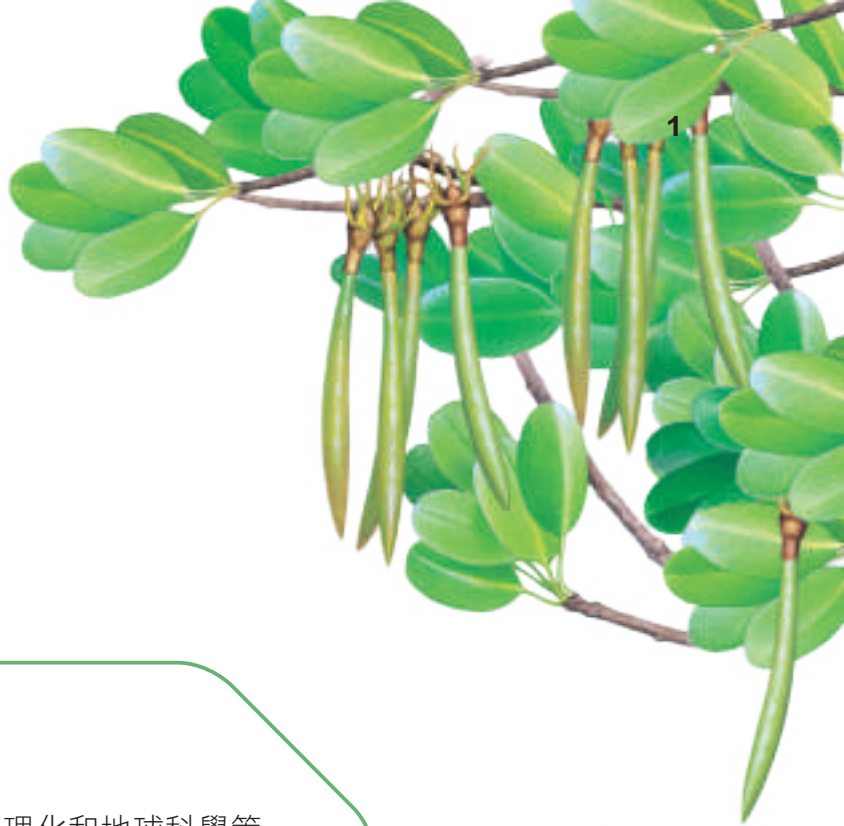




給同學的話

親愛的同學，你好：

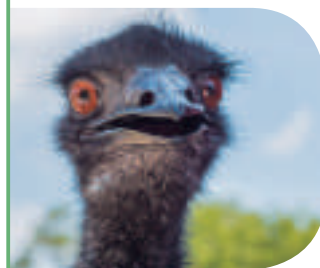
自然科學領域的內容，包含了生物、理化和地球科學等科目，融合而成的一門課程。

在學習自然科學的過程中，我們希望你除了學得基本的科學知識之外，更能夠隨時保持著好奇的探究精神、多面向的思考與假設、強化邏輯推理的能力、培養動手做的實作技能，最重要的是能夠將知識內化為解決問題的能力。

本書的編排方式，是依照人與自然交互作用的觀點，介紹生活於其間的生物（包括自己），及其共同的生命現象。

課本中除了有課文詳盡的說明外，還有精美豐富的圖片，以圖輔文的呈現方式，如此能讓你學習起來更有效率，且藉由圖像化的學習，也讓你更容易理解課程內容；為了讓你方便閱讀，在課文中特別以**關鍵字**標示，讓你能夠更迅速而正確地獲知學習重點。相信以上種種貼心的設計，會讓你對於自然科學的學習更有興趣，並且有所獲益。

編者謹識



目次

國中自然1上

符號使用說明 4
重要名詞索引 198
解答 203

1

生命世界與科學方法

1-1 多彩多姿的生命世界	8
1-2 探究自然的科學方法	14
1-3 進入實驗室	23
實驗1-1 複式顯微鏡與解剖顯微鏡的使用	28

2

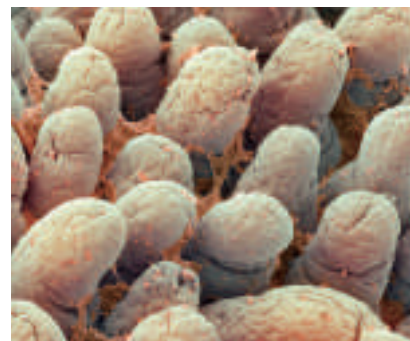
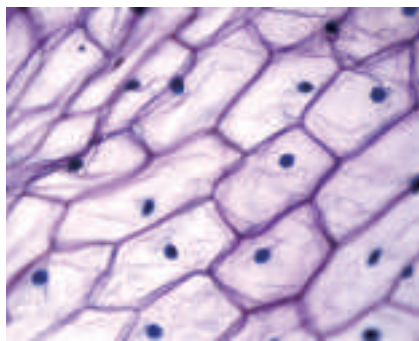
生物體的組成

2-1 生物體的基本單位	42
2-2 細胞的構造	44
實驗2-1 細胞的觀察	46
2-3 物質進出細胞的方式	49
2-4 生物體的組成層次	53
實驗一點靈	58

3

生物體的營養

3-1 食物中的養分與能量	76
實驗3-1 澱粉與糖分的測定	78
3-2 酵素	81
實驗3-2 溫度對唾液分解澱粉的影響	84
3-3 植物如何製造養分	86
實驗3-3 光與光合作用	90
3-4 人體如何獲得養分	92





4

生物體的運輸作用

4-1 植物的運輸構造	108
4-2 植物體內物質的運輸	112
實驗4-1 植物體內水分的運輸	116
4-3 人體心血管系統的組成	118
實驗4-2 探測心音與脈搏	124
4-4 人體的循環系統	126
實驗一點靈	134

5

生物體的協調作用

5-1 刺激與反應	142
5-2 神經系統	144
實驗5-1 反應時間的測定	152
5-3 內分泌系統	153
5-4 行為與感應	158

6

生物體的恆定

6-1 呼吸與氣體的恆定	172
實驗6-1 動植物的呼吸作用	179
6-2 排泄與水分的恆定	181
6-3 體溫的恆定與血糖的恆定	186
實驗一點靈	194



符號

使用說明

課堂學習

探究提問

可和同學一起討論和探究，進行深入的科學研究。

隨堂筆記

整理課程重點，並有系統的記錄下來。

例題 1-1

藉由解題過程，驗證自己上課中所學的內容是否正確。

課程延伸

課程補充

課內知識的補充說明，讓你學習更全面。

延伸補充

課外知識的延伸學習，讓你增廣見聞。

生物 In my life

生活中會面對的問題，請試著找出問題的成因並處理它。

跨科主題

一個嶄新的單元，透過主題式課程將生物、理化、地科結合起來，讓你在快樂的探索中，與大自然做最親密的接觸。

科學
素養

實作
學習

重點
整理

科學 STORY

與課程相關的重要科學發展，學習科學家對於該現象的觀察、發現與研究。

實 驗

與同學分組進行實驗，觀察、記錄並討論實驗結果。

圖解 point

集結本章的內容精要，複習時可一目了然。

科學家 日誌

認識一些著名的科學家，學習他們追求科學本質的態度。

探討活動

教室中直接進行活動，體驗、觀察並討論活動現象。

實驗一點靈

實驗與探討活動的摘要整理，幫你複習實驗精華。

科學 大事記

選錄科學新知或時事議題等延伸性文章，幫你成為一個新新人類。

探究任務 Mission 0

著重於科學探究歷程，在操作與探索體驗過程中獲得發現問題、歸納、推理、解決問題以及自我學習的能力。

1 生命世界與科學方法

1-1 多彩多姿的生命世界

1-2 探究自然的科學方法

1-3 進入實驗室

爬山踏青時，你是否發現周遭蛙鳴鳥叫、生機勃勃，但當遊客經過時，瞬間一片寂靜，彷彿動物都消失了。原來這些動物們會各顯神通，讓自己隱藏在環境之中。

探究提問

想想看，這種將自己隱身在環境中的方式，對生物的生存有何影響？除了本圖中的動物之外，你還知道哪些生物有這樣的本領？讓牠們在生存上增加哪些優勢？





考驗你的眼力，跟同學比比看，誰能找到最多隱身於環境中的動物吧！

1-1 多彩多姿的生命世界

仰望璀璨星空，除了讚嘆美麗，你是否會好奇這些星星上究竟有沒有生物居住？目前我們所知，地球是唯一有生物生存的星球。地球具有哪些條件讓生物可以生存呢？在探討這些問題之前，我們要了解什麼是生物。

1 生命現象

自然界中，能表現出生命現象的個體，稱為**生物**，例如：動物和植物；不能表現出生命現象的物體，則稱為**非生物**，例如：礦物和水。**生命現象**包括代謝、生長與發育、感應與運動、生殖等（圖1-1）。生物可藉由代謝作用，將體內的物質分解或合成，使個體生長發育；生物也會感知環境中的變化，產生反應或運動，並藉由生殖繁衍後代。



▲ 圖1-1 生物的生命現象

2 生物生存的要素

地球擁有生物生存所需要的各種資源，例如：陽光、空氣、水和養分，因而孕育出各式各樣的生物。

陽光 生物所需的能量，大多都直接或間接來自太陽。由於地球和太陽的距離適當，有利於地球上液態水保存，使生物適合生存。

空氣

空氣中的氧氣可供生物呼吸，二氧化碳可供植物進行光合作用。此外，地球表面的大氣層可幫助地球維持溫度，並減少隕石衝向地球時，可能對地球造成的損害。

水

水是組成生物體的重要成分，也是體內進行許多作用的必要物質。



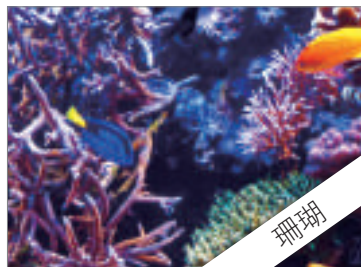
養分

生物必須利用養分產生能量，維持體內各種功能的正常運作。

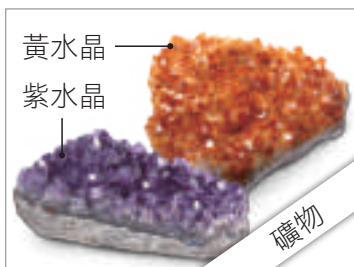


隨堂筆記

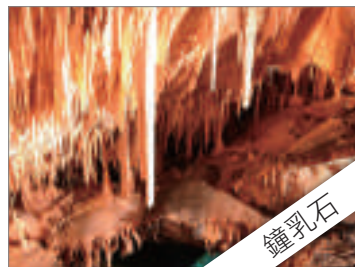
你認為下面哪些是生物？說明你判斷的理由。



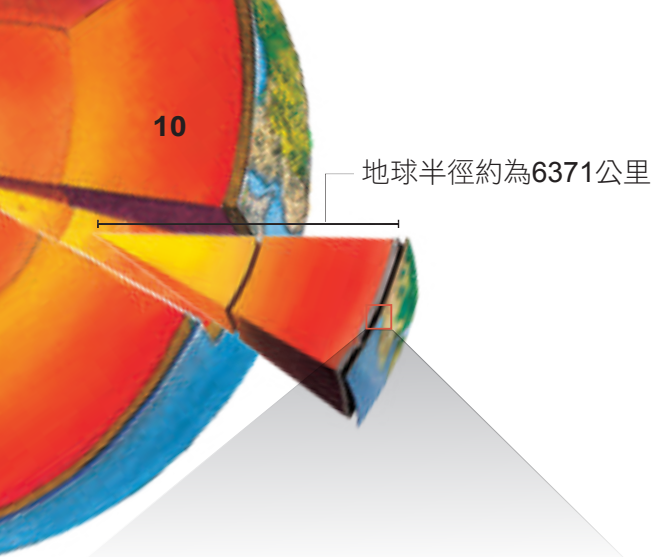
☐ 生物
☐ 非生物
因為 _____



☐ 生物
☐ 非生物
因為 _____



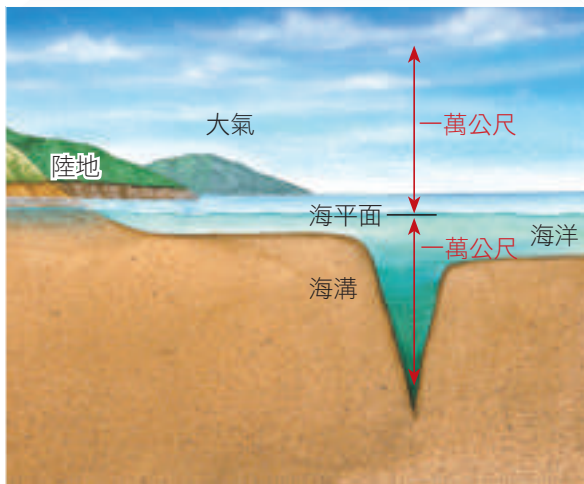
☐ 生物
☐ 非生物
因為 _____



3 生物圈

地球有多樣的環境，各種生物生存其中，所有的生物及其生存的環境合稱為**生物圈**。生物圈是人為訂定的區域，範圍會隨著生物的發現與滅絕而變動，大約在海平面垂直上、下各一萬公尺之間（圖1-2），與整個地球的大小相比，僅占地球表面薄薄的一層。

生物大多數生存在靠近地表及淺水的環境裡，在溫暖及水分充足的地方，例如：熱帶雨林和珊瑚礁中（圖1-3），生物也會較為繁盛及多樣化。



▲ 圖1-2 生物圈的範圍

a 熱帶雨林



b 珊瑚礁



▲ 圖1-3 溫暖且水分充足的環境有許多生物



在特殊的環境中，仍有生物居住，像冰天雪地的北極與黑暗的深海海溝，甚至在高溫熾熱的溫泉，還能發現細菌生活在其中（圖1-4）。

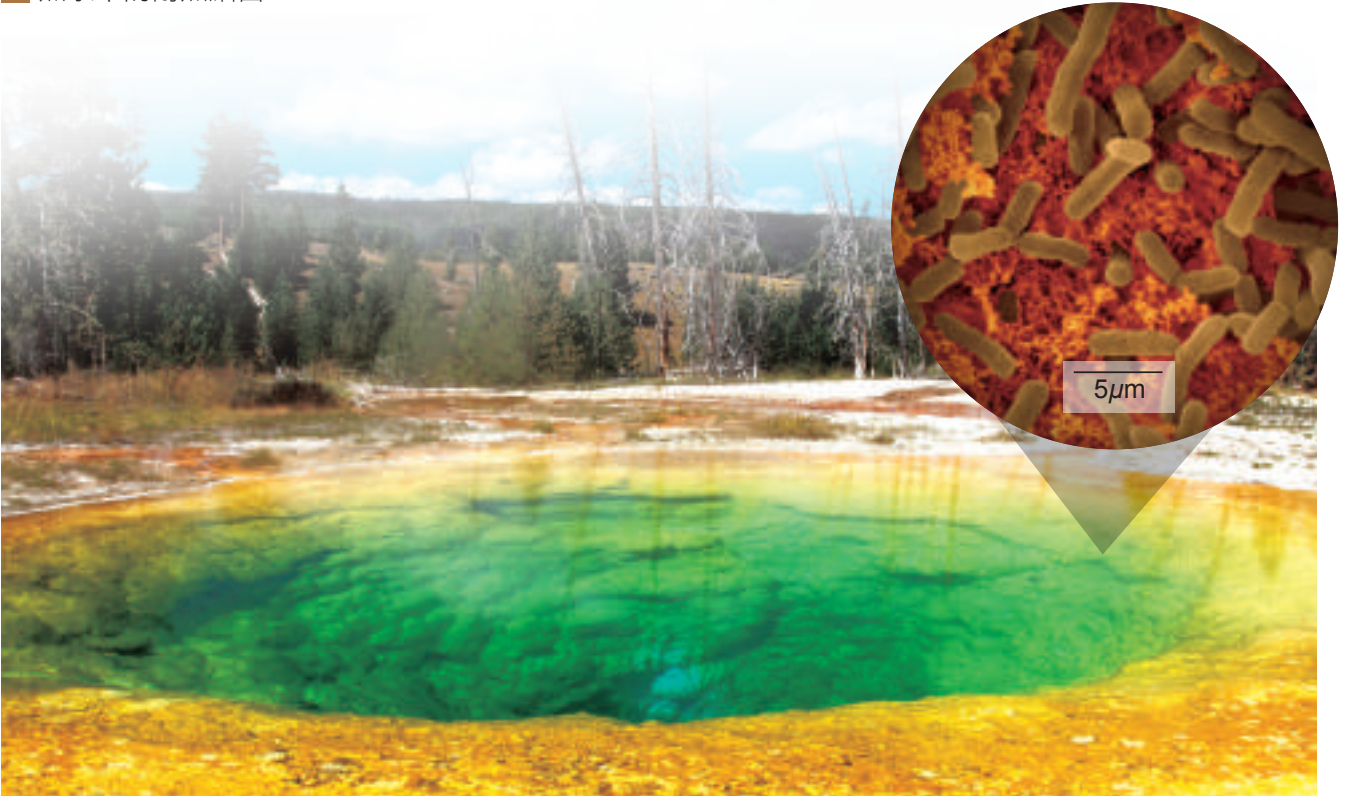
a 寒冷環境中的北極熊



b 深海環境中的蟹



c 熱泉中的耐熱細菌



▲ 圖1-4 特殊環境中仍有生物居住

4 環境中的生物

在自然界裡，有些生物在外觀和構造上，會與周遭的環境很相似；有些還會發展出特殊的生存策略，以獲取最佳的生存機會。

與周遭環境相似

有些生物具有保護色，或是外形和周遭相似，可使自己隱藏在環境中，不易被捕食者或獵物發現。



具有綠色的保護色



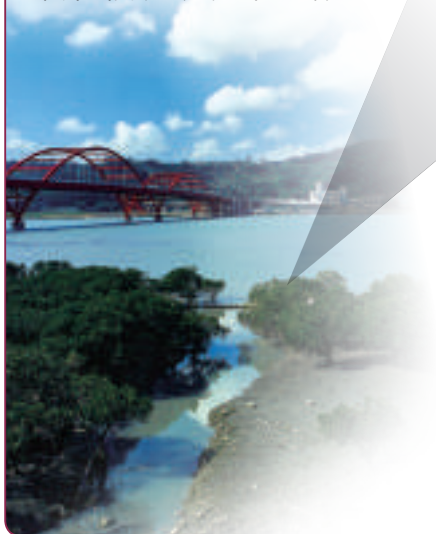
外形似樹枝



翅膀似枯葉

特殊的生存策略

特殊環境中的生物常具有獨特的構造，以利牠們在環境中生存。



胎生苗

水筆仔生活在土壤鹽分高且缺氧的河口環境，種子會留在母株上吸取養分，發育成筆狀的胎生苗，之後會離開母株落入土中，長成一株新個體。



針狀葉

仙人掌

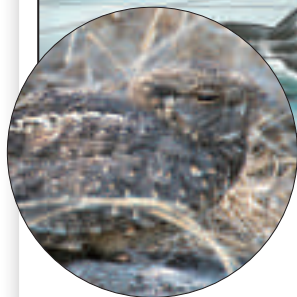
生長在乾燥環境中的仙人掌，具有針狀的葉以減少水分散失，肥厚的莖則可在雨季時儲藏水分。



看到這裡，你是否覺得生物的千奇百態很有趣呢？
 地球上的所有生物應共榮共存，但近百年來，因人類進行各種開發建設，大幅改變了原來的生態環境。地球是我們唯一賴以生存的地方，我們應愛護周遭環境，珍惜各項資源，才能在此永續生存。



生物 In my life



夜鷹築巢

小提示 臺灣夜鷹 (*Caprimulgus affinis*)，為夜行性、以昆蟲為食、羽色為暗褐色摻雜黑或黃褐色條紋的鳥類，外貌像是環境中的枯葉。由於人類都市的開發，使牠們逐漸遷入臺灣中南部都會區，築巢地點常會在與體色相近、且較無人類活動的空曠屋頂。在繁殖期，雄夜鷹常於夜間大聲鳴叫求偶。

- ① 為什麼夜鷹在都市中，常在空曠屋頂築巢？
- ② 如果你是野外身具暗褐色羽毛的夜鷹，選擇築巢地點該考量哪些條件？

1-2 探究自然的科學方法

1 科學方法

生活中，我們會對一些自然現象產生好奇，麵包為什麼會發霉？鳥類何以能在空中飛翔？颱風是如何形成的？
5 科學家針對各種疑問，會嘗試利用不同的方法尋求答案，這些探究問題的方法，稱為**科學方法**。

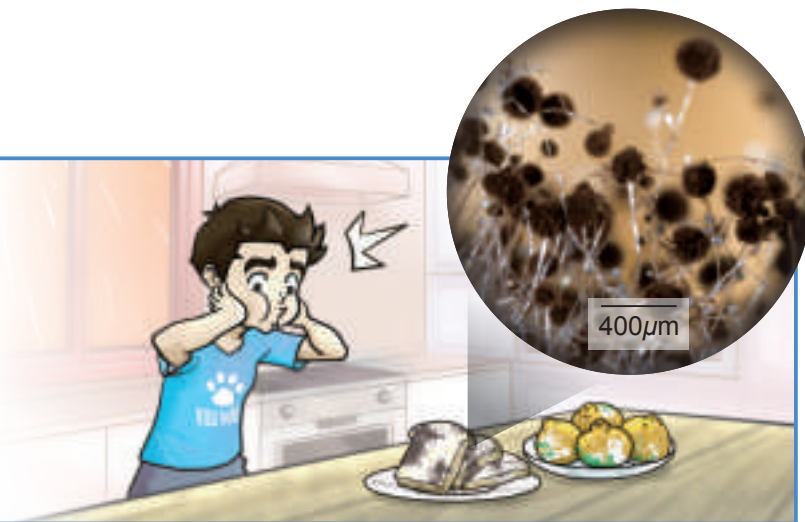
除了進行研究，我們也可以用科學方法來解決日常生活中遇到的各種問題，最常用的科學方法流程包括觀察、提出問題、參考文獻資料、形成假說、設計與進行實驗、
10 分析實驗結果和提出結論等。讓我們以「水分和黴菌的生長關係」為例，認識科學方法的流程（圖1-5）。

圖1-5 科學方法的流程

1 觀察

觀察通常是科學方法的第一步

經由觀察，發現在多雨的季節，物體常有發霉的現象



2 提出問題

針對觀察到的現象，提出問題

心中可能產生疑問：水分是否會影響黴菌的生長呢？





3 參考文獻資料

查詢相關資料以提出各種可能

參考各種具可信度的書籍和網路資料，了解相關知識



4 形成假說

針對問題提出可能的假說，假說（Hypothesis）是對某一現象的可能解釋，此解釋應該要合理，並且能進行科學實驗加以驗證

提出水分可以促進黴菌生長的假說



5 設計實驗

設計與進行實驗

設計與進行「水分和黴菌的生長關係」實驗

實驗組

對照組

控制變因

應變變因

操作變因



不支持假說

6 分析實驗結果

有系統的整理紀錄、製作圖表，並分析結果，驗證假說



整理紀錄發現有噴水的吐司麵包（實驗組）較快長出黴菌，提出水分可以促進黴菌生長的結論；如果要避免發霉，最好讓食物保持乾燥

支持假說

7 提出結論

根據實驗結果，提出結論



2 實驗設計的重點

「水分和黴菌的生長關係」實驗中，有噴水的吐司是主要觀察對象，稱為**實驗組**；未噴水的吐司與實驗組作為比較之用，稱為**對照組**。設計實驗時，必須考慮到各種可能會影響實驗結果的因素，稱為**變因**。

控制變因為實驗組和對照組相同的各種因素；**操作變因**為實驗組和對照組不同的單一因素；**應變變因**為實驗後要測量或比較的項目（表1-1）。

表1-1 「水分和黴菌的生長關係」的實驗變因設定

變因 \ 組別	實驗組	對照組
控制變因： 實驗組和對照組都要相同的因素	吐司：大小、厚度……等 環境：溫度、光線、空氣流動情形……等	
操作變因： <u>水分</u> 實驗組和對照組不同的單一因素	有噴水 	沒噴水 
應變變因： <u>麵包發霉比例</u> 實驗後要測量或比較的項目	發霉比例高 	發霉比例低 



變因是依據實驗的目的而定，所以「溫度」在這個實驗中是控制變因，在別的實驗中可能是操作變因囉？



在實驗進行中，須嚴格控制及操作各種變因，才能精確了解不同變因對實驗結果的影響。實驗組與對照組除了要試驗的單一變因（操作變因）不同之外，其餘的變因（控制變因）都必須相同，才能確定是操作變因的差異影響了實驗結果（應變變因）。實驗後，針對結果進行分析，若能以數據或圖表呈現結果，可增加讀者對研究結果的理解（圖1-6）。

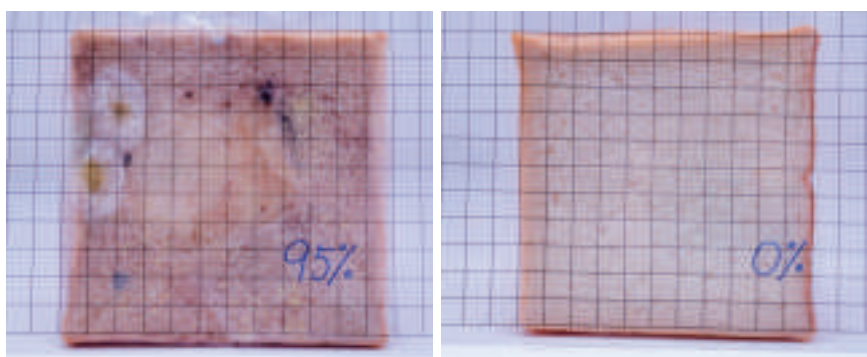
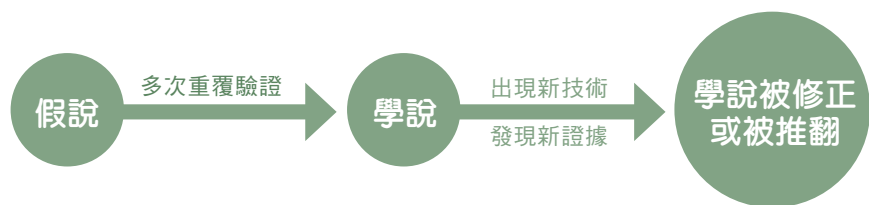


圖1-6 將實驗結果以數據及圖表呈現

3 實驗的結論與修正

如果實驗結果和假說不符，可能是假說錯誤或實驗設計不當，應重新檢視修正後再次實驗，直到獲得合理的結論為止。實驗往往要重覆驗證多次，即使不同人操作相同的實驗，也應能得到一致的結果。

有些具有獨特性見解的假說，經過多次實驗探討和證實，可成為學說。不過，若日後科學家再以更先進的技術重新設計實驗，或發現新證據，學說仍可能會被修正或推翻。



現在就讓我們跟著前面的科學方法，了解實際進行實驗可能會碰到的問題與過程。



探究任務

Mission 0

認識探究的方法

阿生老師買了許多美味的麵包，不小心放了太多天，結果麵包不但超過保存期限，還長出黴菌，他注意到：這些麵包的保存條件不同，發霉的程度也不一樣，這似乎是值得探究的好議題呢！

哎呀，幾天沒注意麵包都發霉了。



觀察這些發霉程度不同的麵包，同學們有什麼想法呢？

線索②：甜度

我記得蜂蜜蛋糕很甜、吐司不甜，有影響嗎？

線索③：硬度

乾巴巴的法國麵包只有一點點霉，軟綿綿的吐司幾乎長滿霉。

線索①：好吃程度
發霉還好吃嗎？

線索④：溫度
這個摸起來還冰冰的。

線索⑤：包裝

一看就知道啦！有包裝的沒有發霉。



探究任務

同學們的觀察和疑問

麵包發霉是否和麵包的_____有關？

好吃程度、甜度、硬度、溫度、包裝

為個人觀點

觀察到的現象是否可用
比較科學性的敘述呢？

根據這些變因，
能夠提出什麼假
設呢？

同學們查詢或已知的訊息

麵包	蜂蜜蛋糕	吐司	法國麵包	波羅麵包
發霉程度	一點點	嚴重	一點點	無
甜度	很甜	不甜	不甜	一點甜
硬度	有點軟	軟綿綿	很硬	有點軟
溫度	常溫	常溫	常溫	冰
包裝	無	無	無	有

包裝袋不要打開
就不會發霉啦！

放在冰箱的比較
不會發霉。

乾乾的麵包
不容易發霉。

比較甜的東西比較
不會發霉。



將實驗過程完整記錄下來，可以在實驗結果不符合假說時，從紀錄中找尋線索！

跟著粉紅色的箭頭和文字引導，檢視實驗紀錄的內容，未來你也可以發展自己的做法。

設定研究方向

一年二班 李小明

民國111年9月10日

研究主題：麵包發霉與_____的關係

1 觀察

1. 波羅麵包摸起來冰冰的，沒有發霉。
2. 吐司麵包摸起來是常溫，嚴重發霉。

依照研究主題，描述你所觀察到的現象

2 提出問題

麵包在室溫和低溫下，發霉情形是否會有差異？

3 參考文獻資料

經查尋書籍得知，會造成麵包發霉的生物是黴菌，其生長與溫度有關。

4 形成假說

麵包放在低溫處較室溫處不易發霉。

參考資料和觀察到的現象，提出可能的假說

5 設計實驗

材料：麵包、水、夾鏈袋

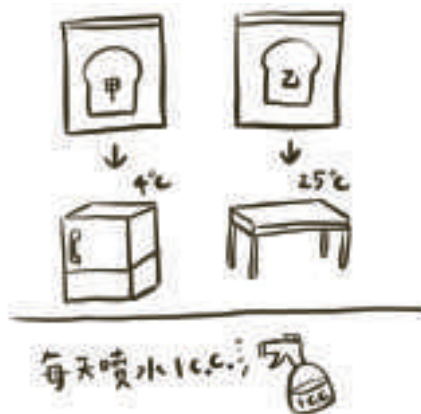
步驟：完全相同的

實驗中若有發現不足之處，步驟可以慢慢改良

1. 取兩塊麵包，放入夾鏈袋密封，標示甲、乙。
2. 將甲組放在冰箱中，乙組放在室溫下。
3. 每天打開夾鏈袋噴水1c.c.。
4. 觀察10天，每天記錄發霉的狀況。

你怎麼確定不是因為麵包成分不同而造成影響？

完全乾燥的狀況下黴菌也無法生存。



可以畫出實驗裝置

試著寫出實驗的研究細節，
並寫出變因

變因	組別	實驗組 甲	對照組 乙
控制變因：		麵包種類、大小……等	
操作變因：	溫度	放於冰箱	放於室溫
應變變因：	麵包發霉比例	推測：發霉比例較低	推測：發霉比例較高

6 實驗紀錄與結果

將實驗得到的結果記錄下來，可
以善用圖表來表達

發霉 比例 (%)	天數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
甲		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
乙		0	0	0	3	20	50	80	85	90	95

第一天照片



第四天照片



第七天照片



第十天照片



7 提出結論

1. 第四天後，在冰箱的麵包發霉比例皆小於放在室溫的麵包，所以麵包放在低溫處較室溫處不易發霉。
2. 食物最好還是放在冰箱中保存，並且盡早吃完，才能避免發霉。
3. 本次實驗中未討論比室溫高的溫度是否影響黴菌生長，未來可以進一步研究。

透過實驗我發現什麼？我想跟同學分享什麼？

生活中任何的問題都可以用這樣的方式進行探究，除了能協助解決生活中的問題，也能應用發現而有新的發明。

任務
完成



設定變因是做好實驗的關鍵步驟，以下試著練習看看。

研究主題：有無包裝對於麵包發霉的影響

一年二班 田小智
民國111年9月12日

變因 \ 組別	實驗組 甲	對照組 乙
控制變因：		
操作變因：		
應變變因：		

研究主題：

一年二班 邱可莉
民國111年9月12日

變因 \ 組別	實驗組 甲	對照組 乙
控制變因：		
操作變因：		
應變變因：		





1-3 進入實驗室

實驗過程中，須確實遵守實驗室安全守則，才能安心學習。



遵守

實驗室安全守則

1. 實驗應在教師指導下進行，嚴禁從事與實驗無關的活動與工作。
2. 實驗室內禁止飲食、追逐打鬧或嬉戲。
3. 應確認實驗室內消防器材、急救設備擺放的位置，並了解逃生路線。
4. 實驗中，應穿著實驗衣，必要時應戴上手套及護目鏡，蓄長髮者應束紮整齊。
5. 廢棄物應集中管理，並依環保原則處理，不可任意丟棄。
6. 實驗時若發生意外事件，處理原則如下：
 - (1) 酒精燈翻倒著火時，應迅速覆蓋溼抹布滅火。
 - (2) 眼睛若碰到酒精，應以大量生理食鹽水沖洗。
 - (3) 皮膚若被割傷，用生理食鹽水洗滌傷處，塗上優碘藥水後貼上貼布。
 - (4) 發生燒燙傷意外時，應遵守「沖、脫、泡、蓋、送」的處理原則。
 - (5) 傷勢較嚴重時，應立刻至健康中心進行處理。

詳細守則請見活動紀錄簿 p2



護目鏡

頭髮束紮整齊

廢棄物集中管理

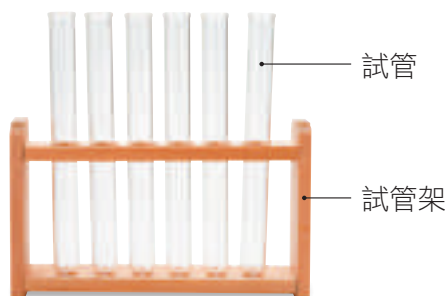
手套

實驗衣





實驗室常用器材



試管及試管架

試管可作為少量物質反應的容器。試管置於試管架上，可避免傾倒或滾落。



燒杯

可進行液體的稀釋或混合，及固體物質的溶解。加熱時，應放置於三腳架及陶瓷纖維網上，以免受熱不均勻而破裂。



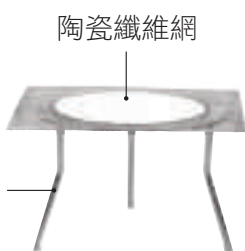
錐形瓶

功能及使用方法與燒杯相似，混合物質時，可用手握住瓶頸搖晃瓶身以混合均勻。



酒精燈

酒精燈中的酒精應維持 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 的量，不足時以漏斗添加，避免酒精流出。使用酒精燈時，應以打火機點燃；使用完畢後，則以燈罩蓋熄火焰。

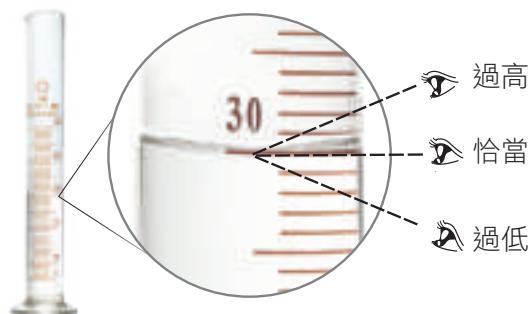


三腳架及陶瓷纖維網

搭配酒精燈使用，能使器材底部均勻受熱。加熱完畢，應待其冷卻後再拿取，以免燙傷。



不可用另一點燃的酒精燈引燃。



量筒

量筒是用來測量液體體積的工具，讀取刻度時，視線須和液面中央處等高。



不可在量筒中配置溶液或進行反應，也不可加熱量筒。





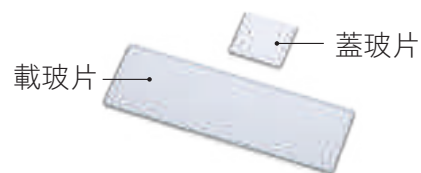
培養皿

培養與觀察時使用的淺盤狀玻璃器皿，通常為兩個一組，也可拆開使用。



研鉢及杵

實驗用的研鉢和杵，可將固體物質研磨成較細的粉末。



蓋玻片與載玻片

製作顯微標本所使用的玻璃薄片，應小心拿取以免破碎，並注意不要在玻璃面上留下指紋。



滴管

吸取或注入少量液體所用的工具。使用時應特別注意持拿的方式，以免其中的液體灑落。

滴管正確的持法

使用滴管時，應輕壓橡皮頭，使滴管中的液體滴下。



滴管不可倒持，以免液體逆流到滴管頭，造成汙染或腐蝕。



溫度計

測量溫度的工具。測量液體時，應置於液體中間，而非底部或頂部，才能獲得正確數據。



鑷子

尖頭的金屬工具，用來夾取微小的實驗材料。

複式顯微鏡



物鏡

圖中的顯微鏡有三個鏡頭，其中較短者倍率較小，較長者倍率較大。



4×



10×



60×

目鏡

一般目鏡的放大倍率有10倍（10×）與15倍（15×）兩種，鏡頭愈短者放大倍率愈大。



15×



10×



視野：目鏡中所看到的圓形範圍

鏡筒

目鏡和物鏡之間的筒形長管

旋轉盤

可以旋轉調換多種不同倍率的物鏡

鏡臂

支撐鏡身與鏡座

玻片夾

可固定載玻片，避免載玻片滑動。

粗調輪

使載物臺上下移動，調整至正確的焦距以觀察影像。

載物臺

放置玻片的平臺，中央有一個圓孔，為光線之通路。

細調輪

使載物臺上下微幅移動，以得到更清晰的影像。

光圈

可調節通過玻片標本的光量



光源

此型號以電燈作為光源，使光線通過光圈及載物臺中央之圓孔。



有些型號則以反光鏡為光源，能聚集和反射光線。

光源開關

打開或關閉光源

鏡座

支撐顯微鏡



解剖顯微鏡



實驗
1-1複式顯微鏡與解剖
顯微鏡的使用

目的

了解複式顯微鏡與解剖顯微鏡的構造，並學習如何使用。

實驗說明

一、了解顯微鏡的操作要領

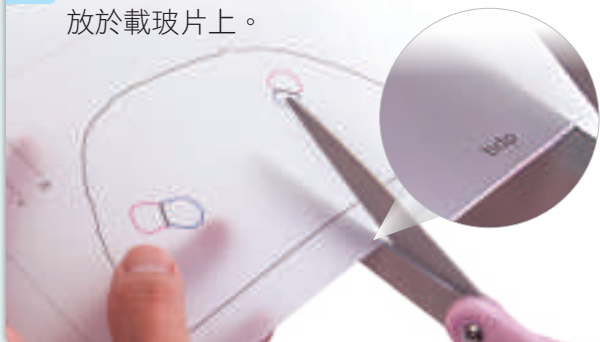
- ① 拿顯微鏡時，必須一手握住鏡臂，另一手托住鏡座底部，使顯微鏡保持直立，切忌只用一手提拿。
- ② 顯微鏡放置桌上時，務必要輕輕放下。鏡座要與桌緣保持適當距離，以免顯微鏡掉落。
- ③ 顯微鏡必須保持清潔，若目鏡或物鏡的鏡頭不乾淨時，應使用拭鏡紙擦拭，以免鏡頭損傷。
- ④ 複式顯微鏡的反光鏡有平面鏡和凹面鏡兩面，凹面鏡有聚光效果，常在需要較強的光線時使用。
- ⑤ 標本的放大倍率=目鏡放大倍率×物鏡放大倍率。
- ⑥ 複式顯微鏡適合用於觀察平面、可透光的標本，可觀察物體內部細微的構造；雖然解剖顯微鏡的放大倍率較低，但能觀察立體、不透光的物體，因此常被用來觀察物體的表面構造。

步驟

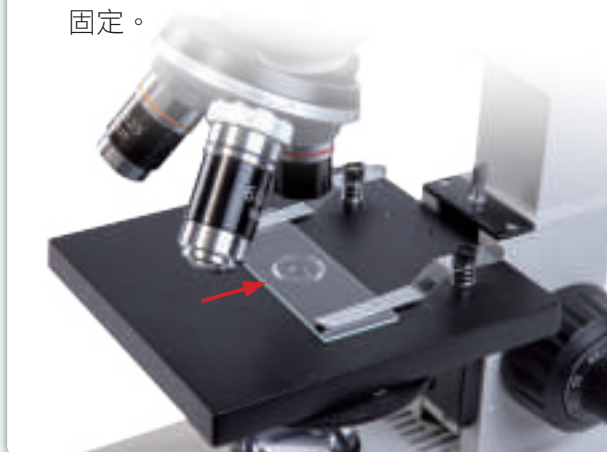
一、複式顯微鏡的操作

- 1 認識複式顯微鏡的構造及放大倍率。

- 2 剪下活動紀錄簿附件下方的「bdp」，沾水放於載玻片上。



- 3 將低倍率物鏡對準載物臺上的圓孔，並將載玻片上的字母對準圓孔中央，以玻片夾固定。



器材

- ① 複式顯微鏡1臺
- ② 附件1張
- ③ 剪刀1把
- ④ 載玻片1片
- ⑤ 解剖顯微鏡1臺
- ⑥ 培養皿1個
- ⑦ 樹葉1片或小花1朵

★顯微鏡的構造會因各校設備不同而有所差異。



- 4** 轉動粗調節輪，使物鏡和玻片的距離最接近。



- 5** 張開雙眼，以一眼從目鏡觀察，打開光源及調整光圈的大小，使視野中的亮度適中。



- 6** 慢慢旋轉粗調節輪，當清楚看到玻片中的字體時，再轉動細調節輪，使看到的字體最清晰。



- 7** 觀察視野中字母方向和實際玻片上字母方向的差異，之後鬆開玻片夾，前後左右微幅移動載玻片，觀察視野中字體移動的方向有何不同。



- 8** 將要觀察的地方調整在視野正中央，再轉動旋轉盤，更換較高倍率物鏡觀察。



- 9** 以較高倍率物鏡觀察時，只需稍微轉動細調節輪，即可看到清晰的物像，如果視野光線太暗，可調整光圈。

- 10** 顯微鏡使用完畢後，應調回低倍率物鏡，取出載玻片，並將載物臺降至最低位置，以防止載物臺鬆動或滑落。最後將顯微鏡整理乾淨後，放回原位。

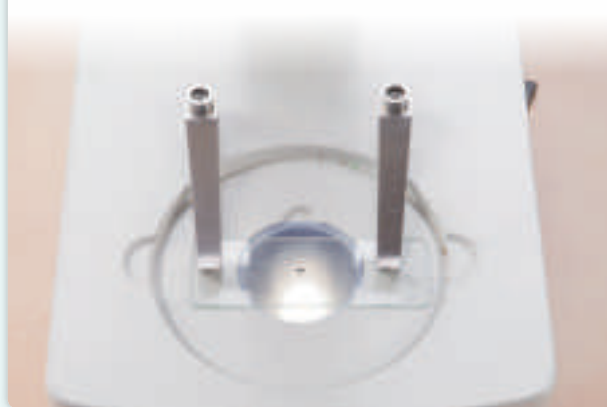
二、解剖顯微鏡的操作

1 認識解剖顯微鏡的構造及放大倍率。

2 將顯微鏡插上電源，打開光源，利用亮度調整器調整視野的亮度。



3 將有「bdp」的載玻片平放於載物板上，以固定夾固定。



4 調整眼距調整器，使雙眼所見的視野合一。



5 先閉上右眼，以左眼觀察，轉動調節輪以調整焦距，直到看清楚字母為止。



6 閉上左眼，以右眼觀察，轉動右眼目鏡的眼焦調整器，直到看清楚字母，觀察視野中字母方向和實際玻片上字母方向的差異。



7 轉動物鏡上方的倍率調整輪變換放大倍率，利用不同倍率觀察字母，必要時，可轉動調節輪以看清楚玻片。



 若眼焦調整器位於左邊目鏡，則先用右眼觀察，再調整左眼目鏡的眼焦調整器。



- 8** 鬆開固定夾，用手移動載玻片，觀察視野中字母移動的方向。



- 9** 將樹葉或小花放在培養皿中，置於載物板上觀察，並比較與肉眼觀察的差異。



- 10** 顯微鏡使用完畢後，取出培養皿，將顯微鏡整理乾淨後，放回原位。

問題與討論

1. 轉動複式顯微鏡的粗、細調節輪時，何者可使鏡筒與載物臺之間的距離有較明顯的變化？若使用複式顯微鏡時，視野呈現太亮或太暗的情形時，可調整顯微鏡的哪些部位，以得到適宜的視野亮度？
2. 利用複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察「bdp」時，兩者所呈現的影像有何不同？
3. 利用複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察字母玻片時，發現字母在視野的左上方，請問分別應往哪個方位移動玻片，可使字母來到視野的中央？

探究提問

熟悉顯微鏡的操作後，你最想用顯微鏡觀察身邊的什麼物品？推論應該利用哪種顯微鏡操作，試著和大家分享你觀察到的結果。

相關實驗重點，請見 P58



豐富的生命世界

生物與非生物

具有代謝、生長與發育、感應與運動、生殖等生命現象的個體，稱為生物；不具生命現象的物體稱為非生物。

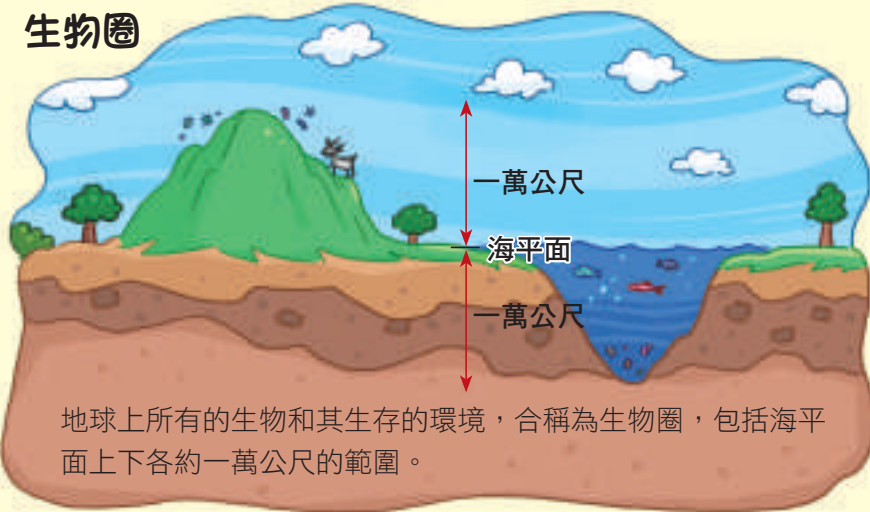
生物



非生物



生物圈



地球上所有的生物和其生存的環境，合稱為生物圈，包括海平面上下各約一萬公尺的範圍。

生物與環境

生物常有特殊的構造以適應環境。



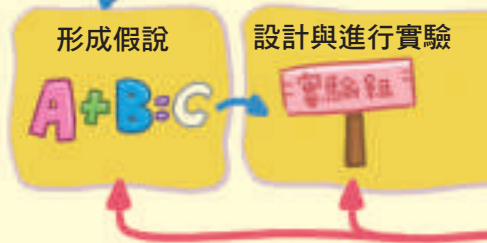
探究自然的科學方法

科學方法

觀察



形成假說



設計與進行實驗



實驗組與對照組

實驗組：主要觀察的對象

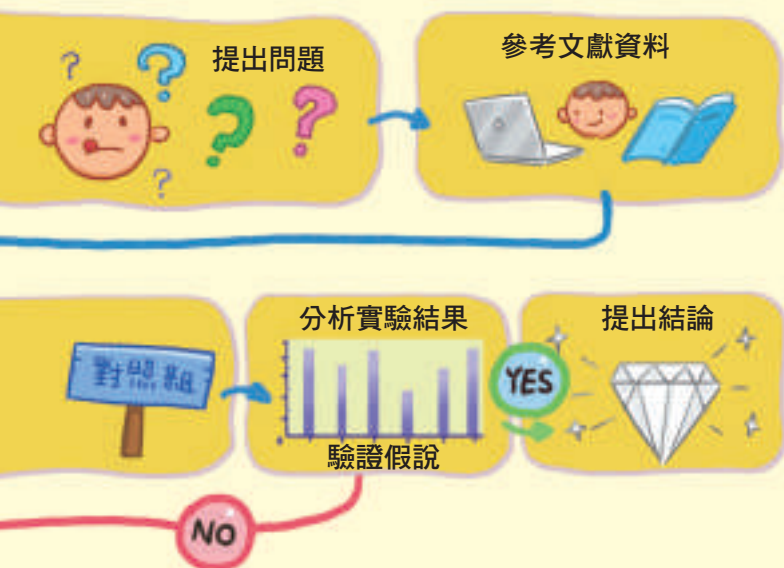


對照組：與實驗組比較的組別



實驗的結果與修正

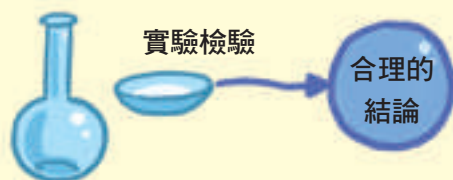




控制變因：實驗組和對照組相同的各種因素

操作變因：實驗組和對照組不同的單一因素

應變變因：實驗後要測量或比較的項目



假說經過科學家多次的實驗探討和證實後，可成為學說。

進入實驗室

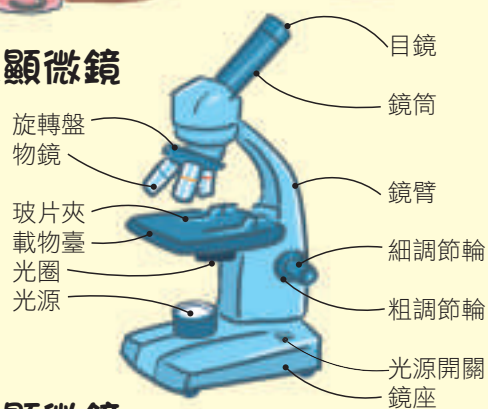
遵守實驗室守則



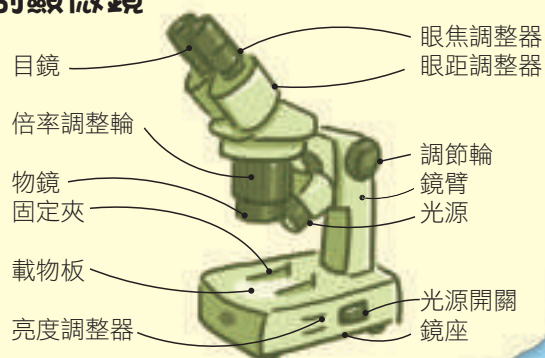
正確使用實驗器材



複式顯微鏡



解剖顯微鏡



認識各種顯微鏡

顯微鏡的種類很多，使用人類可見光為光源來觀察物體的顯微鏡，稱為「光學顯微鏡（light microscope，LM）」，例如：在課程中學習的複式顯微鏡和解剖顯微鏡，能將標本放大到實際大小的1000倍左右，適合觀察1毫米至100奈米的物體。

由於比一般細菌還小的物體無法以光學顯微鏡觀察，因此科學家便發明出「電子顯微鏡（electron microscope，EM）」，利用電子束來呈現影像，最高能將標本放大100萬倍左右，適合觀察100奈米以下的物體。

電子顯微鏡有兩種類型：

1. 穿透式電子顯微鏡（transmission electron microscope，TEM）：標本被製作成超薄切片，可研究細胞內部的細微結構。
2. 掃描式電子顯微鏡（scanning electron microscope，SEM）：以電子束撞擊標本表面，可觀察標本表面的細微結構。

近年來由於智慧型手機普及化，直接連接手機鏡頭的行動顯微鏡也應運而生。行動顯微鏡的放大倍率約為30～200X，是觀察生活中微小物體的好幫手。

a. 複式顯微鏡

放大倍率約25～1500倍
高度約為40～45公分



b. 解剖顯微鏡

放大倍率約4～60倍
高度約為35～45公分



c. 電子顯微鏡（EM）

放大倍率約可達數十萬倍
高度約為150～250公分

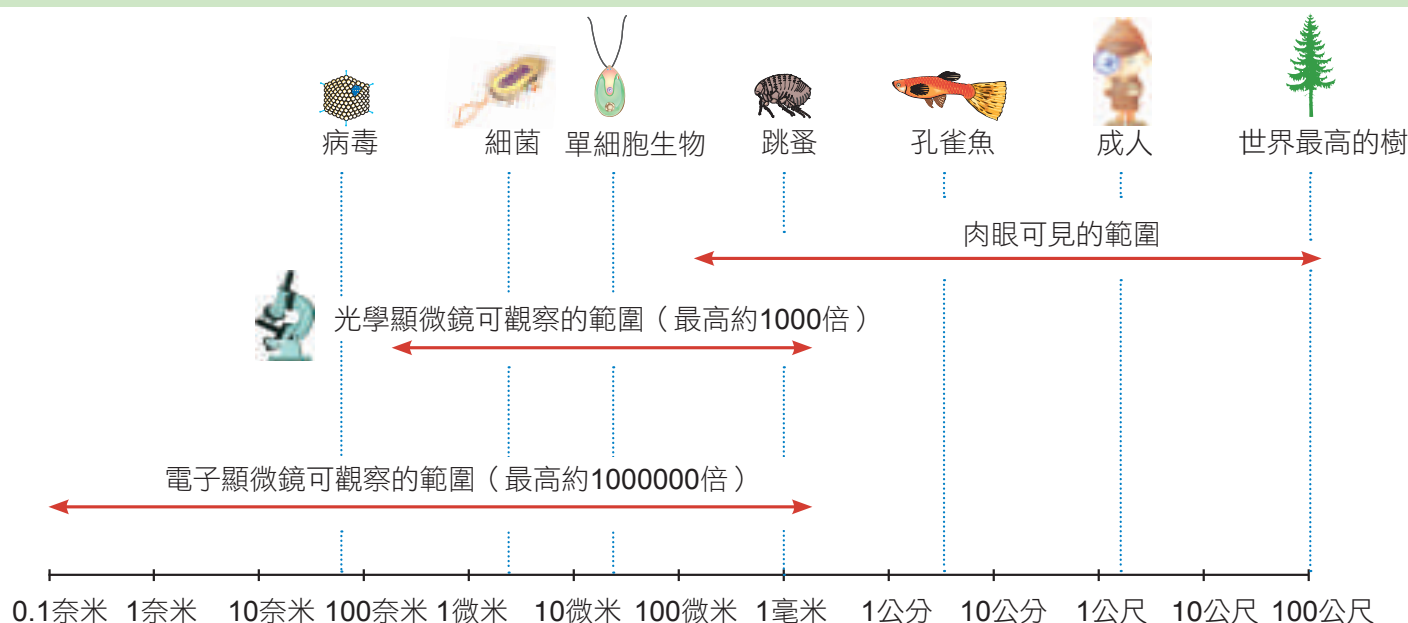


d. 手機顯微鏡

放大倍率最高約200倍
裝置大小約5X2公分



直接夾在手機鏡頭上即可使用



奈米 (nm)	微米 (μm)	毫米 (mm)	公分 (cm)	公尺 (m)	公里 (km)
0.000000001m	0.000001m	0.001m	0.01m	1m	1000m

請同學們依上述內容，回答下列問題：

- () 1. 顯微鏡可觀察微小的物體，下列何者不適合用光學顯微鏡觀察？
 (A) 65奈米的病毒 (B) 50微米的花粉粒
 (C) 2毫米的食鹽結晶 (D) 20微米的植物氣孔
2. 阿翰買了一個手機顯微鏡，若要觀察一段長80微米的黑黴菌絲，請問將倍率放大100倍時，這段菌絲在視野中放大後的長度約為多少毫米？
- 答：1微米=0.001毫米，80微米×_____倍=_____微米=_____毫米
3. 近年來A型流感病毒常造成大流行，對人體健康影響很大。A型流感病毒大小約0.0000001公尺，請問若要觀察其表面的細微顆粒，應使用何種顯微鏡較適合？請說明選用的理由。

答：

.....

.....

.....



關於

- 西元1822～1895
- 出生：法國東部的道爾鎮（Dole）
- 經歷：研究酒石酸的結晶結構，提出「分子不對稱理論」，獲得博士學位，後來擔任里昂理科學教授。

成就：

- ① 發酵作用是由微生物引起的
- ② 利用加熱滅菌，保存葡萄酒的品質與風味（巴氏滅菌法）
- ③ 以實驗駁斥無生源論
- ④ 發明炭疽病及狂犬病的疫苗



巴斯德——品嘗葡萄酒

9月11日，1854年

我發現經過低溫、長時間的加熱後，葡萄酒不但不易變壞，風味依舊很棒呢！

👍讚法國釀酒公會和1025人都說讚 · 💬回覆 · ➦分享



巴斯德——思考

6月6日，1859年

世界上真的有東西能無中生有嗎？—— @覺得困惑



巴斯德——在 📍 牧場

10月21日，1885年

注射疫苗之後，就會降低人跟動物發病的機會了喔。能夠對大家有所貢獻我很開心。

巴斯德人稱為「微生物學之父」，一生中做很多跟微生物相關的研究。法國以生產葡萄酒聞名，當時大家都認為葡萄汁釀成酒，酒又逐漸變酸成醋，是沒有外力介入而自然發生的。





巴斯德發現，葡萄汁變成酒，再變成醋，都是靠微生物的參與造成。



靠著巴斯德，法國釀酒業克服了酒容易變壞，不易保存與運送的問題。這種利用加熱滅菌的方式流傳下來，衍生出食品工業仍常採用的巴斯德滅菌法。



跟酒的狀況類似，當時人們也認為生物可以無中生有，稱為自然發生論（無生源論）



東西腐壞的原因也跟酒類似嗎？

實驗看看就知道了，讓我先來設計一種可以隔絕內外，又能加熱殺死微生物的器材。

重覆多次實驗後，他證實生物必須來自生物，無法無中生有。



生源論

生物必須來自生物

後期的巴斯德轉向於研究致病的微生物，研發出炭疽病及狂犬病等疫苗。

2 生物體的組成

2-1 生物體的基本單位

2-2 細胞的構造

2-3 物質進出細胞的方式

2-4 生物體的組成層次

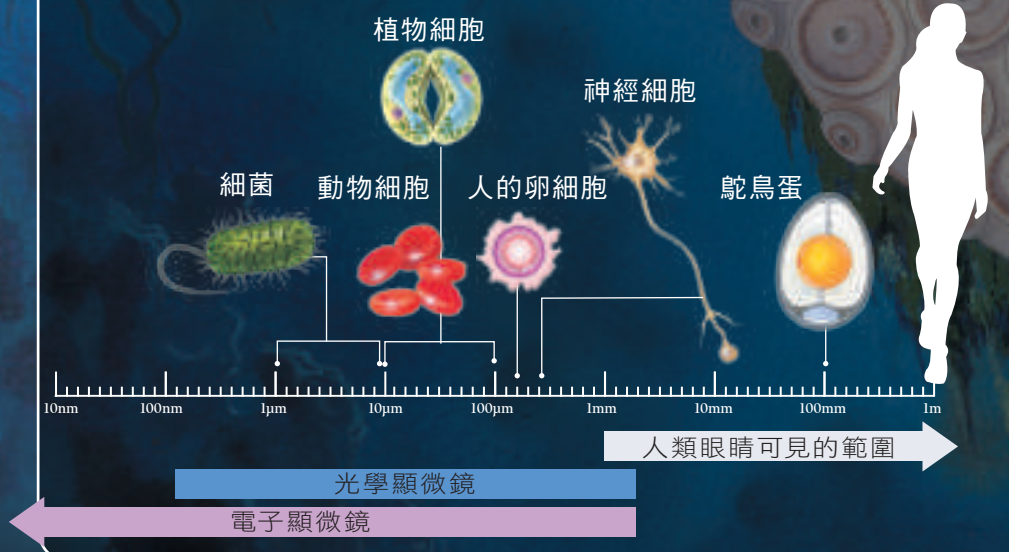
地球上，雖然各種生物的形態與生活方式大不相同，但科學家發現，生物其實都是由「細胞」所組成。

探究提問

深海大王魷從出生到成熟，體型差異很大，你覺得主要原因是細胞體積變大？還是細胞數目變多？為什麼？

細胞的大小

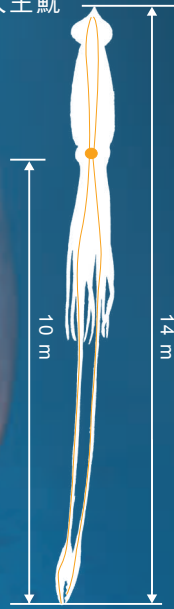
動、植物的細胞大小多介於10~100微米（ μm ）間，但也有些細胞特別大或特別小，例如：人體的某些神經細胞直徑約135微米，而鸵鳥的卵細胞直徑可達10公分。



神經細胞的長度

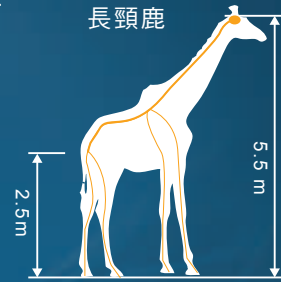
如果只看長度，不考慮細胞本體的直徑，人類神經細胞延伸出的突起可以長達90公分，從脊髓末端直抵腳上大拇指。在體型更巨大的動物身上，神經細胞的長度也更長，如深海大王魷的神經細胞長度可達10公尺。

大王魷



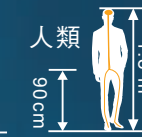
觸手的神經細胞
約10m

長頸鹿

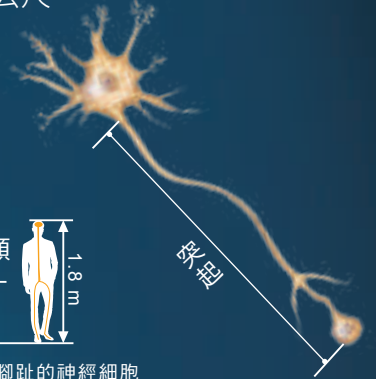


尾椎至腳趾的神經細胞
約2.5m

人類



尾椎至腳趾的神經細胞
約90cm



細胞的發現

自古以來，人們一直好奇著生物體是由什麼所組成，並試圖找出答案。古希臘哲學家提出：萬物皆由水、火、土與空氣四種元素混合所形成，人類也是如此；也有學者認為人體是由血液、黏液、黃膽汁和黑膽汁所組成。然而在研究工具不足，無法提出足夠證據之下，這些說法並無法完全說服大眾。此時期，人們雖然知道將透明水晶、寶石或玻璃磨成透鏡，可以放大影像，觀察較小的物品，但是更細微的構造還是難以看清楚。

直到十六世紀後，這個困境才有了突破性的進展。西元1595年荷蘭的詹森（Zacharias Janssen，1580～1638）首先發明了史上第一臺單管狀的顯微鏡，這儀器放大倍率雖然只有3～9倍，觀察的品質也不好，但在當時卻是一個很重要的發明。

西元1665年，英國科學家虎克（Robert Hooke，1635～1703）改良了複式顯微鏡，在一次觀察軟木薄片時，發現軟木是由許多蜂窩狀的小格子所構成，他形容這些小格子為「Cell」，Cell原本是指小房間，後來在生物學上成為專指細胞的名詞。因此虎克成為第一位描述細胞的科學家，但

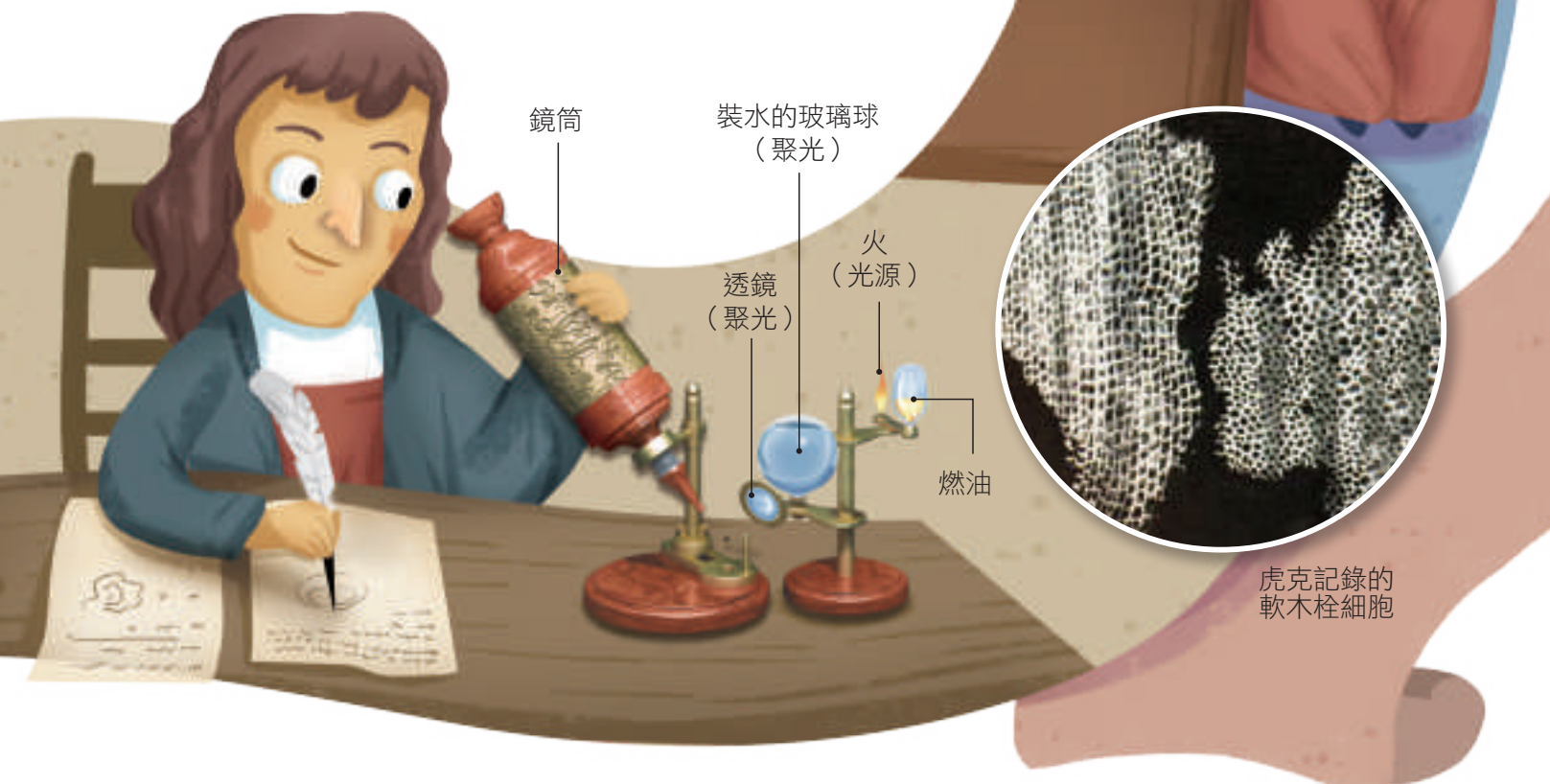




這些小格子在日後被證明並非是完整的細胞，而是細胞死亡後所遺留下來的細胞壁。

此外，荷蘭科學家雷文霍克（Antoni van Leeuwenhoek，1632~1723）使用單透鏡的顯微鏡觀察細菌，也成為第一位發現與描述細菌的科學家。

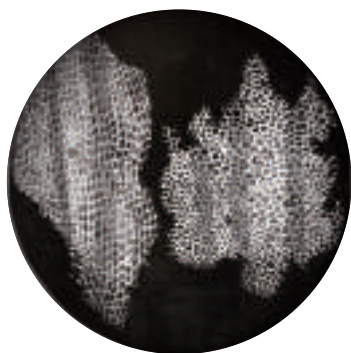
此後，顯微鏡的性能更加提升，十九世紀中期德國的動物學家許旺（Theodor Schwann，1810~1882）和植物學家許萊登（Matthias Schleiden，1804~1881）分別發現動、植物都是由細胞所組成，於是提出了細胞學說，其重要內容為：「細胞是生物體構造與功能的基本單位」。20年後，德國生物學家菲可（Rudolf Virchow，1821~1902）提出：「細胞皆由原來的細胞分裂所產生」的論述，讓細胞學說的內容更加完整，這些研究成果受到科學家的支持，同時也開啟了細胞研究的大門。



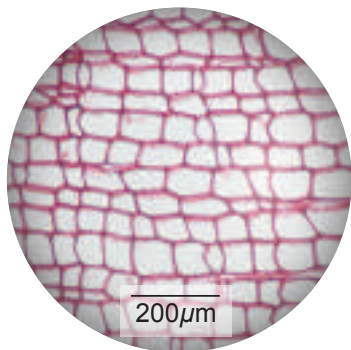
2-1 生物體的基本單位

1 細胞的發現

生物體是由什麼所組成？始終是科學家好奇的主題之一，但受限於研究工具的不足，一直無法得到明確的答案。直到300多年前，英國科學家虎克（Robert Hooke，1635～1703）利用自製顯微鏡觀察軟木栓薄片，發現軟木栓是由許多蜂窩狀的小格子所構成（圖2-1），他稱這些小格子為細胞，為歷史上第一位描述生物細胞的科學家。但實際上他所觀察的這些小格子，並非完整的細胞，而是細胞死亡後所遺留下來的部分（圖2-2）。



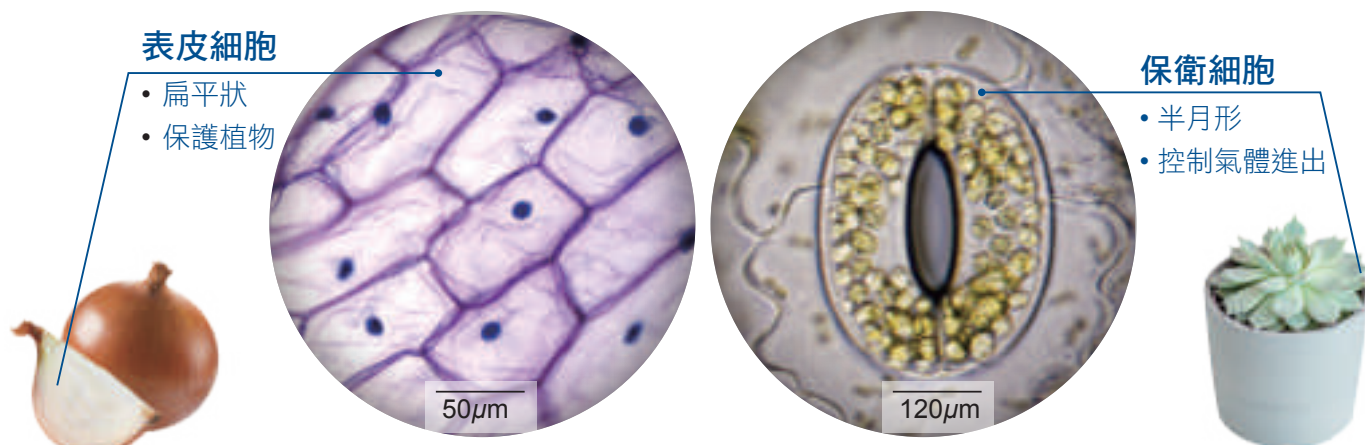
▲ 圖2-1 虎克所畫下的軟木栓細胞



▲ 圖2-2 現代複式顯微鏡觀察的軟木栓細胞

2 細胞的形態與功能

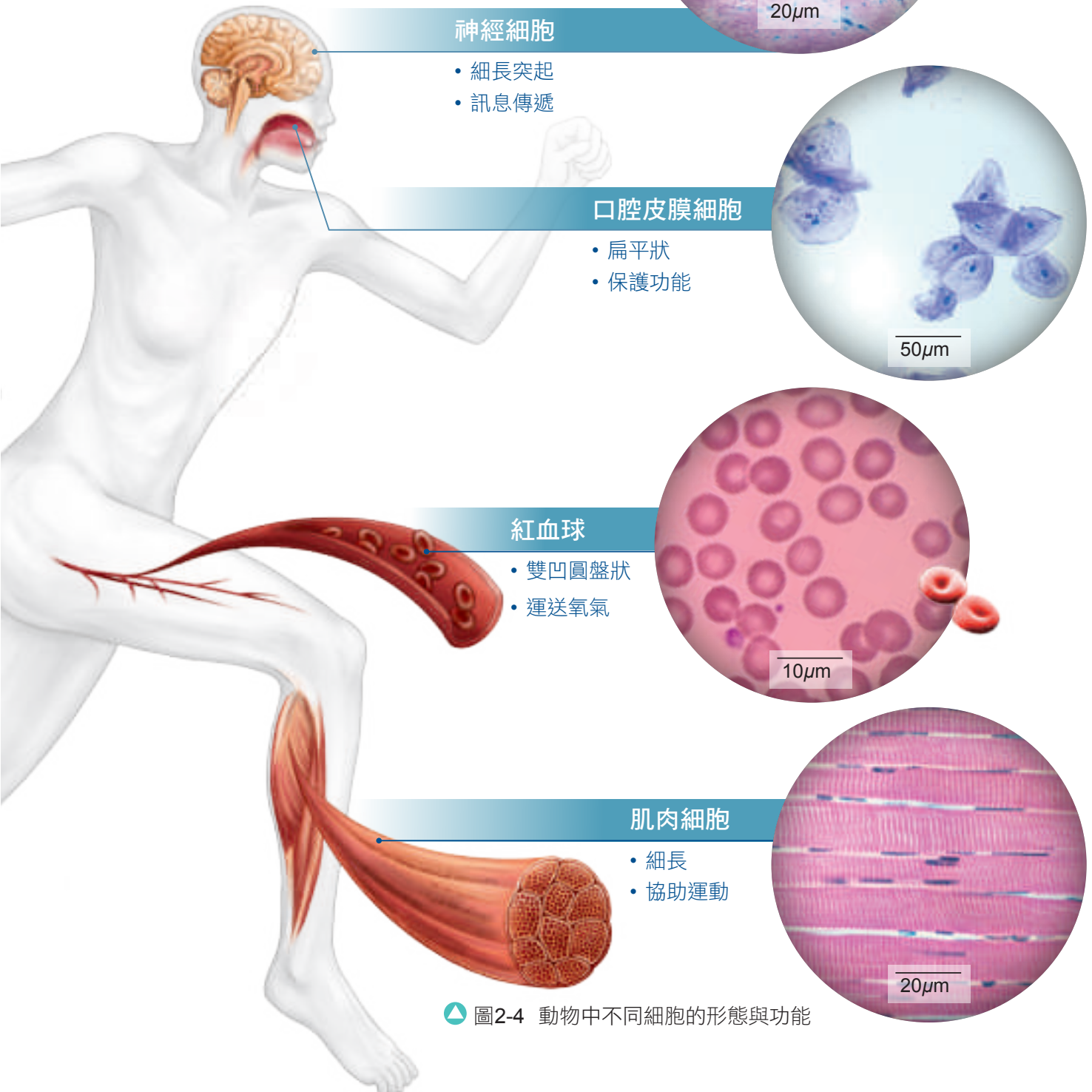
經由科學家不斷的研究，證實所有的生物都是由細胞所組成，並提出「細胞是生物體構造與功能的基本單位」的論點。此外，透過顯微鏡觀察，發現生物的細胞具有許多不同的形態與功能，例如：植物表皮細胞扁平且排列緊密，具保護的功能；兩個半月形的保衛細胞所構成的氣孔，可讓氣體進出葉片（圖2-3）。



▲ 圖2-3 植物中不同細胞的形態與功能



動物細胞也有不同的形態與功能，例如：腦中的神經細胞具有許多細長的突起，可將訊息傳遞至身體各處；口腔中的皮膜細胞形態扁平，具有保護的功能；血液中的紅血球呈雙凹圓盤狀，能夠運送氧氣；肌肉細胞形態細長，具收縮功能，可協助個體運動（圖2-4）。

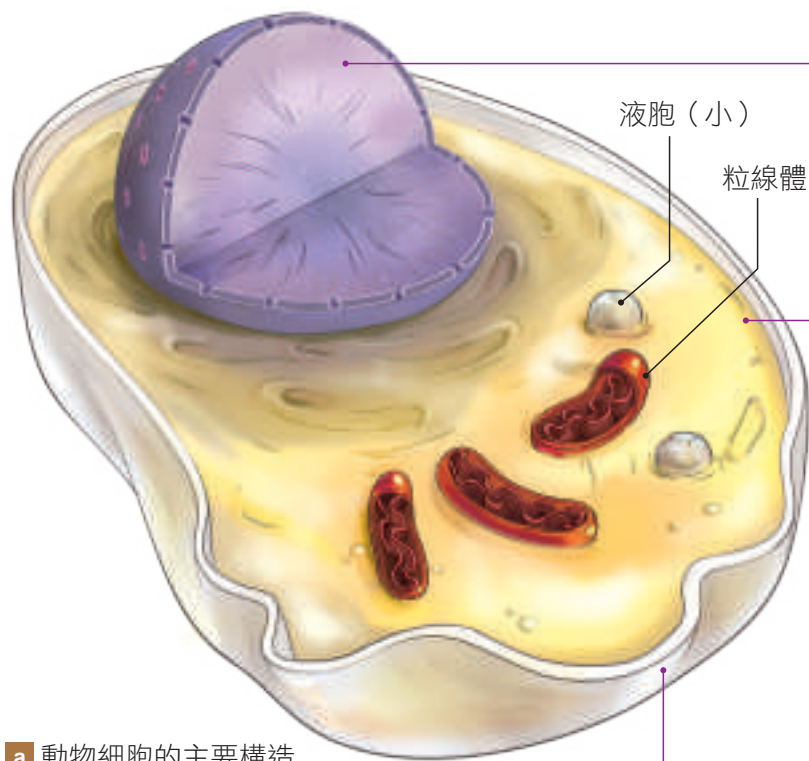


▲ 圖2-4 動物中不同細胞的形態與功能

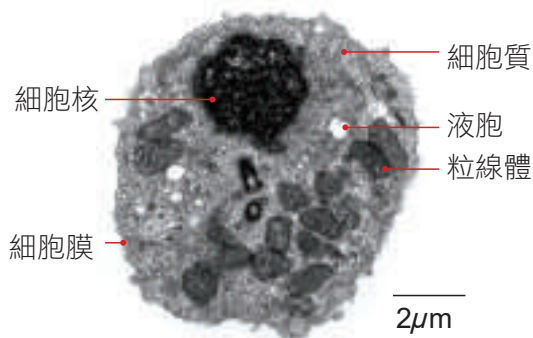
2-2 細胞的構造

生物體的外表、構造和功能雖各不相同，但都是由細胞所組成。細胞是由水、醣類、蛋白質及脂質等物質所組成，雖然細胞的種類很多，但大多具有相似的基本構造（圖2-5）。

5 1 細胞的主要構造



a 動物細胞的主要構造



b 電子顯微鏡下的動物細胞

共有構造

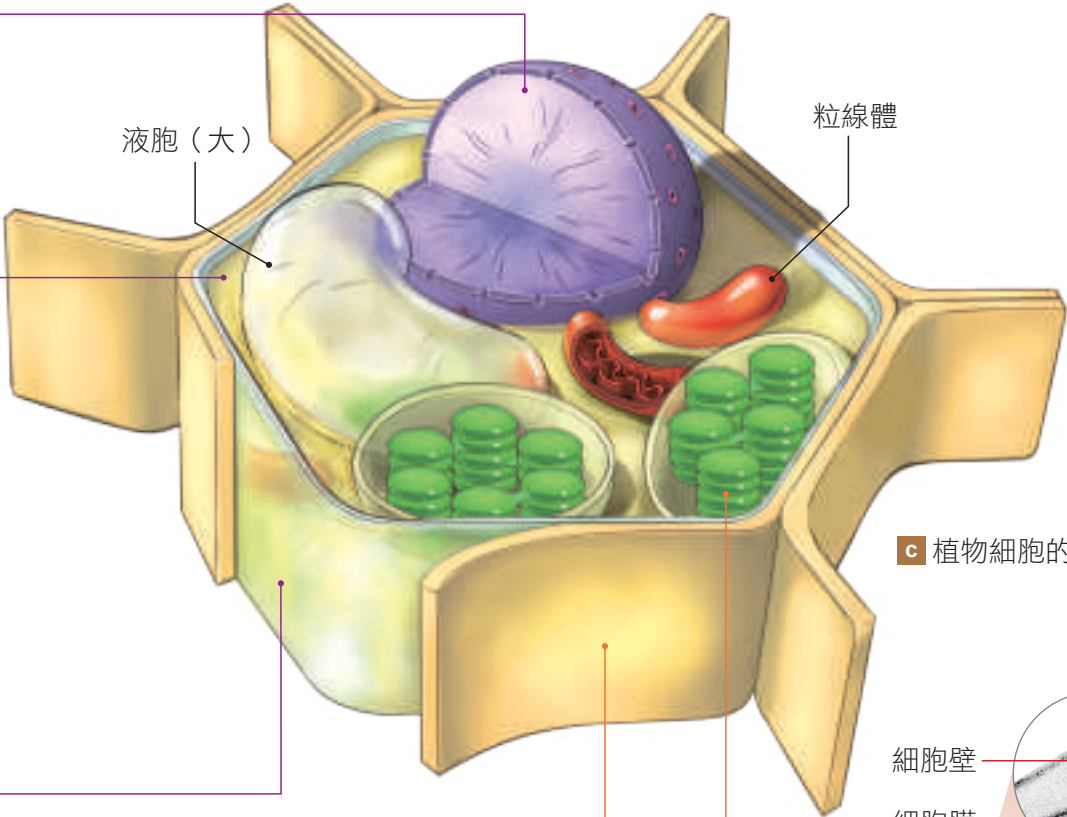
- **細胞核**多呈球形，由核膜包覆，核內有遺傳物質。細胞核是細胞的生命中樞，控制細胞的代謝作用，若除去細胞核，細胞將會逐漸死亡。
- **細胞質**由膠狀的水溶液與散布其中的各種胞器所組成，是細胞進行代謝作用的場所。胞器是具特定功能的微小構造，如粒線體與液泡等。
- **粒線體**可利用養分進行呼吸作用，產生細胞所需的能量。
- **液泡**呈囊泡狀，可以儲存水分、養分或廢物等物質。通常植物細胞的液泡較大，可維持細胞形狀。
- **細胞膜**是維持細胞完整性的薄膜狀構造，能區隔細胞內、外環境，控制物質進出細胞。

圖2-5 動物與植物細胞的主要構造

隨堂筆記

試整理動、植物細胞各有哪些構造，並加以勾選。

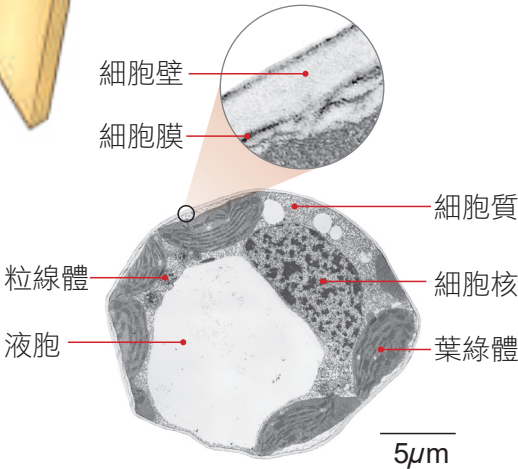
種類 \ 構造	細胞核	細胞質	粒線體	液 胞	葉綠體	細胞膜	細胞壁
動物細胞	✓						
植物細胞	✓						



c 植物細胞的主要構造

非共有構造

- 植物細胞的細胞膜外側，還具有細胞壁，是由纖維素所構成，可保護與維持細胞的形狀。
- 有些植物細胞具葉綠體，可進行光合作用，製造葡萄糖。



d 電子顯微鏡下的植物細胞

實驗
2-1

細胞的觀察



目的 使用複式顯微鏡觀察動、植物的細胞，以了解並比較動物細胞與植物細胞的構造。

步驟

一、植物細胞的觀察

- 觀察洋葱的表皮細胞

- 1** 將洋葱縱切成數塊，取一小片鱗葉。



- 2** 用滴管滴一滴水在乾淨的載玻片中央。



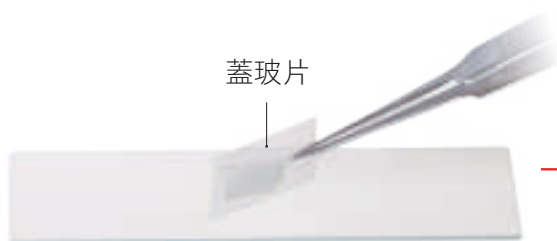
- 3** 將洋葱鱗葉的凹面朝下，向下對折，沿折斷處輕輕撕拉，露出透明的表皮。



- 4** 用剪刀取下大小適當的表皮，再用鑷子將其攤平，置於載玻片上的水滴中。



- 5** 使蓋玻片與載玻片約成45度角蓋上，用濾紙吸去多餘的水。



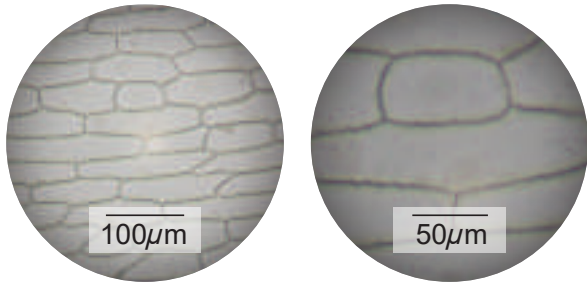
器材

- 1 洋葱鱗葉數片
- 2 滴管2支
- 3 載玻片3片
- 4 蓋玻片3片
- 5 剪刀1支
- 6 鑷子1支
- 7 濾紙數張
- 8 複式顯微鏡1臺
- 9 亞甲藍液（或碘液）適量
- 10 風車草（或紫背萬年青、鵝跖草）1株
- 11 牙籤1支

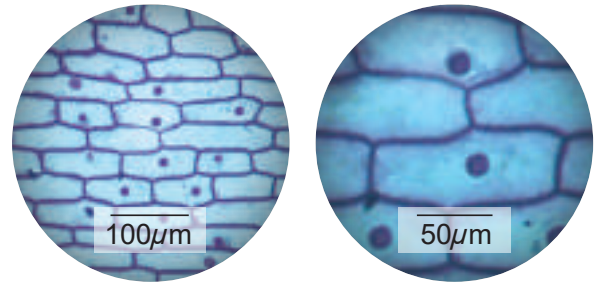




- 6** 先用低倍率物鏡找到表皮細胞，再換成高倍率物鏡，記錄觀察結果。



- 7** 以亞甲藍液取代水進行染色，重複步驟**2**~**6**，並比較兩者的差異。



• 觀察風車草葉片的下表皮

- 1** 用滴管滴一滴水在乾淨的載玻片中央。



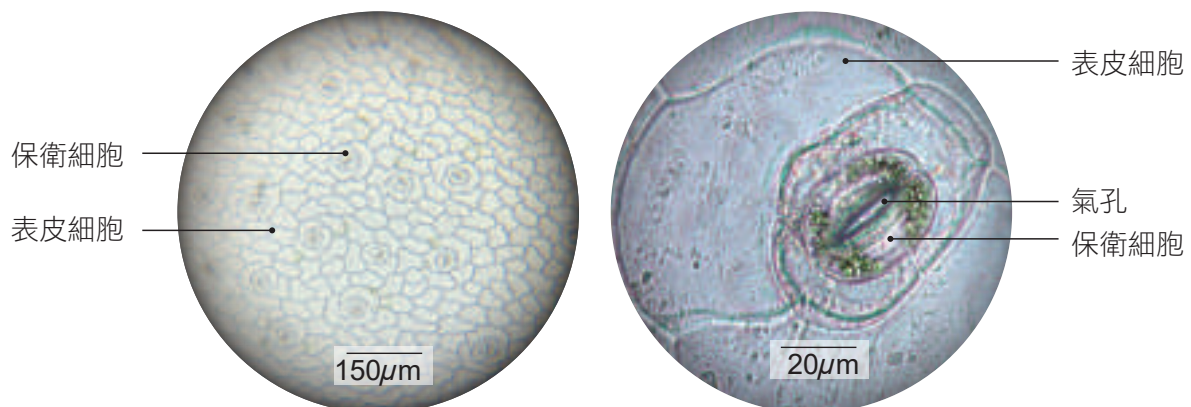
- 2** 將風車草葉片的下表皮朝下，向下對折，在折斷處輕輕的撕拉，露出薄薄的下表皮。



- 3** 取下一小片下表皮，置於載玻片上，並蓋上蓋玻片，用濾紙吸去多餘的水分。



- 4** 先以低倍率物鏡觀察，再換成高倍率物鏡，將觀察結果記錄下來。



二、動物細胞的觀察

• 觀察人的口腔皮膜細胞

1 用滴管滴一滴亞甲藍液在乾淨的載玻片中央。



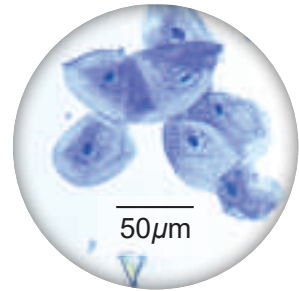
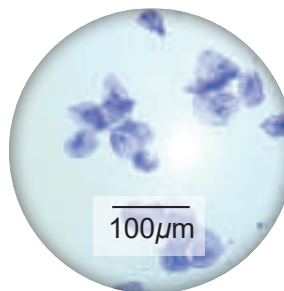
2 以牙籤鈍端輕輕地在口腔內側刮幾下，置於亞甲藍液中攪動，使牙籤上的細胞散落於亞甲藍液中。



3 蓋上蓋玻片，用濾紙吸去多餘的亞甲藍液。



4 先用低倍率物鏡找到皮膜細胞，再換成高倍率物鏡觀察，並將觀察結果記錄下來。

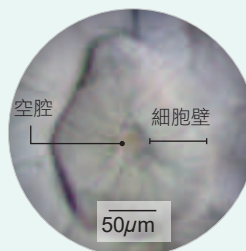


問題與討論

1. 洋蔥表皮細胞在染色前、後有何差異？
2. 實驗觀察的細胞中，哪種細胞可以行光合作用？為什麼？

探究提問

小榕喜歡吃梨子，便挑取了一些果肉在顯微鏡下觀察，老師說：其中有一種特殊的細胞，外層有很厚的細胞壁，內部無遺傳物質與胞器，只剩下空腔，此死亡的細胞會使梨子吃起來有顆粒的口感。根據以上的資料，判斷此死亡的細胞具哪些構造？請於活動紀錄簿中作答。



相關實驗重點，請見P59

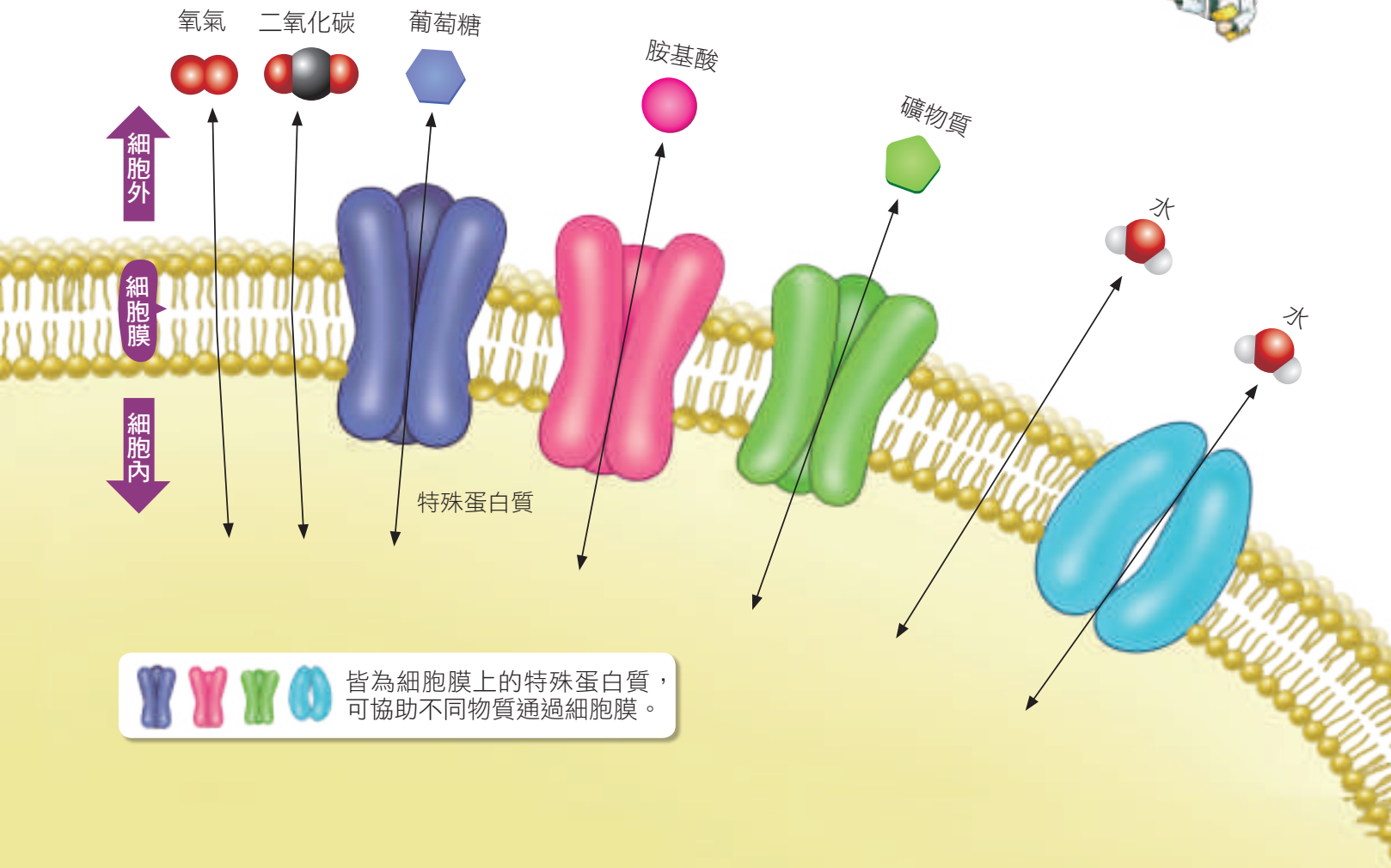


2-3 物質進出細胞的方式

細胞必須由外界獲得養分，如葡萄糖、胺基酸、礦物質和水等物質，才能進行各種生理反應，以維持生命現象。細胞膜是控制物質進出細胞的重要構造，較小分子的物質，例如：氧氣與二氧化碳等，可直接通過細胞膜；葡萄糖、胺基酸與礦物質等物質，無法直接通過細胞膜，必須藉由細胞膜上特殊蛋白質的協助，才能進出細胞。水則可以利用以上兩種方式進出細胞（圖 2-6）。

圖2-6 物質進出細胞示意圖

相關課程，請見P65



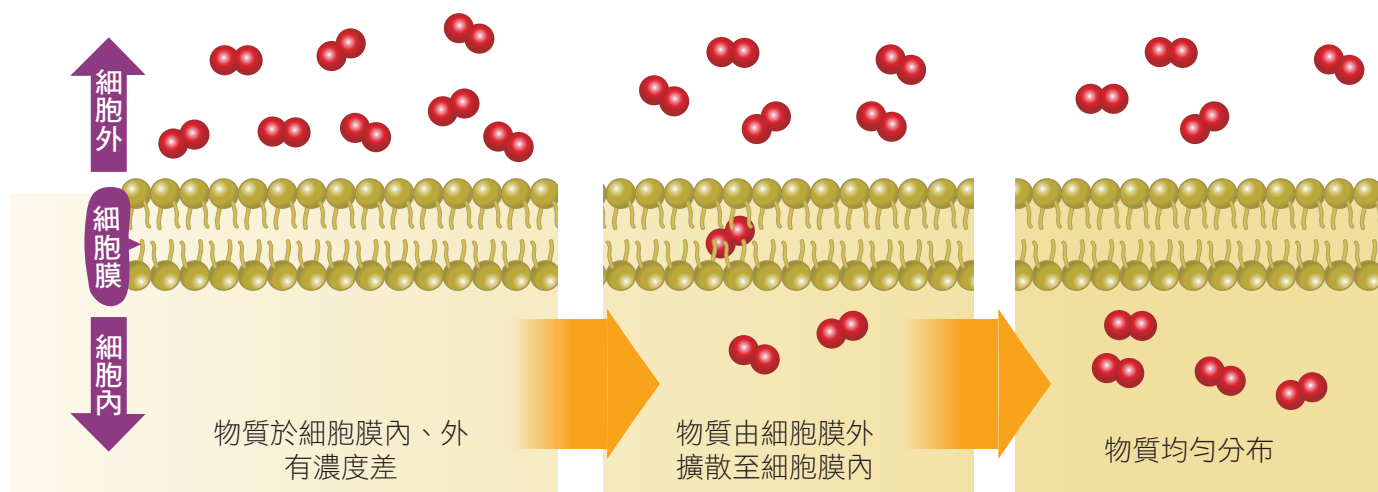
1 擴散作用

擴散作用是指物質在無外力的協助下，由高濃度區域往低濃度區域移動，最後均勻分布的現象（圖2-7），例如：吃雞排時，距離最近的人會先

5 聞到雞排的香氣，經過一段時間的擴散，最後香氣會均勻分布於空間中。當細胞進行代謝作用時，氧氣、二氧化碳與水等物質，即可利用擴散作用通過細胞膜（圖2-8）。



▲ 圖2-7 紅墨水滴入清水中後，會藉由擴散作用逐漸均勻分布於整杯水中



▲ 圖2-8 物質以擴散作用進出細胞（以氧氣 O_2 為例）

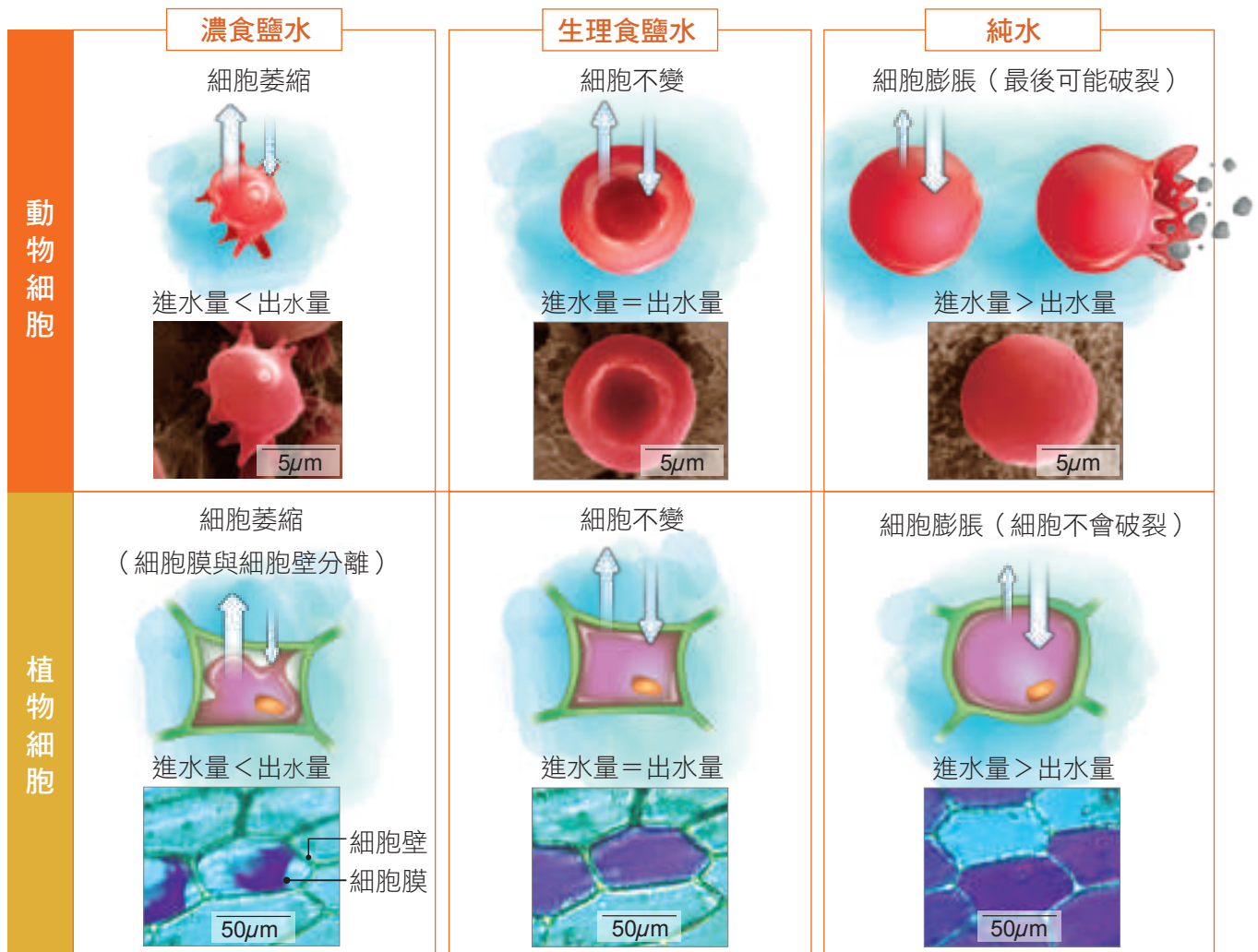
2 水的滲透作用

滲透作用特指水分子擴散通過細胞膜的現象，細胞會因此而失去或獲得水分，例如：將紅血球置於濃食鹽水中，較多水分會從紅血球中滲出，造成細胞脫水而萎縮；相反的，若置於純水中，較多水分會滲入紅血球，使細胞逐漸膨脹，最後導致細胞膜破裂而死亡（圖2-9）。

植物細胞置於濃食鹽水中時，細胞也會脫水而萎縮，最後造成細胞膜與細胞壁分離；若將細胞置於純水中，因為有細胞壁的保護，即使水分滲入，也只會讓細胞略為膨脹而不至於破裂。

探究提問

試著用本節學到的概念解釋，乾燥的茶葉或海帶泡水後，為何會從小小一團逐漸舒展變大？而濃郁的滋味又是如何均勻分布在熱水中呢？



▲ 圖2-9 細胞放入不同濃度溶液中的滲透作用

（箭頭表示水的流向，粗箭頭表示水量多；細箭頭表示水量少）

生理食鹽水

生物細胞內的液體具有一定濃度，近似此濃度的食鹽水稱為生理食鹽水，若將細胞置於生理食鹽水中，因進出細胞的水量大致相同，細胞形狀可維持不變。所以受傷時，應優先使用生理食鹽水來沖洗傷口、去除異物，以免細胞受到進一步的傷害。



例題 2-1

下列關於物質進出細胞的敘述何者錯誤？

- (A)細胞會因為滲透作用獲得水或失去水，細胞也會因此膨脹或萎縮
- (B)蘿蔔塊放入濃食鹽水中，一段時間後重量會增加
- (C)細胞膜具有控制物質進出細胞的功能
- (D)氧氣和二氧化碳可藉由擴散作用直接進出細胞



生物 In my life



自製蘿蔔乾

材料：白蘿蔔2000g、鹽50g

步驟：

1. 將洗淨的白蘿蔔切成條狀，均勻灑上鹽巴。
2. 用重物壓住，放置隔夜後，將流出的水倒掉。
3. 將已經脫水的白蘿蔔，放在網架上讓日光曝曬。
4. 約經過一週，蘿蔔會慢慢變得乾燥，顏色也變成咖啡色，即完成蘿蔔乾。



製作蘿蔔乾

- ① 為何製作蘿蔔乾時，要在蘿蔔上均勻撒上鹽巴呢？
- ② 製作蘿蔔乾時，蘿蔔流出的水分是哪裡來的？

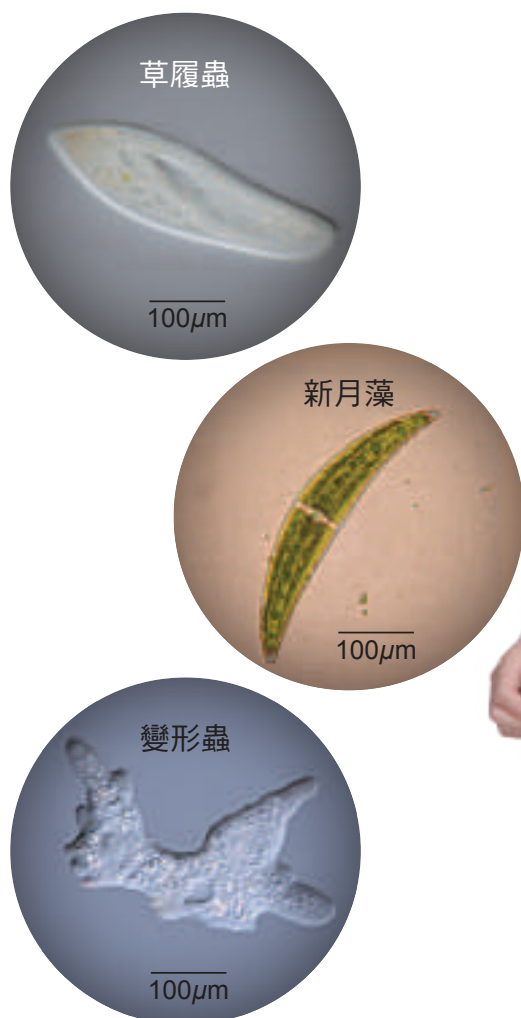


2-4 生物體的組成層次

1 單細胞與多細胞生物

生物種類眾多，有些生物僅由一個細胞所構成，就可以表現所有的生命現象，稱為**單細胞生物**，例如：草履蟲、新月藻與變形蟲等（圖2-10a），而有些生物由許多細胞所組成，需要藉由各種不同功能的細胞分工合作，才能表現出完整的生命現象，稱為**多細胞生物**，例如：人類與辣椒植株（圖2-10b）等。

a 單細胞生物



b 多細胞生物



◀ ▶ 圖2-10 單細胞生物與多細胞生物個體

2 動物體的組成層次

動物體的組成層次由簡單至複雜依序為細胞、組織、器官、器官系統與個體（圖2-11）。**組織**通常是由一群構造與機能相似的細胞所組成；**器官**是由不同的組織共同形成，以行使特定的功能；**器官系統**則是由功能相近的器官聯合形成。各種不同的器官系統彼此分工合作，相互協調而表現出個體完整的生命現象。例如：皮膜細胞組成皮膜組織，肌肉細胞組成肌肉組織；皮膜與肌肉等組織構成器官——小腸；肝、胃與小腸等消化器官聯合形成消化系統；而人體則包含消化、呼吸和循環等各種器官系統。

圖2-11 動物體的組成層次（以人為例）



個 體





細胞

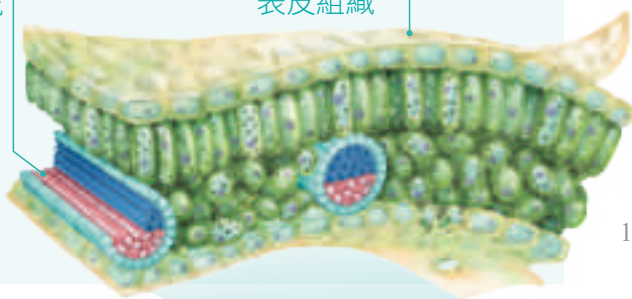
運輸物質的細胞 保衛細胞 表皮細胞



組織

輸導組織

表皮組織

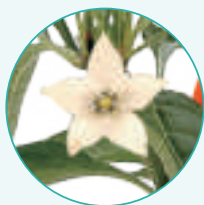


器官

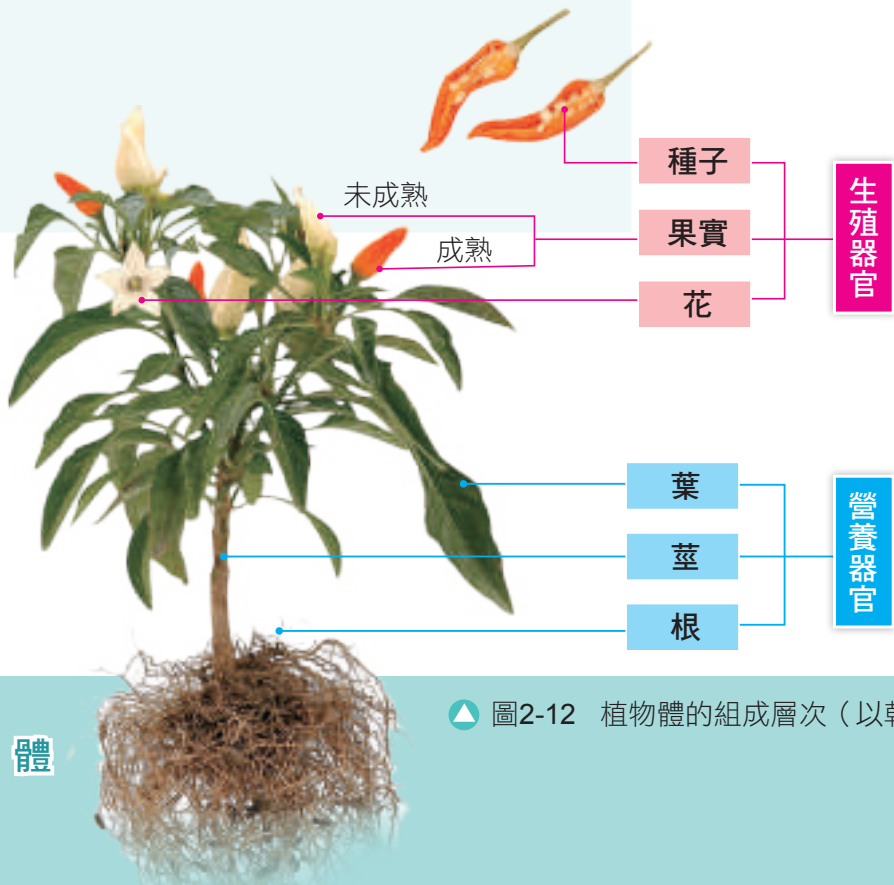
花

葉

根



植物的器官可分為**營養器官**與**生殖器官**兩類，根、莖和葉為營養器官，與養分的吸收、運輸與製造有關；花、果實和種子為生殖器官，與繁殖後代息息相關（圖2-12）。例如：表皮細胞與保衛細胞共同組成表皮組織，負責運輸物質的細胞組成輸導組織；表皮與輸導等組織構成器官——葉；而植物體則包含根、莖、葉、花、果實和種子等器官。



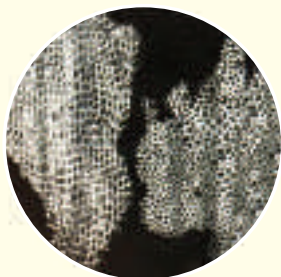
個體

▲ 圖2-12 植物體的組成層次（以朝天椒為例）

細胞

隨著觀察儀器的進步，科學家發現了生物體構造與機能的基本單位——細胞。

虎克是第一位描述細胞的科學家



但他看到的只是細胞壁，非完整細胞



生物體內具有許多不同形態的細胞，功能也各不相同。

傳遞訊息

動物的神經細胞



收縮幫助運動

動物的肌肉細胞



保護

動物的皮膜細胞 植物的表皮細胞



控制氣孔開閉

植物的保衛細胞



細胞的構造

動、植物細胞的主要構造及其功能：

構造	功能
細胞核	含有遺傳物質，能控制細胞的代謝作用
細胞質	由膠狀的水溶液與散布其中的各種胞器所組成，是細胞進行代謝作用的場所。胞器是具特定功能的微小構造： ①粒線體：將養分轉換為細胞活動所需要的能量 ②液泡：可儲存水分、養分和廢物，成熟植物細胞的大型液泡還可維持細胞形狀 ③葉綠體：存在於綠色植物細胞，可進行光合作用，製造養分
細胞膜	能區隔細胞與外界環境，控制物質進出細胞
細胞壁	由纖維素構成，具有保護與維持細胞形狀的功能

動物細胞



植物細胞



動、植物細胞的比較：

種類	動物細胞	植物細胞
構造		
細胞核	有	有
細胞質	有	有
粒線體	有	有
液泡	有（小）	有（大）
葉綠體	無	有些植物細胞有
細胞膜	有	有
細胞壁	無	有



物質進出細胞的方式

擴散作用

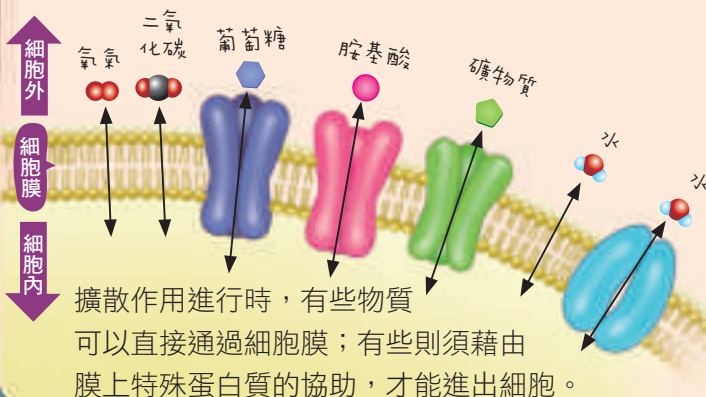


物質在無外力的協助下，由高濃度區域往低濃度區域移動，最後均勻分布的現象。

滲透作用



特指水分子以擴散作用的方式通過膜的現象。



濃食鹽水

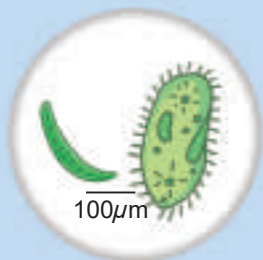
生理食鹽水

純水

置於不同濃度溶液中會造成細胞形狀的改變。

生物體的組成層次

單細胞與多細胞生物



單細胞生物：一個細胞可以表現所有的生命現象



多細胞生物：許多細胞分工合作表現生命現象

多細胞生物的組成層次

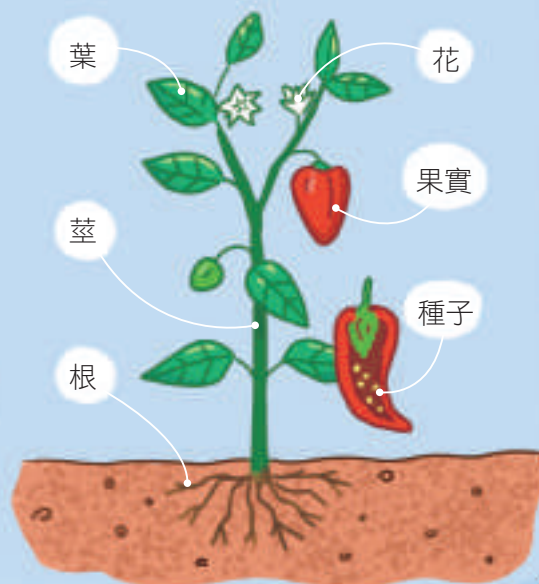
動物 細胞→組織→器官→**動物特有**器官系統→個體

植物 細胞→組織→器官→個體

植物的器官

營養器官

生殖器官





實驗一點靈

第一章

探究任務

1. 應用科學方法學習實驗設計與報告撰寫的原則。
2. 實驗設計可用文字、圖像或影音等不同方式記錄，可作為下次或其他人再次驗證的依據。
3. 實驗紀錄通常會涵蓋：研究主題、假說、實驗設計（材料、步驟、組別與變因設定）、實驗結果、結論等。
4. 依照實驗結果提出結論，說明並記錄其中意義，討論該結論是否支持假說，不管是否支持，都是一個重要的成果。

實驗 1-1 複式顯微鏡與解剖顯微鏡的使用

1. 本實驗主要在認識顯微鏡的構造，並學會使用顯微鏡的方法。
2. 標本的放大倍率 = 目鏡放大倍率 × 物鏡放大倍率。
3. 複式顯微鏡低倍率和高倍率鏡頭之比較

	低倍率鏡頭	高倍率鏡頭
目鏡鏡頭長短	長	短
物鏡鏡頭長短	短	長
視野範圍	大	小
視野亮度	亮	暗
觀察細胞數目	多	少
觀察細胞大小	小	大
適用反光鏡	平面鏡	凹面鏡
適用光圈	較小	較大

4. 複式顯微鏡與解剖顯微鏡之比較

	複式顯微鏡	解剖顯微鏡
放大倍率	通常較大	通常較小
適用標本特性	平面可透光	立體不透光
物像與標本的關係	上下顛倒 左右相反	方向相同

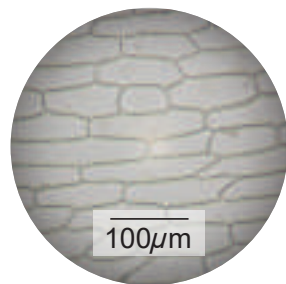


第二章

實驗 2-1 細胞的觀察

- 1. 細胞通常微小、透明，不易觀察，適當染色有利於觀察輪廓與細胞核等構造，但染劑會對細胞造成傷害，染色後的細胞多會死亡。
- 2. 洋蔥的表皮細胞與人的口腔皮膜細胞之比較：

洋蔥的表皮細胞（未染色）



	洋蔥的表皮細胞（已染色）	人的口腔皮膜細胞（已染色）
實照		
細胞形狀	細胞呈長扁形，排列緊密，狀如磚牆	細胞扁平，形狀不規則
細胞壁	有，深色輪廓	無此構造
細胞核	有	有

- 3. 風車草葉片的下表皮細胞種類之比較：

	風車草葉片的下表皮	
實照		
細胞種類	表皮細胞	保衛細胞
細胞形狀	細胞呈扁形，不規則，排列緊密	細胞彎曲，呈半月形
葉綠體	細胞不含葉綠體	細胞具有葉綠體
細胞顏色	透明、無色	綠色
細胞功能	保護葉片	構成氣孔，以控制氣體進出葉片

細胞的房屋修繕與危樓拆除

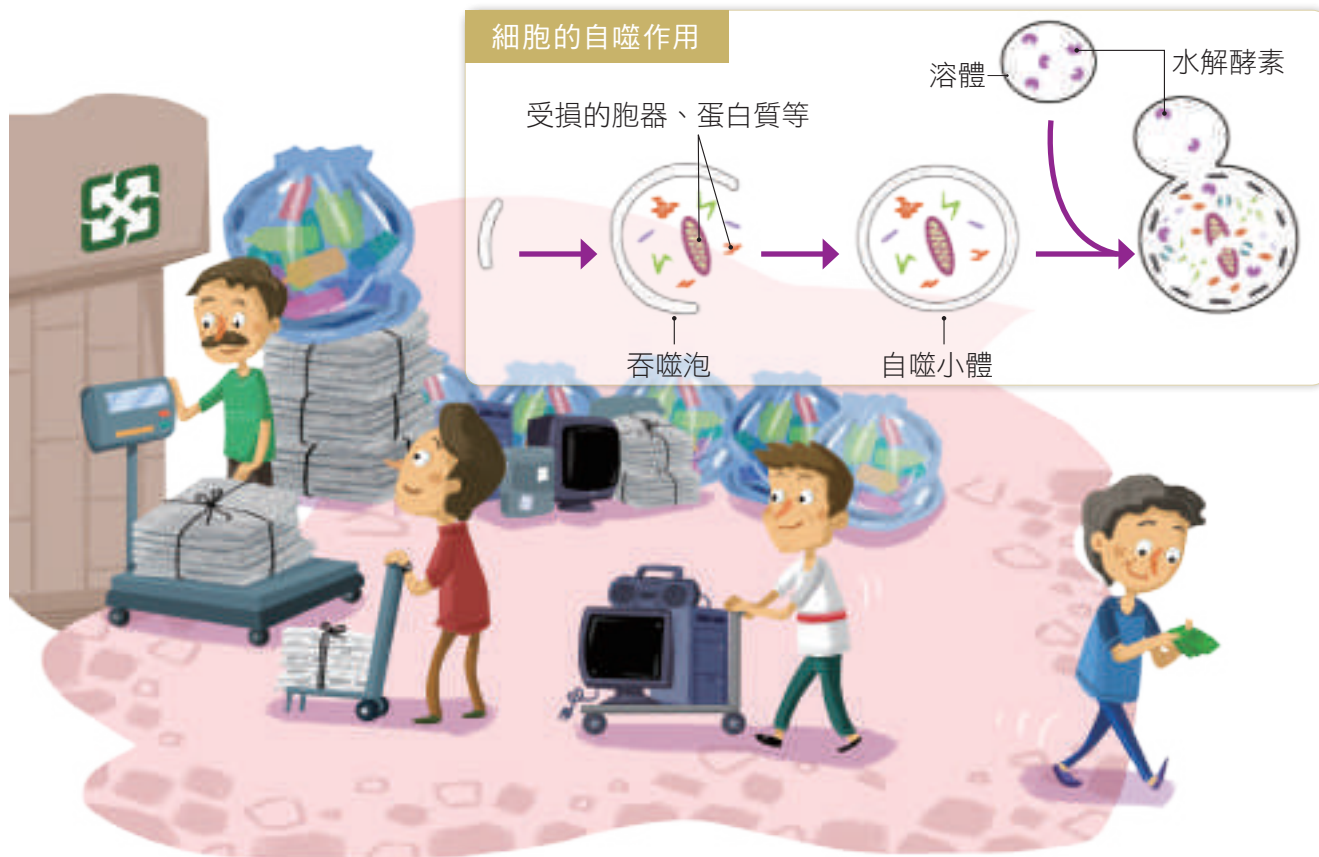
——西元2016年與2002年諾貝爾生理醫學獎

細胞是構成生物體構造與功能的基本單位，每一個細胞都可以視為一個小工廠，細胞中各種微小的構造（胞器）就是工廠內的各種機器，胞器們彼此分工合作以維持細胞的正常運作。

有些時候，細胞會發生胞器異常、蛋白質損壞或異物入侵的狀況，此時細胞就會利用「自噬作用」來處理這些問題。自噬作用進行時，細胞內會先形成凹膜狀的構造，稱為「吞噬泡」，吞噬泡會逐漸增大，將受損的胞器、蛋白質或異物包圍，形成囊狀的「自噬小體」。隨後，含有多種水解酵素的胞器「溶體」，就會與自噬

小體融合，此時溶體中的各種水解酵素就會分解異常的胞器、蛋白質或異物，分解後有用的物質如葡萄糖、胺基酸等，可回收再供細胞利用。此外，科學家也發現細胞中養分不足時，也可以透過自噬作用來分解細胞中較不重要的結構或物質來提供養分，以渡過危機。

若細胞受傷嚴重，受損的胞器、異常的蛋白質等多到無法處理時，就會引發「細胞凋亡」。此時細胞將開啟一連串的死亡程序，包括關閉能量工廠粒線體、分解胞器、細胞核裂解等，進而造成細胞崩解成數個碎片，稱為「凋亡小體」，最後

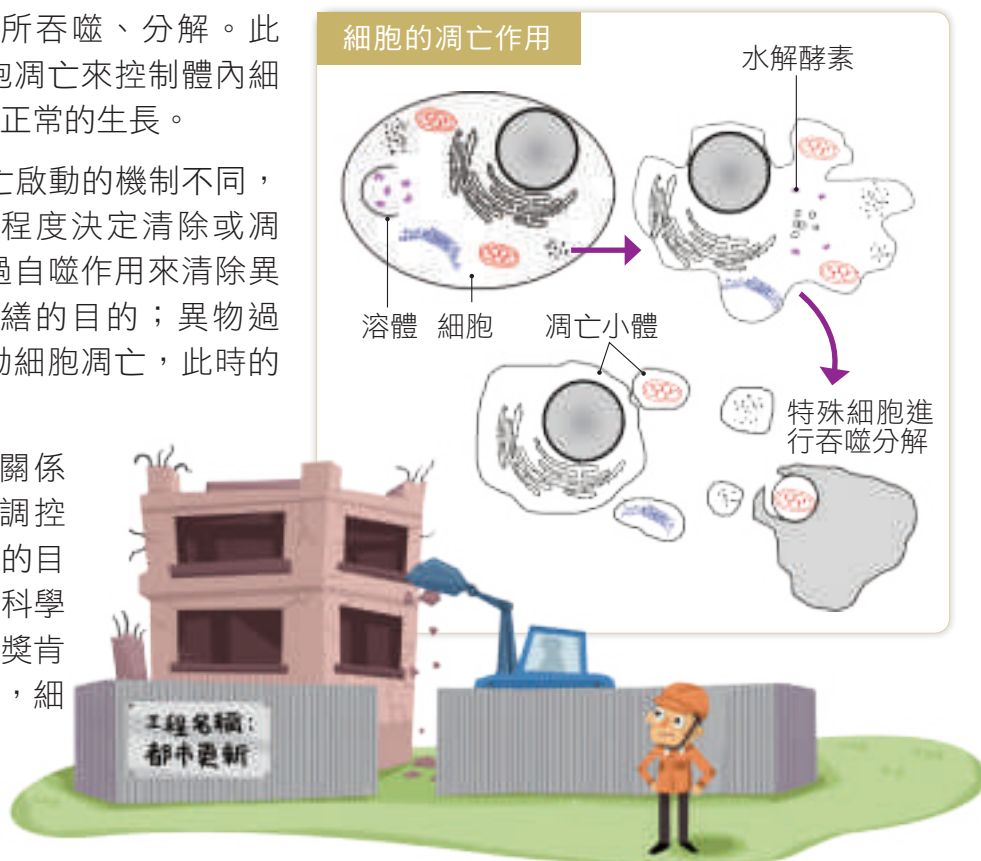




這些碎片會被特殊細胞所吞噬、分解。此外，生物體亦可透過細胞凋亡來控制體內細胞的種類與數量，以維持正常的生長。

自噬作用與細胞凋亡啟動的機制不同，細胞通常以異物堆積的程度決定清除或凋亡。異物較少時，可透過自噬作用來清除異物、更新胞器，達到修繕的目的；異物過多，無法清除時，則啟動細胞凋亡，此時的細胞就只能走向死亡。

自噬與凋亡兩者的關係緊密且相互制衡，其中調控的機制是科學家努力探究的目標，而研究這兩個領域的科學家也分別獲得諾貝爾醫學獎肯定（自噬作用：西元2016，細胞凋亡：西元2002）。



請同學們依上述內容，回答下列問題：

- () 1. 細胞進行「自噬作用」時，不會出現的構造為何？
 (A)自噬小體 (B)吞噬泡 (C)溶體 (D)凋亡小體
- () 2. 當動物細胞處於飢餓狀態時，細胞以何種方式渡過短暫的危機？
 (A)進行自噬作用 (B)進行細胞凋亡
 (C)分解凋亡小體 (D)溶體破裂，釋出養分
3. 正常細胞轉變成癌細胞的原因很多，其中之一為受損、異常的細胞無法被有效的清除時，就可能轉變成癌細胞。癌細胞能不斷的進行細胞分裂與組織的增生，逐漸影響正常細胞的活動，最後終將危害健康與生存。同學依據文章所學的知識推論，當細胞何種機制喪失後，就可能形成癌細胞？

.....

.....

.....



微觀與巨觀——尺度建構的世界

人類利用制定的尺寸來測量世界，當觀測距離改變，我們整個知覺與感官對於尺度的感受也會隨著改變。

在城市街道上，你的感官能感受到什麼？

眼睛可以看見人們的表情，

耳朵聽到身旁的談話內容與車輛吵雜的喇叭聲，

鼻子可以聞到路邊食物的味道，

身體皮膚也因為周圍往來的人潮而感覺暖暖的。





尺度是什麼
(配合p38)



用尺度溝通
(配合p31)



微觀世界
(配合p31)



巨觀世界



當距離地面愈來愈遠，

耳朵與鼻子慢慢感受不到城市中細微
的聲音與味道，

車子漸漸變成一點一點的亮光，

眼睛雖然看不到細小的事物，

卻慢慢看清楚城市的整個輪廓。

當身在**小**的尺度，你可以感覺到**細微**的事物；

當身在**大**的尺度，你可以看到更**全面**的事物；

尺度讓我們以不同的思維認識世界！



所以說改變觀察尺度，會讓我們感官改變，但其實不會影響物體的實際尺寸！



但尺度到底是什麼呢？



尺度是什麼？

吸蜜蜂鳥是目前世界上最小的鳥類，單看牠的照片時，感覺不出牠有多小。



因此在這個例子中，「手」是作為判定大小的依據。透過比較，我們可以建構日常生活中的大或小。



如果加上一隻人手做比較，就可以感受到蜂鳥非常的小。

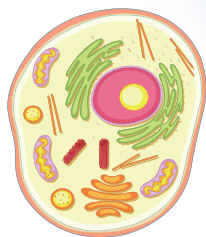
大與小 尺度	相對來說， 小可以是……	相對來說， 大可以是……
顯微鏡下的	粒線體	細胞
眼睛觀察的	老鼠	大象
天文上的	月亮	地球

什麼是大？什麼是小？

你所在的尺度決定了事物是大還是小，例如：在顯微鏡下，粒線體與細胞比較，粒線體比較小，細胞比較大，但細胞一定就是大的嗎？如果換成細胞和老鼠比較，就變成細胞比較小，老鼠比較大了。

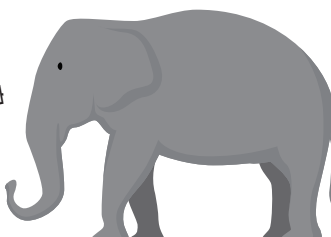
所以在討論大小時，要先確定是在哪一個尺度下做討論，而科學家將無法以肉眼觀察的微小事物稱為微觀尺度，可直接以肉眼觀察或更大的尺度稱為巨觀尺度。

微觀尺度



細胞較大

巨觀尺度



大象較大



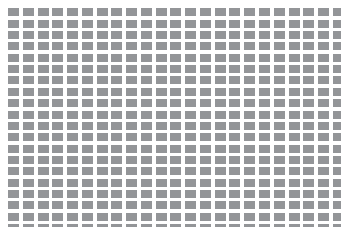
地球較大



肉眼觀察的極限

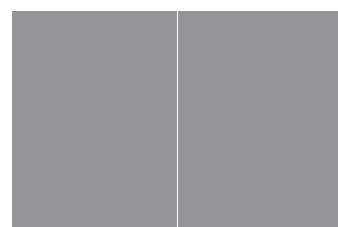
小到多小我們會看不見呢？當觀測的物體距離人眼**25公分**處，兩點間的距離須大於**0.1毫米**才能被肉眼分辨，若兩點間距離比**0.1毫米**小，則肉眼無法分辨，屬於微觀尺度。

> 0.1mm



當2點間距離大於**0.1毫米**，肉眼能分辨出許多小矩形。

< 0.1mm

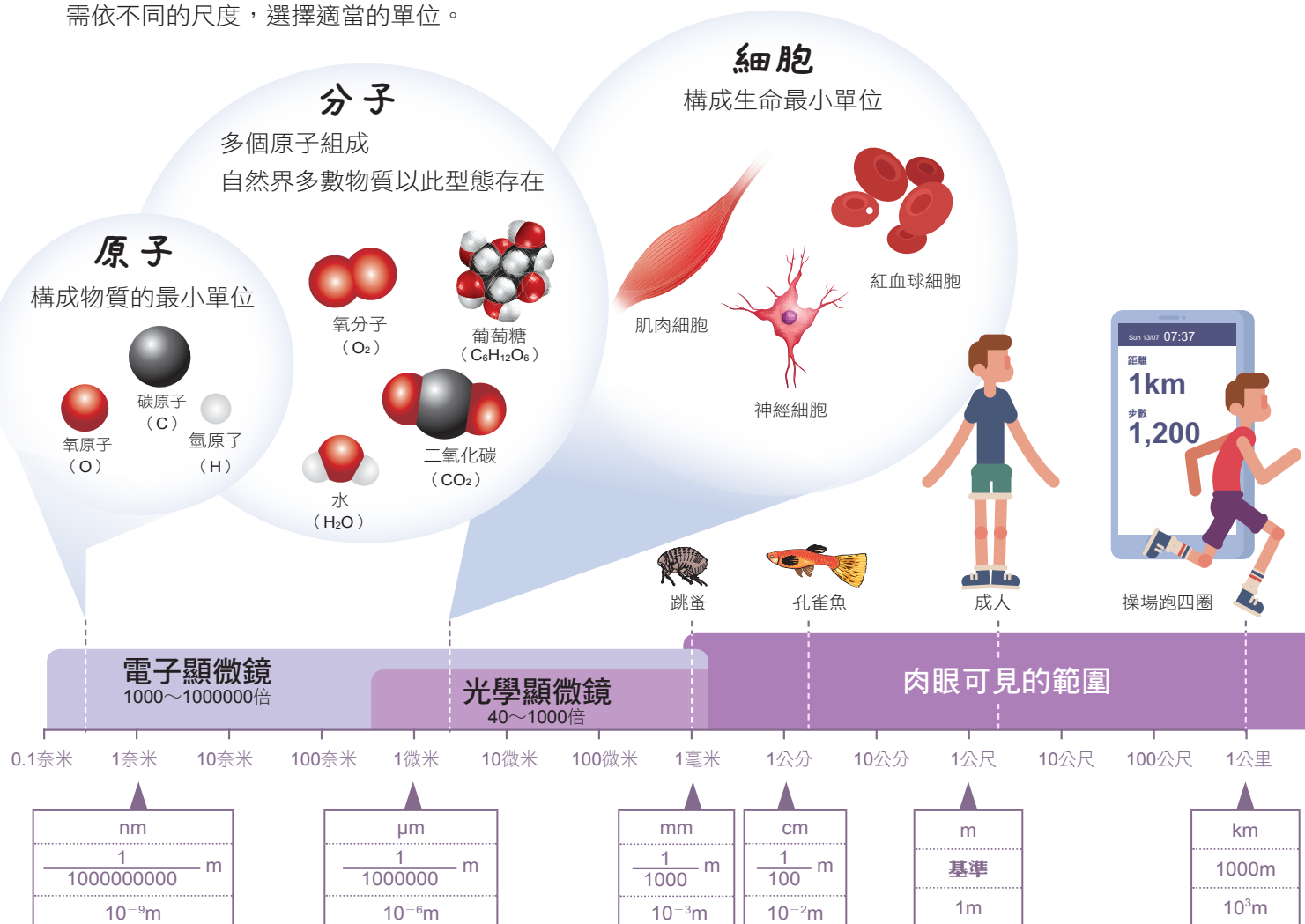


當2點間距離小於**0.1毫米**，看起來就像一片色塊，其實其中是由許多小矩形構成。

尺度與長度單位

將尺度與長度單位結合，會發現不同的尺度有其適用的單位，因此測量時，需依不同的尺度，選擇適當的單位。

拿放大鏡或是顯微鏡看看！





用尺度溝通

前面我們提到尺度是比較出來的，如果想要在一張照片中說明物體的實際尺寸，要如何表示？

玉兔蘭



世界最小的蝴蝶蘭——玉兔蘭，和1元硬幣差不多大，你能推測它大概多長嗎？跟著以下步驟，一起練習推算看看。

- ① 在照片中的硬幣長度：2cm，玉兔蘭：3cm
- ② 實際1元硬幣是 2cm

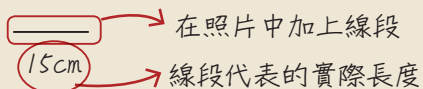
照片		實際
硬幣：玉兔蘭 2cm：3cm	=	硬幣：玉兔蘭 2cm：？

玉兔蘭實際長度：3cm

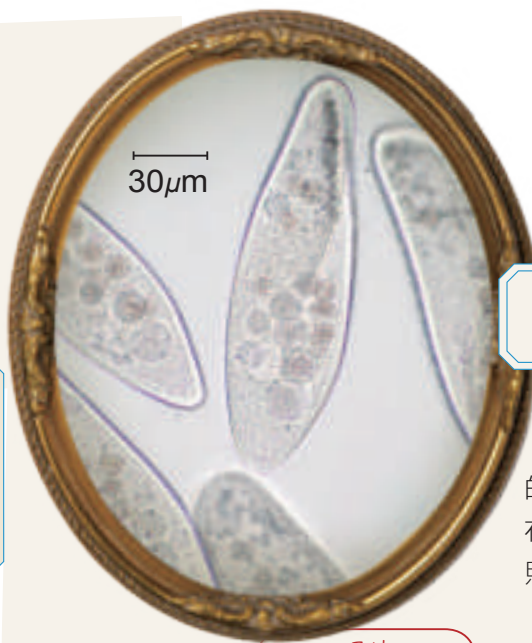
從這個例子可以知道，若有一個已知長度的實際物品放在待測物旁邊，經由比例推算，就能知道待測物有多長。

硬幣雖然可以當作一個間接測量的工具，但是每個國家硬幣大小不同，所以硬幣無法適用於各個國家。科學家為了標示統一，會在圖上標示「比例尺」，可以幫助閱讀者認識物體的大小。

比例尺



草履蟲



學會了單位與比例尺的運用，試著算算看平常在課文中看到的顯微鏡圖照，大小是多少呢？

照片		實際
比例尺：草履蟲 1cm：5.5cm	=	比例尺：草履蟲 30μm：？

草履蟲實際長度為 _____ 要注意單位！

想一想

阿翰在路上看到了一隻非常大的非洲蝸牛，趕緊用手機拍了下來，並測量了牠從頭部到殼的末端，竟有20公分長，若想在照片標上比例尺，他應該如何標示？





世界之最

了解如何使用比例尺後，試著算看看目前世界紀錄中，「最大」與「最小」的生物有多長？

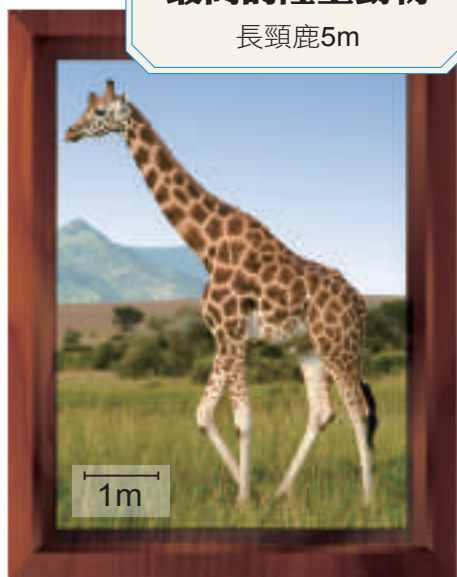
體型最大的哺乳動物

藍鯨33.4m



最高的陸上動物

長頸鹿5m



最高的花

魔芋3m



最高的鳥類

鸵鳥2.5m

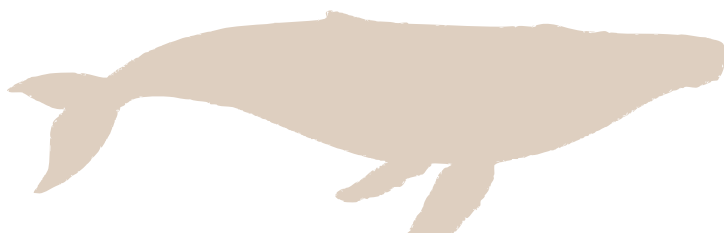
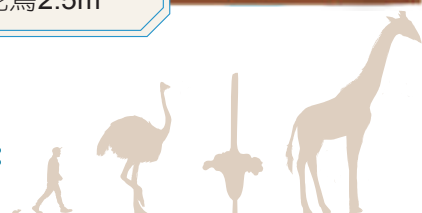


最小的鼠

非洲侏儒鼠3cm

地球生物圈內生物種類繁多，尺寸也相差甚遠，許多微生物肉眼無法看見。生物圈內尚有許多未發現的物種，這些「世界之最」的紀錄未來仍有機會改寫。

與人相比：





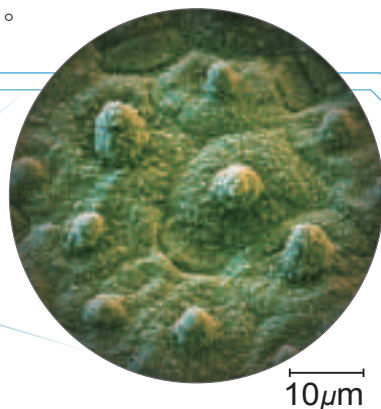
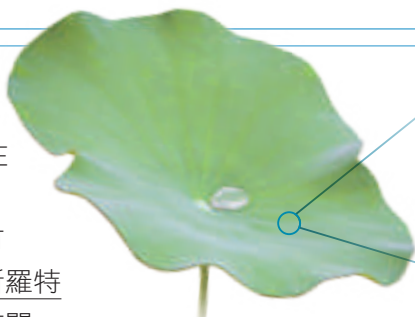
微觀世界——以大自然為師

人類的能力有限，但我們有一顆可以思考的頭腦，觀察到特別的自然現象我們會感到好奇，進一步經由實驗推出原理，去解釋為什麼。就讓我們縮小到奈米尺度，以大自然為師，看看生活周遭藏有什麼奧秘之處。

老師1

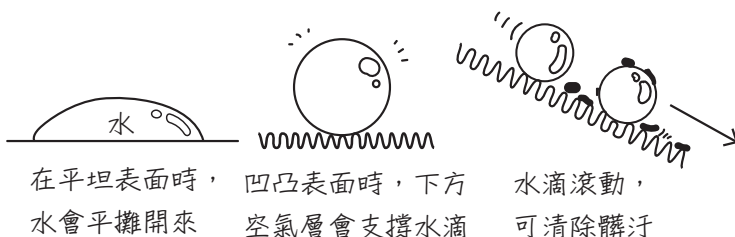
蓮葉

蓮葉上的水滴像寶石般，能在蓮葉上滾來滾去，而且長在淤泥中，葉面卻非常乾淨，為什麼會有這種現象呢？植物學家威廉·巴斯羅特推測：這個現象一定和葉面結構有關。



原理

從顯微鏡以奈米尺度來看，可以發現蓮葉表面其實布滿著凹凸凸凸的顆粒，且表面覆著防水的角質。



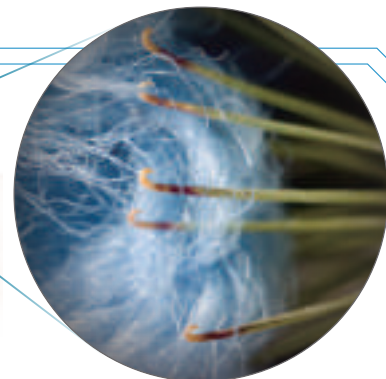
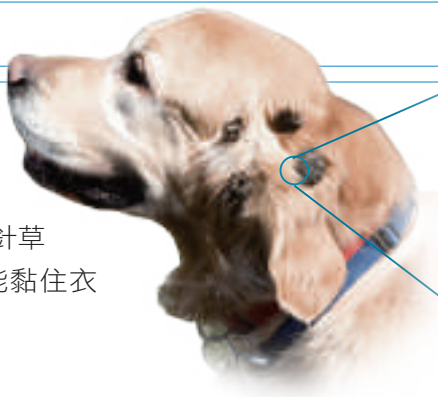
發明

塗料：利用蓮葉的自潔效應，威廉·巴斯羅特發明了防水、抗汙的塗料。

老師2

具芒刺的植物

喬治·梅斯倬在和愛犬外出狩獵時，衣服和愛犬的毛髮沾滿了類似鬼針草的芒刺，他疑問：這個植物要如何能黏住衣服與狗毛呢？



原理

用顯微鏡觀察，發現芒刺前端有許多鉤子。

發明

魔鬼氈：模仿芒刺構造，搭配當時剛問世的尼龍材質，開發了日常生活中處處可見的魔鬼氈。



老師3

壁虎

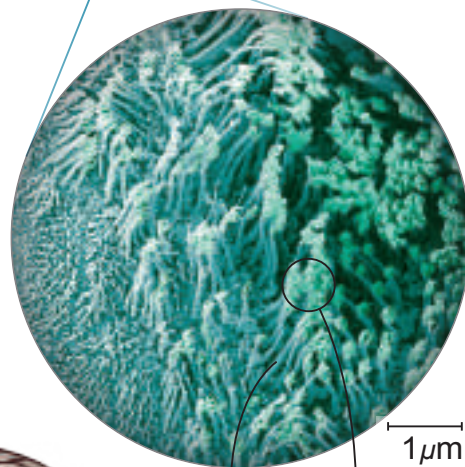
無論表面是溼或乾燥，壁虎能攀爬平滑的垂直牆面，這是怎麼做到的呢？

原理

用顯微鏡觀察，壁虎的足部下有許多微小剛毛，一隻足約有50萬根，一根剛毛又再從尖端分為100~1000根的匙突。

以奈米尺度來看，當物體間距離近到肉眼無法看見時，會產生互相吸引的微弱力量，但團結力量大，壁虎四隻足多達200萬根剛毛，匙突則約上億個，假如每根毛都有接觸到壁面，估計能承受120公斤重。

這種力量就算壁虎死亡仍繼續存在著，因此並不是壁虎用力量攀住牆面，而是足底部有著特別的構造支撐著。

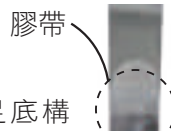


剛毛 匙突

壁虎腳底剛毛能配合壁面自由彎曲，因此不管是平滑或凹凸不平的表面，壁虎都能牢牢貼住。

發明

壁虎膠帶：國內開發模仿壁虎足底構造的壁虎膠帶，1平方公分可承受1.5公斤，並且具重覆黏貼、不殘膠、不破壞黏貼表面的優點。



將在自然界裡觀察的現象，了解其中原理並運用至日常生活中，稱為「仿生科技」。因為有地球上形形色色的生物，我們才能向大自然借巧妙的點子，來改善人類的生活。平常一些看起來理所當然的事情可別忽略了，因為看不見的微觀事物，常常會影響到我們能看見的巨觀現象，多看、多想、多探究，並保持著謙虛的心向大自然學習，也許能發掘到意想不到的收穫喔！



微小的水中生物

看了許多的微觀世界中的生物，是不是也開始想動手觀察看看了呢？生活周遭就有許多肉眼看不見的微小生物，趕快一起來探索看看吧！



池子裡頭有一些小東西在動！

撈一些到實驗室，用顯微鏡瞧瞧是什麼吧。

池水中有什麼？

觀察水中的微小生物



目的

水池或水溝中，常有許多眼睛不易看清楚微小生物，我們可利用複式顯微鏡來觀察並認識這些水中小生物。

器材

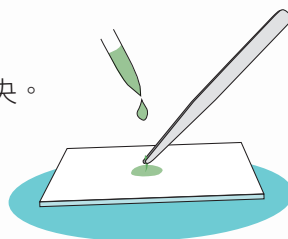
- 池水適量
- 鑷子1支
- 吸水紙1張
- 滴管1支
- 蓋玻片1片
- 載玻片1片
- 複式顯微鏡1臺

步驟：

- 1 滴一滴池水於載玻片中央。



若池水中有綠色的絲狀物，可用鑷子夾取少許的絲狀物於載玻片上。



- 2 蓋上蓋玻片，用吸水紙吸去多餘的水分。
- 3 先用低倍率物鏡觀察，必要時再換成高倍率物鏡。
- 4 參考下一頁的圖片，判斷你看到什麼小生物。

我看到了

問題與討論

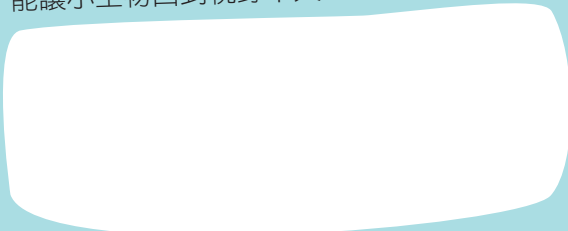
1

如何判斷所觀察到的物體是生物還是非生物？



2

以複式顯微鏡觀察時，如果水中小生物由視野右下方離開，應將玻片如何移動，才能讓小生物回到視野中央？為什麼？



多細胞生物

水螅

長度大至2cm，小至數毫米，可利用觸手攝食。



水蚤

大約1mm長，具有複眼與觸角，可用來感光與運動。



線蟲

口部為鈍端，尾端較細長，有些以藻類、小型生物為食，有些會寄生於生物造成疾病。



輪蟲

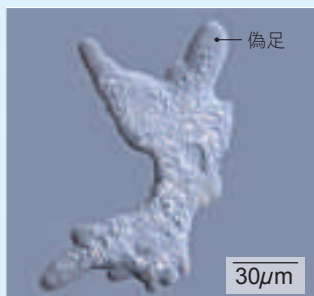
攝食時，會轉動具纖毛的輪盤產生漩渦，使獵物順著水流進入口部。



單細胞生物

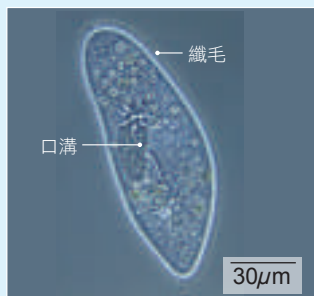
變形蟲

可擠壓細胞膜產生偽足，將其他小生物吞入與移動。



草履蟲

身上布滿纖毛協助移動，有口溝可攝入小生物。



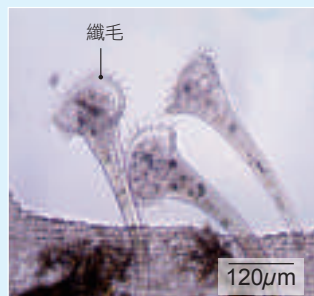
眼蟲

有葉綠體，可同時經由攝食與光合作用產生養分。紅色的眼點可以感光，鞭毛可協助運動。



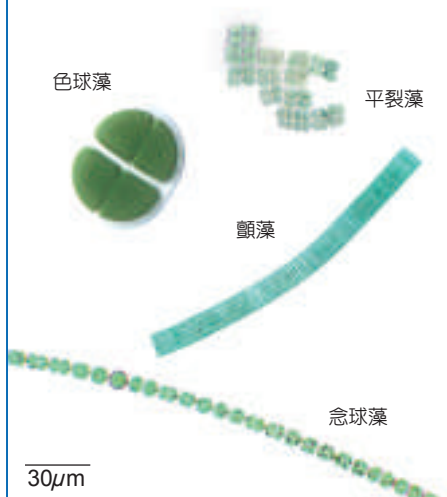
喇叭蟲

前端四周有纖毛協助攝食，末端常附於水草上。



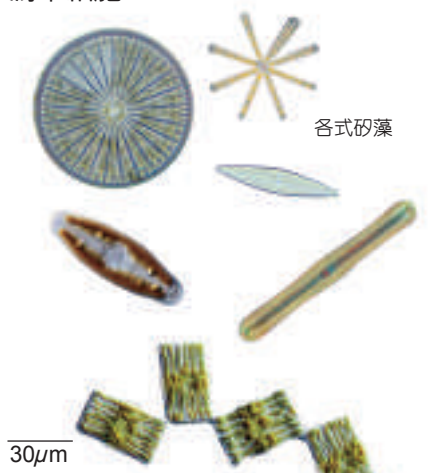
藍菌類

池中最小且最原始的生命，為單細胞的細菌，但常群聚生活，而有排列成串或團狀的型態。



金黃藻類

有著似玻璃材質的外殼，因含大量黃色色素，掩蓋了葉綠體的顏色，使細胞質呈現黃棕色，多數為單細胞。



綠藻類

含有葉綠體，像是池中的綠寶石，其中包含了許多單細胞與多細胞的物種。





巨觀世界——我們在宇宙中的位置

同學們可能會疑問，既然人類的眼睛無法看見太微小的物體，是否在觀測距離上也會有限制呢？其實只要觀測物體夠大、夠亮，不管距離多遠，都能看見它，例如：在天空中看到的月亮，距離我們約38萬公里，而夜晚指引方位的北極星，更是遠到434光年。

光年是什麼？

光年不是年分，而是一個距離單位，指的是光在真空狀態下行進一年的距離，約為**9.46**兆公里（光一秒行走約**30**萬公里）。

你也許會驚訝，北極星都已經距離地球**434**光年了，宇宙到底有多大呢？其實目前科學家也還沒有明確的答案。

我們身處何處？

在宇宙空間中有上億個星系，其中有一個叫銀河系，銀河系含有上千億顆星星，其中有一個叫太陽，太陽系中有八大行星，其中一顆叫地球，你我居住在地球——臺灣這片土地上。

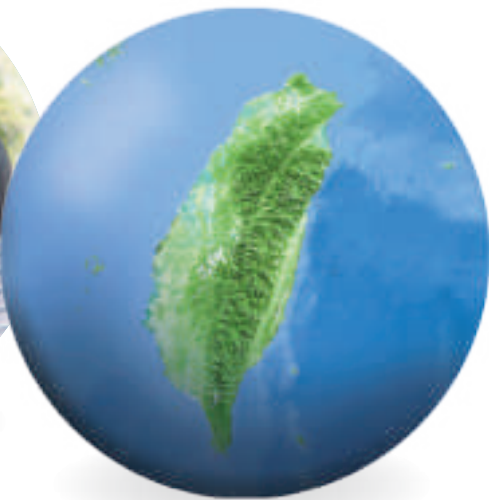
關於宇宙，我們目前所知……

- ◆ 地球是目前已知唯一有生命的行星
- ◆ 宇宙中的星星比地球上所有海灘上的沙粒還多



我們

周遭是我們可以掌握的巨觀尺度，例如：我們可以感受去學校的路上有多遠，用這種方式，用已知的事情了解宇宙未知的部分。



家鄉

我們居住的地方，根據我們的經驗可以感受出的巨觀尺度，例如：臺灣本島最北到最南的距離為**377**公里；從臺北到高雄，搭高鐵最快需**96**分鐘。



地球

進入到天文的巨觀尺度，需要搭配一些實例想像，例如：從地球到月球，搭乘飛機要**20**天，而光線走這段旅程只需**1.25**秒。



目前我們對宇宙的了解仍非常有限，但我們心中仍會存著疑問：宇宙這麼大，我們真的是孤獨的嗎？科學家持續在宇宙探索，是不是在宇宙中有其它的生命？更多的未知，等待著我們去探索。

在宇宙的生命搜尋

- ❶ 鳳凰計劃：從宇宙中篩選可能從其他星球發射的訊號。
- ❷ 孤獨訊號計畫：地球發出訊息，讓可能在其他星球的生物能因此認識地球。

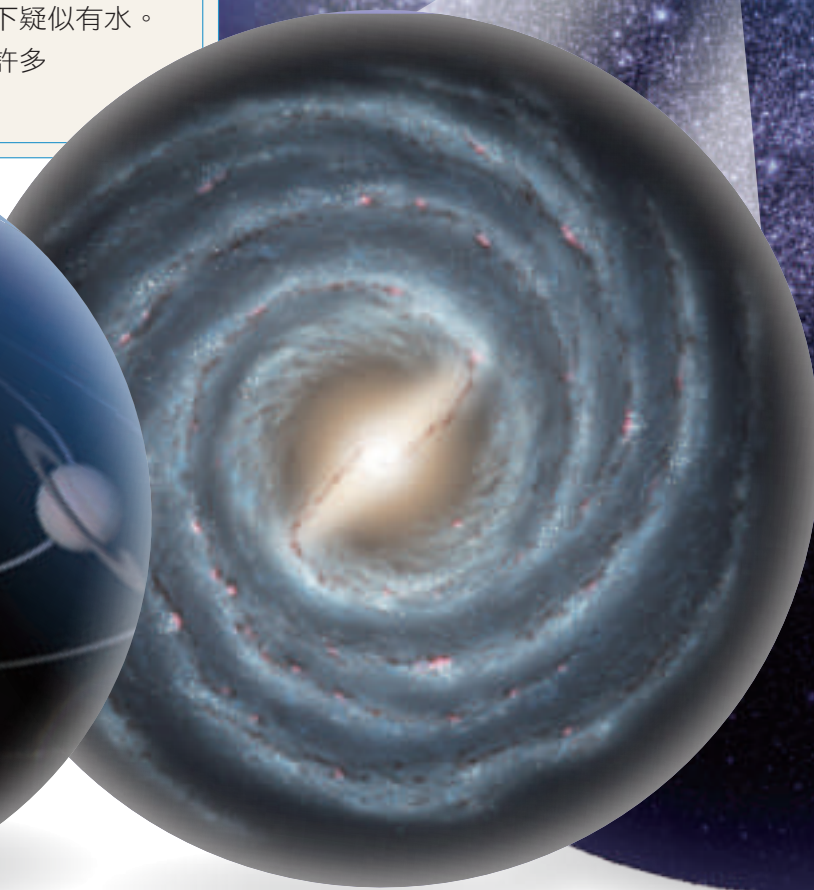
在太陽系的生命搜尋

- ❶ 火星：有流水形成的特徵。
- ❷ 歐羅巴：木星的衛星，冰層下疑似有水。
- ❸ 泰坦：土星的衛星，探測到許多組成生命的有機物。



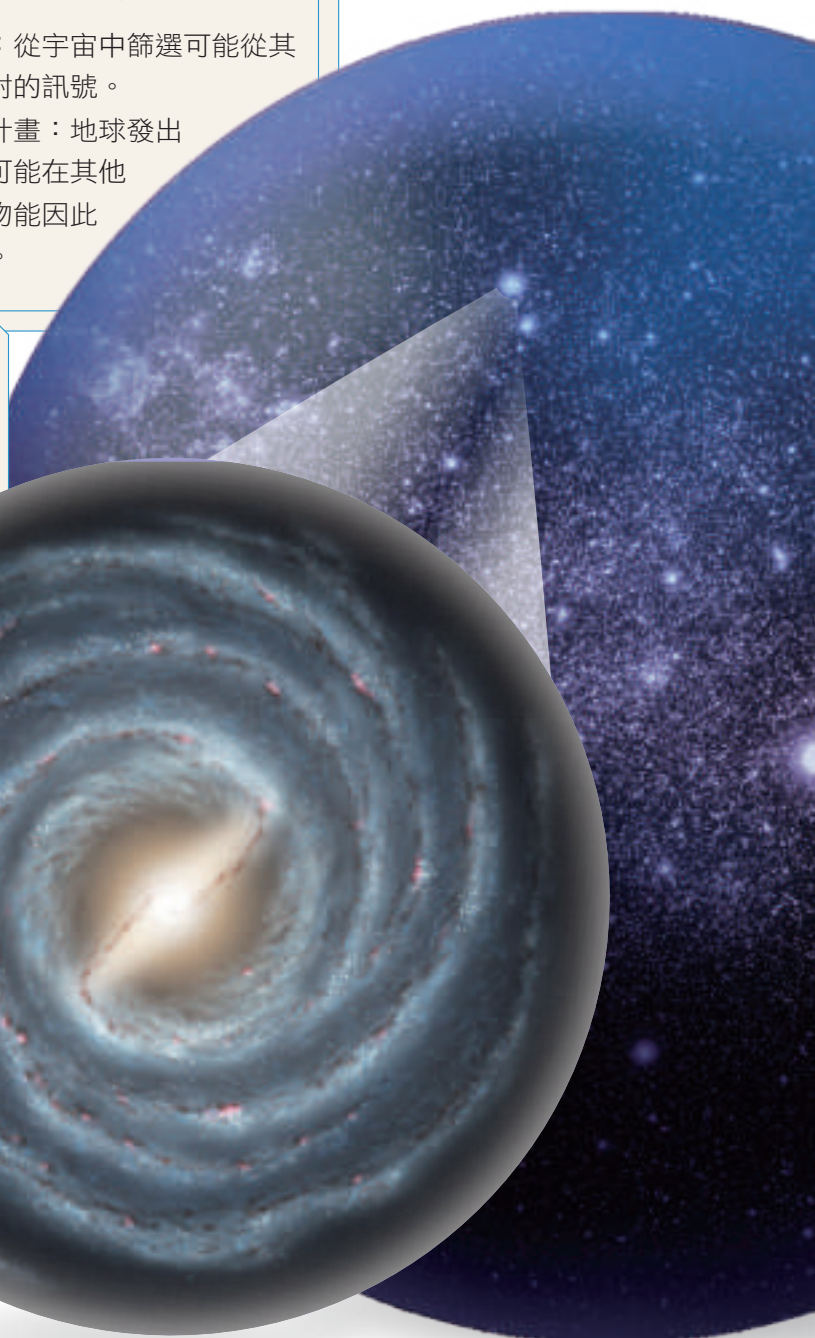
太陽系

地球是太陽系中的一員，太陽距離地球為1天文單位，約 1.5×10^8 公里，光線走這段旅程大約需要8分鐘。



銀河系

太陽系位在銀河系中，銀河系是由上千億顆像太陽一樣的恆星組成，直徑約12萬光年，以現在的技術，我們無法到達如此遠的距離。



宇宙

宇宙是所有存在事物的總和，我們目前所能觀測到的宇宙距離是130億光年，這並不表示我們在宇宙的中心，我們只看到它的一小部分。

3 生物體的營養

3-1 食物中的養分與能量

3-2 酵素

3-3 植物如何製造養分

3-4 人體如何獲得養分

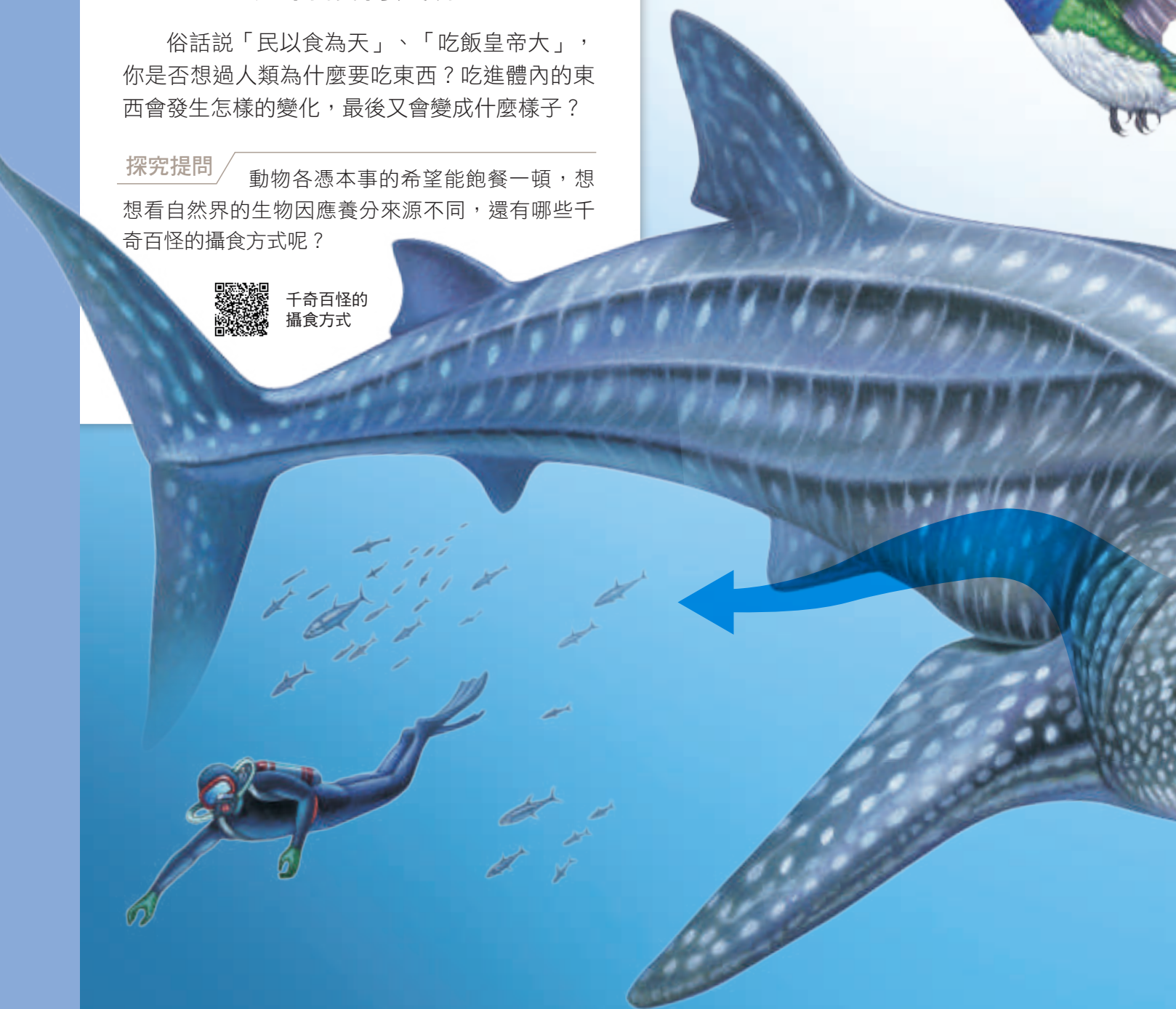
俗話說「民以食為天」、「吃飯皇帝大」，你是否想過人類為什麼要吃東西？吃進體內的東西會發生怎樣的變化，最後又會變成什麼樣子？

探究提問

動物各憑本事的希望能飽餐一頓，想想看自然界的生物因應養分來源不同，還有哪些千奇百怪的攝食方式呢？

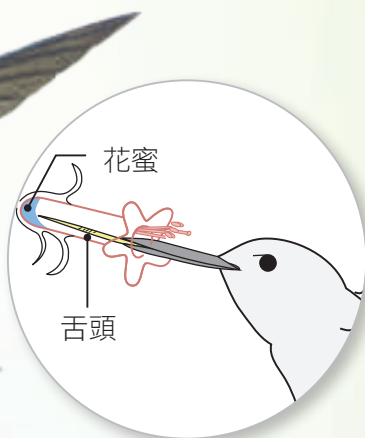


千奇百怪的
攝食方式



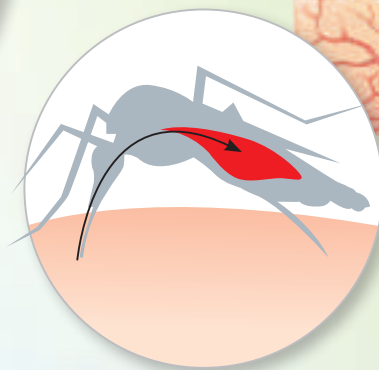
蜂鳥

蜂鳥不像其他鳥類利用鳥喙取食，而是用長長的舌頭吸食花蜜。



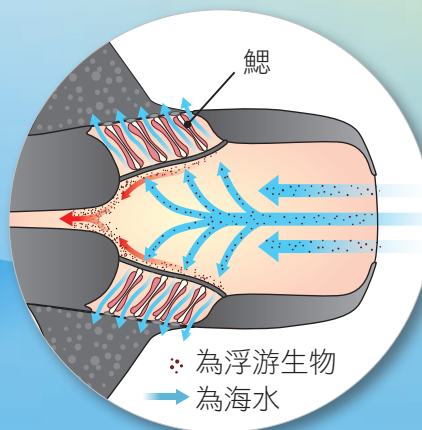
蚊子

蚊子的口器可以在動物的皮肉間自由地彎曲，尋找到合適的血管後吸食血液，簡直是智慧型吸管。



鯨鯊

鯨鯊非常巨大卻只吃浮游生物，因此要有像網袋一樣的大嘴巴，可一口吞下大量海水，再過濾水中的浮游生物來吃。



3-1 食物中的養分與能量

所有的生物都必須依靠養分維持生命，植物可以自行製造養分，而動物則需依賴其他生物為食，以獲取大部分所需的養分。

養分包括可以產生能量的醣類（碳水化合物）、蛋白質與脂質，及不能產生能量的水、礦物質與維生素。

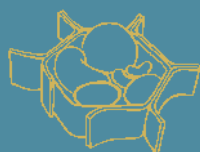
1 可產生能量的養分

醣類、**蛋白質**和**脂質**是組成生物體的原料，例如：組成植物細胞壁的纖維素、生物儲存能量的澱粉與肝糖等皆為醣類；動物的毛髮、肌肉中含有蛋白質；而脂質常分布在動物的皮膚下層，可以防止熱量散失，達到保溫的效果。

醣類



儲存澱粉



組成細胞壁



脂質



分布皮膚下層

蛋白質



組成肌肉



組成毛髮





2 無法產生能量的養分

水、礦物質和維生素在生物體內雖然無法產生能量，但對於維持正常的生理運作卻很重要。

水是生物體內含量最多的物質，細胞內大部分的物質需先溶解在水中才能進行反應。

礦物質可構成細胞組織並調節生理機能，例如：鈣和磷是骨頭和牙齒的重要成分；鐵質則是人體造血的重要成分。

維生素又稱為維他命，可以調節生理機能，缺乏時會導致生理失調或疾病，例如：人體缺乏維生素A可能會造成夜間視力減退（又稱夜盲症），而缺乏維生素C易造成皮下或牙齦出血。因此，平時飲食應均衡攝取六大營養素。

水



體內最多的物質



礦物質



鈣、磷組成骨骼
鐵可造血



維生素



缺乏維生素A：
夜盲症



缺乏維生素C：
皮下出血



實驗 3-1

澱粉與糖分的測定



目的 食物中含有各種養分，本實驗即在學習測定澱粉和葡萄糖的方法，並進一步檢測食物中是否含有澱粉或糖分。

實驗說明

- 將碘液加入澱粉液中，碘液會立刻變色，因此碘液可用來測定食物中是否含有澱粉。
- 本氏液是一種淡藍色的試劑，將本氏液加入葡萄糖液中並加熱，會出現顏色的變化，依據含量的多寡，變色程度會不同，如右圖。果糖與麥芽糖也可使本氏液變色，故可用此方法檢測食物中是否含有糖分。

葡萄糖含量
無 低 ← → 高



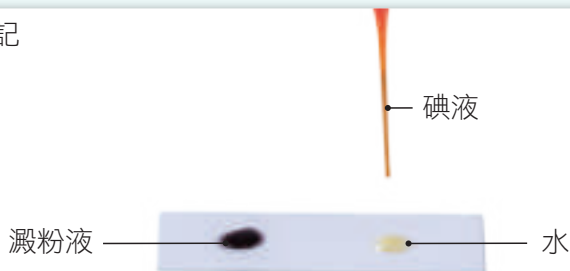
步驟

一、澱粉的測定

- 在白紙上放一片載玻片，並在載玻片的兩端分別滴一滴澱粉液及水。



- 在澱粉液及水上分別滴一滴碘液，觀察並記錄顏色的變化。



器材

- 白紙1張
- 載玻片1片
- 滴管3支
- 1%澱粉液適量
- 水適量
- 碘液適量
- 250mL燒杯1個
- 陶瓷纖維網1個
- 三腳架1個
- 酒精燈1個
- 試管4支
- 10mL量筒5個
- 5%葡萄糖液2mL
- 試管架1個
- 本氏液8mL
- 白飯適量
- 刀片1支
- 水果適量（如蘋果、水梨或葡萄）
- 培養皿2個
- 研鉢及杵1組
- 紗布2張
- 50mL燒杯2個

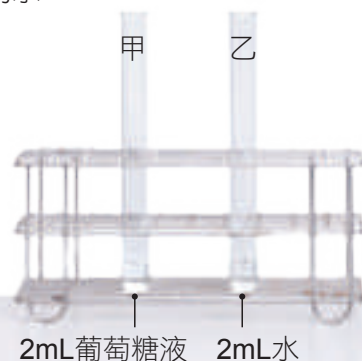


二、葡萄糖的測定

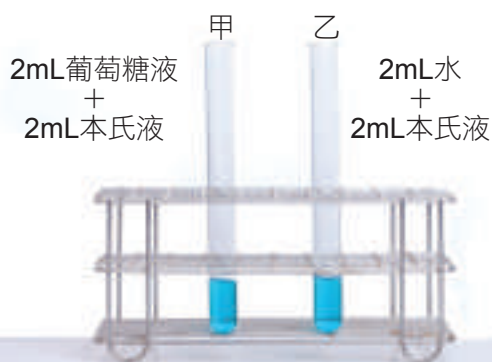
- 1** 在250mL燒杯中裝入約半杯的溫水，放在陶瓷纖維網上加熱備用。



- 2** 甲試管加入2mL的葡萄糖液，乙試管加入2mL的水。



- 3** 分別在甲、乙試管加入2mL的本氏液，輕輕搖動，使溶液混合均勻。



- 4** 將甲、乙兩試管放入步驟1的燒杯中，隔水加熱，觀察並記錄加熱前、後的顏色變化。

甲 乙



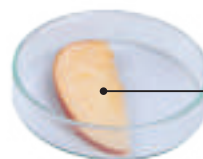
三、食物中所含澱粉的測定

- 1** 將適量的白飯及水果果肉分別放在培養皿中，滴數滴碘液，觀察並記錄顏色的變化。

白飯



水果果肉



四、食物中所含糖分的測定

- 1** 取適量的白飯放入研鉢中，加入10mL的水，將白飯磨成泥狀後移至雙層紗布中。



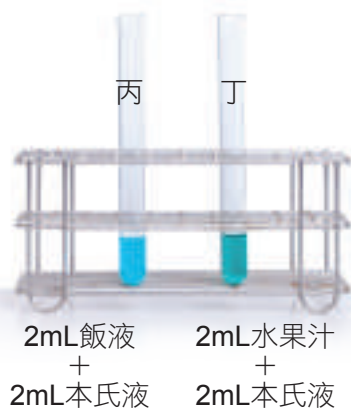
- 2** 用手擠壓紗布內的泥狀物，收集擠出的液體，取2mL放入丙試管中。



- 3** 取適量水果，剝去果皮後放在雙層紗布內，擠壓果肉，收集擠出的液體，取2mL放入丁試管中。



- 4** 在丙、丁兩試管中，分別加入2mL的本氏液，輕輕搖動使溶液混合均勻。



- 5** 將兩試管放入250mL的燒杯中，隔水加熱，觀察並記錄試管中的顏色變化。



問題與討論

- 在「澱粉的測定」實驗中，澱粉液加碘液後會變成藍黑色（或紫紅色），已知澱粉液含有澱粉和水，請問澱粉液中與碘液發生作用的成分為何？試說明理由。
- 在「葡萄糖的測定」實驗中，甲、乙兩試管的設計，試說明何者為實驗組？何者為對照組？
- 根據實驗結果推測，白飯與所使用的水果中分別含有何種養分？試說明理由。

探究提問

碘液可以用來檢驗澱粉，但是呈色結果一定是藍黑色（或紫紅色）嗎？請利用本實驗的澱粉液及碘液，改變碘液和澱粉液的比例，測試在各種不同比例的情況下，顏色有何差異？

相關實驗重點，請見P134





3-2 酵素

酵素又稱為**酶**，現代科學家已經得知酵素能參與細胞中多種反應的進行，加速代謝作用。什麼是代謝作用？酵素又具有哪些特性呢？

5 1 代謝作用

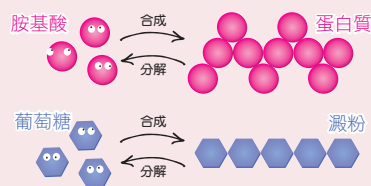
許多養分在生物體中會經過一連串的反应，轉變為其他物質或產生能量以供細胞利用，這些反應有的可將較大分子轉變成較小分子，稱為**分解作用**；而較小分子轉變成較大分子的反應，則稱為**合成作用**。這些可將生物體內物

10 質進行分解與合成的作用，合稱為**代謝作用**（圖3-1）。

課程補充

小分子與大分子

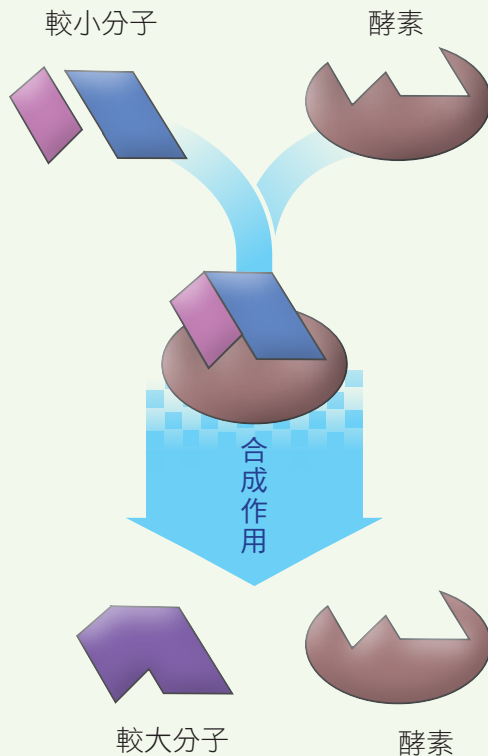
生物體中，有小分子與大分子物質，例如：葡萄糖、胺基酸等屬於小分子物質，澱粉與蛋白質等屬於大分子物質，而小分子與大分子之間可透過代謝作用進行轉換。



a 分解作用



b 合成作用

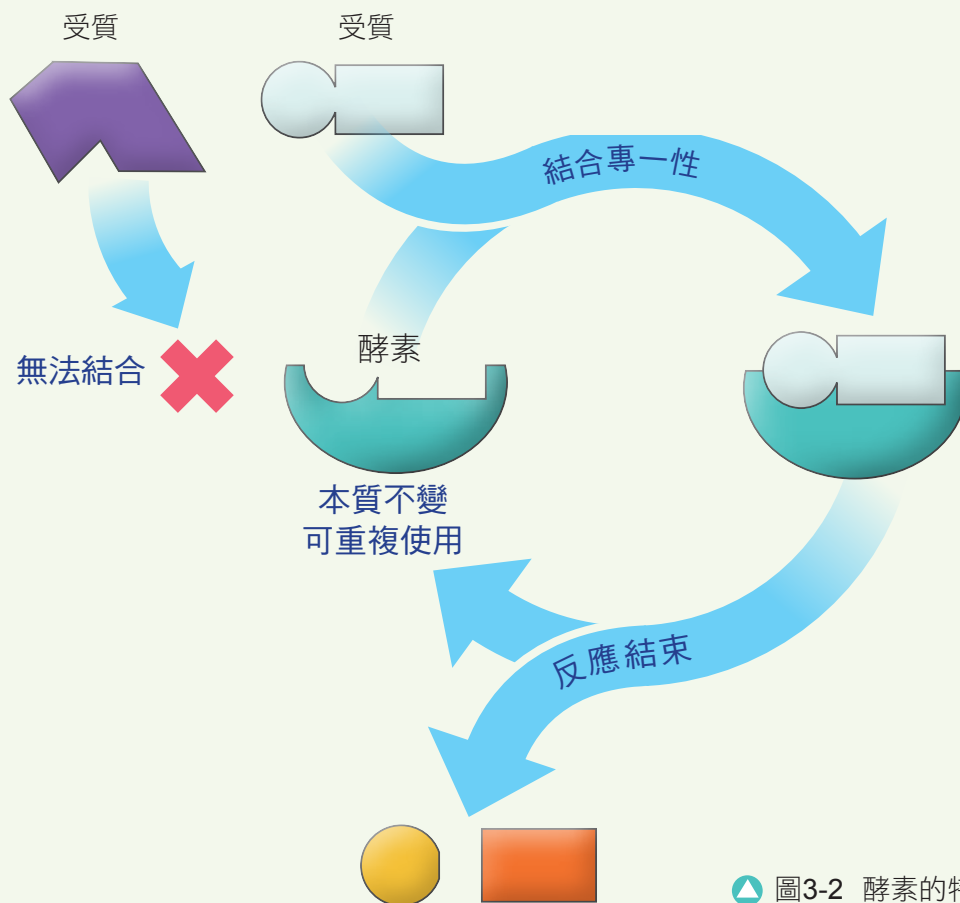


▲ 圖3-1 代謝作用

2 酵素的特性

酵素的參與可以加速代謝作用，能與酵素作用的物質稱為**受質**，酵素和受質的結合具有**專一性**（圖3-2），特定的反應須由特定的酵素來協助進行，例如：唾液中的酵素能與飯中的澱粉結合，將其分解成具甜味的糖，此時受質是澱粉，分解澱粉的酵素為澱粉酶，而澱粉酶不能分解澱粉以外的受質，如肉類中的蛋白質。

酵素的種類很多，在生物體內各種反應扮演重要的角色，但在反應結束後，酵素的**本質**並不會改變，可以繼續在下一次相同的反應中作用。

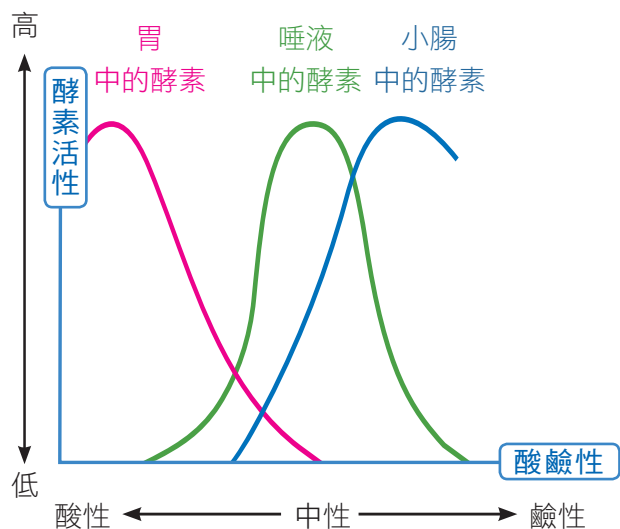


▲ 圖3-2 酵素的特性

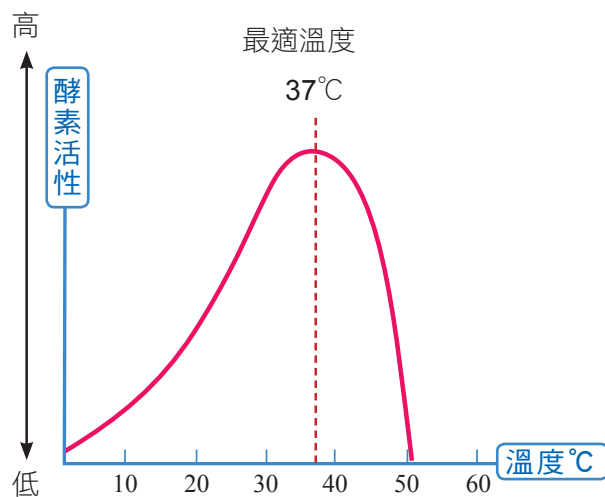


大部分酵素的主要成分是蛋白質，其活性會受到環境的影響。例如：不同的酵素各有適宜作用的酸鹼性，人體唾液內的酵素在中性的環境活性最高，胃中的酵素須在酸性環境中才具有活性，而小腸內的酵素則適合在鹼性環境中作用（圖3-3）。

除了酸鹼性之外，溫度也會影響酵素的活性。在一定的溫度範圍內，酵素才具有活性，在未達最適溫度前，溫度愈高酵素活性愈大，若超過最適溫度後，溫度愈高活性反而會降低，甚至永久失去活性，如人體內有許多酵素，約在37℃左右活性較佳（圖3-4）。接下來，就讓我們進行實驗，以了解溫度對人體酵素活性的影響。



▲ 圖3-3 酸鹼性與人體內酵素活性的關係



▲ 圖3-4 溫度與人體內酵素活性的關係

隨堂筆記

試摘要出酵素的功能與特性。

功能	可加速代謝作用反應的進行
成分	大部分酵素的主要成分是_____
所具特性	與受質結合具_____，並可重複使用
影響因素	受到環境中_____、_____等因素影響

相關科學史，請見P104



實驗 3-2

溫度對唾液分解澱粉的影響



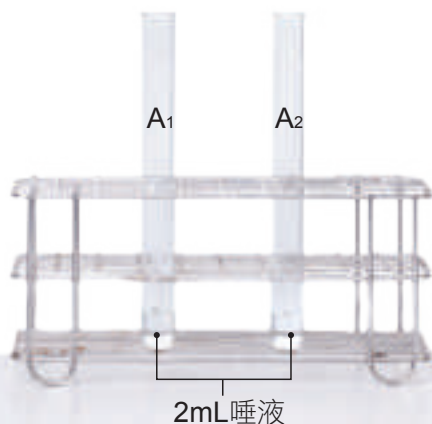
目的

藉由觀察本氏液的顏色變化，了解唾液中的酵素活性是否會受溫度影響。

步驟

1 將適量唾液收集在50mL燒杯內。

2 取A₁、A₂二支試管，分別加入2mL唾液。



3 將A₁試管放入裝有沸水的燒杯中隔水加熱，數分鐘後取出A₁試管，待其溫度降至室溫。



4 二支試管再分別加入2mL澱粉液，輕輕搖動試管，促使試管內的物質混合均勻。

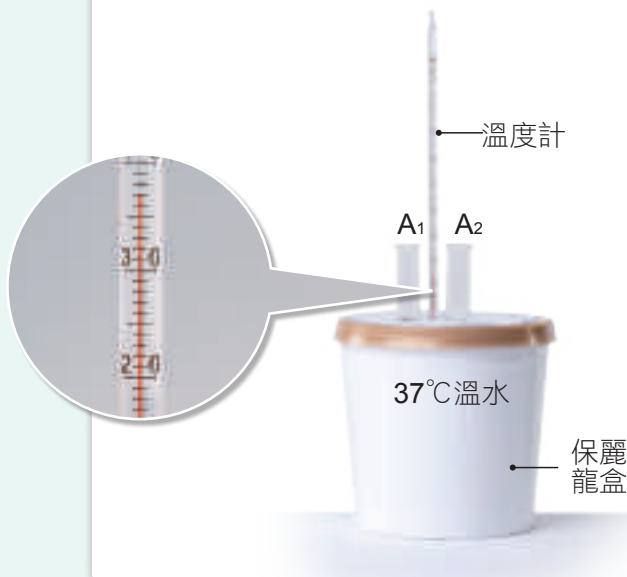


器材

- ① 50mL燒杯1個
- ② 250mL燒杯1個
- ③ 20mL試管2支
- ④ 10mL量筒2個
- ⑤ 溫度計1支
- ⑥ 試管架1個
- ⑦ 保麗龍盒1個
- ⑧ 酒精燈1個
- ⑨ 三腳架1個
- ⑩ 陶瓷纖維網1個
- ⑪ 唾液適量
- ⑫ 1%澱粉液4mL
- ⑬ 本氏液4mL



- 5 將二支試管放入盛有 37°C 溫水的保麗龍盒中，靜置約20～25分鐘。



- 6 取出試管分別加入2mL本氏液，混合均勻後，再放入250mL的燒杯中，隔水加熱，觀察並記錄二支試管加熱前後的顏色。



問題與討論

1. 根據實驗結果，造成 A_1 、 A_2 試管顏色差異的原因為何？試推論造成此結果的原因。
2. 本實驗中，為何保麗龍盒內的水溫要控制在 37°C ？

探究提問

當我們吃白飯時，白飯會和唾液隨著食道的蠕動被送至胃，請參考課本圖3-3，判斷進入胃以後的唾液是否還可以繼續分解澱粉？

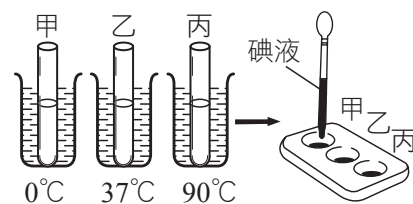
相關實驗重點，請見P134



例題 3-1

如右圖，甲、乙、丙三支試管均加入3mL澱粉液及3mL唾液，分別置於 0°C 、 37°C 、 90°C 的水中。每隔一段時間，分別從三支試管各取出等量的液體，冷卻後滴入碘液，哪一支試管的液體最快不再出現藍黑色（或紫紅色）的反應？

- (A)甲 (B)乙 (C)丙

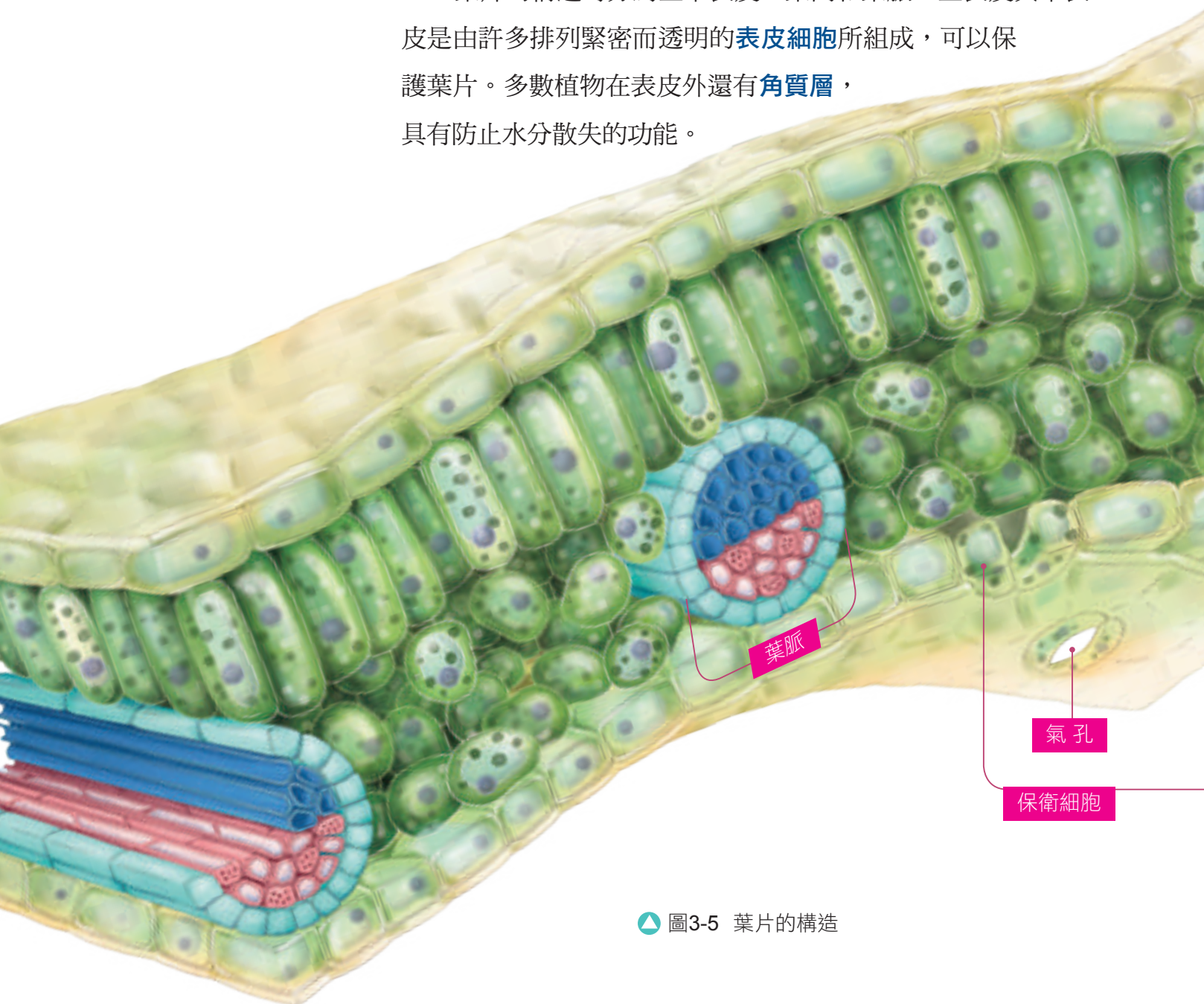


3-3 植物如何製造養分

綠色植物可利用光合作用自行製造生長所需的葡萄糖，葉片是大多數植物進行此作用的主要器官。然而，為什麼葉片可以合成葡萄糖呢？讓我們先認識葉片的構造後，再來了解光合作用是怎麼一回事（圖3-5）。

1 葉片的構造

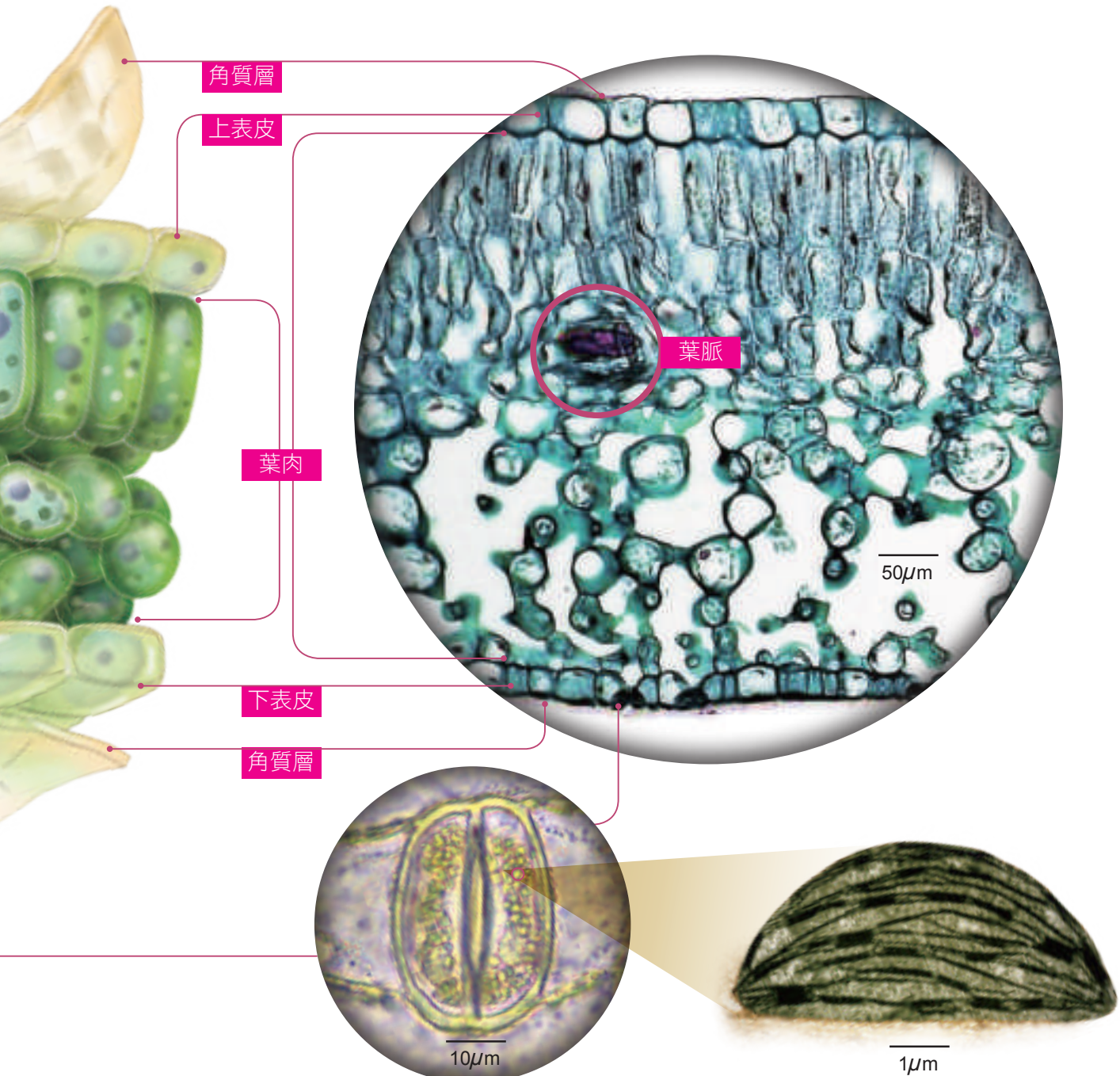
葉片的構造可分為上下表皮、葉肉和葉脈。上表皮與下表皮是由許多排列緊密而透明的**表皮細胞**所組成，可以保護葉片。多數植物在表皮外還有**角質層**，具有防止水分散失的功能。



▲ 圖3-5 葉片的構造



表皮上散布著成對的**保衛細胞**，兩個保衛細胞中間的縫隙稱為**氣孔**，是氣體進出植物體的主要通道，兩側的保衛細胞則能控制氣孔的開閉（圖3-6）。葉肉及葉脈介於上、下表皮之間，葉肉的細胞內有顆粒狀的葉綠體（圖3-7），可以進行光合作用製造葡萄糖；**葉脈**可輸送光合作用所需的水分和產生的養分，且具有支持葉片的功能。

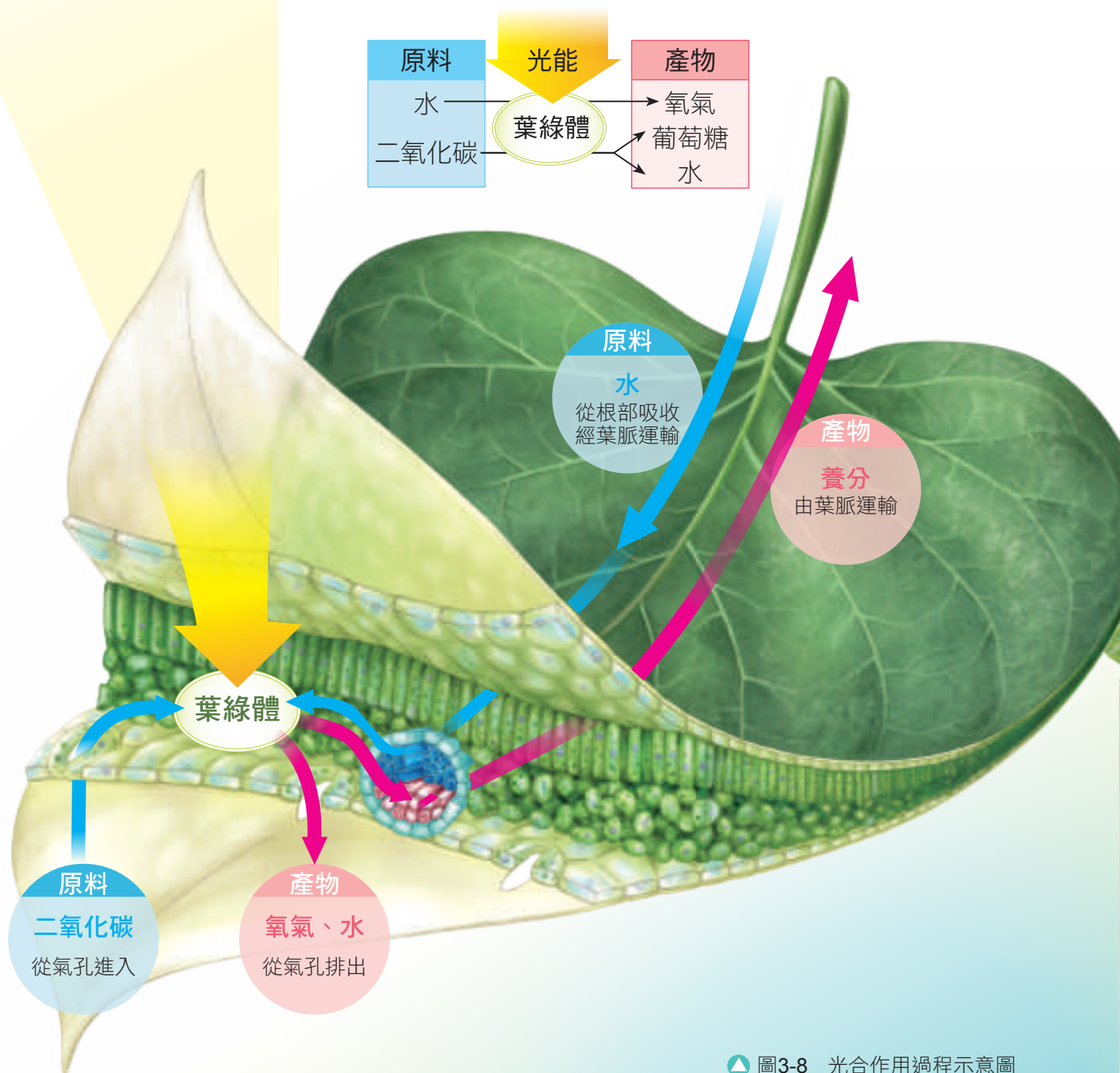


▲ 圖3-6 顯微鏡下的保衛細胞

▲ 圖3-7 顯微鏡下的葉綠體

2 光合作用

葉綠體內含有**葉綠素**，可吸收光能，並將根部吸收的水分與由氣孔進入的二氧化碳，經過一連串的轉換，產生氧氣、葡萄糖和水，此一過程稱為**光合作用**（圖3-8）。

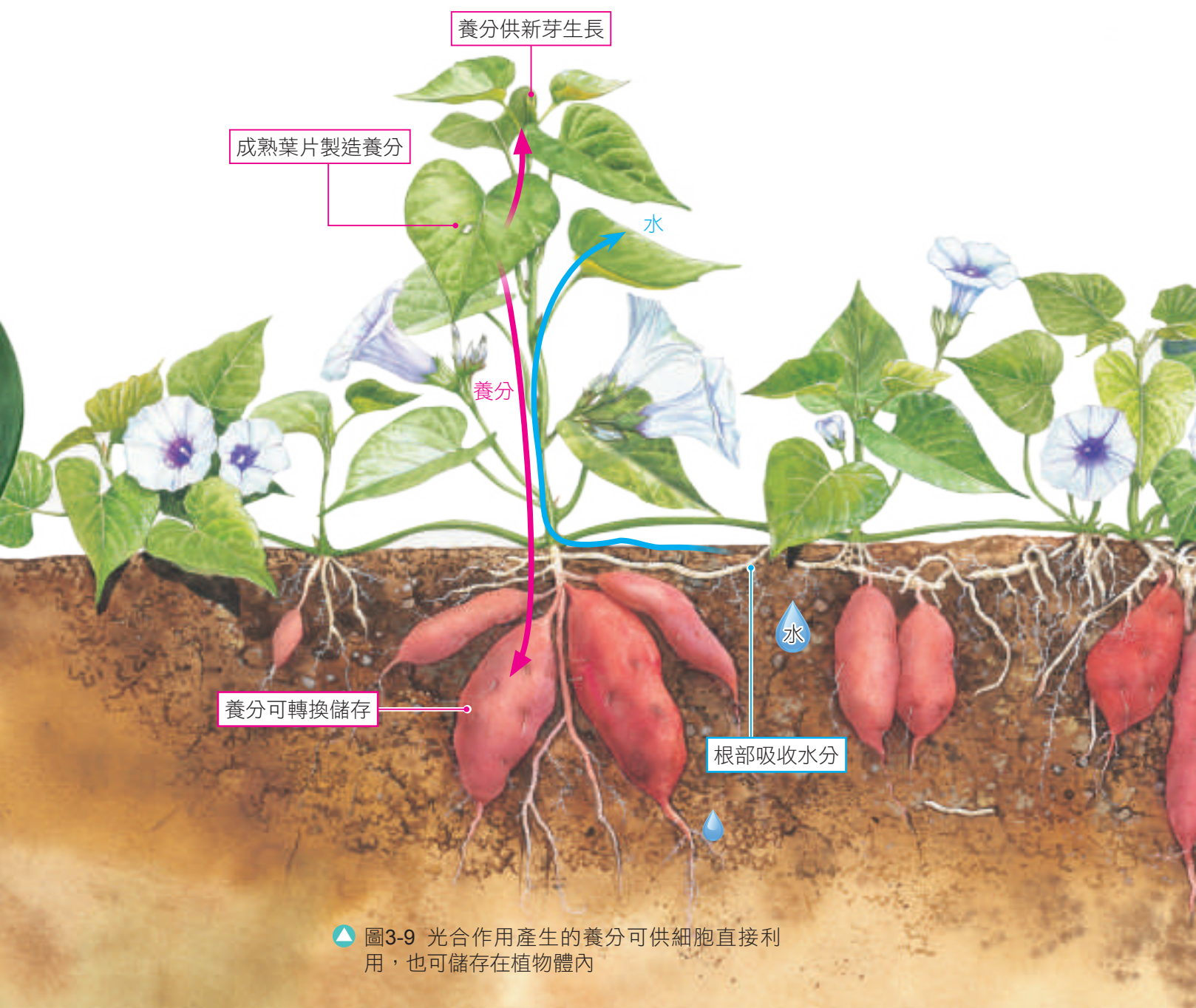


▲ 圖3-8 光合作用過程示意圖



綠色植物透過光合作用產生的葡萄糖，除了可以讓細胞直接利用外，也可以轉換為澱粉等其他形式的養分儲存在植物體內（圖3-9）。因此我們能夠透過澱粉的檢測，確認光合作用是否順利進行。

相關科學史，請見P105



▲ 圖3-9 光合作用產生的養分可供細胞直接利用，也可儲存在植物體內

實驗
3-3

光與光合作用



目的 透過對澱粉的檢測，了解光照對光合作用的重要性。

實驗說明

- 植物行光合作用產生的養分，可轉換成澱粉儲藏在葉片中，故能用碘液檢測。
- 為了確定光合作用的產物是在本實驗中形成的，需先消耗掉原本儲存於葉片中的澱粉，建議實驗前先將植株放置在完全黑暗的環境中約一週，再進行以下實驗步驟。

步驟

- 1** 選取植株的一個葉片，在葉片的部分區域用鋁箔包裹，並將植物移置陽光下一週。



- 2** 剪下包有鋁箔的葉子，並取下鋁箔。



- 3** 將葉片放入沸水中加熱，使葉片軟化。

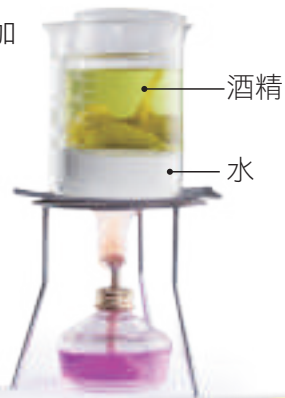


器材

- 1 剪刀1把
- 2 鋁箔（亦可使用黑紙或不透光膠布）1張
- 3 植物1盆（如左手香、繁星花、地瓜葉）
- 4 500mL燒杯1個
- 5 250mL燒杯1個
- 6 水適量
- 7 陶瓷纖維網1個
- 8 三腳架1個
- 9 酒精燈1個
- 10 鑷子1支
- 11 藥用酒精適量
- 12 10×10方形玻璃片（或培養皿）1個
- 13 滴管1支
- 14 碘液少許
- 15 備用溼抹布1條



- 4** 取出沸水中的葉片，再放入酒精中隔水加熱至葉片顏色變淡。



⚠ 酒精易著火，不可直接加熱，若不小心著火，可立即用溼抹布撲滅。

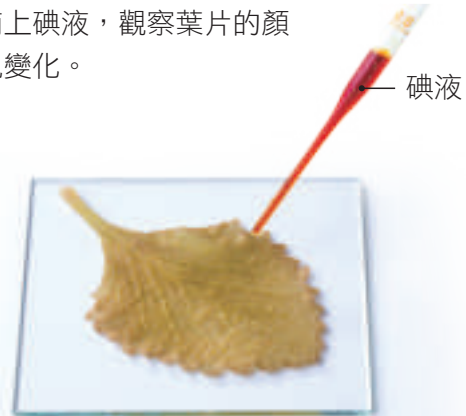
- 5** 取出酒精中的葉片，再放入熱水中漂洗。



- 6** 將葉片平放在玻璃片上。



- 7** 滴上碘液，觀察葉片的顏色變化。



問題與討論

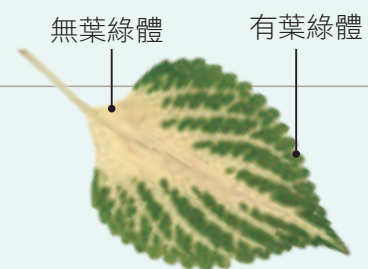
1. 本實驗用鋁箔紙包裹葉片的目的為何？
2. 葉片放在酒精中隔水加熱後，酒精顏色改變的原因為何？
3. 葉片滴上碘液後，未包裹鋁箔的葉片顏色與其他部位有何差異？想想看這是為什麼？

探究提問

彩葉草種類繁多，因葉片常有不同的顏色而得名，圖中的彩葉草，葉片顏色外緣為綠色，內部為白色，已知是葉綠體的有無造成兩者顏色的差別。推論若以彩葉草重複此實驗步驟

3～**7**，會有什麼結果？

相關實驗重點，請見P134



3-4 人體如何獲得養分

1 人體的消化系統

人類為了吸收、利用食物中的養分，會由**消化系統**進行處理，人體的消化系統包括消化道和消化腺。

5 消化道

人體的**消化道**依食物通過的順序，有口腔、咽、食道、胃、小腸、大腸和肛門。消化道的管壁具有肌肉，藉由肌肉的收縮，使消化道產生局部的運動，稱為**蠕動**，可促使食物在消化道中移動（圖3-10）。

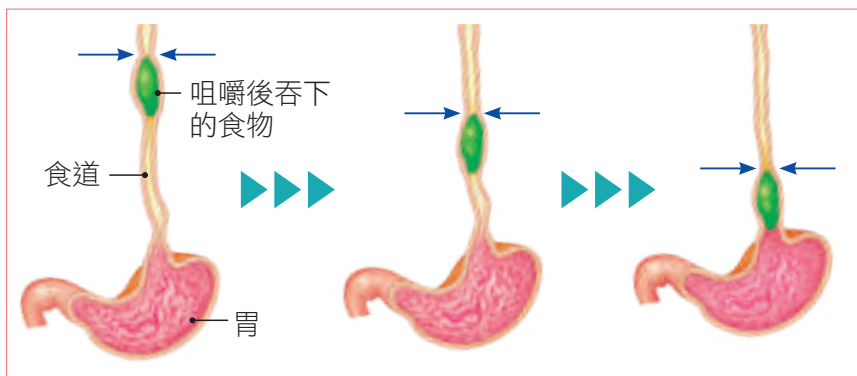


圖3-10 食道藉由蠕動，可以將食物往胃的方向推進

10 消化腺

消化腺會分泌消化液，大部分的消化液含有酵素，可加速食物分解，以利細胞吸收。人體的消化腺包括唾腺、胃腺、肝臟、胰臟和腸腺（圖3-11）。

延伸補充

盲腸與闌尾

大腸的起始端為封閉的囊袋狀構造，稱為盲腸，人類的盲腸末端有一個指狀突起，稱為闌尾，闌尾通常位於腹部的右下方，長約5～10公分左右，被認為與維護腸道健康有關。



圖3-11人體的消化系統

消化道

口腔
食物的入口，具有牙齒和舌頭。

咽
调控食物進入食道。

食道
長管狀，可使食物通過。

胃
呈囊袋狀，可容納食物。

小腸
消化食物的主要器官，吸收養分和大部分的水。

大腸
吸收剩餘的水分，形成糞便。

肛門
消化道的末端，糞便由此排出。

消化腺

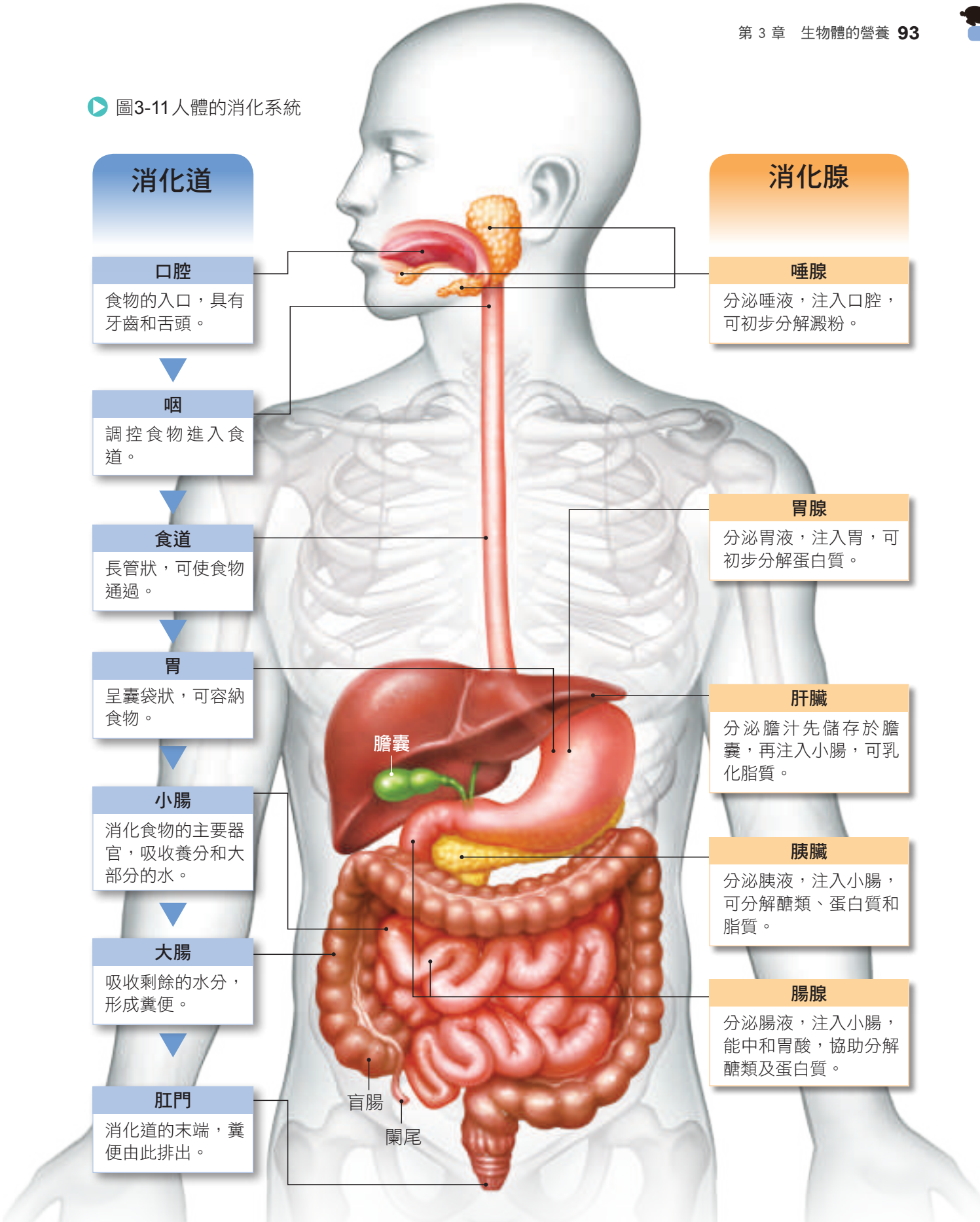
唾腺
分泌唾液，注入口腔，可初步分解澱粉。

胃腺
分泌胃液，注入胃，可初步分解蛋白質。

肝臟
分泌膽汁先儲存於膽囊，再注入小腸，可乳化脂質。

胰臟
分泌胰液，注入小腸，可分解醣類、蛋白質和脂質。

腸腺
分泌腸液，注入小腸，能中和胃酸，協助分解醣類及蛋白質。



2 養分的消化與吸收

隨堂筆記

試整理食物中，大分子養分分解所產生的小分子養分。

大分子養分	小分子養分
澱粉	
蛋白質	
脂質	

食物通過消化道時，大分子的養分被分解為小分子養分的過程，稱為**消化作用**，如澱粉可被分解為葡萄糖，蛋白質被分解成胺基酸，而脂質則被分解成脂肪酸及甘油。

5 現在就來看看，食物在人體中是如何一步一步逐漸被消化、吸收。



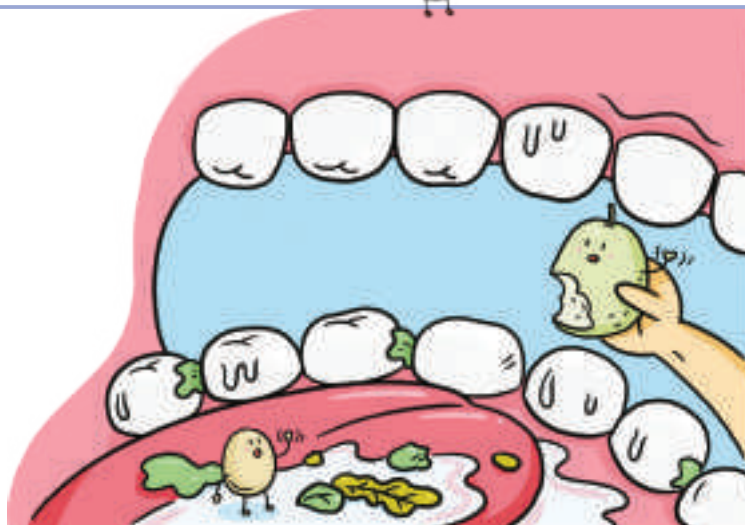
芭樂籽的旅行

芭樂哥，我現在要出發去參加人體消化旅行團了。

小籽弟，一路順風

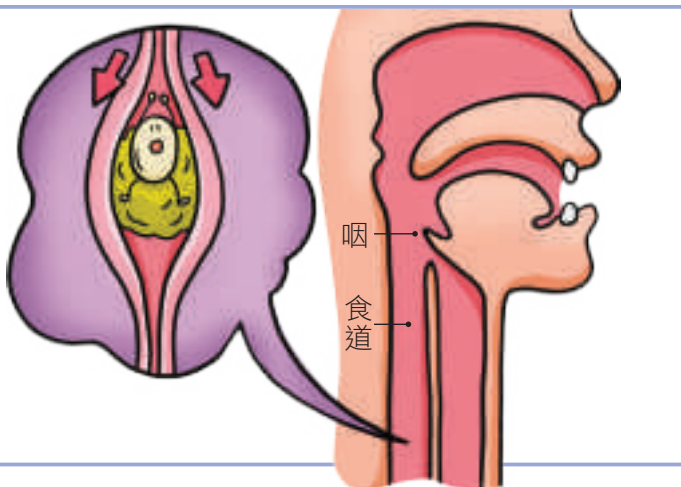
1 食物由口腔攝入

口腔內的牙齒可以咬碎和磨細食物，舌頭則可將食物與唾液攪拌混合。**唾液**由**唾腺**所分泌，唾液中所含的酵素可將食物中的澱粉初步分解。



2 通過食道

咽可調控口腔中的食物進入食道，**食道**呈管狀，藉由管壁的蠕動，可使食物向下運送至胃。





3 進入胃

胃呈囊袋狀，可容納食物。胃壁中的**胃腺**能分泌胃液，**胃液**中含有鹽酸與酵素，鹽酸可以殺死大部分隨食物進入的細菌，也使胃中環境偏酸性，利於胃液中的酵素分解蛋白質。食物在胃中被消化成粥狀，之後進入小腸。



探究提問

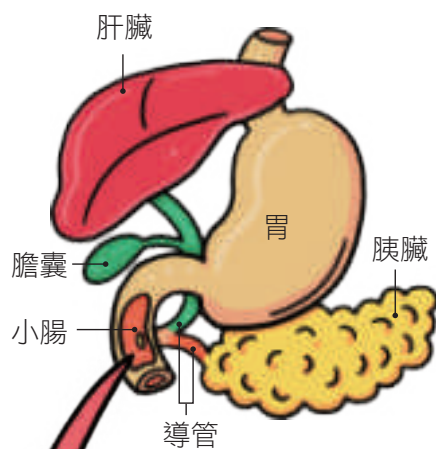
胃液中含有胃蛋白酶可以分解蛋白質，為什麼胃部肌肉組織不會被胃液所分解？

4 抵達小腸

小腸是人體消化食物和吸收養分的主要部位，也是消化道中最長的一段。小腸的前段有膽汁、胰液和腸液等三種鹼性的消化液在此作用。

膽汁由**肝臟**分泌，先儲存在**膽囊**中，再經由導管注入小腸。膽汁雖不含酵素，但能將脂質乳化成脂肪小球。**胰液**由**胰臟**分泌，也經導管注入小腸（圖3-12），胰液可以分解醣類、蛋白質和脂質。

腸液由小腸壁的**腸腺**分泌，腸液與醣類以及蛋白質的分解有關。食物通過此區域後，幾乎已經完全分解為小分子養分。



▲ 圖3-12 膽汁與胰液可經由導管注入小腸的上端

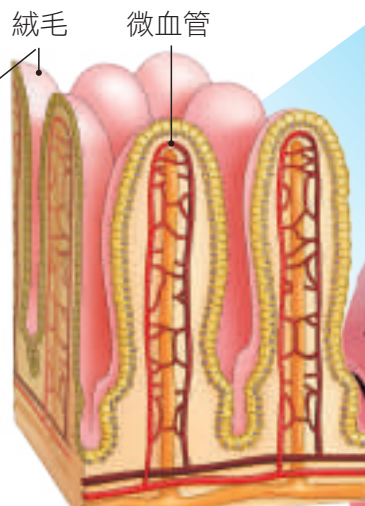


5 在小腸中前進

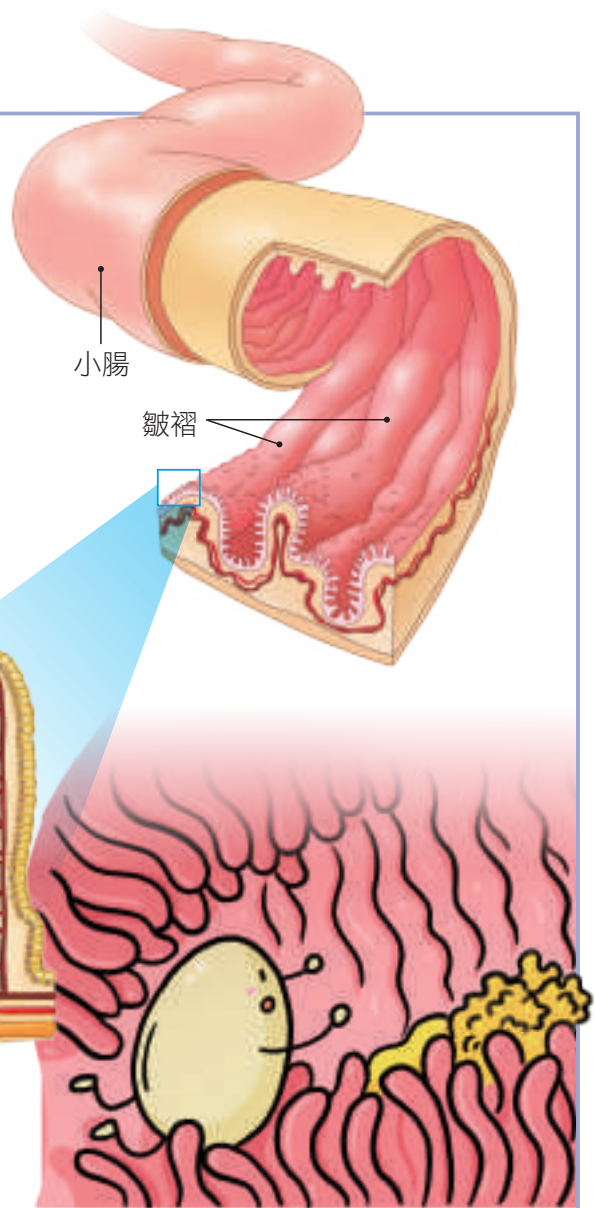
小腸內壁有許多皺褶，皺褶上的指狀突起稱為**絨毛**，可以增加吸收養分及水分的表面積。養分和水分被吸收進入絨毛內的微血管後，由血管運送這些物質至全身，以供細胞利用（圖3-13），而食物中未能被分解吸收的部分則繼續進入大腸。



a 電子顯微鏡下的小腸絨毛



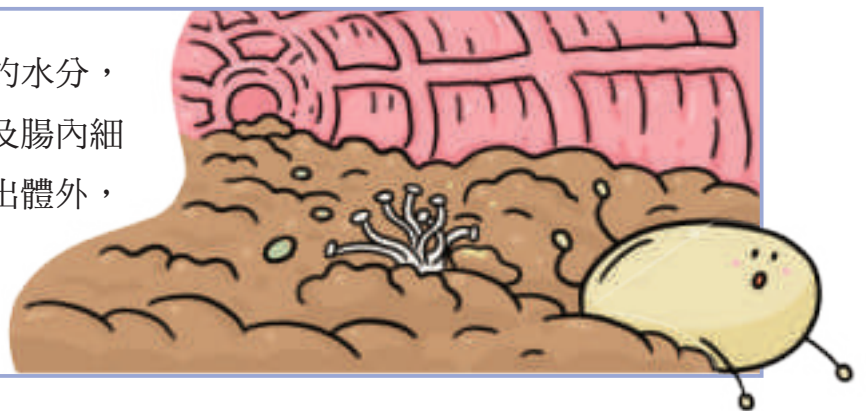
b 小腸絨毛構造示意圖



▲ 圖3-13 小腸內壁有絨毛，可以增加吸收表面積

6 通過大腸之後排出

大腸可以吸收食物殘渣中多餘的水分，而食物殘渣、剝落的大腸壁細胞以及腸內細菌則混合形成糞便，最後由**肛門**排出體外，稱為**排遺**，也是食物在人體內旅程的最終站。





隨堂筆記

試整理人體內各種消化腺及其分泌的消化液和功能。

消化腺	消化液	主要功能
唾腺		
胃腺		
肝臟		
胰臟		
腸腺	腸液	與醣類和蛋白質的分解有關



生物 In my life



乳糖不耐症

小提示 乳糖是一種普遍存在於牛乳和其他乳製品中的物質，若未經過消化分解作用，無法被生物吸收利用，有時會使生物體產生不適症狀，稱為乳糖不耐症；而製作優酪乳所必要的乳酸菌，剛好是一種可以分解乳糖以產生能量的生物。

- ① 試推論，無法分解乳糖的生物，可能是體內缺乏哪種關鍵物質？
- ② 為何鮮乳製作成優酪乳之後，即使有乳糖不耐症的人也可以喝呢？

食物中的養分與能量

醣類



蛋白質



脂質



可產生能量

水



維生素 礦物質



無法產生能量

食物中的養分有醣類、蛋白質、脂質、水、維生素和礦物質等，而醣類、蛋白質和脂質是生物獲得能量的主要來源。

澱粉的檢測



糖分的檢測



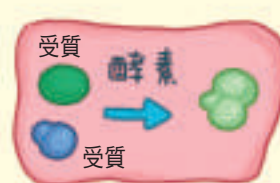
食物中的澱粉可用碘液測定，糖分可用本氏液測定。

酵素

代謝作用



分解作用



合成作用

將較大分子轉變成較小分子，稱為分解作用；將較小分子轉變成較大分子，稱為合成作用，生物體內物質分解與合成，合稱為代謝作用。

酵素的作用

功能	可加速代謝作用反應的進行
成分	大部分的酵素主要成分為蛋白質
特性	專一性，並可重複使用
影響因素	溫度、酸鹼性

植物如何製造養分

定義	葉綠體內含葉綠素可吸收光能，將水分及二氧化碳合成葡萄糖並釋放氧氣的過程
主要器官	葉片
反應場所	葉綠體
原料	水、二氧化碳
產物	葡萄糖、氧氣、水
重要性	利用光能，將二氧化碳轉換成養分，供生物利用



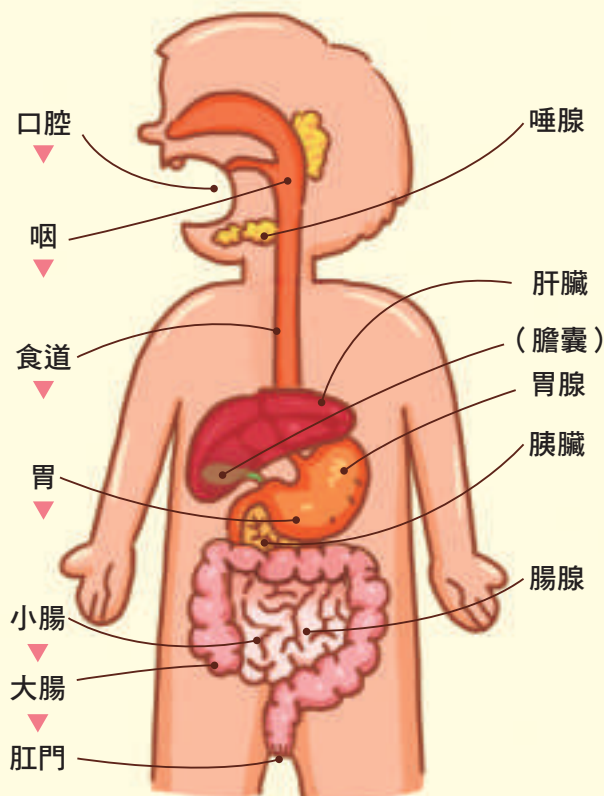


人體如何獲得養分

消化作用

意義	較大分子的食物，被分解成較小分子養分的過程	
重要性	較小的分子才可通過細胞膜，進入細胞，供細胞利用	

人體消化系統



消化道：口腔、咽、食道、胃、小腸、大腸、肛門

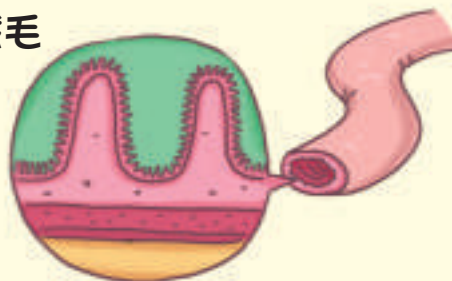
消化腺：唾腺、胃腺、肝臟、胰臟、腸腺

不位於消化道內的消化腺：胰臟、肝臟

各種營養成分的大分子與小分子

大分子	小分子
澱粉	葡萄糖
蛋白質	胺基酸
脂質	脂肪酸、甘油

絨毛



小腸內壁有絨毛，可增加吸收養分及水分的表面積。

人體內各種消化腺及消化液的比較

消化腺	消化液	主要功能
唾腺	唾液	分解澱粉
胃腺	胃液	分解蛋白質
腸腺	腸液	與醣類和蛋白質的分解有關
胰臟	胰液	分解醣類、蛋白質、脂質
肝臟	膽汁	先儲存於膽囊，可乳化脂質

認識

消化性潰瘍

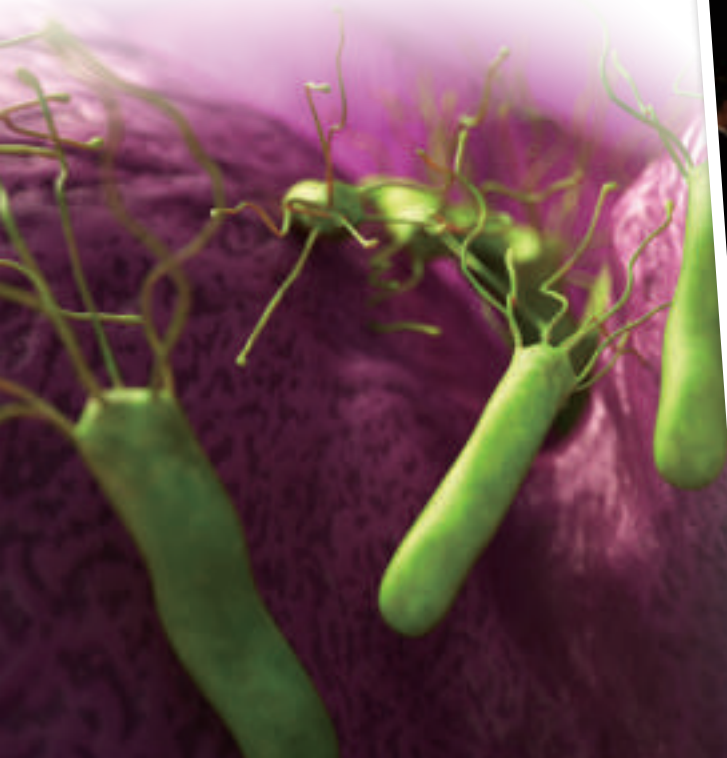
消化性潰瘍是成年人最常見的疾病之一，症狀為胃液侵蝕食道、胃、小腸前段的黏膜，造成消化管壁破損。在二十世紀中以前，一旦得到消化性潰瘍，就要開刀切除部分或全部的胃，後來發現切除部分胃神經，即可減少胃酸分泌以治療消化性潰瘍。隨著藥物的進步，服用藥物就能治療消化性潰瘍，而不用進行手術，但復發率卻高達近75%，患者仍然無法擺脫消化性潰瘍的煎熬。當時的醫學界認為，潰瘍是壓力和生活習慣所致，健康的胃是無菌的，因胃酸會將人進食所吞入的細菌迅速殺死。

西元1979年，澳洲的沃倫（Robin Warren，1937～）發現胃黏膜表面有一些特殊的細菌——幽門螺旋桿菌，他認為這種菌和慢性胃炎等消化道疾病有密切關係，卻飽受同行的質疑。

西元1981年，住院醫師馬歇爾（Barry Marshall，1951～）跟隨沃倫看到許多的幽門螺旋桿菌，為了證明這種細菌是致病的原因，他親身進行人體試驗，從病人體內取出的細菌樣本，加以培養後吞下肚，最後果然得了胃炎。沃倫和馬歇爾又對100例同樣得到消化性潰瘍的病人進行研究，發現所有人的胃內都有這種細菌。

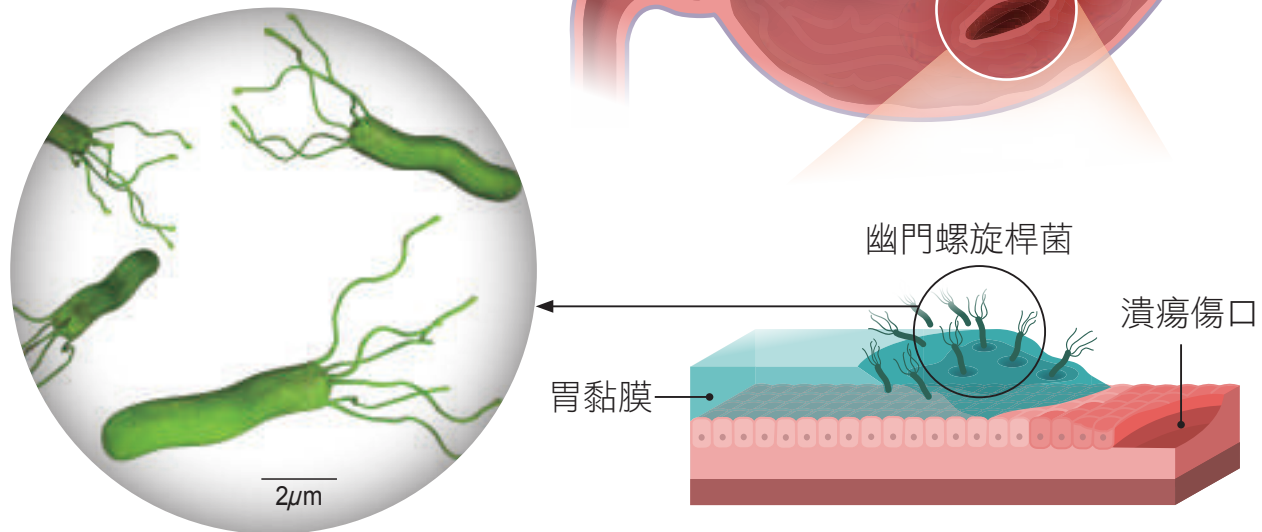


▲西元2005年諾貝爾獎得主——馬歇爾與沃倫





馬歇爾以身試菌，而沃倫堅信真理，最後終於確認幽門螺旋桿菌侵襲胃壁，是造成胃炎與消化性潰瘍的主因，共同獲得西元2005年諾貝爾生理醫學獎。消化性潰瘍的治療，從此才得以對症下藥，復發率約僅剩5%。



請同學們依上述內容，回答下列問題：

() 1. 有關消化性潰瘍的敘述，何者正確？

- (A) 只會發生在胃，所以又稱胃潰瘍
- (B) 以外科手術進行治療，沒有效果
- (C) 服用藥物以殺菌，才是最佳的治療方式
- (D) 切除神經促使分泌更多胃酸，可殺死細菌

2. 胃炎與消化性潰瘍的主要原因是_____感染胃壁的結果。

3. 沃倫和馬歇爾都認為「消化性潰瘍是由細菌所引起的」，請列舉兩個可支持沃倫和馬歇爾觀點的證據。

答：.....



關於

- 西元1785~1853
- 出生：美國 康乃狄克州
- 經歷：曾擔任美軍陸軍外科醫生，遇見病人聖馬丁之後，開始進行消化方面的相關研究。
- 成就：①針對胃液的成分和胃的機能進行研究
②出版《胃液的實驗與觀察和消化生理學》
③被後人稱為「胃生理學之父」



威廉·博蒙特——覺得充滿鬥志

6月6日，1822年

常聽人家說腦洞大開，今天遇到一個病人是胃洞大開，但我還是救活他了。

#博蒙特傳奇醫生

#DorctorX #我不會失敗



威廉·博蒙特——覺得充滿鬥志

7月，1825年

消化實驗取得了新進展@聖馬丁



聖馬丁按讚的你們好殘忍，我胃又開始痛了……

讚 · 回覆 · 7月，1825年



路人甲苦主XD

讚 · 回覆 · 1825年7月

我叫聖馬丁，自從發生那件事之後，就變成了醫生的實驗品……

醫生！
救命～

怎麼了？

有人被槍
打中了！

肚子破了，早餐
有流出來嗎？

噫～





博蒙特醫生緊急幫聖馬丁止血包紮，但因為胃和腹腔的破洞，傷口不斷被食物汙染，也無法順利進食。

不樂觀吶！肚子和胃破了一個巴掌大的洞。

醫生救救我

我一定要活下去。

那我只能直接把食物灌進你的腸子，才不會流出來影響傷口。

吃東西有時候會跑出來

這個洞，永遠不會好了嗎？

可以直接看到食物在胃中的消化情形呢！

就這樣，在醫生照顧下，聖馬丁逐漸復原，但…

聖馬丁，該是你回報我的時候了。

博蒙特醫生利用聖馬丁身上的洞，開始進行消化實驗。

① 將各種食物用線綁住

② 放進聖馬丁的胃中

③ 一段時間後，將食物和部分胃液取出，分析消化情況

後來，他的研究成果集結成書，博蒙特醫生也被稱為胃生理學之父。

博蒙特醫生發現

- ① 胃液是酸性的，鹽酸是其中的關鍵成分
- ② 空腹時，胃裡是沒有胃液的，而是進食後才開始分泌
- ③ 胃液分解不同食物（如肉類、麵包）的速度並不一樣

我的胃比我本人出名多了……



酵素的發現

人類利用酵素的紀錄可回溯至古埃及時代，古埃及人平時會將小麥磨成粉並加入水、馬鈴薯及鹽拌和，做成麵餅食用。偶然間，空氣中的野生酵母掉落在麵糰上，溫熱的環境使得麵糰自然發酵，而後他們將發酵的麵糰放在加熱過的石頭上，烤成蓬鬆的麵包，而非原本的硬麵餅，當時古埃及人不了解其中的原理，認為是神在暗中幫忙，因而認定麵包是神的贈禮。

十八世紀義大利的生物學家斯巴蘭贊尼（Lazzaro Spallanzani，1729～1799），在火雞和鵝的砂囊中發現可以分解碎肉和麥粒的液體。後來，法國的兩位化學家沛因（Anselme Payen，1795～1871）和貝索茲（Jean-Francois Persoz，1808～1868），則由大麥和水磨碎的混合物中提煉出能分解澱粉的物質。到了西元1878年，德國生理學家屈內（Wilhelm Kühne，1837～1900）創造出「酵素」（enzyme）這個名詞，用以指稱他所發現的物質。





光合作用的發現

在十七世紀之前，人們認為植物由土壤
中長出並逐漸長大，所以新長出的根、樹幹、枝
條和葉片等，是由土壤變成的。到了西元1630年，比
利時的醫師凡赫芒（Jean-Baptiste van Helmont，1579～
1644）將一枝重約5磅（2.3公斤）的柳條種到200磅
（90.8公斤）的乾燥土壤中，他只在瓦盆內澆雨水，
完全不加其他物質，如此經過了五年，柳條發育成高
大的柳樹，柳樹的淨重為169.3磅（76.9公斤），而
瓦盆中的泥土僅僅減少0.2磅（90.8公克）。

凡赫芒認為：柳樹經過五年的生長，重量為五
年前的33倍多，土壤卻幾乎沒減少，因此柳樹所增
加的物質不可能完全由土壤提供，而應該是由雨水
「變」來的。雖然這個結論並非十分正確，但凡赫芒利
用定量方法來研究生物學問題，在當時可說是個創舉。

到了十九世紀中期，科學家發現水及二氧化碳是光合
作用不可或缺的原料，並歸納出反應式，當時還沒有「光合
作用」的名詞，一直到西元1897年，法國科學家佩弗（Wilhelm
Pfeffer，1845～1920）根據植物需要陽
光照射才能合成所需養分的現象，
便以「光合作用」稱之。



4 生物體的運輸作用

4-1 植物的運輸構造

4-2 植物體內物質的運輸

4-3 人體心血管系統的組成

4-4 人體的循環系統

植物行光合作用時，需要來自根部的水，而由葉產生的養分也需要送到莖或根部，以供利用或儲藏。究竟植物是經由哪些構造將水分與養分運送到該去的地方呢？

探究提問

松鼠缺少食物時會啃食樹皮，當大面積的樹皮剝落，植物會發生什麼事？寄生在靠近根部的菇類、吸食葉片汁液的蚜蟲與砍伐樹幹的人類，各又會對樹木造成什麼影響？





4-1 植物的運輸構造

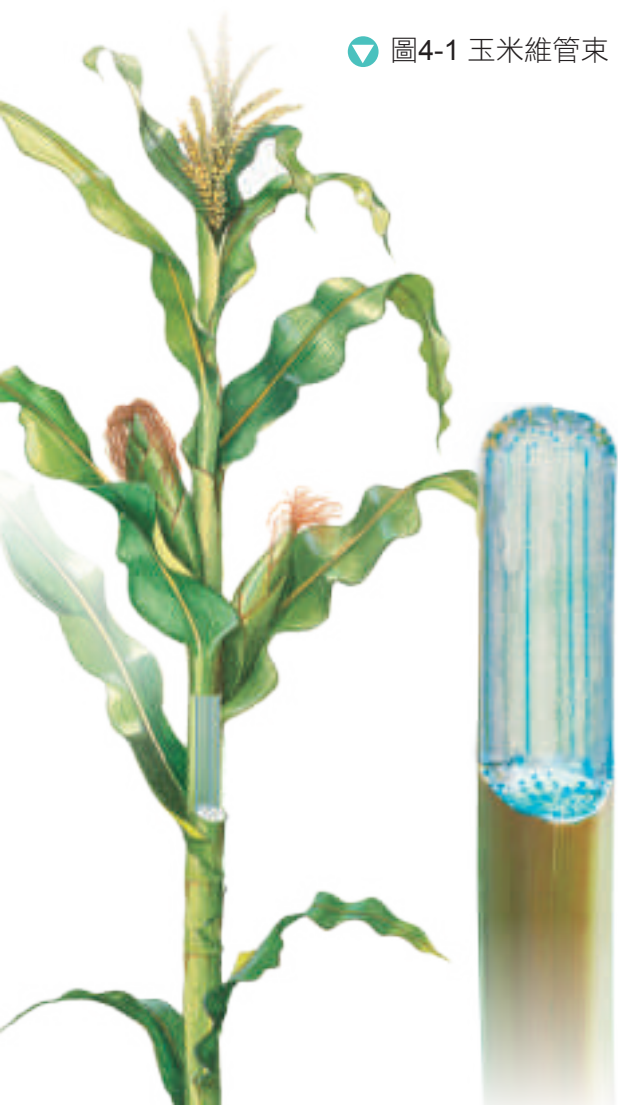
1 維管束的組成

在部分植物體中，具有細長的管狀細胞，負責運輸物質，此構造稱為

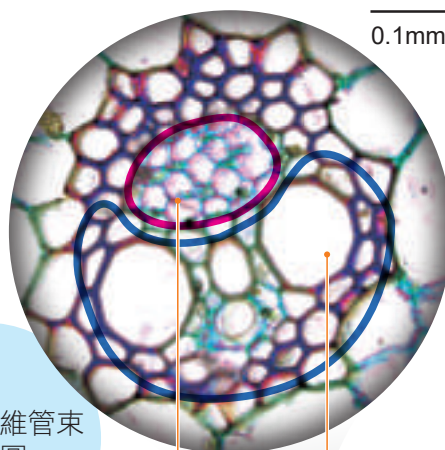
5 **維管束**，這些細胞排列成束、上下相連，從根、莖貫穿至葉，在葉片中則形成葉脈。在維管束中，**木質部**負責運輸水分與礦物質，而**韌皮部**則可運輸光合作用所製造出的養分。維管束除了能夠

10 運輸物質，也具有支持植物體的功能。

圖4-1 玉米維管束

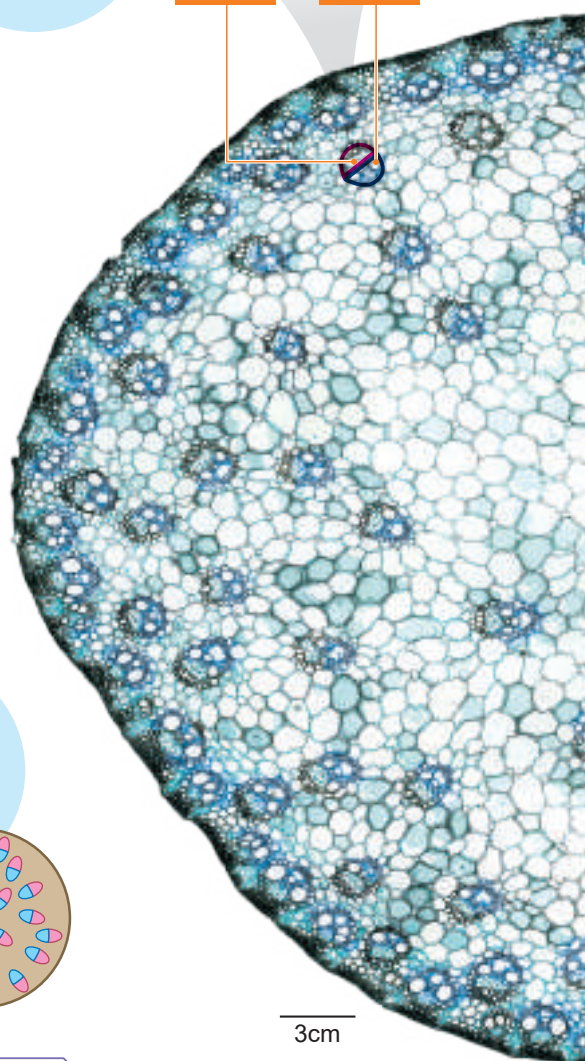


玉米單一維管束切面圖

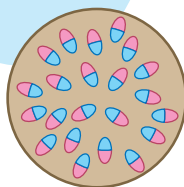


韌皮部

木質部



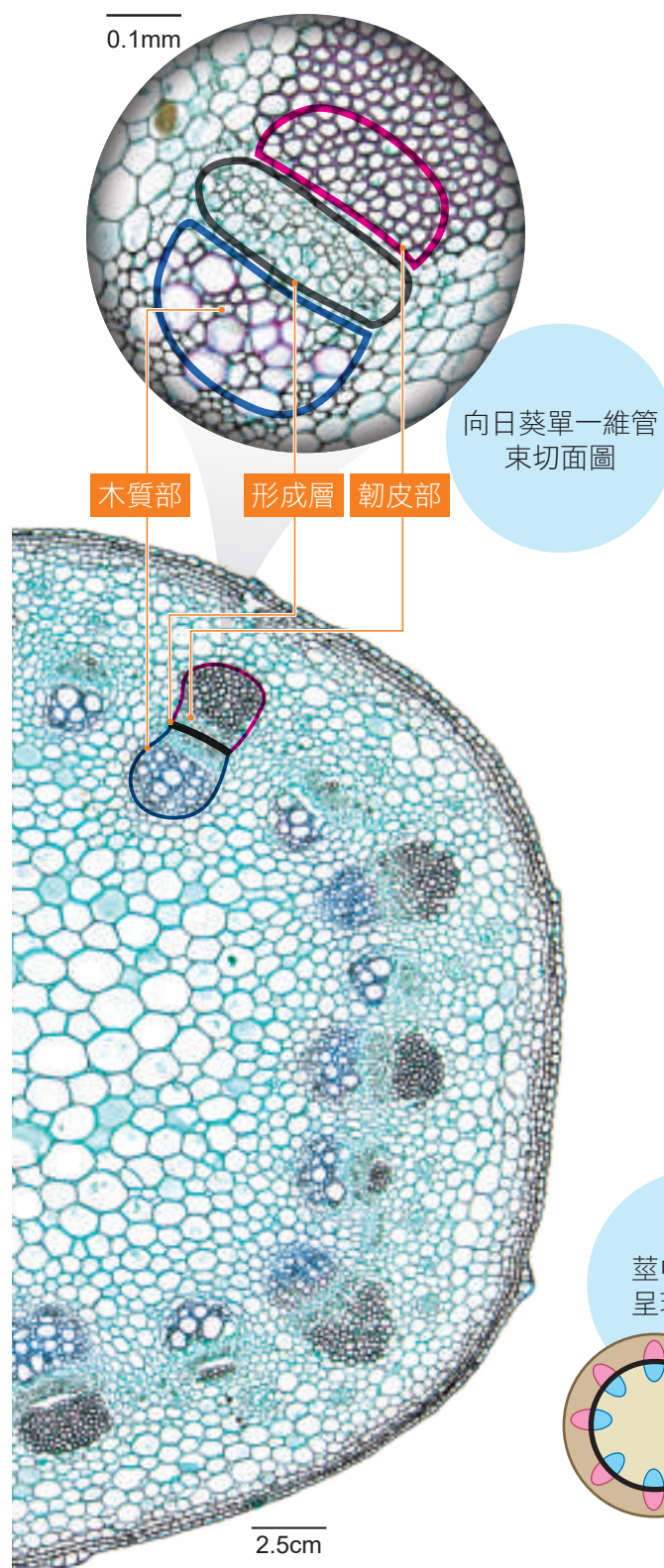
莖中維管束呈散生狀排列



探討活動

4-1描繪維管束

1. 利用活動紀錄簿後附的描圖紙，比對出何者為玉米或向日葵的莖部示意圖。



2 維管束的排列方式

在植物莖的維管束中，木質部分布在內側、韌皮部分布在外側；到了葉脈中，木質部位於上方，韌皮部則位於下方。

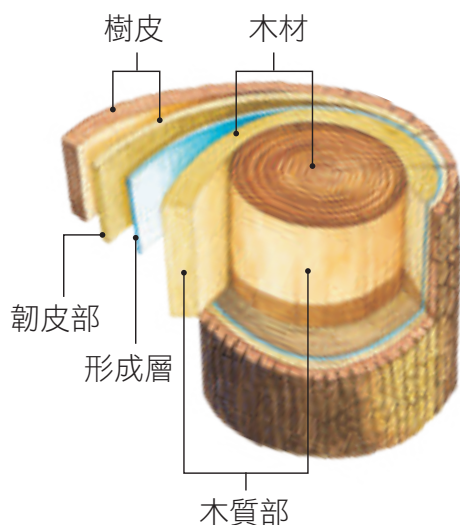
- 5 維管束在不同植物的莖中，有不同的排列方式，主要又可分為兩大類，如水稻和玉米等植物莖的橫切面上，維管束散布其中，為**散生狀排列**（圖4-1）；而在向日葵和南瓜等植物
- 10 莖的橫切面上，維管束則呈**環狀排列**（圖4-2）。除此之外，環狀排列的維管束，在木質部與韌皮部之間，通常還有一層具分裂能力的細胞，稱為**形成層**。形成層會進行細胞分
- 15 裂，向內產生木質部，向外產生韌皮部，使莖逐漸加粗。

圖4-2 向日葵維管束



2. 觀察描圖紙和課本中的顯微攝影，試著在描圖紙上畫出其他木質部和韌皮部的位置。
（一般以藍色表示水分運輸，紅色表示養分運輸）





▲ 圖4-3 樹皮與木材示意圖

木本植物的莖中，包含韌皮部向外的部分稱為**樹皮**，由形成層向內逐漸累積的木質部，稱為**木材**（圖4-3）。若樹皮遭到環狀破壞或動物啃食，使韌皮部無法運輸養分，會導致根部因缺乏養分壞死、無法吸收水分，進而造成枝葉枯萎，最終全株死亡（圖4-4）。

木材中，負責輸送水分的是靠近形成層的新生木質部；靠近樹幹中心、較早形成的木質部，多已失去運輸的功能，因此有些大樹樹幹中央雖已腐朽消失，仍不影響生存（圖4-5）。



▲ 圖4-4 樹皮被破壞易使植株死亡



▲ 圖4-5 樹木中心腐朽仍可生存

3 年輪

- 在木材的橫切面上，常會看到一圈圈深淺不同的環紋，稱為**年輪**。這是因為在氣候溫暖、雨量充沛的春夏時節，新生的木質部細胞長得快，所以體積大而顏色較淺；
- 5 秋冬季節因為氣溫低、雨量少，木質部細胞長得慢，所以體積小而顏色深。隨著一年四季的更替，就會形成深淺交替且呈環狀排列的紋路（圖4-6）。

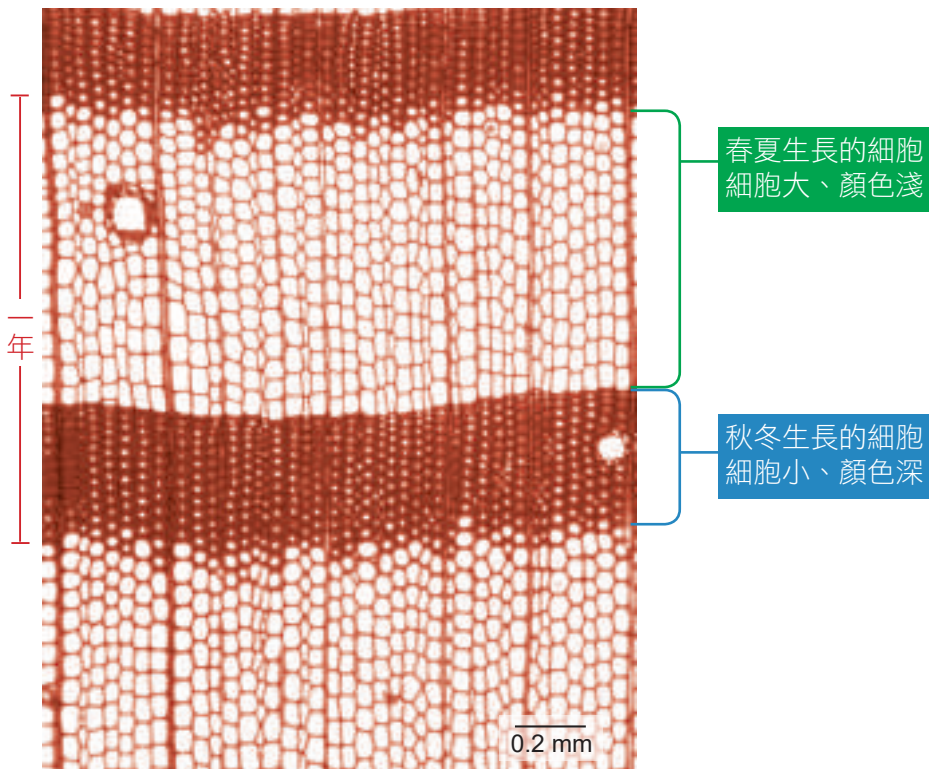


圖4-6 年輪

例題 4-1

榕樹、松樹等植物，維管束內含有形成層，會不斷分裂新的木質部和韌皮部，使莖逐年加粗，此時莖內所含有的細胞由外而內的排列順序為何？(甲)新的木質部細胞、(乙)老的木質部細胞、(丙)新的韌皮部細胞、(丁)老的韌皮部細胞、(戊)形成層。

- (A) 甲乙戊丙丁 (B) 乙甲戊丙丁
(C) 丁丙戊甲乙 (D) 丙丁戊乙甲

探究提問

圖中的樹木年輪並不明顯，可能是什麼原因造成的呢？



4-2 植物體內物質的運輸

探究提問

我們為植物施肥時，肥料是由木質部還是韌皮部運送呢？

1 物質的運輸

葉片行光合作用時，所產生的養分可以經由韌皮部，向下運輸至莖或根部以供利用或儲存，也可以向上運輸至莖頂的新芽提供生長所需。養分運輸的原則，是由提供的地方，送至需求的地方，因此韌皮部運輸的方向可以由上往下，也可以由下向上。

植物體內所需要的水分與礦物質，主要由根部吸收，根部的表皮細胞會向外突起形成**根毛**，可增加吸收的表面積（圖4-7）。水及礦物質進入根部後，經木質部由下至上、單向的往莖與葉等部位運輸，少部分的水供細胞利用，大部分的水會變成水蒸氣，由氣孔散失至空氣中。你是否思考過植物體內水分是如何向上運輸的呢？

2 蒸散作用

上述水蒸氣由氣孔散失的現象，稱為**蒸散作用**。由於植物的木質部從根、莖到葉連成一條充滿水的細管，當水從氣孔蒸散時，會產生一股拉力，把莖內的水往上拉，根部的水也隨著上升（圖4-8）。因此，蒸散作用是植物體內水分向上運輸最主要的動力。

a 櫻桃蘿蔔發芽時所見的根毛



b 根毛構造示意圖

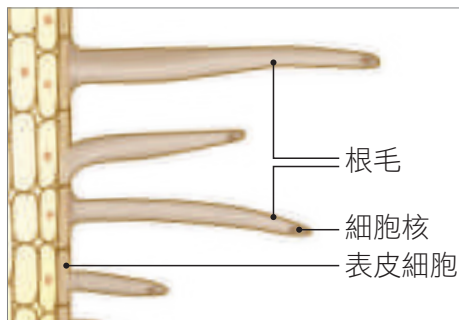


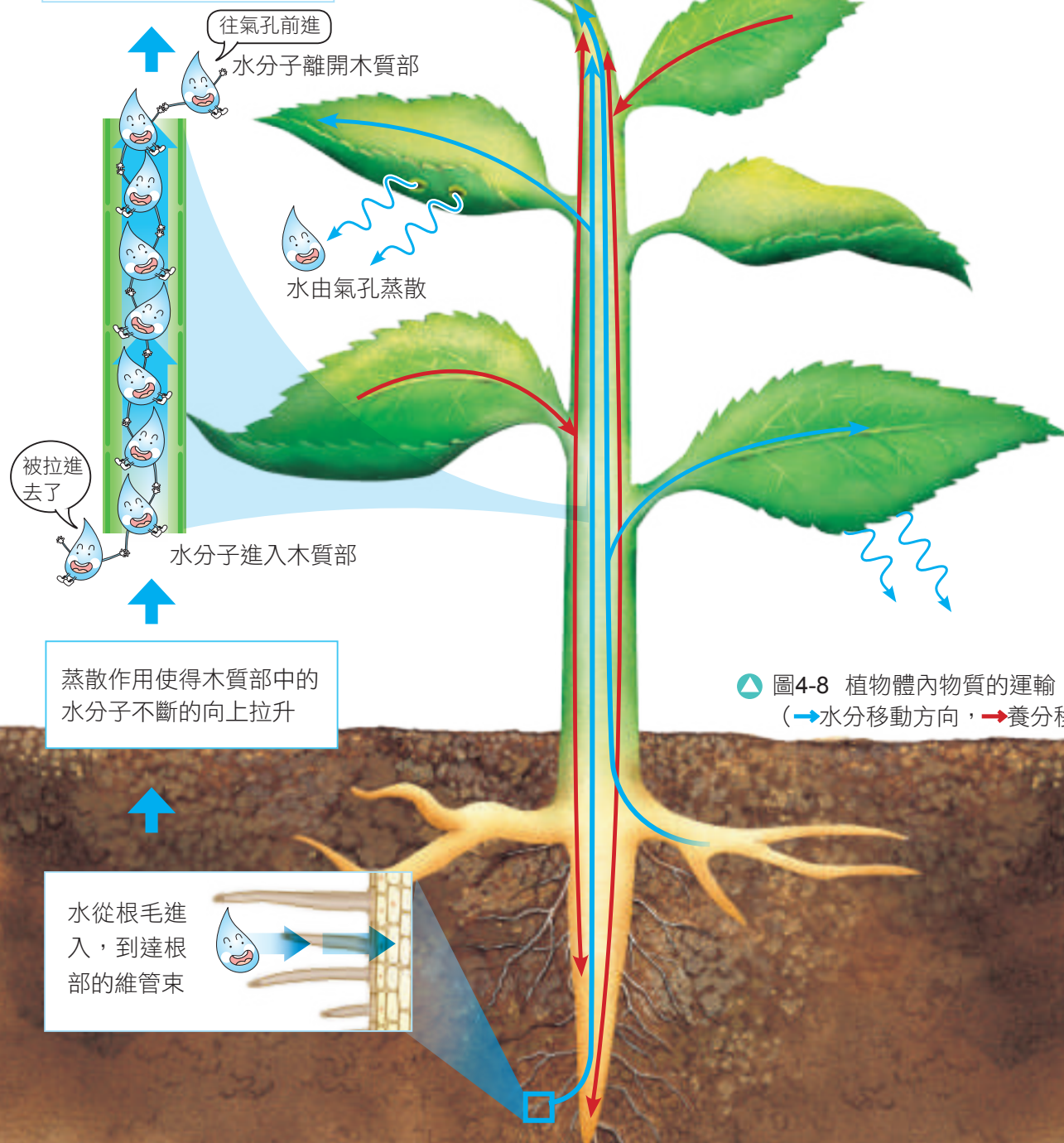
圖4-7 根毛可以增加吸收水分和礦物質的表面積

水分的運輸

植物體內的水經木質部由根運輸至葉，多餘的水分會從氣孔蒸散

養分的運輸

光合作用產生的養分經由韌皮部運輸至需要的部位



氣孔開



白天、水分充足時，
氣孔打開

氣孔閉



夜晚或植物缺水時，
氣孔關閉

▲ 圖4-9 氣孔的開閉由成對的保衛細胞調節

氣孔是水分散失、氧氣和二氧化碳進出植物體的主要門戶，主要分布在葉的表皮上，由成對的保衛細胞調節其開孔的大小。當氣孔打開時，植物的蒸散作用會較旺盛。

氣孔一般在白天開放而夜晚關閉，但當植物體內缺水時，即使是白天，氣孔仍會關閉，以減少水分的散失（圖4-9）。



生物 In my life



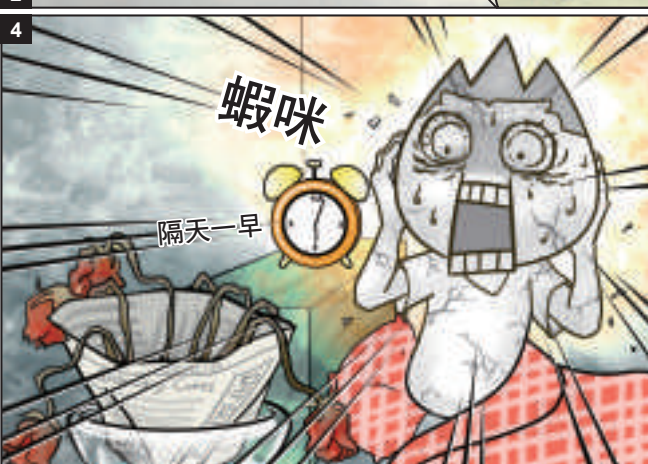
1

2



3

4



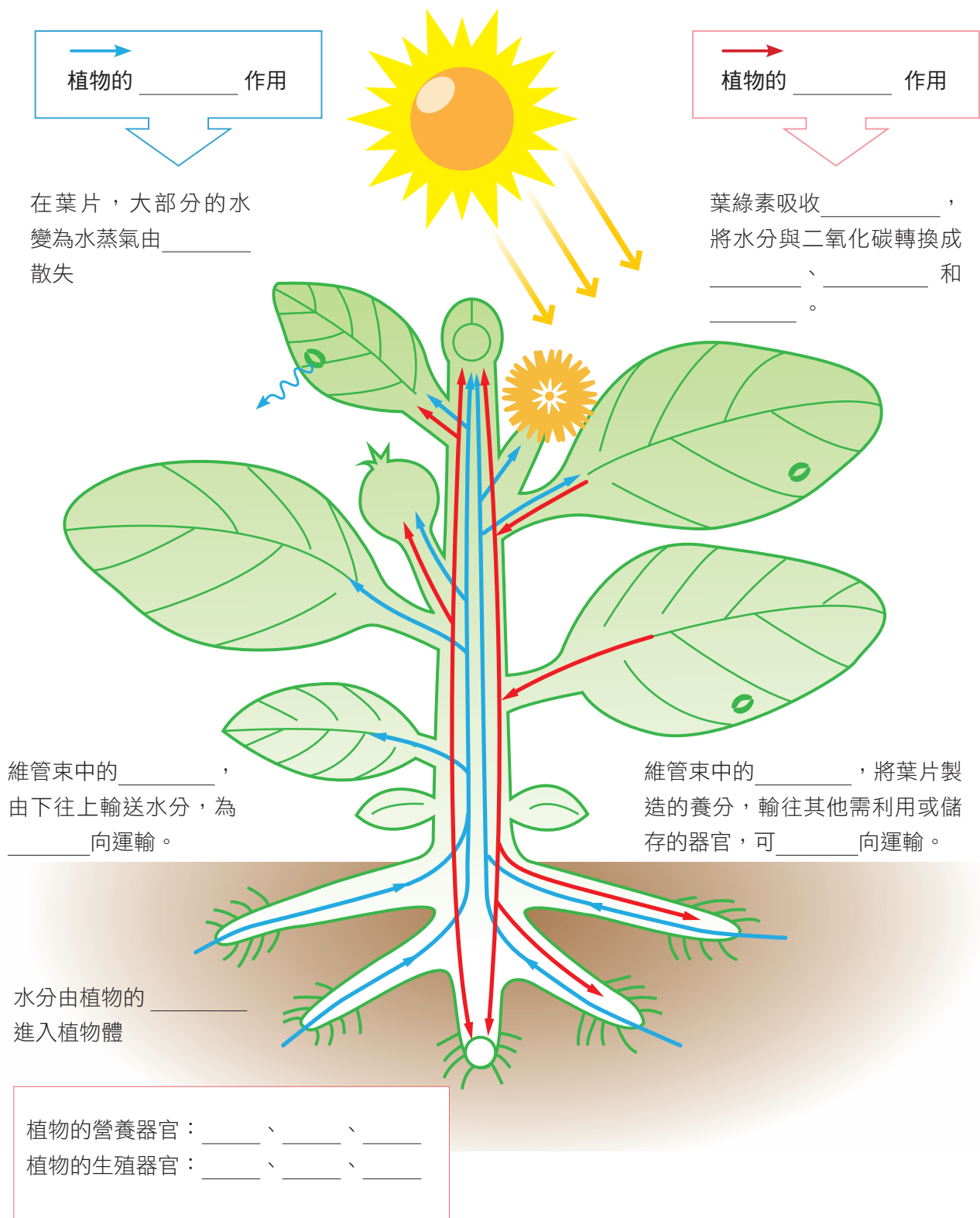
蒸散作用

小提示 植物利用蒸散作用將水分向上運輸，供細胞利用，而木質部就像一根充滿水的吸管，可以產生一股拉力，將水往上拉，但若管道中間有空氣跑進去，就會妨礙水分的運輸。

- ❶ 為何鮮花剪下一段時間後，才插入花瓶的水中，會造成花朵缺水而垂頭喪氣？
- ❷ 因為缺水而垂頭的花朵還有救嗎？你認為該怎麼救？

觀念統整

試著填入植物的相關概念



實驗 植物體內水分的運輸

4-1



目的 藉由觀察植物體內水分運輸的情形，認識植物運輸水分的構造，了解植物葉片與水分散失的關係。

步驟

1 將兩個量筒標示甲、乙，分別注入5mL 的有色溶液。

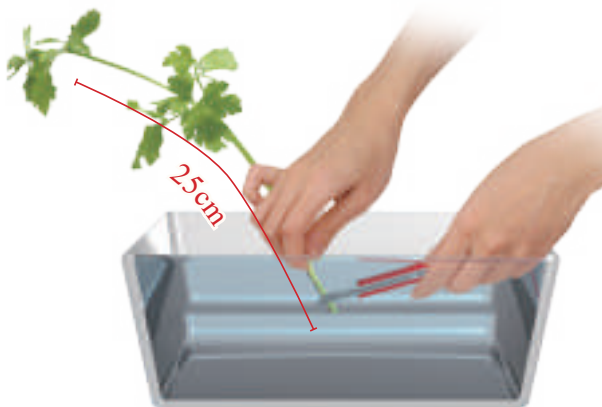


⚠ 將量筒以膠帶固定在桌面上安全的角落，以免打翻。

器材

- ① 25mL量筒2個
- ② 有色溶液適量
- ③ 滴管1支
- ④ 膠帶適量
- ⑤ 芹菜2枝
- ⑥ 刀片1把
- ⑦ 放大鏡1支

2 取兩枝粗細相近的芹菜，在水中切取葉柄長度約25公分，再迅速放入量筒中。



3 將乙量筒的芹菜葉片全部切除。



- 4** 將兩量筒中的有色溶液分別加至10mL，每隔10分鐘，觀察並記錄量筒內溶液體積的變化。



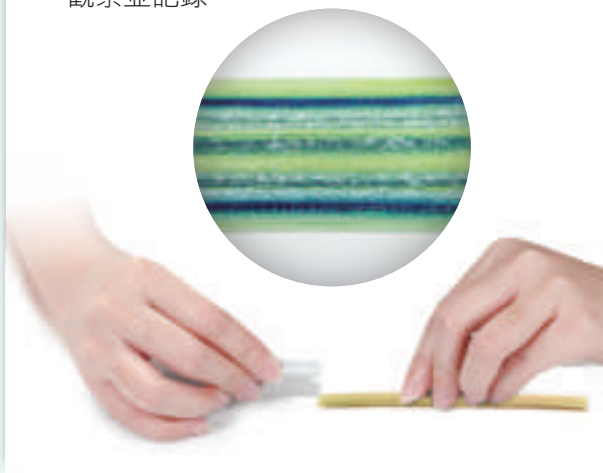
- 5** 40分鐘後，將芹菜取出，觀察並記錄甲量筒中芹菜葉片顏色的變化。



- 6** 用刀片將芹菜葉柄橫切，以放大鏡觀察並記錄切面上有色溶液的分布情形。



- 7** 再用刀片將芹菜葉柄縱切，以放大鏡進行觀察並記錄。



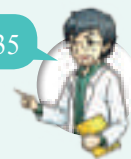
問題與討論

1. 觀察40分鐘後，甲、乙量筒的液面何者下降較多？要如何解釋此現象？
2. 推測葉柄切面形成環狀排列的有色部分可能是什麼構造？此構造有什麼功能？

探究提問

除了葉片數目以外，陽光、風與氣溫可能都會影響植物的水分散失，挑選一個因素，列出實驗組與對照組為何？並簡述實驗如何進行。

相關實驗重點，請見P135



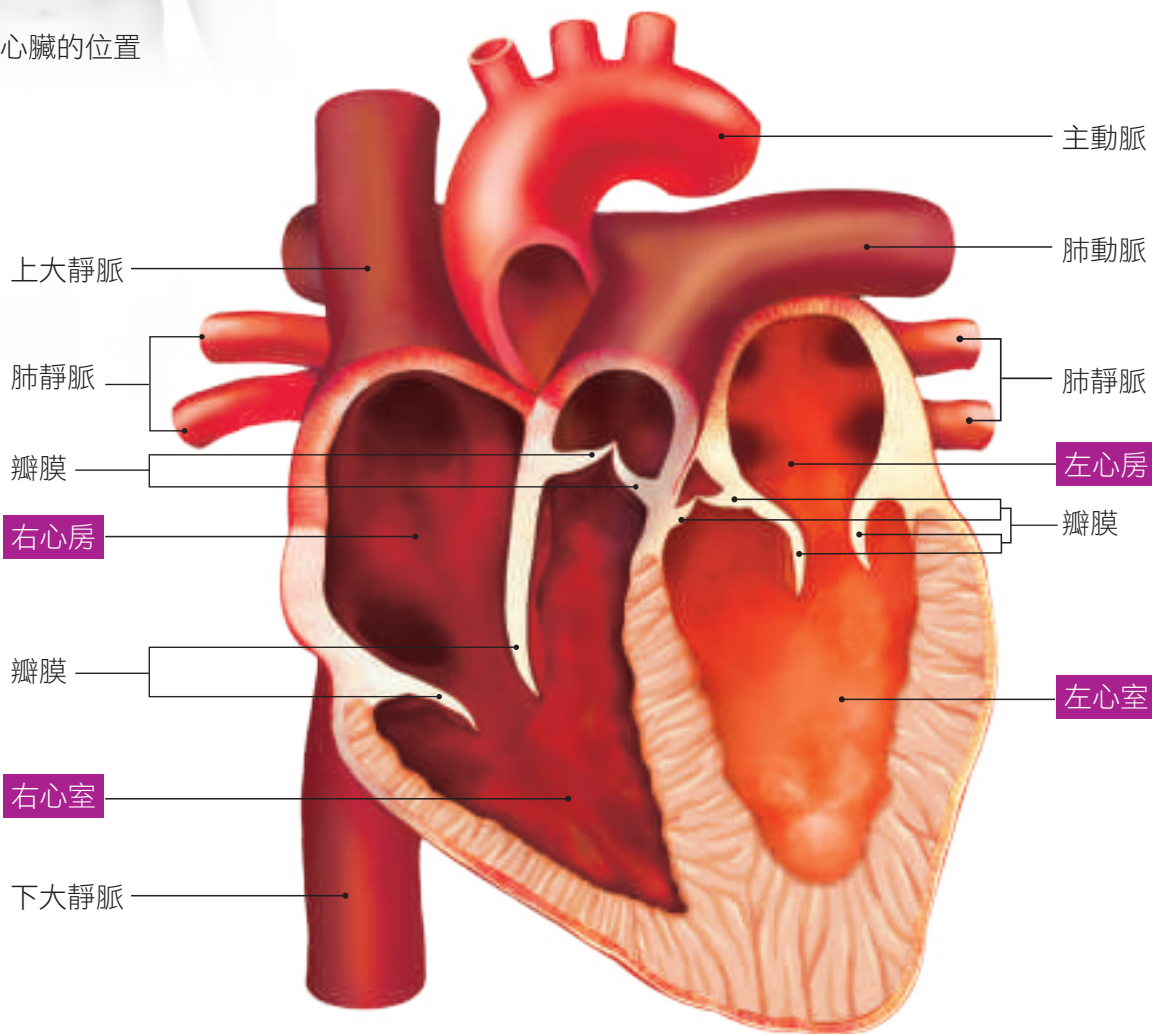
4-3 人體心血管系統的組成

植物體內的物質運輸藉由維管束來完成，那動物又是如何運送體內的物質呢？以人類為例，負責物質運輸的主要系統是心血管系統，包括心臟、血管和在其中流動的血液。

5 1 心臟

心臟位在胸腔的中央偏左，內部包含四個腔室，上方為左心房與右心房，下方為左心室與右心室。心房與心室之間，以及心室與動脈之間具有**瓣膜**，能防止血液倒流（圖4-10）。

a 心臟的位置

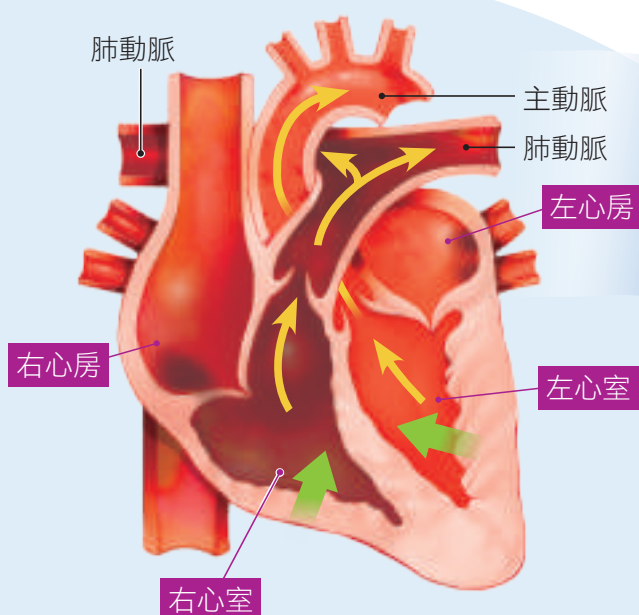


b 心臟的構造（剖面）

圖4-10 心臟示意圖

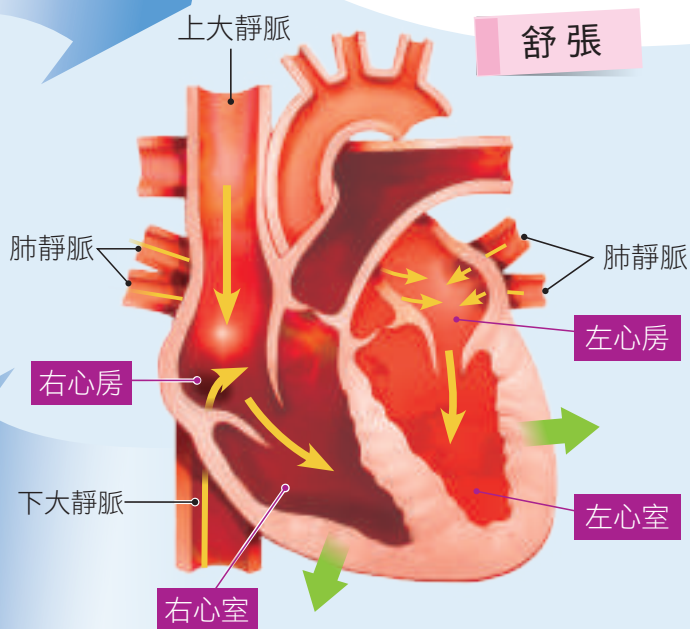
心臟由肌肉構成，像幫浦一樣，不斷進行規律的收縮與舒張，此現象即為**心搏**，是血液在血管中流動的動力來源。當心臟收縮時，血液被心室擠壓進入動脈中；心臟舒張時，血液則由靜脈流回心房，而後進入心室（圖4-11）。成年人的心搏一分鐘約72次，我們可以利用聽診器實際聽到心搏所產生的聲音，稱為**心音**。

收縮



a 心臟收縮，血液由心室流入動脈（心房與心室間的瓣膜關閉）

舒張

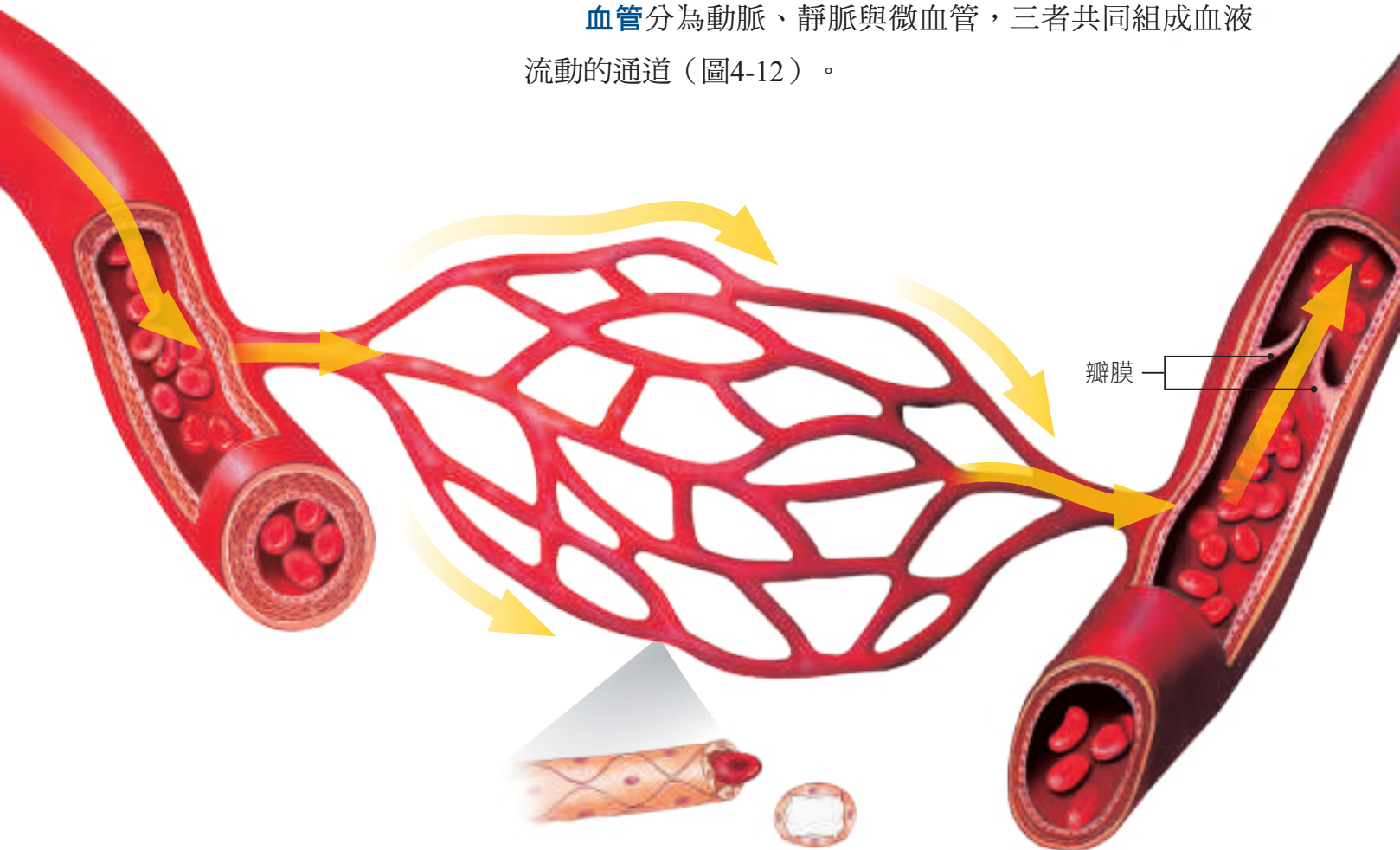


b 心臟舒張，血液由靜脈流回心房，而後進入心室（心室與動脈間的瓣膜關閉）

圖4-11 心臟的收縮與舒張（ 血液流向
 收縮或舒張  表示過程循環發生）

2 血管

血管分為動脈、靜脈與微血管，三者共同組成血液流動的通道（圖4-12）。



動脈

- 將血液帶離心臟
- 管壁最厚
- 管壁彈性最佳
- 血液流速最快
- 沒有瓣膜

微血管

- 由動脈流向靜脈
- 管壁最薄
- 管壁無彈性
- 血液流速最慢
- 沒有瓣膜
- 體內物質交換處

靜脈

- 將血液帶回心臟
- 管壁比動脈薄
- 管壁彈性比動脈差
- 血液流速比動脈慢
- 有瓣膜

▲ 圖4-12 動脈、靜脈與微血管共同組成血液流動的通道
（→ 血液移動方向）

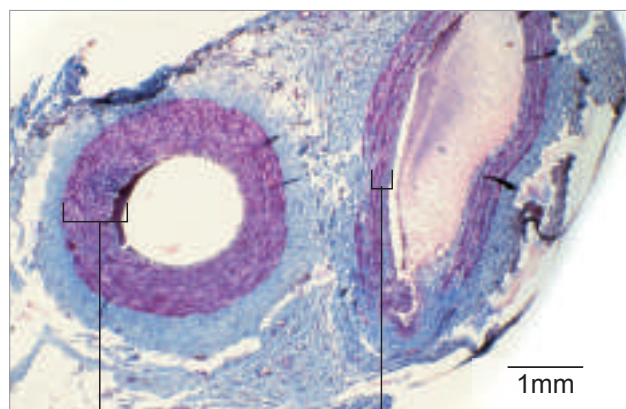
動脈是血液離開心臟時流經的血管。

最粗的動脈與心室相接，心臟收縮時，會將血液壓入動脈中，使動脈管壁產生擴張及復原的情形，稱為**脈搏**，而血管壁所承受的壓力，則稱為**血壓**。由於動脈所承受的血壓最大，因此管壁較厚且彈性佳。動脈離開心臟後會愈分愈細，最細的動脈與微血管相連。

微血管連接動脈與靜脈，是最細的血管，管壁非常薄，只由一層細胞構成，也是血液與組織細胞間的物質交換的主要場所，如氣體、養分及廢物等。

靜脈是血液流回心臟時所經過的血管，匯集來自微血管的血液，逐漸匯流成

較粗的靜脈，最後與心房相連。靜脈管壁較動脈薄（圖4-13），且彈性較差，流速較動脈慢，有些靜脈管內還有瓣膜，可以使血液不會逆流，而能夠流回心臟。



動脈管壁厚，
且彈性佳

靜脈管壁較薄，
且彈性較差

圖4-13 動脈與靜脈的橫切面

探討活動

4-2 血液如何流動？



1. 將棉花沾溼備用。
2. 用小撈網撈出一條小魚，放在培養皿中。
3. 將溼棉花蓋在小魚身上，鰓的部位要蓋住，並讓尾鰭完整露出。
4. 以複式顯微鏡觀察魚的尾鰭，先用低倍率物鏡觀察，再轉成高倍率物鏡觀察，並在圖b記錄顯微鏡下尾鰭血液流動的方向。

⚠ 進行觀察時，要不時用滴管吸水滴在棉花上，以保持小魚身體的潮溼。

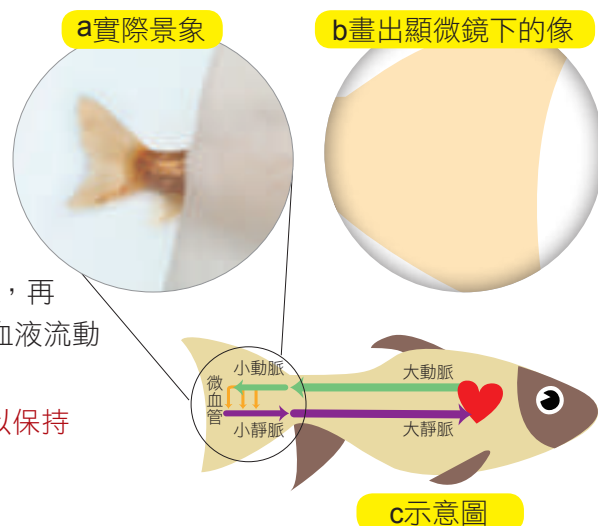
想一想

1. 血液在不同粗細的血管中，流動的速度是否有差異？請描述你觀察到的情形。

.....

2. 可否判斷觀察到的血管是小動脈還是小靜脈呢？請說明理由。

.....



a 實際景象

b 畫出顯微鏡下的像

c 示意圖

3 血液

血液由血漿與血球組成，**血漿**的主要成分是水，還包括其他養分、廢物、二氧化碳、抗體和激素（請參見5-3節）等物質（圖4-14）。

血漿

主要成分為水，還包含其他養分、廢物、二氧化碳、抗體和激素

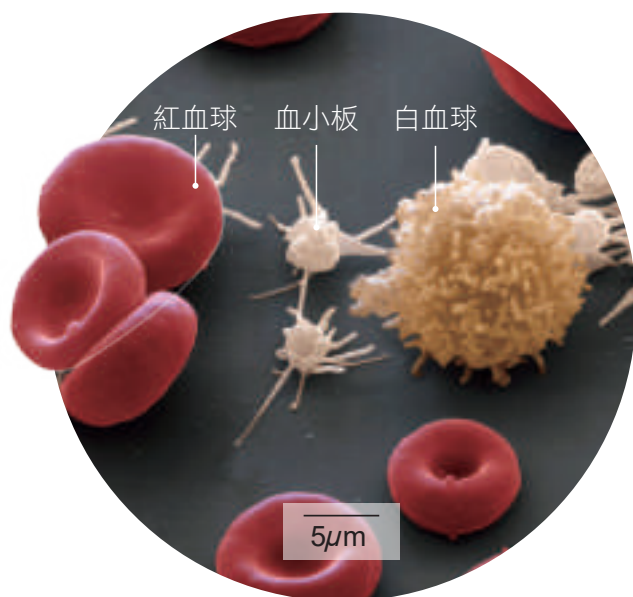
血球

紅血球、白血球、血小板

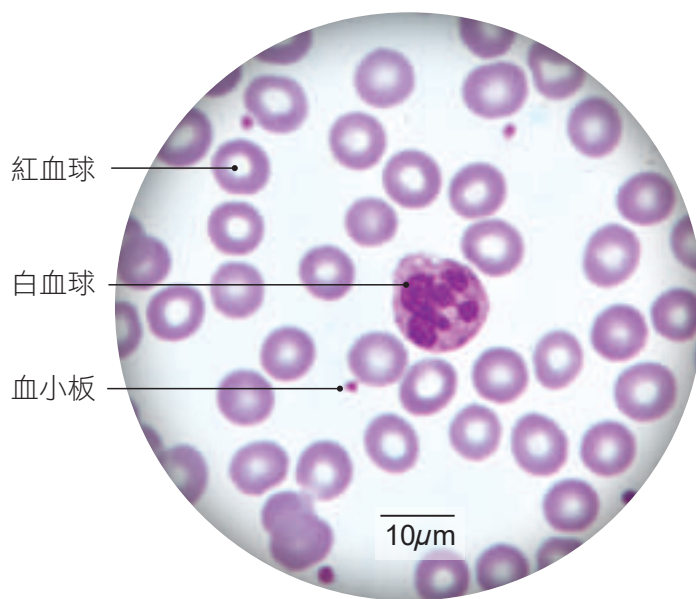
5 **血球**包含了紅血球、白血球和血小板（圖4-15）。

紅血球呈雙凹圓盤狀，缺乏細胞核，為血液中數目最多的血球（圖4-16）。紅血球內含的**血紅素**能與氧氣結合，因此能攜帶氧氣，將氧氣運輸至全身供細胞利用。**白血球**具有細胞核，是數目最少、體積最大的血球。當外來病原體入侵時，有些白血球可變形穿過微血管壁（圖4-17），到組織細胞間吞噬病原體，以保護人體健康。體積最小的**血小板**呈不規則狀，沒有細胞核，當身體受傷出血時，血小板會幫助血液凝固，防止失血過多。

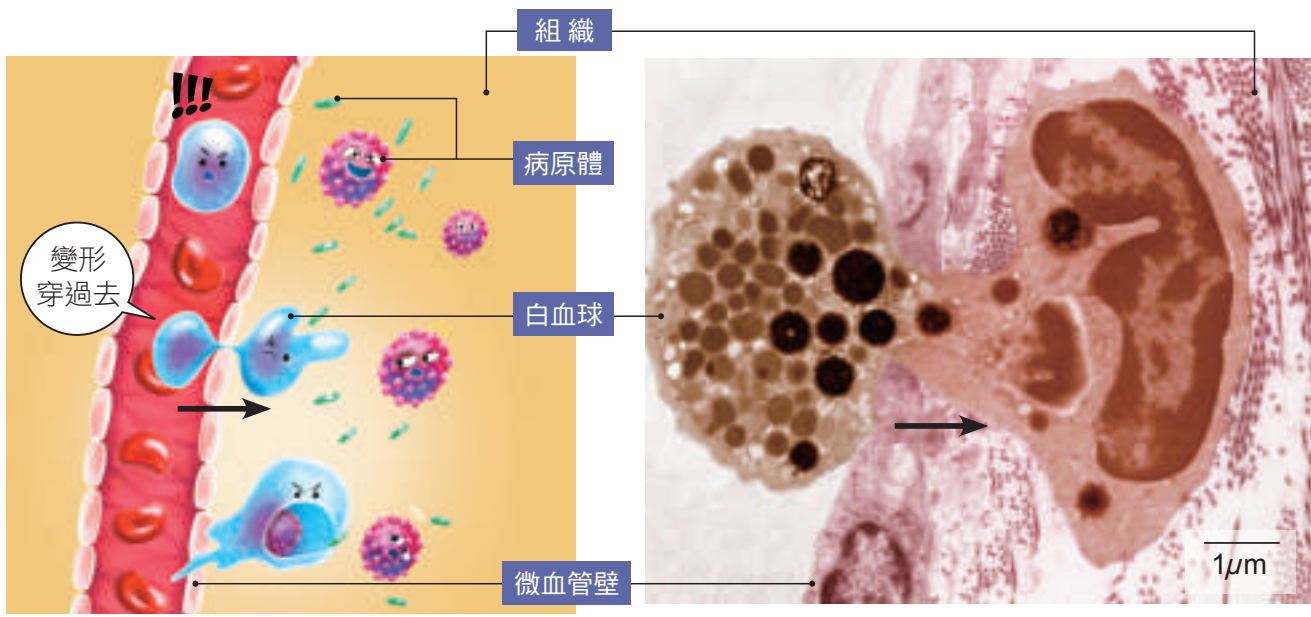
▲ 圖4-14 血液由血漿與血球組成



▲ 圖4-15 電子顯微鏡下的人類血球



▲ 圖4-16 血液中數目最多的血球為紅血球，白血球和血小板的數量較少



▲ 圖4-17 白血球可穿過微血管壁，到組織細胞間吞噬病原體
(→ 為白血球移動的方向)

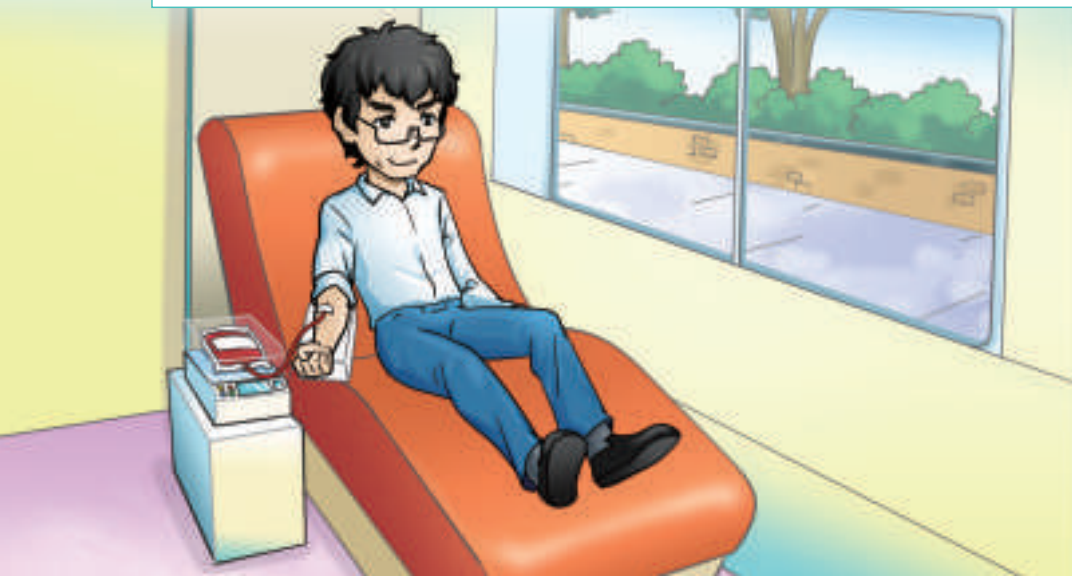
隨堂筆記

試整理人體內三種血球的特性。

血球	紅血球	白血球	血小板
形狀		多為球形	
體積大小		最大	
細胞核		有	
主要功能		吞噬病原體	
數量		最少	

探究提問

1. 血液由顆粒狀的血球漂浮在液態的血漿中。想想看，這種組成和生活中哪些常見物類似呢？
2. 捐血時，通常會從哪種血管抽取血液？抽血後，為何需要壓住傷口一段時間呢？



實驗 4-2 探測心音與脈搏



目的 經由學習探測心音與脈搏，了解運動前、後，心搏的變化情形。

實驗說明

- 心音是心搏時，瓣膜關閉後，血液衝擊瓣膜與心壁肌肉所產生的聲音，心臟每搏動一次可聽見兩個心音，第一個心音低且長，聽起來像「撲」的聲音；而第二個心音高且短，聽起來則像「通」的聲音。
- 心臟收縮一次，使血液被擠壓進入動脈一次，具有彈性的動脈管壁會擴張，繼而彈回原狀，使血液往前流動，動脈管壁隨心搏擴張及復原的情形，稱為脈搏。人體靠近體表的較大動脈，都可以探測到脈搏。

步驟

- 1** 兩人一組，甲將聽診器置於自己的左胸前，以探測心音。

甲

乙



⚠ 聽診器會放大音量，故使用時不可敲打玩鬧，以免損傷配戴同學的聽力。

- 2** 乙利用食指與中指，輕輕按住甲的手腕外側，以探測脈搏。

乙

甲



- 3** 由老師計時一分鐘，甲、乙兩人分別記錄脈搏與心搏的次數。

- 4** 甲同學在原地跳躍一分鐘後，立刻重複步驟 **1** ~ **3**，並將結果記錄下來。

器材

- 1 聽診器1副
- 2 手錶1只

5 甲、乙同學交換，重複步驟 1～4，並記錄結果。

		運動前	運動後
甲	脈搏（次數／每分鐘）		
	心搏（次數／每分鐘）		
乙	脈搏（次數／每分鐘）		
	心搏（次數／每分鐘）		

問題與討論

1. 同一時間裡，同一個人被測到的心搏與脈搏會不會相同？為什麼？
2. 運動前、後，你自己的心搏次數有什麼改變？為什麼？

探究提問

心搏次數會隨身體的狀況不同而變化，假如今天有位同學發燒了，他的心搏次數與未發燒時相比，會變比較快還是比較慢？

例題 4-2

右圖為人體三種血管的橫切面示意圖，當你用食指及中指輕按手腕探測脈搏時，所感受到的搏動來自哪一種血管？

(A)甲 (B)乙 (C)丙



甲



乙



丙

相關實驗重點，請見P135



延伸補充

心律不整

正常人的心跳是規律的，在休息的狀態下平均每分鐘約72下左右。心律不整是指心臟跳動的次數或是頻率不規則，如感覺到心跳忽快忽慢；心律不整若伴隨著血壓下降、暈眩、心悸或是胸悶等症狀出現，要趕快就醫。

4-4 人體的循環系統

1 心血管系統的循環途徑

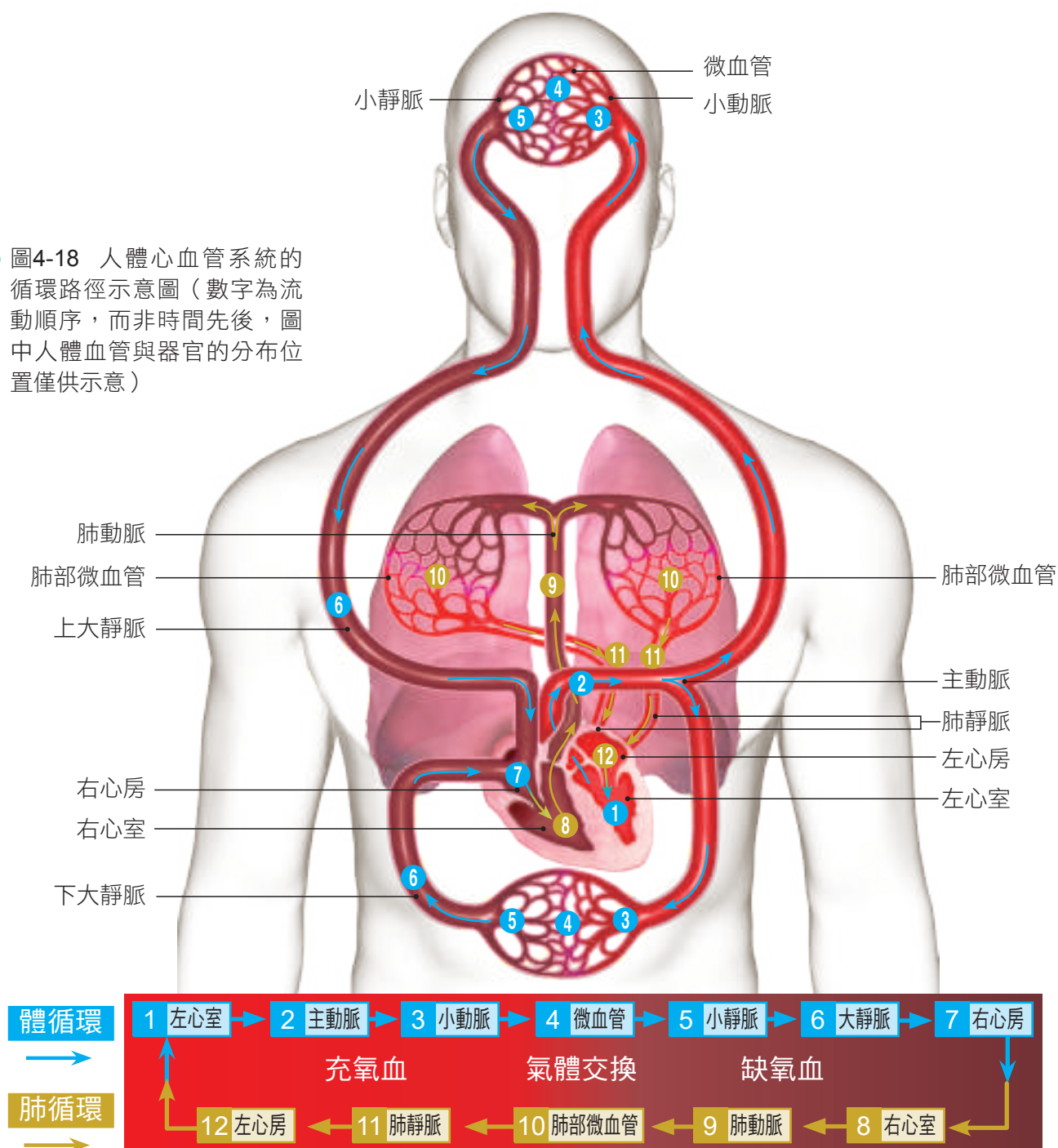
人體的**心血管系統**包括體循環和肺循環兩種途徑，兩者是同時進行的。

體循環是心臟與全身之間的循環；

肺循環則是心臟與肺臟之間的循環

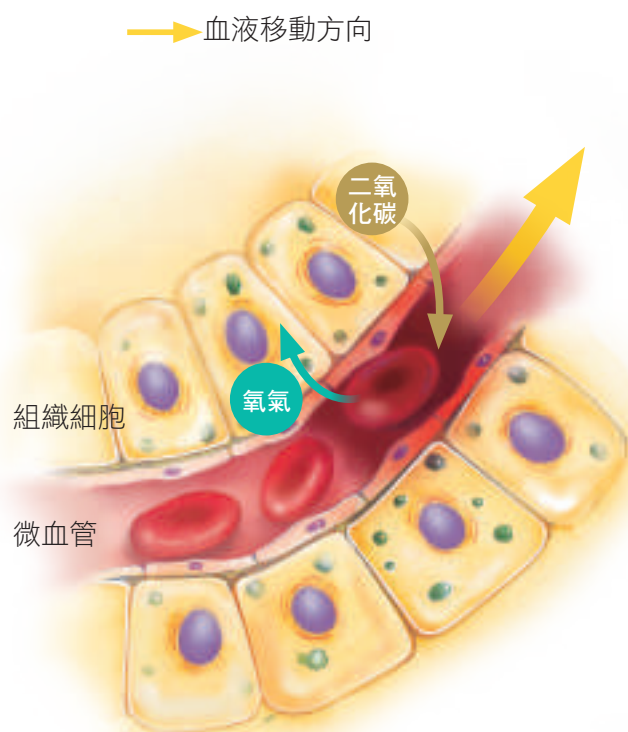
（圖4-18）。

▶ 圖4-18 人體心血管系統的循環路徑示意圖（數字為流動順序，而非時間先後，圖中人體血管與器官的分布位置僅供示意）



體循環

- 人體進行體循環時，充滿氧氣的鮮紅色血液（充氧血）由左心室出發，經由主動脈、小動脈與微血管運送到全身。氧氣由微血管擴散到周圍的組織細胞，而組織細胞產生的二氧化碳等廢物，則擴散進入微血管（圖4-19），隨著二氧化碳增加，氧氣減少，血液逐漸呈現暗紅色（缺氧血）。隨後，微血管中的血液流入小靜脈，慢慢匯集至大靜脈後回到右心房。在右心房中的缺氧血會向下進入右心室，準備進行肺循環。

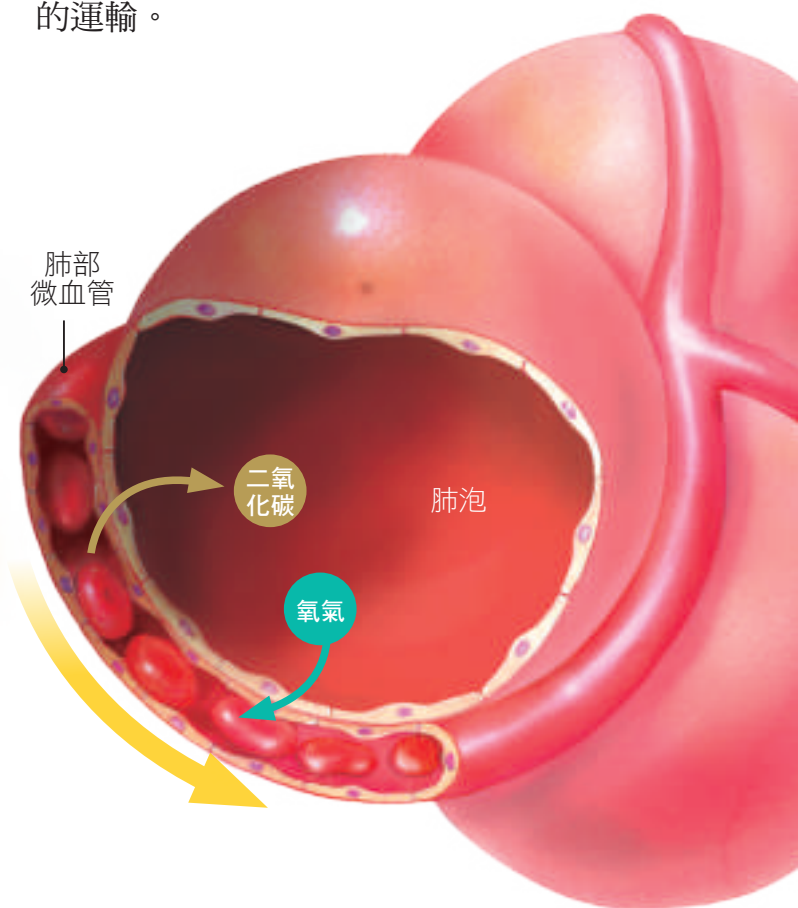


▲ 圖4-19 血液在微血管與組織細胞間交換氣體示意圖

肺循環

人體進行肺循環時，暗紅色的缺氧血由右心室出發，經肺動脈送往肺臟，血液中的二氧化碳會在肺部微血管擴散進入肺泡，而肺泡中的氧氣則進入微血管（圖4-20）。獲得充分氧氣的血液呈鮮紅色，經由肺靜脈送回左心房，向下進入左心室後，又將進行下一次的體循環，將氧氣送至全身。

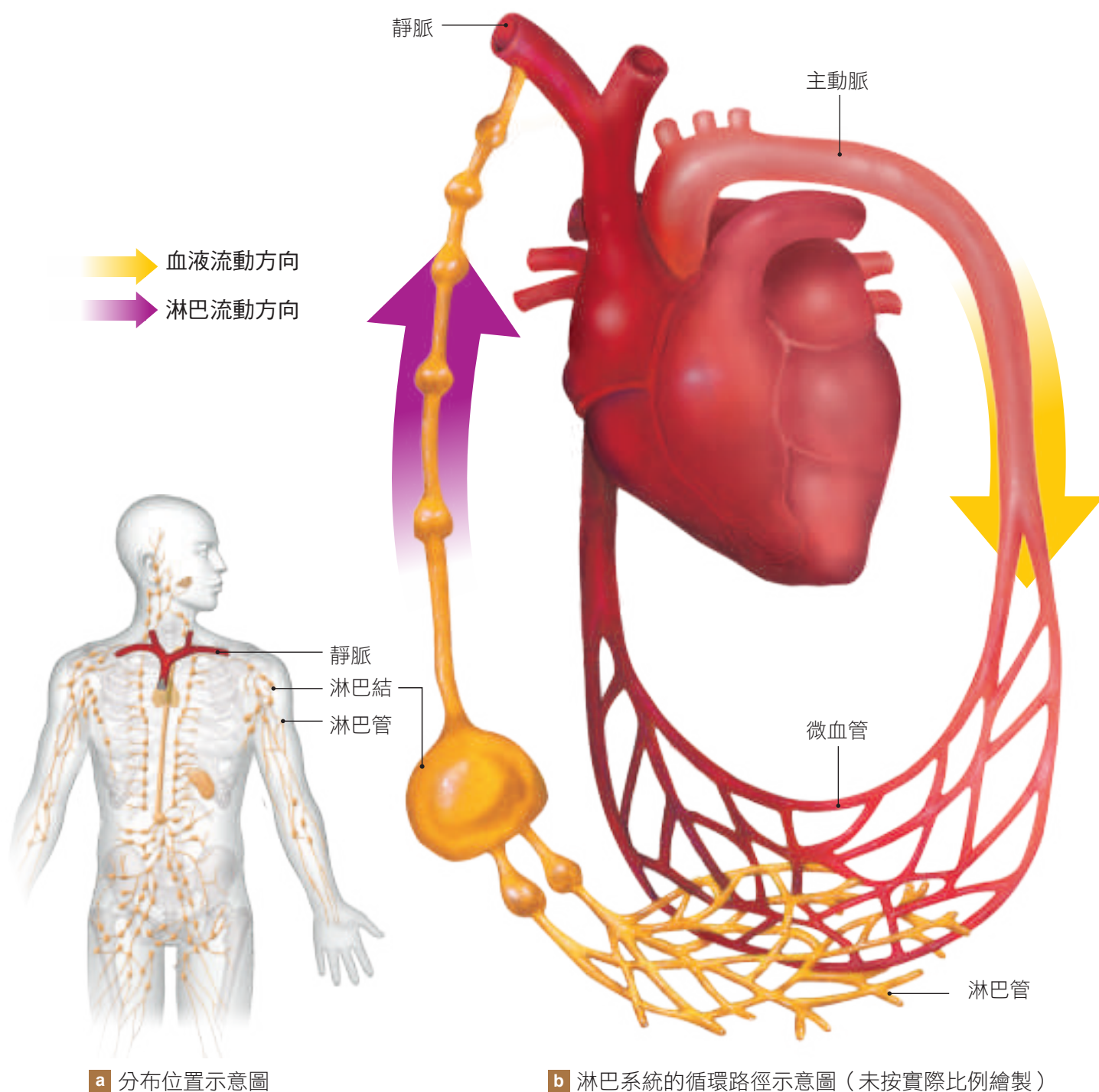
當心室收縮時，體循環與肺循環會同時進行，周而復始，共同完成體內物質的運輸。



▲ 圖4-20 血液在微血管與肺泡間交換氣體示意圖

2 淋巴系統的組成與循環途徑

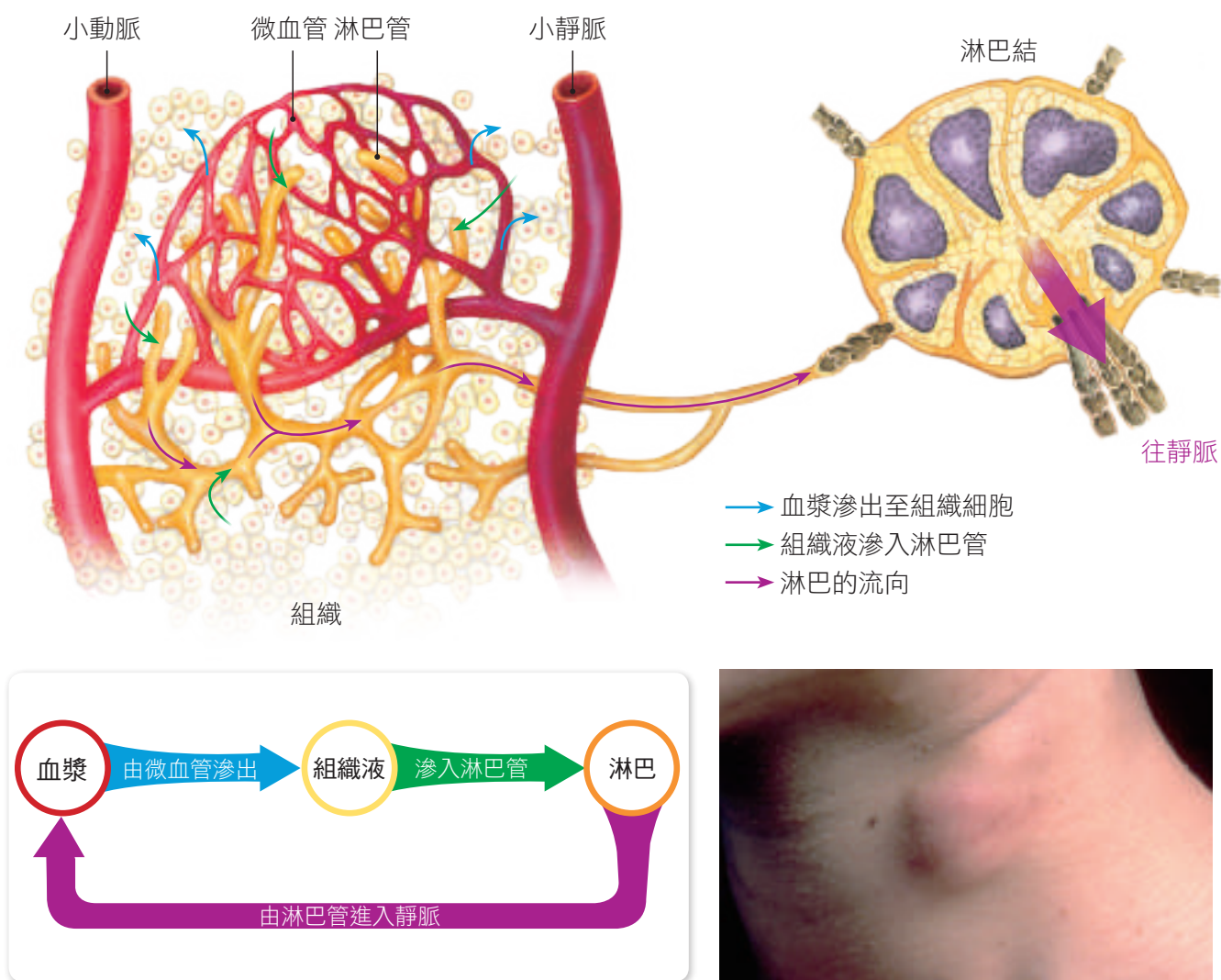
人體的循環系統除了心血管系統外，還有**淋巴系統**，其組成包括淋巴管、淋巴與淋巴結等（圖4-21）。



▲ 圖4-21 人體的淋巴系統

在人體中，部分血漿會由微血管滲出至組織細胞間，稱為**組織液**。組織液如果滲入**淋巴管**中，便稱為**淋巴**。淋巴在淋巴管中流動，最後進入靜脈，重新成為心血管系統的一部分（圖4-22）。

- 5 當淋巴流經顆粒狀的**淋巴結**時，其中所含的病原體或異物，會被淋巴結過濾，並由在淋巴結中聚集的白血球清除，因此淋巴系統的功能除了可以把組織液送回心血管系統之外，還可以防止病原體的擴散，是人體的防禦作用中重要的一環（圖4-23）。



▲ 圖4-22 淋巴管收集組織液示意圖

▲ 圖4-23 感冒時，有時可以發現頸部的淋巴結腫脹

3 人體的防禦作用

人體共有三道防線，來進行人體的防禦作用，透過層層的保護機制，才得以抵抗外來的病原體。人體的第一道防線是皮膚與黏膜，可阻擋病原體入侵（圖4-24a）。

5 若皮膚有了傷口，第二道防線隨即啟動，傷口附近的白血球會吞噬入侵的病原體，若未能及時清除完畢，傷口會出現紅、熱、腫、痛等現象，稱為**發炎反應**（圖4-24b）。發炎反應會讓更多血液流至受傷部位，使微血管擴張，帶來更多的白血球，一起清除病原體與進行後續
10 的防禦作用。

人體第三道防線是專一性的防禦作用，由一群稱為**淋巴球**的特殊白血球負責。有些淋巴球可破壞受感染的細胞或直接清除病原體，防止病原體擴散；有些淋巴球則可製造具有專一性防禦的抗體，這些具專一性的淋巴球在接
15 觸病原體後，部分會具有記憶性，當再次接觸到相同病原體時，可以更快速的反應（圖4-24c）。

利用能記住入侵者的特性，人們可以透過施打疫苗預做準備。疫苗具有與病原體相同的結構，可以引發淋巴球產生記憶性，當病原體入侵時，可以快速的消滅病原體，避
20 免疾病的發生。

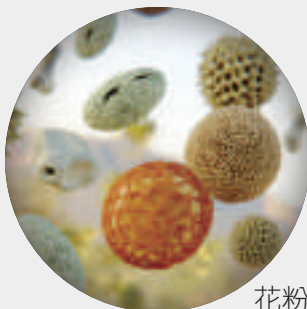
相關科學史，請見p138



延伸補充

過敏反應

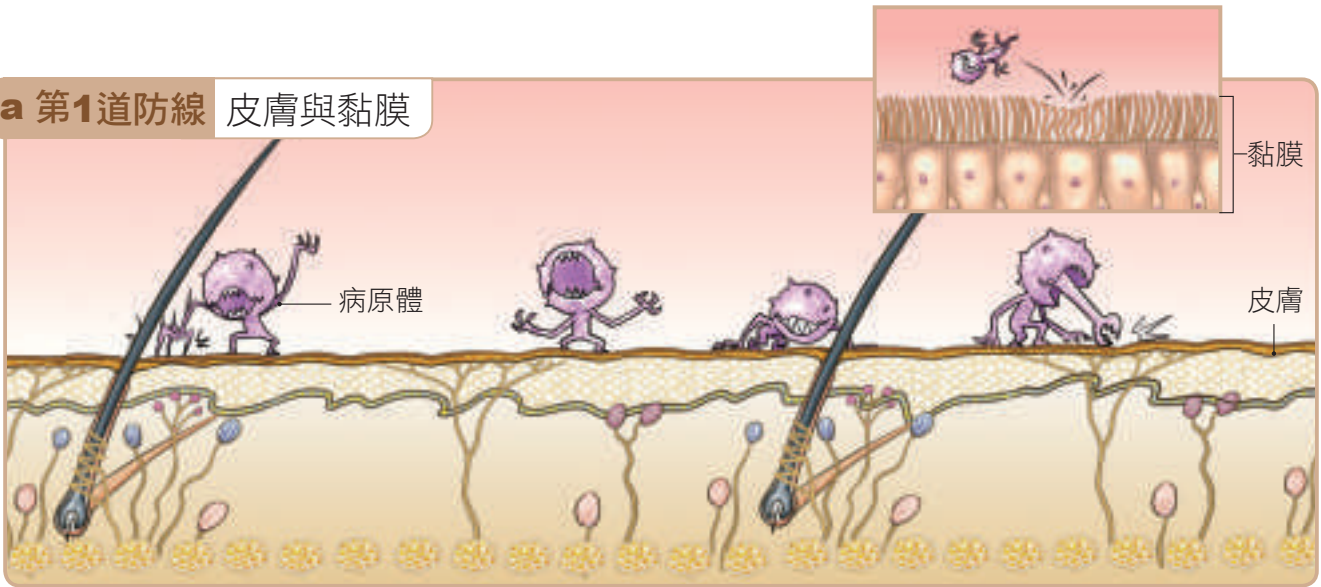
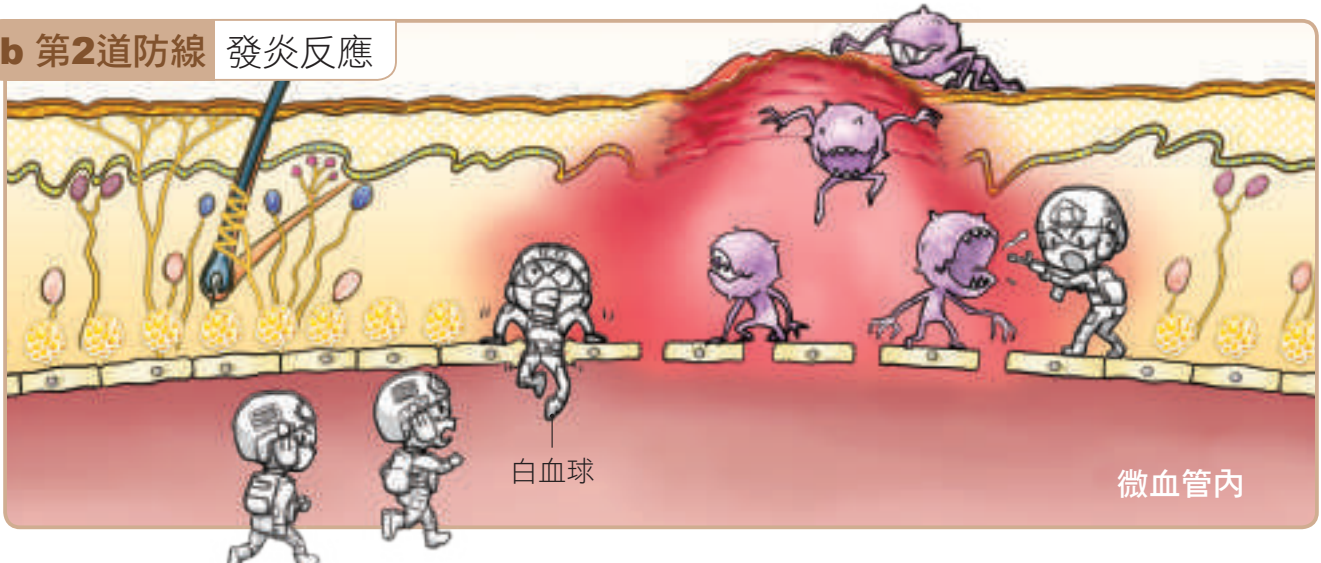
人體的防禦作用雖然可以幫我們阻擋外來的病原體，但是偶爾也會出錯，誤將無害的物質當成威脅而造成的發炎反應。使人體產生過敏反應的物質稱為過敏原，例如：花粉、塵蟎會造成打噴嚏、流鼻水甚至氣喘。由於過敏反應常對人體造成困擾，最好的處理方式就是避免接觸過敏原。



花粉



塵蟎

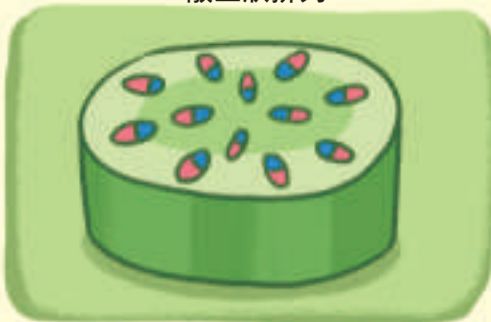
a 第1道防線 皮膚與黏膜**b 第2道防線 發炎反應****c 第3道防線 專一性防禦**

▲ 圖4-24 人體的三道防線

植物的運輸構造

維管束的組成與排列方式

散生狀排列



玉米、水稻等植物莖的橫切面

外側

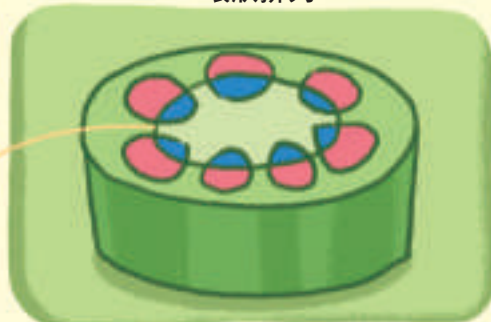
韌皮部
運輸光合作用養分

形成層
分裂產生新細胞

木質部
運輸水分與礦物質

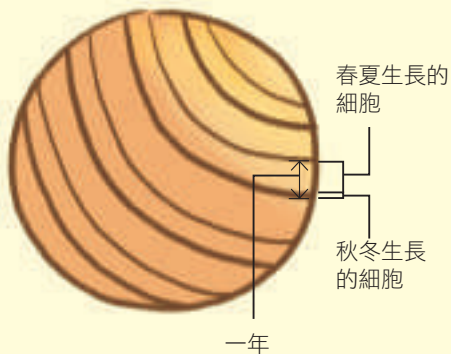
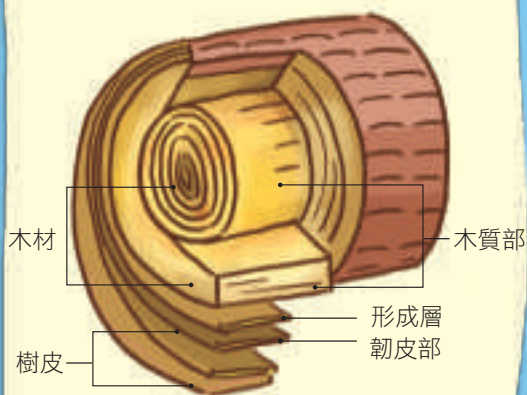
內側

環狀排列



向日葵、南瓜等植物莖的橫切面

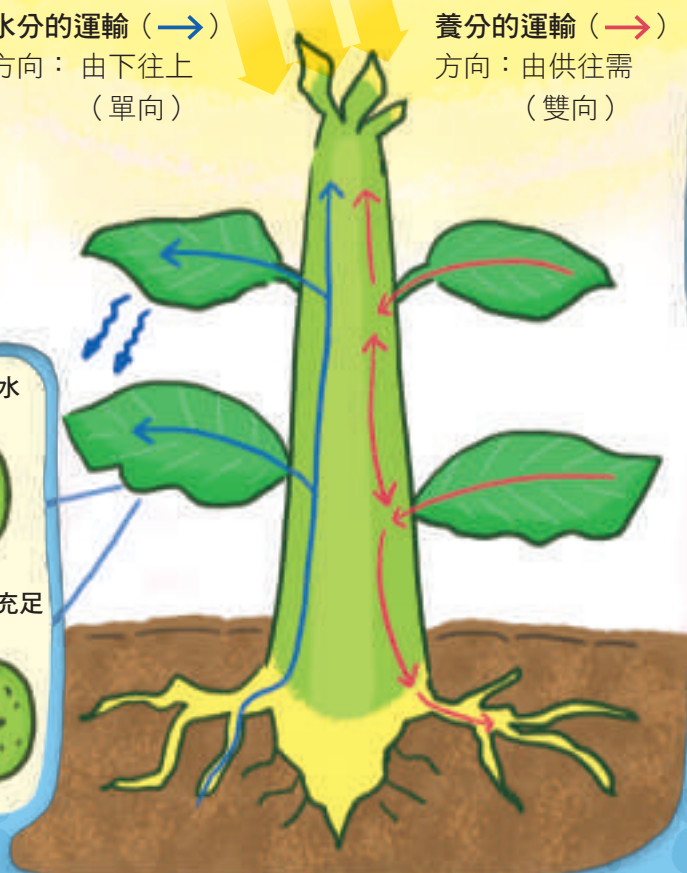
樹皮、木材與年輪



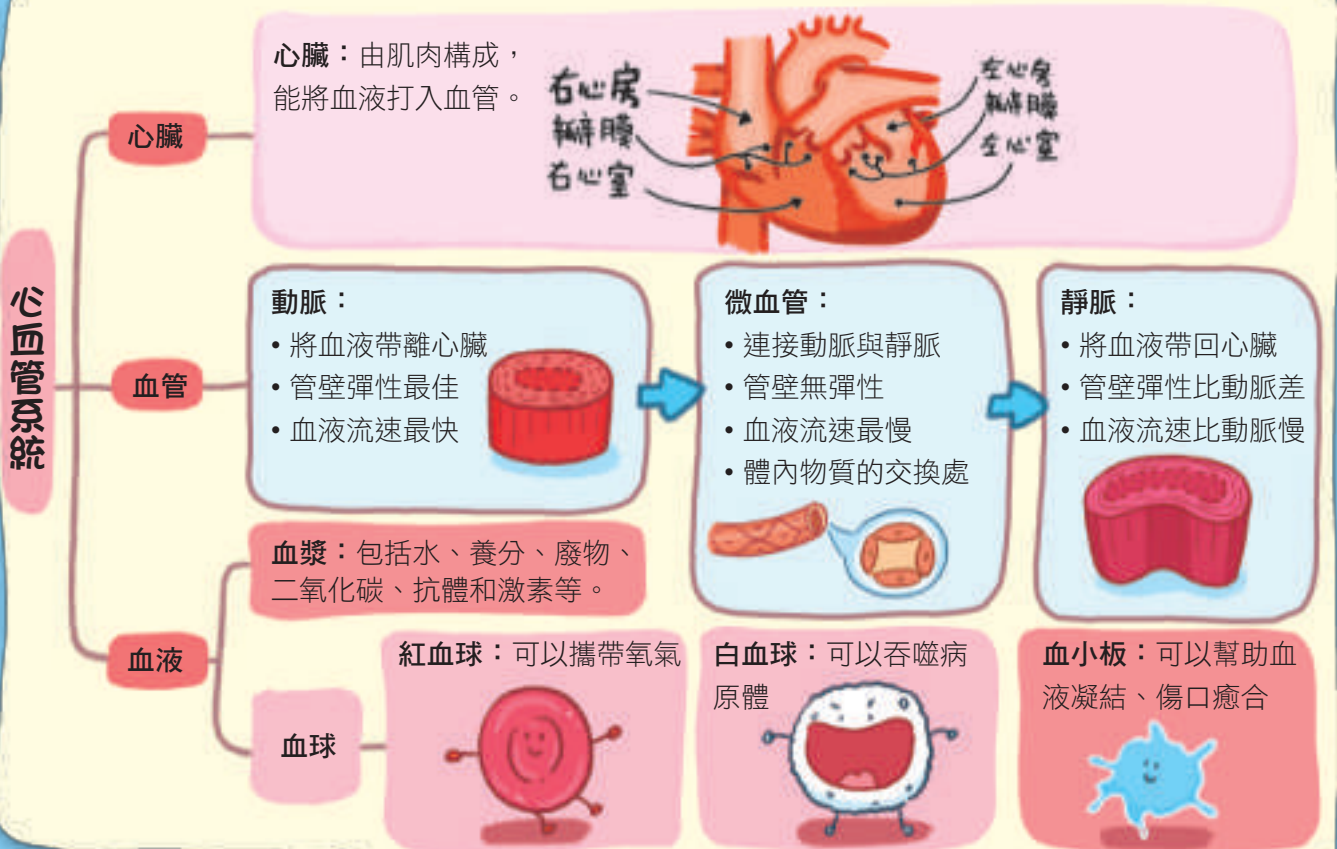
植物體內物質的運輸

水分的運輸 (→)
方向：由下往上
(單向)

養分的運輸 (→)
方向：由供往需
(雙向)

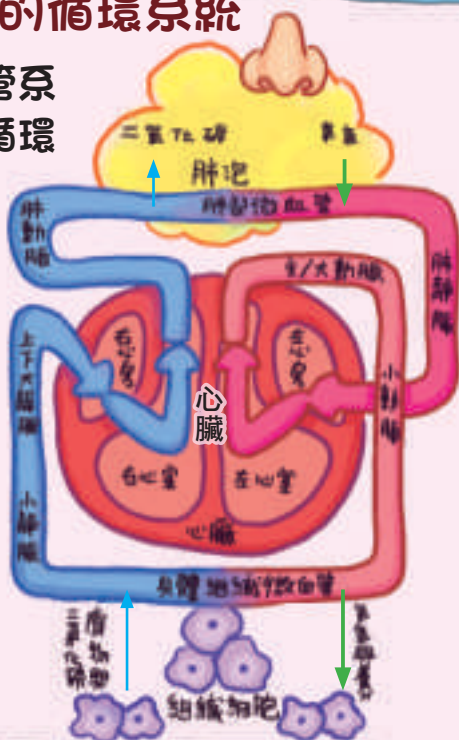


人體心血管系統的組成

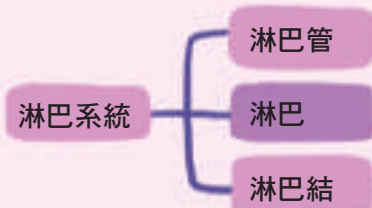


人體的循環系統

心血管系統的循環



淋巴系統的組成



淋巴系統的循環



淋巴系統可把組織液送回心血管系統，還可協助過濾身體中的病原體。



實驗一點靈

第三章

實驗3-1 澱粉與糖分的測定

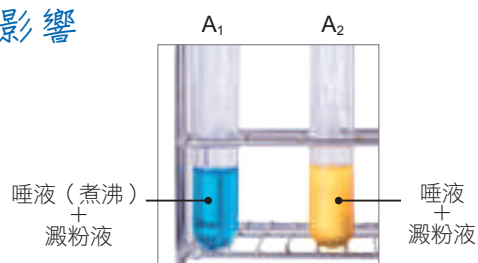
1. 碘液可檢驗澱粉，而本氏液可以用來檢驗葡萄糖，其反應如下表：

試劑	成分	澱粉	葡萄糖
碘液		＋（藍黑色或紫紅色）	－（黃褐色）
本氏液		－（淡藍色）	＋（綠、黃、橙或紅色）



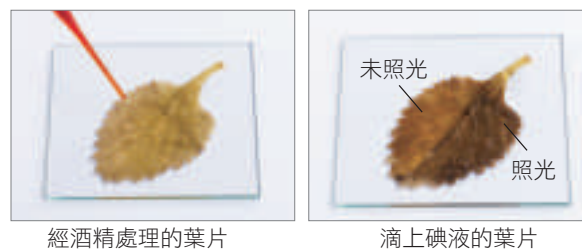
實驗3-2 溫度對唾液分解澱粉的影響

1. 唾液中的酵素經煮沸後便失去作用，而適當溫度下的唾液能將澱粉分解，可知溫度會影響酵素的活性。



實驗3-3 光與光合作用

1. 將碘液滴在葉片上，葉片照光的部分呈藍黑色或紫紅色，而不照光的部分則為黃褐色，可知葉片照光的部分含有澱粉，未照光的部分不含澱粉，而澱粉是由光合作用產生的葡萄糖轉換而來，故可推知植物進行光合作用需要照光。





第四章

實驗4-1 植物體內水分的運輸

1. 觀察比較有葉片的芹菜與切掉葉片的芹菜，從兩者水分散失的快慢，來判定葉片對植物水分散失的影響。
2. 芹菜必須在水中切除底部，目的是避免空氣進入，妨礙水分運輸。
3. 由實驗結果發現，當有葉片存在時，因氣孔數目較多，植物的水分散失較快。而在葉柄的橫切面上可觀察到，形成環狀被染色的部位，即為植物運送水分的細胞。



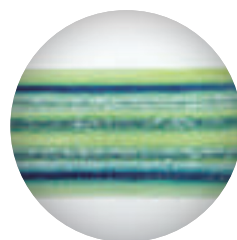
無色素的葉片



有色素的葉片



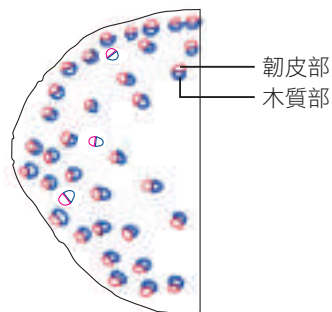
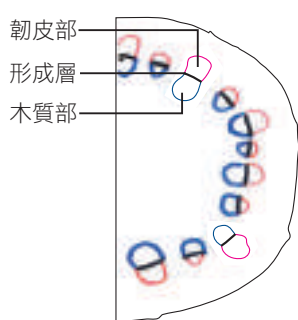
葉柄的橫切面



葉柄的縱切面

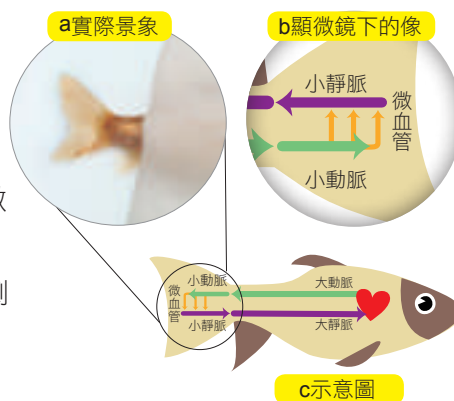
探討活動4-1 描繪維管束

向日葵莖中維管束呈環狀排列。 玉米莖中維管束呈散生狀排列。



探討活動4-2 血液如何流動？

1. 血液在較細的血管中，流動比較慢；在較粗的血管中，流動比較快。
2. 先找到最細的微血管，根據血液的流向可以知道，微血管之前的血管是小動脈，之後的血管是小靜脈。
3. 使用複式顯微鏡觀察的像，與實際血液流向上下顛倒左右相反。



實驗4-2 探測心音與脈搏

1. 從實驗可以發現，由於脈搏是隨著心搏而跳動，所以兩者數目是相同的，且運動後心搏次數會增加。

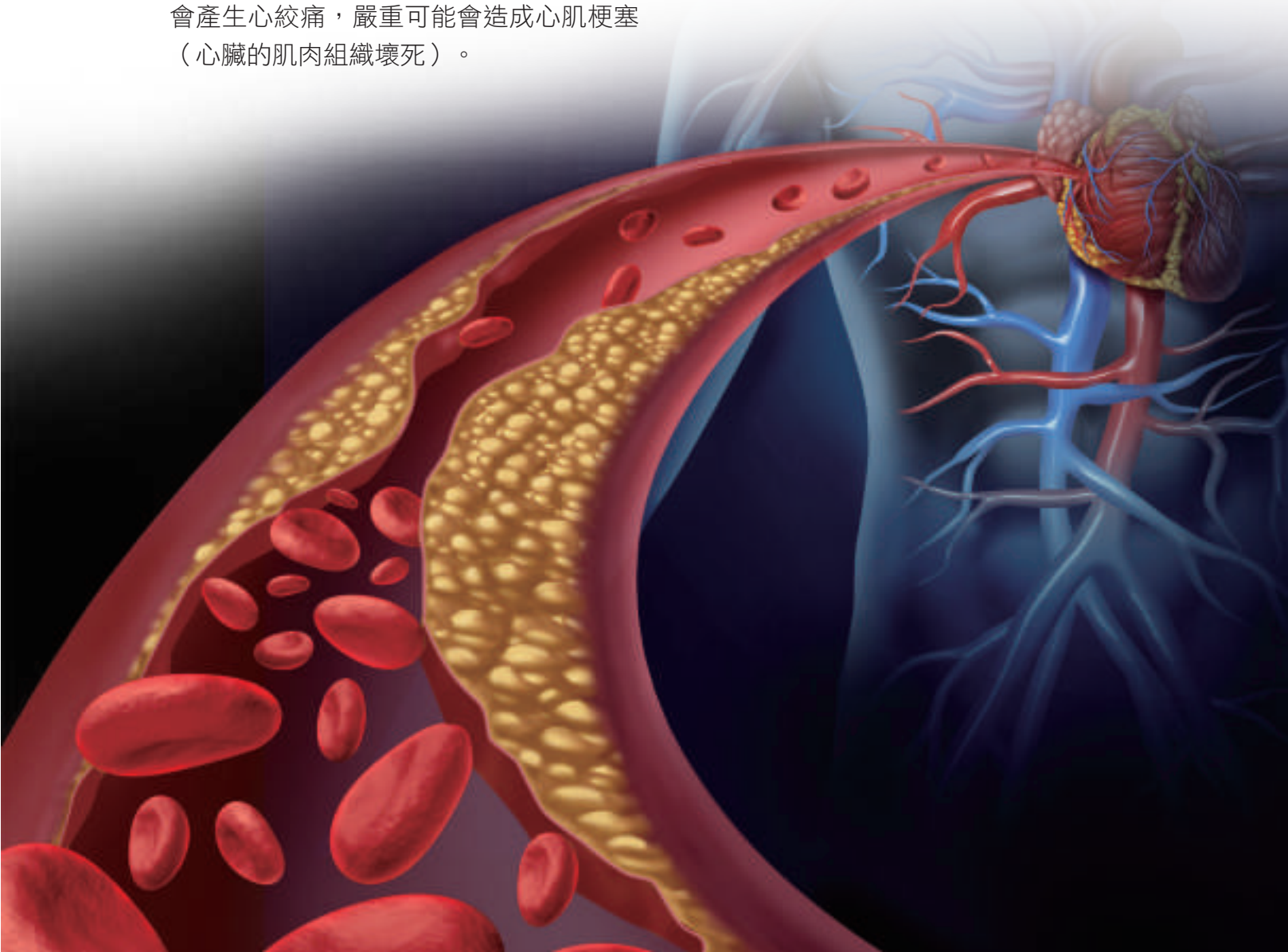
可怕的

心血管疾病

小藥丸大功臣

心血管疾病在人類十大死亡原因的排名始終居高不下，是指發生於心臟、血管等處的循環系統疾病。其中最令人擔憂的心臟疾病為起因於冠狀動脈的阻塞，由於冠狀動脈是供應心肌氧氣及養分的重要管道，如果冠狀動脈因為狹窄或阻塞，會使心臟得不到足夠的氧氣與養分，狀況輕者會產生心絞痛，嚴重可能會造成心肌梗塞（心臟的肌肉組織壞死）。

醫學界運用硝化甘油作為心臟病的藥物已經超過一個世紀。直到西元1980年代才真正了解其作用機制，科學家發現原來硝化甘油在人體內會被代謝為一氧化氮，可鬆弛血管壁的肌肉，使血流量增加而緩解心絞痛。





自從發現一氧化氮在人體循環系統中所扮演的角色後，類似作用的藥物不僅應用在治療心臟病上，也延伸出治療肺部與免疫系統相關的疾病的新藥，西元1998年，三位研究一氧化氮作用機制的科學家便獲得諾貝爾生理醫學獎。此外還有一個特別的後續故事：最早開始使用此類藥物治療心臟疾病的病患，發現此藥物有個特別的副作用，後來藥廠把這個副作用當成賣點，製成了治療男性性功能障礙的藥物——威而鋼，這可能是當初諾貝爾獎得主們沒有想到的結果。



請同學們依上述內容，回答下列問題：

() 1. 下列何者為一氧化氮治療心血管疾病的主要原理？

- (A) 減緩硝化甘油對於心肌的傷害
- (B) 使血管擴張以提供氧氣給心肌
- (C) 直接分解，提供心肌氧氣使用
- (D) 可以殺死傷害心肌的細菌

2. 副作用是指藥物在人體複雜的系統中，除了發揮原本我們希望的主要功能外，有時可能會出現的其他反應，不見得全然都不好。阿斯匹靈最早是一種止痛藥，上網查一查，目前被使用最多的是哪一方面的疾病？為什麼會如此呢？

答：.....



金納醫生

疫苗的發現與預防注射

愛德華·金納 (Edward Jenner, 1749~1823)

出生於英國，年輕時在倫敦習醫，學成後，回到家鄉格洛斯特郡擔任醫師。當時，鄉下傳說擠牛乳或是牧牛的人一旦感染過牛痘，就不會得致命的天花。牛痘是牛的疾病，會讓牛在乳房處長出膿包，有些擠牛乳少女若不小心由手上的傷口感染了牛痘，會在手上長出類似天花的膿包，但症狀輕微，幾天後即會痊癒，之後這些得過牛痘的少女，似乎便開始對天花具有免疫力。

金納覺得這個傳言很有意思，仔細觀察研究他的病人後，決定測試這個理論。他先由得到牛痘的少女手上的膿包中取得牛痘膿液，將這些膿液接種至一位八歲男童的手臂上，幾天之後，這名男童出現輕微的發燒，但很快的痊癒了。兩個月後，金納醫師將真正的天花膿液，接種至男童





手上，果然如金納醫師的預期，男童沒有出現任何天花的症狀，這是首次有人因接種牛痘而產生對天花的防禦力。

在二十一世紀的今日，透過接種疫苗來防止疫病已成為非常普遍的觀念，原理是利用施打的疫苗來引發人體免疫系統活化，並記憶該病原體的特性，當真正病原體入侵時，人體便可以快速產生免疫反應。不過，這樣的免疫反應通常是針對特定病原體，所以在臺灣出生、長大的兒童，從小到大要施打十多種不同的疫苗來預防各類疾病；而像流行性感冒這種突變快速的病毒，更是要每年重新施打疫苗。簡單挨一針，卻能讓免疫系統武裝起來，避免生病的痛苦，所以施打疫苗還是有幫助的喔！



5 生物體的協調作用

5-1 刺激與反應

5-2 神經系統

5-3 內分泌系統

5-4 行為與感應

神經系統和內分泌系統共同控制人體的所有反應，以及體內發生的許多大小事。藉由這兩大系統的統整與協調，個體對於種種刺激，可做出適當的反應。

探究提問 若生物無法對周遭的變化做出適當的反應時，會有什麼影響？試著探討這些影響在生物生長、發育及生存上的重要性。



芭蕾舞者經過大量的練習刺激，小腦特別發達，因此可以保持平衡與協調，做出許多高難度的動作。有些動作敏捷的動物，例如：貓、鳥等，小腦也十分發達。



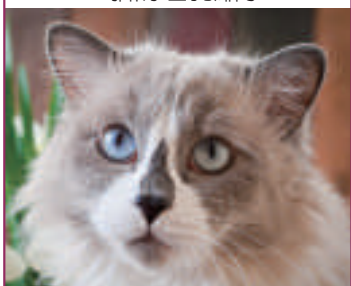
當你要移動身體的某些部位時，神經系統中的大腦會發出指令使肌肉收縮，產生反應；而位於大腦下方的小腦，則能幫助控制身體的動作與平衡。



5-1 刺激與反應

光線強

貓的瞳孔縮小



光線弱

貓的瞳孔放大



▲ 圖5-1 動物的瞳孔大小會隨著光線強弱而改變

外在環境或生物體內所發生的事件，稱為**刺激**，生物為求生存，必須準確接收各種刺激，以做出適當的反應，例如：當光線產生強弱變化時，動物的瞳孔會隨著放大或縮小（圖5-1）；當動物感到飢餓時，則會進食以補充養分。

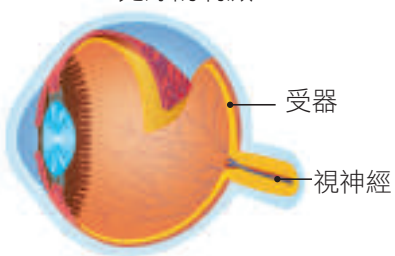
動物的各種生理反應，由神經系統與內分泌系統共同控制與協調，這些系統是如何運作的呢？

1 受器與動器

10 生物體具有接受刺激的**受器**，多分布在眼、耳、鼻、舌和皮膚等器官中（圖5-2）；個體接受刺激後，產生反應的部位稱為**動器**，通常為肌肉或腺體。例如：被蚊子叮咬時，會動手拍打，手部肌肉即為動器；聞到食物的香味時，唾腺會分泌唾液，唾腺亦為動器。

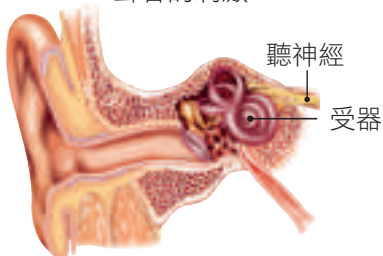
眼睛

具有視覺受器，可接受光線的刺激



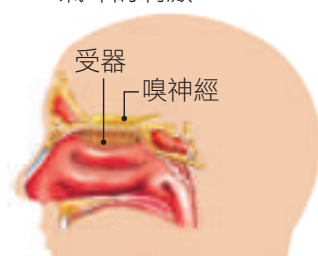
耳朵

具有聽覺受器，可接受聲音的刺激



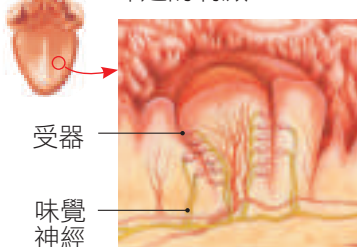
鼻腔

具有嗅覺受器，可接受氣味的刺激



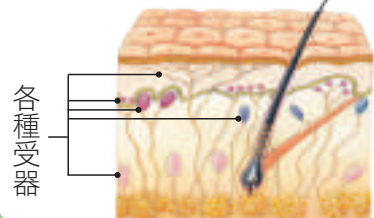
舌頭

具有味覺受器，可接受味道的刺激



皮膚

具有不同的感覺受器，可分別接受冷、熱、觸、壓和痛等刺激



▲ 圖5-2 人體接收外界刺激的受器



2 感覺疲勞

日常生活中，我們有時會有這樣的經驗：吃完糖果後再吃水果，會覺得水果不甜；在嘈雜的環境中待久了，可能不覺得吵。上述情形都是因為受器連續接受相同刺激，

5 降低對刺激的敏感度，產生**感覺疲勞**的現象。

延伸補充

後像

當凝視某物體一段時間，移開視線後，常常仍有看到該物的感覺，此時所看到的影像稱為「後像」。後像形成的原因有兩種：

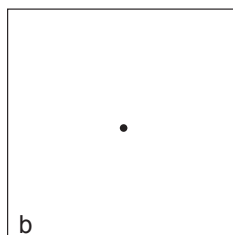
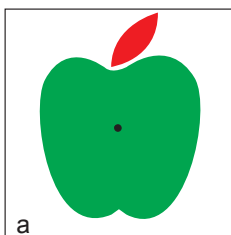
1. 正片後像：物體的影像會暫時留存，並與原物同色的情形，是因為視覺暫留的作用，稱為「正片後像」，如看電影、卡通與煙火等。
2. 負片後像：後像的顏色與原物不同，是因為凝視物體過久，產生視覺疲勞的現象，因而會看到與原物體不同的顏色，稱為「負片後像」。

探討活動

5-1 視覺被騙了？



1. 專心凝視圖a中的小黑點約20秒後，移開視線，注視圖b方框中的小黑點，將此時所看到的影像畫出。



2. 觀察本書右上角頁眉的圖樣，以右手拇指和食指夾住全冊的右上角書頁，開始快速翻開頁面，觀察並說明該圖樣的變化。

我看見

想一想

取3盆溫度不同的水，如右圖，若將右手置於甲盆，左手置於丙盆，1分鐘後，將兩手同時置於乙盆，此時，兩手的感覺會有不同嗎？試說明你的感覺和理由。

答：_____



5-2 神經系統

生物體從接受刺激到產生反應的過程，主要由神經系統負責訊息的傳遞、統整和協調。**神經系統**的運作方式，和電腦的運作模式類似，由接收訊息的部位將訊息傳到控制中心，經過分析、處理訊息後，再傳達指令至發生反應的部位（圖5-3）。



圖5-3 電腦和神經傳導的比較圖

1 神經元

人體的神經系統中，負責傳遞訊息的基本單位為**神經細胞**，又稱為**神經元**，由細胞本體和細長突起的神經纖維所構成（圖5-4）。細胞本體內有細胞核，可控制神經元的代謝與生長；神經纖維則是接收與傳遞訊息的重要構造，會聚集成束，稱為**神經**（圖5-5）。

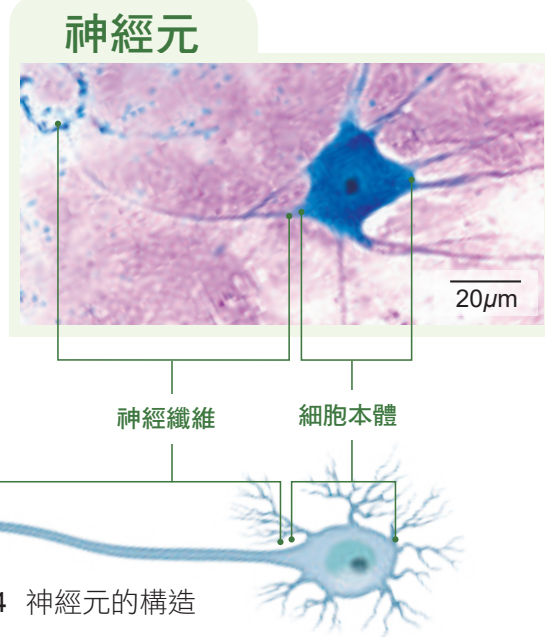


圖5-4 神經元的構造

神經系統

負責訊息傳遞、
統整與協調

神經

神經纖維匯集成束

神經纖維連結不同組織，以接收與
傳遞訊息

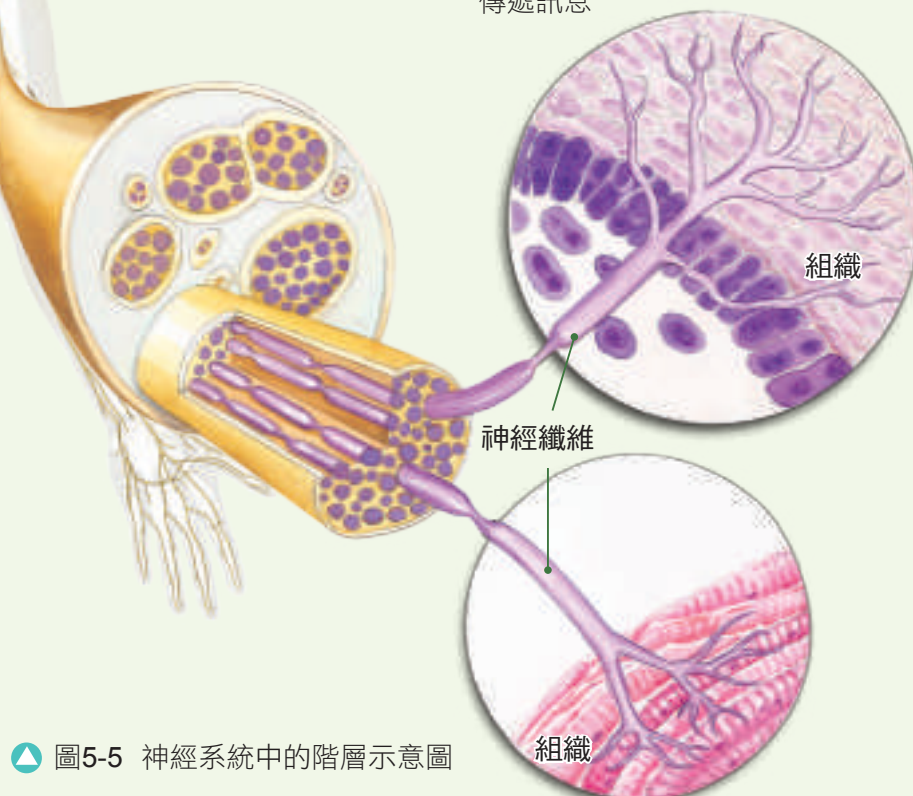


圖5-5 神經系統中的階層示意圖

2 人體的神經系統

人體的神經系統分為**中樞神經系統**和**周圍神經系統**，中樞神經系統包括腦和脊髓，周圍神經系統包括腦神經和脊神經。

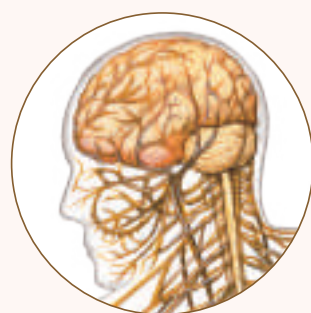
中樞神經系統

中樞神經系統是神經系統的指揮中心，可整合訊息並發出命令，由**腦**和**脊髓**組成。腦和脊髓質地柔軟，分別由堅硬的顱骨和脊椎骨保護（圖5-5）。



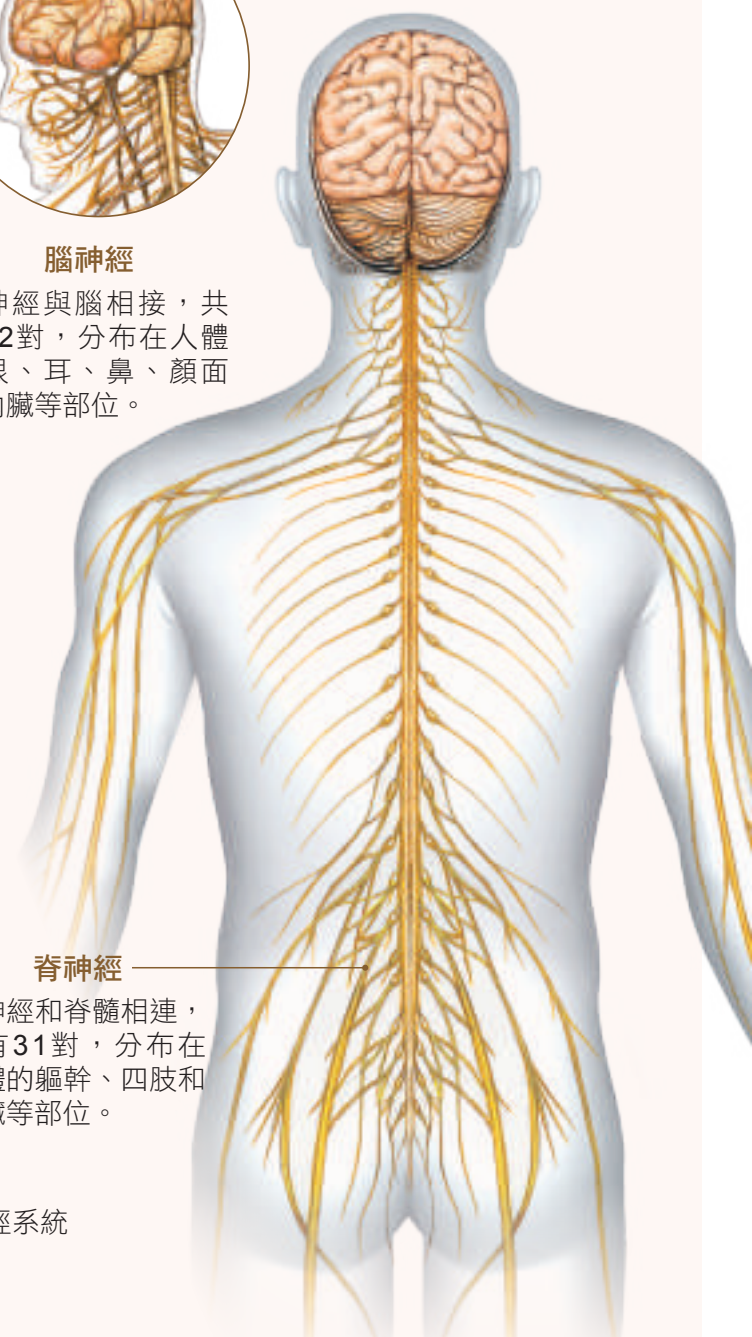
周圍神經系統

周圍神經系統分布在全身，由**腦神經**和**脊神經**所組成，主要的功能為傳遞訊息。



腦神經

腦神經與腦相接，共有**12對**，分布在人體的眼、耳、鼻、顏面和內臟等部位。



脊神經和脊髓相連，共有**31對**，分布在人體的軀幹、四肢和內臟等部位。

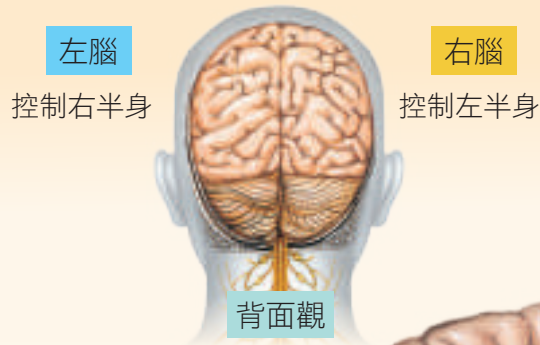
▲ 圖5-5 人體的神經系統

腦

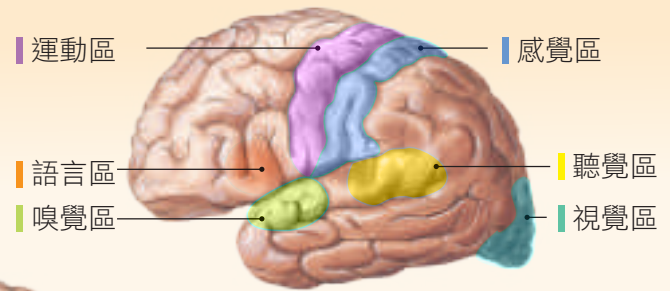
腦主要包括**大腦**、**小腦**和**腦幹**等部分。

大腦

大腦分為左、右兩半球，左半球控制人體右半身的活動，右半球控制人體左半身的活動。

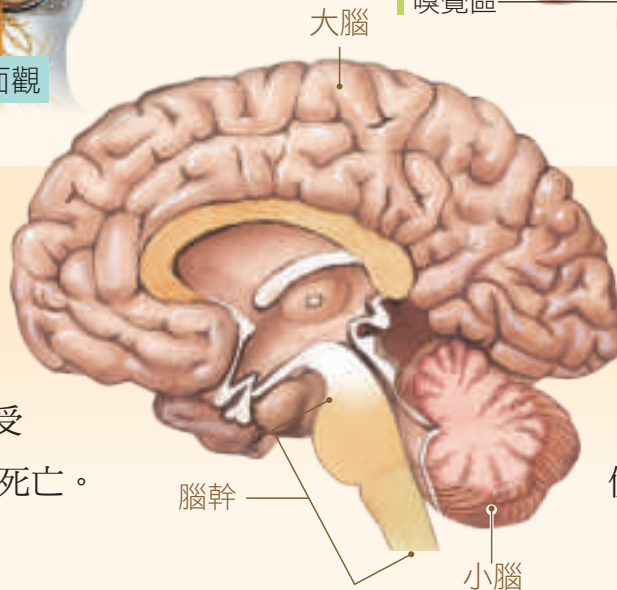


大腦是掌管意識的主要中樞，表層可分為不同的區域，分別主管運動、感覺、語言、記憶和思考等。



腦幹

腦幹是控制心跳、呼吸等生命機能的生命中樞，若嚴重受損，可能導致個體死亡。

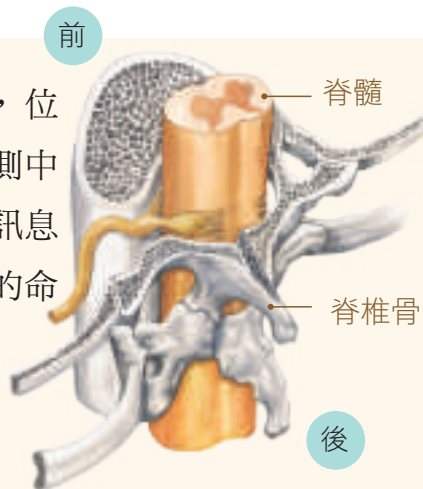


小腦

小腦位於大腦後下方，可協調全身肌肉，維持平衡。擅長飛行的鳥類或動作敏捷的貓等動物，便擁有發達的小腦。

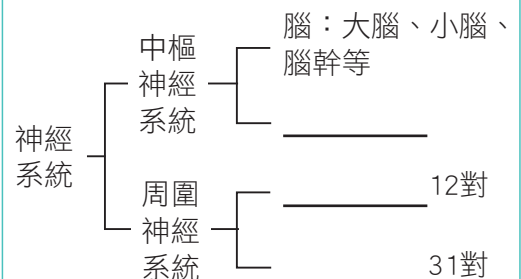
脊髓

脊髓為長條狀，位於腦幹下方、身體背側中央，能將身體各部分的訊息傳達至腦部，或將腦的命令傳達到身體各部分，使個體做出適當的反應。



隨堂筆記

以概念圖整理人體神經系統的組成。



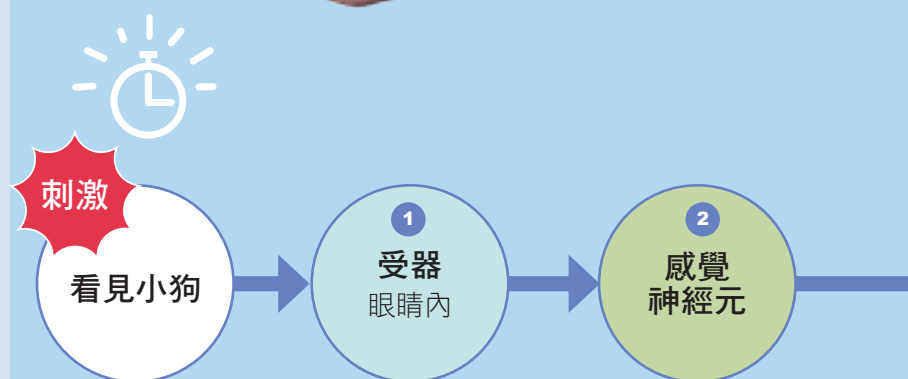
3 神經傳導路徑

當受器接受刺激後，會將訊息經由**感覺神經元**傳導至**中樞神經系統**，進行訊息的整合判斷，再經由**運動神經元**將指令傳導至動器而產生反應。

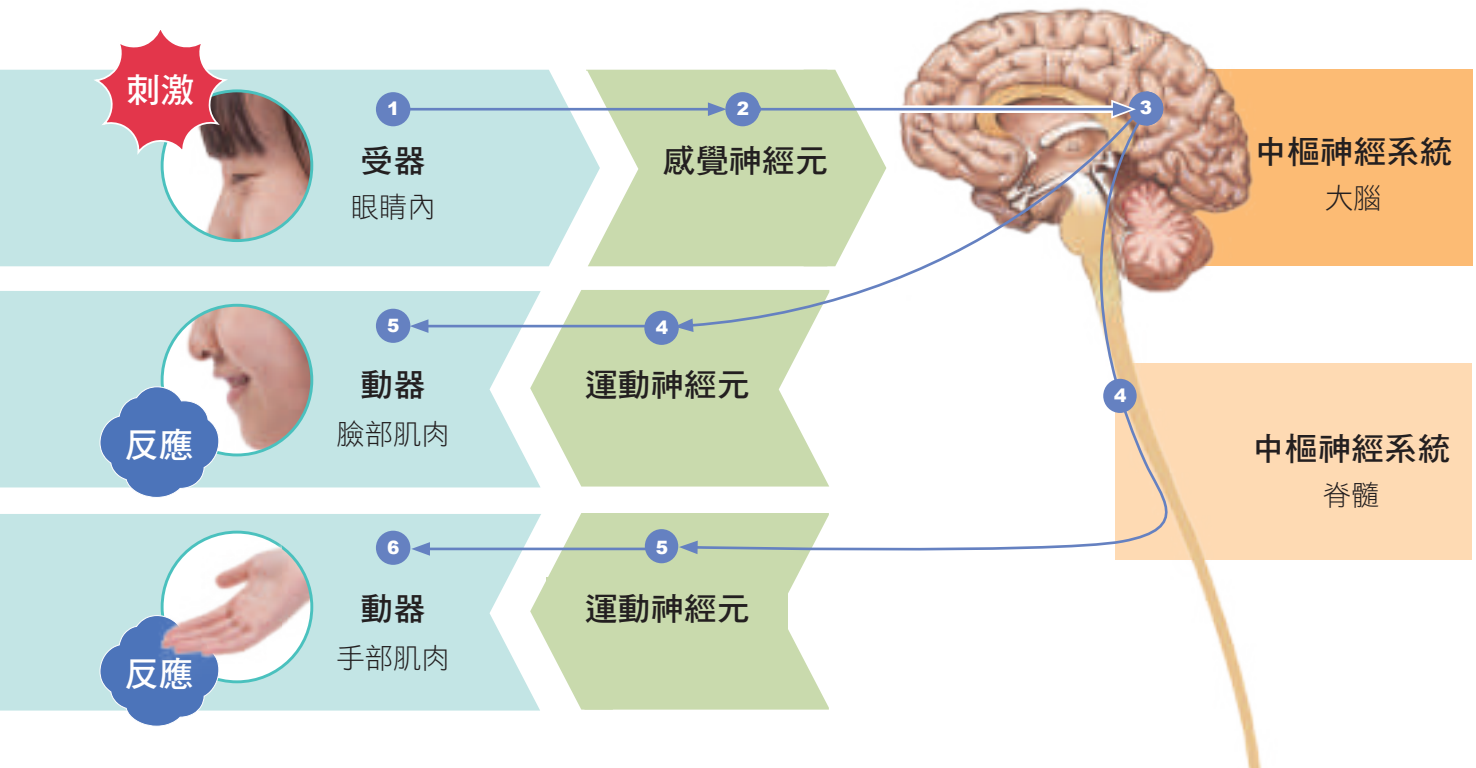


反應時間

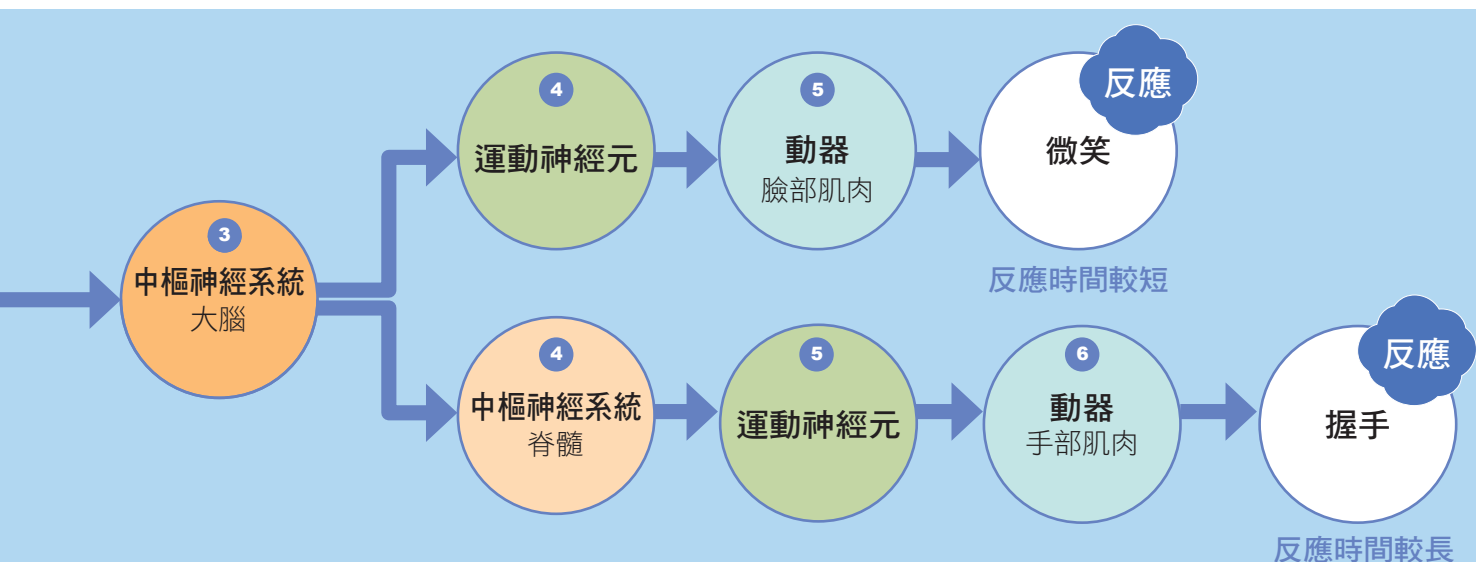
生物從接受刺激至產生反應，這段過程所需要的時間，稱為**反應時間**。神經傳導的路徑長短，會影響動作所需的反應時間；即使同樣的神經傳導路徑，每次反應所需的時間也可能有所差異。



例如：當眼睛看到小狗時，訊息會經由感覺神經元傳到大腦，再由大腦發出命令，經運動神經元傳送到臉部的肌肉，使臉部肌肉運動而微笑，同時大腦的命令也可通過脊髓，再經運動神經元傳到手部的肌肉，進行握手（圖5-6）。



◀ ▲ 圖5-6 神經傳導路徑示意圖



反射作用

當動物遇到緊急狀況時，需要儘速反應以避開危險、減少傷害，這類快速、不經由大腦意識進行思考判斷的反應，稱為**反射作用**。例如：手不小心碰到熱茶壺時，快速縮回的反應，就是由脊髓所控制的反射作用（圖5-7，紅色路徑）；而眨眼、打噴嚏和咳嗽等反射作用，則就近由腦幹控制。

▼ 圖5-7 反射作用與大腦意識行為的神經傳導路徑示意圖

—▶ 反射作用路徑

—▶ 大腦意識路徑



手立刻抬起

反射動作

碰熱茶壺

撫摸痛處

大腦意識



刺激

碰熱茶壺

1

受器
皮膚中

2

感覺
神經元

3

中樞神經系統
脊髓

4

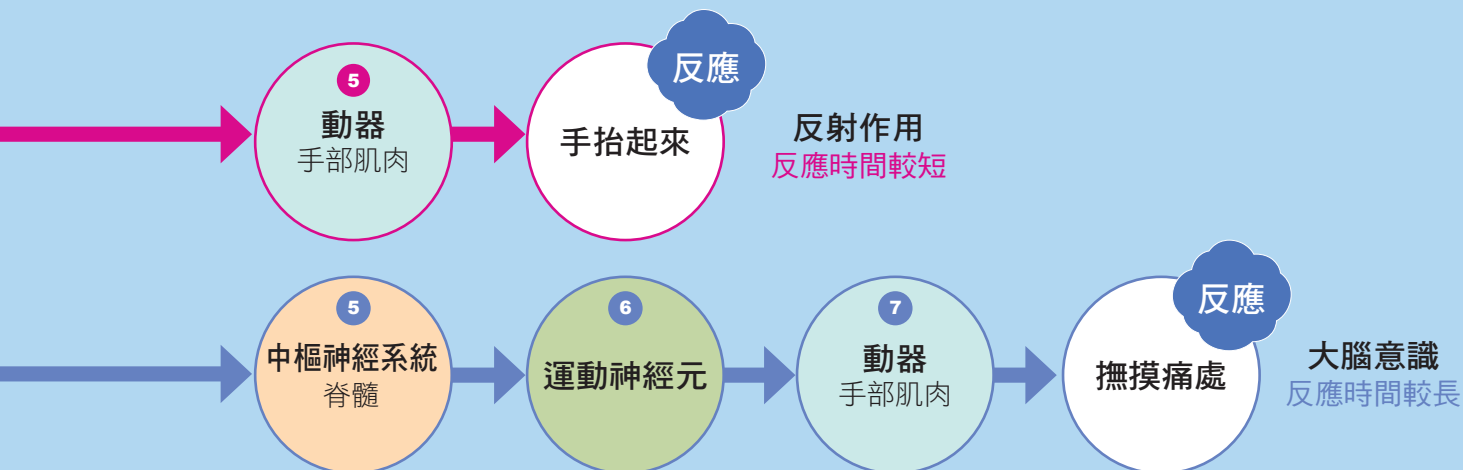
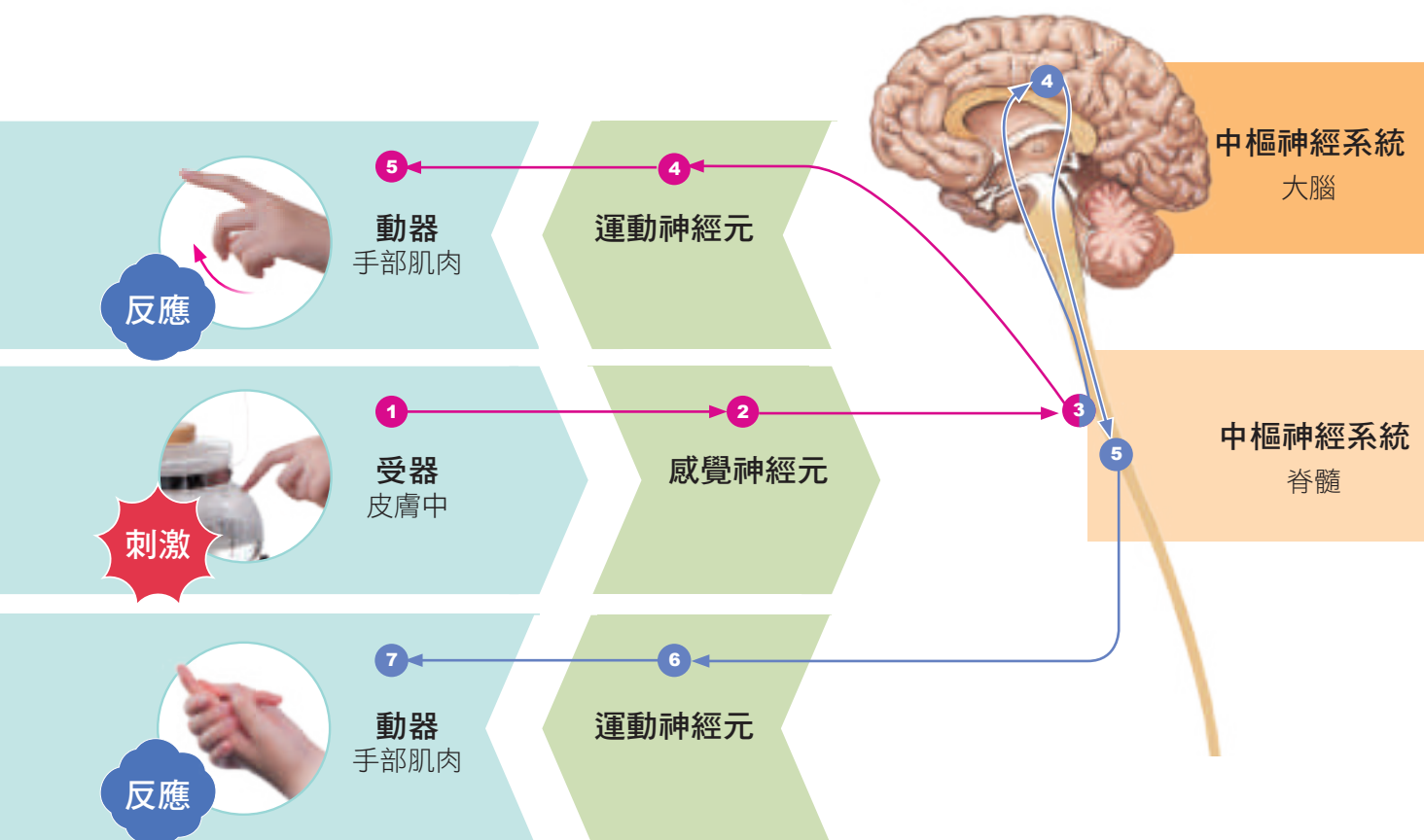
運動神經元

4

中樞神經系統
大腦



反射作用可能會伴隨後續的處理動作，例如：手碰到熱茶壺後會立刻縮回，屬於反射作用，手縮回的同時，訊息也會經由脊髓傳到大腦的感覺區，產生疼痛的感覺。大腦整合訊息後，命令手撫摸痛處，並用眼睛觀察痛處是否受傷，這些動作則屬於有意識的行為，不屬於反射作用（圖5-7，藍色路徑）。



實驗
5-1

反應時間的測定



器材

- ① 30cm或更長的直尺 1支

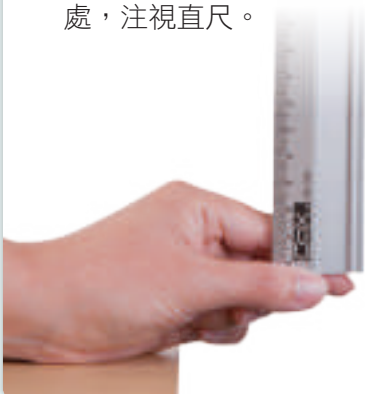
目的 測量接尺的距離，並對照活動紀錄簿中的參考表，計算接尺者的反應時間。

步驟

- 1** 兩人一組，主試者以拇指和食指夾住直尺末端，讓刻度0cm的一端自然懸垂。



- 2** 受試者手放桌上，以拇指及食指張開約2 cm，手指上方對齊直尺刻度0 cm處，注視直尺。



- 3** 主試者可決定何時讓尺滑落，受試者看到尺滑落，立即以拇指及食指夾住直尺。



- 4** 記錄直尺落下的距離後，重覆進行步驟**1**～**3** 4次，分別記錄每次直尺落下的距離。

- 5** 計算5次直尺落下距離的平均值，對照參考表，查出受試者的反應時間。

- 6** 主試者和受試者交換，重複上述步驟。

問題與討論

1. 請列出本實驗進行時，訊息傳導的路徑。
2. 你和同組的同學，反應時間各是多少？有哪些原因可能造成同學之間反應時間的差異呢？

探究提問

請舉一個反射動作的例子，說明從人體接受刺激到發生反應的神經傳導路徑，並說明此反射動作對生物生存的重要性。

相關實驗重點，請見P194



5-3 內分泌系統

樹葉上，有時會發現毛毛蟲緩緩爬行，當這些毛毛蟲蛻變成美麗的蝴蝶之際，我們不禁要讚嘆：大自然真是處處充滿著奧妙！但到底是什麼原因，促成毛毛蟲發生這樣的改變呢？

1 激素

動物的**內分泌系統**由內分泌腺所組成，內分泌腺可分泌**激素**（**荷爾蒙**）。激素由血液輸送到全身，會對特定的細胞發生作用。適量的激素可調節動物體的生理機能，
10 如毛毛蟲蛻變成蝴蝶，或蝌蚪變成青蛙，都是因為在適當時機，個體分泌關鍵的激素，因而造成形態巨大的改變（圖5-8）。

動物的生理反應，主要由神經系統與內分泌系統共同控制與協調。一般而言，激素的作用不如神經傳導迅速，
15 但是對身體的影響通常較持久，與個體的生長發育有密切的關聯。

▲ ▼ 圖5-8 生物受到體內激素影響，造成形態改變



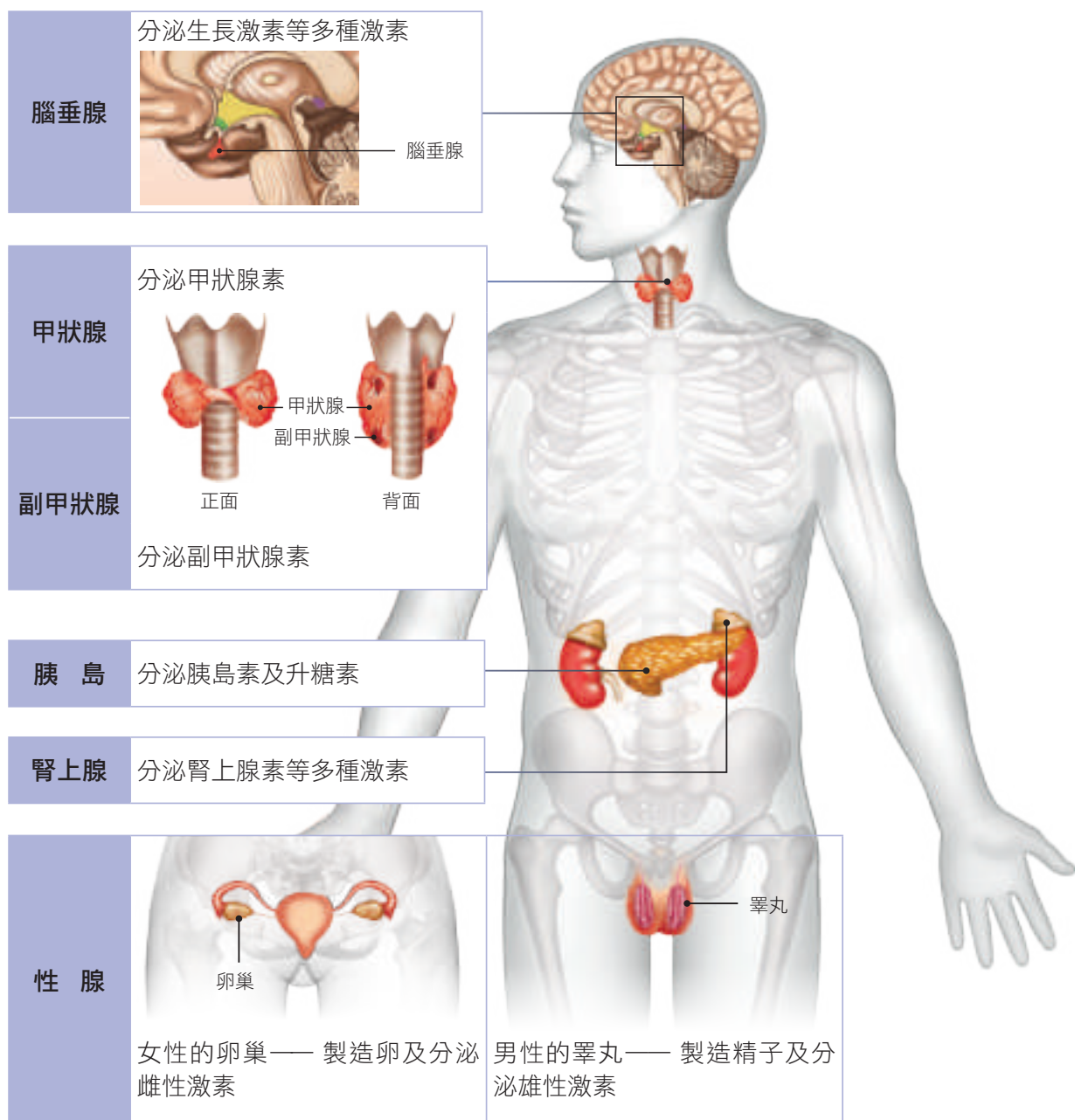
a 毛毛蟲變蝴蝶（大鳳蝶）

b 蝌蚪變青蛙（莫氏樹蛙）



2 人體的內分泌系統

人體的內分泌系統主要包括腦垂腺、甲狀腺、副甲狀腺、胰島、腎上腺和性腺（睪丸和卵巢）等（圖5-9），各具有不同的調節功能。



▲ 圖5-9 人體的內分泌系統



腦垂腺

腦垂腺位於大腦下方，可分泌多種激素，其中**生長激素**會促進個體的生長發育，在成長期如果分泌太多，骨骼會過度增長，形成巨人症；反之，分泌太少則會造成體型過度矮小，稱為侏儒症（圖5-10）。腦垂腺還會分泌多種激素，調控某些內分泌腺的分泌。



▶ 圖5-10 生長激素分泌過多或過少，都會造成身高異常。

甲狀腺

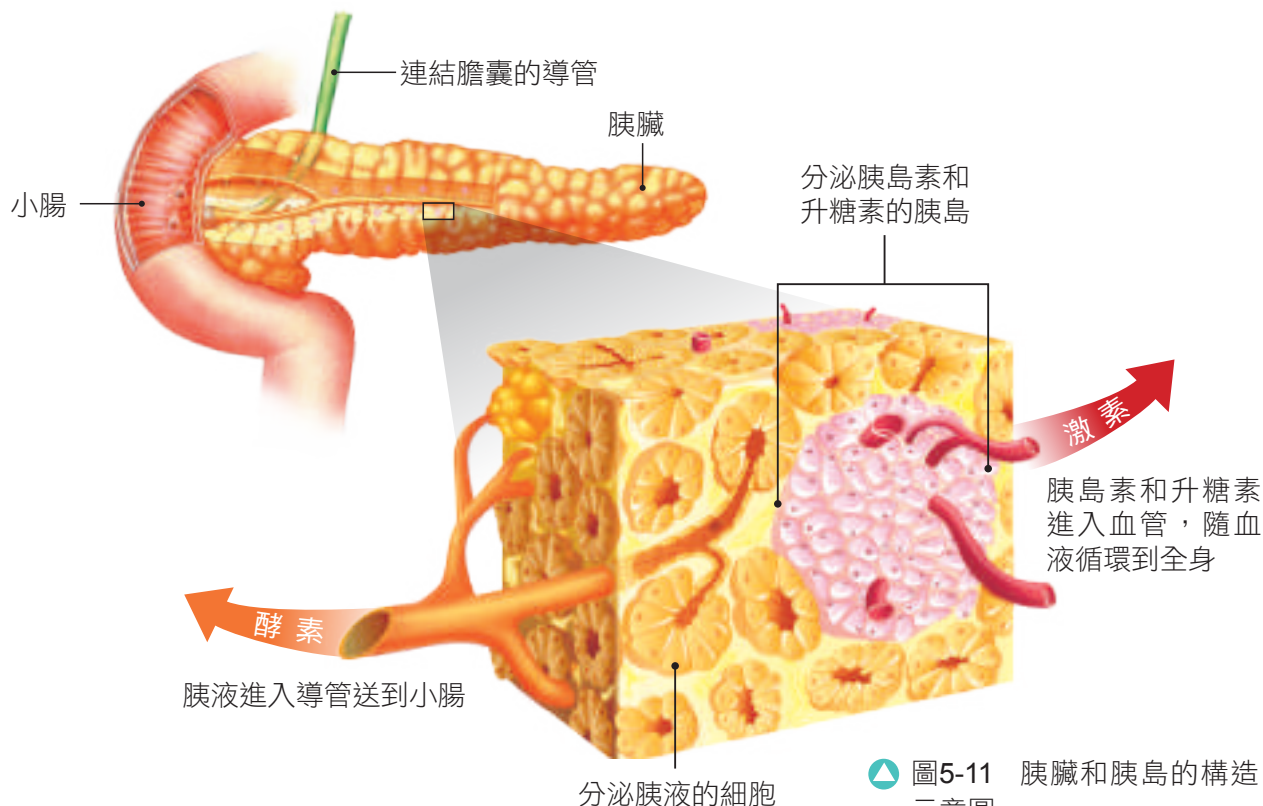
甲狀腺位於喉部氣管兩旁，呈蝶狀，可分泌**甲狀腺素**，促進代謝作用。甲狀腺素分泌過多，代謝作用會過度旺盛，造成神經興奮與心跳加快等現象，身體的能量消耗較多，導致體重減輕。甲狀腺素分泌不足，則會造成代謝減緩，除了影響身體的生長發育之外，有時還可能影響智力的發展。

副甲狀腺

副甲狀腺呈豆狀，共有4顆，包埋在甲狀腺的背側，可分泌**副甲狀腺素**，調節體內鈣的濃度。副甲狀腺素分泌不足時，會造成血液中鈣的濃度過低，還會使肌肉抽搐，嚴重時可能導致個體死亡。

胰 島

胰臟除了可分泌消化液，胰臟內還有一些呈團狀的組織可分泌激素，稱為**胰島**（圖5-11），可分泌**胰島素**及**升糖素**，共同控制血液中的葡萄糖（血糖）。胰島素能促使血糖進入細胞中被利用，或形成肝糖儲存在肝臟或肌肉中，以降低血糖濃度。若血糖濃度過高，而胰島素分泌不足時，血液中的葡萄糖可能會隨尿液排出，形成糖尿病。升糖素能使人體原本儲存的肝糖轉變為葡萄糖，釋放到血液中。當血糖濃度太低時，人體會感到飢餓，此時升糖素的分泌便會增加，使血糖濃度上升。



▲ 圖5-11 胰臟和胰島的構造示意圖



腎上腺

腎上腺位於腎臟上方，可分泌多種激素。當個體遇到緊急狀況或劇烈運動時，其分泌的**腎上腺素**會促使儲存的肝糖轉變為葡萄糖，使血糖濃度快速上升，供細胞產生更多的能量。腎上腺素也會使心跳加快、血壓增高、腸胃蠕動減慢，使肌肉做強而有力的收縮，讓個體能應付環境中的種種挑戰。

性腺

男性的**性腺**為**睪丸**，可製造精子，並能分泌**雄性激素**，讓男性長出鬍鬚且聲音低沉，表現出雄性的第二性徵。女性的性腺為**卵巢**，可製造卵，亦能分泌**雌性激素**，促使女性乳房發育，表現出雌性的第二性徵。有些動物的性腺激素也會使雌雄個體在外形上產生明顯的差異（圖5-12）。



▲ 圖5-12 人類和有些動物的雌雄個體在外形上有明顯的差異（♂：雄性；♀：雌性）

5-4 行為與感應

課程補充

趨性

動物對環境刺激產生趨向或背離的現象，稱為趨性。例如：飛蛾撲火屬於正趨光行為，而蟑螂生活在陰暗的角落，則是負趨光行為。

動物會受到外界環境及內部生理變化的刺激，表現出各式各樣的行為。動物行為的表現主要受神經系統及內分泌系統的控制及調節。植物雖然沒有神經系統，但仍會受環境中的光線、水分及地球引力等刺激而產生感應。

1 動物的行為

動物的行為有些與生俱來，屬於**本能行為**，例如：人的眨眼及打噴嚏等反射作用、蜘蛛結網捕食、蜻蜓飛行、魚在水中游泳。另外，動物的趨性、求偶、傳遞訊息及遷徙也都是本能行為（圖5-13）。



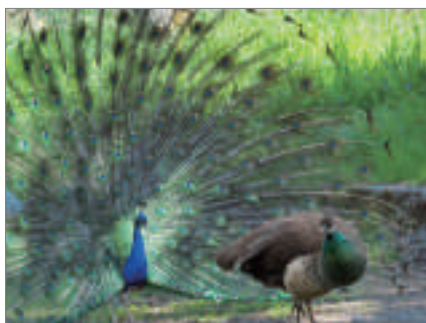
a 打噴嚏是一種反射作用



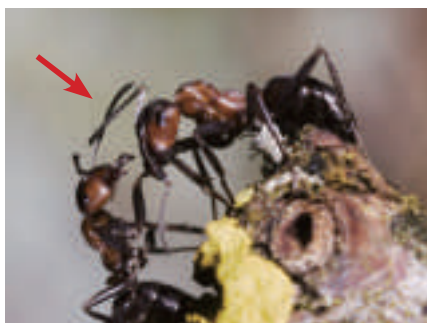
b 蜘蛛結網是與生俱來的行為



c 具有正趨光性的昆蟲，夜間常會飛向光源



d 雄孔雀展示鮮豔的羽毛吸引雌性



e 螞蟻互相輕碰觸角以傳遞訊息和溝通



f 海龜會洄游到出生的海岸沙灘繁殖後代

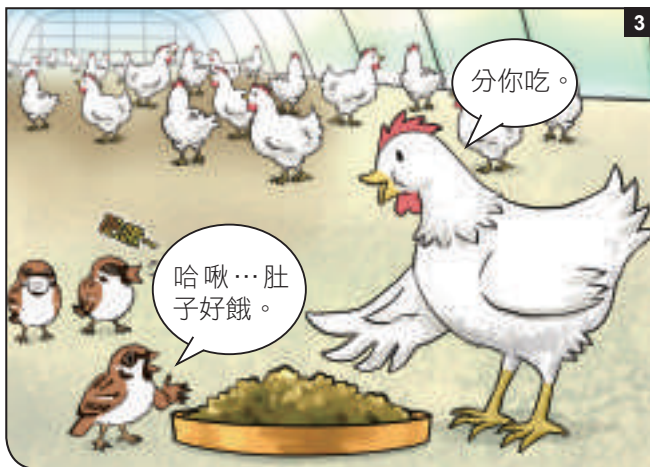


▲ 圖5-13 動物的本能行為





生物 In my life



禽流感

小提示 禽流感全名為鳥禽類流行性感冒，雖然主要在鳥類間傳染，但有時也會傳染給人、豬等其他動物，人類一旦感染，致死率相當高。禽流感以野鳥為媒介，常跨國傳染難以防範，因此極受重視。

- ① 根據你從課程中學到的內容，候鳥的集體遷徙是屬於本能或是學習行為？
- ② 你覺得為何臺灣的雞農常在每年的同一時期，發現所飼養的雞得禽流感？

探究提問

請試著回答，如何解決生活中的小問題。(提示：可利用動物的趨性)

1. 小蟲跑進耳朵裡，硬掏只會愈跑愈深，如何讓牠自行出來？
2. 晚上飛蛾在室內燈旁繞來繞去，如何讓牠飛出室外？

探究提問

導盲犬屬於工作犬，主要的工作為帶領視障者避開行進時可能撞到的障礙物及車輛，保障視障者的安全，常被稱為「盲人的眼睛」。當我們看到導盲犬在引導盲人時，我們應該注意哪些事項？



透過學習產生新的行為，稱為**學習行為**，例如：黑猩猩會使用工具（圖5-14）、鯨、豚可以表演頂球，狗可以協助搜救或導盲等。

動物的學習能力與神經系統的發達程度息息相關，同時也會受到個體構造的限制。人類有發達的大腦及靈巧的雙手，擁有較強的學習、思考與創造能力，因而發展出現今的科技文明。



圖5-14 黑猩猩利用工具敲碎堅果取食



圖5-15 植物莖的頂端具有向光性

2 植物的感應

植物朝向或背離某一種刺激來源而生長的現象，稱為**向性**。向性會影響植物的生長，例如：植物的根會表現出向地性，根往土壤深層生長，可使植物體固定，也有利於水分吸收；莖則具向光性和背地性（圖5-15、圖5-16），可讓植物的莖和葉獲得充足的陽光。另外，有些爬藤植物具有向觸性（圖5-17），藉由纏繞依附在其他物體上以獲得支撐，並占據陽光更為充足的位置。



圖5-16 在光線均勻的狀態下，番茄的莖表現背地性，根表現向地性



圖5-17 爬藤植物的向觸性

探討活動

5-2 綠豆苗的生長

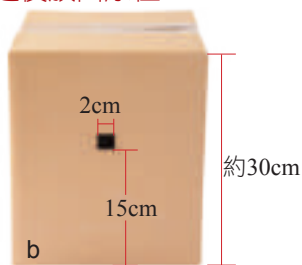


1. 取20顆綠豆泡水1～2天，待綠豆脹大或發芽。
2. 取2個培養皿標示甲、乙，各放入適量加水的棉花與約10顆的綠豆（圖a）。
3. 將甲、乙放在陽光充足的地方，每日適量澆水至綠豆芽長到約3公分高。
4. 取一不透光之紙盒，在側邊高約10～15公分的位置，挖一個邊長約2公分的洞（圖b）。

⚠ 紙盒至少高於20公分，並能將甲培養皿完全蓋住。

5. 將紙盒蓋住甲培養皿，每三天轉動紙盒，改變洞的位置。甲、乙培養皿每日均需適量澆水，持續觀察與記錄甲、乙綠豆苗生長情形。

⚠ 甲培養皿每日澆水時快速掀開紙盒，之後放回原位。



綠豆苗的生長情形

月	
日	
月	
日	
月	
日	
月	
日	

想一想

1. 造成培養皿甲、乙中的豆苗生長差異的原因為何？
2. 除了綠豆之外，請自行選擇一種植物盆栽，依上述的步驟種植，觀察其生長情形是否相同。

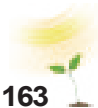
有些植物具有迅速的局部感應，例如：含羞草的小葉受到碰觸時會立刻閉合，稱為**觸發運動**（圖5-18a）；**睡眠運動**是指有些植物的花或葉，會在一天中特定的時段閉合，如酢漿草的葉片白天平舉張開，到夜晚便下垂合起（圖 5-18b）；捕蠅草和毛氈苔則會利用特化的葉，進行**捕蟲運動**（圖5-18c）。這些植物的快速感應，通常與生長或自我保護有關。

除了向性及局部感應之外，植物也有許多其他生理反應會受到環境的影響，例如：泡過水的種子，會開始萌芽；光照或溫度的改變，會影響植物開花時間。這些調節機制使植物能對環境的改變和刺激，做出適當的反應。

探究提問

部分植物需經適當光照期和黑暗期的交替才能促成開花，有些需要長日照時間，而有些則需短日照時間。經過科學家研究，發現黑暗期對植物開花的影響，較日照期來得重要。若花農想要讓原本在冬天開花的聖誕紅，在夏天盛開，應該如何處理？





a. 觸發運動

觸碰前



觸碰後



b. 睡眠運動

白天



晚上



c. 捕蟲運動

捕食前



捕食後



圖5-18 植物迅速的局部感應

刺激與反應

刺激：外在環境或生物體內所發生的事件



受器：接受刺激的部位



感覺
神經元

神經系統傳導與整合



運動神經元

動器：產生反應的部位，包括肌肉和腺體

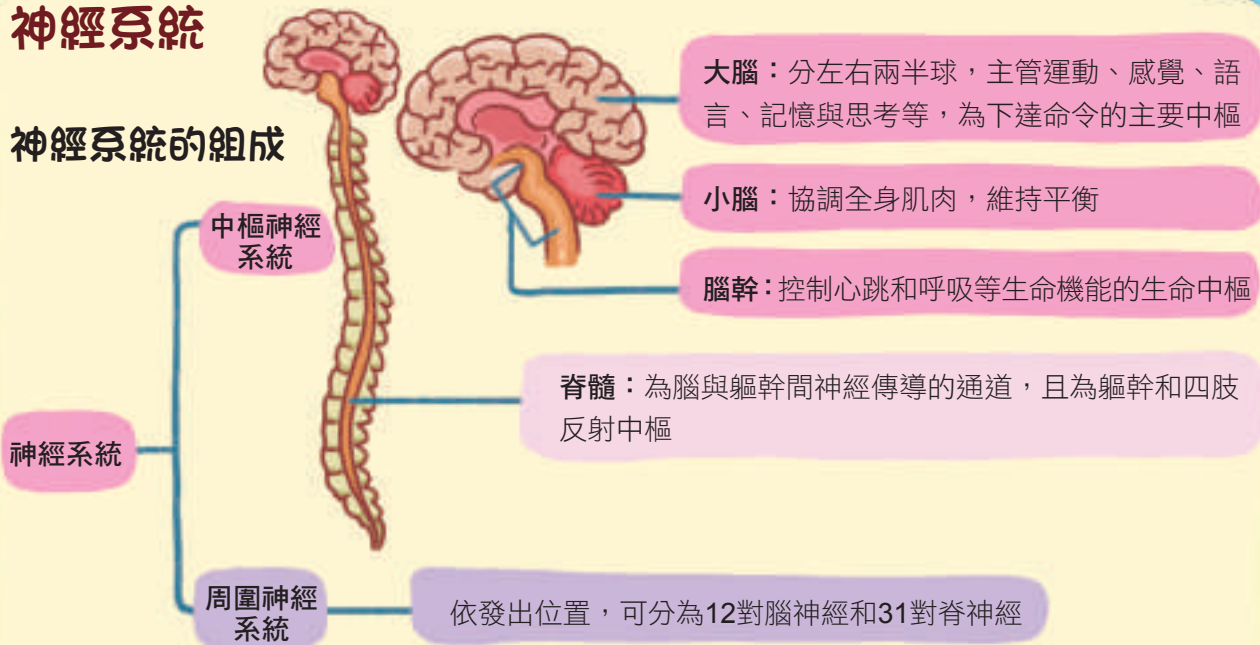


產生反應



神經系統

神經系統的組成



神經系統的基本單位



- 神經細胞（神經元）為負責傳遞訊息的基本單位。
- 依傳導方向，可分為感覺神經元和運動神經元。

反射作用

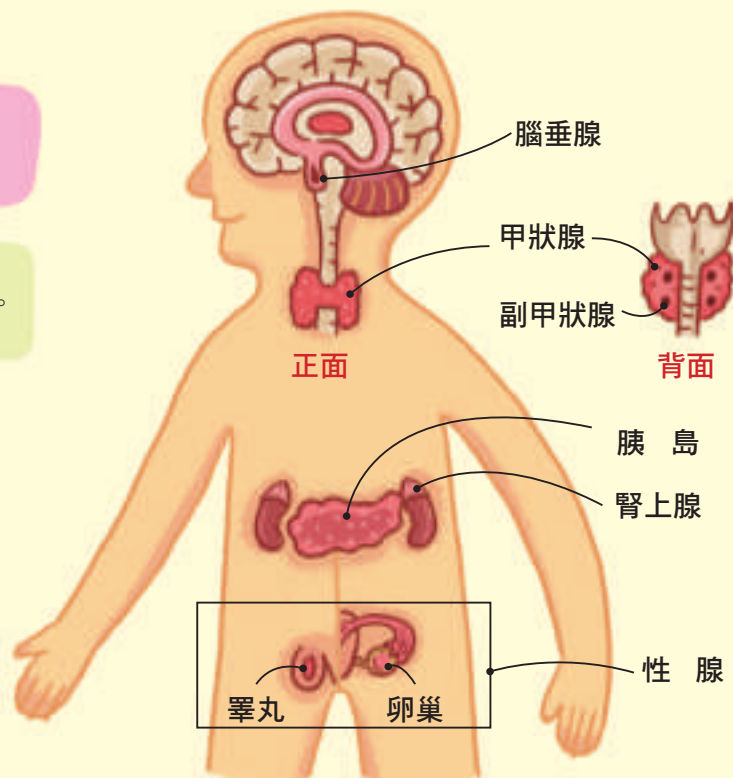


反射作用是不經大腦意識控制的快速反應，可讓個體避開危險。

內分泌系統

激素（荷爾蒙）隨著血液輸送到全身，對特定細胞發生作用。

適量激素可調節個體的生理活動。



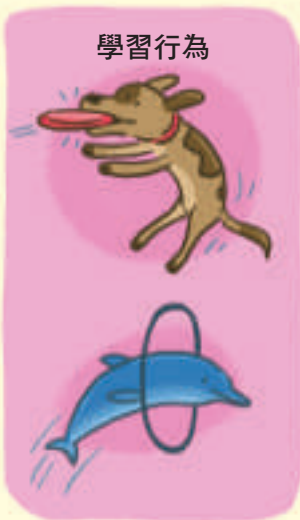
行為與感應

動物的行為

本能行為



學習行為



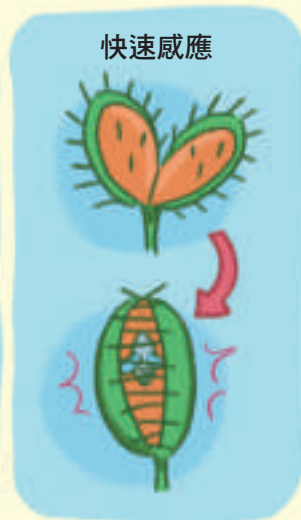
動物行為的表現，主要受神經系統及內分泌系統的控制及調節。

植物的感應

向性



快速感應



植物的感應可以幫助其生存和適應環境。

促進睡眠的激素——

褪黑激素

大家常說：早睡早起，作息正常，對維持身體健康非常重要。但是，有些人因為從事夜間工作，只能在白天睡覺，或是睡前使用3C產品後，導致無法入眠。其實睡不著覺的主要原因，可能和腦部分泌的一種激素——褪黑激素有關。

褪黑激素的發現，可追溯到西元1958年，是從牛的腦部萃取物中分離出來的一種荷爾蒙。由於褪黑激素可以讓青蛙的皮膚變亮或變暗，因而得名。

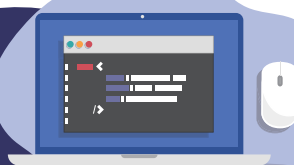
研究顯示，經由動物眼睛接收的光線，會影響腦部褪黑激素的製造，照光愈多，褪黑激素的製造愈少，在黑暗的環境中則有利於褪黑激素的分泌。因此，褪黑激素亦被稱「黑暗荷爾蒙」。

當動物快要入睡時，會開始分泌褪黑激素，在半夜熟睡時達到分泌的高峰，之後分泌量會逐漸降低，直到早晨醒來。由於褪黑激素的分泌量與睡眠時間的長短及熟睡度有很大的關聯，因此也被稱為「睡眠荷爾蒙」。褪黑激素的分泌和年齡也有關係，年幼的兒童分泌量較高，隨著年齡增長，分泌量會愈來愈少，因此老年人的睡眠時間通常都較短。

睡前使用3C產品
不易入眠



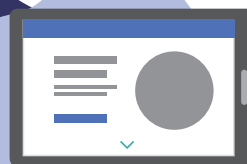
手機



電腦



電視



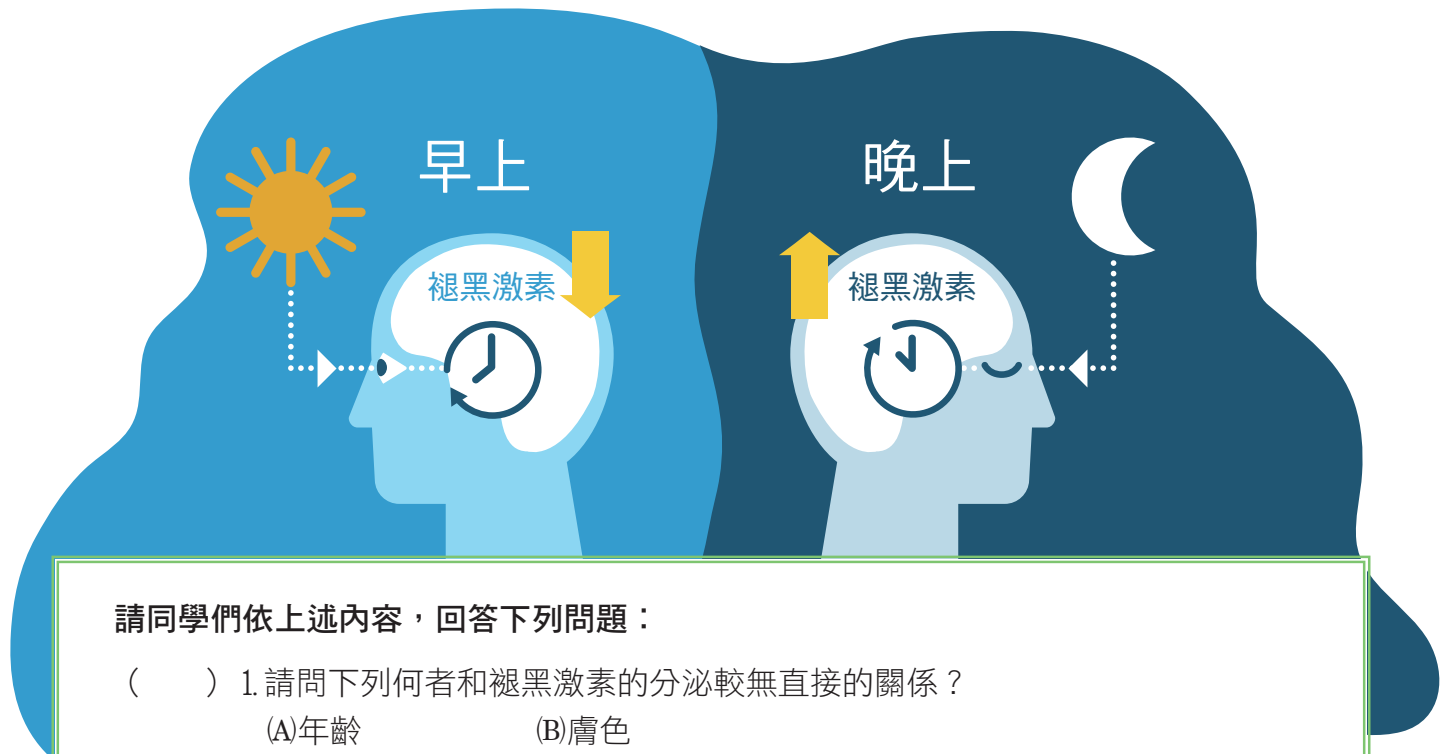
平板





現代人常因各種因素導致作息不正常，在夜晚時進行許多活動，導致體內褪黑激素的分泌紊亂，進而影響到睡眠，若無法擁有好的睡眠品質，便無法充分消除

身心疲勞，健康也會亮起紅燈。下次當我們想熬夜時，想想體內的褪黑激素會因而減少分泌，最好就趕快關上電燈，好好的睡上一覺吧！



請同學們依上述內容，回答下列問題：

() 1. 請問下列何者和褪黑激素的分泌較無直接的關係？

- (A)年齡 (B)膚色
(C)光線 (D)睡眠

() 2. 下列有關褪黑激素的敘述，何者正確？

- (A)作息不正常的人，會影響褪黑激素的分泌
(B)褪黑激素主要由腎上腺分泌
(C)褪黑激素為一種環境荷爾蒙
(D)白天精神好時，褪黑激素分泌最旺盛

3. 依照文章內容，想擁有好的睡眠品質，應開燈睡覺還是關燈睡覺？試說明理由。

答：.....
.....
.....



關於

西元1849～1936

出生：俄羅斯

經歷：就讀於聖彼得堡大學的自然科學學系時，投入生理學的研究。

成就：

- ① 研究藥物對調整心臟跳動的神經系統之刺激與抑制作用
- ② 出版完整呈現消化功能的著作《消化腺的功能講解》
- ③ 研究神經對消化系統的作用，獲得1904年的諾貝爾生理醫學獎
- ④ 進行制約反應實驗，連結了生理與心理兩大學術領域



巴夫洛夫——在做動物生理學實驗

6月16日，1874年

原來胰臟分泌胰液，是由分布在胰臟上的神經所控制



西昂教授 你很認真，我會幫你申請研究獎章

讚 · 回覆 · 1874年7月



巴夫洛夫

——在諾貝爾獎頒獎典禮

12月10日，1904年



巴夫洛夫——和小狗

4月23日，1909年

能夠研究出制約反應，都要感謝我家的小狗呢！



研究藥物對神經產生的促進或抑制作用。

然後加入了藥理學領域的內容，開始研究藥物如何對調整心臟跳動的神經系統產生影響。

這次不但得了獎章，還獲得獎金呢！

植物萃取物

神經控制著胰腺的分泌，也控制心跳，對於消化道中的其他臟器又有什麼影響呢？

消化系統內，各種消化腺的分泌都是受到神經的控制，當食物進入小腸，神經會刺激消化液分泌到小腸，將食物中的大分子分解為小分子，再由小腸絨毛吸收。

神經控制著各種內臟器官，那有什麼在控制神經嗎？



獲得諾貝爾生理醫學獎

制約反應實驗

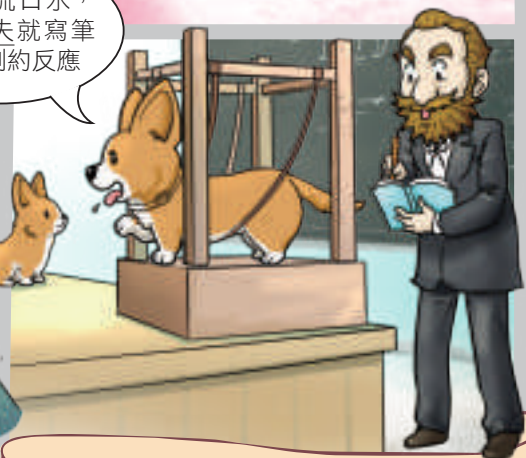
制約反應發生

每次我流口水，巴夫洛夫就寫筆記——制約反應

① 狗看到食物流口水是天生習性，非制約反應。

② 當食物和鈴聲一起出現，狗會流口水。

③ 而後只給鈴聲不給食物，狗也會流口水，屬於一種學習行為。



制約反應實驗連結了生理與心理兩大學術領域，也成為日後生理學與心理學課本的必備內容。

6 生物體的恆定

6-1 呼吸與氣體的恆定

6-2 排泄與水分的恆定

6-3 體溫的恆定與血糖的恆定

哺乳類及鳥類都以肺進行氣體交換，若要到水下活動就需要閉氣，試試看你能閉氣多久。

探究提問

想一想，為何多數人即使盡力閉氣也很難超過一分鐘，而同為哺乳類的鯨魚卻可以閉氣1到2個小時？根據紀錄，人類最高的閉氣紀錄可高達22分鐘，你認為他是怎麼做到的？

北極熊

3分鐘

一般人

1~2分鐘

人類紀錄

22分鐘

經過特殊的訓練，人類最高可以閉氣22分鐘。

用肺呼吸的動物中，鯨魚是閉氣王，一般1~2小時才需要換氣一次。其他很多在水中潛泳的動物，平均閉氣時間都比人類長得多。



企鵝

1~30分鐘
依種類不同

海水

淡水

河馬

5分鐘



鯨魚

1~2小時
依種類不同



以鰓呼吸的魚類不需要刻意上浮換氣。

6-1 呼吸與氣體的恆定

當你經過一場激烈的運動後，是否會出現呼吸急促、汗流浹背、口乾舌燥甚至飢餓的感覺呢？而平常坐在教室內認真聽課時，這些反應卻不會如此明顯。你有想過這些差別背後的意義嗎？

1 恆定性的意義

生物體內的氣體含量、體溫高低、水分多寡及血糖濃度等，都必須維持在一定的狀態範圍，才不會對身體造成危害，這種特性稱為**恆定性**（圖6-1）。

- 劇烈運動後，體內各種受器偵測到生理狀況有所改變，會透過相關器官系統的調節以維持體內環境的穩定，讓各種生理作用能正常進行。例如：運動時心跳會加快，這是因為中樞神經系統察覺體內的變化，控制心血管的活動，使心跳加快、血壓升高，以應付運動所需；當運動完休息之後，體內生理條件改變，中樞神經系統又會使心跳及血壓恢復為平時的狀態。

圖6-1 人體內的恆定





2 呼吸作用

生物維持生命所需的能量，主要由細胞進行呼吸作用產生。呼吸作用是細胞利用氧氣分解葡萄糖等養分，產生能量、水及二氧化碳的過程，主要在粒線體中進行（圖 6-2）。



▲ 圖6-2 呼吸作用示意圖

隨堂筆記

試整理呼吸作用與光合作用的概念。

作用	呼吸作用	光合作用
生物	多數生物	具葉綠素的生物
作用位置	主要在_____	主要在_____
作用時機	需要能量時	有足夠光照時
產生的氣體	_____	_____
反應式	_____ + 氧氣 → _____ + 水 + 二氧化碳	水 + _____ → _____ + 氧氣 + 水

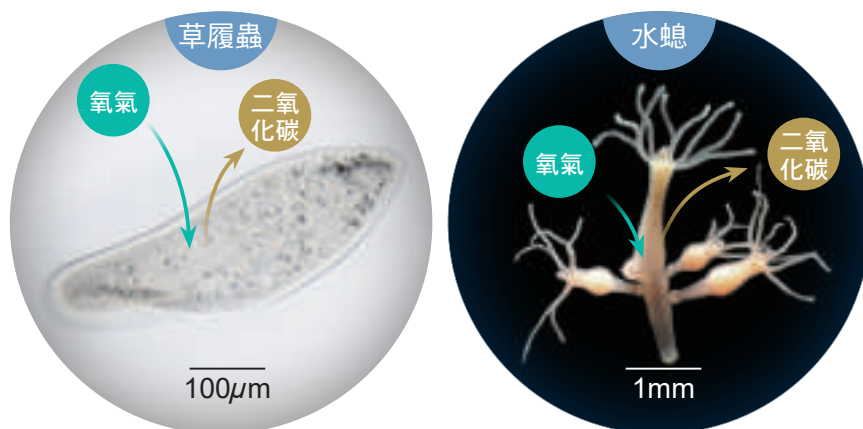
例題 6-1

有關呼吸作用的敘述，下列何者正確？

- (A)人類生活在陸地上、魚類生活在水中，兩者行呼吸作用所產生的氣體不同
- (B)動物、植物行呼吸作用，所產生的氣體皆相同
- (C)植物行呼吸作用和光合作用所釋放的氣體相同
- (D)蝌蚪用鰓呼吸，但變成青蛙後改用肺呼吸，兩者呼吸所需的氣體不同

2 氣體交換的構造

生物需要獲得氧氣讓細胞進行呼吸作用，同時也要排出呼吸作用所產生的二氧化碳。草履蟲和水螅等生活在水中且構造簡單的小生物，可藉由擴散作用直接進行氣體交換，獲得溶解在水中的氧氣，並排出二氧化碳（圖6-3）。



▲ 圖6-3 構造簡單的生物，可藉由擴散作用直接進行氣體交換

構造較為複雜的生物，體內多數的細胞無法直接與外界接觸，必須藉由特定的構造與外界進行氣體交換（圖6-4），再提供給所有細胞。

10 植物主要透過氣孔進行氣體交換，而木本植物的莖有皮孔的構造，也能夠進行氣體交換。植物根部的表皮細胞，是由土壤的縫隙中獲得氧氣，所以多數陸生植物如果根部浸水過久，會因細胞缺氧無法進行呼吸作用而死亡。

動物一般以特定的呼吸器官進行氣體交換，呼吸器官通常具有溼潤的表面，和廣大的表面積，以利於氣體的溶解與擴散，另外，也常有充分的血液流通，才有助於氣體的運送，例如：蚯蚓的皮膚、魚類的鰓、青蛙的皮膚與肺、鳥類與哺乳類的肺。

探究提問

從呼吸的角度來看，種花時裝土壤的器具為什麼要用底部有小洞的盆子呢？



植物 氣體交換的構造



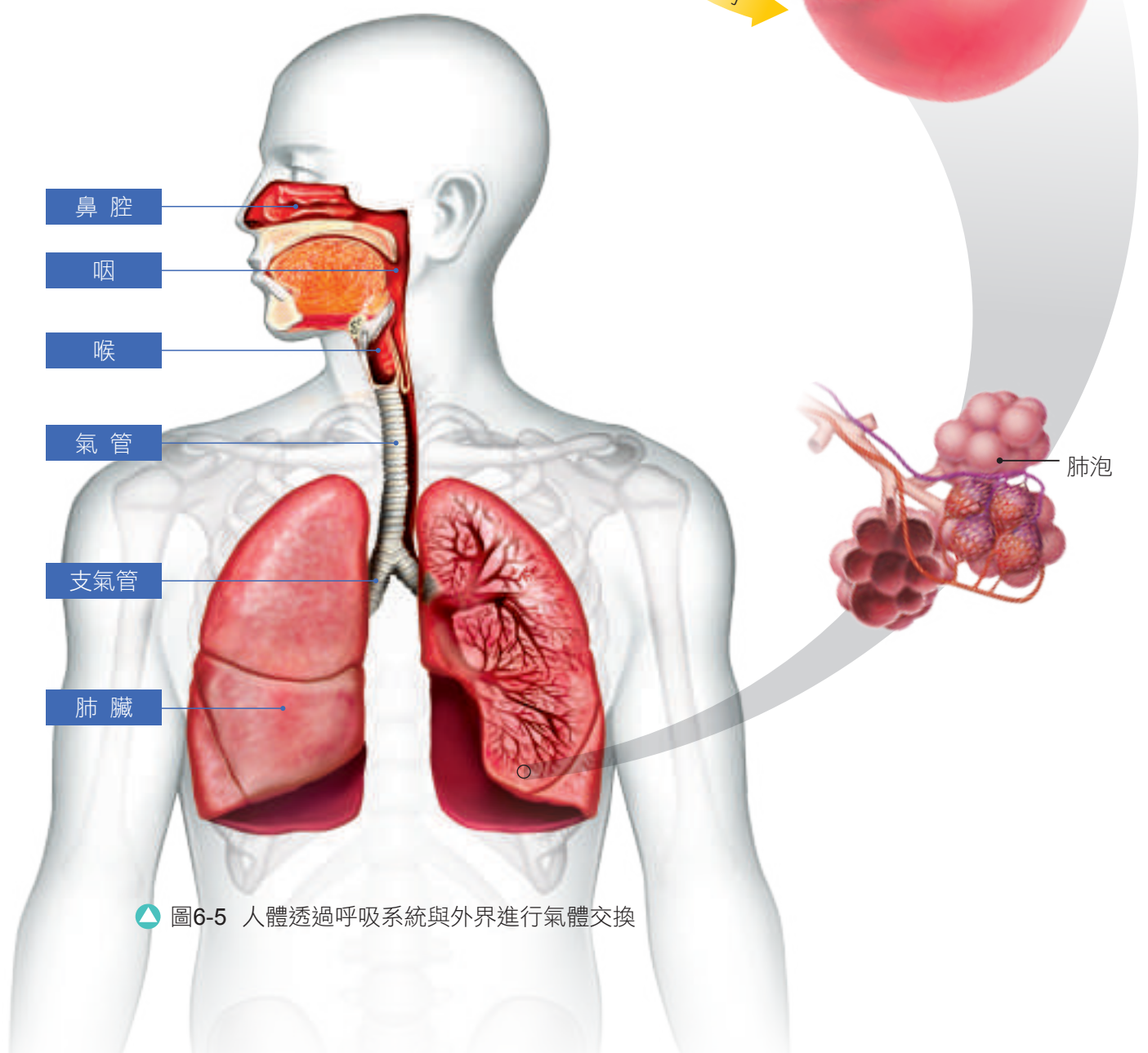
動物 氣體交換的構造



▲ 圖6-4 不同生物的氣體交換構造

4 人體的呼吸系統

人體透過**呼吸系統**進行氣體交換，外界的空氣流經鼻、咽、喉、氣管、支氣管，最後進入**肺臟**中（圖6-5）。肺臟主要由許多**肺泡**組成，肺泡僅含一層細胞，表面布滿微血管，氧氣及二氧化碳可以在肺泡及微血管間，以擴散作用的方式進行氣體交換。



▲ 圖6-5 人體透過呼吸系統與外界進行氣體交換



5 呼吸運動與調節

人體的肺臟位於密閉的胸腔中，肺臟本身不具有肌肉組織，不能主動的舒張與收縮，必須藉由胸腔體積及壓力改變，才能產生吸氣和呼氣的動作。吸氣和呼氣是交替進行的過程，合稱為**呼吸運動**。

當**肋骨**上舉，**橫膈**下降時，胸腔便會擴大，此時肺內的壓力變小，導致體外空氣經由呼吸道進入肺內，肺便會隨之擴大，此過程稱為**吸氣**；當肋骨下降，橫膈

上升時，胸腔便會縮小，此時肺內的壓力變大，導致肺內空氣排出體外，肺便會隨之縮小，此過程稱為**呼氣**（圖6-6）。

腦幹是呼吸運動的控制中樞，能接收血液中二氧化碳濃度的訊息，調節呼吸節奏的快慢。在平靜的狀態下，成人的呼吸運動每分鐘約15~18次；運動時，血液中二氧化碳濃度增加，刺激腦幹發出訊號，促使呼吸運動加快，以排除過多的二氧化碳。

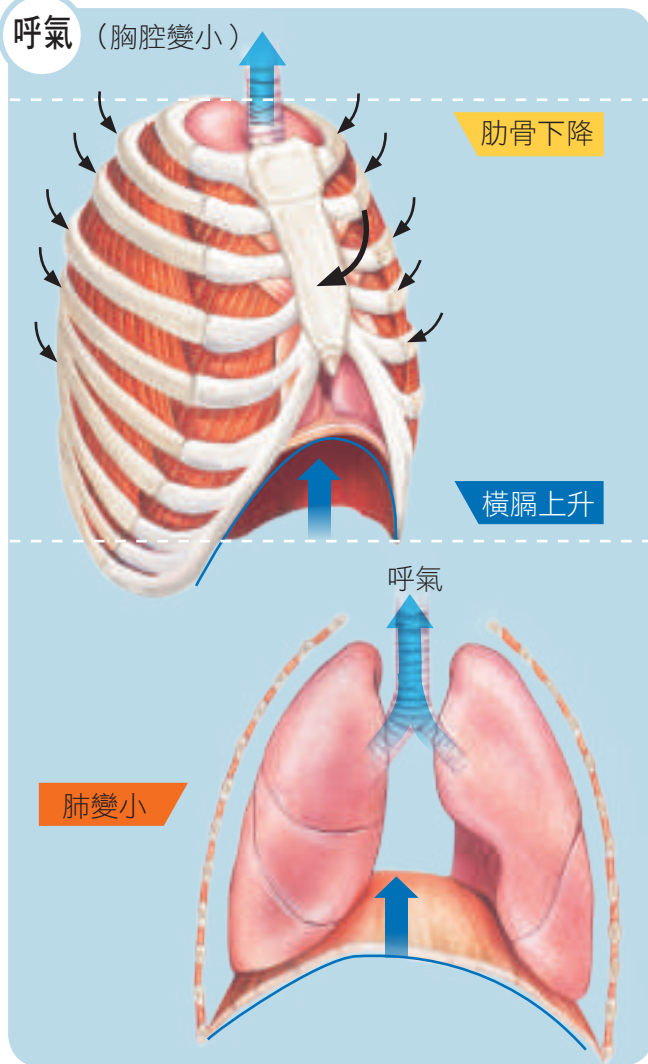
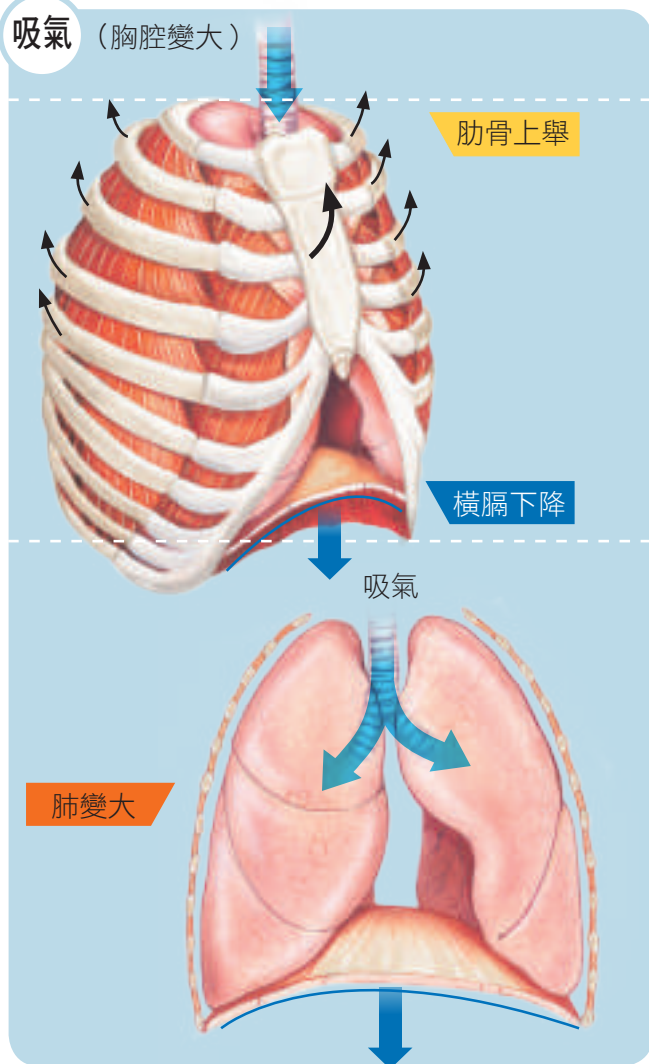


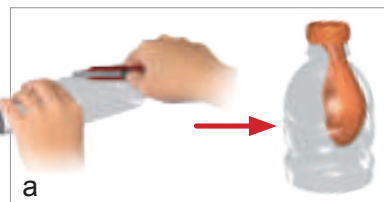
圖6-6 人體呼吸運動示意圖

探討活動

6-1呼吸模型



1. 把透明寶特瓶以美工刀切成兩半，套一個氣球在瓶口上，並將氣球反塞進瓶子裡（圖a）。
2. 將另一個氣球剪開成膜狀，套在寶特瓶的切口上。瓶口與氣球的周圍用膠帶封住，不能有漏洞。
3. 將氣球膜向下拉，觀察瓶內氣球有何變化？（圖b）
4. 把氣球膜向上推，觀察瓶內氣球有何變化？



a



b

氣球膜向下拉

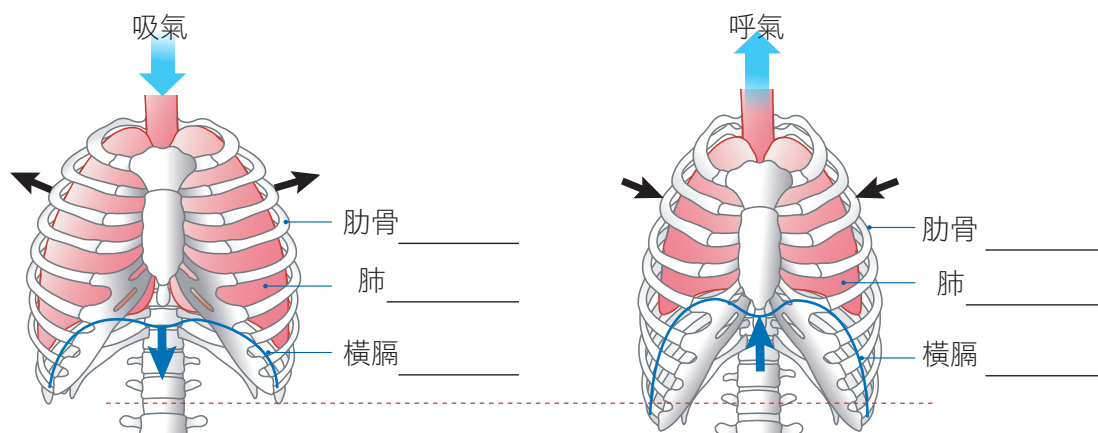
氣球膜向上推

想一想

1. 將氣球膜下拉時瓶內氣球的變化，與人體吸氣或呼氣的動作相似？
2. 寶特瓶切口處的氣球膜，相當於人體呼吸系統的何種構造？

隨堂筆記

試填入呼吸運動時，人體構造有何變化。



例題 6-2

關於人體呼吸的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 吸氣時由於肺脹大，所以胸腔也隨著擴大
 (B) 肺泡上布滿微血管
 (C) 氧氣與二氧化碳以擴散的方式進出肺泡
 (D) 呼氣時肋骨下降，橫膈上升



實驗 6-1

動植物的呼吸作用



目的 藉由觀察澄清石灰水和氯化亞鈷試紙的變化，探討種子萌發時所釋出的氣體與人體呼出的氣體含有哪些成分。

步驟

一、植物的呼吸作用

- 1 取甲、乙兩個錐形瓶，於甲瓶內放入適量的乾燥綠豆；乙瓶內放入等量的萌芽綠豆。



- 2 將漏斗和玻璃管分別插入橡皮塞孔中，並在玻璃管套上橡皮管。



- 3 以裝置好的橡皮塞塞住瓶口，靜置30分鐘後，將橡皮管的一端放入裝有10mL澄清石灰水的試管中。



- 4 把清水緩緩倒入甲瓶，將瓶內的氣體趕入石灰水中。以相同步驟處理乙瓶，觀察並記錄石灰水的變化。



器材

- 1 乾燥綠豆適量
- 2 萌芽綠豆適量
- 3 錐形瓶2個
- 4 鑽孔橡皮塞2個
- 5 漏斗2支
- 6 玻璃管2支
- 7 橡皮管2條
- 8 100mL燒杯1個
- 9 氯化亞鈷試紙1張
- 10 鑷子1支
- 11 試管4支
- 12 試管架1個
- 13 澄清石灰水約60mL
- 14 吸管1支
- 15 打氣筒1個
- 16 透明塑膠袋（半斤袋）2個
- 17 橡皮筋2條

二、人體呼出的氣體

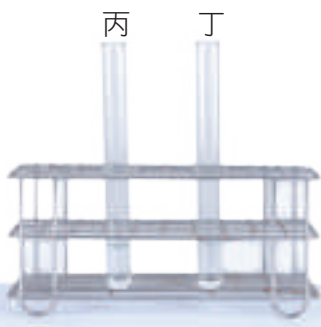
- 1** 以鑷子夾取乾燥的氯化亞鈷試紙，放置於鼻孔前方呼氣數次後，觀察試紙的顏色變化。

—— 乾燥時呈藍色

—— 潮溼時為粉紅色



- 2** 取兩支試管，各裝入20mL澄清石灰水備用。



- 3** 取一塑膠袋丙，放入吸管，以橡皮筋束住袋口，由吸管吹氣使其脹大。



- 4** 另取一塑膠袋丁，連接打氣筒，以橡皮筋束住袋口，用打氣筒打氣使其脹大。



- 5** 將丙袋氣體擠入試管丙的石灰水中，丁袋氣體則擠入試管丁的石灰水中，觀察石灰水的變化。

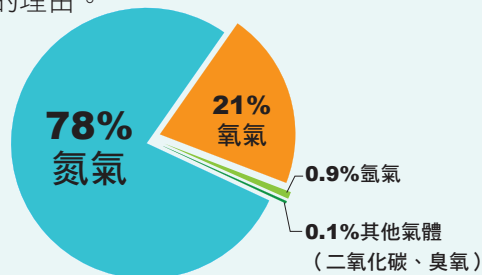


問題與討論

1. 由植物的呼吸作用實驗中，甲、乙兩個試管內石灰水的變化，可知種子萌發釋出的氣體中，何種成分增多了？增多的主要原因為何？
2. 根據人體呼出的氣體實驗結果推測，人體呼出的氣體中含有何種成分？寫出你所依據的理由。
3. 為何在實驗二的步驟 **3** 和 **4** 中，要將人吹出的氣體與空氣，分別灌入相同容量的塑膠袋內？

探究提問

附圖為空氣的組成，請推測：若持續以打氣筒將空氣打入澄清石灰水中，是否也會讓石灰水變混濁？請說明你的理由。



相關實驗重點，請見P195



6-2 排泄與水分的恆定

1 排泄作用

細胞進行代謝作用時，除了產生能量，也會產生許多代謝廢物，生物從體內排除代謝廢物的過程，稱為**排泄作用**。

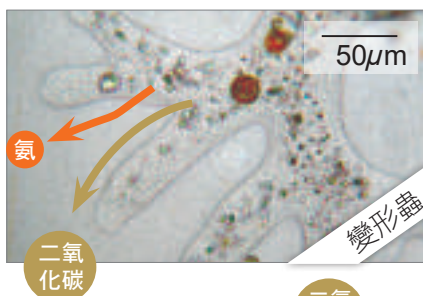
不同種類的代謝廢物，會以不同的方式排除，例如：人體的二氧化碳主要是從肺部透過呼氣來排出體外；而人體內多餘的水分，可以在腎臟形成尿液後排除，或經由排汗、呼氣時排出體外。

10 蛋白質代謝後產生的含氮廢物——**氨**，毒性很強，必須迅速排出生物體外。由於氨具易溶於水的特性，大部分水中的小生物，直接藉由擴散作用將氨排至水中，而多數魚類則是透過鰓，將氨擴散至水中排除（圖6-7a）。

15 陸生動物會先將氨轉化為毒性較弱的物質，例如：哺乳動物先在肝臟中將氨代謝為**尿素**，再經由血液送至腎臟形成尿液後排出（圖6-7b）。人類除了排尿，也可以藉由流汗排出少量的尿素。鳥類及昆蟲會將氨轉化為**尿酸**，毒性較尿素更弱，且較難溶於水，

20 可直接混合於糞便後排出體外（圖6-7c）。

a 直接將氨擴散至水中

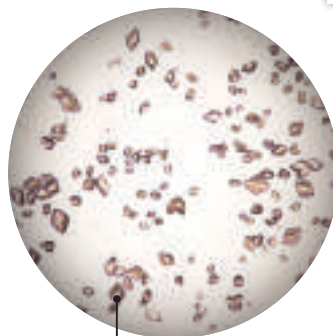


b 以尿素的形式排出



c 以尿酸的形式排出

鳥類



尿酸結晶

含尿酸結晶的鳥糞
呈現白色

圖6-7 生物以不同方式排除含氮廢物

2 人體的泌尿系統

人體的**泌尿系統**包括腎臟、輸尿管、膀胱和尿道（圖6-8），能夠形成尿液並排出體外。

腎臟位於腹腔背側，可不斷過濾流經內部的血液，再將其中有用的物質回收至循環系統，剩餘的尿素、廢物和水則形成尿液。尿液經由**輸尿管**運送到**膀胱**內暫時儲存。當膀胱的尿液達到一定量而引起尿意時，膀胱會收縮將尿液經由**尿道**排出體外。

- 血液流入和流出腎臟的方向
- 過濾出的尿液流入輸尿管



腎 臟

過濾流經的血液，回收有用物質，剩餘廢物則形成尿液

輸 尿 管

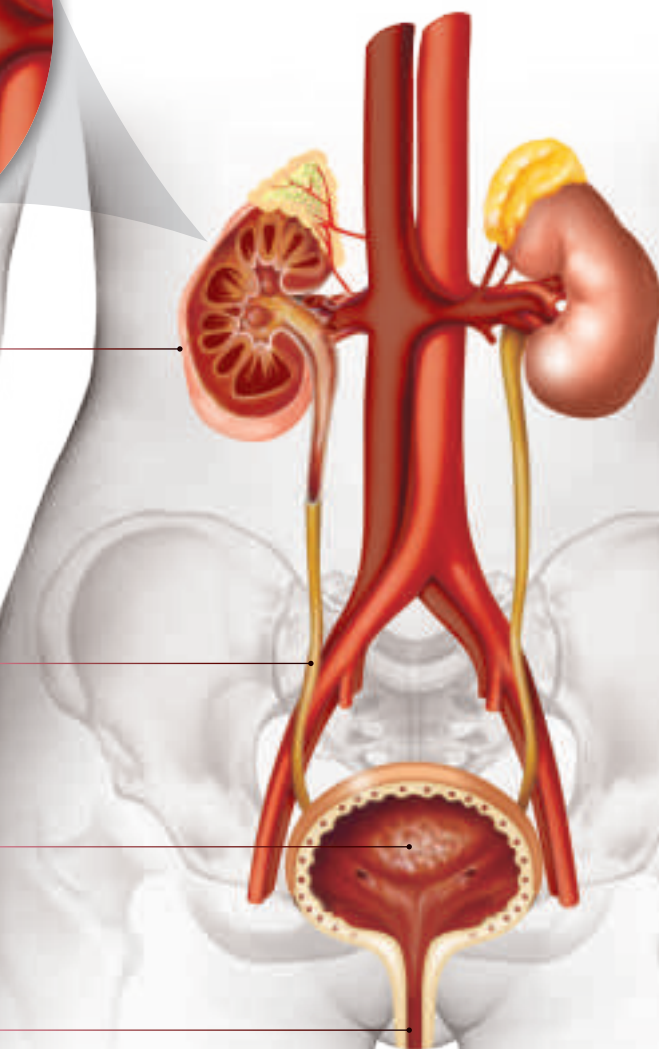
連結腎臟及膀胱的管道，將腎臟形成的尿液送入膀胱

膀 胱

具有彈性的囊袋，可暫時儲存尿液

尿 道

將尿液由膀胱排出體外的管道



▲ 圖6-8 人體的泌尿系統示意圖



生物 In my life



洗腎？

小提示 若病人的腎功能不足，造成蛋白質代謝後產生的尿素滯留在體內，稱為尿毒症，可能會造成生命危險。此時必須進行血液透析，將血液抽出體外，以機器替代腎臟的功能，再將處理後的血液輸回人體內。

❶ 人體中腎臟的主要功能為何？

隨堂筆記

比較不同生物排泄含氮廢物的方式。

	單細胞生物、多數魚類	哺乳類	昆蟲、鳥類
含氮廢物種類	氨		
毒性	大		
排除方式	利用擴散作用排至水中		



3 水分的調節

水對生物的生存不可或缺，但過多或過少皆不利於體內各種作用的進行。生物為了維持水分的恆定，有多種調節機制（圖6-9）。

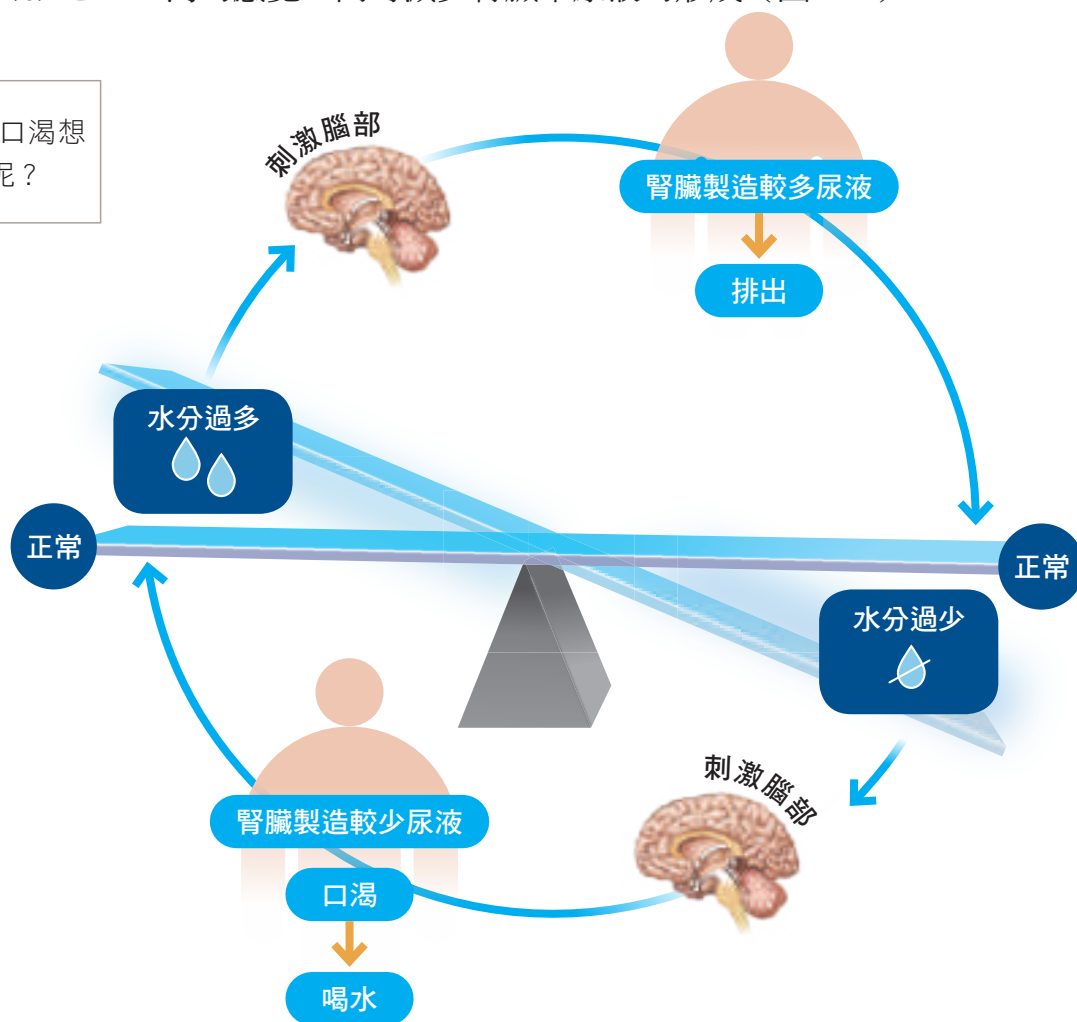
5 人體的水分調節

人體的水分主要由飲食中獲得，經由排尿、流汗、呼吸及排便而流失。水分恆定的控制中樞位於腦部，當血液中的水分過多，會刺激腦部，使得腎臟形成較多的尿液排出體外；如果血液中的水分過少，則會刺激腦部，產生口渴的感覺，同時減少腎臟中尿液的形成（圖6-10）。

▲ 圖6-9 水分流失過多會使動物產生口渴的感覺，大量或長期缺水會導致生物死亡

探究提問

劇烈運動後常會感到口渴想喝水，這是什麼原因呢？



▲ 圖6-10 人體內的水分調節示意圖



其他生物體的水分調節

- 具維管束的陸生植物從根部吸收的水，大多數會從氣孔蒸散到空氣中，為了避免水分散失過多，植物的葉與莖具有不透水的角質層。夜晚時，大多數的植物會關閉氣孔，減少水分散失，如果此時土壤的水分過多，根部吸收過多的水卻無法由氣孔蒸散，便會直接從葉片的邊緣或尖端排出，形成水珠（圖6-11）。



▲ 圖6-11 多餘的水分可由葉片邊緣或尖端排出

- 生活於陸地的動物，通常有防止水分散失的構造，例如：昆蟲的外骨骼、爬蟲類的鱗片（圖6-12）以及人體皮膚的角質層等。蛙類雖也能棲息於陸地，但其皮膚卻無法有效防止水分散失，因此必須生活在潮溼的環境中。



▲ 圖6-12 昆蟲的外骨骼和爬蟲類的鱗片，都可以防止水分散失

6-3 體溫的恆定與血糖的恆定

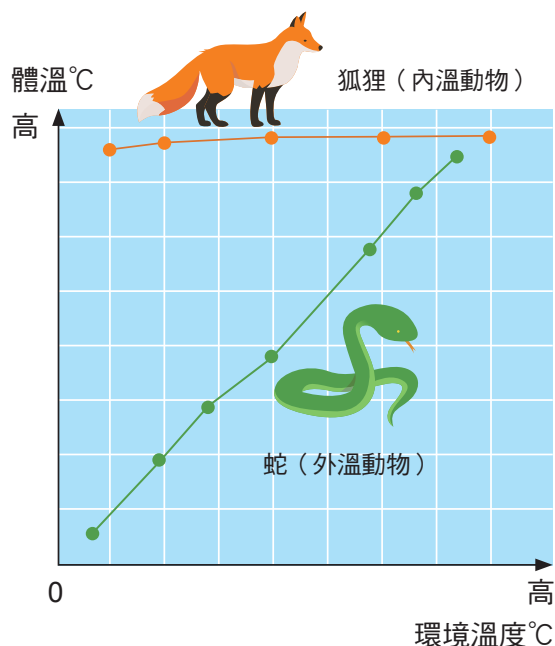
1 體溫的恆定

你有生病發燒的經驗嗎？人類正常的體溫通常在 37°C 左右，發燒時，體溫只不過高了 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，就會昏昏沉沉很不舒服；體溫若更高或更低，嚴重時會導致個體死亡。從這個例子可以知道，動物的體溫高低與生理機能的運作關係密切。

根據動物體熱的來源不同，可區分為外溫動物和內溫動物。**外溫動物**主要藉由外在環境溫度來調節體溫，體溫常隨著環境改變；**內溫動物**則是以體內代謝作用所產生的熱能來維持體溫，體溫多維持在一定的範圍內（圖6-13）。

外溫動物的體溫調節

外溫動物需要提高體溫時，會尋找溫暖的地點，以獲得外界的熱能，例如：蜥蜴、蟾蜍或烏龜，可透過晒太陽以提高體溫；當外溫動物體溫升高到一定的程度時，會躲至陰涼處，藉此將體溫調節到適當範圍內（圖6-14）。



▲ 圖6-13 內溫動物與外溫動物的體溫與環境溫度的關係示意圖



▲ 圖6-14 蜥蜴會藉由晒太陽或躲陰影來調節體溫



內溫動物的體溫調節

內溫動物為了讓代謝作用產生的熱能不會快速散失到環境中，通常具有能夠防止熱能散失的構造，例如：鳥類的羽毛和哺乳類的毛髮（圖 6-15a）；而某些生活在寒帶地區的內溫動物，還具有豐厚的皮下脂肪，能更有效的防止體熱散失，例如：海豹及北極熊（圖 6-15b）。

人體的體溫調節中樞位於腦部，能調控身體對冷熱做出適當的反應。當天氣寒冷時，體表的血管會收縮，減少熱能散失，有時也會提升食慾，甚至引起肌肉顫抖，增加體熱的產生；相反的，當天氣炎熱或運動過後，體表的血管會擴張以增加散熱，皮膚內的汗腺也會分泌汗液，促使人體更有效且快速的降低體溫，同時食慾通常會減退，減少熱量的攝取（圖 6-16）。



圖6-15 內溫動物具有防止溫度散失的構造

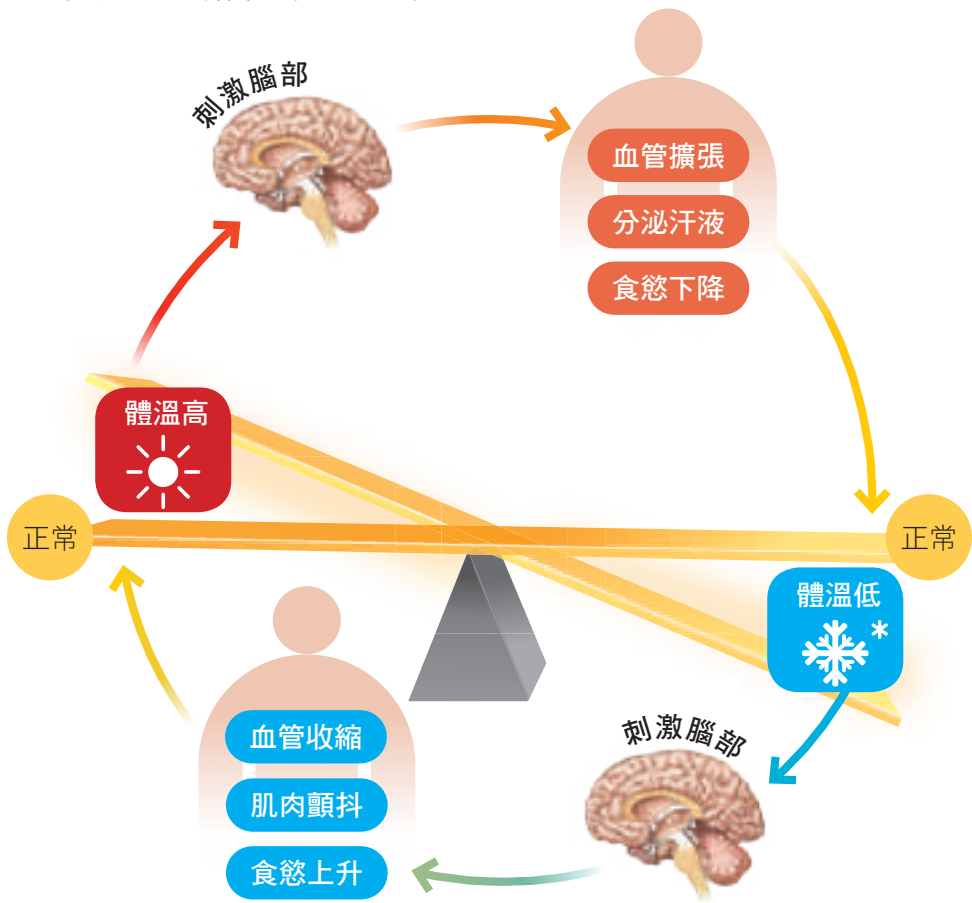


圖6-16 人體內的溫度調節示意圖

延伸補充

協助保溫的雞皮疙瘩

天冷時，人體會不由自主的產生毛髮豎立的現象，此時皮膚會產生小突起，俗稱為雞皮疙瘩。雞皮疙瘩的產生能讓毛髮與皮膚間形成較厚的空氣層，留住體熱達到保溫的效果。



2 血糖的恆定

血糖是指血液中的葡萄糖，可供給細胞進行呼吸作用產生能量。人體的血糖主要有兩個來源：一是將攝取的醣類消化為葡萄糖後，由小腸吸收至血液中；另一來源是將儲存於肝臟中的肝糖分解為葡萄糖後，釋放到血液中。

人體的血糖濃度也須維持在一定的範圍內，當進食使血糖濃度逐漸升高，就會刺激胰島素的分泌，促進細胞利用葡萄糖，多餘的血糖則轉變為肝糖儲存，降低血糖的濃度。若細胞進行代謝作用消耗葡萄糖，使血糖濃度過低時，會刺激升糖素的分泌，將肝糖分解成葡萄糖進入血液中，提升血糖濃度；同時低血糖也會刺激腦部產生飢餓感，可促使人們進食補充血糖（圖6-17、18）。

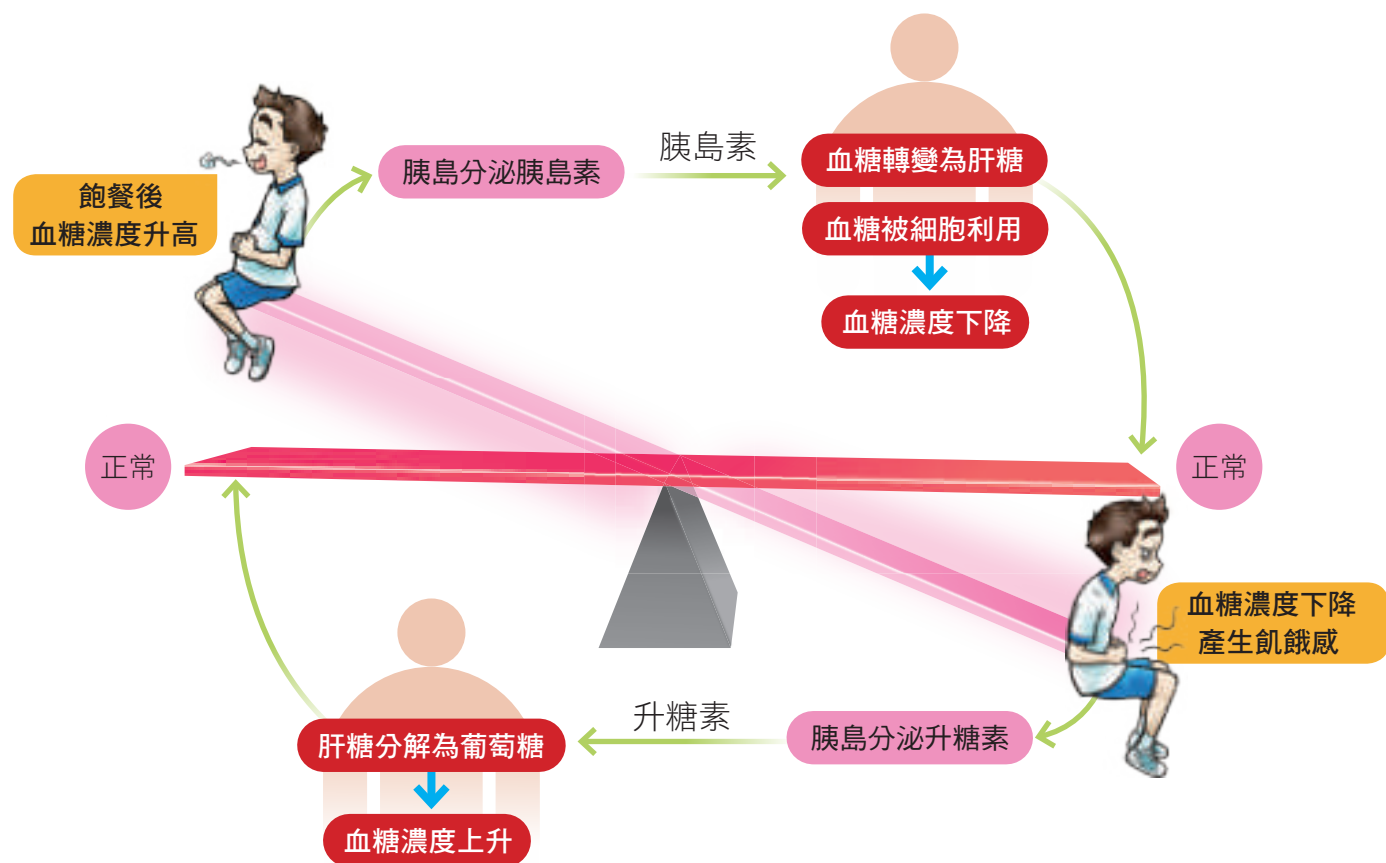
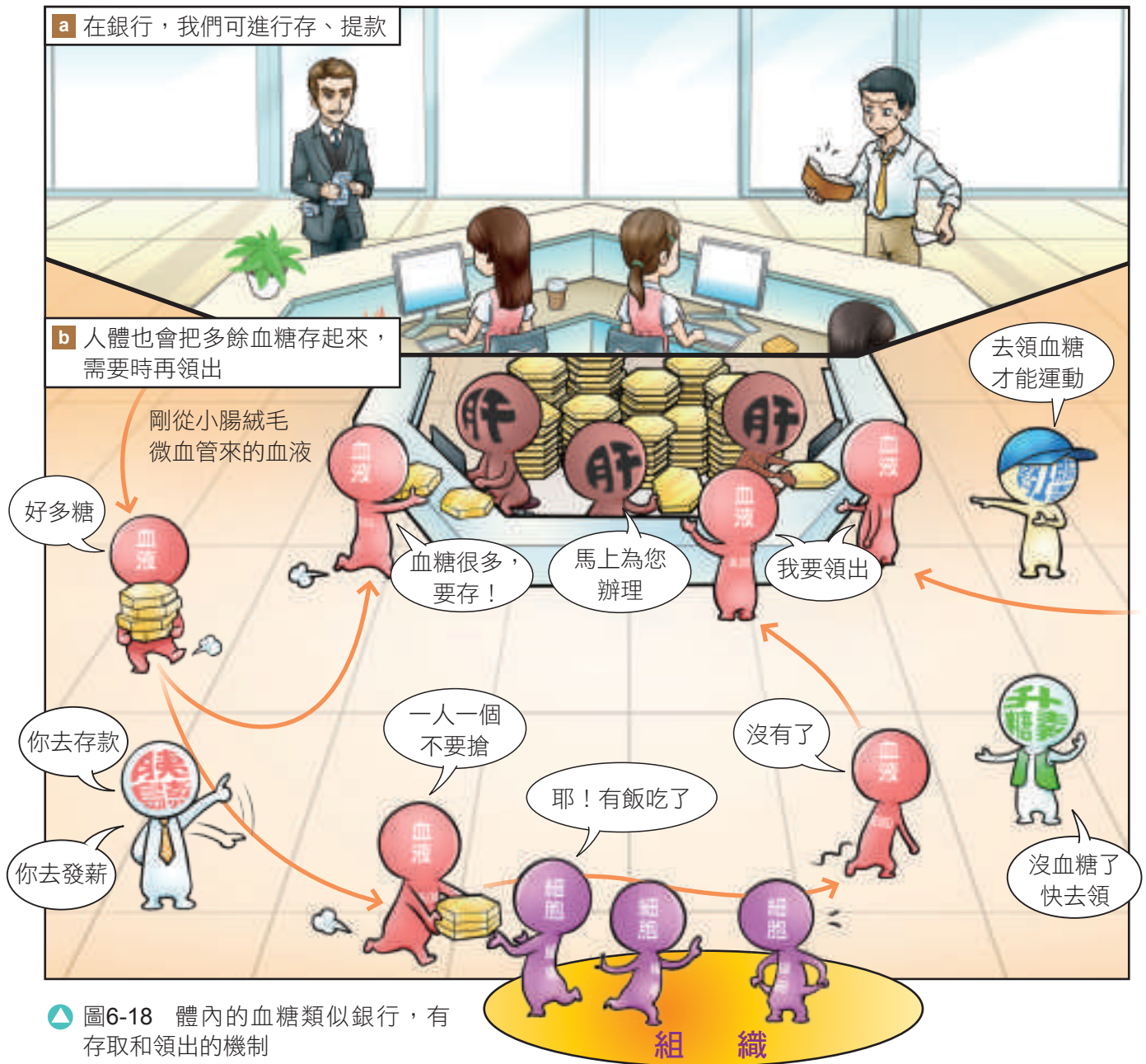


圖6-17 人體內的血糖調節示意圖



例題 6-3

下列哪些狀況會使血糖濃度升高？(甲)注射葡萄糖溶液、(乙)胰島素分泌、(丙)細胞進行代謝作用、(丁)小腸絨毛吸收養分、(戊)吃飯。

- (A) 甲乙丙 (B) 甲丁戊
(C) 乙丙丁 (D) 乙丙戊

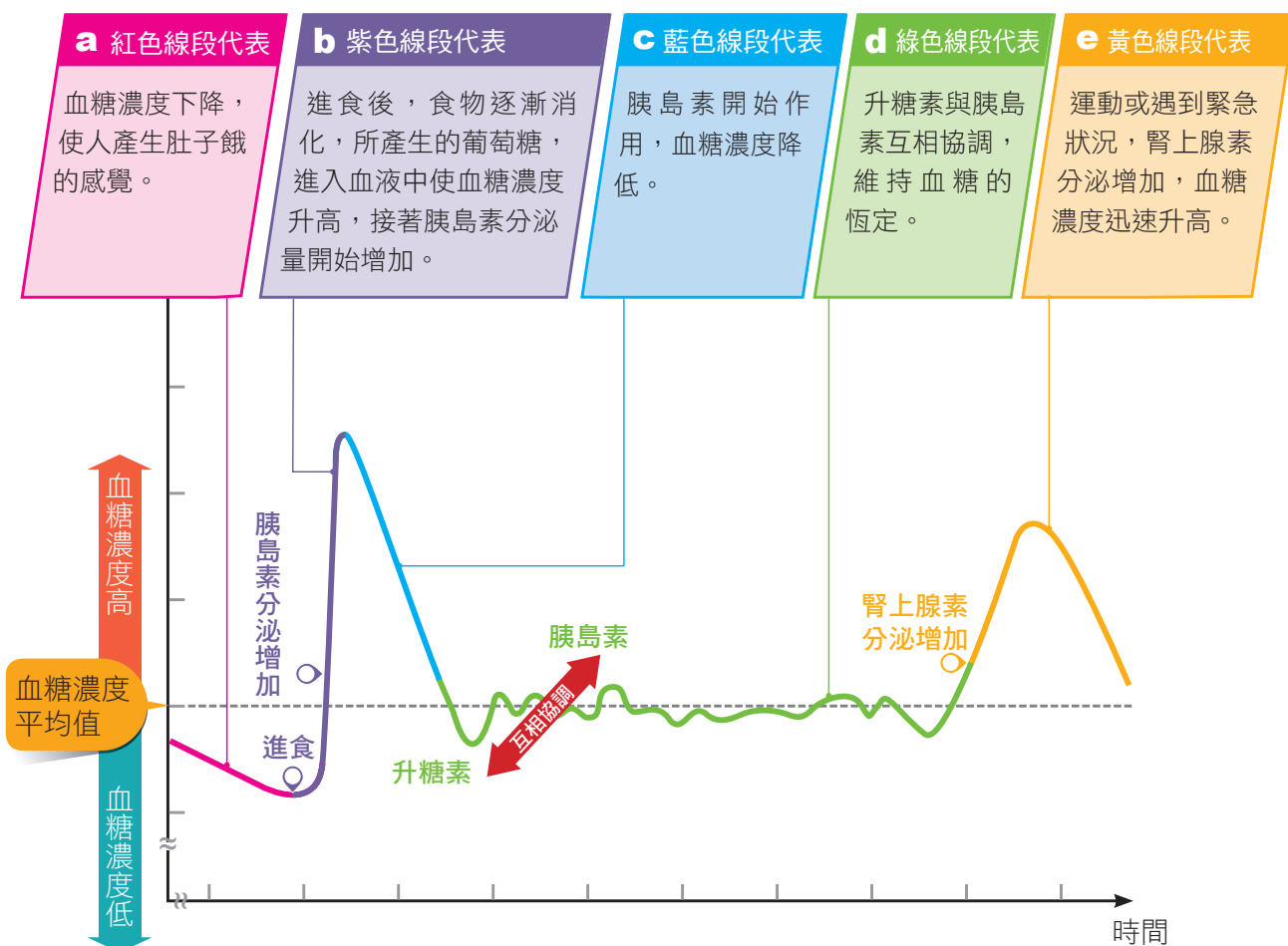
探究提問

感覺餓的時候，若不立刻進食，忍耐一段時間後就不會覺得餓了。請推測這是什麼原因？

除了升糖素可以使血糖濃度上升外，人體在緊張、憤怒或恐懼時，腎上腺素分泌增加，也會促使肝糖分解為葡萄糖，提升血糖濃度，以便應付緊急狀況（圖6-19）。

血糖濃度過高或過低都可能對人體造成不利的影響。

- 5 血糖濃度過高，過多的葡萄糖會隨尿液排出，此為糖尿病的症狀之一；血糖濃度過低時，則會導致細胞產生的能量不足，引發個體昏迷，甚至有生命危險。



▲ 圖6-19 不同情況下的血糖濃度升降示意圖



觀念統整

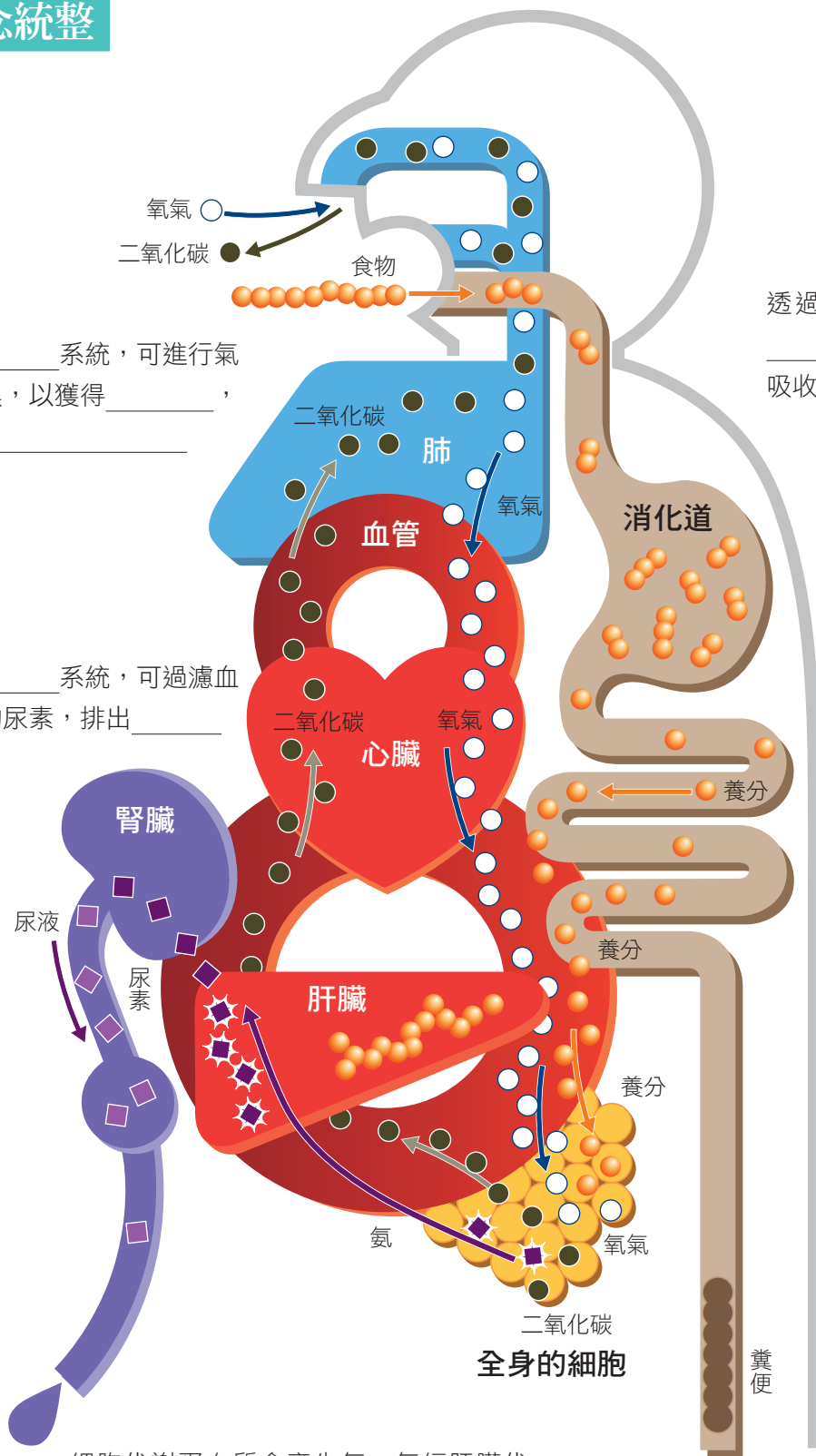
透過_____系統，可進行氣體交換，以獲得_____，排出_____

透過_____系統，可過濾血液中的尿素，排出_____

透過_____系統，可行_____作用分解食物，並吸收獲得_____

吸收後的養分，進入_____系統，部分運送到組織細胞，供細胞利用；部分則送至_____儲存

組織細胞從血液中獲得氧氣和養分，行_____作用，產生細胞所需的_____，而_____則再由血液帶走



細胞代謝蛋白質會產生氨，氨經肝臟代謝成毒性較低的_____。

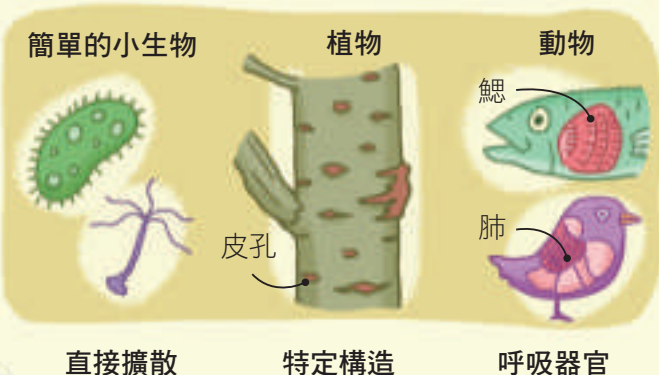
- 氧氣
- 二氧化碳
- ★ 氨
- 尿素
- 尿液
- 養分

呼吸與氣體的恆定

生物透過細胞行呼吸作用產生能量



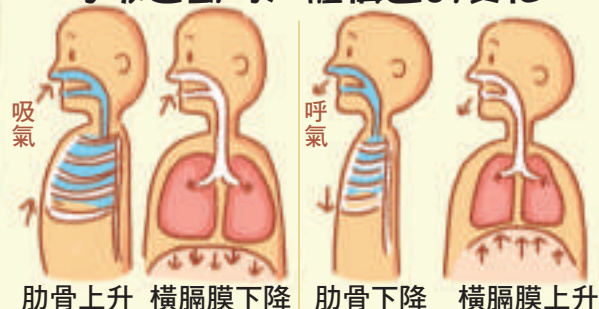
在細胞的粒線體中，透過酵素協助，葡萄糖可以與氧氣反應釋放能量、水及二氧化碳。



人體的呼吸系統



呼吸運動時人體構造的變化



排泄與水分的恆定

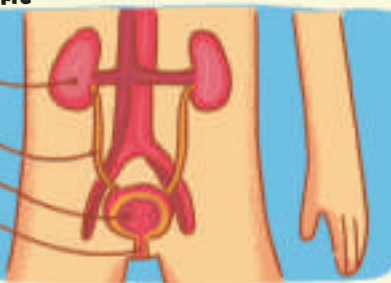
排泄作用



生物經代謝作用排除廢物和多餘物質

人體的泌尿系統

腎臟
輸尿管
膀胱
尿道



人體水分的調節

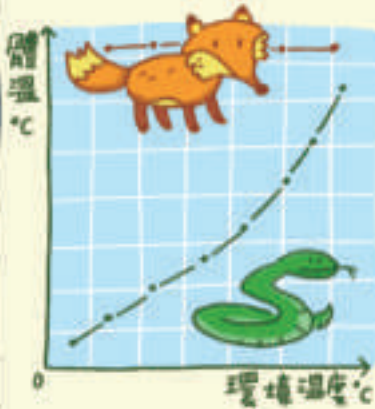


不同生物排泄的含氮廢物比較：

氨	尿素	尿酸
毒性最強	毒性較弱	毒性最弱
易溶於水	可溶於水	較不溶於水
單細胞生物、魚類	哺乳類	鳥類、昆蟲

體溫的恆定與血糖的恆定

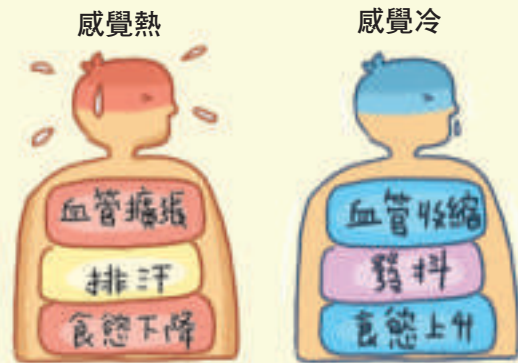
外溫動物與內溫動物



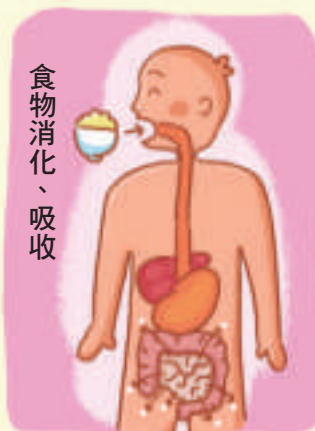
內溫動物：依靠內部代謝作用產生的熱能來維持體溫的動物，有毛髮或羽毛保溫。

外溫動物：藉由外界溫度來調整體溫的動物，體表無特別保暖構造。

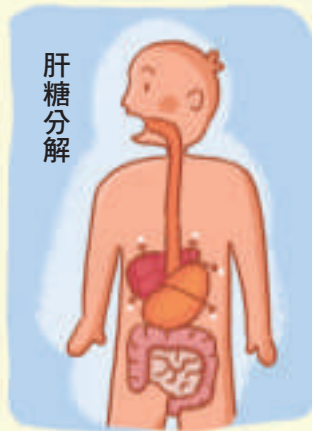
人體體溫的調節



人體血糖的主要來源

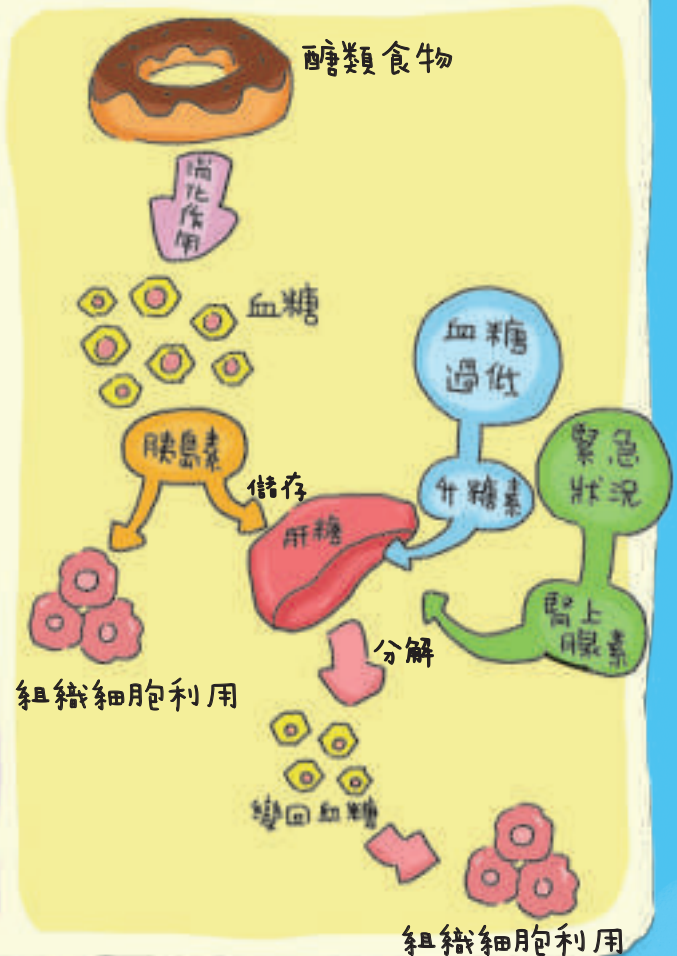


① 攝食醣類食物後消化成葡萄糖，被吸收至血液中。



② 原先儲存於肝臟中的肝糖，分解為葡萄糖後，釋放到血液中。

血糖的恆定



人體血糖的調節



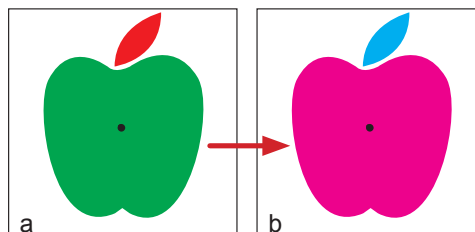


實驗一點靈

第五章

探討活動5-1 視覺被騙了？

1. 凝視圖a 20秒後，移至b框黑點，此時所看到的影像會呈現形狀與大小相同的洋紅色蘋果與青色葉子，是由於視覺疲勞所產生的現象。
2. 觀察本書右上角頁眉快速翻開的圖樣，可以看到兔子跳躍（p9～61）與小苗隨著太陽方向生長（p109～195）的連續圖，是由於視覺暫留的作用。
3. 左手放於水溫 10°C 、右手放於水溫 40°C 一段時間後，再將兩手一起放置在 25°C 的乙盆水中，此時左手會覺得溫溫的，右手會覺得冷冷的，是由於左手與右手已適應原來的水溫，而產生感覺疲勞的現象。



實驗5-1 反應時間的測定

1. 本實驗測量同學從眼睛看到尺掉落，到伸手接到尺，整個過程所需要的反應時間，了解個體之間存在反應上的差異。
2. 學生可經由本實驗學習利用對照參考表，計算出每位同學接尺的反應時間。
3. 接尺訊息的傳導路徑：眼睛內的受器→感覺神經元→大腦→脊髓→運動神經元→手指的肌肉（動器）。

探討活動5-2 綠豆苗的生長

1. 由於培養皿甲中的綠豆苗有用挖洞的紙盒蓋住，綠豆苗的莖會隨著照光的方向改變而產生彎曲生長的現象；而培養皿乙中的綠豆苗在無遮蓋的情形下，莖會直立生長，無彎曲生長的情形。



甲（實驗組）
洞口朝左



乙（對照組）
無遮蓋



甲（實驗組）
洞口朝右



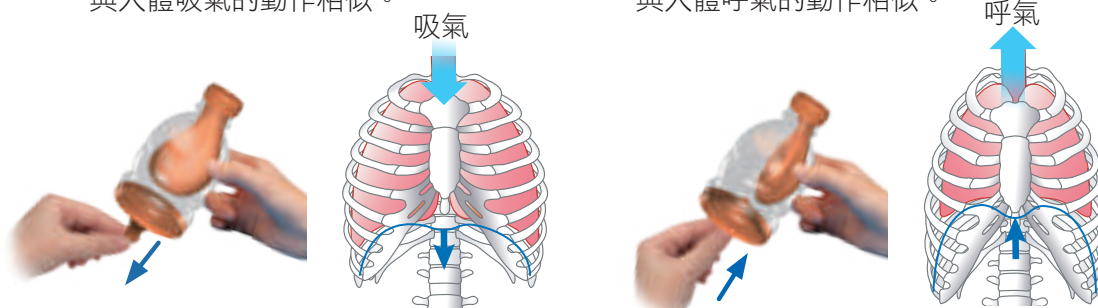
乙（對照組）
無遮蓋



第六章

探討活動6-1呼吸模型

1. 將氣球膜向下拉，瓶內氣球會變大，與人體吸氣的動作相似。
2. 把氣球膜向上推，瓶內氣球會縮小，與人體呼氣的動作相似。

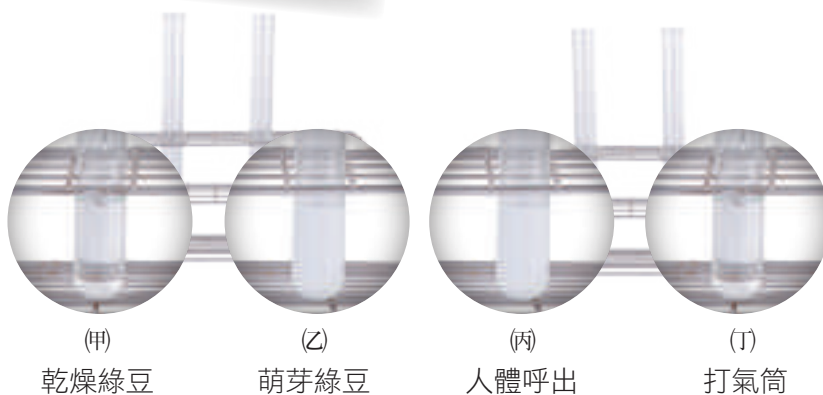


3. 瓶內氣球相當於肺，氣球膜相當於橫隔膜。

實驗6-1動植物的呼吸作用

1. 二氧化碳通入澄清石灰水中，會使石灰水變混濁，由此可知呼吸作用的產物中有二氧化碳。
2. 乾燥的綠豆(甲)呼吸作用微弱，萌芽的綠豆(乙)呼吸作用旺盛。
3. 人體呼出的氣體(丙)中，含有二氧化碳；打氣筒的氣體(丁)中，二氧化碳含量極低。
4. 氯化亞鈷試紙乾燥時呈藍色，潮溼時則呈粉紅色。因此可知人體呼出的氣體中含有水氣。

澄清石灰水的反應



氯化亞鈷試紙

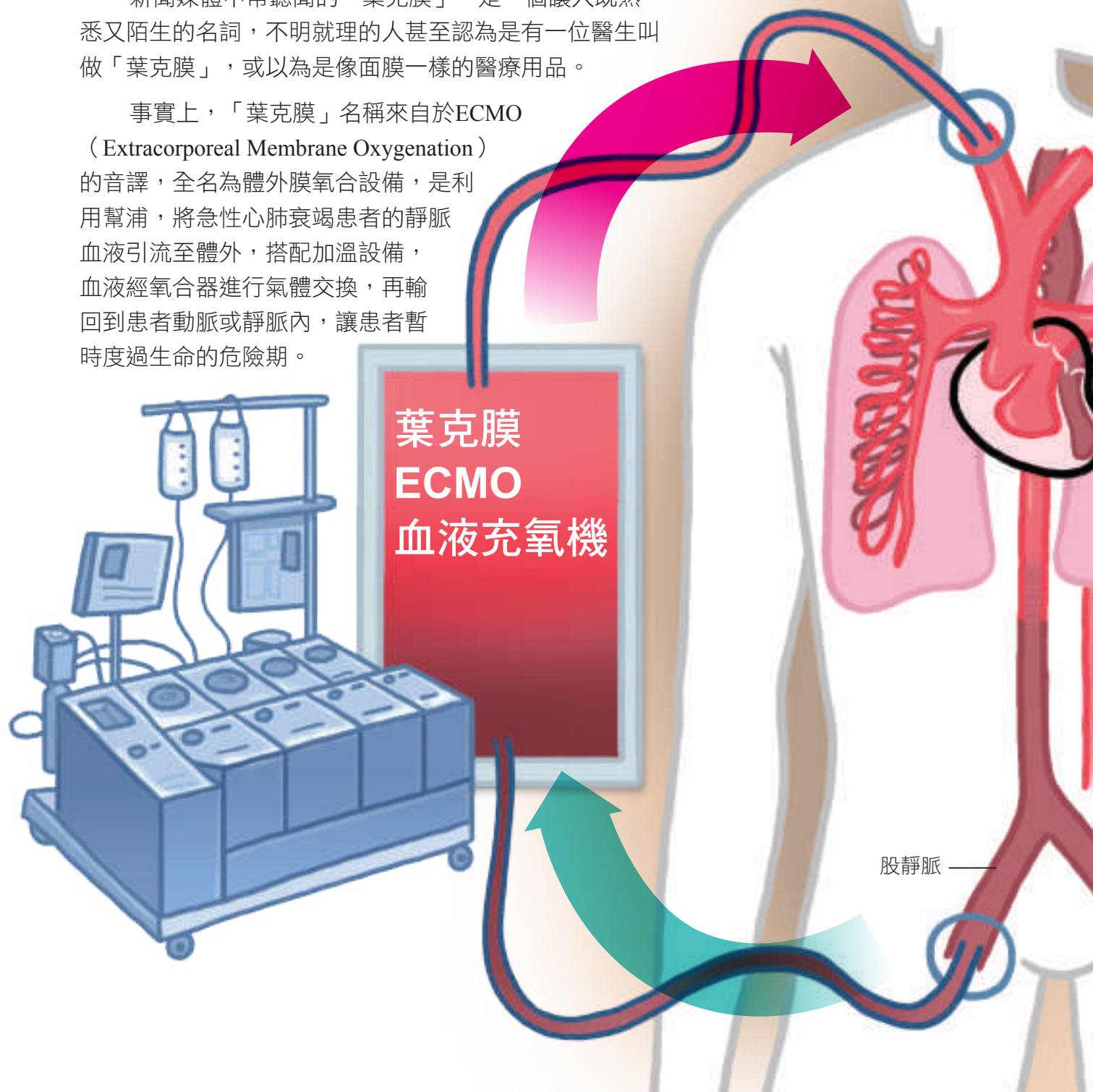


神秘又神奇的 葉克膜

是人？ 還是…
是膜？

新聞媒體中常聽聞的「葉克膜」，是一個讓人既熟悉又陌生的名詞，不明就理的人甚至認為是有一位醫生叫做「葉克膜」，或以為是像面膜一樣的醫療用品。

事實上，「葉克膜」名稱來自於ECMO（Extracorporeal Membrane Oxygenation）的音譯，全名為體外膜氧合設備，是利用幫浦，將急性心肺衰竭患者的靜脈血液引流至體外，搭配加溫設備，血液經氧合器進行氣體交換，再輸回到患者動脈或靜脈內，讓患者暫時度過生命的危險期。





適合使用葉克膜技術來治療主要是以下兩類症狀的患者：緊急心臟或肺臟衰竭。心肌梗塞的病患由於心臟無力將血液推送至全身，短時間內便會使腦部缺氧而腦死，此時醫院可利用葉克膜將靜脈血引出，經氧合器交換氧氣並排除二氧化碳後再送入「動脈」內，如此可暫保腦部不致缺氧，讓醫療人員爭取到更多後續治療的時間。

若病患為單純肺衰竭而沒有心臟休克時，則會利用葉克膜將靜脈血引出，經氧合器交換氧氣後，再送入「靜脈」。

臺灣的醫療體系對葉克膜的運用有不錯的發展，臺大醫院在西元2008年使用葉克膜搶救一位溺水而呼吸衰竭的年輕病患，創下了117天仍存活的世界紀錄。

請同學們依上述內容，回答下列問題：

- () 1. 心跳停止的病患仍可能使用葉克膜，維持生命徵象後再做進一步的治療，但確定腦幹壞死的病患，就不能使用葉克膜，你認為下列解釋何者最不合理？
- (A)腦幹壞死的人即使救活也只是大腦功能喪失的植物人
- (B)腦幹壞死目前醫學上仍是不可逆的狀態
- (C)心跳停止的病患仍有可能治療恢復心跳
- (D)心跳停止的病患可透過心臟移植恢復生命

2. 根據本文描述，你認為葉克膜的功能是暫時替代哪兩個器官的功能？

答：_____ 和 _____ 兩個器官。

3. 文章中介紹的葉克膜技術，會需要搭配「加溫設備」確保技術順利進行，根據所學，請推論需要加溫設備的原因。

答：_____

重要名詞索引

第1章 生命世界與科學方法

生物 (p8)	科學方法 (p14)	控制變因 (p16)	複式顯微鏡 (p26)
非生物 (p8)	實驗組 (p16)	操作變因 (p16)	解剖顯微鏡 (p27)
生命現象 (p8)	對照組 (p16)	應變變因 (p16)	
生物圈 (p10)	變因 (p16)	學說 (p17)	

第2章 生物體的組成

細胞 (p42)	細胞膜 (p44)	單細胞生物 (p53)	營養器官 (p55)
細胞核 (p44)	細胞壁 (p45)	多細胞生物 (p53)	生殖器官 (p55)
細胞質 (p44)	葉綠體 (p45)	組織 (p54)	
粒線體 (p44)	擴散作用 (p50)	器官 (p54)	
液胞 (p44)	滲透作用 (p51)	器官系統 (p54)	

第3章 生物體的營養

醣類 (p76)	專一性 (p82)	消化腺 (p92)	膽汁 (p95)
蛋白質 (p76)	表皮細胞 (p86)	消化作用 (p94)	肝臟 (p95)
脂質 (p76)	角質層 (p86)	口腔 (p94)	胰液 (p95)
水 (p77)	保衛細胞 (p87)	唾液 (p94)	胰臟 (p95)
礦物質 (p77)	氣孔 (p87)	唾腺 (p94)	腸液 (p95)
維生素 (p77)	葉脈 (p87)	咽 (p94)	腸腺 (p95)
酵素 (酶) (p81)	葉綠素 (p88)	食道 (p94)	絨毛 (p96)
分解作用 (p81)	光合作用 (p88)	胃 (p95)	大腸 (p96)
合成作用 (p81)	消化系統 (p92)	胃腺 (p95)	肛門 (p96)
代謝作用 (p81)	消化道 (p92)	胃液 (p95)	排遺 (p96)
受質 (p82)	蠕動 (p92)	小腸 (p95)	

第4章 生物體的運輸作用

- | | | | |
|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 維管束 (p108) | 蒸散作用 (p112) | 靜脈 (p121) | 肺循環 (p126) |
| 木質部 (p108) | 心臟 (p118) | 血液 (p122) | 淋巴系統 (p128) |
| 韌皮部 (p108) | 瓣膜 (p118) | 血漿 (p122) | 組織液 (p129) |
| 散生狀排列 (p109) | 心搏 (p119) | 血球 (p122) | 淋巴管 (p129) |
| 環狀排列 (p109) | 心音 (p119) | 紅血球 (p122) | 淋巴 (p129) |
| 形成層 (p109) | 血管 (p120) | 血紅素 (p122) | 淋巴結 (p129) |
| 樹皮 (p110) | 動脈 (p121) | 白血球 (p122) | 發炎反應 (p130) |
| 木材 (p110) | 脈搏 (p121) | 血小板 (p122) | 淋巴球 (p130) |
| 年輪 (p111) | 血壓 (p121) | 心血管系統 (p126) | |
| 根毛 (p112) | 微血管 (p121) | 體循環 (p126) | |

第5章 生物體的協調作用

- | | | | |
|---------------|-----------------|--------------|-------------|
| 刺激 (p142) | 腦神經 (p146) | 生長激素 (p155) | 雄性激素 (p157) |
| 受器 (p142) | 脊神經 (p146) | 甲狀腺 (p155) | 卵巢 (p157) |
| 動器 (p142) | 大腦 (p147) | 甲狀腺素 (p155) | 雌性激素 (p157) |
| 感覺疲勞 (p143) | 小腦 (p147) | 副甲狀腺 (p156) | 本能行為 (p158) |
| 神經系統 (p144) | 腦幹 (p147) | 副甲狀腺素 (p156) | 學習行為 (p160) |
| 神經細胞 (神經元) | 感覺神經元 (p148) | 胰島 (p156) | 向性 (p160) |
| (p145) | 運動神經元 (p148) | 胰島素 (p156) | 觸發運動 (p162) |
| 神經 (p145) | 反應時間 (p148) | 升糖素 (p156) | 睡眠運動 (p162) |
| 中樞神經系統 (p146) | 反射作用 (p150) | 腎上腺 (p157) | 捕蟲運動 (p162) |
| 周圍神經系統 (p146) | 內分泌系統 (p153) | 腎上腺素 (p157) | |
| 腦 (p146) | 激素 (荷爾蒙) (p153) | 性腺 (p157) | |
| 脊髓 (p146) | 腦垂腺 (p155) | 睪丸 (p157) | |

第6章 生物體的恆定

- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 恆定性 (p172) | 肋骨 (p177) | 尿素 (p181) | 尿道 (p182) |
| 呼吸作用 (p173) | 橫膈 (p177) | 尿酸 (p181) | 外溫動物 (p186) |
| 呼吸系統 (p176) | 吸氣 (p177) | 泌尿系統 (p182) | 內溫動物 (p186) |
| 肺臟 (p176) | 呼氣 (p177) | 腎臟 (p182) | 血糖 (p188) |
| 肺泡 (p176) | 排泄作用 (p181) | 輸尿管 (p182) | |
| 呼吸運動 (p177) | 氨 (p181) | 膀胱 (p182) | |

圖照來源

第1章 生命世界與科學方法

P8	圖1-1a	Adobe Stock提供
	圖1-1b	Getty Images提供
	圖1-1c	Getty Images提供
	圖1-1d	達志有限公司提供
P9	食材	Shutterstock提供
	珊瑚	達志有限公司提供
	鐘乳石	達志有限公司提供
P10	圖1-3a熱帶雨林	Depositphotos提供
	圖1-3a巨嘴鳥	Dreamstime提供
	圖1-3b珊瑚礁	達志有限公司提供
	圖1-3b海龜	達志有限公司提供
P11	圖1-4a	達志有限公司提供
	圖1-4b	Getty Images提供
	圖1-4c上	達志有限公司提供
	圖1-3c下	Shutterstock提供
P12	莫氏樹蛙	達志有限公司提供
	尺蠖	Getty Images提供
	枯葉蝶	Getty Images提供
	紅樹林	台灣影像圖庫網提供
	水筆仔	張義文攝
P13	仙人掌	達志有限公司提供
	夜鷹	達志有限公司提供
P14	圖1-5徽茵	達志有限公司提供
P25	培養皿	Shutterstock提供

第2章 生物體的組成

P42	圖2-1	Alamy提供
	圖2-2	許迺基攝
	圖2-3洋蔥	Adobe Stock提供
	圖2-3表皮細胞	Depositphotos提供
	圖2-3保衛細胞	達志有限公司提供

P43	圖2-3風車草	Adobe Stock提供
	圖2-4神經細胞	達志有限公司提供
	圖2-4口腔皮膜細胞	許迺基攝
	圖2-4紅血球(左)	Dreamstime提供
	圖2-4紅血球(右)	達志有限公司提供
P44	圖2-5b	達志有限公司提供
	圖2-5d	達志有限公司提供
	實驗2-1步驟6、7	許迺基攝
P47	步驟4	許迺基攝
	步驟4	許迺基攝
p51	圖2-9動物細胞	達志有限公司提供
	圖2-9植物細胞	達志有限公司提供
P53	圖2-10a草履蟲	達志有限公司提供
	圖2-10a新月藻	陳馨文攝
	圖2-10a變形蟲	達志有限公司提供

跨科 微觀與巨觀

P62	101日景	Alamy提供
P63	101夜景	Depositphotos提供
p64	蜂鳥（左）	Getty Images提供
	蜂鳥（右）	Alamy提供
P66	玉兔蘭	聯合知識圖庫提供
	草履蟲	Adobe Stock提供
	非洲蝸牛	Dreamstime提供
P67	藍鯨	Getty Images提供
	長頸鹿	Alamy提供
	駝鳥	Depositphotos提供
	巨花魔芋	Alamy提供
	非洲侏儒鼠	Alamy提供
P68	蓮葉	Dreamstime提供
	蓮葉顯微圖	達志有限公司提供
	黃金獵犬	達志有限公司提供

	鬼針草	達志有限公司提供
	魔鬼氈	Adobe Stock提供
	魔鬼氈顯微圖	達志有限公司提供
P69	壁虎	Adobe Stock提供
	壁虎顯微圖	達志有限公司提供
	仿生乾式膠帶研究成果	國立高雄大學 鍾宜璋教授
P71	水螅	達志有限公司提供
	水蚤	達志有限公司提供
	線蟲	Adobe Stock提供
	輪蟲	Dreamstime提供
	變形蟲	達志有限公司提供
	草履蟲	達志有限公司提供
	眼蟲	達志有限公司提供
	喇叭蟲	達志有限公司提供
	平裂藻	達志有限公司提供
	色球藻	Alamy提供
	顫藻	達志有限公司提供
	念球藻	達志有限公司提供
	各式矽藻	達志有限公司提供
	新月藻	Alamy提供
	盤星藻	達志有限公司提供
	實球藻	達志有限公司提供
	鼓藻	達志有限公司提供
	四聯原藻	Dreamstime提供
	水綿	Adobe Stock提供
P72	我們	Adobe Stock提供
	家鄉	Depositphotos提供
	地球	Dreamstime提供
P73	太陽系	Adobe Stock提供
	銀河系	達志有限公司提供
	宇宙	達志有限公司提供

第3章 生物體的營養

P87	圖3-5葉片顯微圖	Alamy提供
	圖3-6	VCG提供
	圖3-7	達志有限公司提供
P96	圖3-13a	達志有限公司提供
p100	馬歇爾與沃倫	達志有限公司提供
p101	胃潰瘍傷口	Depositphotos提供

第4章 生物體的運輸作用

P108	玉米	Shutterstock提供
P109	向日葵	Shutterstock提供
P110	圖4-4	Alamy提供
	圖4-5	Alamy提供
P111	圖4-6(左)	達志有限公司提供
	圖4-6(右)	Adobe Stock提供
	探究提問	達志有限公司提供
P118	圖4-10a	達志有限公司提供
P121	圖4-13	達志有限公司提供
P122	圖4-14	Depositphotos提供
	圖4-15	達志有限公司提供
	圖4-16	Depositphotos提供
P123	圖4-17	達志有限公司提供
P129	圖4-23	Alamy提供
P130	補充資料花粉	Shutterstock提供
	補充資料塵蟎	Shutterstock提供

第5章 生物體的協調作用

P142	圖5-1（上）	Shutterstock提供
	圖5-1（下）	Depositphotos提供
P145	圖5-4	達志有限公司提供
	圖5-5神經系統	達志有限公司提供
P153	圖5-8a	楊宗儒攝

	圖5-8b	楊胤勛攝
P155	圖5-10	達志有限公司提供
P157	圖5-12a	Depositphotos提供
	圖5-12b	Shutterstock提供
	圖5-12c	Depositphotos提供
P158	圖5-13a	達志有限公司提供
	圖5-13b	Shutterstock提供
	圖5-13c	Shutterstock提供
	圖5-13d	Shutterstock提供
	圖5-13e	達志有限公司提供
	圖5-13f	Shutterstock提供
	圖5-13螞蟥	Shutterstock提供
P159	小海龜	Depositphotos提供
P160	圖5-14	達志有限公司提供
	探究提問	Depositphotos提供
	圖5-15	Getty Images提供
P161	圖5-16	達志有限公司提供
	圖5-17	達志有限公司提供
P162	探究提問	Shutterstock提供
P163	圖5-18a	Alamy提供
	圖5-18c	Adobe Stock提供
P167	褪黑激素	Adobe Stock提供

P185	圖6-11	Shutterstock提供
	圖6-12瓢蟲	Shutterstock提供
	圖6-12蛇	達志有限公司提供
P186	圖6-14（左）	Adobe Stock提供
	圖6-14（右）	Adobe Stock提供
P187	圖6-15a	Shutterstock提供
	圖6-15b	Depositphotos提供
	補充資料	Depositphotos提供

第6章 生物體的恆定

P173	右下圖	Shutterstock提供
P174	圖6-3草履蟲	達志有限公司提供
	圖6-3水螅	Shutterstock提供
P175	圖6-4蚯蚓	Alamy提供
	圖6-4魚	Shutterstock提供
	圖6-4青蛙	江志緯攝
	圖6-4鳥	Depositphotos提供
P181	圖6-7 a（上）	陳世煌攝
	圖6-7b	Shutterstock提供
	圖6-7c（左）	Depositphotos提供
	圖6-7c（右）	達志有限公司提供
P184	圖6-9	Depositphotos提供

章 首頁解答

第1章 p6~7 動物隱身法



1 生命世界與科學方法

1-1 多彩多姿的生命世界

1-2 探究自然的科學方法

1-3 進入實驗室

爬山踏青時，你是否發現周遭蛙鳴鳥叫、生機勃勃，但當有遊客經過，周遭瞬間一片寂靜，彷彿動物都消失了。原來這些動物們會各顯神通，讓自己隱藏在環境之中。

探究提問 想想看，這種將自己隱身在環境中的方式，對生物的生存有何影響？除了本圖中的動物之外，你還能說出哪些生物有這樣的本領？這些本領讓他們在生存上增加那些優勢？

有些動物能展隱身法藏在環境中了。考驗你的眼力，跟同學比比看誰找到最多隻吧！答案在 p.182

- ① 臺灣竹雞 (*Bambusicola sonorivox*)
- ② 翡翠樹蛙 (*Rhacophorus prasinatus*)
- ③ 五色鳥 (*Psilopogon nuchalis*)
- ④ 赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus centralis*)
- ⑤ 山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*)

- ⑥ 石虎 (*Prionailurus bengalensis chinensis*)
- ⑦ 斯文豪氏攀蜥 (*Diploderma swinhonis*)
- ⑧ 枯葉蝶 (*Kallima inachus formosana*)
- ⑨ 尺蠖 (尺蛾的幼蟲)
- ⑩ 尺蠖 (*Geometridae*)

例題解答

第2章 (B)

第3章 (B)

第4章 (C) (A)

第6章 (B) (A) (B)

隨堂筆記和觀念統整

第1章

p9

珊瑚	礦物	鐘乳石
☒ 生物 ☐ 非生物 因為 <u>有生命現象</u>	☐ 生物 ☒ 非生物 因為 <u>沒有生命現象</u>	☐ 生物 ☒ 非生物 因為 <u>沒有生命現象</u>

第2章

p45

種類 \ 構造	細胞核	細胞質	粒線體	液胞	葉綠體	細胞膜	細胞壁
動物細胞	✓	✓	✓	✓ (小)	x	✓	x
植物細胞	✓	✓	✓	✓ (大)	有些有	✓	✓

第3章

p83

功能	可加速代謝作用反應的進行
成分	大部分酵素的主要成分是 <u>蛋白質</u>
所具特性	與受質結合具 <u>專一性</u> ，並可重複使用
影響因素	受到環境中 <u>溫度</u> 、 <u>酸鹼性</u> 影響

p94

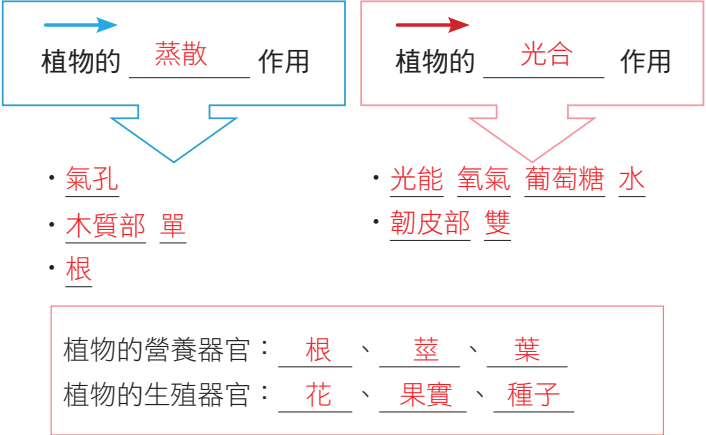
大分子養分	小分子養分
澱粉	<u>葡萄糖</u>
蛋白質	<u>胺基酸</u>
脂質	<u>甘油與脂肪酸</u>

p97

消化腺	消化液	主要功能
唾腺	<u>唾液</u>	<u>分解澱粉</u>
胃腺	<u>胃液</u>	<u>分解蛋白質</u>
肝臟	<u>膽汁</u>	<u>乳化脂質</u>
胰臟	<u>胰液</u>	<u>分解醣類、蛋白質、脂質</u>
腸腺	<u>腸液</u>	<u>與醣類和蛋白質的分解有關</u>

第4章

p115

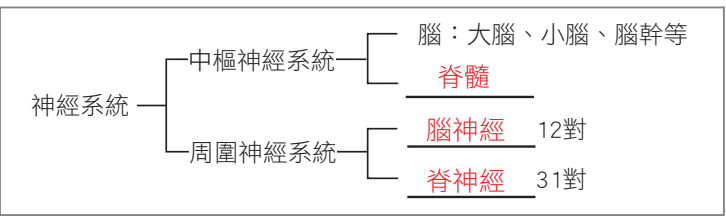


p123

血球	紅血球	白血球	血小板
形狀	雙凹圓盤狀	多為球形	不規則狀
體積大小	中等	最大	最小
細胞核	無	有	無
主要功能	攜帶氧氣	吞噬病原體	幫助凝血
數量	最多	最少	中等

第5章

p147

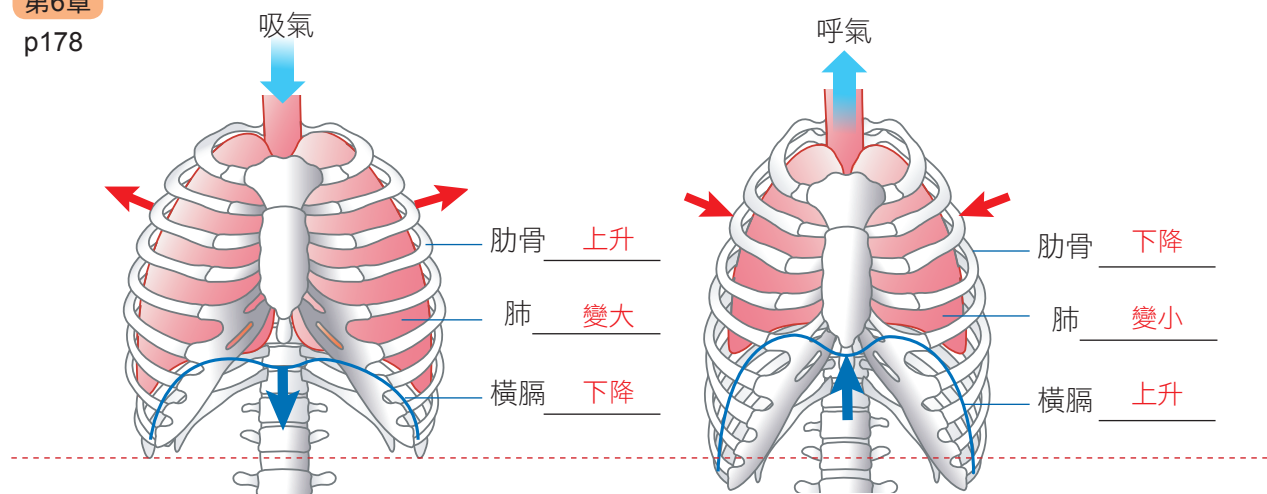


第6章

p173

作用	呼吸作用	光合作用
作用位置	粒線體	葉綠體
產生的氣體	二氧化碳	氧氣
反應式	葡萄糖 / 能量	二氧化碳 / 葡萄糖

第6章
p178



p183

	單細胞生物、多數魚類	哺乳類	昆蟲、鳥類
氮廢物種類	氨	尿素	尿酸
毒性	大	中	小
排除的方式	利用擴散作用排至水中	送至腎臟 形成尿液	混合於 糞便排出

p191

- 呼吸 氧氣 二氧化碳
- 泌尿 尿液
- 尿素
- 消化 消化 養分
- 心血管 肝臟（或肌肉）
- 代謝 能量 廢物

生物 In my life

第1章

1. 都市屋頂通常與夜鷹體色接近，且屋頂較不會受人為干擾。
 2. 野外的夜鷹常築巢於平坦的河床上或草叢邊砂地上，與體色相近且平坦的環境。
-

第2章

1. 均勻撒上鹽巴，讓蘿蔔細胞處於高鹽度環境，可讓蘿蔔細胞中的水分流出來。
 2. 水分從蘿蔔細胞中流出來。
-

第3章

1. 缺乏分解乳糖的酵素。
 2. 乳酸菌可以分解鮮奶中的乳糖，讓鮮奶發酵成優酪乳或優格等乳酸食品，人體更容易吸收其中養分。
-

第4章

1. 當花的莖部長期沒有與水接觸，空氣會進入維管束，造成木質部中水柱中斷，無法繼續吸水，因失水而逐漸垂頭。
 2. 可將前端充滿空氣的莖部剪掉，再放入清水中即可。
-

第5章

1. 本能行為
 2. 每年秋、冬季，是冬候鳥遷徙到臺灣的時期，若其中有帶原禽流感的個體，就可能造成臺灣本土鳥類被感染。
-

第6章

1. 腎臟的功能是過濾血液，透過尿液的形成，將人體所產生的含氮廢物及過多的廢物排出體外。

科學大事記

第1章

1. A 2. 100，8000，8

3. 掃描式電子顯微鏡，因為A型流感病毒大小約0.0000001公尺，也就是100奈米，且要觀察其表面的細微顆粒，根據閱讀文章的內容和圖示說明，選用掃描式電子顯微鏡較為適合。

第2章

1. D 2. A

3. 正常的細胞有一定的壽命，老化或不正常的細胞會自動開啟細胞凋亡作用，以清除這些細胞，當這些細胞的凋亡機制喪失後，又無法被白血球清除時，就有可能形成癌細胞。

第3章

1. C

2. 幽門螺旋桿菌

3. (1)從病人體內取出的細菌，經培養後，馬歇爾將其吞下肚，最後得到胃炎。
(2)100個消化性潰瘍的病人，胃內都有幽門螺旋桿菌。

第4章

1. B

2. 過去阿斯匹靈主要的功能是用於解熱鎮痛，但因為阿斯匹靈對於胃腸的刺激性強，許多人吃了引起胃痛，因此目前止痛或退燒已有其他類似功能、但不傷胃的替代藥物。但近年來有許多其他研究，發現阿斯匹靈的妙用，最常被提及的是因其有抗凝血的效果，因此低劑量的阿斯匹靈常被用於預防心臟病。

第5章

1. B 2. A

3. 關燈睡覺，因為光線愈強褪黑激素分泌愈少，褪黑激素減少會影響睡眠品質。

第6章

1. A

2. 心臟、肺臟。

3. 離開人體的血液加熱後再送回，才可維持體溫恆定。



看書或寫作業時，應保持35公分以上的閱讀距離。