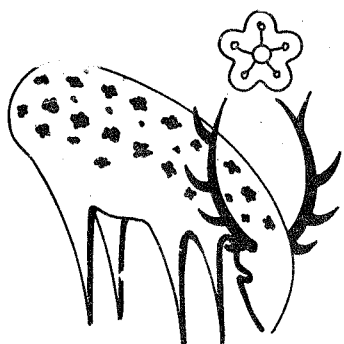




六月份 高中生物教室

楊榮祥 國立臺灣師範大學

這是學年結束最後的一個月，我們還是要談「探討」的科學教育。

爲什麼要以「探討」的方式來教科學

以往的科學教育，只將「科學」當做「權威性事實」或「定理」來施教，課本就是一連串「科學結論」的羅列。然而這些「結論」究竟是根據什麼數據、怎樣推論來？都被忽略了，這樣推行科學教育，可說毫無意義，甚至會有相反的惡劣影響。因為學生可能以爲「科學就是不可變的真理」；等到他們畢業後五年或十年，在學校裡學過的知識已經落伍，或已被其他知識所取代，甚至已完全廢棄，這時他們會有何感想？在學校裏，如果沒有學過「科學的結論是根據數據推論來的」，那麼，他們怎樣能了解這種「科學知識的變化」？結果可能就是一片懷疑——對於教師及課本的懷疑，轉而懷疑到科學本身的價值以及科學家的能力！

再說，以往的教學法並沒有教學生去辨別科學當中「具體的」或「觀念上的」事物。因此，他們根本就無法了解，那些在學校裏所學的事物當中，除了具體的事物以外，還會有許多基於假說而樹立的事物。因而，當他們知道，那些過去所學的知識已被廢棄；或發現已出現另一種根據，過去學校裏根本沒有學過的事實，而樹立的新理論體系時，他們必倍感困擾。進而，感覺到「科學」根本就是一種不可思議的、神秘的玩意兒，跟人們的日常生活毫無關係的東西。

反過來說，只是「結論」的羅列，而不追究這些結論的來源——由甚麼樣的數據，經過怎麼樣的推論所推斷——，這種教學法所學得的知識，可說是沒有「根」的知識。如果，他們一旦接觸到「嶄新的」理論時，很容易盲目而不加考慮地接受。

在目前，生物科學的內容中「具體事物的記述」份量，已比其他科學部門爲多，如果仍然使用傳統的教法，學生的學習活動可能就只有「死記死背」的一途了。

這種「只教結論」教學法的弊害，恐怕還不止這些，爲避免這些弊害，我們需要改用「探討」的方式來教科學。

所謂「探討的科學教育」就是：

1. 讓學生體會：科學的知識都是由數據的解釋而獲得的。
 2. 讓學生體會：科學的概念和假設跟著知識的進步而變化，數據的解釋（或蒐集）也跟著變化。
 3. 讓學生體會：理論、觀念都會變化，科學的知識也是會變化的。
 4. 雖然科學的知識可能變化，知識的變化是有其正當的理由，不是隨便變化。由於我們知道的愈多、愈深，知識愈發達，變化更是不可避免。另外，我們還要注意一點，不要使學生以爲：“現在的知識將會改變，現在的知識都是錯誤的。學了它做什麼用？”。
- 教師要讓學生了解——雖然現在的知識，將來可

能改變；但現在的知識是根據當前最新而最有力之數據及概念所樹立的，在現階段中，當然是最可信、合理的知識。

六月份教材研究

第卅二、卅三章 演化、生物與環境

一、教學目標與主要概念：

(1)生物的演化

這一章的主要教材為達爾文的天擇說。但，如果僅以天擇說的內容為唯一的教材，就顯然有所不妥。現代的科學教育注重過程（process）而並不重結果（product），所以「達爾文怎樣建立天擇說？」或「達爾文根據什麼觀察，推論演化的事實或過程？」等問題，才是本章的關鍵問題（key-problems）。

達爾文的時代對於遺傳與變異所知甚少，關於演化的「原料」瞭解不多。現代科學認為基因突變後，經天擇，才有演化。第三節的主題就是「突變」。關於這一項重要概念，各書局版本均有牟勒（H.J. Müller）在1927年用x光導致果蠅基因突變的實驗。這項實驗的過程、結果及其解釋，均為探討式教學的好材料。學生們應能說明牟勒實驗的過程、結果與意義。

第四節有關人擇一育種的教材，應能使學生了解科技與人類生活的關係，科學的目的是為造福人群。

(2)生物與環境的關係

這是高一生物最後的一章。在這個人類生活環境問題日益嚴重的時代，以生態學的教材做為高一生物課程的結尾，可以說最恰當不過了。除了將來進修農醫或生物科學，所謂的丙組學生以外，大多數高一的學生，將沒有機會再學生物科學，所以這是他們學生物科學的最後一章。

目前人類的社會問題，盡是有關生態學的問題，例如：人口問題、糧食、能源等資源問題，及環境品質等問題。高中教育為大學的預備教育，這些學生都是將來社會上的領導人物。尤其那

些將進修文法科，所謂「非主修科學的學生（non-science-major students）」將來可能成為政治家，司法、立法、企業家、高級民意代表等，具有直接「決策權」的人，關於人類社會生態問題更應具備正確的看法。同時，也應具備以科學精神接觸問題的態度，以及運用科學方法解決問題的能力，所以這一章的教學就顯得格外重要。

最重要的科學概念有：

- 1 地球上的生態環境，就是一個複雜但相當脆弱的平衡系統，如果遭受損害，而無法維持其平衡時，就是地球生命世界的滅亡時。
- 2 地球上的空間、資源均有限，人類的科技永無法擴大這個空間，亦無法無限量地開採資源。

教師應運用本章教材，使學生「發現」這些重要概念，並培養其愛護生命世界，愛惜地球資源的態度，同時應發展其積極保育環境，維護生命世界平衡的意願。

二、學習指導要項：

(1)生物的演化

生物的演化是在億萬年長久的時間下進行的，所以先要學生把握住這項「時間軸」。

達爾文的演化論，應由其生涯、經驗、研究，經過提示，一方面引起學生興趣，更重要的是要讓學生「跟着」達爾文一起觀察，一起思想。

當然，首先要確定「問題」，如：「究竟生物是否演化？有什麼證據？」，以及「究竟生物怎樣演化？有什麼證據？」

達爾文隨畢格爾號航海五年所觀察以及所收集之證據，尤其加拉巴哥群島上的各種雀鳥、陸龜、蜥蜴等的觀察，可讓學生試行解釋其演化原因或過程。

馬爾塞士（Thomas Malthus）的人口論，英國地質學家賴耳（Charles Lyell）的地質學原理等著作（思想），如何影響達爾文的演化

理論？這都是很好的研討問題。

關於演化的說明，外士曼的實驗，牟勒的發現，均可由學生討論，以發展學生解釋數據或推理的能力。至少還可以讓學生了解科學家怎樣探討科學、怎樣以科學方法解決問題。

關於突變對於生物演化的意義，還請注意學生是否能把握住時間、空間、族群大小的尺度。在生物世界，這種「嚐試錯誤（trial and error）」結果使生物演化。當然不可忽略，生物適應與環境因素。

第四節的人擇與育種問題，宜擺脫課本範圍，在我們身邊找適當的實例。果菜或家畜家禽市場中，可能有很多比課本內的教材，更珍貴的教材，各地學校應能就近訪問各地農業改良場、種畜場，甚至一般農家或牧場，找農學家、技工、甚至農人與牧人晤談式隨便聊一聊，都應可「滿載而歸」。可惜目前多數學校師生都脫不出課本與進度的束縛，不能以較為「活潑」「生動」而「現實」的教材為教材，不能不說是教育的偏差。

(2) 生物與環境的關係

影響生態系的理化因子與生物因子都要讓學生了解那是「整體的」。教師要時常發問，例如：「假如此地的溫度改變，其他環境因子不變，這個生態系的結構將會有何種變化？」等。如能在校園內外找到適當的地方，可以讓學生實地探討，當然首先要教學生如何測定各項理化因子。這種實地探討的目的，固然為培養其測量、觀察或推理能力，更重要的是要學生多少能分析生態系中錯綜複雜的平衡系統。

在第四節探討生態系的物質循環，請特別注意細菌與黴菌等分解者的貢獻，也要讓學生在探討活動中，注意到生態系中各成員之間，息息相關互為依靠的食物關係。

在生態系之中物質是循環的，但能量却只有轉移。能量在其轉移的每一過程（或階段），常以熱能的狀態喪失。在探討食物塔（或數塔）時，可用南極海單純的生態系為例子。如：浮游生物→磷蝦→鯨。我國海功號遠征南極，帶回很多磷蝦的資料

各報報導甚多，教師宜收集編入教材，由生態系、生物量、食物塔討論磷蝦的開發或利用價值等，當可使您的教室更為生動活潑而有意義。

總之，生態學的教材，應能使學生了解維護生態系平衡，保育環境的重要性。我們希望未來的社會領導人物都能改進人口政策，都能理智開發天然資源，都能積極保育並改善我們的生態環境。

三、參考資料：

1 關於探討族群的方法，BSCS 有兩個探討演習，介紹如下：

演習 1

題目：捕食者—被食者：自然的族群

探討目標：「次佳」數據

〔在這演習中，我們除了再度提出數據的解釋及實驗設計等問題以外，另加二個新的問題。第一「科學的問題是由研究者自行發掘，並不是由研究對象所給與的」。這個問題在本演習的前部稍有提示，但並未深入。另一個問題則為「為解決問題所需之最有效（最佳）數據，並不一定每每必得」。這原因通常是由於我們的技術能力不及所致。在這種情形下，我們常以「次佳」數據以代替之。〕

提要：(a) 有一動物學家，在某一地區研究一種小型的褐鼠與貓頭鷹的自然族群的變化。他希望能找到影響這些族群消長的因素。有一天，他注意到，在某一段時期中，很顯然地，這個褐鼠的族群已大量地減少。他當然會想到這些褐鼠事實上就是貓頭鷹的主食之一，可是並沒有見到那些成長的貓頭鷹受到任何影響，始終就是14頭，並沒有減少。但，他終於發現，新孵化的貓頭鷹倒很顯然地，已減少許多。由於食物的不足，貓頭鷹的幼鳥減少，但成鳥則沒有任何減少，我們應該怎樣說明這事實？

〔最先的反應，可能是較含糊的，即：「因

為食物減少，所以族群變小」。這時，教師宜指出「個體的減少僅見於其幼鳥」，再追問，為什麼食物減少後，只影響到幼鳥？]

[可能答案有：(1)營養不良的幼鳥容易生病，(2)饑餓的成鳥把幼鳥吃掉，(3)母鳥變為營養不良後減少其產卵率，(4)卵的孵出率減低等等，(必要時逐條寫在黑板上)]。

[教師可儘量讓學生發表意見，必要時，也可由教師提供一些，以便進行下面的問題]。

提要：(b)我們剛剛列舉許多可能性，現在，我們似乎可以將這些可能性歸納為二大類。換句話說，這些幼鳥的個數之所以減少的原因，可能來自二個不同的途徑，那是什麼？

[在學生所提出的答案中，有些會是有關幼鳥死亡率之增加，或幼鳥出生率之減低。學生也許還不知使用這“死亡率”“出生率”兩個名詞，這正是教師介紹這二個觀念的時機。]

提要：(c)現在我們都同意“這些貓頭鷹的減少有二種可能，那就是，一、幼鳥死亡率增高，二、幼鳥出生率減低”。究竟是前者？或後者？假如我們必須確定它，應該怎樣去調查？

[調查死亡率，可直接觀察其巢窩。究竟這些幼鳥是餓死？外敵之侵害？成鳥之殺害？如能用紅外線微速射影機，則能蒐集這些證據。調查出生率，則較為方便，只需數一數其產卵數與孵出數即可。]

提要：(d)假如實驗結果，我們已認定，幼鳥的減少原因並非死亡率之提高，而是由於其出生率之減低。但出生率之減低，也會有二種可能，其一，產卵數減少；其二，孵出率減低。

你認為食物減少後，怎樣影響成鳥而減低其出生率。

[可考慮之因素也很多。如：物質代謝量減低後影響到卵巢，導致產卵量之減低；或由於同樣的原因，影響到精巢，而減低了受精率；或可

能就因為其交配次數減低等等]

提要：(e)假如現在我們需要追究出生率減低的主因，我們應調查什麼事實？怎樣調查？怎樣蒐集有關數據？

[請注意，這個問題是問“應該調查什麼？”而並不在問“蒐集什麼數據”。這只不過是一種初步的演習範例，因為學生對於生物學的知識還不多，也許還不要想到，什麼是正確的數據，因此我們只問“應該調查什麼？”]

學生可能有如下而並不算太完全的答例：

(假 說)	(調查內容)
生殖腺發育不良	以營養良好的貓頭鷹比較其卵巢與精巢的發育情形
交配次數之變化	於同樣環境，以營養良好的貓頭鷹比較其交配次數
卵的孵出率	以孵卵器孵卵，以比較卵數與其孵化數

提要：(f)請大家再回想我們今天的話題——有一動物學家在研究這貓頭鷹的自然族群的變化——。現在請注意，我們剛才所談的「調查內容」的假定，我們將這個「調查內容」，提供這位動物學家參考。這位學者看了一看後，搖搖頭說：「為研究這個貓頭鷹族群之減少，當然要多方面地調查；但你們所提的第一個調查，很不適合於我的研究。」你知道為什麼？

[問題就在於這個貓頭鷹的族群很少（只有14頭成鳥，記得吧？）為了調查其生殖腺，至少要解剖數頭成鳥，這對於此族群的影響很大，等於加上很大的人為的變化]

提要：(g)為了蒐集有關這貓頭鷹生殖腺發育情形的資料，有沒有其他的辦法？在實驗室內可進行的辦法有沒有？

[由別的地方蒐集一批同種的貓頭鷹，分為

二群在實驗室內飼養，其中一群，給與充分的食物，另一群則否，做為對照比較之。]

提要：(h)如果，就實驗室的籠子內飼養的貓頭鷹，求取數據以解釋自然的族群的問題時，可能會有一個重大的難點，那是什麼？

[籠子內的生活，可能就是導致其生殖腺變化的主因。]

提要：(i)這第一個可能性，即“生殖腺發育受影響”，似乎不容易證明；現在我們再轉過來看第二個可能性，那就是“食物的不足使貓頭鷹的交配次數減少”的假設。

現在我們再做一個假定：由於實地觀察貓頭鷹行動的結果，已知道，貓頭鷹在食物缺乏時，其交配次數確實減少。有一生物學家，就以這數據為根據，下了個結論說：“貓頭鷹的幼鳥之減少，其原因就是由於食物缺乏，以致交配次數減少所致”。

請大家想想看，他的結論似乎下得太草率一點了吧？為什麼呢？請大家提醒他一下！

[這個觀察結果所得之數據，固然可為幼鳥減少的要因之一，但必定還有其他各種可能性。這些可能性均應一一予以研討，不可完全廢棄。]

[本演習，提供一個關於生物學研究較為特殊之局面，同時也為學生介紹幾個在科學探討的過程或材料上所需的幾個名詞（用語）。]

[為使學生，更加明確地了解這些探討的過程、局面以及各項用語；最好讓學生重新回想整個演習的過程，並把整個過程做個摘要，作為一種複習。下面就是一例：

(本演習中，我們所做的事)	(用語)
1 科學家在研究一個安定的族群，但發現不知何故族群起了變化。	問題
2 這位科學家需要先解決這個新的問題（貓頭鷹族群的減少）… [(a)與(b)]。	原因

3. 他首先考慮到幾個可能的原因。

4. 為追究其變化的真象，他尋找可以證明這些可能原因的數據。

5. 他想到了了一個可能就是最好的數據，但他也發現到困難。那就是，為獲得這個數據所要做的實驗，似乎無法避免使這自然族群產生重大的變化，可能使整個研究陷於無法繼續之困境。

6. 他考慮採用另一（並不太適合的）數據。[(f)與(g)]

7. 檢驗這另一可能性（假設），結果他發現確有其事。

8. 由這項數據，有人下了個草率果斷的解釋 [(i)]

9. 這項解釋遭受到批評。

數據
證據

檢驗
試驗

數據的
解釋
複合
要因

[上面的摘要當中，還有幾件事，必須強調說明：第一，我們曾避免使用“假設”一詞。關於這一詞，將在後面的演習中另行提出。為什麼要另行提出，我們有二個理由。第一，假說的觀念，常常被當做，那些物理科學的探討中的一種極為狹義的觀念。另一個理由，則為了使學生多了解一些自然條件下的研究的觀念。這個觀念非常重要，為了強調其重要性，我們在演習當中，已提示一個樣品，即“即使為研究生殖腺，也不宜將這些族群中的成員由其自然族群中除掉”。固然有許多生物學的知識，是由實驗室內的研究所得到的，但那些在自然狀態下，精心觀察的研究也是生物科學中，極為重要的一環。

在本演習中第二個必須強調的是：本次演習，並不在提供一種科學研究的“形式”。科學的探討或科學的方法，並沒有一定的形式、方式甚至“公式”，其理由如下：

- 1 科學探討的本身就有許許多多不同的類型。
- 2 科學的探討方式，要根據其探討的中心問題而決定。這中心問題，導自以前的探討與當時有關問題的知識。“方法”必依

存於其“內容”。總之，科學的探討並沒有單一的、或一般的方式或方法。所謂科學的方法，和其研究內容有密切的關聯時，才有其意義與價值。

因此，我們最好避開不談什麼是科學的方法。如果想為科學的方法，擬定一個完善的說明，那完全是多餘的。從一項探討實例中，不必去引出什麼“一般概念”，大家只需研究這探討中，所處理之特定內容的研究就可以了。

[現在，我們再說明一次本演習的結構。首先，蒐集一些數據，根據這些數據找出問題。為了解決這些問題，擬想幾個可能性（在此階段時，這“可能性”或可作為“假說”的代用語），將可能性確立後，為檢驗這些可能性，而去找尋數據。但最好的數據，却因可能影響以後研究的進行，始終未能採用。因而，退而求其次，採用了“次佳”數據。最後提出一項太過草率而果斷的“數據解釋”，接著就是對它的批評。]

[請特別注意，演習活動結束後，問題並沒有全部解決，一次的探討絕不可能完全解決一切問題，凡是科學的探討均是如此。]

演習 2

題目：族群的成長

探討目標：抽樣調查的問題

[在這演習中，我們處理抽樣調查的問題。為了科學的探討而尋找適當數據時，常常會遭遇到這類問題。本演習首先介紹“抽樣”的觀念。然後以鼠的族群，作為例舉；同時強調說明，抽樣調查的不確實性，以及抽樣調查可能影響到族群本身之調查研究等等問題。]

提要：(a)今天的演習是根據 John Emlen 博士及其助手們所做，關於一群家鼠的食物與空間的關係之研究而做成的。

其中一項實驗，是關於一所古老房屋內的家鼠的族群。他們每天供應 250 克食物，每天調查其族群的變化。據其報告，鼠群增殖甚為快速，不久即達到這定量食物所能維持的數量。此後，

發現這些家鼠紛紛離群而去，其數目似乎與其族群之出生數大約相同。

Emlen 究竟根據什麼數據，寫這個報告？這些數據究竟怎麼樣獲得的呢？

這似乎是很難的問題。這個研究的目的，就為調查自然狀態下自然族群的生長問題。在個體增加期間，他們必須不斷地調查其數量——數據。

現在我們分為二個階段來考慮這些問題。第一，我們怎樣才能知道在特定時間內鼠群的總數？

[答案當然就是，將此老房屋內的鼠群全部捕獲]

提要：(b)假定，在研究初期，由於大量捕獲，已得到這家鼠族群的總數值。從此以後，我們只需調查每天鼠群個體數之增加率就可以了。至於，怎樣去做？我們總不能將全部老鼠每天捕捉一次。為判斷這鼠群增殖率所需的數據，究竟應該用什麼方法去求得？

[抽樣調查就是這個問題的解決辦法。譬如，每天以同樣的陷阱，用同樣的誘餌設置於同樣的地點；以第一天入阱的數目當做全族群個數的代表，此後，以每天入阱的鼠數（族群的樣品）的變動，做為族群生長的變動。]

提要：(c)假如我們用生擒的陷阱，每日早晨數過後即再放出，這種抽樣調查方法，可能會提供錯誤的數據。請大家想想看為什麼？至少提出三點！

[有幾個可能：(1)還不能離窩的幼鼠統計不到。(2)過了一段時期後，學會避開陷阱的鼠可能愈來愈多。(3)在這種定量的食物供應下，族群愈大時，其上鉤家鼠的比率必比族群較小時為高。(4)老鼠均有其固定的活動範圍，可能有些鼠根本就不會接近這些陷阱。]

提要：(d)為避免這種抽樣調查可能發生的誤差，應如何設法？請列舉！

[(4)的情形，可以擴大設置陷阱的範圍或其數目，以避免之。(3)的情形，則可將所有的供應

食物設於陷阱內，阱外任何地方均不供食物，就可以減少這種誤差。(2)的情形，不用生擒，用殺阱。(1)可增一假說：“測定的個體數，要比實際的增加數要稍為遲一些”就可說明。

提要：(e)上面對於(2)的情形的對策，似乎有一個不妥之處，可能會影響到整個實驗的過程。請大家說明！

〔當然，每天的捕殺（用殺阱），直接對於研究題目——自然族群的成長研究——是個大障礙。每天所捕殺的鼠數，不論佔族群多少的百分率，其後果究竟如何、縱無正確資料，但其對於正常現象的過程必會有惡劣之影響，則仍可採信。〕

2. 教學影片

○臺灣電視公司的「自然奇觀影集」，中華電視臺的「動物奇觀 (Animal World)」與「動物世界 (Survival)」等兩影集，都可為生態教學提供非常珍貴的材料，宜多多利用。

○森林，黑白，20 分鐘，英語發音，師大視聽教育館 (LF 20)。

○保養森林，彩色，10 分鐘，英語發音，師大視聽教育館 (SF 21)。

○森林的功用，彩色，10 分鐘，國語發音，師大視聽教育館 (SF 23)。

○地球與人類：(1)人口爆炸，黑白，27 分鐘，英語發音，師大視聽教育館 (LE 2)。

○荒地邊緣，彩色，13 分鐘，英語發音，師大視聽教育館 (LE 4)。

○變化的森林，彩色，15 分鐘，英語發音，師大視聽教育館 (LC 16)。

○Natural Selection，彩色，16 分鐘，英語發音，師大科教中心 (SF 025)。

○What is Ecology，彩色，11 分鐘，英語發音，師大科教中心 (SF 012)。

○The Community，彩色，11 分鐘，英語發音，師大科教中心 (SF 013)。

○Plankton and The Open Sea，彩色，19 分鐘，英語發音，師大科教中心 (SF

014)。

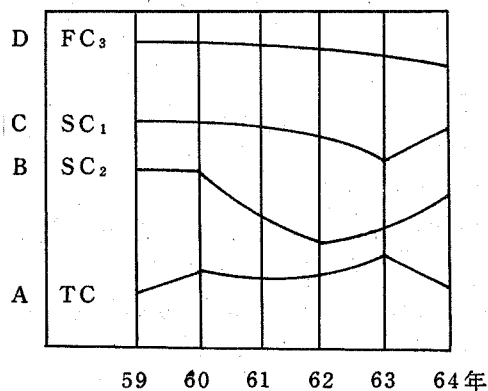
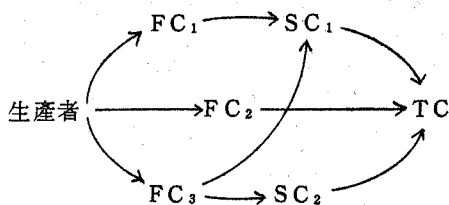
○Population Ecology，彩色，15 分鐘，英語發音，師大科教中心 (SF 015)。

四、評量範例：

關於「達爾文的演化理論」的評量範例，請閱本刊第十期第 20～23 頁，不再重刊。

下面是有關「生態」部分的評量範例：

1 下圖表示某地區內「生產者」與三種「初級消費者」（包括 FC_1 、 FC_2 、 FC_3 等三種），兩種「次級消費者」（即 SC_1 、 SC_2 等二種）和一種「高級消費者」（ TC ）的食性關係。下面另一圖表，則表示五年來這些消費者各族群的消長情形。



1—1 假定在 59～60 年間，有大批 TC 遷入本地區，可能使本地區生態系中——

④ TC 的族群繼續生長一段相當長久的時間

⑥ FC_2 的族群衰退， FC_1 的族群增加。

⑦ FC_1 與 FC_3 的族群生長；而 FC_2 ， SC_1 與 SC_2 的族群則衰退。

⑧ FC_1 、 FC_2 與 FC_3 等族群均減少。

1—2 根據上面的圖表顯示 SC_2 的族群在 59 年以後急劇減少，其最大的可能原因是——

- ④因TC族群增加 ⑤因疾病(瘟疫)
 ⑥因TC族群的減少 ⑦因生產者減少

1—3 請注意 63~64 年間各族群的消長，這項顯著的變化是——

- ①FC₃ 族群的變化，影響SC₁族群的變化
 ②SC₁ 族群的變化，引出SC₂族群的變化
 ③SC₁ 與FC₃ 族群變化，導出TC族群的變化。
 ④TC族群的變化，導引SC₁ 與SC₂ 族群的變化。

2 森林裏一棵老松樹終於枯死而倒下來。不久之後，這老松的樹幹開始腐朽。在這朽木內外，住着各種小生物，包括菌類、苔蘚、藻類以及微生物等，另外還看見常有白蟻、蠕蟲、蜘蛛、野鼠等動物在朽木內外活動著。

2—1 在上述的情況下，那些是初級消費者？

- ①老松 ②白蟻 ③藻 ④蜘蛛

2—2 在這朽木內外住著一群不同的生物群，這個朽木與這些生物群可以說就是一個——

- ①社會 ②社團 ③族群 ④生態系

2—3 這塊朽木——

- ①對於苔蘚類來說，就是生產者。

- ②對於微生物來說，就是消費者。
 ③對於野鼠來說，就是棲所。
 ④對於野鼠以外所有的生物來說，就是能源。

3 在第二次世界大戰中，維也納的居民飽受飢餓與捱凍之苦，却始終拒絕砍伐其周圍的森林，因為——

- ①他們不懂得砍柴做燃料。
 ②他們保留森林，做為戰中藏身之處。
 ③他們瞭解保育環境的重要性。
 ④他們喜歡在森林中散步。

4 據報告甲地的土地仍然和二百年前一樣肥沃，但鄰近的乙地則愈來愈貧瘠。其可能原因為——

- ①甲地的農夫用較多的肥料。
 ②甲地的土地在二百年前就比乙地肥沃。
 ③甲地的農夫較會保育土壤。
 ④乙地的土壤有逐漸荒廢的趨勢。

(說明) 第3、4 兩題答案甚明顯，學過這一章教材的學生應該都會選對正答，其甄別指數必然很低。但有些試題除了「評量」的功能以外，還有「啓示」的作用，這兩題正是此類試題。

(上接 37 頁，中華民國第十八屆中小學科學展覽優勝作品簡介(下))

電子電路七巧板

應用科學 高中教師組 第二名

作者姓名：申 斌

學校名稱：省立屏東高級工業職業學校

研究目的：設計高工職校電子工場實習教學的最佳教具。

研究內容：針對高工職校電子工場實習教學的主要目標：

- (1)培養電路與設備之理論，
 (2)訓練修護與設計之能力，而利用連接元、零件元、電路框、跳線插四種部品設計出電子電路七巧板，可以：
 (a)縮短單元教學時間，(b)增進工場教學效果，(c)節省學校設備經費，(d)提高國貨競爭能力。

