

觀察能力的培養

楊榮祥 國立臺灣師範大學生物系

任何人，當他對周圍的環境中任何現象感到興趣時，便急於想從事探討，而探討的動機是根源於人們對周遭事理的好奇及懷疑。

一個人的好奇固然由於觀察所引起，假使這種觀察是沒有受過專業的科學訓練，那麼他的智力不管有多麼高強，那種觀察還是無濟於事。

一個優良的自然科学教師，不論何時何地都應該指導學生養成良好的觀察習慣，觀察能力一詞意味着靈巧而精細的推理與鑑別。雖然觀察的主要部分是對於事物前後左右的察看，但那不是觀察的「全部」。而觀察的精義，在於使五官經過不斷的專精訓練，讓視覺、聽覺、觸覺、嗅覺與味覺，都能夠充分而正確地發揮功能。

科學教育如缺乏適當的資源，譬如缺少適當媒體、實驗室或充分的儀器與材料時，勢必難免流於講授與抄錄筆記的空洞教學，倘長此以往，學生不過在「讀科學」，而非真正地在學習科學。科學只能由實際經驗中去學習方能奏效，而這種經驗之獲得，則必需根據充分而精確的觀察。

設備不齊全或器材不充分，雖然有礙於科學的學習，但是我們仍然能夠借助於觀察與實驗來進行探討。當然，如果有那麼一個專業機構能充分供給儀器、材料及一切教學媒體，自然能使科學教育更加生動且收到良好效果，但在目前似乎還有一點困難。要充實觀察能力必需要得助於細心而負責的教師，他經常要設法尋找適當的教材帶給學生，並且引發學生學習科學的熱忱與興趣。假使有一天學生都能在其生活環境中，自行發現許多有關科學的材料，可供學習研究，那這些材料將比教師所能帶給他們的更豐富，更親切。

隨着人的生長，他的知識也隨之一天比一天地豐富，而認識的周圍事物，諸如電燈開關、發酸的果汁、電視、天空、月亮、燃燒的火把、樹葉的顏色和路傍的花草等等，亦逐漸增多。

學生們將瞭解環境中的事物如何營運，在不同情況下那些物質之間會起作用，當某一有關事物存在時，又會發生什麼？假若人們對所發生的某一事情有很正確的觀察，便可以預測同樣事情在相同情況下可能再發生。這種預測的能力是有用而可貴的。因此科學家不惜花費許多時間與精力，根據觀察及細心紀錄他們所聽、所見、所嚐、所嗅的事物當中去學習如何獲得正確的預測。當年輕人爲了明瞭他們的周圍環境而開始研究時，可以說他們已步入做科學家的坦然大道了。

教師們必需要使學生有機會充實有關觀察的特殊技術

例如：

1. 從事多種事物廣汎的觀察。
2. 指出事物的相似點。
3. 指出事物的相異點。
4. 比較的技能。
5. 摘要紀錄的技能。
6. 指出畫面、幻燈及影片中所隱藏的重要觀念。
7. 指出模型及展覽品所表示的重要觀念。

當他們探討四周環境時，許多關於自然界的敘述對他們更有意義

例如：

1. 自然界中有許多生物及無生物。
2. 自然界經常在變化。
3. 生物是互相依存的。

關於這些重要的概念綱領 (conceptual scheme)，教師應能激發孩子們適當地提出問題。當我們尋找資料來證明這些概念或原理時，這些問題又可指示我們觀察應注意的方向。

概念綱領之(一)——自然界中有許多生物及無生物

當學生對於他們周圍的植物、動物、岩石、金屬、固體、液體或氣體等，開始感到驚異時便引發了好奇心。由於這種好奇心的產生而立即觸發如下這些疑問來：

1. 自然界中有那些種植物？
2. 自然界中為甚麼存有那麼多種類的動物？
3. 由於甚麼緣故，使世上的萬事萬物竟有岩石、水和金屬等等之區別？

我們可以用許許多多的方法以從事觀察。根據這種觀察可以尋找出解決問題的線索。為了發現事物的各種線索並找出類似點或不同點，我們就要小心翼翼地，從事選擇事物的總體或某一部分來加以觀察。祇要隨時隨地留心觀察周圍事物的話，譬如在廚房裡、庭園邊、公園中、天空上、公路旁、食品店中、客廳內，或者一片森林、一棵樹、一張地圖、一條小溪、一行街道、一條鄉路、一座櫥窗、一間地下室等等，從中都應可充分地獲得解決問題的線索來。

且看廚房中有那些事事物物？譬如金屬椅子、木製板凳、抹布、爐上煤氣火光、電燈的亮光、從窗戶射進來的陽光、鋁鍋、銅鍋、鐵鍋、罐頭、紅色玻璃、白色玻璃、磨砂玻璃、透明玻璃、塑膠袋、牛皮紙袋、布袋、酸、甜、苦、辣各種佐料，瓦斯爐的溫度、電冰箱內外的溫度、油漆、瓷器、木板、鐵器、鉛器諸物的質料、杯中的茶、茶壺中的茶、電視中傳出的音樂、掛鐘所發出的響聲、茶壺裡頭的芳香等等。以上這些不過是我們所能觀察得到的一些例子而已。

然而，它們究竟有何差異呢？這裡可以提供一些訣竅去分辨他們的類似點或不同點：

- | | | |
|---------|--------|-------|
| • 大 小 | • 高 度 | • 用 途 |
| • 透 明 度 | • 重 量 | • 色 彩 |
| • 不透明度 | • 形 狀 | • 結 構 |
| • 排列次序 | • 零件數目 | • 氣 味 |

用上述所提各項訣竅去做列舉式的辨別，能使學生在事物普遍性的了解上增進其學識。

概念綱領之(二)——自然界經常在變化

學習推理能力的經驗，可以使他們的疑問系統化。

例如：

1. 天氣如何發生變化？
2. 為什麼春天一到，樹枝上便長出許多新芽，而到了秋天又凋落？
3. 為什麼影子常變化？

進一步思考所選擇的部分或整體的事物與環境，加以研究其所以改變的緣由，同時去發現其變化的過程是非常重要的。例如可從教室外觀察得來的變化：

- 影子的位置改變
- 雲在移動
- 風速儀在轉動
- 樹葉變了顏色
- 叢草在燃燒
- 鐵釘生鏽了
- 庭園的垃圾發霉了
- 燈亮了或燈熄了
- 壁上的油漆剝落了
- 小孩在騎腳踏車
- 樹木在生長
- 樹枝乾枯了
- 汽車在開動
- 不同的鳥鳴聲
- 所聽奔馳中的火車笛聲的改變
- 小孩子在啃蘋果
- 「怪手」機挖起一堆泥土
- 竹竿上逐漸晒乾的衣服
- 狗在喘氣

所有這些改變的跡象，都可以從室外觀察得到。祇要用一點點技巧，教師便能找出更多情況，以訓練學生對於變化中各種現象的觀察。觀察是進一步研究與探討的基礎。這些改變是如何發生？這些改變的結果或效果又是怎樣？在每次探討，所產生的疑問將可幫助學生找出問題的程序、假設去進一步的觀察與證實。這就是研究自然科學的正確方法。

概念綱領之(三)——萬物是互相依存的

下面是學生們可能提出的疑問，從此應可找出推理的頭緒來，即

1. 鳥類為什麼營築窩巢？
2. 汽車為什麼能用汽油來開動？
3. 人們為什麼在家裡需要用電？

其重要關鍵在找尋下列諸事的緣由，譬如生物如何互相幫助？如何相互依存？某一生物對另一生物有何貢獻？甚或彼此如何密切地合作營生？

且看，下表是一個十一歲的學生在庭園內所觀察得來的紀錄：

- 在花朵附近蜜蜂嗡嗡的飛舞
- 鳥在築巢
- 電線從電桿上變壓器引進房屋
- 鳥在啄食樹上的果實
- 兔子在嚼食甘藷
- 小孩在騎腳踏車
- 微風在吹動蒲公英的花絮
- 天空中掛著一道彩虹
- 蜘蛛網逮住昆蟲
- 聽見雨蛙的聲音卻看不到牠在那裡

由這些觀察，可以找出有關事物間的關連。對於自然界中事物間的關係所試做的解釋，科學家稱之為假說。假說可以進一步去求證。由於上面的觀察，我們可以提出問題：花朵需要蜜蜂的幫助嗎？鳥怎麼曉得築巢？變壓器的功用如何？動物和植物如何互相依存？腳踏車為什麼要有大小不同的齒輪？蒲公英的花絮裡頭包含些什麼？彩虹如何產生？蜘蛛網是怎樣織成的？雨蛙的膚色能夠有保護作用嗎？把這些疑問轉變成可以更進一步去探討的問題時，學生就可以從事調查並深入了解周圍的環境。

如何利用實驗示範來培養學生觀察能力

示範 (Demonstration) 為學習科學最重要方法的一部分，尤其是對於初高中學生為然。如果適當利用示範的話，它將是訓練學生養成敏銳觀察力的一種有效手段。因此，凡示範實驗所需器材必須儘量保持其完整與正確性。(如器材的大小宜讓室內每一角落的學生都能清楚認辨等等)。

1. **觀察力的培養：**有些教師僅將十來件簡單的器材，預先放置示範桌上並用一塊布完全遮蓋，待學生坐定後即掀開那塊布，以很短的時間讓學生觀察，旋即重新遮蓋，然後要求學生將記憶所及的一些器材名稱書寫出來。這種方法可以訓練學生在很短的時間內觀察許多事物。隨著學生的進步，尚可逐漸改變方式，譬如將器材數目增加，縮短顯示時間，集中或分散器材的佈置，甚至將不同的或類似的器材混合放置，讓學生分類寫出等等。

2. **標準示範：**任何一種示範都應能夠培養觀察能力。教師用平常的方法作示範後，即要求全體學生筆記，或指定一兩位學生在黑板上寫出觀察報告。教師可以利用黑板寫出提要，做為觀察活動中思考的線索。例如：

觀察到甚麼顏色改變？

當蠟燭熄滅時有什麼現象產生？

每一支試管中水面升高的速率相同嗎？

這些物質何時開始燃燒？

3. 靜默示範 (The silent demonstration) : 通常示範都是教師親自操作並說明, 而學生則居於看動作, 聽說明的被動地位。這種方式的示範稱為教師講演示範 (Teacher-talking demonstration)。在這過程中教師是一位演員兼旁白者, 而學生們却要從別人的經驗中, 學習了解概念。

有一種示範, 幾乎可使學生從事小心的觀察、正確的紀錄, 然後還能從實驗上獲得新概念的實際應用, 這就是靜默示範。下表就是這兩種示範的比較。

教師講演示範	靜默示範
1. 教師說明示範的目的。	1. 學生在示範過程中去發現其目的。
2. 教師指名儀器名稱並說明其佈置。	2. 教師使用儀器, 學生觀察儀器和其佈置。
3. 教師是一位操作技術員, 他說明做甚麼, 並提示結果說明結果。	3. 教師做實驗, 學生觀察教師在做甚麼, 並描述其結果。
4. 教師提示實驗應發生的結果, 而實際上常常碰到相反的結果。	4. 學生紀錄觀察結果, 教師考核結果的正確性與紀錄者的客觀性, 視其需要教師可重複實驗。
5. 教師綜合結果並下結論, 學生則抄錄結論。	5. 學生自己綜合資料, 並依據個人觀察結果各下結論。教師考核他們的結論, 視其需要教師可重複實驗。
6. 教師說明實驗的重要性及如何從日常生活中去應用。	6. 學生試圖從示範中去發現實驗的重要性, 及如何從日常生活中去應用。

由於靜默示範中, 並沒有說明與解釋的幫助, 所以要比講演示範更需要充分的準備與周密的計畫。

1. 認清示範的目的, 敘明行為目標。
2. 選擇最適合於示範的儀器和材料。
3. 根據行為目標確定示範的首要步驟。
4. 逐步分析學習困難點, 設計各部分的示範, 以解決困難點。
5. 示範應注意室內每一角落的學生都能觀察得到。
6. 提供有關示範步驟的綱要。

下面是進行靜默示範的程序一例。本項活動所要解決的問題是: 「為什麼水加熱時, 會發生對流現象? 什麼原因使它如此?」(教師認為學生已能稱重量, 又知道如何去使用溫度計)。

教師的操作	學生觀察
1. 將兩個大小一樣的圓底長頸燒瓶, 裝滿同量的水, 頸口分別塞入穿有20公分長玻璃管的橡皮塞子, (當塞入橡皮塞時, 玻璃管中水會上升)。將一瓶加熱, 另一瓶冷卻, 然後讓兩瓶都恢復室溫。	1. 大小一樣的圓底長頸燒瓶, 大小一樣的玻璃管, 燒瓶中同體積的水, 加熱時玻璃管中的水上升, 冷卻時玻璃管中的水下降(但溫度低於攝氏4度時, 水會膨脹)。

2. 將兩個有 250CC 刻度的燒瓶放在天平上，使之互相平衡，然後一瓶注入 250CC 的熱水，另一瓶注入 250CC 的冷水。

3. 將燒杯注滿水，放置在鐵架上，緊靠鐵架下面的一邊置本生燈，將兩支溫度計懸置於燒杯中靠火的那一邊，其中一支到底，另一支僅觸及水表面，另取兩支以同法懸置於相對的那一邊。（溫度計一定要用精細者，其刻度不能大於半度）。

4. 在燒杯的水中加入一些微細的木屑，繼續加熱。

5. 發問：所觀察的是什麼？要求學生下結論。

6. 發問：解釋上述結論的應用，如熱水爐及其加熱系統等等。

2. 看見儀器和佈置，同體積的水在兩個燒瓶中，注入冷水的那一瓶重量超過另一瓶。

3. 儀器和佈置，在溫度上顯示的度數。（隨著加熱後溫度的改變，逐一紀錄）。

4. 佈置的改變。木屑在本生燈加熱處的水中上升，接著移動到另一邊後，又下降，最後重新移動至原來位置。

5. （每位學生各自下結論，所使用的語句各異，但主要概念仍應相同）。

6. （每個學生各自做其解釋提交教師）。

在本項「靜默實驗」之後，學生們應能記錄的結論為：

1. 水經加熱而膨脹，冷卻則縮小。熱水的密度比冷水的小。水加熱而膨脹時，其總重量不變，所以單位體積的熱水比同樣體積的冷水輕。
2. 如果水在容器中加熱，熱水便向上浮升，冷水向下移動，一直循環到全部水達到沸點時為止。
3. 水的循環（或對流）是由於水經加熱而改變其密度的緣故。

如何在實驗室利用實驗來培養觀察能力

實驗室應能供給足以增進敏銳觀察能力的情境。在教室中的示範，由於師生之間的空間距離太大，而不能夠使每一個學生都獲得敏銳而精確的觀察力。在實驗室中，情況是單一的，只要每一組人數不多，所產生的效果都應良好。

在實驗室教師要帶四、五十個學生做實驗，已經夠忙碌，同時還要參與各組許多不同問題的討論，對他來說是一個沉重負擔，但，仍應使學生注意下列各項：

1. 應該觀察的對象。
2. 舉出相似點及其相異點。
3. 衡量所控制的變因。
4. 顏色、大小、型狀和結構上的相異點。

改進觀察技能的方法

1. 教師雖不能使學生的五官機能增強，但可以藉訓練而使之機警。
2. 應注意到每個學生觀察上的缺點，慢慢訓練後糾正過來。
3. 應保持光線、溫度及通風等教室情況，使適合於工作而除去不良的混亂情況。
4. 應幫助學生決定值得自行完成的事情，因為真正的觀察經常是有目的的。觀察愈多，他們的興趣與成就感愈大。
5. 以提示的方式幫助學生自行分析他們所遭遇的複雜情況，並指出這些與他所要完成的工作有密切關係的因素，以刺激學生。這些因素應該要有系統的安排以達成目的。
6. 教師應刺激學生不僅用一種感官寧可多用幾種感官去觀察。如果物像能在大腦視覺中樞之外，還在聽覺中樞觸覺中樞以及其他多處中樞裡保存的話，當需要時至少能從其中一個中樞裡喚回記憶。
7. 趁所觀察的事物還留存在腦海中時，教師應鼓勵學生「做比較」，以便確保物像的正確性與完整性。
8. 讓學生有充分的時間去做多方向的觀察與記錄。
9. 應使學生用清楚的文字和具體的圖表來紀錄他們的觀察結果。
10. 應隨時指出並改正錯誤。
11. 應使學生應用舊經驗來了解新的概念。
12. 應供給學生新的，而具有聯想和了解基礎之經驗來增強統整能力。這一定要再加上最基本的概念來完成。概念學習的結果，使各種各樣的現象成為明確的觀念。

總之觀察是基於探討本能的精神意識活動。教師要設法幫助學生運用其五官(sensory organs)，並加上其認知活動(Cognitive process)，才能發展其科學的觀察能力。所以在中小學科學教育中，教師應強調的觀察活動為

1. 動用五官的觀察：

- 五官之綜合運用
- 多方向(面)的觀察
- 加於操作或處理的觀察
- 使用儀器的觀察
- 由單純→綜合性的觀察
- 培養「能選擇應觀察事項」的能力

2. 定性及定量的觀察

3. 變化的觀察

4. 能區別觀察與推理

5. 否定的觀察(negative observation)

6. 紀錄觀察事項的能力訓練

教師應該常常記住「觀察先於概念」，概念也常被觀察所影響。觀察能力為一切科學過程技能(Scientific process skills)的基礎，為培養學生運用科學方法以解決問題的能力，首先必須好好培養學生觀察的能力。 □