

# 教育部 106 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：等加速度運動之模型本位合作學習教學模組設計與教學  
主持人：鐘建坪 電子信箱：heaphyrins@yahoo.com.tw  
共同主持人：徐曉菁、張力中  
執行單位：新北市立錦和高中

## 一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

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：3 位計畫主持人，103 位受試學生

7. 辦理/執行成效：

本計畫主要探討設計與執行適切的等加速度單元之模型本位合作學習教學模組。研究顯示雖然小組合作學習能夠促進學生高層次的認知能力，但是執行面往往過度強調操作步驟而忽略學生概念建構的本質，因此整合模型本位學習與合作學習以促進學生學習是協助學生課堂學習的重要要素。本研究以科學建模為主軸搭配授課、討論與反思的歷程，協助學生在授課階段發展初始模型，在討論階段精緻與遷移已建模型，在反思階段藉由動機的強化促進學生反思自身概念建構的歷程。教學之後，模型本位組與講述教學組在整體的概念測驗「總分」、「平均加速度」、「運動方向」、「等加速度」、「判別等加速度」皆無顯著差異，但是模型本位組高成就學生在「總分」與「判別等加速度運動」比講述教學組表現更佳。模型本位組在整體互動表現的「總分」、「支持」、「維持」面向優於講述教學組，而低成就學生在互動表現的「維持」優於講述教學組。結果顯示模型本位合作學習教學策略不斷地藉由小組互動的方式協助高成就學生發展與修正概念模型，同時亦促進學習低成就學生能夠參與課堂學習。課堂之後的反思，多數學生亦認為課堂中以分組指派任務型態進行，不僅有趣、不枯燥乏味，更可協助自身更加專注課堂的學習。

## 二、計畫目的

### (一)研究計畫的背景與動機

模型的建構是科學實務重要的工作。科學家經由觀察現象、發掘問題、設計實驗、收集資料後經由數據呈現出暫時的模型觀點，再經由不間斷的修正歷程才能為科學社群接受。科學學習的目標希望學生能夠學習科學建構的歷程，將科學建模的方法納入學習的思考架構之中。然而學校的科學教學較多著重在概念的獲得，較少將科學建模納入科學學習之中。

學生在課室的學習不應只是教師單向的知識傳遞，而是藉由提問與情境設計的方式，讓教師與學生、學生與學生產生互動而激發出學習的火花，其中班級小組任務導向是可以嘗試的教學策略。然而小組任務在實際操作時往往流於步驟而忽略學生實質的科學建構內容。因此，在小組任務導向的學習環境中，教師如何提供適切的鷹架促進學生進行科學建模是重要的教學議題。

### (二)文獻探討與理論基礎

#### 1.模型與科學建模

模型是指特定範圍內物件與物件之間的關聯，科學模型指稱概念與概念之間的關係連結(Giere, 2010)。科學家建構知識的歷程即是科學建模的歷程，建模的成果即是建構新的暫時科學社群所認可的科學模型。科學家進行科學研究時會借助科學模型進行解釋與預測，當遇見異例時會進行適度的模型修正與重建。

#### 2.心智模型與模型本位的學習途徑

模型呈現出物件與物件之間的關聯。心智模型為個體內在心智表徵，它可呈現出個體對外在世界的觀點與看法的連結(Johnson-Laird, 1989; Vosnidou, 1994)。科學學習牽涉學生心智模型的產生、修正與轉變的歷程。Clement (1989)主要強調透過心智模型的建立與修正以達成學習的目的，過程中強調模型範圍與限制的遞迴式(recursive)建模歷程，在其後續發表的文獻中也強調建模歷程會有許多過渡模型的遷移(如圖 1 所示)，強調讓學生歷經模型建立、修正與精緻化的歷程，最後形成科學模型(Clement, 2000)。

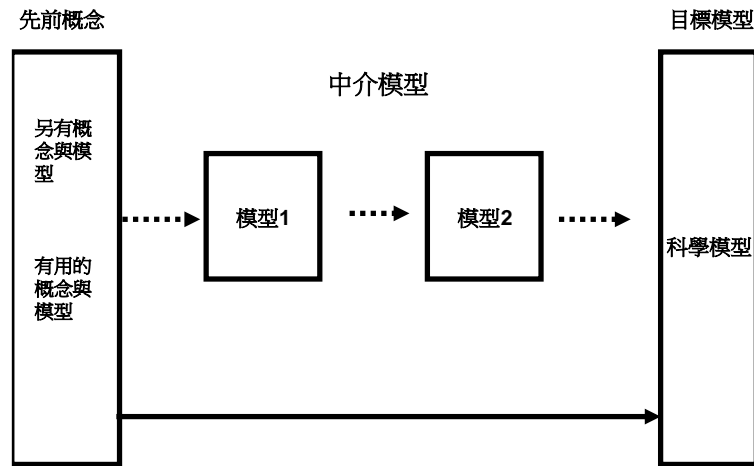


圖 1 學生概念模型發展學習路徑 (Clement, 2000)

### 3.合作學習促進學生互動

目前已經發展多種形態合作學習模式，包括：學生小組學習法、拼圖法、共同學習法、團體探究法以及協同合作法等(黃政傑、吳俊憲，2006)。以學生小組成就區分法為例，策略步驟為異質性分組、設定學習目標、小組學習、發表、評量以及表揚等歷程。目的是期望學生從這些歷程中可以獲得特定概念知識。然而，執行教師往往只著重在步驟的進行而忽略學生實質地建構內容。因此，需要再納入模型本位學習，藉以強調合作學習之目的在於協助學生產生、修正與重建學生的認知結構。

### 4.促進學生課堂實質參與

學習的參與是指學生能夠在身心面向皆能投入學習活動而獲致學習成效。目前國民中學階段屬於常態分班，將不同優勢能力與不同學習成就的學生編在相同班級共同進行課堂學習。常態編班的優點在於能讓學生體會多樣化同儕環境，但是教師在課室教學時該如何運用教學策略才能讓不同優勢能力與不同學習成就的學生皆能參與課堂的學習是一項重要的課題。研究顯示在講述教學模式下學習，學生約只有 60%的時間投入，而數月之後只記得約 8%的內容(Meyers & Jones, 1993)，因此需要有一個適切的教學模式能夠符應多樣化的學生，以促進學生實質的課堂參與，而互動式的學習可以提升學生課堂的參與(Baepler, Walker, & Driessen, 2014)。

### 5.等加速度是學習運動學的關鍵

等加速度是運動學的重要概念之一，其牽涉位置、位移、時間、速率、速度、平均速率、平均速度等次概念。雖然學生從生活中接觸到相關的名詞，但是研究顯示學生會根據本體論與認識論的預設進行推論，造成許多先前概念多數是錯誤的，例如：學生認為相同位置的物體具有相同的速度(Trowbride & McDermott, 1980)、沒有速度則沒有加速度等(Trowbridge & McDermott, 1981)，因此教學上需要克服學生的先前預設，才能協助學生進行融貫的概念建構。

## 6.本研究之理論架構-整合合作學習與科學建模

模型本位合作學習內含合作學習與模型本位學習的特性，強調教師進行教學時，需要思考與反思自己的教學是否具備授課、討論與表揚三個面向，並在合作學習歷程中，經由授課、討論與表揚的歷程協助學生產生、修正與重建自己的認知結構，並反思自己建構認知模型的學習歷程(鐘建坪，2014；Jong, 2016)。以下說明授課、討論、表揚與學生建立模型的關係。

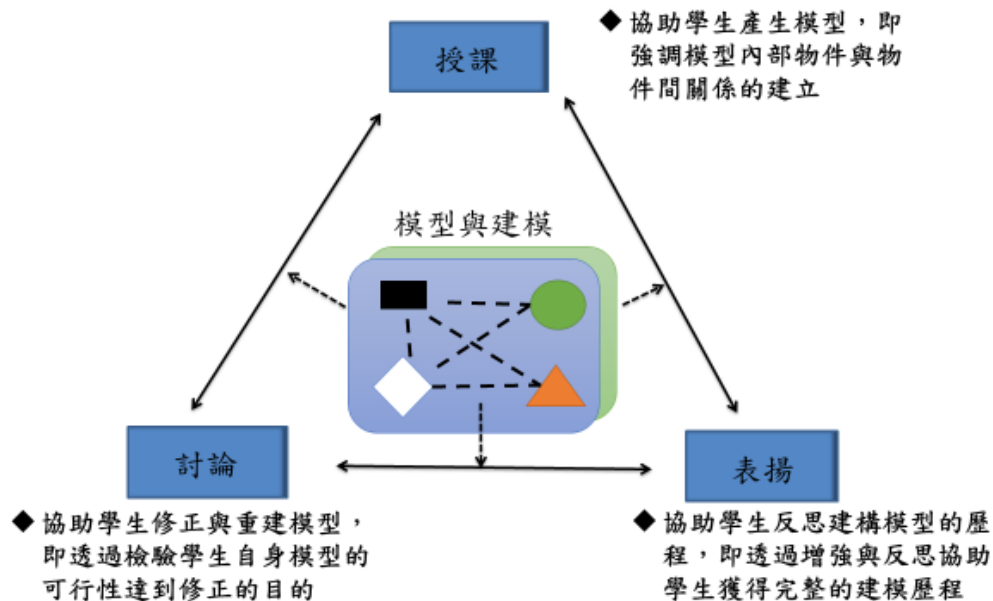


圖 1：模型本位合作學習教學模式(修改自鐘建坪，2014)

### 1. 授課

雖然不可否認中學學生對於課程內容已經具備先前知識，但是深入且完整的理論架構卻是付之闕如。因此，對於新進概念的引導仍需要教師在旁作引介，提供學生欲學習

內容的完整圖像。授課的形式不必拘於教師演講型態，亦可以是教學影片或是學習資料的閱讀。透過授課的方式讓學生獲得欲學習概念或能力，亦即**協助學生產生模型，即強調模型內部物件與物件間關係的建立。**

## 2. 討論

討論的主要目的是精緻化學生在授課時所建構的初始模型，讓學生經由小組的工作任務的完成更加確認初始模型的有效性，或是藉由共同完成任務的歷程，讓學生與其他同儕進行對話，讓持有不同知識觀點者可以進行溝通協調，透過差異衝突的體認進而進行初始模型的修正與重建。此階段即是**協助學生修正與重建模型，即透過檢驗學生自身模型的可行性達到修正的目的。**

## 3. 表揚

表揚的歷程並非只是針對學生外在行為的讚賞，而是需要藉由表揚的歷程幫助學生進行學習歷程的反思，協助學生看見自己概念模型建構的歷程，讓學生學習的強化來自於內在動機的強化而非單由外在事物的誘導。主要任務著重在**教師如何協助學生反思建構模型的歷程，即透過增強與反思協助學生獲得完整的建模歷程。**

## 二、計畫目的

基於上述文獻分析與探討，本研究的研究目的主要探討模型本位合作學習教學模組如何促進學生學習等加速度單元。研究問題臚列：

1. 參與之9年級學生在「模型本位合作學習教學」前、後，其「等加速度」之概念成就測驗的影響為何？
2. 參與之9年級學生在「模型本位合作學習教學」的歷程中，小組成員彼此間互動的情形為何？
3. 教師在實施「模型本位合作學習教學」時，如何協助學生進行概念建構？

## 三、研究方法

### (一)研究對象與情境

研究對象為便利取樣之新北市立某高中國中部 9 年級 4 個班級學生，共 103 人。其中 2 個班級學生進行模型本位合作學習教學模組試驗(N = 51)，另外 2 個班級學生則進行講述教學(N = 52)。該校常態編班，學生家長職業以藍領為主，多數經濟情況屬於小康。國中畢業升學高中與高職比約為 3：7。

## (二)研究工具與發展

本研究工具主要為概念成就測驗與小組互動問卷為主，並輔以科學建模文本與課堂學習單。茲分述如下：

### 1.概念成就測驗

等加速度概念成就測驗主要區分為四個主要概念，分別是「平均加速度」、「運動方向」、「等加速運動」及「判別等加速度運動」。共有 25 題，完成初始命題之後，請專家進行審查、修正後進行施測。施測信度 Cronbach  $\alpha$  為 0.90。

### 2.小組互動與合作自評量表

小組成員進行組內互動時，可以讓學習成就高者與低者相互進行分享。在解釋說明的同時反思學生自己概念模型的正確性，也可藉由他人的提問進行反思與修正。本研究小組成員互動自評量表修改自楊致慧和黎瓊麗(2013)以及鄭景華和湯宗益(2004)之小組互動與合作問卷內容，採取李克氏 7 點量表評分設計，分數越高顯示互動與合作情形愈高。整合兩份試題共為 20 題，經過項目分析之後，獲取三個面向，分別是「支持」：表示個人對於小組活動的參與，「分享」：表示能夠勇於提出想法，幫助自己與他人解決問題，「維持」：表示在小組中能夠適切完成工作獲得他人鼓勵。

## (三)教學設計

教學設計主要依據模型本位合作學習步驟進行，強調讓學生在學習歷程產生心智模型的轉變，藉以獲得相關的等加速度概念模型。教學如表 1 所示。

表 1 等加速度教學模組設計

節次	實驗組教學	對照組教學
1	<p>● 模型與建模本質觀點</p> <p>(A)授課： 說明模型與建模的定義。</p> <p>(B)討論： 討論何種模型較為適切。</p> <p>(C)表揚： 反思自己原先模型與建模的定義與目前定義的差異。</p>	<p>● 加速度的定義</p> <p>口頭說明打點計時器實驗</p> <p>1.說明問題情境可能有哪些變因需要探討，以及討論這些變因的可能關係。</p> <p>2.老師講解平均加速度的定義 (<math>a = \Delta V / \Delta t</math>)，並說明如何進行打點計時器的實驗，以測量平均加速度。老師設計的理想化數據分析位移、平均速度以及平均加速度。</p>
2	<p>● 打點計時器實驗</p> <p>(A)授課： 簡要說明打點計時器實驗。</p> <p>(B)討論： 問題情境可能有哪些變因需要探討，以及討論這些變因的可能關係。</p> <p>(A) 授課： 學生自行操作打點計時器實驗</p> <p>(B) 討論： 學生自行分析位移與平均速度</p> <p>(C)表揚： 學生上台發表並進行小組評量</p>	<p>● 舉例分析實驗數據</p> <p>學生分析老師設計的理想化數據分析位移、平均速度以及平均加速度。</p>
3	<p>● 分析實驗數據</p> <p>(A)授課： 1.老師講解平均加速度的定義 (<math>a = \Delta V / \Delta t</math>)，並說明如何進行打點計時器的實驗，以測量平均加速度。 2.學生以自己實驗紀錄的數據分析平均加速度。</p> <p>(B)討論： 理想化與實際實驗結果之間的差異</p> <p>(C)表揚： 小組評量並反思那些因素影響等加速度運動</p>	<p>● 加速度的關係式</p> <p>老師重新說明平均加速度的定律式 (<math>a = \Delta V / \Delta t</math>)，並舉範例試題</p>

4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 加速度的關係式</li> <li>(A)討論： 學生分析老師設計的理想化數據分析位移、平均速度以及平均加速度。</li> <li>(B)授課： 透過 <math>y=kx</math> 的關係式說明平均加速度關係式 <math>(\Delta V=a\Delta t)</math> 的意義</li> <li>(C)表揚： 學生上台發表並進行小組評量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 類推加速度概念</li> <li>計算舉例說明平均加速度與等加速度(單位時間內具有相同速度變化量)的相關試題並做練習</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 效化加速度關係式合理性</li> <li>(A)授課： 舉例說明模型效化鷹架的意義</li> <li>(B)討論： 透過鷹架協助學生確認所學之模型是否合理，讓學生透過推理連結符號模型與巨觀現象。</li> <li>(C)表揚： 讓學生發表自己的論證過程</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 類推加速度概念</li> <li>計算舉例說明平均加速度與等加速度的相關試題並做練習</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 類推加速度概念</li> <li>(A)授課： 計算舉例說明平均加速度與等加速度(單位時間內具有相同速度變化量)的相關試題</li> <li>(B)討論： 練習平均加速度與等加速度(單位時間內具有相同速度變化量)的相關試題</li> <li>(C)表揚： 學生發表解題歷程並進行小組評量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● X-t 圖、V-t、a-t 圖差異</li> <li>綜合說明靜止、等速度運動以及等加速度運動 X-t 圖、V-t 圖、a-t 圖之差異</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>● X-t 圖、V-t、a-t 圖差異</li> <li>(A)授課： 綜合說明靜止、等速度運動以及等加速度運動 X-t 圖、V-t 圖、a-t 圖之差異</li> <li>(B)討論： 提供情境讓學生解釋靜止、等速度運動以及等加速度運動 X-t 圖、V-t 圖、a-t 圖之差異</li> <li>(C)表揚： 學生發表解題歷程並進行小組評量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自由落體</li> <li>說明自由落體是等加速度運動的一種形式。說明 <math>(a=\Delta V/\Delta t=9.8\text{m}/\text{S}^2=g)</math></li> </ul>



(A)授課：

學生根據學習單自行探索自由落體的意涵

(B)討論：

根據學習單內容完成分析自由落體是等加速度運動的一種形式，並說明( $a=\Delta V/\Delta t=9.8\text{m/S}^2=g$ )

(C)表揚：

學生發表解題歷程並進行小組評量

練習等速度、等加速度以及自由落體相關試題

#### (四)資料編碼與分析

本研究所蒐集之資料區分為量化與質性兩個部份，其中量化資料為概念成就測驗與小組成員互助合作自評量表，而質性資料為學生回饋單與課室教學錄影。量化資料將以 t 檢定進行，若 t 檢定達顯著再以前測為共變數進行單因子共變數分析。而質性資料作為學生學習的反思內容，課室錄影部分則作為教師教學、師生互動與學生小組互動情形的佐證資料，以利三角矯正。

### 四、研究成果

#### (一)等加速度概念問卷

等加速概念問卷為測量受試學生教學前後概念改變的情形，包含四個面向：平均加速度、運動方向、等加速度運動、判別等加速度運動。接續將依序呈現前測與後測結果做出說明。

##### 1. 前測

如表 2 及表 3 所示，兩組學生前測時在等加速度概念問卷全部試題表現之答對率情形。其中模型本位組學生(N=51)平均總答題數為 7.88 題(SD = 4.55)，答對率為 32%，而講述教學組(N=52)平均總答對題數為 7.79 題(SD = 4.48)，答對率為 31%。

表 2 模型本位組前測等加速度每題之答對率

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答對率(%)	22	45	16	24	29	51	29	61	24	33
題號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
答對率(%)	45	43	37	31	14	14	33	37	22	47
題號	21	22	23	24	25					
答對率(%)	35	29	24	25	18					

表 3 講述教學組前測等加速度每題之答對率

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答對率(%)	17	42	10	17	23	42	35	62	27	35
題號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
答對率(%)	40	48	33	33	29	15	35	33	25	46
題號	21	22	23	24	25					
答對率(%)	37	27	21	23	21					

以兩組學生之前測答對率進行 t 檢定，表 4 顯示兩組學生在前測時「總分」( $t = .105$ ;  $p = .916 > .05$ )、「平均加速度」( $t = .002$ ;  $p = .998 > .05$ )、「運動方向」( $t = .696$ ;  $p = .488 > .05$ )、「等加速度運動」( $t = -.524$ ;  $p = .601 > .05$ )、「判別等加速度運動」( $t = .367$ ;  $p = .714 > .05$ )皆無顯著差異存在。結果顯示兩組學生在前測時對於等加速度的概念理解無差異。

表 4 模型本位與講述教學組前測等加速度運動 t 檢定

項目	組別	平均	標準差	t 值	p
總分	模型本位組	7.88	4.55	.105	.916
	講述教學組	7.79	4.48		
平均加速度	模型本位組	1.02	0.86	.002	.998
	講述教學組	1.02	0.87		
運動方向	模型本位組	1.55	1.17	.696	.488
	講述教學組	1.38	1.22		
等加速度 運動	模型本位組	2.71	1.89	-.524	.601
	講述教學組	2.90	1.94		
判別等加速 度運動	模型本位組	2.61	1.79	.367	.714
	講述教學組	2.48	1.72		

## 2. 後測

### (1) 整體面向

如表 5 與表 6 所示，兩組學生後測時在等加速度全部試題表現之答對率情形。其中模型本位探究組學生(N=51)平均總答題數為 12.82 題(SD = 6.96)，答對率為 51%，而講述教學組(N=52)平均總答對題數為 12.81 題(SD = 6.39)，答對率為 51%。

表 5 模型本位組後測等加速度運動每題之答對率

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答對率(%)	49	43	37	41	51	43	57	76	59	37
題號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
答對率(%)	51	53	55	39	51	45	59	67	37	63
題號	21	22	23	24	25					
答對率(%)	53	57	41	61	57					

表 6 講述教學組後測等加速度運動每題之答對率

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答對率(%)	44	55	43	33	48	42	43	58	47	38
題號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
答對率(%)	35	46	44	28	45	36	44	48	33	51
題號	21	22	23	24	25					
答對率(%)	40	42	31	31	36					

以兩組學生之後測答對率進行 t 檢定，表 7 顯示兩組學生在後測時「總分」( $t = .012$ ;  $p = .990 > .05$ )、「平均加速度」( $t = -.045$ ;  $p = .964 > .05$ )、「運動方向」( $t = .026$ ;  $p = .980 > .05$ )、「等加速度運動」( $t = -.129$ ;  $p = .897 > .05$ )、「判別等加速度運動」( $t = .235$ ;  $p = .815 > .05$ )皆無顯著差異存在。結果顯示兩組學生在後測時對於等加速度的概念理解仍無差異。

表 7 模型本位與講述教學組後測等加速度運動 t 檢定

項目	組別	平均	標準差	t 值	p
總分	模型本位組	12.82	6.96	.012	.990
	講述教學組	12.81	6.39		
平均加速度	模型本位組	1.47	1.17	-.045	.964
	講述教學組	1.48	1.13		
運動方向	模型本位組	2.43	1.63	.026	.980
	講述教學組	2.42	1.65		
等加速度運動	模型本位組	5.14	2.99	-.129	.897
	講述教學組	5.21	2.83		
判別等加速度運動	模型本位組	3.78	2.08	.235	.815
	講述教學組	3.69	1.89		

## (2)不同學習成就學生表現

前面小節陳述兩組學生整體對於概念測驗的表現無顯著差異，在此小節接著探討不同學習成就學生的是否具有差異的可能性。首先，就概念正確率而言，從表 8 與表 9 中可知，模型本位組高、中、低成就學生於前測之答對率約為 35%、33%與 26%，而講述教學組高、中、低成就學生於前測之答對率約為 47%、27%與 23%。後測時，模型本位組高、中、低成就學生之答對率約為 84%、47%與 24%，而講述教學組高、中、低成就學生之答對率約為 77%、53%與 23%。以答對率而言，兩組高成就與中成就學生與前測相比皆達顯著差異，而兩組低成就學生答對率仍約相同。結果顯示，低成就的國三學生在等加速度概念的學習並無明顯成效。

表 8 等加速度概念問卷前測不同學習成就學生表現

		高成就		中成就		低成就	
		平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
模型本位組	總分	8.93	5.57	8.19	4.08	6.40	3.94
	平均加速度	1.20	0.94	1.00	0.95	0.87	0.64
	運動方向	1.73	1.39	1.62	1.12	1.27	1.03
	等加速度	3.20	1.97	2.71	1.95	2.20	1.70
	判別等加速度	2.80	2.18	2.86	1.39	2.07	1.87
講述教學組	總分	11.77	6.33	6.77	2.53	5.85	2.91
	平均加速度	1.69	0.95	0.77	0.76	0.85	0.69
	運動方向	2.23	1.48	1.08	1.09	1.15	0.80
	等加速度	4.15	2.82	2.46	1.39	2.54	1.33
	判別等加速度	3.69	2.18	2.46	1.24	1.31	1.25

表 9 等加速度概念問卷後測不同學習成就學生表現

		高成就		中成就		低成就	
		平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
模型本位組	總分	21.07	3.41	11.76	4.79	6.07	2.28
	平均加速度	2.53	0.83	1.33	1.11	0.60	0.63
	運動方向	4.07	0.88	2.19	1.44	1.13	0.99
	等加速度	8.53	1.60	4.52	2.46	2.60	0.99
	判別等加速度	5.93	0.96	3.71	1.52	1.73	1.33
講述教學組	總分	19.15	4.28	13.15	5.02	5.77	2.31
	平均加速度	2.23	0.93	1.50	1.14	0.69	0.75
	運動方向	3.69	1.44	2.54	1.42	0.92	1.04
	等加速度	8.08	1.93	5.15	2.33	2.46	1.39
	判別等加速度	5.15	1.28	3.96	1.61	1.69	1.18

表 10 為「等加速度」後測「高成就組」之「總分」組內迴歸係數同質性檢定結果。其中自變項與共變項前測成績之交互作用(組別\*前測)考驗結果為  $F_{(1, 26)} = 1.126$  ( $p = .299 > .05$ )，未達顯著水準，接受虛無假設，表示兩組迴歸線的斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性假定，可繼續進行共變數分析。

表 10 等加速度概念後測(高成就組總分)之組內迴歸係數同質性檢定摘要

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組別	45.175	1	45.175	4.035	.056
前測	97.568	1	97.568	8.715	.007**
組別*前測	12.610	1	12.610	1.126	.299
誤差	268.690	24	11.195		
矯正後的總數	408.107	27			

\*\* $p < .01$

排除前測成績(共變項)對後測成績(依變項)的影響，不同教學策略組別對「高成就學生」後測「總分」的影響效果檢定之  $F_{(1, 26)}$  值為 4.76 ( $p = .039 < .05$ )，達到顯著水準，表示受試者的後成績會因教學方式的不同而有所差異(表 11)。由 LSD 事後比較結果如表 12 所示，研究結果顯示模型本位組在「總分」之調整平均數為 21.51 顯著優於講述教學組 18.65。

表11 等加速度概念後測(高成就組總分)之單因子共變數分析摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性	淨相關 Eta 平方和
前測	101.326	1	101.326	9.005	.006**	.265
組別	53.545	1	53.545	4.759	.039*	.160
誤差	281.300	25	11.252			
矯正後的總數	408.107	27				

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$

表12 各組等加速度概念後測(高成就組總分)之單因子共變數分析比較

(I) Group	(J) Group	平均數差異 (I) - (J)	標準誤	顯著性	差異的 95% 信賴區間 下限	上限
模型本位	講述教學	2.856	1.309	.039*	0.160	5.553

\* $p < .05$

表 13 為「等加速度」後測「高成就組」之「判別等加速度」組內迴歸係數同質性檢定結果。其中自變項與共變項前測成績之交互作用(組別\*前測)考驗結果為  $F_{(1, 26)} = 2.638(p = .117 > .05)$ ，未達顯著水準，接受虛無假設，表示兩組迴歸線的斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性假定，可繼續進行共變數分析。

表 13 等加速度概念後測(高成就組判別等加速度)之組內迴歸係數同質性檢定

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組別	7.238	1	7.238	9.339	.005**
前測	12.692	1	12.692	16.377	.000***
組別*前測	2.044	1	2.044	2.638	.117
誤差	18.600	24	.775		
矯正後的總數	36.857	27			

\*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$

排除前測成績(共變項)對後測成績(依變項)的影響，不同教學策略組別對「高成就學生」後測「判別等加速度」的影響效果檢定之  $F_{(1, 26)}$  值為 9.030 ( $p = .006 < .05$ )，達到顯著水準，表示受試者的後成績會因教學方式的不同而有所差異(表 14)。由 LSD 事後比較結果如表 15 所示，研究結果顯示模型本位組在「判別等加速度」之調整平均數為

6.06 顯著優於講述教學組 5.00。

表14 等加速度概念後測(高成就組判別等加速度)之單因子共變數分析摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均 平方和	F 檢定	顯著性	淨相關 Eta 平方和
前測	11.981	1	11.981	14.509	.001**	.367
組別	7.457	1	7.457	9.030	.006**	.265
誤差	20.644	25	.826			
矯正後的總數	36.857	27				

\*\* $p < .01$

表15 各組等加速度概念後測(高成就組判別等加速度)之單因子共變數分析比較

(I) Group	(J) Group	平均數差異 (I) - (J)	標準誤	顯著性	差異的 95%信賴區間	
					下限	上限
模型本位	講述教學	1.058	.352	.006*	0.333	1.783

\* $p < .05$

## (二)學生互動

小組互動問卷為測量受試學生教學前後小組互動情形的感知，包含三個層面：「支持」、「分享」以及「維持」。接續將依序呈現前測與後測結果做出說明。

以兩組學生之前測結果進行 t 檢定，表 16 顯示兩組學生在前測時「總分」( $t = .887$ ;  $p = .377 > .05$ )、「支持」( $t = 1.430$ ;  $p = .156 > .05$ )、「分享」( $t = -.285$ ;  $p = .776 > .05$ )、「維持」( $t = 0.964$ ;  $p = .337 > .05$ )皆無顯著差異存在。結果顯示兩組學生在前測時對於小組互動情形並無差異。

以兩組學生之後測結果進行 t 檢定，表 17 顯示兩組學生在後測時「總分」( $t = 2.767$ ;  $p = .007 < .05$ )、「支持」( $t = 3.148$ ;  $p = .002 < .05$ )、「維持」( $t = 2.817$ ;  $p = .006 < .05$ )皆達顯著差異存在，其中「分享」( $t = 1.344$ ;  $p = .897 > .05$ )未達顯著差異。結果顯示兩組學生在後測時，模型本位組在小組活動的支持性以及維持小組運作，相較於講述教學組為佳。



表 16 模型本位與講述教學組前測小組互動 t 檢定

項目	組別	平均	標準差	t 值	p
總分	模型本位組	93.37	12.50	.887	.377
	講述教學組	91.33	10.86		
支持	模型本位組	38.96	5.78	1.430	.156
	講述教學組	37.44	4.97		
分享	模型本位組	27.20	4.60	-.285	.776
	講述教學組	27.44	4.17		
維持	模型本位組	27.22	4.65	.964	.337
	講述教學組	26.44	3.41		

表 17 模型本位與講述教學組後測小組互動 t 檢定

項目	組別	平均	標準差	t 值	p
總分	模型本位組	103.59	17.40	2.767	.007**
	講述教學組	95.48	11.73		
支持	模型本位組	42.88	7.64	3.148	.002**
	講述教學組	38.81	5.25		
分享	模型本位組	29.96	5.07	1.344	.182
	講述教學組	28.77	3.86		
維持	模型本位組	30.75	6.13	2.817	.006**
	講述教學組	27.90	3.82		

\*\* $p < .01$

## (2)不同學習成就學生表現

前面小節陳述兩組學生整體而言在小組互動的表現差異，在此小節接著探討不同學習成就學生的是否具有差異的可能性。表 18 與表 19 為模型本位組與講述教學組高、中、低成就學生在小組互動量表的表現。

表 18 小組互動問卷前測不同學習成就學生表現

		高成就		中成就		低成就	
		平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
模型本位組	總分	96.33	9.41	91.29	15.47	93.3	10.59
	支持	39.33	4.86	39.57	7.10	37.73	4.61
	分享	28.27	2.89	26.29	5.87	27.40	3.92
	維持	28.73	3.71	25.43	4.88	28.20	4.59
講述教學組	總分	92.46	11.35	90.23	10.37	92.38	11.95
	支持	37.46	4.82	37.23	5.53	37.85	4.22
	分享	29.15	5.83	26.54	2.79	27.54	4.33
	維持	25.85	2.44	26.46	3.51	27.00	4.12

表 19 小組互動問卷後測不同學習成就學生表現

		高成就		中成就		低成就	
		平均	標準差	平均	標準差	平均	標準差
模型本位組	總分	106.67	16.05	103.10	20.60	101.20	14.17
	支持	43.87	7.41	43.33	8.70	41.27	6.44
	分享	30.93	4.96	30.14	5.41	28.73	4.76
	維持	31.87	5.69	29.62	7.23	31.20	4.86
講述教學組	總分	99.08	14.70	95.04	11.13	92.77	9.42
	支持	39.38	6.14	38.54	5.33	38.77	4.42
	分享	30.92	4.52	28.58	3.48	27.00	3.06
	維持	28.77	4.60	27.92	3.79	27.00	3.03

表 20 為「小組互動」後測「低成就組」之「維持」組內迴歸係數同質性檢定結果。其中自變項與共變項前測成績之交互作用(組別\*前測)考驗結果為  $F_{(1, 26)} = 0.00$  ( $p = .992 > .05$ )，未達顯著水準，接受虛無假設，表示兩組迴歸線的斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性假定，可繼續進行共變數分析。

表 20 小組互動後測(低成就組總分)之組內回歸係數同質性檢定摘要

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組別	2.430	1	2.430	0.134	.717
前測	6.352	1	6.352	0.351	.559
組別*前測	0.002	1	0.002	0.000	.992
誤差	433.787	24	18.074		
矯正後的總數	563.250	27			

\*\* $p < .01$

排除前測成績(共變項)對後測成績(依變項)的影響，不同教學策略組別對「低成就學生」後測「維持」的影響效果檢定之  $F_{(1,26)}$  值為 6.49 ( $p = .017 < .05$ )，達到顯著水準，表示受試者的後測成績會因教學方式的不同而有所差異(表 21)。由 LSD 事後比較結果如表 22 所示，研究結果顯示模型本位組在「維持」之調整平均數為 31.14 顯著優於講述教學組 27.07。

表21 小組互動後測(低成就組總分)之單因子共變數分析摘要表

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性	淨相關 Eta 平方和
前測	6.611	1	6.611	0.381	.543	.015
組別	112.632	1	112.632	6.491	.017*	.206
誤差	433.789	25	17.352			
矯正後的總數	563.250	27				

\* $p < .05$

表22 各組小組互動後測(低成就組總分)之單因子共變數分析比較

(I) Group	(J) Group	平均數差異 (I) - (J)	標準誤	顯著性	差異的 95%信賴區間 下限	上限
模型本位	講述教學	4.062	1.594	.017*	.778	7.345

\* $p < .05$

## 五、討論及建議 (含遭遇之困難與解決方法)

### (一) 教師共同備課設計教材

經由主持人與協同主持人共同規劃、討論教學模組的設計，帶領協同主持人思考如何幫助學生進行心智模型的改變，也協助研究者更加知悉不同領域教師教授不同單元時

思考的差異性。

## **(二) 思索資訊工具如何協助科學建模**

資訊工具日新月異，輔助科學學習的軟體亦不段推陳出新，為了不勉強為了資訊融入而教學，教學前教師們尋找可能融入的單元以及相互搭配的工具，並且思索如何設計學習單讓學生能夠進行較多自主性的任務學習。

## **(三) 學生樂於參與理化課堂**

因為每節堂課的時間切割，授課或自學部分約占 20-25 分鐘，討論部分約占 10-15 分鐘，表揚與反思部分約佔 10-15 分鐘。每一階段學生皆有需要任務完成，因此適切轉換之後，學生不覺得理化課枯燥乏味，而是有較多的師生與生生之間的互動，而不理解的地方亦可以在討論或是反思部分獲得澄清。

### **一、檢討**

#### **(一) 計畫運作的規劃及同仁間的協調**

計畫撰寫之初即要先詢問相關行政人員作為將來計畫執行調度與配合所需。日前進行資訊融入教學即需要行政人員與家長接受學生於課堂上使用行動載具進行學習。由於國中生較少能自備 4G 網路，因此實際操作時，需要協調學校網路分享器的使用以及網路的順暢性。

#### **(二) 思索學生心智建模歷程如何與合作學習整併**

合作學習是廣泛應用的教學模式。但是該如何在合作學習教學模式中納入模型本位教學是一直努力思索的一件事情。若是只強調外在步驟則容易流於操作方式，而忽略學生概念建構的本質，但若只強調學生心智概念的建構，對國中生而言，課堂的教學略顯單調乏味缺少師生與生生互動的建構歷程。因此，教學時該如何藉由外在步驟協助學生心智概念模型的建構是一大挑戰。

#### **(三) 常態編班情境，如何更適切符合學生的差異性**

現在國中部編班屬於常態編班，而因為學區屬性的關係，學生的能力差異非常的大。教師在實際進行教學時，如何同時兼顧高、中、低學習成就的學生，讓這些學生在

課堂裡都能夠實際進行學習而獲得成長，是需要教學者更進一步思索的問題。

## 參考文獻

黃政傑、吳俊憲（主編）（2006）。*合作學習發展與實踐*。台北市：五南。

鐘建坪（2014）。模型本位合作學習教學策略。*臺灣化學教育*，**1**（2），203-209。

Baepler, P., Walker, J. D., & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education*, *78*, 227–236.

Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism: protocol evidence on sources of creativity in science. Glover, J., Ronning, R., and Reynolds, C. (Eds.), *Handbook of creativity: Assessment, theory and research*. NY: Plenum, 341-381.

Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 1041-1053.

Johnson-Laird, P. N. (1989). *Mental models*. In M. I. Posner (Ed.), *From foundation of cognitive science*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Jong, J. P. (2016). The effect of a blended collaborative learning environment in a small private online course (SPOC): A comparison with a lecture course. *Journal of Baltic Science Education*, *15*(2), 194-203.

Meyers, C., & Jones, T. (1993). *Promoting active learning: strategies for the college classroom*. San Francisco: Jossey-Bass.

Trowbridge, D. E., & McDermott, L. C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics*, *48*(12), 1020-1028.

Trowbridge, D. E., & McDermott, L. C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, *49*(3), 242-253.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, *4*(1), 45-69.