

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 醫學大學通識教育科學教學模式發展研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 94-2511-S-040-001-  
執行期間：94年08月01日至96年07月31日  
執行單位：中山醫學大學通識教育中心

計畫主持人：黃達三

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：蔡佳芳  
碩士班研究生-兼任助理：李涵鈺

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

醫學生通識教育科學教學模式發展研究

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 94-2511-S-040 -001

執行期間： 94 年 8 月 1 日至 96 年 7 月 31 日

計畫主持人：黃達三

共同主持人：

計畫參與人員：蔡佳芳、李涵鈺兼任助理

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學通識教育中心

中 華 民 國 96 年 10 月 廿五 日

## 一、前言

傳統上，醫學教育都把重心放在基礎與臨床醫學的教學，對於通識及基礎科學忽視的情況日漸嚴重。台灣醫學教育雖有 TMAC 的評鑑，但是對一般醫學院的師生來說，進入醫學院就是要學習醫學專業，畢業後進入臨床診治病人的行業。因此，就通識教育的人文與科學教育的改進與重視而論，評鑑的形式意義遠大於實質的意義。由於臨床醫學的平均待遇比一般專業的行業來得高，因而吸引不少高中學生，把進入醫學院修習醫學專業作為第一志願，所以，各大學醫學系都能招收到，學業相當優秀的學生入學就讀，這是台灣醫學教育相對地優勢的原因之一。就人類醫學發展的歷程來看，自然科學的發展與進步，是帶動醫學發展的主要動力。在 3 世紀前，科學知識才漸漸地應用來瞭解人的生命現象及疾病致病原因上，醫學才慢慢地演化蛻變成爲現代的醫學。因此，我們可以說醫學是一門學科學(陳定信，2006)。就此而論，我們更可以廣義地說醫學教育是科學教育的分支，也就是要培養醫師科學家的教育。

既然醫學教育是科學教育的一個分支，醫學生的基礎科學教育，如生命科學、化學、物理學的教學等，在整體醫學教育上應用是相當重要的一環，應倍受關注與重視。但遺憾的是，醫學生的科學教學仍然是以傳授科學知識為主，輔以食譜式的實驗，和高中的教學沒有太大的區別，忽視了科學教育應培養學生多面向的科學素養 (scientific literacy)。所謂多面向的科學素養至少應含括下列六個面向：科學本質、科學概念知識、科學過程、科學態度、科學應用、科學思考智能等知能(黃達三，2004)。本研究冀望能找出一些策略，來協助醫學生建構厚實的多元科學素養，作為他們成爲醫師科學家的醫學教育的基礎。

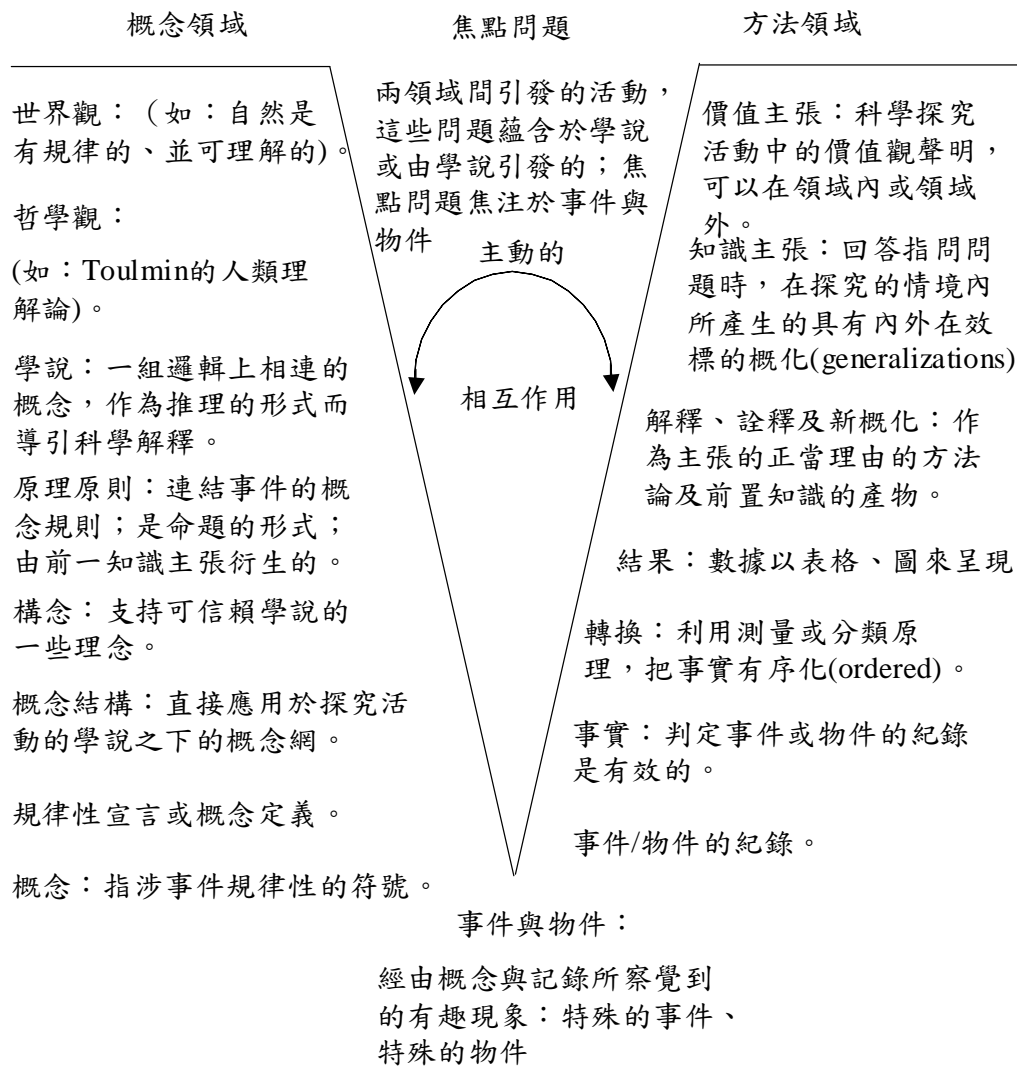
## 二、文獻探討

Toulmin 對於科學家進行科學的探索活動時，能成爲真正科學家，他的主張如下：

科學家在進行科學研究時，不但應用現有的概念來解釋自然現象，並且批判現存的概念，藉以改進某一科學領域現有的內涵。對一個新進科學家適應科學涵化 (scientific enculturation) 時，若只學習如何應用科學概念於現象的解釋，而不能學習如何促使自己去增強或改變現存的概念的話，那就不能成爲一個真正的科學家 (Toulmin, 1972, 165)

在大學的科學教育若要回應 Toulmin 的主張，則科學的教學上，理論知識的學習者和實作教學一定要結合在一起，這樣才能要求學生「手到」(hands-on) 及心到 (minds-on)，也就是學生才能「手腦並用」地學習科學；也就是「命題性知識」與「程序性知識」(Mayr, 1996) 應無時間差地來學習。簡言之，就是理論與實作結合的教學，才能提供學生機會建構其自己的多元科學素養。作者認爲 Gowin (1981) 所發展的認知 V-圖 (epistemological V-diagram) 是很好的教與學的策略，來幫助學生建構多元的科學素養(黃達三，2004)。對醫學生而言，利用認知 V-圖來學習科學，更是成爲一個醫師科學家，奠定雄厚科學基本素養的有效之學習策略。

所謂認知 V-圖是 Gowin 於 1970 至 1980 年代所發展出來幫助學生學習科學的策略，簡稱爲 V-圖。V-圖和概念圖 (concept map) 合起來，被科學教育界公認能幫助學習者真正了解科學的學習策略，並可以作爲評量學習者是否真正了解科學的工具 (Novak & Gowin, 1984)。今以圖一來表示 V-圖並詳細加以說明。



圖一：Gowin的認知V-圖

Gowin發展的V-圖是把學校的科學實驗活動，盡量以反應科學家進行科學探究的實際情境中，所發生的「手到」、「心到」的全部的外在及內在的活動包涵起來。底下分為四個面向來說明V-圖，即焦點問題、物件及事件、概念領域、及方法領域。

#### 一、焦點問題(focus questions)

提出焦點問題是任何科學探究活動的起點，通常問題形式是問「什麼」(what)、「何時」(when)、「如何」(how)以及「為什麼」(why)。當科學家提出問題時，一般都可以由焦點問題反應出他/她的價值觀(values)、哲學觀、或世界觀(world view)。除了上述的因素影響到科學家對問題的選擇外，科學家自己的興趣、先前的知識(prior knowledge)，其他的外在因素如：社群的、政治的、經濟的因素等，都會影響研究者對焦點問題的擇定。(Mintzes & Novak, 1999, 149)。因此，科學實驗教學，在理想的狀況下，應盡量由學生提出他/她們想探究的焦點問題。以專題導向的科學(project-base science)的學習來論，引導問題(driving questions)的選擇及確定，也主張應由學生提出，或由教師及學生共同討論後提出並確定(Krajcik, Czerniak & Berger, 1999)。因此，要改進醫學生的科學學習活動，可能要多鼓勵學生提出得花長時間深入探究的問題，若仍然停留在要學生於短時間完成的食譜式實驗活動，可能不會引起學生太多的學習興

趣，對學生建構科學概念知識及其他維度的科學素養也助益不大。

## 二、物件與事件 (objects and events)

所謂物件和事件是為發展焦點問題的暫時性答案或假說 (hypothesis) 所必須加以探索的客體及現象。物件是探索過程中可被知覺的東西，或被感覺器官能操弄的東西。科學探究者也可以利用儀器來協助感官來觀察或記錄。事件是因物件而發生 (或促使發生) 的現象。因此，物件與事件是探索者為解答焦點問題而設定的。

## 三、概念 (思考) 領域 (conceptual / or thinking side)

概念領域的內涵，就是科學知識的部分，也就是科學本質中有關「什麼」(know what) 的面向。在科學的學科知識上，概念為組織知識命題 (proposition) 的基本單元，相關概念相連結成為原理、原則。再往上的知識階層為學說，例如：原子說、細胞學說、演化學說等。而探索者的哲學觀、世界觀雖隱含於探索者的心智中，但決定了探索者的學說取向，如實證主義者注重因果關係等。

## 四、方法或操作領域 (methodological /doing side)

在 V-圖的右邊，所涉及的議題是探索者解決焦點問題時，要做的活動。雖然這些議題對一般學習者來說，是比概念領域的學說要來得簡單，但是仍然要詳細地運用思考智能，並不是單單靠「操作」即可達成的 (Mintzes & Novak, 1999, 42-43)。底下把此一領域的四個主題說明如下：

### (一) 記錄 (record)

科學家於進行科學探究活動時，把有關物件或事件的訊息記錄下來，作為解答焦點問題的原始資料。常用的科學記錄形式為：書寫的文件、照片、錄音、錄影、電子化記錄等。同時，科學家於觀察記錄時，常常透過一套「概念目鏡」(conceptual goggles) 過濾觀察。因此，觀察沒有所謂的「不依學說」(theory-free) 的觀察 (Chalmers, 1981, 22-37)。

### (二) 轉換 (transformation)

有關物件或事件訊息的記錄，科學家會建構這些記錄的意義，建構意義時會受到自己原有知識 (prior knowledge) 及價值觀的左右，不管科學家如何轉換記錄，其目的皆指向焦點問題解答的尋求。科學常用轉換的形式為：計算異同、作圖表、統計轉換、流程圖表等。

### (三) 知識主張 (knowledge claims)

科學家於科學探究時，對焦點問題所提出的解答 (可能是暫時性的) 即為知識主張。科學家所提出的知識主張必須要和概念、原則原理、學說、及哲學觀一致，也必須在邏輯推理上和記錄及轉換相關。因此知識主張陳述探究活動的界限及限制 (limitations and constraints)，而且知識主張也可提供後續研究者一些指引 (Mintzes & Novak, 1999, 53)。因此，在科學教育上實驗教學的安排及實施要如何反應上述的科學活動真實性，對科學教師來說是嚴酷的挑戰之一。

### (四) 價值主張

所謂價值主張是涉及價值及品質的指示或倫理的維度 (dimensions) 之宣稱。通常科學家所宣示的價值主張一定會和知識主張一致。因此，科學家的研究，大概很少不涉及價值判斷 (value judgment) 的議題，就如生殖科技中

複製的研究等。

在圖一中把科學家的探究活動分為概念領域（左邊）、及方法領域（右邊），在實際上的探究活動上，概念（思考）邊和方法（操作）邊是主動地交互作用（Novak & Gowin, 1984, 56-57）。因此，科學家的先前知識、概念、原理原則、學說、哲學觀都會影響到方法邊的觀察（記錄）、轉換記錄、組織觀察結果、及知識與價值主張的提出。作者認為 V-圖對科學實驗教學最大啟示，以及反思目前學校科學實驗實施成效的地方，可能就是概念邊和方法邊是否能緊密地結合並交互作用的問題。同時，對醫學教育而言，利用認知 V-圖來幫助學生建構多維度科學素養，作為學習基礎醫學及臨床醫學的科學基礎，並進一步發展成為醫師科學家，是作者認為是最好的策略之一。

### 三、研究方法

本研究採質的研究方法。採用質的研究的主要原因，在於行政的配合與科學教師的科學教學理念的不同，不能找到足夠的醫學院科學教師與醫學生作為本研究的研究對象。底下把研究方法的相關要項分別敘述如下：

#### （一）研究對象

中部某大學醫學院 95 學年入學的醫學系一年級學生，經徵求他/她的志願參與，作為本研究的研究對象。95 學年度第一學期開學時有 11 人參與，陸續有學生退出，最後留下 7 位同學全程參與並完成本研究。

#### （二）認知 V-圖的學習與教學

作者利用 100 分鐘，對研究對象進行認知 V-圖的教學。其內容包括：認知 V-圖的理論基礎、製作 V-圖的方法與步驟、在科學學習上的應用等。研究對象實作部份則採用個別指導方式進行，並要求研究對象，要應用 V-圖於基礎科學的學習，特別是普通生物學的學習。個別指導的方式沒有固定時間，採隨時接受對象學生的訊問並給予指導與修正研究對象的認知 V-圖。研究對象學生要根據實驗手冊與時做結果改寫成 V-圖，這是學習製作 V-圖與增加實驗的學習的最好策略(Chen,1980)。不論 100 分鐘的 V-圖教學及個別指導，都不佔用學生正式上課的時間。

#### （三）對象科學學科

該大學的醫學系大一的基礎科學學科有：普通生物學、普通化學、普通物理學等。由於作者主修生命科學，為了方便協助與輔導研究對象學習製作 V-圖，因此選定研究的對象科學學科為普通生物學。醫學系一年級普通生物學連實驗課共計 6 學分，講述課程 4 學分，實驗課程 2 學分。

#### （四）研究期間

95 學年第 1 學期至第 2 學期。由於該大學醫學系一年級普通生物學為一學年學課程，實驗 2 學分集中於 95 學年第 1 學期，因此，資料的搜集中 V-圖在第 1 學期完成，五種量表的前測於第 1 學期的開學第 3 週完成；後測於第 2 學期結束前 3 週(2007/06/08)完成。使用 V-圖的意見表亦於第 2 學期結束前 3 週完成資料搜集。

#### （五）研究工具的發展與效化

研究者為評測研究對象，除了科學知識外的五種科學素養，分別發展了五分量表，每一種量表各為 30 題。其效度採取專家效度，專家來自醫學大學擔任基礎科學（普通生物學、化學與物理學）的教授 6 人；2 位為科學教育學者，共計 8 位專家審查量表的效度。信度則採折半信度，分述如下：

1. 醫學院學生的科學本質量表，其信度為：0.703
2. 醫學院學生的科學過程能力量表，其信度為：0.811
3. 醫學院學生的科學態度量表，其信度為：0.713
4. 醫學院學生的科學應用的本質量表，其信度為：0.776
5. 醫學院學生的科學思考智能量表，其信度為：0.697

除上述五種量表來搜集資料外，研究者也設計了「應用認知 V-圖於學習普通生物學的意見表」，來搜集學生對使用 V-圖於學習普通生物學在學習成效上的意見及建議。同時，對特殊的研究對象(回應量表的不一致或矛盾)進行晤談，俾能蒐集對象學生的深層的想法，再行分析比對。

#### (六) 資料分析

雖然對於研究對象進行五種量表的評測(進行前、後測)，但由於本研究只有少數的研究對象，因此不作量的統計分析，只對個別對象作質的分析及比較。

### 四、結果與討論

根據研究對象學生回應的結果分析綜合如下：

#### (一) 醫學生的科學本質觀

根據 7 位醫學系一年級學生回應的結果綜合如下：

1. 科學是科學家所創造出來的成員
2. 科學通常是具有重複性(repeatability)
3. 科學知識是暫時性的
4. 科學家引用科學理論來解釋自然現象，也就是不會引用超自然力(supernatural)來解釋自然現象。
5. 科學上的觀察和科學的學說是相關連的。
6. 科學知識是驗證所得到的；但有學生不認為科學理論不是由驗證而得到的。這種不一致的現象，有待再進一步晤談才能真正發掘學生的真正想法。
7. 科學的理論可以預測可能發生的自然現象。
8. 科學是一種複雜的社會活動，也同意科學受社會因素的影響。
9. 科學(理論)的進步，不可以解決問題的多少來決定。這種想法和 Laudan 的思想不合(陳衛平譯，1992)。
10. 科學的發展，科學家的想像力扮演重要角色。
11. 解釋要有實際的數據，才能算科學。
12. 科學是不訴之於權威，但要應用邏輯推理。
13. 科學理論會因異例的出現而被放棄。這種想法和 Popper 的否證論(falsificationism)有點相近。(Popper, 2000)。

#### (二) 醫學生的思考智能本質

此一量表，是針對醫學系的一年級的學生，於學習科學的情境下，對科學思考的看法。以下是 7 位醫學系一年級學生的回應結果的分析：

1. 會利用類似此推理方式，來推測可能發生的自然現象與事件。
2. 認為有自己的想法，會增加學習的成效，但很少採取實際行動。
3. 會質疑他人(課本、老師與同學)的資訊的合理性。
4. 在不違背科學之下，樂於自己思考不同的解決方案，來解決學習上的困難問題。

但有 2 位學生持負向的想法。

5. 對教師的授課內容，比較不會提出和教師不同的說法。但於討論時，對他人發言會提出不同的看法。
6. 會進行歸納推理，藉以得到合理的通則(generalization)。同時，也會進行演繹推理，於解決科學的問題。
7. 科學實驗時，會自問「怎麼會這樣？」的問題，並試著解答它。並且於實驗進行不順利時，會思考有否可替代的操作方法。
8. 科學實驗順利得到結果時，則有 1 位學會對過程及方法提出批判的意見。
9. 對於理論的轉換，會思考其關鍵性的因素。但對可以獨立思考解決科學問題的自信心不是。
10. 認同開放書(open book)的考試方式，有助於培養學生的科學思考智能。
11. 於科學實驗時，看出研究問題和操作方法的關連性。並會根據實驗數據，研判解讀後，提出合理的知識主張(knowledge claims)。
12. 問讀他人報告時，會檢驗其邏輯的一致性，並判斷其解釋是否合理。
13. 於科學學習所學得的科學思考智能，都認為會遷移到日常生活的問題上。

### (三) 醫學生的科學過程能力

醫學院學生的科學過程量表，是醫學生對科學過程(scientific processes)的看法。以下就是 7 位醫學系一年級學生回應的結果綜合如下：

1. 科學研究受到個人經驗的影響，但有學生不認為科學的假說是科學家根據舊經驗的臆想而來；但同時，都同意「假說」是對觀察法的解釋，它是提出者的臆測或預感而來的。兩種思維之間的不一致想法，則將會晤談該生深入探索其真正的相法。
2. 對於科學研究的實驗設計，及所謂的「控制組」之意義，都能理解。
3. 同意科學模型，例如：DNA 的雙螺旋模型，是科學家創造來了解 DNA 結構，也認為 DNA 模型是可以變更的。但有 4 位學生，認為 DNA 不能解釋細胞內所有的活動。換言之，科學模型不能完全解釋科學現象，因為科學模型不等同於自然事物的真正實像。
4. 都同意對事物「歸類」，對組織觀察結果很有幫助。但有 3 位學生認為「事物的分類方法」是自然事物所固有的而不是人為的。
5. 有 2 位學生對「演繹推理」的意義不清楚。但相信自然界所有的現象，都有其原因。
6. 都同意，同樣科學問題有多種解決的方法。
7. 科學的結論應以事實為基礎，個人的看法(觀點)不能滲透於科學結論。但有 2 位學生不同意此一命題。
8. 有一位學生不同意「所有的生命都是細胞組成的」，是歸納推理所得到的學說。為什麼有這種想法，則有待深入晤談來探究之。
9. 都同意，傾聽別人的報告與清楚地表達自己的觀點，以及利用圖表、方程式與數學式來表達研究結果，都是所謂的「科學方法」。
10. 對定量與定性觀察的精確度，都不清楚何者來得大，只有一位學生是持肯定的想法。

### (四) 醫學生的科學態度

所謂科學態度，是指科學家在從事科學研究時，所應保持的態度，以及對科學家的意象。以下就是根據 7 位醫學系一年級學生的回應結果，分析綜合如下：



1. 都不同意，細心觀察一定可以得到所要觀察的事實。
2. 科學家在做科學研究時，應改變科學學說的情況如下：不能解釋自然現象與有新的觀察發現時；不應改變科學學說的情況則為不斷有數據的支持與某幾次數據不符時。同時，不同意「時常改變學說，以回應快速變化的世界」。但也有 1-2 位學生不同意上述的主張。
3. 當科學家遇到，觀察結果和他/她所相信的學說不符時，所採取的作法，學生的反應如下：
  - (1) 不同意調整觀察法以符合學說，但有 1 位同意。
  - (2) 同意仍然要保持原有學說，但有 2 位學生不同意。
  - (3) 改變學說俾能解釋觀察的現象，但有 1 位學生不同意。
  - (4) 拋棄學說，自行發展新學說以解釋這些現象，但有 2 位學生不同意此一想法。
4. 對一篇假設的研究期刊論文，且此一論文的内容和當下的科學事實不符，另一位科學家看了此一報告可能採取的作法，受測學生的回應如下：
  - (1) 假使作者是一位聲譽卓著的科學家，則會相信有 5 位學生，不會的有 1 位，1 位不知道。此一結果和科學本質量表的「科學是不訴諸權威」有矛盾。為何如此？則將深入晤談來探究學生的想法。
  - (2) 依論文所敘述的方法，做實驗以驗證論文的說法是錯誤的。
  - (3) 不貿然排斥或相信，持保留的態度，以待更多研究結果，清楚地釐清此說法，才會下個人最後的決定。但也有 1 位學生不同意此一想法。
5. 當科學家在兩種學說，必須選擇其一時，他/她選擇的判準(criteria)，則有：
  - (1) 當代多數科學家認為對那一種有 5 位學生，有 2 位不同意。
  - (2) 都同意，基於許多觀察才提出者。
  - (3) 都同意能圓滿解釋所觀察的自然現象者。
  - (4) 具有較大實用價值者有 5 位學生同意，有 2 位不同意。
  - (5) 能預測更多自然現象者，有 5 位學生同意，有 2 位不同意。
  - (6) 能讓自己申請到更多研究經費者，有 4 位學生同意，有 3 位學生不同意。
6. 對一位科學家顯示其虛心的描述，受測學生的反應如下：
  - (1) 同意願意和同行的科學家，討論他/她的想法。
  - (2) 同意仔細評鑑和自己的學說不符的想法。
  - (3) 同意其他科學家的想法，有 5 位學生同意，2 位不同意。
  - (4) 要求其他同行科學家，提出證據以支持他們的立論，有 4 位學生同意，1 位不同意，2 位學生表示「不知道」。
7. 對科學家的描述，受測學生的反應如下：
  - (1) 同意，科學避免根據有限的數據做出通則的宣言(statement)，但有 1 位學生不同意，1 位學生不知道。
  - (2) 都同意科學家謹慎報導他們的觀察結果。
  - (3) 都同意科學家會大量搜集數據，以揭示自然界的規律性。
  - (4) 科學家會忽視與他們學說不相符合的觀察，不同意的有 3 位學生，1 位不知道，3 位則同意。

8. 於實驗時，結果和預期不符時，會照實標告結果的受測學生有 5 位，1 位則持相反的主張。
9. 5 位學生認為科學界造假的行為是蠻普遍的，不同意有 2 位學生。

(五) 醫學生的科學應用本質

所謂科學應用，是指應用科學知識、方法於問題的解決上。這裡的問題是指生活上、學習上，以及和科學相關的社會議題上的問題。底下就是根據 7 位醫學系一年級學生對量表回應結果的分析與綜合：

1. 只要生活上的需要，任何科技都可以拿來用，同意的受訪學生只有 1 人，其他學生皆持相反的主張。
2. 受測學生都同意，會應用科學知識保持自我身體健康與作息。
3. 受測學生都同意，科學在日常生活上是很有應用的價值。同時，日常生活上的許多事物和科學息息相關，也覺得自己的日常生活，一天都離不開科學。
4. 沒有科學人類便不能延續地生存下去，此一命題只有 1 位受訪學生反對。但有 2 位受訪的學生，同意科學的發展對國家社會的發展只有好處。兩者間似乎有矛盾之處。
5. 全部受測學生，同意自己會應科學原理於日常生活器具的使用上。但是只有 3 位會應用科學知識，做自我調適以消弭壓力。
6. 對 GMO 的看法，受測學生的反應如下：
  - (1) 即使 GMO 通過安全評估，受測學生仍然認為，GMO 有可能危害人體健康。
  - (2) 進行 GMO 研究，是違背演化論的天擇理論的受測學生有 4 位同意此一說法，2 位不知道，1 位不同意。
  - (3) 認為改變物種 DNA，是不合生物倫理的受測學生有 2 位，4 位不知道，1 位不同意。
  - (4) 認為 GMO 將危害地球生物多樣穩定的受測學生有 3 位，2 位不知道，2 位學生不同意此一說法。
  - (5) 居於個人健康理由，不會食用 GMO 所製成的食物，有 2 位學生同意，其他學生沒有意見。
7. 對胚胎幹細胞(embryonic stem cells, 簡稱 ESC)的研究與應用，受測學生的應法如下：
  - (1) 科學家研究 ESC，是發展醫療科技所必須，受測學生只有 2 位同意，3 位不同意，2 位沒意見。
  - (2) ESC 研究與應是合於醫學倫規範，7 位受測學生都同意此一說法。認為 ESC 應立法加以規範的學生有 4 位，沒意見有 2 位。顯示兩者之間有不相符，將以晤談來探究其想法。
  - (3) 非 ESC 的幹細胞來源，任何研究及應用都應該被接受。同意此一主張的學生有 4 位，3 位沒意見
  - (4) 當不做 ESC 治療，就會危及生命時，就該做 ESC 應用治療。同意此一主張的學生有 5 位，2 位沒有意見。
8. 有關「實驗」的主張，受測學生的反應結果如下：

- (1) 實驗可以推測可能發生的自然現象，同意者有 6 位學生，1 位沒意見。
  - (2) 當實驗操作時，能應用科學知識引導自己的操作，全部受測學生同意此主張
  - (3) 只有 2 位受測學生，同意自信能規劃與組織完善的實驗探究活動。
9. 應用學科知識於科學家的學習上，受測學生的反應及看法如下：
- (1) 能應用現有的科學知識，自己解決科學上的問題，是可以認同的認知策略，同意此一主張的受測學生有 6 位，1 位沒有意見
  - (2) 在科學學習時，會應用相關學門的科學知識，來解決問題，全部的受測學生同意此一說法。
  - (3) 習同一門學科課程，會應用已學習過的科學知識，來思考解決問題，同意此一說話的受測學生有 6 位，1 位學生沒意見。
10. 應用科學家知識等於日常生活上，受測學生的反應結果如下：
- (1) 能應用科學過程與方法，把日常生活安排得條理化，同意此一說法的學生有 6 位，不同意的有 1 位。
  - (2) 會應科學知識於解決個性議題上，同意的學生 5 位，不同意者有 2 位。
  - (3) 遇到科學有關的社會議題時，不會作出偏離科學知識的認知或判斷，同意者有 5 位學生，3 位學生沒有意見。
11. 在進行科學實驗時，能應用科學過程的知識，來辨別自變項及因變項，同意此一說法的學生有 5 位，不同意者有 2 位。

(六)學生對應用認知 V-圖於學習普通生物學的反應意見  
根據學生的回應的意見分析綜合如下：

表一：學生對應用認知 V 圖於學習普通生物學的反應

	人數	理由(或意見)
幫助精熟地了解生物學概、原理與學說	是 7 不確定 0 否 0	可以把相關的知識和概念聯貫起來，建立起比較統整的概念知識。
增加把實驗與理論統整起來的能力	是 6 不一定 0 否 1	認知 V-圖能幫助學習者，有系統地把理論應用實驗結果的解釋。 回答不能者的理由是：都是食譜式的，不會用到認知 V-圖。
增加對科學本質了解	是 4 不確定 3 否 0	認知 V-圖可以把科學分成概念領域，方法領域與事件及物件的操作，更能顯示科學的多度的特質。 回答不確定的理由是：不確定什麼叫做科學本質。
增加科學思考智能的水平	是 6 不確定 0 否 1	認知 V-圖的製作，都需要學習生自己去進行解釋、推論等，進而得知知識及價值主張。 回答不能者的理由：製作認知 V-圖和科學思考沒有關係。
增加科學過程能力	是 5 不確定 1 否 1	認知 V-圖的製作，需進行數據的轉換，圖表的應用，解釋與推論等，因此可以增進科學過程能力。 回答不確定者的理由：不知什麼叫作科學過程。 回答不能者的理由：認知 V-圖的製作，只是機械的操作。
增加對科學態度的了解	是 6 不確定 0 否 1	認知 V-圖讓我認真地學習科學，知道與客觀地轉換數據及解釋數據。 回答不能者的理由：不能單製作 V-圖就能了解科學態度。
增加對科學應用本質的了解	是 5 不確定 2	製作 V-圖時，要建立自己的價值主張，就涉及科學應用的看法。 回答不確定者的理由：對科學應用本質的內涵不甚了解。
有助於教育醫學生成為醫師科學家	是 6 不確定 1	認知 V-圖的製作，需要統整、連結、思考、推理等認知能力。認知 V-圖就類似 PBL。 回答不確定者的理由：有些實驗對未來的發展沒有助益。
對認知 V-圖應用於科學學習的其他意見		可以加以推廣到其他科學的學習。 是好的科學學習的方法。 可以應用於更多的科學才更有效。 要長期做，效果才顯著。 應成為醫學生實驗課程的基本教學模式之一。 可以和 PBL 結合，應用於其他的學科教學。

## 五、結論與建議

### (一) 結論

1. 根據五項量表的學生回應分析，他/她們對科學本質、科學過程、科學態度、科學思考智能與科學應用本質的認知，都是正向的。但也有部份的異例式(anomaly)的想法，但並嚴重。
2. 學生對於應用認知 V-圖於生物學學習的看法，他/她認為：可以增進對生物學概念的精熟地了解、實驗與理論統整起來的能力、對科學本質的了解、科學思考智能的水平、科學過程能力、對科學態度的了解、對科學應用本質的了解、以及有助益於培養醫學生成為醫學科學家。
3. 學生認為：可加以推廣應用於其他科學科目的學習，成為教學模式之一。同時，也可以和 PBL 結合應用於醫學生的教育歷程的大部分學科。

### (二) 建議

1. 認知 V-圖應可以應用於醫學生的基礎科學，例如：普通生物學、普通化學與普通物理學，因為不必增加設備及人力情形下，可以增加學生建構多元科學素養的學習效能。同時，高中科學課程內容（三類組）和大一的普通生物學、化學與物理學相差無幾，而且都安排有實驗課程，因而學生應可精準底掌握認知 V-圖的科學知識。
2. 要辦理科學教師的研習會，培養基礎科學教師應用認知 V-圖於科學教學的素養，才能具有指導學生應用認知 V-圖於學習科學的智能。

## 六、參考文獻

1. 陳定信(2006)：瀕臨絕種的動物？談醫師科學家。科學人，4月號，No.50，17。
2. 陳衛平譯(1992)，(Larry Laudan 原著)：進步與問題(*Progress and its problems*)。台北市：桂冠。
3. 黃達三(2004)：認知 V-圖再科學實驗教學上的應用。地方教育輔導文叢，2，25-46。
4. Chalmers, A. F. (1981). *What is this thing called science?* New York: University of Queensland Press.
5. Chen, H. H. (1980). *Relevance of Gowin's structure of knowledge and Ausubel's learning theory for a method of improving physics laboratory instructions*. Unpublished MS thesis, Cornell University.
6. Gowin, C. (1981). *Educating*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
7. Krajcik, J., Czerniak, C. & Berger, C. (1999). Teaching children science: A project-based science. *Elementary School Journal*, 97, 341-358.
8. Laudan, L. *Progress and its problems*. 陳衛平譯(1992)：科學的進步與問題。台北市：桂冠。
9. Mayr, E. (1996). *This is biology: The science of the living world*. 涂可欣譯(1999). 看！這就是生物學。台北市：天下文化。
10. Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1999). Assessing science understanding: The epistemological Vee diagram. In Joel J. Mintzes, James H. Wandersee, & Joseph D.

Novak (eds), *Assessing science understanding: A human constructivist view*. New York: Academic press.

11. Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
12. Popper, K.R. (2000). Science: Conjectures and refutation. In Theodore Schick, Jr. (Ed.), *Readings in the philosophy of science*. Pp.9-13.
13. Toulmin, S. (1972). *Human understanding, Vol.1: The collective use and evolution of concepts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.