

學生所學到的概念

正是您所要教的？

黃台珠 譯

國立臺灣師範大學科學教育中心

前 言

你知道你所教的概念未必是學生所學得的嗎？你知道它的原因嗎？你想知道如何改進你的教學嗎？美國普渡大學化學系及科學教育系教授海瑞恩博士（Dr. J. Dudley Herron）曾設計過一個很簡單有趣的教學活動證明此點，並提出一些概念教學上的建議，本人特別介紹海瑞恩博士的研究，相信讀完此篇文章能使你對於概念的教學有更深的體認。

雖然身為一個教師，我們却不一定知道當我們用不同的方法教授概念時，會對學生的學習發生不同的影響，同時也會影響學習的成果。為了說明此點，我特別邀請您一塊來學一個新概念。

下面的設計是一段練習，希望透過它們幫助您學得“mib”的概念。在作此練習之先，請先準備一張紙或是一支尺遮住虛線以下的部分，當您回答完一題後，再將尺移至下一題之虛線處，一直到做完此26個練習。

在每一個練習中，你會看見一個圖形，並請您考慮它是否為一個“mib”。經過幾個题目的練習之後，你會開始對什麼是“mib”有一個假設，接下來的練習你會用以驗證你所設立的假設是否正確，慢慢地你會發現那些特性是mib有的，那些特性是mib沒有的，最後，你終於對mib有一明確的概念。

你是不是預備好了紙或尺？若是，你可以開始了！

練習 1



這是一個 mib 。

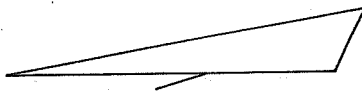


這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 2

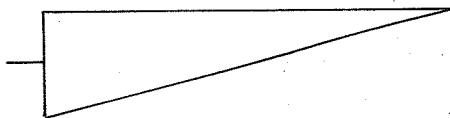
練習 1 的第二圖

不是一個 mib 。



這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 3



練習 2 不是一個 mib 。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

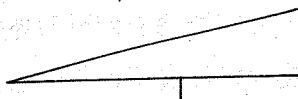
練習 4



練習 3 是一個 mib 。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

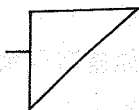
練習 5



練習 4 是一個 mib 。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

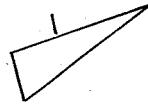
練習 6



練習 5 不是一個 mib 。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 7



練習 6 是一個 mib。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 8



練習 7 不是一個 mib。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

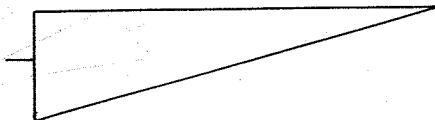
練習 9



練習 8 不是一個 mib。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 10



練習 9 不是一個 mib。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

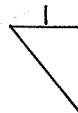
練習 11



練習 10 是一個 mib。

這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

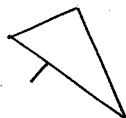
練習 12



練習 11 是一個 mib。

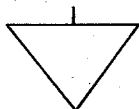
這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 13



練習 12 是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 14



練習 13 不是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 15



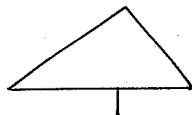
練習 14 不是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 16



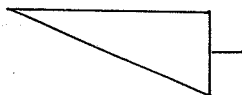
練習 15 是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 17



練習 16 不是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 18



練習 17 不是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 19



練習 18 是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

.....

練習 20



練習 19 不是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

.....

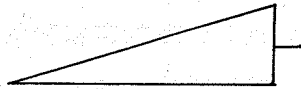
練習 21



練習 20 是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

.....

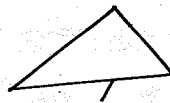
練習 22



練習 21 不是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

.....

練習 23



練習 22 是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

.....

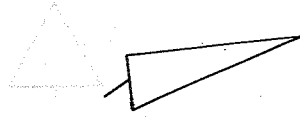
練習 24



練習 23 不是一個 mib 。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

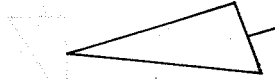
.....

練習 25



練習 24 不是一個 mib。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 26



練習 25 不是一個 mib。 這是一個 mib 嗎？ 是的____，不是的____。

練習 26 是一個 mib。

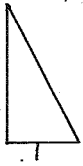
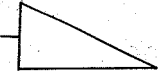
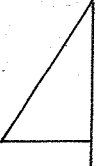
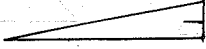
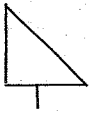
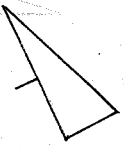
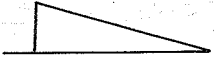
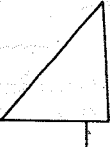
現在你已學到什麼是 mib，在你繼續讀下面文章之前，請先拿出一張紙，寫下你對 mib 所下的定義。

你剛才所做的練習，和普渡大學一組程度較差的新生所做的練習一樣（除了定義部分）。另外一組學生則先告訴他們 mib 的定義和舉一個例子，再指導他們畫 26 個 mib 的圖形，而第三組的學生也先給他們相同的定義，然後給他們一張印有剛才 26 個練習類似的題目，要他們圈出屬於 mib 的圖形。這後面兩組所給的 mib 的定義為：「一個 mib 是一個直角三角形的圖形，而在其最短邊有一垂直線段。」這個定義是當我作完您剛才所做的 26 個練習題時所下的定義，這也是許多其他的老師及學生做完上述 26 個練習時所下的定義，也許你可以拿此定義和您所下的定義做一比較。

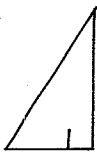
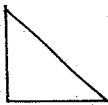
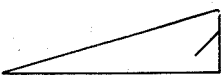
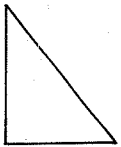
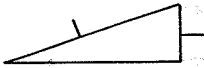
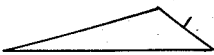
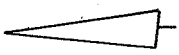
在學生上過 mib 的課程之後兩天，發給學生一分有 20 個圖形的考卷，要他們判定各圖形是否為 mib。表一為此考卷上的 20 個圖形，以及各組學生判定其為 mib 的百分比率， χ^2 值（Chi square）代表三組學生所做判定之差異程度。在此表中，A 組代表那些先告訴他們定義再用一個例子說明的學生；B 組代表那些先告訴他們定義再讓他們去圈畫 26 個練習圖的學生；而 C 組代表那些做此 26 個練習題的學生。

由表一的結果可知這三組學生並未學得相同的概念，比方說，有一半左右的先告訴他們定義的學生（A 及 B 組）認為第 3 題應該是 mib，而只有不到 10% 的做練習題的學生（C 組）認為此圖為 mib。相似的結果亦可在第 7 題和第 9 題中發現。這種結果是可

表一 不同組的學生其判定各圖形為 mib 的比例

組別	判定是 mib 的比例	試題	組別	判定是 mib 的比例	試題
A	.95	(1) 	A	.24	(6) 
B	.89		B	.30	
C	.98		C	.11	
	$x^2 = 3.25$			$x^2 = 4.93$	
A	.73	(2) 	A	.27	(7) 
B	.56		B	.43	
C	.79		C	.11	
	$x^2 = 6.07^*$			$x^2 = 11.7^{**}$	
A	.47	(3) 	A	.33	(8) 
B	.56		B	.56	
C	.09		C	.61	
	$x^2 = 23.8^{**}$			$x^2 = 8.05^*$	
A	.04	(4) 	A	.29	(9) 
B	.17		B	.43	
C	.14		C	.11	
	$x^2 = 3.85$			$x^2 = 11.5^{**}$	
A	.02	(5) 	A	.44	(10) 
B	.15		B	.52	
C	.18		C	.52	
	$x^2 = 6.18^*$			$x^2 = 0.726$	

表一(續)

組別	判定是mib的比例	試題	組別	判定是mib的比例	試題
A .24 B .24 C .04 $x^2 = 7.82^*$		(11) 	A .00 B .00 C .04 $x^2 = 4.20$		(16) 
A .42 B .72 C .09 $x^2 = 36.4^{**}$		(12) 	A .02 B .09 C .04 $x^2 = 1.99$		(17) 
A .04 B .24 C .11 $x^2 = 7.68^*$		(13) 	A .00 B .06 C .07 $x^2 = 3.14$		(18) 
A .06 B .13 C .04 $x^2 = 2.37$		(14) 	A .24 B .22 C .11 $x^2 = 2.72$		(19) 
A .18 B .19 C .23 $x^2 = 0.349$		(15) 	A .93 B .78 C .95 $x^2 = 8.08^*$		(20) 

*三組差異達0.05顯著水準

**三組差異達0.01顯著水準

以解釋的，因為A、B組學生所給的mib之定義應包括此類圖形；而C組的學生其練習卷中却無此類的例子。

也許你會說，“這有什麼值得大驚小怪，因為你所教的，不能使學生完全明瞭mib。”你說的完全正確，這正是本篇的重點：如果一個mib“正確的”定義包括表一中的第3和第7圖，那麼這些例子在教學中應提供給學生，以助其區別和形成此mib的概念。相反地，若此類圖形不是mib，那麼你所給學生的mib之定義不完全，且會引起誤會。

為了進一步說明只利用定義來教授概念時所發生的限制，我們可以比較A、B二組第1、2圖的反應，由所給的定義，二者均為mib，但是選1為mib的人數為選2為mib的人數的兩倍，這是為什麼呢？這個差異主要是由於所給予的範例對學生學習的影響所致。雖然依據定義，圖3應為mib，但是所給的例範却都與第1圖類似。簡言之，教師所給的例範，會影響學生概念的學習。

此外，在此做的另一點報告是與學生做完考卷時，所要求寫的定義有關。正如所料，所有A、B組的學生均能照寫出老師所給的定義；而C組的學生，並未事先給予mib之定義，其所寫出的定義，變化較大，但大致上仍與A、B組相似。讀了學生所寫的定義，再用他所寫下的定義對照他對此20圖所寫的答案，以判斷其所下的定義是否與他所做的反應一致。結果發現有20~25%的學生對20個圖形的反應與他所寫下的定義不一致，即學生所寫下的定義與他實際上所用的不一致，這是否很奇怪呢？你們當中多少人所寫的定義正如你做完26個練習圖中腦中所想的？至少我知道我的即不同。好的老師一定知道（雖然他們實際的行為表現出他們並不知道）要求學生能寫下一個概念的定義，並不能代表學生已了解此概念，除非有機會讓學生去用此概念，否則他很難發現他對此概念的了解不完全或者錯誤的。除非我們能用各種例子去說明概念所有的重要特性，否則學生無法瞭解此定義所引申的意義。除非我們在教授概念時所選用的例子包括此概念的各種重要特性，否則我們會使得此概念的涵義太空泛或太狹義。所以我們在概念的教學上應該很謹慎，否則我們所教的並非學生所學的。

後 記

本篇文章可以當作本人於第66期科學教育月刊所發表之「概念的研究及其意義」一文之補充，在概念的教學過程中，由典型的事例中幫助學生概念化（即歸納其共通特

性)，以及將此概念應用於新的事例上幫助學生去分析了解此概念的特性，是概念學習的必要途徑，特別是說明概念各重要特性的事例之選用，是概念學習的成敗關鍵，相信由本文中你對於概念的教學又會有深一層地體認。

參考文獻

1. Herron, J. Dudley, et al. "Concept Formation as a Function of Instructional Procedure." Paper presented at the 48th Annual Convention of the National Association for Research in Science Teaching, Los Angeles, California. March, 1975.
2. Englemann, Siegfried. *Concept Learning*. San Raphael, California: Dimensions Publishing Co., 1969.
3. Gagne, Robert M. *The Conditions of Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1965.
4. Gagne, Robert M. "The Learning of Principles" in Herbert Klausmeier and Chester Harris (eds.) *Analysis of Concept Learning*. New York: Academic Press, 1966.
5. Gilbert, Thomas F. "Mathematics: The Technology of Education" *Journal of Mathematics*, Vol. 1, No. 1., 1962.
6. Klausmeier, Herbert. *Conceptual Learning and Development: A Cognitive View*. New York: Academic Press, 1974.
7. Markle, Susan M. and Tiemann, Philip W. *Really Understanding Concepts*. Chicago: Tiemann Associates, Inc., 1969.
8. Markle, Susan M. and Tiemann, Philip W. "'Behavioral' Analysis of Cognitive Content." Paper presented at the Conference on Teaching Chemistry to Underprepared Students, University of Illinois, Chicago Circle Campus, September 10-12, 1970.
9. Mechner, Francis. "Behavioral Analysis and Instructional Sequencing" in P. Large (ed.) *Programmed Instruction*. Sixty-Sixth Yearbook of the National Society for the Study of Education, Part II. Chicago: University

of Chicago Press, 1967.

10. Romberg, Thomas A., Steitz, Jean, and Frayer, Dorothy A. "Selection and Analysis of Mathematics Concepts for Inclusion in Tests of Concept Attainment." Working Paper No. 55, Wisconsin Research and Development Center for Cognitive Learning, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, November, 1971.
11. 黃台珠, "概念的研究及其意義", 科學教育月刊, 第 66 期, 中華民國七十三年元月。

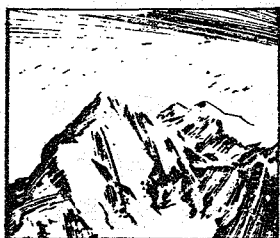
新冰河時代

取材自：Frontiers of Science 3：

Introduction to Earth Sciences

由於人類對環境干擾的影響，給大自然直接造成了污染、侵蝕和破壞。

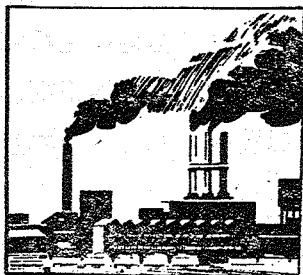
這種情形已影響到氣候與人類生活，固不待言。而科學家們憂慮的是，如此長期的氣候連續變化，可能發生更為驚人的後果。



地球上最後的大冰河時期，約在紀元前的 17000 年前，當時地球的 $\frac{1}{4}$ 為冰河所覆蔽（約近於現在的九倍）。

其後漸次氣溫上昇，冰河融化而退後，但由於冰河的融解，海面也累積到昇高了 100 公尺以上。

氣候變化的原因，一方面雖然是由於太陽放射的變化，乃使冰河發生前進或後退的情況。另一新因素，主要還是要歸咎於人類對大氣的干擾。



人類的產業活動，不斷向大氣中放出碳酸氣體，使地球轉暖。

碳酸氣可讓短波長的太陽放射通過，但却吸收了溢散的長波的熱放射。結果使地球發生“溫室效果”。

相反的有如噴射機排放的瓦斯相似，上層大氣中的固體污染物質，也削減了射進的放射能。

因此種種原因，使自然界加速了冷卻。預想到 1980 年代中頁，或將開始一個新的冰河時代。

編輯室