

## 【附件 2】

※ 本大綱內容以 6~10 頁為原則，報告當日請自行印製報告大綱 15 份給與會人員，另請將檔案 E-mail 至 [e77001@ntnu.edu.tw](mailto:e77001@ntnu.edu.tw) 劉亦雲小姐收，或報告當日繳交。

# 教育部九十九學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫編號：147

計畫名稱：以 POE 觀點探討小組互動對學生概念改變的影響

執行單位：花蓮縣中正國民小學

主持人：陳世文、薛靜婷

電子信箱：[swc545@gmail.com](mailto:swc545@gmail.com)

## 一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 否
2. 執行重點項目：科學課程教材、教法及評量之研究發展
3. 辦理活動或研習會等名稱：無
4. 辦理活動或研習會對象：無
5. 參加活動或研習會人數：無
6. 參加執行計畫人數：教師 3 位、學生約 30 人
7. 辦理/執行成效：

此研究屬於教育部科教專案科學課程教材、教法及評量之研究發展的執行重點項目，研究目的主要是透過 POE 的理念來探討小組互動中班級地位差異對學生概念改變的影響。本研究依原審查計畫進行，對於研究目的有 100% 的執行成果，除了瞭解學生對於蠟燭燃燒實驗中水位變化原因的另有概念類別之外，同時亦設計五個不同班級地位小組，分別探討這些小組地位結構下，學生概念改變的情形，以瞭解小組互動中，不同班級地位對其概念改變之影響，此外，也瞭解學生對於不同地位小組互動的覺知情形。此研究結合社會建構與個體認知建構兩個層面探討學生科學學習的問題，能提供科學教育研究在這方面更多思考，也可以幫助教師在教學現場進行科學教學之際能對班級地位對學生概念學習與改變有何影響獲得更多實務性的研究成果與應用。

## 二、計畫目的

### (一) 前言

依據建構主義的理念，學生在科學學習過程中會主動建構科學知識，但受既有生活經驗與知識的影響，容易建構出有別於專家認知中的科學知識系統，這些有別於正確科學知識的另有概念，往往具有固著性而往往不易改變，進而影響其科學知識的學習。

社會建構的觀點認為，學生建構科學知識的過程，除了自我認知之內在因素影響外，亦會受到同儕互動之外在因素的影響，可見同儕互動也是影響科學知識建構的重要因素。循此而論，若同儕互動會影響學生科學知識的建構，那麼它應該也會影響學生的概念改變，尤其是一個班級如同是一個縮微化的社會，學生科學成績的高低、班級人緣的好壞，無形中會形成所謂的同儕地位。科學成績好、人緣佳的學生通常具有較高的同儕地位，反之，科學成績差、人緣不佳的學生則有較低的同儕地位。當學生在科學課室分組上課時，這些同儕地位可能無形中影響著他們的概念學習或概念改變。至此，令人好奇的是，科學課堂通常以小組的方式進行，那麼在小組互動的學習情境下，學生的概念會如何改變？是否有些學生會「堅持己見，抵死不從」？抑或「見風轉舵，人云亦云」？什麼樣同儕地位的學生會堅持己見，什麼樣同儕地位的學生容易改變想法，又，何種小組分配結構，容易透過討論達成共識，何種情況容易降低互動，減少溝通？

仔細思考，上述是真實科學學習情境中經常面臨的問題，同時亦可深切體認，學生在科學教室的現場所學習的科學概念便涉及本身的內在認知及外在環境因素，也在個體認知與社會互動的交互作用中產生概念修正及改變的可能性。基於提升學生科學概念的學習效能以及促進學生另有概念改變的可能，本文嘗試在 POE 的觀點來探討小組互動對學生概念改變的影響。POE 是常見用於檢視學生先前概念及概念改變的教學策略，此策略透過預測(prediction)、觀察(observation)以及解釋(explanation)的步驟，不但有機會可以檢視學生呈現自己的想法，同時研究者亦能製造科學概念的衝突情境以觀察學生在小組中概念改變的情形，適合作為本文探討小組互動對概念改變影響的教學策略。

## (二) 目的與問題

本研究旨在以 POE 的教學策略探討小組互動對學生概念改變的影響。以小組討論的方式，透過教師引導，經由預測、觀察及解釋的歷程，構成概念衝突的討論情境。其中本研究以「蠟燭燃燒與水位上升」的實驗作為教學題材，除了瞭解學生對該實驗的另有概念外，並利用 POE 理論及策略進行實驗設計及操作，在製造概念衝突的情境之下，探討小組互動中班級地位對學生概念改變的影響。

基於上述的研究目的，本研究的待答問題如下：

1. 學生對於蠟燭燃燒實驗水位變化原因有哪些另有概念？
2. 在小組互動過程中，不同班級地位結構如何影響學生的概念改變？
3. 學生對不同班級地位的小組互動有何知覺？

## 三、研究方法

### (一) 學生分組設計

本研究先以班級結構問卷，瞭解學生班級中的同儕地位，作為不同小組結構分類之依據。該問卷分別詢問學生「你認為班上哪些同學的自然科成績較好？」、「你認為班上哪些同學的自然科成績較差？」、「你認為班上哪些同學的人緣較

好？」、「你認為班上哪些同學的人緣較差？」等問題，並要求學生就每道題目分別提名三位同學。然後將每位學生在兩個向度（成績與人緣）的正、負提名次數統計出來，再將正提名的次數減去負提名的次數，就得到學生同儕地位之情況。

接著依同儕地位高低分為 A、B、C、D、E 五組，每組學生人數為四人，A 組均為高地位學生、B 組為三位高地位學生與一位低地位學生、C 組為二位高地位學生與二位低地位學生、D 組為一位高地位學生與三位低地位學生、E 組則是四人均為低地位學生，其他學生則任意分組，分組結構如表一所示。

表一 不同地位的小組結構分類

組別分類	地位類別
A 組（高班級地位組）	四人均為高地位
B 組（中低班級地位組）	一人高地位；三人低地位
C 組（中班級地位組）	二人高地位；二人低地位
D 組（中高班級地位組）	三人高地位；一人低地位
E 組（低班級地位組）	四人均為低地位

## （二）研究實驗設計

本研究以「蠟燭燃燒與水位上升」作為教學實驗，Lawson（1989）指出水位上升原因主要受空氣熱脹冷縮的影響，但典型的看法是：燭火燃燒將氧氣耗盡，而產生部份的真空將水吸起以填補氧氣消耗的空間，而這樣的看法包含了兩項迷思概念：1. 燭火消耗空氣中的氧而產生部份的真空；2. 水位上升是由於真空的吸力所致。

本研究以一根蠟燭、四根蠟燭以及一根線香進行實驗，比較四根蠟燭與一根蠟燭燃燒水位上升的量，可以發現前者造成水位上升的高度較後者高，因此先前的預測無法作出合理的解釋，學生必須再提出其它可能的看法。研究者再以一根線香與一根、四根蠟燭燃燒水位上升的量作比較，可以發現一根線香造成的水位不升反降，故學生認為燭火燃燒將杯中氧耗盡，而留下部份真空吸取水的看法，並無法解釋水位上升的現象，因此空氣壓力不同造成水位上升主要並不是氧氣耗盡之故，而是與杯內空氣溫度高低有關。

對於上述的活動歷程，可配合 POE 的教學策略進行，研究者在分組之後，提供實驗學習單讓學生填寫，不僅可使研究者瞭解學生的迷思概念，同時也可給予學生在小組中討論的機會，以促使學生概念的改變。

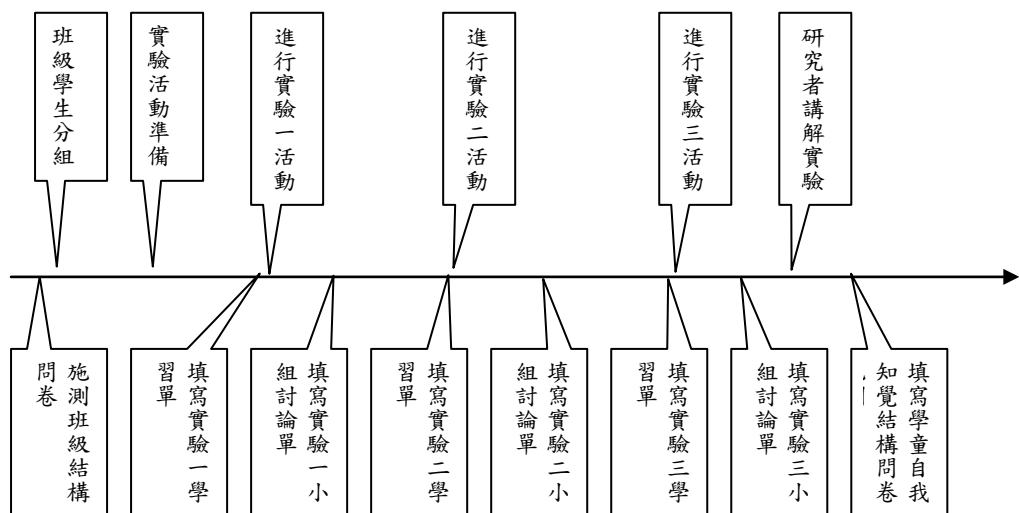
### （一）實驗流程

本研究分點說明實驗流程：

1. 全班實施「班級結構問卷」，藉此瞭解學生的同儕地位，再依上述小組結構設計進行分組。
2. 研究者準備好相關的實驗器材，再對實驗步驟向學生說明，且請合作教師協助實驗事務，工作備妥之後開始進行實驗。
3. 研究者先請學生個別預測一根蠟燭燃燒燭火最後會怎樣？水位會上升多少？再將預測結果寫在實驗學習單上。

4. 研究者將一根燃燒的蠟燭固定於一個裝水的水缸中，並用廣口瓶將它蓋上。學生觀察杯內燭火燃燒的現象及水位上升情形，將觀察的現象，以及和先前預測結果之差別寫在實驗學習單上。寫完後，要求學生不能修改學習單上的內容。
5. 研究者請學生對一根蠟燭造成水位變化的原因討論出一個共識。並請各組將小組討論結果填寫實驗一（點燃一根蠟燭）的小組討論單，以瞭解學生小組討論的結果。
6. 學生填寫實驗二（點燃四根蠟燭）的預測結果在實驗學習單上，填妥內容不得更改。
7. 研究者進行四根蠟燭的實驗，學生觀察杯內水位上升的情形，將觀察的現象，以及與先前預測結果之差別寫在實驗二的實驗學習單上。
8. 對於實驗二的結果，研究者再請學生討論出共識。並請各組將討論結果填寫在實驗二的小組討論單上。
9. 學生填寫實驗三（點燃一根線香）預測結果在實驗學習單上，填妥內容不得更改。
10. 研究者進行實驗三，學生觀察杯內水位上升的情形，將觀察的現象，以及與先前預測結果之差別寫在實驗三的實驗學習單上。
11. 研究者請學生討論出實驗三的小組共識，並將討論結果填寫在實驗三的小組討論單。
12. 研究者講解燭火燃燒造成水位上升的原因。
13. 在所有實驗活動完成後，學生填寫自我知覺問卷，提供研究者瞭解小組成員在活動中給予其他組員和自己的印象及評價，並作為研究資料的質性分析。

根據上述的說明，研究的實驗程序如圖一所示：



圖一 實驗程序示意圖

#### (四) 研究工具

##### 1. 班級結構問卷

本問卷主要包含學生的科學成績與人緣兩項指標。問卷內容詢問學生班上自然科成績較好與較差的三位同學，以及班上人緣較好與人緣較差的三位同學。研究者根據提名次數，計算正向提名與負向提名的總值形成學生的同儕地位，再依據同儕地位得分高低，依小組結構設計進行分組。

## 2.實驗學習單與小組討論單

為瞭解學生對於實驗的另有概念以及小組討論的結果，研究者設計三個實驗的「實驗學習單」及「小組討論單」。「實驗學習單」中包含三個實驗的活動預測、觀察及解釋的記錄，請學生對於一根蠟燭、四根蠟燭及一根線香造成水位上升的現象進行預測、觀察及解釋，並將看法填寫於學習單中。「小組討論單」之內容上，則包括有小組對於實驗現象的共同討論形成的看法，學生本身對自己看法與小組討論看法異同的個人觀感，以及小組討論過後，學生對於自己和另外二人的評價之記錄。

對於實驗學習單及小組討論工作單，則採交互施測的方式，即先請學生填寫實驗一的實驗學習單，經小組意見討論後，學生再個別填寫小組討論單，此時學生即可反應其對小組共同意見及自我看法異同的知覺。實驗二、三的實驗學習單及小組討論單亦依此程序施測之。實驗學習單先於小組討論單進行施測的目的是每進行一個實驗活動，在小組討論前先瞭解學生個別的先前概念，且於小組討論實驗現象之後，可瞭解學生是否因為小組討論的意見與自己看法相異而產生概念上的改變，而研究者對於小組成員的安排乃依學生的同儕地位分組，換言之，不同組別中有不同的地位結構，在此條件下，研究者即可探討不同地位類別的小組討論對學生概念改變的影響，加上研究實驗的現象容易營造學生概念衝突的情境，可突顯在 POE 教學模式的實施下，學生對於實驗活動涉及之科學概念的學習知覺，以及小組的討論意見對學生概念改變的影響情形。

## 3.學生知覺問卷

研究者為進一步瞭解小組討論對學生概念改變的效應及學生對小組討論的感受，另設計「學生知覺問卷」。此問卷在所有活動完成後立即實施，主要在於瞭解小組成員在該活動中給予其他組員和自己的印象及評價，該問卷資料可供研究進行質性分析。

### (五) 研究對象

本研究的研究對象為20位國小六年級學生，根據前述小組分組的研究設計，恰好可以分為A組（4高）、B組（1高3低）、C組（2高2低）、D組（3高1低）、E組（4低）五組。國小六年級科學課程已提到氧氣與二氧化碳的性質，因此六年級學生適於作為研究對象，研究者考慮學生可能將燭火燃燒造成水位上升的原因解讀成與氧氣耗盡有關，同時小六學生對實驗所需的相關概念較有成熟，其持有的先前概念也可能較具有固執性，可促使小組討論中學生個人看法與其他組員意見殊異時的協商程度，是故選取國小六年級學生作為本研究之研究對象。

## 四、研究成果

### (一) 學生對燭火燃燒與水位上升的概念類別

20位學生在學習單中分別提出他們對燭火燃燒實驗中水位變化原因的解釋，

這些解釋大致可區分為如表一所呈現的五種類別，由表中可見學生認為水位上升的原因跟「氧氣」、「二氧化碳」、「瓶外空氣」、「瓶內空氣」、「火」有關。

表一 燭火燃燒後水位變化原因的概念類別

概念類別	原因說明	比例	班級地位比例
氧氣	1.氧氣耗盡，水補充氧氣的體積而上升	50%	高：35% ；低 15%
	2.高溫下，氧氣和水產生氧化作用，使水上升	5%	高：5%
二氧化碳	1.燃燒產生的二氧化碳溶於水，使水上升	5%	高：5%
	2.燃燒用完二氧化碳，使水上升	5%	低：5%
	3.燃燒產生的二氧化碳跑出瓶外，因此水上升	5%	低：5%
瓶內空氣	燃燒後，會使瓶內的空氣變少，使水上升	10%	低：10%
瓶外空氣	瓶口附近的空氣會擠壓水，使瓶內水上升	10%	高：5% ；低：5%
火	水火不容，只要火熄滅，水就會上升	10%	低：10%

在五種概念類別中，以「氧氣」的比例最高，表示有多數學生(55%)認為水位上升與氧氣有關，此類別中尚包含二種原因，一種是「燃燒耗盡氧氣，而氧氣消失的體積就由水來遞補，因此造成水位上升」。班級地位高的學生大多支持這種說法，在 10 位高班級地位的學生中就有 7 位學生認為這是導致水位上升的原因，比例為 35%。另一種是「氧氣與水產生氧化作用」，氧化作用後氧氣消失，所以水便上升。這種說法相當特別，燃燒是一種氧化作用，顯然該高地位的學生聽過氧化作用，但他不認為燃燒將氧氣耗盡，水才上升，而是高溫下，氧和水產生氧化作用後，水便上升。這顯示學生試圖提出深入的科學解釋，但此解釋並不正確。

認同水位上升原因與二氧化碳有關的比例為 15%，排名其次，其中有三種說法：「二氧化碳溶於水」、「燃燒時耗盡二氧化碳」以及「二氧化碳逸出瓶外」。第一種說法顯然理解燭火燃燒後會產生二氧化碳，但其誤認為二氧化碳易溶於水，而使水上升。第二種說法表示燃燒是跟二氧化碳作用而非氧氣，第三種說法是，瓶內二氧化碳跑出瓶外，因此水上升，但如何逸出瓶外並不說明。

其他三種概念類別所佔的比例相同，各為 10%。第三種說法的瓶內空氣變少使水上升，並未明確說出哪一種空氣成分的氣體變少。第四種說法的「瓶外空氣擠壓水，使水上升」，從熱脹冷縮之壓力變化的觀點來看，瓶內水位上升確實是瓶內與瓶外的壓力差導致水位上升。但只說瓶外空氣擠壓水，使水上升無法看出學生是否瞭解真正的原因。最後一種「火」的類別只顯示學生對於水火不容的心智印象，而非提出科學的解釋。

綜上所述，多數的學生對於蠟燭燃燒實驗中「水位變化現象」的原因認為是氧氣耗盡所造成，而「水位變化多寡」則是認為一根蠟燭燃燒到熄滅，所耗掉的氧氣不多，因此水位只有上升一點，四根蠟燭燃燒耗掉的氧氣較多，而造成水位上升的高度較高，但換成一根線香時，因耗掉的氧氣較少，同時產生二氧化碳，因此水位沒有上升，反而還下降。此說法對學生而言形成一個他們認為合理的解釋，但學生並未注意到無論是線香熄滅或蠟燭熄滅，都將耗盡瓶內的氧氣，而非

僅耗掉部份的氧氣，學生也未提出瓶內空氣因冷熱縮脹而造成水位變化的說法。

## (二) 不同班級地位小組之概念改變情形

本研究將研究樣本分為 5 組，分別表示 5 種不同班級地位結構，下列表中的高班級地位學生以灰底標示，低班級地位學生以白底標示，以下將分別探討這 5 種不同地位組別中學生概念改變的情形。

### 1. 高班級地位組的概念改變

此組中的四位學生均具有高班級地位，根據四位學生在小組討論工作單的答案來看他們的概念改變情形，表二中顯示了此組學生的概念改變，在一根蠟燭燃燒實驗中，學生支持氧氣耗盡而水位上升的說法，經過第一次的小組討論也形成相同共識，因此學生於對於第一次實驗的想法上均認為其形成的概念是正確的，到了第二次四根蠟燭燃燒實驗時，四位學生仍未改變他們的想法，仍然提出四根蠟燭耗掉較多氧氣，因此造成水位上升高度較高。但是到了第三次的一根線香燃燒實驗時，當學生發現水位不僅沒有上升還下降的現象開始感到概念的衝突，其中有二位學生回答他們不清楚為何一根線香燃燒為何不會使水位上升。

表二 高班級地位小組的概念改變情形

一根蠟燭水位變化原因	第一次小組共識	第一次想法改變情形	四根蠟燭水位變化原因	第二次小組共識	第二次想法改變情形	一根線香水位變化原因	第三次小組共識	第三次想法改變情形
氧氣被燒完，水位上升	氧氣被燒光，水上升補充氧氣的體積，造成水位上升	與小組意見相同 概念改變：0	蠟燭燃燒耗掉氧氣導致水位上升	四根蠟燭燃燒耗掉的氧氣比一根蠟燭燃燒耗掉的氧氣還多，所以水位上升愈多	與小組意見相同 概念改變：0	不知道，可能是燒掉的氧氣少於燃燒後產生的二氧化碳	線香燃燒掉的氧氣較少，因此，水位沒有上升，再加上空氣跑掉，所以水位下降。	拒絕小組意見 概念改變：0
氧氣被燒完，水位上升		與小組意見相同 概念改變：0	蠟燭愈多，水位上升愈高		與小組意見相同 概念改變：0	沒有看法		接受小組意見 概念改變：1
氧氣被燒完，水位上升		與小組意見相同 概念改變：0	蠟燭愈多，氧氣耗掉愈多，水位愈高		與小組意見相同 概念改變：0	線香燃燒速度慢，氧氣還存在，因此水位沒有上升		與小組意見相同 概念改變：0
氧氣被燒完，水位上升		與小組意見相同 概念改變：0	四根蠟燭燒掉較多氧氣，水升得較高		與小組意見相同 概念改變：0	水會補蠟燭燒掉的氧氣，線香燒的慢，裡面還有氧氣，水沒上升。		與小組意見相同 概念改變：0

經過小組的討論之後，他們形成氧氣消耗較少且有空氣逸出的共識。這二位與原想法不同的學生中，有一位學生改變了他的想法，原因是其他同儕有良好的科學學習表現，且在討論提出諸多意見。另有一位學生認為氧氣耗盡，但取而代之的二氧化碳導致水位無法上升，這種說法顯然無法解釋前二種實驗結果，他雖然最

後服從團體意見，但仍堅持不改變自己的想法，並且認為小組意見並非正確的科學概念，可見在高班級地位小組中，有學生並不屈服於小組共識，雖然無法提出合理解釋，但仍不進行概念改變。

總而言之，4 位高地位學生共發生 2 次概念衝突，僅產生 1 次的概念改變。平均而言，每位學生僅產生 0.25 次的概念改變，概念改變的機率為 50%。

## 2.中低班級地位組的概念改變

中低班級地位組是由一位高地位學生及三位低地位學生組成，該組每位學生在三個實驗中自己的意見、小組意見以及概念改變的情形如表三所示，其中以黑底標示的方格表示是高地位學生的回答內容。在一根蠟燭燃燒的實驗中，高地位學生以及一位低地位學生有相同解釋，認為瓶內的空氣將水擠上去，另外二位學生的意見不同，然而經過小組討論後，二位低地位的學生接受高地位學生的看法，產生概念改變。到了第二次「四根蠟燭燃燒」的實驗，高地位學生與一位低地位學生仍維持相同看法，另外二位低地位學生雖然同意了第一次小組意見，但在這個實驗中，他們又提出新的看法，不過經過第二次小組討論後，這二位低地位學生又改為同意小組意見。到了第三次「一根線香燃燒」實驗時，由於水位上升情形不同於一根蠟燭與四根蠟燭燃燒實驗的水位上升情形，全部學生均另外提出新的解釋，但經過小組討論後，又提出新的小組意見，儘管這個小組意見仍無法解釋「水位為何下降」的現象。

從上述結果可知，中低班級地位的學生概念改變的次數較為頻繁，組中高地位學生和一位低地位學生只在最後線香實驗中，改變自己的預測想法以及接受第三次的小組意見，產生二次概念改變，其他二位學生在三個實驗過程中，改變三次自己的預測想法，且遇到小組意見時，又三次接受小組意見，因此共經過六次的概念改變，由此可見，相較於小組中的其他成員，這二位低地位學生的想法容易動搖，無論是自我解釋還是小組意見都會發生概念改變，但是高地位學生的意見在這組中的影響並不明顯，低地位學生的意見並不會隨高地位學生而改變。

整體而言，此組的 4 位學生共發生 6 次的概念衝突，有 6 次概念改變，平均每位學生產生 1.5 次的概念改變，而概念改變的機率為 100%。其中高地位學生有 1 次概念衝突，產生 1 次概念改變。但 3 位低地位學生產生 5 次的概念衝突的改變，平均每位學生改變次數為  $5/3(=1.67)$  次，表示他們較容易接受小組意見而產生概念改變。



表三 中低班級地位小組的概念改變情形

一根蠟燭水位變化原因	第一次小組共識	第一次想法改變情形	四根蠟燭水位變化原因	第二次小組共識	第二次想法改變情形	一根線香水位變化原因	第三次小組共識	第三次想法改變情形
瓶內有空隙，因此將水擠上去	瓶口的空氣把瓶口的水往上推	與小組意見相同 概念改變：0	跟第一次實驗相同	瓶口的空氣把瓶口的水推上去	與小組意見相同 概念改變：0	瓶中氧氣量會影響水上升	瓶口的水把瓶口的空氣往上擠壓	接受小組意見 概念改變：1
瓶口的空氣將水擠上去		與小組意見相同 概念改變：0	瓶口的空氣把瓶口的水推上去。		與小組意見相同 概念改變：0	瓶中氧氣量影響水上升，一根線香用掉的氧氣量最少		接受小組意見 概念改變：1
廣口瓶它內部氧氣較多，所以水位上升較低。		與小組意見相同 概念改變：0	瓶口氧氣少，所以它會上升較多		接受小組意見 概念改變：1	線香燃燒產生另外的氣體，使水位上升不了		接受小組意見 概念改變：1
燭火燃燒的比較少，空氣燒的比較慢		與小組意見相同 概念改變：0	瓶口空氣少，燃燒的快。		接受小組意見 概念改變：1	不知道		接受小組意見 概念改變：1

### 3. 中班級地位組的概念改變

此組的學生地位結構是由二位高地位學生及二位低地位學生所組成，第一次「一根蠟燭燃燒」實驗中，四位學生提出四種不同說法，在小組討論之後認為水位上升是「氧氣燒完了，所以水位上升」，此時三位學生改變了他們的原有概念。

表四 中班級地位小組的概念改變情形

一根蠟燭水位變化原因	第一次小組共識	第一次想法改變情形	四根蠟燭水位變化原因	第二次小組共識	第二次想法改變情形	一根線香水位變化原因	第三次小組共識	第三次想法改變情形
氧氣燒完產生的二氧化碳溶於水，使水上升	因為氧氣被燒完了	與小組意見相同 概念改變：0	四根蠟燭燃燒產生的二氧化碳多，水位上升高	四根蠟燭產生的二氧化碳比一根來的多，二氧化碳溶於水，所以水位升高	與小組意見相同 概念改變：0	線香產生二氧化碳較少，氧氣剩下較多，故水位不會上升	線香燃燒產生的二氧化碳量相對較少，水無法上升	與小組意見相同 概念改變：0
氧氣和水產生氧化作用。		接受小組意見 概念改變：1	水位升高是氧和水反應了		拒絕小組意見 概念改變：0	當二氧化碳變少時，水就會下降		與小組意見相同 概念改變：0
燃燒耗盡二氧化碳，使水上升		接受小組意見 概念改變：1	四根蠟燭產生較多二氧化碳，溶於水後，水位升高		與小組意見相同 概念改變：0	二氧化碳變多，水就下降		接受小組意見 概念改變：1
火熄滅，水就上升		接受小組意見 概念改變：1	原理一樣		接受小組意見 概念改變：1	線香的火比較小，水比較不會升		接受小組意見 概念改變：1

「四根蠟燭燃燒」實驗中，小組的共識是認為二氧化碳產生較多所造成，由於二氧化碳會溶於水，所以水位就會升高，此時有一位高地位學生不願意接受小組共識，仍維持原有自己的看法，但另一位低地位學生則產生概念改變，接受小組意見。到了第三次「一根線香燃燒」實驗，小組仍提出產生二氧化碳較少，以致於無法造成水位升高。此時二位高地位學生提出與小組相同的看法，沒有產生概念改變，但另二位低地位學生面對概念衝突的情況下，則產生了概念改變。

整體而言，2位高地位學生有2次概念衝突，僅有1次概念改變，每位學生平均有0.5次概念改變，機率为50%，而2位低地位學生有5次概念衝突，產生5次概念改變，平均每位學生有2.5次的概念改變，而改變機率为100%。

#### 4. 中高班級地位組的概念改變

此小組由三位高地位學生及一位低地位學生所組成，四位學生對於「一根蠟燭燃燒」實驗有共同的想法，都認為是氧氣燒光，導致水位上升，因此形成氧氣燃燒造成水位上升的小組共識，並沒有概念改變的情形，到了「四根蠟燭燃燒」實驗，他們仍然維持這種看法，認為四根蠟燭實驗水位上升較高的原因是耗氧多於一根蠟燭，所以提出氧氣燒光使水位上升的共識，而沒有概念改變的情況，但到了「一根線香燃燒」實驗時，二位高地位學生認為瓶中氧氣並沒有燃燒完，因此水無法上升，另一位高地位學生則認為是線香白煙的影響，導致水位無法上升。低地位學生則認為線香火太小，無法使水升高。最後依據二位高地位學生的意見形成小組共識，原有二位高地位學生之個人看法與小組意見相同，所以未發生概念改變，另外的高地位學生與低地位學生均改變了自己原有的看法，遵循小組的共識。

表五 中高班級地位小組的概念改變情形

一根蠟燭水位變化原因	第一次小組共識	第一次想法改變情形	四根蠟燭水位變化原因	第二次小組共識	第二次想法改變情形	一根線香水位變化原因	第三次小組共識	第三次想法改變情形
氧氣燒完了，水上升	因為氧氣燒完了	與小組意見相同 概念改變：0	蠟燭愈多耗氧愈多，水位上升愈高	氧氣被燒光了	與小組意見相同 概念改變：0	瓶內還有很多氧氣沒用完，所以水沒有上升	線香只耗掉一點氧氣，產生很少二氧化碳，水位無法上升	與小組意見相同 概念改變：0
氧氣燒完了，水上升		與小組意見相同 概念改變：0	氧氣燒掉，所以水上升		與小組意見相同 概念改變：0	二氧化碳產生太少，水沒有溶解很多二氧化碳		與小組意見相同 概念改變：0
氧氣燒完了，水上升		與小組意見相同 概念改變：0	氧氣很快燒完，水就上升		與小組意見相同 概念改變：0	線香產生較多白煙，擠壓瓶內空氣，水上升不了		接受小組意見 概念改變：1
氧氣燒完了，水上升		與小組意見相同 概念改變：0	氧氣燒光了，水就上升了		與小組意見相同 概念改變：0	可能是火太小，水無法上升		接受小組意見 概念改變：1

總而言之，3 位高地位學生，面臨 1 次概念衝突，有 1 次的概念改變，每位平均改變 0.33 次，而機率為 100%，1 位低地位學生有 1 次概念衝突，也有 1 次概念改變，機率為 100%。

### 5. 低班級地位小組的概念改變

此組總共由四位低地位學生所組成，在「一根蠟燭燃燒」實驗中，三位學生認為與氧氣消耗有關，一位認為與火有關，他們提出瓶內的壓力讓水上升，此共識雖接近現象背後的原理，但未有進一步說明，四位學生也同時改變自己的概念，接受小組共識。在「四根蠟燭燃燒」實驗中，他們再度形成瓶內空氣擠壓水，使水上升的小組共識，同時有三位學生再次調整他們原有的看法。到了「一根線香燃燒」實驗時，四位學生提出新的解釋，全不同於先前的看法，也形成不同於先前的新小組共識，他們雖然認為水位上升跟壓力有關，但在解釋上並不符合科學意義，同時也再度進行概念改變。

整體而言，此組學生在個人看法及小組共識上差異相當大，4 位學生共有 11 次概念衝突，也產生 11 次的概念改變，因此平均每位學生有 2.75 次的概念改變，當概念發生衝突時，學生改變概念的機率為 100%。

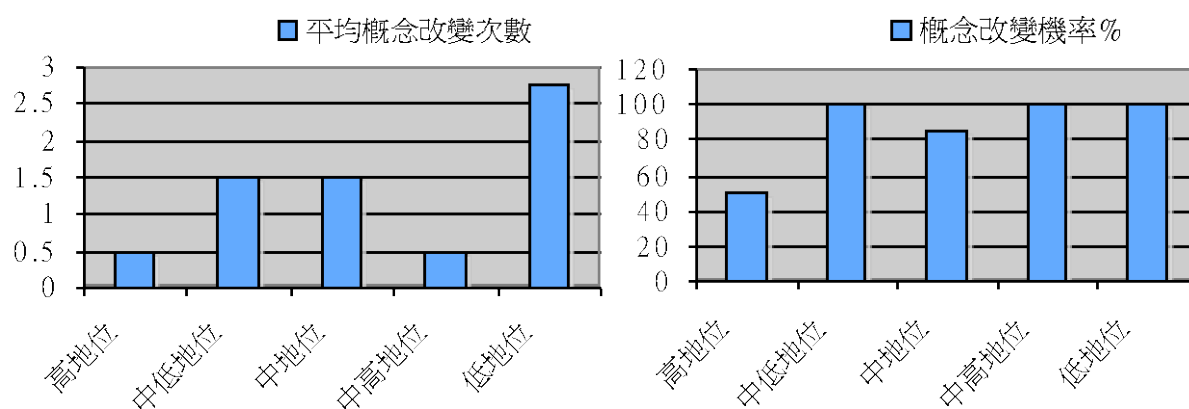
表六 低班級地位小組的概念改變情形

一根蠟燭水位變化原因	第一次小組共識	第一次想法改變情形	四根蠟燭水位變化原因	第二次小組共識	第二次想法改變情形	一根線香水位變化原因	第三次小組共識	第三次想法改變情形
氧氣燒完了，水升高	瓶內的壓力讓水上升	接受小組意見 概念改變：1	跟第一個原理一樣	瓶內空氣擠壓水，使水上升	接受小組意見 概念改變：1	線香跟蠟燭燃燒的原理不同	瓶內二氧化碳把水推出來	接受小組意見 概念改變：1
氧氣用光了		接受小組意見 概念改變：1	氧氣燒完，二氧化碳逸出使水上升		接受小組意見 概念改變：1	有水跑出來		接受小組意見 概念改變：1
只要火熄滅，水就上升		接受小組意見 概念改變：1	大火熄滅，水就升愈高		接受小組意見 概念改變：1	跟火大小		接受小組意見 概念改變：1
可能是氧氣造成的		接受小組意見 概念改變：1	瓶子裡的空氣擠壓水，使水上升。		與小組意見相同 概念改變：0	空氣外漏使水上升		接受小組意見 概念改變：1

綜上所述，班級地位結構共分為 5 組共 20 位學生，其中 10 位是高地位學生，10 位是低地位學生，10 位高地位學生在三次實驗過程中，共發生 6 次的概念衝突，其中產生 4 次的概念改變，這表示平均每位高地位學生僅發生 0.4 次的概念改變，當發生概念衝突時，有 66% 的機率願意改變自己的概念。另外 10 位低地位學生在三次實驗過程中共經歷 22 次概念衝突，產生 22 次的概念改變，表示每位學生平

均會經歷 2.2 次的概念改變，同時當概念衝突時，概念改變的機率是 100%。

從下圖各組的數據分析來看，平均概念改變次數表示該組學生的個人意見與小組共識的分歧程度，如果改變的次數愈低，表示學生的個人看法常與小組共識相同，反之次數愈高，表示學生看法與小組共識經常不同。由此可知，高地位學生概念改變的平均次數僅有 0.5 次，意味此組學生個人的意見彼此相近，並且易於將個人意見形成小組共識。中高地位組比中地位組、中低地位組有更接近的個人意見與小組共識，而低地位組的學生看法最為分歧，同時個人意見與小組共識往往不相同。另一方面，概念改變機率意味著當概念衝突發生時，學生願意改變自己概念的意願，也表示著學生在概念改變上的固著程度，由圖一可知，高地位學生的概念最為固著，要改變他們的概念並不容易，這表示這些學生通常會堅持己見，而低地位組、中高地位組及中低地位組都是容易改變學生概念的組別，只要有概念衝突發生，都很樂意改變自己的看法。這可以說這些學生很樂意接納其他小組成員的意見，但也可能是容易見風轉舵，舉棋不定的人。



圖一 不同班級地位小組之平均概念改變次數及機率

### (三) 學生對不同班級地位小組互動的自我知覺

根據學生在自我知覺問卷中對於「誰的意見最常成為該組最後的意見？」問題的回答顯示，在高低地位學生參雜的組別中，也就是中高地位組、中地位組以及中低地位組等三個組別中，組中高地位學生的意見最常成為該組的最後意見，可見學生的班級地位在概念改變上具有重要的影響作用，這種情況明顯發生在中地位組中，該組別的所有意見只來自一位高地位學生，這可能跟學生對班級地位依附的想法有關，認為只要是高地位學生的意見就可以成為參考意見。而低地位組中也呈現集中化的情況，該組學生可能認為只要有人願意成為小組共識的提供者，就以該學生的意見為主，但這種情況並不發生在高地位組中，因為該組學生對於組中以誰意見為主的看法有很大的分歧，並不集中在某位學生身上，而是均勻分佈，更有學生提名自己，認為自己的意見是小組中重要的意見，可見高地位學生對於自己在小組中的表現有高度的自我認同感。

此外，小組中每位學生對於每位小組成員的表現進行評分，結果如表七所示，由表可知，高地位組成員對自己組內表現的評價最高，認為每位成員的貢獻程度

最高，其次是中高地位組，再來是中地位組與中低地位組，最後才是低地位組。這排序大致依照組內高地位學生的人數多寡而定，當小組中有較多的高地位成員，也就愈對自己的組別有較高的評價。這同時也顯示不同班級地位的小組討論氣氛，以高地位組最好，而低地位組學生可能都不滿意彼此的表現，因此給予其他組員較低評價，相對也影響自己組別的評分。

表七 小組成員對組員表現的評分

組別	組員評分	排序
高地位組	84	1
中低地位組	75	3
中地位組	74	4
中高地位組	83	2
低地位組	69	5

## 五、結論及建議

### (一) 結論

此研究對於小組地位對學生概念改變進行分析，主要有下列幾點重要發現：

1. 學生對於燭火燃燒造成水位變化的原因主要有「氧氣」、「二氧化碳」、「瓶內空氣」、「瓶外空氣」以及「火」等五個類別。
2. 在小組地位與概念改變中，發現高地位組雖容易與組中同儕有相同看法且形成共識，因此使得每位成員概念改變的次數最少，但低地位組中的成員彼此看法較為歧異，自己個人意見也常與小組共識不同，因此造成概念改變的次數最高。
3. 在小組地位與概念改變中，也發現到高地位組概念改變的機率只有 50%，表示該組成員具有高度概念的固著程度，相較於其他組別，成員之間的看法雖然較為一致而較少發生概念改變，但這也顯示一旦概念形成之後，就容易定型而難以改變概念。其他組別概念改變的機率較高，顯示這些小組班級地位的組合下，學生較願意改變其概念。
4. 在學生自我知覺問卷資料中也發現，小組共識的來源通常是高地位學生的意見，顯示低地位學生在小組討論過程中，處於被動或被排斥的角色，使得其意見不被接納，因此常聽從高地位學生的意見形成小組共識。
5. 學生對於不同班級地位組別的評價認為高地位組成員能夠提供較高的討論貢獻度，對於在這種結構下得到最高的滿意度，反之，低地位組成員可能較不積極參與小組討論而給予彼此較低的分數，導致評價較低，也顯示班級地位愈高，對於小組討論愈加認同，而班級地位低，則無法形成較高的滿意度。

### (二) 研究建議

1. 此研究呈現的小組地位結構對於概念改變影響的成果，對於教師進行科學教學有重要貢獻，此研究成果除了幫助教師瞭解學生在不同小組地位中概念改變的

情形之外，也能提供教師對於日後如何透過適當的小組安排有效地增進學生的概念學習或概念改變之啓示。

2. 此研究運用 POE 策略探討相關問題，在概念改變上，POE 是經常被運用的教學策略，由於其預測-觀察-解釋的過程中，能夠營造不同與學生原有想法的概念衝突情境，易使學生對其原有的概念進行檢視，尤其此研究中的三個實驗現象，若以傳統氧氣耗盡使水位上升的觀點解釋，便會遇到概念衝突的情況，加上與 POE 策略的結合，更能與研究密切結合，有助於達成此研究目的，而整個過程中，雖蒐集了學生許多豐富的研究資料，但對於某些想法背後更精緻的細節無法簡短的文字中顯現出來，因此若有更長的研究時間對於學生進行更多元的資料蒐集，相信有更多深入的分析與有趣的發現。
3. 此研究提供科學教育研究對學生概念改變本質的更多瞭解，概念改變如何發生以及如何使其容易發生受到許多因素影響，而學生間的班級地位即是一個隱然但影響深鉅的因素，本研究從此層面進行學生科學概念學習與改變的分析，以瞭解更多有關此議題的研究內涵，增進科學教育領域對此面向更多深入分析。

### (三) 其他建議

相當感謝教育部對此計畫的補助，使研究計畫順利進行，惟為使科學教育專案計畫的推動更為精緻，以下提出二點建議作為專案實施參考：

1. 教育部核定計畫通過後到學校獲得補助款的這段時間約為二至三個月，在這段期間，由於沒有經費之故，使計畫經常擱置。若要開始執行計畫，常需要主持人先支付研究費用，但這在經費核鎖上不符學校請購程序，因此經常發生主持人辛苦作研究，付了錢還得擔心屆時能否順利核銷之問題，只好暫時將研究擱置，因此原訂一年的計畫期程，大約只有 9 個月的執行期間，加上研究程序或研究資料的蒐集需要配合學校學期行事，經常顯得倉促，而使整個研究受到影響。若欲提升科教專案之研究品質，相信此問題應需重視與解決。
2. 研究經費上，除購置物品的憑證外，其他款項經常受到學校會計諸多限制，例如每個月應支付給計畫主持人的研究經費至今為止，本校主持人未領到任何經費。由於學校會計單位不熟悉科教專案計畫的補助內容，經多次溝通協調未見任何起色，甚至造成許多計畫上推動的阻礙，這種行政對研究上造成的負面阻力，往往使研究難以順利進行，若欲落實科教專案的實施成效，吸引更多研究人力投注，此問題請多加重視。