

## 初中科學探究活動： 學生需要與設計策略

鄭美紅

香港教育學院數社科技系

本文報告一項學校本位科學課程發展計畫的成果，該計畫由香港教育學院與四所香港中學合作，旨在推動中學生發展科學探究技巧。為達到計畫目標，研究小組根據一個學校本位課程發展的模式，設計了一系列支援推行科學探究的教材。為訂立有效的策略設計科學探究活動，小組透過問卷收集學生對活動的回應。結果顯示該計畫對學生學習科學的興趣有著正面影響。文末介紹改善支援科學探究的支援策略，並以一個兩階段的設計模式來策畫科學探究。

關鍵詞：科學探究、專題探究、科學學習

### 簡介

香港於2001年推行教育改革，科學教育成為中、小學的主要學習領域之一。小一至中三的科學教育政策及路向，則於2002年落實（課程發展議會，2002）。科學課程給劃分為六個學習範疇，包括科學探究、生命與生活、物料世界、能量與變化、地球與太空，以

及科學、科技與社會，藉此為學生提供學習經驗，引發他們了解身處世界的興趣，培養科學探究技巧，並探討科學、科技和與社會有關的議題。在初中階段，課程指引（課程發展議會，2002，頁9）預期由2002年至2005/2006年度，學生能在以下各項有所發展：

- 設計及進行科學探究
- 對探討當代科學和有關的議題感興趣
- 在科學及科技學習活動中展示基本的科學知識、創造力、基本的溝通能力和批判性思考能力

有關科學探究學習範疇的特定學習目標（課程發展議會，2002，頁9）則包括：

- 提出假說並設計用以驗證假說的方法
- 計畫及進行科學探究
- 評估試驗是否公平，並根據試驗結果作結論

由於並非所有學生都會在高中階段繼續修讀科學科，發展科學探究技巧因而不僅是為日後的學習做準備，更是培養學生對科學問題的興趣，明白科學、科技與社會有關的議題其實也並非深奧的問題。

科學探究是透過科學方法，對某一科學主題進行有系統的探究及驗證的活動。雖然科學探究有許多不同策略，但各策略都有不少相同之處(Crossland, 1998; Goldsworthy & Feasey, 1997; Hackling & Fairbrother, 1996)，包括：

- 讓學習脫離只靠教師講授、學生背誦資料、不求甚解的被動學習模式。
- 讓學生明白，知識的定立與宇宙定律的發現須不斷反覆嘗試，非一朝一夕的成果。
- 讓學生親身體驗探究過程，並應用到追求個人知識方面。
- 強調培育研究技巧及探究精神。
- 著重自我學習、改善現有探究計畫、反思研究結果這個循環過程。

- 教師作為支持及啟發學生的角色，例如策畫學習活動、提供資源、給予意見及鼓勵。

教師在策畫科學探究活動時可考慮連串因素。首先，教師可參考科學過程技巧的分類方法。科學教育家把科學過程技巧分為基本和綜合過程技巧兩類(Colvill & Pattie, 2002)。基本技巧包括觀察、推論、預測、分類、量度、利用空間與時間的關係；綜合技巧則包括分析數據、控制變因、提出假說、進行實驗。因此，教師可考慮讓較少科學探究經驗的學生發展基本技巧，協助他們在日後不斷進步，掌握綜合技巧。

第二，教師可顧及科學探究活動的性質，嘗試在一年的科學課程中為學生提供多元化的活動。Solano-Flores & Shavelson (1997) 指出，科學活動可分為四類：比較探究活動——進行實驗比較兩個或以上物件的性質；鑑別成分——測試物件以找出其成分或成分的排列方式；分類——根據物件的主要屬性分類達到實際目的或澄清概念；觀察——觀察及／或模擬不能改變或擾亂的過程。教師可在全年安排不同類型的科學探究活動。

第三，教師亦可從構成一個探究活動的步驟或階段著手。Solano-Flores & Shavelson (1997)介紹了比較探究活動中高、低兩種層次。這兩個層次的探究活動均會牽涉到學生提出、解決及驗證科學問題或假設的能力，另外亦會要求他們報告相關的驗證結果。在推行低層次的探究活動時，教師一般會提供較詳盡的工作指引及需要較多的準備工作；他們會為學生提供的準備知識包括書面指引、活動示範等，並說明要進行的步驟及其原因。Chin (2003)提出的分階段探究模式，探究前階段牽涉界定問題、已有知識與預測；策畫及設計階段則包括計畫程序、進行探究、分析、詮釋、表達結果；探究後階段則是學生反思表現的時間。上述階段或架構提醒了教師給予學生指引的不同形式，以及在不同階段期間監察學生進度，在需要時提供支援。

第四，教師可從探究活動的時間分配方面考慮，決定是否推行短期的活動，還是將之擴展為長期的科學專題。為了協助學生發展

科學探究技巧，Colvill & Pattie (2002)建議活動應同時包括開放式的實際問題和深入的研究活動，前者可鞏固技巧發展，後者則可讓學生理解、發展和應用概念。把科學探究活動以長期的科學專題研習形式推行，有以下三個優點：

- 加強學生的自發性，教師可選擇只提供活動指引，讓同學自行探究。
- 學生可更富彈性地因應自己的興趣及能力選擇研究主題及探究範圍。
- 有系統地把零碎的科學探究活動組織成一個長期的科學專題研習，可讓學生對有關課題進行更透徹的探討，從而把課堂學習延伸至課後的自我學習。

第五，除了考慮活動階段、程序的設計，或活動的時間長短以外，Fitzgerald & Byers (2002)亦建議教師應顧及活動所能發展的思考方式，包括質疑假設的能力、明白科學不是封閉的，可隨著新知識而改變、尊重數據、對理解科學抱有好奇心。

最後，科學教師不應只協助學生連貫所學，亦應引導他們應用所學，因此科學探究活動應多給學生機會，應用新知識以解決問題。科學研究學者一直認為，把科學知識與日常生活連繫起來，協助學生發展現有概念，並將之應用到新的情境，都是非常重要的(Brown & Clement, 1989)。Brown(1992)認為以日常生活例子教授物理概念，學生會較容易有意義地學習。讓學生了解科學模型在不同情況的適切性和提升其應用能力，也是重要的學習成果(Stavy & Berkovitz, 1980)。因此，科學探究活動可視為給予學生機會應用科學知識，驗證科學模型在不同場合是否適用。

因應上述六個準則，研究小組為四所中學的教師提供教學支援。本研究的目的是嘗試推行所訂定的策略，並調查學生在參與有關活動後對科學探究的興趣、所遇困難以及解決的方法。研究以學校本位課程發展計畫的形式進行，每所學校先選擇一個初中的科學課題，研究小組再根據不同學校的學習需要，協助設計科學探究專題的內容。科學探究專題的設計原則是盡量避免改動原有的教學流程，讓

學校可較彈性地選擇初中的教學單元，作為科學探究的主題。藉此研究經驗，學校不但可找出推行較長時期科學探究的方法和學生需要，還可發展其他級別的科學探究專題。

## 學校本位科學課程發展計畫

學校本位科學課程發展計畫（下稱校本計畫），由香港教育學院及四所香港中學共六位教師合作。研究小組去信邀請學校自願參與，每校均有一或兩名教師參與，由其中一位擔任統籌工作。研究小組向每校個別提供支援，根據學校選定的課題發展科學探究專題研習活動。

計畫共分策畫、推行和檢討三個階段進行。在策畫階段，研究小組對學校作出「現況分析」(Socket, 1976)，了解學校現行的科學課程設計及受影響的因素。此外，小組亦列出所牽涉的內在因素 (Skilbeck, 1984)，包括學生、教師、校長的需要，教師現行的教學方法，以及教師對學生的能力評價。上述各項資料均是訂定下一階段支援的參考。推行階段的教學資源乃由研究小組與教師一同設計。教師在課堂上推行有關策略時，研究小組會派員到校觀課，並把課堂過程攝錄下來。

在檢討階段，教師除了接受研究小組訪問，評估教師對計畫成效的感想，還會提交學生的習作樣本，以便了解推行期間學生的學習表現。學生則會協助填答問卷，表達他們在科學探究專題研習活動中的經驗和感想，以促進評估活動的學習成效和學習情況。在提交習作後，學生於課堂時間內填寫問卷，同時教師須在旁協助。

共有四所男女同校的中學參與是項計畫，每校推行的科學探究專題均配合個別的教學進度而設計，共牽涉五個課題，其中兩所學校同樣選擇了「水火箭」為主題（表一）。三個課題與香港初中科學課程有關，另外兩個（降落傘及紙手巾測試）則為學生提供機會，把所學概念應用於日常生活。所有參與班級都屬中一或中二年級。三所學校的學生參與的探究活動歷時超過一個月，一所學校更給予

學生兩個學期的時間。每位自願參與的教師一般都要教授兩個班級，每班約有四十名學生。

表一 四所學校的背景資料

	學校甲	學校乙	學校丙		學校丁	
活動	設計及製作模型船	水火箭	降落傘	水火箭	紙手巾大測試	酸和鹼對骨頭的影響
學習目標	探討一個最有效令船移動的方法	找出水火箭的載水量對其發射高度的影響	讓學生進行降落傘測試，找出影響降落傘墜地時間的因素	探討水火箭的載水量與其發射高度的關係	探討紙手巾價格與品牌的關係	探討不同酸鹼度的溶液才能溶解骨頭
課題	能量	太空之旅	——	太空之旅	——	常見的酸和鹼
年級	中一	中二	中一	中二	中二	中二
舉行時間	下學年	下學年	下學年	下學年	上學年	下學年
所需時間	7至8堂	7至8堂	7至8堂及3至4指導課	7至8堂及3至4指導課	5至6堂	
參與教師	2人	1人		2人		1人
參與學生	161人	62人		102人		122人

## 科學探究活動

為支援教師設計科學探究專題活動，研究小組與教師合作設計了相關教材套，以應付時間和資源上的限制。教材套涵蓋五個課題，分別名為「設計及製作模型船」、「水火箭」、「降落傘」、「紙手巾大測試」、「酸和鹼對骨頭的影響」。下文將會闡述文獻中六項原則如何應用於各校的教材套之內。

可按基本或綜合過程技巧組織

四所學校進行的都是實驗探究活動，學生須在過程中運用前文提及的基本和綜合科學過程技巧，包括觀察、推論、預測、分類、量度、空間與時間關係、分析數據、控制變因、提出假說和進行實

驗。在探究的過程中，基本的過程技巧是用來理解問題，而綜合科學過程技巧則是用來分析問題。

### 可牽涉比較探究活動

四所學校的實驗活動都屬於第一類比較探究活動，透過實驗測試，找出變因之間的關係。學校甲的活動是探討一個令船移動的最有效方法。學校乙的活動是找出水火箭的載水量對其發射高度的影響。學校丙的兩個活動，是探討水火箭的載水量與發射高度的關係，和找出影響降落傘著地時間的因素。學校丁的兩個活動是探討紙手巾吸水力與價格的關係，和探討不同酸鹼度的溶液能否溶解骨頭。

### 可分高低層次，也可分階段

因為四所學校的活動都是實驗探究，所以學生必須經歷三個主要部分：問題引入、探究和檢討。另一方面，學校乙和丙的水火箭、學校乙的降落傘和學校丁的紙手巾大測試，都屬於低層次的探究活動，而學校甲的設計及製作模型船和學校丁的酸和鹼對骨頭的影響，則屬於高層次的探究活動。雖然上述五個活動都是透過設計大致相同的教學資料（包括學生指引、工作紙、評估準則等）協助學生掌握活動重點，但在擬定探究範圍的部分，「設計及製作模型船」和「酸和鹼對骨頭的影響」兩個活動要求學生自行決定，而其餘的三個活動則給予明確的指引。

### 可以是短期活動，也可以是長期的科學專題研習

根據四所學校的活動過程分析，全都屬於長時期的科學探究，在大約四至六星期內，讓學生經歷不同的學習階段，深入探討一研究主題。根據活動主題，提出探究問題；分析問題所涉及的變因；擬定探究方法；蒐集及分析實驗數據；作出總結，並回應提出的問題。

## 可發展學生的思考方式

五個活動同樣要求學生蒐集及分析實驗數據，找出對應的解決方法。在過程中，學生須依據數據的變化趨勢，找出各變因的最理想參考數值，例如哪一個水火箭的載水量能發射最高的高度、哪一個降落傘的面積能達到最長的著地時間、哪一個酸鹼度能軟化骨頭等。

能讓學生應用科學概念或將之與實際生活連繫起來

根據活動主題的分析，學校甲的「設計及製作模型船」、學校乙的「水火箭」和學校丙的「水火箭」和「降落傘」都屬於應用新學會的知識範疇，而學校丁的「紙手巾大測試」與「酸和鹼對骨頭的影響」則屬於日常生活的應用例子。設計及製作模型船要求學生運用能量轉換的概念，以有效地轉化電能為動能的原則，設計一艘電動模型船。學校乙和丙的水火箭活動都是讓學生運用牛頓第三定律，進行實驗測試，找出水火箭的載水量及發射高度的關係。降落傘涉及空氣阻力的考慮，學生須增大空氣阻力，使降落傘以最長時間才著地。紙手巾大測試(Cheng & Tsoi, 2004)是利用科學方法評估廣告內容的真確性，驗證價錢高的紙手巾是否有較佳的吸水能力。酸和鹼對骨頭的影響是讓學生思考如何可軟化堅硬的骨頭，這有助處理骨頭堵塞渠道的問題。

## 研究方法

是項校本計畫用以設計科學探究活動的策略，其成效是根據分析學生在問卷的回應。研究小組邀請了中一及中二級共447名參與過有關活動的學生，在活動後填答問卷。問卷分為三部分，第一部分是學生的背景資料，包括性別、進行科學探究的經驗、進行探究時所負責的工作；第二部分則探討科學探究對學生學習科學興趣的影響，請學生指出探究經驗對他們的科學學習興趣的影響、對探究活動不同階段工作的興趣；第三部分是有關學生參與探究活動的經驗，



例如在過程中所遇困難、解決困難的方法、支援探究的建議、學生感知的學習成果等。問卷結果透過SPSS軟件作量性研究，計算各項回應的平均值。

## 結果與討論

問卷調查的結果分為以下三個範疇討論：具備科學探究經驗的學生的背景資料、科學探究對學生學習科學興趣的影響、學生在探究過程所遇的困難。

### 學生的背景資料

447名學生之中，男女人數分別佔47.3%及52.7%。少於一半(37.6%)的學生有四次或以上進行科學探究的經驗(表二)。約32.4%的學生可歸入很少科學探究經驗的一類，因為他們表示自己只做過一次或從未做過科學探究。對於約六成學生來說，科學探究並非經常進行的活動，因為他們過往只有少於四次同類的經驗。

表二 學生進行科學探究的經驗

參與科學探究的次數	人數(百分比)
沒有做過	7(1.6%)
只做過一次	136(30.8%)
做過兩次	87(19.7%)
做過三次	45(10.2%)
做過四次或以上	166(37.6%)

### 科學探究對學生學習科學興趣的影響

運用科學探究活動教學，可使學生對科學的興趣較持久，以及更加努力學習科學(Gibson & Chase, 2002)。Baldwin, Peleg-Bruckner, & McClintock (1985)，Chambers & Andre (1997)及Schiefele (1996) (摘錄自Alao & Guthrie, 1999)進行的研究發現，當學生對所學課題較感興趣，他們便會傾向利用較高層次的策略學習，在回答複雜或深入的問題時表現亦會較好。因此，培養學生對科學科產

生興趣是相當重要的，因為這樣亦同時可提升他們的思維和表現。以學生為主導的實驗和探究，或把科學概念應用於日常生活的活動，都可刺激學生喜歡科學(Ebenezer & Zoller, 1993)。除了發展科學過程技巧，進行科學探究的經驗也可提升學生學習科學的興趣。在本研究中，問卷設計要求學生以1至5分的量表（1表示十分不同意，5表示十分同意），表達他們對科學探究可改善能力或興趣的同意程度。結果顯示，學生在使用儀器的技巧及與同學好好合作的能力都有提升。探究經驗亦能協助他們了解和主動學習科學知識（表三）。

表三 科學探究活動對學生能力或興趣的影響

	平均值	標準差
使用儀器的技巧	3.87	0.74
與同學好好合作	3.85	0.82
了解科學知識	3.68	0.82
主動學習科學知識	3.62	0.84
表達和溝通的能力	3.61	0.85

問卷亦調查學生對參與探究活動不同部分的興趣。學生以1至5分的量表（1代表十分不喜歡，5表示十分喜歡），表達他們對探究活動不同工作的喜愛程度。如表四所示，輪流負責觀察、量度、記錄、統籌的工作(3.70)、學習量度、繪圖、使用儀器等實驗技巧(3.68)，以及設計實驗(3.61)三項，是學生最喜愛的工作。相比之下，學生對由自己或同學評估學習表現(3.37)以及比較實驗結果、作出結論(3.44)的興趣相對較低。

表四 學生對不同探究工作感興趣的程度

	平均值	標準差
輪流負責觀察、量度、記錄、統籌的工作	3.70	0.96
學習量度、繪圖、使用儀器等實驗技巧	3.68	0.89
設計實驗	3.61	0.97
自己找出有趣的科學問題	3.50	0.87
預測問題答案或實驗結果	3.49	0.89
比較實驗結果、作出結論	3.44	0.92
由自己或同學評估學習表現	3.37	0.90

註：平均值愈高表示愈感興趣

## 學生在探究過程所遇的困難

為了找出更有效的方法支援學生透過探究活動學習，問卷要求學生以1至5分的量表（1代表十分困難，5代表十分容易），指出科學探究工作的困難程度。表五所列的工作是以學生認為的困難程度順序排列，平均值愈高表示愈容易。學生認為最感困難的工作是找出探究問題(2.98)、寫出假說(3.02)以及設計實驗(3.15)。此結果與其他國家的發現相符。Hackling & Garnett (1995)發現，學生在進行探究活動時，通常都缺乏應有的問題分析和策畫技巧。策畫科學探究時，識別變因和設計對照實驗是基本的考慮因素。其他研究學者(Donnelly, 1987; Duggan, Johnson, & Gott, 1996)亦指出，識別、控制、改變合適的變因，從而令探究成為公平測試，也是普遍學生感到困難的工作。

表五 學生對不同探究工作感知的困難程度

	平均值	標準差
找出探究問題	2.98	0.89
寫出假說	3.02	0.98
設計實驗	3.15	1.04
比較實驗結果、作出結論	3.20	0.94
預測結果	3.24	0.91
反省自己的表現	3.27	0.89
量度、繪圖、使用儀器的技巧	3.39	0.93
量度和記錄數據	3.63	0.94

註：平均值愈高表示愈容易

在回答本研究中同一問題時，學生的回應反映他們較易應付觀察、量度和記錄數據(3.63)以及量度、繪圖、使用儀器的技巧(3.39)兩方面的工作。由於他們認為這些工作較易應付，因此也不難理解他們認為這兩項工作最有趣。不過，學生雖然表示喜愛設計實驗，但他們亦表示對找出探究問題、寫出假說、設計實驗這些相關工作感到困難，這也是值得注意的。

問卷亦請學生指出遇到困難的原因，共有四個答案選擇，包括欠缺知識或技巧、資源不足、指示不足、時間不足。過半數的學生認為是由於缺乏知識或技巧(60.7%)和時間不足(56.1%)所致。教師可

能認為開放式探究活動有助促進科學學習，但亦應留意學生須在事前具備相關知識和技巧，才可讓他們自行完成活動。教師亦要按實際情況，估計學生完成深究活動的所需時間。

研究小組亦請學生以1至5分的量表（1表示十分不同意，5表示十分同意），表達對教師所用的四種策略是否能幫助他們更順利地完成探究活動。表六的結果顯示，學生傾向選擇實驗步驟示範以及討論注意事項；實驗內容簡介和實驗工作紙的評分則相對較低。

表六 學生對支援科學探究的教學策略之偏好

	平均值	標準差
活動示範	3.90	0.88
討論注意事項	3.66	0.86
活動內容簡介	3.52	0.87
活動工作紙	3.47	0.90

註：平均值愈高表示愈同意

參與本研究的學生認為，教師示範和引領討論都相當重要。這結果與問卷另一問題的數據相符。當問及學生在探究時遇到困難會用甚麼方法解決時，問卷要求學生以「從來沒有」、「間中」或「經常」，顯示他們以自己解決、與組員商量、向老師查詢、不加理會等方法解決問題的頻率。表七的結果顯示，組員是解決困難的對象，分別有43.9%及50.9%選擇「經常」和「間中」。教師亦是學生最常尋求協助以解決困難的對象，分別有17.5%及69.2%的學生選擇「經常」和「間中」一項。學生會間中(71.2%)自己解決問題，而超過半數學生(65.1%)則表示不會對問題置之不理。由此可見，學生一般都

表七 遇到困難時學生選擇的解決方法

	不會	間中	經常
自己解決	80 (18.3%)	312 (71.2%)	46 (10.5%)
與組員商量	23 (5.2%)	224 (50.9%)	193 (43.9%)
向老師查詢	58 (13.2%)	304 (69.2%)	77 (17.5%)
不加理會	285 (65.1%)	137 (31.3%)	16 (3.7%)

有一定程度的同儕支援，但亦同時相當倚賴教師的協助，更有3.7%的學生是從來不會自己解決問題的。這可能揭示了部份學生欠缺學習科學的動力或能力的問題。

### 男女生的差別

曾有研究(Weinburgh, 2000)指出男女生對科學持有不同的態度，男生較喜歡科學學習、更主動及對科學學習更有自信，女生則較欣賞她們的科學老師及較能體會科學對社會的貢獻。基於這些結果，本研究亦嘗試找出男女生是否對科學探究活動有不同之學習需要。男女學生在問卷回應上的差別，是以雙尾檢驗(two-tailed t test)比較，得出的結果顯示兩組學生在部分回應上有顯著的分別(表八)。男生認為科學探究活動對他們主動學習科學知識的能力有較正面的影響；而女生則認為自己較易掌握輪流負責觀察、量度、記錄、統籌的工作。男生在找出探究問題和設計實驗兩方面所遇的困難，亦較女生少。不過，女生在反省自己的表現方面，則較男生所遇的困難少。此外，女生亦傾向倚賴實驗工作紙的引導。這可能是由於女生認為自己對設計實驗感到困難。綜合各項回應，男生在進行探究後都變得更主動學習科學，對於設計實驗的工作亦較少感到困難；相反，女生雖然較懂得反省自己的表現，但設計實驗的能力相對較低，希望從實驗工作紙上得到多些指引。

表八 男女生回應比較

		男		女	
		平均值	標準差	平均值	標準差
學習科學的興趣	主動學習科學知識	3.73*	0.84	3.52*	0.82
科學探究活動的興趣	輪流負責觀察、量度、記錄、統籌的工作	3.58*	1.09	3.78*	0.83
困難	找出探究問題	3.09*	0.96	2.87*	0.79
	設計實驗	3.28*	1.09	3.03*	0.99
	反省自己的表現	3.18*	0.98	3.36*	0.81
教學策略的偏好	實驗工作紙	3.36*	1.06	3.55*	0.73

註：男生208人，女生232人

\*  $p < 0.05$

## 總結

從學生的回應可見，他們對參與觀察或量度結果以及設計實驗的工作較感興趣。在學生最感興趣的探究工作中，他們認為自己最能掌握觀察或量度結果的工作，而非設計實驗。而最感困難的工作，則是找出探究問題、寫出假說和設計實驗。逾半數學生表示在完成探究活動期間欠缺知識和時間不足。女生偏好由實驗工作紙引導的教學策略，以支援她們進行探究；男生在找出探究問題、設計實驗、比較實驗結果作出結論方面，都較女生所遇的困難少。整體來說，學生在遇到困難時會與同儕一起尋求解決辦法，但亦常會向教師尋求協助。箇中原因，可能是由於學生認為自己對科學探究欠缺知識和技巧所致。

收集了學生的回應後，教師可按此找出日後科學探究活動的設計重點。為了促進學生透過探究活動學習，教材的設計應以提升學生設計實驗、編寫假說、找出探究問題為目標。總結是次科學探究活動的推行經驗以及學生的回應，筆者遂提出一個兩階段的科學探究活動分段模式，包括起始和提升階段。在起始階段，學生對科學探究毫無經驗或經驗甚少，教師須正視學生需要，引入有關科學探究的基本知識和技巧。要為學生進入下一階段作好準備，教師應在課堂進行示範，利用可於一堂內完成的小型探究活動，與學生討論科學探究活動的特性，或讓學生在課堂上討論他們第一次進行探究活動的經驗，在需要時提供意見，教師仍然是提供支援的主要對象。學生通常會分組進行科學探究活動，然而在起始階段，應由能力較高或對探究較有興趣的學生擔任組長。身為組長的學生對探究活動的興趣，在他們為組員提供協助以後應可進一步提升。起步階段的目標，是刺激學生對科學學習和探究活動的興趣，讓他們掌握基本的過程技巧(Colvill & Pattie, 2002)，如量度、觀察、使用儀器。教師亦可開始讓學生在活動後進行自我反思，從而改善日後在探究活動的表現。當學生掌握了基本知識和技巧後，教師可把科學探究活動的設計轉入提升階段。學生可利用教師提供的指示和工作紙引導

活動，雖然教師可在需要時提供協助，但他們已不再擔任主導的角色。教師可提供更多空間，讓學生以同儕互助及自我學習，促進自主學習過程。在此階段，學生可輪流擔任組長，負起更多責任，體驗正面的學習成果。活動設計亦應要求學生策畫、分析和總結結果，以改善學生在設計探究活動的能力。完成活動後，學生亦可嘗試參與同儕互評及自我評估工作。

上述建議的分段模式有助教師了解如何按學生的能力和需要，策畫科學探究活動。雖然培養自主學習和設計探究活動的能力相當重要，但教師亦應正視學生可能並未具備相關知識和技巧的問題。學生在進一步發展設計探究活動的技巧之前，可能需要較長時間來完成首次進行的探究活動，培養對科學學習和探究活動的興趣。本文闡述了五個科學探究專題的分析，指出各科學探究專題的特點，以及學生所遇到的困難和所需的支援，其分析結果提供教師一個發展科學探究的概要方向。文中所記載的五個科學探究專題教材套可供教師參考，但教師在採用建議之方法時，要注意學生的學習需要及他們可能遇上的不同困難，從而提供適當的支援。

## 鳴謝

本文作者感謝參與本研究計畫的學校、教師和學生。

## 參考文獻

- 課程發展議會(2002)。《科學教育學習領域課程指引(小一至中三)》。香港：政府印務局。
- Alao, S., & Guthrie, J. T. (1999). Predicting conceptual understanding with cognitive and motivational variables. *The Journal of Educational Research*, 92(4), 243–254.
- Baldwin, R. S., Peleg-Bruckner, Z., & McClintock, A. H. (1985). Effects of topic interest and prior knowledge on reading comprehension. *Reading Research Quarterly*, 20, 497–508.

- Brown, D. C., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions by analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237–261.
- Brown, D. E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 17–34.
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 107–123.
- Cheng, M. H., & Tsoi, H. L. (2004). Situated discussion and scientific investigation—Testing of tissue papers. *Asia-Pacific forum on science learning and teaching*, 5(3). Retrieved January 11, 2006, from [http://www.ied.edu.hk/apfslt/v5\\_issue3/chengtsoi/abstract.htm](http://www.ied.edu.hk/apfslt/v5_issue3/chengtsoi/abstract.htm)
- Chin, C. (2003). Success with investigations. *The Science Teacher*, 70(2), 34–40.
- Colvill, M., & Pattie, I. (2002). Science skills—the building blocks. *Investigating*, 18(4), 27–30.
- Crossland, J. (1998). Teaching for progression in experimental and investigative science. *Primary Science Review*, 53, 18–20.
- Donnelly, J. F. (1987). Fifteen-year-old students' variable handling performance in the context of scientific investigations. *Research in Science and Technological Education*, 5(2), 135–147.
- Duggan, S., Johnson, P., & Gott, R. (1996). A critical point in investigative work: Defining variables. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 461–474.
- Ebenezer, J. V., & Zoller, U. (1993). Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 195–186.
- Fitzgerald, M. A., & Byers, A. (2002). A rubric for selecting inquiry-based activities. *Science Scope*, 26(1), 22–25.
- Goldsworthy, A., & Feasey, R. (1997). *Making sense of primary science investigations*. Hatfield, U.K.: Association for Science Education.
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2000). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86, 693–705.
- Hackling, M. W., & Fairbrother, R. W. (1996). Helping students to do open investigations in science. *Australian Science Teachers Journal*, 42, 26–33



- Hackling, M. W., & Garnett, P.J. (1995). The development of expertise in science investigation skills. *Australian Science Teachers Journal*, 41(4), 80-86.
- Schiefele, U. (1996). Topic interest, text representation, and quality of experience. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 3-18.
- Skilbeck, M. (1984). *School based curriculum development*. London: Harper & Row.
- Sockett, H. (1976). *Designing the curriculum*. London: Open Books.
- Solano-Flores, G., & Shavelson, R. J. (1997). Development of performance assessments in science: Conceptual, practical, and logistical issues, *Educational Measurement: issues and practice*, 16(3), 16-25.
- Stavy, R., & Berkovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64, 679-692.
- Weinburgh, M. H. (2000). *Gender, ethnicity, and grade level as predictors of middle school students' attitudes toward science*. Retrieved January 11, 2006, from [http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content\\_storage\\_01/0000000b/80/10/f7/73.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content_storage_01/0000000b/80/10/f7/73.pdf). (Eric document no.: ED 442662)

## **Junior Secondary Science Investigation Activities: Students' Needs and Design Strategy**

May May-Hung CHENG

### **Abstract**

*This paper describes the outcome of a science school-based curriculum development project, a collaborative effort between the Hong Kong Institute of Education and four secondary schools. The project attempted to promote the development of science investigation skills among secondary students. To achieve this objective, the project team devised a series of teaching resources to support the implementation of science investigation activities through a school-based curriculum development model. To formulate effective strategies to develop science investigation tasks, a questionnaire was administered to collect feedback from the students. The findings of the project provided evidence that there were positive influences on students' interest in learning science. The paper concludes by introducing strategies to improve and support science investigations and the planning of a two-stage model for scientific inquiry. .*

---

鄭美紅，香港教育學院數社科技系副教授。

聯絡電郵：[maycheng@ied.edu.hk](mailto:maycheng@ied.edu.hk)