

皮亞傑理論 在課堂上 之一實例

杜鴻模

國立高雄師範學院物理系

一、皮亞傑理論

依皮亞傑的認知發展理論，才智發展的基本原理與生物發展的基本原理是相似的。生物的行爲是對其自然環境（Physical environment）的組織（Organization）與適應（Adaptation），而才智的行爲是對感觀環境（Perceived environment）的組織與適應。要了解才智的組織與適應過程需要四個基本概念，即基模（Schema）、同化（Assimilation）、協調（Accommodation）及平衡（Equilibrium）。依此四個概念可以用來解釋如何（How）及爲何（Why）產生認知的發展。

皮亞傑深信在每個人的頭腦裏有許多的認知結構（Cognitive structure）如同人的身體上有許多的器官結構一樣。人是用器官去適應及組織環境。同樣地，在心智上是用認知結構去適應及組織環境。此認知結構即是所謂的基模（Schemata）。基模亦可看成概念（Concept），或用檔案庫來代表，每一張檔案卡即是代表一

個特定的基模。而基模是由所觀察的事件中將共同的特性集合而成的一種認知結構。當人遇到一新事件時，便會嘗試在已有的認知結構中找一基模使能存放此事件。在任何時刻，每個人對一事件的反應即代表著當時內在認知結構的本質。

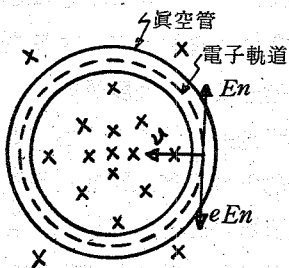
基模是會改變的。成人的基模是由兒童時的基模藉著適應及組織發展而成的。至於促使基模改變的原因是歸諸於同化及協調等二個過程。同化是將新的事件累積入已有的基模之中。然而，許多時候新事件的所有特性在已有的基模中找不到完全相同的。此時可能有二種情況發生，一是產生新的基模使可存放該事件。另一是修改原有的基模，使新的事件亦可適合。此二種情況的發生即所謂的協調。當協調達成之後便能同化該事件。故同化是使新事件適合已有的結構，那是量的擴充。而協調是使原有的基模改變以適合於新事件，此是質的改變。此二個過程即說明了認知的適應及結構的發展。

同化與協調發生的相對量是很重要的。因如果只同化事件而不協調，則此認知結構只有少數的大基模，此認知結構不能察覺到事件間的不同所在。反過來，如果只協調而不同化，則其認知結構是許許多多的小基模。它們的共同性很少，故不能察覺到事件間的相似性所在。故二者必須要適當的平衡。認知正在發展的兒童要與週遭的環境產生有效率的交互作用，則此平衡是必須的。當不能同化事件或發現內在組織產生矛盾時，會促使人尋找新的平衡。當協調成功了，則又恢復平衡。皮亞傑認知理論的中心是認知能力的狀態，而此同化與協調間之關係的改變即產生認知能力的改變。

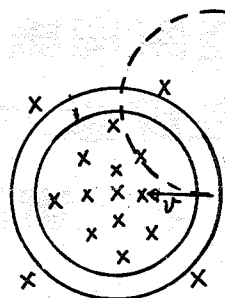
二、實 例

在課堂上給一組學生一項任務，要他們四個

人討論西爾斯 (Sears等) 所合著大學物理學的 § 33-7, 討論完後在班上報告有關貝他加速器的構造及加速原理。一個星期之後, 請該組的李同學上講台報告。



圖一：X 表磁場方向是進入紙面且隨時間而增加



圖二：虛線表示電子運動的軌跡

李同學說：「貝他加速器的原理可由上圖一說明。電子用速度 v 射進真空管, 因受到一非靜電場 E_n 的作用, 使得電子受力而產生加速運動。」當時立刻打斷他的話。

問：「這個 E_n 能使電子的速率增加嗎？」

回答：「在加速器裏當然可以, 其加速度 $a = \frac{eE_n}{m}$, 故電子的運動速度就變成 v_r , 然後在真空管內做圓周運動。」

另問同組的鄒同學：「這個 E_n 是怎麼來的？為什麼是這個方向？」

回答：「這是由於右手定則 $\vec{v} \times \vec{B} = \vec{E}_n$, 故知 $\vec{E}_n$ 是向上。」

再問：「這是 $\vec{v} \times \vec{B}$ 的 $\vec{E}_n$ 是不是使電子加速的 $\vec{E}_n$ ？」

回答：「是。」

又問林同學：「電子用圖一所示的方向進入真空管內, 受到 E_n 的力, 其運動軌跡是什麼樣子？」

回答：「就如圖上虛線所示的。」

又問呂同學：「如果把真空管拿掉, 電子進入一均勻磁場中, 則其運動軌跡應如何？」呂同學想了一下

回答：「應如圖二虛線所示。」

再問：「課本上說貝他加速器中, 使電子產生加速的非靜電場是如何產生的？」在台上的李同學

回答：「由磁通量變化所產生的, 其大小

$$E_n = \frac{1}{2\pi r} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}。」$$

再問：「 E_n 的方向呢？」

回答：「如圖一所指的方向。」

再問：「電子若照圖一所示的方向進入真空管, 能維持在管內連續加速嗎？會不會碰壁？」

這時李同學發現答不下去了, 只好說不知道, 下台一鞠躬, 等待繼續的討論。

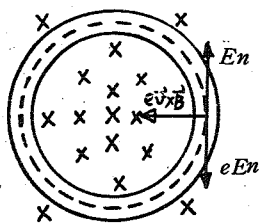
三、皮亞傑理論的解釋

在這一堂課的活動中顯示出一個有趣的問題。學生在學習「非靜電場」這個概念時所呈現的迷惑可嘗試用皮亞傑理論做解釋。依皮亞傑的理論, 學生對非靜電場原有的基模是電路中電池內部由化學能所產生的非靜電場。當學到磁學時, 再出現一個非靜電場, 是因電荷在磁場中運動所產生的。其方向遵照右手定則 $\vec{E}_n = \vec{v} \times \vec{B}$ 。此時學生想把運動電荷所受的 E_n 同化到非靜電場的基模內, 然而, 卻發現此非靜電場的來源與原

有的基模不一樣，其適用的領域也不同，故無法同化。此時即產生協調，再建立一個非靜電場的基模，是有關於磁學方面的。而原有的非靜電場是有關電學方面的。如此，二個非靜電場是可區別的。當再一次遇到有關非靜電場的事件，便立刻用這二個新的基模來處理。若是電學問題便同化入電池的非靜電場，若是磁學問題則同化入

$\vec{E}n = \vec{v} \times \vec{B}$ 的非靜電場，二者不會混淆。當課本上又出現一由磁通量變化所產生的感應電場且亦稱為非靜電場時，學生的反應是想把這個非靜電場同化入已有的非靜電場基模內。而此非靜電場是與磁通量變化有關，是屬於磁學問題，然而，其使用的公式卻不一樣，故又無法同化入磁學的非靜電場基模。此時協調作用再次產生，擴充了磁學的非靜電場，它可以是 $\vec{v} \times \vec{B}$ ，亦可以是

$\frac{1}{2\pi r} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。亦即將運動電荷在磁場內所受的非靜電力與磁通量變化所產生的非靜電力看成一樣。因此李同學一開始便把加速器裏使電子加速的非靜電場用電荷運動所產生的非靜電場來解釋。把課本上原來的圖（如圖三）中，向心力 $e\vec{v} \times \vec{B}$



圖三：虛線表示電子運動的軌跡

誤認為是電子入射的方向，把由磁通量變化所生的非靜電場 En 看成是由 $\vec{v} \times \vec{B}$ 而得的，且由右手定則正好符合，因此他們都認定推理無誤。

。至於 $En = \frac{1}{2\pi r} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，則把它看成是計算電子加速時所用的公式。對於電子若是如圖一的方向

射入真空管，能否在真空管內產生圓周運動，學生也許是思考不週，被已劃好的虛線所騙。當學生被問了之後發現電子方向若如圖一所示不能在真空管內做圓周運動時，則他們所有的解釋呈現一片混亂。即此時學生產生了不平衡狀態。換句話說貝他加速器中，由磁通量變化所產生的非靜電場已無法被同化入原有磁學的非靜電場的基模中。其原先對此事件的同化與協調關係必須修正。在此狀態，學生的自我協調必須發揮功能，期望能再次恢復平衡。若自我協調成功了，則平衡狀態恢復，此時他能一般化非靜電場，又能區分其間的不同。

當再問學生：「若要電子在真空管內做圓周運動，電子需要以何方向進入真空管？」

回答：「沿著圓形真空管的切線方向。」

再問：「如此的話，磁場對此運動電荷所產生的非靜電力 eEn 該是何方向？」

回答：「如圖三所示，向著圓心的方向。」

再問：「欲使電子速率增加的非靜電場該是何方向？」

回答：「應是切線方向，且與電子的速度方向平行。」

再問：「剛才你們的困惑在那裏？」

李同學笑著回答：「知道了，我把二個非靜電場弄混了，原來二者是不一樣的。」

如此，學生的自我協調成功了，平衡達成了，他們對非靜電場的認識又進了一步。

四、結語

由本文的實例中發現學生的學習情形可用皮亞傑理論做很好的解釋。此使我們更加肯定（物理）概念的學習過程與才智結構的發展過程是一樣的。因此在教學上不能不重視是否合乎此認知理論。茲分下列幾點討論之：

1. 就教材方面：因物理概念的獲得與基模的發展是相同的過程。因此，要建立正確的物理概念需注意學生應具備怎樣的認知能力，如何開始建立物理概念的基模，且如何編排教材內容，方能使學生依認知發展理論的過程逐步地往前學習。

2. 就教法方面：學習仍是個人操作其認知結構之過程，知識的獲得是經過此過程之後的結果，而非由一個人將知識複印到另一個人的頭腦裏。因此在教法上應以協助學生依認知發展的過程學習為目標。在學習過程中，同化與協調是不可或缺的，因此特別需要幫助學生發現問題，解決問題，適時地引發自我協調。如此，不論是討論式或啟發式教學，學生皆能與其學習環境（包括書本、教師、同學、儀器及現象等）產生有效率的交互作用，做充分且有效地學習。

3. 就教師方面：很多時候教師對學生的錯誤回答是給予責打或譏笑，而未注意到學生所作回答的內在認知結構，其未能獲得正確學習結果的原因和障礙。因此教師欲教好學生，除了必須了解學生學習某一概念時最容易誤解犯錯的所在，也需個別地了解每個學生的學習狀況。所以採用個別化教學對學生能收到適時、適切的學習效果。

4. 就學生方面：由本例中對學生發現矛盾之能力的微弱甚感驚訝，學生似乎是一味地想同化書本上的知識，只尋找相同特性的所在，而少注意到其不同的地方，甚至於產生了矛盾現象仍然察覺不出來。這應是教育上的紅燈。學生不會發現不同，不知矛盾就不會訓練自我協調，因此缺乏判斷問題，解決問題的能力。如此，就達不到教育的目的。此種學生內在的傾向也許與學生的學習背景有關。因一般教師皆幫學生整理重點讓學生背誦，此種填鴨式教學學生雖然省了許多時間，然而卻剝奪了學生發現問題，產生自我

協調的機會，以至於學生的學習習慣於同化知識，而不會從自我協調的掙扎中學習認識問題，解決問題之道。此種錯誤的學習方式所將帶來的後果值得警惕。學習者應是主動地，積極地且有效地與環境產生同化及協調方是正確的。

參考資料

1. Barry J. Wadsworth 1974. Piaget's theory of cognitive development
David Mckay company, Inc. New York.
2. John H. Flavell 1963. The developmental Psychology of Jean Piaget D.
Van Nostrand company. New York.