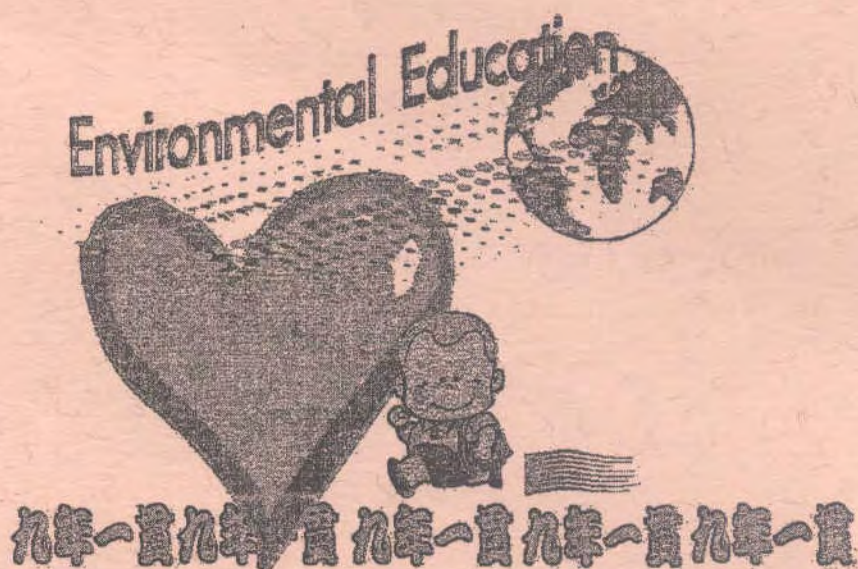


雲林縣九十二年度環境教育中心 生態種子教師培訓研習手冊



指導單位：
行政院農業委員會 雲林縣政府教育局 雲林縣政府農業局

承辦單位：
雲林縣斗南鎮僑真國民小學

協辦單位：
雲林縣政府教師研習中心九年一貫課程深耕團隊

研習時間：
民國 92 年 11 月 19 日

雲林縣生態種子教師培訓研習計劃

- 一、依據：雲林縣九十二年度環境教育中心及生態園區計畫
- 二、目的：為了讓教師了解雲林縣自然環境及生物多樣性，增進教師九年一貫課程環境教育融入各科教學，而實施本計劃。
- 三、指導單位：行政院農業委員會、雲林縣政府教育局、雲林縣政府農業局。
- 四、主辦單位：雲林縣斗南鎮僑真國民小學。
- 五、協辦單位：雲林縣政府教師研習中心九年一貫課程深耕團隊。
- 六、研習時間：民國九十二年十一月十九日（星期三）下午一時四十分至五時。
- 七、研習地點：雲林縣斗南鎮僑真國民小學視聽中心。
- 八、參加對象：雲林縣六班以上國小派一名教師參加，六班（含）以下學校自由參加。
- 九、課程內容：如〔附件一〕本計劃聯絡人：僑真國小教務主任。
- 十、報名日期：即日起至 11 月 17 日（星期一）止。
- 十一、報名方式：傳真報名（提供便當，請註明葷、素食）
研習人員贈送雲林地區鳥類光碟片、徽章等
- 十二、經費來源：行政院農委會。
- 十三、講師：自然與生活科技領域輔導員 張恒嘉、陳清圳
- 十四、研習時數：研習人員依公假辦理，務必準時報到，全程參與。研習結束發給三小時研習證明。
- 十五、獎勵：辦理本活動績優工作人員，於活動結束後依規定辦理敘獎。

【附件一】課程表

時 間	課 程 內 容
13：40~14：30	生物多樣性
14：30~14：40	休息
14：40~15：30	雲林縣自然資源介紹
15：30~15：40	休息
15：40~16：30	生態資源融入教學運用實例
16：30~17：00	綜合研討、賦歸

----- 剪下傳真

報名表 5968419 僑真國小教務處

學校名稱	教師姓名	葷 素	備 註

生態保育講座講義

陳清圳

第一章 台灣的生態系

台灣的地理特色

台灣四面臨海，高山聳立；又逢北回歸線經過，在眾多環境因子影響之下，台灣形成多樣的生態特色。

在北回歸線經過之地，不是沙漠就是莽原，唯獨台灣屬於海洋性氣候。主要原因是台灣四周環海。而環繞於台灣的海洋生態系明顯的可以分為二類，即所謂的大海區（open ocean）及沿岸區（coastal area）。二者在生態特色上有極大的差別。在廣義的定義上，大海區是察覺不出來有潮汐的升降，故各種生態因子在一年四季都相當的穩定。相反的沿岸區因受潮汐的升降影響，故在水溫、鹽度及乾旱的程度，即使在一天之中變化就很大。另外，台灣造山運動劇烈，超過三千公尺的高山就有兩百座，在洋流流經過台灣的同時，因高山的阻擋，讓台灣氣候溫濕多變，也形成生物多樣性的基礎。

在地理位置方面，台灣位在亞洲大陸的東部，正好是黑潮流經的區域，孕育大量的浮游生物。雖然在西部的台灣海峽深度不深，但在東部離海岸線不遠之處，即是崎嶇不平的海底山脈及海溝，故形成不少的上下對流的洋流，同樣的也孕育了不少海洋浮游生生物，故台灣四周有不少漁場，可以捕捉到不少的漂浮性的魚類。據資料顯示，台灣近海的魚類就有二千種左右。每年冬至迴游到西南海岸附近的烏魚和初夏遊到蘭嶼附近的飛魚都是著名的魚種。因為魚類資源豐富，故有不少的海洋脊椎動物，亦會迴游到台灣本島附近。例如灰鯨，抹香鯨及海豚等都有捕捉到的紀錄。

台灣南北長僅四百多公里，但是環島的海岸線卻有一千多公里。這麼長的海岸線，由於地形及地理位置的不同，就形成了形形色色的海岸。常見的約可分為礁岸、岩岸、沙岸及泥岸等四種。它們各有各的生態特色及生物組成。

礁岸：台灣的礁岸主要分布在台灣島的南部，牠們是由珊瑚礁所組成。最適合珊瑚生長的水溫是在攝氏 23 — 28 度之間，鹽度在 34 — 36%，水深在 20 公尺以內，而且要有充足的陽光。因此在本島雖然北部亦有珊瑚生長，但唯有恆春半島最適合珊瑚的生長。珊瑚礁是地球上生物種類最多的區域之一；其生物歧異度（diversity）相當的高。在動物中，除了提供顏色非常漂亮的各種熱帶魚生存區位（nich）之外，我們也可以看到海參、海星、陽遂足和海膽等棘皮動物。海牛、海兔及各種螺等軟體動物亦非常多。而沙蠶及漂亮的羽扁蟲等環節動物也非常容易看到。另外蝦、蟹及海蛇的種類也相當的多。牠們的身體外表亦都有美麗的花紋以適應多彩多姿的珊瑚礁。

岩岸：此種地形分布在台灣的北部、東北部、東部及離島地區。由於岩石的組

成不同而有不同的地理景觀。野柳地區的蕈狀岩地形、和平島的千疊敷地形以及澎湖的柱狀玄武岩地形就各有特色。岩岸地區由於長期經過海水的沖蝕，不管是海蝕平台或其他岩岸地區，就形成大大小小不同的岩石洞穴或縫隙，非常適合各種生物的棲息。也因海岸侵蝕加上潮汐的起落，各種動物就棲息在岩石洞穴及潮池內，不緊可以覓食，也提供良好的掩蔽場所。馬尾藻、石筍、石蓴、海扇、麒麟藻、囊藻、喇叭藻、海木耳、白果藻、網地藻、大型總狀蕨藻等也散佈期間。至於動物，除了五顏六色大小不等的熱帶魚之外，在石頭上往往可以見到海葵及珊瑚及海綿。在石縫中則可以見到海膽、海星及陽遂足等棘皮動物。

沙岸：在本島的西海岸，北部的鹽寮、福隆、金山及白沙灣等都是屬於沙岸地帶。沙岸是由細沙組成，這些細沙常隨海浪而滾動，故海岸的底質非常不穩定，無法供藻類固著生長，故沙岸地帶的生產力較低。除了一些螃蟹之外，只有少數的沙蠶棲息在泥沙中。故生物種類稀少，歧異度低是沙岸地區的主要生態特色。

泥岸：在西部海岸的鹿港，王功、塹港及安平附近是屬於泥灘地，其地質特色是到處都是細泥。在漲潮時，這些泥灘地由海水所淹沒，而退潮時，潮水可退至二、三公里以外，於是面積極大的泥灘地裸露出來。在泥灘地的細泥往往含有極豐富的有機物，故孕養了為數極多的海棲無脊椎動物，尤其是軟體動物及環節動物的數量都很多。例如文蛤、竹蛭、西施舌及牡蠣等都是西海岸泥灘地附近的重要經濟貝類。種少量多是泥灘地的生態特色由於貝類及沙蠶等，都是遷移水鳥的主要食物。因此在秋冬等水鳥遷移的季節裡在泥岸上往往可以見到成千上萬的鵲鴿及鷺科等岸邊鳥在覓食。

沼澤生態系

所謂的沼澤有嚴謹和寬鬆的兩種定義。就嚴謹的解釋所謂的溼地是指積水難退排水不了的低地。在台灣大多分佈在河口之處，例如：淡水河口、蘭陽溪河口、嘉義和雲林的北港溪河口、高屏溪河口等。台灣常見的沼澤，依植物的組成，可以分為草澤 (marsh) 及林澤 (swamp)。草澤的主要組成植物是一年生的草本植物，在關渡及蘭陽溪口的沼澤就可見到蘆葦及茫茫鹼草。這二種是本島典型的草澤植物。至於在竹圍及東石附近的林澤植物則是多年生的水筆仔或五梨跤等紅樹科植物。紅樹科的植物，在樹皮中含有單寧酸，因而樹皮呈現紅色，紅樹林沼澤的名稱就由此而來。

不論是草澤或林澤，因位於沿海河口或瀉湖附近，由河水及海水攜帶來的有機物，因水流速度的變緩而大量的沈積下來，故在沼澤地，有機養分非常豐富，所以植物生長得很茂盛。演替較為迅速。沼澤因位於河口附近，鹽度的變化非常的大。動、植物必須有特殊的適應力式，否則就無法在這種不穩定的環境中生存。

位於河口海岸附近的草澤或林澤，由於生存環境惡劣，因此生長於此處的草食性動物的種類少。仔細觀察的話，可以發現沼澤植物很少被昆蟲或其他草食動物所吃食。這些沒有被消耗的水筆仔葉子以及乾枯倒折之蘆葦及鹼草的葉子就在泥地上腐爛分解成為細小的有機碎片！這些有機物的小碎塊就供養了沼澤及河

口附近的魚蝦貝類。沼澤泥地上最常見的動物就是以有機碎塊為食的招潮蟹，如網紋招潮蟹、白扇沼潮蟹等。除了螃蟹之外，在沼泥牠上經常可以見到彈塗魚。牠的一對胸鰭癒合成吸盤狀，很適合在泥地上活動。另外在泥地裏則棲息著不少的沙蠶及貝類。上述的動物由於數量極多，故沼澤尤其是草澤往往就吸引著大批的水鳥來此覓食棲息。鸕鶿科、鷺科及雁鴨類等都是沼澤生態系的常客。牠們的喙及足都很適合在泥地上活動。由於排水不良及泥濘不堪，所以也提供生物叫好的隱避場所，也因其豐富的生物多樣性，其在生態系中佔有相當的重要地位。

農田生態系

四百多年前，先民自福建、廣東移民入台墾荒開始，原來平地和低海拔的自然植被就逐漸消失。代之而起的是隨處可見的水稻田、果園、菜園及一些旱田。這些農業系統成為平地和低海拔主要的景觀。

台灣的平原以嘉南平原、屏東平原、蘭陽平原等為主；低海拔目前在西部地區也成為人類活動地區。作物田中經常可以見到的作物，計有水稻蔬菜（例如白菜、高麗菜、甘藍菜、番茄、茄子、地瓜及各種種類等……），水果（例如香蕉、香瓜、西瓜、蓮霧、番石榴、釋加、水梨、梅、桃、李、蘋果等……），還有檳榔、竹子或要用植物等等，種類繁多。

上述的作物種類雖然很多，但是和自然生態系相比，在每個地區能見到的生物種類就非常的少；生物相非常的單純，加上人為控制與干擾（例如：農藥使用等）所以呈現生物單一性。從生態學的眼光來看，單純的生態系，在自然平衡方面的維持就非常的不容易，生態系非常的脆弱。因此，在農田或作物田，一發生天災或蟲害，整個作物田就往往沒有任何收成。

任何農田、作物田甚至魚塢（這也是一種特殊的農田經營系統）等，固然可以提供給我們很豐富的農產物，但這並不是沒有代價的。農夫們在維持這種高產量的過程，必須施用合成肥料，形形色色的殺蟲劑或植物激素等，才足以維持高產量。上述這些都是人類在生態系中加入的額外能量。「耗能」則是人為農業生態系的特色。

再者，由於種植單一的作物或養殖一種漁產，所以在農田、作物田或魚塢上可以見的另一特色是單一種類中物的密度很高。密度高所以疾病也就很容易發生，在自然生態系是難得看到的。

上面提到的種種農業生態系，雖提供我們相當多的食物及休憩的場所，但其中卻含有相當多的後遺症。農田及果園並非不要開闢，重要的是要避免使生態系單純化，儘可能使它維持一些較高的生物歧異度。

溪流生態系

台灣山勢陡峻，水流湍急，河川對於地面的侵蝕作用相當厲害，因此在高山地區的河谷非常狹窄，瀑布急流處處可見，形成非常特殊的自然景觀，下游地區河道漸寬，也因地形陡峭崎嶇，所以河道變化極大，但因近年河道整治，以破壞原

有的生態體系。

在上游地區，河川的侵蝕作用非常的盛行，因此在中、下游的地段、河川堆積作用就隨處可見。在河口區不是沙洲泥地，就是浩瀚的河口水域。在本省北部，由於降雨平均分配於各月份，故河水水量終年豐沛，例如淡水河系。在南部，雨季常集中在夏季，故在颱風季節河水水量可以增加到 200 倍以上，一到冬季則廣大的河床到處可見礫石，水量僅成涓涓的細流，甚至乾枯，這就是著名的荒溪型河川，故環境的變化極大。

在沒有受到人為干擾的山區，溪流的上游水質清澈、低溫且溶氧相當高，但因為水中不利浮游生物的生存，故生物的種類和數量並不很多。數量較多的動物是棲息於石頭底下的水生昆蟲，例如，蜉蝣及石蠶蛾的幼蟲。牠們扁平的身體，適合棲息在石頭底下，以避免被水流沖走。這些水棲的昆蟲往往是高山魚類的食物，如高身鮎魚及櫻花鉤吻鮭等。在山區溪流常見的魚類還有台灣馬口魚、石(魚賓)、蝦虎等。在山區溪流附近最常見的鳥類、有小剪尾、鉛色水鸕、河鳥及台灣紫嘯鸕。牠們大都以溪邊的昆蟲或兩棲及爬蟲類當食物。

光復以後，本省人口急速增加，森林砍伐及山坡地的開發以及水庫和攔沙壩的興建都已改變溪流原來的特性，流流泥沙的搬遷、水質亦因土壤的流失而發生極大的變化，不少珍貴的溪流生物亦因而滅絕。這些人為的改變，都使得台灣溪流的獨特景觀消失。

森林生態系

台灣本島由於地形及地理位置的特殊加上豐沛的雨量，因此有相當豐富的森林資源。由高海拔往低海拔就植物組成的外形而言，可以見到高山寒原、箭竹草原、針葉林、針闊葉混生林、闊葉林及南仁山附近的熱帶季風林。由於海拔高度的不同所造成氣候因子的差異，附以各式森林所組成的植物及動物種類都不相同。現就各個不同的植被討論如下：

高山寒原：在本省 3500 公尺以上的部份山區，由於終年氣溫都相當的低，即使在夏季溫度亦都很少超過 10℃，且冬季積雪期可長達 5—6 個月。另外因地處山的頂峰附近、土壤積水不易。能夠生長在那兒的亦只有耐旱又耐寒的草本植物。例如高山箭竹、南湖柳葉菜、玉山山蘿蔔等。這些植物在嚴寒的冬季往往成乾枯狀且進入休眠期以渡過低溫的季節。另外以些植物的葉片往往長有絨毛或鱗毛甚至變成針狀以保溫，且常常平舖在地面上。在這裏常見的動物有岩鷓、金翼白眉、高山白腹鼠、華南鼬鼠及一些直翅目和雙翅目的昆蟲。

高山箭竹草原：在 2500 公尺以上之接近山稜線的區域，由於土壤積水不易，水份缺少，故只有耐旱的高山箭竹適合在此生長。另外常見的植物有草本的阿里山龍膽、玉山圓柏以及森氏杜鵑、玉山杜鵑等。在這裏棲息的動物種類不多，種類大多和高山寒原的動物相相似，但物種相對較多。

針葉林：針葉林是台灣本島海拔分布最高的森林；其範圍大約在 2000 — 3500 公尺之間。在海拔較高且濕度較大的地區，常見的針葉樹為冷杉、鐵杉、雲杉和紅檜、扁柏等，至於濕度較低的地區則以二葉松及華山松為主。在針葉林內，中層及底層的植物很少，森林的構造層次較簡單，因此棲息在這兒的動物並不多，例如棲息在樹上的白面鼯鼠就是以嫩葉為食。在林內則偶爾可以見到台灣黑熊和台灣長鬃山羊、鳥類如煤山雀、火冠戴菊鳥、黑長尾雉、金翼白眉等都是主要的種類，兩棲類則以山椒魚為主。

闊葉林：在海拔 500 — 2000 公尺的山區，氣候溫暖、濕度高、土壤肥沃，所以植物生長得非常茂盛。主要組成植物是由落葉樹與常綠闊葉樹混生而成。常見的有楓、赤楊、台灣胡桃、山櫻花及一些櫟屬的植物。在森林組成方面除樹冠層之外，林內還有中層及底層植物；構造層次複雜。由於植物種類繁多，故棲息在這兒的種類也就相當的多。在闊葉林之邊緣蝴蝶的種類很多，再者鞘翅目的昆蟲也不少。在闊葉林內最易見到的動物是鳥類，例如白耳畫眉、藪鳥、白環鸚嘴鵝、深山竹雞及各類山雀等都是屬於闊葉林的鳥類。哺乳動物方面較常見的為赤腹松鼠、大赤鼯鼠、白面鼯鼠、山羌、台灣長鬃山羊及台灣獼猴等。

在闊葉林中，由於森林底層落葉堆積得很厚，濕度及溫度都很適合蕈類的生長，故蕈類多也是闊葉林的一個重要生態特色。由於交通便利，位於本區的原始森林，大部份都已遭砍伐，且經造林，尤其是柳杉林相當普遍。並因人類價值取向，在很多地區，原有的闊葉林已為經濟造林所取代，單一林相的植物構造層次都比天然林要簡單的多，當然能生物資源也相對減少。

熱帶季風林：在恆春半島的南仁山和蘭嶼的夏季更是多雨潮濕，故相對濕度極高。蘭嶼可算是較典型的熱帶林區。在熱帶林內，植物的種類很多，森林的構造層次非常的複雜。高大的樹林為了要吸收足夠的氧氣，所以大都具有氣根、板根或支持根，例如白榕的根系就非常發達。在熱帶林內，終年的濕度都很高，所以有不少的附生植物和藤本植物；例如蘭花及蕨類，在恆春半島之南仁山見到的哺乳動物有台灣獼猴、白鼻心、穿山甲等。至於鳥類則有棕耳鵯、五色鳥，及台灣藍雀等。至於蘭嶼，常見的鳥類有綬帶鳥、長尾鳩及蘭嶼角鵲等。至於昆蟲方面的資料不多，最有名的為珠光黃裳鳳蝶。

第二章 雲林的自然資源

1. 疆域：

雲林位居在台灣本島西部，就行政劃分而言，北鄰彰化縣，南接嘉義縣，東與南投縣接鄰，西靠台灣海峽。總面積 12954232 平方公里。若是以自然地勢區分，則北以濁水溪為界，南邊以北港溪和嘉義為界，東邊大致沿著清水溪和嘉義、南投為鄰。

2. 地理與地質：

雲林縣地是東高西低，林內、斗六、古坑三鄉市境內有山，古坑鄉境內石壁山高 1752 公尺，是境內最高山。在斗六、林內的山系，大部分是頭嵙山層所堆砌而成，最高山位在斗六古坑交界的木瓜潭山高約 519 公尺，山體大多呈現單面山地型，是上新世及更新世所形成的，此岩層是礫石相與碎石相；兩地層是礫岩、砂岩、泥岩及頁岩所組成，經過陸地急遽上升產生之大規模侵蝕，造成岩屑堆積。塊狀礫岩夾雜薄層砂岩，在砂岩中型成交錯偽層，主要分布於林內鄉到梅山鄉水底寮靠平原之淺山。碎屑岩相則以砂岩、頁岩互層的岩相為主，分布於棋盤錯到古坑、梅山附近。

現代沖積層，主要由黏土、粉砂、砂、和礫石組成，廣泛分布於平原及盆地區域內，本縣大部分是屬於此沖積層，主要分布在平原地形中。

3. 河流水文：

雲林地區北以濁水河流域為主要河流，濁水溪曾經改道，一出山系，則形成沖積扇，東螺溪、西螺溪、新虎尾溪、舊虎尾溪、都曾經是濁水溪的支流。

北港溪發源於阿里山西路之低山地帶，其上游是虎尾溪，在斗六市海豐崙匯入石榴班溪，西流再會合雲林溪，其另外支流大湖口溪及石牛溪先後在土庫及虎尾注入，至崙子附近再會集三疊溪及石龜溪，最後始稱北港溪，流經北港在口湖入海。其流域包含古坑、斗南、斗六、大埤、虎尾、土庫、林內、刺桐、元長、水林、北港、口湖、及嘉義縣竹崎、梅山、大林、溪口等鄉鎮。

4. 植被狀況：

雲林縣東部為山區，西部靠海，中間為平原地形。在文獻資料中，雲林地區維管束植物總共紀錄到 153 科，其中蕨類植物有 26 科、雙子葉植物 108 科、單子葉植物 19 科。在種數方面，蕨類植物有 105 種、雙子葉植物 576 種、單子葉植物 82 種，總計 763 種。在裸子植物方面，可能是海拔高度不夠或者是調查路線不足，所以沒有紀錄到裸子植物，這也是值得探討的地方。

在林內、斗六地區植被屬台灣低海拔闊葉樹之榕楠林帶，但因接

鄰人口頗多的鄉村以致林地開發頻繁，區內多已栽植竹林、果樹或濫墾地，故原始林少，剩餘者只是一些地勢陡峭的殘存原始林或溪流兩岸的演替早期植被。野外現存植群型如下：

果園 本區栽植的果樹有荔枝、龍眼、柚子、葡萄柚、柑橘、柳丁、白柚、馬拉巴栗、錫蘭橄欖等，其中以荔枝、龍眼及柚子數量較多，且多為集約經營，其所占之面積亦較大，另出現龍眼、柳丁、馬拉巴栗及錫蘭橄欖的地區，多呈現廢耕的現象，林下雜草繁生，許多演替初期的植物出現在此類果園中，如槭葉牽牛、咸豐草、五節芒、野苦瓜、紫花霍香薊、紅毛草、馬櫻丹、含羞草等，另山鹽青、血桐、山黃麻、構樹、白白、野桐等小苗亦常見。本區的果園主要分布在地勢較平坦或山腰的地帶或產業道路的兩旁，分布在海拔 100 - 350 m 左右。

竹林 本區內竹林可分為麻竹林、綠竹林及桂竹林等三種。麻竹林占地面積最大且與原來的闊葉樹林混生，出現在較潮濕的小溪谷或山麓至山腰地帶，海拔約 150 - 350 m 左右。伴生植物有白肉榕、稜果榕、九丁榕、九芎、水同木、江某、水錦樹、香楠、大葉釣樟、五掌楠、樹杞、水冬瓜、小葉桑、姑婆芋、華八仙、冷清草、金羽毛蕨，熱帶鱗蓋蕨等；綠竹林則出現在山麓附近，尤其是產業道路兩旁，海拔約 70 - 150 m 左右，多以集約經營方式管理，林下經常受撫育、除草，故伴生植物少且面積亦較少；桂竹林則出現在嶺線上或接近嶺線的兩側山腰地帶，常常形成純林或偶而夾雜山黃麻、相思林、白白、無患子、青剛櫟、三年桐、千年桐、毛蓮菜、土蜜樹、山柑等，分布在海拔 350 - 519 m 左右。

殘存原始林 斗六林內及古坑地區內殘存原始林非常少，主要出現在地勢陡峭的地區，或因耕作不易或為交通不便，故較少受到干擾，植物有梧桐、無患子、相思樹、鴨擔子、白匏子、猿尾藤、山鹽青、土蜜樹、山柑、扛香藤、香楠、軟毛柿、山黃麻、馬櫻丹、台灣蘆竹、山漆莖等，分布在海拔 300 - 518 m 左右。

另阿里山事業林班地(61 - 73 林班)約 2,285 公頃面積內使用現況以租地造林(竹林保育)約 501 公頃最多，其餘尚包括濫墾地清理租地造林 349 公頃、直營造林地 260 公頃、一般租地造林 55 公頃、安置榮民造林 26 公頃及暫准租地 5 公頃。栽種樹種以竹類為主，如麻竹即約 1,035 公頃、桂竹 405 公頃、荊竹較少僅 48 公頃，另有果樹如龍眼(56 公頃)、柳丁，以及相思樹(66 公頃)、柚木(75 公頃)、麻六甲合歡(3 公頃)、鐵刀木(1 公頃)等樹種。相較於林班地內，林班地外的丘陵地比較常見集約經營的大面積檳榔園、柑橘類果園及鳳梨園。

草嶺山區

草嶺舊稱「番坪坑」，位於雲林縣古坑鄉的東半部山區，與嘉義及南投縣交界，海拔高度自 450 公尺至 1,795 公尺。

此地植物若以地形地貌來分大致可以分為樟殼斗科植物社會、樟楠科社會、人造純林、坍塌地初級演替之草本或陽性樹種、局部溼地植物社會等。

樟殼王國分布於海拔 1,000m 至 1,795m 之間的石壁山及嘉南雲峰山區，它們主要的成員是樟科及殼斗科的植物。此地區為竹篙水溪的上游部分，因土地較少開發利用，林相尚保持自然，為台灣中部少數完整的中海拔原生林。

樟楠王國主要的成員以樟科和楠木類的植物為主。他們分布於石壁山區，有些農耕坡地經長期休耕後也形成次生林。另外在零星的開路或崩塌裸露地，經過一段時間演替也會形成次生林。

1999 年的九二一大地震引發清水溪旁的草嶺山嚴重走山，土石崩落後形成了大面積(約 640 公頃)的崩塌地，這群植物就居住在這個地方，以陽性灌木及草本為主。

草嶺地區經地震及多次的颱風後，形成數個局部濕地，算是崩塌而形成的微地形。另竹篙水溪溪床亦有局部濕地，一些喜愛潮濕的植物就居住在這個地方。

5. 山區動物狀況：

依據特生中心在 2001 年統計調查(林瑞興, 2001)，發現在斗六林內山區調查到的 63 種鳥類中，以燕雀目所屬種類佔最多，達 38 種。各分科中則以鶯科鳥種 10 種為最多。紀錄中包括深山竹雞、藍腹鷓、台灣紫嘯鶇等 3 種特有種及竹雞、棕三趾鶇、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、大冠鶯、灰腳秧雞、珠頸斑鳩、綠鳩、黃嘴角鴉、五色鳥、小卷尾、大卷尾、朱鷗、樹鶇、竹鳥、頭烏線、繡眼畫眉、大彎嘴、小彎嘴、山紅頭、綠畫眉、紅嘴黑鶇、白頭翁、白環鸚嘴鶇、白尾鷓、斑紋鷓鶯、褐頭鷓鶯及黑枕藍鷓等 27 種特有亞種。保育類鳥種則計有 16 種，分別為深山竹雞、藍腹鷓、黃嘴角鴉、領角鴉、翠翼鳩、松雀鷹、大冠鶯、鳳頭蒼鷹、赤腹鷹、八色鳥、紅尾伯勞、朱鷗、紅山椒、台灣紫嘯鶇、白尾鷓及竹鳥。

除鳥類外，本區目前另記錄有哺乳類 5 目 7 科 8 種，爬蟲類 2 目 7 科 21 種及兩生類 1 目 5 科 21 種。(林瑞興, 2001)

6. 平原地區生物狀況

雲林的平原是屬於嘉南平原的北端，主要是由濁水溪、北港溪等流域充積而成。此區已無原始森林，目前都是人工作物區。主要的作物有水稻、竹林、旱作區(包含花生、馬鈴薯等)、蔬菜區。作物

栽種單一化，而且農藥用量大，造成土地肥力減少且污染嚴重，也因此動物相較為貧乏，主要的動物有齧齒類及都市鄉村常見的鳥類如麻雀、紅鳩、白頭翁等，冬季時有候鳥來至，主要是小斑鶺鴒、金斑鶺鴒等數量較多。

7. 海岸生物資源

海岸生物資源因為氣候條件較為惡劣，所以植物必須能耐鹽和耐風害。在海邊的植物其特徵葉子不是較為肥厚，就是上有臘質、細小呈針狀，主要有馬齒莧、海埔姜等優勢族群。

另外，河口溼地部分，由於水質呈現半鹹性，植物必須有相當的耐度，其中蘆葦、馬鞍藤、長柄菊等為主要的植物。

在動物方面，幾個主要的棲息環境是動物聚集的地方，其中沿海的溼地、河口是動物資源較為豐富的產所。在北港溪河口紀錄有鳥類以鶺鴒科為主，包含高蹺鶺鴒、濱鶺鴒、小環頸鶺鴒為主，稀有種有黑尾鶺鴒、磯鶺鴒等；鷗科有黑嘴鷗、紅嘴鷗等。無脊椎動物中，螃蟹以白扇招潮、網紋招潮等為主要蟹種。河口魚類中以保育類鱸鰻最有名，北港溪口在整個沿海地區算是資源較為豐富的地方。

第三章 自然保育的重要性

生態保育的概念

人類賴以生存的自然資源大致可分為三類：一是不竭資源，如太陽能、潮汐能、空氣、及風力等，它們因為可以用永續使用，不會因為人類的利用而減少；二是非再生資源，如礦物、石化燃料等，這些資源是有限的；三是可再生資源，如水、土壤和生物資源，它們可以再生或循環使用。

現在經濟的發展非常迅速，但隨著經濟發展，自然資源也逐漸消失或破壞。也因為大地污染日益嚴重與自然資源日亦減少，使的少數人開始注意到地球生態的保育工作。然而在了解生態保育的工作及措施前，我們必須了解生態保育的觀念以及其他的相關概念。

根據「世界自然保護大綱」(IUCN,1980)所載：「自然保育是指對於人類使用生物圈的方式進行經營管理的工作，使生物圈對現在人類的生存與生活，產生最大且持續的利益，同時保留生態系的潛在能量及資源，以滿足後代子孫的需求與期望。」從以上的解釋我們可以了解自然保育包含對自然資源及生態系的保存、保護、利用、復育及改良。然而時隔二十年，整個保育觀念已從人類中心主義轉變成生態中心主義，在 2003 年陳玉峰教授更提出自然平權宣言：

- 一、任何生命體皆為宇宙的唯一且無可替代，此為自然平權的根本原則。
- 二、生命歧異度本身即為善，任何生命個體及其族群擁有維持及增進其自然歧異度的天賦生存權。
- 三、生命與生命、生命與環境之間皆為密不可分的關係網，更且，整體永遠大於部分的總和，人類對此全知識仍屬無知，有待謙虛地向自然學習。
- 四、任何生命過程皆為不可逆，小至個體發生、發育，大至地球變遷，無有任何生命過程可資重覆，更且，此一流變的道理即生命的終極道理，生命演化的趨勢即在於探究此一本質性的究竟之道。
- 五、人類天性中存有與任何地球上其他生命之遠、近、親、疏的關係，此等時空網的依存關係，正是人類價值之所在，它存在於深邃的心靈記憶，有待內省而開發。

陳教授提出生態中心主義後再以自然平權宣言更進一步的加以闡述，這在台灣破碎的生態環境中，是值得加以省思。

生物資源的枯竭

自然資源是人類賴以維生的物質，也是穩定生態系的基礎，我們不應該讓其滅絕，然而由於絕大多數的人類尚未體認到自然生態系穩定的價值及生物資源之保育對人類生存的意義，多少世紀以來，人們爲了短期的利益，常過度利用生物並破壞自然環境，已導致大量野生生物的滅絕。二千年來，世界上有一百四十種以上鳥類及一百一十種以上哺乳類已經絕種，其中三分之一物種之滅絕都是在近五十年內發生的，目前有超過二萬五千種植物及一千多種脊椎動物正面臨絕種的威脅，而軟體動物、昆蟲及珊瑚等無脊椎動物則可能有五十萬至一百萬種將在本世紀末以前遭到絕滅的命運。有人估計，到本世紀末現存生物種類中至少有六分之一將要滅絕。

而許多重要的漁業資源也因爲過度的漁撈及魚類生存環境的破壞而未能持久，目前已有二十五種原本全球最具有經濟價值的漁產被捕撈殆盡。例如北太平洋沙丁魚之漁獲量自 1960 年以來不斷地下地全部漁產量自 1970 年之四百三十萬噸降至 1976 年之三百五十萬噸。枯竭的存量已無法回復其早期的最高產量。類似的情形也發生在各國的淡水生物資源上，這些損失都是無可彌補的。

此外森林之過度砍伐，已導致河水之流量不平均，水庫淤泥沉積，水力發電廠及供水系統的壽命不斷地降低，爲了延緩水庫的淤積，於是在河川中不斷地興建攔砂壩，如此更阻礙了魚類之迴游並破壞了魚類的棲息環境，造成淡水魚資源的減少，甚至於魚種的滅絕。此外，河川上游農牧地的不當開發，也污染了河川的水質，從而影響下游地區的飲水。

諸如種種，隨著科技的進步及生產力的發展，破壞自然環境的速率更是以等比級數加快，最近二十年來，人類對自然的破壞力，已讓五十億年形成的生物圈，面臨到失衡的狀態。而物種滅絕消失的主因無非是人類造成，綜合整個破壞因子，大體有二：

1. 棲息地之破壞：許多自然環境已被都市、港口、工業區所佔據，或爲農地、牧場、人工林、水壩、河川改道、棄土區所影響，也被化學藥品、營養鹽及固體廢物污染。
2. 過度的捕撈及外來種生物的引進：世界上許多重要食用魚類及野生動物，在人類漫無節制的捕撈及外來種生物的引進之下，使本土種生物日趨滅絕。

世界上生物資源枯竭的最大禍首乃是生物棲息地的破壞，棲息地是所有生物賴以生存的環境，棲地的破壞，往往是萬劫不復的。此與人爲過度捕撈所造成的傷害有所不同，過度捕撈雖然使資源減少，只要尚未減少到瀕臨絕種地步，而人類能及時覺醒，停止過度捕撈，資源仍有機會回復。但棲息地的破壞，卻使生物資源難有機會回復，即使能夠，也是極爲困難或耗

費金錢的！就以台灣極負盛名的雲豹而言，其賴以生存的樟殼植物社會，因人類的開發殆盡，致使雲豹無法覓食及棲息，因而重台灣消失。又如櫻花鉤吻鮭，在半世紀以前，由於其棲地未受人類活動的影響，它的分布包括大甲溪上游的所有支流，如七家灣溪、南湖溪、合歡溪、司界蘭溪、有勝溪及雪山溪。當時魚群數量尚多。然而，五十年以來，武陵農場的農業開發，帶動了大甲溪上游各支流沿岸山坡地的開發，種植果樹、蔬菜，破壞了上述各溪流沿岸的環境，促使櫻花鉤吻鮭族群分布減少了百分之九十以上，目前數量不足千條，溪流兩岸開發所造成的破壞是極難回復的，若不及時挽救，其滅絕指日可待。

溪流兩岸的開發，更會造成沿岸土壤的流失，而土壤是維持生態體系極重要的成份，大量糧食生產賴於此。在有植物保護覆蓋下，侵蝕的速率是有限的，自然有沖刷，但也以相同的速率再生。一般而言，即使在有植物覆蓋的自然狀態，大自然亦需一百至四百年或更長的時間，形成 1 公分的厚表土，因此土壤一旦沖失將是永久的喪失。

當代生態學大師威爾遜（E. O. Wilson）1980 年在哈佛雜誌（Harvard）指出：「1980 年代可能或將要發生的最糟糕的事情，不是能源短缺、經濟蕭條、局部核戰或被極權政府所征服等事件，這些災難對我們而言，雖然可怕，但幾代內都有機會復原，然而在 1980 年代正在進行的對自然環境的破壞，促使物種的絕滅事件，將要耗費幾百萬年的時間才能彌補過來，這種愚蠢的行為，我們的子孫是不可能原諒我們的」。生態學家梅耶（Norman Myers）於 1982 年曾指出：「地球上現在約有一千萬種生物，但到西元 2000 年，將有 200 萬種自地球上消失，此種驚人之滅種現象，終將嚴重影響人類賴以生存的生態系，而給人類帶來無窮的災害」。對於當世警言，人類或許該有所覺醒，不該再自私的或沉淪下去。

第四章雲林縣動物資源概述

哺乳類資源

雲林縣哺乳類資源較為貧乏，主要的物種有台灣獼猴、鼬獾、白鼻心、嚙齒類、翼手目等。其次石虎、華南鼬鼠、棕囊貓、山羌、長鬃山羊、穿山甲較為少見。台灣獼猴港泛分部於山區，林內、斗六及古坑接可以見其蹤影，是雲林常見的保育類動物。鼬獾分佈於低海拔山區，數量因棲地的破壞及污染，目前急劇減少中。石虎在台灣非常少見，但目前出現的狀況已指向赤生林或半開發地為其棲息場所，在斗六的山區曾見其蹤影。另外，在沿海地區金黃鼠耳蝠亦屬於少數族群的數種，急需保護。

鳥類資源

特有種鳥類

台灣藍鵲為雲林縣縣鳥，但目前在雲林已經僅存幾對，外湖及斗六為僅見之處。藍腹鵲也是台灣特有種，在石壁山區數量相對豐富。

黃山雀草嶺可見其蹤影。

深山竹鷄在雲林中低海拔數量不少，這在台灣地區是屬於相對密度較高地區。

紫嘯鶇是溪澗的鳥類，數量不多但因聲音特殊，常可見其蹤影。

藪鳥在草嶺地區數量非常多，為森林底層的鳥種。

特殊鳥種

八色鳥是雲林耳熟能詳的物種，他是屬於夏候鳥，每年四五月是其繁殖季，全世界已知雲林是分佈密度最高之處，但面臨到棲地破壞之危機。

黑嘴鷗和八色鳥一樣保育層級都是屬於國際保育鳥類，在沿海地區偶而可見其蹤影。

兩棲類資源

雲林地區兩棲類分佈由東向西逐漸遞減，較為特殊的物種當屬諸羅樹蛙，這種物種主要棲息在河流氾濫區且未受污染的高莖作物上，目前因為棲地受人為破壞已逐漸稍失中。

其他如貢德氏赤蛙、史丹吉氏小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、莫氏樹蛙、褐樹蛙等皆是保育類。

爬蟲類資源

雲林地區爬蟲類主要分布在山區，屬於保育類的有台灣草蜥、台灣鈍頭蛇、斯文豪氏游蛇、紅竹蛇、錦蛇、雨傘節、龜殼花、眼鏡蛇、環紋赤蛇、材棺龜、食蛇龜等。

昆蟲資源

昆蟲資源在雲林廣泛分佈，但是相對來說仍然以山區分佈較多，保育類的物種有寬尾鳳蝶、無霸勾蜉、台灣長臂金龜、台灣大锹形蟲等。

溪流魚類資源

雲林地區溪流大多屬於嚴重污染，少數溪流的上游地區污染較少，所以存在一些

屬於乾淨溪流的魚類，高身鮎魚、埔里中華爬岩鰍在草嶺地區仍然可見，下游地區鱸鰻屬於半迴流性的魚類，在河口地區偶而會捕獲，以上三種皆是屬於保育類魚種。

「自然與生活科技」學習領域之課程及其實施

台灣師範大學物理系 陳文典 2003/4/8

前言:教育部自民國八十七年頒佈「國民中小學九年一貫課程總綱」以來,陸續發展出各學習領域的課程綱要,並在各縣市學校進行各項說明、研討、輔導等活動,以至目前進行的實地課程推展工作。對全國基礎教育來說,這是一項變革幅度很大的措施,引起的擾攘是必然的。我們比較關心的是在此一片紛擾變動的泡沫之下,整個「教育」到底實質上做了什麼改變?假若是有的,這些改變要如何去評價?

依據「課程總綱」及「自然與生活科技學習領域課程綱要」所揭示之各項教育目標和策略,可以說這些的規劃和設計是非常能切合目前教育所發生的缺點去做改進的。而且,也頗具前瞻性的設定以培養國民生活所需的基本能力為課程目標。基本上,我們應該肯定此一課程所持的基本理念和所設計的實施策略(關於這一點,我們將在本文的第一段作一簡短的檢討)。假如方向及目標正確,藍圖也大致不差,那麼,若是實施的結果不如預期的話,困難就是出在技術性的問題上;即實施的步驟、方法和環境的配合上。我們將在本文第二及第三段來討論這個「理想性」的課程,在實施時,應該會是什麼樣子,而且需要什麼條件(第四段)的配合。

要評價一個「計畫」是不是一個好的計畫,往往是以執行之後的「績效」來看的。「九年一貫的課程」是不是一個好的課程,除了檢討它的理念、方向、目標之外,其規劃的實施策略之可行性、以及實施時流程的設計、施工品質等等每一個環節,影響都是很重大的。尤其是教學環境的配合如學制、能力檢測、學校教學文化等也是具有關鍵性的影響。

我們要批評或是要來實施教學工作,先得要去瞭解「課程」。以目前的實施狀況來說,受批評的缺點很多,如教科書的內容有錯誤、學生學習效率仍無提昇、教師教學負荷太重、教學資源缺乏...不過,這些都是「結果」,若要切實地想解決這些困難,得由課程的理念、課程設計、實施的過程、教學現場活動、以及升學制度及方法的配合等各方面去檢視,才能真正找到關鍵點,也才能切實的去改善。而不是眼看初期施行時的擾攘不安,就反對「新課程」。畢竟,這個「新課程」之所以誕生,是因為想要擺脫舊課程的缺失而來的。凡事往前看、往正向走,我們要來瞭解課程、評鑑課程、改善課程及有效地落實課程。知道若是教育辦得好,我們的國家就能安和繁榮,人民就能幸福快樂,而這些是需要睿智的選擇和辛勤地、耐心地努力才能獲得的。

「九年一貫課程」的教育工程是開始推動了,其最終的結局將會是怎樣呢?會是一個學生自主自動學習的場景出現嗎?或是一個雜亂無章、師生疲於奔命的無效率教育現場?或是不久之後又恢復到原先教學的老模式呢?以目前推展的情況來說,三種結局都有可能。也或許在未來的結局中,在各不同的地方這三種情況都有在發生呢!

一、認識課程

我們先對「課程總綱」與「領域課程綱要」的理念和目標作一番瞭解，並對其內容作評析：

1.課程總綱（以下『』直接引述自本文，「」則為文意摘要）

依據「國民中小學九年一貫課程總綱」的論述，『教育在於開展學生的潛能，培養學生適應生活及改善生活環境的歷程』。前一句表明它是全民的（有教無類）以及適性的（因材施教），是一種民主化的、人性化的開發個人「潛能」的工作。而後一句標示出基礎教育的目的在於培養「生活的能力」，一種可使自己生活美滿也能澤被眾人的生活能力。而其最終的結語在強調教育是使個人成長的一種「歷程」。由此開宗明義的一段論述，引發其一連串的策略：

①課程目標訂定：『培養國民生活所需的基本能力』

②依「學習領域」來設計課程：

。「為了培養基本能力，設置了七個學習領域」，而『學習領域為學生學習之主要內容，非科目名稱』，『學習領域之實施應以統整教學為原則』。

。「國中、國小課程應作九年一貫的設計」。其重點不僅是對教材的認知上作有系統的規劃，更設計「分段能力指標」作為各學習階段的教學目標，以便教育工作得以有層次、有目標地推展。

③課堂上應實施「創意教學」：

為了學生能自主、自發、自動的學習，教學活動應設計成『以學生為學習主體』的活動模式，而其學習的內容更應『以生活經驗為重心』。

④教師可主導其教學：

。「為了使「創意教學」成為可能，在教材及授課時數方面的規定都給予「鬆綁」；不僅「總授課時數減少了，學校自主支配的時數也增加了」。

。「結合全體教師和社區資源，發展學校本位課程...」。

。「建立學校課程報備制度...，呈報主管機關備查」。

⑤教學目標是「基本能力」的養成：

不僅教學活動要提供學生創造的空間，在平常教學時，引用的『評鑑方法應採多元化方式實施，兼重形成性和總結性評鑑...』。使評量的內容遍及全部的「基本能力」，使教學也能兼重各項能力的養成。

2.自然與生活科技課程綱要

在承續課程總綱的理念之下，自然與生活科技學習領域（以下簡稱本領域）的課程，將總綱課程目標「培養國民生活所需的十項基本能力」轉換成「科學素養」來表述。以下是本學習領域課程的內容要點：

①教學目標為「分段能力指標」：

將「科學素養」分由「科學與技術認知」、「科技的發展」、「(科學)過程技能」、「思考智能」、「科學本質(的體認)」、「科學態度」、「科學應用」、「設計與製作」八項能力指標來界定。為了達成此一教學目標，應使教學活動設計成「科學性的探討活動」方式，並且要「以學生為學習的主體」來進行教學活動。如此的教學模式各項能力才有可能養成。

②「學習階段」的劃分：

為了配合學生身心及認知發展的成熟度，以及方便於設計生活化的、主題統整式的教學，將九年的基礎教育分成一二、三四、五六、七/八/九等四個學習階段。階段內的教材及期望達成的「分段能力指標」則同一。

③「創意教學」的實施：

為了方便學生獲有充份研討時間，在「科學與技術認知」方面僅列出必須研習的「科學核心概念」，以免教學為「細碎的各項知識」所束縛。至於如何去進行、進行到什麼層次，則留給學生與教師很大的發揮空間。

④教師可主導其教學：

在課程綱要的「實施要點」上，提示教師可因地方的特質及學生的需要，而對教學內容作調節，甚至可形成「學校本位教材」。對於教材編寫的形式、教學活動模式均無剛性的規定。授課的時數亦可作彈性的調節（為總授課時數的10%-15%之間）。

3.本學習領域課程的特質：

依據以上「國民中小學九年一貫課程總綱」及「自然與生活科技課程綱要」的研討及分析，我們歸納出本學習領域課程具有以下幾項特質：

- ①適性化的教材、教學及評量設計。
- ②教材應以生活經驗為重心，教學時應掌握統整的精神。
- ③教學活動模式要以學生為學習主體來考量。
- ④從事科學性的探討活動。
- ⑤建構學校本位課程。
- ⑥教學與評量是並行的進行、相互援引的。
- ⑦評量要用來激勵學生學習、指引學習重點、發掘學生才能、改進教學策略。
- ⑧評量內容兼顧各項（多元）分段能力指標，且評量方式不限於一（多樣）。
- ⑨評量及教學活動是用以培養學生的自信心及責任感的。
- ⑩評量及教學活動的方式要能促進學生能與人合作及分享的能力。

4.本學習領域課程的評析

由課程所持的教育理想出發，一路上由它的理念、理想，理論性地推展下來，有課程總綱的設計、有各領域課程綱要的設計，接著就要來進行各項的實工作了。此時，您將發現：相對於目前現行的課程，尤其是在現實教育環境下演變而成的教育實況而言，此一「新課程」是相當的不同，幾乎是帶有「革命性」改變的一項教育計劃：

(1)課程的主要目標為「能力的獲得」：

教學目標由「擁有多少」轉移到「有多少能力獲得其擁有」。

先前的課程是設定在「經過各學科的學習，學生將獲得能力的增長」的前提下。因此，課程上強調的是各學科學習順序的安排和所佔的比重，而各學科「課程」主要的內容則是教材大綱。在新課程中，課程的目標直指「能力的獲得」，雖然也要求一系列的學科知識應該研習，可是，更強調的是教學法（或學習過程），因為只有經由學生自主性內發的學習、實務的學習，才能使學生獲得這些能力。究意應該「研習多少教材」的問題，反而退居其次。

此一改變使一向強調「知道得愈多愈好」的人感到惶恐，因為看不見手頭的「鈔票」會使人感到貧窮，雖然對方聲音稱他很會「賺錢」！此一教學目標的改變對於目前的教育是一項很大的沖擊。

(2)教學的主要工作是「教」學生怎麼「學」：

先前的課程著重點在於「傳習學科知識和技能，並由過程中培養科學方法的運用和科學態度」，在此種教學模式中，由於教材及各項設施都已設計妥當，教學活動也已事先準備好了，所以整個教學歷程容易掌控，目標也明確。可是，在新課程中，強調教學應「以學生為學習的主體」來考量，需要學習者具有自主性及主動性。「教師」與「學生」在整個教與學的互動關係上扮演的角色變更改了，各自擔負的工作也不同了。

此一改變使得教師在進行教學時需要有更機變的、更民主的領導力，更重要的是教師要有更強的學習熱忱和學習能力。這會使習慣於扮演「佈達知識」角色的教師感到手足無措？！也會為了如何掌控教學進度和課堂秩序而深感焦慮？！

當然，「學生」在學習時，也應由「被動接受」改變成「主動尋求」的態度。只是學生會扮演什麼角色，實際上還是由教師的教學模式來決定的，故此一教與學互動模式的改變，主要的還是取決於教師的教學態度上。

(3)評量要發揮的主要功能在導引教學，且評量的內容也已改變：

先前的課程著重在「學科知識」的講授，評量的內容也著重在「知識的認知」，這種本已窄化的評量，加上聯考、升學考試、各項檢定考試的規格化、標準化，再加上測驗統計方面講求精準、明確、迅速的評分技術，使得評量更加窄化成為是非、選擇型式的測驗。而這種評量的內容和方式更反過來主導我們的教學模式！這使得原先教育的目標不僅被模糊化了，而

且也可能喪失了。

新課程既然以「科學素養的提昇」為教學目標，而「科學素養」包括的知識認知方面僅只是八項能力中的一項，所以，評量的內容（也即教學目標）是相當多元的；例如包括科學過程技能、思考智能、及科學態度、設計與製作能力....。另外，如培養自信心與責任感、培養與人合作及分享的能力等等也都是教學的目標。可見評量的內容、方式以及技術都要做大幅的更動。

另外，就以評量的目的來說，也應由「比較學生的成就高低，以作為升學的依據」這種心態上釋放出來。而以激勵學生學習、指引學習重點、發掘學生才能、改進教學策略等來運用它。

這種運用目的改變、以及多元化多樣化的評量技術，處處對教師而言都是嶄新的經驗。這會使得「唯知識認知」、「只講求段考、期考測驗」的教師，不僅在評量技移上無法勝任，也可能反過來因單舉「知識認知」一項結果不如往昔（其實也未必）而大談「程度低落」！

(4)其他的改變

其實，整個新課程強調的就是教學法的改變，因為只有這種改變才是這次課程改革的目的。也為了使教學法的改變成為可能，所以才有教材的鬆綁、教學時數的彈性化、評量的多元多樣化，累積這一切的改變，它的變革可說是巨大的。依據「課程是發展出來的」經驗說法，遽然間做了如此重大的改變，是可行的嗎？教育改革本來就是一種文化改革，如今課程做了如此巨幅度的改變，各方面調整的工作必然很多。其成效如何，可能有待實施後數年再來評鑑，才有可能做一個客觀的評估吧？！

二、本學習領域的教學及其教材

國民中小學九年一貫的課程，其最大的特色在於課程目標設定為「國民生活所需基本能力的養成」。於「自然與生活科技」學習領域而言，則在於「國民科學素養的提昇」。在實際的教學活動中，則是各學習階段中「分段能力指標」的達成。為了這些教學目標的達成，講求教學的模式應是首要的工作，我們姑且稱此種教學的模式為「創意教學」。

這「創意教學」的重點不是教師的教學要充滿了創意，而是要把教學活動設計成能使學生的活動具有自主、自動的情勢，且提供給學生許多創造的空間，是「使學生具有創意」的教學。因此「應該學習多少教材，應該知道什麼知識」等等這一方面的講求反而退居第二線。在研討如何落實新課程時，首要考量的是「如何去教學，用什麼方式去教學」，然後才去推想「如何去編選相應的教材」。

從「課程總綱」和「本領域的課程綱要」，我們可以歸納出本學習領域課程的一些特質（見附表三「課程的主張及其相應的教學與教材」或本文一之3節）。為使教學工作得以兼具這些特質，建議將課程採用由模組系列所構成的形式，而教學評量的工作亦可穿插在教學的過程中：

1.採用模組式課程的理由和辦法

「教學模組」是一種主題式教學的「教案」。所不同的是它具有可被改裝整修的機動性，方便於教學現場中教師的隨意取用：

(1)模組是一個建議性的、可自行組裝、增添、刪減、修改的教案

- 提供豐富的教學資源（遠超過實際教學所需），使教師在教學時獲得充分的支援。
- 彈性的教學活動設計，使教師容易依教學現場的狀況作調適（如改用本地區的樣本、如增減活動項目、改變活動方式等）。
- 教師可引用來組合自用的「學校本位教材」。

(2)以主題探討的形式呈現

- 可以引用生活上或社會上關心的議題當主題，使討論的內容自然而然地生活化，再藉由對此主題的研究活動過程，獲得科學知識和技能的學習。
- 主題的規模大小適足以使學生感受到「大家正在處理一個問題」。可培養學生處理問題、解決問題的方法和負責態度。

(3)其他(不是模組教學必然的特性，但可以經由設計使其具有的):

- 引用生活化的題材
- 從事科學性的探討
- 採用適性化的活動方式，使每個學生都有角色得以扮演
- 運用分工合作的方式進行探討，養成合作、負責的工作習慣
- 適時的評量並運用評量的結果來調變教學策略
- 使學習者能從事自主性的學習活動

2.如何去設計和整修一個「教學模組」

(1)教學模組的設計（見附表二「主題式教學的基本型態」）

我們可以依教學過程把「模組」的發展流程約略規劃如下：

- 〔觀察情境，察覺問題〕「問題」的察覺及對「問題」討論後，對於整個問題將如何去進行探討有一概略的認識。
- 〔引導討論，確定問題〕教師可依預期的教學目標和預估的教學時間，對本問題所要探討的重點、處理各子題的方式、欲探討的深淺等做決定，並做好小組的分工。
- 〔分工合作，進行探究〕使各小組的學生瞭解自己肩負的工作，主動進行規劃和設計工作，教師協助其完成。
- 〔分享經驗，整合成果〕觀摩別組的工作成果，評鑑自己的工作、統整彼此的經驗並提出報告或成品。
- 〔綜合評鑑，推廣應用〕檢討議題處理的得失及提出如何進一步處理的展望性意見。

(2)如何去整修一個教案，使之成為一個好的「教學模組」

利用本領域課程的特質來檢核自己所設計的教學模組是否如此：

①適性化的教學活動設計

- 在你的安排下，每個學生都有角色可扮演嗎？
- 你的活動設計不會使學習慢的學生喪失信心和興趣嗎？
不會使學習快的學生沈悶無聊嗎？

（我們並不是要求每個學生學習一樣多，而是要使每個學生都獲得學習。經驗上，若利用討論(全班或小組)、團隊合作、各自表達等方式比較能鼓勵學生做自主性、自動性的參與）。

②生活化主題式的教學設計

- 你使用的題材是學生生活上常接觸得到(或想像得到)的嗎？
- 你的主題大小適中嗎？(要使學生感覺到在處理一個問題)

③設計成為學習者自主性學習的活動方式

- 你「引起動機」的結果，是不是能使學生「知道現在正在思考某一類的問題」、「發現有幾個問題有待釐清、改進」、「很想開始著手去探究」。能使學生積極的對某一問題投注精神、認真的想去探討嗎？
- 你用什麼方法使他們(小組)能自行運作起來呢？他們有合作的氣氛嗎？
- 你的活動設計能使他們每個人對自己小組所提的報告都清楚嗎？都同意嗎？
- 你的活動設計有沒有開發出許多想像的空間給學生？會不會做得太多(幫學生安排一切)或做得太少(沒有去開發和引導)。

④進行科學性的探討活動

- 「科學方法」可能形貌上很多樣，可是基本上的特質是「所提的立論有根有據、邏輯性、具說服力」、「所依的論據堅實可信」。你的活動設計能使學生符合這個特質嗎？
- 你是怎麼安排而使學生的工作態度和方法能使論據「堅實可信」？

⑤學校本位教材

- 你提供的教學資源豐富嗎？或告訴教師何處去找資料嗎？
- 同一個問題你有提供兩個以上的策略嗎？
- 你的模組具有被重組、刪修等的彈性嗎？

⑥教學與評量交互援引的活動方式

- 你有沒有在教學過程中適時地穿插評量的活動？
- 這些評量活動對你及學生進行下一步工作很有幫助嗎？

⑦評量要用來激勵學習、指引學習重點、發掘學生才能、改進教學策略

- 你內心怎樣看待「評量」（評量是用來...）？
- 你評量的「用語」、「使用方式」是不是在發揮激勵、指引學生學習的積極性作用？

- ⑧評量內容兼顧各項分段能力指標，且評量方式不限於一
 - 你是否視處理問題過程的需要，用適當的方式提出適當的評量問題？
（可能包括批判性的、開創性的、想像的、預測的、未來的、現實的、記憶的…，不限於單一種）
- ⑨評量及教學活動用以培養學生自信心及責任感
 - 你的教學及評量活動能否使學生產生「成長」的感覺？
（儘量少用淘汰、競賽的方式，儘量用「問題」來開拓學習的空間，鼓勵自我成長、突破和肯定。使學生相信自己是特別的、有價值的、值得大家敬重的）。
- ⑩評量及教學活動的方式要能促進學生能與人合作及分享的能力
 - 民主式的合作需要一些條件：「大家有個共同的努力目標」、「組織上的分工是在各司其職、各自發揮所長，不是在比位階的高低，故彼此應相互尊重其職能」、「相信完成一件事，每個環節都重要，是大家共同的事，成果屬於大家（不是幫主持者的忙）」、「在合作之中，個體也獲得學習和成長」。你的教學活動是不是能具有這種認識？

經過以上十項的檢核，去修改你的教學模組。

3.如何去建構一套模組式學校本位的課程

(1)選列該學習階段所要探討的「主題」

- 把課程綱要上「科學與技術認知」的各項科學概念和教材內容細目，並列在一起。研擬一系列想要探討的「主題」。預估探討完這些「主題」之後，將可學習到「科學與技術認知」項的所有的內容。
- 將其他智能、技術與態度項另列成一表格，以便在設計「教學活動」時參考或檢核之用。

(2)依「主題」（或議題）來發展教學活動，成為「教學模組」

- 自行研發或刪修他人的教學模組納為己用。
教師可以由教學資源中心（如各書局出刊的、圖書館備置的、各教學中心研發的、各地方發展的鄉土教材…）去蒐集這些「教學模組」，再依地方特殊性、學生程度或所要強調的教學重點進行。

(3)安排好該學習階段所要探討的「模組系列」。

- (4)教師們可依自己專長或興趣，彼此分工各自負責某些「模組」的教學工作，相互合作研討教學策略和教材內容。

三、教學評量工作的進行

教學評量具有多樣的功能；它能瞭解事情進展的情況，它能診斷工作的缺失，它也提示了教師的教學重點，指示學生應努力的方向。由於「評量」具有標竿或風向球的作用。因此，它一定要和教學的目標緊緊環扣在一起才行。

「自然與生活科技學習領域」的教學目標是為了開展學生的潛能、提昇學生的科學素養。因此，評量所要瞭解的就是「科學素養」提昇的情形、以及知道學生在學習上有什麼落失。基於此一前提，所應評測的「學習成就」應涵蓋整個科學素養的內容，也由於「科學素養」包括知識與技術的認知、科學過程技能、思考智能、科學態度等等多元的智識，故常需要運用多樣的評測方式才能有效的獲知實情。

「科學素養」乃是經由科學性的研討活動可以獲得的「學習成果」。我們要瞭解某人的「科學素養」如何，得由他所表現出來的「行為」去得知；而「行為」是一個人內蘊的知識認知、技能、行為習慣、思考基模等等，在遇到問題時，表現出來的作為。我們經常以這些「行為」結果的好壞來評量某人的「能力表現」。因為這些「能力表現」是一個人科學素養綜合性的表現，而「結果好壞」也常帶有價值判斷的成份，使得在進行評量的工作（也即「能力表現」的評測）時，要先澄清一些問題；如「科學素養所指的內涵為何？可進一步解析嗎？」、「科學素養要怎麼做評測呢？尤其是希望在短時間內運用便捷的方法去評測，有可能嗎？」。

即使把「科學素養」解析了再解析，我們發現了兩個事實：

1. 沒有某一項「能力」不需受其他項「能力」的支持而孤立存在的。
2. 以應用的觀點來說，我們仍可相當明確的界定某一項「能力」的涵義。

基於以上第1項事實，我們很難去估量某項「能力」在整個「科學素養」中應佔有多少的份量。本領域課程強調在教學時各項「能力」應同時注重，所以最好每項分開來評量，若是我們把各項「能力」評量的結果加起來（不管是怎麼加權換算）給一個分數，則將喪失掉表顯某特殊能力的資訊。

所以，本領域的「成績單」應包含幾個重要的項目。可是我們所列舉的評量項目也不宜過多，這樣在執行上可能很繁瑣。

由於我們仍然無法把「科學素養」合成幾項獨立的「能力」出來，於是我們可以權宜的、實用的做一些調整和簡併；把「科學應用」納入「思考智能」、把「設計與製作」納入「知識認知」、把「科學本質」納入「科學態度」之中、再把「傳達」由「過程技能」項中分出來獨立觀察。就可分成「五項」來評測（見表一）。其實，這種分法還是有相當程度的任意性的。不過若是分的項目太多，在使用時顯得太繁瑣，若是分得太少則又會模糊掉培養多元智能的教學目標。

因此，我們要努力的是去思考和規劃：如何利把「繁瑣」化解成「簡便一些的工作」。以及如何把「科學素養」析解成數個（為數也不宜太多）比較明確的「能力」項目。若是我們同時注意多項的評測，就不會返回已往只偏重「知識認知」單項的學習，而其他能力項目的教學與學習也不會被荒廢。

表一 科學素養的評量項目

評量項目	內容解說
知識認知	<p>科學概念認知；可分成「知道」、「理解」、「轉用」三個層次。 度量技術操作；可分成「會正確操作」、「能精確地操作避免誤差和危險」、「能巧妙地將技術應用到相仿的情境」三個層次。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 知道、理解及運用科學概念 ◦ 會操作儀器及有製作的技術 ◦ 科技發展(的認識) ◦ 有設計及製作技能
過程技能	<p>處理某特定問題時過程所需的心智運作能力。可依過程分成：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 觀察（察覺有意義的訊息，並做量化度量） ◦ 比較分類（知道各變因的屬性及其控制變因的操作） ◦ 組織關連（由資料探討因果，尋找變因之間的關係） ◦ 研判推斷（定因果關係、解釋資料）
思考智能	<p>思考「問題」的源起、處理、結束與發展，以及「問題」本身在情境中的意義和影響；依其性質分成：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 「綜合統整」（形成整體觀的能力） ◦ 「演繹推論」（能由已知的規則、理論去預測應發生的事象） ◦ 「批判創造」（由情境中發現問題，提出對現狀的批評和建議） ◦ 「解決問題」（養成遇到問題面對問題，且實地去規劃處理的能力） ◦ 知識、技術的應用 ◦ 科學方法及思考習慣的運用
科學態度	<p>藉由科學方法的運用中，獲得知識的拓展和發現的樂趣，相信科學的價值，養成好智且求真求實的求知態度。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 投注與熱忱 ◦ 細心及切實 ◦ 科學本質的體認
傳達	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 溝通表達（善用各種媒體獲得資訊、能有條理的、科學性的陳述、能與人溝通及善於表達）。

四、課程實施所需要的環境和條件

「課程綱要」是一幅藍圖，描繪出教育的願景。在由藍圖走向成品的路上，必然會涉及到許多對現狀的興革事項。這些工作可能是難以克服的障礙而將引起對原先藍圖的調整，也可能獲得解決而使事情發生改變。由以上我們對於新課程的分析和瞭解，我們知道新課程的理念、目標和策略是和目前的教育現況存有一段很大差距的。若要完成像第二及第三段我們所論述的教學、教材與評量的工作，仍需要許多配套的措施來提供助力：

(1) 提昇教師的專業能力：

新課程將屬性相近的學科知識劃歸同一個學習領域，並且希望在同一領域內的教材採用統整的形式來教學。因此擔任某一學習領域的教師必須對領域內所含的學科知識都要有相當的學養。其次，新課程強調「以學生為學習主體」的教學方式，教師所需的教學技能也大大的不同已往。依據新課程的領域教材與教學方式，教師的教學技能需要大大的提升，才能達到它應有的專業水準。

(2) 疏解升學考試的桎梏：

當全國的家長都希望自己的子弟進入明星高中時，做為分流檢定的「測驗」，它負的責任是如此的重大，以致於紛爭不容發生，經過多年的演變，「測驗」的方式淪為只講求「計分迅速」、「對錯分明」的技術品質之要求。而學校教學的模式長期以來也受到這種測驗方式的扭曲。如今新課程講究自由開放的教材及自主創發的學習，標示培養十項基本能力的教學目標，顯然的，它的教育理想和已往是非常不同的。那麼，它的分流檢定已不可能由「計分迅速」、「對錯分明」的是非、選擇題來負擔了。因此分流檢定的工作比較可能的辦法是以教師的評量為依據。不過，如此一來，教師的評量技術和公平性必受到大大的質疑和考驗。可能唯一的辦法是「把每所高中、高職都辦得一樣的好或各具特色」，學區制也可能是一種好的設計。不過，這種家長焦慮和十分關注下的分流檢定如何同時滿足新課程的精神和家長的信任，將是一件具挑戰性的工作。反過來說，若是分流檢定的方式依舊不改，那麼，新課程就很難實現了。

(3) 研發「科學素養」的評量技術

新課程的教學目標是培養國民生活所需的基本能力。它們是「瞭解自我與發展潛能」、「欣賞、表現與創新」、「生涯規劃與終身學習」、「表達、溝通與分享」、「尊重、關懷與團隊合作」、「文化學習與國際瞭解」、「規劃、組織與實踐」、「運用科技與資訊」、「主動探索與研究」、「獨立思考與解決問題」。那麼，如何去評量這些能力，知道學生學習這些目標的狀況？就以紙筆方式的「學力測驗」為例，這樣的評量方式和內容能夠測出這些基本能力的學習成就嗎？若不以一次的集中考試來肩負分流測驗（因為完成這項任務太困難了），而由教師平時的評量來代替，則教師能在教學活動過程中評量出這些能力嗎？它們具有評量這些能力的教學技能嗎？怎樣才能在新課程實施之前讓教師具有這種評量的技術？

(4)提供充沛的教學資源

- 。雖然賦予教師可以設計學校本位教材的職權，可是，教師有時間和能力去完成整個學年的教學活動設計嗎？假如他們的教材是購自各書局的教科書，那麼他們使用教科書來教學的方式會和已往的教學方式不同嗎？能夠協助教師從事啟發式教學的教材資源在哪裡？誰來提供？
- 。以往的教學模式中教學資源是教科書和實驗室。若以新課程的理念，教學時要求學生從事自學的探討活動及撰寫報告。這需要大量的參考資料、圖書及網路上的資料提供也要能方便且充足，只是以目前來說，此項資源還是很貧乏呢！

(5)改變教師對「教學」的觀念：

習慣於運用講授方式教學的教師，他們深深的依賴教科書及考試卷。如何在一夕之間改變他的教學法；運用問題，鼓舞學生自動主動的參與探討活動，給予學生創造的空間，讓他們自主的提出解決問題的策略，並親自去規劃執行。這種教學模式的改變所需要的教學技能，是不是一般教師所具有？縱使具有此項技能，則對於新課程的「教學」基本理念是否認同？

五、課程的調整與推進

縱觀整個國民中小學九年一貫課程，其所做的一切變動就是一個「教育鬆綁」；把「教學的主導權交給教師」，把「學習的自主性給予學生」。而這些鬆綁目的就是為了使「創意教學」成為可能。

由於「國民中小學九年一貫課程」的主張和目前現行的教育實況有極大的差距存在，若要使此一課程得以實現，不僅是在學制、教材、教學、評量方面都存在著大量的工作，更重要的是對「教育」宗旨的重新釐清和對「教學」涵義的重加思考，這是一個思想、觀念的改變。一旦我們肯定「教育」是在「開展學生的潛能」、「教學」是在「養成學生的學習能力和習慣」，那麼整個教學現場的景象將發生改變。

社會環境在改變、資訊媒體在發展、知識在增進，這使得教育的內容、教學的形態、學習的方式都發生了改變。面對有限的人生和無窮的知識之海，「知道學什麼、怎麼學、什麼時候學」都將是一個大問題，「怎麼才能使一個人在最適當的時機、最短的時間內，學習到最有價值的能力」將成為必須講究的一門「科學」（我們可以稱它為「學習學」吧？），教師就是這門學問的專家。

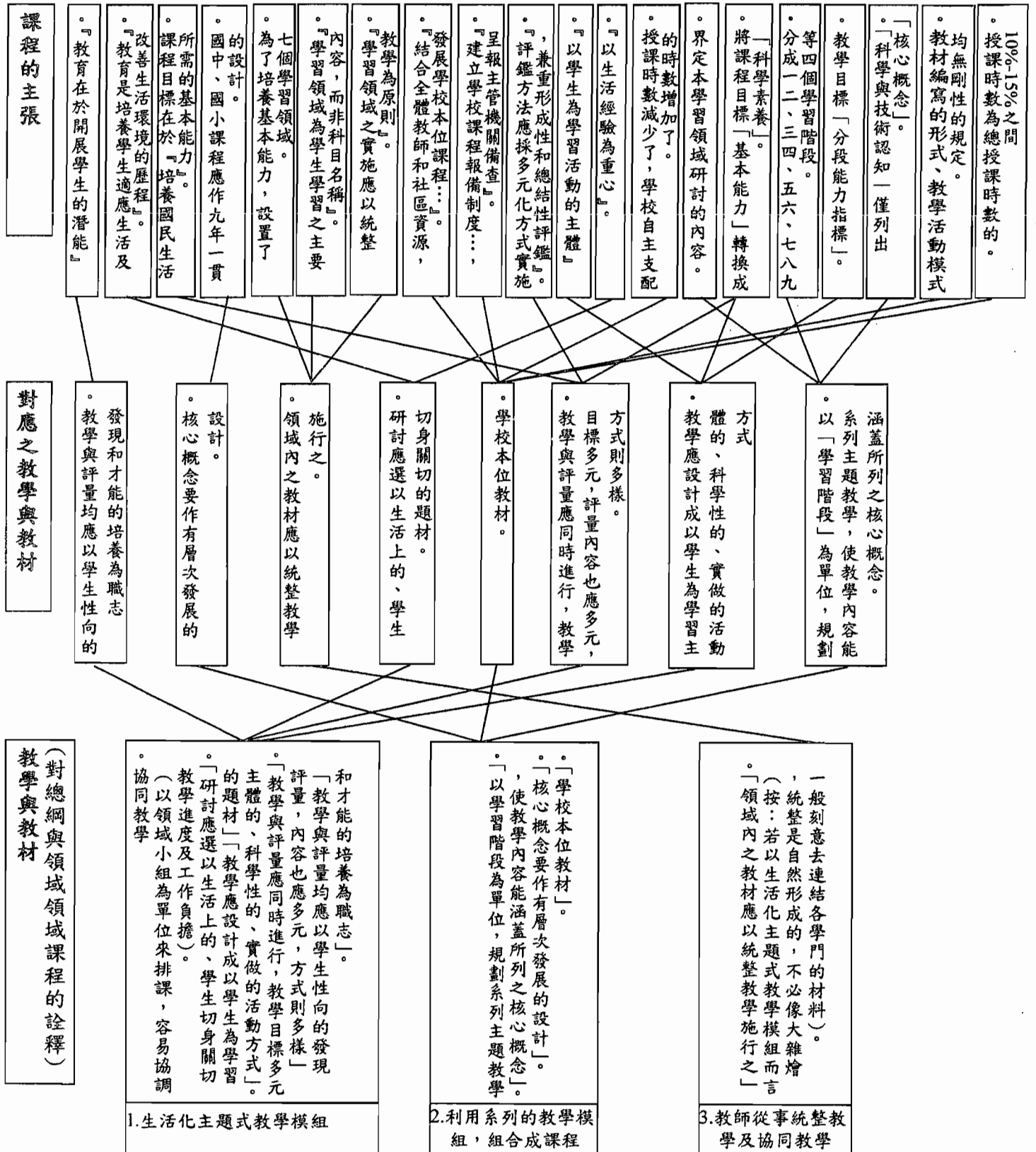
「好的教育」也不是一種靜態的內容和方法可以界定的，應以「如何能成功地反映社會現狀、帶領人們經營美好的個人生活和營建和樂的社會」來當評鑑的指標。這次九年一貫課程的改革，藉助「教育鬆綁」的策略想導致「創意教學」，其實是順應現社會環境的一種教育上的改變。

對教育工作者而言，面對的是一個一直在變動的情境和一連串適應及有待解決的困難，所以教育的改革是一種沒有止境的工作。

表二、主題式教學的基本型態

學生做什麼？	教學流程	教師做什麼？
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 參與討論，發表自己的經驗和想法，也聽別人的經驗，覺察有很多可改進的技術，或值得探討的問題。 ◦ 察覺為了瞭解主題或把事情做得更好，需要進行進一步的探究。 ◦ 解構主題，將主題分成許多「子問題」去探究。 <p>大家努力尋求以下問題的答案：</p> <p>[我們的問題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 瞭解子問題的性質、可研究的範圍？ ◦ 知道我們可以做什麼？要做什麼？ <p>[著手來探究]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 我們打算怎麼做？ ◦ 需要什麼器材？需要多少時間？ ◦ 規劃一下流程，做什麼？誰來做？ ◦ 怎麼取得資料？實驗怎麼做？ ◦ 怎麼記錄？ ◦ 怎麼整理及表列資料？ <p>[我們的發現]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 這些資料顯示什麼意義？ ◦ 依據資料我們可得到什麼結論？ <p>[檢討與建議]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 這次研究有些什麼可以改進的？ ◦ 還有什麼別的方法也可以做的？ ◦ 這些發現可以應用到其他方面嗎？ ◦ 這些結果讓我聯想到什麼？ ◦ 這些結果可以解釋什麼現象？ <p>[發表或展示]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 怎麼寫成果報告？展示成品？ <ul style="list-style-type: none"> ◦ 發表自己的工作心得，也聽取別人報告，綜合整理各組的資料、報告，獲得對整個主題的瞭解。 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 對實驗誤差、資料可信度提出批判與檢討。 ◦ 對實驗方法、活動策略提出批評與改進意見。 ◦ 發現新的問題，預測可能發生的現象，提出推廣與應用的點子。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>觀察情境 察覺問題</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>引導討論 確定問題</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>分工合作 進行探究</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>分享經驗 整合成果</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>綜合評鑑 推廣應用</p> </div>	<p>「主題」的發現與形成： 由生活上、自身、社會上的現象之觀察，引發出問題，最後，聚焦到某一類的問題上。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 歸納學生的各種經驗和想法，形成一些子問題。 <p>[協助學生確定問題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 釐清各子問題的性質，確定（或拓展）欲探討的範圍。 <p>[協助學生獲取資料]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 可以同時分組平行進行不同問題的探討，也可以全體同時（分組進行）探討同一個問題，或兩者夾雜地使用。 ◦ 協助學生提出策略、規劃工程。 ◦ 協助學生安裝儀器、進行操作。 ◦ 協助學生獲取資料、整理分析。 <p>[鼓勵學生提出想法]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 鼓勵學生研判資料意義。 ◦ 鼓勵學生依結論詮釋資料。 ◦ 鼓勵學生依資料提出結論。 <p>[激發學生推廣應用]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 評估自己的資料。 ◦ 推想可應用的主意。 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 指導學生整理報告或展示成品。 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 安排機會和情境，各組發表心得，並促進各組間互相學習，使每個人都能匯集到別組的經驗。 ◦ 藉討論、講解、閱讀，來將各組的資料加以統整，提出規則性、科學概念。 ◦ 提出綜合性的想法、檢討工作得失、提出新的問題。

表三、課程的主張及其相應的教學與教材



主題式教學活動設計

- (一)主題式教學的基本型態
- (二)「主題式教學」的特質及其在教學方面的功能
- (三)「教學模組」的表達格式
- (四)教學模組設計的品質之評判基準

主題式教學活動設計

陳文典

台灣師範大學物理系

前言：若是在談論「教學」時若著重點在教材的內容，我們會以學門的名稱稱之為音樂教學、生物教學、語文教學等。

若是著重在於探討教學活動的探討「形式」，並藉由形式的特質來推測它可能發揮的「功能」，則教學常冠以形式或功能的名稱，例如「合作學習」的教學活動、「建構理念」的教學活動、「STS 理念」的教學活動。

有時在談論教學活動時只在強調具有某一特質，例如討論式教學法、探索式教學法、實驗教學法、田野觀察教學法、創造性教學法、操作式教學法.....，那麼它想達到的某一特殊功能就較容易辨識。教學活動各具有某些特質，雖然其教學所能達到的目標可能彼此之間都有相互包含的成份，但是卻各有自己想達成的焦點目標。

「主題式教學」，顧名思義，強調每次的教學活動，都是以解決（或釐清）某一主題的規模（或方式）來設計。這種模式的教學有什麼特殊的功能呢？要如何設計呢？這正是本文所要討論的重點。

(一) 主題式教學的基本型態

「教學」常因為教學的目的不同、或當時活動的情境改變而採取不同的活動方式；例如講述、示範、實做、實驗、參觀、辯論、詰難、報告、討論、集體創作等等。不過在這些方式的改變背後仍然有一個結構性的基調。以基調演進的脈絡來看，過程中運用某一方式來教學僅是要達成該階段任務的一種技術性選擇而已。本文主要在描述「主題式教學」的整個教學基調，依據一般「解決問題」的思維過程，將教學的流程分成五個階段(見表二)，也即是主題式教學的基本形態：

【觀察情境、察覺問題】

① 教學活動說明：

- 喚起相關的經驗，以形成主題：

有些自然現象比較不容易觀察到的，如草履蟲活動、太空飛行、叢林生活等，常藉助影片、儀器或參觀工廠、植物園等方式來使學生經驗到所要討論的主題，有些現象可能用口語描述、想像、回憶的方式就可以由泛泛的情境中萃取出與主題相關的經驗。

- 有時候不預設題目（但有談論的方向），就學生感到興趣的或是當時發生的熱門話題，由此形塑出探討的主題。

- 開拓有關此主題的可探討空間：

學生可就自己經驗、或想像所及、或對事情發生的因果關係，影響大小的權衡、可能改採的策略等各方面，提出推論式的、批判式的或創發性的問題。總而言之，讓教室的討論維持在一種「百花齊放」的熱絡氣氛。

就以「聊天」一事為例，也許有的學生想到「天氣」、「天氣的描述」、「天氣的測量」、「天氣改變的原因」、「天氣變化對人的影響」....，有的想到聊天可以增進人與人之間的感情....，有的想到別的星球上的「天氣」要怎樣才能知道....。

②教學上的功能：

- 引發舊經驗，提出久懸未決的問題，使「主題」的輪廓呈現。
- 培養批判的能力，對事情反思及力求改進的正向思考習慣。
- 熱烈參與、感覺研討此主題是很有意義的、不難的、自己關切的。

【引導討論、確定問題】

①教學活動說明：

- 將學生五花八門提出的問題加以整理、歸類，並加以分析歸納成為「科學性可探究的問題」。

例如學生在「聊天」中談到「我怕冷」、「我喜歡夏天」、「我喜歡冬天」、「聽說下雨天有的人筋骨會酸痛」、「聽說阿拉伯的地方夏天可達 50°C ，他們怎麼存活」....，經過分析歸納之後，也許成為「人們怎麼去維持約 37°C 的體溫？」、「筋骨酸痛形成的原因是些什麼？怎麼知道的？」、「為什麼人的體溫要在約 37°C 之下才能維持生命？」，這類問題是在探討因果關係的、可設法度量的、不帶好惡情緒的，也就是科學性的問題。

- 鼓勵學生就自己已往的經驗，對問題去做進一步的推論和評估，預想可能運用的設備材料，可能達到的工作目標，儘量使探討的工作變得具體可行。
- 有些問題問得「不精準」，要修改使其切中因果關係。例如「動物老了不會生育」、「色散是因為不同波長的光之折射率不同」，經過分析之後，知道生育能力是生理問題不是年齡問題，色散是因為光的折射率因「頻率」不同而不同所致。於是問題改成「生育的生理條件是什麼？」、「光的頻率與其對某介質的折射率之間有什麼關係？」。

②教學上的功能：

- 把零散的問題歸類，把浮面的問題修整到因果關係的探討，這些思考過程在課堂上進行，可以使學生體會到怎麼去問問題。
- 在討論過程中，刪除去主題無關的，安排重要、次要的順序，都可使學生體會到「如何去處理問題」。
- 把握探討「主題」的規模大小，易於推展教學活動。

【分工合作、進行探究】

①教學活動說明：

- 。教師可以把「為瞭解主題而必須進行探討的各子問題」分給各小組，分頭去進行研究。這種把各子問題分開來齊頭並進的研討方式，教師的輔導工作負擔比較大，可是，班級的學習氣氛比較熱絡，給小組的責任感比較強，適用在國中階段。當然，教師也可能挑出幾個子問題由全班一起探究，其他子問題再行分組並行去探討。分工的情形由教師依其教學進度、學生能力、資源多少、主題規範的大小而定。

在國小階段（尤其是低、中年級）探討的主題規模不宜大，常常是在教師的帶領下，一個一個子問題依序來探究，但是在「樣本」和「策略」和「方式」仍可由小組自行決定來進行（即仍保有一些自主性）。

- 。最好由學生自主性的進行探究活動，教師立於輔導協助的立場，這樣才能養成學生負責盡責的工作習慣，以及提供學生創造的空間、增進其研擬策略、規劃工程、執行實務等能力。要儘量提供學生自行判斷因果關係、詮釋現象的機會，不宜事前提出標準答案（也常常沒有「標準」答案可給）。
- 。提供各項資源如顯微鏡、溫度計、照相機、解剖設備、測量儀器、計算機、植物園、圖書、資料庫等，以便學生進行探究時使用。當然，教師提供處理問題的經驗和技術應是最有力的支援。
- 。學生在作報告時，不管是口語表達或書寫，均要條理明晰、論據切實、不作浮誇之言，要求作科學性的陳述。

②教學上的功能：

- 。養成處理問題解決問題的能力。
- 。各組獨立作業、養成負責的工作態度。
- 。小組工作，培養分工合作的能力及團隊一體的精神。

【分享經驗、整合成果】

①教學活動說明：

- 。教師在帶領學生探討這個「主題」時，心中當然有所盤算，即至少要達到什麼目標（也即學生可以學習些什麼）。在分組進行探究時，小組會把注意集中在自己負責的子問題上，也對自己負責的子問題瞭解得比較深刻。教師可利用「學習評量單」將應學習的內容設計成問題，交給每個學生，而各學生在尋求答案時可對負責該子問題的同儕請益。也可以透過「成果發表會」中的討論、或閱讀「成果展示會」的資料獲得完整的學習。
- 。教師可綜合各小組的報告，提出整合性的科學概念，或是將獲得的結果做綜合推導，以形成結論。

②教學上的功能：

- 養成溝通的能力；能條理清晰的發表自己意見，能聆聽別人的見解，由此，做理性思辨獲得學習。
- 由各組不同的經驗之比較，獲得綜合統整的理論或見解。
- 養成相信自己能力但也尊重及欣賞別人成果的情懷。

【綜合評鑑、推廣應用】

①教學活動說明：

- 利用演講、辯論、寫報告、做作業、答覆問題等方式，將新獲得的概念運用出來，這樣可以使新獲得的概念融納入原有的知識體系中。
- 經過大家對此一主題的探討，獲得對此一主題更深刻更切實的認識，也發現尚有許多相關的因素有待做更深入的探討。
- 察覺只有切實的經過這種因果的探討、權重的衡量，才能真正瞭解問題、解決問題。

②教學上的功能：

- 穩定概念：利用練習、問答、發表等活動，使剛學習到的概念得以內化，技術得以絕熟。
- 拓展視野：培養創造能力，推理能力。

表二 主題式教學的基本型態

學生做什麼？	教學流程	教師做什麼？
<ul style="list-style-type: none"> 參與討論，發表自己的經驗和想法，也聽別人的經驗，覺察有很多可改進的技術，或值得探討的問題。 察覺為了瞭解主題或把事情做得更好，需要進行進一步的探究。 解構主題，將主題分成許多「子問題」去探究。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">觀察情境 察覺問題</div>	<p>「主題」的發現與形成： 由生活上、自身、社會上的現象之觀察，引發出各向度的問題（但均聚焦於此主題）。</p> <ul style="list-style-type: none"> 歸納學生的各種經驗和想法，形成一些子問題。
<p>大家努力尋求以下問題的答案： [我們的問題]</p> <ul style="list-style-type: none"> 瞭解子問題的性質、可研究的範圍？ 知道我們可以做什麼？要做什麼？ 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">引導討論 確定問題</div>	<p>[協助學生確定問題]</p> <ul style="list-style-type: none"> 釐清各子問題的性質，確定（或拓展）欲探討的範圍。
<p>[著手來探究]</p> <ul style="list-style-type: none"> 我們打算怎麼做？ 需要什麼器材？需要多少時間？ 規劃一下流程，做什麼？誰來做？ 怎麼取得資料？實驗怎麼做？ 怎麼記錄？ 怎麼整理及表列資料？ <p>[我們的發現]</p> <ul style="list-style-type: none"> 這些資料顯示什麼意義？ 依據資料我們可得到什麼結論？ <p>[檢討與建議]</p> <ul style="list-style-type: none"> 這次研究有些什麼可以改進的？ 還有什麼別的方法也可以做的？ 這些發現可以應用到其他方面嗎？ 這些結果讓我聯想到什麼？ 這些結果可以解釋什麼現象？ 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">分工合作 進行探究</div>	<p>[協助學生獲取資料]</p> <ul style="list-style-type: none"> 可以同時分組平行進行不同問題的探討，也可以全體同時（分組進行）探討同一個問題，或兩者夾雜地使用。 協助學生提出策略、規劃工程。 協助學生安裝儀器、進行操作。 協助學生獲取資料、整理分析。 <p>[鼓勵學生提出想法]</p> <ul style="list-style-type: none"> 鼓勵學生研判資料意義。 鼓勵學生依結論詮釋資料。 鼓勵學生依資料提出結論。 <p>[激發學生推廣應用]</p> <ul style="list-style-type: none"> 評估自己的資料。 推想可應用的主意。
<p>[發表或展示]</p> <ul style="list-style-type: none"> 怎麼寫成果報告？展示成品？ 發表自己的工作心得，也聽取別人報告，綜合整理各組的資料、報告，獲得對整個主題的瞭解。 對實驗誤差、資料可信度提出批判與檢討。 對實驗方法、活動策略提出批評與改進意見。 發現新的問題，預測可能發生的現象，提出推廣與應用的點子。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">分享經驗 整合成果</div>	<ul style="list-style-type: none"> 指導學生整理報告或展示成品。 安排機會和情境，各組發表心得，並促進各組間互相學習，使每個人都能匯集到別組的經驗。 藉討論、講解、閱讀，來將各組的資料加以統整，提出規則性、科學概念。 提出綜合性的想法、檢討工作得失、提出新的問題。
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">綜合評鑑 推廣應用</div>	

(二)「主題式教學」的特質及其在教學方面的功能

1. 「主題式教學」因為每次都有一個「主題」，故焦點集中。學生比較能掌握學習重點，知道為什麼要做這些、怎麼去做。
2. 「主題式教學」因每次只在處理一個主題，規模不大。使學生在處理問題時，知道要去評估那些是重要變因那些不是，也必須去安排各問題的緩急順序，這些都有助於培養學生解決問題的能力。
3. 若是我們每次教學活動均由生活上或社會上關心的問題談起，學生經由熱切的參與發言，逐步形成所要探討的「主題」，經過這種談話的過程，使學生易於接受這些問題。
4. 主題式教學活動很容易設計成「以學生為學習主體」形式的教學方式。學生手邊擁有的是基本的閱讀資料和學習評量單（或問題的討論提綱），除此之外對「子問題」進行探討的「策略」、「相關資料的蒐集」、「工作報告」都得自行設法，這也是使得學生學習活動具有自主性及創造空間。
5. 「主題式教學」每次都是在處理某一個主題的「問題」，很容易使學生察覺到處理問題、解決問題的過程中每一階段需要的技能。而且事前問題的察覺、事後成果的批判都能使學生體會各項思考智能的運作。
6. 很容易且很自然的使教學、學習及評量三者交融在一起：評量的內容是多元的，而且評量與教學是一體的。藉報告和討論可使閱讀免於落入泛泛略過，藉多元的評量，可鼓勵學生作主動自動的學習及作積極的創意思考。
7. 若是利用「小組合作」、「討論」、與「個別作業」交叉運用的活動方式，使每個學生在活動過程裡都有角色得以扮演（也因此使每個人都可獲得學習），很容易達到適性化的教學作用。
8. 使學生可以獲得基本的知識和技能
可設計基本的「閱讀資料」，並且於閱讀後有一簡短的「討論」來深化學習。另外由於學生主動的在處理問題，故學生知識涉獵的範圍大，且可經由討論、報告活動，由不同的角度去思考問題。

(三)主題式教學活動以「教學模組」來表現

1. 「教學模組」在教學上的應用

「教學模組」仍係主題式教學活動的教案。

◦ 教學模組可替教師提供充足的教學資源：

如各子問題的「參考資料」、「教學策略」、「評量策略」均充足提供在附錄上。（不過，得注意！這些豐富的參考資料只在教師手冊上出現。必要時備供教師在支援學生學習時使用，而不是拿來講授的）。

◦ 系列的主題式教學可以形成課程；若是我們依據課程綱要所規範的應學習之「科學的知識和技能」來挑選及安排各「主題」，使經過系列的「主題式教學」之後完成整個教學工作。

- 自然生活科技課程所揭示的幾項教學「生活化的體材」、「以學生為學習主體的活動設計」、「科學性的探討活動」、「評量內容多元、方式多樣」、「教學與評量同步進行」、「適性化的教學活動設計」、「適性化的教學與評量」、「培養學生處理問題、解決問題的能力」...這些課程目標都可以在「主題式教學」的模式下完成。而「主題式教學活動」若以「教學模組」的形式來表達，更容易引用來設計成「學校本位課程」。

2. 「教學模組」的表達格式

一般的說，一個教案最重要的是內容，表達的「格式」應是比較次要的部分，並且，可能有許多不同的「格式」均能達到同樣的效果。

本教學活動設計界定應具有「生活化的」、「主題式的」、「學生為學習活動主體的」、「科學性探討的」、「教學與評量同步的」特質。實際上，經驗告訴我們：具有以上五個特質的教學活動也會因體材的不同、年級的不同、活動的方式不同，其教案的表達形式仍然會有很大的歧異。不同的活動方式也未必可以用同一個格式去「套」。制式化地規定一種書寫格式，未必適用於任何場所。不過，在實用的角度來看，各模組的「書寫格式」歧異太大，會給使用者很大的不方便，因此仍然提議此一格式，以供參考(或可視為一個原則性協調意見)。

本「格式」的表達綱目分明：由標題、摘要、模組結構及使用說明、主題教學流程等各段落的展開，逐步的增加詳述的程度(詳情見附錄 F「教學模組的表達格式」及附錄 G「教學模組表達格式各項功能解說」)。

教學模組(教師使用)：

- 標題
- 摘要(約一百字左右)
- 內容目錄
- 使用說明
- 教學概要圖
- 主題教學流程概述(大要簡述整個主題的教學、說明取捨的辦法)
- 各子問題教學活動概述(教師指導學生的示例)
- 及所需之各項附錄

學習手冊(學生使用)：

- 閱讀資料
- 討論提綱、作業、報告.....

(四)教學模組設計的品質之評判基準

為了達成「教學目標」，我們設計「教學活動」。為了達成這些目標以及協助教學活動得以順利進行，設計「教學模組」。基本上，「教學模組」是一本教案或教師手冊，提供教師教學時參考之用。因此，我們以「是否能提供有效的協助，使教師得以完成教學目標」為品評「教學模組」好壞的基準。基於以上的思考，我們逐一由教學目標、教學（或學習）活動特質方面，教學資源的提供方面，及教學模組的表達方面去評定：

1.教學（或學習）活動特質方面

①教學活動的形式是否以學生為學習的主體

- 教學活動設計是不是有呈現學生自主及自動的從事學習活動的景象。當然，我們可由他的設計來推測，是否這種學習的景象「可能」發生。
例如用「問題」來開拓學習方向。
- 教學活動能否提供機會使學生能自主地去面對自己的問題，提出解決的策略、規劃工作進程、做好小組分工及實地執行等的活動。
儘量不用已設計完全的實驗（教案上，可以備妥，但教學時應由學生去處理、決定）。
- 教學活動的方式是否允許每個學生有機會參與？是否能鼓舞學生的求知興趣？培養出「天生我才必有用」的信心？也即在教學活動中每個人都有角色可扮演，這樣才能由這些活動中獲得學習。

②教材的內容應以生活經驗為重心

是不是在探討生活裡關心的問題？學到的內容是否很容易應用於解決日常生活的問題？

③評量的內容是否兼顧到各項基本能力或科學素養？

- 評量技術是否有效？
- 教學活動及成果報告中，是否鼓勵學生作創新？是否提供學生表現的機會？是否培養欣賞他人及肯定自我的情操？（而不是一味的在比鬥、猜忌，作無盡無休的淘汰賽！）
- 教學活動設計和評量方式是否能促進團隊間的合作、尊重與關懷，而不是相互排擠、批判或自我標榜。

2.教學資源的提供方面

- 教學模組是否提供充足的相關資料，以供教師引用。
- 教學模組是否提供評量策略之建議、提供評量題目等，以供教師參考。
- 教學模組是否提供各種實地執行探究工作的活動設計，以供教師參考。

3.教學模組的表達方面

- 模組的表達形式是否條理分明，方便教師參閱。
- 模組的表達是否能使教師充份瞭解設計的活動之用意所在。
- 模組是否提供「示例」，且又能保留給教師可另行設計的空間。
- 模組是否處處提醒使用者如何保留給學生創造的空間。

自然與生活科技學習領域之學習成就 科學素養的評量

台灣師範大學物理系 陳文典

本文大綱：

- 一、「自然與生活科技學習領域」的教學目標
- 二、「科學素養」內涵解析
- 三、評量項目與評測技術
- 四、量化表達與整體總評
- 五、內容多元、方式多樣的教學評量
- 六、評量、學習與教學

說明：

本文依據自然與生活科技學習領域的課程綱要所擬定之「分段能力指標」，以及已往設計各類「能力」評量的經驗，提出本領域的「學習成就」評量的建議。課程綱要中對各學習階段學生各項「能力」雖然有「指標」的訂定，但是它僅是一種「平均」的標準，各學習階段學生各項「能力」表現的超前或落後。可以由其上下學習階段的指標來比較得之，而有實際操作時，教師仍需要瞭解在該學年以自己教學地區學生平均的表現來自訂各項「能力」的精熟度，判定學生表現的「優、良、佳、可、待改進」的層次。

各學年、各地區、各項能力學生的精熟度之訂定，需要教師們由實作中逐漸形成。目前，我們的研究或現有的經驗都不足以提供。

自然與生活科技學習領域之學習成就

科學素養的評量

台灣師範大學物理系 陳文典

前言:「評量」是為了瞭解狀況，並對狀況給予一個公平的評斷。自然與生活科技學習領域的教學目標是為了開展學生的潛能、提昇學生的科學素養。因此，評量所要瞭解的就是「科學素養」提昇的情形、以及知道學生在學習上有什麼落失。基於此一前提，所應評測的「學習成就」應涵蓋整個科學素養的內容，也由於「科學素養」包括知識與技術的認知、科學過程技能、思考智能、科學態度等等多元的智識，故常需要運用多樣的評測方式才能有效的獲知實情。

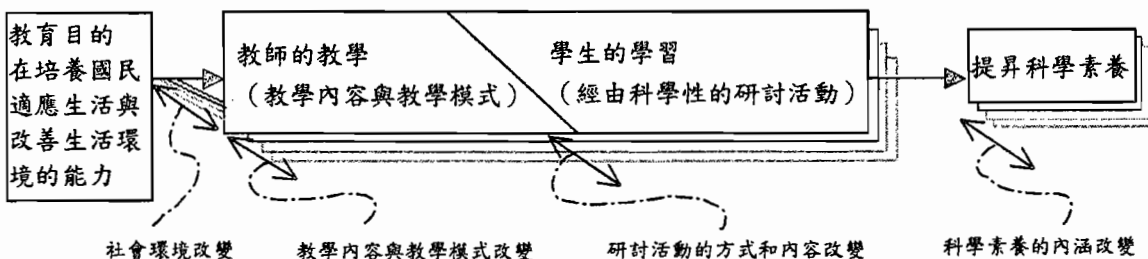
本文主要在研討科學素養的內涵、以及其包含的各項能力之評測技術。

一、「自然與生活科技學習領域」(以下簡稱「本領域」)的教學目標

國民中小學九年一貫課程最主要的特色就是以培養生活所需的「基本能力」做為課程目標。因此各學習領域課程綱要內所提示的教學目標也都以該學習階段學生所應養成的能力來表述，稱之為「分段能力指標」。本領域的這些能力統稱之為「科學素養」。

「科學素養」乃是經由科學性的研討活動可以獲得的「學習成果」；由於學校裡「教學」的概念一再的演進(例如美國六〇年代的科學教育特別加入了「操作中學習」的強調，而有「科學過程技能」教學目標被標示出來。八〇年代提倡的 STS 教育理念和建構主義的教學模式，而特別提及科學應用、創造力等能力的培養)，教學的「目標」由原初著重「科學概念的知道、理解」推展到同時注重科學過程技能、思考智能(或稱解決問題能力)、科學知識與技能的應用，強調批判、創造力(創思、設計、製造...)等思考的習慣和能力的學習，以及比較具有整合性的素養如對科學本質的體認、科學態度等等的養成。

所以說，由於社會活動演進快速，個人生活在一個資訊發達、環境多變的情境下，所需的「能力」也不同，教育既然在培養國民適應生活與改善生活環境的能力，因此社會環境的變遷、教學模式的改變(也即研討活動的內容、方式的改變)，學生獲得的學習內容也不同(見圖一所示)。



圖一

本領域先將總課程目標「培養國民生活所需的十項基本能力」，轉換成「科學素養」，而以科學與技術認知、科技發展（的認識）、（科學）過程技能、思考智能、科學本質（的體認）、科學態度、科學應用、設計與製造等八項來表述。並在學童成長的各個學習階段上依此八項科學素養訂定教學目標，為「分段能力指標」。因為在某學習階段的教學應達到這個「指標」，所以，「指標」就是我們在該階段要評量的基準。為了更清楚瞭解該項能力指標的意義，可以參閱該項的能力在全部四個學習階段的指標（見附錄二），全部閱讀之後將可得知該項能力的「涵義」，比較上下在不同學習階段的指標可以得知學生成長發展的情形。這樣，在評量時才能掌握內容，且知道學生學習的優（超前）缺（落後）情況。

我們要瞭解某人的「科學素養」如何，得由他所表現出來的「行為」去得知；而「行為」是一個人內蘊的知識認知、技能、行為習慣、思考基模等等，在遇到問題時，表現出來的作為。我們經常以這些「行為」結果的好壞來評量某人的「能力表現」。因為這些「能力表現」是一個人科學素養綜合性的表現，而「結果好壞」也常帶有價值判斷的成份，使得「科學素養的評量」工作（也即「能力表現」的評測）涉及到幾個問題：

1. 「能力表現」（科學素養）所指的內涵為何？可進一步解析嗎？
2. 「能力表現」（科學素養）要怎麼做評測呢？尤其是希望在短時間內運用便捷的方法去評測，有可能嗎？

我們把這二個問題分別在二、三節中來討論。

二、「科學素養」內涵解析

經由科學性的研討活動，可以增長其人的能力，我們將之稱為科學素養的提昇。那麼，「科學素養」這個「能力」，究竟有多少的內涵呢？

為了敘述上的方便，在本領域課程綱要上把它分成八項，而八項（其細目詳見附錄二）又可歸成四類：

1. 概念與技術認知類：科學與技術認知、科技發展（的認識）。
2. 探討與思考智能類：（科學）過程技能、思考智能。
3. 科學精神與態度類：科學本質（的體認）、科學態度。
4. 應用科學解決問題：科學應用、設計與製作。

表一 科學素養包含的各項能力

二分法	四類分法	八 項	能力表徵
科學素養	知識認知	科學與技術 認知	S ₁ 知道、理解及運用科學概念 S ₂ 會操作儀器及有製作的技術
		科技發展	S ₃ 科技發展(的認識)
	科學智能	探討與思考 智能類	過程技能
思考智能			S ₅ 綜合能力 S ₆ 推論能力 S ₇ 批判能力 S ₈ 創造能力 S ₉ 解決問題能力（評估問題、提出策略、分派工作、 安排流程、執行實現、評鑑成果）
應用科學 解決問題類		科學應用	----- L ₂ 知識、技術應用於處理問題中 ----- ----- L ₃ 科學方法及思考習慣運用於處理問題中-----
	設計與製造	S ₁₀ 有設計及製作技能 ----- L ₄ 為自己的需要去設計與製作出成品 -----	
	科學精神與 態度類	科學本質	----- L ₅ 科學本質的體認 -----
		科學態度	----- L ₆ 投注與熱忱 ----- ----- L ₇ 細心及切實 -----

表中 S₁ 至 S₁₀ 項是比較可以「短時間」觀測到的，例如由紙筆測驗、實驗報告、課堂上問答、專題報告、現場觀察等方式評測可得到。

由表中 L₁、L₇ 都是歷經長期的學習之後，表現於處理問題、解決問題的能力上、以及做事的態度與精神。這些學習的成果需要由學生長時間的表現去做評斷（例如某學生最近參與探討的態度改變了，顯得自信、積極而且興緻勃勃，或是作品的精細度突然改進不少等等）。

即使把「科學素養」解析了再解析，我們發現了兩個事實：

1. 沒有某一項「能力」不需受其他項的「能力」的支持而孤立存在的。
例如一個人「觀察」的能力會受到他先前經驗或他的性向等因素的影響。
2. 以應用的觀點來說，我們仍可相當明確的來界定某一項「能力」的涵義。
例如我們說某人對那類事務有相當敏銳及深刻的「觀察力」，這種敘述大家都可以瞭解所指為何。我們說某一項作品很有「創意」大家也知道所指為何，這表示「觀察力」、「創意」有一個可溝通的（共識）涵義。

基於以上第1項事實，我們很難去估量某項「能力」在總的「科學素養」中應佔有多少的份量。本領域課程強調在教學時各項「能力」應同時注重，所以最好每項分開來評量，若是我們把各項「能力」評量的結果加起來（不管是怎麼加權換算）給一個分數，則將喪失掉表顯某特殊能力的資訊。

所以，本領域的「成績單」應包含幾個重要的項目。其次，我們所列舉的評量項目也不宜過多，這樣在執行上可能很繁瑣。

經過這麼冗長的討論與分析之後，我們仍然無法把「科學素養」合成幾項獨立的「能力」出來，於是，只得權宜的、實用的，把「科學應用」納入「思考智能」，把「設計與製作」納入「知識認知」，把「科學本質」納入「科學態度」之中，再把「傳達」由「過程技能」項中分出來獨立觀察。於是，建議做以下的分項(見表二)：

表二 科學素養的評量項目

評量項目	內容解說
知識認知	<p>科學概念認知；可分成「知道」、「理解」、「轉用」三個層次。 度量技術操作；可分成「會正確操作」、「能精確地操作避免誤差和危險」、「能巧妙地將技術應用到相仿的情境」三個層次。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 知道、理解及運用科學概念 ◦ 會操作儀器及有製作的技術 ◦ 科技發展(的認識) ◦ 有設計及製作技能
過程技能	<p>處理某特定問題時過程所需的心智運作能力。可依過程分成：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 觀察（察覺有意義的訊息，並做量化度量） ◦ 比較分類（知道各變因的屬性及其控制變因的操作） ◦ 組織關連（由資料探討因果，尋找變因之間的關係） ◦ 研判推斷（定因果關係、解釋資料）
思考智能	<p>思考「問題」的源起、處理、結束與發展，以及「問題」本身在情境中的意義和影響；依其性質分成：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 「綜合統整」（形成整體觀的能力） ◦ 「演繹推論」（能由已知的規則、理論去預測應發生的事象） ◦ 「批判創造」（由情境中發現問題，提出對現狀的批評和建議） ◦ 「解決問題」（養成遇到問題面對問題，且實地去規劃處理的能力） ◦ 知識、技術的應用 ◦ 科學方法及思考習慣的運用
科學態度	<p>藉由科學方法的運用中，獲得知識的拓展和發現的樂趣，相信科學的價值，養成好智且求真求實的求知態度。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 投注與熱忱 ◦ 細心及切實 ◦ 科學本質的體認
傳達	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 溝通表達（善用各種媒體獲得資訊、能有條理的、科學性的陳述、能與人溝通及善於表達）。

三、評量項目與評測技術

若我們想進行評測工作，得先界定該項能力的定義（若不能明確的界定，至少也要用列舉的方式烘托出它的範疇）。若是想把評測的結果應用到教學上面，則要評析促成該項能力的因素，以及設計培養該項能力的策略。本文著重在評量工作，故有關教學方面，另行討論。

我們把「科學素養」區分成「知識認知」、「過程技能」、「思考智能」和「科學態度」及「傳達」五項，我們得一一為它下定界說、描述其行為表徵、及列舉評測的實例：

1. 知識認知

[定義] 概念的認知及度量操作的技術。

[說明] 評測方式：可用紙筆測驗、口頭問答及實作(見附錄三)

科學概念的內涵（見附錄二科學與技術認知）則如科學語彙及符號的引用、知道科學的事實、知道科學概念關係、原理及定律的意義，瞭解理論及模型，並能推想到它應呈現的結果，能運用理論或定律的特性來想出有用的設計，會操作度量的技術，這些都屬於知識認知的範疇。

另外，認知也有深淺的層次。我們可以將之分成知道（knowing）、理解（understanding）和轉用（transforming）三個層次。把「技術」也包括進「知識」，則技術操作也可分成「會正確操作」、「能精確地操作避免誤差和危險」、「能巧妙地將技術應用到相仿的情境」三個層次，見說明表三。

表三 知識認知的深淺層次

		層次		
		知道：	理解：	轉用：
知識 認知	概念	例：太陽東昇西落	例：日照下，因地球自轉而形成日夜	例：聯想到月亮有日夜嗎？白天上空有星星嗎？等問題
	技術	會操作 例：會用溫度計	能精確操作避免誤差和危險 例：測量時要校準要避免日照、物體要小。	能巧妙地將技術應用到相仿的情境 例：許多隨溫度改變的現象，都可當成溫度計來使用。

[實例]

[例] 構成生物的基本最小單位是

A.細胞 B.器官 C.生物個體 D.原子

[註]評測的概念是「生物基本單位是細胞」，認知層次是「知道」，採用選擇題方式測試。

[例]「已知冰塊總是漂浮在水面上」及「水結成冰時體積會膨脹得大一些」

這兩個現象，你能關連起來解釋嗎？

[註]評測的概念是「密度與浮力的關係」，認知層次是「理解或轉用」，採用簡答題方式測試。

[例]測量熱水的溫度：

1. 依你的觀察(現場一幅酒精燈煮一杯水的景像)，現在熱水的溫度約多少 $^{\circ}\text{C}$ ？說明如此判斷的理由。

[註]評測對沸騰現象的認識(利用簡答；全面沸騰之前，底部有汽泡發生，水蒸氣漸增，此時約 90°C 。若答 800°C 表示一點概念也沒有，說 100°C 則不夠細心，....)層次是「轉用」。



2. 用溫度計量一量，熱水是多少 $^{\circ}\text{C}$ ？

[註]評測測量技術(可由學生知不知道考量溫度計的準確性、知不知道熱水流動各處的溫度不同、知不知道度量時不可觸底)。層次是「精確」。

[例]溫度改變時，不同的材料它體積脹縮的變化程度也不同。

1. 一個玻璃罐套著鐵蓋子，由冰箱冷凍庫剛取出來的時候轉不動，等到溫度達室溫時卻很容易就旋開了。

由此推測：當溫度下降時

- A. 鐵材料比玻璃材料，「縮」得比較多。
- B. 鐵材料比玻璃材料「脹」得比較少。
- C. 鐵材料縮，玻璃材料脹。
- D. 鐵材料脹，玻璃材料縮。



[註]評測對熱脹冷縮現象的認識

層次是「知道或理解」，用選擇題的方式。

2. 右圖是鐵和銅金屬在不同溫度下膨脹的情形。溫度每升高(或下降) 1°C ，伸長(或縮短)的量 ΔX ，原長 L_0 ，則 $\Delta X/L_0$ 比值稱為膨脹係數。

- (i) 一條鐵絲在 20°C 時長度是一公尺，那麼在 70°C 時，它將增長(ΔX)多少公尺？

[註]評測對膨脹係數的認識

層次是「理解」，以簡答方式測試。

- (ii) 假如在某高溫下，量得鐵絲是 1.00045 公尺，估計此時溫度是多少 $^{\circ}\text{C}$ ？

[註]評測對膨脹係數的認識

層次是「轉用」，以簡答、計算方式測之。

- (iii) 有一台鐵製機器，螺絲是用銅做的，在 20°C 的廠房內做成。螺絲恰好栓得緊緊的。假如這台機器在南極地帶使用。當時是 -30°C ，你想螺絲會鬆脫嗎？說明理由。

[註]評測對膨脹現象的認識

層次是「轉用」，以簡答方式測試。

20 $^{\circ}\text{C}$ 時 1 公尺長的材料	
材料	每升高 1°C 增長的公尺
鐵	0.000009
銅	0.000017
鋁	0.000025
玻璃	0.000001
瓷	0.000004

2.過程技能

[定義] 處理某問題的過程，所需的心智運作能力。

[說明] 評測方法：實驗室現場觀察、實驗報告（見附錄三）。

處理某問題的過程，可分成觀察（察覺有意義的訊息）、量化度量、比較與分類、知道各變因的屬性及作控制變因的操作、認定因果關係、解釋資料。

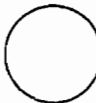
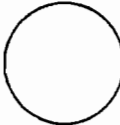


[實例]

[例]由這張照片您能做出什麼樣的推測呢？

（照片裡的人差不多幾歲？照片是一天裡的什麼時候照的？當時的氣溫大概幾度？天氣如何？可能是什麼季節？還有……）

[註]以實景或圖片，來評測其觀察力。

[例]圖示五個球及它們的體積和重量

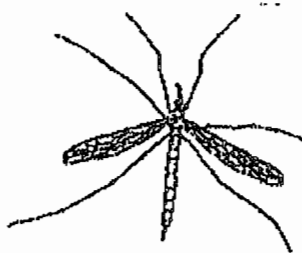
編號	1 號	2 號	3 號	4 號
大小				
重量	50 克重	150 克重	150 克重	200 克重

(1)想知道球自由落下，「掉到地面所需要的時間」和「球的體積」有什麼關係，應選擇那兩個球來做比較？

(2)想知道球自由落下，「掉到地面所需要的時間」和「球的重量」有什麼關係，應選擇那兩個球來做比較？

[註]測知不知道實驗時要控制變因。

[例]就你認識的蜘蛛與蚊子，說出它們的相同及相異之處各三個：



相同之處：(1) _____

(2) _____

(3) _____

相異之處：(1) _____

(2) _____

(3) _____

[註]測能「比較」異同

[例]大年播種豆子，量豆子生長高度時，把測量的結果雜亂的記在下面的紙上。請你幫大年設計一紀錄表格，再把紙上的資料填進表格。

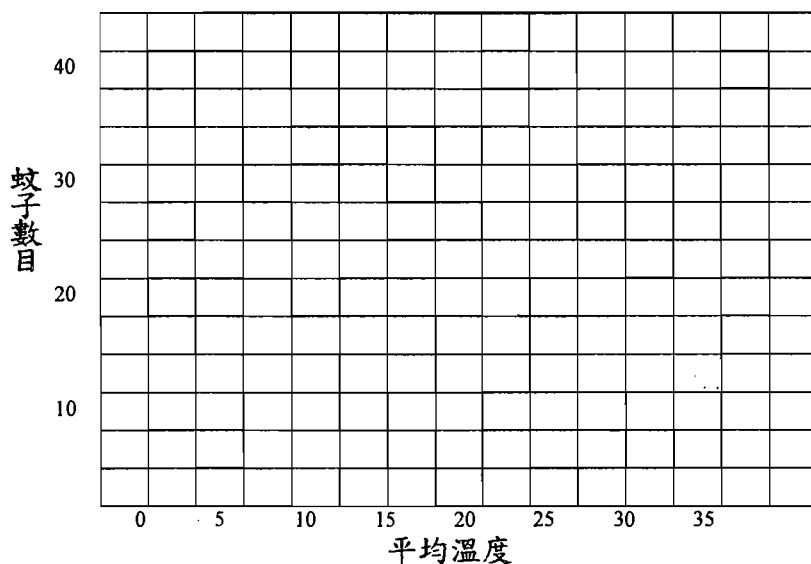
[註]測會不會整理資料

9月1日播種	9月8日3公分
9月5日1公分	9月11日6.5公分
9月18日16公分	9月15日10.3公分

[例]小華利用一間空屋來做觀察「每月平均溫度」與空屋中「平均蚊子數」之相關的情形，得資料如下：

[註]測會不會整理資料

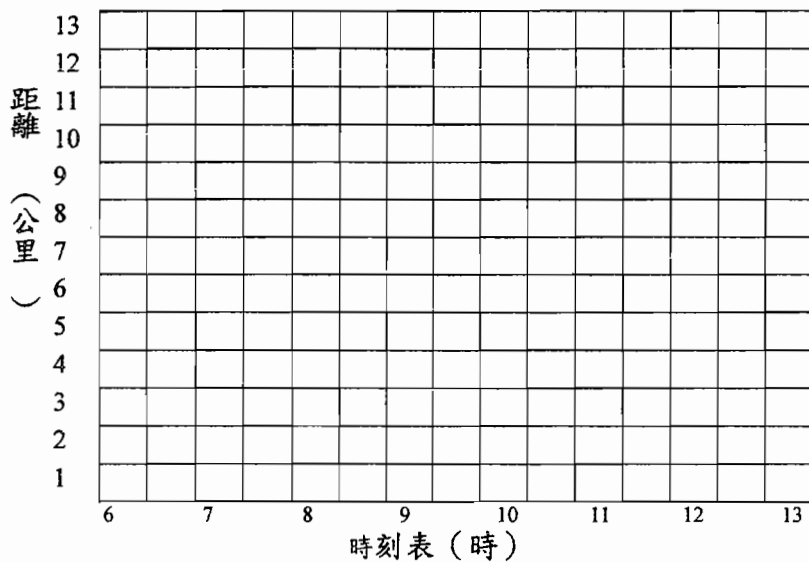
月份	當月平均溫度	空屋中蚊子數目
1	8°C	2
2	10°C	3
3	18°C	30
4	22°C	37
5	25°C	40
6	30°C	38
7	32°C	36
8	33°C	35
9	30°C	37
10	27°C	39
11	22°C	38
12	15°C	5



[例]小英住在甲村，要經過乙村到丙村外婆家（見圖）

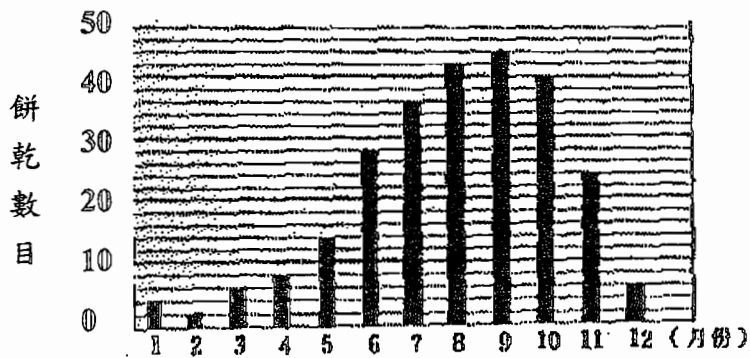


把小英走過的距離和時間的關係，用圖表表示出來



[註]測會不會整理資料

[例]某一食品店統計每月出售的餅乾數目如下表：



(1)三月份出售多少盒？

(2)銷路最好與最差的月份，出售量相差多少盒？

[註]：測能否閱讀圖表

3. 思考智能

「過程技能」是指處理特定問題的過程所需的心智運作能力。而「思考智能」則是思考「問題」的源起、處理、結束與發展，以及「問題」本身在情境中的意義和影響。依其性質分成「批判創造」（這項「能力」實際上包括「批判能力」和「創造力」兩項。但是因為「批判性思考」是察覺問題之所必需，而「察覺問題」又是「創造性思考」得以發生的起因，因此，我們把它連在一起考量。）、「綜合統整」（能由紛離的資訊中建立起綜合性的概念，歸納統整出一些規則）、「推論演繹」（能由已知的規則、理論去預測應發生的事象）、「解決問題」（能面對一項工程，安排工作步驟、分配工作）。以下，我們就各項「能力」涵義，加以界說，

【批判性思考】

[定義] 人在遭遇某情境時，理性地思索決定去相信與否，或將此情境和自己的經驗做評比的心智活動。

[說明]

①形成批判性思考至少需要幾個要件：

- 當事人對於該事象很關心，列入有待處理的事件。
- 當事人對於該事象具有可信賴的經驗或理想藍圖的想像。
- 當事人要能對事象有所瞭解並自作詮釋(雖然可能依自己的立場去做)。
- 當事人要對事象異同比較具有敏感度，對於事象的組織結構具有洞察力。
- 當事人要能評比與權衡兩者(自己的與該事象的)之間的異同與價值。
- 當事人能將評比的結果表達出來或進一步做成建議。

②行為表徵：

- 經常採取詢問的、求證的態度看事情。
- 對現存的情況常有更完美的企求。
- 對於論據的可信度、因果的關連性、理論間的邏輯一致性、推論過程的嚴密性常能提出更嚴謹的要求。

[實例]

[例]剛做完一個實驗，各組也都寫了實驗報告了。把某乙份「實驗報告」提出來，大家來討論：

- 這個報告的表達格式好嗎？若是你，你有什麼建議？
- 你相信這個報告的資料嗎？
- 這個報告的結論和資料吻合嗎？有什麼結論是資料沒有顯示的？

[註]這就是批判式的問題，它引發了「比較」、「檢核」、「質疑」，也因此引發了建議與問題。

[例]執行某一個實驗，可以提出一個檢討：

- 這個實驗的主要目的是什麼？
為了這個目的，這個實驗可以證實什麼？
- 有沒有更妥當的實驗可以代替這個實驗呢？
- 這個實驗可以有什麼可改進之處？
- 這個實驗真的能證實一些理論嗎？或是能呈現一些結果嗎？

[註]這就是批判式的問題，它引發了「比較」、「檢核」、「質疑」、「建議」及「問題」。

[例]

[例]

【創造力】

[定義] 能夠產生具有價值的新主意、或領悟出新的理論的心智活動。而「創造力」則除了提出新的主意之外，還具有執行實現，獲得創新性產品的能力。

[說明]

①形成要件：

創造是對「個人」而言的；例如某甲捏一把粘土當擺錘做起單擺實驗了，這是一個省錢省事的好主意，是創造性的。某乙學著去做，「創造」成份就沒了。若是某乙不知道甲做過的事，卻也獨立想出相同的主意，則某乙和某甲一樣都是創造性的。

「創造性思考」經常發生在不同的場合，以難以預料的方式呈現，而且其規模可以很小也可以很大（小如「利用舊絲襪來懸掛香皂，以免受潮」、「摘一支草當牙籤」大如「發明傻瓜相機（它是引用許多知識、和一系列的創造所結合的）」）。其實，人在生活中是不斷需要創造力才能處理所遭遇的各種問題，其規模有大有小，呈現有顯有隱，創新成份有多有少。只是我們所注重的是那些表現明顯的、規模較大的、創新成份較多的事件而已。

並非所有要件齊備即能發生創造性思考，只是，在某種情境有利於創造性思考的發生。例如：有不受拘限、「唯目的之達成」的草莽性、有凡事自己先行設法解決的工作習慣、有誠實面對問題力求解決的工作態度、有自信且不怕被嘲諷的個性、有處於被企望或自我企望狀態者、處於少許知識但又不很嫻熟的認知狀態者，這些處境均有利用「創造性思考」的發生。若加上有力行的習慣，就更有機會產生「創造力」了。

②行為表徵：

在評測時，我們總得列舉一些「可觀測」的行為徵候，以免只依作品（結果）來決定有或無創造力。我們把「創造性思考」的一些行為特徵列於下。

某人具有創造性，可以由他的思路流暢觸類旁通（流暢性）、隨機應變奇想突出（變通性）、所提方案獨特前所未聞或能由成品中提出補輟意見、思考細緻精準具精密性等之特質來看。不過，仔細推想，這四個特徵其實只是一個，那就是「遇到問題時」，總是有那麼神來一舉，把問題給處理得即新穎又別緻。

「創造性思考」可以由富有想像力造出新的事物、能由謎面猜出謎底、能遇到困窘面想出突圍絕招、能由陳舊現象看出新義、能解構舊組織翻新出新事物、能突發奇想提出新主意、能舉一反三方聯想等。

[實例]

[例]處理問題時，表現出自信、積極、主動的態度及應變能力：例如「在實驗報告中提及所採用的測量方式很特別而有效」或「提及一些新的實驗想法」，「由實驗資料中引伸發現一些規則（若是事先已知，則創造成份減低）。

[註]由實驗報告、工作表現去評測

[例]由困難問題出發的題目：

- 設計一個通風而無光的暗房。並說明如此設計的理由。
- 設計一個隨風漂浮空中的飛行物，而要它落地時要能控制。
- 設計一個能測量 -150°C 至 500°C 的溫度計，並說明如此設計的理由。
- 設計一個探測海水溫度的計劃；由水面往下每加深一公尺處的水溫，並說明如此設計的理由。

[註]「創造力」的題目至少要有幾個特質①有一個困難發生②被要求（或有責任）去解決它③答案不是現成的，也不是去找書上網可獲得的，要自己想的④答案只要合理即可，是允許多樣的，不是唯一的。

[例]由原理出發的題目：

- 實驗得知定量的氣體其壓力與體積成反比。
你想這樣的性質，可以利用來做些什麼事呢？
- 實驗得知水會溶解許多物質，可是樹脂、塑膠、保利龍卻不溶於水。
你想這樣的性質，可以利用來做些什麼事呢？

[註]有一個特質或規則，利用它到不同的場所去。解決這種題目需要①瞭解此一特質②有想像力，構想出生活中具有同一特質的現象③自己想的，不是以前就知道的④答案只要合理即可，不管合不合用、值不值得。

[例]

[例]

【綜合統整】

[定義] 形成整體觀的能力

[說明]

- ①形成要件：要對事件中的各項訊息有所認識。在形成統整性概念時，需要的是想像，也可算是一種創造性思考（不過，有些實驗是用來證實某一理論或想法的，那麼當他做了資料的統整時，其創造性成份就少了）。
- ②行為表徵：能由眾多資訊中找出交集部份，或歸納出資料變化的趨勢、規則。能由整個事件中發現代表性的性質或事件的意義。在同類事件，但由不同來源的資料中，彙整出一通性(例如認定若溫度很高，物質都會氣化)。

[實例]

[例]給一短篇故事，閱讀後給文章一個篇名（即標題）。

（有些測驗為了方便批改，先提供幾個篇名改用選擇的方式測試。不過，這樣一來就不是在測綜合統整能力了，只是在測對文章理解的能力）。

[註]測得綜合能力

[例]做完一個實驗或閱讀完一篇文章之後，寫一個簡短「摘要」或「總評」。

。摘要中陳述此一事件的主旨、探討方法、結果、結論的可信度及可能的應用等。

。總評中陳述此一事件的主旨、探討方法、結果外，特別評估「方法」的好壞、資料的可信度及可以改進的建議。

[註]測綜合統整能力

[例]主持一項討論會之後，做一個結論。

[註]測統整能力

[例]

[例]

【演繹推論】

[定義] 做一種邏輯推論，即設 A 為真，則 B 亦為真，或 C 必為否的類似推想。

[說明]

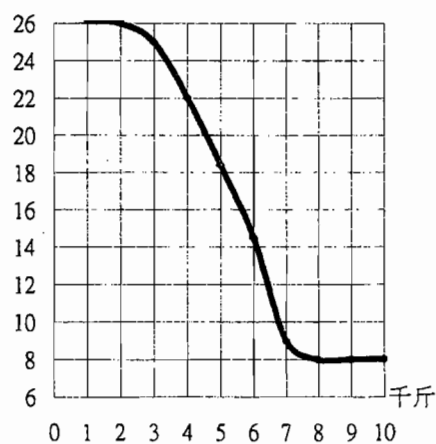
- ① 形成要件：要對所依據的理論（或立場）有明確的認識。在做推論時，不僅要注意到是否具有「唯一必然」性，或還有其他的可能。也要注意事件成立的「充要條件」，這樣才不會流於偏頗或武斷。此一思考習慣和能力的培養實為重要。
- ② 行為表徵(摘自本領域的分段能力指標)：
 - 察覺事出有因，且能感覺到它有因果關係
 - 察覺若情境相同、方法相同，得到的結果就應相似或相同
 - 由實驗的資料中整理出規則，提出結果
 - 運用實驗結果去解釋發生的現象或推測可能發生的事
 - 能由各不同來源的資料，整理出一個整體性的看法
 - 辨識出資料的特徵及通性並作詮釋
 - 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係
 - 由實驗的結果，獲得研判的論點
 - 藉由資料、情境傳來的訊息，形成可試驗的假設
 - 由實驗的結果，獲得研判的論點
 - 由資料的變化趨勢，看出蘊含的意義及形成概念
 - 能執行實驗，依結果去批判或瞭解概念、理論、模型的適用性

[實例]

[例] 芒果每斤價格和出產的數量有關(見右圖)

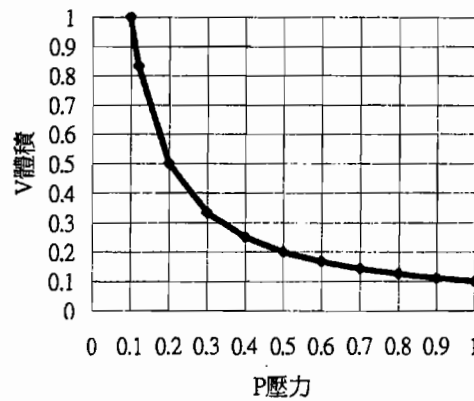
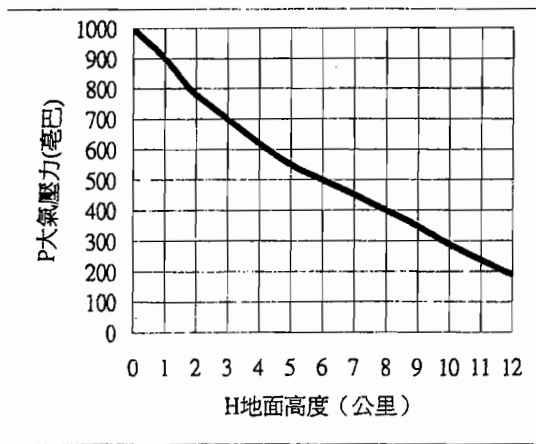
- (1) 甲年豐收芒果一萬斤，乙年歉收 2 千斤，甲、乙兩年比較，那一年的果農的收入比較多？
- (2) 依你推測，收成約在多少千斤左右，果農收入最多？

[註] 這是一個推論的題目，題材可以多樣變化，但皆不需什麼先備知識，只需閱讀能力及推論能力。



[例]依據波義耳的氣體實驗，一定量的氣體其呈現壓力 P 與其體積 V 成反比（或以 P - V 函數圖表達此一敘述）。

在地面一大氣壓下某一顆氣球的大小是 1000 立方公分



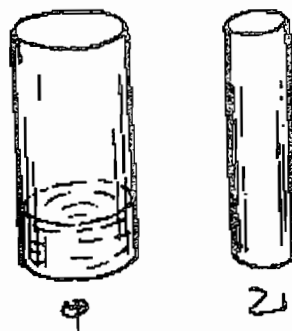
- (1) 若是升到高空，壓力只有 0.8 大氣壓，它的體積將為多少立方公分？
- (2) 依據實測，大氣層中壓力 P 與地面高度 H 有如圖的關係。假如氣球脹到 2000 立方公分就會爆破，則此氣球上飄最大高度不可能超過地面上空多少公尺？

[註]這是「推論」的題目，表面看起來是考波義耳定律，其實知不知道波義耳定律一點關係也沒有，它只是敘述一個立論的「前提」，再依此前提提出做推論而已。不過，應注意，在科學的學習上，即使是假設的「前提」，也一定要符合真實的情況才好。

[例]把甲杯的水倒入乙杯中，發現水的高度是原來的 4 倍。

- (1) 甲杯的截面積為乙杯的___倍。
- (2) 甲杯的半徑為乙杯的___倍。

[註]利用體積守恆的想法，去做簡單的推論。



【解決問題】

[定義] 遇到問題時，一種能面對問題的態度。以及切實去處理問題的習慣。

[說明]

① 形成要件：問題有大有小、有明確的有模糊的、有棘手的也有寬容的、有簡易的或複雜的。所以解決問題的「能力」不能由其成功或失敗來評測。把「解決問題」當成是一種習慣和能力，表示此人在遭遇問題、處理問題時能夠切實的面對問題(而不是假手或仰賴別人替他出主意)、能夠與人分工合作(即可領導亦可被領導，視分工情形而定)。不僅能夠出主意還要能執行、確定問題性質、研擬策略、做流程規劃，養成一種般實力行的習慣。

② 行為表徵(摘自本領域的分段能力指標)：

- 養成動手做的習慣，察覺自己也可以處理很多事
- 學習安排工作步驟
- 學習如何分配工作，如何與人合作完成一件事
- 養成主動參與工作的習慣
- 養成遇到問題時，先試著確定問題性質，再加以實地處理的習慣
- 能規畫、組織探討的活動
- 體會在執行的環節中，有許多關鍵性的因素需要考量
- 能設計實驗來驗證假設
- 處理問題時，能分工執掌，做流程規畫，有計畫的進行操作

[實例]

[例] 由執行實驗、繳作業、擔任幹部的表現去評測。

[註] 這種能力和習慣用紙筆測驗不容易得知，往往在說寫方面能面面俱到的，實際做起來卻完全不是那一回事，故此項評量儘量由實務中去觀測。

[例] 假如這兩天你有兩份報告要寫，又有兩個很好的節目要看，通常你是怎麼處理這樣工作擁擠的情況。

[例] 假如這次班上要舉辦一次郊遊的活動，由你負責策劃，你將怎麼做？

[例] 要探討 A、B 二種肥料對某植物生長的影響，試擬一個實驗計劃，規劃工作流程，以便瞭解它們是否合適及其使用方法。

[註] 由學生的規劃書及其說明，可知學生會不會控制變因。若是加上實際操作，則還可觀測學生泡製不同濃度的肥料，以及種植的技術等。

4.科學態度：

[定義] 藉由科學方法的運用中，獲得知識的拓展和發現的樂趣，相信科學的價值，養成好智且求真求實的求知態度。

[說明]

①形成要件：生物的本能之一是「成長」，當生命的生理及心智獲得成長時，心理上得到喜悅。要使學生獲得心智上的成長，有些基本的要件如「所探討的問題是學生最關心最在意的」、「學生得把問題當成是自己的問題，這樣當他解決了問題時才会有喜悅」、「學生得親自動手自行負責去完成它，這樣他才會體會到唯有切實細心的去做，才会有好的成果，也才會珍惜這些成果」。長期在這種狀態下學習，對科學的學習自然能熱忱投注，且做事能細心切實。

②行為表徵（摘自本領域的分段能力指標）：

- 喜歡探討，感受發現的樂趣
- 喜歡將自己的構想，動手實作出來，以成品來表現
- 相信細心的觀察和多一層的詢問，常會有許多的新發現
- 能由探討活動獲得發現和新的認知，培養出信心及樂趣
- 對科學及科學學習的價值，持正向態度
- 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇
- 知道細心、切實的探討，獲得的資料才可信
- 相信現象的變化有其原因，要獲得什麼結果需營造什麼變因
- 知道細心的觀察以及嚴謹的思辨，才能獲得可信的知識
- 養成求真求實的處事態度，不偏頗採證，持平審視爭議
- 瞭解科學探索，就是一種心智開發的活動

[實例]

[例]觀察學生對於自己的功課、生活行程是否有安排，表示出自我負責的生活態度。

[例]觀察實驗時是不是瞭解自己在做什麼、為什麼要這樣做。實驗完畢時是否整理儀器把使用的設備歸位。

[例]觀察學生是否認真熱切地投入學習活動（例如提出問題、參與討論、發表意見、操作實驗等）

[例]觀察學生的實驗數據，看看在獲得資料時態度是否切實，運用資料是否誠實，所提之結論是否有依據。

5. 傳達

[定義]能用詞準確、陳述條理，或運用各種媒體來有效表達自己的看法。
能理性思考，與人交換經驗。

[說明]

- ①形成要件：在表達方面要對所要陳述的事情有所瞭解、要有適當的語彙可資運用、要有邏輯性的思考能力、要知道什麼資訊可信什麼資訊應予猜疑。在溝通方面，最重要的是把討論的焦點放在澄清事情本身，而不是其他不相干的因素。其次討論雙方要有想解決問題的相同旨意，和共通的語言、符號。
- ②行為表徵（摘自本領域「過程技能」的分段能力指標）：
 - 由圖表、報告中解讀資料，瞭解資料具有的內涵性質。
 - 能選用適當的方式登錄及表達資料。
 - 將研究的內容作有條理的、科學性的陳述。
 - 正確運用科學名詞、符號及常用的表達方式。
 - 傾聽別人的報告，並能提出意見或建議。
 - 善用網路資源與人分享資訊。

[實例]

[例]在各小組發表實驗結果時，發表者是否能條理的陳述資料的意義，並合理詮釋資料，而聽者是否能當場提出合理的問題？或賞識其他組的工作成果？

[註]能藉由「討論」的方式學習事務

[例]在實驗報告中，看報告的陳述是否條理、主要的與次要的、主軸和支幹的在陳述中是否安排得當？

[註]觀測「表達」的能力。

[例]是否能藉助各種途徑（包括實驗、網路）獲得許多有用的資料？所搜集的資料是否經過了整理、刷選的處理？

[註]獲取資料的能力

四、量化表達與整體總評

在解析「科學素養」時，我們發現「沒有那一項的能力不需要其他項能力的支持而孤立存在的」以及「在實用的觀點上，我們仍可相當明確的來界定某些「能力」的涵義」。再加上為了強調多元「能力」，以及矯正已往唯考試卷依賴的測驗方式，我們的「科學素養」評測方法要多樣化，而「成績」的表達方式也不宜只給一個「總分」。

1. 量化表達

要評量某一項「能力」的分數實非易事。就像 IQ 測驗一般，它首先要分析 IQ 的內涵是些什麼，其次還得對內涵中各項能力去界定其意義，並把各項能力測得的結果依某種加權方式透過一個建構好的模型才得到這個總分。總分的代表性得經過外在校標的考驗，不斷地去修改原先的模型，最後才有了一個比較能顯示某人某特殊能力的「分數」出來。

我們所要評測的是「科學素養」其中包括的「能力」項目也很多，而且每天對著一群的學生，又要將他們所學習的要做及時性的評估，這樣的工作量當然無法慢工出細活地，做得很公正很標準！我們只能儘量地把事情做好為原則。

(1) 要如何去給某一項「能力」一個分數呢？

- ① 要確認某一項「能力」的定義(這一點前面已談了一些)。大家要對此定義有共識，而且要知道它表現出來的行為表徵，並有辦法能把它辨識出來。
- ② 量化評量；所謂「量化」未必是一個數目，它可以是分成「等級」(例如通過不通過的兩等級、上中下三等級，或五等級，或九等級)，也可以是用描述性評語來分類(例如「對工作的投注態度」可以用「對此工作極感興趣，且有自己的觀點，並積極參與此工作」、「熱心參與，且很努力地完成它所負責的工作」、「能與人合作，參與作業」、「尚能配合同組人員，完成指定的工作」、.....)。

「能力」或是「開放性問答」這類的評量，要做到量化表達的程度(以美國馬利蘭的實作評量測驗 MSPAP 訂定評分準則為例)；則尚須一些作業(表四)：

表四 開放性問題作答的評分辦法

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">a. 施測前先試擬某題目的評分準則；在設計題目時，既已知道題目要評測的是什麼「能力」，而且依據過去的經驗，估計在此學習階段學生能表現的程度為何，依此程度擬定精熟度(五等級或三等級...)b. 將受測的學生、學校的識別標記去除，以免受到主觀影響。c. 批閱所有學生(或一個班、兩個班)某題的答案(表現)d. 重修該題目的評分準則。e. 建立評分者信度：請兩位(或三位)評分者分別試評一個(或兩個班)的該題目作答，比較評分結果的差異情形，經共同討論後重修某題目的評分準則，或用來評定評分者是否合格。 |
|---|

比照此一評分辦法，假想我們由學生的作業、實驗報告、實驗過程的表現、考卷上的作答等來評測某學生的某項「能力」：

- ②我們已瞭解各項能力的涵義，及其行為表徵，也對於正在教的年級學生應有的表現有所瞭解，故達成 a 的作業不成問題。
- ③我們秉公處理(目的在於發現學生性向、發掘學生才能，而不是用來保送他上明星學校)故 b 項作業可免。
- ④以全班學生的表現水準去調整你原先的評分準則，故 cd 作業可完成。
- ⑤若是對各項「能力」，在各學習皆段的表現已經有了「指標」可以參照，而自己又是必然的評分者，第 e 作業就完成了。

因此，當教師對於所要測的「能力」有所認識，而且對於自己班級的程度也有所瞭解時，則量化表達「能力」的評測應無問題。

2. 整體總評

(a) 教師要設立一個全班科學素養的「成績考核資料檔」

__年__班，學生__

自然與生活科技學習領域

項目	評量細目	特別記事
知識認知	1. 知道、理解及運用科學概念 2. 會操作儀器及有製作的技術 3. 科技發展(的認識) 4. 有設計及製作技能	
過程技能	5. 觀察 6. 比較分類 7. 組織關連 8. 研判推斷	
思考智能	9. 綜合統整 10. 演繹推論 11. 批判創造 12. 解決問題 13. 知識、技術的應用 14. 科學方法及思考習慣的運用	
科學態度	15 投注與熱忱 16 細心及切實 17 科學本質的體認	
傳達	18 溝通表達	

(b)整體總評（成績的面貌）

__年__班，學生_____

自然與生活科技成績單

項目	評語	
知識認知	85	評語
過程技能	優*	對實驗的意義及進行工作均能掌握，且善於分析及解釋資料
思考智能	良	可就綜合統整、批判創造、演繹推論、解決問題，擇表現特殊的作評述
科學態度	良	做事細心、切實
溝通表達	良	善於發表自己觀點，也能聆聽別人意見加以判斷。
成績 [△]	88	觀察敏銳、思考清晰、工作切實

*科學智能項以優、良、佳、可、待改進，五等級表示之。

△成績表示法：知識認知可用百分法（習慣麼！）

但「成績」則以 40：20：20：10：10 加權計分得之。

五、內容多元、方式多樣的教學評量

這是一個實作評量的例子，藉著處理問題的過程，我們可以評測「科學素養」所列的各項能力。其實，在平常的教學中，若是我們採用以學生為學習主體的教學方式，則學生在學習活動的種種表現，把它記述下來，即是一種全方位的「科學素養」評量。

物體在水中，為什麼拿起來輕了許多？

引言：當我們的身體泡在水中的時候，覺得自己好像沒有什麼重量，人都會漂浮起來呢！在把物體由水中拿出水面時，會覺得物體突然變得重了許多這也表示它在水中輕了。有的材料（如大木頭）雖然很重，可是卻可以浮在水面上。我們聲稱：東西在水中會受到浮力。

問題一：有關於這種浮力的現象，大家生活中有遇到過嗎？說說看。

[註]這個問法，只是要受測者瞭解問題，並且讓思考集中在此問題上。故實施時可以用一小段時間來討論。

問題二：關於「浮力」的呈現，你能解釋嗎（覺得奇怪嗎？）？或是你覺得有些問題不可思議有待釐清？

[註]這是一個評測「批判性思考」的題目，這個問題有可能的答案：

- ①學生若已閱讀過相關知識，並且能解釋原因，則表示他知識豐富，理解力強。
 - 。知道此事實，但不會解釋，且已經感到滿意，這表示他愛讀書。
- ②未閱讀相關知識
 - 。提出問題；如為什麼會呈現浮力呢？或浮力和物體的重量有關嗎？還是和體積、密度有關？（表示批判力強，思考深刻、邏輯清楚）
 - 。不能提出任何問題，但覺得有趣（有學習動機）
 - 。不能提出任何問題，且覺得沒趣（缺想像力，或不易投注學習事務）

同學經過討論後，提出了幾個問題：

- ①物體在水中所受的浮力大小和它的重量有關嗎？
- ②物體在水中所受的浮力大小和它的體積有關嗎？
- ③物體在水中所受的浮力大小和它的密度有關嗎？
- ④物體在水中所受的浮力大小和它浸在水中的體積有關嗎？

你對於以上四個問題做一番分析之後，認為那一個問在關鍵性的問題上？說明為什麼你這樣想？

[註]這是一個「演繹推論」的題目。若是學生事前已經知道這個問題了，它是剩下「知道或理解」的科學知識題目了。

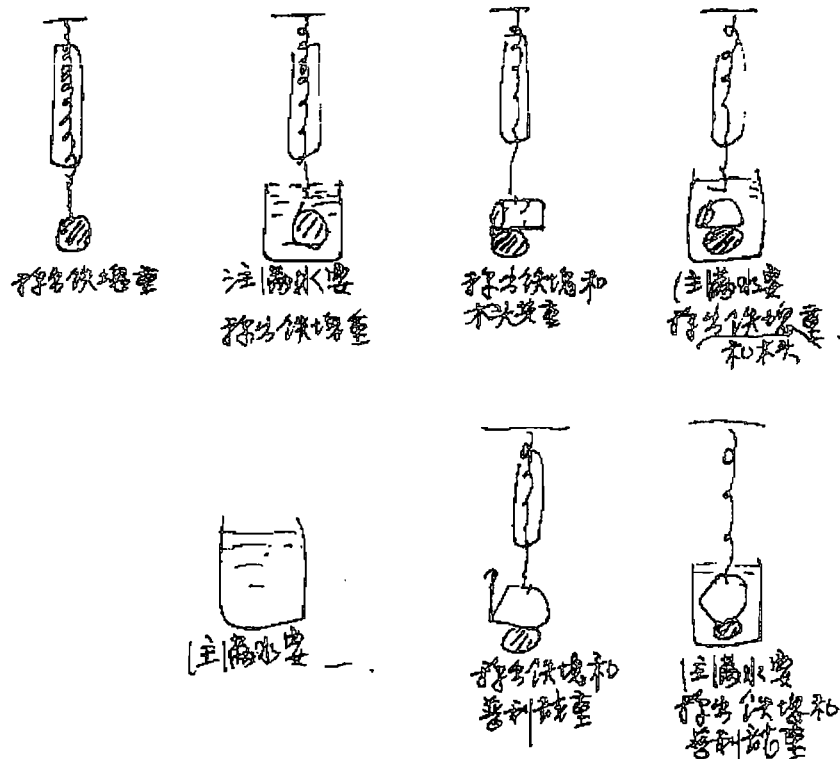
問題三：假如想測量「物體所受的浮力」和「它浸在水中的體積」的關係，你能設計一個實驗嗎？你需要什麼器材？打算怎麼做？

問題四：你能多想出另外的實驗方法嗎？

問題五：假如所要測的物體有鐵塊，木頭、普利龍，而且形狀也不規則，你的方法也管用嗎？你要怎麼做？

[註]這是一系列「創造性思考」的題目，也可算是「解決問題」的題目。

自強他們小組利用彈簧稱、燒杯、量筒做以下的操作



他們所測得的資料如下：注滿空杯需水

	材料	重量	浸水中之重量	注水量	浸水中之體積
1	鐵塊				
2	鐵塊+木頭				
3	鐵塊+普利龍				

他們發現物體浸入水中之後減少的稱重 ΔW ，正好等於「它們」沒入水中的體積，那麼多體積水的重量。

問題六：比較一下你們和他們的做法，一樣嗎？還是不一樣？

問題七：所得的結論一樣嗎？

問題八：你對於你們的（或他們的）實驗有什麼評語？

問題九：「密度」是指一種均勻材質的物質，每單位體積含有少質量（可用重量值來代替）的意思。

例如水每1立方公分稱得重量是1克重（表示有1克的質量），因此它的密度是1克/立方公分。銅每1立方公分有8.9克，它的密度是8.90克/立方公分。依據自強小組的資料，你能獲得鐵、木材及普利龍的密度嗎？

請把分析的過程寫出來，並說明理由

[註]這是「過程技能」的資料的整理、分析與研判的過程

問題十：水的密度是1克/立方公分。鐵在水中會下沉，而木材及普利龍則浮在水面。顯然密度比水大的都下沉，比水小的則上浮。

你能解釋原因嗎？

[註]推論的題目

問題十一：把你們這次的實驗，寫成報告。

[註]從報告中，可以發現「傳達」所需的各種能力，以及實驗中表現的「過程技能」。也可以由對自己報告的檢討，以及想像如何去應用等，知道他們的「思考智能」。

問題十二：鐵塊在水中，會受到浮力。

那麼你認為鐵塊在空氣中的「稱重」和在真空中的「稱重」會不會一樣？試說明你的想法。

你認為鐵塊在水中的「稱重」和在酒精中的「稱重」會不會一樣？試說明你的想法。

[註]推理（科學應用）的題目

問題十三：在日常生活中，你看過利用「浮力」的設計有些什麼？（儘量列舉）

問題十四：利用「浮力」，你能出個新的主意（發明），做一個設計嗎？（說明、並把藍圖繪一繪）

[註]創造性思考的問題

六、評量、學習與教學

「評量」有多樣的功能；它能瞭解事情進展的情況，它能診斷工作的缺失，它也顯示了教師的教學重點，指示學生應努力的方向。

由於「評量」具有標竿或風向球的作用。因此，它一定要和教學的目標緊緊環扣在一起才行。在國民中小學九年一貫的課程中，培養國民所需的「基本能力」就是課程目標，在自然與生活科技學習領域中，將其轉譯成「科學素養」，而在各學習階段以八項「分段能力指標」作為教學目標。因此，「評量」的內容應涵蓋這些目標（不必每次評量都要涵蓋全部項目，但至少一學期下來，各個項目都要照顧到）。

我們在前面的「評測技術」討論中，可以顯示評量的項目很多，而且似乎還可有幾種不同的組合方式呢！這會使教師感覺到繁瑣和不確定。不過，為了強調多元的目標，這是必須面對的問題。要不然，若是只偏重「知識認知」的評量，可能其他能力項目的教學與學習會被荒廢。

因此，我們要努力的是去思考和規劃：如何利把「繁瑣」化解成「簡便一些的工作」。以及如何把「科學素養」析解成數個（為數也不宜太多）比較明確的「能力」項目。由於「能力」的評量工作是我們已往比較沒有經驗的，即使在其他的國家這種「能力」分項也是很紛雜的，我們可以一邊做一邊改進（行動研究！）

或許有人會說「一切都還沒有想好，就推行出來，不負責任！」。不過，有關「能力」的評量本來就如此，就I.Q.測驗來說，從推出到現在都不知已改版了多少次了，更何況類似的I.Q.測驗有多少！再加上多元智慧的提倡，就連I.Q.的定義都在做檢討呢！因此，所謂的「想好了」是有個程度的。

其次，也不必去唉嘆「聖人不出其奈何！」，想要有一個權威專家一言九鼎地告訴我們什麼就是什麼的，要知道「聖人」是不存在的，只有「工作經驗比較豐富的人」是存在的。因此有關「科學素養」的評量，不管是內容、分類、評測技術、功能應用各方向的探討，都是我們教學工作份內的事，別人做法可以當成是建議或借鏡，不要怪人家沒有給你「標準答案」。給你「明確指示」。因為，那個「明確」和「標準」是有很多探討空間的、有很多隨意性的。因此一個「答案」未必全然適合於各個情境，而「指示」則會流於武斷。

「評量」還是要做的，因為它太重要了，它告訴學生和教師下一步努力的「方向」是什麼，我們可以由實作中累積經驗，相信最後我們會形成一些比較「適用」的評量策略來。

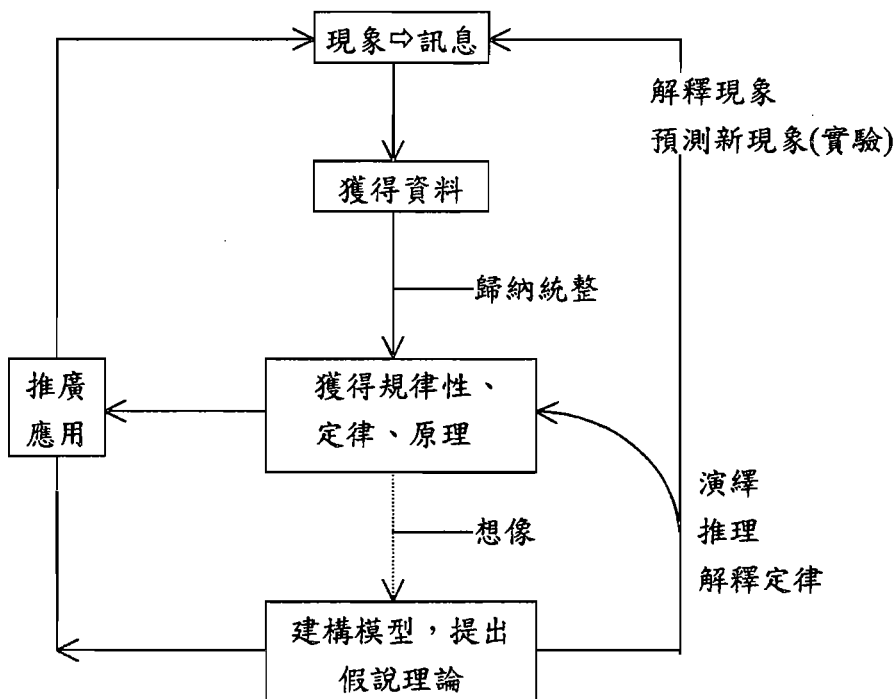
附錄一、科學素養的內涵

一、科學

「科學」，以知識的內涵來說，科學可以說是「運用科學方法所獲致的知識」。那麼，什麼是科學方法呢？

人類智識的成長與累積，形成現在的文明社會。在我們生活中所運用的各種智識，有些則是價值的判斷、目標的取捨，有些則是傳達能力，有些則是執行能力。為了傳述的方便，我們勉強把它分為宗教、藝文、科學來說明。宗教是個人的一種價值觀，一種對生命的態度。它看來隱而不顯，但是卻影響整個人的生活模式。藝文則是語言、音樂、藝術、舞蹈、衣著等傳達感情意念的能力。而科學則是依據事實或是以事實來考驗的知識，依賴這些知識，使我們真實不虛的去做選擇及做合理有效的行動。

我們可以參酌認知心理學(其實也不一定必要，就直接運用自我經驗的反省即可)，來探討人們如何運用外在的資訊，來建構或激發他的思想：



在這個認知的建構與生長的過程，歸納法是將眾多的資料和知識加以批判、統整而獲得「通則」的一種思考過程及方法。因此，通則的成立，是建立在這些事實之上的。不過，有時，適合這些事實的通則可能不只一個，所以通則的成立與否，還得受到更多資料、事實的考驗，或是和既有的理論、模型相互辯證。歸納法所獲得的知識，可說是「到目前為止，沒有論據可以證明它錯」的知識。

至於假說或理論的提出、模型的建構，則是先要在心中有一個臆想，認為真相應該是「那個樣子」。再依「設 A 為真，則 B 亦為真，或 C 必為偽」等推理，來解釋各種已知的定律和現象，或預測事情應該如何如何。

不管是定律、原理、假說、模型與理論，由這些構成的知識體系，可稱之為「科學」。這樣建構的知識體系，在本質上具有一些特性：

(1)它的成立依憑外在事實的支持。也就是說，它要能夠接受客觀事實的考驗，或詮釋各種現象。

(2)知識體系內具有邏輯協調一致性，不得相互矛盾或有因果不相連屬的情形。

(3)精神上它是開放的。因為現象的觀察是無止境的，目前建構的科學是否真的內部已經邏輯協調一致性，則不僅是不斷地在受到檢核，而它所預測的現象是否發生，或是有了新發現的現象，該理論是否尚能完滿解釋它，經由一連串的考驗，使科學更趨堅實，或使科學概念再度更新，這兩種都有可能。所以科學的知識可以說是「對於事物迄至目前最佳的詮釋」。

基於以上所提的特性，科學可說是經過切實考驗的知識，故可信度極高且最切合實際，而同時卻又具有開放發展的特性（非教條的）。

我們再回過頭來看看獲得科學知識的認知過程；在對現象的「觀察」，它涉及到觀察什麼？怎麼觀察？而要知道觀察什麼及如何觀察，則觀察者心中一定事前要有一些先備知識或探求的目標…。再者，觀察所獲得的訊息，經過整理與分析，依據這些資料當論據，提出一些統整性的概念、規則性等，或是依據心中預設的模型、理論，去做邏輯性的推論，來解釋或證明發生的現象和成立的定律，來預測可能發生的現象等。這些依據外在事實當論據，來建構知識的思考模式，我們稱之為「科學方法」。我們知道，像音樂、藝術或宗教等的知識，並非經此思考模式而得的，故不屬於科學的知識。

在從事科學的探討時，為了所獲得的資訊要正確，觀察及執行時必須切實而細心，為了所獲得的結論要經得起客觀事實的考驗，歸納及推理時要篤實誠實，不得馬虎作假，以免落於虛妄。因而如此切實細心做事，就事論事的態度，可稱之為科學的精神。

我們可以把探求科學時，所培養的科學精神，以及探求科學時所運用的觀察、整理、分析、歸納、推理等心智活動能力(可稱為科學方法的運用能力)，和獲得的科學知識，統稱為科學素養。我們稟承科學的態度和精神，運用科學方法去探求科學知識，而獲得認知上的成長以及能力的增進。科學教育的目標在此，而我們的科學教學也應依此科學的過程來進行。

二、科學概念的認知

科學探索滋長發展了我們的智識。它包括科學的名詞、事實、概念、原理、定律、理論、模型及各式應用等方面的知識。

◦ 科學的語彙(scientific term)：

科學家用以稱呼存在的實體、物體、事件、週期、各分類部門、組織、結構體等。語彙於傳達時被引用，係一種定義，不包括相關、定律、模型及理論。例如魚、人、書本、中國、風、...等。

◦ 科學的事實(scientific fact)：

透過操作型定義的方法和程序，對自然現象、事件或物質性質的觀察與度量，產生一個可反覆驗證的、確定的結果，成立一個科學的事實。例如真空中的光速、一大氣壓下水的沸點、東西的長度等。

◦ 科學的概念(scientific concept)：

經由不同的發生方式及途徑，被觀察或偵測具恆常性的自然現象、性質或事物特性，可用語詞或符號來表徵的稱為科學的「概念」。例如在定容積下，壓力與溫度成正比，例如物體的熱脹冷縮等。許多概念又是由一些基本的概念建構起來，例如描述概念間的關係也是一種概念。基本的概念不多，像長度、質量、電荷、時間等。許多概念由關係式來界定或方程式來陳述，例如密度(質量/體積)、波義耳定律等，它常在某特定條件下才成立，瞭解這些成立的要件也是另一概念。

◦ 科學的原理(scientific principle)：

對系列的觀察、度量所呈現的規則，作一般化的、統整式的陳述或數學表示，科學上的原理雖是一種一般化的陳述，但在應用上則尚未到定律的水準，例如巴斯噶原理、阿基米德原理。

◦ 經驗定律(empirical law)：

經驗定律是經由觀察與度量，建立兩個或兩個以上概念之間的相關關係。這些定律是應用或建構理論、模型的基石，例如斯涅耳折射定律、刻卜勒定律、歐姆定律。

◦ 科學的理論(scientific theory)：

經驗定律是經由觀察與度量所得的經驗以及原理和經驗定律，創造性地提出一個統攝性的想法。此一想法可能藉助語文或數學來陳述。此一想法，可普遍地解釋這些現象，並且能預測系列相關現象，而獲得證實。有時基於相同的論據而有不同的理論，科學家往往傾向於接受那最簡單、最容易理解、最具預測能力，是能符合經驗定律的理論，例子如原子論、分子動力論、自然選擇理論、板塊理論、量子論。

◦ 科學的模型(scientific model)：

一種代表，可見的、或數學或語文描述的，用以幫助描述或瞭解科學的現象、理論、定律、組織、結構等。例如波動模型、粒子模型、電流模型、地球大氣

的溫室模型等。

- 遍通性的定律(universal law)：

歷經考驗仍無法否定它，而且解釋現象的涵蓋面很大的定律，它們是科學的基石，如萬有引力定律、能量守恆定律、動量守恆定律、電荷守恆定律等。

- 科學應用(application of science)：

運用經驗定律、理論的預測和推論，設計特殊的環境使現象得以發生，即是一種人為的情境，例如發電機、電動機、電燈、電腦等。經過科學知識的發展，基本的定律之瞭解，運用這些理論及定律，人們研發科技，做各種巧妙的發明。

三、科學智能

「科學探索」在於致力於對現象做不斷地檢視，以及對時下適用的解釋是否能充分而適當地詮釋這些現象做嚴謹地審思。對於科學家所提的研判不應武斷地設定它僅是一種試驗性暫時的理論。權威不能決定或設立科學的知識，科學乃是科學家源自自然真實的一種陳述。

這些「科學探索」的倫理可說是立根於它的運思過程中。這些過程：觀察、分類、度量、解釋資料、推斷、傳達、控制變因、模型及理論、形成假說、預測等，它不一定也不必要依序發生，但是每一過程都可有不同的層次和不同的分歧發展，這使得科學的運思過程深具有機性，靈活及切合情境地做有效演進。

- 觀察(observing)：

經由直接感官或藉助儀器，有目的的、專注的、多向性的、切近的客觀檢視，察覺事象的特徵並加記錄、詮釋，而非隨意泛泛的看過。

- 分類(classifying)：

依某屬性、某特徵或某功能，將事物作系統地分類。

- 度量(measuring)：

界定觀測量，運用儀器對物體、系統或現象做量化度量，以便顯示其特性。

- 解釋資料(interpreting data)：

運用可理解的、熟悉的語言與符號，闡明由觀察所獲得的資料，詮釋資料的涵義和特性。

- 推斷(inferring)：

由觀察、度量、分類所得之事實與資料，做有依據的、邏輯的、歸納的提出結論。

- 傳達(communicating)：

運用文字、插圖、表格、符號等有效的方式，將觀察、度量以及推斷所得，用有效的表示方法傳譯給其他人。

- 控制變因(controlling variables)：

在諸多相關變因中，固定其他，只允一個變因改變，觀察它與依變項之間的因果及效應關係。

◦發展模型與理論(developing models and theories)：

由觀察、度量、分類所得，臆想模型；模型是一種心像，它可以是物理系統的代表或真實的物理系統，可用以協助理解所觀察的現象或真正的系統，也可運用來預測現象，統整出相關的想法。

而創設一個理論則常不僅只是形成一種心像，或一個模型，它包容相關的經驗定律。理論經常以模型的描述、數字的表達方式來陳述。

◦形成假說(hypothesizing)：

假說係一種一般化通則性的陳述、統攝一系列的理解與邏輯的解釋。而經由假說推論的每一項解釋、預測均可試驗，依試驗的結果來否決或贊成假說。

雖然在數學，可運用歸納法證明某理論的真偽，但科學不行。在科學則只能證明「某些應是不真實的」。

一個假說，再累積更多的論據支持下，其可信程度越形鞏固。但是本質上它在科學上仍是在待考驗的、可能非真的地位。

◦預測(predicting)：

預測是對某種改變加諸於系統時，系統將作何種反應的一種預告。預測不是亂猜的、或含糊其詞的預告。它是具科學內涵的、邏輯的、演繹的，建立在與系統行為有關的自然定律、原理或模型、理論上的推論。

或是依據現有的經驗規律及資料做適度的推廣應用。

四、科學素養內容解析

科學教育乃是「教人如何學習科學」的工作。最早期的，也是比較直接可以感受到學習成果的，當然是「傳授科學的知識和技能」，因此期望獲得的科學素養則是「廣博的科學知識和精湛的操作技術」。不過，我們逐漸地發現；由於學習「科學」所運用的探討及思考方式很切實、很具邏輯性，慢慢地也養成一個處理事物、解決問題的態度，以及推理思考的能力。而且這些能力和態度的養成，其價值（解決問題時發揮的功能）一點也不遜於那些現成的知識和技能呢！反而充滿了應變與啟創的能力。於是，「科學教育」就開始去正視「探討科學的心智活動過程」，把科學方法和態度的培養也當成是重要的教學目標。此一趨勢的發展，到了最近（像國民中小學九年一貫課程）更主張這些科學方法和態度（有時我們統稱為「科學智能」）的培養列入主要的「目標」，而把「知識和技能」視為是學習之後自然的產品而已。

由於科學智能（科學方法的運用、科學態度、精神的養成）的學習逐漸被察覺並注重，甚至於成為學習的主體，因此，它的內容也逐漸地被發覺而標示出來。

以下，我們只列舉少數個例子（依深淺、過程或內容三個向度去分析），藉此表示出這些「能力」被標示出來的發展情形：

依「認知」內化深淺的層次分：Bloom,Engelhart,Furst,Hill,Krathwohl 等人約在 1956 年前後分析人類思考的過程（the basic processes of human thinking），將人的「認知」分成六個層次；知道（know）、了解（comprehension）、運用

(application)、分析 (analysis)、綜合 (synthesis)、評鑑 (evaluation)，他們把「知識」包含陳述性知識 (Statement Knowledge) 和運作性知識 (Action Knowledge)。依對知識「認知」的深淺來分，其後，有許多評量學生的「學習成就」時，就利用這六個層次來命題。

依「認知」心智活動的過程分：Stahl 和 Murphy (約在 1981 年) 則把「認知」視同一種心智運作，而將「認知」依科學探討的過程 (Scientific Process Skill) 把它分成八個階段；準備 (preparation)、接受 (reception)、轉譯 (transformation)、記住 (retention)、轉移 (transfession)、組合 (incorporation)、組織 (organization)、啟創 (generation) 其分法類似認知心理學的資訊處理過程技能 (information process skill)。

依「認知」的內容分；「科學素養」的「內容」常因解析者的觀點不同，而有不同的分項方式，也因為教育上講求的目標不同，而有不同的範圍界定。(這種情形可參閱各國所訂的科學課程綱要，加以比較即可得之)。比較齊全的考量到各個面向的，有 Yager 和 McComas (1989) 所提出的科學教育五大領域之評量 (The Iowa Assessment Package for Evaluation in five Domains of Science Education)。他們把「科學素養」分成五個大項來敘述：

1. 概念認知(知道事實、資料，認知概念，定律、原理，知道既存的說法和理論、知識的內化)與使用
2. 過程技能 (觀察、分類、數字觀念、測量、時空觀念、溝通、預測、推論、下操作型定義、形成假說、解釋資料、控制變因、進行實驗等心智運作)
3. 創發智能 (想像、翻新連結方式，舊物新觀、解題解謎、幻想、夢想、設計出非凡主意、辨識特質、萃取或簡併、發散關連、粹取共因)
4. 情意態度 (對於正在學習的內容能感受到其價值與學習的樂趣、能因工作成效肯定自己的能力，養成自尊自重、能體會他人的感受、養成對別人的尊重、能以正面的建設性的方式表達個人的感覺、能依個人價值觀下決定、對社會上議題能做科學性的決定，能持平審視某一議題)
5. 推廣應用 (察覺到日常生活裡的事物處處有科學概念的運用、瞭解家用設施中處處應用到科學原理、運用所學的概念與技能來處理日常問題、運用科學方法處理日常事務、解決問題、瞭解 (或評價) 大量報導的科學發展事件、對個人健康、營養、生活型態等問題依科學知識做決定、能將科學與其他如藝術、社會問題等作互補的、融合的統整、對當地、社區、國家、國際的問題，依科學做反映和活動、把課堂經驗應用於社團活動)

「科學素養」是學生學習「科學」後，獲得的「學習成果」。它是一項總的名稱，為了認識這項「學習成果」的情況，在解析時有的依據認知深淺層次，有的依據認知思考過程，有的依據各種可能的面向來看這項成果。並且依據這些分析項目來設計評測題目。

附錄二 學生科學素養的發展

在國民中小學九年一貫課程中，本領域所列的「科學素養」可分成「科學知識認知」與「科學智能」兩項，「知識認知」列於「科學與技術認知」及「科學發展(的認識)」兩項中，「科學智能」是屬於思考與行動的能力，有時不易由文字、言詞的表現去觀測。它的內容包括有科學過程技能、思考智能、科學本質(的體認)、科學應用、設計與製造等。以下是國民中小學九年一貫課程中，本領域所列出各項素養在不同學習階段的發展情形(以下資料摘自本領域課程綱要)。

1. 知識認知

[科學與技術認知]

- ① 自然科學的核心概念：其內容包括以下要項(詳見本領域課程綱要)
 - a. 自然界的組成與特性：組成地球的物質、地球和太空、生命的共同性、生命的多樣性、物質的構造與功用、物質的形態與性質。
 - b. 自然界的作用：地表與地殼的變動、天氣變化、晝夜與四季、動物體內的恆定性與調節、溫度與熱量、運動與力、聲音、光與波動、能的形態與轉換、化學反應、化學平衡、全球變遷、生物對環境刺激的反應與動物行為、電磁作用、重力作用、水與水溶液、氧化與還原、酸鹼鹽、有機化合物、植物的構造與功能、動物的構造與功能。
 - c. 演化與延續：生殖、遺傳與演化、地層與化石。
 - d. 生活與環境：食品、材料、機械應用、電及其應用、訊息與訊息傳播、居住、運輸、天然災害與防治、環境污染與防治。
 - e. 永續發展：生物和環境、人類與自然界的關係、資源的保育與利用、能源的開發與利用、科學的發展、科學之美、科學倫理、創意與製作、科技文明

② 認知層次

12 34 56 789

- 運用五官觀察自然現象，「察覺」各種自然現象的狀態與狀態變化。用適當的語彙來「描述」所見所聞。運用現成的表格、圖表「察覺」到每種狀態的變化常是由一些原因所促成的，並「練習」如何去操作和進行探討活動
 - 對自然現象作有目的的偵測。運用現成的工具如溫度計、放大鏡、鏡子來幫助觀察，進行引發變因改變的探究活動，並學習安排觀測的工作流程
 - 提出問題、研商處理問題的策略、「學習」操控變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。學習資料整理、設計表格、圖表來表示資料。學習由變量與應變量之間相應的情形，提出假設或做出合理的解釋
 - 由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能
 - 由情境中，引導學生發現問題、提出解決問題的策略、規劃及設計解決問題的流程，經由觀察、實驗，或種植、搜尋等科學探討的過程獲得資料，做變量與應變量之間相應關係的研判，並對自己的研究成果，做科學性的描述

[科學發展 (的認識)]

12 34 56 789

- 了解科技在生活中的重要性
- 認識科技的特性
- 體會個人生活與科技的互動關係
- 認識家庭常用的產品
- 體會科技與家庭生活的互動關係
 - 認識科技的分類
 - 了解機具、材料、能源
 - 認識農業時代的科技
 - 認識工業時代的科技
 - 認識資訊時代的科技
 - 認識國內、外的科技發明與創新
 - 了解社區常見的交通設施、休閒設施等科技
 - 了解科學、技術與數學的關係
 - 了解技術與科學的關係
 - 了解科學、技術與工程的關係
 - 從日常產品中了解台灣的科技發展
 - 認識科技發展的趨勢
 - 對科技發展的趨勢提出自己的看法
 - 認識和科技有關的職業
 - 認識和科技有關的教育訓練管道
 - 認識個人生涯發展和科技的關係
 - 認識各種科技產業
 - 認識產業發展與科技的互動關係

2.科學過程技能

觀察	<p>12 34 56 789</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 運用五官觀察物體的特徵(如顏色、敲擊聲、氣味、輕重...) ◦ 察覺物體有些屬性會因某變因改變而發生變化(如溫度升高時冰會熔化) <ul style="list-style-type: none"> ◦ 察覺事物具有可辨識的特徵和屬性 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 能依規畫的實驗步驟來執行操作 ◦ 察覺一個問題或事件常可由不同的角度來觀察而看出不同的特徵 ◦ 辨別本量與改變量之不同(例如溫度與溫度的變化) <ul style="list-style-type: none"> ◦ 能由不同的角度或方法做觀察 ◦ 能依某一屬性(或規則性)去做有計畫的觀察 ◦ 能針對變量的性質，採取合適的度量策略
比較與分類	<p>12 34 56 789</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 依特徵或屬性，將事物歸類(如大小、明暗...) ◦ 比較圖樣或實物，辨識相異處，說出共同處(如兩棵樹雖大小不同，但同屬一種) <ul style="list-style-type: none"> ◦ 運用感官或現成工具去度量，做量化的比較 ◦ 能權宜的運用自訂的標準或自設的工具去度量 ◦ 瞭解即使情況一樣，所得的結果未必相同，並察覺導致這種結果的原因 ◦ 知道依目的(或屬性)不同，可作不同的分類 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 實驗前，估量「變量」可能的大小及變化範圍 ◦ 由改變量與本量之比例，評估變化程度 ◦ 依差異的程度，作第二層次以上的分類 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 若相同的研究得到不同的結果，研判此不同是否具有關鍵性 ◦ 知道由本量與誤差量的比較，瞭解估計的意義 ◦ 能在執行實驗時操控變因，並評估「不變量」假設成立的範圍
組織與關連	<p>12 34 56 789</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 由系列的觀測資料，說出一個變動的事件(如豆子成長的過程) ◦ 將對情境的多樣觀察，組合說成一個有意義的事件(如風太大了葉子掉滿地，木板吹倒了...) ◦ 對資料呈現的通則性作描述(例如同質料的物體體積愈大則愈重...) ◦ 能形成預測式的假設(例如這球一定跳得高，因...) ◦ 能在試驗時控制變因，做定性的觀察 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 實驗時確認相關的變因，做操控運 ◦ 由主變數與應變數，找出相關關係 ◦ 由系列的相關活動，綜合說出活動的主要特徵 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 統計分析資料，獲得有意義的資訊 ◦ 依資料推測其屬性及因果關係

歸納與推斷	<p>12 34 56 789</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 察覺事出有因，且能感覺到它有因果關係 ◦ 察覺若情境相同、方法相同，得到的結果就應相似或相同 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 由實驗的資料中整理出規則，提出結果 ◦ 運用實驗結果去解釋發生的現象或推測可能發生的事 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 能由各不同來源的資料，整理出一個整體性的看法 ◦ 辨識出資料的特徵及通性並作詮釋 ◦ 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係 ◦ 由實驗的結果，獲得研判的論點 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 藉由資料、情境傳來的訊息，形成可試驗的假設 ◦ 由實驗的結果，獲得研判的論點 ◦ 由資料的變化趨勢，看出其蘊含的意義及形成概念 ◦ 能執行實驗，依結果去批判或瞭解概念、理論、模型的適用性
	<p>12 34 56 789</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 學習運用合適的語彙，來表達所觀察到的事物 (例如水的冷熱用燙燙的、熱熱的、溫溫的、涼涼的、冰冰的來形容) ◦ 嘗試由別人對事物特徵的描述，知曉事物 ◦ 養成注意周邊訊息作適切反應的習慣 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 能運用表格、圖表(如解讀資料及登錄資料) ◦ 能傾聽別人的報告，並能清楚的表達自己的意思 ◦ 能由電話、報紙、圖書、網路與媒體獲得資訊 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 將資料用合適的圖表來表達 ◦ 用適當的方式表述資料(例如數線、表格、曲線圖) ◦ 清楚的傳述科學探究的過程和結果 ◦ 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣 ◦ 傾聽別人的報告，並做適當的回應 ◦ 能選用適當的方式登錄及表達資料 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 由圖表、報告中解讀資料，瞭解資料具有的內涵性質 ◦ 將研究的內容作有條理的、科學性的陳述 ◦ 正確運用科學名詞、符號及常用的表達方式 ◦ 傾聽別人的報告，並能提出意見或建議 ◦ 善用網路資源與人分享資訊

3. 思考智能

綜合 思考	12 34 56 789
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 在同類事件，但由不同來源的資料中，彙整出一通性(例如認定若溫度很高，物質都會氣化)
推 論 思 考	12 34 56 789
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 依現有的理論，運用類比、轉換等推廣方式，推測可能發生的事 ◦ 依現有理論，運用演繹推理，推斷應發生的事
批 判 思 考	12 34 56 789
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 能由「這是什麼？」、「怎麼會這樣？」等角度詢問，提出可探討的問題 ◦ 對他人的資訊或報告提出合理的求證和質疑 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 檢核論據的可信度、因果的關連性、理論間的邏輯一致性或推論過程的嚴密性，並提出質疑
創 造 思 考	12 34 56 789
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 察覺自己對很多事務也有自己的想法，它們有時也很管用 ◦ 培養將自己的構想動手實作出來，以成品表現的習慣 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 能常自問「怎麼做？」，遇事先自行思考解決的辦法 ◦ 養成運用相關器材、設備來完成自己構想作品的習慣 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果 ◦ 相信自己常能想出好主意來完成一件事 ◦ 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 養成遇到問題，先行主動且自主的思考，謀求解決策略的習慣 ◦ 在不違背科學原理的最低限制下，考量任何可能達成目的的途徑
解 決 問 題	12 34 56 789
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 養成動手做的習慣，察覺自己也可以處理很多事 ◦ 學習安排工作步驟 ◦ 學習如何分配工作，如何與人合作完成一件事 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 養成主動參與工作的習慣 ◦ 養成遇到問題時，先試著確定問題性質，再加以實地處理的習慣 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 能規畫、組織探討的活動 ◦ 體會在執行的環節中，有許多關鍵性的因素需要考量 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 能設計實驗來驗證假設 ◦ 處理問題時，能分工執掌，做流程規畫，有計畫的進行操作

4. 科學本質

12 34 56 789

- 能依照自己所觀察到的現象說出來
- 相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現
 - 知道可用驗證或試驗的方法來查核想法
 - 察覺只要實驗的情況相同，產生的結果會很相近
 - 相信現象的變化，都是由某些變因的改變所促成的
 - 能由科學性的探究活動中，瞭解科學知識是經過考驗的
 - 知道有些事件(如飛碟)因採證困難，無法做科學性實驗
 - 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實
 - 察覺在「以新觀點看舊資料」或「以新資料檢視舊理論」時，常可發現出新問題
 - 察覺有時實驗情況雖然相同，也可能因存在著未能控制的因素之影響，使得產生的結果有差異
 - 體會「科學」是經由探究、驗證獲得的知識
 - 能判別什麼是觀察的現象，什麼是科學理論
 - 察覺有些理論彼此之間邏輯上不相關連，甚至相互矛盾，表示尚不完備好的理論應是有邏輯、協調一致、且經過考驗的知識體系
 - 察覺科學的產生過程雖然嚴謹，但是卻可能因為新的現象被發現或新的觀察角度改變而有不同的詮釋
 - 察覺依據科學理論作推測，常可獲得證實
 - 相信宇宙的演變，有一共同的運作規律
 - 察覺科學探究的活動並不一定要遵循固定的程序，但其中通常包括蒐集相關證據、邏輯推論、及運用想像來構思假說和解釋數據
 - 認識作精確信實的紀錄、開放的心胸、與可重做實驗來證實等，是維持「科學知識」可信賴性的基礎

5 科學態度

12 34 56 789

- 喜歡探討，感受發現的樂趣
- 喜歡將自己的構想，動手實作出來，以成品來表現
 - 相信細心的觀察和多一層的詢問，常會有許多的新發現
 - 能由探討活動獲得發現和新的認知，培養出信心及樂趣
 - 對科學及科學學習的價值，持正向態度
 - 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇
 - 知道細心、切實的探討，獲得的資料才可信
 - 相信現象的變化有其原因，要獲得什麼結果需營造什麼變因
 - 知道細心的觀察以及嚴謹的思辨，才能獲得可信的知識
 - 養成求真求實的處事態度，不偏頗採證，持平審視爭議
 - 瞭解科學探索，就是一種心智開發的活動

6 科學應用

12 34 56 789

- 學習安排工作，有條理的做事
- 學習操作各種簡單儀器
 - 利用科學知識處理問題(如由氣溫高低來考慮穿衣)
 - 做事時，能運用科學探究的精神和方法
 - 能安全妥善的使用日常生活中的器具
 - 察覺運用實驗或科學的知識，可推測「可能發生的事」
 - 把學習到的科學知識和技能應用於生活中
 - 能規劃、組織探討的活動
 - 察覺許多巧妙的工具常是簡單科學原理的應用
 - 察覺每日生活活動中運用到許多相關的科學概念
 - 在處理個人生活問題(如健康、食、衣、住、行)時，依科學知識來做決定
 - 運用科學方法去解決日常生活的問題
 - 接受一個理論或說法時，用科學知識和方法去分析判斷
 - 對於科學相關的社會議題，作科學性的理解與研判
 - 在處理問題時，能分工執掌、操控變因，做流程規畫，有計畫的進行操作

7 設計與製作

12 34 56 789

- 能運用聯想、腦力激盪、概念圖等程序發展創意及表現自己對產品改變的想法
- 利用多種思考的方法，思索變化事物的機能和形式
- 認識並設計基本的造形
- 了解製作原型的流程
 - 閱讀組合圖及產品說明書
 - 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想
 - 了解設計的可用資源與分析工作
 - 設計解決問題的步驟
 - 模擬大量生產過程
 - 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整

附錄三、評量方式及其功用

科學課程的教育目標是「科學素養」的提昇。因此，在評量時評量的內容就應該包括整個科學素養，不宜偏廢其中某些項目。因「科學素養」內涵多樣，常需運用不同的方式才能做出有效的評量。以下是常用的評量方式及其功用：

評量方式	特殊作用
[實地觀察] 現場活動實況	◦可看出學生在實境中的表現。(只是應儘量避免因觀察而引起的干擾)
[簡單口頭問答] 現場、事後	◦可針對重點發問，且可由詢問中知道做此行為的內在動機。
[面談] 針對某主題作結構性的深談	◦針對某主題，經相互交談中得到某人對此一問題的認識程度和見解。
[紙筆測驗] 可做群測或個別測試	◦可評測出對概念的認知及應用的能力。 ◦利用推論性的題目可瞭解學生的概念結構。 ◦由問答、評論的題目，可以得知學生的觀點。
[報告] 針對某主題作簡報	◦瞭解撰寫者對整個事件瞭解的程度及對重點的掌握情形。
[操作評量] 儀器使用、標本辨識	◦適用於某項非語言文字所能區辨的「能力」之測試。
[實驗評量] 精確執行實驗，控制變因、 取捨資料等能力	◦評量如何將問題安排成可試驗的工作，籌設儀器、規劃工作流程，分析、研判及解釋資料。
[專題報告] 針對一主題，報告中包括動機、 問題闡述、策略、執行、結果、 提出解釋、發現新問題等，	◦瞭解撰寫者規劃、執行、研究等各方的能力。
[卷宗] 針對某主題，搜集相關資料作 展示	◦可評量出對問題的認識程度，對變因的重要性之認識、及能否作有層次有組織的表達。
[進階式評量] 利用電腦，作增生式的評測。	◦可對解決問題的動機、理由做詳細的分析，便於瞭解推理的過程。
[實作評量] 以解決一個小問題為題，一邊 處理問題一邊記錄	◦可評測學生概念認知的程度與處理問題的能力。
[真實評量]	◦強調情境的真實性與證據的可信度。

其他如發表演講、成品展示、互相辯證、...都是可用的評量辦法。

附錄四 科學素養評量表

評量要項	評量內容	特別記事	等第
知識 認知	<p>科學概念的 理解與運用</p> <ul style="list-style-type: none"> 對課程綱要中所列的科學核心概念的認知（能知道、理解及運用） 對課程綱要中所列科技發展的情形有認識。 <p>科技發展 的認識</p> <p>製作與儀器 使用技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 對實驗所需的相關技術能正確能操作 <p>設計與製作 (科學應用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 能閱讀組合圖及產品說明書。 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。 了解設計的可用資源與分析工作。 設計解決問題的步驟。 模擬大量生產過程。 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整 		
(科學) 過程技能	<p>觀察</p> <ul style="list-style-type: none"> 能由不同的角度(觀點)做觀察。 針對變量的性質，能採取合適的度量策略。 能依某一屬性(或規則性)去做有計畫的觀察。 <p>比較、分類</p> <ul style="list-style-type: none"> 依資料推測其屬性及其因果關係。 <p>組織、關連</p> <ul style="list-style-type: none"> 藉由資料、情境傳來的訊息，形成可試驗的假設。 知道由本量與誤差量的比較，瞭解估計的意義 能在執行實驗時操控變因，並評估「不變量」假設成立的範圍。 統計分析資料，獲得有意義的資訊。 <p>研判、推斷</p> <ul style="list-style-type: none"> 若相同的研究得到不同的結果，研判此不同是否具有關鍵性。 由實驗的結果，獲得研判的論點。 由資料的變化趨勢，看出其蘊含的意義並提出看法(形成概念)。 能執行實驗，依結果去批判或瞭解概念、理論、模型的適用性。 		
思考 智能	<p>綜合統整</p> <ul style="list-style-type: none"> 在同類事件，但由不同來源的資料中，彙整出一通性。 <p>演繹推論</p> <ul style="list-style-type: none"> 依現有的理論，運用類比、轉換等推廣方式，推測可能發生的事。 依現有理論，運用演繹推理，推斷應發生的事。 <p>批判創造</p> <ul style="list-style-type: none"> 檢核論據的可信度、因果的關連性、理論間的邏輯一致性或推論過程的嚴密性，並提出質疑。 在不違背科學原理的最低限制下，考量任何可能達成目的的途徑。 能設計實驗來驗證假設。 <p>解決問題</p> <ul style="list-style-type: none"> 養成遇到問題，先行主動且自主的思考，謀求解決策略的習慣。 處理問題時，能分工執掌，做流程規畫，有計畫的進行操作。 <p>知識、技術 的應用 (科學應用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 察覺每日生活活動中運用到許多相關的科學概念 在處理個人生活問題(如健康、食、衣、住、行)時，依科學知識來做決定。 運用科學方法去解決日常生活的問題。 <p>科學方法 的應用 (科學應用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 接受一個理論或說法時，用科學知識和方法去分析判斷。 對於科學相關的社會議題，作科學性的理解與研判。 在處理問題時，能分工執掌、操控變因，做流程規畫，有計畫的進行操作。 		

評量要項	評量內容	特別記事	等第
科學態度 科學本質 (的體認)	投注、熱忱 細心、切實 <ul style="list-style-type: none"> • 瞭解科學探索，就是一種心智開發的活動。 • 喜歡探討，感受發現的樂趣。 • 喜歡將自己的構想，動手實作出來，以成品來表現。 • 相信細心的觀察和多一層的詢問，常會有許多的新發現。 • 能由探討活動獲得發現和新的認知，培養出信心及樂趣。 • 對科學及科學學習的價值，持正向態度。 • 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇。 		
	科學本質 (的體認) <ul style="list-style-type: none"> • 知道細心、切實的探討，獲得的資料才可信。 • 相信現象的變化有其原因，要獲得什麼結果，需營造什麼變因。 • 知道細心的觀察以及嚴謹的思辨，才能獲得可信的知識。 		
傳達 溝通、表達	<ul style="list-style-type: none"> • 養成求真求實的處事態度，不偏頗採證，持平審視爭議。 • 體會「科學」是經由探究、驗證獲得的知識。 • 能判別什麼是觀察的現象，什麼是科學理論。 • 察覺有些理論彼此之間邏輯上不相關連，甚至相互矛盾，表示尚不完備。好的理論應是邏輯的、協調一致、且經過考驗的知道體系。 • 察覺科學的產生過程雖然嚴謹，但是卻可能因為新的現象被發現或新的觀察角度改變而有不同的詮釋 • 察覺依據科學理論作推論預測，常可獲得證實。 • 相信宇宙的演變，有一共同的運作規律。 • 察覺科學探究的活動並不一定要遵循固定的程序，但其中通常包括蒐集相關資料、邏輯推論、及運用想像來構思假說和解釋數據。 • 認識作精確信實的紀錄、開放的心胸、與可重做實驗來證實等，是維持「科學知識」可信賴性的基礎。 		

與蝙蝠做朋友

在我們的生活環境中，有著許多我們不曾注意卻影響著我們生活文化的小生物（視網膜效應），「蝙蝠」正是其中之一。本「議題」主要藉由欣賞、研究「蝙蝠」，來探討生活周遭環境的變化，並透過實地調查、記錄，讓學童及民眾了解生物生存危機，化作行動施行相關保育措施，打造蝙蝠家園，實際幫助牠們。

設計者：張恒嘉 雲林縣誠正國小 mfflavus@yahoo.com.tw 接受日期：2003/11/14

內容：

一、模組結構及使用說明

- (一) 模組之教學概要圖
- (二) 活動項目一覽表
- (三) 主題探討活動
- (四) 各活動科學智能培養之一覽表
- (五) 模組之學習成就評量

二、模組之系列教學活動

- (一) 認識蝙蝠家族（欣賞階段、認識蝙蝠、認知為主）
- (二) 蝙蝠大追蹤（研究階段、實做調查、技能為主）
- (三) 小蝙蝠來我家（保育階段、統整應用、情意為主）

三、學習手冊

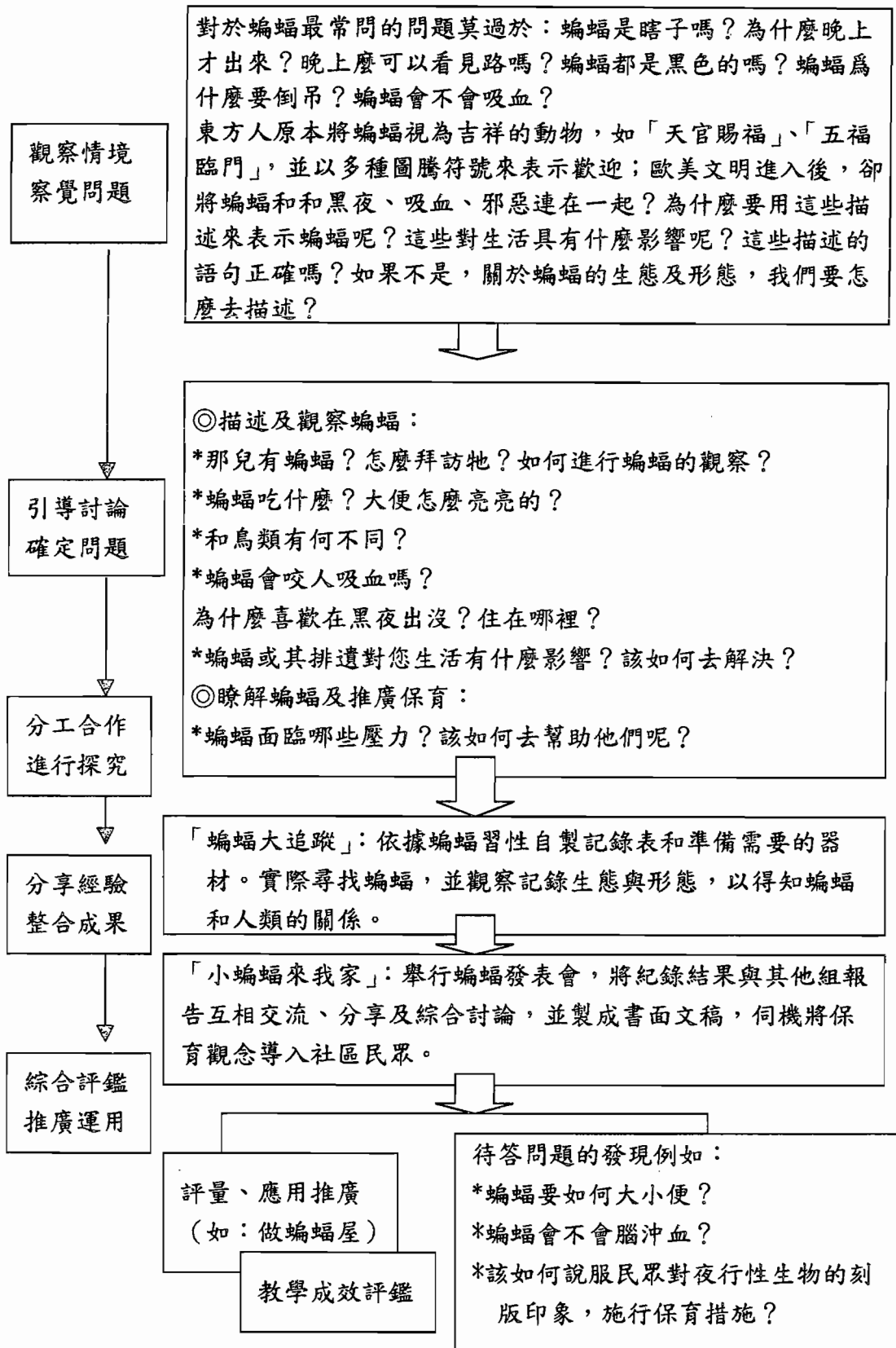
使用說明

1. 本模組示例內容，乃是依據九年一貫課程中的學校本位課程，藉由對「蝙蝠」的欣賞，到「蝙蝠」的調查研究，讓學童及民眾了解生物之生存危機，化作行動施行相關保育措施(如蝙蝠屋製作)，實際幫助牠們。
2. 本模組適合鄉下或山區學校於下學期實施教學，約 8-12 節，不適合在鬧區實施。都市學校宜選擇公園、學校或河川附近之綠地、水銀燈下觀察。
3. 課程的內容雖然是特定的實體—「蝙蝠」，但學習者可依探索活動中，自行建構整個學習歷程，且教學設計並非只能以「蝙蝠」為主要議題，凡與各地方性的生態保育議題，皆可利用本模組架構來完成課程設計。
4. 本模組在調查過程中，需要家長在黃昏或夜間參與學生觀察與紀錄。
5. 本模組不鼓勵學生飼養野生動物。蝙蝠屋實驗之精神在於如何讓學生在能力範圍之下，親自動手於生活中做生態保育。

網址：<http://www.phy.ntnu.edu.tw/nstsc/> 或 <http://www.naer.edu.tw/nstsc>

(一) 模組之教學概要圖

和蝙蝠做朋友



(二) 「和蝙蝠做朋友」教學模組活動項目一覽表

項目 (活動方式)	器材與資源	活動內容
1. 認識蝙蝠家族	手繪圖本(星月)、故事書(哈利波特)、寺廟文物、雕刻、年畫(天官四蝠、五蝠臨門、迎春納蝠、蝠壽雙全)、蝙蝠圖片、標本、屋簷或棕櫚科植物下之蝙蝠排遺及食餘。	*全班閱讀後進行討論。探討蝙蝠的神話、迷信與意義。 *實地拜訪蝙蝠或圖騰，並由相關觀察得知蝙蝠的相關知識。
2. 蝙蝠大追蹤 (1) 蝙蝠資料大集合 (2) 小小設計家	視需要而定：如望遠鏡、放大鏡、紅光手電筒、夾鍊袋及實體顯微鏡等	*確認觀察問題後，依此分組規劃觀察目標及設計紀錄表。 *利用各種器材，觀察紀錄蝙蝠，知道住家附近蝙蝠生態與形態。
3. 小蝙蝠來我家 (1) 蝙蝠發表會 (2) 打造蝙蝠家園	延伸學習工具視需要而定：如蝙蝠屋相關器材、溼度計、溫度計、照度計、專題報告、學習單...	*舉行蝙蝠發表會，提新聞稿或手繪圖本。 *由蝙蝠的生態與形態得知蝙蝠與人類的關係。 *推入社區，打造蝙蝠花園。

(三) 主題探討活動

「和蝙蝠做朋友」教學活動流程	說明
<p>【觀察情境察覺問題】</p> <p>可由「夜行性生物」說起，由一張圖片、圖騰、例子或故事來導引到這個主題。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 第一個示例： 用幾張蝙蝠圖片或直接詢問學生蝙蝠相關問題做開始，由此切入相關的議題。 • 第二個示例： 用哈利波特故事做為開始：藉由蝙蝠探討由動物生態形態的觀察及和與人息息相關的議題。 • 第三個示例： 可以從春節貼的「福」到了、寺廟建築的裝飾品「五福臨門」或「天官賜福」等蝠=福之圖騰著手。探討由蝙蝠在中國人及西方人心中存在的不同印象。 • 第四個示例： 本課程實施時相當容易看見或聞到「蝙蝠的排遺」和「幼蝠掉落」的情形，可由此切入。 <p>第四個示例： 由兒童手繪蝙蝠圖本「星月」著手，可由此切入。</p> <p>【引導討論確定問題】</p> <p>進行活動一：認識蝙蝠家族</p> <p>蝙蝠的「生態與形態」，要把它當成一個議題要來做科學性探討，需要多費心思。以下為常見的描述及觀察蝙蝠問題之引導：</p> <p>蝙蝠吃什麼？（食）常出沒的地區是在路燈附近、屋簷房舍裂縫、冷氣下和椰子樹嗎？（住）該如何分組去尋找蝙蝠出沒的地區？蝙蝠和鳥類不同的地方在哪裡？…</p> <p>【分工合作進行探究】</p> <p>進行活動二：蝙蝠大追擊</p> <p>1. 蝙蝠資料大集合 引導學童利用課中及課後的網路及圖書資料蒐集，進行分組討論，以確定未來進行觀察研究之主題。</p> <p>2. 小小設計家 除此之外，各組需要自行設計探究（發展描述或測量）符合自己特定子題的工具和紀錄表。</p> <p>分組實際觀察可如下所示：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 蝙蝠棲地類型之記錄與分析。（住）。 • 蝙蝠的食性與排遺分析。（食）。 • 搜集有關蝙蝠和鳥類之不同。（衣、行）。 • 搜集有關人類和蝙蝠互動關係的圖騰、文章、活動等資料。 	<ul style="list-style-type: none"> • 備妥蝙蝠相關圖片、手繪本或排遺等。 • 3-3-0-4 察覺在「以新觀點看舊資料」或「以新資料檢視舊理論」時，常可發現出新問題 <ul style="list-style-type: none"> • 1-3-1-2 察覺一個問題或事件，常可由不同的角度來觀察而看出不同的特徵 • 可參考附錄 1：蝙蝠十問。 • 1-3-5-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣 • 6-3-3-1 能規劃、組織探討活動 • 1-3-1-1 能依規畫的實驗步驟來執行操作 • 2-3-2-2 觀察動物形態及運動方式之特殊性及共通性。觀察動物如何保持體溫、覓食、生殖、傳遞訊息、從事社會性的行為及在棲息地調適生活等生態

(各目排遺之昆蟲分析可使用顯微鏡觀察，並參考張永仁「昆蟲圖鑑」一書做簡單分類。)

3. 課後實際調查：

調查時需要家長在黃昏或夜間於水銀燈下或有蝙蝠的地方，實際參與學生觀察與紀錄。

【分享經驗整合成果】

進行活動三：小蝙蝠來我家

在學生實地探究後，才能以科學化的資料或數據引導討論出蝙蝠和人類生活的關係。每小組最好能提出報告，報告中應包括相關於該問題的資料、觀測情形及結果分析，其過程如下：

1. 蝙蝠發表會(研究成果發表會)。

- 跨組合作將各蝙蝠資料匯整起來，成為本班的蝙蝠介紹報告。
- 教師回應每個活動的「評量表」：學生也可以在「分組成果發表會」上提出問題，或私下參訪各小的組成員，討論評量單上的題目。

【綜合評鑑與推廣運用】

2. 打造蝙蝠家園

對觀察活動之檢討與推廣運用，例如：

- 你認為怎麼樣做可能更有效的瞭解蝙蝠？
- 對於蝙蝠你還有哪些問題？
- 你可不可以體認到住家附近蝙蝠及人類生存上的危機問題？
- 如何在社區落實生態保育工作？
- 你願意親自動手製作蝙蝠屋讓蝙蝠住嗎？
- 還有哪些夜行性動物常遭人曲解而面臨生存壓力？
- 這些遭誤解的生物，該如何去關心牠們？
- 你能不能自己去觀察一特定主題的生物？
- 延伸學習工具視需要而定：如蝙蝠屋相關器材、溼度計、溫度計、照度計、專題報告、學習單…

- 可參考附錄 2.1：蝙蝠大追蹤學習單。

- 可參考附錄 2.2：蝙蝠調查表。

- 1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法

- 1-3-5-2 用適當的方式表述資料(例如數線、表格、曲線圖)

- 1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果

- 1-3-5-5 傾聽別人的報告，並做適當的回應

- 可參考附錄 3.1：「小蝙蝠來我家」學習單。

- 8-3-0-3 認識並設計基本的造形

- 可參考附錄 3.2：蝙蝠屋身份證示例單。

- 可參考附錄 3.3：蝙蝠屋觀察紀錄表觀察紀錄表(延伸學習，可自行修改)。

- 可參考附錄 3.4：蝙蝠屋的製作。

- 可參考附錄 3.5：蝙蝠屋架設注意事項。

(四) 科學智能評量細目表

素養要項		評量指標	學習活動項目		
			1	2	3
過程技能	觀察	1-3-1-1 能依規畫的實驗步驟來執行操作-----	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-1-2 察覺一個問題或事件，常可由不同的角度來觀察而看出不同的特徵-----	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-1-3 辨別本量與改變量之不同(例如溫度與溫度的變化)---	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	比較與分類	1-3-2-1 實驗前，估量「變量」可能的大小及變化範圍-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-2-2 由改變量與本量之比例，評估變化程度-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-2-3 依差異的程度，作第二層次以上的分類-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	組織與關連	1-3-3-1 實驗時，確認相關的變因，做操控運作-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-3-2 由主變數與應變數，找出相關關係-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-3-3 由系列的相關活動，綜合說出活動的主要特徵-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	歸納研判與推斷	1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		1-3-4-2 辨識出資料的特徵及通則性並做詮釋-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	傳達	1-3-5-1 將資料用合適的圖表來表達-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-3-5-2 用適當的方式表述資料(例如數線、表格、曲線圖)---	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		1-3-5-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣-----	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3-5-5 傾聽別人的報告，並做適當的回應-----		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
科學與技術認知	認知層次	2-3-1-1 提出問題、研商處理問題的策略、「學習」操控變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。學習資料整理、設計表格、圖表來表示資料。學習由變量與應變量之間相應的情形，提出假設或做出合理的解釋----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2-3-2-1 察覺植物根、莖、葉、花、果、種子各具功能。照光、溫度、溼度、土壤影響植物的生活，不同棲息地適應下來的植物也各不相同。發現植物繁殖的方法有許多種-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	認識植物、動物的生態	2-3-2-2 觀察動物形態及運動方式之特殊性及共通性。觀察動物如何保持體溫、覓食、生殖、傳遞訊息、從事社會性的行為及在棲息地調適生活等生態-----	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2-3-2-3 知道動物卵生、胎生、育幼等繁殖行為，發現動物、植物它們的子代與親代之間有相似性，但也有些不同	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2-3-2-4 藉著對動物及植物的認識，自訂一些標準把動物、植物分類-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

認識 物質	2-3-3-1 認識物質的性質，探討光、溫度、和空氣對物質性質變化的影響-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-3-2 探討氧及二氧化碳；氧的製造、燃燒之瞭解、氧化(生鏽等)，二氧化碳的製造、溶於水的特性、空氣污染等現象-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-3-3 探討物質的溶解性質、水溶液的導電性、酸鹼性、蒸發、擴散、脹縮、軟硬等-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-3-4 認識促進氧化反應的環境-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
認識 環境	2-3-4-1 長期觀測，發現太陽升落方位(或最大高度角)在改變，夜晚同一時間四季的星象也不同，但它們有年度的變化規則-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-4-2 認識天氣圖上的高、低氣壓線、鋒面。觀察(資料搜集)一個颱風的興衰-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-4-3 知道溫度高低不同，使水的存在形態改變，是形成霜、露、雲、雨、雪的原因-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-4-4 知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們間的交互作用-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
交互 作用的 認識	2-3-5-1 知道熱由高溫往低溫傳播，傳播的方式有傳導、對流、輻射。傳播時會因材料、空間形狀而不同。此一知識可應用於保溫或散熱上-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-5-2 藉製作樂器瞭解影響聲音高低的因素、音量大小、音色好壞等，知道樂音和噪音之不同-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-5-3 瞭解力的大小可由形變或運動狀態改變的程度來度量-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-5-4 藉簡單機械的運用知道力可由槓桿、皮帶、齒輪、流體(壓力)等方法來傳動-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-5-5 知道電流可產生磁場，製作電磁鐵，瞭解地磁、指北針。發現有些「力」可不接觸仍能作用，如重力、磁力-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
認識 常見 的科技	2-3-6-1 認識日常用品的製造材料(如木材、金屬、塑膠)-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-6-2 認識房屋的結構與材料-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-3-6-3 認識資訊設備(如電腦主機及周邊設備)和其材料(如半導體.....等)-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
科學 本質	3-3-0-1 能由科學性的探究活動中，了解科學知識是經過考驗的-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3-3-0-2 知道有些事件(如飛碟)因採證困難，無法做科學性實驗-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		3-3-0-3 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3-3-0-4 察覺在「以新觀點看舊資料」或「以新資料檢視舊理論」時，常可發現出新問題-----	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3-3-0-5 察覺有時實驗情況雖然相同，也可能因存在著未能控制的因素之影響，使得產生的結果有差異-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
科技 的發展	科技 的本質	4-3-1-1 認識科技的分類-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4-3-1-2 了解機具、材料、能源-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	科技 的 演 進	4-3-2-1 認識農業時代的科技-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4-3-2-2 認識工業時代的科技-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4-3-2-3 認識資訊時代的科技-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4-3-2-4 認識國內、外的科技發明與創新科技與社會-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	科技 與 社會	4-3-3-1 了解社區常見的交通設施、休閒設施等科技-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
科學 態度	細心 切實	5-3-1-1 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		5-3-1-2 知道經由細心、切實的探討，獲得的資料才可信-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		5-3-1-3 相信現象的變化有其原因，要獲得什麼結果，需營造什麼變因-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
思考 智能	批判 思考	6-3-1-1 對他人的資訊或報告提出合理的求證和質疑創造思考-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	創造 思考	6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		6-3-2-2 相信自己常能想出好主意來完成一件事-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法解決問題-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	解決 問題	6-3-3-1 能規劃、組織探討活動-----	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		6-3-3-2 體會在執行的環節中，有許多關鍵性的因素需要考量-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
科學 應用		7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		7-3-0-3 能規劃、組織探討活動-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		7-3-0-4 察覺許多巧妙的工具常是簡單科學原理的應用-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
設計 與 製 作		8-3-0-1 能運用聯想、腦力激盪、概念圖等程序發展創意及表現自己對產品改變的想法-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		8-3-0-2 利用多種思考的方法，思索變理事物的機能和形式-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		8-3-0-3 認識並設計基本的造形-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		8-3-0-4 了解製作原型的流程-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(五) 模組之學習成就評量

1、紙筆測驗(可用問答、選擇、填充等方式行之)。

(可列出學生在做完「和蝙蝠做朋友」活動後，你期望他學到的「科學與技術
認知」方面知識)

2、報告及成品評鑑。

3、觀察學生的學習活動過程。

4、其他各種適當的方式。

(本欄尚未發展)

二、各項活動之教學示例

	頁次
(一) 認識蝙蝠家族.....	(11)
教學要點、教學資源、教學示例。	
附錄：閱讀資料、相關資料、活動紀錄、評量單	
(二) 蝙蝠大追蹤.....	(15)
教學要點、教學資源、教學示例。	
附錄：閱讀資料、相關資料、活動紀錄、評量單	
(三) 小蝙蝠來我家.....	(18)
教學要點、教學資源、教學示例。	
附錄：閱讀資料、相關資料、活動紀錄、評量單	

(一) 「認識蝙蝠家族」活動指導

1. 教學重點：

- 本活動為「欣賞」階段，以生物的認知目標為主。
- 認識生物的基本特徵與資料搜集的方式。
- 生物出沒地點的初期探查。

2. 教學資源：

- 春節張貼「倒立」的「福」字（蝙蝠到了=福氣到了）
- 寺廟圖騰（天官四蝠、五蝠臨門、迎春納蝠、蝠壽雙全）。
- 故事書（哈利波特）。
- 手繪圖本（星月）。
- 屍體標本。
- 野外排遺。
- 也可由蝙蝠網站 <http://student.thu.edu.tw/~bat/> 找到所有圖片。

3. 使用說明：

- 可以安排3節，約80分，1節引起大家的學習興趣，2節找資料或請教專家。
- 本活動備有1個附錄，供教學者採用：

附錄1：蝙蝠十問（常見的蝙蝠問題及諮詢專線、網站）。

4、教學活動示例

活動流程	說明
<p>【協助學生確定問題】</p> <p>教師利用手繪圖本（星月）、圖片、哈利波特故事、標本、排遺、食餘、家中或寺廟建築的裝飾品（春節貼的「福」到了、天官四蝠、五蝠臨門、迎春納蝠、蝠壽雙全）等。引起學童對蝙蝠的話題，並引導學童提出生活中對於蝙蝠的相關問題。</p> <p>【協助學生獲取資料】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 引導學童利用書籍、網路、訪談等方式搜集相關文獻，讓學童對蝙蝠習性、特徵有基本的認識。 ◦ 教師也可以帶領學童針對蝙蝠排遺、食餘等間接線索進行蝙蝠可能出沒地點的探察，（教師並可於過程中提出蝙蝠習性與特徵之相關概念，例如：飛行、視力、超音波…） <p>【鼓勵學生提出想法】</p> <p>請學童將蒐集的資料，於上課時提報與分享。提出印象及相關經驗後，教師可提問：「如果我們想在附近尋找蝙蝠，有那些線索可以幫助我們？」（教師可引導學童依「蝙蝠為夜行性動物」推想蝙蝠可能的棲息地、排遺、食餘等。）</p> <p>【激勵學生推廣運用】</p> <p>想像一下</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 對於蝙蝠你還有哪些問題？ ◦ 蝙蝠有何生存上的危機？ ◦ 如何在社區落實生態保育工作？ ◦ 還有哪些夜行性動物常遭人曲解而面臨生存壓力？ <p>這些遭誤解的生物，該如何去關心牠們？</p>	<p>◦ 引起動機</p> <p>◦ 蝙蝠資料參考網站： http://student.thu.edu.tw/~bat/</p> <p>◦ 可提供附錄 1： 蝙蝠十問給學生</p> <p>◦ 實際操作在「小蝙蝠來我家」活動或延伸學習部分</p>

附錄 1、蝙蝠十問

(本文修改自台灣蝙蝠學會鄭錫奇研究員)

(1) 蝙蝠和鳥類及老鼠很相似，但是有何不同？

蝙蝠蝙蝠是哺乳類中唯一會飛行的哺乳動物，而所謂的飛鼠與皮膜類動物只能算滑翔而已。除翅膀外，有些蝙蝠的長相、體型大小和毛色與老鼠倒是有些神似。一般來說，老鼠僅能活 2-3 年；而雌蝠自交配至產仔最長需要近九個月之久；幼蝠在出生數月後或次年始有生殖能力。蝙蝠體型雖小，壽命卻較同體型的其他哺乳動物壽命長，目前最長的記錄為美洲小棕蝠，已知可活至三十餘年。

(2) 全世界的蝙蝠有幾種？是否都是黑色？

蝙蝠屬於翼手目，其下分為大翼手亞目和小翼手亞目兩亞目。大翼手亞目的蝙蝠僅有一科，即分布於舊大陸熱帶及亞熱帶地區的狐蝠、果蝠類，約有 170 餘種。小翼手亞目的蝙蝠種類繁多、分布廣泛，約有 760 餘種；除了極地冰區與少數的海洋性島嶼外，全世界都有牠們的存在。多數的蝙蝠的毛色確實以黑灰色為主，不過也有棕色、黃色、甚至白色的。

(3) 台灣的蝙蝠有幾種？最大的和最小的各是那一種？

依據近幾年的研究發現，約有 30 種。台灣最大型的蝙蝠為產在綠島的台灣狐蝠，體重約 700-800 克，雙翼展開可達 1 公尺長，是台灣唯一的食果蝠；最小型的則是生存於中高海拔山區的寬吻鼠耳蝠，牠的體重僅有 3-4 克，翼展長亦僅 20 公分長。

(4) 蝙蝠都住在那裡？

蝙蝠是夜行性動物，白天喜好棲息於陰暗角落，溫濕度較穩定之居所，包括住家閣樓、冷氣旁、屋縫或橫樑，天然洞穴、廢棄隧道或坑道、防空洞、橋墩下、樹洞、樹叢樹葉中、竹筒內或夜晚明亮的街燈下，只要不受人類干擾之處所，都可發現。

(5) 蝙蝠有超音波嗎？

蝙蝠能夠適應各種環境而廣泛分布於全世界的最主要原因是牠們擁有許多他種動物少有的飛行與超音波迴聲定位能力。換言之，蝙蝠是以翼膜飛行暨超音波飛行迴聲定位在「看」週遭事物。

(6) 蝙蝠食性為何？

以台灣而言大翼手亞目的狐蝠大多食果（很難看見）；一般的小翼手亞目蝙蝠大多食蟲，可從排遺中檢視出各目昆蟲殘骸。台灣並沒有吸血蝙蝠，全世界僅有的三種以血為食的蝙蝠，只分布在中南美洲。

(7) 蝙蝠對人類有好處嗎？

超過 70% 的蝙蝠種類是以昆蟲為食，以 150 隻小型蝙蝠群落一個夏天晚上既可吃掉 12 萬隻以上之昆蟲，其中也有蚊、蠅、蛾等害蟲。另外約有 200 多種的蝙蝠食用植物的果實、花粉、花蜜，這些蝙蝠無意間擔任了替植物散播種子、傳花授粉的重要媒介。許多熱帶地區森林的種子傳播與植群擴展，以及夜間開花的高經

濟果樹（如榴槤）的結果都少不了蝙蝠的幫忙。至於吸血蝙蝠唾液中所擁有的天然抗凝血物質，目前已開發出一種運用於治療心臟血管疾病的藥品。而蝠糞（夜明砂）更早被中國人當成中藥（明目）所使用。

（8）為什麼冬天都看不到蝙蝠？可以進入洞穴中觀察嗎？

蝙蝠在冬天時因食物短缺，只好靠進入洞穴冬眠或深度休眠狀況，所以在寒冷的冬天幾乎看不到蝙蝠活動。蝙蝠正常活動的體溫約在 40°C，但是當牠們在休眠或冬眠狀態時可降至 20°C 甚至 10°C 以下。在冬眠或休眠時期，任何的干擾，都可能造成蝙蝠的甦醒，使體溫由 10°C 左右上升至可活動的近 40°C。這種情形將使得冬眠期的蝙蝠耗掉原本儲存來渡冬的能量，甦醒後又無食物可補充，最終將因無法支持至來年春天而死亡。此外蝙蝠洞中常有毒蛇、蠍子或有毒氣體，所以非必要盡量不要進入。

（9）為什麼蝙蝠總是倒吊著，牠們會不會腦充血？

蝙蝠都以後足掛抓、頭下腳上的姿勢棲息，主要是為了要迅速起飛之故，而掛在樹枝上或洞壁上亦可避免蛇類的接近。在休眠或冬眠時攀附倒掛於冰冷的洞壁，是避免失溫的最佳選擇。另外，蝙蝠擁有強而有力的心臟與具瓣膜的血管所構成的循環系統，可充分的將血液運送循環，不會屯積於一處，因此不會腦缺血。

（10）如何去查詢蝙蝠相關問題？

可向台灣蝙蝠學會洽詢 04-23507309，白天皆有專人（徐秘書長毛球先生 maiochiou@yahoo.com.tw）或該學會網站 <http://student.thu.edu.tw/~bat/> 查詢也可向國外蝙蝠網站 <http://www.batcon.org/> 查詢蝙蝠屋相關技術製作。

(二) 「蝙蝠大追蹤」活動指導

1. 教學重點：

- 本階段為「研究階段」，以實作調查和操作技能目標為主。
- 調查工具及記錄方式的選用、設計與觀察訓練。
- 進行短期的野外調查或長期的生物追蹤。
- 知道動物的生態與形態。

2. 教學資源：

- 視需要而定：如望遠鏡、放大鏡、紅光手電筒、夾鍊袋及實體顯微鏡等。
- 觀察紀錄表。

3. 使用說明：

- 本活動又細分為2個子活動。
- 「蝙蝠資料彙整」活動約1節。
- 「小小設計家」活動約2節。
- 本活動有3個附錄，詳如下：
附錄 2.1：蝙蝠大追蹤學習單。
附錄 2.2：蝙蝠調查表。

4、教學活動示例

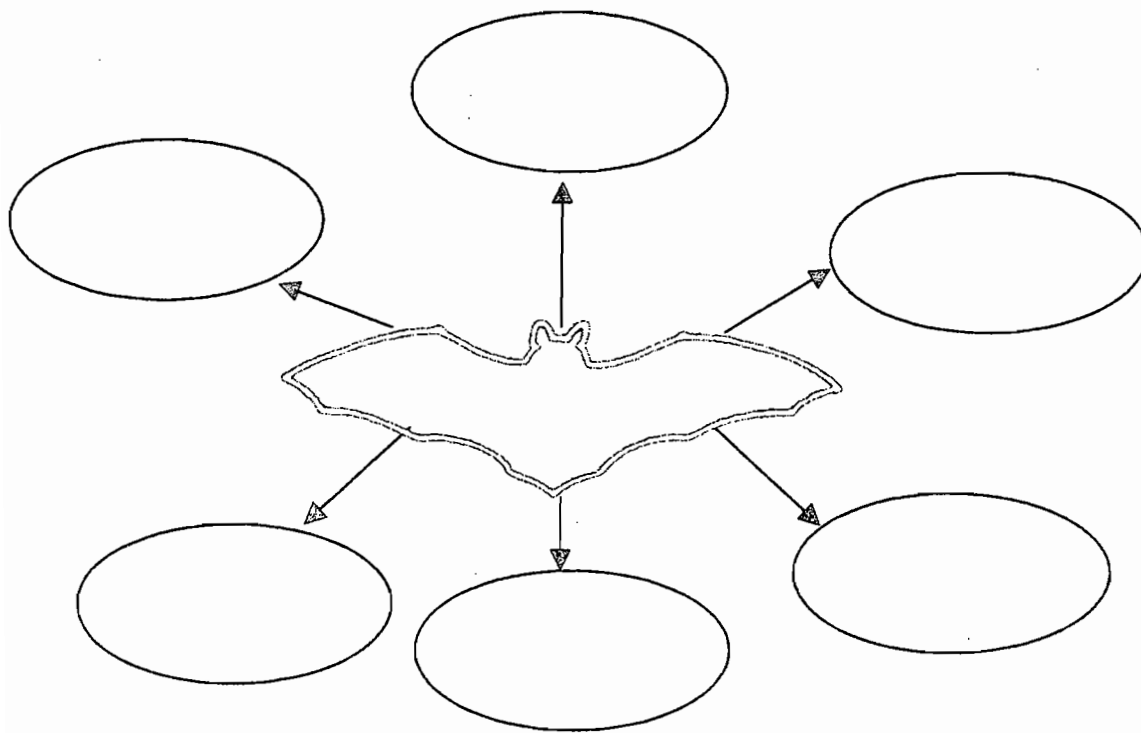
活動流程	說明
<p>【協助學生確定問題】</p> <p>進行「蝙蝠資料大集合」教學：</p> <ul style="list-style-type: none"> 教師引導學童利用課中及課後的資料蒐集，進行分組討論，以確定未來進行觀察研究之主題。 <p>【協助學生獲取資料】</p> <ul style="list-style-type: none"> 引導學童自行設計調查與記錄方式前，藉由各組資料的整合確立設計的方向，可引發學童求證書面資料的科學態度。 教師引導學童將各組的報告進行彙整，並整理出可由學童自行觀察紀錄與研究的相關問題。如：蝙蝠棲地類型之記錄與分析(住)。蝙蝠的食性之記錄與分析(食)。搜集有關蝙蝠和鳥類之不同(衣、行)。搜集有關人類和蝙蝠互動關係的圖騰、文章、活動等資料等。 <p>【鼓勵學生提出想法】</p> <p>進行「小小設計家」教學：</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計觀察紀錄表，可透過彼此經驗交流達到合作學習的效果，並為自行設計調查、記錄表埋下更多可探討的伏筆。 紀錄的項目如：種名、數量、毛色、環境、樹種、最近水源、日照方向、溫度、濕度、日照度、海拔、隱蔽程度、食物、行為、各項形值…，可以讓學生自行發揮，然後經討論後再決定記錄表的格式與教導觀察技巧。 由學童分組發表探索的主題與研究方法，包括記錄的方式及測量工具的選用與操作方法的示範。並請其它組學童針對該組調查時可能遭遇的問題進行計劃之修改。 針對學童提出的相關主題，確立各組的分工計劃，可引導學生從哪裡可以發現蝙蝠？蝙蝠的食物是什麼？等方向著手。(可利用學習單中的蝙蝠問題架構圖，幫助學童確定) 可約略分為四大組：「蝙蝠棲地類型之記錄與分析」、「蝙蝠住在哪裡」、「蝙蝠的排遺記錄與分析」、「蝙蝠與鳥類之不同」、「蝙蝠和人類互動關係與可能的危機」…。 調查前工具及觀察技巧之訓練。 <p>【激勵想像推廣運用】</p> <ul style="list-style-type: none"> 野外實地觀察(請家長協助實地調查，最好在水銀灯下、校園或樹林多的區域進行)。 	<ul style="list-style-type: none"> 可參閱附錄 2.1：蝙蝠大追蹤學習單。 可參閱附錄 2.2：蝙蝠調查表。 各目排遺之昆蟲分析可使用顯微鏡觀察，並參考張永仁「昆蟲圖鑑」一書做簡單分類。 野外觀察可於黃昏或剛入夜時由師長或家長陪同在水銀灯下、古宅屋簷或、有排遺的椰子樹下做觀察。

附錄 2.1：蝙蝠大追蹤學習單

組別：

組員：

利用下面的架構圖確定即將研究的問題，並可將小組的分工計劃填計下來。



【蝙蝠調查問題架構圖】

附錄 2.2：蝙蝠調查表

※小朋友可利用下面的表格，填入調查的項目與記錄方式，或自行利用反面空白紙張進行表格的設計。

生態形態	食				
日期					

(三) 「小蝙蝠來我家」活動指導

1. 教學重點：

- 本階段為「保育」階段之統整應用，大部分屬情意目標。
- 書面展示報告內容欣賞，並討論議題做出價值判斷。
- 利用互評學習單，進行各組或個人的評鑑。
- 知道人類活動會影響其他生物之生存。
- 利用對生物的了解，營造出多樣性的生物棲所。

2. 教學資源：

- 延伸學習工具視需要而定：如蝙蝠屋相關器材、溼度計、溫度計、照度計等。
- 蝙蝠資訊網站 <http://student.thu.edu.tw/~bat/>。
- 學生彙整的報告及相關資料。

3. 使用說明：

- 本活動又細分為2個子活動，「蝙蝠發表會」1節，「打造蝙蝠家園」約2節。
- 本活動有5個附錄，詳如下：

附錄 3.1：「小蝙蝠來我家」學習單。

附錄 3.2：蝙蝠屋身份證示例單。

附錄 3.3：蝙蝠屋觀察紀錄表觀察紀錄表（延伸學習，可自行修改）。

附錄 3.4：蝙蝠屋的製作。

附錄 3.5：蝙蝠屋架設注意事項。

4、教學活動示例：

活動流程	說明
<p>【鼓勵學生提出想法】</p> <p>進行「蝙蝠發表會」教學：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 各組展現各組調查統整之書面報告或手繪圖本。 ◦ 針對所有組別完成的研究，引導學童如何跨組將各蝙蝠資料匯整起來，成為本班的蝙蝠報告，甚至形成社區刊物。 ◦ 教師可要求小組成員發表在研究中感到最有成就的是什麼？ ◦ 各組代表報告成果心得，並聆聽他組報告。 ◦ 交流與分享觀看他組成果內容，並完成互評學習單 <p>【激勵學生推廣運用】</p> <p>進行「打造蝙蝠家園」教學：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 教師帶領學童針對蝙蝠生活形態、與人類互動關係，提出蝙蝠生存可能遭遇的危機。根據現在我們對蝙蝠的了解，我們可以為蝙蝠作些什麼？(引導學童提出重建適合蝙蝠居住的環境為出發) ◦ 師生共同討論並著手設計如何增加蝙蝠在住家附近棲息的環境。(可引導學童自行設計或索取蝙蝠屋或蝙蝠停棲板；亦可以種植物吸引昆蟲；也可以增加房舍外牆溫度充足之裂縫空隙，以吸引蝙蝠前來生產育幼) ◦ 將自行計設製作的蝙蝠屋(或冷氣機下方或側面加裝一片粗糙面的木板)，放置在師生共同討論後的位置後，可再共同設計說明板作為說明推廣之用途。(師生共同討論確定說明板的用途、內容、原始照片等，亦可設置多個蝙蝠屋，加上記錄表格，經過一段時間後比較不同位置蝙蝠進住的情形)。 ◦ 定期幫牠清排遺、把牆腳和屋簷縫隙留給牠住、不隨意進入蝙蝠洞中、做蝙蝠的小小義工、做蝙蝠生態調查、多看蝙蝠書籍、少用殺蟲劑…等皆是幫助蝙蝠的行為，不見的一定要去做蝙蝠屋。 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 可參考附錄 3.1：「小蝙蝠來我家」學習單。 ◦ 可參考附錄 3.2：蝙蝠屋身份證示例單。 ◦ 可參考附錄 3.3：蝙蝠屋觀察紀錄表觀察紀錄表(延伸學習，可自行修改)。 ◦ 可參考附錄 3.4：蝙蝠屋的製作。 ◦ 可參考附錄 3.5：蝙蝠屋架設注意事項。

附錄 3.1：「小蝙蝠來我家」互評學習單

組別：

組員：

1、觀摩完各組的成果書面報告或手繪圖本後，請完成下面的表格。

	組別	理由
最佳版面編排的作品		
內容最豐富的作品		
印象最深刻		
最具有批判性		
組織統整能力		
報告技巧		

2、在討論中，我最欣賞的同學發言有：

(1) 同學，討論題目：

他的看法：

(2) 同學，討論題目：

他的看法：

附錄 3.2：蝙蝠屋身份證示例（延伸學習，可自行修改）

編號		—		認養聯絡人
顏色	<input type="checkbox"/> 白色	<input type="checkbox"/> 深咖啡色	<input type="checkbox"/> 木材原色	
層數	<input type="checkbox"/> 一層	<input type="checkbox"/> 三層	<input type="checkbox"/> 四層	
置掛時間	中華民國	年	月	日
置掛地點				
置掛高度	(煩請概算)		公尺	
置掛方向	<input type="checkbox"/> 東	<input type="checkbox"/> 南	<input type="checkbox"/> 西	<input type="checkbox"/> 北 <input type="checkbox"/> 其他 _____
置掛位置	<input type="checkbox"/> 獨立架設	<input type="checkbox"/> 樹木	<input type="checkbox"/> 建築物外牆	<input type="checkbox"/> 其他 _____
日照時數	(煩請概算)		小時	
最近食區	(煩請概算)		公里	
最近水源	(煩請概算)		公里	
遮蔽情形	(煩請概述)			
置 掛 地 點 周 圍 環 境				
(煩請概述或描繪)				

註：本表由嘉義市教師會提供。蝙蝠屋及相關知識（置掛方式、遮蔽情形、最近水源、最近食區…）可向嘉義啟智學校鍾老師 0921023981 洽詢或嘉義市僑平國民小學翁老師 moon@mail.cy.edu.tw 詢問、借用或索取。

附錄 3.3 蝙蝠屋觀察紀錄表觀察紀錄表 (延伸學習, 可自行修改)

【編號 號 蝙蝠屋觀察紀錄表】

地區： 縣市 海拔： 公尺 經緯度/GPS：

年	月	日	記錄人 姓名	棲息種類 棲息數量	組成				個體編號	溫、濕、照度		備註
					♀A	♂A	♀J	♂J		℃	%	
				3								

註1：本表由台灣蝙蝠學會鄭錫奇研究員提供，蝙蝠相關知識（蝙蝠捕捉、測量、翼標製作、成幼體辨識...）可向該會 04-23507309 或該會網站 <http://student.thu.edu.tw/~bat/> 或國外網站 <http://www.batcon.org/> 查詢。

註2：蝙蝠屋監測表格網址：www.batcon.org/bhrform/dataform.html

註2：濕度計、照度計在自然教室、保健室、健康中心或國中以上學校均可借到。

附錄 3.4：蝙蝠屋的製作（本文由台大李玲玲教授提供，原創為何英毅先生）

一、材料：夾板（適合戶外用）一片，尺寸約 60cm*120cm*1.2cm。松木條一條，尺寸約 2.5cm*5cm*240cm。50cm*60cm 的塑膠紗網一面（網目約 3mm）。20-30 顆螺絲釘（約 4cm 長）。乳膠塗料一罐。填縫劑一管。3mm 長的訂書針。

二、工具：鋸子、電鑽、鑽頭、捲尺、熱熔膠槍、剪刀、釘書機、油漆刷

三、步驟方法：

1、將夾板切成以下三尺寸：66cm*60cm（背板）、42cm*60cm（前板上部）、12cm*60cm（前板下部）。

2、將木條切成三段，長度分別為 60cm 一段（作為上邊）及 52cm 兩段（作為側邊）。

3、先將 60cm 長的木條黏於 66cm*60cm 之背板上，並以螺絲釘緊。之後依序將側邊條固定於背板上。

4、由底部開始，將紗網鋪平於背板之內面，不要留下任何摺皺，並以訂書針將紗網固定。

5、先將前板上部黏於邊條上，並釘牢。之後依同樣方法固定前板下部。上下兩段間須留 1.2cm 寬之通氣孔。

6、檢查外部接縫處是否有空隙，若有，以膠填實。

7、可選擇是否於頂部加釘一 8cm*70cm 的板子作為屋頂。

8、將蝙蝠屋外部塗上兩層漆（防水）。

四、其他建議（蝙蝠屋及相關知識可向嘉義啟智學校鍾老師 0921023981 洽詢或嘉義市僑平國民小學翁老師 moon@mail.cy.edu.tw 詢問或索取）

1、較寬的蝙蝠屋可以聚集較多的蝙蝠。但在擴大的同時須同時注意調整前後木板、邊條及紗網的尺寸。當寬度超過 60cm 時須在蝙蝠屋中間加裝一 2cm 的支撐柱。

2、兩個蝙蝠屋可以背對背地組合在一起。在組合前，須先在兩個蝙蝠屋的背板上。

3、離底部約 25cm 處開一條 2cm 寬的通氣孔，以促進空氣的流通與蝙蝠的活動。將兩片 10cm*10cm*2cm 的木板以水平方向排列，釘住兩個蝙蝠箱；再以 7.5cm*56cm*2cm 的木條垂直固定於水平木片之兩端，使光線不至溢入，而又能確保蝙蝠與空氣的交流。在兩箱之間保留約 2cm 寬的空間，並將該區之木板表面刨粗或鋪上紗網（注意不要蓋住新開的通氣孔），頂部可加裝鐵皮屋頂以防內部過熱，屋簷長約 8cm。

4、都市環境的家庭，可以直接在冷氣機下方或側面（或溫度稍高處）加裝一片粗糙面的木板，即可吸引蝙蝠前來，甚至生產育幼。



附錄 3.5：蝙蝠屋架設注意事項（本文由嘉義教師會提供）

蝙蝠屋注意事項：

使用較大的蝙蝠屋以便溫度適合、漆上適當的色調、確保縫隙密封、將蝙蝠屋置放在高桿或建築物高處、將蝙蝠屋置放在湖或溪附近、全年監控、每年冬天修理或清潔蝙蝠屋、避免蝙蝠屋太小、太透風或漏水、安裝在樹上或金屬牆壁的建築物上、忘記檢視、讓胡蜂進駐、破損或油漆剝落。

何時架設蝙蝠屋？

任何時候，但是以蝙蝠返回前或是蝙蝠被趕出原棲所前幾週較佳。

將蝙蝠屋架在何處？

要安裝蝙蝠屋時，記得蝙蝠和人一樣，有其特殊習性，喜歡居住在特定位置，所以在這些位置的蝙蝠屋較易成功。另外就是考量食物的豐富度與水源。

蝙蝠屋多久會被利用？

BCI (www.batcon.org) 的案例中，在建築物上的蝙蝠屋平均 71 天被找到，高桿上的 73 天，樹幹上的 255 天。

何時決定蝙蝠屋應該換位置？

如果在至少一個活動季之後，蝙蝠屋還未被利用，則將蝙蝠屋移到另處，大多數成功的蝙蝠屋在第一年就會被利用。如果移動後會被利用，對瞭解蝙蝠如何利用蝙蝠屋會有幫助。

如何調整蝙蝠屋的位置？

如果蝙蝠屋是架在高桿上，試著從南北向調到東西向，或調整隔熱系統或是通風系統。

為什麼蝙蝠不來住我的蝙蝠屋？

可能的原因很多：蝙蝠屋日照不足是國外許多蝙蝠屋不被使用的主因，其他原因包括附近殺蟲劑使用過量、昆蟲食物不足、沒有棲所等。

如果有幼蝠掉出蝙蝠屋要如何處理？

如果母蝠沒有很快撿回去，用手套撿起放回蝙蝠屋：如果發生很頻繁，可能是母蝠處於食物不足等緊迫狀況。

蝙蝠屋架設後應監測記錄哪些項目？

監測者基本資料(姓名、聯絡方式等)、蝙蝠屋編號、放置地點(經緯度、GPS)、方位、高度、蝙蝠屋材質大小顏色、附近環境(水源、舊屋等等)、放置時間、監測間隔、影像紀錄溫度、濕度、蝙蝠種類、數量、在蝙蝠屋內位置、有無生殖、特別溫暖或寒冷時的狀況。

BCI 蝙蝠屋監測表格網址：www.batcon.org/bhrform/dataform.html

