的得分偏低。其次，分析歸納問答題資料及晤談結果，發現：職前及在職教師對天氣概念瞭解並不深入，在回答筆試的問答題及晤談題目時，常常無法回答，即使答出來，其中含錯誤或迷思概念的百分比很高，顯示錯誤概念或迷思概念具有相當的普遍性。職前教師及在職國小教師對於天氣概念的解釋，常常是片面而不完整的，兩者對於天氣概念的解釋類型也大致相同，但是在迷思概念方面，在職國小教師出現的比率高於職前國小教師。職前國小教師在解釋概念時，有套用特定科學名詞的傾向。

關鍵詞：天氣概念、在職教師、迷思概念、國小教師、職前教師。

壹、緒論

一、研究動機

吾人每天生活在大氣的環境之下，天氣與我們可說是息息相關。然而，人類對於天氣的瞭解卻十分有限，原因在於天氣所牽涉到的概念，非常的抽象、複雜，常常包含自然界中大氣圈、水圈、甚至岩石圈的複雜交互作用。

天氣概念抽象難懂，但我們卻天天在接觸天氣現象。因此人們常常根據自我的觀察與直覺的推論，對天氣現象加以解釋，而與實際的科學概念相差甚遠，因而形成了各種不同的迷思概念。國內外的學者曾經針對天氣概念做過許多相關的研究，不過研究的對象，大都以國小學生爲主，對於教學中扮演重要角色的教師，則很少有研究。

不少學者指出：學生的迷思概念有一部份是來自教師不當的教學；而且教師本身也有許

多迷思概念，並將自己的迷思概念傳授給學生 (Blosser, 1987; Westbrook & Marek, 1992)。因此，研究教師對於天氣概念的瞭解情形，也是非常重要的課題。

施惠 (1994) 指出：在職國小教師非常需要地球科學學科知識的研習。按民國七十六年以前，各師專依部頒課程標準所開授之課程均未含地球科學。民國七十六年改制後，師院生除數理系之外，文組學生（約佔 80% ）在師院所修數理課程僅有十八學分（包含地球科學）。自八十二學年度起，地球科學在師院各系由必修改成選修（和資訊科學二選一，兩學分），師院生能否勝任日後地科單元之教學實堪憂慮。

因爲自然科學許多概念抽象難懂，造成許多教師的學科知識不足，而且產生許多的迷思概念，因此就降低了選擇擔任自然科學教師的意願。以李田英 (1992) 的研究爲例： 90% 的職前教師同意自然科學在小學很重要。但是只有 16% 的人會優先考慮教自然； 40% 的人擔心無法勝任自然科教學。

由以上的分析可知：在職國小教師對於自然科教學憂心忡忡，在師資培育過程中，又缺乏足夠的訓練。因此，教師是否能勝任自然科的教學，實在令人憂心。基於此，研究者希望能針對國小在職教師及職前教師，探討其對於天氣概念的想法及其相關的迷思概念，以作爲改進教學、提昇師資素質的參考。

二、研究目的

㈠編製簡易可行之「天氣概念問卷」，以探求職前及在職國小教師對於有關天氣概念的想法。

㈡分析不同背景之職前及在職國小教師，在「天氣概念問卷」上的表現是否有所差異。

㈢分析職前及在職國小教師，具有哪些有關天氣的迷思概念。

㈣綜合職前及在職國小教師的天氣概念，與相關的迷思概念，以作爲師資養成教育及教師在職進修時的參考。

三、待答問題

㈠不同背景之職前國小教師（師院學生及師院師資班學生），在「天氣概念問卷」上的表現，是否有顯著差異？

1. 男、女學生之間是否有顯著差異？
2. 師院數理系學生與非數理系學生之間是否有顯著差異？
3. 師院學生與師院師資班學生之間是否有顯著差異？

㈡不同背景之在職國小教師，在「天氣概念問卷」上的表現，是否有顯著差異？

1. 男、女教師之間是否有顯著差異？
2. 城市、鄉鎮、偏遠地區教師之間是否有顯著差異？
3. 服務年資不同之教師間是否有顯著差異？
4. 自然科任教年資不同之教師間是否有顯著差異？
5. 最高學歷不同教師之間是否有顯著差異？
6. 數理系（組）與非數理系（組）畢業之教師間是否有顯著差異？

㈢職前國小教師與在職國小教師，在「天氣概念問卷」上的表現，是否有顯著差異？

㈣職前與在職國小教師具有哪些有關天氣的迷思概念？

四、研究範圍與限制

㈠本研究是以台中市、台中縣、彰化縣及南投縣等地區的國小教師，以及台北市立師院、國立台中師院、國立嘉義師院的學生爲研究對象。因此研究結果僅作爲參考，不宜過度推論。

㈡本研究涉及的天氣概念，僅限於問卷中的颱風、氣團、氣壓、風、雲、雨、閃電、雷、霧、露、霜、四季、蒸發、凝結等概

念。晤談則僅針對風、海陸風、雲、雨、閃電、雷、霧、露、霜等概念的成因做進一步的分析。主要目的在探討在職教師及職前教師的概念瞭解情形。

五、名詞釋義

㈠職前國小教師：指九所師院之在學學生並包含師院師資班學生，不包括在國小第一年服務的實習教師。

㈡在職國小教師：指具有正式任用資格，目前在國小服務的教師。此外，也包含在國小第一年服務的實習教師。

㈢天氣概念：指研究者針對常見的天氣概念，經信度與效度考驗後，編成正式的「天氣概念問卷」中所涵蓋之概念。

㈣迷思概念：指學生或教師對於某一科學概念，有不完整的、甚至錯誤的想法，與現今科學界所接受的概念不相符者。

貳、文獻探討

一、有關天氣的迷思概念

Stepan 和 Kuehn (1985) 利用晤談法，研究二年級和五年級學生，針對兒童對天氣的理解，分爲五種類型：

1. 參與感 (feeling of participation)。
2. 萬物有靈論 (animism)。
3. 人爲論 (artificialism)。
4. 決定論 (finalism)。
   ⑴宗教決定論 (religious finalism)。
   ⑵非宗教決定論 (nonreligious finalism)。
5. 眞實因果關係論 (true causality)。

Aron 等人 (1994) 針對中學及大學生，以封閉式問卷的方式，來分析學生的大氣迷思概念，結果發現：

1. 受試者基本上缺乏關於大氣過程和現象的瞭解。迷思概念似乎是根深蒂固的，通常隨著教育的增加而減少。但不幸的是：未來的小學教師 (future elementary teachers) 所擁有的迷思概念，與一般美國初中學生類似。
2. 未來小學和中學的科學教師所擁有的大氣迷思概念，發現和那些修過導論的科學課程 (introductory classes) 之學生相類似。這意指經過大學教育，仍然缺少重大的進步。
3. 不管在性別或是高中選修的背景方面（在數學、地球科學、化學、物理學、生物學上），他們回答的正確性，幾乎沒有什麼差異。

林顯輝 (1992) 在兒童水循環概念的研究中發現：

1. 四至六年級才有較多的學生，具有空氣中含有水氣、雲雨的形成，及蒸發結等概念。而且年級越高持有的百分率越高。
2. 許多二年級的學童不知道雲和下雨的關係。有些認爲雲變黑就會下雨；少二、四、六年級的學生認爲雲是一個地方的容器。
3. 許多四和六年級學生認爲下雨是水氣凝結而成。

林顯輝 (1994) 進一步以國小學童蒸發和凝結概念爲研究，結果發現：

1. 有 38.02% 的四年級和 42.22% 的六年級學生，認爲冷空氣上升、熱空氣下降，會使水滴變成看不見的水。
2. 有 31.94% 的四年級和 18.15% 的六年級學生，具有只要水氣遇到空氣就會變成水的迷思概念。

賴篁川 (1994) 在「年長孩童水循環概念和物質組成模式」的研究中，發現：

1. 約有三分之一的孩童認爲天空無雲之處亦會下雨。

2. 雲的形成機制有水汽分裂、合併、凝結、凝固等類型。
3. 對「雲和降雨的關係」，雖多數已放棄「蒸發至容器（雲）」的想法，但降水原因仍以「雲中水分積滿」佔高比例，「雲爲（水）的容器」的迷思概念未根除。

許民陽 (1996) 針對國小學童對天氣變化概念發展的研究中，指出：

1. 低年級學童在晴、陰、雨的概念認知上，80% 以上學童可判斷實際的天氣狀況。判別晴或陰的依據除太陽外，最重要者依序爲冷熱及雲量多少，此外溫度和風也影響判斷，習慣上只要冷或風大就不是好天氣。判別陰或雨的主要依據爲下雨與否及雲量。五分之一左右的學童認爲陰雨天看不見太陽時，有太陽沒升起或落下的迷思概念。大部份學童也沒有主動觀察天氣調整衣著的習慣，而依賴父母的關照。
2. 中年級在雲概念的認知發展上，學童能察覺雲的形狀會改變，風造成雲的運動。雲也有不一樣的高度，此可由上下層雲運動的速度不同而得知。晴天的雲較高，但陰天的雲卻有 37% 的學童認爲比雨天的雲厚。學童普遍認爲有灰、白、及黑色的雲，認爲有紅或黃色雲的人較少，但三分之一左右學童認爲有藍色的雲。一般學童認爲灰黑色雲是因爲雲層很厚之故，大城市學童認爲和空氣污染也有關。
3. 中年級學童在雨量的測量上，三分之一學童認爲屋頂上承接的雨量較多，因屋頂較高，先承接雨水之故。另有認爲操場上較空曠，承接的雨水較屋頂多。學童容易將雨量的測量概念（雨量筒成將雨水的高度）和雨量筒容積相混淆。
4. 低及中年級在各項概念認知上，大城市學童的通過率大部份較小城市及偏遠地區爲高。
5. 男女學童的比較上，在大部份的概念認知上差異不大，但在較具推理性質題目中，男生較優，但在需細心觀察及測量的項目中，女生較優。
6. 某些中年級有雲沒有顏色、有藍色的雲、晴天及陰天的雲較厚、容積大的雨量筒量得的「雨量」較多的迷思概念。

在國外的研究方面： Piaget 早在西元 1929 年即探討兒童對於雲和雨等自然現象來源的看法（引自 Bar, 1989 ）。他綜合兒童對於雲、雨的來源的所做的解釋類型如下：

1. 雲的來源：
   (1)雲是由人或神製造的。
   (2)雲主要由煙 (smoke) 做成的。
   (3)雲是由水做成的。有時雲是由空氣、由轉變爲水的熱 (heat) 做成的。
2. 雨的來源：
   (1)雲和雨是獨立不相關的。
   (2)由雲可預測雨。
   (3)雨來自雲。

Za'rour (1975) 問 6-9 歲的學童「下雨之前雨水來自何處」的問題。結果有一半的學童的回答是來自雲中；而 44% 的學童回答來自海洋；約有四分之三的學童認爲雨水和蒸發及水循環有關。

Osborne 和 Cosgrove (1983) 對水的狀態變化研究中，發現學童有下列想法：

1. 沸騰：沸騰時的氣泡是由什麼構成的？
   (1)熱。
   (2)空氣：指氣泡得自水面的空氣。
   (3)氣泡是氧氣或氫氣。
   (4)由蒸氣構成。
2. 蒸氣的凝結：在蒸氣蒸發的路徑中，以盤子接住蒸氣，問學生發生什麼？
   (1)像冒汗一樣全部消失。
   (2)蒸氣使盤子濕了。（但不瞭解其中的作用）
   (3)蒸氣在盤中變爲水。（但不同於原來

水罐中的水）

⑷蒸氣中的氧氣和氫氣重新組成水。

⑸蒸氣冷掉，且水分子移動而靠在一起。

3.蒸發：盤子中的的水漸漸消失，問學生：水跑到那裡了？

⑴跑進盤子裡。

⑵水消失了、乾掉了。

⑶跑進空氣中，且變成雨。

⑷變成空氣。

4.凝結：水在冷的玻璃杯上凝結成水滴，問學生原因是什麼？

⑴水穿過玻璃而形成。

⑵冷 (coldness) 穿過玻璃而形成水。

⑶冷表面和乾空氣交互作用而形成水。

⑷空氣中的水附著在玻璃上。

5.冰融化：在玻璃杯中放些冰塊，有什麼現象發生？

⑴融化了，且變成水。

⑵超過熔點。

⑶熱使得分子分開更遠。

Bar (1989) 針對學童水循環概念的研究中發現：

學童對於蒸發的看法，可分爲四個階段：

1.水不見了。（ 5-6 歲）

2.水穿過地板和其他固體物。（ 7-8 歲）

3.水蒸發到一些容器中。（ 9-10 歲）

4.水蒸氣散開到空氣中。

而且他發現學童對於凝結概念的瞭解，和蒸發的概念是平行的。而他引自 Bar 和 Goldmuenz (1987) 對自由落體和重量的研究指出： 11 歲的學童開始認爲空氣、水蒸氣、灰塵和小水滴有重量的概念，有助於學童解釋降雨的機制 (mechanism of rainfall) 。

Bar (1989) 更綜合有關水循環概念的發展情形，列表如（表 1 ）：

表 1 ：水循環概念發展表

守恆概念的等級	蒸發	沸騰	降雨	雲的本質	雲的來源
液體的數量是守恆的。空氣永遠存在（空氣是永恆的）	水變成水蒸氣 ——— 水變成水蒸氣。蒸發進入容器中	當水沸騰時蒸氣產生	凝結產生，水滴變得較大且落下 ——— 所有的雲降下成霧	由蒸氣組成 ———	水從許多地方以及海洋蒸發 ——— 水從許多地方或海洋蒸發 ——— 水從許多地方蒸發 ——— 太陽煮沸海水
液體的數量是守恆的。空氣由運動所產生（空氣非守恆的）	水穿過固體物	當水沸騰時蒸氣產生	雲是由風或汗所搖動 ——— 雲攀爬散落 ——— 雲打開	充滿水滴的海綿 ——— 裝水的袋子	太陽煮沸海水 ——— 海水重新充滿
液體的數量非守恆的。空氣的數量非守恆	水不見了	當水沸騰時蒸氣產生	雲打開 ——— 雲爆炸	裝水的袋子	由神或人所做成，是保持在天空上

二、有關教師迷思概念的研究

許多研究 (Posner *et al.*, 1982; Osborne & Cosgrove, 1983; Baird *et al.*, 1991) 指出：教師在學生學習時概念改變的過程中，扮演很重要的角色。教師不僅要熟悉相關的學科知識，也要瞭解學生的迷思概念或另有架構，並且要透過適當的教學方法，促成學生概念的改變。但是研究顯示：許多教師的學科知識不足，而且教師本身也有迷思概念。

先談學科知識不足部份：國內學者李田英 (1992) 曾經調查國小職前教師的自然科學知識及自然科學態度，結果發現：國小職前教師的學科知識明顯的不足；而且許多職前教師擔心無法勝任教學。他指出：職前教師基本自然科學知識測驗的通過率偏低，各科（生物、化學、物理、地球科學）作答結果，均顯示職前教師對於相關之小學自然科學教材並不理解，而且綜合、分析等高層次之思考能力更是不足。

國內學者鄭湧涇與黃璧祁 (1992) 對於職前及在職生物教師的生物教材有關能力的研究中指出：我國職前生物教師生物教材能力顯著優於在職教師，然僅佔滿分之 60% 。而且，生物教材能力與生物教學能力之間有中度相關存在；所以生物教材能力較佳的教師，其生物教學能力亦較佳。可見教師的「學科專業知識」對於教學的成功與否，佔有很重要的地位。

至於教師的迷思概念方面，許多研究都指出教師具有許多的迷思概念（如表 2 ）。

在天氣概念中，也發現教師擁有許多迷思概念，許民陽（民 85 ）指出：有多年授課經驗的自然科教師，本身對於天氣變化的諸多現象，也有錯誤或不甚清楚的認知，例如水蒸氣看得見嗎？水燒開時產生的白煙「是不是」水蒸氣？什麼是氣團，它是高氣壓或低氣壓？

Aron 等人 (1994) 的研究指出：職前教師擁有的大氣迷思概念迷思概念和初中學生類似。

綜合上述的分析，我們瞭解教師的確有學科知識不足，甚至擁有迷思概念的情形發生。那會不會影響教學呢？ Westerback 等人 (1985) 認爲：學科知識的不足或錯誤，常常帶給自然科學教師很高的焦慮。 Dai 和 Capie (1990) 則說：教師無法教自己也不瞭解的概念；學科知識不足或錯誤，會影響教學。 Fleury 和 Bentley (1991) 更是指出：只有很少的小學教師，具有很強的科學學科背景，或是小學科學課程內容的基本知識。因此，去瞭解職前教師有關科學本質的另有概念和迷思概念，對於改變他們的教育是很重要的。

綜合而言：學生迷思概念的來源，有一部份是來自老師不適當的教學而引發。因此身爲一個教師，如果本身的學科知識不足，甚至具有迷思概念時，當然在知識的傳授過程，就可能產生錯誤的教學，而使學生產生迷思概念。

參、研究方法與步驟

一、研究設計與實施步驟

本研究主要分爲筆試及晤談兩部份。先以筆試來探討大量樣本的天氣概念及其相關的迷思概念，並對若干變項加以統計考驗。再根據第一次預試問卷中問答題填答的情形，以及正式筆試的結果加以整理歸類，找出所要進一步研究的樣本，進行個別晤談，以深入瞭解受試者的想法。

本研究的預試共進行兩次。第一次預試問卷包含選擇題及半結構式的問答題，目的是要讓受試者寫下對於若干天氣概念的想法，以更深入瞭解受試者的想法。但是考慮問答題部份量化不易，難以進行大樣本的施測與統計，因此發展出第二份預試問卷。但是將第一次預試問卷中問答題部份的資料予以保留，並加以歸類整理，配合晤談的資料，進行質的分析。

至於第二次預試問卷，全部以選擇題的型

表 2 ：教師迷思概念研究一覽表

研究者	研究內容	研究對象
蘇育任（民 83）	放射性	國小教師及師資班學生
黃萬居（民 85）	酸鹼	國小教師
王美芬（民 83）	月亮	職前小學教師
Ameh (1987)	重力	小學教師及學生
Arditzoglou 和 Crawley (1990)	生命和物理科學概念	職前小學教師
Armstrong (1995)	植物如何獲得食物 空氣和氣象	職前小學教師
Atwood 和 Atwood (1996)	引起季節的原因	職前小學教師
Bendall 等人 (1993)	光、視覺、陰影、鏡中影像	職前小學教師
Bitner (1992)	物理概念	小學和中學職前教師
Crawley 和 Arditzoglou (1988)	生命和物理科學概念	職前小學教師
Eaton 等人 (1983)	光如何幫助我們看得見及植物在何處獲得食物	五年級小學教師及學生
Enochs 和 Gabel (1984)	體積	職前小學教師
Heller 和 Finley (1992)	電流	小學和中學教師
Hynd 等人 (1993)	反射運動	職前小學教師
Kruger (1990)	力、重力、物質變化、能量	小學教師
Kruger 等人 (1992)	力、能量、物質	小學教師
Lawrenz (1986)	物理科學概念	小學教師
Schoon (1995)	地球和太空	職前小學教師
Stepans 等人 (1985)	影響浮沈的因素	幼稚園到八年級學生及修小學教育科學課程大學生
Summers 和 Krugers (1993)	科學概念，特別是力和能量	小學教師

式呈現。並且以第二次預試問卷施測的結果，作爲正式筆試問卷的藍本。

二、研究對象

㈠筆試樣本

1. 職前國小教師：抽取台北市立師範學院、國立台中師範學院、國立嘉義師範學院等三所學校之數理系、非數理系及師資班各兩班學生，總計 508 人。
2. 在職國小教師：以國立台中師範學院暑期學士進修班及輔導學分班爲樣本，共抽取 444 名教師。

㈡晤談樣本

研究者根據第一次預試問卷中問答題填答結果，並參考正式筆試作答的情形，將研究樣本所回答的答案，予以歸類。再針對不同類型的答案，對教師做深入的訪談。此時選取的樣本即爲正式晤談之樣本，總

計 30 名。包含職前教師 11 名，在職教師 19 名。

三、研究工具

㈠「天氣概念問卷」

1. 預試問卷

⑴編製預試問卷

①研究者根據相關的文獻，分析天氣概念所包含的內容，作成問卷的初稿。

②初稿完成後，與 5 位在職國小教師及指導教授，針對問卷初稿的內容及文字，做深入討論。並請 30 名在職國小教師作答，根據作答的情形，逐題修正。

③最後，請天氣方面的專家，根據修改後的問卷初稿加以審題，做爲預試的問卷。

⑵預試結果統計分析

①內部一致性相關分析及鑑別度分析

在預試完成後，研究者針對「第二次預試問卷」填答結果，逐一進行內部一致性相關分析及鑑別度分析。統計的結果如表 3 。

由表 3 可以發現許多題目的內部一致性相關及鑑別度偏低或未達顯著水準，應該予以刪除。推斷其原因可能是題目太簡易或太難，不能區別受試者的反應程度，使得高分組與低分組在題目的選項選擇上，同時選取正確的選項或錯誤的選項。但是迷思概念研究的目的，並非如同成就測驗一樣，選擇難度適中的題目，以評量學生學習的情形。其主要目的應是在探求「學生的想法是什麼？」、「是否具有迷思概念？」。所以與專家學者討論結果，認爲不必刪題，而鑑別度僅供參考。

②內容效度

本測驗以天氣概念相關文獻的內容爲依據；並且經過在職國小教師與天氣方面的專家，共同審視內容的深淺、文字的運用，以期能編製適當的問卷，測出職前及在職國小教師的天氣概念，因此問卷具備內容效度。

③評分者信度

研究者另外針對「第一次預試問卷」中問答題填答結果，予以歸類整理，作爲質的分析時之參考。爲了避免研究者對於受試者答案分類主觀的偏誤，因此隨機挑出 30 份問卷，請一位研究生及一位在國小擔任自然科教學的老師，與研究者一起進行評分者一致性的考驗。

首先由三人分別進行分類。分類之後，再由三人共同討論分類的結果，歸納出共同認可的分類類別，然後各自依據問卷填答的答案分別歸類與劃記。最後將兩人劃記的次數與研究者劃記的次數，計算 Pearson 積差相關，作爲評分者信度。結果本測驗的評分者信度皆達到顯著水準 ($p<.001$)，表示對於「第一次預試問卷」問答題填答結果的歸類，具有很高的可信度。

2. 正式問卷

研究者根據第二次預試的結果，與專家進行討論，最後定稿成爲正式問卷。問卷的施測，由研究者親自實施，或委由任課老師施測。施測時間是在民國 86 年 8 月至 10 月間，測驗的時間約在 30 到 40 分鐘之間。

表 3 :「第二次預試問卷」預試結果之內部一致性相關分析及鑑別度分析

題號	內部一致性相關係數	鑑別度指數	題號	內部一致性相關係數	鑑別度指數
1	.3982***	4.63***	28	.3417***	3.97
2	.2996**	2.27***	29	.1903*	.98
3	.1979*	2.26***	30	.0851	1.18*
4	.2445**	2.38	31	.0457	1.25*
5	.2881**	3.45***	32	.1733*	1.56**
6	.2748**	3.27	33	.0713	-.29
7	.1369	.76	34	.1920*	1.69
8	.0770	1.38*	35	.1903*	1.80***
9	.0461	-.14	36	.1519	1.31*
10	.4312***	6.50***	37	.0905	1.13*
11	.5719***	8.46***	38	.0438	.44
12	-.1203	-1.80***	39	.1667*	.98
13	.3803***	4.12**	40	.0206	-.51
14	.3907***	4.24	41	.4539***	4.77
15	.3289***	3.36***	42	.3930***	3.40**
16	.2424**	2.67***	43	.3301***	3.94*
17	.0717	.45	44	.3346***	2.87***
18	.0088	.83	45	.2080*	1.91**
19	.4227***	5.02***	46	.0793	1.25*
20	.3567***	4.30	47	.1206	1.25*
21	.0474	.40	48	.0814	1.46**
22	.0318	-.03	49	.2739**	2.62***
23	.2275**	2.18*	50	.1551	1.25*
24	.1886*	2.00***	51	.2051*	2.42***
25	.1970*	1.82***	52	.3342***	2.98***
26	.2062*	1.80***	53	.3935***	4.63***
27	.0425	.45	54	.1324	1.51**

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

㈡「天氣概念晤談綱要」

本研究採取半結構式的訪談方式，亦即事先擬定訪談綱要，再根據受訪者的回答，逐一進行。目的是提供晤談明確的範圍及目標，而不致離題。

*1.*編製過程

晤談綱要的編製根據相關文獻，並參考「第一次預試問卷」問答題作答的情形，以及正式筆試時樣本的回答情形，發展而成爲初稿。初稿完成後，請專家審題，成爲預試之晤談綱要，並進行預試。經過預試之後，根據樣本的反應，修改後成爲正式之晤談綱要。

*2.*晤談實施

晤談實施時間在 86 年 10 月及 11 月間。由研究者親自實施，採取個別晤談的方式。晤談的時間與地點並不固定，但是都經過研究者與受訪者雙方的協議與認可。晤談進行的時間約在 30 分鐘左右完成。晤談開始時，研究者會先與

受訪者建立輕鬆、和諧的關係，以求正式晤談的順利進行。而在正式晤談時，研究者只以錄音的方式與受訪者對答，並不做任何紙筆記錄。

四、資料分析

㈠量的分析

根據筆試之後的結果，以 SPSS/PC+ 套裝統計軟體進行資料的處理。研究中使用的方法，包含：項目分析、信度分析、次數分配與百分比統計、t 考驗、單因子獨立樣本變異數分析、雪費法 (Scheffe' method) 事後比較等方法。

㈡質的分析

本研究蒐集到之「質的資料」共有兩種，分別是「第一次預試問卷」中問答題填答的資料，以及晤談所得的資料。根據兩份資料，分別採取下列步驟以進行質的分析。

1. 樣本編號

分別根據「第一次預試問卷」資料及晤談資料予以編碼。

2. 晤談資料的轉錄

將訪談錄音的資料，寫成文字稿。

3. 概念歸類

根據「第一次預試問卷」中問答題填答的結果，將相似的想法予以歸類。並將晤談資料寫成的文字稿，將相似的想法歸納分析。

4. 三角校正 (triangulation)

爲了增加晤談資料分析的可靠性，研究者採用「三角校正法」進行資料的比對。

肆、研究結果與建議

一、研究結果

㈠職前及在職國小教師在「天氣概念問卷」筆試表現上之各項統計結果，所得結論有下列幾點：

1. 職前國小教師（師院學生及師院師資班學生）部份：

⑴表 4 是職前國小教師（師院及師院師資班男、女學生）在「天氣概念問卷」上的得分，進行平均數差異比較的統計結果。由表可看出男、女學生在問卷上的得分達到顯著差異 ($t=4.94$, $p<.001$)。男學生平均爲 40.20 分，明顯的優於女學生的平均數 37.79 分，故應可說男學生對於天氣的概念有較正確的認識。

⑵師院數理系及非數理系學生在「天氣概念問卷」的表現，未達到顯著差異水準。顯示師院數理系及非數理系學生，對於天氣概念的理解並沒有顯著差異。

⑶師院學生與師院師資班學生在「天氣概念問卷」的表現，未達到顯著差異水準。顯示師院學生與師院師資班學生，對於天氣概念的理解並沒有顯著差異。

2. 在職國小教師部份：

⑴男、女教師在「天氣概念問卷」的表現達到顯著差異水準 ($p<.001$)，且

表 4 ：男、女學生在「天氣概念問卷」得分之平均數差異檢定

	人數	平均數	標準差	t值
男學生	156	40.20	5.70	4.94***
女學生	352	37.79	4.77	

***p < .001

男教師優於女教師，顯示男教師對於天氣概念有較清楚的認識。

⑵表 5a 是任教於城市、鄉鎮與偏遠地區的教師在「天氣概念問卷」上的得分，任教於城市、鄉鎮、偏遠地區之教師人數及平均數如表 5a ，由表中得知三者平均數差不多。進行單因子變異數分析統計，由表 5b 可知：任教於不同地區的教師在問卷上的得分並未達到顯著差異 (F=.45, p>.05)。顯示服務於城市、鄉鎮、偏遠地區之教師，對於天氣概念的理解並沒有顯著差異。

⑶服務年資不同之教師在「天氣概念問卷」的表現達到顯著差異水準 (p<.01)，但是經雪費法事後比較分析，並無任何兩組不同服務年資教師之間達到顯著差異。

⑷自然科任教年資不同之教師在「天氣概念問卷」的表現，未達到顯著差異水準。顯示自然科任教年資不同之教師，對於天氣概念的理解並沒有顯著差異。

⑸最高學歷不同之教師在「天氣概念問卷」的表現，未達到顯著差異水準。顯示最高學歷不同之教師，對於天氣概念的理解並沒有顯著差異。

⑹數理系（組）及非數理系（組）畢業之教師在「天氣概念問卷」的表現，達到顯著差異水準 (p<.01)，且數理系（組）畢業之教師優於非數理系（組）畢業之教師。

3. 爲比較職前與在職國小教師對天氣概念的瞭解情形，將職前與在職國小教師在「天氣概念問卷」上的得分，前者之平均數爲 38.53 分，後者之平均數 34.48 分，進行平均數差異比較的統計結果，由表 6 中可看出兩者在問卷上的得分達到顯著差異 (t=11.57, p<.001)，因此職前國小教師對於天氣的概念有較正確的認識。

綜合而言，對於天氣概念的理解，職前國小教師（師院學生及師院師資班學生）之男學生優於女學生。在職國小教師方面：男教師優於女教師；數理系（組）畢業之教師優於非數理系（組）畢業之教師。另外職前國小教師對於天氣概念的理解，也優於在職國小教師。

而在假設考驗中，之所以有多項未達顯著差異水準，可能因爲職前及在職國小教師對於天氣的理解相差不大。兩者可能同時熟悉某些概念，對某些概念又很陌生，因此造成得分相差不多的現象。另外雖然試

表 5a ：城市、鄉鎮與偏遠地區教師之人數及平均數一覽表

服務地區	人數	平均數
城市	185	34.21
鄉鎮	225	34.73
偏遠	34	34.32

表 5b ：城市、鄉鎮與偏遠地區教師在「天氣概念問卷」得分之變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
組　間	28.17	2	14.09	.45
組內誤差	13904.68	441	31.53	
總　和	13932.86	443	.45	

表 6 ：職前與在職國小教師在「天氣概念問卷」得分之平均數差異檢定

	人數	平均數	標準差	t值
職前國小教師	508	38.53	5.19	11.57***
在職國小教師	444	34.48	5.61	

***p<.001

卷中有鑑別力較高的題目，但是可能高低分組的受試者並沒有在此得到一致性的高分或低分，因此分數相差不大。

㈡職前及在職國小教師在「天氣概念問卷」筆試表現上之各題選項選答百分比分析，所得到的結論有下列幾點：

1. 職前國小教師在「天氣概念問卷」上的得分偏低，以數理系學生爲例，在總分 54 分之問卷中，平均數爲 38.20 ，答對率爲 70.74% 。表 7 是師院數理系與非數理系學生在「天氣概念問卷」上的得分，進行平均數差異比較的結果。數理系與非數理系學生在問卷上的得分並未達到顯著差異 (t=-0.64, p>.05) ，且兩者的平均數差不多，因此師院數理系或是非數理系的學生，對於天氣概念的理解並沒有顯著差異。

2. 在職國小教師在「天氣概念問卷」上的得分也偏低，以數理系（組）畢業之教師爲例，在總分 54 分之問卷中，平均數爲 36.90 ，答對率僅爲 68.33% ，似乎略顯偏低。將數理系（組）與非數理系（組）畢業之在職國小教師在「天氣概念問卷」上的得分，進行平均數差異比較的統計結果，由表 8 可知兩者在問卷上的得分達到顯著差異 (t = 3.27, p<.01) 。數理系（組）畢業之教師平均數爲 36.90 分，非數理系（組）畢業之教師平均數 33.45 分，因此數理系（組）畢業之教師對於天氣的概念有較正確的認識。

3. 從答題選項百分比統計分析中可以發現：職前及在職國小教師皆擁有許多錯誤或迷思概念，而且百分比相當高，顯示錯誤概念或迷思概念具有相當的普遍性。

4. 從答題選項百分比統計分析中，可以歸納出職前及在職國小教師可能具有的錯誤概念或迷思概念如下列幾點：

表 7 ：師院數理系與非數理系學生在「天氣概念問卷」得分之平均數差異檢定

	人數	平均數	標準差	t值
數理系	147	38.20	5.29	-.64
非數理系	182	38.58	5.23	

表 8 ：數理系（組）與非數理系（組）畢業之教師在「天氣概念問卷」得分之平均數差異檢定

	人數	平均數	標準差	t值
數理系（組）	50	36.90	6.17	3.27**
非數理系（組）	394	34.18	5.47	

**p<.01

⑴颱風

①認爲「颱風結構中，風速最大、雲牆最厚的區域是在颱風外圍」。

②認爲「颱風的行經路線，主要受熱帶低壓影響」。

⑵氣團、氣壓

①認爲「低氣壓較易發展成氣團」。

②認爲「造成高低氣壓差異的主要原因是風的流動」。

③認爲「夏天時佔據北半球太平洋海面上，橫跨數千公里大範圍的暖濕空氣是低氣壓」。

⑶風

①認爲「季風的形成是受地球上不同風帶的影響」。

②認爲「『陽光照射量的大小』不是地球固定風帶形成的因素」。

⑷雲

認爲「雲是水蒸氣組成」。（經晤談結果確定爲迷思概念）

⑸雨

「用底面積不同的大小量筒測量到的雨量，何者量到的刻度較高？」

許多人認爲是「小量筒」。顯示對於「雨量的測量」有迷思概念。

⑹閃電、雷

①認爲「閃電『很少』或『幾乎不會』打在同一地點」都是錯誤或迷思概念。

②認爲「外出遊玩時，遇到閃電應該跑到空曠地區」。

③認爲「雷是正負電離子撞擊時的聲音」。（經晤談結果確定爲迷思概念）

⑺霧、露、霜

①認爲「霧就是水蒸氣」。（經晤談結果確定爲迷思概念）

②認爲「空中水氣先凝結之後，再降下成爲露水」。（經晤談結果確定爲迷思概念）

③認爲「空中水氣先凝結之後，再降下成爲霜」。（經晤談結果確定爲迷思概念）

⑻四季

①認爲「太陽與地球之間距離的變化就是形成四季最主要的原因」。

②「對於春分的敘述，何者錯誤？」，許多人認爲是「太陽直射赤道」或「陸地氣團依然強盛」，這都是錯誤或迷思概念。

⑼其他

部份在職國小教師認爲「溫帶海洋上，冬夏的平均氣溫差異較小」。

㈢歸納預試問卷之問答題填答內容及晤談結果，可以得到幾點結論：

1.職前及在職國小教師對於天氣概念的瞭解程度並不理想。由「第一次預試問卷」中問答題填答情形及晤談的結果，發現有許多人無法對若干天氣概念作解釋；而且回答出來的答案存在許多迷思概念。因此研究者認爲職前及在職國小教師對於天氣概念的瞭解程度並不理想。

2.職前及在職國小教師對於「風」、「海、陸風」、「雲」、「雨」、「閃電」、「雷」、「霧」、「露」、「霜」等概念的成因之解釋類型大致相同。但是在職國小教師擁有的迷思概念較多。

3.職前國小教師較常用特定的「科學名詞」來解釋天氣概念。如以「比熱」來解釋海、陸風的成因；以「空氣浮力」、「重力作用」來解釋下雨；以「靜電作用」來解釋閃電的成因。

4.職前及在職國小教師對於天氣概念的瞭解，常常是不完整的。例如認爲水蒸氣上升到空中就會成爲雲，沒有考慮到「凝結」的現象。又如認爲水滴凝結很多了就會下雨，沒有考慮「重力」因素。

5.分析「第一次預試問卷」中問答題填答情形以及晤談結果，可以歸納出職前及在職國小教師對於相關天氣概念的解釋類型及主要的認知情形：

⑴風的成因方面，可分爲：「空氣的流動」、「冷熱空氣的對流」、「熱空氣上升、冷空氣填補」、「高低氣壓的差異」、「溫度的差異」及「比熱」。職前及在職國小教師大致均能以兩種方式來解釋風的成因，即：「風是由於空氣冷熱的不同，熱空氣上升、冷空氣進來填補而產生空氣流動」，或是「風是因爲溫度的不同而產生高低氣壓，空氣由高壓處流向低壓處而產生風」。

⑵海、陸風成因方面，可分爲：「氣壓的差異」、「溫度的差異」、「海陸性質的差異」及「比熱不同」。職前

及在職國小教師主要認爲白天陸地受熱後，熱空氣上升，因此形成低壓區；海洋相對較冷的空氣過來填補，風就由海上吹向陸地。

⑶雲的成因方面，可分爲：「水氣蒸發」、「水氣或水滴凝結」、「水蒸發、再凝結」及「水氣和灰塵等物質凝聚而成」。職前及在職國小教師大部份認爲：雲是由水氣或水滴遇冷凝結而成。部份人更明確指出雲是由水氣或水滴與塵埃等物質結合而成。

⑷雨的成因方面，可分爲：「水氣達到或超過飽和」、「水氣或水滴凝結」、「水氣、水滴或雲太重」、「雲無法負荷過多的水氣」及「雲遇到冷空氣」。職前及在職國小教師主要認爲水氣飽和或水氣、水滴凝結就會下雨。此種說法未進一步考慮「重力」因素。而約有兩成五及三成七的職前及在職國小教師明確指出因爲「重力」的因素，才使得凝結過重的水滴掉下來成爲雨。

⑸閃電的成因方面，可分爲：「靜電的作用」、「正負電相吸引」、「正負電相結合」、「正負電中和」、「正負電碰觸、撞擊」、「正負電交互作用」、「正負電荷不均或電位差」及「氣體或雲層摩擦」。職前及在職國小教師主要認爲正負電的吸引、結合或是撞擊等交互作用就會產生閃電。

⑹雷的成因方面，可分爲：「靜電作用的聲音」、「正負電相吸引的聲音」、「正負電中和的聲音」、「正負電或離子撞擊的聲音」、「正負電交互作用的聲音」、「閃電的聲音」、「雲摩擦的聲音」及「空氣震動的聲音」。只有少部份的職前及在職國小教師明瞭：雷是因爲閃電發生後的高熱，使得周圍空氣急速膨脹，致使空氣震動產生的聲音。一般人不瞭解，而將雷歸因爲「正負電離子吸引或是撞擊的聲音」，甚至更籠統的認爲是「伴隨閃電的聲音」。

⑺霧的成因方面，可分爲：「水氣聚集地面形成」、「水氣無法上升」、「水氣凝結」、「霧就是雲」及「濕度太大」。大部份的職前及在職國小教師認爲：「霧就是水蒸氣聚集地表面形成」，或是「霧是由水蒸氣凝結成小水滴，而成爲我們看到的霧」，部份受試者也指出「霧就是雲，只是高度不同而已」。

⑻露的成因方面，可分爲：「水氣凝結」、「水滴凝結」、「霧凝聚成水滴」、「水氣遇到冷的物體凝結」、「水氣遇到較熱東西或溫度升高成爲露」及「從植物表面散發出水滴」。職前及在職國小教師大多認爲露是由水氣或水滴凝結而成。

⑼霜的成因方面，可分爲：「水氣凝結成霜」、「水滴凝結成霜」、「霧凝結成霜」及「露凝結成霜」。職前及在職國小教師大多認爲霜是水蒸氣、水滴、甚至是霧或露遇冷而凝結的。

6.歸納「第一次預試問卷」中問答題填答情形以及晤談結果，可得到下列迷思概念：

⑴風的成因方面

①認爲風是由低氣壓處流向高氣壓處所致。

②認爲風是熱空氣上升，推擠周圍冷空氣產生的空氣對流。

③固定的地方會形成固定的氣壓。

④熱的地方會形成低氣壓，冷的地方會形成高氣壓。

⑵海、陸風成因方面

①對海陸受熱性質的差異有迷思概念。

②對海陸受熱性質的差異有正確的認識，但認爲溫度高的地方會形成高氣壓，則是迷思概念。

③對海陸受熱性質的差異有正確的認識，但認爲熱空氣上升後會流向冷空氣之處，則是迷思概念。

⑶雲的成因方面

許多受訪者將雲誤以爲是水蒸氣，認爲只要水蒸發到空中就會成爲雲，未將凝結現象考慮進去。（思考不完整）

⑷雨的成因方面：

①認爲水氣飽和或水氣、水滴凝結就會下雨，未將「空氣浮力」或「重力」因素考慮進去。（思考不完整）

②認爲雲無法負荷過多的水氣就會下雨，似乎將雲視爲「容器」；而且認爲雲能負荷水氣，似乎將無生命的物體視爲有生命的物體，而將雲擬人化了。

③認爲「雲遇到熱空氣」、「上升的小水滴遇熱溶解而往下落」成爲雨等都是迷思概念。

④雲遇到冷空氣就會下雨。（思考不完整）

⑸閃電的成因方面

認爲閃電是「靜電摩擦」、「同性電相斥」、「氣體、或是雲層摩擦」、「不同電荷或不同氣壓氣團的交互作用」、「陰離子大量聚集」等都是迷思概念。

⑹雷的成因方面

①正負電離子吸引、中和或是撞擊的聲音。

②雲摩擦的聲音。

③閃電打到閃電產生的巨響。

④電流通過大氣的摩擦聲音。

⑤同性電接融產生的爆炸聲。

⑺霧的成因方面

①霧是水蒸氣瀰漫地表而形成。

②水蒸氣蒸發上升遇到低氣壓停置地面。

③水蒸氣因爲空中溫度較地面低，無法上升而成爲霧。

④水蒸氣遇熱形成霧。

⑤地表溫度低，水氣下降成爲霧。

⑥晚上地面把白天吸收的熱放出來，熱遇冷空氣變成霧。

⑻露的成因方面

①有人認爲水蒸氣遇到較熱的東西或是溫度升高時就會形成露。

②也有人認爲露是植物表面滲出的液體或水滴。

③少數人認爲露是空中的水滴掉落到地面形成。

⑼霜的成因方面

①部份人認爲霜是水氣或水滴在空中凝結成冰晶之後，降到地面成爲霜。

②霜是雪降至地面聚集而成。

⑽水蒸氣：許多人認爲水蒸氣是看得到的，而且誤以爲雲及霧就是水蒸氣。

二、討論

㈠本研究與其他研究間之比較

綜合歸納國內外學者對於有關天氣概念的研究，可以發現其內容大部份是針對水循環、水的三態變化、蒸發、凝結等概念的研究。但對於日常生活中常見的天氣現象，如：雲、雨、風、颱風、霧、露、霜……等概念，則較少涉及。至於有關教師天氣迷思概念方面的研究，則近乎闕如。本研究中以職前國小教師及在職國小教師爲研究對象，探討他們對於天氣概念的想法及相關的迷思概念，結果發現職前

教師擁有的大氣迷思概念迷思概念和初中學生類似，這個結果與 Aron 等研究者 (1994) 的研究頗爲相似。根據深入晤談的分析，我們發現教師的確有學科知識不足，甚而擁有迷思概念的情形發生。在學生學習時之概念改變的過程中，教師扮演非常重要的角色。本研究發現我國國小教師常因學科知識不足，而且本身又有許多迷思概念，因而將自己的迷思概念傳授給學生，這個發現與李田英 (1992) 以及許民陽 (1996) 的研究結果若合符節。

㈡對本研究之省思本研究在理論及實務方面有下列幾點重要意涵：以往學者所採用的研究方法，大致爲晤談、紙筆測驗（問卷），或兩者兼用。爲深入瞭解研究對象的想法，晤談法可說是最佳的方式，唯其缺點耗時過多，且不易針對大樣本進行晤談。紙筆測驗雖可在較短時間內獲取大量學生的資料，但易造成猜題，且限制了學生的思考方向。本研究乃採取紙筆測驗與晤談兩種方法並行的研究方式，一則利用紙筆測驗廣泛探求學生大致的想法，再則藉晤談的方式，以深入瞭解學生的想法。其次，國內外對於日常生活中各種常見天氣現象的研究並不多見，是一個亟待努力的方向，非常需要深入探討。本研究針對學者們較少研究的天氣概念，如：風、颱風、雲、雨、閃電、雷、霧、露、霜等，做較深入的研究。同時，過去有關天氣概念的研究對象，不拘國內外學者大多是以國小學童爲主，本研究則以國內實務教學所需，針對成人或教師進行研究，可略盡棉帛之力。此外，從與在職教師晤談過程中，研究者發現教師對於「學習」或是「知識觀」所抱持的信念，也會影響他的教學。 Baird 等人 (1991) 即指出：除非教師的態度、觀點、概念和能力有所改變，否則單方面的希望學生產生概念的改變是不可能的。

三、建議

㈠對師資培育的建議

職前國小教師在「天氣概念問卷」上的得分偏低，在「第一次預試問卷」問答題的填答及晤談中，都發現有許多思考不完整及迷思概念的情形。可見職前國小教師對於天氣概念理解的情形並不理想。針對此點，研究者有幾點建議：

1. 在課程設計方面

姜滿 (1990) 及施惠 (1994) 的研究都指出：在職國小教師對於地球科學的教學最感困難。原因是師資培育過程中，所受的訓練太少。尤其自八十二學年度起，地球科學在師院的各系由必修改爲選修。比照職前國小教師對於天氣概念不理想的理解情形，與愈來愈少的師資訓練，不禁令人懷疑職前國小教師是否能勝任將來的自然科教學。因此建議師資培育機構對於師院生修習的學科與學分數，能夠重新考量，增加自然科或地球科學的份量。

2. 在教材編製方面

耿正平等人（民 80) 對於概念的學習，提出四階段說，即：「以原先所具有的概念爲基礎」、「接受外來的刺激」、「內在的統整」、「新概念的學習」等四個階段。因此新概念的學習必定要以個人舊有的概念爲基礎，經過統整之後才可能成爲新概念。認知論學者均一致強調先前概念對於新概念學習時的重要性（郭重吉， 1988; Ausubel, 1988; Novak, 1988 ）。

因此，在編製教材時，希望能夠針對職前國小教師所具有的先前概念深入研究，亦即天氣概念的解釋類型及相關的迷思概念內容，以期能夠切合職前國小教師現有的想法，對於新概念的學習或迷思概念的消除都有幫助。

3.在教學方面

透過適當的教學引導，可以預防迷思概念的產生，也能夠消弭已有的迷思概念。因此在教學時，建議能透過概念改變教學的模式：先引發、澄清學習者原有的想法；再安排衝突情境，使學習者進一步檢視新舊概念的合理性，以促成概念的改變；最後將新概念應用在類似情境中，以熟悉新概念，做更深更廣的應用。

㈡對在職進修的建議

在職國小教師在「天氣概念問卷」上的得分也是偏低，而且在「第一次預試問卷」問答題的填答及晤談中，也都發現有許多思考不完整及迷思概念的情形，甚至比職前國小教師嚴重。因此研究者建議：

1.教育當局舉辦在職進修

建議教育當局，針對現階段在職國小教師的天氣概念，立即舉行在職進修研習會，使教師重新檢視自己對於天氣概念理解的程度，以及自己擁有的迷思概念，以便消除迷思概念，增加對天氣概念的學識。

2.鼓勵教師進修

研究者在進行晤談前後與受訪者交談時發現：許多未擔任自然科教學，或僅擔任低年級自然科教學的老師，都認爲天氣概念難懂，自己學科知識不足或有錯誤。然而比較嚴重的是：許多老師在教學時仍有傳統被動的學習觀，認爲老師講述之後，學生自然就懂。之所以學不會，是因爲不聰明或不認眞所致。並未考慮學生具有的先前知識或迷思概念對學習的影響，在教學時也沒有讓學生澄清先前概念、更遑論對新舊概念的討論。因此，研究者建議在職國小教師對於學科知識不足或錯誤的部份，應當能多充實知識、自我進修。而對於教師的被動學習觀方面， Gunstone 和 Northfield (1986) 認爲要改變此種觀點並不容易，但是仍希望教師多參加教學研討會，多吸收教學的新理念，時時反躬自省，以求突破與改進。

㈢對未來研究的建議

1.對於筆試中發現的迷思概念，做更深入的晤談

本研究在正式筆試時發現許多迷思概念，但因限於時間、人力等因素，無法對每個題目深入晤談。研究者僅針對「風」、「海、陸風」、「雲」、「雨」、「閃電」、「雷」、「霧」、「露」、「霜」等概念的成因加以晤談。因此建議未來的研究，能夠針對正式筆試中發現的迷思概念，做更深入的晤談與研究。

2.探討迷思概念的來源

此外，本研究僅探討職前及在職國小教師對於天氣概念的瞭解情形及相關的迷思概念，對於這些迷思概念的來源並未加以探討，因此建議未來的研究也能一併納入。

3.其他更深入的研究

除了上述兩點之外，研究者認爲：對於職前及在職國小教師概念改變的歷程，以及概念改變的教學，如果能夠積極研究，則更能理解職前及在職國小教師在天氣概念的學習統整情形，及發展有效的概念改變教學模式。

4.增加對於地球科學的研究

許民陽 (1996) 指出：國內學者對於地球科學的研究，比起物理、化學、生物等學科的研究都要少。因此本篇論文希望能夠拋磚引玉，引起各界的重視，對於地球科學的相關概念多做探討。

參考文獻

1. 李田英（ 1992 ）：國小職前教師基本自然科學知識及自然科學態度之研究。**台灣師範大學師大學報，37，529-577。**
2. 林顯輝（ 1992 ）：**國小兒童水循環概念之研究**。國科會專題研究計畫，NSC 81-0111-S-153-02。
3. 林顯輝（ 1994 ）：**國小兒童蒸發與凝結概念之研究**。國科會專題研究計畫，NSC 83-0111-S-153-002。
4. 施惠（ 1994 ）：國小教師在職研習探究式教學活動之研究－月球運動的探究過程。**中華民國第十屆科學教育學術研討會論文彙編，775-799。**
5. 姜滿（ 1990 ）：台南師院輔導區國小地球科學教師教學意見調查研究。**台南師範學院初等教育學報，3，557-577。**
6. 耿正屏、陳瑞鴻、林素華、蔡顯（ 1991 ）：**我國國中學生生物概念的發展：生物體內物質的運輸**。國科會專題研究計畫，NSC 80-0111-S-018-03-D。
7. 許民陽（ 1996 ）：國小學童對天氣變化概念發展之研究。**台北市立師範學院學報，27，133-158。**
8. 郭重吉（ 1988 ）：從認知觀點探討自然科學的學習。**彰化教育學院學報，13，351-378。**
9. 鄭湧涇、黃璧祈（ 1992 ）：職前與在職生物教師的生物教材有關能力研究。**台灣師範大學師大學報，37，483-504。**
10. 賴篁川（ 1994 ）：**年長孩童對水循環概念和物質組成模式**。台灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
11. Aron, R. H., Francek, M. A., Nelson, B. D., & Bisard, W. J. (1994). Atmospheric misconceptions. *The Science Teacher*, *61*(1), 30-33.
12. Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Rinehart and Winston.
13. Baird, J. R., Fensham, P. J., Gunstone, R. F., & White, R. T. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *28*(2), 163-182.
14. Bar, V. (1989). Children's views about the water cycle. *Science Education*, *73*(4), 481-500.
15. Blosser, P. E. (1987). *Secondary school students' comprehension of science concepts: Some findings from misconceptions research*. ERIC Document No. ED 286757.
16. Dai, M. F., & Capie, W. (1990). *Misconceptions about the moon held by preservice teachers in Taiwan*. ERIC Document No. ED 325327.
17. Fleury, S. C., Bentley, M. L. (1991). Educating elementary science teachers: Alternative conceptions of the nature of science. *Teaching Education*, *3*(2), 57-67.
18. Gunstone, R. F., & Northfield, D. J. (1986). *Learners-teachers-researchers: Consistency in implementing conceptual change*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
19. Osborne, R. J., & Cosgrove, M. M. (1983) Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, *20*(9), 825-838.
20. Novak, J. D. (1988). Learning science and the science of learning. *Studies in Science Education*, *15*, 77-101.
21. Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, *66*(2), 211-227.
22. Stepans, J., & Kuehn, C. (1985). What research says : Children's conceptions of weather. *Science and Children*, *23*(1), 44-47.
23. Westbrook, S. L. & Marek, E. A.

(1992). A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*, *23*(1), 51-61.

24. Westerback, M. E., Gonzalez, C., & Primavera, L. H. (1985). Comparison of pre-service elementary teachers anxiety about teaching students to identify minerals and rocks and students in geology courses anxiety about identification of minerals and rocks. *Journal of Research in Science Teaching*, *22*(1), 63-79.
25. Za'rour, G. I. (1975). Science misconceptions among certain groups of students in Lebanon. *Journal of Research in Science Teaching*, *12*(4), 385-392.

A Study of Pre-service and In-service Elementary School Teachers Conceptions of Weather

Yu-Jen Su

The Graduate Institute of Science Education National Taichung Teachers College

Abstract

This research was based on data collected from the researcher's self-designed questionnaire and interviews. The purpose was to investigate the conceptions and misconceptions about weather possessed by pre-service and in-service elementary school teachers. The questionnaire was developed to gather data from a large sample and allow for the testing of quantitative hypotheses about conceptions of weather. The interview was designed relative to the results of the questionnaire in an effort to explore questionnaire responses in more depth. The subjects of the investigation included 508 pre-service teachers and 444 in-service teachers. The 30 interviewees were selected with respect to their responses to the questionnaire. The findings of this study are reported as follows: (1) in terms of their questionnaire responses, male teachers performed better than female teachers for both the pre-service and in-service groups, (2) although the pre-service teachers outperformed the in-service teachers, the teachers in both groups did not perform satisfactorily on the questionnaire, (3) both pre-service and in-service teachers exhibited significant misunderstandings about weather. In many cases, the teachers could not begin to answer questions asked during interviews. When the teachers were able to answer interview questions, their answers were filled with misconceptions, implying that they did not have sufficient knowledge about weather. While explaining their answers during interviews, the teachers would use very specific technical terms. However, the explanations provided by the two groups of teachers were commonly incoherent and did not indicate comprehension of the appropriate subject matter.

Key words: In-service Teacher; Misconception; Pre-service Teacher Training.