

# 壹、吳老師神經傳導——傳球遊戲

## 簡 介：

1. 全班學生主動參與，學習興趣高昂。
2. 神經訊息傳導無法由肉眼觀察，藉球的傳遞，具體化訊息傳導的路徑，學生容易接受及體認。
3. 教師給予不同的問題，讓學生有機會思考不同刺激時的神經傳導路徑。
4. 分組的方式，給學生間互相討論協商的機會。
5. 教師掌握即時回饋，評量的原則，學生馬上改過。

## 實施時注意事項：

1. 本活動主要在幫助學生熟悉神經傳導路徑，教師需先幫助學生瞭解神經傳導原則，學生才能應用此原則於不同的新情境以解決不同類型的問題。
2. 分組主要的目的在給予學生互相討論機會，可斟酌情形請同組同學先討論個別題目、整理結果、報告、再進行傳球遊戲。

## 一、學習困擾處：

生物上册第五章協調作用第一節刺激和反應，探討生物能察覺環境的改變，而產生適當的反應。課文中介紹動器、受器，以及神經系統的功能、神經傳導訊息的途徑以及反射現象等。由於環境對個體刺激的種類不同，導致各種不同的反應。尤其在討論傳導的過程時，學生往往造成混淆，由評量的結果即可

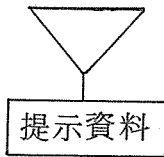
看出學生在這些部份有學習上的困擾。

## 二、教學策略：

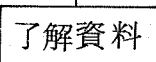
爲了使學生了解神經傳導訊息的途徑，教學時，可利用遊戲活動以提高學生學習的興趣，並留下深刻而且正確的印象。該活動不論在教室或實驗室進行都十分方便。進行的步驟如下：

1. 先行分組：
  - a. 在實驗室進行，依實驗室分組並合併成 6 組，每組約 6～7 人。
  - b. 如在教室內進行，可依座位區隔成 6 組，每組約 6～7 人，以不移動座位爲原則。
2. 以書面紙及白報紙 6 張，分別寫上動器、受器、感覺神經、運動神經、腦、脊髓。由 6 組組長或組員自己選擇，該組即擔任該項構造。
3. 將報紙揉成一團，以膠帶固定成爲球狀用以傳送，代表神經訊息的傳導。
4. 每組請一人起立負責傳球。
5. 老師宣佈刺激和反應的內容，例如，腳踏尖物覺得疼痛，以手摸腳。然後向全班詢問，球應該先傳給誰。
6. 開始傳球。
7. 全班重述一遍，剛才神經傳導的途徑，給予再一次思考的機會。
8. 重覆步驟 5～7，每次換一人起立傳球。
9. 如果發現有傳導錯誤，學生沒有發現的問題，重新再試一次，通常學生都能自行發現錯誤而更正。

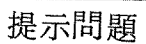
### 三、教 案：



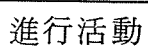
1. 說明何謂刺激、何謂反應。
2. 解釋受器和動器的區別，那些器官屬於受器或動器。
3. 由神經細胞開始說明，神經細胞體集中的地方稱中樞神經，可以發佈命令的有腦及脊髓，神經纖維簡稱神經分為兩大類，即感覺神經及運動神經，並區別他們的差異。
4. 以箭頭方向說明神經傳導的途徑  
受器→感覺神經→中樞神經→運動神經→動器
5. 喚起學生的舊經驗，確認腦的區分及功用。
6. 說明反射中樞包括脊髓及延腦，如反射發生在頸部以上為延腦，頸部以下則為脊髓。



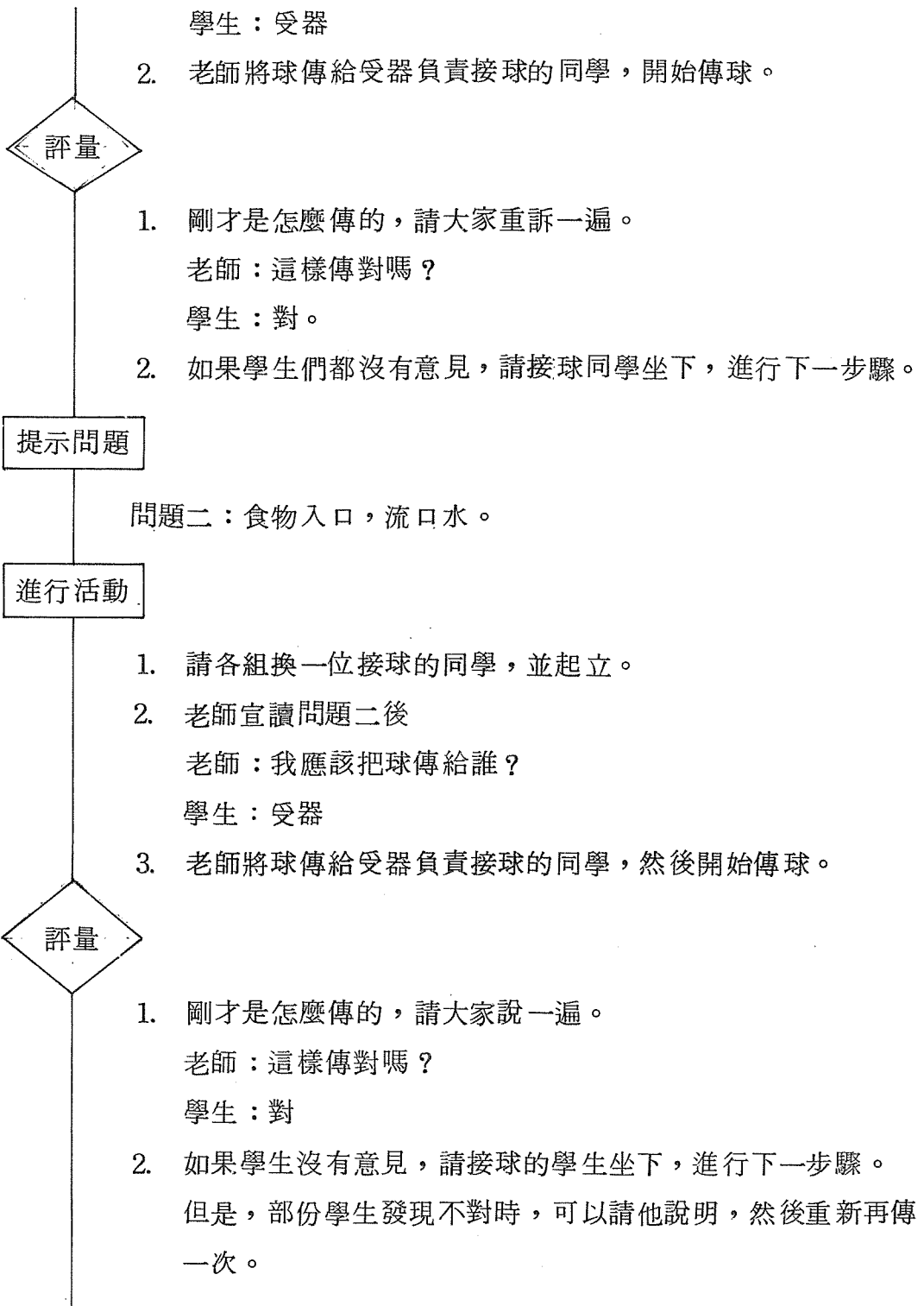
1. 學生要了解分組的方式
2. 學生要了解傳球的意義
3. 學生要能整理資料



問題一：腳踏尖物覺得疼痛，以手摸腳。



1. 老師宣佈問題後  
老師：我應該把球傳給誰？



提示問題

問題三：手觸熱壺，立刻縮回。

進行活動

1. 請各組再換一位接球的同學，並起立。
2. 老師宣讀問題三後  
老師：球應該傳給誰？  
學生：受器
3. 開始傳球

評量

1. 剛才是怎麼傳的，請大家說一遍。  
老師：有沒有問題？  
學生：沒有
2. 如果有意見，可以再傳一次，直到沒有反對意見時，進行下一步驟。

提示問題

問題四：見到蚊子停在腳上，立刻用手打蚊子。

進行活動

1. 請各組再換一位同學擔任受器。
2. 老師宣讀問題四後，把球傳給受器。
3. 開始傳球。



1. 剛才是怎麼傳的，請大家說一遍。  
老師：這樣傳對嗎？  
學生：（此時大多議論紛紛）  
老師：再傳一次。
2. 直到學生們都認為沒有意見為止。

1. 請各組派一位代表說明，從這個活動中學到了什麼，有什麼感想，有什麼發現。

#### 四、輔助說明：

1. 傳「球」時，所用的球，以報紙揉搓而成，既安全又易接，且隨手可得。如改用塑膠球效果也很理想。
2. 教室分組以儘量不搬動桌椅為原則，就近6～7人一組，使每人都有機會活動為原則。
3. 手持標有動器、受器、腦、脊髓、感覺神經、運動神經白報紙（書面紙）的同學，站立在每組的外側，除易於辨識外，也不會影響傳球。其間高舉標示紙的同學可換人，以免手酸。
4. 問題可依當時情況，酌量增減。

#### 五、結語：

整個活動全班參與，大家提供意見給傳球的人參考，由遊戲中學習到神經傳導的途徑。

每次傳球結束後，要同學重述一遍，可以提醒大家要仔細觀察，同學也可再次思考，學生如有不同意見時，可再一次傳球，大家雖然議論紛紛，確有助

於思考，通常學生都能在嘗試中發現錯誤，並更正。

活動結束後，由各組發表心得時，大都覺得好玩有趣，並可發現出傳導的一些規則，留下深刻的印象。

## 貳、羅老師的學生——賴同學

### 生物老師眼中的賴彥甫：

彥甫是個相當令人欣賞的孩子。領悟力高、組織能力強、發表自己的看法時，真是頭頭是道，時有“傑”作。（“佳”作尚不足以形容其妙）難得的是，他能幹而不自私，舉凡教室佈置、壁報編繪、模範生助選海報的設計製作，都自動地全力投入，甚至可說他“獨攬”整個工作（因為他的美工能力實在太好了）。

他樂於（而且是勇於）在課堂上提出自己的想法，往往滔滔不絕幾乎可以無睹於同學驚羨、嫉妒（一點點）甚至不耐的眼神（因說得太長太多了），放懷地大聲說下去。頂多，他會在中途、暫停、向同學揮揮手說：「等一下，等一下讓我說下去……」我的工作呢？就是盡量讓他發揮，給他一個絕對足夠的空間，偶爾呢，如有必要，三言兩語化解一下其它旁聽同學的略略不滿。說實話，他還真是保有赤子之心。

他對自己很具信心，每逢分組發表前的分配單元時，總喜歡說：「老師！我們這組讓別組先選，選剩的部份，我們來報告。」嘴上不說，私下，我挺欣賞他的氣魄。

這次，他也是“撿”別組“挑剩”的哺乳綱來報告。事前，我提醒他，「彥甫！你需不需要問問先報告哺乳綱的另一組，以免內容重覆？」當然，如意料中，他說：「老師！不太可能！」除此，他只向我要了磁鐵紙（聽說要的不夠，又向其它組“調借”了部份磁鐵紙）欣喜的是，他又想到用“魔鬼粘”（自貼布），更有創意。至於這次他的表現，我倒不意外，他原本就會表現得如此好的。這種學生，可遇不可求，真是難得的人材。

教 學 活 動		備 註
AM	8:42:42	
	:	
T	…那至於我們還有一組準備的哺乳綱的資料呢，是不是會比她（指前一組）更豐富、更創新呢？那我們拭目以待！好，來！（學生將資料展示於黑板上）	
T	你們這組幾個人報告？	
S <sub>1</sub>	兩個	
T	就你們兩個，…那請你們把音量放大喔！…… 哦！這是兩棵…樹！… 哦！這個美工做得還…相當的…	
S <sub>2</sub>	欸！各位同學，等一下貼上去的啊！有顏色代表現在還活著，沒有顏色代表牠們都已經…呵！	
S <sub>3</sub>	呵……	
S <sub>2</sub>	就是已經過去了！	
T	是不是已經絕，你的意思是說牠	
S <sub>2</sub>	已經絕種了	
T	這種生物根本已經絕種了！	
S <sub>2</sub>	對！	
	:	
AM	8:43:49	
T	哇！很厲害吔！羅老師都只用什麼紙，磁鐵紙喔！他只有這張大的背景是用磁鐵紙固定，其他上面用了很多我們…霹靂包用的什麼布…那個叫自黏布是不是？他用那個自黏布來做喔！而且畫得好像很可愛！…這些都是絕種的嗎？	
S <sub>2</sub>	對，老師這些都是絕種的！	

T 哇！好可惜，長得都這麼可愛！

S<sub>5</sub> 呵……

∴

S<sub>2</sub> 各位同學，他現在要講出哺乳類的概論哪！概論，就是說這哺乳類有什麼什麼什麼……

S<sub>8</sub> 呵……

S<sub>1</sub> 脊椎動物哺乳綱是……

∴

∴

AM 8:51:58

S<sub>2</sub> 各位同學，我現在來介紹，就是哺乳動物哇！然後…哺乳動物…任何動物都會演化嘛，對不對？呵……

動物都會演化呀！阿哺乳動物演化啊就在這上面哪喔！然後牠一開始的時候，就是由

魚類開始嘛！對不對？

阿魚類開始就是由這隻

…（拿起沒有顏色的這隻魚…如圖1）



〔圖1：原圖黑白〕

AM 8:52:26

S<sub>8</sub> 呵……

S<sub>2</sub> 牠沒有嘴巴，沒有下面那個…

T 下頷

S<sub>2</sub> 下頷，對，所以牠們算是非常古老的魚類。（將魚放回黑板上）

T 好，我們圖上看好像也沒有看到，

S<sub>2</sub> 慢慢牠就演化成這種、這叫做總鱧魚類…

(自黑板上拿這魚…  
如圖 2 )

這都不是重點！呵…

S<sub>1</sub> 呵…(將魚放回黑板)

T 等等，我看看，欸你們

那個總鰭畫得有沒有…一點…問題呀？…

哦！沒有沒有，他把那個胸鰭移下來了喔，這樣子很好…

S<sub>2</sub> 然後這隻…

(自黑板上拿起…圖 3 )

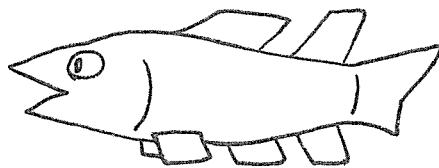
你們知道這是…看牠這

樣子好像是爬蟲類嘛，

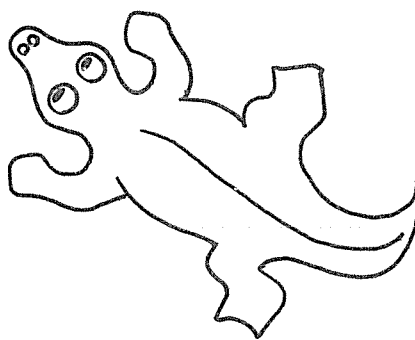
對不對？可是這不是爬

蟲類，這是一種兩生類

啦！



[圖 2：原圖黑白]



[圖 3：原圖黑白]

AM 8:53:08

T 魚類到兩生類…

S<sub>2</sub> 然後這隻…(圖 4 )

這隻是爬蟲類呀！

可是這隻跟爬蟲類

不太一樣，就是說

這隻爬蟲類是…以

後，將來呀會演化成哺乳類的爬蟲類！

S<sub>1</sub> 呵！……

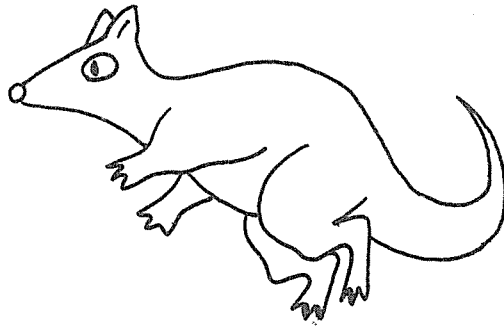
T 可是也是已經絕跡了！

S<sub>2</sub> 對！也是已經絕跡了！現在沒有這種了，然後牠們就演變成這  
種動物…(圖 5 )



[圖 4：原圖黑白]

這種動物就是課本上以前有介紹過的，有一種動物就是最…最…最…最…



〔圖 5：原圖黑白〕

S<sub>1</sub> 呵！…

S<sub>2</sub> 最古老原始的那種，那種哺乳類呀！就好

像一隻老鼠那種有沒有？那種動物啊！然後這種動物就慢慢向四方開始發展哪喔！

T 四方？什麼意思？

S<sub>2</sub> 意思就是說，由牠開始的啊！演化成別的動物…

AM 8:54:07

T 喔！…演化向各各分支…這都是你畫，你一個人畫嗎？

S<sub>2</sub> …有些著色是人家畫的。

T 喔！有些著色是人家幫忙畫的，那外型都是你畫的呀？

S<sub>2</sub> 嘻！……

剛還沒有講完哪！呵！…

S<sub>1</sub> 哈！哈！……

S<sub>2</sub> 對不起呀！忽略了一點哪，有些爬蟲類不是直接由這種動物來演化的呀！是由…本來牠是演化的爬蟲類……（自黑板拿起…如圖 4，展示一下，又放回黑板）

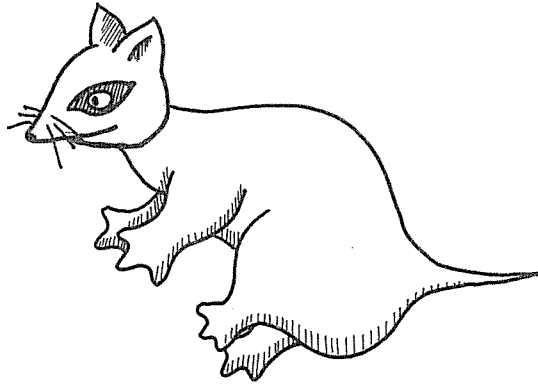
可是後來呢，牠又演化成…第一種牠演化成這樣子，…（在黑板上指了一下這隻…如圖 5）

然後第二種牠演化成這個樣子！這種動物啊喔（如圖 6）

大家一定看不出來這是什麼動物啊，對不對？

這種動物就是一種有袋目啊！就是一種前面有一個袋子呀！然

後…等一下會再介紹  
啦！呵！…就是有袋  
目，然後呢，牠演化  
成……



〔圖6：原圖彩色〕

AM 8:54:51

T 有袋目的動物是什麼？今天一直有人講到有袋喔！

S<sub>2</sub> 對！

T 那爲什麼要有一個袋呀？

S<sub>2</sub> 有個袋就是說牠在…好吧！我先介紹！

S<sub>a</sub> 呵！……

T 喔！你等一下會介紹是不是？

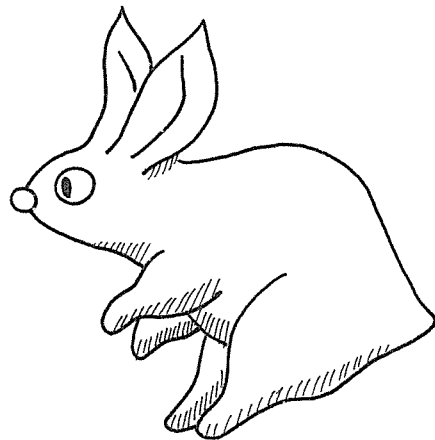
S<sub>2</sub> 對！

T 那時再答，你先通通講完

好了！

S<sub>2</sub> 然後牠們哪！牠又會…第  
一個發展成有袋目第二個  
發展牠（指了一下這隻…  
如圖7），第三個就是發  
展這種……

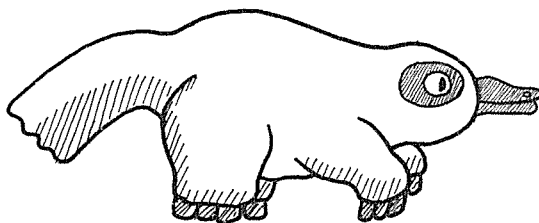
（展示給同學看…圖8）



〔圖7：原圖彩色〕

大概已經看出這是什麼東西了對不對？這是鴨嘴獸！呵…

T S<sub>1</sub> 哈！哈！…



〔圖 8：原圖彩色〕

AM 8:55:27

T 這是最可愛的鴨嘴獸！…

S<sub>2</sub> 這種是單口目啊！就發展這三種啊喔！然後其他種就是這隻自然發展出去的啦！這隻叫做原始的爬蟲哺乳類！（指了一下…圖 5）

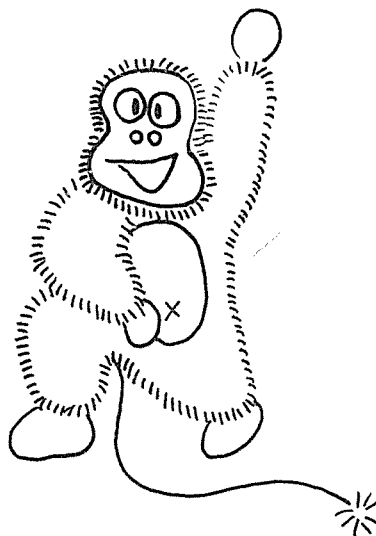
好，現在開始介紹（拿著自己的參考資料…）

T 呵！呵！現在才開始進入主題了！…

S<sub>2</sub> 現在開始介紹說，這是我們要從靈長類開始呀！靈長類就是這種…（圖 9）

S<sub>1</sub> 哈！哈！…

S<sub>2</sub> …這猴子算是靈長類呀，對不對？所以呢，…這猴子…屬於靈長目的動物啊！我們稱為靈長類！然後人也是其中之一呀！然後呢，靈長目的智慧高哇！行動也活潑，且能用眼睛辨別事物，並且能用手抓東西呀！…越是靠近人的種，越可以運用手！呵！…



T 爲什麼越靠近人的種，越可以

〔圖 9：原圖彩色〕

運用手？

AM 8:56:26

S<sub>2</sub> …嗯，因為人就是靠近人的種演化成的人。

T S<sub>a</sub> 哈哈！…

T 好，那給你們暗示好了！你看一開始的人是這樣（老師示範猩猩動作！）

S<sub>a</sub> 呵呵呵！

T …他已經知道我要講什麼了喔！

S<sub>2</sub> …嗯，…就是說…等一下，我再補充一點喔！那個（指一下圖5）…原始的哺乳動物啊！叫做這個…（拿粉筆在黑板上寫出“樹鼯”）

S<sub>2</sub> 有沒有人知道怎麼念？…沒有人知道啊？那我也不知道！

S<sub>a</sub> 呵呵呵！…

T <口∨

S<sub>2</sub> 是<口∨喔！老師告訴我們的！叫做樹鼯，然後越靠近人的手，譬如說像這種猴子啊！牠就慢慢…猴子就比較靠近人的手嘛！然後靈長目就是靠近人的手嘛！然後猴子慢慢不是會爬地上嗎？對不對？然後抓樹枝啊！就像這樣子啊！然後就爬爬爬！後來想說四隻脚爬太浪費呀！就乾脆兩隻脚站起來走！就是這樣子啊！所以就變人啦！呵！…

AM 8:57:57

S<sub>a</sub> 呵呵呵！……

T 對！這很重要！講得很好！這很重要，因為牠喔，從四肢著地爬，到最後兩脚步行！因為兩脚步行，所以空出這兩隻手，空出手才能去…去做什麼？去鑽木取火，是不是？去編織、去寫

字，才能夠空出手來做事情，才創造那樣的文明！

S<sub>2</sub> 然後…所以呢，而且，靈長目還沒介紹完哪？呵呵！哺乳類都有毛嘛！對不對？有體毛啊！像我們人也有哇！像手臂上啊！有一些很細細小小的，這就是毛啊！可是靈長目啊！牠有地方沒有毛啊！臉啊，手掌沒有毛、腳掌沒有毛啊！然後其他地方，嗯…應該都有毛吧！

S<sub>1</sub> 呵呵！……（部份小聲）

S<sub>2</sub> 大部份都是在樹上行動啊！然後比較敏捷！而且…因為牠們為什麼會在樹上行動，因為這個叫做樹鼯的動物啊！牠有那個勾爪，有那個爪（以手作爪形示範給同學看！）手指頭前面有那個爪，所以可以方便在樹上行動，所以靈長目也是這樣子來的！…而且有勾爪，方便牠們抓樹枝啊！而且牠們有長的尾巴！像我們也有啊！只是退化了！然後…就是我們閩南語叫什麼“尾椎”呀！就是那個東西，呵！……

AM 8:59:17

T 尾巴退化成一團！

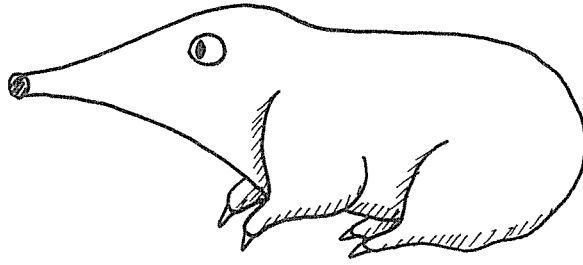
S<sub>2</sub> 然後牠們尾巴變成了很長啊，就是可以幫忙牠攀住樹枝啊，不會忽然兩隻手放開的時候，牠尾巴可以勾住，不然掉下去，然後這種動物啊，靈長類也就是猿猴類，然後牠們是以樹葉為食呀，然後有的會以小蟲蟲啊！呵呵呵！以小昆蟲和小動物為食呀！然後有的是以果實為食呀！然後棲息和食物有相差，所以靈猴類又分為很多種啊！一一介紹很麻煩，所以就…呵呵！然後這是靈猴類，再來是食蟲類啊，…嗯，這三種啊，…搞在一起了（自言自語，再翻資料確定一下！）

這三種都都很像對不對（指圖 10、13、16）？可是還是有分哪喔！

AM 9:00:35

這種動物叫作…

(拿起圖 10)食蟲類，然後食蟲類顧名思義牠喜歡吃蟲啊，所以叫食蟲類呀！食



[圖 10：原圖彩色]

蟲類牠是由原始的祖先哪，從食蟲目演化而來的，至今呀，種類有很多，目前食蟲目主要分佈在…牠是在地下爬呀，在比較淺的地下啊，而且在地上鼯鼠類，一個鼠旁，再一個算了，呵呵！（他在黑板上寫了“鼯”）

T 針鼯的鼯是不？…就課本上針鼯的鼯喔！

S<sub>2</sub> 然後牠們會抽動鼻子呀！然後長在牠鼻子的附近有那個觸毛啊，然後呢，可以來搜尋食物啊喔，然後，牠們鼻尖在落葉呀，或是土壤啊！找啊找啊找東西吃呀！（邊說邊做找食物的動作）

S<sub>a</sub> 呵呵呵！…（部份同學覺得動作很可愛！…）

S<sub>2</sub> 然後食物是以蟲類和動物的屍體為主，（下課鐘聲響起…）可是有時候也會吃樹呀喔！然後牠們差不多生活是在地道下面，牠會鑽地道啊，…然後沒有細小的眼睛，因為地道很黑暗哪！那眼睛大概就變很小，大概就退化啦，然後耳朵就變很靈敏哪，然後而且牠們的嗅覺很靈敏哪！因為這是牠們吃飯的工具呀！

AM 9:02:10

T 現在是下課，那我們暫停一下！讓大家可以休息的時間…

（S<sub>2</sub> 同學利用剩下五分鐘的下課時間在黑板上畫了海豚的結

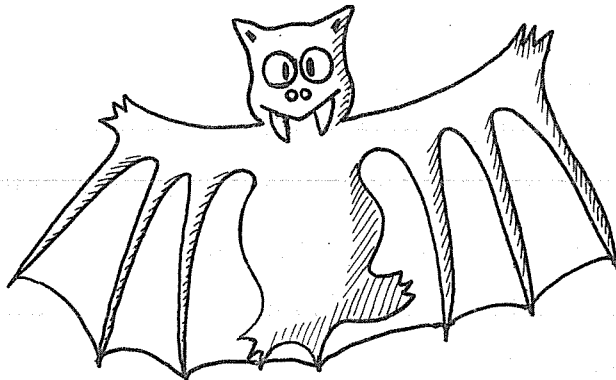
構圖型，並將各目名稱寫在旁邊…)

AM9:14:42

S<sub>2</sub> 各位同學，我們剛剛講到食蟲目對不對？食蟲目還有一點特性就是…軀體很小，吃的食物也蠻小的啊喔！…然後新陳代謝很快呀！然後呼吸也很急促，然後體溫很容易降低，所以呢，必須不斷吃東西，一直吃，就很像那個熊貓哇一樣啊，一直吃東西一直吃才能維持牠的體溫，不然很快死呀！然後食蟲目牠有些…是有些食蟲目牠那個爪啊就變得很大一隻，變很大一隻有一個很大的好處就是說，牠在土裡面耙的時候就可以幫牠挖地道！現在講到翼手目啊，和食蟲目牠們關係很近哪！像蝙蝠啊！這個就是蝙蝠

蝠（圖 11）

呵呵！…



AM 9:15:50

蝙蝠就是活躍在空中的翼手目啊，而且這翼手…我們哺

〔圖 11：原圖彩色〕

乳類呀，大概就只有翼手目和皮翼目，皮翼目就是這種的（S<sub>2</sub> 同學拿著蝙蝠也指著這隻…圖 12）翼手目是能夠飛翔，可是皮翼目只能滑翔而已呀喔，翼手目在大部分鳥類都已經休息的晚上呢，牠們才跑出來取食呀，然後是以果實啊、花粉哪、花為食，有的也是吃魚呀，然後有的是更恐怖啊，像這種（指著蝙蝠）牠有兩顆牙齒對不對？這兩顆呢，大家就可以想到，牠就能夠飛過呀，像鳥在空中呀，不睡覺的鳥在空中飛的時候，牠

AM 9:15:50

就跑過去呀，把牠抱住，  
然後……

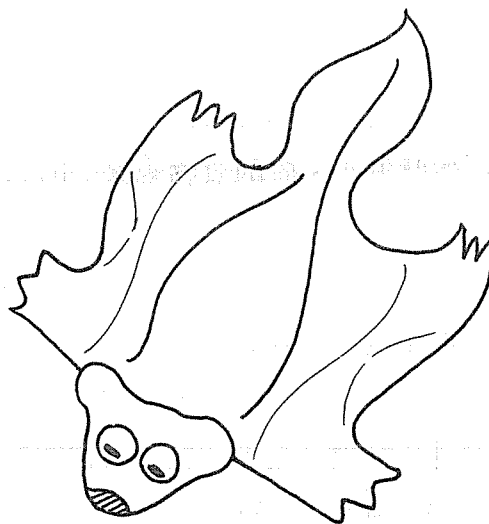
T 飛過去吧！…呵呵呵…沒  
關係…

S<sub>2</sub> …飛過去呀，飛過去就把  
牠咬下去，然後就吸牠的  
血，然後或是

T 好像吸血鬼一樣！

S<sub>2</sub> 對！吸血鬼就從這邊來的  
！抄襲的，呵呵！

TS<sub>2</sub> 呵呵！……（S 部份）



〔圖 12：原圖彩色〕

AM 9:16:54

S<sub>2</sub> 然後或是飛到其他的動物身上啊，其他的牛啊，馬啊身上啊，  
然後咬下去吸牠們的血液！然後，有時候攻擊其他小型的哺乳  
類。現在是皮翼目，皮翼目就是這種啊！（拿起圖 12）  
通常這種動物啊，這種動物喔，…嗯…（在黑板上畫…）  
中間這是骨頭啊…

T 牠的骨架

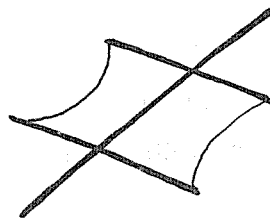
S<sub>2</sub> 這是牠的骨頭…骨架，然後這中間有  
一層膜…薄薄的膜，然後就可以幫助  
牠們滑翔！就是牠只要張開就可以…

T 好像滑翔機一樣！

S<sub>2</sub> 對！

T 那滑翔機也是抄襲牠的！

S<sub>2</sub> 呵呵！……（部份）



T 你剛剛說吸血惡魔是抄襲蝙蝠，那我看就是抄襲牠的，可是那好像是鼯鼠類，那好像是叫鼯鼠類是不是？…就是有皮膜的那個…

S<sub>2</sub> 對！

T 現在台灣還有白面鼯鼠喔！

S<sub>2</sub> 這種動物呢，像有一種叫貓猴的動物啊，就是這類的動物啊，牠這種貓猴動物啊，近於翼手目，也近於食蟲目，牠們三種關係都很接近哪！然後呢，皮翼目是用飛膜在空中滑翔，好像滑翔機一樣，呵呵！然後皮翼目棲息在東亞的森林裡面，白天懸掛在樹枝上睡覺，晚上則出來取…吃水果啊，或者是吃樹葉，所以牠們是棲息在樹上的，然後呢，以樹幹為巢，一次只生一隻，就是只生一隻孩子啊！

AM 9:18:10

T 獨生子！

S<sub>2</sub> 對！呵！有時候也會攀到母體腹面一起行動，據說牠們用梳子般的前齒來梳理體毛，意思就是說，牠生出來比較小的動物，牠就會攀在那個…

T 爸爸媽媽

S<sub>2</sub> 對，的身上，然後呢，可能是教育吧！或者是什麼…

T 親子交流！

S<sub>2</sub> 然後呢，這個是…

（問老師）

T ㄋ一ㄝㄟ！

S<sub>2</sub> ㄋ一ㄝㄟ，齧齒目，就是這個字啊喔，（指了一下所列之名稱）然後齧齒目牠們是小型的哺乳動物，牠們通常是比較小型的，而且牠們都會有很堅硬的牙齒呀！然後牠們這牙齒啊，都會不

AM 9:19:30

斷得長長啊喔，然後牠們就很喜歡去咬一些很堅硬的東西，譬如說種子啊，有那個殼啊，或是樹根啊，根啊草啊那種，然後一直咬一直咬，每天都在那邊咬啊…

T 磨牙！

S<sub>2</sub> 一直磨磨磨，把牠牙齒都磨…它一長出來一公分，牠就把它磨掉一公分，這樣免得它長長長得太長以後，牠就沒辦法吃東西，牠就會餓死，所以呢，牠常常會跑到樹上吃一些很硬很硬的果實呀！把它一直啃，然後有些齧齒目只吃昆蟲啊！這大部份的齧齒目都會吃植物啊！就是我剛才講的那原因哪！牠們的門牙就像鑿子一樣銳利，不斷長長，然後臼齒也非常發達，牠們會先用門牙咬碎那個硬殼，就讓臼齒把它磨碎。然後兔形科…兔形就兔子啊，對不對？（拿起…如圖7）

這就是兔子啊，呵呵呵！然後兔子就是跳…（示範跳的動作）  
…這樣子！

T 為什麼牠適合跳躍？

AM 9:20:46

S<sub>2</sub> 因為牠…就像前一組講的，因為牠生長的範圍是一大片平原哪，一大片草原都是草。

T 生長的範圍影響，還有牠體型有什麼特徵適合牠跳躍？…你們看他畫的！

S<sub>2</sub> 牠脚很像那彈簧，就是這樣子。

T 前脚或是後脚？通常跳躍…

S<sub>2</sub> 後脚像彈簧

T 適合跳躍的動物，後肢都特別的強有力喔！比前肢強很多！

S<sub>2</sub> 然後這個兔形目啊，牠們這個跟這個齧齒目蠻相近的一種動物

，可是這種兔形目的動物啊，牠們都是素食的。

T 吃植物就是了。

S<sub>2</sub> 對，都是吃植物。

T 注意哦！兔形目都是吃植物，以後我教到食物鏈、食物網，我會問你們兔形目算是幾級消費者？以後會問到，這題目先在腦筋中停一下！……

S<sub>2</sub> 然後牠們這種兔形目啊跟這種齧齒目啊，牠們為什麼不列為同一目，牠們很像，可是還是有一點點地方不太像，可是到現在還沒查出來到底是那裡呀，所以乾脆把牠分兩個…

AM 9:22:01

T 查不出那裡？外型應該有不一樣吧？

S<sub>2</sub> 它是說…在那個系統方面有些差異，到現在還不太清楚！然後呢，牠的四肢很長，尤其那個後肢啊更為發達，牙齒也是一樣啊！牠…好像也是會長長，然後下額可以橫的這樣磨啊，然後呢，牠那門牙有兩對，耳朵很長、聽覺很靈敏哪，牠為什麼聽覺很靈敏呢？因為牠就是生長在那種很寬濶的地方啊，然後有什麼動物靠近的時候，馬上就可以警覺到！然後就可以跑了！…然後接下來介紹是貧齒目喔！

T 貧齒是什麼意思？

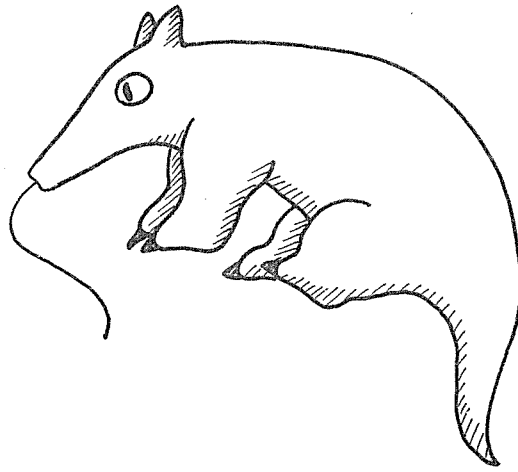
S<sub>2</sub> …嗯…

T 牙齒數目比較…零亂，比較少

S<sub>2</sub> 喔對！呵呵！這隻是貧齒目啊喔（拿起…如圖 1.3），牠是生活在熱帶地區呀！那個螞蟻呀白蟻呀好多好多！然後牠們這種動物就專門在黏食這種動物維生哪！然後呢，所以這種動物，你看看，這裡有舌頭，特別畫出來的，呵呵！

T 舌頭這麼長！

對呀！牠們就是可以伸出很長很長的舌頭，然後鑽到樹洞裡面去，舔那個螞蟻，然後吃下去！…然後呢，牠們可以把很多動物、昆蟲吞下然後在胃裡面消化，爲什麼叫貧齒目呢，顧名思義，牙齒很貧窮…呵！就是牙齒已經……



〔圖 13：原圖彩色〕

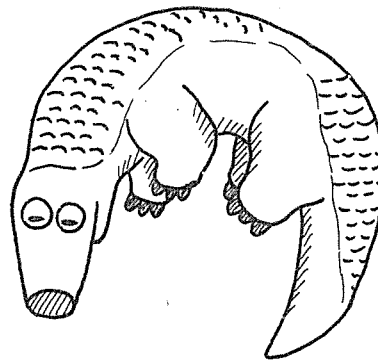
T 沒那麼發達！

S<sub>2</sub> 對，沒那麼發達，已經退化了阿喔，然後所以叫貧齒目，牠們就是利用舌頭舔進去，然後沾些螞蟻進來吃。

T 舔一些螞蟻進來吃！

S<sub>2</sub> 再來是有鱗目，像這就是有鱗目啊！（如圖 14）

這個半月型的這個，有鱗目的話，牠們就是…看啊！這個紫色部份不是…這不是蟾蜍那個疣狀物，是很多那個鱗片，很堅硬的那個鱗片哪，那牠們是屬於有鱗目，像穿山甲啊，牠們也有很長的舌頭和尾巴呀，然後有很有力的那



〔圖 14：原圖彩色〕

個爪，然後可以鑿碎那個…螞蟻牠會堆起一個好像小山丘的東西，然後在裡面活動啊，呵！然後牠就把它鑿碎呀然後吃裡面

AM 9:24:52

的螞蟻！這樣子…然後牠們有很長的舌頭，牠們鑿碎了以後，螞蟻爬出來，牠們就把牠舔舔舔光！牠們通常是生活在亞洲和非洲，因為非洲那邊很熱嘛！就是特別有很多這種巢。…然後有時候牠們會捲成一個球狀，趴在那邊的時候，就好像烏龜一樣，別人來怎麼咬牠啊啃牠啊，牠都不會怎麼樣！…然後有袋目，有袋目就這種啊！（如圖 6）這種是已經蠻原始的有袋目啊，現在已經演化成什麼袋鼠呀什麼袋熊那類的，有一個袋子，這就是有袋目啊，牠是由這種動物（指著圖 5）演化而來的，這種有袋目牠們和平常那個哺乳動物不太一樣，牠們那個胎盤不太完全，就是不太好啊，所以幼體牠在裡面、在母體裡面沒有得到很充裕的…照顧啊，就被產出來了！所以牠們那個幼體一產出來沒有發育完全，牠就一直爬，爬爬爬，爬到媽媽的袋子裡面！

T 這樣的幼體在我們人類，叫做什麼兒啊？

S<sub>2</sub> 嗯…早產兒！

AM 9:26:09

T 欸，早產兒！

S<sub>2</sub> 牠就一直爬爬爬爬到母體的袋子裡面，然後就在母體的袋子裡面生活，然後吸取媽媽袋子裡面的乳汁啊！然後牠骨頭四周的皮膚，形成那個皺皺的樣子，叫做皺摺狀，然後可以保護幼兒在裡面不會被……比較能保護幼兒就對了！然後單孔目啊，單孔目就是這種（拿起如圖 8）這種叫做鴨嘴獸，牠也是由這種爬蟲類（指圖 4）直接演化而來的！然後呢，這種鴨嘴啊，只有我們這地方叫鴨嘴獸，其他地方叫鴨獺！…

S<sub>3</sub> 呵呵呵！（大部份）

S<sub>2</sub> 然後像針鼯、鴨嘴獸啊，這類動物算是哺乳類，可是牠們卻是卵生的啊喔！而且在孵化後的雌獸會用母汁來給牠們哺乳，所以牠們還算是哺乳類，然後呢，可是牠們這種動物喔，算是跟爬蟲類很像，可是又界在爬蟲類和我們這之間，和哺乳類之間哪，牠們那骨骼構造很像啊喔，而且牠們體溫會變，就很像爬蟲類是變溫動物一樣……

T 牠等於接近爬蟲、變溫，還有骨架有一點像爬蟲，還有，你說牠什麼生？

AM 9:27:57

S<sub>2</sub> 卵生

T 對，卵生這點也是跟爬蟲…所以在演化的過程中，你都會找到，譬如說 A 生物演化成 B 生物，你多半會找到界乎 A 跟 B 之間的那種生物！就像我們不是講說爬蟲類不是也會演化成鳥類？那我們就找得到什麼？始祖鳥。那我們也講過，魚類演化成兩生類，那界乎中間我們就找到…總鱸魚類，是不是這樣？同樣，爬蟲類會演化成哺乳類，那一定會找到這種生物，又像爬蟲類、又像哺乳類，譬如我們講的鴨嘴獸！還有一直提到單孔，你知不知道爲什麼叫單孔？記不記得？爲什麼叫單孔？

S<sub>3</sub> …排泄和生殖

T 欸，排泄跟生殖孔是同一個…人是這樣嗎？人是不是這樣？…人更進化了是不是？好！所以他們…最近我們三堂課都是講各綱的生物特徵，但是請你在觀察特徵之餘，一定要找出牠們之間在演化上的程序、演化上的關係，漸進的變化過程！

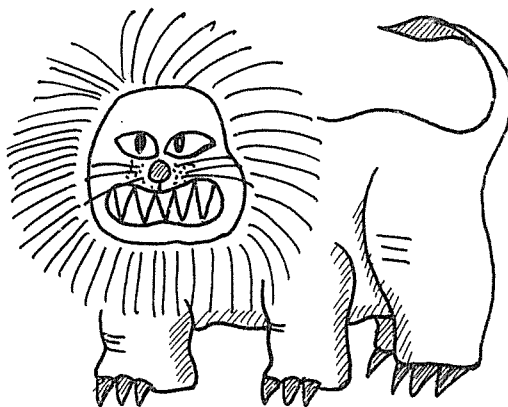
AM 9:29:13

S<sub>1</sub> 然後食肉目啊，像這個…（圖 15）

T 好可愛的獅子！

S<sub>1</sub> 呵呵呵！…（部份）

S<sub>2</sub> 這種動物啊，牠們專門…像這種哺乳類裡面，專門就是吃那個肉的，（語調先輕聲，「吃肉的」加重語氣，再加上表情生動……）



〔圖 15：原圖彩色〕

S<sub>1</sub> 哈哈哈！……

S<sub>2</sub> 專門吃肉的，所以牠們牙齒特別長啊！你看到沒有？（指圖中牙齒）牙齒特別尖銳呀！

T 那一種齒特別發達？

S<sub>2</sub> 犬齒特別發達，所以那牙齒看起來很尖銳，然後手指頭上面那指甲，不是指甲，就是那爪啊，特別尖哪，然後身體特別龐大，特別敏捷矯健，而且特別兇猛啊，然後那個爪可以撕裂那個肉啊，然後啃啃啃！…（表情生動有趣…）

S<sub>1</sub> 呵呵呵！…

S<sub>2</sub> 然後…這種動物牠身上斑紋，牠有些動物身上有斑紋，這畫得不好，這是獅子，還有一種動物，就是像那種花豹啊，牠身上不是有很多很多斑紋？這種斑紋不是因為好看要給我們來做裝飾的！這斑紋是用來保護牠自己呀喔！像牠跑跑跑，就跑入一種類似牠身上這種斑紋黃黃的地方，牠就可以慢慢靠近獵物，獵物而不發現牠，這樣子…然後以牠的型態也為隨著棲息環境

AM 9:30:06

而改變，例如棲息在樹上的動物，像這種…（找不到可舉例的圖）有些是棲息在樹上的，牠的尾巴就變得很長，在林間行動，牠的尾巴就變得比較重啊，比較大一點，然後可以支持牠身體的活動，比較平衡，不會說倒來倒去那樣子！然後牠們還會利用尾巴呀，斑紋啊，…將訊息傳給同類呀喔，或是成群的攻擊其他動物啊喔，而且傳達方式也比較複雜，像我們不是看到狗嗎？狗也是一種食肉目啊，那狗牠平常在叫的時候，不是：  
拗鳴～！好大聲！

S<sub>1</sub> 呵呵！…

S<sub>2</sub> 或是狼也是，狗也是這種叫聲，這也是召集同伴哪喔，或是傳達訊息，這樣子！…

AM 9:31:28

T 祖先遺傳給牠的特性！

S<sub>2</sub> 然後牠一次可以產很多小孩子呀喔，像貓，羅老師她家不是一隻貓一次生很多隻嗎？…那小狗…應該不太會說一次只生一隻這樣子，大概都生蠻多的，然後牠出生的時候，就已經有體毛了！然後眼睛還沒有張開，非常脆弱，由於雙親不太會照顧啊！幼獸在斷奶之後，有能力捕食之前的生存，確實很不容易呀，像有些老虎啊，有些牠一生下來的時候，那老虎就不太會照顧牠，就讓你活著……

T 自生自滅！

S<sub>2</sub> 對，如果你比較厲害，你就活著，比較不能適應環境的話，就比較

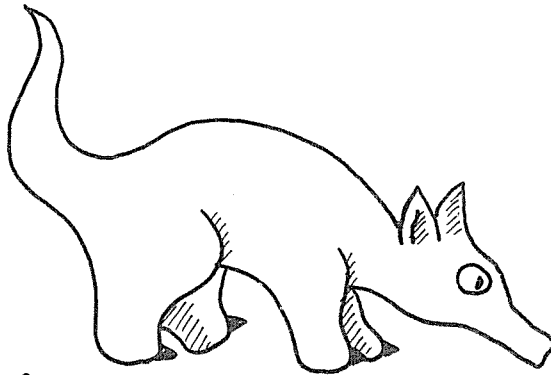
T 自然淘汰！

S<sub>2</sub> 對！物競天擇！呵！然後有些呢，牠們不能在雙親之中得到食

AM 9:33:12

物，所以呢，牠們被別的肉食動物吃掉的機會很大就對了！…  
喔！現在進入比較快的階段，呵！然後，有蹄類，有蹄類呢，  
現在…（將黑板上所寫的管齒目、蹄兔目、長鼻目、奇蹄目、  
偶蹄目等畫線區分出來）我現在把它括號起來的呢，牠們又稱  
為有蹄類呀，牠們四肢都具有很有力的蹄呀，然後，像馬、牛  
的哺乳動物呢，嗯…這是馬啊（指圖 20）然後你看這下面有蹄  
啊喔，然後這是…（指圖 21）河馬，對，呵！這是河馬，牠們  
都是有蹄，除了一些極少部份的沒有蹄外，其他都有，然後牠  
們吃大量的食物呀，吃草啊或樹什麼的，牠們有很強健的四  
肢，能夠很快速的移動身體，就是可以跑得很快就對了！…然  
後，第一個介紹是

管齒目，管齒目就  
是這隻…（如圖 16）  
…，這隻就是管齒  
目，嘴巴尖尖的像  
管一樣，本目僅有  
土豚一種而已，就  
證明說這隻就是土豚…。



〔圖 16：原圖彩色〕

S<sub>1</sub> 呵呵呵…

T 對！

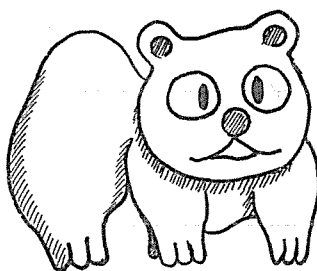
AM 9:34:24

S<sub>2</sub> 然後這只有土豚一種，大型的勾爪，顯示出演化…就是說演化  
成蹄之前的一個階段，意思是說牠這種動物可能就是界在演化  
成完整的有蹄目，和原來哺乳類的動物啊！牠是有那種爪，可  
是又像蹄，又不像蹄，然後牠類似豬的造形，牙齒的構造甚為  
獨特，但是不太有用，牠們是類似像食蟻獸，就像這兩種（指

圖 10、13) 剛剛說過了…貧齒目啊…食蟲目這兩種的動物啊，就是跟牠們一樣是舔食…螞蟻或白蟻，所以我就把牠們安排在樹的下面哪，代表說牠們

T 食物來源

S<sub>2</sub> 對，牠們三個一起在邊那吃啊，呵！然後再來蹄兔目，蹄兔目好像大家都沒什麼聽過嘛對不對？因為我也沒什麼聽過，呵！那手和腳的骨骼排列方式啊，有點像象，可是外型像狐狸呀，像這種…(如圖 17)，這種就是蹄兔目，牠的骨骼排列方式很像象，(指圖 19)，可是外型很像這種狸呀！(指圖 18) …

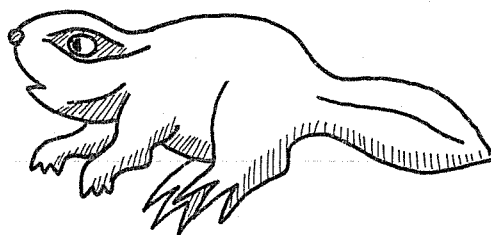


〔圖 17：原圖彩色〕

AM 9:35:48

T 所以演化上可能也是界乎兩個之間

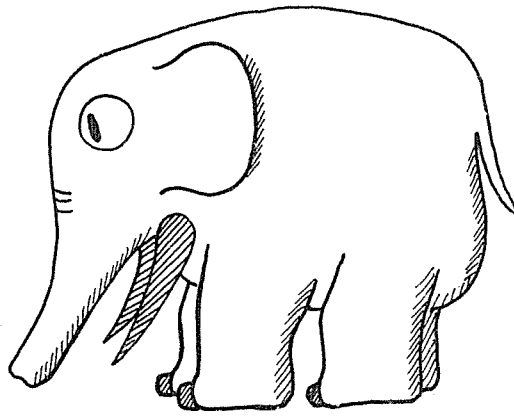
S<sub>2</sub> 對，然後蹄兔目產子較多啊，棲息在岩石的山區，主要分佈在非洲或是中東那附近。長鼻目



〔圖 18：原圖彩色〕

，就是這種…(指圖 19) 顧名思義牠鼻子一定很長，所以叫長鼻目啊，然後呢像大象那類有很大、圓柱形的四肢啊喔，可以支撐牠龐大的身體呀，因為牠有四肢撐著牠，代表牠已經很重了啊，那移動也比較累呀，所以牠就不用移動，牠就可以利用牠長長的鼻子，在那邊搜尋食物這樣子，像熱帶森林和草叢中這種鼻子的功能，更可以發揮淋漓盡致，就是說這樣子很方便啊喔，洗澡也用這鼻子來洗，亞洲、非洲南部這是最大動物啊

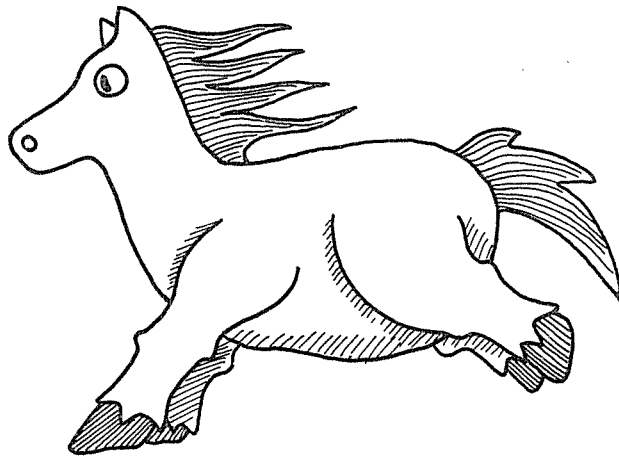
，所以牠這鼻子很好用！  
！呵！然後再來介紹兩種，介紹兩種完以後就差不多了。一種是…（拿起圖 20 及圖 21）…各位同學，你看到這兩種的時候，先不要說外型，什麼都不要說，看這兩種第一個差異就是說，牠們兩個有什麼差



〔圖 19：原圖彩色〕

AM 9:37:10

異呢？大家一看…都長得差不多嘛喔，可是牠的蹄只有一個（指圖 20），可是這是兩個的蹄呀！所以這個就叫做奇蹄，奇數的



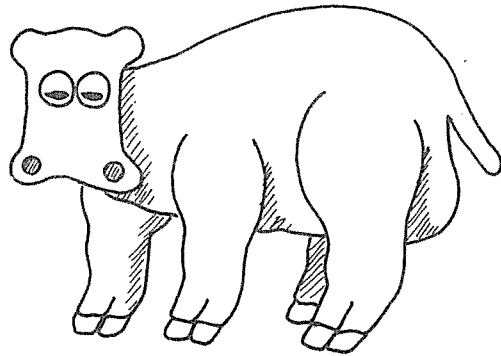
〔圖 20：原圖彩色〕

奇呀（指圖 20），奇蹄目，這是偶蹄目（指圖 21），然奇蹄目、偶蹄目它不一定說只有一個或兩個啊！奇蹄目顧名思義它可能會有三個也是奇蹄目、五個也是奇蹄目啊，對不對？所以這也有四個、六個啊，…然後奇蹄目的全身重量都支撐在一個腳趾上面哪，牠的蹄變得很大，意思就是說，像我們有五個手指頭嘛對不對？所以我們五個手指頭變很小，如果我們只有一個

手指頭，就變很大一隻  
嘛對不對？呵！

T 集中喔，集中喔！

S<sub>2</sub> 對，…蹄變很大，然後  
奇蹄目在古代曾興盛一  
時，但是現在只剩下十  
幾種左右啊！然後分別  
變成犀牛…犀…貘、還



〔圖 21：原圖彩色〕

有馬，貘就在這邊…（在黑板上寫“貘”）…這三科，生活方  
式不太一樣，體型也不太一樣，除了極少數的斑馬以外，大部  
份都已經面臨絕種的危機了！…然後接下來介紹偶蹄目，偶蹄  
目其中一部份已經在減少，可是目前還是很興盛！像我們牛啊  
，牛就有很多隻嘛對不對？呵呵！…

AM 9:38:53

S<sub>1</sub> 呵呵呵！

T 喔！你是說現在有很多隻牛，你的意思你在對牛彈琴嗎？

T S<sub>1</sub> 呵呵呵！

S<sub>2</sub> 不是，我的意思是，牛啊！牛的數目就是很多，意思是牛的數  
目很多啦，所以根本不會想到面臨絕種的危機，就是這意思！  
…呵！

T 喔，就是目前牠算是占優勢的種類，在地球上喔！

S<sub>2</sub> 然後，牠數目很多，種類也很多，有二百多種啊，無論那一種  
偶蹄目啊，牠所支撐的足部的軸都通過…牠支撐  
的重量都通過這兩隻中間的這個部份，…（指圖  
21 中的…蹄…）左右各有一對蹄，四肢的結構  
極為強健啊，爲了適應草食的生活，牠的胃變得



很複雜，像牛就有四個胃對不對？牠們可以反芻嘛對不對？偶蹄目的利於迅速奔跑的流線體形，這些都是爲了適應森林啊沙漠啊水邊啊那些棲息環境，他那麼寫我覺得好像不太對，因爲如果像牛的話，牠跑很快嗎？呵！好像沒有

AM 9:40:30

T 野牛很快呀！那現在你覺得跑不快，是因爲我們都把牠飼養，變成飼養的牛，是爲了吃牠的肉是不是？所以被你養的牛啊豬都跑不快，其實野牛、野豬跑得快不快？…很快，像山豬，你追都追不上的，山胞原住民追都追不上的！

S<sub>2</sub> 然後這種動物，像是有牛、鹿啊，鹿也跑很快，就是這樣子，傳達訊息的方法變得很進步，所以群體的組織變得很複雜，於是牠們身上的斑紋、腳啊各種東西都是便於牠們行動或是傳達訊息，偶蹄目多爲群居的，數量比較多，其中以牛科、鹿科、野豬科這種繁衍得較盛！…報告完了！

T 好，這個圖做得確實非常好，他把陸上的環境、水裡的環境做出來，然後他用上彩色、還是沒上彩色，就是黑白照跟彩色照來區別，黑白照是已經絕種的生物，彩色照目前還生存的生物

AM 9:41:56

，而且把這個哺乳綱的所有的目都列出了一種代表性的生物，另外你看他位置也排得很好，在水中的，還有兩生類，是不是？水陸之間啊！以一個國中一年級的學生來講，這樣的表現確實是非常棒，這個組很棒啊！好

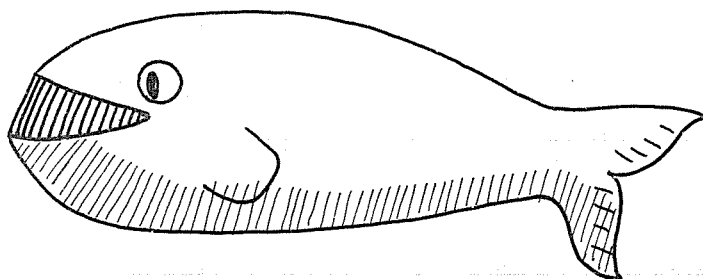
S<sub>2</sub> 等一下，各位同學啊喔，現在介紹的就是海中哺乳動物啊，那各位同學你們有沒有發現哪，我這圖上面少了一種啊，大家來猜猜看是那一種？呵呵！…

S<sub>s</sub> 呵呵呵！…（部份）

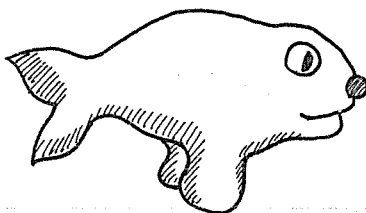
S<sub>2</sub> 不用猜了，已經猜到了，就是這種啊，（指黑板所寫的“鰭腳亞目”）…就這種叫做鰭一亞…

S<sub>s</sub> 呵呵呵！

S<sub>2</sub> 鰭一脚一亞一目喔！就少了這一目啊，然後這種是鯨魚目（拿圖 22）然後這種是海牛目啊喔！（指一下圖 23）就這樣子！



〔圖 22：原圖彩色〕



〔圖 23：原圖彩色〕