

肆、研究結果

本研究分兩年進行，第一年請研究小組成員就自然與生活科技領域教材內容細目，選擇主題，進行領域內整合型教材編製，教材及教學活動設計完成後，選定三所國中進行示範教學及教學評鑑，所得結果分述如下。

一、教材編製

(一) 教材及教學活動設計

在進行教材編製前，研究小組選定教材編寫者為台中市黎明國中沈素珊老師、台中縣烏日國中葉燕燕老師、台中市漢口國中蔡秀菊老師等三位國中教師。三位教師並就自然與生活科技領域教材可能整合的內容選定教材主題，選定的三個主題分別為我們生活的地方、訊息傳播、能量從哪裡來等三個單元(表3-2)。

三位教材編寫者分別依據教材整合原則進行教材編製及教學活動設計，三個單元的教材及教學活動設計分列如下：

單元 1 我們生活的地方

想一想：



1. 我們站在陸地上，魚於在水中游，鳥在空中飛，生物生活在地球的範圍有多大？
2. 我們生活在地球上，地球是一個什麼樣的構造？我們能深入地心探險嗎？
3. 地球是宇宙中唯一適合生物生存的星球嗎？為什麼？

我們生活的地方，稱為地球。地球外觀上是一個球體，表面約 71% 覆蓋著海水，其餘 29% 為陸地。陸地上有高山、平原、河流及森林等，而在地球外面更有一層大氣籠罩著。地球是目前已知宇宙中唯一有生物生存的星球，不論是在陸地上、海洋裡或大氣中都有各式各樣的生物棲息與活動。地球的組成可分為固體地球、液體地球及氣體地球等三部分。

第一節 岩石圈

固體地球由外而內分成三層（圖 1-1），最外面一層為「地殼」，由岩石構成，很堅硬；第二層為「地函」，大部分也是由岩石構成，可分為上部地函、軟流圈及下部地函三部分，溫度很高，可達攝氏一、二千度；最裡面的一層為「地核」，溫度更高，可達攝氏四、五千度，地核可再分為外核、內核兩部分。岩石圈指的是地球外層由岩石所構成的固體部分，即地殼及上部地函的一部分，而人類即居住在地殼之上。

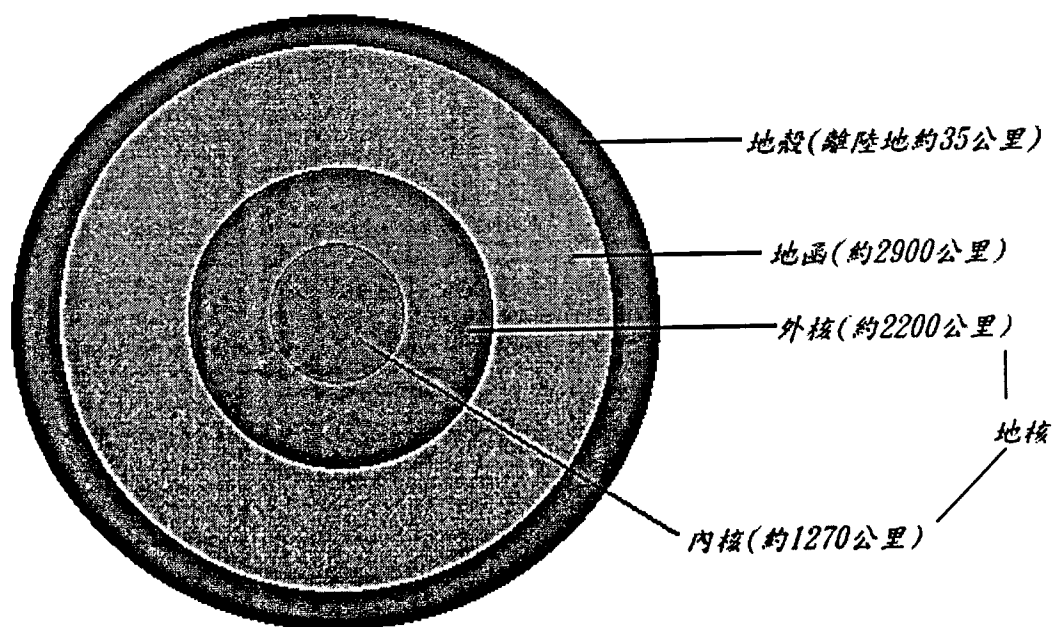


圖 1-1 固體地球分成地殼、地函及地核三層

第二節 水圈

地球是一個多水的行星，覆蓋在地球表面的水，合稱為水圈。水圈包括海洋、河流、湖泊、冰川等各種地面水及泉水、井水等地下水；另外，生物體內及大氣中的水也是水圈的一部分。水圈中以海水最多，約佔 98%，淡水僅佔 2%。大部分的淡水凍封在極地及高山的冰川，可供灌溉及飲用的河水、地下水很少，大約只有水圈的 0.5%（圖 1-2）。水是一種可循環的資源，我們日常使用過的水，可藉著水循環再收集利用（圖 1-3）。然而，水資源日漸減少，且受污染的情形越來越嚴重，因此，我們應加倍珍惜水資源。近來，科學家積極向海洋尋求發展，希望能好好利用廣大的海洋資源，相信不久的將來，人類與海洋的關係必定會越來越密切。

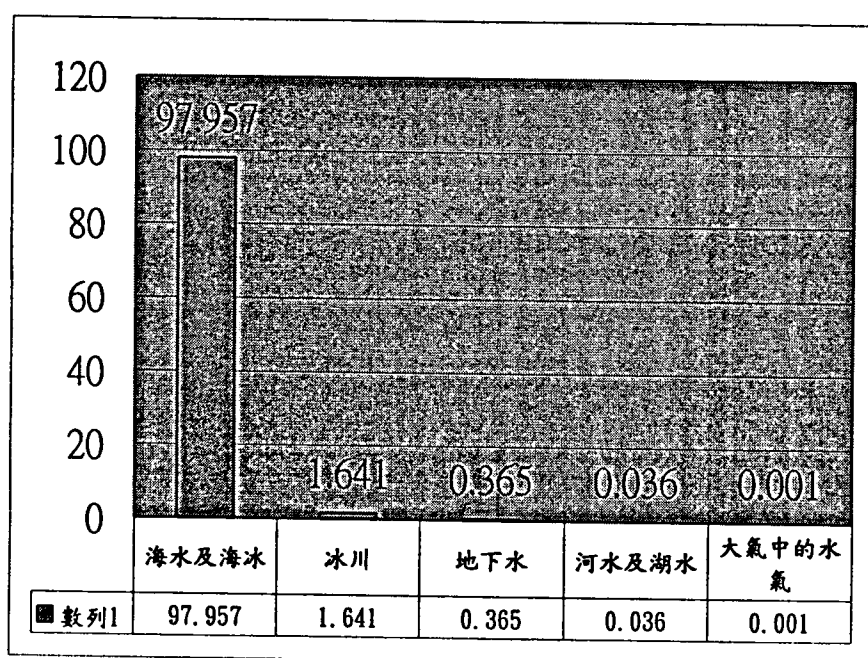


圖 1-2 各種水資源在水圈所佔比率

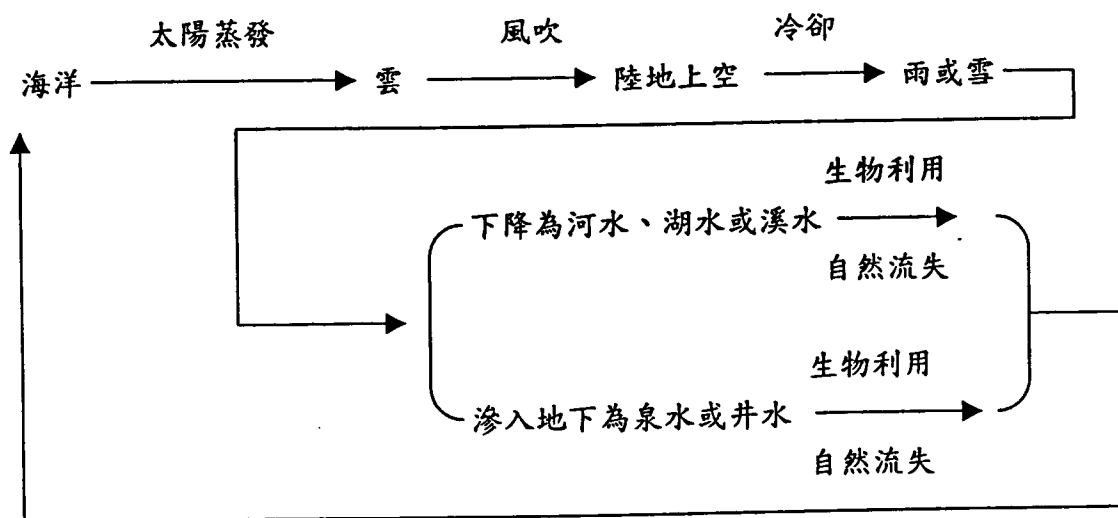


圖 1-3 水循環示意圖

第三節 大氣圈

地球四周圍繞著一層大氣，大氣是由許多種不同的氣體混合而成的（表 1-1），數量最多的是氮氣，其次是氧氣。氮氣和氧氣佔了空氣總重量的 98%，其他較稀少的氣體有氫、氬、氦、氖、氬等氣體。空氣裡面還有兩種很稀少但卻很重要的氣體，那就是二氧化碳和水氣。二氧化碳是植物進行光合作用的原料，水氣是形成雲、霜、雨、露等各種天氣變化的主要因素。

表 1-1 各種氣體在大氣中所佔的比率

氣體種類	容積百分比 (%)
氮氣	78.08
氧氣	20.95
氫氣	0.93
二氧化碳	0.03
水氣	0-4

假如我們乘坐太空船從地面垂直往高空，就可以仔細看一看地球大氣層的情形，大氣大都集中在離地球表面 30 公里高的範圍內，愈向高處，大氣愈

稀薄。大氣圈若依溫度變化可分為四層，從地面到高空依序為對流層、平流層、中氣層、熱氣層（圖 1-4），其中以對流層最接近地面，與我們地球上的生物關係最密切。地球上各種天氣現象都發生在對流層內，而位於平流層中的臭氧層具有吸收紫外線的功能，可減少紫外線對生物的殺傷力，具有保護地球上生命的功能。

大氣圈不但提供了生物生存所需的氧氣、二氧化碳，同時又具有保護地球上的生物免受紫外線的傷害，因此，如同環繞地球的防護罩一般。



圖 1-4 氣體地球之分層

第四節 生物圈

早期地球沒有任何生物，只有單純的岩石圈、水圈及大氣圈。約在三十多億年前，生命才在海洋中誕生。剛開始只是一些個體極小、構造極簡單的生命，經過漫長的演化過程，才形成今天各種形形色色的生物（圖 1-5）。

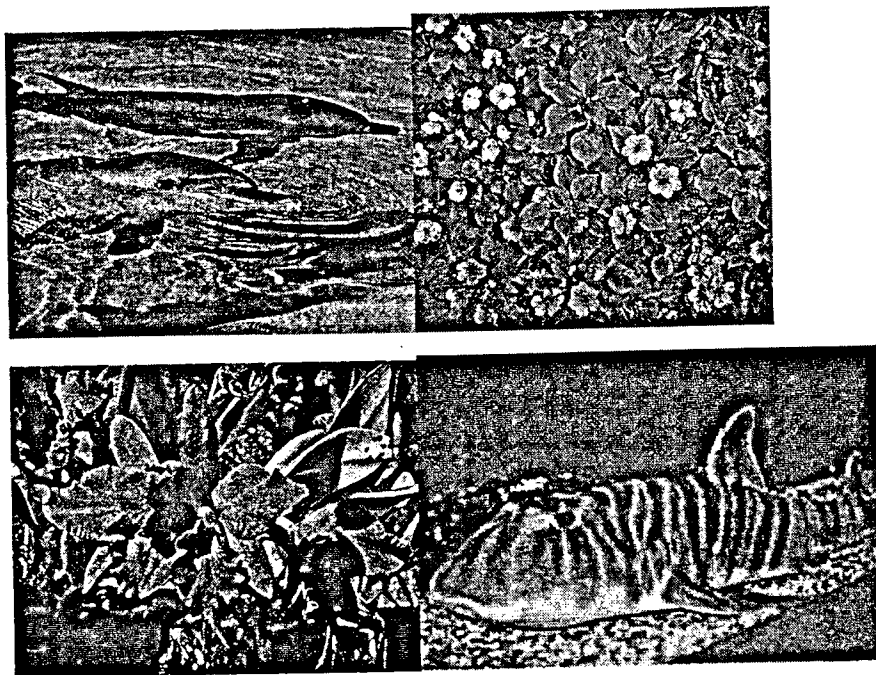


圖 1-5 形形色色的生物

地球提供了生物生存所需的養分、水、日光和空氣等，使生物可以在地球上不斷地生存並繁衍。生物具有生長、繁殖、代謝、感應等生命現象，而無生物則不具有這些生命現象。

生物依賴地球所提供的各項環境條件而生存，目前可找到生物生存的範圍只在海平面以上及以下各約一萬公尺的部分，這個範圍包括岩石圈、水圈及大氣圈的一部分，統稱為「生物圈」。若將生物圈與地球半徑相比，其範圍約只佔地球半徑的三百分之一。

我們只有一個地球，地球上可供生物生存的範圍又非常有限。人類在地球生存，由於過度活動導致對環境的污染與破壞，如再不加以愛惜及保護，我們將會失去這唯一可供生物生存的空間。

第五節 討論

1. 科學家推測火星上可能有生物生存的遺跡，你認為可能嗎？為什麼？
2. 海洋中充滿水資源及生物資源，你認為我們應該如何善用海洋資源？

參考資料

林朝榮 (民 75)：地球。光復科學圖鑑 16。台北市：光復書局。

徐晉淮 (民 75)：天氣、氣象。光復科學圖鑑 19。台北市：光復書局。

教學活動設計 1

單元名稱：第一章 我們生活的地方

時間：90 分鐘

教師活動	教學流程	學生活動	時間分配	評量與輔導
<p>• 準備活動</p> <p>一、預習與準備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 準備教材 2. 製作投影片 3. 準備投影機 <p>二、引起動機</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 放投影片 2. 說明課程主題—地球的組成 3. 由太空看地球，地球上什麼顏色的部分佔最多？ <p>• 發展活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 說明水圈佔地球表面積的 71%，其餘 29% 為固體地球。 2. 除了藍色的水與黃色的陸地外，還可以看到什麼？ 3. 說明廣義的地球包括固體地球—岩石圈、液體地球—水圈及氣體地球—大氣圈。地球上生物生存的環境合稱生物圈。 	<pre> graph TD Start(()) --> A[引起動機] A --> B(自由發表) B --> C[說明] C --> D{評量} D -- a --> E[說明] E -- b --> D </pre>	<p>看投影片，思考並回答問題</p> <p>參閱教科書，思考並回答問題。</p> <p>聽講並提出問題</p> <p>聽講並提出問題</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 回答明確：愛的鼓勵 2. 回答不明確：提示並引導討論 <p>a. 回答明確：愛的鼓勵</p> <p>b. 回答不明確：提示並引導討論</p> <p>觀察學生反應並引導發問及討論</p>

<p>4. 說明地球是目前發現唯一有生物生存的星球</p> <p>5. 放投影片—地球分層圖，說明固體地球的範圍。</p> <p>6. 說明地球由外而內分成地殼、地函及地核三層。岩石圈指地殼及上層地函之一部份</p> <p>7. 問題：我們日常飲用的水從那裏來？飲用後到那裏去？</p> <p>8. 放投影片—水的循環，說明水的種類、水的用途及水的循環</p> <p>9. 問題：我們經常要呼吸新鮮的空氣，空氣的主要成分是什麼？</p> <p>10. 放投影片—氣體地球的分層圖，說明大氣圈的分層，大氣層對地球上生物的價值</p> <p>11. 問題：地球分成岩石圈、水圈及大氣圈，那麼我們生存在那一圈？是否三圈中均有生物生存？</p> <p>12. 說明生物圈的範圍及大小</p>	<div style="text-align: center;"> <p>說明</p> <p>↓</p> <p>投影片說明</p> <p>↓</p> <p>投影片說明</p> <p>↓</p> <p>提出問題 引導討論</p> <p>↓</p> <p>投影片說明</p> <p>↓</p> <p>提出問題 引導討論</p> <p>↓</p> <p>投影片說明</p> <p>↓</p> <p>提出問題 引導討論</p> <p>↓</p> <p>投影片說明</p> <p>↓</p> </div>	<p>看投影片，思考並回答問題</p> <p>看投影片，思考並回答問題</p> <p>思考、討論、回答問題</p> <p>看投影片聽講並思考上一個問題</p> <p>思考、討論、回答問題</p> <p>看投影片聽講並思考上一個問題</p> <p>思考、討論、回答問題</p> <p>看投影片聽講並思考上一個問題</p>	<p>觀察學生反應並引導發問及討論</p> <p>觀察學生反應並引導發問及討論</p> <p>觀察學生反應並引導發問及討論</p> <p>引導學生討論水的種類、水的用途及水的循環說明投影片內容並評論學生討論內容</p> <p>引導學生討論空氣的成分及其重要性</p> <p>說明投影片內容並評論學生討論內容</p> <p>引導學生討論並定義出生物圈的範圍</p> <p>說明投影片內容並評論學生討論內容</p>
---	---	---	---

<p>13. 問題：我們是生物嗎？什麼是生物？什麼是無生物？</p> <p>14. 舉例說明生物的生命現象</p> <p>• 綜合活動 一、概念整理與評量 1. 複習及整理 2. 評量</p> <p>二、問題探究</p>	<pre> graph TD A[提出問題 引導討論] --> B[投影片說明] B --> C[複習] C --> D{評量} D --> E[提出問題並 引導討論] E --> F[△] </pre>	<p>思考、討論、回答問題</p> <p>看投影片聽講並思考上一個問題</p> <p>參閱教科書，思考並回答問題 思考、討論、回答問題</p>		<p>引導學生討論並歸納說明生物的特徵</p> <p>說明投影片內容並評論學生討論內容</p> <p>引導學生討論並作綜合性結論</p>
--	---	---	--	--

單元 2 訊息傳遞

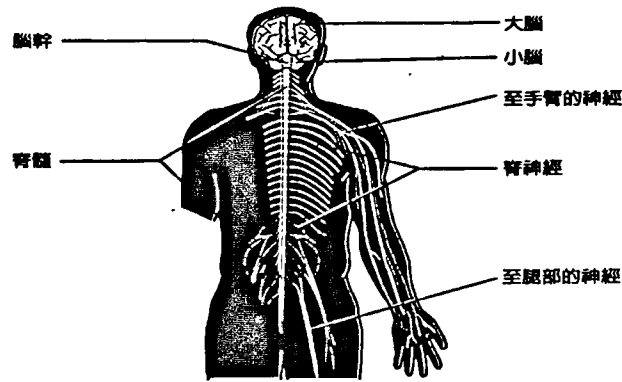
- 想一想：1. 爲什麼我們看得見東西？聽得到聲音？
2. 動物也跟人一樣，會使用”語言”溝通嗎？
3. 你瞭解電話、收音機、電腦等科技產品的原理嗎？

生物為求生存與生殖，必須瞭解環境的變化，而人是群居的動物，必須和他人發生互動、彼此溝通。然而，生物如何接收這些各式各樣的訊息？如何解讀？而我們又是如何進一步擴展應用於日常生活當中的呢？

第一節 感覺與神經傳導

我們具有各種感覺器官，例如：眼、耳、鼻、舌、皮膚，其內具有接收器，分別可接受光線、聲音、氣味、味道以及溫度、碰觸等的刺激。接受器接收刺激後，能將訊息傳遞到神經系統，然後由神經系統研判並發出命令，使肌肉或腺體產生反應。所以，負責接受外界訊息的是感覺器官，而體內訊息的傳遞與判斷則靠神經系統。

人體的神經系統，包括腦、脊髓和神經(圖一)。腦和脊髓是神經系統的中樞，本質柔軟，分別位於腦殼和脊柱中，藉以獲得保護。腦主要分為大腦、小腦和腦幹。大腦可分為許多區，分別主掌運動、思考、記憶、語言等活動。其中感覺區接受由眼、耳、鼻、舌及皮膚接受來的訊息，而產生視、聽、嗅、味及觸覺，是瞭解外界刺激的重要區域。



圖一 人體的神經系統

小腦的功能在於協調全身肌肉的活動，以維持身體的平衡。腦除了大腦、小腦外的其他部分，合稱腦幹。腦幹能控制心搏、呼吸和體溫，並能控制吞嚥、咳嗽、眨眼、嘔吐及唾腺分泌等各種反射。所謂反射，是指不經由大腦意識所控制的反應。脊髓呈長管狀，能將軀幹、四肢上各接受器送來的訊息，向上傳到腦；亦能傳達腦發出的命令到肌肉腺體等反應部位，產生反應。此外，它能控制四肢的反射。

神經依連接部位可分為腦神經與脊神經，若依訊息傳遞的方向，則可分為感覺神經和運動神經。將訊息傳往內部的是感覺神經，將命令傳出來的是運動神經。因此，有關各種感覺的神經傳導路徑是：感覺器官內的接受器，接受外界刺激後透過感覺神經將訊號傳到大腦，產生各種感覺，並加以研判，發出命令，再藉由運動神經將命令傳到反應部位。

動動腦：一、什麼是植物人？何處嚴重受損所造成？怎樣才能減少悲劇的發生？
二、為什麼不能對同學做出突然拉開椅子的惡作劇？

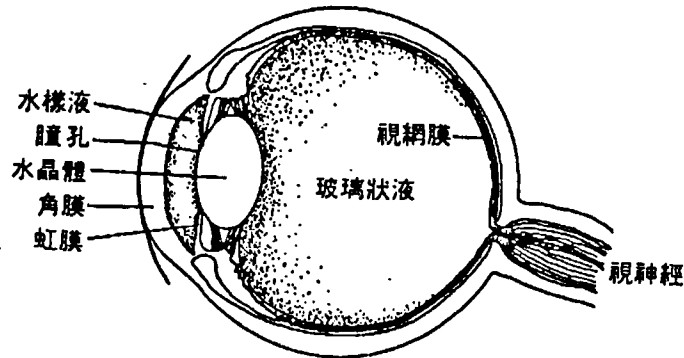
第二節 我們的視覺與聽覺

人與人之間的訊息傳達，通常靠語和言文字。所以視覺與聽覺在溝通上扮演著非常重要的角色。

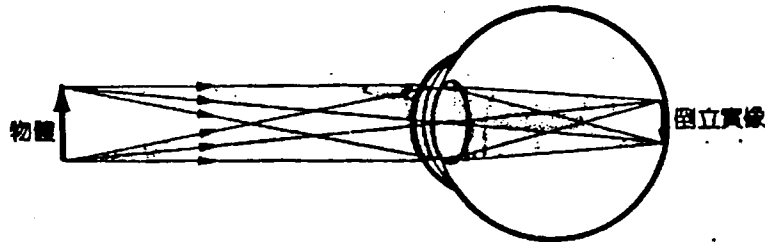
眼睛的結構(圖二)與照相機相似，水晶體類似一個能自動調整焦距的鏡頭；虹膜能根據周圍環境的明暗，控制瞳孔的大小，以調節進光量，類似相機

中的光圈；而視網膜則像是感光度可以隨意調整的底片。當物體表面反射的光線，透過角膜、水樣液、瞳孔、水晶體、玻璃體的屈折，最後在視網膜上形成上下倒立的影像(圖三)，再由視神經將訊號傳入大腦的視區，產生視覺。

聲音是什麼呢？當某物體發生振動時，周圍的空氣分子就會彈開，被彈開的分子馬上會碰撞到鄰近的分子。如此，空氣分子出現了



圖二 眼睛的構造

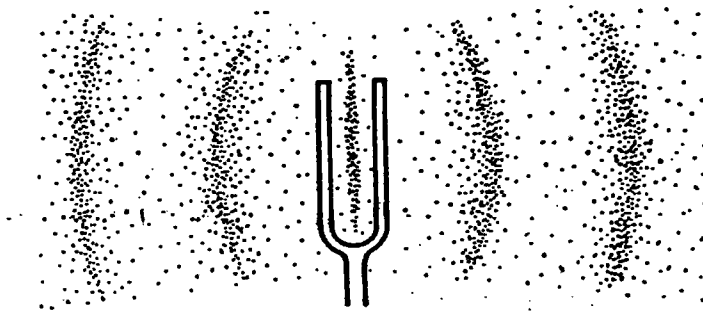


圖三 物體在視網膜上的成像

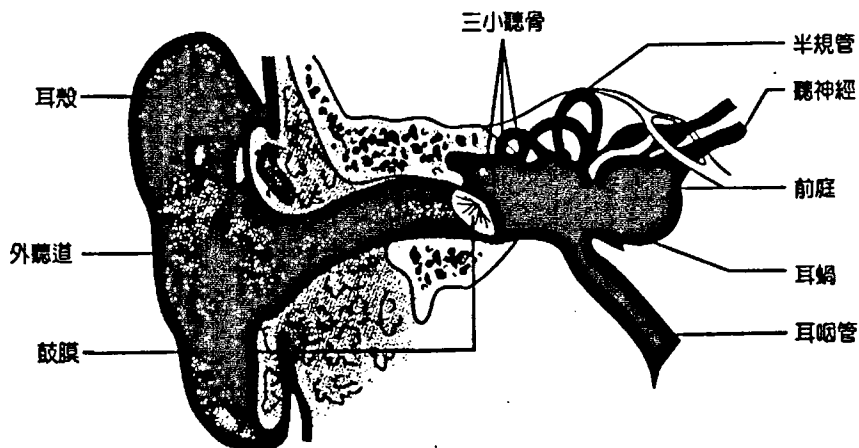
密集與稀疏交換，形成聲波向四周傳播出去(圖四)。當然，除了空氣外，液體和固體也可以做為傳播聲音的介質。然而，我們如何能聽到聲音呢？首先必須了解耳朵的構造(圖五)。耳朵可分為外耳、中耳、內耳三個部分。外耳是由耳殼和外聽道所構成；中耳包括鼓膜、三小聽骨和耳咽管；內耳包含耳蝸、前庭、半規管等。當物體振動產生了聲波，聲波由耳殼收集之後，經過外聽道，振動鼓膜，再由三小聽骨傳到內耳，刺激耳蝸內部的聽覺接受器，再經聽神經傳導到大腦的聽覺區，就產生聽覺。

雖然我們有眼睛和耳朵來接受光線與聲音的刺激，但它們的接收卻有一定的範圍。人的眼睛只能看到紅、橙、黃、綠、藍、紫等可見光，不像昆蟲可以看到紫外線。而我們所能接受的聲音頻率範圍約在 20-20000 赫茲之間，頻率在 20000 赫茲以上的聲波稱為超音波，人耳是無法聽到的。所謂頻率，就是

物體每秒振動的次數，單位即是“赫茲”。



圖四 振動的音叉在周圍形成聲波



圖五 耳朵的構造

動動腦：一、就你對訊息傳遞路徑的瞭解。那些情況會導致一個人眼睛失明？
二、除了看與聽之外，人們還能用什麼方式接收外界的各種訊息？試舉例之。

第三節 動物語言

除了人會利用語言和文字傳遞訊息外，其他的動物也會利用各種“語言”來溝通，以達到求偶、警戒、邀請、標記、求援等目的。例如：青蛙、蟬和鳥類的叫聲；蛾、螞蟻的氣味；蜜蜂的舞姿；螢火蟲的發光；海豚、蝙蝠的超音

波等都是牠們同種間常用的獨特”語言”。此外，大多數動物兼用多種”語言”，例如老鼠既能夠發出超音波，也能利用具不同氣味的尿液來傳達訊息。這些生物具有感覺器官或特殊的構造可接受外界的刺激，再由神經系統將訊息傳往內部。雖然構造不像人類那麼複雜，但訊息傳遞的原理是大同小異的。唯一不同的是人類有進步的文明，發達的科技，我們不斷地發展出種種科技產品，試圖打破人與人之間訊息傳達的時空限制。

第四節 科技的應用

人類訊息傳遞的方式不斷在演進：早期是以口語、手勢、圖形等方式來表達；近期則採文字、紙筆、印刷等方式；現代人們更嘗試將大腦思考、交換及傳遞的模式以機械、電子來輔助，發展出電話、電報、傳真機、收音機、錄放影機、電視機、電腦等資訊傳播科技的產品，使人類訊息傳遞的速度愈來愈快，應用的領域也愈來愈廣。舉凡工業、商業、農業、科學、醫學、教育、休閒等已與資訊傳播科技產品密不可分。

雖然資訊傳播科技的產品種類繁多，構造複雜，但基本原理乃將各種文字、聲音、圖像等訊息，轉為電流強弱或電波訊號，傳遞至遠方後，再將電波訊息轉回聲音或文字訊號。例如：電傳電報是將文字譯成符號後，利用電訊傳送到收報方；電話的發話器是將聲波變成電波，而收話器則可將電波變回聲波；電視是將畫面分解成許多小粒子，每個小粒子依光線的強度，變為易於傳遞的電流訊號，再按接收電流訊號的順序組合，形成畫面；而電腦所能認識的是流經其積體電路上的電流「通」與「不通」兩種狀態。未來更是網路與衛星通訊的時代，相信人類的訊息傳遞和生活方式將有重大的轉變。

省思：現代的資訊傳播產品日新月異，且使用越來越普及。除了增加溝通的方便性外，是否也延伸出一些問題？

參考資料：

1. 謙謙出版社，周立明編著的青少年百科叢書-會說話的動物。
2. 牛頓出版社，牛頓科學研習百科 3-人體。
3. 牛頓出版社，牛頓科學研習百科 1-物理。
4. 光復出版社，新編光復科學圖鑑 21-廣播、通信。
5. 教育部國中生物科課程教材資源中心

<http://140.127.51.19/index7.htm>

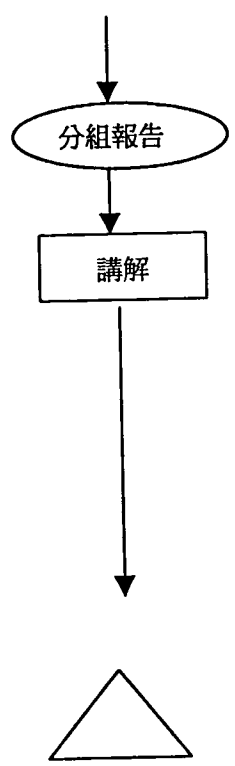
教學活動設計 2

單元名稱： 訊息傳遞

時間：90 分鐘

教師活動	教學流程	學生活動	評量與輔導
<p>◎準備活動</p> <p>一、預習與準備</p> <ol style="list-style-type: none"> 將學生分為六組，各組成員均分配工作。 準備：白紙、教學海報、錄音機、錄音帶、照相機 <p>二、引起動機</p> <ol style="list-style-type: none"> 腦力激盪：小明暗戀阿芬，它可以用哪些方式表達自己的心意？ 提示本單元的學習大綱。 <p>◎發展活動</p> <p>一、主概念(一)</p> <ol style="list-style-type: none"> 歸納腦力激盪結果：人與人溝通主要靠文字及語言。 提出問題：我們如何接收文字或語言的訊息？此外，還有哪些器官可以接受其他刺激？ 歸納主概念一。 <p>二、主概念(二)</p> <ol style="list-style-type: none"> 播放錄音帶，請學生猜猜是什麼 	<pre> graph TD Start(()) --> A[引起動機] A --> B(自由發表) B --> C[講解歸納] C --> D[提出問題] D --> E(自由發表) E --> F[講解] </pre>	<p>協調分配工作 閱讀動物行為相關讀物</p> <p>思考、發揮創意、討論、舉手回答</p> <p>靜聽</p> <p>聽講</p> <p>思考、討論、舉手回答</p> <p>靜聽</p> <p>仔細聽辨、回答</p>	<p>提示、鼓勵回答</p> <p>鼓勵發言</p> <p>引導出神系統的重要性與影響</p>

<p>聲音？為什麼出現不同的答案？</p> <p>2. 介紹神經系統及神經傳導路徑。</p> <p>、主概念(三)</p> <p>1. 以海報介紹眼球構造並與相機做比較。</p> <p>2. 以海報介紹耳朵的構造。</p> <p>3. 提出問題：視覺及聽覺的神經傳導路徑為何？</p> <p>1. 當物體振動並藉由介質傳遞時，才會產生聲音。</p> <p>5. 介紹人能聽到的聲音頻率範圍和超音波。</p> <p>四、主概念(四)</p> <p>1. 分組討論及報告：其他動物以哪些方式傳遞訊息給同伴？</p> <p>2. 整理與提示：化學語言、聲音、展示、舞蹈、發光等。</p> <p>五、主概念(五)</p> <p>1. 提出問題：人們利用哪些方式，使訊息傳遞更遠更快？</p>		<p>靜聽、記憶</p> <p>聽講</p> <p>思考、回答</p> <p>思考</p> <p>聽講</p> <p>依分配角色討論、分組報告</p> <p>歸納整理</p> <p>思考、討論、回答</p> <p>靜聽思考</p>	<p>a. 回答正確：學生已瞭解主概念二</p> <p>b. 回答不完整：複習神經傳導路徑</p> <p>c. 提示動物的各種行為：求偶、警告、通訊...等。</p> <p>提示：早期的方式和現代科技的使用。</p>
---	--	---	--

<p>2. 簡介人類訊息傳遞方式的演進。</p> <p>3. 提出問題：資訊與傳播科技在各領域的應用情形？</p> <p>4. 簡介電話、收音機、電腦等科技產品的原理。</p> <p>◎ 綜合活動</p> <p>1. 將人類與其他生物外部及內部訊息傳遞的方式做一比較整理。</p> <p>2. 想一想：人類對於現代資訊傳播科技的依賴是否會有後遺症？</p>	 <pre> graph TD Start(()) --> A([分組報告]) A --> B[講解] B --> C([]) </pre>	<p>各組討論、發表看法</p> <p>靜聽、舉一反三</p> <p>靜聽</p> <p>省思</p>	<p>提示：工業、商業、農業、醫學、休閒等各領域。</p>
--	--	---	-------------------------------

單元 3 能量從哪裡來？

想一想：

1. 為什麼我們經常要吃食物？食物進入身體後會如何轉變？對我們的身體有何好處？
2. 植物不用吃食物，他們是如何維持生命的？
3. 動物與植物的能量來源相同嗎？能量與呼吸有關嗎？



生物的生長、運動、代謝等均需要能量的供給，動物必須不斷地攝取食物才能供應所需的能量，植物則需經由光合作用合成葡萄糖，除了提供自己所需的能量外，也能當作其他動物的食物，提供動物所需的能量。

第一節 食物中的能量

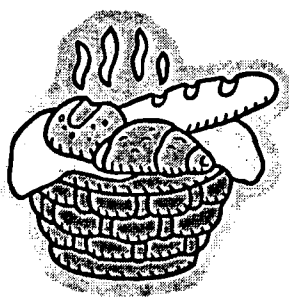


圖 1、動物必須攝取食物供應能量

動物攝取的食物內含有醣類、脂質、蛋白質、維生素和礦物質等營養成分。醣類、脂質和蛋白質都是大分子物質，必須先分解為小分子才能進出細胞。澱粉是醣類的一種，動物攝取含有澱粉的食物後，經由澱粉的催化作用分解成小分子的葡萄糖，在小腸絨毛處被吸收進入血液循環系統，血液將之送達體內各細胞；在細胞內，葡萄糖和氧經由各種的協助，經一系列反應後，氧化分解成二氧化碳和水，並釋放出能量。細胞利用氧將葡萄糖氧化分解成二氧化碳和水的過程，稱為呼吸作用。

呼吸作用的過程可寫成下列簡式：



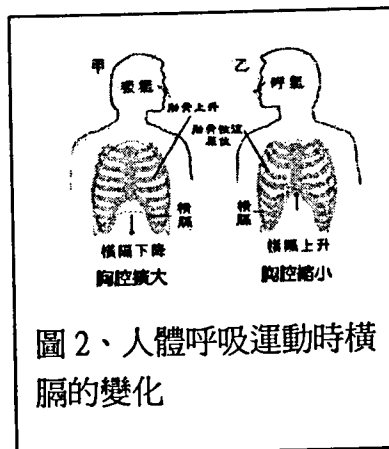
食物或光合作用所產生的葡萄糖須經呼吸作用才能釋放出能量。呼吸作用是氧化作用的一種，必須有氧氣參與才能進行。氧化作用是物質與氧的化合作用，木材的燃燒是激烈的氧化作用，呼吸則是緩和的氧化作用。一分子的葡萄糖與六分子的氧經過生物細胞的呼吸作用後，可形成六分子的水及六分子的二氧化碳，同時釋放出 673 千卡的熱能。

生物細胞的活動需要能量的參與時，葡萄糖或貯藏的養分即經呼吸作用釋放出能量；當能量過剩時，養分即貯藏於細胞中。

第二節 呼吸系統

人的肺臟位於密閉的胸腔中。當肋骨上舉，橫膈收縮而下降時，胸腔便擴大，肺也隨著脹大，空氣就經鼻、喉、氣管、支氣管而進入肺；當肋骨下降，橫膈舒張而上升時，胸腔便縮小，肺也隨著縮小，於是肺內的空氣排出體外。鼻、喉、氣管、支氣管及肺構成人體的呼吸系統。

藉著胸腔的擴大或縮小而完成吸氣或呼氣的動作，稱為呼吸運動。成人的呼吸運動每分鐘約 18 次，劇烈運動時，血液中的二氧化碳增加，因而刺激腦幹，促使呼吸運動加快，藉以排除過多的二氧化碳。



第三節 氧氣與代謝作用

人體因進行呼吸運動而使空氣進入肺臟，空氣中的氧氣經肺泡微血管進入血液內，與血液中的血紅素結合，並隨血液循環運行全身。

細胞不斷地進行葡萄糖及其它物質的氧化作用，需要耗費氧氣並產生二氧化碳。因此，細胞內的氧氣濃度比微血管內的氧氣濃度低，而二氧化碳的濃度則比微血管內的二氧化碳濃度高。由於濃度高低的差異，由呼吸運動進入微血管的氧氣即可不斷地擴散進入細胞內，細胞內的二氧化碳也藉擴散作用排出體外。

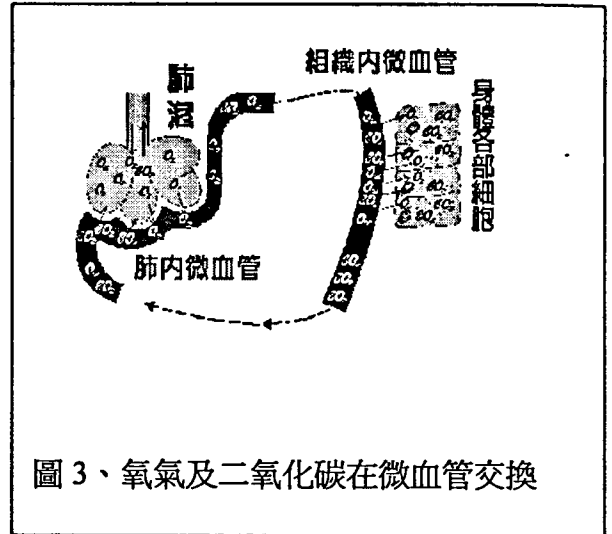


圖3、氧氣及二氧化碳在微血管交換

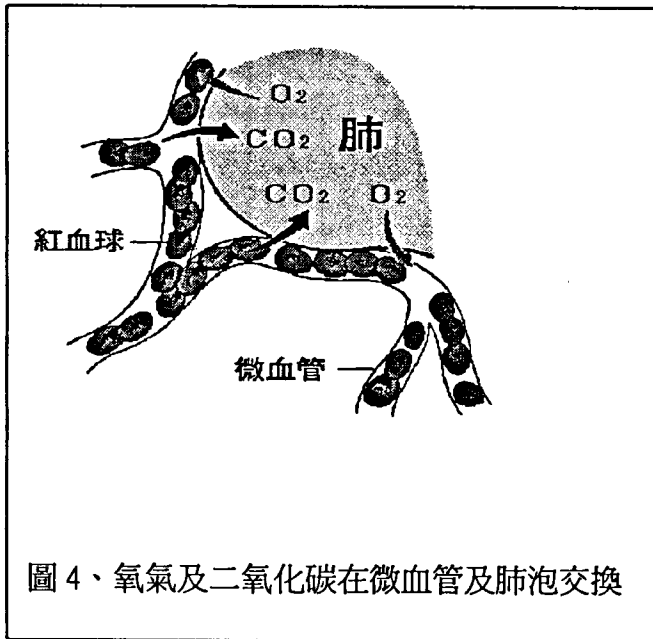


圖4、氧氣及二氧化碳在微血管及肺泡交換

討論

1. 早上，小明覺得肚子很餓，立刻吃了一片土司，這片土司吃下去後，會發生什麼變化？會讓小明覺得比較不餓嗎？
2. 跑了100公尺後，小華覺得心跳加快，呼吸急促，為什麼會這樣？

教學活動設計 3

單元名稱：能量從哪裡來？

時間：90 分鐘

教師活動	教學流程	學生活動	時間分配	評量與輔導
<p>• 準備活動</p> <p>一、預習與準備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 準備教材 2. 製作投影片 3. 準備投影機 <p>二、引起動機</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 放投影片 2. 問題提示：為什麼我們經常要吃食物？食物進入身體後會如何轉變？對我們的身體有何好處？ 3. 問題提示：植物不用吃食物，他們是如何維持生命的？ 4. 問題提示：動物與植物的能量來源相同嗎？能量與呼吸有關嗎？ <p>• 發展活動</p> <p>一、食物中的能量</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 說明食物中的營養成分。 2. 說明食物分解及氧化。 3. 說明呼吸作用。 4. 說明呼吸作用與能量的關係。 	<pre> graph TD Start(()) --> A[引起動機] A --> B(自由發表) B --> C[投影片說明] C --> D[投影片說明] </pre>	<p>看投影片，思考並回答問題</p> <p>聽講、看投影片並提出問題</p>		<p>提示並引導學生自由發表及討論</p> <p>觀察學生反應並引導發問及討論</p>

<p>二、呼吸系統</p> <p>5. 放投影片—人體的呼吸系統構造圖。</p> <p>6. 角色扮演—請同學示範吸氣及呼氣動作。說明呼吸運動。</p> <p>7. 活動練習：跑步對呼吸運動次數的影響。</p> <p>8. 問題提示：劇烈運動為何會使呼吸運動加速？</p>	<p>投影片說明</p> <p>↓</p> <p>分組活動</p> <p>↓</p> <p>分組活動</p> <p>↓</p> <p>提出問題 引導討論</p>	<p>看投影片，思考並回答問題</p> <p>看同學表演，同時自己練習並體會呼吸運動</p> <p>測量並記錄跑步前後呼吸次數的變化</p> <p>思考、討論、回答問題</p>		<p>評量學生是否能認識呼吸系統每一構造</p> <p>觀察學生動作是否正確及是否瞭解呼吸運動</p> <p>觀察學生活動是否正確並引導學生討論跑步對呼吸運動次數的影響</p> <p>引導學生討論並評論學生討論內容</p>
<p>三、氧氣與代謝作用</p> <p>9. 放投影片—問題：經呼吸運動進入體內的氧氣如何運輸？</p> <p>10. 問題提示：氧氣在細胞內如何進行氧化作用並釋放能量？</p>	<p>提出問題 引導討論</p> <p>↓</p> <p>提出問題 引導討論</p>	<p>看投影片聽講並思考上一個問題</p> <p>思考、討論、回答問題</p>		<p>引導學生討論並說明氧氣及二氧化碳的運輸</p> <p>引導學生討論並解釋呼吸作用</p>

<p>• 綜合活動</p> <p>一、概念整理與評量</p> <p>1. 複習及整理</p> <p>2. 評量</p> <p>二、問題探究</p> <p>1. 早上，<u>小明</u>覺得肚子很餓，立刻吃了一片土司，這片土司吃下去後，會發生什麼變化？會讓小明覺得比較不餓嗎？</p> <p>2. 跑了 100 公尺後，<u>小華</u>覺得心跳加快，呼吸急促，為什麼會這樣？</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">複 習</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">評 量</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">提示問題並 引導討論</div> <div style="text-align: center;"> ↓ </div> </div>	<p>參閱教科書</p> <p>思考並回答問題</p> <p>思考並回答問題</p>	<p>引導學生討論並作綜合性結論</p> <p>提示並引導討論</p> <p>提示並引導討論</p>
---	--	--	--

(二) 教材概念分析

本研究自編教材中，三個單元內容均統整一個學科以上的概念，單元1「我們生活的地方」以地球科學為主體，融入生物及理化科概念。地球科學方面的主概念包括地球的組成、岩石圈、水圈及氣圈等；在氣圈部分引入大氣的組成、元素及化合物等概念，這是理化科的概念；在岩石圈、水圈及氣圈之後，介紹生物圈、生物，以及生物生存的條件及生命現象等，這是生物科的概念。本單元的輪形概念設計圖如圖 4-1，主概念及次概念分析如表 4-1。

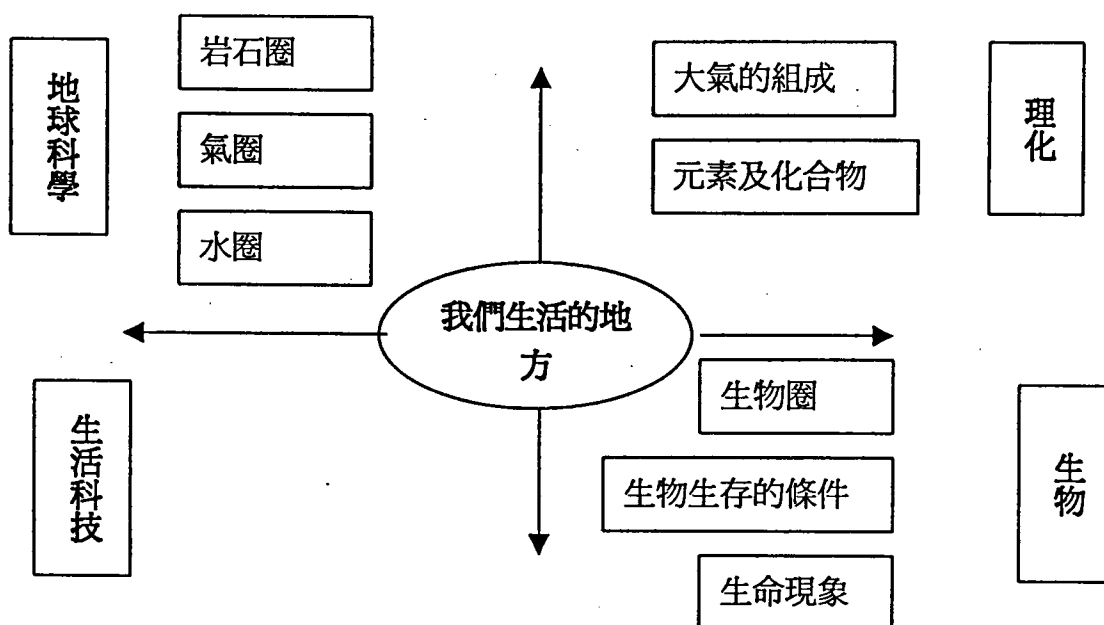


圖 4-1、單元 1「我們生活的地方」輪形概念設計圖

表 4-1、單元教材「我們生活的地方」概念分析：

主要概念	次概念
一、地球的組成可分為固體地球、液體地球及氣體地球三部分。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地球表面約 71% 為海洋，29% 為陸地。 2. 地球陸地上有高山、平原、河流及森林等，地球外面由空氣籠罩著。 3. 地球的陸地或海洋均有各式各樣的生物棲息。
二、固體地球由外而內分為地殼、地函及地核三層。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地殼由岩石構成，質地堅硬。 2. 地函大部分由岩石構成，溫度可高達一、二千度。 3. 地核溫度可高達四、五千度。 4. 岩石圈包括地殼及上部地函的一部分。 5. 我們居住在地殼之上。
三、覆蓋在地球表面的水，合稱水圈。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水圈包含地面水及地下水。 2. 海水佔水圈的 98%，淡水僅佔 2%。 3. 可供飲用及灌溉的河水、地下水僅佔水圈的 0.5%。 4. 水是一種可循環的資源。 5. 水資源日漸減少，應珍惜水資源。
四、地球四周圍繞著大氣，大氣由許多種氣體構成。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 氮氣及氧氣佔空氣總重量的 98%，其餘為氫、氬、氦、氳、氫等氣體。 2. 水氣及二氧化碳是空氣中重要的稀少氣體。 3. 大氣層離地球越高，氣體越稀薄。 4. 氣圈從地面到高空依序分為對流層、平流層、中氣層、熱氣層。 5. 對流層最接近地面，與生物的關係最密切；平流層的臭氧層可減少紫外線對生物的傷害。
五、生物生存的範圍稱為生物圈，生物圈包括岩石圈、水圈及大氣圈的一部分。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地球提供生物生存所需的養分、水、日光及空氣。 2. 生物具有生長、繁殖、代謝、感應等生命現象。 3. 生物生存的範圍稱為生物圈，生物圈包括岩石圈、水圈及大氣圈的一部分。 4. 生物生存的範圍非常有限，我們應珍惜地球環境。

單元 2「訊息傳遞」的主要概念包括人體具有感覺器官以接受外界的刺激，神經系統負責人類訊息傳遞工作，人類利用語言及文字溝通，動物則可利用其它訊息傳遞方式進行溝通，科技文明使人類溝通的方式及效率均比以往更進步。在學科統整上，以生物學的神經系統為主軸，融入生活科技中的訊息傳遞概念及理化科中的聲音、光與波動等概念。本單元的輪形概念設計圖如圖 4-2，主概念及次概念分析如表 4-2。

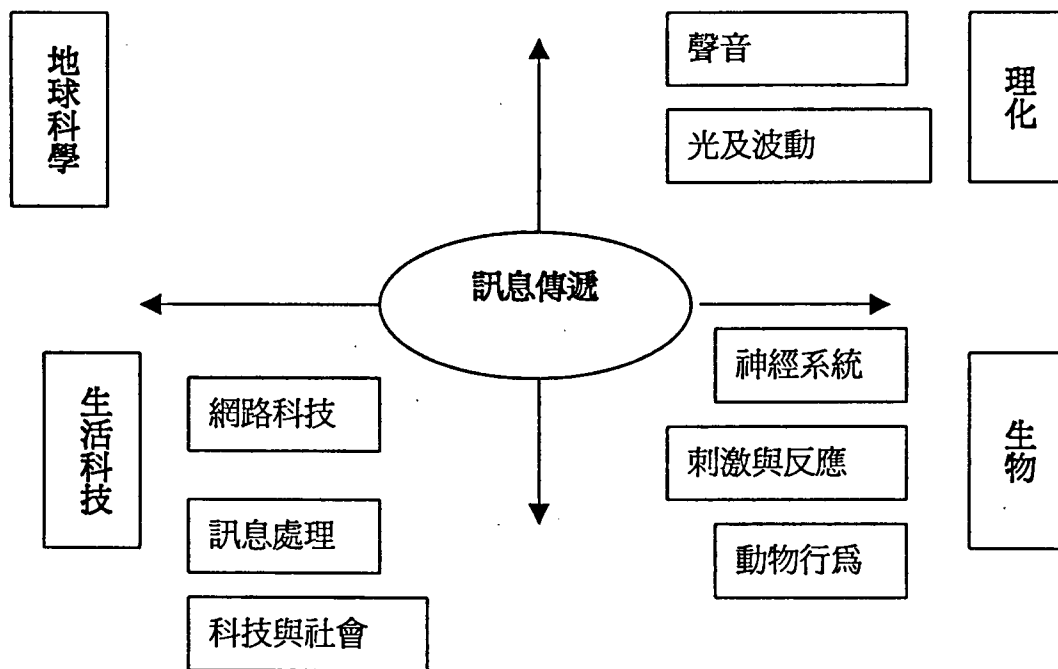


圖 4-2、單元 2「訊息傳遞」輪形概念設計圖

表 4-2、單元教材「訊息傳遞」概念分析：

主概念	次概念
一、人體具有各種感覺器官，以接受外界的刺激。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人體的感覺器官有眼、耳、鼻、舌、皮膚。 2. 眼睛接受光線、耳接受振動、鼻舌接受氣味和化學物質、皮膚接受冷熱、碰觸、壓迫等的刺激。
二、神經系統是動物體內部訊息傳遞的主要機構。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人的神經系統包括腦、脊髓、神經。 2. 神經系統的傳遞路徑是受器→感覺神經→腦或脊髓→運動神經→動器(肌肉或腺體) 3. 大腦產生感覺及判斷。
三、人與人之間的溝通主要靠文字及語言，亦即視覺和聽覺。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 眼睛的構造類似照相機，有水晶體(調焦距)、視網膜(底片)等構造。 2. 光線進入眼睛，刺激視網膜上的感光細胞，再由視神經將訊息傳至大腦產生視覺。 3. 耳朵的構造分外耳(耳殼、外聽道)、中耳(鼓膜、三小聽骨)、內耳(耳蝸、前庭、半規管)。 4. 空氣振動鼓膜，傳至三小聽骨、耳蝸，再由聽神經將訊息傳至大腦產生聽覺。 5. 物體振動藉由介質傳遞即會產生聲音。
四、其他動物常利用各種感覺以傳達求偶、警告、通訊等訊息給同伴。	<p>動物溝通利用：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 化學語言(嗅覺)：如蛾、螞蟻、老鼠。 2. 聲音(聽覺)：如蟬、蟋蟀、鳥類、海豚、狼。 3. 展示(視覺)：招潮蟹、孔雀。 4. 舞蹈和觸碰(觸覺)：螞蟻、蜜蜂。 5. 發光：如螢火蟲。
五、人類利用科技產物如電報、電話、收音機、電腦等，提高訊息傳達的效率與速度。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人類訊息傳遞方式的演進。 2. 電報、電話、收音機等乃將訊息轉為電波，傳遞至遠方後，再將訊號轉回聲音或文字訊息。 3. 資訊傳播科技產品已廣用於各領域。

單元3「能量從哪裡來」的主概念是介紹生物的呼吸作用，由呼吸作用延伸出呼吸運動調節的機制及氧化還原作用，血液循環帶動氧氣進入細胞並將二氧化碳排出體外。本單元以生物科的呼吸作用為主，整合理化科的氧化還原作用、能的形態與轉換，生活科技科的氧化還原的應用等。本單元的輪形概念設計圖如圖4-3，主概念及次概念分析如表4-3。

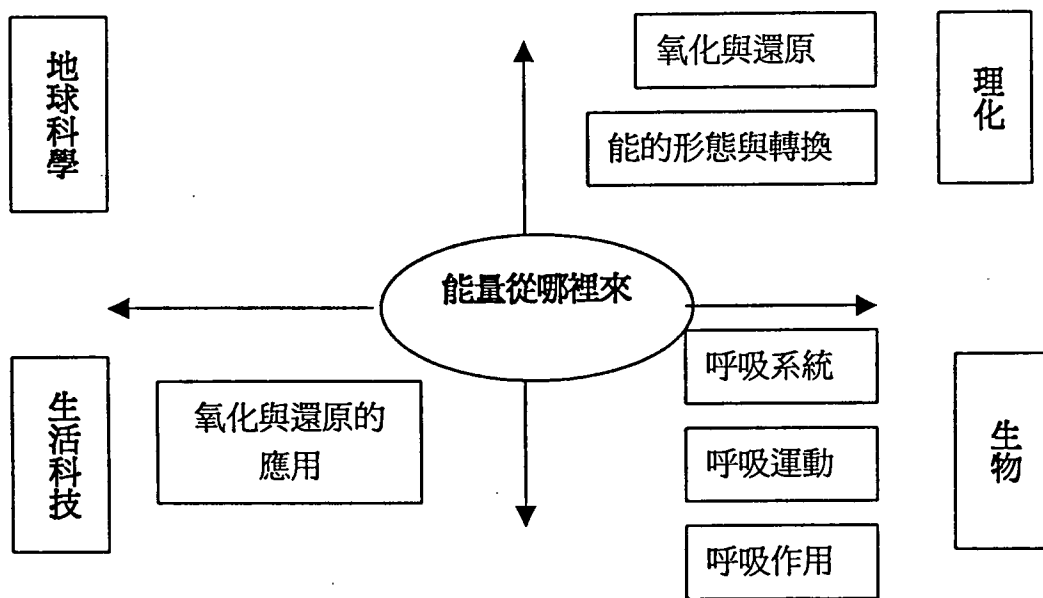


圖 4-3、單元3「能量從哪裡來」輪形概念設計圖

表 4-3、單元教材「能量從哪裡來」概念分析：

主要概念	次概念
一、生物的活動需要能量。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生物的生長、運動、代謝等均需要能量的供給。 2. 動物必須攝取食物才能供應所需的能量。 3. 植物可經光合作用合成葡萄糖，除了提供自己所需的能量外，也能提供動物所需的能量。
二、食物內含有醣類、脂質、蛋白質、維生素、礦物質等營養成分。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 動物攝取的食物內含有營養成分。 2. 醣類、脂質、蛋白質等大分子物質必須先分解為小分子物質才能進入細胞。 3. 細胞利用氧將葡萄糖氧化分解成二氧化碳和水的過程，稱為呼吸作用。 4. 葡萄糖須經呼吸作用才能釋放出能量。
三、鼻、喉、氣管、支氣管及肺構成人體的呼吸系統。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 當肋骨上舉橫膈收縮而下降時，空氣進入肺；當肋骨下降橫膈舒張而上升時，空氣排出體外。 2. 人體的呼吸系統包括鼻、喉、氣管、支氣管及肺。 3. 藉著胸腔的擴大或縮小而完成吸氣或呼氣的動作，稱為呼吸運動。 4. 成人的呼吸運動每分鐘約 18 次；劇烈運動時，呼吸運動加快。
四、空氣藉呼吸運動進入肺臟，肺內的氧氣經血液循環運行全身。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 細胞進行氧化作用，消耗氧氣並產生二氧化碳。 2. 氧氣及二氧化碳因濃度差異，藉擴散作用進出細胞及微血管。 3. 氧氣由呼吸運動進入微血管，微血管內的二氧化碳也藉呼吸運動排出體外。

(三) 自編教材領域內學科整合分析

為瞭解自編教材內容在「自然與生活科技」領域內教材整合情形，就自編教材次概念與教育部「自然與生活科技」課程綱要研修小組提供之「自然與生活科技」課程綱要（教育部，民 89c）內之課題、主題、次主題及細目配合情形，彙整如表 4-4、4-5、4-6。

單元 1「我們生活的地方」次概念中有三個課題，即自然界的組成與特性、自然界的作用及永續發展等，在自然界的組成與特性課題中，教材主題大部分集中在說明地球的環境中的次主題—110 組成地球的物質；在自然界的作用課題中，說明交互作用中的次主題—220 全球變遷；在永續發展課題中，內容包括生態保育中的次主題—510 生物和環境及科學與人文中的次主題—521 科學之美。由整合情形來看，生物圈及生物圈中形形色色的生物等生物主題在九年一貫課程中已融入地球環境主題內，這與以前的課程中，將生物圈獨立於生物學中的情況，顯然有很大的不同。在次主題「全球變遷」及次主題「組成地球的物質」中，均可將理化科中的「元素及化合物」及「臭氧層」等概念整合在本單元中。至於次主題「生物和環境」及次主題「科學之美」等議題則可在本單元中適度地融入教材內容中。

單元 2「訊息傳遞」的主要概念來自人體的神經系統，神經系統的次概念包括人體的感覺器官及其作用，並由此延伸出動物的溝通方式及其它訊息傳遞方式。因此，本單元的次概念中主要的課題為「自然界的作用」，主題為「改變與平衡」，次主題為「213 動物體內的恆定性與調節」及「216 聲音、光與波動」；另一個主題為交互作用，次主題為「221 生物對環境刺激的反應與動物行為」。在生活科技部分，本單元融入的課題為「生活與環境」及「永續發展」，主題分別為「生活科技」及「創造與文明」，次主題則為「414 訊息與訊息傳播」及「531 科技文明」。

單元 3「能量從哪裡來」以動物及植物的營養為起點，進一步說明營養成分由化學能轉化為熱能；次概念中同時說明呼吸運動及呼吸作用的功能。因此，本單元的課題為「自然界的作用」，主題為「構造與功能」、「改變與平衡」及「交互作用」等三項，次主題則包括「230 植物的構造與功能」、「231 動物的構造與功能」、「217 能的形態與轉換」、「225 氧化與還原」、「213 動物體內的恆定性與調節」等。

表 4-4、單元 1「我們生活的地方」教材次概念與「自然與生活科技」學習領域教材課題、主題及細目配合情形

教材次概念	課題	主題	次主題	細目
地球約 71% 為海洋，29% 為陸地	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4a. 認識地球上陸地與海洋的分布情形
地球陸地上有高山、平原、河流及森林等，地球外面由空氣籠罩著	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4c. 知道地球由一層空氣所包圍，這層空氣的溫度隨高度而變化
地球的陸地或海洋均有各式各樣的生物棲息	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4f. 瞭解地球上生物分布的範圍；
地殼由岩石構成，質地堅硬	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4b. 利用模型來認識地球的內部結構
地函大部分由岩石構成，溫度可高達一、二千度	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4b. 利用模型來認識地球的內部結構
地核溫度可高達四、五千度	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4b. 利用模型來認識地球的內部結構
岩石圈包括地殼及上部地函的一部分	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4b. 利用模型來認識地球的內部結構
我們居住在地殼之上	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4f. 瞭解地球上生物分布的範圍；
水圈包含地面水及地下水	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4d. 認識地球上的水圈；地下水、河流湖

	性		石、水、大氣)	泊與海洋
海水佔水圈的98%，淡水僅佔2%	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4d. 認識地球上的水圈；地下水、河流湖泊與海洋
可供飲用及灌溉的河水、地下水僅佔水圈的0.5%	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4e. 知道淡水和海水不同，海水無法直接飲用
水是一種可循環的資源	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4d. 認識地球上的水圈；地下水、河流湖泊與海洋
水資源日漸減少，應珍惜水資源	永續發展	生態保育	510 生物和環境	4a. 瞭解自然界中水循環
氮氣及氧氣佔空氣總重量的98%，其餘為氫、氬、氦、氖、氬等氣體	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4g. 瞭解大氣的重要成分與性質(氧氣、氮氣、水氣、二氧化碳等)
水氣及二氧化碳是空氣中重要的稀少氣體	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4g. 瞭解大氣的重要成分與性質(氧氣、氮氣、水氣、二氧化碳等)
大氣層離地球越高，氣體越稀薄	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4g. 瞭解大氣的重要成分與性質(氧氣、氮氣、水氣、二氧化碳等)
氣圈從地面到高空依序分為對流層、平流層、中氣層、熱氣層	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4c. 知道地球由一層空氣所包圍，這層空氣的溫度隨高度而變化
對流層最接近地面，與生物的關係最密切；平流層的	自然界的組成與特性	交互作用	220 全球變遷	4c 知道臭氧層的意義

臭氧層可減少紫外線對生物的傷害				
地球提供生物生存所需的養分、水、日光及空氣	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4f. 體認地球擁有維繫生物生存的環境因素
生物具有生長、繁殖、代謝、感應等生命現象	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4f. 體認地球擁有維繫生物生存的環境因素
生物生存的範圍稱為生物圈，生物圈包括岩石圈、水圈及氣圈的一部分	自然界的組成與特性	地球的環境	110 組成地球的物質(岩石、水、大氣)	4f. 瞭解地球上生物分布的範圍；並體認地球擁有維繫生物生存的環境因素
生物生存的範圍非常有限，我們應珍惜地球環境	永續發展	科學與人文	521 科學之美	4a. 體認生物間、人與自然之間互相依存、共生共榮的生態法則

表 4-5、單元 2「訊息傳遞」教材次概念與「自然與生活科技」學習領域教材課題、主題及細目配合情形

教材次概念	課題	主題	次主題	細目
人體的感覺器官有眼、耳、鼻、舌、皮膚	自然界的相互作用	交互作用	221 生物對環境刺激的反應與動物行為	----
眼睛接受光線、耳接受震動、鼻舌接受氣味和化學物質、皮膚接受冷熱、碰觸、壓迫等的刺激	自然界的相互作用	交互作用	221 生物對環境刺激的反應與動物行為	4b. 知道人對某色光的感覺稱為某顏色 4c. 知道各色光重疊照射可使人感覺到白色
人的神經系統	自然界的	改變與平衡	213 動物體	4d. 認識神經細胞的形

包括腦、脊髓、神經	作用		內的恆定性與調節	態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形
神經系統的傳遞路徑是受器、感覺神經、腦或脊髓、運動神經、動器（肌肉或腺體）	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的恆定性與調節	4d. 認識神經細胞的形態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形
大腦產生感覺及判斷	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的恆定性與調節	4d. 認識神經細胞的形態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形
眼睛的構造類似照相機，有水晶體（調焦距）、視網膜（底片）等構造	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的恆定性與調節	4d. 認識神經細胞的形態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形
光線進入眼睛，刺激視網膜上的感光細胞，再由視神經將訊息傳至大腦產生視覺	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的恆定性與調節	4d. 認識神經細胞的形態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形
耳朵的構造分外耳（耳殼、外聽道）、中耳（鼓膜、三小聽骨）、內耳（耳蝸、前庭、半規管）	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的恆定性與調節	4d. 認識神經細胞的形態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形
空氣振動鼓膜，傳至三小聽骨、耳蝸，再由聽神經將訊息傳至大腦產生聽覺	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的恆定性與調節	4d. 認識神經細胞的形態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形
物體振動藉由	自然界的	改變與平衡	216 聲音、	4a 知道聲音可由音量、

介質傳遞即會產生聲音	作用		光與波動	音調及音色來描述
動物溝通利用：化學語言(嗅覺)、聲音(聽覺)、展示(視覺)、舞蹈和觸碰(觸覺)、發光	自然界的 作用	交互作用	221 生物對環境刺激的反應與動物行為	4d 認識動物行為
人類訊息傳遞方式的演進	生活與環境	生活科技	414 訊息與訊息傳播	4i 應用網路查詢資料 4j 應用電子郵件傳遞訊息
電報、電話、收音機等乃將訊息轉為電波，傳遞至遠方後，再將訊號轉回聲音或文字訊息	生活與環境	生活科技	414 訊息與訊息傳播	4e 了解訊息傳送的處理方式 4f 了解訊息接收的處理方式 4g 了解訊息取出的處理方式
訊傳播科技產品已廣用於各領域	永續發展	創造與文明	531 科技文明	4a 了解科技與社會的關係

表 4-6、單元 3「能量從哪裡來」教材次概念與「自然與生活科技」學習領域教材課題、主題及細目配合情形

教材次概念	課題	主題	次主題	細目
生物的生長、運動代謝等均需要能量的供給	自然界的 作用	改變與平衡	217 能的形態與轉換	4d 瞭解生物體需要養分維持生命
動物必須攝取食物才能供應所需的能量	自然界的 作用	改變與平衡	217 能的形態與轉換	4d 瞭解生物體需要養分維持生命；動物可經由攝食得到養分

植物可經光合作用合成葡萄糖，除了提供自己所需的能量外，也能提供動物所需的能量	自然界的 作用	改變與平衡	217 能的形態與轉換	4d 植物進行光合作用製造有機養分
		構造與功能	230 植物的構造與功能	4a 認識葉子的構造及功能
動物攝取的食物內含有營養成分	自然界的 作用	改變與平衡	217 能的形態與轉換	4d 動物可經由攝食得到養分
醣類、脂質、蛋白質等大分子物質必須先分解為小分子物質才能進入細胞	自然界的 作用	構造與功能	231 動物的構造與功能	4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能
細胞利用氧將葡萄糖氧化分解成二氧化碳和水的過程，稱為呼吸作用	自然界的 作用	構造與功能	231 動物的構造與功能	4c 瞭解細胞呼吸作用及人體的呼吸系統
		交互作用	225 氧化與還原	4d 瞭解呼吸作用是一種氧化作用
葡萄糖須經呼吸作用才能釋放能量	自然界的 作用	改變與平衡	217 能的形態與轉換	4c 認識化學變化中能量的轉換 4d 生物經由呼吸作用分解養分釋出能量
當肋骨上舉橫膈收縮而下降時，空氣進入肺；當肋骨下降橫膈舒張而上升時，空氣排出體外	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的橫定性與調節	4b 瞭解生物的呼吸作用及知道人類呼吸運動的調節機制
人體的呼吸系統包括鼻、喉、氣管、支氣管及肺	自然界的 作用	構造與功能	231 動物的構造與功能	4c 瞭解細胞呼吸作用及人體的呼吸系統

藉著胸腔的擴大或縮小而完成吸氣或呼氣的動作，稱為呼吸運動	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的橫定性與調節	4b 瞭解生物的呼吸作用及知道人類呼吸運動的調節機制
成人的呼吸運動每分鐘約 18 次；劇烈運動時，呼吸運動加快	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的橫定性與調節	4b 瞭解生物的呼吸作用及知道人類呼吸運動的調節機制
細胞進行氧化作用，消耗氧氣並產生二氧化碳	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的橫定性與調節	4b 瞭解生物的呼吸作用及知道人類呼吸運動的調節機制
氧氣及二氧化碳因濃度差異，藉擴散作用進出細胞及微血管	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的橫定性與調節	4b 瞭解生物的呼吸作用及知道人類呼吸運動的調節機制
氧氣由呼吸運動進入微血管，微血管內的二氧化碳也藉呼吸運動排出體外	自然界的 作用	改變與平衡	213 動物體內的橫定性與調節	4b 瞭解生物的呼吸作用及知道人類呼吸運動的調節機制

(四) 自編教材預期可達成的分段能力

綜合以上自編教材概念分析及領域內學科整合分析結果，三個單元教材在「自然與生活科技」領域內可整合的學科如表 4-7 所示，單元 1「我們生活的地方」可整合地球科學、生物及理化等三個學科；單元 2「訊息傳遞」可整合生物、理化及生活科技等三個學科；單元 3「能量從哪裡來」也可以整合生物、理化及生活科技等三個學科。

在分段能力指標方面，三個單元教材預期可達成的分段能力指標如表 4-7 所示，每一個單元教材均可達成十二項至十四項的能力，這些能力包括(1)過程技能、(2)科學與技術認知、(3)科學本質、(4)科技的發展、(5)科學態度、(6)思考智能、(7)科學應用、(8)設計與製作等八項，其中過程技能、科學與技術認知及思考智能等能力所佔比率較高。在自編教材中，可因教材內容性質分別融入的議題包括環境教育、科學之美、兩性教育、資訊教育、科學史及科技文明等。

表 4-7、教材單元設計可整合的科目及可達成的分段能力指標之比較

單元	可整合的科目	預期可達成的分段能力指標					融入的議題
我們生活的地方	地球科學、生物、理化	1411	1432	1453	2412	2432	環境教育 科學之美
		2441	3402	3406	5412	6411	
		6421	6441	7401	7405		
訊息傳遞	生物、理化、生活科技	1411	1441	1451	1452	1455	兩性教育 資訊教育
		2412	2421	3402	4412	4422	
		5411	6411	6421	6441	7401	
		7405	8402				
能量從哪裡來	生物、理化、生活科技	1411	1443	1452	1454	2412	科學史 科技文明
		2421	2453	3401	5411	6411	
		6421	6441	7401	7403		