

CHAPTER 1 新生命的誕生

1 各階段教學內容銜接

國小（先備知識）

國中（本章概念）

高中（未來發展）

1-1 細胞的分裂

Da-IV-4 細胞會進行細胞分裂，染色體在分裂過程中會發生變化。

Ga-IV-1 生物的生殖可分為有性生殖與無性生殖，有性生殖產生的子代其性狀和親代差異較大。

INf-III-4 人類日常生活
中所依賴的經濟動植物
及栽培養殖的方法。

INd-II-3 生物從出生、
成長到死亡有一定的壽命，透過生殖繁衍下一代。

1-2 無性生殖

Ga-IV-1 生物的生殖可分為有性生殖與無性生殖，有性生殖產生的子代其性狀和親代差異較大。

1-3 有性生殖

Ga-IV-1 生物的生殖可分為有性生殖與無性生殖，有性生殖產生的子代其性狀和親代差異較大。

Db-IV-4 生殖系統（以人體為例）能產生配子進行有性生殖，並且有分泌激素的功能。

Db-IV-7 花的構造中，雄蕊的花藥可產生花粉粒，花粉粒內有精細胞，攜帶父方的遺傳物質；雌蕊的子房內有胚珠，胚珠內有卵細胞，具有母方遺傳物質。

必修生物

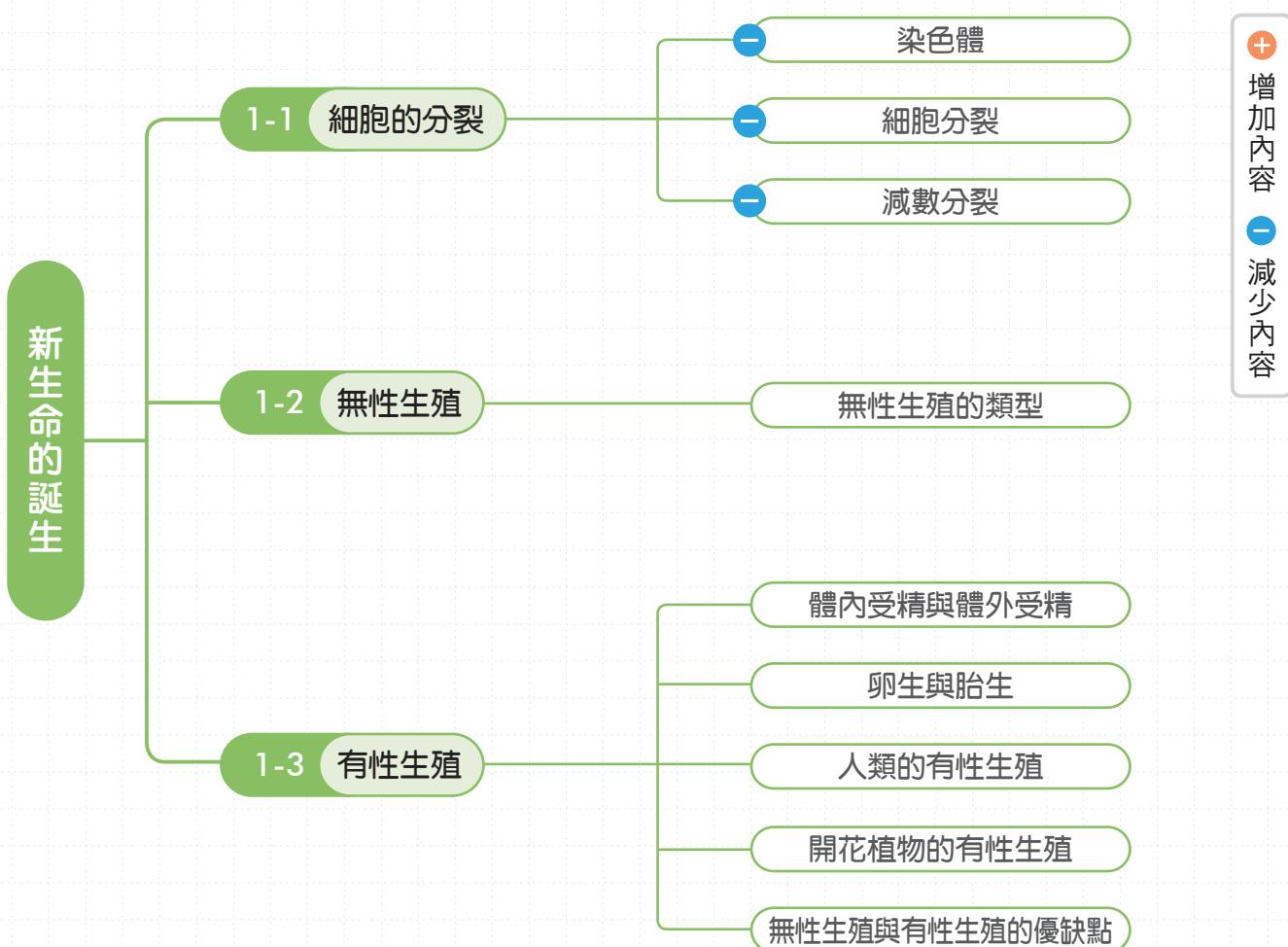
BDa-Vc-7 有絲分裂的過程。

BDa-Vc-8 動物生殖細胞一般須經過減數分裂的過程形成配子。

選修生物－生物體的構造與功能

次主題：細胞的構造與功能 (Da)

2 本章教學概念圖



3 教材調整說明

（-）減少 不提及同源染色體一詞

為避免學生需要記過多的專有名詞，故此處同源染色體以成對的染色體來做取代。

（-）減少 簡化細胞分裂與減數分裂步驟

知道有些細胞較常進行細胞分裂，在細胞分裂過程中染色體會有變化，如複製、平均分配等，不涉及染色體的構造及細胞分裂的過程。

1 新生命的誕生

教學目標	教學重點	學習內容
1-1 細胞的分裂 (2節)	1. 認識生殖的類型。 2. 認識染色體。 3. 認識細胞分裂與減數分裂。	1. 有性生殖與無性生殖的差別。 2. 染色體的形態、數量與功能。 3. 細胞分裂與減數分裂的過程與功能。
1-2 無性生殖 (2節)	1. 了解無性生殖的各種類型與進行流程。	1. 不同類型的無性生殖方式。 2. 無性生殖的優點和缺點。
1-3 有性生殖 (3節)	1. 了解有性生殖的定義。 2. 認識體內受精與體外受精的差別。 3. 認識卵生與胎生。 4. 了解人類有性生殖的過程。 5. 認識植物的有性生殖過程。	1. 有性生殖的過程。 2. 動物的受精方式和生活環境的關係。 3. 卵生和胎生的差別。 4. 人類的受精、懷孕與分娩。 5. 種子植物藉由花粉管完成受精作用，非種子植物則依賴水完成受精作用。 6. 花朵的形態構造與傳粉方式間的關聯性。

筆記欄 Memo

1



新生命的誕生

1-1 細胞的分裂

1-2 無性生殖

活動 1-1 植物營養器官的繁殖

1-3 有性生殖

活動 1-2 觀察卵細胞

活動 1-3 探索花的構造



扉頁故事

北極熊 (*Ursus maritimus*)

身形：體長 180 至 280 公分，肩高可達 170 公分，尾長 6 至 13 公分；成年雄性 300 至 650 公斤，最重可達 800 公斤，是雌性 150 至 250 公斤的兩倍重。牠們是雌雄體差異最大的哺乳動物之一。

特徵：相較於頭部和身體，耳朵顯得格外的小。全身毛色白或微黃色。

食性：北極熊幾乎只吃肉，主要捕食年輕的環斑海豹與少數的髯海豹，在一些地區會吃格陵蘭海豹。

活動：北極熊似乎主要為日行性。活動模式的季節性改變隨海洋冰層的動態和獵物的豐富度有區域性的差異。

生殖：繁殖期從 3 月到 6 月。生產期為 11 月中至來年 1 月，懷孕期從 6.5 至 8.5 個月不等。

族群及保育現況：全世界族群評估約 20,000 至 25,000 隻。基於預期 50 年至 100 年後，牠們的棲地會戲劇性的減少，西元 2006 年，國際自然保護聯盟 IUCN 將紅皮書等級提升至「易危物種」。

資料來源：臺灣黑熊保育協會 <https://www.taiwanbear.org.tw/bear/bear/45>



本冊各章會考試題統計

章別	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5
題數	19	15	21	19	1

本章會考試題歷年分布

年度	103	104	105	106	107	108	109	109 補	110	110 補	111	111 補	112
題數	1	3	2	2	2	1	1	1	2	2	1	0	1



劇場小知識

受精雞蛋的發育條件

受精雞蛋的成長過程是需要嚴謹的條件控制，若環境條件不小心沒有設定好，可能會導致小雞在各階段的死亡，所以在人工孵化時，需要注意以下條件：

1. 溫度：第 1 ~ 19 天建議溫度控制在 $37.5^{\circ}\text{C} \sim 37.7^{\circ}\text{C}$ 之間；第 20 ~ 21 天調整至 $36.1^{\circ}\text{C} \sim 37.2^{\circ}\text{C}$ 之間。溫度太低可能導致小雞在蛋中發育遲緩，使孵化時間拉長，可能會孵出畸形小雞；溫度太高則可能導致小雞未發育完全後就提早孵化。
2. 溼度：第 1 ~ 19 天建議溼度控制在 55 ~ 60%；第 20 ~ 21 天調整至 70 ~ 75%。溼度太低可能導致孵化時蛋殼太乾，小雞與殼膜相黏，乾死在蛋殼裡；溼度太高可能導致小雞孵化時屁股會拖著一條類似蛋白的黏稠物，較不健康。
3. 翻蛋：母雞在孵蛋時，常會翻動蛋的方向，也會調動內外蛋的位置，所以在人工孵化時，建議一天可以翻 8 ~ 12 次，可提高小雞孵化成功率。

未受精VS.已受精？

老師剛剛說的「未受精」是什麼意思？而且這顆孵不出來的雞蛋敲開後，就是蛋白跟卵黃耶！連個小雞的影子都沒有。

未受精的蛋與已受精的蛋到底有哪些差異呢？

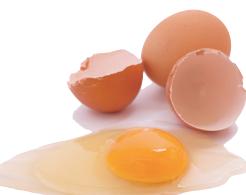
已受精雞蛋

心臟已經逐漸成型，
血管已開始發育。

約第3天



胚胎可看出頭部與軀幹，
眼睛開始發育。



孵0~21天無差異

未受精雞蛋



約第21天

小雞利用喙上的卵齒，
破殼而出。

約第10天

可看到小雞的輪廓，
羽毛尚未發育。

約第17天

長出小羽芽，
基本上已成型。

受精是什麼意思？

為什麼已受精的雞蛋可以發育出小雞呢？

1-1 細胞的分裂

生物能經過生殖產生後代，而生殖的方式可分為**無性**

生殖與有性生殖。無性生殖是生物體不經過受精作用，直

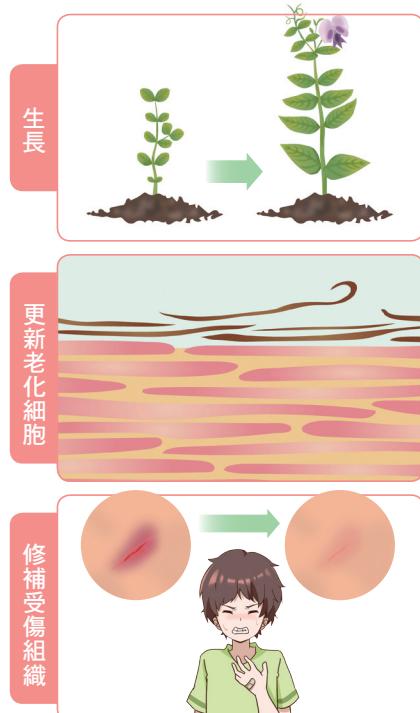
1

接利用細胞分裂產生新個體；有性生殖則通常需要精子和卵結合，再由受精卵經細胞分裂後發育成新個體。也就是說，不論是何種生殖方式都會經過**細胞分裂**。除了生殖，生物在生長、更新老化細胞及修補受傷組織時，都會進行細胞分裂來產生新細胞（圖 1-1）。

5



圖 1-1 細胞分裂的功能



1 細胞的分裂

生物形成體細胞或生殖細胞時，必須先經過分裂的過程。細胞的分裂包括細胞分裂及減數分裂二種，細胞分裂可以產生體細胞，減數分裂則可以產生精子及卵等生殖細胞（配子）。

細胞分裂依過程中是否可見到絲狀物（最早是指絲狀染色體，現通指紡錘絲），分為真核生物細胞的有絲分裂及原核生物細胞的無絲分裂二種。無絲分裂又稱直接分裂，分裂過程中沒有出現紡錘絲及染色體的變化，染色體及細胞質直接分裂為二個子細胞。有的科學家將有絲分裂稱為間接分裂，因為有絲分裂在細胞一分為二的過程中，會先出現紡錘絲和染色體等一系列變化，然後才分裂為二個子細胞。

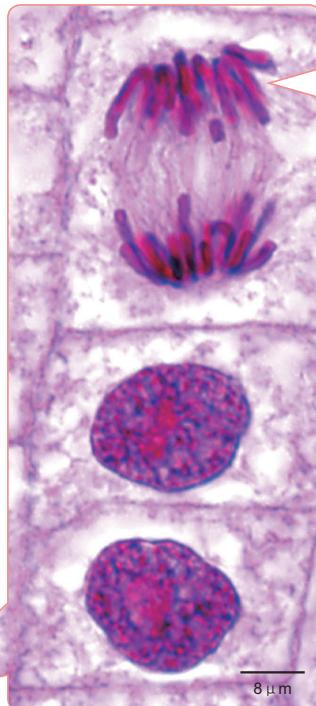
教學引導技巧

- 由於翻譯問題造成本章的許多概念教學上的一些困擾，例如：cell division 被翻譯成細胞分裂，mitosis 翻譯為有絲分裂，meiosis 翻譯為減數分裂。但實際上 meiosis 過程中仍有紡錘絲，因此目前國中階段將 mitosis 譯成細胞分裂，cell division 譯成細胞的分裂。細胞的分裂包含細胞分裂與減數分裂兩種。但對許多師生與命題者而言，細胞的分裂與細胞分裂並無差異，因此，在教學上可另以「細胞的分裂包含一般體細胞的細胞分裂與製造生殖細胞的減數分裂兩種」來幫助學生理解，而細胞的分裂（cell division）或細胞分裂（mitosis）均是生物生殖的基礎。

1 染色體 2

細胞內的遺傳物質平時呈現細絲狀，在顯微鏡下不容易觀察到。當細胞要進行分裂時，遺傳物質會濃縮纏繞成短棒狀的構造，稱為**染色體**。

5 體細胞^①中的染色體通常兩兩成對，其中一條來自父方，另一條來自母方，兩者大小、形狀大多相似，人類體細胞中具有的 46 條染色體，可組成 23 對染色體；洋蔥具有 16 條（8 對）染色體（圖 1-2）。不同物種的染色體數目不盡相同^②。



A 正在細胞分裂的洋蔥根尖細胞（標本已染色）

圖 1-2 洋蔥根尖細胞的染色體

知識便利貼

體細胞與生殖細胞^①

生物體除了生殖細胞以外的細胞都稱為體細胞，例如：肌肉細胞和神經細胞等。

不同物種的體細胞染色體數目^②

物種	染色體數目
豌豆	14 條（7 對）
黑猩猩	48 條（24 對）
犬	78 條（39 對）
雞	78 條（39 對）

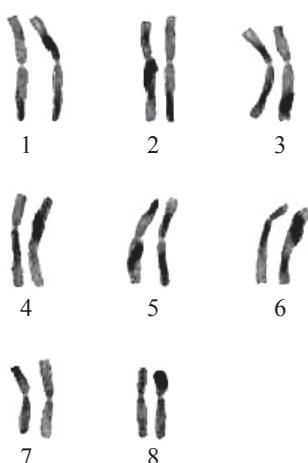
教材釋疑

為何未提及同源染色體一詞？

Homologous chromosome 翻譯成同源染色體，其實相當具有誤導性，但仍沿用至今。教師宜強調同源染色體實際上應該譯成「同型染色體」，幫助學生理解兩條同源染色體實際上分別來自父方與母方，不過為了避免學生一次接受到太多新的名詞無法吸收，故在此處就不介紹同源染色體此名詞。

染色體

細胞進行分裂時，遺傳物質呈短棒狀，稱為染色體。



B 洋蔥的 8 對染色體

2 染色體

平時真核生物細胞核內的遺傳物質（DNA）與組織蛋白纏繞，形成結構較鬆散的染色質（chromatin），但在真核生物細胞進行有絲分裂或減數分裂過程時，鬆散的染色質會再與非組織蛋白纏繞濃縮成染色體（chromosome），染色體通常呈短棒狀，能夠被特定染劑染上顏色，一旦有絲分裂或減數分裂進行完畢，染色體就又恢復鬆散的染色質狀態。

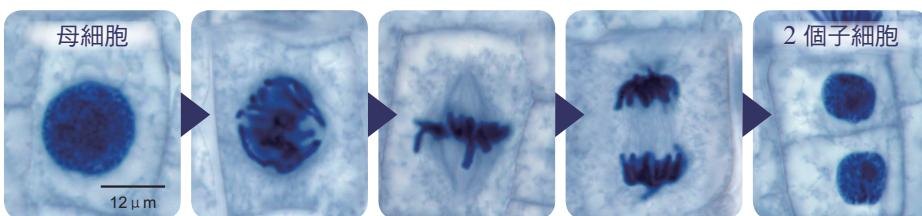
正常狀況下，同種生物的所有體細胞皆有相同數量的染色體。體細胞內大小及形狀相同的染色體通常各有兩條，呈現兩兩成對的狀態，成對的染色體又稱為同源染色體，分別從父方、母方各獲得一條。人類體細胞具有一對性染色體，男性的性染色體 XY 雖為同一對，但大小及形狀差異極多。

細胞分裂

3 4

細胞分裂過程中，母細胞的染色體複製一次、細胞會分裂一次，產生兩個子細胞，子細胞內的染色體數目與母細胞相同。例如：洋蔥根尖細胞內有 16 條染色體，經過細胞分裂後產生的兩個子細胞內，仍各自含有 16 條染色體（圖 1-3）。

▼ 圖 1-3 細胞分裂



A 洋蔥根尖細胞進行細胞分裂

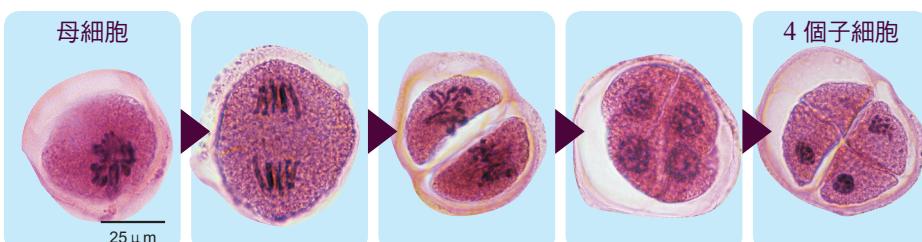
減數分裂

行有性生殖的生物體，在形成配子（即精子和卵）的過程中，母細胞內的染色體會複製一次，接著經過兩次分裂，產生四個子細胞。每個子細

5 胞內的染色體數目是母細胞的一半，這種會造成染色體數目減半的分裂方式稱為減數分裂（圖 1-4）。

減數分裂產生的生殖細胞中只含有每對染色體中的一條，染色體數目則是體細胞的一半，這樣的染色體數稱為單套染色體（ n ）。受精時，精子與卵分別帶來每對染色體中的一條，於是受精卵的染色體恢復為成對，稱為雙套染色體（ $2n$ ）。

▼ 圖 1-4 減數分裂



A 百合花進行減數分裂產生花粉



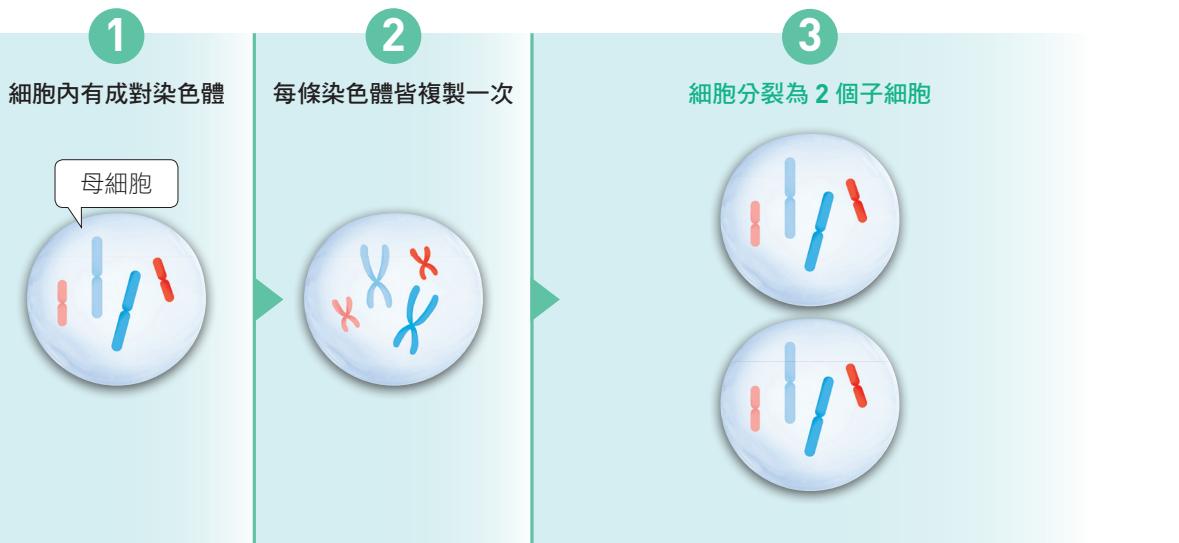
教學引導技巧

- 以圖片說明細胞分裂的過程。
- 以圖片說明減數分裂的過程。
- 指導學生畫出「細胞分裂及減數分裂的比較表」。

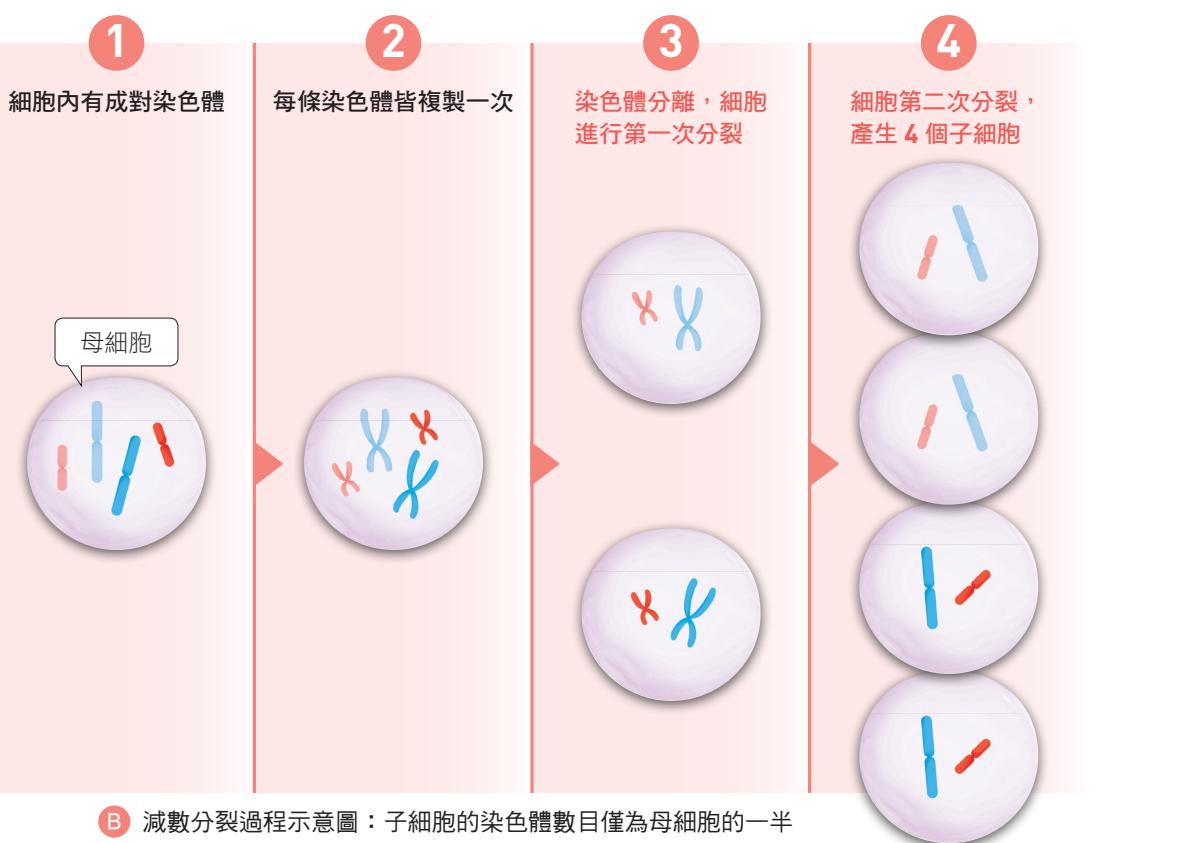
3 細胞分裂過程

細胞分裂（真核生物細胞的有絲分裂）的簡要過程：

- (1) 染色體複製（實為遺傳物質 DNA 複製）：此階段應在有絲分裂期前的生長期（間期）就已進行。遺傳物質複製後，鬆散的染色質與非組織蛋白逐漸濃縮，直到有絲分裂前期形成染色分體（chromatid）。
- (2) 染色分體分離：核膜及核仁消失，紡錘體（絲）形成的同時，複製後的染色分體以中節（centromere）上的著絲點（kinetochore）附著在細胞中央赤道板（假想位置）處的紡錘絲上，然後染色分體開始互相分離成兩個獨立的染色體。
- (3) 形成子細胞：分離至兩極細胞中的染色體被新的核膜包圍，核仁亦重新出現，最後染色體又分散成鬆散的染色質狀態，而完成細胞（有絲）分裂。



B 細胞分裂過程示意圖：子細胞與母細胞的染色體數目相同



B 減數分裂過程示意圖：子細胞的染色體數目僅為母細胞的一半

4 細胞分裂及減數分裂

課文提到的細胞分裂指的是有絲分裂，然而考慮到國中階段的教學程度，故以細胞分裂來表達。

真核生物細胞的有絲分裂對不同生物有不同的意義。對於單細胞生物而言，有絲分裂是增加其生物個體的數目（如變形蟲）；對於多細胞生物而言，則是用來增生或修補其耗損的細胞，具有再生能力的生物也能透過有絲分裂修補其缺損的肢體部位（如海星、渦蟲）。減數分裂是有性生殖過程中產生雌、雄配子的方式。

5 減數分裂過程

一個細胞減數分裂的過程包含：

- (1) 遺傳物質（染色體）複製，實際上此階段應在減數分裂前的間期就已進行。
- (2) 同源染色體向細胞兩極分離（第一次分離）。
- (3) 複製後的染色體向細胞兩極分離（第二次分離）。
- (4) 最後形成4個配子。

1-2 無性生殖

無性生殖因為不需經過受精作用，子代的遺傳物質來自單一的親代，所以其特徵和親代完全相同。

1 無性生殖的類型

生物的無性生殖方式主要有：**分裂生殖、斷裂生殖、出芽生殖、孢子繁殖和營養器官繁殖**。

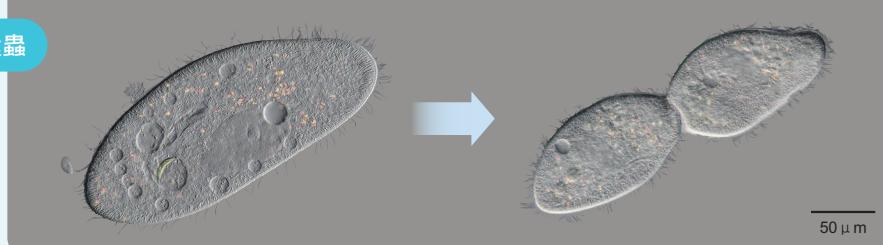
5

分裂生殖

有些單細胞生物可以藉由一次細胞分裂產生兩個大小相近的新個體，這種生殖方式稱為分裂生殖，例如：草履蟲和變形蟲。

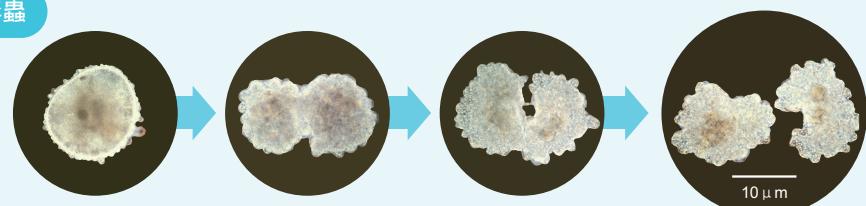
6

草履蟲



50 μm

變形蟲



10 μm



教學引導技巧

- 生物無性生殖的各種類型。
- 介紹斷裂生殖與分裂生殖的差異。
- 介紹水螅的無性生殖時，提醒學生：水螅也可藉由精卵結合的有性生殖方式，完成傳宗接代的任務。
- 介紹孢子生殖時可舉生活中麵包、橘子或皮衣發霉的現象，引起學生興趣。

6 草履蟲、變形蟲

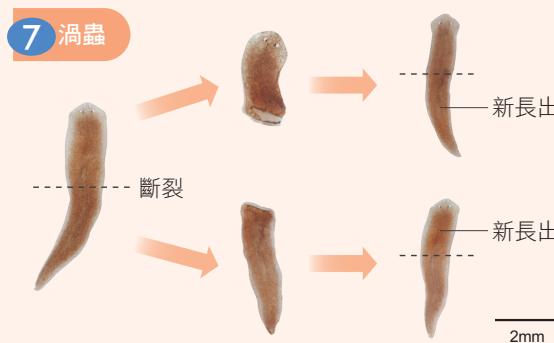
草履蟲、變形蟲等原生動物及細菌都可行分裂生殖，這些單細胞生物能以細胞分裂的方式直接產生兩個大小、形狀相似的新細胞個體。草履蟲及變形蟲等真核生物是以細胞分裂中的有絲分裂來進行分裂生殖，而原核生物的細菌則是以細胞分裂中的無絲分裂來進行。

7 涡蟲

將渦蟲橫切後，具有頭部的前段可長出尾部，而具有尾部的後段可長出頭部，這並不只是修補缺損部位的再生能力，而是能增加個體數量的生殖現象。其實渦蟲大部分時期藉由精卵結合行有性生殖，偶爾才可見到斷裂生殖。

斷裂生殖

有些多細胞生物，身體斷裂後，其斷裂的片段可以發育為新個體，這種方式稱為斷裂生殖。例如：渦蟲。

**出芽生殖**

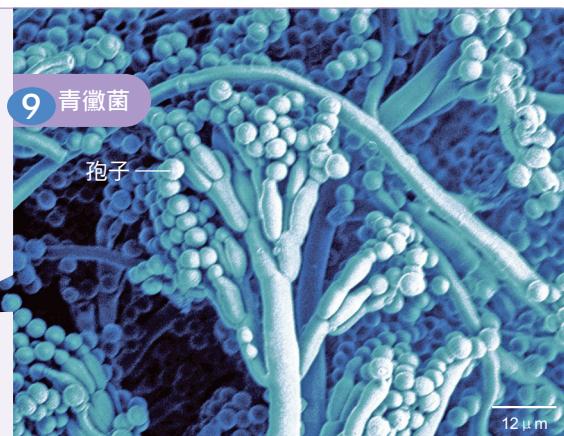
5

有些生物的身體會長出小芽體，經過一段時間生長，芽體脫離母體後，成為一個新個體，這種生殖方式稱為出芽生殖。例如：水螅。

**孢子繁殖**

10

有些生物產生大量的孢子，孢子散落到適當的環境後，萌發長成新個體，這種方式稱為孢子繁殖。例如：黴菌。

**8 水螅**

水螅除了可利用無性生殖中的出芽生殖繁殖下一代外，也可利用雌雄異體的生殖腺產生配子結合，進行有性生殖。有性生殖的過程中，具有精巢的水螅將精子釋放於水中，游向另一個體的卵巢，意即，即使雌雄同體，仍會進行異體受精，卵巢成熟時僅生一卵，精子與卵在卵巢內受精，受精卵發育為初期幼蟲時，仍與母體同住，之後才脫離母體獨立生存。

9 孢子

黴菌的繁殖方式分為無性孢子繁殖及有性孢子繁殖兩種：

- (1) 無性孢子繁殖是藉由菌絲體（營養體）進行有絲分裂產生無性孢子，之後無性孢子成長，以有絲分裂萌發形成新的菌絲體。
- (2) 有性孢子繁殖是藉由兩種交配型的菌絲細胞結合，產生新個體，過程中兩種交配型菌絲細胞的細胞質先融合，成為雙核（單倍染色體 $n+n$ ）菌絲細胞，再經兩個細胞核融合後成為二倍體 $(2n)$ ，經減數分裂產生單倍染色體的有性孢子。有性孢子亦可以有絲分裂萌發，形成新的菌絲體。

營養器官 繁殖

10

有些植物可以利用根、莖、葉等營養器官來產生後代，這種方式稱為營養器官繁殖。例如：落地生根和石蓮的葉片、洋蔥的鱗莖、草莓的匍匐莖、馬鈴薯的塊莖以及甘藷的塊根，都可用來產生新個體。

葉

落地生根 從葉緣缺刻處長出新個體 11



石蓮

從葉片基部長出新個體 12



莖

鱗莖 洋蔥



匍匐莖 草莓 13



教學引導技巧

- 以日常生活中農作物的營養器官繁殖，介紹無性生殖的特色，例如：繁殖快速、特徵（性狀）與親代相同等。
- 分辨不同植物分別用什麼器官進行無性生殖。
- 以臺灣揚名國際的蘭花作為範例，讓學生認識組織培養的農業技術，並從「組織培養屬於無性生殖」的角度切入，說明組織培養具有哪些農作應用的優點。

10 營養器官繁殖

植物的根、莖、葉是營養器官，有時也是植物產生新個體的重要構造。除了精卵結合的有性生殖外，某些植物可藉著脫離母株的營養器官產生一株完整的植物個體，這種生殖方式即是無性生殖中的營養器官繁殖。營養器官繁殖是利用比種子強壯的根、莖或葉來完成植物的傳宗接代，好處是栽培容易、生長快速、成本低廉，若親代品種優良，還能長出與親代性狀一模一樣的優良子代。

11 落地生根

分類上屬於景天科落地生根屬，為多年生肉質草本植物，原產於非洲，耐旱性強，能適應乾旱土壤，栽植容易。落地生根的葉緣缺刻處會長出小芽，落地即成一新植株。早春時，植株中央會抽出堅硬的花莖，花序頂生排列，花呈筒狀下垂倒吊，成熟會轉為紅褐色，產生的種子也可用來繁殖。



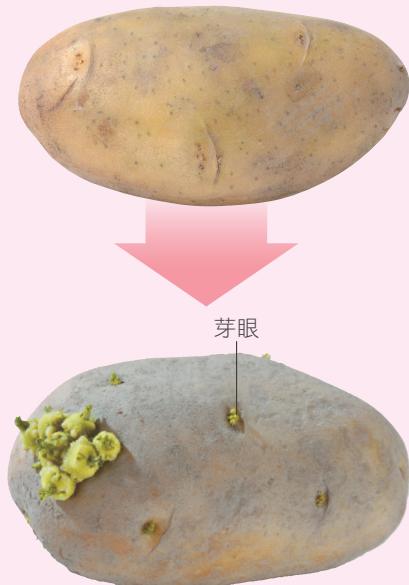
人工的無性生殖技術

——組織培養

除了營養器官繁殖外，人類可以運用組織培養的技術，大量繁殖經濟價值較高的植物，例如：蘭花和金線蓮。以蝴蝶蘭為例，首先取出蝴蝶蘭的部分組織，放入富含營養物質和激素的培養基中，在無菌的環境進行培養，經過細胞分裂與生長發育，便可以產生數量眾多且品質一致的新個體。



塊莖 馬鈴薯 14



根 塊根 甘藷（地瓜）15



教材釋疑

石蓮、風車草是同一種植物嗎？

景天科植物為多年生肉質植物，其許多種類外形相似，葉片以蓮花狀排列，例如：*Graptopetalum paraguayense*、*Echeveria elegans*、*Echeveria secunda*等，在國內常被通稱為石蓮。但無論是石蓮、蓮花掌、風車草或觀音草等，都只是中文俗名，要辨認這些植物，最好還是使用全世界都認可的拉丁文學名，才不會出錯喔！

12 石蓮

為景天科風車草屬，原產於墨西哥，因為繁殖及適應能力強，目前全臺各地栽植普遍。某些品種的石蓮除觀賞外也可食用，其富含膳食纖維、礦物質、維生素C、維生素B群、葉酸、菸鹼酸和 β -胡蘿蔔素等，可滋養補身、促進新陳代謝。

13 草莓的匍匐莖

匍匐莖柔軟纖細不能直立，匍匐於地面，在節處容易長出新芽及不定根，可藉此繁殖新個體。種植草莓時，過多匍匐莖會消耗養分，不利母株花芽形成，並影響越冬和翌年產量，因此若不用於繁殖，農民通常會將其摘除。

14 馬鈴薯

為多年生草本植物，橫走在地下的莖頂端可長出膨大的塊莖，儲存大量澱粉養分，其表面有芽眼（莖節痕跡），可用來繁殖。塊莖若尚未發芽且表皮未呈綠色，其中的生物鹼——龍葵素含量極微，食用不致中毒，但若已發芽或表皮發綠，龍葵素含量高，如果不慎食用，症狀嚴重者體溫升高、頭痛、吐瀉至脫水、血壓下降、昏迷、休克，甚至會死亡。

15 甘藷

發芽的位置不固定，也不像馬鈴薯有芽眼的莖節痕跡，因此，甘藷被植物學者歸類為植物根的一種，稱為塊根。


觀察活動 1-1

植物營養器官的繁殖

目的

利用植物的營養器官，培養並觀察無性生殖產出完整的新植株。

器材 (以組為單位)

燒杯 × 1 培養皿 × 2 棉花少許 植物數種

1. 植物營養器官選用建議

根：甘藷或蘿蔔

莖：馬鈴薯、甘藷枝條、甘蔗、芋頭、洋蔥、薄荷或萬年青
葉：落地生根或石蓮

2. 培養植物時，環境要通風有光，並適時澆水與換水，使植物能快速成長且發育良好。
步驟

- ① 取一甘藷的塊根，放入裝了水的燒杯中固定，照光並保持一定水量。



- ② 取一馬鈴薯塊莖，放在土壤或培養皿的棉花上，照光並且保持適當的潮溼狀態。



- ③ 將一片落地生根的葉片放在土壤或培養皿的棉花上，照光並且保持適當的潮溼狀態。



- ④ 連續觀察 20 天，每 5 天記錄一次根與芽生長的情形。

問題與討論

1. 甘藷、馬鈴薯、落地生根分別是從哪裡長出新根及嫩芽？
2. 若摘取如右圖的落地生根植株葉片進行繁殖，在繁殖成功之後，新植株能否開出不同顏色的花？為什麼？


活動注意事項

- 本節課程通常在 2 月進行，此時仍是冬季，學校若位處臺灣中北部，學生可能不容易看到生根發芽的現象。教師可以提前於上學期期末將本活動列為寒假作業，或移至 3 ~ 5 月再進行。
- 在環境適宜的條件下，通常須栽培大約 3 週方可觀察到明顯的生根發芽現象，教師須先確定開始栽培的時間，以安排後續觀察的流程。
- 提醒學生務必定期觀察並做記錄，以確實了解生根發芽的先後順序。
- 建議學生可以利用手機拍照，利用照片編輯成觀察紀錄。
- 將植物放置在較溫暖處，生長速度會加快，實驗較容易成功。


題與討論

1. 甘藷：由塊根上的不固定位置長出新個體。
馬鈴薯：由塊莖上的芽眼長出新個體。
落地生根：由葉緣缺刻處長出新個體。
2. 由於用葉片繁殖屬於無性生殖，所以新植株和原來植株一樣會開粉色的花。

1-3 有性生殖

生物進行有性生殖，需要經過配子結合，形成受精卵，這個過程稱為**受精作用**，受精卵經過多次細胞分裂並形成各種不同功能的細胞，逐漸發育為新個體（圖 1-5）。由於受精卵的遺傳物質來自親代雙方，所以子代的特徵不會和親代完全相同。



圖 1-5 人類的有性生殖示意圖 16

探索小Q

新生兒的每個細胞都來自同一個細胞（受精卵），為何受精卵發育成新個體後，會具有各種型態和功能不同的細胞？

探索小Q

答 雖然新生兒的每一個細胞都來自同一個受精卵，內含完全相同的遺傳物質，可是在發育的過程中，每一個細胞啟動的基因不完全相同，所以可以發育成不同的形態，進行不同的功能。

類比：就好像是每一臺電腦雖然灌了相同的系統（如 Windows 10）進去，但是啟動不同的程式時，電腦可以執行不同的功能，若啟動 MEDIA PLAYER 就可以看影片，啟動 WORD 可以編輯文書，啟動 PPT 則可以編輯簡報。

16 人類的有性生殖

人類減數分裂過程中，染色體先複製 1 次，再經過兩次分裂，產生 4 個配子，其所含的染色體套數為單套 (n)，僅為一般體細胞（雙套， $2n$ ）的一半。

人類的精子是由睪丸產生，暫時儲存於附睾，再由輸精管運輸；卵則是由卵巢產生，再由輸卵管運輸。人類精子的形狀呈蝌蚪狀，長約 $50 \sim 60 \mu\text{m}$ ，是人體中最小的細胞。精子前段（頭部）內含細胞核，攜帶親代的遺傳基因訊息，中段（頸部）含有大量粒線體，能供應尾部擺動所需能量。卵的直徑約 $150 \mu\text{m}$ ，體積約為精子的 $180 \sim 300$ 倍，卵除了包含染色體外，還必須有足夠的養分，以支持初期細胞分裂和發育。當第一個精子進入卵後，在卵的周圍會形成一層受精膜（fertilization membrane），使別的精子無法再進入。

教學引導技巧

- 介紹有性生殖的過程及後代特性，並比較有性生殖與無性生殖的差異。
- 在討論減數分裂時，建議可以先提示學生雄性動物的減數分裂過程，精母細胞完成減數分裂產生四個精細胞。並提示學生雌性動物的減數分裂，卵母細胞完成減數分裂產生卵細胞的過程，接著講述受精現象，與其中染色體組合的變化情形，顯示受精卵中基因型與父母雙方之細胞基因型不完全相同。
- 可以搭配精子形成和受精卵發育的動畫，協助學生理解有性生殖的過程。

探索小Q 探索小Q

答

- 1 蛙類的假交配行為，是在同時同地排出精子與卵，可以提高受精的機率。
2. 翡翠樹蛙經常在靜止水域上方產卵，雌蛙分泌的這些泡沫可以協助受精卵保持溼潤，讓受精卵有機會順利孵化出小蝌蚪。不過，翡翠樹蛙的蝌蚪仍是需要回到水中去生活的，才有機會變態為青蛙。

探索小Q

蛙的假交配

生殖季節的雄蛙環抱著雌蛙的腹部，促使雌蛙把卵排到體外，接著雄蛙也排出精子，這動作看似與體內受精的交配行為相同，但精子與卵是在體外受精，此種行為被稱為假交配。

1. 蛙類的假交配行為是否提高了生殖成功率？為什麼？
2. 雌翡翠樹蛙將卵產在假交配產生的泡沫中，你認為這些泡沫有什麼功能呢？



1 體內受精與體外受精 17 18

動物的受精作用依場所的不同，可以分為**體外受精**和**體內受精**（圖 1-6A）。大多數的魚類、兩生類以及珊瑚等，會直接將精子和卵產在體外，於是精子和卵在母體外結合成為受精卵，這種方式稱為體外受精。

昆蟲、爬蟲類、鳥類和哺乳類等動物，雄性個體必須藉由交配行為將精子送入雌性體內，使精子與卵在雌性體內結合，這種方式稱為體內受精。行體內受精的動物，因為受精環境較不受干擾，成功率高，通常產卵數比體外受精的動物少。

A 受精方式



小丑魚胚胎在母體外發育 19

B 胚胎發育方式



圖 1-6 動物的受精方式與胚胎發育方式

17 體外受精

雌、雄配子在體外水溶液環境中結合。多藉由產生大量的雌、雄配子以增加受精卵的形成數量。

18 體內受精

雄性個體將雄配子（精子）送入雌性個體的體內，雌、雄配子在雌性體內結合。通常雌性個體單次的排卵數較體外受精少。

19 小丑魚與海葵

小丑魚與海葵，彼此互利共生。海葵觸手上的刺絲胞會發射出刺，一般魚類碰到就會麻痺，但小丑魚的體表會有一層黏液，使自己不會被攻擊。此外，小丑魚可捕捉海葵吃剩的食物碎片及海葵身上的寄生蟲，而海葵則獲得小丑魚清除其身上寄生蟲及汙垢的好處。

小丑魚在生殖期時，會在海葵附近築巢。受精卵的清潔及照護大部分是由雄魚負責，在卵孵化成幼魚前，雄魚會用胸鰭去撫觸魚卵，此動作可為魚卵帶來氧氣。通常與同一朵海葵共生的小丑魚有許多隻，其中最大的一隻是雌魚，其他則是體型較小的雄魚。

2 卵生與胎生 20

受精後，受精卵會進行細胞分裂發育成胚胎，根據胚胎發育場所和養分來源不同，可分為**卵生**和**胎生**（圖 1-6B）。

卵生動物的受精卵在母體外發育，胚胎發育所需的養分由卵本身供應。例如：兩生類、鳥類、多數的魚類和爬蟲類。

胎生動物的受精卵在母體內發育，胚胎發育所需的養分大多由母體供應，直到胚胎發育成熟後由母體產出，大多數的哺乳動物是屬於胎生動物。

探索小Q

體內受精的動物，都是胎生嗎？胎生動物都會進行體內受精嗎？

探索小Q

- 答**
- (1) 不一定。行體內受精的動物中，有許多是卵生的。例如：爬蟲類、鳥類和昆蟲。
 - (2) 胎生動物都會進行體內受精，精子和卵在輸卵管結合後，在子宮著床發育。另外，試管嬰兒技術是人工的體外受精，不是一般的正常情況。

體內受精



綠蠵龜交配



海豚交配

綠蠵龜胚胎在母體外發育

卵生



綠蠵龜孵化

海豚胚胎在母體內發育

胎生 21



新個體

海豚分娩

20 卵生與胎生

不論是體內受精或體外受精的卵生動物，受精卵都在體外孵化，母體不供應養分。胎生動物除試管嬰兒外，受精場所為母體輸卵管。胎生由母體供應養分，胎兒形成的廢物亦由母體排除，在子宮內成長發育為幼小成體，最後產出。

21 為什麼海豚產子是尾巴先出來？

鯨豚是用肺呼吸的哺乳動物，其鼻孔長在頭頂。小鯨豚一生出來就需要出水呼吸，若頭先出來，而尾巴還卡在產道中，則可能會嗆水溺死。通常媽媽還會把小寶寶頂到水面上讓牠呼吸，因為剛生出來的小寶寶還不太會游泳，若媽媽不幫牠一把，很可能會溺死。



表格大重點

體外受精 vs. 體內受精

	體外受精	體內受精
交配行為	無（青蛙為假交配）	有
受精場所	母體外（多為水中）	母體內
受精成功機率	較低	較高
產卵數量	較多	較少
卵孵化成功率	較低	較高
舉例	多為水中動物：珊瑚、魚類、兩生類	多為陸生動物：鳥類、爬蟲類、哺乳類

教材釋疑

課本中為什麼沒有提及卵胎生的相關資訊？

早期有些毒蛇與孔雀魚、大肚魚一起被歸類為卵胎生動物，但陸續有研究發現，部分卵胎生爬蟲類也會從母體獲得養分，甚至具有類似胎盤的構造，區分界線並不明顯。因此爬蟲類學家在 1970 年捨棄卵胎生一詞，將爬蟲類的生殖方式分成卵生和胎生，卵生的定義是指卵被產出後幼體才孵化，而胎生則是胚胎在母體發育完全後才被產出。但在魚類的研究中，仍保有卵胎生的分類。因為目前不同物種的研究者對生殖方式的定義有不同見解，因此國教院主張將此名詞從課本中刪除，待學生日後專精研究時再行學習。

3 人類的有性生殖

人類是胎生動物，女性進入青春期後卵巢開始排卵。卵通常在輸卵管與精子結合，形成受精卵（圖 1-7A）。受精卵會進行多次細胞分裂，並逐漸移向子宮，著床埋入增厚的子宮內壁，繼續發育為胎兒（圖 1-7B）。

5

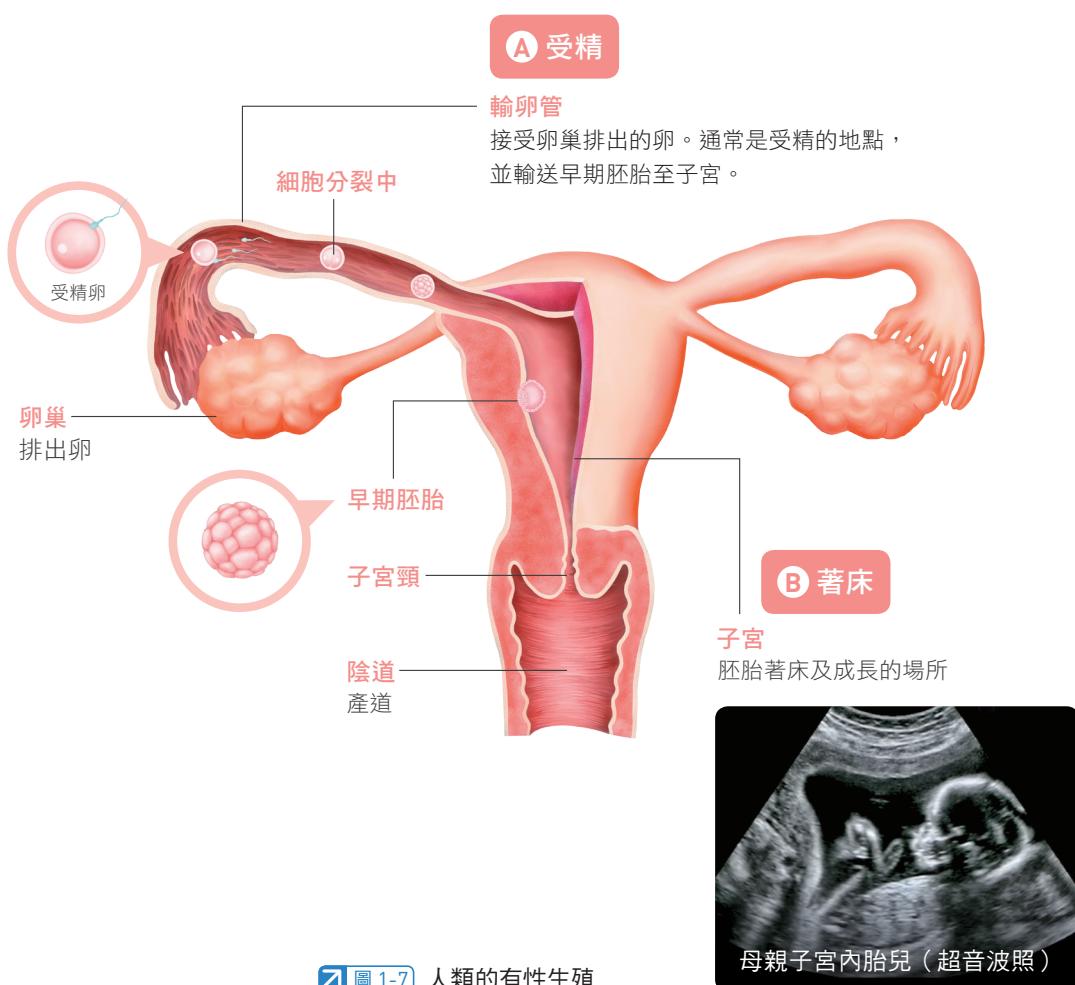


圖 1-7 人類的有性生殖

22

22 超音波照片原理

超音波是一種超過人類聽覺之高頻率聲波，需要水及軟組織做為傳導介質，其原理是利用超音波穿透不同密度的介質時會有反射的特性，隨組織密度的不同出現不同強度的反射波，經過產婦肚皮、子宮、羊水，返回接收探頭而轉換成影像來觀察。超音波無法穿透骨頭也可能受到空氣阻隔，因此檢查的準確性會有許多限制。若母親腹部脂肪組織太厚、胎兒趴臥、或骨頭阻擋，皆會造成許多器官無法判讀，而無法發現某些異常。另外，若羊水過多，會導致胎兒距離探頭過遠而影像不清；若羊水過少，則胎兒四肢重疊、阻礙聲波進入，均會減低檢查的準確性。

23 24

胎兒藉由臍帶和胎盤從母體獲得氧氣和養分，並排出二氧化碳和其他廢物（圖 1-7C）。發育過程中，胎兒受到羊膜和羊水的保護，可以避免震盪或感染的危害（圖 1-7D）。經過約 40 週的孕期，母體子宮強烈收縮，有助於胎兒順利由產道生出，此過程稱為**分娩**。離開母體後，初生嬰兒須自行呼吸，並可藉由吸吮母親的乳汁來獲得營養（圖 1-7E）。

25



23 脐帶

正常胎兒的臍帶約 50 ~ 60 公分長，直徑約 2 公分。臍帶內含有兩條臍動脈及一條臍靜脈。臍動脈的血液將胎兒產生的廢物運輸至胎盤，臍靜脈的血液則將母體擴散過來的養分及氧氣運輸給胎兒。人類的胎兒出生後，醫護人員會將臍帶切斷並結紮，嬰兒肚子上殘餘的臍帶在一至二週內會脫落，留下的痕跡即為肚臍。

24 胎盤

雌性哺乳類懷孕時，子宮壁上會長出胎盤，母體養分及氧氣可擴散通過胎盤，經臍帶運輸給胎兒，胎兒排泄的廢物則反向經臍帶運輸，通過胎盤，再由母體的排泄器官排除。胎盤在懷孕前三個月尚未發展成熟，此時是流產的高危險期，當胎盤發展成熟後，流產的機率也會下降。

25 羊水

人類的卵在受精、著床後，羊膜內會慢慢累積羊水，而母體懷孕期間，羊水量持續增加，到了 34 週左右又開始逐漸減少。羊水的功能如下：

- (1) 作為保護胎兒的防護層，降低外在撞擊或震動對胎兒的影響。
- (2) 維持胎兒周圍溫度的恆定。
- (3) 胎兒透過肺部吸吐羊水，有助於肺部及腸胃道的成熟。
- (4) 醫生可由羊水中所含成分比例，了解胎兒部分器官的生理狀況。
- (5) 生產時，羊水能夠潤滑產道（陰道），有助於胎兒順利分娩出。

4 開花植物的有性生殖

開花植物是日常生活中常見的植物，花是開花植物的生殖器官，其構造由外而內通常可分為萼片、花瓣、雄蕊和雌蕊等構造，下方則有花托支撐（圖 1-8A）。

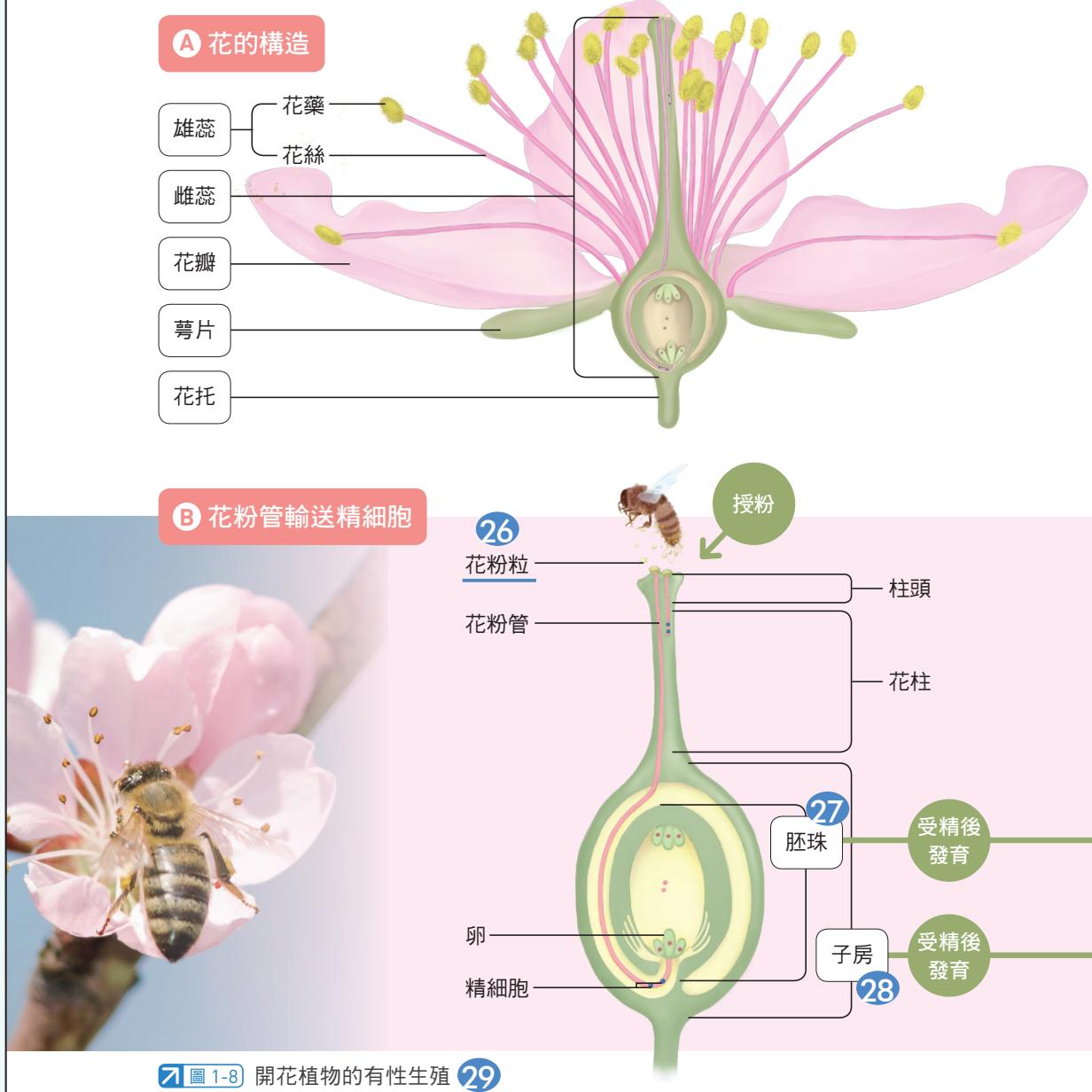


圖 1-8 開花植物的有性生殖 29

26 花粉粒

花粉粒是種子植物產生的微小粉狀構造，又稱花粉，大小約 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ ，通常數量很多。花粉粒含有單倍體精細胞，由花粉囊的花粉母細胞經減數分裂產生，開花植物的花粉囊位在雄蕊頂端的花藥內，而裸子植物的花粉囊則位在雄蕊果鱗片的外側。

27 胚珠

種子植物的胚珠在受精後發育成種子，其中，開花植物的種子由子房壁所形成的果肉、果皮等構造包覆，所以開花植物又被稱為「被子植物」。西瓜、木瓜及芭樂等植物的花朵子房內具有許多胚珠，為多種子果實植物，而桃、李、梅、龍眼、荔枝及芒果等植物的花朵子房內只具有一個胚珠，為單種子果實植物。

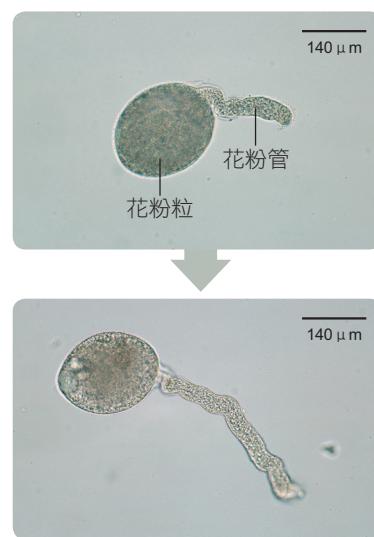
28 子房

開花植物特有的構造，指的是雌蕊基部膨大的部分。子房由一至多個心皮所組成，每一個心皮內有一個或多個胚珠，胚珠內的卵受精後，胚珠發育為種子，而子房壁發育成包裹種子的果肉、果皮，有的子房壁會形成豆莢。

每種花的外形不同，有些花鮮豔或具有香氣，例如：玫瑰花；有些花小且不顯眼，例如：玉米。

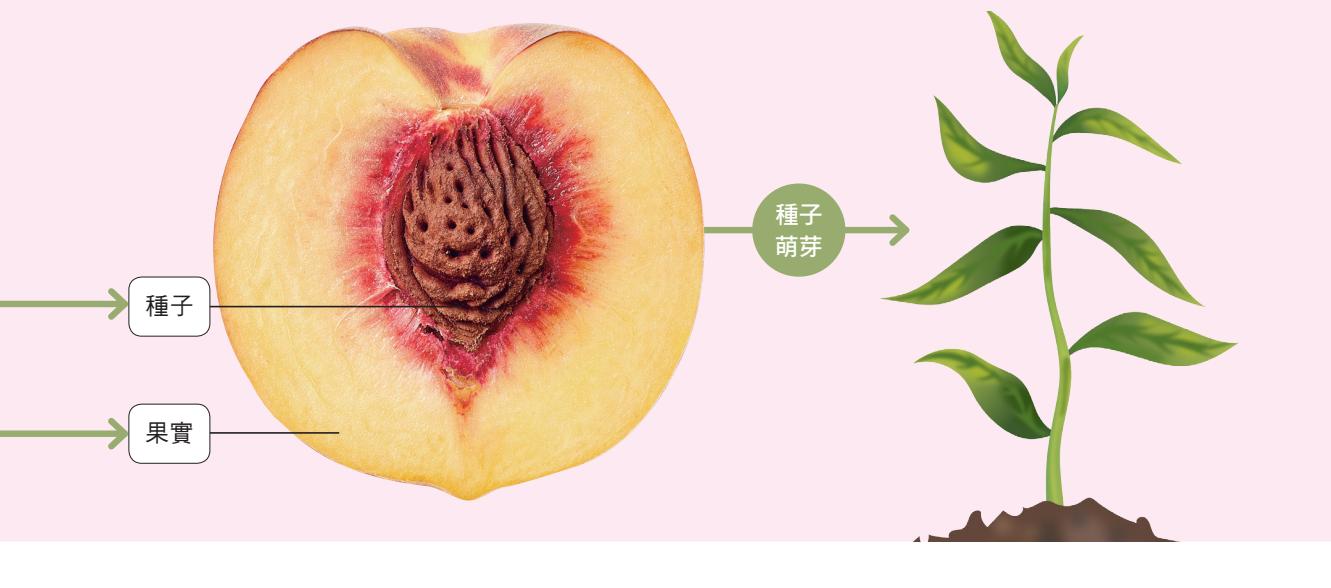
雄蕊頂端的花藥內可產生花粉粒，花粉粒傳播到雌蕊柱頭上稱為授粉。授粉後，花粉粒會萌發長出**花粉管**（圖 1-9），並向下延伸進入子房的胚珠內，將精細胞送進胚珠與卵細胞結合以完成受精（圖 1-8B）。

完成受精作用後，**胚珠**可發育為種子，**子房**則發育為果實（圖 1-8C），果實除了可以保護種子外，也可協助種子的傳播。當種子落在適當的環境，便可以發育為新個體（圖 1-8D）。



↗ 圖 1-9 花粉粒萌發出花粉管

C 發育出果實與種子



D 萌芽成新個體

29 雙重受精

被子植物的受精過程為雙重受精（裸子植物為單一受精），雙重受精的過程可分作下列步驟：

- (1) 當花粉管穿入由胚珠形成的雌配子體（胚囊）時，花粉管端破裂，釋放出二個精核。
- (2) 其中一個精核與卵結合，成為含二倍染色體（ $2n$ ）的受精卵，再發育成胚；另一個精核則與二個極核融合成的融合核結合，發育成為三倍染色體（ $3n$ ）的胚乳。胚及胚乳合稱種仁，種仁加上胚珠壁形成的種皮，即是種子。單子葉植物的種子內含胚乳及一枚子葉，而雙子葉植物的種子胚乳退化消失，養分則儲存於兩枚子葉中。儲存在胚乳或子葉中的養分，可供種子生根發芽之用。

探索小Q



答

- 玉米的雄花與雌花不在同一朵花中，且雄花小、雌花大，顏色較不鮮豔；朱槿花雌雄蕊裸露在花朵外，且花朵大而豔麗。
- (答案於表格中)
- 蒲公英果實具冠毛，可攜帶種子隨風飄散；咸豐草果實末端有針刺，可勾住動物的毛皮來傳播種子。
- 爆裂後的鳳仙花果實可藉由彈力，將種子彈出，有利於種子的傳播。

1. 下圖為玉米與朱槿兩種花朵，請觀察後說說看這兩種花的外形特徵有何差異？



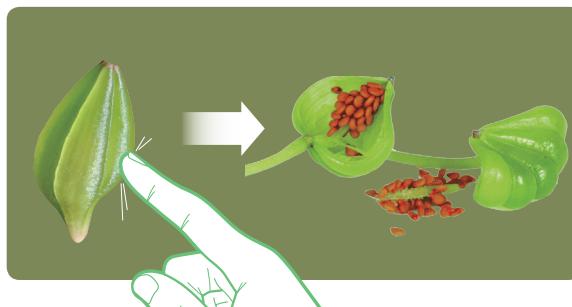
- 花粉可藉由風力、昆蟲或其他動物的協助而傳播，請你推測第1題中兩種花是如何傳播自己的花粉，並在表格中勾選出答案，說明判斷的依據。

	花粉較輕	靠風傳播花粉	吸引昆蟲傳粉
玉米	✓	✓	
朱槿			✓

- 觀察下圖植物果實的外形，你可以猜猜看它的種子是如何傳播的？為什麼？



- 鳳仙花成熟的果實受到碰觸，便會爆裂扭轉，你可以說說看它對於種子的傳播，有什麼幫助嗎？



5 無性生殖與有性生殖的優缺點

無性生殖因不經過受精作用，單純利用細胞分裂就可產生後代，所以後代可以完整保存親代的特性。但是，當遭遇環境較大的變動時，這些特性相同的個體有可能因無法適應環境而集體死亡。

有性生殖的過程中，不論是配子的形成或結合，均會產生許多新的遺傳組合，使子代具有不同的特徵以適應多樣的環境，進而延續物種的生存。

其實大多數能進行無性生殖的生物，也存在有性生殖的能力，可藉由有性生殖的過程，產生與親代特徵不同的子代，來適應變動的環境。



有性生殖 vs. 無性生殖

	有性生殖	無性生殖
定義	需雌、雄個體共同完成	單一個體即可完成
分裂類型	細胞分裂與減數分裂	僅細胞分裂
受精作用	有	無
繁殖速度	慢	快
親、子代差異	大	小 (可保留優良基因)
環境適應力	優 (利於變動環境)	差



觀察活動 1-2 觀察卵細胞 30

目的

觀察雞蛋外形及內部的相關構造。

器材 (以組為單位)

口燒杯(或透明碗) × 1 口雞蛋 × 1 口鑷子 × 1
口剪刀 × 1

步驟

- 1 取一雞蛋，仔細觀察其外觀是否一端較鈍，一端較尖。



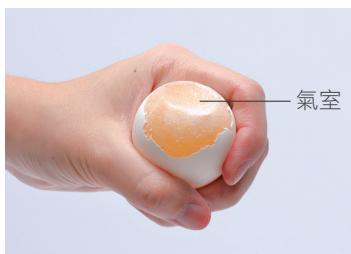
- 2 以剪刀把手輕輕敲裂鈍端



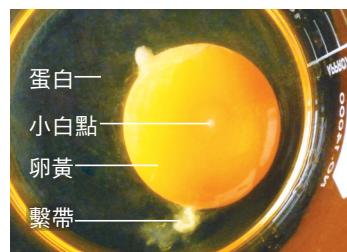
- 3 用鑷子小心剝掉蛋殼



- 4 觀察蛋的氣室



- 5 將殼膜剝除，讓內含物流到燒杯內，觀察蛋的各部位，並將其名稱填入紀錄簿中。



看不到小白點怎麼辦？
有時小白點會剛好在底面或側面，不妨直接拿起燒杯觀察。也可以用培養皿將卵黃翻面，就可以觀察到小白點。

問題與討論

- 雞蛋中小白點及卵黃組成卵細胞，此兩部位分別相當於細胞內的何種構造？
- 已受精的雞蛋，胚胎發育時所需的養分由何處供應？
- 蛋殼和繫帶有什麼功能？
- 想一想，沒有交配的母雞會不會下蛋呢？

問 題與討論

- 小白點含有卵細胞的細胞核，卵黃則是卵細胞的細胞質(卵黃外圍的薄膜包含卵細胞的細胞膜)。
- 胚胎發育所需的養分由卵黃和卵白供應。
- 蛋殼可以保護整個雞蛋，繫帶可以固定卵黃的位置。
- 沒有交配的母雞還是會下蛋的，因為母雞下蛋是固定排卵的行為，不會受到交配的影響。所以生產雞蛋的農場中飼養的都是母雞，牠們都不需要交配，就能定期下蛋。

30 母雞的生殖系統

此圖可以協助學生理解，母雞卵巢中的卵，只有卵黃，沒有卵白和蛋白。卵黃需要經過輸卵管和卵殼腺，層層包裹上蛋白和蛋殼之後，才會產出，成為我們看見的雞蛋。



活動注意事項

- 提醒學生在使用剪刀、鑷子時注意安全。
- 活動過程使用的工具、器皿並非乾淨衛生的食器，所以觀察完的蛋白及蛋黃不可食用。



觀察活動 1-3 探索花的構造

目的

觀察洋桔梗、百合或朱槿等花朵的外部及內部構造。

※ 對花粉過敏者最好於活動過程中戴上口罩

器材 (以組為單位)

口刀片 × 3 口滴管 × 1 口牙籤 × 1 口鑷子 × 1
口載玻片、蓋玻片 × 1 口解剖顯微鏡、複式顯微鏡 × 1
口盛開的洋桔梗、百合或朱槿數朵 × 1

步驟

一、觀察花朵的構造（以洋桔梗和百合為例）31

針對各組準備的花，觀察是否有下列各部位構造，並將觀察結果記錄於活動紀錄簿中。

1. 萼片：位於花的最外層，通常呈綠色。
2. 花瓣：位於萼片內側。顏色鮮豔或芳香四溢的花瓣易吸引昆蟲等動物協助授粉。
3. 雄蕊：位於花瓣內側，由細長的花絲及膨大的花藥組成。
4. 雌蕊：位於花瓣內側，由柱頭、花柱及膨大的子房組成。



活動注意事項

花店有時會將部分花朵的花藥剪除，避免其沾到衣服染色而難以清洗，若學生自己去花店購買花材觀察，請學生挑選花藥未被剪除的花材，並提醒店家勿剪除花藥。

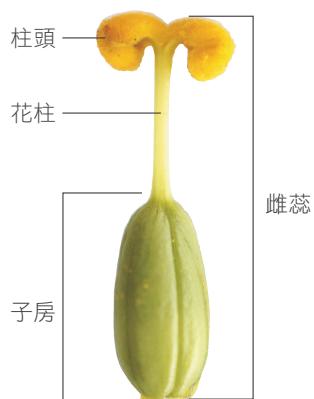
31 完全花與不完全花

開花植物所開的花，依是否完整具備各構造，分為下列兩類：

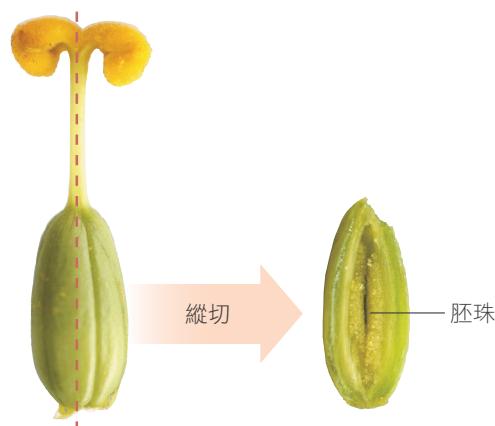
1. 完全花 (complete flower)：一朵花具備雌蕊、雄蕊、花冠（花瓣的總稱）及花萼四個構造者，例如：康乃馨、杜鵑、玫瑰、扶桑及百合花等。
2. 不完全花 (incomplete flower)：一朵花缺少雌蕊、雄蕊、花冠或花萼其中一項以上者，例如：絲瓜等。若依是否具備雌蕊及雄蕊，則分為下列三類：
 - (1) 兩性花 (bisexual/hermaphrodite)：一朵花具備雌蕊及雄蕊者。
 - (2) 單性花 (unisexual)：一朵花只有雌蕊或只有雄蕊者。只有雌蕊的稱為雌花，只有雄蕊的稱為雄花。開單性花的植物中，有的雌、雄花同株，有的則雌、雄花異株。
 - (3) 雜性花植物 (polygamous)：同一株植物上同時有單性花及兩性花者。

二、觀察胚珠的形狀與數量（以洋桔梗為例）

- ① 將萼片、花瓣及雄蕊摘除，只留下雌蕊。



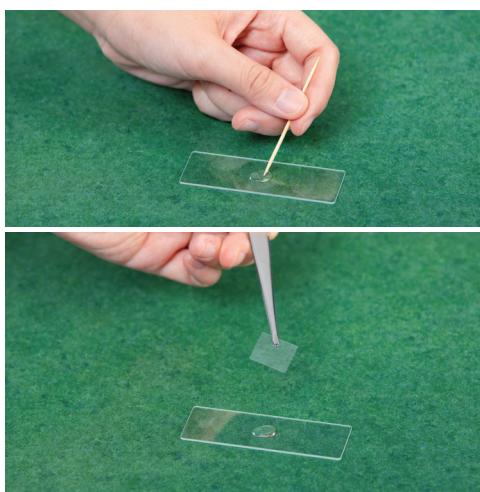
- ② 用刀片將雌蕊基部膨大的子房縱切。



- ③ 利用解剖顯微鏡觀察子房內的胚珠形狀及數量，並畫在紀錄簿上。

三、觀察花粉粒

- ① 以牙籤刮取花藥上的花粉粒少許，放在玻片的水滴上，並用牙籤攪拌一下，蓋上蓋玻片。

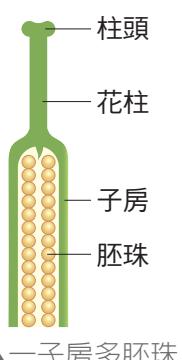


- ② 以複式顯微鏡觀察，在紀錄簿上畫出花粉粒的形狀。

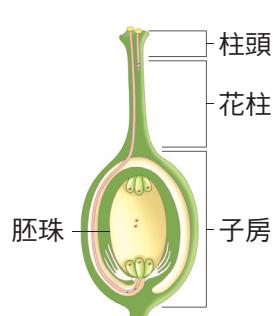


教學引導技巧

- 許多植物的花中子房含有多個胚珠，教師應提示學生注意，並指導學生繪製一子房多胚珠的模式圖與一子房一胚珠的模式圖，作為比較。



▲一子房多胚珠



▲一子房一胚珠

四、花朵的各部位構造



問題與討論

1. 洋桔梗花利用哪些策略吸引昆蟲前來傳播花粉？
2. 有的植物（例如：玉米）花粉粒非常多且輕，推想它們是以何種方式協助花朵傳播花粉？

問 題與討論

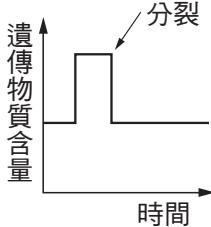
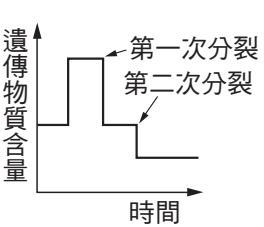
1. 洋桔梗、百合及朱槿利用鮮豔的顏色與濃郁的香氣吸引昆蟲前來。
2. 玉米的花粉粒又多又輕，很可能是利用風力來傳播花粉。

32 花粉粒的構造

花粉粒具兩層壁。外壁較厚，壁上有一至數個萌發孔，表面有突起和花紋。內壁較薄，主要由果膠質和纖維素所組成。花粉壁上的蛋白質，在花粉與柱頭的相互識別及花粉萌發和花粉管生長中有重要作用。花粉粒萌發時，內壁經外壁上的萌發孔向外突出，形成花粉管。不同植物花粉粒的形狀、大小、顏色、外壁上的花紋和萌發孔等都不一樣。

1-1 細胞的分裂

1. 細胞分裂與減數分裂的比較

	細胞分裂	減數分裂
功能	產生體細胞	產生配子
染色體複製次數	1 次	1 次
細胞的分裂次數	1 次	2 次
產生的子細胞數目	2 個	4 個
子細胞的染色體數目	雙套	單套
染色體變化	不變 $2n \rightarrow 2n$	減半 $2n \rightarrow n$
遺傳物質的含量變化	 遺傳物質含量 ↑ 時間 →	 第一次分裂 第二次分裂 遺傳物質含量 ↑ 時間 →

1-2 無性生殖

無性生殖類型	生物例子
分裂生殖	變形蟲、草履蟲
斷裂生殖	渦蟲
出芽生殖	水螅
孢子繁殖	黴菌
營養器官繁殖	根 甘藷
	莖 馬鈴薯、草莓、洋蔥
	葉 落地生根、石蓮
組織培養法	蘭花

1-3 有性生殖

1. 有性生殖與無性生殖的比較

	無性生殖	有性生殖
定義	由單一親代直接產生後代	親代需要產生配子，經過受精作用後，由受精卵發育成新個體。
受精作用	無	有
子代的特性	和親代相同	有遺傳差異
優點	方便，速度快	對環境適應力較佳
缺點	對環境適應力差	需要找到受精的對象

2. 受精方式的比較

	體外受精	體內受精
受精場所	母體外	母體內
受精成功機率	較低	較高
產卵的數量	較多	較少
生物例子	珊瑚、多數魚類、兩生類	昆蟲、爬蟲類、鳥類、哺乳類

3. 卵生與胎生的比較

	卵生	胎生
胚胎發育的場所	母體外	母體內
胚胎發育的養分來源	卵本身	多為母體提供
卵的大小	較大	較小
一次產卵的數量	較多	較少
生殖成功率	較低	較高

我們不一样

體內受精的鯊魚 33

在魚類中，所有的鯊魚都是進行體內受精的。以黑尾真鯊 (*Carcharhinus amblyrhynchos*) 為例，在生殖季節，雄鯊先競爭找到配偶，之後會咬住雌鯊的胸鰭，並將雌鯊翻轉成腹部向上，如此一來雌鯊會暫時進入休眠狀態，接著雄鯊將精子送進雌鯊體內以完成受精。至於鯊魚受精卵的發育方式則是相當多樣。



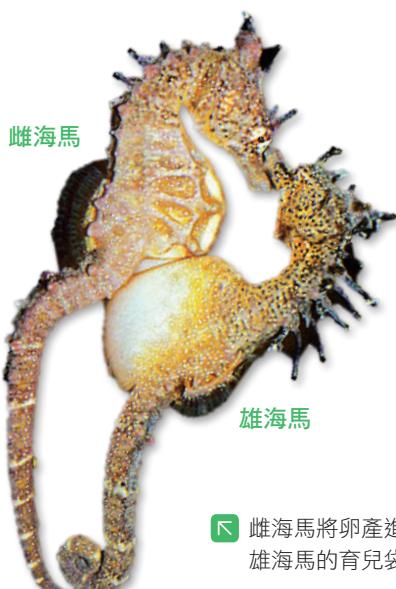
交配中的黑尾真鯊



曾經交配過的雌鯊



▼ 交配時，雄鯊咬住雌鯊身體留下的疤痕。



▼ 雌海馬將卵產進雄海馬的育兒袋

海馬爸爸的育兒袋 34

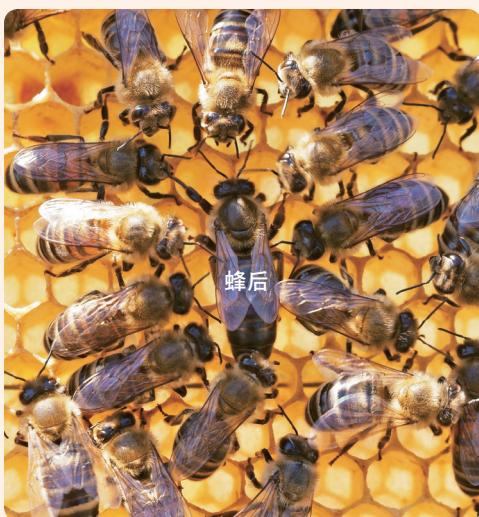
在動物的世界裡，許多雄性會把育兒的工作丟給雌性，自己則是去尋找更多繁殖的機會。

然而，在海馬的世界裡，角色是完全相反的，雌海馬只負責將卵產進雄海馬的育兒袋中，從此就不見蹤影，受精卵則在雄海馬的育兒袋中發育，經過約 2 到 3 週的發育期後，雄海馬會將數量眾多的小海馬從育兒袋口噴出。

33 鯊魚的生殖方式

鯊魚的生殖方式分成三種：

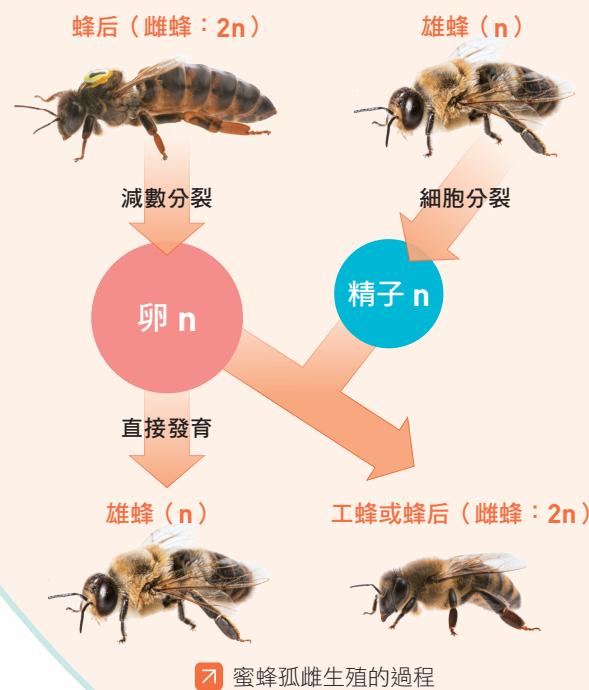
- (1) 卵生：卵生的鯊魚會將受精卵產在海草或海綿間，一次只產 18 ~ 20 個約 5 ~ 11 公分的卵。由於卵囊堅硬有如皮革，存活率往往比硬骨魚的魚卵高出許多。例如：貓鯊、角鯊。
- (2) 胎生：胎生鯊魚的胚胎和所有哺乳類動物一樣，都有一條臍帶和母體相連，胎兒發育所需要的養分就是靠臍帶當輸送帶，從母體中流經胎盤的血液裡獲得，而鯊魚媽媽的懷孕期有些和人類差不多，有些則長達 18 ~ 24 個月。例如：雙髻鯊。
- (3) 卵胎生：是大部分鯊魚的生殖方式，受精卵會留在媽媽的肚子裡發育，而發育期間所需要的養分，則和卵生的鯊魚一樣，都是由卵黃囊提供，卵黃囊內的養分消耗完畢，小鯊魚就會離開母體。例如：鯨鯊。



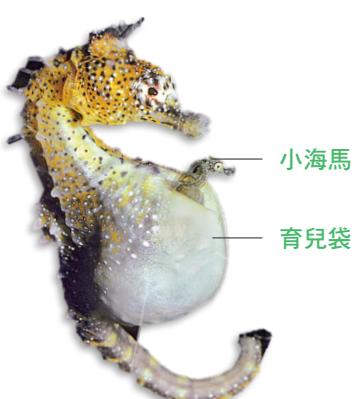
蜜蜂與蜂群

孤雌生殖的蜜蜂 35

在自然界中，有一些生物可以不經過受精作用，直接由卵細胞發育成為新個體，稱為孤雌生殖，是屬於無性生殖的一種，例如：蜜蜂的蜂后所產下的卵，如果有受精就發育成雌性個體($2n$)，成為工蜂或是下一代蜂后；如果排出的卵不受精，就發育成雄蜂(n)。由於雄蜂的細胞內只有單套染色體，因此，直接利用細胞分裂就能產生精子。除了蜜蜂之外，螞蟻、蚜蟲和水蚤等動物也能進行孤雌生殖。



蜜蜂孤雌生殖的過程



雄海馬由育兒袋產出小海馬



小海馬出生

34 海馬的生殖行為

在成功求偶後，雌海馬以排卵管把卵產於雄海馬尾部的育兒囊中，卵後來在此受精。卵待在育兒囊的時間視種類而定，一般是 10 天到 6 星期。在此期間，雄海馬以調節囊內的化學液體養育發育中的幼仔，隨著時間推展，慢慢將幼仔從其內部體液的環境轉換到鹹水環境。卵一旦孵出，雄海馬就抖動身體，將幼仔從育兒囊的唯一開口放出。雄海馬在產子後可能會馬上再接收雌海馬的另一批卵。有些種類在整個繁殖季節會維持一夫一妻配對，並產卵多次。

35 其他孤雌生殖的例子

1. 津田氏大頭竹節蟲

屬於不完全變態的昆蟲，在臺灣只分布於綠島和恆春半島，終生棲息在林投樹叢，並以林投葉為食。在野外幾乎為雌蟲，不過在臺北市立動物園有羽化出



3 次雄蟲的紀錄，更特別的是在西元 2018 年 4 月 9 號羽化出一隻極罕見雌雄同體的個體。

2. 雙髻鯊

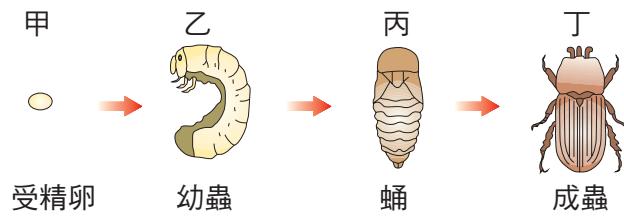
西元 2001 年美國水族館誕生了一頭雙髻鯊，牠的媽媽已經三年未跟公鯊接觸，後來研究人員分析了小鯊魚的 DNA，證實是由孤雌生殖產生的鯊魚。



歷屆會考試題全都錄

一、單選題

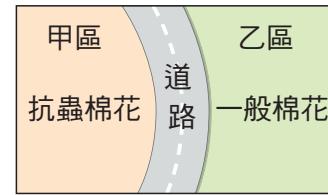
- (A) 1. 某昆蟲的生長發育過程如右圖所示，甲、乙、丙、丁分別代表不同的時期。若不考慮生殖細胞及突變，比較此昆蟲在不同時期細胞內的染色體數目，下列何者最合理？



- (A)四個時期都相同
(B)四個時期都不同
(C)除了甲外，其餘三個時期都相同
(D)除了丙外，其餘三個時期都相同

1. 昆蟲的所有體細胞，都由同一受精卵經細胞分裂而來的，因此不同時期細胞內的染色體都相同，故答案是(A)。

- (B) 2. 某人分別於甲、乙二區種植具有抗蟲基因的棉花及一般棉花，中間以道路相隔，如右圖所示。經過一段時間後，發現乙區的棉花也具有此抗蟲基因，產生此現象的原因，最可能是棉花的下列哪一構造傳播所造成？



- (A)花柱
(B)花粉
(C)胚珠
(D)子房

2. 棉花的花粉內有精細胞，內有遺傳物質，因此抗蟲基因可經由花粉隨風散播，故答案是(B)。

- (C) 3. 已知水稻中某種特殊香味的性狀是由一對等位基因所控制，包含具此香味和不具此香味兩種特徵。某研究人員將皆不具此香味的水稻甲和乙進行授粉，其子代水稻丙不具有此香味，而子代水稻丁具有此香味。在不考慮突變的情況下，根據遺傳法則推測水稻甲、乙、丙及丁的基因型，下列何者無法確定？

- (A)甲 (B)乙
(C)丙 (D)丁

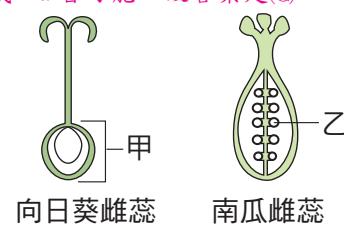
【104. 會考(25)】

3. 不具香味的水稻甲乙授粉，可產生具香味的水稻。可知具香味的水稻丁，為隱性，基因組合是 aa ，而甲乙是顯性 Aa 。甲乙生出的丙不具香味水稻，基因組合是 AA 或 Aa 皆可能，故答案是(C)。

- (C) 4. 右圖為向日葵植株與南瓜植株的雌蕊構造示意圖，已知向日葵的甲部位可發育成一個帶殼葵瓜子，南瓜的乙構造可發育成一個帶殼南瓜子，有關此兩種帶殼的瓜子為果實或種子之敘述，下列何者正確？

- (A)兩者皆為果實
(B)兩者皆為種子
(C)葵瓜子為果實，南瓜子為種子
(D)葵瓜子為種子，南瓜子為果實

【105. 會考(17)】



4. 植物受精後，子房（甲）會發育成果實，胚珠（乙）會發育成種子，因此，帶殼葵瓜子（甲）是果實，而帶殼南瓜子（乙）是種子，故答案是(C)。

(C) 5. 已知某種動物在同一個體中可產生卵及精子，但在繁殖時，仍需要與不同個體交換精子後，才能受精並產生子代。下列關於此種動物生殖及子代的相關敘述，何者最合理？

【106. 會考⑨】

- (A)生殖方式屬於無性生殖 (B)子代不具有生殖的能力
(C)子代具有親代的部分特徵 (D)子代行減數分裂增加體細胞

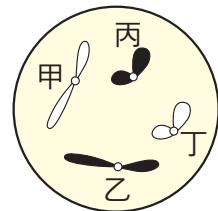
5. 精卵結合屬於有性生殖；子代具有生殖能力；子代經由細胞分裂增加體細胞，故答案是(C)。

(D) 6. 右圖為細胞內的某兩對染色體，以甲、乙、丙、丁為代號的示意圖。在正常狀況下，有關細胞進行分裂與分裂時這些染色體分離的敘述，下列何者正確？

【106. 會考⑩】

- (A)若進行細胞分裂，則甲與乙必分離至不同的細胞中
(B)若進行細胞分裂，則甲與丁必分離至不同的細胞中
(C)若進行減數分裂，則乙與丙必分離至不同的細胞中
(D)若進行減數分裂，則丙與丁必分離至不同的細胞中

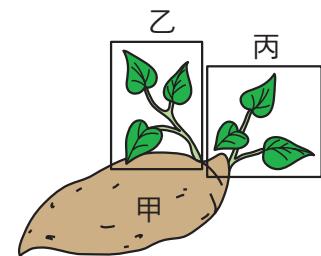
6. 減數分裂時，成對的同源染色體會分離至不同的配子中，所以甲乙會分離，丙丁會分離，故答案是(D)。



(B) 7. 右圖為一發芽番薯的示意圖，甲為番薯的塊根，乙、丙為塊根上不同的新芽。下列關於甲、乙、丙的敘述，何者最合理？

【107. 會考⑫】

- (A)甲與丙的基因型不同
(B)乙與丙的基因型相同
(C)甲為番薯的生殖器官
(D)甲與乙細胞內的染色體數不同



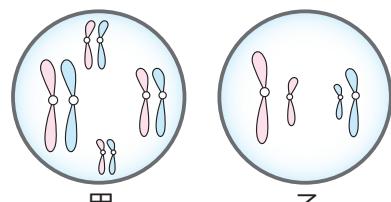
7. (A)乙與丙是甲（塊根）營養器官繁殖所產生的新芽，營養器官繁殖為無性生殖，故甲、乙、丙的基因型皆相同；(C)甲為番薯的塊根，為營養器官；(D)甲與乙的細胞皆為體細胞，故細胞內的染色體數相同，故答案是(B)。

(C) 8. 右圖為甲、乙兩種細胞所含的染色體示意圖，此兩

8. 甲為雙套的種細胞都是某一雌性動物個體內的正常細胞。根據體細胞，乙為單套的配子。(A)甲總此圖，下列相關推論或敘述何者最合理？

- 共含 8 條染色體；(B)甲共含 4 條染色體；(B)甲、乙皆具有性染色體，只是甲有成對的性染色體，乙則不具有成對的性染色體；(D)甲有 4 對成對的染色體，乙有 2 對成對的染色體

性染色體，只是甲有成對的性染色體，乙則不具有成對的性染色體；(D)甲為雙套染色體，故有 4 對成對的染色體；乙為單套，不具有成對的染色體，只有 4 條不成對的染色體，故答案是(C)。



【107. 會考⑬】

(B) 9. 小玲取了某株植物的部分組織，放入培養基中進行繁殖，有關以此方式繁殖出的新植株，下列敘述何者最合理？

【108. 會考⑭】

- (A)是由原植株的細胞經減數分裂產生
(B)是由原植株的細胞經細胞分裂產生
(C)新植株細胞內的基因為原植株細胞的一半
(D)新植株細胞內的染色體為原植株細胞的一半

9. 此為組織培養，屬於無性生殖，因此新植株是細胞分裂產生的；且細胞分裂產生的新植株，與原來的植物細胞中的染色體和基因皆相同，故答案是(B)。

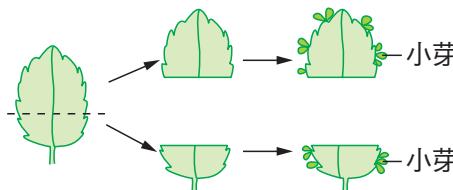
歷屆會考試題全都錄

(A) 10. 自花授粉是指植物的花粉黏附在同一朵花的雌蕊柱頭上。關於植物以自花授粉的方式生殖，下列何者最合理？【109. 會考⑯】

- (A) 屬於有性生殖
- (B) 不會產生果實
- (C) 子代不具有繁殖能力
- (D) 子代與親代的性狀皆完全相同

10. 自花授粉為花粉掉在同一朵花上，長出花粉管後，精細胞與該朵花胚珠內的卵細胞結合，其子代具有繁殖能力且性狀與親代不完全相同，故為有性生殖，答案為(A)。

(C) 11. 阿儒將一片落地生根的葉片切成大小不同的兩片，分別進行培養。經一段時間後，各自長出一些小芽，如右圖所示。有關長出兩小芽的過程中細胞所進行的分裂名稱及此分裂的相關敘述，下列何者最合理？【109. 會考補考④】



- (A) 均為減數分裂，且分裂過程中經一次染色體複製
- (B) 均為減數分裂，且分裂過程中出現兩次連續分裂
- (C) 均為細胞分裂，且分裂過程中經一次染色體複製
- (D) 均為細胞分裂，且分裂過程中出現兩次連續分裂

11. 落地生根用葉來繁殖，屬於營養器官繁殖，為一種無性生殖。用此生殖方式不須經由受精作用，故只有進行細胞分裂，不需進行減數分裂；細胞分裂分裂過程中，染色體複製一次，分裂一次，故答案是(C)。

(C) 12. 小雨想替盛開的百合花進行人工授粉，則他需將百合花的花粉沾至下列哪一構造？【110. 會考⑥】

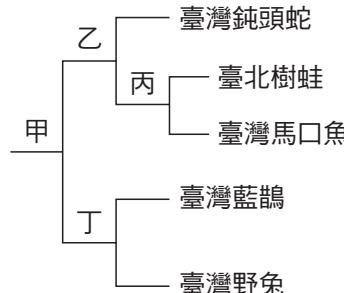
- (A) 花藥
- (B) 花絲
- (C) 柱頭
- (D) 子房

12. 花粉需要傳送到雌蕊的柱頭上進行授粉，授粉後花粉會萌發成花粉管來運輸精細胞到胚株內與卵完成受精。

(B) 13. 小杰將五種臺灣特有種生物進行分類，如右表所示，

13.(A)臺灣鈍頭蛇、臺北樹蛙、臺灣馬口魚與臺灣藍鵲都是卵生動物，只有臺灣野兔為胎生；(B)臺灣鈍頭蛇為體內受精，而臺北樹蛙與臺灣馬口魚為體外受精；(C)臺北樹蛙與臺灣馬口魚皆為卵生；(D)臺灣藍鵲與臺灣野兔都是體內受精。

臺灣藍鵲為一種鳥類



13.(A)臺灣鈍頭蛇、臺北樹蛙、臺灣馬口魚與臺灣藍鵲都是卵生動物，只有臺灣野兔為胎生；(B)臺灣鈍頭蛇為體內受精，而臺北樹蛙與臺灣馬口魚為體外受精；(C)臺北樹蛙與臺灣馬口魚皆為卵生；(D)臺灣藍鵲與臺灣野兔都是體內受精。

(B) 14. 科學家可利用生物科技複製動物如桃莉羊，在不考慮突變的情況下，桃莉羊與親代之間的基因相似程度與下列何者不同？【110. 會考補考⑤】

- (A) 番薯及其以塊根繁殖產生的子代
- (B) 青蛙及其以體外受精產生的子代
- (C) 變形蟲及其以分裂生殖產生的子代
- (D) 酵母菌及其以出芽生殖產生的子代

14. 複製動物是屬於無性生殖，其親代與子代的基因會完全相同。(A)(C)(D)番薯用塊根繁殖為營養器官繁殖、變形蟲的分裂生殖與酵母菌的出芽生殖，皆屬無性生殖；(B)青蛙進行體外受精，有經過精卵結合，屬有性生殖。

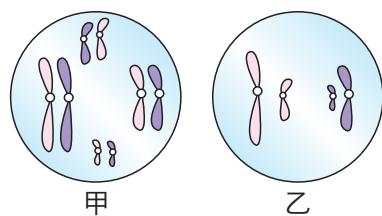
(C) 15. 右圖為甲、乙兩種細胞所含的染色體示意圖，此兩種細胞都取自同一株開花植物的正常細胞。根據此圖，推測此兩種細胞所屬的構造，下列何者最合理？

(A) 甲：花粉，乙：花瓣 【110. 會考補考(22)】

(B) 甲：花瓣，乙：種子

(C) 甲：花托，乙：花粉

(D) 甲：花粉，乙：胚珠



15. 甲圖染色體為雙套($2N$)，應為體細胞。乙圖染色體為單套(N)，應為配子。花瓣、花托與胚珠的細胞屬於體細胞($2N$)；種子是由精卵結合的受精卵($2N$)發育而成；花粉內含有精細胞屬於配子(N)。

(B) 16. 細胞內的染色體組成會因為細胞種類的不同而有差異，編號甲、乙、丙和丁分別代表人體中不同的細胞，如右表所示，下列何者不具有成對的性染色體？

(A) 只有甲 【111. 會考(39)】

(B) 甲和丁

(C) 丙和丁

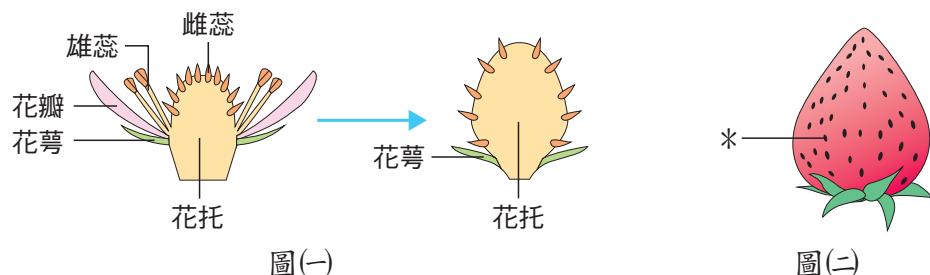
(D) 乙、丙和丁

編號	細胞種類
甲	卵細胞
乙	受精卵
丙	口腔皮膜細胞
丁	成熟的紅血球

16. 受精卵與口腔皮膜細胞具有完整46條染色體，其中包含兩條性染色體。卵細胞屬於配子，只有23條染色體，只包含一條性染色體。人類成熟紅血球不具有染色體。

(C) 17. 圖(一)為草莓花朵構造及其發育的示意圖，已知草莓是由花托處膨大而來，若圖(二)中的*構造是由草莓的子房發育而成，則此*構造應稱為下列何者？

【112. 會考(35)】



(A) 胚珠 (B) 種子 (C) 果實 (D) 花粉

17. 開花植物若完成受精作用，子房會發育成果實，故*構造為果實。

歷屆會考試題全錄

二、題組

閱讀下列選文，回答第 18、19 題：

【104. 會考④⑧】

「菰草」是生長在水邊的一種開花植物，而「菰黑穗菌」則是一種真菌，當菰草被菰黑穗菌感染時，會導致菰草的莖部因為細胞增生而膨大，形成我們的食物——茭白筍。

受感染的植株無法正常開花結果，所以農民為了得到更多的茭白筍，會切下許多此植株的嫩莖種植，使得菰黑穗菌隨之繼續在這些植株中生長，而太晚被採收的茭白筍，其內部會出現許多黑點。

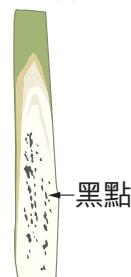
(C) 18. 根據本文，關於茭白筍的敘述，下列何者最合理？

- (A) 茭白筍內增生的細胞是由減數分裂而來
- (B) 菰黑穗菌使菰草的生殖器官膨大成茭白筍
- (C) 農民繁殖的茭白筍植株之基因和親代完全相同
- (D) 農民繁殖茭白筍植株的方式可增加植株對環境變化的適應力

18.(A)茭白筍的細胞增生須經過細胞分裂；(B)菰草的莖是營養器官，非生殖器官；(C)茭白筍是營養器官繁殖，屬於無性生殖，子代基因幾乎和親代相同；(D)無性生殖的環境適應力較有性生殖差，故答案是(C)。

(B) 19. 茭白筍內出現的黑點如右圖所示，根據本文，黑點可能是由下列何者所組成？

- (A) 種子
- (B) 孢子
- (C) 花粉
- (D) 卵細胞



19. 菰黑穗菌是真菌，用孢子繁殖，因此黑點部分是菰黑穗菌的孢子，故答案是(B)。

請閱讀下列敘述後，回答 20、21 題：

【105. 會考④⑧】

「無根萍」是原產於臺灣的浮水植物，個體極小，且無根、莖、葉之分，僅有類似葉的構造浮於水面。此外，植株內具有雄蕊及雌蕊，可開花結果繁殖後代，不過無根萍主要繁殖子代的方式，是利用植株一端所長出的小芽。當小芽成熟後，會離開母體而沉入水底，幾天之後再浮出水面長成新的個體。

(D) 20. 根據本文推論，無根萍是屬於下咧哪一類植物？

- (A) 蕨類植物
- (B) 裸子植物
- (C) 被子植物
- (D) 被子植物

20. 如文章所述，此植物會開花，屬於被子植物，故答案是(D)。

(C) 21. 有關無根萍的生殖構造或繁殖方式，下列敘述何者最合理？

- (A) 不會產生胚珠
- (B) 不會產生生殖細胞
- (C) 主要的繁殖方式不會增加遺傳的變異
- (D) 主要的繁殖方式須經減數分裂的過程

21. 如文章所述，此植物主要的生殖方式是無性生殖，不會增加遺傳的變異，故答案是(C)。

筆記欄 Memo