

這樣我們就答復了那批化學家的辯駁了：雖則浸液已經得到足以維護生命的一切情境，但是生命依舊還是不能夠產生。獲得這樣的一個結論時貢獻最大的生物學家，首推巴士德氏 (Pasteur)。巴氏的偉大而且含義很廣的工作非但是十分動聽與決定爭局，而且同時也清清楚楚的指示出來，一旦暴露到空氣裏，浸液內就即刻會發生出微生物來，這些微生物的



第一百五十二圖

Pasteur 氏做自然發生的試驗時所應用的燒瓶，當內容物倒入之後，燒瓶之頂端就密封好了，瓶的一端的開口處封固，以免細菌之驅入，但是氧是仍舊要讓牠跑入的，這樣的需要是很易做成的，祇要使凝滲水聚集一部分在彎曲處即够，生命因此也就不能在燒瓶中發生的了（由 McFarland）

生命究竟是從那裏來的呢？這是從空氣裏來的呀！在我們所謂塵埃的這種東西的大部分是包括着許多在休眠狀態中的微小的有機體；這種微小的有機體祇要遭遇到適當的水分與其他適當的情況，就會馬上再活動起來的。復次，這類微生物並不是腐爛的結果而是腐爛的原因——由於牠們自身的活動，就喚起了許多化學上的變化：腐朽，發酵；在高等有機體的身體裏，還會喚起疾病。我們現在普遍使用着藉以保藏食物並防腐的外科手術的種種方法，很可以證明這一點，我們現在，祇要舉出兩例，作為說明，就可以懂得大概了。（參看第一百五十二、第一百五十三及第二百七十八圖）

就是在現代的時候，也許會有很簡單的生命，在特別的環境情況之下（如在海洋的深處等等的環境中），自然而然的發生出來，這件事雖則很不足以相信，但也不是絕對不可能的；但是這類簡單的生命，總不能夠與古遠的祖先所遺傳下來的，異常專門化的原生質

相匹敵，於是就不能夠獲到生存的餘地。的確，要使這種活的物質，正是在發生出來的話，那末如果和我們現在所知道的原生質比較起來，這種活的物質務必是非常的簡單，甚至於簡單到我們不把牠當作原生質看待這個程度，因為即使是最簡單的有機體裏面，所有的原生質，也已經有了一個悠久的演化的歷史。

所以就我們人類的觀察和試驗所能及的範圍而言，我們確實可以說，生命是不會發生出來的，除非這生命是由前一代的生物用生殖的方法來繁殖，生命是不會自然而然的發生出來的。有無數的證據，可以用來袒護生生說的理由；但是講到自生說，就找不到一個證據了。

B 在地球上的生命的由來

假使我們承認天文學家和地質學家的憑據是對的話，那末這個地球在某一個時期裏，牠的一切情境是不適宜於生命的生存的，講到此地，我們就碰到了這樣的一個問題：究竟在古遠的時候，生命怎樣開始在地球上找到立足之地呢？因為地質學上的記載，的確證明白，在過去的幾萬萬年中，地球上是不斷的有生命的痕跡存在着的。

因此除非是我們把生命的由來，都歸功於特創 (Special creation)，——這樣一來，就馬上把生命之由來這個問題推出科學的範圍之外了，我們也就用不着在此地加以討論——我們就不得不在下面的兩個假設中，任選一個：或者這地球上的生命是從宇宙間別的星球裏攜帶過來的，或者這些生命是在過去的某個時期裏，因地球及其物質的演化的結果，而從無生物中自然而然的發生出來的。把這兩個假設記住之後，我們就可以把現代生物學家所提示出

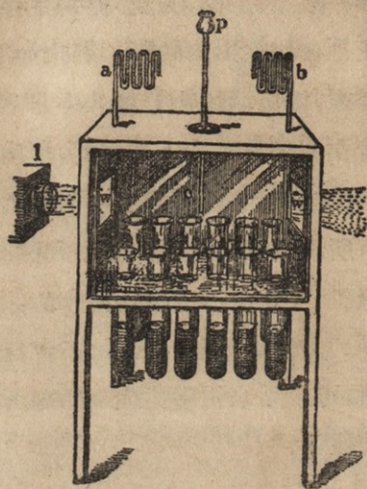
來的幾個關於生命之由來的學說，重新討論一下。講到科學上的問題，把我們所不知道的加以解釋這一件事，幾乎也有同擴充我們的知識範圍這件事一樣的重要。

(1) 宇宙生活論

既經設立了這個生生說，又承認在活的狀況下的物質，其構造是獨一無二的複雜，於是就使許多個科學家，覺得生命決計不是在地球上新發生出來的，牠是從宇宙間的別的星球裏帶到此地來的——這就是所謂宇宙生物論(Cosmozoa theory)的說法。

我們假定有幾個天體上已有生命的存在，而且在天空中又有許多小的固體的質點，到處飛來飛去。這些小質點，好比是車輛一般，把那些在天體上的簡單的生物，播送到星球上來；而且假使這星球能夠供給牠們一個適當的環境的話，牠們就能够在這星球上寄住而且向前進展。照此看來，知道生命與宇宙可有相等的年齡。

宇宙生物論之成爲可能，是靠託兩個假設的：第一生命是在宇宙



第一百五十三圖

Tyndall 氏做關於自然發生的實驗時所用的儀器。該櫥之前窗與邊窗(w, w)皆爲玻璃所製成。空氣可由 a, b. 這兩管導入。櫥中空氣之純淨的眼觀試驗，是由強的光線由邊窗透入即可（這種強光是從 l 燈裏導源的）。當空氣中不含有任何的塵埃細粒的時候，c 這許多試驗管都裝滿着滅菌的培養液；這種培養液是由 p 吸管導入的，而這類培養液很適宜於細菌的培養。但是在此等的情況之下，並沒有任何的細菌得能發育（由 Tyndall）

間的另外的地方存在着的；第二，在從一個星球到另一個星球的航行中，生命須得能夠維持而不致於死亡。當然這兩個假設，都得不到任何確定的事實，來做根據。話雖如是，第二個假設，至少也能夠貢獻些實際上可以供作討論的東西。

我們已經知道，有許多微菌和原生動物，尤其是在不良的環境情況的影響之下，往往有一種在牠們的身體的周圍發展出一層保護壁來的能力，同時牠們就在這種保護壁裏面，度着休眠狀態的生活，在這休眠的狀態中，一切代謝方面的活動，是降至最低的限度了。在這樣深藏囊內的情況之下，這些單細胞生物，就能夠忍受極度的熱量與乾燥；要使牠們是在非凡活動的時候，這種的高熱與乾燥，是馬上會使牠們的生命受到危險的。譬如說，講到微菌學裏，情形是很明白的，因為有幾種微菌的孢子，是能夠忍受酷寒的；差不多靠近了最低的溫度（要使再低下去一點的話，就會使任何的化學反應，都停止發生了），牠們還是依然能夠生存；還有別的微菌的孢子是能夠在攝氏一百二十度的高溫中暴露，頃刻而不致於滅亡。在有些比較上構造特別複雜的原生動物的殼壁，至少能夠把牠們的活力，保持到五十年之久，而有幾種植物的種子差不多過了一世紀之後，還是保持着牠們的發芽的能力；雖則『從古代埃及的墳墓裏取出來的五穀，仍就保持着牠們的生長力』這一句話，已經證實了是並不確實的。

但是活的物質在從一個星球跑到另一個星球的旅程中所須經受的困難，是不應該忽略的。隕石經了地球周圍的大氣而墜下來的時候，通常總是變到白熱的程度。倘若牠們是播布生物的車輛的話，活的物質怎樣能夠在這種火熱的車輛中生存的呢？我們祇得這樣的假設：當那些低微的生物，因隕石的攜帶而來至此星球時，這些

生物，總在隕石的極下面，離開隕石的表面極遠，因為離開得越遠，溫度也越低，而生物的生存，亦較容易。為欲避免這類的以及其他的種種困難起見，有些生物學家竟如此解釋：從有些微生物的異常細小的微粒方面講起來，光的輻射的壓力，已經足夠克服地心的吸力，因此，許多孤離而居的微菌，可以從別的天體，靠着隕石，旅行到地球上來。但使依據我們的假設，一個有機體，因為受了從太陽裏來的光波的機械壓力的強迫，就被輸送到最靠近的太陽系的空間的話，那末等到這個有機體達到地球的時候，中間至少也須隔幾千年。話雖如是，某幾個科學家倒反如是相信：因為在這宇宙間的空間中，溫度一定是極低，而且水蒸氣務必是沒有，在這些境況之下，孢子的能夠經歷一萬個年頭是和牠們的能夠經歷六個月是同樣的容易的。

不必繼續討論，我們已經明白了，宇宙生物論這個學說，是沒有方法可以證明白牠，同時也找不到法子可以反駁倒牠的。宇宙生物論把生命之由來這個問題搬到宇宙間的很適宜地不可及的難以達到的一個角隅裏去了；到了這地方，要求問題之解決是絕對不可能的。雖則用了輓近物理學家與生物學家的嚴格的科學上的公式，尤其用了我們的關於在潛伏狀態中生活能力方面的逐漸增進的知識，初看上去，這個宇宙生物論，好像是很講不通的。但是當我們很嚴格的把這個問題仔細考慮一下之後，宇宙生物論這種學說，或者也有相當價值，譬如我們可以這樣的發生疑問：何以一切的生命畢竟是發生了呢？為什麼生命的年齡不可以和物質的年齡等長呢？當那些產生生命的種細胞，從某一個世界到另外一個世界裏去的時候，何以牠們不可以碰到適宜的土地而就開始發展呢？因為這種種疑問的存在，所以說宇宙生物論，還有說得過去的地方。

但是大半的生物學家，都是抱着這類的態度：『用了我們所知道的，我們所相信的，關於地球上的物質由演進而發展的這一部分工作來講，我們覺得這些宇宙生物論，根本上是難以相信的，雖則在這樣的說法中，我們也並不反對在宇宙間的旁的星球裏，也有生命的存在的可能的。』因此我們不得不掉轉頭來，討論別的關於生命之由來的問題的許多學說，——依據這些學說，都以為生命是從地球上的無機質裏演進而來的。

(2) 弗呂氏的學說

弗氏 (Pflüger) 曾設想，地球有一個時代是在白熱的情況之下的；從這樣過度酷熱的物塊裏，發生碳與氮兩個原質的組合而做成氰根 (Cyanogen radical)——CN。這種的結合，必須吸收許多熱量，因此氰根對於有機的化合物，尤其對於生質精，能夠供給多量的物能。依弗氏設想，氰根在生質精裏面是唯一的活的，含有生命的元素。因此之故，生命之由來的這個問題，實實在在就是氰的原始的問題；同時因為氰及其化合物是在溫度極熱的時候，纔會發生的，所以弗氏就竭力主張生命乃由火而產生。

從這樣看來，假使弗氏的理論是靠得住的話，那末氰質當牠使有機化合物充實了物能之後，這種化合物，就逐漸的變為生質精與原生質，最後就演進而成為現代有機生活的異常特化的原生質。

(3) 摩爾氏的學說

摩爾氏 (Moore) 竭力主張，生命是由無生命的物質變化而來的。當地球漸漸地冷下來的時候，由一個繼續不斷的逐漸成為複雜的方法而造成這種的變化；這種漸成複雜的性質，他以為是物質固有的性質。他很通俗地解釋他的理論說：『這是一種對於一切的物質，在一切的空間內都可以應用的定則；這定則的應用之普遍，正

好像地心吸力的定律一樣——這條定則，可以叫做複雜定則 (Law of complexity) ——物質都是在不穩固的平衡狀態之下，物質都有漸漸成爲複雜的能力，所以一旦外界的環境能夠允許複雜的形狀存在的時候，複雜錯綜的形狀就成功了。因爲這條複雜定則行施的結果，原子、分子、膠狀體以及活的有機體等都發生出來了；而且到了複雜高度的時候，牠就喚起了有機進化，以及千萬種的活的模式。』照這個樣子，摩氏深信在無生物與有生物之間，就有了過渡的橋梁；而且因爲這個很有秩序的發展的結果，生命就發生出來了；當四周的環境到了某種適當的情境之內，宇宙間的星球到了造物成熟的時候，每個星球裏就都發生了生命的痕跡。

(4) 愛倫氏的學說

愛氏 (Allen) 以爲當生命開始顯現的時候，地球上物理的情境，必與現在的是很相像的，因此他並不預備來找尋地球正開始的時候，其生命是怎樣的。他說，如果生命能夠在水的冰點與沸點的限度之外而生存的話，那末這種生命務必是與我們現在所知道的生命十分殊異的。愛氏曾設想，像下列的幾種化學的反應是會得產生的：太陽光的能力，投到了含有原料的物質的水或者潮溼的泥土的上面，於是就喚起了原子間的分解與重新排列；氮從本來與碳、氫、硫，以及別種原質相結而成的氧化物裏，吸收了氧，而把牠付給與大氣。透明的液體是不會吸收多量的物能的；但是這種反應特別是在含有鐵質的溶液或懸掛液中，會得多量的發生，因爲這些化合物是會得吸收太陽光中的能力的。照這個樣子，氮化合物與碳化合物等等就在水裏，或在潮溼的泥土中積儲了起來；而且因爲氮化合物性質的不穩固而易變，更進一層的關於組成與分解等等的作用，也在這些化合物之間發生了出來。在這個時期中的生命是屬於異常

低微的種類的，因為當那個時候，還沒有確定的有機體；祇是許多很散漫的物質，在利用着物能。從這個時期到演進而達到了由細胞組成的有機體的時候，中間還隔着一個很長很長的時間。

(5) 脫羅蘭的學說

因為我們已經知道了在有機體的身體裏面，酵素是非常的重要的，所以這也是不足為奇的，如果我們要在酵素裏去找到生命的由來之關鍵；所以脫羅蘭氏 (Troland) 竟推論，生命是由於酵素所產生的。脫氏以為在地球的生存期內，總有一個時期，能夠產生一種自起接觸作用的酵素 (Autocatalytic enzyme)。這種的酵素在海洋的水中（此時的海水尚溫），與水溶液中的各種物質，很慢的起各種反應，變成一種油的形狀，這種油是與水不相混合的。在這種反應發生的時候，假使這個酵素碰到了這個反應，而能增加這反應的速率的話，那末，依脫氏推想，這個酵素是分明地被包圍在反應的產物——油狀物體的裏面的；而且假使那些固有的拼合而成的物質，無論是在油裏或在水裏都能夠溶解的話，這小小的油點就一直會得增大起來，增大到了一定的程度，復拆分為許許多多的細粒。依了脫氏的說法，最早而且最簡單的有生命的物質，就是這樣發生出來的，這種物質有着一種無限制地繼續生長的能力。

(6) 歐士卜氏的學說

歐士卜氏 (Osborn) 設想，在原始時代的地面、空氣與水液中，包着一切的化學的原質，與三種比較簡單而且重要的化合物——即水、氮酸鹽與二氧化碳這三者。用了這個做出發點，歐氏於是想像，以為生命原始時第一個步驟，就是把這些原質拉在一塊，而發生聯合的作用。當地球的表面以及海洋的溫度是在攝氏六度及八十九度之間，當空間的水蒸氣沒有很規則地接受到陽光的時候，這

種作用就發生了。照歐氏的理想，活的物質最初時的機能，乃是把那些原生質所特有的化學原質裏的電能捕捉了來，而且轉換過了；這種力量，大約祇在有熱能的地方，纔能夠發展；這種熱能或者是從地球裏發生出來的，或者是從太陽裏發生出來的。

於是活的物質構成時的第一步驟，就是將有幾種生活的原質聚集攏來，其次又將牠們連結而成爲膠懸液的物體——『這些原質，因種種互相吸引的關係，而維繫在一塊；這一羣生命的原質，因其動與反動的結果，就在這宇宙的中間，設立了一種新樣式的單體，有機的單體，卽有機體；這種單體與無機物質是頗有區別的。』

(7) 赫胥黎的話

這樣就是生物學家在計劃瞭解地球上的原質怎樣開始變爲活的物質的時候所取的幾種意見的大概。我們能夠找得到，除了宇宙生物論之外，其他的幾種學說中，都有一種共同的假設——就是組成原生質的各種原質的偶然的聚合；這種假設並不是沒有理由的，如果我們把悠長的時間觀念，以及在大自然支配之下的幾乎是無窮盡的環境上的變化，深深心領一下的話。因爲篇幅上的限制，所以我們在敘述各種學說的時候，都是非常的簡短；這對於主張這些學說的人，頗難稱爲公道。話雖如是，我們的目的，總算是達到了，如果這些學說，不但能夠解釋對於這個問題的生物學上思潮的趨勢，而且也可以解釋當科學沒有事實，或者很少事實來作根據的話，各種各樣的不同的論調，就會發生出來的了。

所以我們最好是馬上就開始講述現代生命的現象，而用了五十餘年前，赫胥黎氏(Huxley)所發的泥古的論調，來作關於地球上生命之由來這個問題的尾聲：『回觀過去時代偉大繁多的景物，我簡直找不到一種關於生命的開始的記載，所以我也找不到任何方

法，可以令我假設成功一個關於生物開始顯現時的一切情況的結論。要是既經得不到怎樣的證據而還說我對於現代生物之由來的某種方法是具有特別的信仰，那末我簡直是在誤用文字了。但是在信仰所講不通的地方，期望還是說得過去的；如果有人要我遙望，穿過了地質時期的深淵，而到一個更加遐遠的時期（在這個時期中，地球上還祇是發生着物理的以及化學的情狀；當然這個時期是不能够再看見的，好像一個成人不能够再看到他的嬰孩時期一樣），那末我很希望做一個活的原生質從無生的物質演進而來的見證人。那是類推的思考力引導我得到的一種希望；但是我要懇求你們記着的，就是我至多也祇得把我這種意見當作哲學上的信條看待而已。』

第十九章 生命的繼續

因爲言語的未臻完善，所以我們把子孫叫做一個新的個體，但是實實在在說起來，牠祇是親體的一個分枝或者親體的延長而已。——依萊司麥司·達爾文(Erasmus Darwin)

因爲依現在所知的範圍而論，現在的一切生命，都是從先存的生命裏發生出來的，而且自從物質有了活的狀況以來，這樣的情形老是繼續着，所以這是很明顯的，從古遠的地質學上的時代，一直到現在，生命之流是一直繼續着而不間斷的，而且現代的一切有機體都有着一個古遠的系統。因爲我們把這種說法，當作近數年來所積聚的許多論據的一個有理的結論，所以今後我們的注意雖得朝着更加特殊的方面；因此之故，第一我們必須在現存的生物裏所發現的由生殖作用來啓示的親體與其子孫的關係，比較詳細一點的敘述一下。

A 生殖

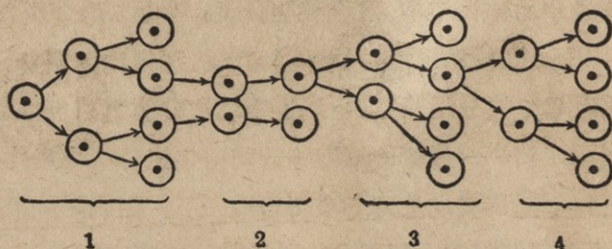
我們在上面早已說過，產生特別的與親體相類似的新個體的力量，是活的物質最重要的特性之一；這種力量是爲死的物質所沒有的。復次，生殖作用實在是一種細胞分裂的現象。這種說法，在單細胞的動物與植物裏是十分明顯的，但是到了高等的有機體裏，決計沒有這樣的清楚了。在高等的有機體裏，有許多特種的生殖腺以及異常複雜的附屬器官發育着；這些生殖腺與器官，都是爲了襄助完成生殖作用之用的。

我們尚能憶及得到，譬如在草履蟲這類的例子裏，細胞分裂時，

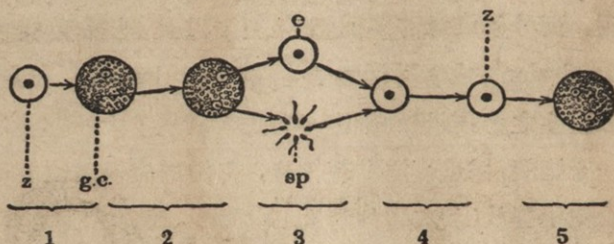
一個草履蟲分爲兩個半個；這種細胞分裂，叫做二均分裂(Binary fission)；二均分裂的結果，就把親體的樣貌，遺傳給兩個新的細胞。這種現象看起來似乎很簡單，但是這種二均分裂裏所包括的情形，實實在在要比將一個原來的細胞等分爲兩半這件事複雜得多，因爲實際上每半個草履蟲是務必重新組織一下，而成爲一個完全的新個體，這個新個體的一切部分都是和牠的親體同樣的。（參看第十五圖）

在有些單細胞的有機體裏，譬如說，在 *Sphaerella* 裏，親體細胞並不是由二均分裂而組成兩個細胞的，但是牠是由一連串同時發生的分裂，而分解成爲許多個細胞。這種分裂叫做複次分裂(Multiple fission)，或者叫做孢子生成(Sporulation)。在孢子生成這種過程發生之前，親體的細胞必定長大到異常大的容積；而且外面又有一層胞殼，保護着這個親細胞，當這層胞殼破裂的時候，就把裏面的孢子釋放出來。譬如酵母(Yeast, 酵母大半是負着發酵作用的責任的那種無色的植物)那類的生物，顯示出一種變相的分裂的樣式來；在這種分裂的過程中，先從親體裏做成功一個或者數個突出物，或者稱爲芽(Buds)；這種芽逐漸逐漸地有了親體的模樣，而且遲早就離開了親體而成爲完全的類似親體的個體。（參看第六十一圖及第一百五十五圖）

雖然這樣說，在很多很多的例子裏，由複次分裂或者出芽而發生出來的許多細胞，並不馬上拆開；牠們相互間依舊有着一種有機體的聯接，因此牠們就組成了一個羣體(Colony)。在有些羣居的有機體裏，牠們所組成的細胞，都是類似的，而且每一個細胞都保留着牠自己的個性；但是在別的例子裏，某些細胞的機能是多少受到些限制，於是生理上的分工的現象就得設立了，這樣的結果，使得本

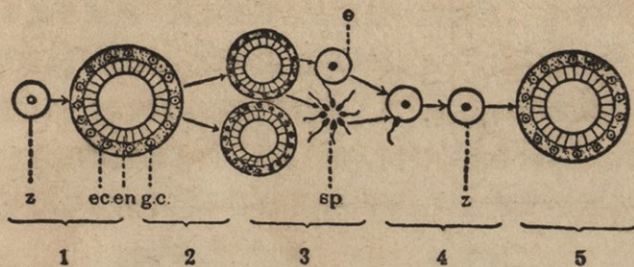


A. 草履蟲 1. 細胞分裂(二均分裂)無限數的世代 2. 暫時的接合(受精作用)每一個細胞使別一個細胞受精 3. 細胞分裂(重建時期)從每一個受精過的細胞裏發生四個動物來 4. 細胞分裂(二均分裂)無限數的世代等等

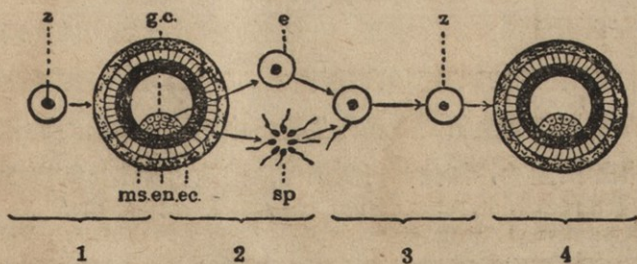


B. 團藻 1. 細胞分裂(羣體之造成)合子(z)發育而成爲一個羣體 2. 細胞分裂(無性生殖)種細胞(g. c.)發生出新的羣體來 3. 細胞分裂(配子之形成)某種種細胞產出雌卵(e); 別的種細胞則產出雄精(sp.)來 4. 永久的接合(受精作用), 一個雄精與一個雌卵相混合而成爲一個合子(z) 5. 細胞分裂(羣體之形成)合子發育而成爲一個羣體等等

來是細胞的個性,現在遷移到整個的羣居生物裏來,這種專門化的情形,大半是在論到生殖作用的時候顯示着的,在羣居的原生生物(Colonial Protista;所謂原生生物即指原生動物 Protozoa 與原生植物這兩者而言)的隊伍裏,這種專門化的情形,到了團藻(Volvox)是要算登峯造極的了;團藻的身體,大約包括一萬個左右的細胞,其中差不多有二十個細胞是專門作生殖之用的,而其餘的細胞,乃



C. 水螅 1. 細胞分裂 (胚胎的發育) 合子(z)產生出動物來, 這動物包括許多種細胞(g.c.)以及兩層特化過的體細胞, 外胚層(ec)及內胚層(en) 2. 茁芽(無性生殖)動物身體裏的一部分, 與親體脫離了而經營着獨立的生活 3. 細胞分裂 (配子之形成) 某種細胞產生雌卵(e); 別的種細胞則產生雄精(sp.) 4. 永久的接合(受精作用)一個雄精與一個雌卵相混合而組成合子(z) 5. 細胞分裂(胚胎的發展). 合子(z)產生出動物來等等



D. 蚯蚓 1. 細胞分裂 (胚胎的發展) 合子(z)產生出動物來, 這動物包括種細胞(g.c.)以及三層特化過的體細胞, 外胚層(ec.), 中胚層(ms.)以及內胚層(en) 2. 細胞分裂(配子之形成)某種細胞產出雌卵(e), 別的種細胞則產出雄精(sp.) 3. 永久的接合(受精作用)一個雄精與一個雌卵相混合而形成一個合子(z) 4. 細胞分裂(胚胎的發展)合子(z)產生一個動物等等

第一百五十四圖 圖示普通生殖細胞環。(A)單細胞體(草履蟲) (B)細胞羣(團藻) (C)簡單的 Metazoön (水螅)及 (D)複雜的 Metazoön (蚯蚓)

(仿 Hegner, 稍加改易)

是體細胞. 通常每一個種細胞, 或者叫做生殖細胞, 分裂而成為一

團；這一團細胞，就當作一個雛形的羣體而被釋放到身體外邊來；但是在某種例子裏，有的生殖細胞，變成爲雄的配子，而別的生殖細胞則變成爲雌的配子。到了雌卵受精之後（通常是由從別的羣體裏來的雄精所造成的受精作用），合子發育而成爲新的羣體，這子羣隨後就從母體裏釋放了出來。（參看第二十六及第二十七圖）



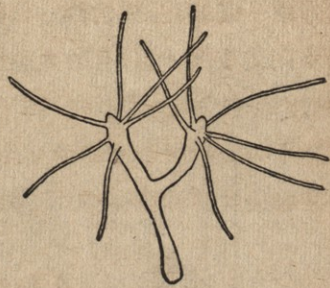
第一百五十五圖 酵母細胞，異常擴大者

A. 細胞本身，顯示出多細粒的細胞質以及一個大的空胞 B. 表示細胞核的
酵母細胞 C. 細胞萌芽 D. 母體細胞及分裂完成之後所生出來的芽

我們在上面已經指示出來過，在羣居的原生生物裏的生理上的分工，是包括生殖的與身體的兩種構造的分歧；按理，這種生理上的分工是從單細胞生物到多細胞生物這中間的一個過渡的階級。講到多細胞的生物，無論如何我們可以把牠們當作異常複雜錯綜的細胞的羣體看待；在這羣體裏面，一切專化的狀態，並不是祇限於種細胞與體細胞這兩個區域之劃分這個事件內，同時牠把體細胞轉變而成爲一個由種種各樣的體素與器官所造成的複雜體，這就是個體的身體；同時這些種體素則祇是限於在主要的生殖器官的範圍之內的。

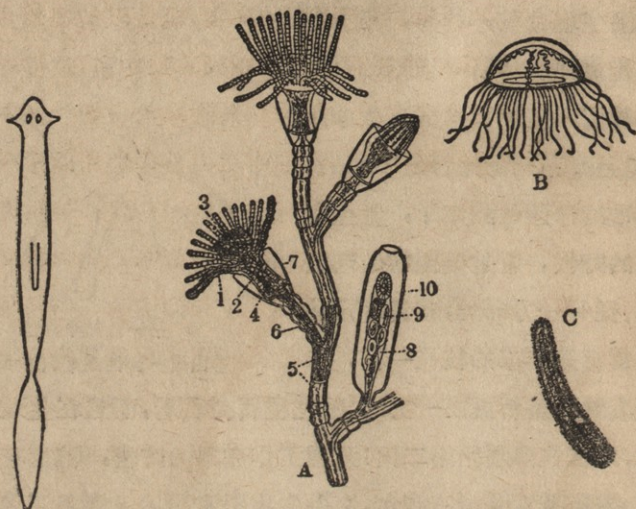
所以依照習慣上來說，體質與種質兩者間，可以多少找到些很顯著的區別出來：好像我們可以把體質當作種質的寄託所看待；而種質好像是註定了去做維持種族的工作的。這個種質繚續的學說 (Theory of germinal continuity) 通常都是與魏士門氏 (Weismann)

這個名字聯合在一起的，總承認種細胞裏面包含着一種活的有生命的物質，這物質自從有生命以來，總是毫不間斷地綫延下來的；而且牠的命運是註定了，當生命存在的時候，還是要照常的繼續下去。從另一方面說，體質好像是同種質裏分出來的枝條一樣，每一代裏總要重新更換一次的；牠把種質荷載着，而且在生殖作用的時候，將種質傳遞給第二代；這種工作完畢的時候，牠自身也就消亡了。這種種質綫續的觀念，使得生物學家對於遺傳與演化裏面許多基本問題的態度都變了；當我們討論到這些問題的時候，這一點是顯而易見的。（參看第一百五十四、第一百八十一及第二百零九圖）



第一百五十六圖
水螅由縱分裂而生殖(仿 Koelitz)

雖則綠藻以及別的羣體生物，使我們窺見某種情況，這種情況，當從單細胞生物演進到多細胞有機體的時候，大概是很普遍的，可是多細胞有機體的各種生殖的方法決不會指示出體質與種質兩者間的確定界限的設立。有許多無脊椎動物，如水螅和各種的蟲類，牠們的生殖，不僅僅是靠託着細胞的；但是牠們也可以由無性生殖的過程而繁殖牠們的自身。這種無性生殖的過程，我們叫做分裂法(Fission)與茁芽法(Budding)。儘是從表面上看起來，這種過程纔可以與原生生物裏的分裂法與茁芽法相比擬。在有些生物中，整個複雜的身體，分裂而成爲兩部分，或者更多部分。這種身體的每一部分再重新生長，把失去的部分補充起來，遂成爲一個完整而較小的個體。在別種生物以及在水螅裏，身體旁邊會發生出隆起之芽；



第一百五十七圖
扁蟲的分裂
(仿 Child)

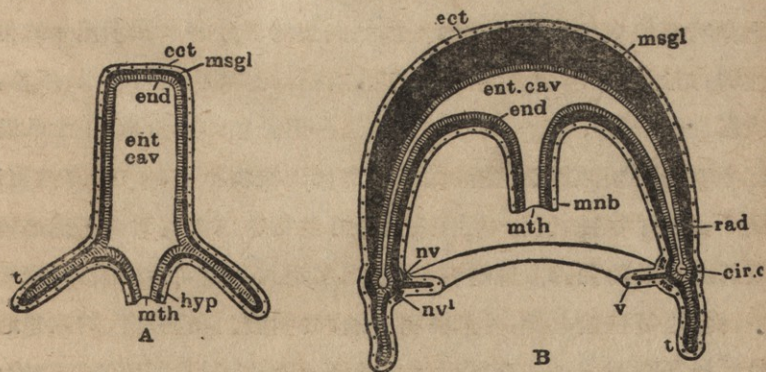
第一百五十八圖 樹蟲的生命史

A. 羣體之一部 1. 外層 2. 內層 3. 口 4. 腸腔 5. 羣體之柄 6. 7. 及 10. 外骨骼 8. 生殖囊 9. 水母芽
B. 自由游動之水母. C. 與樹蟲很接近的種類的那些具纖毛的幼蟲 (仿 Parker 及 Haswell, Shipley 及 MacBride, 及 Allman)

這類新芽或者是在還沒有離開親體的時候，或者是在與親體分別之後，獲得與親體同樣的形狀。（參看第一百五十六及第一百五十七圖）

在有許多類似水螅的動物，牠們所生出來的芽，永遠地固附在身體的上面，所以結果發育了一個羣體，這羣體是由許多有機地連接着的水螅似的個體（即被稱為芽體 Hydranths 的構造）所組成的。復次，這種情況，會喚起各種芽體間的生理上的分工；這種芽體也可以在構造上多少有點變化，這樣就設立了許多功用不同的個體——譬如說，經營營養作用、保護作用及生殖作用等等的個體。因此水螅型的羣體 (Hydroid colony) 就顯示出一種被稱為多態

(Polymorphism)的現象。我們現在的興趣，祇是限於經營生殖作用的芽體裏面的，這種芽體在有許多水螅類的動物裏，是變相到這樣的地步，竟使牠完全要靠託了整個的羣體以求一切生活上之必需的條件；牠們祇是一種構造，這種構造由茁芽作用而形成別種個體，這樣產生的個體我們叫做水母(Medusae)。這種水母，產出了之後，就離別了親體而游了開去；從外表上看起來，通常牠們是與產生牠們的羣體裏的任何一個芽體都是不相類似的；但是如果把牠們的構造仔細的研究一番之後，牠們的體式是與其餘芽體的體式根本上是相同的；牠們實在是自由游動的有性的芽體；在這種芽體中，有些會產生雄精，而別的則會產生雌卵。水母將牠們的兩性的產物，釋放在水裏，就在水裏，發生了受精作用；受精的結果成了一個合子，再從合子裏產生出一個自由游動的胚胎來(即幼蟲Larva)。這幼蟲後來就固附在水裏面的物體上而且馬上發展而成爲一個水螅型的羣體。(參看第八十三、第一百五十八及第一百五十九圖)



第一百五十九圖 表示水螅或樹蟲的芽體(A)與水母(B)根本上類似的構造
 cir. c. 環管 ect. 外層 end. 內層 ent. cav. 腸腔 hyp, mnb, 近口的區域(mth)
 msgl. 中膠層 nv, nv'. 神經環 rad. 幅管 t. 觸手 v. 緣膜(由 Parker)

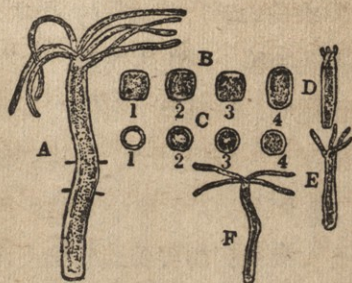
這樣，在有幾種普通的水螅類動物，如樹蟲(*Obelia*)等等，在牠們的生命史中，顯示出兩個分明不同的世代——一個固定的多態的由許多芽體做成的羣體，以及一個自由游動的水母。這個羣體是由兩性生殖而產生的，可是牠本身是無性的；反之水母是由無性生殖而產生的，不過牠的本身是具兩性的。這無性生殖與有性生殖很有規則地先後輪流，於是世代交替的現象，也就發現了；這個世代交替的現象，很可以令我們憶及在某種植物裏存在着的情形。

無性的以及有性的生殖方法之先後交替，每代的個體都多少有點構造上不同，這種情形在無脊椎動物的隊伍裏是很普遍的，特別是在寄生蟲方面，這種情形尤為普遍。結果弄得這類動物的生命史變為異常的複雜錯綜：有幾個無性生殖的、有性生殖的，以及孤雌生殖的世代先後交替着，以適應那種住在別一個動物或許多動物的體內的特別狀況。（參看第二百五十一圖）

從這樣的生命史裏，我們可以看得很清楚：好像是種細胞老早就從體細胞裏分別開來的這句語，不應當死板板的按字直解的。植物和動物在恢復因各種各樣的受傷而失去的部分時所顯示出來的再生的力量，也足以申述這一個觀念。在有許多植物裏，斷根、殘葉，或者甚至於幾片葉子，都能够產生出一個完整的個體來。在十八世紀中葉的時候，這種再生的力量是當作爲植物所特有的一種性質；到了發現了水螅之後，就有人做了許多實驗來決定究竟水螅這種東西還是動物呢，抑是植物？他們把水螅的身體切作幾段，後來馬上就發現每一段水螅，變爲一個完整的個體。在那時代的人想起來，這樣的結果是一定會得到『水螅是一種植物』的那種的結論的；但是水螅另外還有許許多多的特性，使這個結論不能够成立了。因此人們就這樣的說了：水螅是一種具有再生力量的動物。（參看

第一百六十圖)

自從用水螅來做材料的偉大的工作發表之後，再生的力量，就被承認是一個為一切的動物所具備着的基本的性質了。在低等動物的隊伍中間，這種再生的力量就極度的表示出來；但是在高等的脊椎動物裏，大半祇是限於消耗去了的細胞（如做成皮膚的外層等等的細胞）的添補而已。再生的能力，



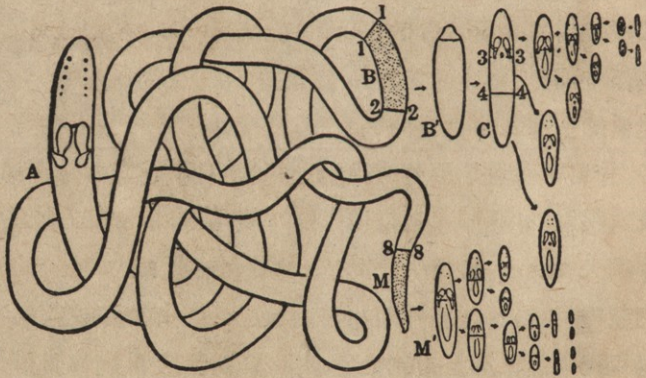
第一百六十圖 水螅的再生作用

A. 正常的水螅（線是表示切斷水螅的地方） B. 1—4 從旁面看起來，A 這一塊水螅的變化 C. 1—4 同上（是從一端觀察得來的） D. E. F. A 這一段水螅往後的種種變化（由 Morgan）

是原生質的一種基本性質的一方面，這種原生質的基本性質，就是生長，不管這再生還是把草履蟲的一部分的復原，或者是把扁蟲的一段成爲整個的個體，或者是把半條蚯蚓，變成爲全條，或者是補充蝸牛所失去的頭，蝦所失去的爪，或者火蛇所失去的腿等等。但是我們還得承認，和生長作用相連的，另外還有許多複雜的過程，這些過程把構造已經是複雜的體素與器官，重新再變爲簡單（這就是叫做除分化作用 Dedifferentiation）；等到這些體素與器官變爲簡單之後，隨後又發生一次分化作用，這樣，身體的一部分再可以變爲一個正常的完整的個體。要是讀者不相信這種事實的話，請看那些海居的扁蟲好了。這種扁蟲可切斷到等於原來體長的二十萬分一下來，而還能夠變成微小的，但其身體構造如原來一樣的那種個體。

再生現象的實驗，在關於生物的整理的力量方面，的確是開了一個新的局面；這種整理的力量，是爲從原生生物到脊椎動物，從卵

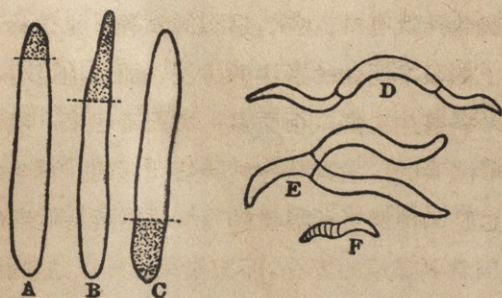
子到成長的動物所共有的。復次，這類的試驗，也供給一種對於有些生物學上的根本問題的解決的方法；而且牠還有一種實際上的價值的。外科醫生從傷口復原這一方面看起來，現在已經得了許多關於一般體素的，尤其是對於神經體素的，再生的能力的知識了；而且這是為捕蠔者所熟悉的——或者說是他所應該熟悉的——如果他因為要謀蠔的安全，而把星魚撕碎以期毀滅牠的話，結果祇是把蠔子的仇敵增多而已。（參看第一百六十一至第一百六十三圖、第一百七十七圖、第一百七十八圖）



第一百六十一圖 一種扁蟲(*Lincolia socialis*)的再生現象

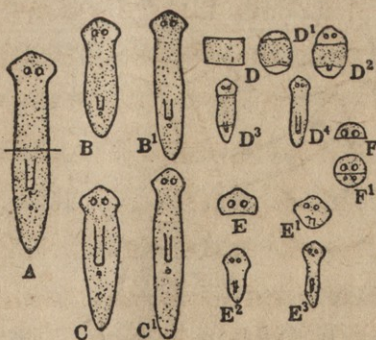
A. 正常的扁蟲 B. B'. 從身體裏截下來的一段，和十二天之後，這一段的形態 C. 就是上面截下來的一段扁蟲，三十天後，變為這樣；在3-3與4-4這兩個平面上再截下一段來，繼續下來的切斷與再生，是用箭頭來表示的 M. M'. 用了扁蟲後端來做的同樣的試驗與結果

在許多低等的動物和植物裏，分明是幾片身體的體素，也有力量，可以補足而成為一個具有生殖器官與種細胞的完整的個體。這類的事實，使我們不得不有這樣的一個假說：至少在身體的體素裏面是有着一種關於種細胞的能的供給，藉此當某種種細胞消耗去



第一百六十二圖 蚯蚓的再生與移植

A. 蚯蚓的後端再生前端 B. 後段在前端再生一尾，結果使蚯蚓的兩端，每端都有一尾 C. 前段再生一尾 D. 三段連一長蚯蚓 E. 兩段連成一雙尾蚯蚓 F. 前段與後段連成一短蚯蚓，圖中有細點處表示再生的部分 (由 Morgan)



第一百六十三圖 一種扁蟲 (渦蟲 *Planaria maculata*) 之再生
A. 正常的扁蟲，經過一條線的地方，截而為二 B. B'. 同 C. C'. A 的前後兩部分都再生出來，而變為完全的動物 D. 從扁蟲身體上切下來的一段 D¹, D², D³, D⁴. 由 D 段的身體再生而得的各時期 E. 除了身體的渦蟲的頭 E¹, E², E³. 把 E 再生而變為整個個體的各時期 F. 與 E 處的試驗是相類似的，但是在這試驗中，並不生出身體來，而是在相反的方向，生出一個新頭(F¹)來

(由 Hegner, 仿 Morgan)

了的時候，就可以得到補充。驟視之下，好像這種事實，是很不能够符合種質是有連續性的那種說法的；但是種質之有連續性確是一種事實，不管種細胞還是在個體發展的早期就分別開來的呢？還是後來轉變為外形似特別的體細胞那樣的呢？這真是到了這問題的焦點了；當我們把細胞分裂的詳細情形討論過了之後，我們就會領略到這些。

B 種細胞的起源

我們在前面已經描述過，脊椎動物在長成的時候，牠們的種細胞是儲在一定的器官之內的，這就是說，牠們是儲藏在卵巢與睪丸的裏面的；個體之所以有生殖的能力，完完全全是依賴着這些種細胞的。話雖如此，這一點好像是很清楚的，並不是祇叫由在發展時組成卵巢與睪丸的體素的分裂就會使原始種細胞發生出來的。究竟在脊椎動物裏，種細胞在什麼時候纔會分別出來，我們現在還沒有確切的知道，但是推測起來，總是在胚胎生活的早期，這情形已經發現了，大約是在雌卵分割的時候。為了當滋長的時候，體素之遷徙，並且也由於種細胞本身的變形運動，於是這些種細胞最後遂達到了包裹着體腔背壁的表膜上的一定的地位，當個體向前進展的時候，這表膜就變為生殖腺的一部分了。

至於那些已經達到了睪丸或者卵巢裏面的原始種細胞的命運，我們的知識，就比較得很確切了，我們能够很確實的找出牠們的分裂和牠們的變形來；這樣變形了之後，結果就形成了配子：就是雄精與雌卵。第一，這些原始種細胞繼續在睪丸與卵巢內分裂，結果遂產生了多量的形態較小的種細胞，叫做精原細胞(Spermatogonia)以及卵原細胞(Oögonia；參看第一百六十六圖 A、B)。

(1) 間接分裂

在提到由精原細胞與卵原細胞分裂的結果所造成的配子的起源之前，我們必須先把包括在一切模式的細胞分裂裏面的這種複雜的內部的過程，來詳詳細細的描述一下；這種過程，我們叫做間接分裂。在從前，當我們提到細胞原始的時候，我們並沒有將間接分裂來敘述過，因為我們要等到讀者，能夠完全瞭解間接分裂的重要性的時候，纔把牠來提及。（參看第十圖）

用最簡單的話語來說，一個模式的靜止時期的細胞，就是說，一個不在分裂的細胞，包括一粒裏面藏着一個細胞核的細胞質；細胞核裏面分佈着許多染色質，所以牠呈現着網一般的形狀。我們將會記憶得到，除了細胞核之外，另外還有一個很重要的細胞的構造，這就是中心體，中心體看起來好像是很小的細粒，牠的地位是在一個靜止細胞的細胞核的鄰近。爲了實際的瞭解起見，我們可以把細胞質當作間接分裂發生的場所，把中心體當作活動的原動力，把細胞核，尤其是細胞核裏面的染色質(Chromatin)當作主要的物質；就是這一點物質，間接分裂把牠很正確地傳佈到牠的正在形成的兩個子細胞裏面去。把這一點事實記住之後，我們可以繼續敘述間接分裂的幾個主要時期的大概；雖如此說，各種各樣的細胞裏的差異是很多的，任何的一般的論述，無非祇是把這個過程的基本的格式顯示一下而已。

廣義的講起來，間接分裂可以分爲四個主要的時期：初期(Prophase)、中期(Metaphase)、晚期>Anaphase)和末期(Telephase)，在每一個時期裏，無論是細胞核，細胞質或者中心體中都發現着特殊的變遷。（參看第一百六十四圖）

在初期開始的時候，或者是還要早一些，一個中心體分裂而成爲

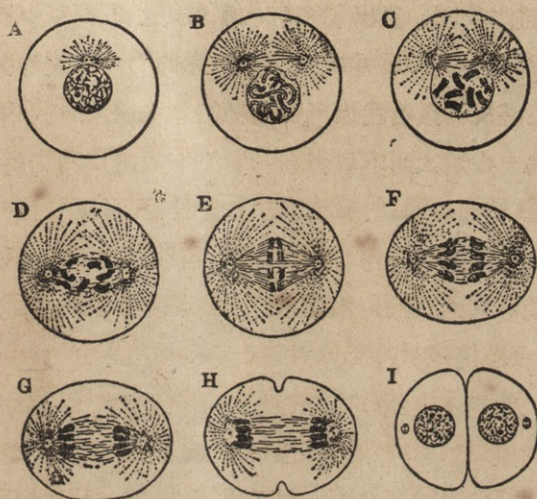
兩個；中心體之周圍，現出了多數的星射線，這種星射線很可能的乃是細胞質流——那些為眼睛所看得見的物理化學的能力的表現。兩個中心體及其星射體後來就漸漸的分手，移到細胞核的兩極去，而在兩個中心體之間的星射線是特別的拉長，到了最後，牠們排成一個紡錘狀的物體，叫做中央紡錘體(Central spindle)。當這種變遷正在進行的時候，細胞核也是在活動。核膜是逐漸地消失了，而本來是排成網狀的染色質粒，好像是重新排列了一下，而成為一條多少有點連接着的染色質線，這種染色質線叫做染色絲帶(Spireme)。雖如此說，這染色絲帶是代表許多個染色質的整體而已；這染色絲帶隨後就縮短而變粗，成為染色體(Chromosomes)。在不同的種裏，染色體的數目的差異是很大的；但是在同種中的細胞裏，染色體的數目都是一樣的，而且牠們都是雙數的。

當染色體已經得到了確定的數目的時候，染色體移到紡錘體的中央去，於是初期就告了結束。在這紡錘體的中央，染色體在一個平面上排列着；這個平面，與中央紡錘體的長軸是成直角的，這個平面就在兩個中心體的正中間，這樣就做成功這個被稱為赤道板(Equatorial plate)的東西。

現在這個時期已經是到了染色體的極點，就叫做中期(Metaphase)，每一個染色體各自縱裂，成為兩個照這樣子，成千成萬的做成染色體的染色質粒中的每一個。都是極對均勻的分為兩部分了。於是兩套類似的子染色體，也就形成。

染色體的分裂完成了之後，每一套的子染色體就沿了紡錘線而向着紡錘體的一極趨行；這樣一來，中期就變為晚期(Anaphase)。而且照這個樣子，每一個中心體遂與一套子染色體相接連。

最後面的一個時期是末期(Telephase)，末期裏的特點是胞核的



第一百六十四圖

體細胞的間接分裂的各時期，在這間接分裂中，染色體的數目假定是八個

A. 初期之開始，在這時候，染色質仍就顯示出網狀的排列來，中心體已經分裂，四周圍着星射線 B. 初期（較早的時候）：染色質集成長線，中心體分開，而在兩個中心體之間，發現出紡錘體來 C. 及 D. 初期（較遲）：核膜消滅，染色質長線分段而成爲染色體 E. 及 F. 中期及晚期（較早）：染色體在赤道片上排列着，在這時候，每一個染色體縱裂而成爲兩個染色體 G. 晚期（稍遲）：兩隊染色體各向一極進行 H. 末期：染色體將不能分辨，星射線與紡錘體消失，細胞質開始分裂 I. 間接分裂完成，結果成爲兩個細胞

重新構成與細胞的分裂這兩者。染色體變爲不十分明顯，因爲牠們在每一個子細胞的細胞核中重新繞出而組成染色質的網狀的物體；細胞核膜又發生了出來，而細胞核又具着爲靜止細胞所特有的確定的圓形體。這一點，我們必得鄭重申述：雖則在這靜止的細胞核裏，染色體的整體是消失了，但是每一個染色體的個性還是存在着，而且在第二次分裂開始的時候，同樣的染色體是從這複雜錯綜的細胞核裏跑出來的。

和這種細胞核裏的變化同時發現的，而且當那些紡錘體與星射線——間接分裂的工具——消失之前，細胞質的分裂即開始了。細胞質的分裂是很可以由在赤道片附近的細胞壁的向內凹入這一點上看出來的。這凹入的刻口，慢慢的深起來，侵佔到先前是赤道片的平面上去，到了後來，細胞質就完全分開為兩個：每一塊細胞質包含一個細胞核及一個中心體。這樣，由間接分裂的方法，一個母細胞就把牠的個性分送給兩個子細胞。細胞分裂——或者說是生殖作用——就此發現了。

當我們把這種現象這樣簡單敘述一下的時候，我們的主要的思想究竟是什麼：這種現象曾經經過了無量數的年代，而且現在還是在每一種活的東西裏進行着，在這個一瞬刻間，這種過程還是照樣的在我們身體內各種細胞裏同樣巧妙地進行着！確實的，間接分裂的結果，外表上好像祇是把一塊細胞質分為兩塊；而其內面呢，則是把染色體物質這樣的重新排列一下，分佈一下，使得每一個細胞可以得到很確定的一分染色體物質。每一個子細胞務必接受到同等數目的染色體，雖則在許多例子裏，這樣分裂成功的大小上的差別是異常的大的。確實的，染色質分佈的正確好像就是間接分裂的最主要的目的。

因為要鄭重申述間接分裂時染色質的行爲起見，我們就用一個很淺顯的比方。譬如說，某人有一紫紗線，這紫紗線的每一英寸，牠的性質都是與衆不同的；倘然他想要把這紫紗線平均分授給另外的兩個人，那末，他必須把這紫紗線先解開，再把牠們剪斷，最後必須把一條一條的拆開來。真的，染色線，因此也可以說是染色體，牠們的身體上面每一部分，其性質都與其餘部分是不相同的，這種染色體的性質各不相同的部分，叫做因子(Genes)，因子就是從一個細

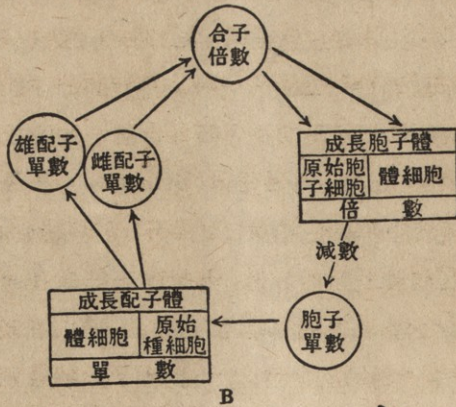
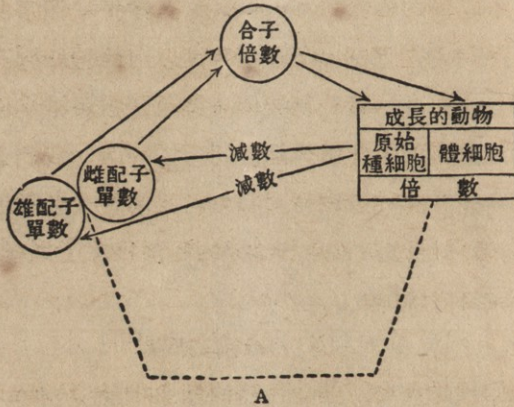
胞傳到別一個細胞裏去的決定性質的東西。因為所謂細胞分裂，就是生殖作用；所以從遺傳上面講起來，染色體是把親體的性質傳遞到子孫裏去的最主要的媒介物。當我們討論遺傳這個問題的時候，我們還要考慮到這個重要的問題，不過現在呢，我們必須回轉頭來，講述配子之原始的問題。

(2)種細胞的染色體

這是清清楚楚的，在生殖器官裏面的精原細胞與卵原細胞以及組成身體本部的一切細胞，是從受精的卵的間接分裂一直遺傳下來的子孫，這種分裂的結果，就產出個體的有機體來。講到染色體的時候，我們知道，情形亦復如此，所以每個動物身體的體細胞內的染色體的數目，是和受精卵裏染色體的數目，是同樣的。復次，因為受精作用祇是包括兩個配子之混合——細胞核與細胞核相混合而細胞質與細胞質相混合藉以組成一個合子——這兩件事情中的一件是務須發現的：或者是從兩個細胞建造而成功的合子有雙倍染色體的數目，這就是說，一倍是由雄精所供給的而其他的一倍是由雌卵所貢獻的；要不然，就務必要有一種方法，依靠了這方法，配子裏的染色體的數目減了一半，使牠祇有體細胞裏染色體的數目的一半。

實際上，在個體生活史的某時期裏，染色體的減數的情形是的確發現着的。在蘚類、羊齒類或種子植物裏，這種減數分裂的現象在孢子形成的時候發現；爲了這個緣故，所以配子體裏所包括的染色體，論其數目，祇及到孢子體裏的一半而已；而且由於兩個配子混合的結果，於是孢子裏的染色體就恢復了原有的數目。我們必須記着，我們通常所熟悉的植物，乃是孢子體；爲了實用上的目的，我們也可以說，孢子體是由孢子體直接產生出來的，因為配子體是幾乎

縮小到看不見的地步。親代孢子體以及在種子裏面的孢子體，牠們兩者間的染色體的數目是相等的。話雖如此，我們務須要把我們的注意，集中在動物身體裏的一切情形的上面；在動物裏，正當配子形成的時候，染色體的數目減了一半了。從染色體的數目這一點上着想，植物裏的孢子體是很可以與動物的體細胞相比擬的；而配子



第一百六十五圖 一種動物(A)以及一種植物(譬如說羊齒類的植物B)的圖解,是以染色體數目之倍數或單數的情形為基礎的。

體呢，則可以由在配子形成時的一對細胞世代來代表的。（參看第一百六十五圖）

動物細胞的成熟(Maturation or ripening),包括兩次細胞分裂;這兩次細胞分裂的結果,使得從每一個精原細胞裏,產生出四個雄精來;復使得從每一個卵原細胞裏,產生出一個有作用的卵,和三個微小的不成熟的極體(Polocytes),其中每一個裏的染色體的數目,祇及得到體細胞裏以及在這時期以前的種細胞裏的染色體的數目的一半。因此倘若我們要領略染色體數目減半而不損害細胞與細胞間染色質的遺傳這個過程的巧妙的話,我們必須要將這兩次的成熟分裂仔細的查察一下纔好。我們首先要敘述的,乃是雄精的起源,這過程雖則也是和雌卵的起源根本上同樣的,不過稍稍比較簡單而易於瞭解。

(3) 雄精之成熟

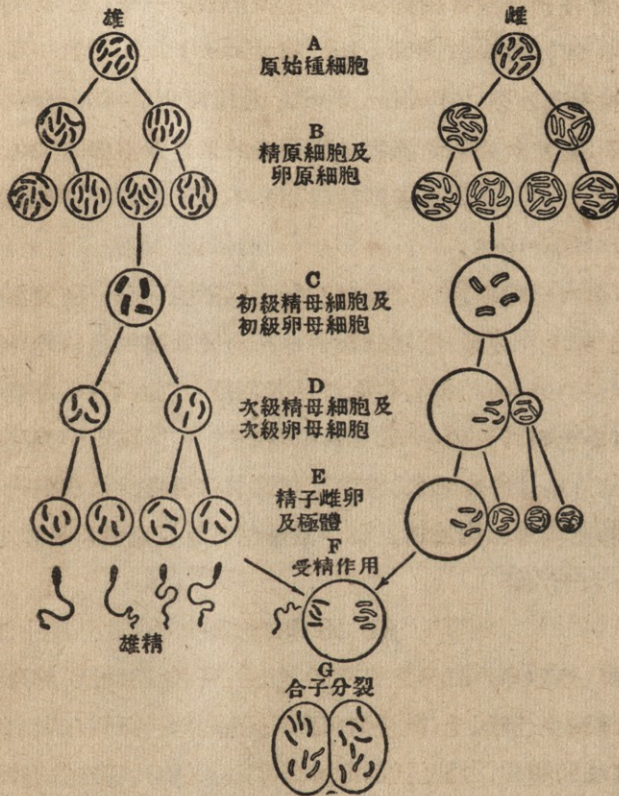
假使我們設想具有八個染色體的精原細胞(Spermatogonium),牠的容積逐漸長大,而準備着初次成熟分裂(First maturation division),這個精原細胞,就被稱為初級精母細胞(Primary spermatocyte)。當滋長時期(Growth period)行將終了而細胞將要分裂的時候,初級精母細胞裏的染色體各自兩兩的配成對;染色體的配合成對這個過程,我們叫做聯會(Synapsis)。配成對的染色體的數目分明是等於原來染色體數目的一半。這些聯會的對(Synaptic pairs),牠們在紡錘狀體的赤道,其行動正好像在通常的間接分裂裏的單一的染色體一樣。這確是很重要的一點,在晚期(Anaphase)開始的時候,每一對的染色體,互相拆離了,朝着兩個相反的方向移動:每對染色體的一枚,移到紡錘狀體的一極去。這樣一來,兩個子細胞——即次級精母細胞(Secondary spermatocytes)——剛剛

接受到存在初級精母細胞裏的染色體全數之一半。這種樣子的細胞分裂（即減數分裂 Reduction division），和其他一切的胞核分裂（即赤道分裂 Equation division）比較起來，其中最主要的差別，乃是：在減數分裂的過程中所分離的是兩個整個的染色體（即是聯會的伴侶）互相分手別離，而並不是把每一個染色體折開而分爲兩半而分手的。

在兩個次級精母細胞分裂的時候所取的過程是一種通常的間接分裂，即赤道片分裂；這樣分裂的結果就使每個次級精母細胞變爲兩個精子（Spermatids），每個精子裏面染色體的數目，還是等於體細胞裏染色體數目的一半。每一個精子，後來馬上變爲一個雄精（Sperm）；照這樣看起來，裏面具有八個染色體的精原細胞到了最後，能夠產生出四個雄精，每一個雄精裏具有四個染色體。（參看第一百六十六圖）

（4） 雌卵之成熟

我們已經熟悉，雌卵之成熟的途徑，是和雄精的成熟是一式一樣的，講到染色體之減數分裂，兩者也是相同。所以在這兩者間會發生種種的變化，乃是因爲雌卵通常是一個形體較大的細胞，裏面儲藏着在發育過程中用得着的滋養物質；而雄精則係最小的一種細胞，牠的全體，充其量祇是包括一個細胞核而細胞核的外面被着一層薄薄的細胞質而已。因此，我們祇叫鄭重地申述這一點：在雌卵形成過程中的滋長時期（經過了這時期之後，卵原細胞 Oögonium 就變爲初級卵母細胞 Primary oöcyte），牠的容積的增大，要遠勝雄精成熟過程中的滋長時期；而且發生在滋長時期之後的兩次細胞的分裂（第一次是減數分裂，而第二次是赤道片分裂）的過程中，牠們的細胞質的分裂是不相等的：有一個次級卵母



第一百六十六圖 雌雄種細胞成熟分裂之圖解

身體細胞或原始種細胞裏各有八個(雙副)染色體。左邊的表示雄精之成熟分裂；右邊的是表示雌卵之成熟分裂 A. 原始種細胞 B. 精原細胞及卵原細胞，這些細胞多半是在繁殖的時期中發生出來的 C. 滋長時期之後的初級精母細胞及初級卵母細胞；牠們的染色體是在聯會的情況之中 D. 次級精母細胞與次級卵母細胞，具備着單副的染色體，這些細胞都是在第一次成熟分裂(即減數分裂)之後發生出來的 E. 精子(牠將會變成雄精)及雌卵與三極體(牠們是從第二次成熟分裂即等數分裂裏發生出來的) F. 雄精與雌卵在受精作用的當兒聯合起來而變成合子，合子的染色體數目是雙副的 G. 合子第一次分裂後的細胞，一切體細胞，以及在成熟前的種細胞裏面的染色體的複雜的情況

細胞 (Secondary oöcyte) 是很大的，而別的一個次級卵母細胞是一個極其微小的細胞，叫做第一極體 (First polarocyte)。

隨後這個大的次級卵母細胞與第一極體兩者又重新分裂一次；前者分裂的結果，變為一個大的細胞——即是成熟卵 (Mature egg)——和一個第二極體 (Second polarocyte)，而那個第一極體又平分而成為兩極體。這樣就是產生四個細胞，這四個細胞是與雄精成熟過程中的四個雄精可以比擬的；每一個細胞裏面的染色體數目剛剛是等於體細胞裏染色體數目的一半。但是在這四個細胞中，祇有一個，就是成熟卵，是會發生配子的作用的。其他的三個極體，雖則牠們裏面的染色體也和成熟卵裏的染色體一式一樣，可是牠們是為成熟卵而犧牲了，因為牠們把細胞質都贈與這個成熟卵了。極體祇獲到被視作細胞時所必需的足夠的細胞質而已；後來牠們就即刻退化而消滅了。

這樣就是用來敘述動物裏的雄精成熟與雌卵成熟過程中諸重要點的大綱；這些過程在某一時期，包括一種通常的間接分裂的變相，牠使得每一個配子，得到這種動物身體細胞裏所有的染色體的半數。這是顯明的，這樣過程的結果，不但是使得做成染色體的物質上的減少，同時還是一種確定的染色體經過聯會之後的分離，於是這些配子就祇得到半數的染色體了。

統觀動物界，凡是兩性生殖發現的地方，那些可以當作細胞核減縮解釋的一切現象，是都可以在配子形成這個過程中觀察得到的。在有些原生動物裏，這種過程，好像祇是由某一部分染色質的凸出來做成的；但是因為每次到了我們可以觀察染色體的形狀，計算染色體的數目的時候，細胞分裂的過程，在原理上是與上述的情形一式一樣的；所以我們有充分的理由可以相信，這個過程決計不是一

種碰巧的體積上的減縮而已；而且當成熟的配子發生出來的時候，牠是帶着一種確定的染色質的遺傳，雖則在下等的生物裏，這一切都是比較來得簡單。

(5) 染色體之循環

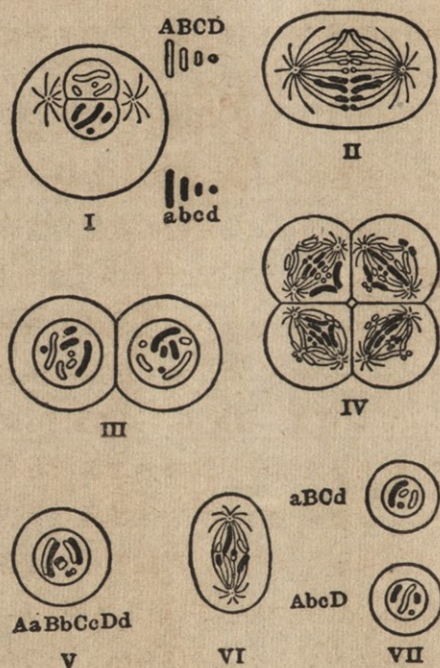
我們現在已經把種細胞的循環，審視了一週，從受精的卵說起，經過成長的動物裏的種質(Germ plasm,)後來又重復談到配子，但是我們在往後討論雌卵與雄精之混合——即受精過程(Fertilization process)——的詳細情形之前，我們先要把在上述的染色體循環開始時，受精卵裏面的染色體的狀況來回顧一下，這樣就可以把紛亂的事實清理一下。

很顯明的，一個受精的卵（就是說，每一個合子），包括兩組染色體：其中一組染色體是屬於雌卵的，所以牠們可以被稱為母系的(Maternal)染色體；而另一組染色體是屬於雄精的，所以牠們可以被稱為父系的(Paternal)染色體。當合子由間接分裂而來組成體細胞與種細胞的時候，每一個細胞都接受到兩組染色體，這兩組染色體是直接從合子裏，原有的兩組染色體裏分離出來的。所以無論是理論或者是一切的觀察都是如此：身體的體素以及種的體素裏的每一個或者個個細胞都有兩組染色體，其中的一組是從母親那邊來的，而另一組是從父親那邊來的——換句話說，牠們是在受精作用時混合起來的一套染色體的直接的嫡裔。

所以每一個身體細胞確實有雙套的染色體（兩組染色體）——而且在成熟時期之前的性細胞，情形亦復如此。於是在聯會這個過程發生的時候，同原的母系染色體與父系染色體排列成對；而且經過減數分裂之後，次級精母細胞、次級卵母細胞以及配子本身都祇有單套的染色體了。單組的染色體(Simplex group)或者稱為半數

的染色體(Haploid number). (參看第一百六十五圖 A 及第一百六十七圖)

到現在為止,我們鄭重申述,染色體的減數分裂,乃是那複雜的



第一百六十七圖 動物的染色體循環的圖解

體細胞的(雙副的)染色體的數目是算是八個。從雄精裏來的父系染色體 = ABCD, 從雌卵裏來的母系染色體 = abc. I. 配子胞核的聯合每一個配子祇有單副(即半數)的染色體; 在受精時的合子則有雙副的(倍數的)染色體 II. III. IV. 體細胞分裂, 或者是在成熟之前種細胞的分裂 V. 聯會, 包括同原的父系與母系的染色體配起對來, 這樣就成功了許多對染色體; 這些對偶的數目剛剛是等於染色體數目的一半 VI. 減數分裂——配着對的染色體重新拆開而變為單獨的染色體了 VII. 兩個配子, 每一個配子祇有單副的染色體數目; 其他還有十四種可能的不同的染色體的連合法, 此地並沒有顯示出來

(仿 Wilson 而稍加改良)

成熟現象的主要的結果：是不是染色質是如此分配着，使得一切的配子都得到同樣的遺傳？

我們在上面已經講過，事實確實證明白，不但是染色體與染色體之間，性質上是互相殊異；而且每一個染色體的各部分，牠們的性質上也大有所區別的。復次，這些性質上的殊異，乃是遺傳的物質基礎。每一個染色體上有許許多多的因子，這些因子可以決定個體或者種族的性質。實際的情形，正是這樣；在聯會過程之後細胞核裏的——即配子的細胞核裏的染色體的複雜的情形是要看在兩次成熟分裂的時候，各種的染色體是怎樣的分配着的這一點的。實際上，在某一種生物，牠們細胞裏所有的染色體的數目，做各種各樣的連結都可以，祇有一個限制，就是每一個細胞務必接受到每一對聯會配偶中之一枚，這樣每一個配子，個個配子，就得接受到一組完全的染色體，但不是常常接受到成熟之前所存在着的同一組的（母系及父系的）染色體。譬如說，假使某種生物體細胞裏面有八個染色體，那末產生配子的時候，可以有十六種各樣的種類的可能。在人類的體細胞裏，共有四十八個染色體；經過聯會之後，就做成了二十四對母系的以及父系的染色體，所以在每種配子形成的時候，可以有 2^{24} 種，或者是十七兆左右的各種不同樣的配子產生；而且因為這些配子在受精作用的時候，牠們的結合，都是雜亂而無秩序的，所以從一對親體裏來的合子，簡直可以得到幾個 Trillions 的數目的不同的種類。這是無怪的，一個家庭裏產出來的子孫是互相殊異——而生物界裏有所謂變異的現象發生。

所以祇從受精作用對於種族的影響這一點上看起來，要等到由受精作用所喚起的第二代的配子成熟的時候，受精作用纔告完竣。我們必須要把這種事實在兩親遺傳上的重要點等到後來再說；在

此地，我們祇是鄭重申說這一點：所謂生命的繼續的意思，不但是包括細胞的繼續，同時還含着細胞核裏的物質（即染色體）的繼續的意思。

第二十章 受精作用

這個整個的有機體，倒頗可以與網相比擬，這網的經是從母體那邊來的，而網的緯卻是從父體那邊來的。——赫胥黎(Huxley)

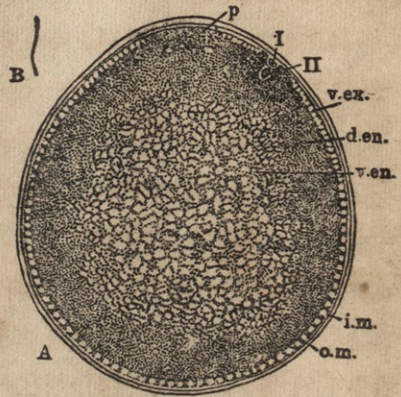
現在我們已經熟悉配子形成之方法，以及配子對於生命之繼續的貢獻，我們隨後就要把配子本身的構造的詳情，以及配子在受精的時候所喚起的許多複雜現象的重要來申述一下。受精作用的生物學上的重要，以及受精作用在每個有機體的生命和種族的生命中所做的工作，從亞里斯多德時代起，就喚起了許多哲學家與科學家的興趣，但是祇是在過去的五十年間，因為嚴格分析配子與合子的結果，我們纔可以說，我們至少已經獲到了局部的答案。

A 配子

雖則配子在有些例子中，對於特別的情境，顯示出特殊的順應作用來，但是就一般的構造上來講，一切動物的配子相互間都是異常類似的。在動物界裏，也和植物界裏一樣，我們很可以排列出許多低等動物來，牠們在分化方面顯示出各種不同的時期。我們從具有兩個構造上相類似的配子的那些動物講起，然後慢慢的循序以進，及於別種的動物，在這種動物中，雌卵是一種軀體較大，富藏食料的被動的細胞，而雄精呢，乃是一個細小活潑而具纖毛的細胞。

事實上，從細胞的大小和一般的狀態而言，雌卵所受的變化，比雄精所受到的變化還要多，因為受精作用發生之後，雌卵還須應付着這種動物發育時所有的特種狀況。譬如說，不管是在動物裏，或

者是在植物裏，雌卵的實際上的容積，大部分是要由下面這個問題來決定的：即一個正在發育的胚胎的增長，還是大部分靠託着儲藏在細胞質裏面的食料的呢？還是依賴着外界的因素的（如在雌卵裏面飄浮的海水，或者親體的體素等）呢？第一種情況是可用鳥卵來做解釋的材料的，在鳥卵裏，我們所謂卵黃這種東西，就是卵細胞的本體；這卵細胞，因為裏面儲藏着多量的食料的關



第一百六十八圖

A. 八目鰩之卵的橫切面 B. 八目鰩之雄精
d. en. 緊密之內質 i. m. 內膜 o. m. 外膜
p. 多粒的極區細胞質 v. en. 多空胞的内質
v. ex. 多空胞的外質 I. 第一極體 II. 分裂成
第二極體時的紡錘體

係，所以擴大非常，外面包圍着幾層供營養與保護作用的物質，供保護作用的物質包括蛋白、殼膜與蛋殼這三者，這些都是由輸卵管壁裏分泌出來的；當雌卵從卵巢而下降到體外來的時候，牠就一層一層地受到這些分泌的物質。從另一方面看，哺乳動物的卵（如兔子的卵和人的卵等等）是極其渺小的——講到人卵的直徑，比一百二十五分之一英寸還短——因為牠們在子宮裏的發育，根本是採取一種寄生的方式的，一切的滋養料，都仰給於其母體，所以也毋須乎在卵細胞質裏儲着過量的食料。（參看第七、第一百三十三及第一百六十八圖）

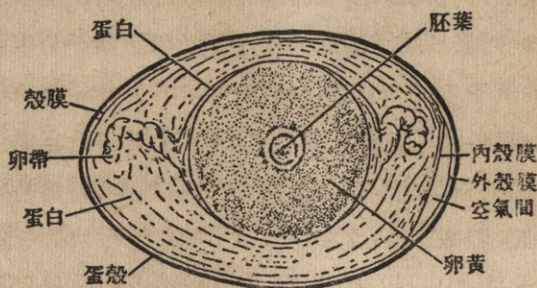
雌卵的專門化，使得牠朝着不活動的方向走，結果就變為不活動的個體，所以在受精的時候，游動着去找出雌卵這類的機能是須託

付給雄精去負責的了。在大多數的例子中，雄精靠了牠的鞭毛的打動，委實是幹着那種尋找其配偶的工作。在這種情況之下，必須有一種液質的介體，藉此使雄精可以在這液體中自由游動。這種情形的確是存在着的，或者這液體就是這整個有機體生活在其內的液體的環境，或者在大多數的高等動物裏（這種高等動物的受精作用是在子宮之內發現的）曾經有一種特別的液體是爲了這類目的而分泌出來的。雖如此說，在高等植物裏，因配子體的縮小而喚起的過度的特化，使得雄精失掉了牠的固有的靈活——花粉管穿過花柱的體素而向下生長；雄精細胞核就跟了花粉管而達到雌卵所在的地方。（參看第七十七圖）

頗饒興趣的問題就是這一個問題：究竟實際上兩個配子相遇合這件事是怎樣喚起的？在大多數的例子裏，兩個配子是碰巧而遇着的：許多雄精毫無秩序地亂跑着，遲早總會有一個雄精碰着雌卵的，這是沒有什麼奇怪的地方，但是在別的例子中，好像雄精之運動是因爲雌卵的某種一定的吸力所致的。譬如說，有幾種蘚類的雄精對於極淡的蔗糖溶液是會喚起反應的；而有些羊齒類的雄精則會被非常稀薄的蘋果酸所吸引的。在雌卵附近的體素裏，這種物質確實有得存在着。復次，有幾種下等動物的雄精，好像是可以由雌卵在成熟的時候所排泄出來的物質所吸引而移近到雌卵那邊去的。在這類的例子中，我們就沒有多少的疑惑了，特種的化學物質刺激雄精，結果是會使這兩個配子互相遇合的。這是一個化學向性（Chemotaxis）的例子：這是一種非常重要的現象，特別是講到獨立生活的細胞時，這種現象，尤爲重要。

B 配子之結合

每當單一條雄精，遇着了一個雌卵而發生作用的時候，許多先後連貫着的事情就發生了，這許多事情綜合起來，組成受精作用。雖則我們也是能够猜得到的，在受精作用發生時許多詳細的情形方面的變異是很多的，但是這些詳細的節目，倒不會把主要的事實蒙蔽了。從雄精這一方面講，雄精鑽入了之後的第一個反應，就是要阻止別的雄精再進來，而祇讓一個雄精單獨的在卵細胞之內發生作用。在有幾種低等的植物裏，阻止別的雄精投入雌卵的這件事，是由馬上分泌一種化學物質來完成的，這種化學物質是有拒絕其他一切雄精的顧問的力量的。往往在動物的隊伍裏，在雌卵的四周，形成一層膠狀物；要是已經有一層膜存在着的話，那末這層膜可以弄得牠成爲不透水，或者另外又形成一層膜。在有許多例子的雌卵裏，外面本來是有一層緊密而具有抵抗力的壁，通常這類的壁上面，總有一個小孔，以備雄精之鑽入；但是待這雄精鑽入了之後，這小孔就關閉了起來。話雖如此，某種雌卵的外面（例如在鳥卵的外面），通常有幾層附帶的物質，這數層物質，是與現在的問題不發生什麼關係的，因爲這幾層物質並不是雌卵本身所分泌的，而是輸卵管壁裏的腺體所分泌的；當受精作用發生之後，雌卵在輸卵管



第一百六十九圖 孵化之前的雞卵的內容的圖解

下降的時候，就接受到這些附帶的物質。（參看第一百六十九圖）

雌卵細胞質攔斥多餘的雄精之侵入的那種反應，牠們的重要性，通常都被別種的反應所蒙蔽了；後者常常把雌卵穩固的平衡顛倒，使牠的表面能夠滲透，於是雌卵的細胞質和牠的環境間的許多滲透的交換就發生了。這種現象中最常見的事實，就是因水分的損失所引起的細胞質的縮小；但在有些時候，特種細胞質的收縮，變形運動，或者流入雌卵的一定區域去等等情形都是看得見的。無論怎樣的說法，細胞質裏面，曾有偌大的變遷，確是一個確實的事情，是用不着懷疑的。本來是一個配子的組織，現在又馬上重新組織了一下，設立了一個往後發展而成爲一個新個體的大概。（參看第一百七十七圖 A、B）

(1) 合子胞核(Synkaryon)

現在我們要講到細胞核的問題上面了。細胞核有兩種，就是雄配子與雌配子的細胞核這兩種，這兩個細胞核的遇合，就形成爲合子胞核，合子胞核的組成是要算受精作用中最重要的一件事了。通常在雄精投入雌卵的時候，牠的鞭毛是早已消失的了；把這個鞭毛略去了不講，我們可以看到，雄精細胞核，一旦到了細胞的裏面，就朝着中央而依了一條確定的途徑跑；到了中央，牠就碰到了雌卵的細胞核。這兩種配子的細胞核，溶解而成爲染色體，這種染色體是在細胞質裏存在着的。同時這兩個中心體（每一個中心體的外面，都包圍着星射線），向着染色體的兩方面跑，結果就組成了這個模式的間接分裂的圖樣。這兩套染色體在紡錘體的中間，形成赤道片；這樣一來，不但是馬上爲雌卵的第一次分裂設立了一個間接分裂的工具，但同時也使得染色體，站在同等的地位上，很密切的連接着，用了牠們的從兩親裏獲到的可能性，而組成一種共

同的構造——新個體的複雜錯綜的細胞核。（參看第一百六十七圖 I、II）

這些都是包括在受精作用裏面的很顯著的事實，這些事實在過去的六十年間，由一大批研究者共同努力的結果而纔得光明之途的。一向來都沒有人承認雌卵是一個細胞，一直等到一千八百三十九年雪汶氏 (Schwann) 提倡了這個細胞學說之後，纔有人把雌卵當作一個細胞看待；又經過十六年的時候，人們纔把雄精也當作單細胞而論；而受精作用乃是一種兩個細胞很有秩序地混合而變為一個的那一件事，是要等到前世紀的七十年間，人們纔開始承認了：在有性生殖的過程中，每一個個體，對於子孫的造成都貢獻着一個細胞；一切關於兩性、受精、發成以及遺傳等等的問題，都是須在這個過程中找到答案的。話雖如此，如果我們把注意集中在細胞上面，我們實際上並沒有把這些基本問題之解答，弄得簡單了一些，反之，牠卻是使得人們愈加領略到細胞現象之複雜以及將這些現象用一般普遍的名詞來解說的困難。

既經承認了包括在受精作用裏面的現象是如此的複雜錯綜，又加信仰了這些都是細胞的現象，我們現在不妨回轉頭來，談一談受精作用的重要性。

(2) 受精作用的重要

在過去的許多世紀中，早已着重在這個原來有的見解，受精作用根本上就是一種生殖作用；這種觀念的反響，在現代的有幾個假說中，依舊保留着。所以保留着的原因，是根據下列那種事實的：要是不受精的話，這個成熟的卵子是會得停止發育而消滅於無形的；雄精之投入雌卵，實在給了雌卵一個適當的刺激，使雌卵能夠重新再進行細胞分裂的工作，這樣細胞分裂的結果，使一個雌卵轉變而成

爲一個成長的動物。復次，雌卵祇包括體細胞所有的染色體數目的一半（單副染色體），也包括大部分的細胞質，而另一方面呢，雄精也貢獻單副的染色體，總括一句話，在這樣轉換的當兒，分明是將半個變成爲整體了。

話雖如此，知道了這種事實之後，我們不一定就能說，受精作用根本上就是一種生殖作用。使得這類的結論所以不能成立的證據，大部分都是從在原生生物裏的受精作用與生殖作用兩者間的關係以及從某些例子裏雌卵之不能受精而生殖，即孤雌生殖等等的事實裏推演出來的。每一類的事實祇要用一個例子就可以說明一切了。

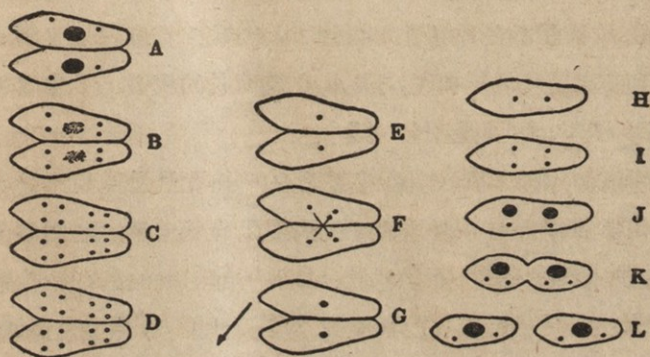
原生生物 差不多在一切已經仔細研究過的原生動物和原生植物的生命史中，都包括一個時期，在這時期裏，發現着受精作用。譬如說，在通常的環境狀況之下，草履蟲是由二均分裂的方法而生殖的。這種的生殖法，差不多一天中要發生兩三次，結果在一個極其短促的時期中，產生了一大批的子孫，來代替原來的母體。話雖如此，這些個體遲早總要顯露出一種傾向，一對一對地暫時的接合起來的；這就是交接（Conjugation）的現象。在兩個細胞交接着的當兒，這些細胞的細胞核之間，就發生了許多複雜的變化，包括染色體數目的減半以及每一個配偶中兩個配子胞核之形成。於是每一個配偶中，兩個配子胞核中的一個，遷徙過去而與別個配偶中的一個比較穩定的胞核相混合，而組成每一個細胞裏的合子胞核（Synkaryon）或者稱爲受精胞核。這樣交接之後，兩個草履蟲就互相分手，重新再建造牠們的營養的細胞核物質，而且再繼續分裂而繁殖，像先前一樣。（參看第一百七十圖）

這就是草履蟲裏受精作用的大概。通常我們總承認，合子胞核之

形成最初時的重要是必須在單細胞生物的队伍中找到的；此刻所講到的，祇是這種單細胞生物的一個例子而已。爲了這個緣故，所以多量的繁殖的試驗是用了草履蟲，和其類似的動物做題材而來試驗的。早前試驗的結果，好像是很確定地指示出來這一點：草履蟲祇能够分裂有限的次數，譬如說，祇能够分裂兩百次的光景。分裂了二百次之後，要是不發生交接現象的話，這細胞就會因乏力或衰退(Senile degeneration)的關係而至於死亡。換句話說，人們這樣的相信：因受精作用而喚起的定期的返老還童法，是爲持續種族的生命所必需的條件。所以我們所得的結論，就自然而然地變成這樣了：原生質是不能夠沒有限制地生長下去的；原生質裏面，頗有一種要使代謝作用裏的破壞的方面佔了優勢，而來壓倒建設方面的工作；受精作用的益處是在維持，或者回復年幼時的情況，這樣也就保留了種族的繼續。

這樣看起來，講到草履蟲的，從第一次受精到第二次受精，這中間的生命時期是很可以和多細胞有機體的生命時期比擬的，這些多細胞有機體的生命史，是從受精卵算起，由少而壯，由壯而至衰老爲止。這兩者間，最顯著的區別是如此：講到草履蟲，已經接合過的動物（即外接合子 Exconjugant）經過多次分裂而變爲許多個獨自生活的細胞，這些細胞相互間都是類似的，而且在後來的世代中，也有受精作用的能力；至於由多細胞生物的受精卵的分裂而產生出來的細胞，情形就不同了，因爲這些細胞依舊是當作一個單位而聚在一起的，而且這類細胞，都分化了而在個體裏充作特種的功用，除了幾個性細胞之外，其他的細胞都已失去了產生新個體的能力。要是把我們的譬喻再擴充一點的話，我們可以這樣的講，在草履蟲的例子裏，經過了受精作用之後，我們就有一個細胞活力最高

大的時期，這就是草履蟲的少年時期，經過了少年時代之後，就是一個成熟的時期，在這時期裏，細胞又變為成熟得可以發生受精作



第一百七十圖

表示在草履蟲裏，當受精作用（即接合作用）發生時胞核變遷的圖解
 A. 兩隻草履蟲沿了口緣處連接了起來 B. 大核之退化，以及小核的第一次分裂 C. 小核的第二次分裂 D 每個接合子所有八個小核中的七個都退化了（退化的小核是用圓圈來表示的）而且消失 E. 每一個接合子內藏小核一枚 F. 這個小核分裂一次，變為一個穩定的小核與一個遷徙的小核——即配子細胞核 G. 兩個交接者把遷徙的小核互相交換，交換之後即與穩定小核相混合而成功合子的胞核，這就是受精作用 G. 接合子帶了一個合子胞核而與別的连接子相拆散 H. 合子胞核第一次分裂而組成兩個小核 I. 第二次的重建分裂 K. 小核分裂，接着就是細胞分裂；模式的胞核情況已恢復了原狀

用了；要是受精作用不發生的話——也祇是在沒有受精作用發現的時候——衰老和死亡就接踵而來。照這樣看起來，在正常的草履蟲的生命史中是沒有死亡這樣一回事的，因為一切的細胞，到了成熟時期的時候，就有發生受精作用的能力。從另一方看，在多細胞生物裏，祇有些細胞，就是種細胞是保存着這種受精作用的能力的，而那些體細胞呢，因為受到了專門化的牽制，必定是要死亡的。

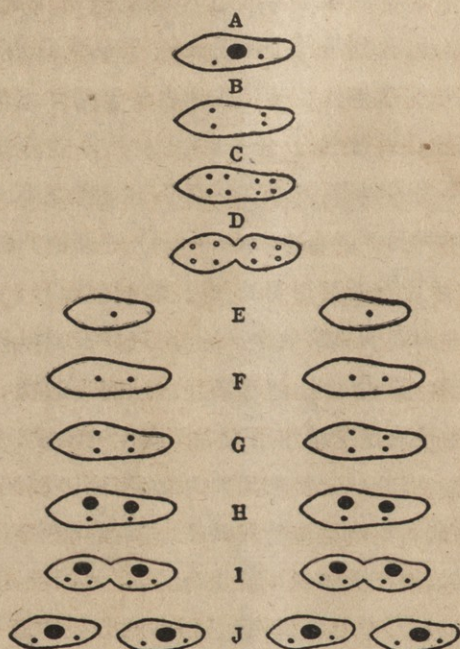
除了幾種意外的變故之外，在單細胞生物裏個體的死亡是不會發生的，因為受精作用可以使細胞本身回復到少年的時代，而細胞和這生物的個體實際就是一樣的東西。到了多細胞生物開始之後，體質和種質兩者間清清楚楚的劃分了，於是死亡這件事也就成為可能而且是設立了——死亡乃是為身體所付的代價。（參看第一百五十圖 C、D；第一百八十一圖）

雖則這個比較與對照是很有意義的——而且這樣的比較與對照也有相當的理由——但是較近的研究工作竟指示出這個事實來：草履蟲祇須在適當的情境之下，是會得無限制的進行着生殖作用的，至少在二十年之間，和一萬二千餘個世代裏，牠們是繼續着生殖作用的——並沒有受精的過程，也沒有任何退化的表識。換句話說，受精作用並不是一種消除內在的衰老現象所必需的過程。這事實，與旁的類似的材料（譬如說，在許多植物裏，有性的繁殖，即使有得碰到，也不會常常碰到的）集合起來講，就使我們可以很穩當的下一個這樣普遍的論調：受精作用的需要，並不是活的物質的原有的一種品性，但是生殖作用乃是活的物質所原有的品性，因此我們就可以證明白了：生殖作用與受精作用乃是根本上兩種不同的過程，這兩種過程到了後來，互相很緊密的聯結起來，尤其是在高等的生物裏，這樣的聯結特別來得顯著。

到現在為止，從我們所講的材料裏得到的結論都是反面的——受精作用並不是生殖作用，而且也不是生殖作用時根本上所必需的過程。那末，受精作用的重要性究竟在那裏呢？雖則我們講，在簡單有機體的生命中，在優良的環境情形之下，受精作用並不是一種必定需要的過程，但是這句話倒並不是說，受精作用不能夠當作一種刺激，來喚起原生質的活動，反之，牠委實是引起原生質的活動的

一種刺激——在特種的環境情形之下，這是一個很重要的因子，真的，我們並不懷疑，在某種例子中交接的行為，可以直接刺激細胞，喚起細胞的各種生活過程；生殖作用也是包括在這種生活過程之內的。但是好像在這種刺激之內的主要的因子並不是受精作用的要素，因受精作用的要素，乃是在於合子胞核子之形成。譬如說，在草履蟲裏，被稱爲內部混合 (Endomixis) 的那種內部胞核重新組織的過程是按了週期而發現着的，這種過程是由每一個細胞獨自擔任着，而用不到別個細胞的合作的；所以在這種過程中，也沒有胞核形成的現象。話雖如此，這種過程，分明也造成一種生理上的刺激，這種刺激是與在受精作用的時候，跟了合子形成而來的那種刺激相類似的。因此，受精作用與內部混合這兩者所共有的因子（這些祇是通常的胞核之重新組織，而並不是合子形成，因爲合子形成這種過程是須在受精作用發生時纔會有的），務必擔負着細胞內原動力的使命。（參看第一百七十一圖）

後生動物，離開了草履蟲以及其他的原生動物不講，我們可以在高等動物裏，找到受精作用的原動力的影響的事實。通常雌卵在成熟分裂之後，就停止細胞分裂的工作；要這雌卵細胞重新開始細胞分裂的工作，受精作用是必需的，細胞重新開始分裂之後，結果就將一個雌卵轉變成爲成長的動物。但是也有許多例外而是很正常的例子，在這些例子中，雌卵可以用不着經過受精作用而獨自分裂下去。這種孤雌生殖的雌卵的組成是與旁的雌卵相彷彿的，雖則有時候並沒有聯會，因此也沒有染色體減數的現象發生。我們現在不妨找一個很有趣味的例子來做比方：蜜蜂的雌卵在發育的時候，有些是經過受精作用的而有些是不經過受精作用——經過受精作用的蜜蜂發育起來變爲雌蜂，而不經過受精作用的卵發育出來變爲



第一百七十一圖

草履蟲(*Paramecium aurelia*)在內部混合的時候，細胞核變化的圖解
 A. 模式的細胞核的情況 B. 大核退化而小核第一次分裂 C. 小核
 第二次分裂 D. 八個小核之中有六個是退化了 E. 細胞之分裂 F.
 小核分裂之第一次重建 G. 小核分裂之第二次重建 H. 兩個小核
 變成大核 I. 小核分裂及細胞分裂 J. 恢復了原狀後的模式的細胞
 核情況

雄蜂。有幾種輪轉蟲與圓蟲，牠們的生產是分明地，完全是由孤雌生殖來作成的，牠們的雄者，我們並沒有知道。我們暫且把孤雌生殖對於複雜的染色體羣之影響，置之不論；但是祇是雌卵不受到雄精的影響而也會自動地分裂這一個事實，也足以很明顯的指示出來：至少是在這種的例子裏，在雌卵開始發育的當兒，雄精並沒有

構造增添到雌卵裏面去，也沒有生理上的影響，來影響雌卵。

雖然，我們可以很公平的來講，這種正常的孤雌生殖的例子，也祇好算是些對於特別情境之下的特殊的順應而已，在這類的特別情況裏，雌卵好像把雄精的機能也搶去做了，所以在決定受精作用的原有的重要性的時候，這點證據也是不足重輕的。因此，從那些所謂人工的孤雌生殖(Artificial Parthenogenesis)裏來的材料，是特別的令人信服。在最近的數年之間，我們已經找到，有許許多多無脊椎動物的雌卵，甚而至於有些如魚、蛙等等脊椎動物的雌卵，是可以由各式各樣的人工孤雌生殖的方法而喚起牠的發育的。這類人工的方法也很多，例如化學藥品，異常的溫度、振動、針刺等等；有效的刺激是因動物的種類之不同而有所差異的。

受到了這樣的人工的刺激之後，雌卵裏面究竟發生怎樣的變化呢？關於這問題，至今還不甚明瞭，但是爲了我們現在的目的，我們祇要曉得，這樣刺激之後，雌卵還是照常的分裂的這一點，也就足够了。這事實告訴我們，即使是在平時需要經過受精作用而後纔會分裂的雌卵裏牠的自身的本質上，至少也已經足夠可以開始發育這一件事；所以刺激細胞而令其開始分裂這一回事，並不是受精作用的主要的機能而祇是受精作用的一種附帶的機能而已。

把受精作用的意義的重要性，重新來敘述一下，我們可以說，受精作用這種過程，對於生活在優良的環境情形之下的原生動物的生活史中，並不是一件必不可少的事情。復次喚起受精作用的任何刺激，也是爲裏面並不包括合子形成的那種內部混合的過程所具備着的。同樣的，在後生動物裏，天然的以及人工的兩種孤雌生殖的方法告訴我們，這個孤雌的本身也包括一種機構，可以使牠的發展開始並且繼續。從這樣的觀點看起來，我們可以把受精作用當作

一種在單細胞有機體的特種或者不優良的情況之下，以及在多細胞生物的雌卵的普通的情形之下，保持一個適當的刺激的工具看待；要是沒有這種受精作用的話，這個適當的刺激，也許到了相當的時候，還是沒有用。

已經承認了受精作用的一方面是能夠與原動力的，那末，牠的主要的重要性是什麼呢？許多方面的證據，確實集中在這種的見解：受精作用使得這個複雜的種質，能有變化的機會，這一點是極其重要的，受精作用把從兩個配子裏來的許多單羣的遺傳性質各種各樣的混合，而成爲新的倍羣的遺傳性質。過細的研究使我們在草履蟲這類動物裏，可以看得出來，在受精作用發生之後的變異，比受精作用發生之前的重要多得多；因此這種受精作用的過程，的確是供給了新的結合，這樣新遺傳性的設立，可以使個體對於環境中的危機，更多應付的方法，所以這種新的結合，對於個體在生存競爭的時候是頗有幫助的地方的。因此不管受精作用的原有的意義是怎樣，但是他在兩性生殖的個體裏，的確能組成一種雙重的性質，這種的重要，是用不着懷疑的；而且這就是遺傳上的基本的事實。

看起來好像是很奇怪的，何以在動物界和植物界中這樣普遍的而且基本的現象，經過了這許多時候，還沒有得到相當的解決呢？這大概是因爲在受精作用的過程中，有許多困難存在着的緣故。不管受精作用原本來是怎樣的一回事，但是牠決計不是一個簡單的過程，因爲牠已經和別種機能的過程，以及有機體的構造一道變爲專門化了。近來因受精作用而喚起的任一方面——如返老還童，引起發育的刺激，變異的控制，或者兩親遺傳的基礎等等，已經足以占領讀者的注意力的大部分了。

分析到最後，所謂生殖，祇是一種分裂而已——細胞分裂，或者是把活的有機體的一部分的物質脫離了而去組成另外的一個有機體。受精作用是與生殖相連帶着的一種現象；幾乎是在一切的有機體裏，這兩種過程都是很密切地接連着的，牠們並驅着從比較簡單的而演到異常複雜的程度，而且互相影響着，一直到了高等的生物裏，牠們兩者簡直成了一種因果的關係，而且生殖過程變為靠託在受精作用的身上了。一種通俗的觀念，以為受精作用，就是生殖過程；這種觀念的發生大概是爲了這個事實的緣故，在高等的有機體裏，假使受精作用是會得發生的話，那末牠一定是在當個體從親體裏脫離出來的單細胞的時候發生的，換句話說，就是受精作用是一定在生殖的時期裏發生着的。

第二十一章 動物的發成

當一個觀察自然界的人，對於自然界的工作更加嫺熟的時候，他的懷疑增多，他的驚怖減少；但是在一切牠所顯示給他觀察的許多永久的奇蹟中，最值得驚羨的，要算是從胚胎發育而變為一個成長的動物或者植物這一件事了。——赫胥黎(Huxley)

在由兩性生殖而產生的生物裏，雄精與雌卵兩者經過了受精作用之後，混合而成為一個新的個體。這樣的一個新個體變成之後，馬上就繼續着一種複雜的發展的過程而逐漸地變為成長的生物。我們已經知道，在多細胞動物裏，這種發展的過程，包括着雌卵的分裂，分裂的結果，就有囊胚期(Blastula)與原腸期(Gastrula)等等的時期發現，在這兩個發育的時期中，就形成原始的胚層(Primary germ layers)，這些原始的胚層，乃是基礎，從這基礎裏，發生出成長動物的確定的形狀，器官以及器官系統等等來。把各種不同的有機體內的這些過程，描述一下而且比較一下，就組成了胚胎學(Embryology)裏的一種材料。

倘若要把凡是屬於胚胎學的範圍之內的無限廣大的材料，都來查考一下，那真是不可能的，其實也是無須如此的。當我們認識了雖則在動物發成的過程中，結果會得產生出各式各樣的動物的模式來，可是在這種各不相同的動物裏總有一線類似的；而且當我們領略了即使是在低等的動物裏，這個發育的過程也是異常的複雜錯綜的時候，我們必須認為已經滿意了。要瞭解這些動物發成的過程，我們最好是用幾個具體的例子來闡明——我們首先要用蚯蚓來做解說的材料，從合子的形成講起，講到成長的蚯蚓組成的

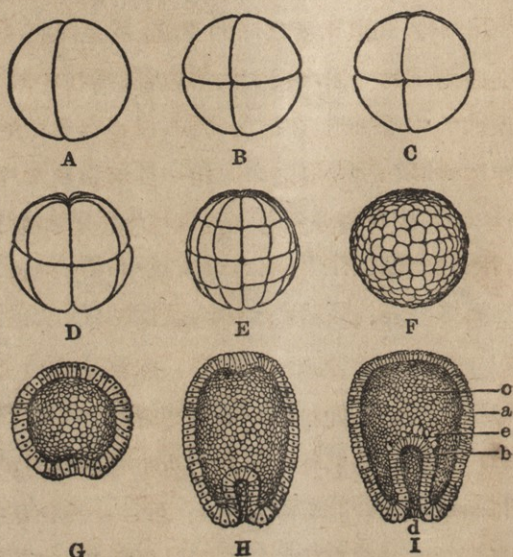
時候爲止。

A 蚯蚓的胚胎學

蚯蚓的雌卵，一經受了精之後，就繼續向前分裂，第一次分裂成爲兩個細胞，隨後又變爲四個細胞，從四個細胞復變成八個，照這樣多少帶點規則性而繼續往下分裂，到了後來，許多形體較小的細胞是沿着中腔而排列着。胚胎發成中的這個時代，就叫做囊胚期 (Blastula)。

在囊胚期的時候，胚胎裏的各種細胞看起來大致是一樣的，祇是在一端的細胞，其形體比別端的細胞稍稍大一些而已。這些較大的細胞，隨後向囊胚腔裏面凹進去，這樣就做成了模式的原腸期，原腸期包括內層與外層這兩層細胞。內層陷進後，組成一個袋形的空處，叫做原腸 (Archenteron)；等到蚯蚓成長的時候，這原腸就變爲蚯蚓的消化道，在內層凹入的地方，原腸有一個孔，叫做原口 (Blastopore)。在這樣暫時的狀況之下發育着的胚胎，倒很可以和成長時期的水螅相比擬的。(參看第一百七十二及第一百七十三圖)

當這兩個原始的胚層，正在組成的時候，有兩個極體的細胞 (Pole cells)，本來是在胚胎的體壁內的兩個細胞，離開了體壁，而跑到外層與內層之間的空處來；這就是說，這兩個細胞投入到囊胚腔所剩着的空處裏來；當原腸胚形成的時候，細胞的陷入，並沒有把囊胚腔完全消滅掉，所以還得剩下這個空處來。這兩個極體細胞，經過許多次的細胞分裂，變爲兩長串的中層細胞，位在原腸的兩邊。這就叫做中層帶 (Mesoderm bands)。中層帶的容積逐漸增加，而且散佈開來，一直到了最後，牠們在原腸腔的上面和下面的部分都連接了起來，這就是說，中層帶在原腸腔的四周繞了一轉。照這樣看



第一百七十二圖 海膽卵發育的初期

A—F. 分裂及囊胚之形成 G. 囊胚期之切面，以示原腸期之開始
 H—I. 原腸期之早期與晚期 a. 外層 b. 內層 c. 囊胚腔 d. 原
 口，牠直接導入腸腔 e. 從內層裏發生出來的細胞，這些細胞將來
 是決定會變成中層的

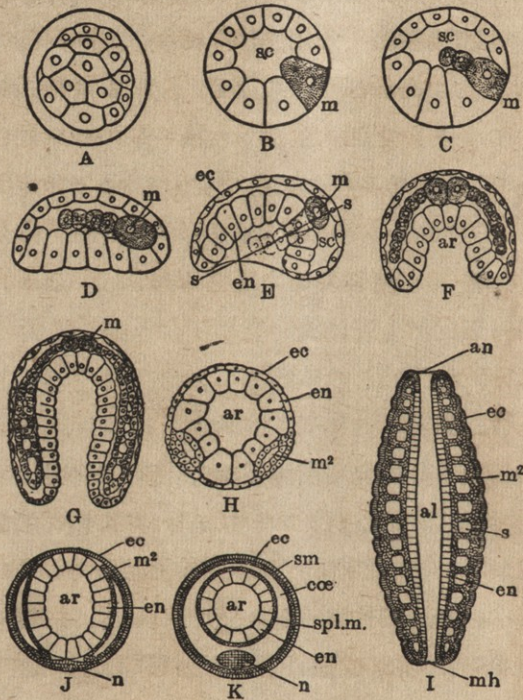
起來，中層帶就在外層與內層之間，組成了這個中層(Mesoderm)。正當中層帶生長出來，而做成確定的中層的時候，中層之中又漸漸地裂成許多空洞，這種空洞的分裂出來，就是蚯蚓的身體將來會分成許多環節的預兆。這些空洞後來漸漸地增大，而且當中層帶繞了原腸腔而連接起來的時候，每一條中層帶裏的空洞，也和同一地方的，別一條中層帶裏的空洞連續了起來。（參看第一百七十三圖C—H）

這樣一來，中層的本身，也分為兩層細胞了；外面靠近外層的，叫做軀體層(Somatic layer)，而裏面靠近內層的一層，叫做臟腑層

(Splanchnic layer), 在這兩層之間的空處, 就是體腔 (Coelom)。體腔並不是從頭到尾的一個連接着的空處, 因為在中層帶裏, 把這些空處分成環節的中層細胞, 在這個時候, 還是存留着的。這種的中層細胞, 在軀體層和臟腑層之間, 組一長串很有次序的結締體素片, 這樣就把蚯蚓的身體分成功一長串根本上互相類似的環節, 環節的界限, 在身體的外表上是由許多溝來表示出來的, 這些是環繞着蚯蚓的身體。(參看第一百七十三圖 I、J)

當這些過程正在把兩層細胞的原腸胚, 逐漸地變成具有三個原始胚層, 而且顯示出節裂、體腔等等現象的時候——總之, 在變成管子裏面又有一個管子的那種高等動物所特有的身體的格式的時候——這個胚胎本身的容積漸漸在增大, 而且身體也在拉長。代表原口的嘴, 依舊留在一端, 有嘴的一端就叫做前端, 生長的大部分, 都是朝後端發生的。在後端 (在原腸期時所形成的腸囊的盲端), 也有一個與外界相通的孔口, 這就是肛門 (Anus), 這樣一來, 這個腸囊的兩端, 都與外界相交通; 這個腸囊, 就變為消化道了。這樣, 前後兩端的分化現象, 就得很分明的成立了。

在這個時期, 與正在發育中的動物的主軸相垂直的橫截面, 顯示出兩個圓圈的樣子來——一個大圓圈, 中間放着一個小圓圈的情況。這個較小的圓圈, 環繞着腸腔, 組成了消化道的壁。而這個大圓圈所做成的, 乃是體壁; 在體壁與消化道壁之間, 隔着許多空處, 這些空處, 就是體腔。復次, 每一個圓圈是由兩層體素層所組成的: 消化道的裏面是內層, 消化道的外面的一層是臟腑中層 (Splanchnic mesoderm); 而體壁的裏面的一層是軀體中層 (Somatic mesoderm), 而外面的一層是外層。這樣看來, 這個體腔是完完全全禁錮在中層之內的。(參看第一百七十三圖 K)



第一百七十三圖 蚯蚓之發育

A. 在一層膜裏面的囊胚 B. 囊胚之切面 C. 後期之囊胚，發生出中層帶來 D. 原腸期之開始 E. 原腸之向內凹入，使中層帶在身體的任何一邊，以加點的細胞壁的細胞來表示的 F. 在E圖裏沿s-s線而得的截面，以示極體細胞、中層帶與腸腔 G. 後期以示在中層帶裏面的腔 H. 與G相同時期時的橫切面 I. 口與肛門形成之後時的胚胎的縱切面 J. 口與肛門形成後，胚胎的橫切面 K. 後期的橫切面 al. 消化道 an. 肛門 ar. 腸腔 cœ. 體腔 ec. 外層 en. 內層 m. 極體細胞 m. 中層 mh. 口 n. 神經索 s. 每節間的空處 sc. 囊胚腔 sm. 軀體中層 spl. m. 臟腑中層

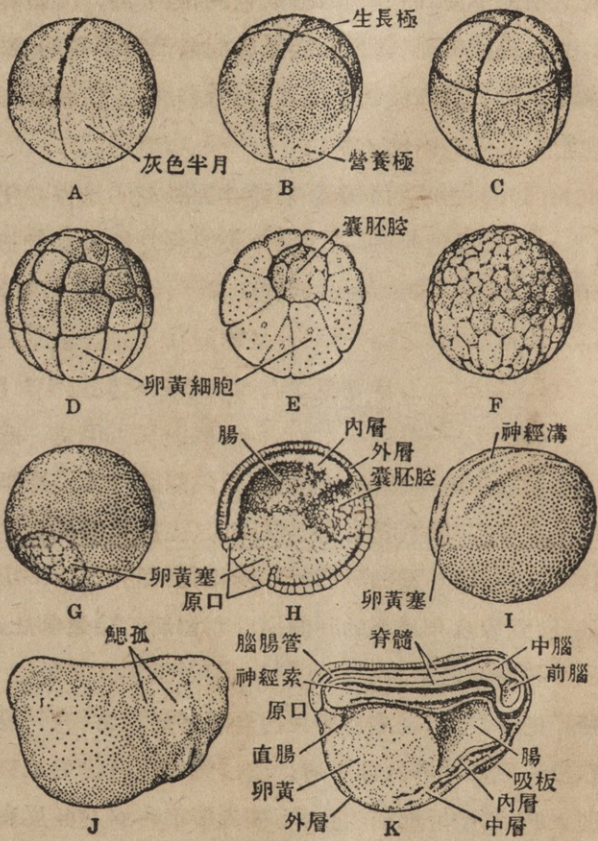
(由 Sedgwick 及 Wilson)

從這樣三層的原始細胞層（即內層、軀體與臟腑中層，以及外層這三者）出發，隨後經過了分化、變厚、褶疊、凸出等等的過程，遂逐漸的變為成長動物的各種體素與器官。譬如說，神經系統之組成是由於外層變厚的部分之凹入生長；血液系統的組成是由於中層各處細胞之特化；而生殖系統在最初發現的時候，乃是軀體中層的變厚部分，當發育逐漸進展的時候，這個變厚部分的大部分，就離開了軀體中層而變為在體腔裏面的獨立的器官。（參看自第八十五圖至第八十七圖）

B 蛙的胚胎學及其變態現象

要研究脊椎動物的發成的時候，我們可以用蛙的胚胎的發育，來做一個例子解說。不過我們必須牢牢記着：正像蚯蚓的胚胎的發育是與別種無脊椎動物的胚胎的發育是有所區別的，所以別種的脊椎動物的胚胎學，也和蛙類的胚胎學大不相同。話雖如此，牠們相互間的根本的而且異常重要的類似點，卻還是存在着的。

蛙的受精的卵裏面，儲藏着多量的食料，這種食料就是卵黃，卵黃的存在很可以影響卵的分裂的性質。當細胞分裂的過程逐漸變快的時候，朝上面的一極（就是發育極 Animal pole），所有的卵黃較少，細胞分裂較快，所以細胞的形體也比較來得小；下面的一極（即營養極 Vegetal pole）裏面所含的卵黃成分較多，細胞分裂的速率比較慢，所以細胞的形體也比較來得大。第一次與第二次的分裂面是經過兩極的，這樣兩次分裂的結果，就生出了四個大小相等的細胞來。第三次的分裂面是剛剛在受精卵赤道線的上面一點；這個分裂面是與前兩個分裂面相成直角的，經過了第三次的分裂之後，就產生了八個細胞：有四個顏色較深，色素較多，形體較小的細



第一百七十四圖 蛙的早期的發育

A. B. C. 在二個、四個、八個細胞時期中的卵 D. 早期的囊胚 E. 在D時期, 胚胎的切面 F. 晚期的囊胚 G. 原腸期的早期; 外層的細胞蔓生出來(這些外層是太小了, 不能在圖中表示出來) H. G的橫截面, 以示胚層及其他(Blecl. 囊胚腔) I. 原腸期的晚期: 代表神經系統之神經溝與神經褶之形成 J. 年齡較長的胚胎, 屆時神經溝已關閉, 這胚胎已具蝌蚪的形狀 K. J的切面

胞是在赤道線的上面，而其他四個灰色的，較大的，滿載着卵黃的細胞是在赤道線的下面。當分裂的過程向前進行的時候，馬上就有許許多多細胞排列着而成爲一個空心的球狀體，這就是囊胚期的胚胎。（參看第一百七十四圖）

由特別的回入的方法而將囊胚期變成原腸期的過程，在蛙的發育史中，不十分看得出來，因爲在將來會變成功內層的細胞裏，有多量的卵黃儲藏着，竟把這種的過程蔽着了。實際上，內層是由許多細胞包入而形成的；這種的細胞，是剛剛在小的黑色細胞的邊緣的下面；到了最後，這許多細胞從表面上看起來變爲半月形的溝，這個半月形溝，就是原口（Blastopore）的邊緣。但是一直要等到一切形體較大的內層細胞被外層細胞所包圍的時候，原腸期纔可以告一結束。原腸期的完成，大部分都是由於外層細胞逐漸的移動，而且褶疊在顯露外邊的灰色的內層細胞（即卵黃塞 Yolk plug）的上面，一直到了祇有小小的一個原口存留着的時候爲止，這個原口就和原腸相溝通。

在外層與內層之間，在這外層與內層交界的地方，有一層細胞生出來，就是第三層的胚層，即中層，中層的細胞是沿着原口的邊緣而生長進去的。當中層向前生長，而在內層與外層之間展布開來的時候，下面的一部分（即側板 Lateral plate），就分開來變爲兩層，就是軀體層和臟腑層這兩者，於是在這兩層的中間，就發生了體腔。中層的上面一部分（即脊板 Vertebral plate）顯示出些原始的節裂的現象來，因爲脊板在脊索（Notochord）的每邊，都形成一串肌板（Myotome），在這個時候，脊索已經是從內層的一條背軸裏發生了出來。

在原腸期的後期，在胚胎背部的表面上，有一層外層細胞，叫做

神經板(Medullary plate), 神經板分化之後, 就設立了中央神經系統的基礎。隨後在神經板裏有一溝道發現, 到了最後, 因為神經板邊緣的向上生長與互相混合的結果, 就把這一條神經溝完完全全的蒙蔽着了。這樣一來, 本來是開着神經溝, 現在變為關住的神經管(Neural tube)了, 這個神經管後來馬上就分化而成爲前腦(Fore-brain)、中腦(Mid-brain)、後腦(Hind-brain)與脊髓(Spinal cord)了。

在中央神經系統剛在設立的當兒, 原腸也同時分化而成爲消化道, 消化道由口與肛門兩者與外界相通; 就在這個時候, 各種內部的變化, 也同時發生了。復次, 這個胚胎的自身, 在這個時候, 也逐漸伸長了, 所以當牠依靠了在牠身體的表面上滿佈着的纖毛而開始行動的時候, 牠的身體長度, 可以及得到牠的身體闊度的兩倍。從此以後, 這個胚胎, 就到了幼蟲的時代, 牠就變爲蝌蚪(Tadpole), 有着一副像魚的形狀, 具着一條縱扁的尾巴, 尾巴的邊緣, 也有了尾鰭, 以供游泳之用。(參看第一百七十五圖)

在獨立生活着的時候, 是必需有感覺器官的, 而這些感覺器官在蝌蚪的時代已經在牠的頭部發生作用了。在發育早期的時候, 一切的食料, 都是由儲藏在雌卵裏的卵黃所供給的, 但是一旦到了經營獨立生活的時候, 食料是一定須從外界獲取得來的了; 因此在蝌蚪的嘴裏, 發生出一圈比較硬的邊緣來, 依賴了這一層硬的邊緣, 蝌蚪就可從水居植物的身上, 括點食料下來, 以營養自身。復次, 在獨立生活的時候, 較速的呼吸作用, 也是必要的; 爲了要滿足此項需要, 在頭的兩邊, 分枝的外鰓顯露了出來; 在蛙的生命史中, 繼續着先後發現而更迭的, 有三套呼吸器官, 而這些分枝的外鰓, 乃是一種的呼吸器官。的確, 這些外鰓, 馬上就爲一層皮膚的皺襞所蔽



第一百七十五圖 幼蟲的發育及蛙的變態

1. 剛纔孵化出來的蝌蚪的腹面觀 2, 3. 年齡較長的蝌蚪的側面觀
 4 5. 較遲的時期, 背面觀以示外鰓及鰓蓋之發育 6. 蝌蚪其鰓已被
 遮蓋, 祇有在左邊有一小孔剩留着 7. 較遲時期的右邊, 表示更進
 一步之發育 8. 及 10. 兩個晚期之側面觀, 表示後腿之發育 9. 蝌
 蚪之解剖, 以示內鰓, 螺旋形的腸以在鰓蓋下面發育着的前腿 11.
 剛在變態前的蝌蚪的形態 12, 13, 14. 變態時的各時期, 表示尾巴
 的逐漸吸收 15. 變態後的年幼的蛙(由 Newman, 仿 Leuckart)

着了;這層的皺襞,就叫做鰓蓋(Operculum);鰓蓋設立了之後,於是祇有靠了鰓孔(Spiracle)來和外界相溝通的了.一等到鰓蓋完全發育成功的時候,外鰓就馬上被吸收進去,而一套新的,好像魚類裏有的內鰓,在鰓裂的上面,生了出來,來幹呼吸的作用.於是後腿也漸漸的發現了;後腿發現之後,前腿也跟着了出來,這兩條前腿本來已經在鰓蓋的下面,發育好了的。

現在這個幼蟲準備着變態(Metamorphosis)了,所謂變態,就是把以鰓呼吸的蝌蚪轉變成爲一個年青的以肺臟司呼吸的蛙這一回事。在變態過程發生的時候,第一個時期馬上過去了而轉到第二個時期:尾巴吸收了進去,腿的容積增加了,長而捲着的腸子變短,而且特化了可以專門用來消化動物的食料,內鰓再吸收了進去而肺臟則發育了出來,這樣,所以蝌蚪每次要呼吸的時候,一定要游到水面上來獲得空氣。最後,這個年青的蛙大部分是遷到陸地上來居住而且繼續生長着。

各種不同的蛙類,牠們的變態的時期是不同的,有的蛙類,祇要幾個禮拜的功夫,就可以把蝌蚪變成年青的蛙,有的則須有幾年的功夫,纔可以完成變態的工作。一切的例子都是如此:要在變態工作完成之後,隔一些些時候,性的成熟纔開始。在第一個生育季之前,生殖腺迅速地發展,生殖腺的導管已完全分化了出來,雌雄個體也已設立了。

C 高等脊椎動物的胎膜

高等脊椎動物胚胎發育,從某幾點看來,是和蚯蚓的以及蛙的胚胎發育,大不相同,這大半是因爲高等脊椎動物是順應着陸居生活的結果。譬如說,在爬蟲類與鳥類的卵裏所含着的卵黃,要比蛙卵裏面的卵黃多得多,結果囊胚期與原腸期等等較多的部分都看不見了,雖則並不是一種消失。復次,爲了要適合胚胎生存中的新的環境起見,各種各樣的胎膜發育了出來;這些胎膜不但可使胚胎與牠的環境兩者間物質互換的速率增加,同時還可以使得複雜構造的生長,得到較大的保護。最後我們講哺乳動物(人也包括在內):在哺乳動物裏,雖則因爲牠們的發育期中的胚胎的食料是由母體的

血液循環所供給的，所以也用不着多量的卵黃，可是牠們好像是由於低等動物的遺傳，所以也得到了這些胎膜。這些胎膜也有些是改變了，以期順適哺乳動物的胚胎在子宮裏生活着的新環境。（參看



第一百七十六圖 表示哺乳動物胎膜之形成的圖解

A. 在羊膜發現之前的胚胎 B. 具卵黃囊及正在發展的羊膜的胚胎
 C. 胚胎，其羊膜已關閉，而其尿囊則正在發展 D. 具多絨毛的帶下膜、口與肛門這三者的胚胎 E. 胚胎，其尿囊的多血管層是靠近帶下膜，而且與帶下膜的絨毛連接了起來，組成胚胎的胎盤；這時候的卵黃囊減少；而羊膜腔則增加其範圍（由 Hegner 仿 Kölliker）

第一百三十三、第一百三十四、第一百六十七及第一百七十六圖)

祇是把蚯蚓、蛙類以及高等動物的胚胎學裏的幾種主要的情況，敘述了一個大綱之後，我們已經可以稍稍的領會了：在動物界裏存在着的發育的基本的方法是互相類似的——如分裂、囊胚期、原腸期、原始胚層等等，都是共有的現象。大致說起來，我們可以講，在一切的高等動物裏，皮膚和神經系統是由外層所組成的；大部分的消化道的裏面薄膜是由內層所造成的，中層則發育身體的其他的器官，如肌肉、血管、生殖器官、包着體腔的膜等等。在水螅與類似水螅的動物以上的較高的動物，牠們的從原始胚層而發育成爲器官系統的一切情況，都是互相類似的——這一點是非常重要的而且值得我們留意的；因爲這個事實告訴我們：在這許多動物的身體格式裏，是有一種根本的構造上的類似點，存在着的雖則在各種各樣的動物中，動物的身體的樣式和器官的排列是異常的差別，但是這個類似點始終是存在着的。這類的事實明明白白啓示着這一點：在這許許多多的動物類之間，有着一個遺傳的關係存在着——各種不同的動物的發生是因爲演化的緣故。（參看第一百七十二及第一百七十圖）

D 發成的問題

胚胎學不僅把許多先後接連着的時期描述一下，就算完事。尤其是現在，當我們在研究胚胎學的時候，我們必須把在構造的變化中包括着的過程，也看一看清楚，同時這些事情的先後的程序是怎樣的喚起的，我們也當決一決定。在一切的科學裏，這祇是把在進展中的各時期重複一下而已；這樣，敘述的科學，就變爲實驗的科學了。到現在爲止，我們所得到的結果，已經提醒許多個關於發成方

面的問題，在這些問題之中，有的是已經解決了的；這些問題在實際上都很重要，而理論上是很有趣味的。

在十七、十八世紀的時候，最初研究胚胎學的學者，用了簡單的鏡片以及剛剛發明的複式顯微鏡而看出來的事實和推想到的理論，在解釋發成的學理上，就造成兩個意見相反的派別。這兩種相衝突的學說，雖則因為學識上的進步，已經改變了原來的樣子。可是牠們卻喚起了問題內的問題，這問題，還是要靠現在的胚胎學家來解決牠。

簡單地來講，這兩個相反的學說中的一個，是絕對不承認有發成這樣的一回事的，他們以為這個成長的動物，在性細胞裏面是幾乎組成功的了，或者是完全組成功的了；這動物或者是藏在雌卵的裏面，或者是在雄精的裏面；這個藏在生殖細胞裏面的動物，祇要靠了長大、展開及生長等等的過程，就可以喚起一個新的世代。先成論(Preformation theory)者主張：一切在將來的世代中產生的生物，都是包裝在現代生物的裏面的，所以照這樣計算起來，在人類種族的祖先的種細胞裏面，至少也須有二百餘兆的小人儲藏着。

別的一種見解是由過細觀察雞卵發展的結果，他們觀察在雞卵逐漸轉變而為小雞的時候，很明顯的，小雞並不是在雞卵裏預先構成了的。胚胎是從一個無結構的基礎物體逐漸分化轉變而來的，這種學說，就叫做後生論(Epigenesis)。反對先成論而贊成後生論的人，也感到困難，因為要從沒有東西的地方，得到些結構，這的確是一件奇蹟！

用了簡單的話來解說這兩種相反的見解的時候，我們可以這樣說：『先成論者絕對否認有發成的過程而來解說發成；而後生論者呢，確實證明了發成的過程而來解釋發成。』最初的胚胎學家，應

用了他們當時已有的方法，在此地的確是碰到了一個嚴重的問題，這問題一直要等到現在，纔有相當的瞭解。

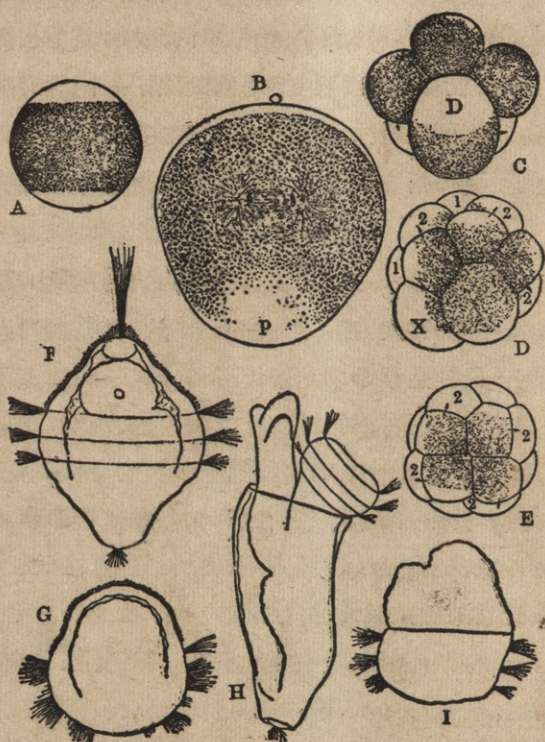
既承認了成年生物的結構，並不是在雌卵裏面預先組成了的，復承認了發成並不是一種結構的長大就算完事。發成乃是由許多很有次序的，先後相連接着的過程，這種過程，將非常簡單的結構，變為異常複雜的結構，這樣一來，胚胎學家就找到了一條進步的道路；現在胚胎學家所要解決的問題是這樣的一個問題了：實實在在，卵的構造是什麼；這些卵的構造如何可以和成長生物的構造互相關連起來？要追尋這類學問的發展，簡直是包括着全部胚胎學史，這胚胎學史是從細胞論成立了之後纔開始的。

讀者已經知道，這個受精的卵祇是一個細胞，在這個細胞的細胞核之中有着許許多多十分確定的物質，這種物質就是由兩個配子共同貢獻的染色體。這樣看起來，我們知道，這個細胞核，因此也可以說是這個卵顯示出一種已經組成的構造上的基礎，這個構造上的基礎好像是和在子孫裏顯示出來的性質很有關係的。關於這一點，我們在上面已經提及過，到了將來，我們還要仔細的敘述到。

讓我們先來談談卵裏面的細胞質，卵裏面的細胞質的情況，並不是一式一樣的，話雖如此，牠這種構造，倒很可以提醒我們，知道一些事情。第一，在受精之前，雌卵是有一定的兩極性的，譬如說，細胞核的位置、卵黃、色粒和空胞等等的分佈的地位，都是有一定的。這個兩極性，至少是一部分可以說是從卵原細胞的兩極性傳下來的；而卵原細胞的兩極性乃是從種表皮(Germinal epithelium)的兩極性傳下來的。簡單的說起來，我們可以說，這個整個的卵是有組織的；細胞質裏看不見的基本的組織一部分是可以由細胞裏各種物質的排列來表現的。在有些例子裏，這個細胞質的組織在受精

作用發生的時候也是不會受到擾動的，而且到了變成合子的時候，這組織還老是保留着，成為合子的細胞質的組織；但是在別的例子中，遲早總有一次重新組織發現，結果就設立了一個新的有機體的組織。在這裏，我們可以尋找到，在分裂時代，各種卵的行為之不同的解釋。我們祇要舉兩個例子就可以說明這兩種卵的性質上的區別了。

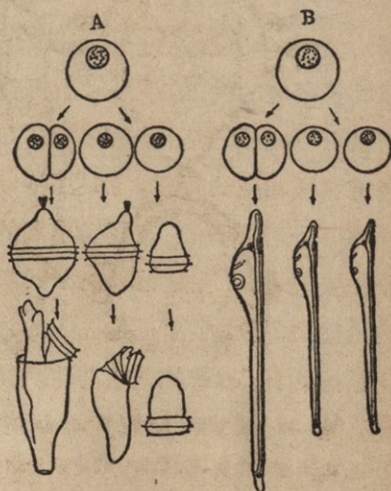
第一種類是很可以用一種軟體動物中的貝角屬以及一種原始的脊索動物，即海鞘屬的動物來做解說的例子的。海鞘屬的卵在第一次分裂的時候，已經是很分明地顯出五個分化不同的細胞的區域來。簡單的說起來，我們可以把牠們分成爲白色、淡灰、深灰、淡黃、深黃這樣的五個區域。當分裂的過程逐漸進展的時候，這種物質是異常規則地分佈爲確定的細胞羣，這種細胞羣隨後即組成爲動物的特別的器官，或器官系統。這樣，那些屬於白色區域的細胞，組織成功外層；接受到深灰區域的那些細胞，後來變成功內層；而淡黃或者深黃色的細胞則組織成功中層的構造，餘則類推。復次，假使用實驗的方法，將一部分的細胞除去，這樣就使得在這些細胞裏面包含着的物質也就缺乏了，結果就會生出一個胚胎來，這個胚胎的確是缺少在正常的胚胎中所有的，那部分細胞中的物質所變成的構造的。換句話說，卵裏的細胞質好像是由許多組成各種不同的器官的物質所拼合而成的東西，這種物質或者是直接和成長動物身體上的一定的構造有因果的關係的，或者是由更基本的情況所引起而有因果的關係的，這些基本情況是由那些物質來表現出來的。正因為上述的話是正確的，所以成長的動物的確是在雌卵裏面打好樣子的了，雖則牠並不是在雌卵裏面預先組成的。（參看第一百七十七圖）



第一百七十七圖 極葉(Polar lobe)移去後，軟體動物(角貝屬)之發育
 A. 剛排出於體外，在成熟完成之前的卵，表示三個特化的區域 B. 受精後的卵的橫切面，表示細胞質的重新排列，包括在 p 處的清楚的極葉的隔離 C. 正常的八細胞時期，牠的極葉是在 D 的細胞中 D. 正常的十六細胞的時期，牠的極葉的物質現在是在 X 這細胞中 E. 十六個細胞的時期，從一個卵裏發展出來的，這個卵的極葉是在第一次細胞分裂的時候已經移去的了. F. 二十四小時後的正常的幼蟲 G. 二十四小時後的變態的幼蟲，這幼蟲是從極體割去的雌卵裏發生出來的 H. 七十二小時之後的幼蟲 I. 七十二小時後的幼蟲，這幼蟲是從沒有極葉的卵發育出來的(由 Kellicott 仿 Wilson)

第二類的卵，是可以用蛞蝓以及海膽的卵來做例子的，把這類的卵，當作實驗的材料，我們所得到的結果是剛剛相反的。雖則海膽的卵，也很清楚地顯出各種不同的細胞質的區域來，可是把在分裂前的雌卵除去一部分，或者是在分裂時，囊胚期或原腸期的時候，除去幾個細胞，對於這個發育的胚胎構造上的完整是並沒有永久的影響的。復次，即使是到了八個細胞的時期，其中的每一個細胞都有變成一個完全的胚胎的力量，這個胚胎，從任何方面看，都是完全的，雖則牠的形體是要比正常的胚胎小一些。另外用句話來說，我們可以這樣地比方：在

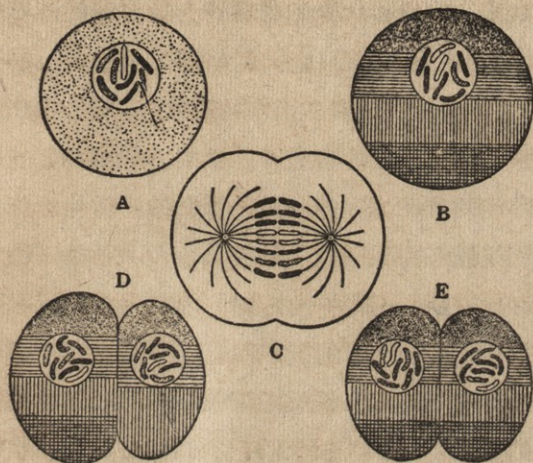
八個細胞的時代，其中每一個細胞，本來是組成正常胚胎的八分之一的身體，但是如果這個細胞和其他兩個細胞割離了開來，那末，這個細胞，是組成八分之一的胚胎；要是和其他三個細胞割離了開來，那末，這個細胞，組成四分之一的胚胎，餘則類推。如此看來，所謂卵的組織究竟變成了怎樣一件東西呢？假使我們是用了機械的觀念，來解釋發成的過程或者生命的話，究竟是什麼機器，纔有如此的可能性呢？（參看第一百七十八圖）



第一百七十八圖 表示整個的卵與在兩個細胞時期時孤離的細胞的發育的圖解。A. 角貝屬 (Dentalium)：左邊是表示整個卵之發育，右邊的圖是表示第一次分裂後兩個細胞分離了而發育成的兩個變態的幼蟲。B. 蛞蝓式，在兩細胞時期，與上述同樣的試驗，而結果則得到了兩個完完全全的小的幼蟲（由 Wilson）

粗粗地看起來，好像從這樣兩種卵的實驗裏得來的結果是互相矛盾而不能夠和洽一致的——前者是贊成先成論的，而後者是擁護後生論的。但是相當的解釋，也並不難找到。這兩者間的區別，大半是要靠在卵細胞質分化的時間的。假使這卵細胞質的分化是在受精前，或者受精的時候發生的話，這樣使得早期的分裂，發生出組織不類似的細胞來，那末每一個細胞並不是全能的，結果就發生了由各種細胞質拼合而成的發成過程；但是假使這首次的分化是延遲了，或者是比較的輕微，所以早期的細胞根本上都是互相類似的，因此在這時期中的每一個細胞是全能的——由這些細胞所組成的整體，組織成功一個等量的系統(Equipotential system)，這種等量系統的情況，是可以由海膽的早期來表示的。這樣一來，我們就可以把分明是相反的兩種卵的行爲，用同一的觀點來解說了，因為這種相反的行爲，都是可以用分化(Differentiation)，這個公共的因子來解說的。在胚胎早期的時候，海膽卵的分化比海鞘卵的分化要遲一點。在這兩個例子的明顯的情形上看起來，牠們的發成的過程，都是後生而不是先成的。(參看第一百七十九圖)

話雖如此，不管細胞質分化的時間是早還是遲，可是細胞質的分化乃是一種事實，所以我們現在祇是把問題的解決更加推進一層而已；我們現在的問題是變爲這樣了：究竟有沒有一種叫做原始的分化？假使原始分化是有的話，那末在什麼地方？對於這一點，我們要在此地舉出特種的證據來是不可能的，但是讀者的關於細胞核的知識，尤其是細胞核裏面的染色體的構造的知識，引導讀者，作如此的想像：輓近的研究工作逐漸地着重在染色體的方面，染色體是代表一種化學的物質，這物質是先成的，是一代一代的相傳下來的；這些化學物質就是決定細胞裏的細胞質特性的東西。至於這種



第一百七十九圖

在卵第一次分裂的時候，細胞質之分化的區域以及其分佈的圖解
 A. 未成熟之卵，假定牠們的細胞質料是有確定劃分的區域的 B. 成熟卵，其細胞質區域已設立定了 C. 卵的第一次分裂 D. 及 E. 兩細胞時期的兩種種類 D. 角貝屬或海鞘屬，一個細胞質區域是完完全全分佈到一個細胞裏去的，因此倘若這兩個細胞分離開的話，每一個細胞都會產生一個變態的幼蟲出來 E. 海膽或蛞蝓魚式，其細胞質區域是平均分配於兩個細胞的，所以當這兩個細胞分離開的時候，每一個細胞會得發生一個通常的幼蟲出來的(由 Wilson)

組成功染色體的特種的遺傳的物質基礎，與細胞質的組織，兩者間有怎樣的關係，以及這種物質基礎與將來發生的性質，有怎樣的關係——至於這些問題，我們還沒有滿意的答案，連猜都猜不到。我們必須是認為滿意的了，當我們下一章裏把幾種關於遺傳的事實討論一下之後，這種事實告訴我們：某種的染色體是與某種性質的遺傳有特殊的關係的。

但是因為細胞核有一種組織，這種組織是和細胞質的分化，組成器官的物質，以及胚胎或成長動物的性質有確定的關係的，所以我

們在這個限制以內，可以把染色質當作一種原始的先成的物質看待，這種原始的先成的物質是由一種後生的過程來實現的，當在個體發成時，性質一種一種地發生出來的時候。這就是現在的生物學家碰到了先成論與後生論的衝突時所取的一種解說。

所以最初時候的胚胎學家的見解是很對的，當他們因為研究蛙卵與雞卵的結果而『主張發成乃是發成，而並不是一種在種細胞裏面，結構如成長生物一樣的小生物的發展』這種論調的時候。但是要經過兩個世紀的研究，纔能夠發現這個事實：在表面的情況之下，先成論也有相當的真理，因為雖則個體是隨後組成的，但是組成這個個體的基礎乃是預先組成的。我們現在再也不自尋煩惱去猜這個謎了：究竟還是卵的組織複雜呢，還是成長的生物複雜？我們現在已經承認，卵或者成長個體各自都有複雜的地方；這個卵表面上看起來是很簡單的，但是如果把牠裏面所含着的細胞質、細胞核、染色體、染色質以及其他種種，仔仔細細的分析起來，也真是很複雜呢！

第二十二章 遺傳

如此注意模式，如此忽視單個的生命。——丹尼生(Tennyson)

諺云：『有其父必有其子』，這是表明遺傳的普遍事實。每人都承認同親的子孫，他們的根本性質是相像的；而每人亦覺得，這樣的相像，或許於他們的形態上及行爲上完全一樣的代表出來，統系的特性，就因此而生。祇是說一家族內個體絕對的相像，未免言過其實。事實上決沒有兩個個體完全一樣相同的。換句話來說：『有機體的相像，應當以祖代爲根基。』因其中有變異的緣故，所以同親遺傳下來的性質是不完全的。『變異是自然最不能更易的一樣東西』。但是一個人必須反對這一種的印象，以爲遺傳和變異，是兩樣相反的東西，無非在連合起來有點不同。『活的物質並不是同時顯示出一致性和殊異性，祇是在許許多多的殊異中的一致性而已。遺傳和變異，不是兩樣東西，但祇是單一過程中不完全的兩方面而已。』

現在我們可以說對於遺傳和變異的問題，我們不但是要問有機體過去和現在是什麼，而且我們也要問，有機體爲了將來所準備着的一切物質是什麼。變異是進化或退化的原料。廣義的說起來，物種的起源和個體的起源，本爲同一問題，倘若我們能夠解決親和子兩者的關係，那末物種起源的問題，大半也就解決了。實際上，從歷史上看起來，生物學家最早着手進行的問題，就是物種起源這個問題。經過了達爾文的研究之後，在十九世紀後半期，一般人對於這問題興趣尤爲濃厚。在二十世紀，發現個體——親和子之間遺傳的關係——爲研究的中心點，就形成了遺傳學。有機進化論(Organic

evolution)企圖設立許多普通的事實.來解釋一切有機體在傳遞下來的時候,相互間都是有關係的;在遺傳學(Genetics)裏所要講到的,就是關於各種生物相互間的關係。

更進一步來說,各種問題,都是從普遍而朝着特殊的方向走。最近關於遺傳學的研究,多着重在每個個體的許多特殊性質上,而不集中於整個個體的遺傳方向了。由最近實驗工作的結果,產生了這樣的一個概念:我們可以說,一個個體,是由許多根本上不同的性質集合而成的。無論是從構造上或者生理上講起來,這些性質都是不同的;這些性質,比較來得固定,因此多少可以當作遺傳上的單位看待,每一種性質,在生殖細胞的染色體內被一個或一個以上決定的因子(Factor)能够表示出來。某種性質能否在一棵樹裏或一個人體內表現出來,完全是要看這種特殊性質的因子有否跑進造成個體的受精卵的核內這一點而定的。所以現在遺傳學家正從事研究因子在染色體上所佔據的地位;牠們如何能够由一個染色體和其他一個染色體在配合上分換(Cross-over);如何能够互相影響?

現在我們目觀關於遺傳問題裏的因子的學識,進步有如是之快,最近論據的彙集,有如此之多,我們竟可依着前人早已發見了的原理的性質與前提敘述一下即是了,更用不着再去自下苦心。

我們可以用一個具體的例子,來說明遺傳學所研究的範圍。約二十五年之前,那時關於遺傳學的研究剛剛是開始,英國麪粉工會的工人,見於當時麥田產生的麥質和量方面的逐漸銳減的實在情形,必須要有敏捷的方法來防止。於是他們委託一位富有經驗的生物學家,去查考此項事情,這位生物學家收集了許多本國和外國各種不同樣的麥種,每一種麥種,已經知道牠是有幾種優良的品性的。他研究這種好的品性如何能够遺傳下去。他應用了實驗的結果,來

做材料，費脫數年功夫，就產生了一種麥，這種麥具有多種的好的品性，如：豐富的鐵質，無芒，並且不易腐敗，生產的能力甚大等等。依次而行，英國的麥，方能得到興盛。但因西部加拿大新領土的開墾，又碰到了另外的障礙。在加拿大生長季太短，各種最優良的麥種，就不能夠種植。這種困難，不久就找到了補救的辦法；這方法就是把劣種的早熟性傳給佳良的麥種。

同樣，一羣工人已經做到了從前所辦不到的事情：穀子可以有較高的澱粉質和糖質的成分；棉花可以有各異種的長的纖維，和早熟性，有了這個早熟性，就可以免了蟲類的毀壞；講到羊種的改良，就是要將優美的羊肉，好看的羊毛，和無角等等的品性，都聯在一塊；照這樣的下去，幾乎沒有限制。復次，如果我們把已知道的原理和新發明的附則應用起來的話，會得使動植物新種族無窮無盡的沒有限制的產生，到了最後，人們就開始研究他們自己本身了。把人類自己當作一種遺傳和演化過程中的產物看待，藉此來決定家庭內品性的分配，以及這種品性混合了之後，而形成個體的身體上以及精神上的種種結果。



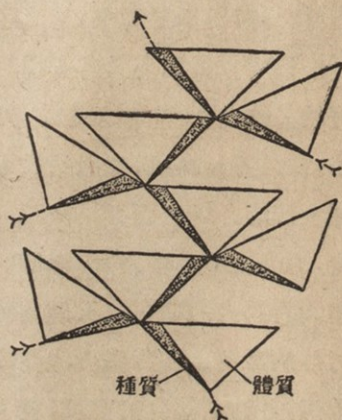
第一百八十圖

兩種變種的麥雜交後的結果，一種有鬚的和一種無鬚的；兩邊示雙親，中間示雜種的子。這樣的情形，稱為混合遺傳

A 變異的遺傳可能性

什麼是遺傳的基本原理？這問題是為近來一般的科學的育種家所要問到的。要回答這個問題，非詳細地討論不可。因為在目前的原理之中，並不視為十分重要，所以亦不包含在內。這些多數的詳細事實，都是從純粹科學上的苦心研究而後獲得的——關於這一點，更加可以證明：實事求是的事業家，對於生物學的實驗室，始終是應該感恩不淺的。

在原生生物裏，遺傳的問題，都極其簡單；雖然牠們的格式倒並不簡單。我們知道胸形藻或者草履蟲的一個細胞，分裂而成為兩個，每一個子細胞，經過生長和重新組織的各種程序之後，就變得和親體細胞完全相像。這樣親體的個性就融化到牠的子體上去了。依照這樣說，一個人用不着奇怪，親和子是互相類似的——每個都是由根本上相同的原生質組織成功的。但當我們講到多細胞生物的時候，我們看到牠們的生殖作用，是限於特種的種細胞內的。這些種細胞，參與着受精作用的工作。講到這些的時候，假使我們不把在上面已經敘述過的種質與體質辨別清楚，就容易發生混淆。因為在高等生物裏（為了簡略起見，我們把注意祇是限於高等生物裏），親與子唯一相聯結的地方，就是種細胞，所以種細胞



第一百八十一圖

圖示種質的連續，每個三角形代表一個由種質(點)與體質(白)組成的個體。每個個體生命環的開始，是在三角形的尖端，因為這部分的種質和體質都完備的。兩親的生殖(有性的)，就是將二個個體的種質聯合起來，而成次代的種質，同時又產生次代的體質；這種連續性用粗的虛線來表示，每代支親的影響，用細虛線來表示(仿 Walter)

就是遺傳的必由之道。換句話說，不論那一種，個體用來傳授給後代的性質，必須是由在受精卵裏面的因子來代表的（這些個體都是從這種的受精卵裏發生出來的）。反過來說，一個個體傳給牠子孫的任何性質，一定是在牠的種細胞裏表示出來的。（參看第一百八十一圖）

(1) 改變

每一個有機體——例如一個人——是一個複合體，這個複合體不僅僅是包括着遺傳的性質，而且還包括着體質的改變；這種改變是在胚胎發育的時候，或者是在胚胎時期之後，因外界的情況而喚起的。從一方面看，這個個體的環境、食物、友與敵以及他所找到的世界；從另一方面看，這個體所受到的教育、工作，和他對於環境所發生的一般的反應——凡此種種都可以使個體的身體與思想受到極大的影響；而且可以大大的決定，他從種細胞裏攜來的許多可能性是怎樣的去實現——他怎樣的使用他天賦的能力。讓我們講，他獲得了鐵匠的很粗的臂膊，琴師的靈活的手指，高深的數學的演算的才能。換一句話說，他這個個體之決定是靠着兩方面的：一方面是依賴着遺傳；其他方面是要看他怎樣的運用他這個個體。現在假使他已發展了傳給他的才能了，他能否把這個才能加倍地傳給他的子孫呢？還是他的子孫也要在同樣的階級開始，重新在這個世界上造成他自己的才能？這就是習得性(Acquired characters)能否遺傳的那個老問題。

用一個著名而且粗淺的例子來解說，長頸鹿的這個長項頸的造成，是不是由於每代的子孫，都朝着樹枝伸長上去而到了第二代的時候，將這更長一點的項頸，遞傳下去。倘若這說法是對的話，那末這些都是身體所得來的改變，可以遺傳下去的證據。或者長頸鹿祇

是一羣之中的幾個優秀分子，牠們因為項頸這樣長，能夠伸長到樹幹上的葉子，能夠獲到食物，適應這樣特殊的環境，所以牠們的生存的機會也比短頸鹿要多一些。倘若這種說法是對的話，那末這是突變的結果（經過了天擇之後所獲到的生存），因為這種改變都是起源於種質的。（參看第 311 至 313 面）

現代的生物學家幾乎是一致的反對前者的解釋，而贊成後者的解釋——大家一致贊成的意見確實是如此：個體後天的習得性，就是從訓練，應用或不應用而來的變化，是不能夠遺傳給子孫的。這個結論之所以能夠成立者，大半是因為我們對於習得性之遺傳這問題可以找到許許多多反面的證據而找不到正面的證據的緣故；同時也因為我們還沒有知道確定的過程，在這過程中，身體所受到的改變，可以把種質影響一下，而結果可以把這些身體上的改變傳到後代去。話雖如此，我們應當鄭重申述這一點：現代一般的生物學家，還是承認，環境以及有機體對於環境所發生的種種反應，對於種族的命運是很有力量的，雖則這些生物學家也找不到證據，可以來證明白，任何特種的體質上的變化是可以遺傳下來的。

講到此地，讀者一定會想到關於疾病之遺傳的這個問題了。假使疾病是種細胞組織上的殘缺的結果，那末疾病這種東西也是和別的生理上或者形態上的，在種質裏有着基礎的性質一樣，是可以遺傳給後代的。但是假使疾病祇是在身體裏發生的一種紛亂，這種紛亂是在生前或生後因為生活上的某種意外，或者是由特種細菌的沾染所喚起的；那末這疾病，祇是一種身體上的改變而已，並談不到遺傳的問題。當然我們確實知道，對於致病細菌的易感性或免疫性，是可以遺傳給子孫的，但是這又是另外一個問題了。雖是這樣講，可是往往有許多小孩，在生下來的時候，身體的結構上與行為

上都是有了殘缺的地方，這些都是因為他們父母中了酒毒、梅毒，或者別的不正當的行為的惡果；一眼看起來，好像不容易看得出：這些嬰孩之所以有這些病，是因為他們在胎裏已經受了這些罪惡的累緣故，並不是爲了遺傳的關係。（參看第二百五十圖）

這個習得性是不能夠遺傳的問題，比較上是一種新穎的見解；這種見解之所以能夠成立是由於三方面的襄助：第一是因為我們找不到嚴格的實驗來證明習得性之可以遺傳；第二是因為最近關於遺傳學上染色體的詳細情形的知識老是有着長足的進步；第三是因為魏士門氏 (Weismann) 曾把體質與種質兩者分別得清清楚楚的緣故。真的，拉馬克氏 (Lamarck) 對於習得性之可以遺傳這個問題並沒加以懷疑，反之他把習得性之遺傳來當作他的演化學說的基礎，同時有許多人，竟更進一層地說：要是習得性不能夠遺傳的話，演化這種過程也就沒有了。但是我們隨後就會看到，這個問題，也並沒有如此的明顯。雖則從生物學、教育學和社會學等等的觀點看起來，這個問題，確實是個極其重大的問題。

(2) 複合

我們現在離開了個體的體質改變這個問題（這問題對於遺傳學者是沒用的），而將我們的注意力集中在足以代表種質的因子的那些性質上，我們可以看到，所謂遺傳，就是祖先相同的有機體種質上的互相類似——這是由細胞分裂而繼續存在下去的一種結果。在子孫裏顯示出來遺傳上的差別，或者是由於祖先的性質的複合——很顯明的，要是把老的，原有的許多性質內的因子，重新混合一下，佈置一下，結果就會得產生出新的性質來——或者是由於突變的結果；突變之所以能夠發生，乃是因為種質或者因子的組織裏喚起了根本上的變化的緣故。

爲了當前的目的，我們不妨帶點武斷氣味把各種分明是不同的遺傳分起類來；遺傳性的不同是跟了受精作用而來的，是在雌卵和雄精裏面表示着的兩親的性質重新混合的結果，換句話說，遺傳性上的差別是一些例子，在這些例子中，一切顯明的事實，都是和在祖先裏表示着的情形，很有關係的。第一，子孫可以把兩親中的一親的性質顯示出來，而把另一親的性質，隱藏下去，譬如說，眼睛的顏色，就是如此。這類的遺傳，可以稱爲交迭遺傳 (Alternative inheritance)。或者有些子孫好似一種把他們的祖先的性質，鑲合而成的性質，從每個親體裏，得到某一種性質，但也不把另一親的性質放棄掉，也並不把親體的性質混合起來而成功的——這樣，我們就不妨說，這些子孫所顯示出來的，是一種鑲質遺傳 (Mosaic inheritance)。有時兩親的品性好像是混合起來了，所以他的後代所表示出來的性質，多少是一種介乎兩者之間的不同情況，這可以稱爲融合遺傳 (Blending inheritance)。再呢，某種性質是祇限於從男性的祖先傳與女性的後代的，這就是性聯遺傳 (Sex-linked inheritance)。還有些別的例子，告訴我們：兩親的性質也在第一代的子孫裏潛伏着而找不到，但是到了第二代的子孫裏重新又顯露出來了。老早已經知道的遠祖遺傳 (Atavism) 就是屬於這一類的。末了，還有許多後代是會得將很久遠的祖先的性質表示出來的，這就是遠祖遺傳 (Reversion)。

(3) 突 變

但是在變異上，十分不同的結果也時常會得碰到的。在祖先裏並沒有存在着的性質，也會在後代裏發現出來，發現出來之後，這類的性質又會得遺傳下去的，有時候，這種新的可遺傳的變異，與兩親的情形，相差並不遠，但是在別的例子，這種變異是突然而來的。

話雖如此，在兩類的例子中，祇是程度上的差別而已。根本上並沒有兩樣。照這樣看起來，複合以及突變，和身體上的改變是截然不同，因為前者可以遺傳給子孫，而後者並不能夠遺傳給子孫的；後者祇是在胎裏或者是在生後，環境中的情形對於體質所施的影響而已。這兩者間的區別，是要鄭重記着的，因為這類的區別可以使從前關於遺傳學工作上的許多矛盾，就可以理解了。關於這一點，我們隨後馬上就要講到。

B 高爾頓法則

高爾頓的固定性遺傳的研究，為近代研究遺傳學開了一個新紀元。他對於人類特性遺傳的研究，如身材的高矮，智力的高低等，確是生物學上傑出的作品；因為從他發表了這種論證之後，生物學上得到一個很重大的結果。他將調查所得的材料，用統計的方法整理起來，歸納成二個遺傳的原則，略述如下：

祖先遺傳法則 兩親的遺傳，平均在每個遺傳的性質裏面，有二分之一，每親有四分之一；四個祖父母的遺傳，為四分之一，每個有十六分之一；更上的祖宗，就可依此類推。

子女退行法則 兩親的性質，與種族的標準雖有差異，但是他們子女的性質，總是表現着回返種族標準的傾向。他們與種族標準之差，比他們的親代小了三分之一。（參看第一百八十二圖）

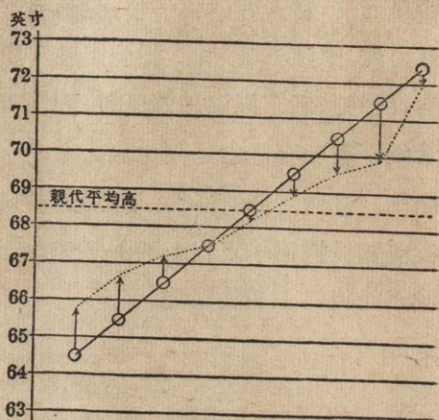
這兩種法則，確能夠表示一種普遍的真理。大概子女所受到的遺傳性質，近代的影響，一定比遠代的多。那種有天才的或低能的父母，他們所產生下來的子孫，平均看起來，總不會像他們父母那樣聰明，或者像他們父母那樣愚笨，大概都有回返種族標準的傾向。不過這兩個法則，並不能代表遺傳的基本原則，因為他所收集的材

料，並沒有仔細選擇，就是各種遺傳的變異和非遺傳的變異的例子，一起都包括在內的。關於身體方面的特性——高氏所取為研究材料者，儘有不少場合，顯示不同種細胞的組織，而這種種細胞的組織，是遺傳給子孫的。我們從實驗方面可以知道，假使一個羣體裏面，個個人的種細胞組織都是相同，那末無論父母的身

體與普通的標準相差怎樣大，子女的退行現象，一定是完全的。這種身體的差異，大部分是變形的現象，並非遺傳的性質。換一方面說起來，親代之所以與普通的標準有差異，是因為他們有這種性質，從種細胞的組織方面表現出來的，所以並無回返的傾向。

C 孟德爾定律

孟德爾應用統計的方法，來解釋他從交配實驗中所觀察到的事實。他用控制實驗的方法，來替代『祖代家世』的研究方法。從前代觀察到後代的變化，因此他就發見了許多過去沒有知道的事實和數量。從他的研究結果發表以後，我們就覺得高爾頓的研究很不可靠了。孟德爾的研究工作，實在比高爾頓的早了二十多年，因為

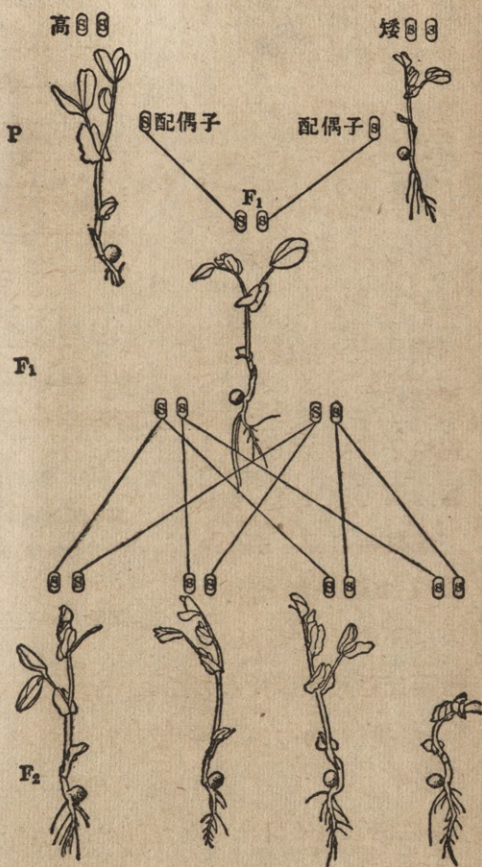


第一百八十二圖

圖示高爾頓子女退行法則，親代與子代身材高矮的關係。圓圖代表親代身高的等次，矢端表示子女的平均高度。矢的長度就是退行的總數 (仿 Walter)

當時的進化論很風行，所以沒有引起生物學界的注意；那時達爾文雖然很想找許多關於遺傳方面實驗的材料，可是也沒有知道他的工作。到了現在，孟德爾定律已成爲專門研究的一枝，同時也有其專門的名詞。我們應該先講幾個具體的例，纔可瞭解其基本的要義。第一就是孟德爾的實驗。（參看第二百九十圖）

孟德爾在某種變種的豌豆裏面，選擇七種不同的性質，如種子的形狀和顏色，是圓的還是皺的，黃的



第一百八十三圖

園內高的豌豆，和低的豌豆雜交後大小的遺傳

還是綠的；豆幹的長短，是高的還是矮的：他將這些性質不同的豌豆互相交配，以研究其雜種的性質。我們普通想起來，以爲雜種是由兩個品種或兩個性質不同的動植物變種雜交而成；可是實際上並不一定如此，一切由兩性所產生的子代，都可說是雜種，因爲兩

親種子的性質，不會完全相同。所以子孫之所謂雜種，就是說親子間的性質並不完全類似的。

(1) 單性雜交

孟德爾用一種高幹的豌豆和矮幹的豌豆交配，結果所產生的子代，都像高幹的親代一樣，並看不出雜種的性質。根據這個結果，他謂高的性質是一種顯性(Dominant character)，矮的性質是一種隱性(Recessive character)。

孟德爾再繼續做他第二步的工作，他將子一代的高幹豌豆，互相交配，結果，子二代的豌豆，高矮二種都有，其比例為三比一，就是高幹的有四分之三，矮幹的有四分之一。這就是現在最通行的所謂孟德爾比例。不過假使我們做了很少數的例子，不能完全同這個比例符合，假使所做的例子愈多，那末結果同這個比例也愈相近。孟德爾用豌豆試驗的結果，他得到七百八十七個是顯性的，還有二百七十七個是隱性的。(參看第一百八十三圖)

孟德爾再繼續試驗，他將子二代的矮幹豌豆(隱性的)，自行交配，則後代的豌豆，都是矮幹的。因此就可知道，這子二代的矮幹豌豆的性質，一定是純粹的。他再將子二代的高幹豌豆(顯性的)來交配，就得到二種結果，其中三分之一是純粹的顯性，還有三分之二是雜種，同牠們的親代一樣；假使把牠們互相交配起來，也同樣的得到四分之三的顯性和四分之一隱性的子孫。

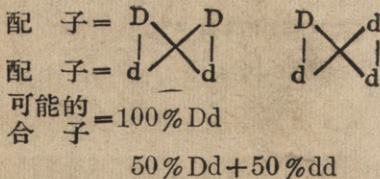
他以爲要實現他的計劃成功，必須使問題簡單化，從某種固定不同的性質方面去着手。孟德爾之所以成名，就是因爲他發現了一個很簡單的原則，而能解釋很多的事實。雜種交配出來的也是雜種，並且與親代幾種形式一樣，其中必有一個純性。這就可使我們發生懷疑，大概一定有許多能夠決定各種性質的因子(因基)，分散在

成熟的種細胞裏面。我們假定一個因基可以發生一種性質，當各種因基分散後，因此有些配子帶了這種性質的因基，而另外一些配子又帶了別種性質的因基，不過沒有一個配子，能夠帶了兩種不同性質的因基的。假使原來高親的配子含着高的因基(S)，矮親含着矮的因基(s)，則兩者配合而成的合子，就同時含有這兩種性質的因基(Ss；因為其中的高因基是顯性，所以在子代的豌豆就都表現着高了。再進一步說，當這雜種(Ss)的種細胞成熟時，其中的因子即行分離，那末應該有一半的配子帶着S因基，其餘一半含有s因基。如將此種植物受精，則同性與異性配合的機會，必是均等，因為在種細胞裏面，只有兩種不同性質的配子。

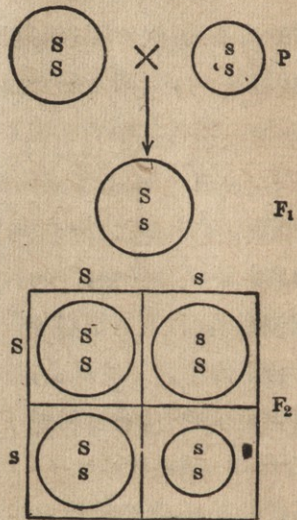
合子內部因基的結合，是1SS：2Ss：1ss，因為S是顯性，所以產生下來的有機體，就成了三高一矮的比例，這就是孟德爾所發見在子二代顯性和隱性3：1的比例。不過我們要瞭解這一點，那些高幹的豌豆，雖然牠們形態上所表現的，都是一樣，可是牠們種細胞的組織是不同，因為其中有三分之一，是由帶着S因基的配子合成的，其他三分之二，是由含着S因基及s因基這二種配子合成的。所以這種高幹形式(Phenotype)是從兩種因式(Genotype)組成，我們從牠們產生的來源方面，就可識別。(參看第一百八十四圖)

現在我們就可瞭解，為什麼那種純粹的高幹豌豆，產生下來都是純粹的高種，矮幹的都是純粹的矮種，這就是因為前者的配子，都含着S因基，而後者則含着s因基。所謂純種的植物，就是說由於兩個性質相同的配子合成的，所以叫做純性體(Homozygote)。同樣的我們也可以明瞭，為什麼雜種交配的結果，會產生雜種，純顯性及純隱性呢，因為在這許多配子裏面：一半含着S；一半含着s的緣故。這種雜種的植物我們就叫做雜性體(Heterozygote)。

子二代的雜種 (Ss) 和純顯性 (SS), 其間真正的區別, 就是一個是雜性的, 一個是純性的。假使我們要知道究竟那種是雜性, 和那種是純性, 在表面上確無從分別, 只要把牠們拿來交配就可決定了。假如我們讓牠們自相媾精, 其子代必有兩種可能性, 或者都是顯性的, 或者有四分之三是顯性, 四分之一是隱性的, 從這樣就推知其親代配子的性質。在動物方面, 自相媾精是不可能的, 不過我們也可使那種顯性的同隱性的交配; 因為純粹的顯性, 子代也一定能表現着顯性, 假使是個雜種, 那子代必有一半顯性和一半隱性的動物。這就是:



以上所討論的是一對不同性質的遺傳, 這一對因基的結合, 我們叫做對敵性 (Allelomorphs)。假使讀者已經明瞭單性雜交的原理, 我們就可進一步講到雙性雜交、三性雜交及多性雜交了。



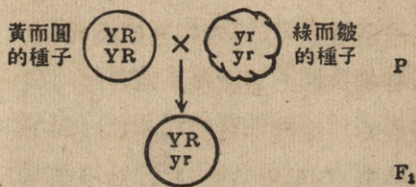
第一百八十四圖

孟德爾單性遺傳圖解

(S)代表高的豌豆 (s)代表矮的豌豆, 二者雜交後的結果。圓代表合子和身體高的性質(形式); 圓內的字母代表種細胞組織(因式); 方格外的字母代表配子, 請注意每一親 (P) 各樣的形式和因式; 子一代 (F₁) 都是同樣的形式和因式; 子二代 (F₂) 有二種形式和三種因式。在 F₂ 個體形式數目之比為 3:1

(2) 雙性雜交

孟德爾用交配的方法，去研究雙性雜交的遺傳，例如一株豌豆，產生黃色而圓的種子，和一株產生綠色而皺皮的種子相交配。則第一子代只產生黃色而圓的種子。這就可見得黃色與圓是二種顯性。如使子一代的雜種自相媾精，則子二代的種子性質，有四種可能的結合，其比例大概十六分之九是黃色而圓的，十六分之三是黃色而皺的，十六分之三是綠色而圓的，及十六分之一是綠色而皺的。（參看第一百八十五圖）



	YR	Yr	yR	yr	
YR	1 YYRR	2 YyRr	3 YyRr	4 YyRr	
Yr	5 YYRr	6 Yyrr	7 YyRr	8 Yyrr	
yR	9 YYRr	10 Yyrr	11 yyRr	12 yyrr	
yr	13 YYrr	14 Yyrr	15 yyRr	16 yyrr	F ₂

第一百八十五圖 孟德爾雙性遺傳圖解

從理論方面解釋起來，其原始一親的配子，都含着黃色而圓的因基(YR)，其他一親則含着綠色而皺的因基(yr)，配合之後，合子所含的因基必為YRyr，由這種雜種長大後而成的配子，其因基的結合，有幾種可能性 (Rr 與 Yy 除外)，就是 YR、Yr、yR 及 yr。現在自相媾精之後，配子間必有十六種可能的結合，因為無論在精子或卵的方面，都有這四種不

豌豆黃而圓(YR)的種子和綠而皺的種子(yr)雜交結果。圓代表合子和身體的性質(形式)；圓內的字母代表種細胞的組織(因式)。方格外面的字母代表配子。子一代(F₁)的雜種都是黃而圓的，因為綠與皺是隱性。子一代有四種配子，由這四種配子互相配合，可產生十六種合子，其中有四種形式及九種因式。一個純顯性(1)和一個純隱性(9)。第四個合子與子一代相同。四個是同性合子(1,7,8,9)，其餘的都是異性合子。個體形式數目的比為

9 : 3 : 3 : 1

同的性質。從這許多配子互相配合而成的子二代，可以發現一個是純粹的顯性 (YRYR)，一個是純粹的隱性 (yryr)，四個 (包括以上兩個) 同性合子，及十二個異性合子。在這十六個個體裏面，共有九種因式，不過當顯性與隱性因基結合的時候，只有顯性表現出來，所以在形式方面，只有四種，而成 $9 YR : 3 Yr : 3 yR : yr$ 的比例。孟德爾的雙性雜交的比例，實即單性雜交 $3 : 1$ 比例之擴展。兩者都是根據於同一基本的假定上面，就是因基各有獨立的存在性，所以各種不同性質的因基，各自分離，在一個對敵性的配子裏面，不能同時含着兩個不同性質的因基的。

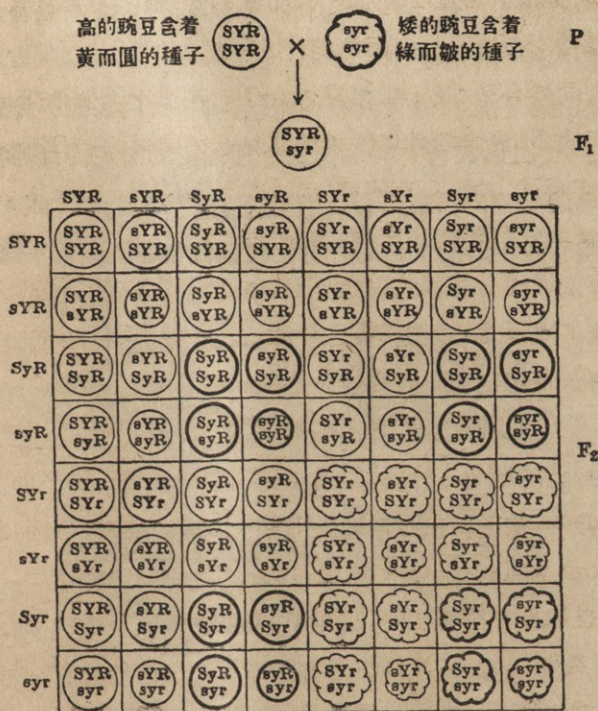
(3) 三性雜交

同樣的，孟德爾的三性雜交，就是把高幹的，種子黃色而圓的豌豆，與矮幹的，種子綠色而皺的豌豆相交配。在子二代裏面，有二十七種因式及八種形式。其形式數目的比例為 $27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1$ 。實際上，自然界裏面的生物，在親子間性質的區別，很少只有一種、二種或三種不同的。不過為研究的手續及方法便利計，我們可以將一對對敵性的性質，看做一個簡單的單位，假使同時進行一對以上性質的研究，也就便於分析了。(參看第一百八十六、第一百八十七圖)。

(4) 普通原則

在沒有講到孟德爾法則的修改及申述以前，我們不妨再將孟德爾研究所得的結果，用另外一個方式來陳述一下，也許可以使我們對於這個問題，有更深刻的瞭解。

每個體細胞裏面，我都可以假定牠含有一對因基來代表一種性質 (如豌豆的形狀)，這一對因基裏面的一個，是從組成個體的每個配子傳授下來的。假使兩個因基是相同的 (例如 SS 或 ss)，那



第一百八十六圖 孟德爾三性遺傳圖解

高的豌豆含着黃而圓的(SYR)種子和矮的豌豆含着綠而皺的(syr)種子雜交結果。圓代表合子和身體的組織(形式)；圓內的字母代表種細胞的組織(因式)。方格外的字母代表配子。子一代(F₁)有八種配子，能配成六十四種合子，其中有八種形式和二十七種因式。有一個純顯性(在左邊上角)和一個純隱性(在右邊下角)，八個同性合子(由左邊上角直至右邊下角)，其餘的都是異性合子。由右邊上角直至左邊下角，在這對角線內的合子，和子一代相同。個體形式數目之比為 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1

末二者都可在身體上同時表現出來(例如植物的高或矮)。這個個體在形狀方面，就可說是同性的配合。但是如二個因子的性質不同(例如S與s)，那末只有顯性的一個(S)能在身體上表現出

來(高的植物),隱性的(s)那個則不能.所以這個個體,在性質上可說是異性的配合.

當種細胞成熟而行減數分裂的時候,其中的因基即行分離,結果每個配子的裏面,只含有一個代表每種性質的因基.所以同性配合體所產生的配子,因基完全是相同的(例如都含着 S 或 s),異性配合體所產生的配子,則含有兩種數目相等而性質不同的因基



第一百八十七圖

這個圖表示三性遺傳在第二代子(F_2)八隻形式不同的豚鼠
 S =短毛 s =長毛 P =有顏色的皮毛 p =無顏色的皮毛,或皮毛皆白
 R =硬毛 r =軟毛,這些雜種的兩親(F_1)統是 SPR 形式

(例如一半含着 S, 其他一半含着 s)。

當兩個性質不同(對敵性)的因基同時存在於一個合子裏面的時候, 其中一個因基(顯性的)能在個體上面表現; 可是其他一因基(隱性的), 也同時存在於體細胞及半數配子的裏面。換句話說, 隱性的因基是不表現出來的, 除非兩個隱性因基同時存在的時候, 或者可以說, 除非兩親傳授下來的因基, 都是隱性的時候。

分離 代表對敵性的兩種因基, 決不能同時存在於一個配子的裏面。所以雜種的配子, 可以分做數目相等的兩類: 一種配子裏面的因基是顯性的; 還有一種配子的因基是隱性的。這兩種性質不同的因基, 彼此分離。這就是所謂成熟種細胞或配子的純系。

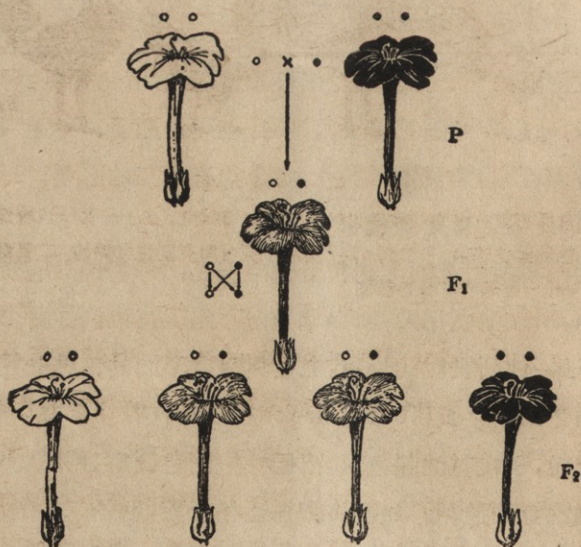
D 新孟德爾定律

關於孟德爾的因子分離說及顯性說, 以後在各方面找到的材料, 日漸增多, 所以對於這種事實的證明, 也更加顯著。不過我們從有些例子方面看來, 對於這個觀念, 也多少有修正的必要。以下幾個例, 就可以使我們瞭解這種事實。

過去孟德爾所研究的七對對敵性的豌豆, 每對都只有那個顯性表現出來, 所以他就用顯性說來解釋。不過現在我們從許多的事實看起來, 子一代所表現的性質, 完全與兩親不同的。例如用純性的紅色與白色的紫茉莉(Four o'clock)交配, 子代都生淡紅的花, 或者我們可以說, 子代花的顏色, 是兩親的中間色。紅白兩種都非顯性, 結果是種混合的遺傳。如將該雜種互相交配, 則子二代的顏色, 係一紅, 二淡紅, 一白的比例。孟德爾 3 : 1 的比例, 變成 1 : 2 : 1。從這方面看來, 顯性只在以後交配時, 纔能發現。因子分離的現象, 照常存在, 因為子代的純性植物, 還是與原始親代的性質一樣。(參

看第一百八十八圖)

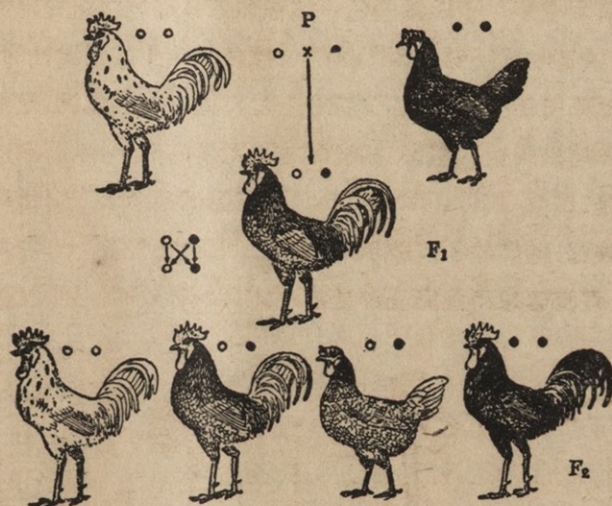
再從別的例子看來，雜種所顯示的性質，能把雙親的性質都表現出來，而並不是一種中間性，也不能說那一種是隱性。例如紅白兩種短角牛交配；子代為櫻色，這種顏色是從紅白兩種毛混合而成的。這就是雌雄體的遺傳(Mosaic)。櫻色短角牛是種雜性的個體，不過由牠們所產生的子代，又符合一紅二櫻一白的比例，這又是一個因子分離很明白的證據。關於雌雄體遺傳的例子，也許以藍色奧特魯散雞(Blue Andalusian fowl)的實驗為最顯著。這種雞的本身就是雜種，牠們的子代顯示着一黑，二藍奧特魯散，一白地藍斑的比例。假使要想得到完全都是藍色的奧特魯散雞，必須使黑的與白



第一百八十八圖

這個圖解表示紫茉莉白的花和紅的花雜交的結果。身體的性質(形式)如圖線所示，小圓代表裏面所包含的因子

地藍斑的雞相交配，這是根據養家畜人的經驗方面得到的。所以從這個例子看來，雌雄體遺傳也可以包括在因子分離律之內。（參看第一百八十九圖）



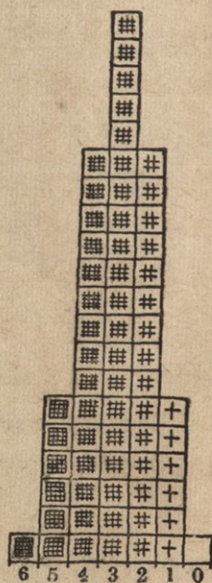
第一百八十九圖

白而有藍色斑點的和黑色的奧特魯散雞雜交，在子一代(F_1)統為藍色的奧特魯散。子二代(F_2)變為一隻白而有藍色斑點的，二隻藍色的，一隻黑的奧特魯散雞

不過在遺傳上時常碰到許多複雜的情形，有時候混合的遺傳並非因為缺乏顯性所致，實在因為幾對因基合併起來的作用，有如白種人與黑種人配合的例子一樣。黑白人雜交的子一代，其皮膚的顏色，適為兩親的中間色，到了子二代及以後的幾代，就有的近乎白色或黑色，有的是淺灰色，或深灰色，而成一個黑白間聯續等第的現象，不過很少純白或純黑的子孫。要解釋這種現象，卻也不難。我們假定在生殖細胞裏面含有三對因基，黑種的為 $AA BB CC$ ，白種

的爲 $aa\ bb\ cc$ 。兩種交配後，則雜種的因基組織爲 $Aa\ Bb\ Cc$ 。所以子代的顏色爲中間色，因爲只有一半因子能够發生作用，使生黑的色素。到了子二代的時候，就在黑白之間表現着深淺不同而有等第的顏色，這是因爲因基的結合，有六十四種可能性，也如三性雜交的公式一樣：假使含着黑的因基多一些，那就皮膚的色素也深一些。在子二代裏面，純白及純黑之所以很少發見，是因爲因基分離之後，某種純粹的因基，聚在一個配子裏面的機會很少。即使偶或有之，不過受精時也必須有同樣性質的配子纔行。（參看第一百九十圖）

從以上這許多例子看來，混合遺傳雌雄體遺傳，以及對敵性的遺傳，都可以用孟德爾的因基分離這個基本法則來解釋。我們必須知道，性質的發生，完全靠着因基的作用，並非性質的本身可以成爲基本的單位；因爲我們現在知道，有許多性質，都是由於許多不同的因基來決定的。所謂顯性，是一對因基間所發生的關係，而不是兩種性質間所發生的關係，混合的遺傳，也許是缺乏顯性的結果，不過大部分也是幾對因基共同的作用所致，譬如一對因基，每個都可以表示着牠的顯性。雌雄體遺傳，竟可代表因基影響的極端性，在這種雜種的裏面，每個因基差不多都完全表現出來的。所以因子分



第一百九十圖

上圖的直格，表示幾個個體內的因基數目（黑色的）。如每一性質由三個相似的因基產生——例如黑白的雜種——則子二代時因基的複合，有六十四種可能（仿 Walter）

離確是一個法則。

在過去幾年內，一般遺傳學家，已把多因基的假說與孟德爾多性遺傳的解釋，熔為一爐，尤其在高等動物的方面。關於人的身材、身體各部的比例、構造，以及一切生理的、心理的特證，都歸之於很多因基的影響。有種果蠅眼睛的顏色，靠着四十多對因基的影響，兩翅的因基有九十多對。所以現在關於因基的作用，更加清楚，我們只要觀察某個因基的構造及牠與別的因基互相的動作，就可決定牠將來能夠產生什麼器官。再進一步，我們觀察一羣因基與環境的關係，也可決定牠們將來必能產生什麼。例如果蠅養在低溫度的環境中，就能多生幾隻腳，這種變態的情形，也能遺傳下來，並與孟德爾的比例一樣。假如培養在高溫度裏面，這種多腳的變態現象，就不會發生了。

所以，我們對於一個問題研究得愈詳細，這個問題也就變成愈複雜。我們現在對於遺傳學的知識，雖然比孟德爾做實驗那時廣得多，不過我們全靠他供給我們幾個基本的原則，使我們在這個普通的名字上面，繼續不斷地增加了許多遺傳學上的事實。差不多各種遺傳的情形，都可證實他的法則的。

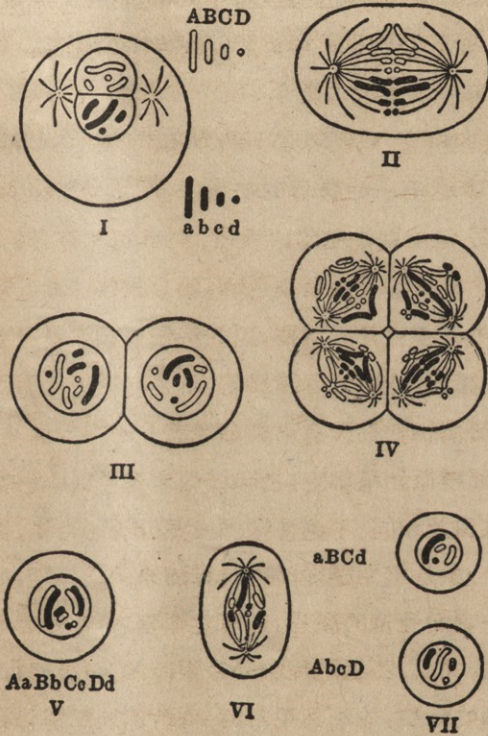
E 孟德爾遺傳律的機械性

關於孟德爾的法則，我們已經在上面很簡單的講過，現在應該把他的研究結果，與種細胞的組織聯合起來，使彼此發生密切的關係。換句話說，我們根據動植物交配實驗的結果，就有因基的存在，及因基分離等等假說，不過實際上用顯微鏡來研究細胞（細胞學），也是否能夠找得出因基的物理基礎和因基分離的機械性的證據呢？這個問題，等到我們討論到種細胞的來源和組織及受精的行為

時，就可肯定的回答。不過這些基本的事實，在孟德爾那個時期，的確不知道。從此我們也可知道孟德爾當時的學說，確有特殊的見解。（參看第一百六十六圖）

這些主要的事實，我們現在不妨以不同的觀點，來重述一遍。每個精蟲和卵都含有一定數目的染色體，所以受精後的合子，就含有兩副染色體。這兩副染色體的性質，彼此都相符合的。我們也可以這樣說，每種性質必有兩個染色體，聯合成爲一對。當合子分裂的時候，每個染色體就分成兩個，因此每個子細胞就可各得一個分裂出來的染色體。有機體各種細胞，都是同樣從一個受精細胞分出來的。所以每個細胞都含有兩副染色體——一半從父體得來，一半得自母體；那種原始種細胞，也同樣的含有兩副染色體，因爲牠們的來源，也與此相同。不過當牠們成熟分裂的時候，經過一聯合期（Synapsis），就是把兩種從父體及母體來的染色體，各與性質相同的聯合成一對而受精的歷程，即產生個體者，亦於生殖細胞完全成熟時，而宣告完成。不過這種聯合是暫時的，以後即行分裂（減數分裂），惟此刻的分裂，並不與平常的一樣，即將那種聯合成對的染色體，再行分開（實際上很少與原來父體的及母體的染色體相同），而後分成兩個細胞。所以每個成熟的種細胞，或配子，只含有每對染色體中的一個，其總數即等於平常細胞中數目的一半。（參看第一百九十一圖）

孟德爾假定對敵性的因基，在雜種的配子裏面，即行分離，所以一個配子決不能同時含有一對對敵性的因基的。這就是說，兩種因基同時在一個合子的裏面，而成爲一個雜種，不過該雜種組成配子的時候，因基又行分離。這種假定，就是現代細胞學方面的研究所證明的。染色體的行爲，簡直與孟德爾所假定的因基行爲相仿，因



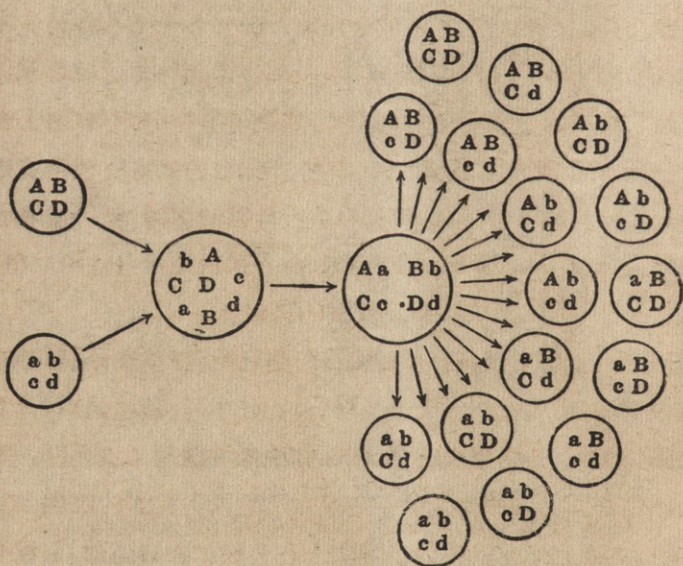
第一百九十一圖 動物內染色體循環圖解

假定身體(倍)的染色體數目八個，屬父的染色體(由精)=ABCD；
 屬母的染色體(由卵)=abcd I. 配子核的染色體本為單數(單)，
 受精後合子的染色體為倍數(倍數) II. III. IV. 成熟期前的生殖
 細胞分裂(染色體為倍數) V. 聯合期 VI. 減數分裂 VII. 兩個
 配子 (仿 Wilson)

為當精子及卵發育的時候，經過聯合期後，父體的與母體的兩個性質相稱的染色體，即行分開。同樣在一對染色體裏的因基，彼此的性質也是相稱的，至組成配子時，也就跟着染色體分開。

此外，關於孟德爾的兩性雜種，例如黃與圓，青與皺這四種因基

的遺傳，其中任何兩種因基，如黃與圓，彼此都可互相分離，因為牠們有很多的機會可與青皺兩種因基相結合。從此就可推知，這種黃的因基及圓的因基並非存在於同一染色體的裏面，因為經過聯合期以後，每個配子必須得着一對性質相稱的染色體裏面的一個（成一單組），不過不一定是從母體或者父體來的。（參看第一百九十二圖）



第一百九十二圖

圖示配子內的單數因基或染色體，配成合子後就成為倍數。再經聯合期，因基或染色體又行分離，而成配子。圖內合子有四對染色體或因基(Aa , Bb , Cc , Dd)，可以產生十六種配子(由 Wilson)

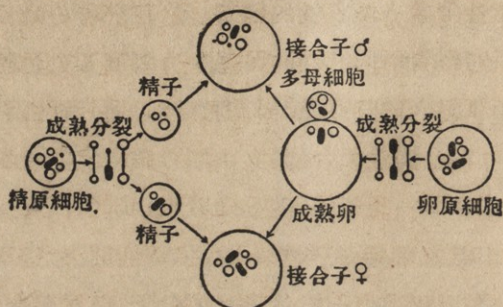
總之，當兩個配子合併起來的時候，每個配子都要傳給合子一單組的因基，使子代組成複組的因基。同樣的，配子各授以單副的染

色體，使合子有雙副染色體的組織。這就可見染色體與因基在配子與合子裏面的情形都是相同的。從染色體與因基這兩種相並行的行為看來，染色體的確是遺傳的物質基礎，同時孟德爾的因基分離說以及各種相關的現象，也的確是事實。為求實際便利計，在第一百九十一圖與第一百九十二圖之 A、B、C、D 與 a、b、c、d，隨便認為染色體或因基都可以。

現在反過來講性質的遺傳，這些性質的因基，於包含在同一染色體的裏面，似乎聯結起來不能分開的。因為染色體的數目並不多——人的配子有二十四個染色體——與遺傳的性質比較起來，使我們時常想找出許多聯合性的證據。這種性質，一定不會同上面的例子一樣，是不能分開遺傳的。在有些情形，我們知道各種性質確是可以一組一組的遺傳下來。性別和連性性質的遺傳，就可使我們對於這點更加瞭解，同時也可使我們知道各種決定男女性別的事實。

(1) 性別的決定

我們進一步研究體細胞及種細胞的染色體，在減數分裂以前，其中有一對染色體，牠們的大小及形狀，彼此不同。這種情形，尤其在雄的動物方面，時常可以發見。例如其中的一個是 X 染色體，其形狀大小也許同另外的染色體差不多，可是同牠成對的那個 Y 染色體，就很小而且沒有功用的。實際上在有些動物的裏面，並沒有找到這種染色體，也許的確沒有的。再在雌的動物方面，可以找到同樣的二個 X 染色體——其一 X 染色體，替代雄性的 Y 染色體。所以在雄性的染色體裏面，有一對 X—Y 染色體，而在雌性方面，有一對 X—X 染色體。這種性別間染色體的差異，使我們覺得 X 染色體必與定性有關，到現在這個問題已經確定的證明。（參看第一百九十三圖）



第一百九十三圖

圖示兩類精子受精的關係。左邊示男的配子，右邊示女的配子；中間示受精產男或產女的合子，假定身體的染色體數目是六。黑而大的是X染色體，黑而小的是Y染色體

在精子發育的過程中，聯合期以後，繼則減數分裂，此時把X與Y二個染色體，分散於二個細胞的裏面——將一對聯結着的X—Y，同普通一樣的分開來——因此後來成熟的精蟲，就有兩種：一半是有X染色體的；還有一半含着Y染色體。再講到卵的發育，減數分裂時，也把兩個X染色體分開在兩個細胞的裏面，所以每個成熟卵都有一個X染色體。我們人的染色體有四十八個，男子是四十六個加上一對X—Y，女子是四十六個加一對X—X。有一半精蟲的染色體是二十三加X，還有一半是二十三加Y，不過卵子則完全是二十三加X的。

因為一半精蟲有X染色體，一半沒有X，所以與卵受精的機會，二者均等，以後配成的合子，也是一半有一個X，一半有兩個X的。從此就可決定，前者必為男子，而後者必為女子，因為男子的體細胞裏面，只有一個X染色體，所以性的因基，只成了單體，而女性的因基，則成為複體。

這是一個細胞學上很好的證據，就是性別的遺傳，也是跟着孟德

爾定律的。男性帶着一個『性的因基』（在那唯一的X染色體裏面），而女子則帶着兩個『性的因基』（每個X染色體帶着一個因基）。至生殖細胞成熟時，這種因基就分離，所以在性別遺傳方面說起來，男子可說是異性配合，而女子則可謂同配，由配子結合男女的可能性，是一與一的比例。從這樣看來，我們可以說，男女的性別，在受精時已經決定，現在有些學說，以為性別決定在受精之後，這是不對的。不過我們也不能存着這種觀念，以為X染色體，或者『性的因基』，是種產生性別的東西。我們知道性是一種很複雜的性質，要完全發育成功某種性別，那自然要受了激動素（Hormones）等等的影響，我們之所謂定性，不過指兩性間X染色體的差異罷了。



第一百九十四圖

圖示由男性遺傳的色盲。一個色盲的男人(示黑色)能够遺傳這種性質一半到他的孫子，*表示性別的染色體含有色盲的因子

(2) 染色體的連鎖性

我們知道性別的決定，也同孟德爾的性質遺傳一樣，是靠內部機械的調節，從這樣推想起來，X染色體也許還可以帶着另外性質的

因基。實際上關於有些性質的遺傳，也只能用這個假定去解釋。這種性質，就是普通所謂性連的(Sex-linked)遺傳。現在又要回頭講到性別——就是關於同一染色體裏因基聯結問題的討論。且先舉個例來說明。

普通 Dalton 式的色盲，患者不能區別紅綠兩色，過去也早已知道這是可以遺傳的，不過這種遺傳，與普通的情形不同。一個色盲的男人，他的女兒並不受其影響，不過他的外甥方面，就有一半受到他的遺傳；一個色盲的女子，她的兒子都能受到遺傳，可是她的女兒卻是完全常態的。假使雙親都患色盲，那子女們就個個都有同樣的缺陷。像這種遺傳的行爲，早經許多人注意到，我們假定色盲



第一百九十五圖

圖示由女性遺傳的色盲。一個色盲的婦人(示黑色)能够遺傳這種性質到全體兒子，一半到她的孫子，及一半到她的孫女

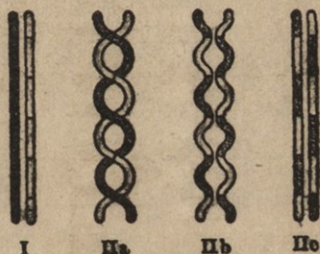
的因基，在X染色體裏面與定性的因基相聯結的，男子的色盲，只要有一個因基，或一親的影響，就能發生，女子則需複因，或兩親的影響，纔能發生。所以男子的色盲，在性質上可說是異性配合，女子則可謂同性配合。要是一個異性配合的女子，在外部形式看來，還

是常態的，不過實際上是個『傳授者』。這就是男子的色盲比女子為多的理由。（參看第一百九十四、第一百九十五圖）

從色盲方面，就可證明在同一染色體裏面，有幾個性質不同的因基相結合，至長大時，就有各種不同的性質表現。同時又可以使我們知道，這種從X染色體所表現的性質，父親並不能遺傳給他的兒子，在遺傳的立場看來，即使可能也是很微的，所以在他直接下來的男性後裔方面，這種性質就漸漸地退化了。

不過，在同一染色體內有種種不同的因基——實在染色體就是許多因基的聯合體——是沒有法子可以去證明牠們確是時常聚在一起的，因為經過聯合期的時候，那種性質相似而成對的染色體，此時可以因聯合在一起而互相交叉起來，因此本來在同一染色體裏面的因基，經與另一染色體交換後，這些因基就行分離。在交換後而分離的因基，已經打破了染色體的限制，所以我們不能以為孟德爾的因子自由分離說，是限於整個染色體的分離。孟德爾定律的普遍性，沒有充分的理由可以反對的。

我們從染色體的交換方面，還可以決定因基在染色體裏面的地位。現在有一個假定，就是在同一染色體裏面因基間相差的距離，與染色體交叉的程度成正比，如交叉的距離愈長，則內部因基所表現的性質也愈相似。（參看第一百九十六圖）



第一百九十六圖

圖示二個同性染色體，在聯合期交換的情形。圖中之節，係示因基排列之地位，並示對敵性因基互相對稱的位置。I. 一對配合的染色體，尙未交叉。IIa. 一對染色體互相交纏。IIb. 兩個染色體在交叉點破折分開。IIc. 聯合期之後因基互相交換（仿 Wilson）

F 自然和教育是相對的

從遺傳的立場看起來，個體可說是許多性質的組成體，這些性質的遺傳，是有一定方式的。『我們再用另外一種比較抽象的說法，所謂個體，就是種族的各種因基，如同百花鏡一般的暫時集合體；生殖行爲，尤其是減數分裂，因基分離，以至繼續受精等等，不過是把這個百花鏡換上一個新面目。』

有機體的生命，就是隨着環境而發生的種種繼續不斷的反應。所以雖然有了遺傳的基礎，同時又需要教育去改造。這是實在的，我們知道無論那種性質，都是遺傳的因子及環境影響的產物，這兩種條件具備之後，纔能產生某種性質。假使那種性質在各代的子孫都能發現，那一定是靠着同樣因子而發育，與同樣環境所影響的。還有許多本來可以有的性質，但是並沒有實現，除非發育的時候，有了某種特殊環境的影響，纔能產生。

要想把遺傳性及環境影響二方面分別開來，這是一個遺傳學上最重要而且最困難的問題。尤其在人類方面，發育是一種行爲的形式，一個孩兒的身體和智慧，究竟從怎樣發育來的，這個問題，決非單用遺傳或環境所能解決，必須二者連合起來纔能決定。

雖然我們並不受了我們先人的環境和教育的遺傳，可是我們仍舊繼續他們的習慣——每代都是建築在他們祖先的智慧和物質的基礎上面——因此後代的子孫，一方面繼承他們祖先的遺產，同時又增加了他們自己的責任和機會。在某種範圍以內，已經應用科學的方法於人事的方面，所以各人都應該本其所能，盡其所事。『社會的遺傳』就是告訴我們，應該克服我們的保守性，並且不要變更我們的遺傳性。一般研究人生改良學家 總是着重於教育的方面，

而那些優生學家，則常着重於天性的方面。兩方面的主張，完全相反，不過講到真理，則二者都是必要的；不過我們相信，我們明瞭有機體的遺傳組織，如想種族永久而且繼續的進步——種族先於個人——這種往進步走的途徑，必須經過優生學的——就是研究選種的科學。

因有遺傳性與獲得性的區別，就使一般人的腦子裏，都存着運命天數的印象，這種觀念，稍有一部分是對的。『我們不能跳脫遺傳。但是反過來看，雖然有機體的遺傳組織，變化很微，不過個體是很容易變化的；這是人類特殊的祕密——從他的物質與精神影響的外部遺傳，可以矯正他的內部有機的遺傳。』（湯姆生）（參看第一百九十七圖及第一百九十八圖）



第一百九十七圖

獨種原因變異的五穀。左邊的表示生長在寬闊的地方；右邊的表示生長在擁擠的地方。每處地方五穀的遺傳性是一樣的；這兩處之所以生長出來不同的極大原因，完全因為環境所致（仿 Blakeslee）

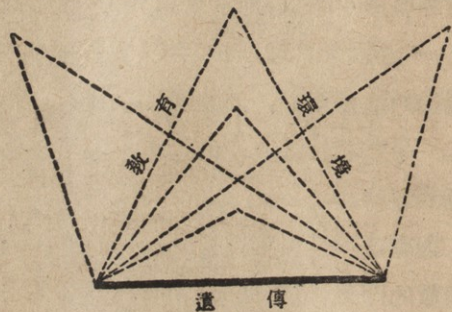
從這樣看來，人類改良的問題，可分兩方面：第一，個體教養的效能，這雖不是遺傳，不過也由世代的訓練積聚起來的；第二，選擇優

種交配，以改良種族。不過我們要問：假使遺傳是祖先性質的匯合——百花鏡的一次變化，那末改良後代的可能性究竟怎樣呢？

雖然我們苦於不知變異的原因，同時又不明白因基究竟是種什麼東西，所以要想回答這個問題，也更覺得困難。我們只能推想牠們是種化

學的分子，化學的組織改變後，就能發生變化。我們知道這種情形是很可能的。或者因基的本身並無變化，不過牠們所表現的現象——牠們所產生的化學結果——可因另外物質的變化而起反應的。假使我們用復合(Recombination)來解釋這種現象，那就離開事實更遠。牠們也許沒有一定的數目與沒有限量的勢能存在種質裏面，因此而發現遺傳的變異。更有別的證據，遺傳的變異——特變，可因在聯合期或者分裂的時候，偶然缺少了或增加了幾組因基或者整個的染色體所致。例如一對同性染色體中的一個，可以失了幾個因基於另一染色體內，而不回復。因為牠們只有一半相交。像這種情形，那個有機體裏面染色體的組織，自然比平常的不同了。

各種特變，就是進化中重要的新材料。不過那種的確能夠引起自然特變的因子，證據很少。最近有的實驗結果，將蒼蠅的生殖細胞，用X光線去照射，能夠發生變異的遺傳，這是一條很重要的研究新



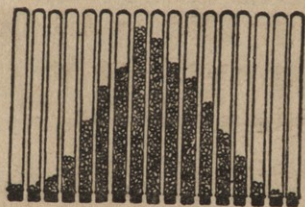
第一百九十八圖

圖示個體的成就，自然與人為兩方面都很重要。圖內之各種三角形，係代表由同樣種細胞(遺傳)所產生的個體，因環境與教育的不同，而變成各種不同的個體。三角形的基線就是代表遺傳
(仿 Conklin)

途徑。

G 選擇

近五十年來，對於選擇一說——用來解釋動植物演進的一種新原則，非常風行。所謂選擇，就是說由某種個體交配後所產生的後代，漸漸向着選擇的方向而變化。不過達爾文認為選擇的本身，並不能產生什麼東西，牠的效能，是完全靠着變異的物質而來的。達氏雖然提及變化性的遺傳，可是他並不能把變形 (Modification)、聯合 (Combination) 及特變 (Mutation) 等很嚴格地區別出來。他只籠統地承認，各種變異都似乎是選擇的趨向。不過根據最近實驗的證明，關於某種變異的選擇，只能影響於外表方面，而非實際的變化。現在舉一個例子來說明。(參看第一百九十九圖)

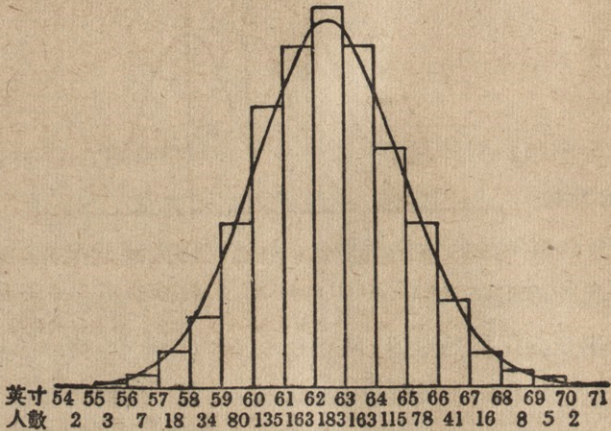


第一百九十九圖

圖示二升蠶豆(個體羣)，依重量分類

如拿蠶豆二升，依照每顆的重量，分成幾堆。再把每堆放入一個圓筒

裏面，並且依照重量的次序排列起來。現在假使我們想像着用一條線把在圓筒內每堆豆的頂點聯絡起來，一定可以成爲一根常態的曲線。如用統計的方法，來整理一羣有機體中個別的性質，或者一把細沙中每顆形狀的大小，或者放射彈道的距離等等，都可以得到這個同樣的曲線。所以關於某種性質的變異，頗近數學的或然說或者機遇說，最合理的結論，我們只能說，這種有次級的變異或者差次變異 (Fluctuation)，是一種多數因子的結合體，其中每個因子極微的影響，都在這個個體方面表現出來的。(參看第二百圖)

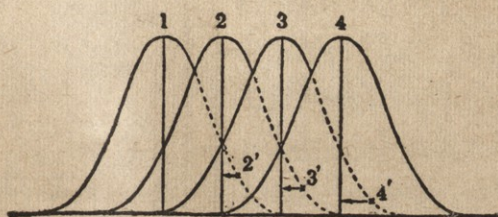


第 二 百 圖

圖示測量一千零五十二個婦人(個體羣)高度的常態曲線。每一方格內的高度,就是代表這許多人裏面每人的實際高度
(由 Kellicott 仿 Pearson)

現在的問題是：假使這種相差羣體的平均數很大的個體互相交配，能夠得到什麼結果呢？如以高爾頓的子女退化法則來解釋，我們就可決定這種子孫的性質，一定與親代的相似程度較少，而與羣體相似的程度較多。因此曲線的頂點就要移動，漸趨選擇的方向。現在一代一代的繼續選擇，沒有限制的一步一步下去，能否到了一個時期，產生一種過去絕無的性質？根據實際交配的經驗，只能供給一部分解答，因為選擇動植物的良種交配，確是一個很有效驗的辦法。不過我們知道，經過相當的次數選擇之後，就會逐漸地失了效力，此後我們須將這種性質，保存着最高的程度。（參看第二百零一圖）

最難解決的問題，就是差次的變異究竟是什麼。變形（非遺傳的）與常遇的聯結（遺傳的）的結果，都能成為常態的曲線，不過這兩



第二百零一圖 依高爾頓的子女退行法則來表示選擇的效果
 (1)選擇前的衆數 (2)(3)(4)新衆數,就是選擇在 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 三點上的個體所得的結果。衆數移到選擇的方向(向右),不過每次選擇,都要退行一個相當的程度,如矢的長度所示

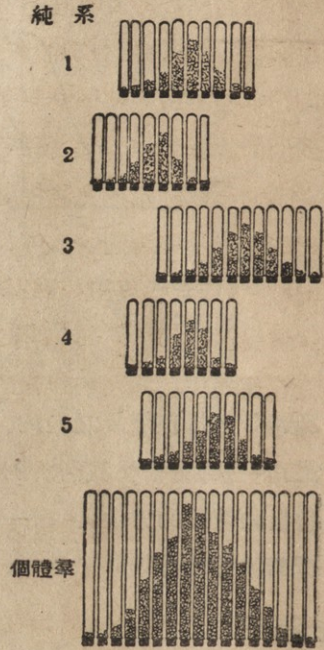
種都可包括在變異之內的。因為有這兩種遺傳的與非遺傳的變異混在一起,時常使我們辨別不清。假使我們把聯結劃開,用同性個體自相交配的方法,使成一純系,那末一切變異都是變形,同時選擇對於這種非遺傳的性質,也沒有效果了。

純系

這個問題的要點,是從單純性質遺傳的實驗方面發現的,在這許多實驗當中,尤以約翰生 (Johannson) 的櫻色變種蠶豆的遺傳研究,為最重要。他把每株蠶豆的種子,和其他的分開,從此就可得到許多純系的蠶豆,每種純系蠶豆的平均重量,各不相同。從這例子看來,所謂選擇,除了分別種類之外,沒有旁的用處。這句話或者可以這樣來說明,他選擇這種蠶豆的種子,只不過在重量方面,能够分別幾種型式,或純系,每種型式蠶豆重量的差異,都表示着一種常態曲線的性質,其中有一個衆數,還有一些比衆數較大或較小的數目,分布兩端。但是約翰生再在純系內選擇(把每對聯結劃開),就沒有什麼結果;因為在一純系裏面那種很微的差異,並非遺傳性

質，所以他不能把本來的衆數變更。換句話說，選擇的效能，只能把性質分離，而不能把性質重新創造。普通選擇只能把在羣體裏面的純系（種細胞的組織相同）分開，以後就不能再選擇——不過停止選擇以後，這些分開的純系，很容易再合而成原來的羣體。假使一個純系再加選擇而有成效的話，必生突變——不過因突變的結果，可使一個純系分成兩個。（參看第二百零二圖）

因爲有了純系的概念，就可以使我們的注意力，集中於變異的實在性方面，而使選擇的觀念更加明瞭。說到變異的實在性，那牠可分三種：即不能遺傳的變形，及可遺傳的聯結與特變。多數純系的變異，大概都是受了環境影響的結果，不過在種質方面，還是同性的。一個羣體裏面的變化，也就是許多純系變化的總合，不過其中各個體的種質組織是不同的——可以分開多組，而成許多純系。所以純系的概念，廣義的解釋起來，是種變異形式上的表現，這種變異，我們認爲或者是身體上的或者是兩親間的因基複合的結果。要是兩個配子的因基都是相同的（如純系一樣），那末，後代變異的因子，就不會存在，選擇也無效能，除非特變或者有發生的可能。



第二百零二圖

圖示蠶豆的個體羣和其五組純系許多蠶豆，依照重量分類，將裝置同樣重量蠶豆的管子，豎列一排（由 Walter 仿 Johannson）

不過據新近的實驗看來，在某種情形之下，純系選擇，也可以發生影響。我們知道有機體的大部分性質，都是從許多因基表現出來的。有的時候，某個因基是某種性質的決定因基，不過同時還有許多別的因基同牠聯合，這些附合的因基，並不能表現某種性質，不過牠們有改變這個決定因基表現某種性質的能力。要是在這種情形的時候，選擇的確能夠改變某種性質——增加或減少附合因基的數目，或者變更附合因基與決定因基的關係。我們隨便一看，好像這種選擇的效能，只是限於某種特殊的情形，不過近來的研究，竟在披露因基間互相作用的可能變化，給純系概念一個較廣義的解釋。

以上所說的，就是使我們認識變異與遺傳性的區別，以及與純系概念的密切關係，從這兩個方面，就可瞭解選擇問題的新意義。不過在我們的觀念裏面，應該有個限制，就是我們只能認為這是一種可能性。至於選擇，無論在實際方面或者理論方面，都不能佔着重要的地位。人工的選擇，在分離純種及發生突變的時候，是很有用的。多數動植物交接後的『新產物』都是雜配的結果，那種嚴格的選擇，能夠產生某種新的結合體，有的時候也可以發生突變，不過這種情形，也許是雜配所影響的。自然淘汰好像『篩箕』的作用，把那許多新的結合體和特變等都篩了：——適者生存，不適者淘汰——所以有機體對於他們環境的適應，就有一個自然的解釋。（參看第二百四十三圖；第四百零一頁）

總 結

在沒有離開本題之先，關於遺傳學許多重要的原則，不妨做個簡單的總結，或許對於讀者有些幫助。

第一，個體遺傳的基礎，生殖細胞的組織比體細胞的組織，更爲重要。一種性質的遺傳，在生殖細胞裏面，必有一個或一個以上的因基爲基礎，不過從因基發育到性質時，環境的影響也很重要。

第二，習得性是否可以遺傳，尙無充實的證據。

第三，性質的種細胞基礎，因基，可以視爲一種單位。根據孟德爾的定律，在個體的配子組成時，染色體——因基的聯結團——是可以分離及再合的，所以在許多結合體裏面，父母兩性的遺傳因子，必須重新支配，這種情形，可以用數學來證明。

第四，性質的種細胞基礎，因基羣，是固定不變的。選擇不能直接改變牠的性質，只能把各種本來存在的性質分開，或者可使發生突變，決定牠們生存的價值，爲生存競爭的主人翁。

第二十三章 生物的適應

每一個生物是一束適應。倘若我們拿去這些適應，簡直還有什麼賸下呢？——湯姆孫和革得斯 (Thomson and Geddes)

生物既靠原生質裏物理化學的過程所釋出的物能，來維持生命，所以凡是在一個生物的構造和官能上引起變化的一切影響，都必先改造那些基本的代謝現象了。這就是說：機體的響應是個代謝問題。這件主要事實，固然必須明白瞭解；可是現在生物學還不能靠這些基本名詞就來解釋生物的響應。所以我們祇好舉出些例來做代表，來說明一件事實：就是當生物遇了內部的和外部的關係，而發為能動的調整——適應——時，這種響應比起其他一切生命特徵，都要奇特得多，而且可以一舉就分清楚最簡單的生物和非生物的不同。

生物善於適合牠們的物質環境，這是極堪驚人的。不過同時環境對於生物，也呈出一種反報的適合性，這也斷不可忽視。據亨德孫 (Henderson) 說：『這是由於碳、氫，和氧的化合物，水和二氧化碳的唯一的或幾乎唯一的性質而生。……假若環境是由其他已知的原質的主要簡單化合物所構成，或內中缺乏水和二氧化碳，便不能這樣善於適合生物的需要，也不能在我們所謂生命裏，推進複雜性、耐久性和能動的代謝作用，這樣妥貼法。』

A 對物質環境的適應

講到生物和環境間的相互關係，第一須曉得環境的不常性。不常性就是自然界裏一件確定事，因此生物的響應——就是牠們對環

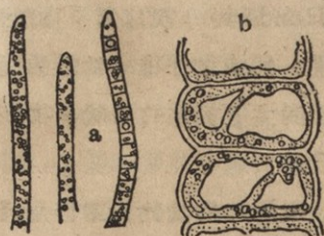
境變化的適應——既為最驚人的也是最不可少的適應。

(1) 以官能為主的適應

環境變化雖然是幾乎複雜到不可思議——試看乾芻浸水後，一個小宇宙裏各事象怎樣千變萬化，即可知其梗概，但其中也有些概括的條件，為個個環境所必須供應，否則即不能養活生物。這些條件，即食物，連同水和氧在內，及溫度和氣壓的相當限制。（見第二十五圖）

食物 食物代表一串物質和物能，為生物所必需依賴來執行代謝作用的。凡屬構成原生質所需的原質，必須全備。因為一切原生質，就其主要者而言，包括十二種化學原質，當然，這十二種原質，必須全備。又因原生質是種複雜的膠狀體，其中水居重要職位，所以沒有水，生物就活不成。至於舊傳以為這個人吃了某物有益，那個人吃了有害，這句話還含有廣意，比表面所見要廣些。食物中固然有些分子為一切生物所必需，可是這些分子要按極廣的變異相結合，纔好合乎各種生物的代謝作用所需。

我們已經加重討論並對比一種代表的動物，一種綠色植物，和一種無色植物的營養。又曾見到牠們怎樣互相推轉那些原質，在自然界裏流通。我們記住這些事實以後，祇須引證特別例子，來表明某某幾羣生物怎樣適合於特別生存條件。硫菌(Sulfur Bacteria)和酵母的需要，就是適切的例。

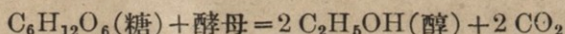


第二百零三圖

a. 白硫黃細菌 (*Beggiatoa alba*)
細絲的一部分 b. 怪硫黃細菌
(*Beggiatoa mirabilis*) 兩個細胞，
中藏硫粒

硫菌（學名 *Beggiatoa*）生在有硫化氫的水裏。牠們從水裏，經氧化作用，得到物能，並在原生質裏儲藏細硫粒。再經氧化，把硫變成硫酸，然後排出來。像這一種毒氣，對於差不多一切生物都有害，卻為硫菌所必需。（第二百零三圖）

酵母包括一大羣無色微細植物。在有機化合物的簡化作用上，很關重要。牠們缺乏葉綠素，所以並無光合力(Photosynthetic powers)。牠們雖像許多別的無色植物，卻並不靠生質精來得氮，卻靠較簡單的方法。不過我們現在所最注意的主要事實，乃是那些和酵母代謝作用相聯的化學變化——就是牠們所寄寓的媒介裏，一大部分的糖變成醇和二氧化碳。這個醇化過程(Alcoholic fermentation)大略像下列公式所示：



這個反應並不難解。酵母因所受空氣不足，就等糖崩解成碳和氧後，而碳和氧重化合成二氧化碳時，從中吸收物能。就酵母而論，糖分子的殘餘部分構成醇時，祇好算一個不可避免的偶然的成因。反過來，從廣義一方看來，酵母的酵素活動後所產生的廢物，代表自然界裏有機化合物的概括的簡化作用裏一種重要的相。人類把酵母的崩潰力所生的兩樣產物——醇和二氧化碳——都拿來供許多用途。

所以酵母簡直不靠自由氧，和許多種細菌，若干種動物，尤其是寄生蟲相同。這些動物能靠重行安排內裏的原子，而獲必要的物能，或從含氧的分子崩潰時，而取得牠。有些細菌非但完全不靠自由氧，而且一遇稍多的氧，簡直活不成了。這些生物統名嫌氣生物(Anaerobes)。像園圃和街泥裏有一種破傷風桿菌(*Bacillus tetani*)，就為常見一例。牠鑽進人畜體內，在體素內發育起來，就教人畜害

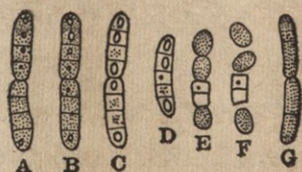
破傷風(Tetanus, or lockjaw)。

溫度 原生質的活動雖說是受制於溫度的高低兩限，要不很干涉化學物理的過程為度，然各種生物適合於各級溫度。大多數生物感到攝氏二十到四十度為最適宜的溫度。而兩極地方和熱帶地方，卻各有特產生物，能適合於牠們的環境裏的極端溫度。要指定某某兩溫度為生物所能受的限制，實在不可能。可是有些藻類和原生動物，能在熱泉裏蕃殖。所受的溫度高過攝氏五十度。別的生物能在冷水裏蕃殖，直等到水結冰。

下等生物裏，像細菌和原生動物等多種，遇了不適宜的環境時，常能生出各種保護層在牠們的四周。又能蟄伏不動，讓一切代謝過程都減到最低程度。牠們在這樣孢子或被囊的(Encysted)狀態下，就不怕極端溫度，不怕乾旱。若是換在活動時，就早凍死，熱死或乾死。有些細菌能至六月之久，忍受負二百度低溫，或於較短時期，忍受負二百五十度低溫，還有些能忍受一百二十度高溫至相當時候。

大多數生物當然聽命於環境溫度。祇有較高脊椎動物中的鳥綱和哺乳綱除外。這些恆溫動物(Homothermal animals)具有複雜機件，常保持牠們的體溫，差不多不生改變。像人類的體溫，常在攝氏三十七度(華氏九十八度六)。

這種節熱機件代表各種分子聚集並演進後的最後結果。這是從



第二百零四圖

細菌孢子的構造和發芽

A, B, C. 示一對細桿在那裏構造孢子。三種變化階級中間各隔一小時之久
D. 是一條五細胞細桿。有三個孢子已長足。曾經風乾過幾天，再養在一種滋補媒質裏
E. 過了一小時後的原孢子
F. 過了三小時後的原孢子
G. 一對代表的營養細桿。參看第十八圖

魚綱起，一直經過全部脊椎動物的進化史而成。在哺乳綱裏，這機件包含皮膚的隔熱層，合閉的血脈管系，急速的氧化設備和能力，內分泌物和別的腺產物，肺和皮膚的蒸發表面，營養神經(Trophic nerves)，溫度神經，呼應中心等。有了這整套，就可以不怕環境裏溫度變遷，並能執行種種必需的身體官能，到極準確的程度。假若人類的腦細胞也像魚或蛙那樣跟着溫度變冷變熱，恐怕就不會像今天這樣善於執行高等官能了。

壓力 生物的代謝作用，也像普通化學過程，受環境的機械性壓力的影響。所以水或空氣的壓力對於生物的官能上，大有關係。有些生物適合於海洋深處。在那裏，壓力大到幾百倍於大氣。若把牠們忽然提高到海面，就會爆裂。有些生物適合於高空低氣壓處。較高脊椎動物卻具有一種適應的機件，教牠們不至過於依賴恆常的氣壓。

這少數的例，已足使我們重視一般的環境條件，為生物的生存所必需，並暗示我們，在這些廣闊的界限內，生物各自適合於特殊的環境條件，我們簡直可以說：在自然界內，沒有一隅，是沒有生物居住的。

(2) 以構造為主的適應

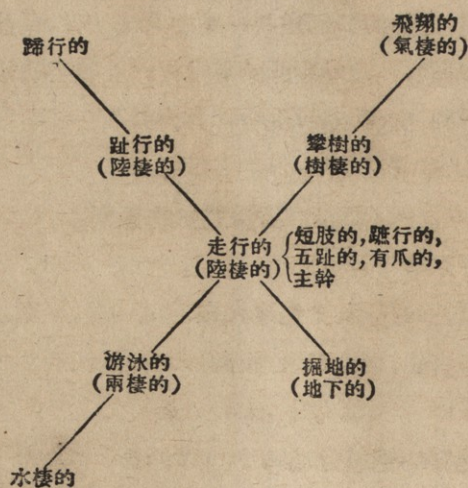
我們現在可以略行討論那些以構造為主的適應，好推廣我們對於生物的可型性的見解。不過也像在別處一樣，絕對不能清清楚楚地劃分構造和官能，因此二者，很顯然地，是活的生物的適應性的交互現象。

哺乳綱的適應的輻射分歧(Adaptive Radiation) 在哺乳綱裏，有些動物的適應性改變得極厲害，為着好迎合極不相同的環境條件。從一個多少帶點原始性的型範為焦點，就好像輻射出各型範，

各自專門化，各適於很不相同的地方和生活狀態。試看哺乳綱中最高亞綱真獸綱(Eutheria)裏，有種小馬來食蟲獸，叫裸尾獸(Gymnura)，和猬相類似，可算現存的陸地動物裏最能做概括的或焦點的型範的代表。牠的肢比較短些，分五指。全掌和全蹠平着地上(稱爲蹠行的 Plantigrade)。所以祇合於比較遲慢的行走。(參看第二百零五圖、第二百零六圖)



第二百零五圖 裸尾獸



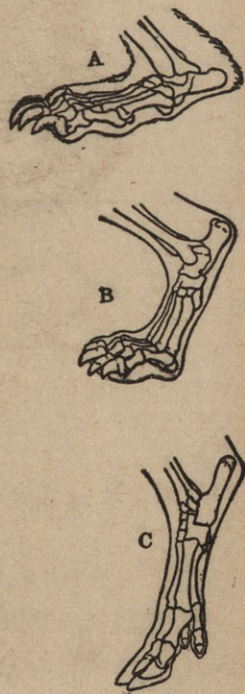
第二百零六圖

真獸類(Eutherian Mammals)的四肢構造上的適應的輻射分枝

從這個焦點輻射出來，有適於疾行的動物（稱善走的適應 *Cursorial adaptations*），以較長的肢，為其主要證據。像犬、狐和狼等的腕和踵，擡得高些，而靠趾行走，就增長肢的有效部分（稱趾行的 *Digitigrade*）。再有羚羊、馬和一切蹄足獸，牠們的主要肢骨本身延長了，而其附屬肢骨卻縮短了，腕和踵，卻提得更高，祇靠每肢一二趾的尖端着地而已（稱蹄行的 *Unguligrade*）。這樣，特幟的善走的獸，就是適合於平原和草原的哺乳綱的最高峯。在平原和草原上，長途漠漠，非跑得快不能獲食，不能保平安。（第二百零七圖）

另有一系適應的輻射分歧，乃屬於樹棲獸。牠們雄據樹顛，自為一國。像樹懶倒掛枝下，能走能睡；似人猿靠臂力為主，搖曳樹間；松鼠竄躍枝頭。有些松鼠和所謂貓猴，身旁到肢間，生有寬皮。摺展開來，好支持身體在空中遠跳。不過哺乳綱並不會饒了空氣不去居住。因為還有蝙蝠代表真的飛翔的（*Volant*）獸。牠們的前肢生有特長的指，構成真翼的間架。（第二百零八、第二百零九及第二百一十圖）

鑽到地面以下，還有善掘的哺乳獸（*Fossorial Mammals*）。像美洲土撥鼠（*Woodchucks*）、囊額獸（*Gophers*），尤其是鼯鼠（*Moles*），身體構造得適合於鑽地，好在地下營生。至於陸棲獸和水棲獸的中間，有麝鼠、溪狸、水獺、海狗等做過渡。牠們不論登



第二百零七圖

哺乳獸足的姿勢

- A. 趾行的 B. 趾行的
C. 蹄行的

岸入水，差不多一樣的自在。（第二百零九圖）

真的水棲獸有海豚和鯨，已經完全離開牠們的祖先所住的陸地，而趨近最先適合於水居的脊椎動物，即魚綱的大體輪廓了。（第二百十圖）



第二百零八圖 樹懶(*Choloepus*)倒掛枝下而行



第二百零九圖 鼹(*Talpa europaea*)的骨骼



第二百十圖 海豚的骨骼，示殘餘的臀骨埋在肉裏

從一種概括的陸棲哺乳動物像裸尾獸做焦點，而輻射出各式適應的哺乳動物，能合於各種環境條件。這些代表分子在那裏和地下、地上、空中、水中別羣相競爭。在別的动物羣和植物羣裏，也蹤跡得出適應的輻射分歧，和上述的有些相似。不過我們可以相信，哺乳綱所以佔據動物界最顯要的地位，很多是靠牠們的適應性——

也就是牠們的進化的潛勢力。
人就是一個哺乳獸。（第二百
十三圖）

動物傳色 生物的最普遍的
驚人特徵，就是牠們的色彩和
色彩型模。在植物裏，這是大都
為較高種的花和實所有。在全
植物界裏，卻常遇別種色彩，掩
去特職的綠色，使不過顯。但是
動物缺乏光合色質，而活動得
又比植物厲害，所以體色變化
得多。因此動物界裏，色彩適應
的種類較多，例子也較常見。有



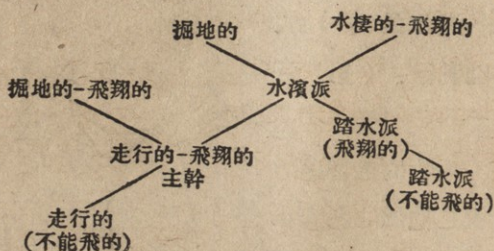
第二百十一圖
貓猴 (*Galeopithecus volans*)



第二百十二圖 蝙蝠 (*Vespertilio noctula*)

些色彩和色彩型模，祇是偶然由於身體全部或幾部的化學組成而
生。其餘有些一定惹起我們的興趣，並且好像不需怎樣複雜地去解
釋，因為牠們顯然對於牠們的所有主，能奏特殊功效。稍舉幾例，即
可明瞭本問題所包含的事實。

許多動物的色彩和色彩型模，生成與日常的環境相調和，或融



第二百十三圖 半翅目昆蟲 (Hemiptera) 的適應的輻射分歧

洽，以致幾乎無從分辨。凡是常在野外觀察的人，就很曉得這種實例。像綠色的美洲螽斯 (Katydid)，鳴起來教人立刻認出牠在那裏；可是牠避在綠葉堆裏，那又教人難以辨識。又像下翅蛾 (Underwing Moth)，飛行時，色彩絢爛，可是停在樹幹上時，灰點斑駁的前翅交掩，遮住深紅和橙色，教人看起來像和樹幹連成一片。（第二百十四、第二百十五圖）



第二百十四圖 普通綠色美洲螽斯 (Microcentrum)

高山和兩極產的狐、兔和梟的白色；葉棲昆蟲和蛙的綠色；沙漠產昆蟲、爬蟲、鳥和哺乳獸的淡黃褐色和灰色的傾向；溪澗產的魚背上的橄欖色；海鳥背上的鋼灰色，和腹下的白色，從上看和海水一色，從下看又和天一色。這類的例多得很。住在火山區熔石上的瞪羚 (Gazelles)，深灰色，而住在廣漠砂地的，卻白色。就是同一種，也因住處不同而變色；即同一個體，又或因環境隨季候改變，而跟着變色，或因換了不同的地方，而呈現不同的色彩配合。像北極狐

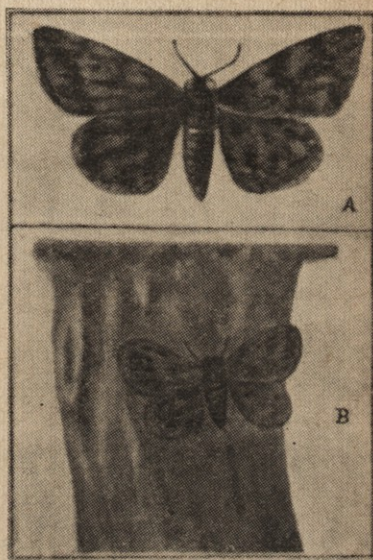
和鼬，到夏天毛變褐，和石色相合；到冬天，毛變白，和雪色相連。避役蜥 (Chameleons) 能急速變色，來適合緊急的環境。這還不算唯一的例。

若是調和色外，再加上調和形，那就更足使眼力迷惑了。像東印度區的枯葉蝶 (Deadleaf Butterflies)，像常見的條形蟲 (Walkingsticks)，像尺蠖蛾 (Geometrid Moths) 的蠋 (又叫『吋蟲』“Inchworms”) 等都是。(第二百十六圖)

自然界的普通趨向，雖是屬於

一致的傅色 (Sympathetic coloration)，——我們常能觀看動物的色彩，而推定牠的居處——卻也有許多例外。牠們的色彩和色彩配合，和牠們常住的地方的背景，適相襯托而更彰。但是有時候，手裏擒着的鳥的色彩，和背景成對比，但當牠在叢林中時，卻無可注意點，——因為一種顯明的色彩配合，表出陰陽層次和相互深淺，融入樹葉所成的陰陽背景。

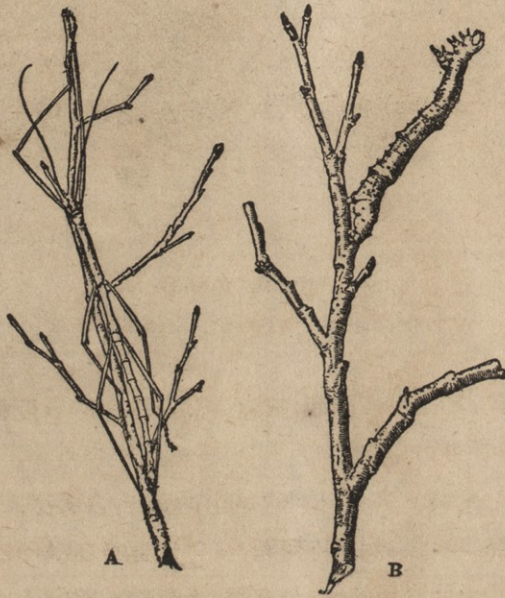
有些色彩配合，隨便怎樣會想像的人也不能說是和背景相調和。這類例並不難舉。像許多黃蜂、蜜蜂、蝴蝶和各種蛇，紅黃燦爛，極易注目。牠們多數備有特別防衛器，像毒腺和強顎，或特別分泌液，教別的動物，惹了牠們，不得好過。更有趣的，許多動物具有這種保護的顯著性 (Protective conspicuousness)，教別的動物，容易認得



第二百十五圖 一種梅刺蟲

A. 張翅狀，露出彩色斑斕的後翅

B. 伏在樹皮上的狀態



第二百十六圖

A. 杖枝蟲在樹枝上 B. 一種尺蠖蛾的幼蟲，撐在枝上而休息

牠們好趁早躲開。那些不能自衛的動物，常摹擬牠們的色彩、型模和形狀。像各種蜜蜂營營往來花間時，常有無力自衛的蠅，夾在牠們一堆，長得極像蜜蜂，常被誤認為蜜蜂，因此得免人類攻擊，也許還可免避其他仇敵的殺害。（第二百十七圖）

如今的問題，這些動物傅色和形狀的現象，究有什麼意義呢？這個問題，曾吸引過許多人的注意，一世以前以為很簡單，現在好像不然了。現在的生物學家不肯輕易的解釋某個動物屬於『保護的』、『侵掠的』、『誘惑的』、『混淆的』或『做做的』。可是生物的可型性，就是適應性，不能比這些例裏表白得再明顯了。這些適應對於物種的生存和競爭上，極關重要，這都不容置辯。至於這



第二百十七圖 保護擬態

A. 雄蜜蜂 B. 花虻 (*Eristalis tenax*)

樣適應的變異，不論由何而起，總靠自然淘汰，得以聚集並存儲起來，那是毫無問題的。

蜜蜂的腿 蜜蜂（學名 *Apis mellifica*）自古就惹人注意，為人類所最好研究。現在講到適應問題，沒有比蜜蜂在牠們的極度專門化的社會生活上所呈現的例，最有趣，最能助人瞭解了。（第二百十八圖）

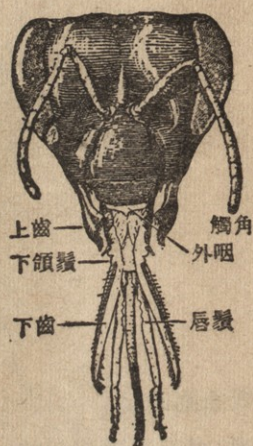
第二百十八圖 蜜蜂 (*Apis mellifica*)

一窠蜜蜂平均有六萬五千隻，其中有一后，幾百雄蜂，餘下都是工蜂。這后是唯一能生育的雌蜂，所以她就做差不多其餘全數蜂的母。她能活三年，須靠她的許多兒女來照料並飼養。雄蜂不管工作，祇等老后死掉，就由牠們中的一個，和一個新雌蜂交配。這新雌蜂

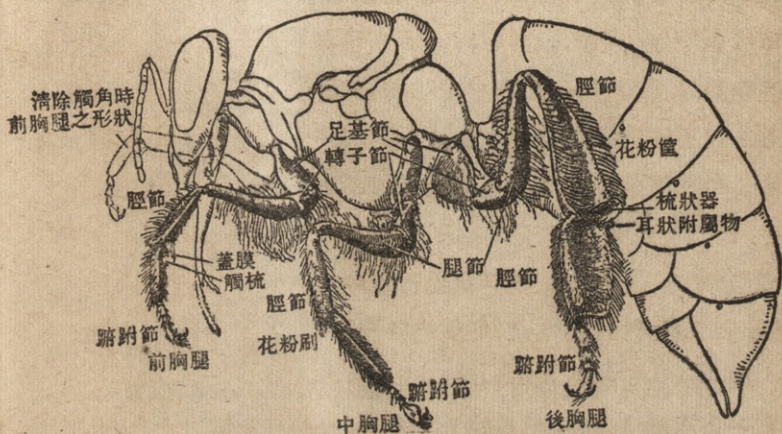
就變成新后。所以后蜂和雄蜂就代表一羣蜂對羣居生活的適應組織。窠裏有種生理的分工制：要一類蜂專司生殖，其餘工蜂，專司努力釀蜜，來維持全羣的生活。這些工蜂也是雌的，不過性器不發達。她們不產卵，祇管運水，採花粉，採花蜜，分泌蠟，造蜂房，備置食糧，照料幼蜂，清除蜂房，疏通空氣，並保護蜂房。

這工蜂是為她所執司的職務而生成的『一束適應』。試把這些適應都除去，便沒有什麼好贖了。工蜂的附屬器從原始的昆蟲的形式，變為專門化的，總集在一起，成為一套工具，極適合牠們所當做的工作。工蜂全身的附屬器都是這樣。不過我們略去頭部，祇講腿部的各種專司部分。凡是昆蟲的腿，都從胸廓起，前對長在胸廓首節（前胸 Prothorax）上，第二對，即中對，長在胸廓第二節（中胸 Mesothorax）上，後對長在胸廓第三節（後胸 Metathorax）上。一條代表的昆蟲腿，包含幾部分：從腿和軀體相接的足基節（Coxa）起，經過後肢轉節（Trochanter）、股（Femur）、脛（Tibia），到五節的跗（Tarsus），就是足。（第二百十九圖、第二百二十圖）

工蜂的前胸腿具有專司部分如下：股和脛兩節上生有分枝的羽狀長毛，幫助採集花粉之用。脛節近跗節處，覆有一簇剛毛或鬃（花粉刷 Pollen brush），用來掃集已觸落的花粉。在腿的另一側，有個合成的結構，叫觸角清除器（Antenna cleaner），由股節的一個可動的板狀物構成，正嵌在跗節上端一個圓缺裏。這圓缺也生剛



第二百十九圖
工蜂的頭部

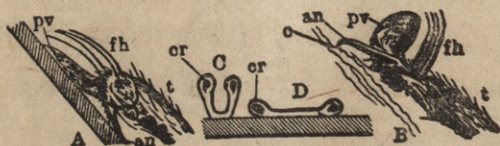


第二百二十圖 工蜂的腿

毛，做觸梳 (Antenna comb) 的齒。觸角又叫觸器 (Feelers)，為頭部主要感官。放進有齒的缺裏，等那個蓋 (Velum) 閉下後，就夾在鬚和蓋邊中間，拖幾拖，便刮乾淨了。跗的第一節前面，另有一組鬚，叫眼刷 (Eye brush)，遇到花粉或別的顆粒黏着在大複眼附近的頭毛上時，由牠們來剷除，庶免妨礙眼的官能。

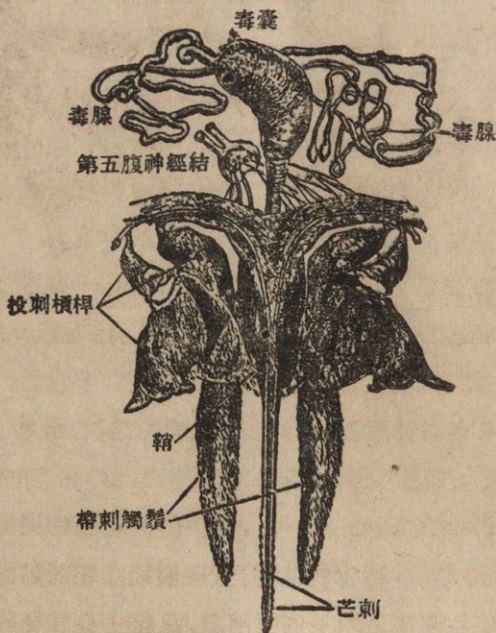
每條腿的跗的末節，生有一對犬牙狀的爪，一塊黏墊（又叫吸盤 Pulvillus），和些觸毛 (Tactile hairs)。（第二百二十一圖）蜜蜂走到糙面上時，爪的尖端扣在面上，而吸盤並不靠着。若走到光面上，爪尖不扣着，而縮進足下，吸盤卻附貼在光面上。所以面的性質，自動地決定，應該用爪，抑該用吸盤。此外另有一種適應，也一樣的可驚。拆晒耳 (Cheshire) 說：『吸盤摺藏在中央，用的時候，就張開。牠的上端，有條彈性曲桿，當吸盤被壓下時，這曲桿就伸直。蜂的重量，壓在面上，並向前移。這吸盤攤平在面上，並附着得很牢。若是向上一提，立刻離開這面，而且兩旁自行捲起，就像從信封

上剝下的溼郵票一樣。所以蜂很穩固地附着在面上，等到牠提起腿



第二百二十一圖

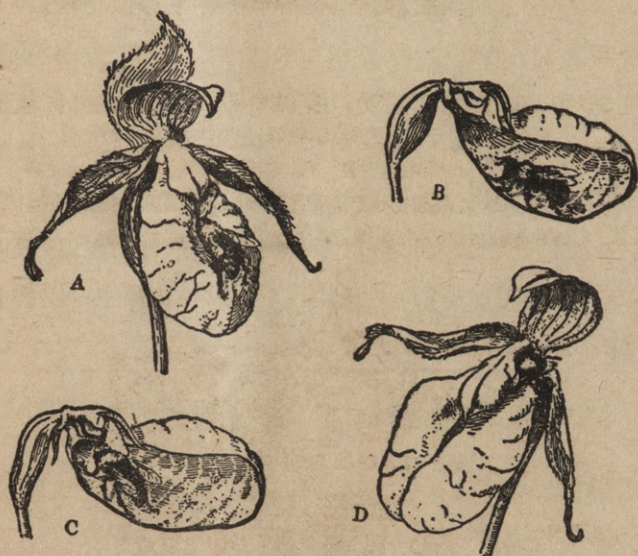
蜜蜂足在爬行時的姿勢，示吸盤(Pulvillus)的自動作用
 A. 在滑面上時足的位置法 fh. 觸毛 pv. 吸盤 t. 跗的末節
 an. 爪 B. 在糙面上時足的位置法 an.c. 爪 C. 剛碰着滑面
 時吸盤的剖面 cr. 曲桿 D. 按在滑面上的吸盤剖面



第二百二十二圖 工蜂的螫

時，就不附着了。靠這樣巧妙而又簡單的方法，牠能在一秒鐘內，伸縮或收放牠的每一隻足，至少有二十趟』。

蜜蜂的中胸腿，也有牠的特徵，就是有一個小花粉刷和一條長刺或棘 (Spur)，用來剔除腹部前面蠟囊 (Wax pocket) 裏的蠟片。



第二百二十三圖 野蜂爲一種蘭科 (Cypripedium 蘭花雙葉草) 授精
A 野蜂擠進花心去 B 採得花蜜 C 將離去時，掃落花粉到柱頭上 D 最後飛開之前，再從花葯上滿括花粉而載去

後胸腿具有四件東西，極適合於昆蟲的需要。這些是花粉梳 (Pollen combs)、刺梳 (Pecten)、跗室 (Auricle) 和『花粉筐』 (Pollen basket)。花粉梳是一排鬚狀毛，長在跗的首節的內面。刺梳是一組棘，長在脛的遠端，對方就是跗室，是個竅，在跗節的近端。『花粉筐』是脛的外側面上的一個凹陷處，邊緣上長了幾排長彎鬚，蓋過這個凹。

所以這個工蜂完全準備好了可以做工。牠從花間飛求花蜜，掃取花藥上滿載的花粉，就帶了些在體毛和腿毛上。當牠在花間或野外時，就用花粉梳梳落毛上的花粉，再用刺梳刮下花粉梳上的花粉。隨後用跗室推聚花粉到『花粉筐』裏。如是繼續幾趟，等『花粉筐』裝滿了，這蜂便飛回窠去，由中胸腿的跗，幫着移出花粉。

工蜂的構造上的適應，祇算相互的適合性的一個方面，牠所訪求的花，很多極其適合蜂來接受，並灑以花粉的。因為蜂善於散播花粉，而做到異花受精。我們舉出蜂，來做動物對於物質環境的適應的最後一例；同時也拿牠做動物對於活的環境的適應的初例。我們不能替生物的適應分類。這以上一例，就是最好的證據，證明生物是個單位，對於牠所有的一切環境，不問無生和有生，成爲『一束適應』，不然，便生存不了。

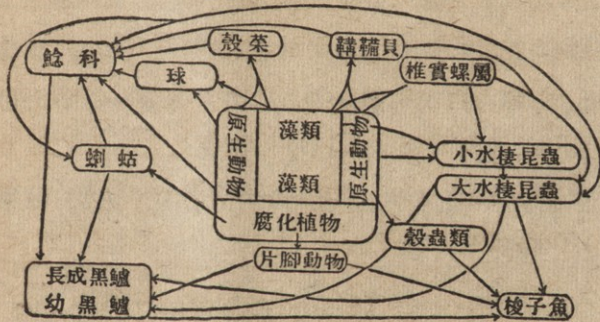
B 對於活的環境的適應

我們現在改論生物和生物間的相互關係，好領會牠們在生存競爭裏所倚仗的迂迴方法，就是生命網糾結所到的程度。

生物的相互關係，分析到底，乃是一切生物的本初的要求的結果——這些要求，就是適當食物、住所、生殖、禦敵方法，和自然界的各種力。所謂生命網，就指個體和個體間，種屬和種屬間，爲本初的需要而生的合作、擁擠和競爭。從這些上面發生的活動，就構成生命的基礎，從最低的到最高的生物中，均莫不如此。二呎見方一塊園土裏，算到一吋深處，竟會藏一千多個動物，三千多個植物。牠們就在那裏爲生存而競爭。

試舉一例：有種普通食用魚，叫嫩魚 (Squeteague)，捕食酪魚 (Butter-fish) 或槍魷 (Squid)。酪魚或槍魷又會食幼魚，幼魚又會食

小軟體動物，小軟體動物又曾食微生藻類和原生動物，所以嫩魚的食糧乃這一切成因所結成。這樣一條營養鍊(Nutritional chain)並不比其中每個環節強些。海裏情形若改變了，教藻類和原生動物得不到慣常食物，或得不到那麼多，就要影響到這種重要食用魚的產量。在生物界裏，處處都如此，都有這原則，不過不常顯露其蹤跡罷了。總之，『自然界是一大羣環節所聚成』。(第二百二十四圖)



第二百二十四圖 生命網和自然界平衡的圖

示池沼中各生物間食糧如何互相關聯。箭頭從被食者指向主食者

(1) 結社的聯合

生物的最簡單的聯合，有如羣居動物之例。像狼結隊去掠食，水牛和馬也聚居，好相護。這種聯合，多半是暫時性的，除掉一個動物充首領外，並無分工辦法。

結社動物 (Communal animals) 卻結合得很複雜，其中每一個體，可以說是埋沒牠的個性在全體的個性內。像蟻約有五千種，全是結社的。黃蜂和蜜蜂有孤獨的，也有窠居的，各種程度俱備。至於分工一層，如上文所講的蜜蜂發達到很高程度，以致構造上的區別竟演出不同派的個體，各適於蜂房內某種職務。

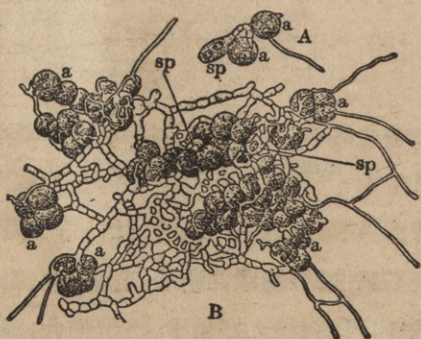
但是蟻羣或蜂羣裏各個體的差別祇限於牠們的身體，差不多已成固定不移的了。而人羣裏差別並不限於身體。人類已憑智慧造下器具和機械，在一切用途和宗旨上，供作人造的附屬的器官。所以惟有人類表示最高的結社合作。因為智力增加，特別能改化那種較低動物所展示的鑄定生活，使牠能夠伸縮，這樣，一個人，能適合於各種社會工作。

(2) 共棲

所謂聯合，並非同種個體，纔有可能：亦非一切聯合，都是合作的適應的表顯。各級程度的聯合都有。從一羣裏幾種動物互相資助起，到同羣裏一種動物利用別種動物為止。

有一種最親密的聯合，雖非生物的生存所絕對必需，但生物與生物間，確互相受惠，這叫做共棲。常見的例，有綠水螅 (Hydra) 學名 *Hydra viridis*。牠的內胚層細胞裏，住了許多單細胞綠植物，纔呈綠色。不過植物細胞經光合作用，生出產物，歸水螅支配。同時植物細胞又靠水螅做個安全住所，也從牠攝取活命的食料。

比這更可驚的，還有地衣，牠們代表各種菌和藻的密切聯合。菌總供給一個支持地方，和保護，和食料，而綠藻



第二百二十五圖

一種地衣地衣 (*Physcia paratina*) 的構成，由一種藻和一種菌相合而成

A. 菌孢子發芽 sp. 菌孢子。牠的菌絲纏繞在一種單細胞藻 (*Cystococcus humicola*) 的兩個細胞 (圖中 a) 外 B. 其後孢子已構成，菌絲網，即菌絲體 (Mycelium)，包圍許多藻細胞。放大的四百倍

執行光合作用。在適宜狀況下，兩物本能各自分居，不過聯結起來，更能應付許多困苦，為許多別的植物所不能。所以荒野童山上，若有植物重生，總由牠們去做先鋒。（第二百二十五圖）

從農務方面看，共棲的定氮細菌，最為重要。我們記得這些細菌，生在高等植物的小根上，成小塊狀，使這些植物好攝取空中的氮。所以牠們得了住處和幾種食物分子，就幫助共棲者，教牠幾乎不必靠土壤裏的氮。在高等動物裏，包括人在內，我們有許多證據，知道有些細菌，通常寄居在消化管裏，牠們除了自己的營生外，另引起化學變化，在動物的食料中發生，這是動物的消化過程中的一個重要成因。（第二十四圖）

還有兩方都獲益的，像蟻和蚜蟲(Plant Lice, or Aphids)的共棲。蚜蟲本不能照料自己，要受蟻保護和餵養。而蟻就此換得蚜蟲所分泌的一種蜜液，來供狂飲。（第二百二十六圖）

(3) 寄生

寄生的例，比共棲更多。這是一種生物（叫寄生物），佔了另一種生物（叫寄生主）的便宜，而寄生主大多數無法可施。據估計，動物界裏幾有一半是寄生物。牠們應該受惡名，因為人體裏住了這些不歡迎的夥伴，常引起許多疾病。寄生學已成生物學的一個重要部分。在實用上和理論上，都如此。在實用上，因為牠是公衆衛生學的基礎；在理論上，因為寄生物變成適合於這種極有效的生活方法，而寄生主用最經濟的方法來供養寄生物時，都顯示許多最可驚人的官能適應和構造適應。概括講來，寄生物所受的效應，是取食，移行，和身上各種器官的趨於簡化。因為這些職務，都由寄生主代行了。至於生殖器和生殖法，卻大大地專門化，因為非得孳生極繁，不能擔保牠們的子嗣，達到適宜的寄生所。在大多數例裏，寄生物



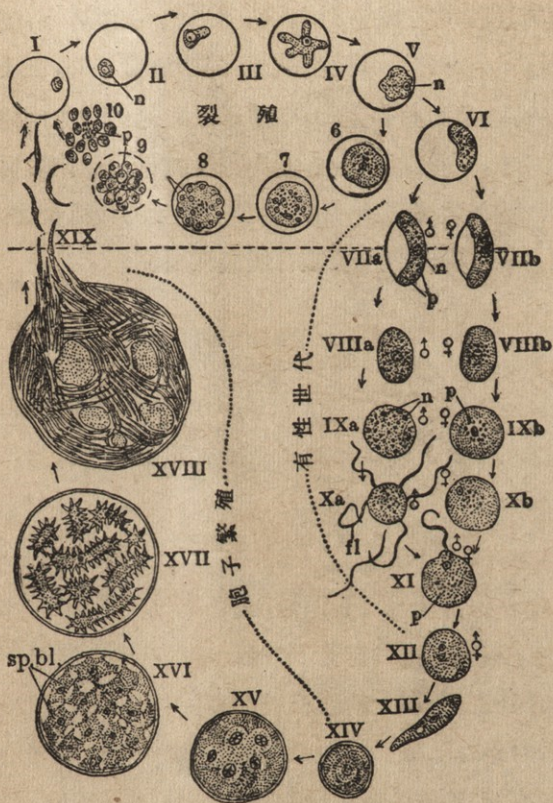
第二百二十六圖 蟻找到薔薇蚜蟲，去吸蜜液

祇合在一種特殊寄生主身上過活，若是不能及時找到，便要死去。

（第二百五十一圖、第二百五十二圖、第二百六十七圖）

最饒趣味的寄生事，大約要算瘧疾裏所見的了。人類至少受三種生物的害，而染得三種不同的瘧疾。這些瘧疾寄生物都是單細胞動物、原生動物。牠們的生命史很複雜，充滿了許多適應，都是牠們的寄生生活所必需。牠們的生命裏，有一段，就是無性生命，是在人身紅血輪裏過的。另一段，就是性生命，卻是在幾種蚊的消化管裏過的。一隻蚊先染得這病，然後咬人，送一個寄生物進血液。這寄生物就在一個紅血輪裏繁殖起來。所生出的後裔，從被毀的血輪裏釋放出來，再照樣攻擊別的血輪。如此蔓延開去，直到害壞許多血輪。這些寄生物在生命過程中，產下些毒物，就教人犯寒噤和發熱。（第二百二十七圖）

但是這些寄生物，必須趁人未曾戰敗這些毒質，未曾服金雞納霜

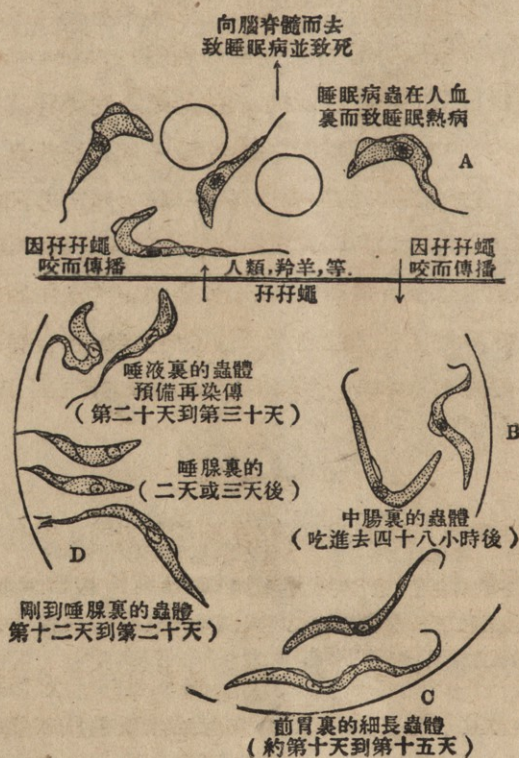


第二百二十七圖 瘧疾寄生蟲的生命史

斷線以上各階段在人血裏過，以下在蚊體內過的

XIX. 是蚊輸送進人體的寄生蟲。I. 到 V. 和 6 到 10. 是在人的紅血輪裏的無性繁殖(裂殖 Schizogony)，其後作與還有寄生蟲(10)鑽進別的紅血輪裏，去繼續這個過程。如此害死很多紅血輪。不久無性體崛起(VI 到 XIII)雄配偶子(♂)和雌配偶子(♀)相合(XI)，成為接合子(XII)。接合子能動。(XIII)，鑽過蚊的胃壁而自行包在囊內(XIV)。囊裏小細胞(XVI, sp. bl.)靠分裂而滋生，成為能動的細胞(XVIII)，叫鎌狀孢子(Sporozoites)。等這些脫囊而出(XIX)，就進入蚊的唾腺，預備接種在人體內，好鑽進紅血球裏去(I)。n. 寄生體的核 p. 寄生體的色素和糟粕 fl. 雄配偶子

來殺死牠們，或被牠們害死之前，逃到別處去。這件事，要是辦得到的話，就是靠一隻蚊子，來咬這個人，同時連血一起，吸去正在性期中的寄生物，於是這些寄生物，就進了冷血昆蟲體內，再發育起來。現在這麼一來，蚊變成了寄主，瘧疾寄生物就改在牠的胃內過牠的性生命了。牠在這裏受精。那個接合子所生的各種產物，自行移向蚊的口邊。一等到有機會，便重行鑽進入血裏。



第二百二十八圖 睡眠病蟲 (*Trypanosoma gambiense*) 的生命史。這蟲教人患非洲睡眠病，放大約一千五百倍

瘧疾寄生物的生命史表現一長串連續的對寄生生命的適應，尤其是當人傳給蚊時，那調整辦法更爲精緻。因爲所有進得蚊的胃的寄生物，都被消化掉，祇賸那些性期的，讓牠們好在新主的體裏，開始牠們的生命循環中的有性部分。（第二百四十六圖、第二百四十七圖）

寄生物和寄主間的適應，須完備到這樣程度，使得寄主『償價』而不受害，纔算達到最高的寄生程度。非洲某某區有羚羊和相似的獸，在血裏藏着各種原生寄生物，叫睡病蟲(Trypanosomes)，而毫不露出痛苦；但若居間的寄主，就是善齧的蠅，送這種睡病蟲到外來的馬或牛或人的血裏去，便成重病，常常不起。睡病蟲與人類寄主，不能相容，這是探險非洲的人所遇的一種大敵。非洲內部大塊地方所以開闢得慢，這實是一大原因。概言之，致病的(Pathogenic)生物，可以算是未曾適合於新主，或未曾得到正常寄主的物種。這些寄生物，就爲我們所特別注意。其實，很少生物，沒有專門適合的寄生物，——連寄生物本身，也不能除外。（第二百二十八圖、第二百四十五圖）

(4) 免疫性

可是寄主所做的工作，無論如何，算不了理想的。還有反抗寄生物的迂曲的適應，能著效果，就生免疫性。在高等動物及人類中，對於致病生物，能有免疫性，這種免疫性，好像起源於血液裏的某種化學物質，即所謂抗體(Antibodies)者。這些抗體，或改變體內某某細胞的活動，尤其是白血輪的活動，或直接攻擊那些寄生物，和牠們所生的毒質(Toxins)。白血輪的綽號，叫『身體的警察』，因爲受了侵入的生物和某種稱爲調理素(Opsonins)的影響，牠們會鑽透患病部分毛細管的壁。並像變形蟲那樣，包捲那些生物，而消化

牠們。這樣行動的白血輪又叫食細胞(Phagocytes)。

各種抗體裏，又有抗毒素(Antitoxins)，和細菌所生的毒質相中和，有毀脫素(Lysins)，簡直毀滅或解脫外來細胞。各種特別抗毒素，也許本來就在血裏，——爲遺傳物一部分，——使一個人可免染致病生物所致的某某幾種病。又可藉人工取得免疫性，像種痘術，激起抗體，教牠們多發生些，好防備傳染。

末了，最近又曾發見細菌需要抗戰一種神祕物，叫食菌物(Bacteriophage)。這到底是向未發見過比細菌更小的一羣生物呢，還是一種獨特的酵素狀物質呢？還未曾決定。不論如何，對於每種細菌，好像總有一種特別食菌物，專備毀滅牠。

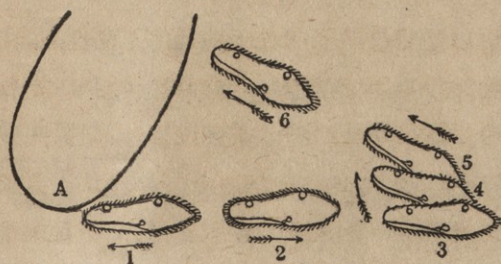
免疫性問題，近年實已自成一門科學，叫免疫學(Immunology)，牠的基礎，建設在原生質的神奇能力的研究上。原生質既能應付致病的寄生物，更能抗拒超顯微鏡的致病生物——叫『濾得過的病毒』(Filterable viruses)。這些產生痘、麻疹和狂犬病(Rabies)。免疫學是『謀生存的化學戰爭』。

C 個體的適應性

我們現在可以看看自然界所表示的最高適應性是怎樣。這種適應在下等生物的行爲裏，有得表示，成爲比較簡單的形式。到了較高等的動物裏，就變爲較確定些，並多包括些。照這樣以次往上升，到了人類，竟成智力和心的生命的根基了。人類靠這種適應，就能在本質上超出適應——能大大地控制環境，而不爲環境所制。『自然既經營出機件來應付各種特別變遷，就好像已經團聚其餘一切變遷，成爲一塊，而祇用一個方法，來應付牠們全體』——神經機件。

我們熟知生物應答環境變遷，所謂生命，就是對於環境的一串連續的物理和化學的動作，相互動作及反應所生的結果；實則，不僅是牠們的結果，簡直就是牠們本身。不過我們所謂生物的行為，乃特指單個生物的反應而言，並不指牠的生活經濟中的內在過程。從廣泛的立場上察看，不論什麼動物的行為上，都看得出行為的漸變複雜，從最下等動物，漸增到最高等。也像在牠們的普通結構和神經系上那樣。變形蟲或草履蟲的行為，就表示原生質的本初屬性——易受刺激性、傳導性和收縮性。水螅的行為和蚯蚓的行為，也是這樣，牠們有特別細胞，構成一個確定的呼應系或神經系。高等動物及人類，具有複雜感官，和充分發達的感覺中樞 (Sensorium)，或叫腦。牠們的複雜行為，也是這樣的。

真寧斯 (Jennings) 說：『試畫出草履蟲在自然狀況下日常生活裏的行為。一個草履蟲在池裏自由游泳，或和水面平行，或在水面稍下。若無別的刺激，牠便要對於牠的體內物的分布，發生響應，因為牠並不在重力線內。牠設換許多新姿勢，直到牠的前端向上翹，這樣維持下去，就升到水面。到了水面，又發生避免反應，來做響



第二百二十九圖 草履蟲的閃避動作

A. 固態物件或別的刺激物 1 到 6 草履蟲繼續所取的各位置，但牠在長軸上的轉動，未曾表出

應（第二百二十九圖）。另尋新位置，而靠近水面游去。……游到一處，久受日曬，水已變熱。這熱水從牠的前端灌入，流經橢圓槽（第二百三十圖），牠便停止，掃動牠的前端作圓弧線，等到牠發覺有一方來的水不熱，便向那方游去。也許這樣一改向，就撞到一段新折的植物莖上。在這相近處的水，受了植物滲出的液，而大改牠的化學組織。這部分水，又流進草履蟲的纖毛管，又教牠停止。若是化學品較劇烈，就教牠倒游一程。到了那裏，牠再擺動牠的前端，取圓弧途徑，直等不遇這化學品為止。然後改就這新方向而前進。……

草履蟲的日常生活，就是這樣。牠一直在那裏摸索而行。按一定規則，探試一切條件，遇了有害的，就退後。牠的行爲很像一個又瞎又聾的人，或一個暗中摸索的人。牠一直在那裏驗證一切事物，而捉住那有用的或有利的。』

聽了這一席話，好像草履蟲常聽命於環境，便覺十分可憐。好像環境爲優顯成因，而非生物本身。不過這祇有一部分可信。草履蟲並非一個自動物。牠的行爲能受改變，並且歸根到底，適合於環境裏通常的變化。試看牠的成功——到處都有，爲最廣布的動物之一，——就足證明這些反應，用在牠的簡單生活和生殖方法上，綽有餘裕了。



第二百三十圖
草履蟲在長軸上轉動，而取螺旋狀進行路線。1到4 牠繼續所取的各位置。有小點的一片片示從前端吸入的水。箭頭示吸入方向。

在這種簡單的初步行爲裏，就須要推尋那些對外界條件的變化的大部分自動的響應，叫做反射和本能。這兩種都是遺傳的神經結構上的結果，就可以算是遺傳的行爲——和身體形態或生殖方法同爲生物的特徵。生活過程變複雜後，就已同時增加本能的數目和複雜性。水螅的本初反射行爲和本能，使牠能仗觸角捕捉近旁小生物，送到口邊。蚯蚓靠牠們，能趁鑽地時，吞食腐葉。螯蛄(Crayfish)靠牠們，能伸大螯夾取食物，再用口旁合用的附屬器來撕碎牠。這樣演上去，直到高等脊椎動物，而取食本能達到最高複雜程度。蟻和蜜蜂的驚人行爲，在主體上，祇是本能的一個複結。試把蜂巢轉一轉，蜜蜂便失卻認家本能，便找不着入口。還有畏懼、自衛、遊戲、育雛等本能，使高等動物的很多行爲取自動式，比乍看起來，自動得更厲害些。(第一百四十四圖)

草履蟲和類似動物的行爲，既是這般能受變，那些像是最固定的本能，對於非常條件，至少顯示很少適應性。最高動物就靠這常在的可變能力，來調和全局，並充當牠們的行爲上的優顯成因。這種能力在人類裏叫『選擇』。至於反射動作和本能，卻被貶到協助的，而並非無關重要的職位上去。

這種對外界條件能多少憑意識來選擇反應的能力，就替本能和推理中間，做個逐漸的不顯明的過渡。這兩種的基礎，都應該從簡單反射動作，和常常複行的隨意動作上去尋求。這些隨意動作，逐漸變成習慣，——貶到反射動作一途去了。人類的教育，有一大部分，就在建立適應的反射，好解除意識生活上無數簡單的行爲成因，省下工夫來執行較高的智力過程。我們固然必須推重所謂心和智力，在生物學意義上，乃表示神經狀態和神經作用的整合作用，致使一種對於環境條件的緊密的適應，變爲可能，但不可誤把人類

的本性，和最發達的下等動物的本性間的一個大缺，輕輕看過。這些差異，惟有在那些蔚成教育方法的各種學習上，看得最清。當生命達到最高點時，開出燦爛的花，成爲意識——我們自己的意識——我們自行領會牠，能構成奇異概念。牠不但記下已往，還能預兆未來。我們能沈思，默想，並瞭解。我們受過去、現在和未來之期的指導，助我們求適應。

所以生物雖在結構和官能上具有那麼多變異，卻個個會受刺激。牠們全呈現適應的響應，教牠們能以存在，而怕環境怎樣變法。『適應性像一種試石，自然會拿牠驗過各種演進的生物。牠又充當碼尺，自然拿牠來量每一種動物。又曾爲壓稱錘，用來壓平或稱平每種產物。……進化的大道，逕向適應性的增加與感受性的完備，開拓前去。』個體靠遺傳，積下牠那一種裏的適應效果，連同適應性在內。

第二十四章 物種的起源

富於思想的人看見人類所從來的較低動物，便把牠當做人類饒有能力的最好證據；且將從人類已往的長期發展史內，辨出相當根據，好相信人類將來還要比現在更高貴。——赫胥黎(Huxley)

自從希臘博物學家起，一直有人試用自然學派的見解，來解釋動物和植物的億萬種數。牠們並曾暗示道：現存物種乃自舊有物種上崛起，中經長時期遞嬗，叫做演化。中古時代以後，博物學復興。創造說上盛行的觀念，大約無形中教大多數人假定當初諾亞的方舟上載有多少種生物，現在就仍有多少種。我們乍看以為奇怪，其實一想到當時絕對沒有本書前幾百面所講的知識，而且當時祇曉得一千種動物左右，那能像現在曉得一百萬種以上。那就不足為奇了。

文藝復興時代初葉，那些博物學先鋒多以蒐集並描寫動物和植物為主要工作，包括編目、排列等，所以就走上分類一路，並注意到種類或物種上去。因為實用的原因，——假如沒有別的原因的話——牠們看得物種比一種中衆個體更重要。

現在生物學家對於限定怎樣叫一種生物，實在很感困難。個個人認得出動物和植物的種類多得很，並且曉得許多個體在要質上相同。一羣裏的個體，在品性的總量上，彼此相差的程度，決沒有像牠們和隨便另一羣個體間相差之為甚。還有，在一羣裏，各個體生出別的個體，而此別的個體，在要質上，又極相似。這樣一羣相似的個體就是生物學家所謂一種。不過所謂一種，實屬人心的概念為多——自然裏真正單位原是動物或植物個體。我們對於個體間的差

別瞭解之後，就應該對於物種間的差別得門而入。所以分析到最後，物種起源一問題，變成遺傳學的問題。

這個見解好像顯而易見，然而生物學家直到近來，纔明白認定，他們討論植物和動物怎樣變成現在的狀態時，把物種看得大，把個體看得輕。十八世紀生物分類大家力泥阿斯簡直堅持以為每一種生物代表造物主的一個單零獨立的思想，並謂分類工作就在按照造物主的連續的思想，把物種排列出來。從前的老博物學家捉住一隻甲蟲，和牠所已捕得的各種比起來，都不完全相像，就把牠當做非正宗，竟踏死牠，算是了結一件困難問題。這種人會這樣奇奇怪怪地表示上述的意見。假若讓他聽得現在昆蟲學家所估計，昆蟲的種數，充其量全查清，在五百萬以上，他一定不肯相信。（第二百八十圖）

〔我們可以當那時的人，直到十九世紀中葉，都一致偏向特別創造和物種不移二說。那就是反對那時偶有一二人超出時代之前，所舉出的有變傳遞之說——用來做為植物和動物所以有紛繁種類的起源的真實解說。可是現在差不多人人曉得，自從一八六〇年後，見解完全改觀。今天專門科學家和大多數普通人都相信有機演化說。我們在本書以前幾段裏，也曾承認牠。若是有人以為我們對於本問題判決得太早，我們可以答道：生物在遺傳上的關聯，實是全部現代生物學的指導原理。祇要有人不偏不私舉出些論料，便有人以為太早解決這問題了，即此事實的本身，就是演化說的最有力的證據。生物學家對於產生演化的變遷的成因，固然意見紛歧，可是對於演化的事實，全無異詞。所以我們為便利起見，先綱舉演化的少數幾種證據，然後再述若干種關於演化方法的現代見解。〕

A 有機演化的證據

一個人用心讀過前幾頁，一定立刻窺得，許多事實最好用物種相傳的見解來解釋，又容易，又合理；而由物種特別製造說來解釋，便完全糊塗了。例如我們在這裏，很容易想起一切生物的細胞的結構，動物的胚層的初生方法和命運，脊椎動物的泌尿系和生殖系的相互關係，脊椎動物的脈管系和骨骼系的比較解剖學、動物和植物的遺傳的物質的基礎的相似性，植物從頂低到頂高之間，孢子植物逐漸駕過精子體之上等等。（第七十、第八十二、第一百二十二、第一百二十九、第一百四十二、第二百三十一圖）

概言之，那些祖護演化論的論料的性質，就是這樣。這其中的證據，雖因事例的性質，不得不間接，卻並不因此就減輕牠的力量，因為演化論的事實來自極紛歧的淵源，而全集中在同一結論上。演化論達到或然性的最高程度，因為植物學和動物學每一支裏所有一切論料，若靠有變的嬗遞說來解釋，最為淺明合理。科學的唯一原理就在承認那些能包羅一切事實的最簡單的概念。

我們假定讀者已熟識本書所講到如今的內容，現在就要綜括生物學各部分的幾種最重要的證據。不過往下不久就可以看出，我們無從按自然的羣來安排那些事實，因為這一羣上得來的證據淪入別一羣，就說是證據彼此交結。

(1) 分類

生物學家做嚴格的分類工作，做到駕輕就熟時，發見衆種動物和植物的相似點或類似點的證據，越來越多。非但好把動物按簡單到複雜分先後而排列，在有許多例裏，很難或竟不能決斷某種止於何處，某種從何處繼起。一種裏最紛歧的個體，竟常會逼近別一很相

似的種裏的個體。就說是種和種間，有漸次的混合(Intergrades)。

若干種又自然而然好排列成包羅較多的一羣，叫做屬(Genus)。像平常的灰松鼠代表一種，學名叫 *Carolinensis*；紅松鼠代表一種，學名叫 *Hudsonicus* (從 Hudson 地方得名)。這兩種都是松鼠，就歸到一羣裏，叫松鼠屬(*Sciurus*)。每一動物就得雙字名，前一字是屬名，後一字是種名(指西文原名)。灰松鼠叫 *Sciurus carolinensis*，紅松鼠叫 *Sciurus hudsonicus*。所以替一個動物或一個植物題個科學的名稱，就等於替牠歸類，因為學名前一字指出這生物具有某某基本的特徵，和同屬的別種相同——就是像這一屬的地方多，而像別一屬的地方少。

但是再進一步，松鼠屬裏各分子有許多特徵，和別的顯然不是真松鼠的動物相同。比方金花鼠(*Chipmunks*)或地松鼠(*Ground squirrels*)和松鼠比較，除掉若干顯明的特徵不同外，口內另生頰囊。還有別的不易看出的異點。既有這個相異性，又有相似性，於是我們就把牠們收入另一屬，叫金花鼠屬(*Tamias*)，卻仍和松鼠同科，叫松鼠科(*Sciuridae*)。常見的東方金花鼠，學名就叫 *Tamias striatus*。

至於溪狸(學名 *Castor americana*)比金花鼠更不像松鼠，所以須另放在一科裏，叫溪狸科(*Castoridae*)。但是牠和金花鼠和松鼠又有許多基本的相似點，所以須把牠和松鼠和金花鼠一同歸在一目，叫齧齒目(*Rodentia*)。本目還包含別幾科，和許多屬。其他各目，像有蹄目(*Ungulata*，如馬、牛等)、食肉目(貓、犬、熊等)、靈長目(*Primates*，猴、猿等)，雖和齧齒目大不相同，卻仍和齧齒目大家全被毛，全泌乳飼雛。因有這基礎的相似性，就把牠們總放在一綱裏，叫哺乳綱。

而哺乳獸又和鳥、爬蟲、兩棲動物和魚（這四類各為一綱），顯然有別，卻和牠們同按一樣的基本的設計而構成，就是有脊下的中央神經系，外繞骨質，成為頭蓋和脊柱。所以再總歸入一再大些的羣，叫脊椎動物亞門。這亞門連同若干小羣，共組成脊索動物門（Chordata），和包羅水螅、蚯蚓、蠅蛄等若干無脊椎羣相對立。灰松鼠（第一百零八圖）在分類學上的地位，就如下列：

界——動物界

亞界——後生動物

門——脊索動物

亞門——脊椎動物

綱——哺乳綱

目——齧齒目

科——松鼠科

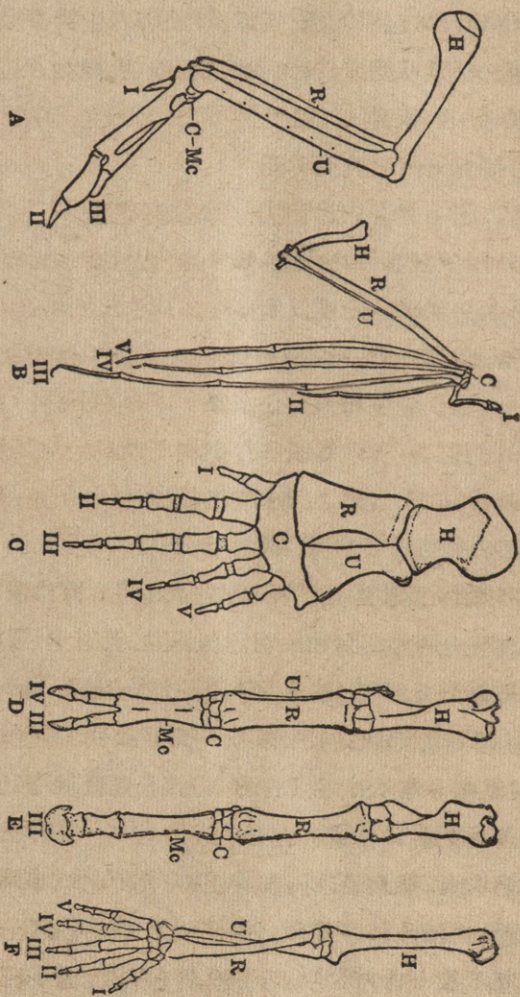
屬——松鼠屬

種——灰松鼠

像灰松鼠的歸類雖則同時從旁代表一切生物的分類的大概辦法，自有牠的重要處，就是因為牠從具體方面給我們看，生物具有如此的基本的相似點和顯明的相異點。簡言之，動物和植物好像自行歸入若干綱，若干目，若干科，若干屬，若干種等等。這件事實就擡出物種起源問題。特別創造含有物種一成不變的意義，和有變嬗遞，到底那一個是較可信的解釋呢？（參看附錄分類）

我們不能避開有變嬗遞——演化——一條答案，因為我們分羣來包羅生物，要大羣罩小羣，越包越廣時，所依據的原理，完全在生物結構特徵的相似點的大小多少上。我們假定一切脊椎動物中一線相延的基本的相似點，乃由於遺傳結果，而各目、各科、各屬等間

的相異點，乃由不同的未知條件所生的變化所造成。這要比假定每一種由一趟特別創造所產出，較為合理得多。尤其是當我們實感到一大羣例裏，要限定一種的界限，是很難或竟不可能。因為同一種



第二百三十一圖 脊椎動物的前肢。示同源的骨骼構造

- A. 渡鳥 (Raven) 的左翼 B. 蝙蝠的右翼 C. 狗的左前肢 D. 犬的右前腿 E. 馬的右前腿 F. 人的右臂 G. 腕骨 (Carpals) H. 肱骨 (Humerus) I—V. 指骨
U. 尺骨 (Ulna) I—V. 指骨

各個體相差得很厲害，就不得不添出亞種和變種等名目（第二百四十圖）。還有屬和屬間，須添亞屬；目和目間，須添亞目；綱和綱間，須添亞綱；以此類推。如果我們承認亞種和變種經有變嬗遞而來，就不該否認各種，各目，和再高些的各羣，也自這樣來。差別是程度的，而非種類的。在沒有認定演化論前，生物學家感覺到一種理想的編排法，無可捉摸，無從實行表示，祇好靠人造的形式和超越的言詞來表示。等到演化論得勢，而分類便變成生物學譜系的自然的表示了。（第二百九十七圖）

（2）比較解剖學

從分類學上所得的證據，如方纔所說，實是比較解剖學上所得的證據，因為現代各分類法大都以解剖學上的特徵為根據。大小各羣——綱、目、科、屬、種等——並非建立在一件差別上，也非在幾件差別上，乃在許多相似點上。像脊椎動物五綱所共有的差別，比起基本的相似點，實較輕微些。這相異性裏的相似性，乃由比較解剖學所表出。試舉幾個實例來證明這說。這些例裏，有幾個，我們已經熟識。

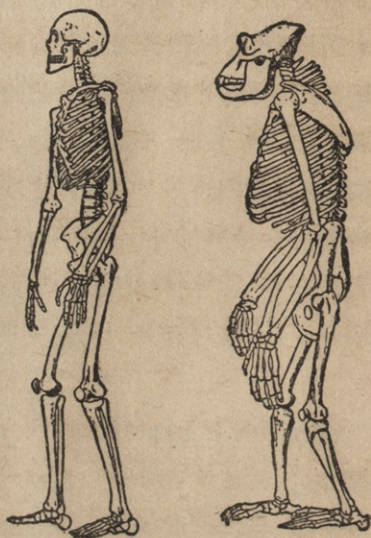
蛙和蜥蜴的前腿，鳥的翼，馬的前腿，人的臂，都按同一基本計畫而構成。（第一百零二到第一百零五、第二百三十一、第二百三十二圖）牠們的後肢也如是，這些顯然都是同源結構（Homologous structures）。至於所呈的差別，多由一部分或別部分變成，或隱去而成。總之，前肢和後肢的主要部分，在這全系動物裏，全為同源的；都由那些基本的材料構成，並且差不多按同一方法分配而成——差不多所有的骨、肌肉、血管，和神經都是同源的，或者比較這些動物的消化系、排洩系和生殖系。我們祇須記得在前某頁上，我們能用概括言詞來描寫脊椎動物全組裏這些系的形態，不問是魚身上也好，

人身上也好，牠們在基本上，全都一樣。（第一百零六圖到第一百十圖、第一百二十一、第一百二十九和第一百四十二圖）

再看無脊椎動物。讀者須注意，蠃蛄所有的附屬器，都依牠的腹部的游肢（Swimmerets）那樣簡單方案造成。牠的高等專門化的行肢、大螯、顎和觸器（觸角“Antennae”和觸鬚“Antennules”），也都好算是簡單游肢的變相（第九十一圖）。總之，這些都是同源結構，雖則官能大不相同。這是順續

的同源性（Serial homology）的一個最奇怪的例。不過脊椎動物裏也有這同樣的原理。就是同一動物的前肢和後肢是同源的。我們已經曉得了。還有蠃蛄的附屬器非但在牠們自己中間順續為同源的，並且和甲殼綱全綱裏別的分子的附屬器，為同源的，——也像一個脊椎動物的肢和所有一切別的脊椎動物的肢為同源的。

比較解剖學上又有所謂殘餘器官（Vestigial organs）。從這些上又可看出一類事實。人體上有差不多一百處結構，顯然無用，而且時或有害。最著名的是大腸的盲腸。不過耳肌肉也一樣有暗示力。有些人的耳肌發達到能牽動外耳。



第二百三十二圖
人和大猩猩的骨骼



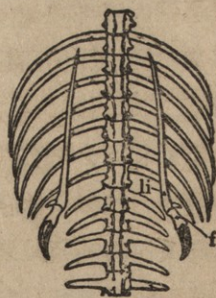
第二百三十三圖
第三眼
A. 人的 B. 鳥的

又有所謂第三眼瞼，在眼的內角上，和犬、鳥、蛙，眼前橫掃的瞬膜 (Nictitating membrane) 相當。又有人體脊柱的末端脊骨，叫尾骶椎 (Coccyx)。就是較低脊椎動物的尾的遺跡。(第一百零九、第二百三十三圖)

別的动物照樣也具有許多這類結構。海豚帶有後肢遺跡，包藏在體內。有幾種蛇仍有微細後腿，已不中用。馬的腓骨 (Splint bones) 是失效的趾的遺跡。植物中像雄花，即小蕊花 (Staminate flowers)，有時還帶大蕊 (Pistil) 的殘痕，也屬無用的了。(第二百十、第二百三十四、第二百三十八圖)

另有一類的例，其中較低的器官或器官的殘痕，經改變或完全改造，成為較高的新器官。哺乳獸的乳腺是皮膚汗腺所轉變；蛇的毒腺是口部唾腺經過專門化而成。一切脊椎動物過胚期，都帶腮隙，不過不久都不見了。祇贖一條，將來連接中耳和咽，叫歐氏管 (Eustachian tube)。水棲脊椎動物有腮拱 (Gill arches)，支持腮。到了陸棲動物，仍有牠們，卻大經改變，成為骨骼的結構，和舌和肺的入口 (即喉 Larynx) 相聯合了。讀者到此，還會想起脊椎動物的血管的變換，就是腮變為肺。又有從較低脊椎動物到較高脊椎動物，按步上去，排洩系和生殖系的變異和相互關係。(第一百二十一、第一百二十二、第一百二十九、第一百四十八、第二百三十五圖)

我們固然可以就此斷定魚、蛙、蜥蜴、鳥，和人各經特別創造而成，都按同一預



第二百三十四圖
蟒蛇 (Python) 的殘餘後肢
f. 股骨 (femur)
il. 髖骨 (ilium)

想的方案——還有這五綱每一綱裏的一切的目呀、科呀、屬呀、種呀等等，也都是這樣來的。我們又可斷定一切都從一個原始的脊椎動物嬗遞下來，中經許多變化；這原始脊椎動物具有魚到人所公有的基本的相似點。現在生物學家直認後一結論。



第二百三十五圖

響尾蛇的頭皮，和一部分肌肉，已剝去。上頰裏藏着長卵形的塊，就是毒腺。由一條管通到彎曲的毒牙裏去

(3) 古生物學

赫胥黎曾言：假若動物學家和胚胎學家未曾倡言演化論，那就要等古生物學家來發明牠了。古生物學是研究已絕種的動物和植物的化石的科學。牠所貢獻的主要事實是些什麼呢？

第一，要明白地質學家能斷定地殼各巖石層的生成先後，常能斷得很準確。這地質紀年史，在生物演化論沒有決定以前，早就有人瞭解其中大綱了。所以我們可以拿牠在各層化石的紀年史上所給的證據，來做地球上各式動物和植物發現的次序的證據，當然鐵一般大公無私了。（第二百三十六圖）

下列地質紀年表綜括古生物學家所見的生物順序總狀。若要硬說地質年代的絕對長短是多少，這是無用的，因為我們所靠的，比猜忖強不了多少，雖則各代間的相對的長短，還有中平可靠的論料做證。保守派所估計的五萬萬年一數——至少有一半在寒武紀以前——也够教人理會得地球的過去是如何久遠難窺了！

地質年代表

現在時期(Present Time)

靈生代(Psychozoic Era):人類時代,或推理時代。

現在時期,或『新近時期』(Recent time),和人類達到最高文化所佔時間,估計不滿一萬年。

地質時期(Geologic Time)

新生代(Cenozoic or Modern Era):哺乳動物和種子植物佔優勢的時代。

冰川世(Glacial epoch),或更新世(Pleistocene epoch)最後冰川時代。初有結羣的人類。

鮮新世(Pliocene epoch) 人類崛起。

中新世(Miocene epoch),和漸新世(Oligocene epoch) 猿類崛起。

始新世(Eocene epoch) 較高哺乳獸崛起。

中生代(Mesozoic or Medieval Era):爬蟲極盛時代。

白堊紀(Cretaceous period) 原始哺乳獸和原始種子植物崛起。

侏羅紀(Jurassic period) 鳥和飛爬蟲崛起。

三疊紀(Triassic period) 恐龍(Dinosaurs)和哺乳綱始祖崛起。

古生代(Paleozoic or Ancient Era):原始動物和植物時代。

二疊紀(Permian period) 爬蟲和針葉樹崛起。另一大冰川時代。

石炭紀(Carboniferous period),兩棲綱時代 昆蟲崛起。煤堆積得很多。

泥盆紀(Devonian period),魚綱時代 海洋魚和兩棲動物初見。

志留紀(Silurian period) 陸棲植物初見。

奧陶紀(Ordovician period) 淡水魚初見。

寒武紀(Cambrian period) 海棲甲殼動物初見;三葉目(Trilobites)極盛。

元古代(Proterozoic Era):無脊椎動物極盛時代。

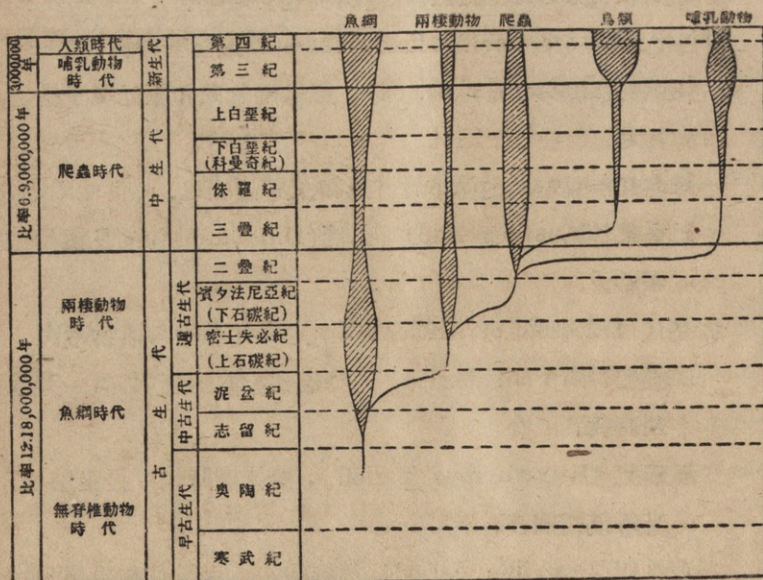
一次前冰川時代,一次後冰川時代。

太古代(Archeozoic Era):原生質發生;最簡單的生物出現。

宇宙時期(Cosmic Time)

成形代(Formative Era):地球從太陽的螺旋星雲上脫出,而產生,並從此長大。

大氣和水界、大陸、高原和海濫初生。地質的證據無可考。

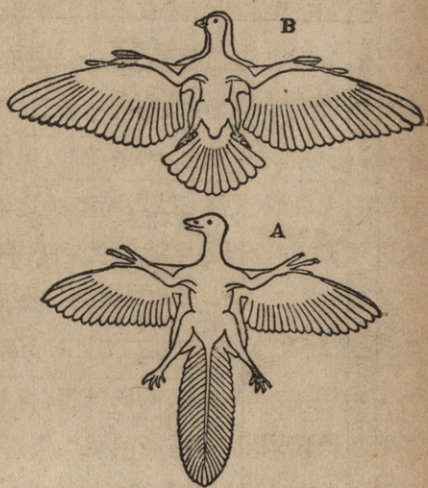


第二百三十六圖 脊椎動物主要幾綱的起源和發展表,和地質年代相對照

這篇自然史就是地球和牠的住戶的歷史。祇要隨意一看牠，我們就不免深受印象，曉得就全盤而論，生物從古到今，一直連續往複雜裏進展，——雖則不必均勻進展。地質年代從舊到新，而古生物也好像逐漸融入今生物。『祇有人類憑自己蜉蝣般的生命來觀測，纔會說物種固定不變』。元古代初有無脊椎動物；古生代初有魚、兩棲動物和爬蟲；中生代初有鳥和原始哺乳獸；新生代纔有高等哺乳獸和人。苔蘚和羊齒比針葉樹早，針葉樹又比現在習見的種子植物為老。地質的記載的完整程度，就和演化論的真確程度，成比例。我們為求具體起見，可從古生物學家所供給的豐富材料裏，揀出兩條例來。

我們驟見一個代表的爬蟲和一隻代表的鳥，一個冷血鱗狀皮的蜥蜴，和一隻熱血被羽的鴿時，總以為大相逕庭。可是動物學家相信鳥從爬蟲一宗上演化而出。因為除掉外表的相異點外，爬蟲和鳥非但到長成後具有基本的結構上的相似點，就在胚胎期也有相似點。又因古生物學家發見一個極原始的鳥叫始祖鳥 (Archaeopteryx) 的化石遺跡，竟居今日爬蟲和鳥中間，有許多特徵連接這兩綱。(第二百三十七圖)

始祖鳥無疑地約有鴿那麼大，但是牠的額上長了許多小齒，身後拖條長尾，

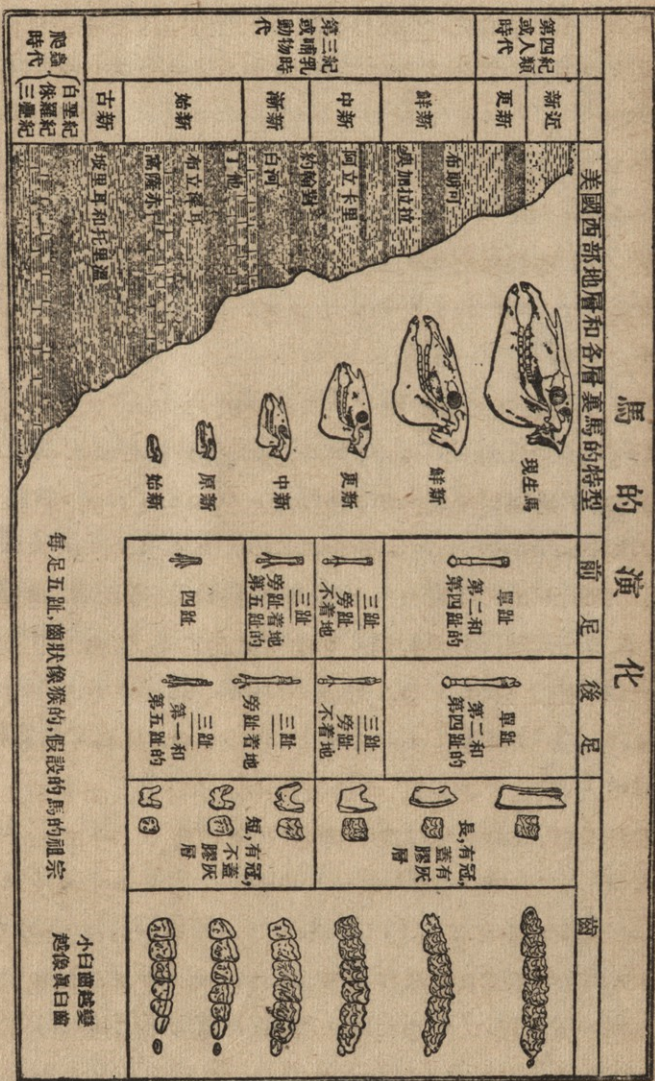


第二百三十七圖 始祖鳥(A)和野鴿 (Columba livia) (B)比較

像蜥蜴尾，中含許多節脊椎，各生一對鬃，前肢分四指，像爬蟲，還有其他特徵。簡言之，巴威 (Bavaria) 地方印版石礦裏曾掘發一隻始祖鳥的遺骸，爲後侏羅紀遺物，竟和演化論者所想像的原始鳥完全同形。

今馬的祖宗爲化石譜系裏最使人一見不忘的例，因爲馬許教授 (Professor Marsh) 曾從美國西部搜得整組化石遺骸，且按照年代先後，陳列牠們在耶魯大學博物院裏。這算是一種生物的演化的正式記錄的第一例。赫肯黎曾研究過這一組遺骸，就斷定足爲演化論的斷然證據。

馬的演化史裏的事實如下：馬狀的獸大約從一羣前世動物叫髁節類 (Condylarthra) 者中，突然而起。這類足生五趾，蹠有一大部分着地，不過確切無疑的馬狀獸，從北美洲初發見的，祇有一呎高，叫馬祖 (Eohippus)，在始新世巖石裏，馬祖的前足有四全趾 (第二、三、四、五趾)，而沒有內趾即大趾 (或拇指) 的痕跡。後足有三全趾 (第二、三、四)，而賸些第一和第五趾的痕跡，叫贅足 (Splints)。到始新世過了些時，又發現始新馬 (Orohippus)。前足有了較大的中趾，後足脫去贅足。到漸新世，又出漸新馬 (Mesohippus)，約有狼那麼大，前後足都三趾，而旁趾比中趾小得多。祇有前足還略帶第五趾遺骸，成贅足狀。到中新世，有反芻馬 (Merychippus)。旁趾更縮短 (第二、四趾)，不復履地，全靠第三趾的蹄尖來支持全身重量。在鮮新世裏，鮮新馬 (Pliohippus) 的旁趾更退化，中趾更變大，更多功用，常稱爲最初的獨趾馬。再後就演成現在的馬屬 (Equus)，從更新世傳到現在。這屬包括現代馬 (Equus caballus)。每足祇有一趾負有官能，餘二趾 (第二、第四) 祇賸一點痕跡，成腓骨了。(第二百三十八圖)



第二百三十八圖 馬的演化

這是今馬的祖先小史。我們祇揀出幾種代表的形狀，來加重說明牠們的足的變化。讀者將實感到許多別的同等重要變化，也牽涉在馬祖變到今馬的歷史裏。由生物學家看來，至少有一部分是確切不移的。湯姆孫說：『始新世初葉裏，有幾種小五趾有蹄獸，屬於同一型範。後來牠們的後裔逐漸變為專門化。初還向相似路途上變去，既而改向紛歧路途上去。牠們的趾越減越少，直到祇有第三趾存留。牠們的身材越來越高，速度越來越大。頸也加長，齒也變複雜，腦也變大。所以從始新世澤地上躑躅往來的短腿扁腳的馬，漸漸演化出現在乾原上趾尖着地馳騁往來的捷足的馬。』

(4) 胚 胎 學

如果演化是件真事，那我們便希望從生物從卵發育到完成的胚胎史上，查獲牠們的遺傳關係的證據。在以前子目下，我們曾經附帶出些胚胎學的論料，以演化論為歸宿。所以現在祇須注意來企圖闡明一件最重要的事實——就是個體的歷史，常在廣泛的輪廓上，和物種的歷史相應合，像比較解剖學等所證實。如果我們記牢早先所講脊椎動物的解剖，祇須舉出幾個例，就够暗示出什麼樣的證據，能維護所謂約復論(Recapitulation theory)，或常生定律(Biogenetic law)。

下等脊椎動物像魚的心分為兩個主要的室，一個心房(Auricle)接受全身送來的血，一個心室(Ventricle)擠壓血液到腮裏，好一路供給全身各部。魚以上的兩棲綱(蛙、蟾蜍等)裏，心房分兩間，而心室仍舊。這些動物就有三室的心臟。再升到爬蟲，其中大多數蜥蜴、蛇和鼈的心室不完全分為兩間，而較為專門化的鱷和鼈則完全分為兩間。鱷和鼈所以有四室的心臟。長成的鳥和哺乳獸全都這樣。不過我們應當注意，每個鳥或哺乳獸發育時，經過一個一個

胚胎期，仍和上述演化次序相類似，大體上相並行，而另有特別的地方，就是從二室變到四室。（第一百二十、第一百二十一圖）

再看脊椎動物的腦的發育，連人胎裏腦的基礎，也靠神經管的前端，經簡單轉變而成。這些轉變先和最下等脊椎動物所有者幾無從分辨，隨後這些變化逐漸往複雜裏去，所走的路和從魚到哺乳獸中間所遇的大概相似。如此直到構成複雜的人腦。（第一百四十一、第一百四十二圖）

還有排泄系、生殖系、頭蓋等等的發育，研究起來，也是這樣。高等動物的器官，在發育中，總經過幾個時期，和較低動物的同樣器官長足後狀況相合。不過相合得不能十分確切。然而無論如何，胚胎期的發育總和解剖學所領我們去期待的那種發育，成平行狀的。這決非張大之詞。我們對於一個動物，有了些解剖學知識，就借着些事實做妥善的基礎，好靠牠們來預測牠的胚胎期發育的概況。



第二百三十九圖 相當發育程度下的各種胚

A. 魚 B. 鳥 C. 人 g. 眼隙

(第一百二十九、第二百三十九圖)

這些事實對於演化論有什麼關係？我們斷定說：從二室的心臟和三室的心臟演成四室的心臟，乃建築上所必需。這是完全合理的。假若祇有這一個例，表明個體發育乃重複演出種系，這個結論可以認為正當。但是等到一個人想到較高物種在發育各期裏，和較低物種長足後，有廣布的概括應合點，這些事實差不多硬逼我們再進一步，去斷定這相似性基於遺傳，基於高低物種間的真實血統關係，基於有變嬗遞或演化。簡直不容我們不如此相信。

(5) 生理學

一系生物裏面，遍具基本的結構相似點，即此結構相似點，暗示了基本的生理相似點。結構和官能攜手同行，互相表白。由我們蒐得的論料看來，更可以贊助本說。不過生物的相互關係上的這種生理的證據，不容易按簡單形狀舉出。所以我們可以單單注意兩三個在交界處的特異的例。

讀者記得，刺激素所施的化學控制力，對於多細胞動物的呼應作用——就是整個身體一致的行動——極關重要，尤其是在消化、生長、生殖等官能上。刺激素好像可從一種脊椎動物身上換到別種身上，即使不完全可以，也大多可以。像人若缺少島精 (Insulin hormone)，可以靠魚或羊的胰腺來補足。這是強有力的暗示，使我們想到，至少有幾種化學的控制體，從遠古起一向就會充普通的成因。

還有一樁也是早已曉得的。就是很近似的幾種動物的血裏，終有些重要的化學的差異，不能用常法分析決定。像這一種動物的血，輸進別種動物體內，常引起生理的錯亂，甚至死亡。據極多次輸血術，和所謂體外沈澱試驗法 (Precipitation tests of the blood in

vitro) 後，查得反應程度多視所牽涉的物種的相關程度為比例。這相關程度乃按解剖而後分類，所見到的。

這樣說來，人血當然和似人猿的血相近些，而和東半球猴類的血相遠些；和後者的血相近些，而和西半球猴類的血相遠些；和後者相近些，而和狐猴的血又相遠些，如此類推。或者降到爬蟲而論。古生物學指示蜥蜴和蛇間，鼈和鱷間，都有密切關聯。而鳥的爬蟲狀始祖，大約和鼈、鱷，這兩羣較近，而和蜥蜴和蛇兩羣較遠些。用輸血法或他種驗血法，也驗出這些關係來。

現在有少數特異的例外，將來研究得再深些，可望納入常軌。除此之外，一切論料都授權給我們去下個斷語，就說是血裏的化學性相似點，幾乎和血管的結構上的相似點，一樣有恆。或按演化論講：『某某羣動物從共同祖宗演化下來，牠們的血一直固持一種共同性質』。所以血液關係確是一樁事實。

(6) 分布

個個人承認，地球上各部分的動物和植物各不相同。高山、平原、海濱和海中，池沼和濁潭，寒帶、溫帶和熱帶，各有特殊的生物。不過生物分布問題，決非像這一句話這麼簡單。因為其中牽涉到各種生物對概括環境制約的關係，和各種生物彼此的關係。這是生態學 (Ecology) 的一部分。(第二百二十四圖)

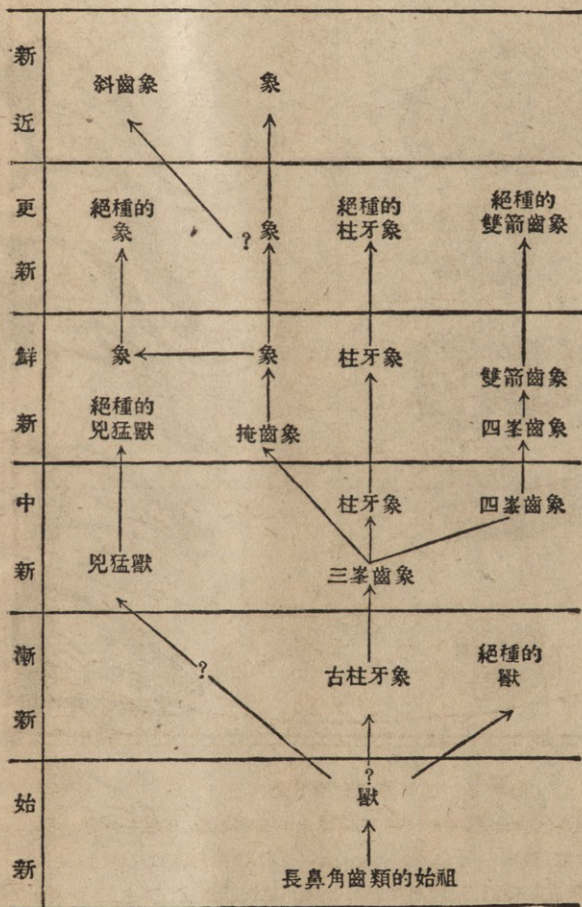
現在暫行專顧動物在地理上的分布——動物地理學 (Zoögeography) ——試舉兩三明顯的例，來看特別創造論和演化論，到底那一個學說，能解釋事實，更合理些。

現在哺乳綱裏有一奇特的屬，叫獾屬 (Tapirs)，牠的代表，乃是分住中美洲和南美洲，還有南亞洲和南洋羣島，兩個遠隔區域的不同的種。但從古生物學上研究出來，曉得當鮮新世，獾遍布在差不



第二百四十圖

各種籬雀(Song Sparrows)在地理上的分布狀況。每種數字示一亞種的產地。據察普曼(Chapman)說：「牠們在色彩和大小上，完全整合，簡直無從劃界。牠們跟着所在地的氣候狀況變。圖中正示一種極盛，好比一梗上開了二十三朵花，每朵若離開母莖，簡直好自成一種，將來總有這一天。那時會有若干種，每種再有若干種族。但是現在祇有一種，分爲二十三亞種，也就是正在構成過程中的種。」



第二百四十一圖

象的演化, 示地質上和地理上分布狀況, 參看第二百四十二圖



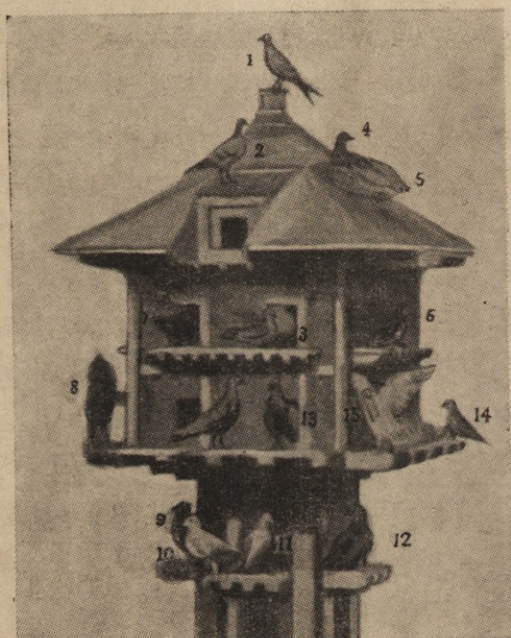
第二百四十二圖 象的頭和白齒的演化

A, A'. 更新世象屬 B. 鮮新世掩齒象 C, C'. 更新世柱牙象 D, D'. 中新世三峯齒象 E, E'. 漸新世古柱牙象 F, F'. 始新世莫利獸

多全部北美洲、歐洲和北亞洲，隨後逐漸絕滅。等到更新世末葉，就祇贖在現今兩區域了。簡言之，現在獾的不接連的分布，代表從前全球都有的獾。至於現存的幾種獾的差別，正合我們所預期。因為唯獨同一的屬，分離在兩處，中介以地理阻隔，各受不同環境的影響，方能有這樣結果。十五世紀時，有人運一窩歐兔到坡托散托 (Porto Santo) 小島上去。等到十九世紀中葉，那些後裔竟變得和祖上很不同，竟可視為另一新種了。

達爾文看見鳥棲的特異動物，因而悟到特別創造論不足以解釋牠們的起源。他駕了一隻船，名叫卑格爾 (Beagle)，環遊地球三趟，後停在加拉巴哥羣島 (Galapagos)，該處離南美洲西部海岸約六〇〇哩，他在該處所發現的動物，雖大體和大陸上相似，但大多數種並不盡同大陸所產。即各島彼此間也不同。相離最近的島，內中所有的種，也最相似。達爾文說：『我和同伴從船上射落許多反舌鶉 (Mocking Thrushes)；等到拿牠們比來看時，大吃一驚。原來查理島 (Charles Island) 上產的全是一種，叫 *Mimus trifasciatus*；亞伯馬里島 (Albemarle Island) 上產的全是另一種，叫 *Mimus parvulus*；詹姆斯島 (James Island) 和茶坦姆島 (Chatham Island) 上產的全是第三種，叫 *Mimus melanotis* (在這兩島間，另有兩個別的島做連鎖)。』

自從達爾文觀察到這類事實後，全球上別處孤懸隔絕的島上也找出各樣特區動物和植物，更足為證。他對於這些現象設為一種解說，實為現有各說中最似可信的。大陸所附的島嶼在未曾脫離大陸以前，本有生物，和大陸上相同。洋心島由火山爆發而成，或珊瑚蟲生長後，也從大陸上得來生物。這些生物都和大陸上的原系相隔絕，就漸漸離開原狀。隔絕得越遠，歷時越久，則離開原狀也越多。



第二百四十三圖

若干家鴿變種。從藍色野鴿裏，經人工選配而得的變種，有一百五十幾。達爾文說有些外表上相差得極厲害，簡直像天生的不同的屬那樣。1. 藍野鴿 (*Columba livia*)，為始祖 2. 戀家鴿 (Homing) 3. 普通雜種鴿 4. 天使鴿 (Archangel) 5. 筋斗鴿 (Tumbler) 6. 禿頂筋斗鴿 7. 快馬鴿 (Barb) 8. 鼓胸鴿 (Pouter) 9. 俄國硬冠鴿 (Russian trumpeter) 10. 仙燕鴿 (Fairy swallow) 11. 黑翼燕鴿 12. 扇尾鴿 13. 傳書鴿 (Carrier) 14. 15. 小藍鴿 (Bluetts) 14. 15. 中間，有尾浮羽鴿 (Tailed turbit)，圖中所示是美國國立博物院陳列的鴿籠

直到構成分立的種。每島上特有的每一種生物，並非由特別創造而來，卻由有變嬗遞而來。

我們已經綜括起幾個具體的例，足從主要型範上證明，一種一種的生物，所以能到今天的狀況，是由於一長串的有變嬗遞。前文表面所露的和背面所隱的證據，連同此處所說的這點證據，應該够教讀者自行決斷本問題，多少出乎本人自己見解。著者祇要讀者提防一件事。就是這些例的性質既然如此，那所得的證據不得不為間接的。但因為分量多，牠的力也大增。讀者面前祇有很少論料，所以不能領略有機演化的一切一致證據的無可抵抗的強大感人力。

B 有機演化的成因

既已承認演化一事，就要打聽什麼成因做成牠。這是另一問題。但是這問題常使普通人感到混亂難解。三十年前，生物學家敢於斷言這些成因是什麼。如今卻沒有這大的膽量了。而普通人以為問一兩個成因就等於問這件事實。

現在的見解自有由來，曾經過很久的歷史。即使原原本本敍了出來，也無用處。祇須說：演化觀念是種概括論，從一種科學爬到別種科學上去，從天文到地質，從地質到生物學，而成有機演化，就够了。這個觀念不問取何種形式，總是和歷史一樣老。不過在實際上，生物學家拉馬克在十九世紀前段，最先用一致的工作，製成有機演化論。（第二百九十三圖）

(1) 拉馬克的學說

拉馬克所貢獻的有機演化證據，在許多例裏，既未能揀擇得適當，又未能敍述得動人，因此竟被生物學家和普通人所蔑視。他相信，生物身體的各部分，隨着用與不用，而生變化，此項變化，實為

形成演化的主因。換言之，他認演化的成因，以生物對生活新制約的新需要而起的生理響應為主。他相信，這些變化，屬於生物軀體，而傳給後代。一八〇九年，他初發表意見如下：

『第一定律：凡一動物未曾越過發育期者，若對某一器官用得較頻煩，較久長，就逐漸增強牠，發展牠，並加大牠，並賦予牠一些力，和運用時間的長短為比例；反過來，若對牠久置不用，就在無形中減弱牠，縮小牠，汨沒牠的官能，最後汰去牠。

『第二定律：一種動物久受環境的影響，因使某一器官常經運用，或常處廢置，就自然而然地教這一種裏各個體得着或失卻些東西；而這點東西更會遺傳下去，祇要這些變化為兩性所共有，或為產生後裔的原個體所共有。』

拉氏第一定律顯然妥當，第二定律——獲得或收得的特徵能遺傳——至少是極可疑的，因為我們從來沒有看見過這類證據。不過當時人反對拉氏學說，還不是祇因這一弱點而已。各家反對的話，一言以蔽之，可說因為演化論的時機還沒有成熟。

〔2〕 達爾文的學說

約三十年後，英國出了達爾文。那時地質學已先替演化論作了張本。他得了這較好的後盾，就做成兩件事業，於一八五九年出版的種原論 (Origin of Species) 裏，發表出來。他舉出極多事實，都好有變嬗遞說——就是假定現存物種，由別物種，且傳且變而成——解釋得最周詳。他又創為自然淘汰論，來解釋物種原始。就說是在生活競爭裏，最適合的物種得被保存。這些事實，和這個能解說這些事實的理論，合在一起，就使世人相信有機演化論了。（第二百九十六圖）

這個理論大概講些什麼？第一點 達爾文 不會討論變異的原因，

就證明自然界裏變異極多。廣言之，隨便那一種和所有各種可遺傳的變異，都是重要的。不過他詰問拉馬克派所說獲得特徵可以遺傳一說。現在已有充足的變異事例，而且多得有餘。

達爾文建立了變異說後，就着重另外一件事實，說生物的生殖力，遠遠超出牠們的後裔所有得住的空間，和所有得吃的食物。有幾樁新近的論料，可證明此點。一個極微小的草履蟲有吃東西，生長，生殖——就是把環境物質變成草履蟲原生質——等能力。生殖起來，五年裏達到三千代。假若個個都活着，這全數便等於二的三千乘冪。這全體積約等於地球的十的一千乘冪倍數！蚜蟲一年十二產。假定每雌平均生一百個雛，個個儘此量再生下去，到年底最後一蓐，便滿十垓(Ten sextillion)個。假若排成一條直線，可以從地球一直伸到望遠鏡所能窺及的最遠一顆恆星之外多多。普通一個蚊子，竟可一夏生出差不多二千萬萬個後裔。這些事實雖真，卻令人駭怕。從這點上，我們可以領略生物質要造出更多生物質——就是生殖——時，有多少潛能力未經實用過。

總有一樁事在那裏抑壓每種生物的遺傳力，教生物不要超過地面所能容受。達爾文重視各種各個體間的生存競爭，這競爭如此尖利，祇要有點變異，不論怎樣小法，教一個個體適合於牠的環境，比別個個體好些，這個體在競爭場裏，就能多操勝算。所以這個體就容易生存，並有傳下這有利的變異給後代的傾向。這樣就成所謂適者生存——那些個體，推到那些物種，最適合於牠們的環境的特別制約和生活狀況者，得以生存。讀者須注意，這就對於生物所呈最驚人的現象——適應——事實本身——下了一個解說。

從一方面看來，這是極簡單；從另一方面看來，又極複雜。所以最好再引達爾文本人所說的幾句話如下：『每種生物生下的個體，遠

超過能以活得了的那麼些，因而生存競爭就周而復始。所以在生活的複雜而且有時變異的制約下，祇要一個個體稍為變一點，變得對於自己有益，便較易於生存，而得入自然的選。據強有力的遺傳原理講，隨便什麼入選的物種，就傾向於傳下牠的新變形。』

一件事成功，就勝過其他一切。達爾文的理論一得勢，就逐漸掃退一切障礙。甚至有幾個人擁護過烈，說得太過，不為達氏的恂恂言論所能圓。至此就發生反動。後天所獲得的特徵，不能遺傳；變異為雜種繁殖所掃除；大的變異有定局能力，而小的徬徨變異 (Fluctuations) 卻沒有等等。其實我們不必岔進這些爭辯；這樣反把主要論點遮斷了。今天自然淘汰理論佔的什麼地位，這是必須從遺傳學上去求的。』

(3) 遺傳學和演化論

演化論並不是一本死書——不是過去時間裏已完成的一樁事——卻是一個活潑前進的過程。『宇宙間惟有勢能的流動，和貫徹其中的有理的法度，方能垂到永久。』我們可以絕對相信，現在演化成因，和過去演化成因，俱是一樣。這個齊原論 (Uniformitarian doctrine) 用來解釋地球的演化，已著成效；而且所有可利用的證據，都指明牠對地球上千奇萬變的住戶的原始一問題，也能著同等功效。其實牠是在那裏替我們解釋這問題。我們已實感演化論是對生物發源以來的遺傳結果的一場總覽。遺傳成因執掌演化成因的鑰。所以在以前有一章裏，我們討論遺傳學上的新發見對於演化問題上的關係。其中有些可以再述，同時再特別顧到生物的適合性的起源。

第一點，我們曾見變異雖然為正規而非例外，但是有些對於演化有重要關係，有些未必。一切證據指明那些有效的變異為胚胎的，

而非軀體的。生物身體上發生變化，不能由胚胎來代表，必須重行誕生。就是演化須由胚胎自身的演化產出來。因此淘汰過程必以滅除不適合的胚質為務，而不以滅除不適合的軀體為務。不過個體的適合性大部分實由身體特徵來決定。這一點顯然就是本問題的難關。我們想到身體生出胚胎，又生出身體時，淘汰過程不來過問，我們的心的印象裏混亂了。個體常使人誤會牠們的胚的情形——牠們所能傳給後代者——所以自然淘汰就算是走的一條較迂曲卻不滅可靠的途徑。

第二點，胚質怎樣變法？已發展的特徵，為遺傳因子（Genes）的動作的結果。一個遺傳因子並非一個特徵，連一個未發展的特徵都不好算。所謂特徵，多從許多或全數遺傳因子相互作用而生。但在實際上，我們慣指一個因子為決定的成因，像所謂性染體（Sex chromosome）上的性遺傳因子（Sex gene），既然如此，特徵就可由遺傳因子複結的變化而變。這也許由於身體本身裏的變化的影響，也許由於直接作用於生物的胚細胞上的環境而起。概言之，突變——不由於重行組合或交錯而生的胚胎變化——比起身體上發生的不能遺傳的變化，好像少些。我們總要記清，非但身體的變化較易顯露，大多數突變竟能減少生活力，甚至把生物弄死。其實這也在料想中，因為生物是何等複雜的機件。裏頭隨便起的變化，總該趨於搗亂內外兩方的精緻適應的多，而趨於改良牠的少；除非有個變更的環境，另生別的新制約，教這生物來應付。

這些遺傳學事實，和地理的分布，和地質時代裏各種生物的相續，和自然界裏變種的紛歧，聯在一起，成為我們現在所有的背景，好靠牠來企圖對演化方法立下一個見解。各家同意於一點，就是說自然淘汰大都當生物的適應的複結成立時，充作內幕指導原則。

演化是突變的結果。這些突變就是胚變。雖不全數卻大多數不靠環境制約。許多這樣的變異引起些特徵，既不增加又不減少生物的適應。所以對於生物的生存，實處於中立地位。自然淘汰對於這些特性，是以不理會為原則。別的胚變興起，而產出適應的結構。到此而自然淘汰發生效力：牠篩分這些胚變，從不適合的和中立的變異裏，揀了出來，使牠們在生存競爭上能以持續下去。

讀者就要看出這是個明瞭化的達爾文學說。不是一切變異都能遺傳，有些傳得下去，有些傳不下去。能遺傳的適應的變異是重要的。牠們構成自然淘汰所應付的材料。對於那種貫徹一切生物的呼應的適應，到現在還祇有自然淘汰一說好做唯一的自然的解說。不過內中所牽涉的成因，實在比我們在生物學上所夢見的要多。

湯姆孫說：『從看不見的微生物起，這演化史全部實有說不完那麼偉大。這個過程裏，時間不算一回事。在多少百萬年裏，既沒有停頓過，也沒有趕忙過。先建下廣寬的基礎，再在上頭造好莊嚴燦爛的高屋。雖然有許多得意之作歸於烏有，但是大利益得了之後，得以保存。最後結果乃在人格性裏。這些人格性會窺透牠的偉大勝利。現在在那裏圖謀瞭解牠的成因，在那裏學習牠的幾種教訓，並不能已於企圖解釋牠。看起來，活像自然帶了個目的。』這樣的思想又領我們走過科學所承受的領域，而踏進哲學和神學兩大領地了。

第二十五章 生物學和人類幸福

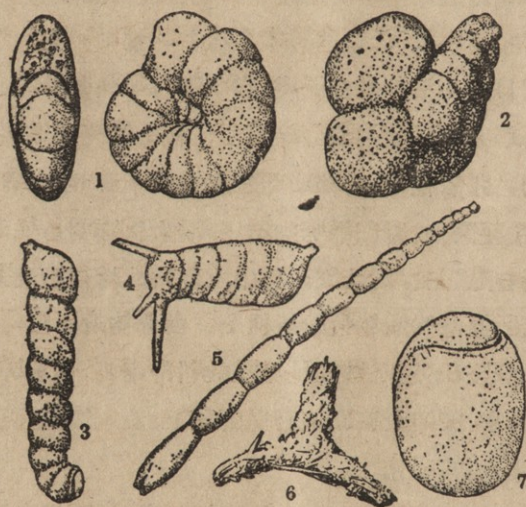
人是他自己繼續織續着的生命網的一部分，織續的成功，全靠他自己的領悟。——湯姆生(Thomson)

我們已經總覽過生物學的基礎了。現在要討論生物學對於人類幸福的幾樁主要貢獻了。這些貢獻多數在一個世紀之內造成，現在早和我們的日常生活糾結在一處，變成不可少的部分了。

大多數科學家不以用途為評斷有無價值的基礎標準，而以推求真理為目的。跟着牠走，看牠領到那裏去。乍看起來，這好像很奇怪。他們的主要動機，雖在增加知識，和擴大人類對自然的見地，但是他們的新發見，用在實際上，就造成現代生活環境的多數制約。『科學從牠所探檢的區域帶回新種子。由那些希圖靠探究而得利的人看來，這些祇不過是些無足重輕的新奇東西，但是等牠們長大起來，竟成喬木。文明人就在牠們庇蔭之下，設立帳幕，更採取牠們的果實，來享受，來致富。』

生物學家的探討，有些看起來，似毫無用處，然而常會隔了些時，忽然大奏其效。試舉一例，來證明這些驚人的事。像現在石油業對於所謂有孔蟲目(Foraminifera)，——一種原生動物——極為關心。這有孔蟲目並非現存的種，乃指地質層裏過去的種的化石。不多幾年前，石油公司費了許多資本鑿井，常不得油。時常因穿一井而耗六萬金元，將來預備取償於汽車主人。後來察得有孔蟲也被掘了出來，於是就有人想從溼井所得的有孔蟲，和乾井所出的有孔蟲上，檢視有無分別。這些公司就託美國國立博物院實驗室代為研究。院中研究員向來從世界各處蒐集微生物標本，並保存這些常人

所視為敝屣的東西。有一位專家研究有孔蟲目一輩子，竟能解決本問題。從此油公司省下許多百萬金元。許多人曾以為政府養着這夥生物學家，這一宗小開支實等於虛耗。可是現在曉得這位專家從油公司接受很大薪金。政府每年從薪金上所抽的所得稅，已經超過從前所給他的薪俸許多倍了。（第二百四十四圖）



第二百四十四圖 幾種有孔目的殼，擴大很多

1. *Cyclammina pauciloculata*, 兩面觀
2. *Globotextularia anceps*
3. *Marginulina ensis*
4. *Vagulina spinigera*
5. 節房蟲 (*Nodosaria filiformis*)
6. 蛙線蟲 (*Rhabdammina abyssorum*)
7. 唇口蟲 (*Chilostomella grandis*)

所以純粹科學和應用科學並非不相聞問的。科學祇有一類，就是求知求真理的科學。除非這知識預先存在，談不到什麼應用。大的新發明，多是有些人為真理而研究真理時所得來的便利應用。我們最講理論時，常和最實際的應用相接近。

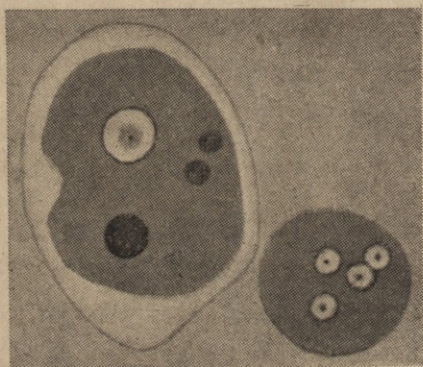
以前所讀熟的重大生物學概說，有些對於日常生活實有重大關係，而容易被人類忽視。像一切活物由細胞造成，這就暗指全生物界裏組織上有這基本的相似點。又如生物所有的相似的基本的活的材料——原生質——就表出一切生物非但由細胞組織聯成一氣，並由原生質聯成一氣。一切生物的歸宿都在這物質上。還有原生質會變無生物質為有生物質——證明生物質就是普通物質，經過奇特改組而成，最後到有機演化上，整個的自然祇是一體。

這些和別的重大生物學真理，對於個個人都極關重要。因為綜論起來，牠們確能歸結到一個重大結論上，就是要解釋人類生命，一定要拿一切生命來講。人類在全部生物裏，居一個完整而優顯的部分。人類必順從全生物界的法度。所以人類要謀幸福，須憑意識，把自己適合到自然上去，就此好『操縱』自然。教育的主要旨意，就在增進個人的適應和適應性——就是保存人類對於生命的基礎的內外制約的調整和可塑性。所以生物學替人類幸福裏所需的妥善生活，供給學理上和實施上的自然的基礎。

A 醫 藥

健康——最高尙的適應——是無價寶，不論從個人幸福，或民族富力上來看，均屬如此。所以按最廣義說來，醫學是應用生物學的最重要的一個相。醫學的基礎建在人體解剖學，和人體生理學上。這些祇不過是全生物界的解剖學和生理學裏的特別部分而已。人體解剖學實在非拿脊椎動物比較解剖學來解釋不行。而且人體生理學所以發展到今日地步，全仗較低動物上實驗出來的基本原理。將來要有進步，還靠用麻醉劑醉倒動物，再來照這樣查究牠們。現在舉一個例：自從在動物身上試行施用手術後，已經證明許多手

術，向爲謹慎醫生所不敢初試於人體上者，都不妨照行。達爾文爲憐憫動物受苦而戒獵。他說：『若是不許在活的動物身上，去做實驗，生理學便沒有進步希望。我深信阻止生理學進步就是違犯人道。』



第二百四十五圖

內變形蟲(*Entamoeba histolytica*) 人腸裏的寄生變形蟲，教人害阿米巴性赤痢 (*Amoebic dysentery*) A. 活潑的變形蟲，帶一個核，和三個已入胃的人體紅血輪 B. 被囊的變形蟲，帶四個核，將分裂成四個變形蟲

(1) 微生物和疾病

沒有人不承認，防疾和治病方面的新發見，高列在有功於文化的最重要的科學貢獻一行裏。這些新發見差不多全賴世代相傳的生物學家歷年研究所得做基礎。巴士德最初所研究者，雖在化學方面，但是自從他發見空中生物到酒和乳裏，發生動作，引起化學變化，教酒和乳變酸以後，他便自然而然去研究細菌爲畢生事業。他走的這條路，領導我們去設法防範並撲滅病菌。試傷破葡萄的皮，空氣中生物侵入，就發酵；排除空氣，並消去已受的菌，而葡萄不再發酵。力斯忒(*Lister*)立刻窺見這是外科手術上的要務。於是纔有

現代消毒手術，實爲人類最大幸福之一。（第一百五十二、第二百七十八圖）

發酵既屬微生物的動作所產生。動物和植物有幾種病也由於這類微菌侵入所致。巴士德循這個理論進行。因先拿法國患霍亂的雞，和患脾脫疽（Anthrax）的羊和牛，來研究。就發明預防方法，減少這些動物的死亡率，從百分之十到百分之一以下。二十年內，挽回法國利源已超過一八七一年戰敗賠款總額。巴士德更創新法，來治狂犬病，而死於『狂』犬齒下的人，竟由幾乎百分之百，降到不及百分之一。

最近五十年裏，有許多研究家步武巴氏，因而發明種種新法，來治人畜和植物的病，收效奇驗，爲前此所未曾夢到。談到這裏，讀者立刻想起白喉（Diphtheria）、脊髓膜炎（Spinal meningitis）、結核病、腺疫（Bubonic plague）、發疹傷寒（Typhus fever）、瘧疾、黃熱病、梅毒、阿米巴性赤痢（Amoebic dysentery）和非洲睡病等——這些都是人類中了細菌或原生動物傳染的毒而生。肺結核殺人最多。據估計，約佔每年死人七分之一。可是一直遲到一八八四年，科和（Koch）纔證明這病是由一種細菌所致。科氏可算巴氏繼起中第一人。

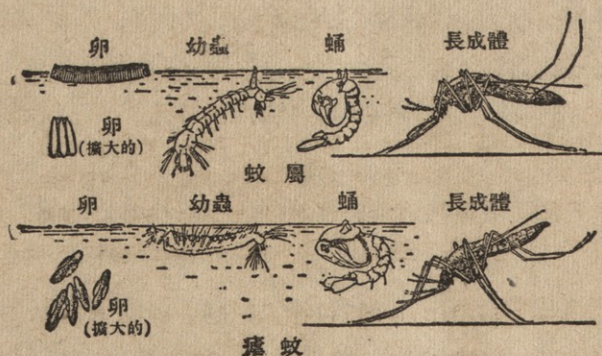
比防止人類受微生物的病害稍爲次要些的，就是撲滅家畜的傳染病一事了。據美國畜牧局長估計，每年美國牛隻因受細菌攻擊，變成殘缺，所損失約有五千萬金元之鉅。自從有人研究這種病後，已經認清人類所患的起伏熱病，就是這些細菌所致。因此這問題變成比從前更重要了。這是知識生新知識的一個極好的例。

要決定某一種病由什麼原動力所生，常須從幾方面搜羅生物學的交結的論料。試舉瘧疾、黃熱病，和梅毒的病原發見小史，作爲證

據。

瘧疾 從 Malaria 一字上，可以看出古人當這病是由惡濁空氣所致，尤其是由於卑溼地方的惡濁空氣所致。不過到了一八八〇年，拉物瀾 (Laveran) 首先從瘧疾病人血內發見些微生物寄居在那裏。而瘧疾的真因纔得一線曙光。過了幾乎二十年，羅斯 (Ross) 證明一種蚊的血內也有同樣寄生物。跟着又有許多人相繼研究。尤推格刺栖 (Grassi) 為最著。他們考得有一種蚊，叫瘧蚊 (Anopheles)，咬了患瘧疾的人，就從血裏帶過來一些拉氏所發見的寄生物，於是牠便成了瘧疾寄生物的寄主了。這寄生物在蚊體內經過若干複雜變化，連迅速的生殖在內，終於生出億萬寄生物，住在蚊的唾腺裏。等蚊再咬別人，就跟着輸送過去，改在人體裏過牠們的另一段生活了。(第二百二十七圖)

照以上所說，固然顯着很簡單，但是昆蟲學家 (Entomologists)，



第二百四十六圖

蚊的生命史。瘧蚊屬各種蚊傳播瘧疾寄生物。這些蚊屬普通蚊屬 (Culex) 在生長各階段上全不相同。長成的常蚊休息時身體和物面平行，而瘧蚊則和物面幾垂直

原生動物學家 (Protozoölogists), 和飽受醫藥動物學訓練的醫生, 經過許多年研究, 期在那裏訪求一個方法, 好撲滅這種疾病。據估計, 美國 一年因牠而損失, 不在一萬萬金元以下。英國更多至三倍。印度 一年死於瘧疾就過一百萬人。(第二百四十六、第二百四十七圖)



第二百四十七圖

美國路易斯安那省 (Louisiana) 驅瘧運動所用地圖, 每一黑點代表一個瘧疾死掉的人。但欲知瘧疾對公眾健康的重要, 須計算患者成數, 和所耗能力的多少, 比單算死人總數較含準確意味多多。據估計, 每死一人等於總損失和總痛苦量上占去二千到四千的病廢

黃熱病 這瘧疾祇能由一屬蚊傳給人類的一件事實, 多由英、法、意三國的生物學家所證明。但是另有一種蚊叫 *Aedes*, 專傳播黃熱病。這卻由一九〇〇年美國特派到古巴調查黃熱病的專員里德 (Reed)、拉濟耳 (Lazear) 等人所證明。其後十八年, 洛克斐勒學院 (Rockefeller Institute) 諾谷奇 (Noguchi) 居然發見這種單細胞

寄生物，隨即製成一種菌苗，專防這病。（第二百四十八圖）

諾氏和許多別人都和拉氏一樣，應受稱讚如下：『忠勇勝過軍人。他冒着大險去探究一種可怖的疫症，怎樣傳播，並用何法，可加防阻，而竟以身殉。』人類戰勝黃熱病，中間幾經犧牲，備嘗艱苦，說來很長。其後纔能築成巴拿馬運河。因為法人初試時，黃熱病大肆其虐，竟不能完工。也許將來我們可以絕了牠的後根，因為現在牠祇贖一點微燼，被生物學家嚴密看守，不能燎原了。我們仍須記得，前一世紀美國患這病的人有五十萬起。一七九三年，菲列得



第二百四十八圖

限外顯微鏡下所見黃熱病微生物。
擴大約三千倍



第二百四十九圖 二十五年來，人力控制下黃熱病的分布。

而菲亞因牠喪失人口十分之一。一八七八年，密士失必河流域一帶，就死了一萬三千多人。（第二百四十九圖）

梅毒 人類在生活網裏，爲糾結的線，導入極奇怪的迷途，祇要看新近成功的療治梅毒法，就可相信了。梅毒到最後使人周身痲痺，或不全痲痺（Paresis）。這病幾百年來一向爲人所怕，和戰爭合稱『人類的最大二仇敵』。不多幾年前，發見梅毒是由一種單細胞寄生物叫旋絲體菌（*Treponema pallidum*）所致。牠活動起來，常教心的官能逐漸退減，教人得癡狂（Dementia）。早則幾月，遲則多年，就成不起。雖然已有一種特別化學物品很能治牠，可是用瘧疾微生物接種在病人體內，常能治愈輕症，而於重症久患，也能禁止痲痺不再加重，而免病人一死。病人須忍受幾次瘧疾的發作，然後服金雞納霜，來防止瘧疾。最後再用九一四（新六〇六 Neosalvarsan）來治。這病到底怎樣減輕變好，還不曉得。

不過我們以爲有些瘧疾的免染性體生了出來，增加人體抵抗力，來禦梅毒微生物的蹂躪。不論如何，對瘧疾的和梅毒的微生物上，經生物學家和化學家共同研究出來的結果，排列得極奇奧難料。我們得了知識，可使一種寄生

物攻擊另外一種。現在世界上所有的梅毒，多由嬰兒生前或誕生時所染得。瘧疾微生物所以呈出至少一種將功贖罪的特點。（第二百



第二百五十圖

生來患梅毒的兒童的肝裏的扭絲狀微生物（*Treponema pallidum*）。擴大許多倍

五十圖)

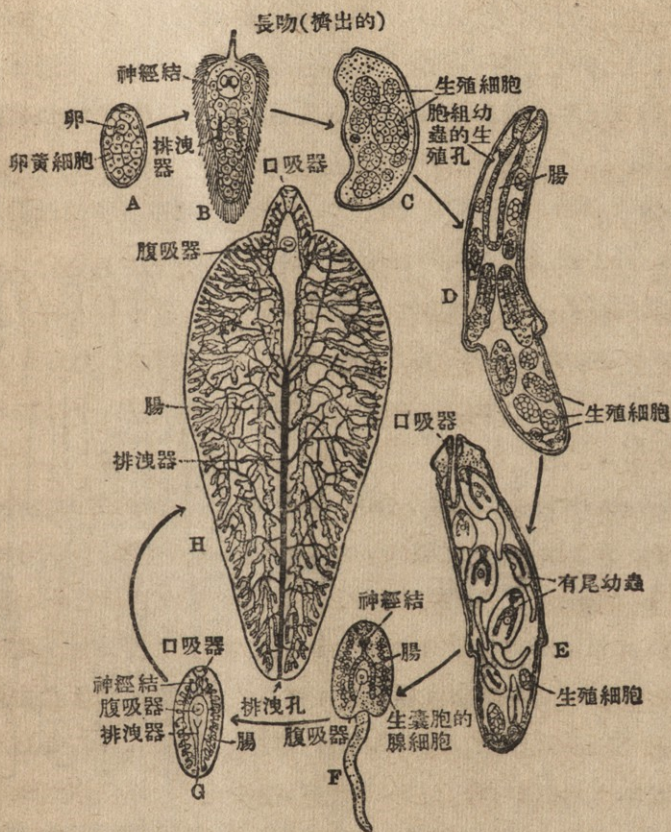
(2) 寄生蟲

以上所論的病原，俗稱病菌，或微生物，或微菌。現在又要改論較大的生物也在醫藥動物學上佔最要部分。我們可拿各種寄生蟲來代表這一方。

吸蟲 (Trematodes) 吸蟲目一羣包含許多寄生扁蟲 (Flatworms)，很像自由生活的片蛭 (Planaria)。大多數寄生物的一生都很複雜。生物學家竭盡心力，要揭示牠。最饒興趣的，大約算肝蛭 (Liver Fluke)。(第一百五十七、第一百六十一、第一百六十三、第二百五十一圖)

長成的肝蛭是個一吋長的蠕蟲，住在羊、豬、牛等的肝的膽管裏。有時也住在人體內。牠是兼性的。每個肝蛭，有雄生殖器，又有雌生殖器。被隔離時，連生成熟的卵，差不多不斷。一個肝蛭可以放出五十萬卵以上。這些卵全從寄主(羊)的膽管裏，擠到腸裏。最後跟着糞出去。一個卵得着充分溼氣，發育成爲帶纖毛的幼蟲(又叫初幼蟲 *Miracidium*)，逃出卵殼，自由游泳往來。除非在幾點鐘內遇着某種淡水蝸牛，附上去好再發育，牠便死了。等牠鑽進蝸牛體內，重延壽命，又經若干變化。過兩週後，已變成一個囊狀動物，叫胞組子 (*Sporocyst*)。再從自己體內，變出若干個另一期幼蟲體，叫里氏幼蟲 (*Redia*)。每個里氏幼蟲，從破裂的胞組子逃出，常生一代或幾代里氏幼蟲。最末一代，更生第三種幼蟲，叫有尾幼蟲 (*Cercaria*)。

這幾期都在蝸牛體內過的。到現在，這羣有尾幼蟲離開蝸牛，各自在水裏游行。最後附着在草葉上，作囊自包。到此時，牠的生命，又懸而不決了。除非有羊吃了這片草，把牠帶進腸去，牠又活不了。



第二百五十一圖 肝蛭(*Fasciola hepatica*)的生命史

A.『卵』 B.纖毛幼蟲 C.胞組子 D.E.胞組幼蟲 F.有尾幼蟲 G.有囊階段 H.長成體(神經和生殖系略去)

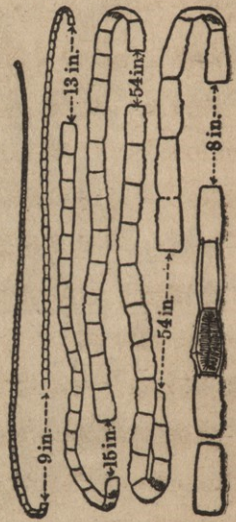
等到進了羊腸，有尾幼蟲纔破囊而出，跑到膽管裏去，不久就發達完足。這長成的肝蛭，使羊患爛肝病 (Liver-rot) 肝蛭的生命史，就此圓滿。

一個肝蛭生下那許多卵，好加增初幼蟲得遇正當蝸牛的機會。祇要有一個進得蝸牛，經過屢次誕生，就大加有尾幼蟲的數目。照這

樣，至少有一個有尾幼蟲好鑽到另一隻羊的體內。這樣的生命史，雖則奇怪，卻並非有獨無偶。許多寄生扁蟲都是這樣。莫怪專家向動物學各分部研究多年，纔發見各種扁蟲的各期形態，纔決定牠們的關係。

條蟲(Cestodes) 扁蟲裏包含一羣，叫條蟲。像擾害較低動物和人類的許多種條蟲，都是的。最著名的叫有鉤條蟲 (*Taenia solium*)，和肥條蟲 (*Taenia saginata*)，都住在人類的消化管裏。前一種的幼蟲擾害豬，後一種的幼蟲擾害牛。

條蟲是細長像帶的蠕蟲。有小頭，圓圓的，像個小球，叫做條蟲頭 (Scolex)，專備吸着或附着在人類消化管內面上。除頭外，就是許多相似的節，叫片節體 (Proglottides)。這些節從條蟲頭後伸長出來，所以越近條蟲後端的片節體，越大，越老。這條蟲有時長到幾乎十呎，多到幾乎一千節。(第二百五十二圖)



第二百五十二圖 條蟲

長成的條蟲是兼性的。較老的片節體各有雄生殖器和雌生殖器。最末端的『成熟』的幾節，差不多裝滿了已成胚的卵。這些成熟的片節體，一節一節脫離蟲身，跟着寄主的糞排出。須要等到被豬吃了下去，這胚就鑽過腸壁，通到隨意肌肉那裏，而作囊自包。若是進不了豬腹，便不能再發育。在豬身上發育而成囊蟲 (Bladderworm)，或胞蟲 (Cysticercus)，又為一期。再等有人吃了未曾烹熟帶蟲的豬肉，牠纔再能活下去。牠到了人的消化管裏，逐漸長足。牠的頭附着

定妥，而片節體逐漸生出。(第
二百五十三圖)

人和較高動物體內的長成的
條蟲，從寄主，就是人和較高動
物，所吃的東西上，搶來吃。這
當然大有礙於寄主的營養。可
是幼蟲還比成蟲可怕。像豬身
上的長成的棘籽條蟲 (*Taenia*



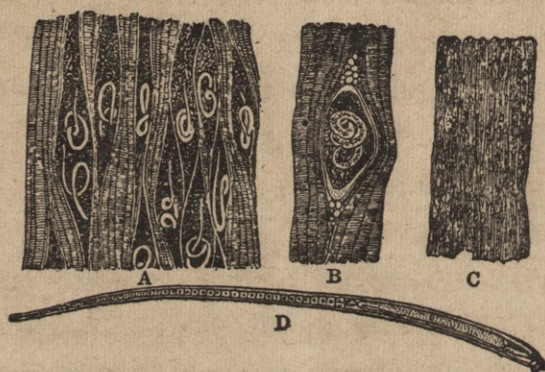
第二百五十三圖 條蟲發育中各階段
a. 卵內藏胚 b. 自由胚 c. 囊狀幼蟲
(*Cysticercus*)，頭還未伸出 d. 囊狀
幼蟲，頭已伸出

echinococcus) 生下幼蟲，等到了人體內，會引起很大的液囊 (*Vesicles*)，叫腫胞 (*Hydatides*)。常破裂，對於人竟成致命傷。犬身上有一種條蟲，叫共尾條蟲 (*Taenia coenurus*)，產下幼蟲，鑽進羊的腦和脊髓裏去，成一種病，叫暈倒病 (*Staggers*)。早年常生學 (*Biogenesis*) 專家遇了羊腦裏的幼蟲而失措。因為他們不明白牠們怎樣來，祇好算是自生的。

線蟲 (Nematodes) 說到線蟲目 (*Nematoda*)，又叫圓蟲 (*Round-worm*)，從醫藥動物學上看來，是和扁蟲一樣重要的。自由生活的圓蟲在水、土壤和空氣裏，簡直處處都有。被風吹來吹去。大多數並無害。有些傷害植物的根和別部，故成經濟問題。人類和高等動物體內所寄居的，有旋毛蟲 (*Trichina*)，和鉤蟲 (*Hook-worm*) 爲例。

旋毛蟲是人、豬和鼠患一種劇病叫旋毛蟲病 (*Trichinosis*) 的原因。人類吃了半生的豬肉，就引進這些寄生物。豬吃了腐魚，或已染這病的鼠屍，也得這病。豬肉裏的幼蟲很快就在人腸裏成熟。每個雌蟲產生幾乎一萬個幼蟲，牠們鑽過腸壁，遍遊隨意肌肉各部。更在那裏作囊自裹。要等人死了，纔好脫離。一公分肌肉裏，可以藏幾

千幾萬個頑抗的囊。組織被破壞，非但極厲害，且無從救治。（第二百五十四圖）



第二百五十四圖 旋毛蟲屬(*Trichinella spiralis*)

- A. 肌肉纖維裏的自由幼蟲 B. 纖維中裹入囊裏的一個單獨幼蟲
C. 豬肉中藏許多被囊旋毛蟲(原樣大) D. 長成體(擴大許多倍)

有幾種鉤蟲，分布極廣，暗中所生危害，又極可怕，所以也成重要實際問題。生物學家曾研究出，這些肉眼勉強看得見像細白線是小蠕蟲，怎樣在溫暖潮濕的土壤裏孵出，怎樣從人足皮鑽進人身，怎樣到血裏，怎樣進肺，最後怎樣歸到腸。到了這時，牠們已經長成，就附着在腸壁上，吸取寄主的血，並產卵。卵跟着寄主的糞出去，預備再擾害別的動物。國際衛生局曾在五十多國裏，分做防禦工作，播輸關於這些寄生物的主要事實的知識，並教人怎樣用殺蟲藥來驅除牠們，其所貢獻的利益，極為重要。據估計，罹這病的人，不在二百萬以下。可是現在我們已經得了些知識，將來總可完全滅絕這



第二百五十五圖 美洲鉤蟲(*Necator americanus*)。擴大許多倍

些寄生物。(第二百五十五圖)

(3) 健康和富力

我們所略述的這幾個生物學的研究對於健康的貢獻的實例，至少，可指示明白，科學在這方面，對於人生幸福，有怎樣的功績。研究家不憚煩勞，百折不回，發見些知識，交給青年醫生——連有知識的普通人——使他們燭見那條途徑，好履行康莊，直到病源那裏去，而剷滅許多種病。這些病在一百年前，——甚至二十五年前——還完全蒙在暗陬。

所謂健康即是富力一語，實在是很對的。試看，自從醫學進步以來，過去百年中，人類的平均壽命，已加長至少二十年，而且此所加長的年歲，正是從三十五到五十五歲，乃是效率最高的時期。我們說，人壽增長後所節省下來的錢，比用在各種科學探究上的錢，還要多；而且長壽的經濟價值，和生命平安，世代相傳不斷，這樣更大的幸福成因，還沒有算進。所以這樣評價，還祇是往小裏說咧！

醫藥動物學又曾改造熱帶大段地方，使能和溫帶幾乎一樣適於人類居處。人口過賸後，其勢必至於向那些地方移去，而醫藥動物學在這件事上立了首功。據統計，全世界人口在過去一百年裏，已經加到兩倍以上。現在專家正在那裏竭力計算未來一百年裏將加到什麼程度。無論如何，現在文明人所不住的地方，不久一定要被他們漸加侵入，不但為食，為別的原料，而且還為住所。這祇不過時間問題而已。這第一步，就要查究無數為寄生物等方式的生物競爭者，牠們是人類在求適合於這類環境時所必遇的。

知識是權力，從健康和富力上看來，最有價值的投資，無如贊助研究的工作。我們容易忘記細菌、蚤、鼠等，從前如何屢次到處猖獗，而自從考出牠們的生活史後，牠們便無從肆虐。從耶穌紀元算

起，死於腺疫的人，已比歐洲現在總人口還多。我們容易忘記美國每年由於寄生物惹起疾病，而損失幾乎四十萬萬金元。其實多加散播知識，善於運用已建立的生物學原理，便很可免去這注大漏卮。過去的文化已隨疫疾的攻擊而亡去。我們要為現在比從前複雜許多的社會生活謀幸福，必須多加研究這些活着的疾病原動者。

B 生物學和農業

人類不能單靠麪包過活。但是人類需求，分析到底，總不外乎拿一切生活求食和繁殖的基本欲望做基礎。現代農業，代表人類逐漸進化到如今所積起來的總知識。社會生活越來越複雜，人類求食的欲望，也越來越講究，越挑剔。不過農業倚賴許多基本的生物科學，——實則農業只是應用生物學的一個方面，——現在祇舉幾個例，一定能够表明其中主點。

(1) 植物與動物的食物

我們曉得一切動物，連人在內，絕對倚賴植物的光合作用而得食。綠色植物必須製造充分食料，來供給自己，並贖些下來給其餘生物。動物必須攝取現成食料，等到取用以後，這食料變成糟粕，為動物和綠色植物所不再取用，就有細菌和別的無色植物來補這空。牠們叫自然界裏的原質，能在生物界裏周環不息。就是把原料變個狀況，讓綠色植物仍好攝取牠們。（第二十二、第二十三圖）

生物化學家（Biochemists）幾經研究，積得許多糾結的論料，因而證明上述的一切生物間食物上的密切的關係。這非但在理論上極饒深趣，並且對於土壤肥沃性的一切問題，連同土壤成分，土壤保存，作物輪迴等在內，更有無價的實際利益。怎樣誘致土壤的更大生產力，這是人類所面對着的諸大問題之一。『文化仰仗土壤』。

就是在現在的生活程度上，文化也靠食物產生得較多。要食物來得多，又要靠有經濟的方法產出食料，先供植物所需。美國國立科學院(National Academy of Sciences)近來就着力在這問題上。

植物所需的含氮食物，有一個自然的來源，就是大氣裏的氮，先由定氮細菌(Nitrogen-fixing Bacteria)所攝取。但是用人工來變這氣態的原質為固體，好供植物用做肥料，這事極困難，曾絞盡化學家的腦汁。經過多少年殫精考驗，居然有人創為實用過程，來收這效。從此新興一種大實業，遍布全球之上。於是農人纔得省下許多錢，而一樣有這必需的含氮食料給植物吃。

檢查土壤的工作，由化學家和生物學家共同擔負，就建立播種、萌芽、生長等問題的基礎。再進一步，就到分苗、移植、接枝、剪枝等術上去。最後更到傳粉作用(Pollination)、雜交(Hybridizing)，和製造新變種等事上去。凡是重要的人工栽植的食用植物，或他用植物，差不多都經過改良。人類幾千年來，勞力所積得的一大堆實用知識，到最近三十年裏，經各國農事試驗場、專門學校，和大學等積極研究，竟已增進百倍。

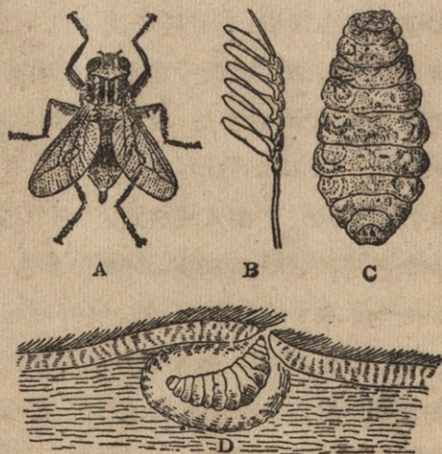
不過在我們所必須做到的工作裏，這一點還算不了什麼。人類征服植物界的工作，祇好算還沒有開始。因為人類所已享用的種數，比起可以到手的種數，實在太少不足道。已知的高等植物，幾有五十萬種之多，而為人栽植的，不到百分之十。而且大多數還祇是偶然附帶一栽。我們極有理由相信，許多未經人用的植物，一定具有內在的價值，至少和現在已在種植下的相埒。『某種無人過問的野草，經植物學能手一驗，作興就能改革農業。』還有植物學家必須替重要植物，發展新變種，不獨要牠們的出產量最大，還要牠們最善抵抗嚴酷的氣候和疾病。森林學家必須推廣林地，一來好用木

材，二來好教樹木防止土壤崩蝕，並儲藏水源，好供農田灌溉和別用。昆蟲學家和植物病理學家必須設法禁絕害蟲，和植物的寄生細菌，和別的相類似的寄生微生物，不讓牠們橫行。我們失了我們的收穫，還有什麼利益可言呢？有許多事情，我們現在都已感覺到，可就是太慢，不够應付這種突增如飛的需要。（第二百六十八圖）

(2) 傷害動物的昆蟲

前美國昆蟲局長說：美國一國裏，昆蟲繼續破壞一百萬人的工作，雖則政府按年支出二、三萬萬金元，去撲滅這些昆蟲。所以人類如要活下去，就必須先戰勝牠們。要戰勝牠們，先得有整隊耐勞，並且幹練的研究家，埋頭來工作，一直多少年下去，也許要永遠這樣下去纔行。因為昆蟲這個複結太廣博可怕。牠們約共有五百萬種，而祇有六十萬種經人敘述過；又因人類未曾發祥以前數百萬年，早就有了牠們，在地球上佔得重要地位。到現在，要算牠們最能適合一切環境條件了。讀者若以為言重，可看下列幾例，便明白幾樁主要事實，然後纔能領略這其中所牽涉的問題，有多麼重大。

在極繁庶的昆蟲戶口裏，腹蟲蠅（Botflies）、蚤、和蝨最為人畜的大害。各種腹蟲蠅擾及家



第二百五十六圖

牛蠅 (*Hypoderma lineata*)

A. 長成體 B. 黏在牛毛上的卵 C. 幼蟲 D. 幼蟲近在牛皮氣孔下

畜，而絕少擾及人類。馬腹蟲蠅 (Horse Botfly) 產卵在馬毛上，預備馬來舐去，幼蟲附在馬的胃壁上，差不多一年之久。若是數目多了，就惹起種種騷亂，而大礙消化。等到長成，跟糞出去。在地裏過蛹的時期，然後成腹蟲蠅飛出。

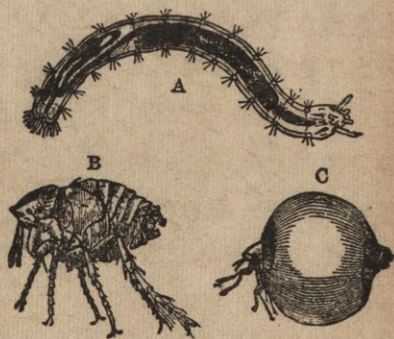
普通的牛腹蟲蠅 (Ox Botfly)，產卵多在牛腿上，等幼蟲鑽出就穿過牛皮，在組織裏遨遊。直到第二年春，最後伏在寄主的皮下，鑿皮成孔，來吸空氣。就在那裏休息，等幼蟲準備變蛹時，又爬出來，落在地上，而完成一個生命史。據估計，美國每年受牛腹蟲蠅的損失，約有一萬萬金元之鉅。(第二百五十六圖)

各種的蚤和各種的蝨，是大多數地方高等動物的普通寄生物。暖地所產沙蚤 (Jigger Flea)

常爲人類大害，因爲雌沙蚤鑽進皮膚去產卵。至於貓蚤、犬蚤和家蚤等，我們平常祇當是討厭的東西而已。其實牠們還帶致病的微生物來往，很有勢力。一個人會想到一輩子專門研究蚤和蝨，不如改做別事，可以多生些利。

等到記起歐戰時，靠專門研究這些蚤和蝨等的人，纔發見戰壕裏流行的熱病，乃由

蝨傳播，他又不曾這樣想了。餘如要表明腺疫卽『黑死病』是由蚤所傳，也非靠他們不可。(第二百五十七圖)



第二百五十七圖

沙蚤 (Jigger Flea, *Tunga penetrans*)

A. 幼蟲 B. 長成體 C. 長成沙蚤，吃飽後側面觀

很早就有人曉得，鼠遇一種疫症流行時，大羣大羣地死去。於是

生物學家起來探究到底鼠的病和人的病有無相關，就發見鼠先染疫。鼠身上的蚤咬了人，把鼠疫桿菌（*Bacillus pestis*）傳給人。撲滅鼠和蚤，便等於撲滅腺疫。但在加利福尼亞省，地松鼠（Ground Squirrels）也染得這桿菌，而這除疫問題，更變大了。腺疫固然已經殺死許多人，可是牠的生命也就在朝夕了。二十世紀頭四年，印度還有二百萬人死在牠手。再近些的例，像舊金山曾大舉防疫。倘若不防，簡直會成全美國的大災。因為剷除得快，所以沒有損失多少人命。



第二百五十八圖 家蠅 (*Musca domestica*) 的生命史

簡言之，許多寄生昆蟲非但攝取動物組織來資發育，還有些傳播細菌和原生動物，為瘧疾、黃熱病，和非洲睡病等的害源。末了，還有普通的蠅，我們當牠不速之客，而讓牠來往食案之上；其實牠也夾帶傷寒、結核、痢疾，和幾樣別的疾病的病菌，這在現在，已經被證實了。

(3) 傷害植物的昆蟲

有人說：美國農人用來餒害蟲的本錢，比用來教育兒女的學費還要大，這是真事。豈但如此，這筆耗費，比美國全國學校的費用，還要多；比陸軍和海軍的用費，幾多到兩倍；比火災損失，多兩倍有餘。這筆帳由美國個個人分付。每種植物維持許多種昆蟲，不過其中尤為有害的，多不出某某幾種。像櫟受一千昆蟲侵害，蘋果受四百種，苜蓿和玉蜀黍受二百種昆蟲的侵害。我們充其量，祇能隨便舉出數例而已。

有所謂軍蟲(Army Worm)者，是一種褐蛾的幼蟲。這種軍蟲在落機山以東，有時多到極點，所致牠們的蠶，非遷地謀食不可。一大隊一大隊在地上爬，到處毀傷作物。幸而牠們自有牠們的仇敵，也是昆蟲，叫迅飛蠅(Tachina Flies)。這些昆蟲產卵在軍蟲的蠶上，而變出幼蟲，鑽進牠們的體內。最後毀滅牠們。(第二百六十五圖)

還有白菜蝶(Cabbage Butterfly)或白菜蟲，也一樣可注意。這蟲遲到一八六八年纔由歐洲偶爾傳進加拿大，漸漸遍布全美洲，且排掉一種相類的土著。白菜蟲的蠶多被毀於寄生物。有一種 Branchonid Fly，原產於歐洲，由昆蟲學家運到美國，專為制死白菜蟲起見。(第二百五十九圖)



第二百五十九圖 白菜蝶(Cabbage Butterfly, *Pieris rapae*)

五十年前，科羅拉多地方初種馬鈴薯，馬鈴薯蟲(Potato Beetle)

從別的草本，蔓延到馬鈴薯上去。從此遍布全美國，更遷入歐洲，大為農害。這蟲產大團黃色卵，在馬鈴薯葉背下，等蠅出來，就吃這些葉，直到長成預備在地裏過蛹的時期。每年誕生兩批長成的蟲，來侵害馬鈴薯。

小麥、稞麥、大麥等的最猛烈害蟲，是麥蠅 (Hessian Fly)。這是到處人都怕的。牠輸進美國，乃近十八世紀末。牠的生命史特別適合於麥的生長。一年誕生二三次。幸而牠自有許多寄生蟲來收拾牠，故不致太過猖獗。

歐洲玉蜀黍鑽蟲 (European Corn Borer)，在東半球早已廣布，不過較近纔到美洲。先到新英格蘭，現正很快地向西推進，不久總要遍布北美大陸玉蜀黍全產地上。為害的也是蠅。蠅期佔全史一大段，蠅躲在牠所寄食的植物莖裏過冬。次年初夏，變成長成的蛾。不過在新英格蘭更不幸，每年竟有二代。一代在幼蟲期裏過冬。

日本甲蟲 (Japanese Beetle) 是十五年前偶爾從日本輸入新澤稷省 (New Jersey)，就蔓延到東部許多省，毀壞草地等。這個昆蟲的幼蟲鑽到地裏過冬。次年夏季，長成而鑽出。

棉鈴蟲 (Cotton Boll Weevil) 久著惡名，其實牠的害處，遠過牠的惡名。牠先從墨西哥侵入美國。頭三十五年裏，就耗去三十萬萬金元以上，而地價跌落的大損失，還不計算在內。美國有了這蟲，就教每個美國人，每年在棉織物上，平空多用十金元。成蟲和幼蟲都能為害。成蟲鑽洞，藏卵，並吃棉本做糧。幼蟲專害那些正在發育的花，以致花或熟不了，或產下棉子祇帶幾根纖維。(第二百六十圖)

鱗片蟲 (Scale-insects) 太小，太不明顯，普通人祇聽得一個名稱而已。按經濟學講，牠們在全昆蟲隊裏為最重要的羣。牠們幾乎



第二百六十圖 棉鈴蟲(Cotton Boll Weevil, *Anthonomus grandis*)

右示一株棉，爲棉鈴蟲所害 a. 乾的被害處 b. 外張的被害處，帶了些孔 c. 棉莖從中剖開，露出一隻正在進攻的棉鈴蟲，和一個在胞裏的幼蟲 g. 長成的雌棉鈴蟲，展翅作飛狀 d. 長成體的側面觀 h. 蛹的腹面觀 e. 幼蟲

擾及一切的樹和灌木。對於有些植物，祇暫時損害些；對於別的，簡直完全害死。牠們的種極多，最要的，大約算蠹蝨(San José Scale)，自從中國輸入美國加利福尼亞後，已布滿全美國。雌的成蟲用喙附着在植物皮上，永不移開。牠分泌一層蠟質，成小鱗片，來遮蓋自己。牠的眼、腿和觸角都放棄了，祇賸一個囊狀體，在那裏吸食植物漿，並生殖。據估計，一個蠹蝨在一季裏生下的後裔，要是全活着，竟多到幾十萬萬。(第二百六十四圖)

約在四十年前，法國葡萄園受蚜蟲——一種小植物蝨——的攻擊，好像沒有生望。其後加利福尼亞也有同樣事變。法國政府懸重

賞求救濟法。於是許多昆蟲學家和植物學家窮日研究，想解決這難題。後來居然發見某種美國野葡萄天生不怕蚜蟲來蛀。於是就拿培植的家葡萄，接在有抵抗力的野種上，得了一個結合種，而兩國的葡萄園都逃過難關。（第二百二十六圖）

還有地中海果蠅 (Mediterranean Fruit Fly) 久為許多地方果園的毒害。美國昆蟲局雖然竭力防禦牠們，而佛羅里達 (Florida) 省某果園裏仍有發見。幼蟲從卵孵出，而卵在果內。所以果實極易變得不合食用。佛省的果實菜蔬每年總值遠過一萬萬金元。那麼這一個外國遷來的害蟲的害處，可想而知了。墨西哥接界上，由美國沿大河 (Rio Grande) 嚴行防範，禁止這果蠅再來。至於美國國內別處，還有許多土著果蠅，也都經設法防範。不過這後幾種各受牠們自己的仇敵昆蟲所裁制，已斂跡不少。（第二百六十一圖）



第二百六十一圖
地中海果蠅 (*Ceratitis capitata*)

森林裏也有土著害蟲和外來害蟲；要救護森林和蔭樹，也是個大問題。這些啞然無聲的殺樹蟲所損的木材的價值，說出來大得使人遲疑不信。牠們每年所毀的國富，等於森林火災所毀的三分之二那麼多——就是美國每年木材產額的五分之一。

現在這些害蟲所遇的防堵還不算多，所以為害的厲害程度和散布的廣遠程度，都沒有限制。松蟲 (Pine Beetle) 原祇為害於美國西北部大森林，現在不知足起來，又侵入黃石公園一帶了。鞦韆蛾 (Gypsy Moth) 自從無意引入波士頓附近後，已蔓延到新英格蘭南部一大塊，並在攻取紐約省界了。昆蟲學家曾深究牠在歐洲有些

什麼仇敵，後來到美洲所碰不着的，就照樣搬些過去，這樣可望一旦廓清。有一年放出幾乎近三百萬個仇敵，代表八種。褐尾蛾 (Brown-tail Moth) 也是歐洲輸入的，但因防範得力，至今祇爲害於新英格蘭，未能南侵。這三例可以代表無數森林害蟲。(第二百六十二圖)



第二百六十二圖 鞞羅哉 (*Porthetria dispar*)

A. 長成的蠅體 B. 幼蟲 C. 蛹

末了，如果必須的話，我們應該設法使大家提防，不使我們的家庭受昆蟲擾害。牠們每年也傷害極多東西。地毯蟲 (Carpet Beetles)，俗名水牛蛾 (Buffalo Moths)，和衣蛾 (Clothes Moths) 都是家曉戶喻的。(第二百六十三圖)



第二百六十三圖

A. 地毯蟲 (Carpet Beetle, *Anthrenus scrophulariae*) a. 幼蟲
B. 衣蛾 (Clothes Moth, *Tinea pellionella*) b. 幼蟲

(4) 益蟲

我們雖曾附帶聲明幾種昆蟲怎樣制服別種有害的昆蟲，若不於此時特別說出那些昆蟲對於人類有益，那就對昆蟲不公允了。益蟲包括多少千種。或為我們除害，或直接供給我們有用的材料。有人說得很好：『假若昆蟲能不自相爭鬪，便要壓倒一切脊椎動物。』不過有時我們調動自然的制約，像把昆蟲搬到新環境裏去，教牠們離開牠們的自然的仇敵，那就要費許多工夫，從生物學上研究，纔能教牠們繼續打架。當橙樹從澳



第二百六十四圖

澳洲瓢蟲 (*Rodolia cardinalis*) 和
槽紋鱗片蟲 (*Icerya purchasi*)

- a. 澳洲瓢蟲的幼蟲在植物上找鱗片蟲吃
b. 澳洲瓢蟲的蛹 c. 長成的澳洲瓢蟲
d. 橙枝上的鱗片蟲和澳洲瓢蟲



第二百六十五圖

A. 姬蜂在帳幕蟲 (*Tent Caterpillar, Malacosoma americana*) 的繭裏下卵 B. 寄生蠅 (*Tachina Fly*) C. 軍蟲 (*Army Worm*) 的一部分，帶了些蠅卵

洲移到美國時，有一種槽紋鱗片蟲 (Fluted Scale-insect) 跟着過去。不久便布到加利福尼亞廣大橙林和檸檬林裏去，因此大受損失。種果人後來自己出資遣送一個昆蟲學專家，到澳洲去研究這鱗片蟲到底有些什麼仇敵，居然發見些瓢蟲 (Ladybird Beetles)，好像一線希望。於是帶到加省，好好養着，等牠們在被害的果林裏聚成部落。從此孳生日繁，把鱗片蟲收服得很妥貼。(第二百六十四圖)

還有蠶蛾和蜜蜂等，實在已經成人家馴養的昆蟲了。這兩種動物，各為一種大實業的基礎。巴士德的最重要研究中，就有一樁是為蠶的微粒病 (Pebriene disease) 而發。非但挽回法國的絲業，並開闢一條路，好研究較高動物和人的傳染病。微粒病由於一種原生寄生物叫 *Nosema bombycis* 者而起。(第二百十八、第二百六十六圖)



第二百六十六圖 蠶蛾 (*Bombyx mori*)

A. 蠶 B. 菌 C. 長成雌蛾

許多植物靠昆蟲替牠們傳粉，就是所謂蟲媒。這種依賴性極厲害。試看加省初種士麥拿無花果 (*Smyrna Fig*)，遇了多少困難。這果不能成熟。經植物學家和昆蟲學家驗得，牠在原地，要靠一種小昆蟲替牠傳粉。於是把這小昆蟲運到加省，教牠在那裏生息，而無花果業竟大為發達。(第二百二十三圖)

(5) 傷害植物的植物

看起來，好像植物已有很多的動物仇敵，不必再和寄生植物爭短長了。然而專研究植物的疾病的科學，就是植物病理學 (Phytopathology)，卻以無色植物細菌和較高菌類的破壞能力為主要問題。許多黑穗病菌 (Smuts)，和鏽病菌 (Rusts)，和相關的寄生菌類的生命，極其複雜，以致須要長期請許多專家，來搜索牠們，好保存農產和林產。這種問題很難解決。試舉白松皰病菌 (White Pine Blister Rust) 一例，就够做代表了。(第十九、第二百六十七圖)

這種菌有一期寄居白松上，另一期又改住在紅茶蘆子 (Currant) 或醋栗 (Gooseberry) 的葉上。也像大多數菌類那樣，牠產生孢子，憑風力散播。若有某一期的孢子落到白松葉上，就鑽進氣孔 (Stomata) 去發育，並從組織間穿過去而長大。幾年後，受害處樹皮脹大，露出孢子囊 (Sporangia)。囊裏散出億萬孢子，成鮮明黃粉狀。再要發育時，必須有一個或幾個表皮孢子 (Peridermium spores)，被風挾到醋栗或紅茶蘆子葉上纔行。到了那裏，孢子萌發，向下長進葉組織裏去。過了約兩週，這新一期又自行構成孢子。這些夏孢子 (Uredospores) 聚成團，附在葉面上，成橙色小點。

這第二式的孢子也在紅茶蘆子或醋栗上發育，不久，又產出一夥相似的孢子。這種反復傳染作與每兩週來一次，直到秋季葉落為止。隨後又起第三式的孢子，叫厚壁孢子 (Teliospore)，祇能在白松上發育。若是這趟轉移成功了，生命循環就完全了。既因紅茶蘆子或醋栗居中做過渡寄主，這些植物就能危害附近的白松林。說到這樣依賴兩個寄主的生命，很易使人想起有些寄生動物，例如瘧疾微生物。

以上所說，已足證明人類必須為知識而競爭，纔好對付那些生物

界的勢力。那些勢力，會得搶奪，而且正在搶奪。人所自稱為他應得的產業。不過要公允，還得加上一句：生物學家在本問題上思索得最多的，並拿不穩說，如此的競爭，終有完成之日。昆蟲和相類似的仇敵，等到人口增多過了某一界限時，未始不能搶食，搶在人類之前。這句話是生物學專家說的。他們並不是悲觀家，可是說出來教人又有點不信。無論如何，現在所最需要的，是再多得些關於昆蟲和其他有害的生物的知識。美國聯邦政府和各省政府必須多撥款項，來資助研究，庶幾好發展些有效的控制方法。從經驗看來，用在研究上的金元，非但算是投在金邊的債券中，並且同時為全國人民生利，多得幾乎不能計算。



第二百六十七圖 白松蚧菌的生命史
 a. 春季白松上的蚧，傳到紅醋栗或脆醋栗葉上，就成初夏期蚧菌，如 b. 再傳到另一塊紅醋栗葉，還會生出二熟初夏期蚧菌，如 c. 或生暮夏期蚧菌，如 d. 到秋天，牠就去害鄰近的白松

C 天產富源的保護

我們慢慢醒過來，曉得自己太無遠慮。直到近來，我們對於天產

富源，漫不愛惜。其實這是現代生物學家所須解決最大問題之一，現在非解決不可，否則後悔莫及。美國以前所經歷過的，現在許多別的地方也照樣經歷了。美國人的祖上初到美洲時，美洲是一片沃土，上蔽原始密林，內藏大小鳥獸，江湖中更多游魚。他們當然取用這些東西來度日。這原是正當辦法，因為這些就是他們的產業，就是自然的厚賜。

可是這些好像用不完的富源，已經減少得令人可怕，所以不能再加意了。二十五年前，羅斯福看到這層，曾經說道：『目前全國最重大的問題，沒有人能否認，就是美國的天產富源，將有告罄之虞，如果再不禁止濫用的話。』雖然如此，遲到一九二九年，美國情形仍未大改。以致副總統道威士 (Dawes) 說：『全國人趕緊醒來，保護我們的祖先所遺下來的天然產業，並恢復那些已遭破壞或玷污的東西，不容再延緩了。』他當然有所爲而發。

美國本有的原始林，現在祇賸八分之一了。說到一個文明民族，竟會做到這樣，好像令人難信。但事實的確如此，奈何！美國現存的森林，約有一半屬於國有，其餘任人民自由採伐。毀滅的速率，比孤掌無援的自然所能挽回者，更快得多。世界上更無別處有那些木材，足代替美國人所用的那些種。我們對待森林，不當牠們是農田一般，好再種出東西；卻當牠們是礦，一趟就把牠們採完。祇有公有林還能幸免摧殘。此外斧斤太無限制。爲將來起見，科學的林政萬不可少。（第二百六十八圖）

許多大動物已被殺盡，許多較小動物也很快就要同遭慘禍。鬃犴 (Bison) 死到只在禁獵區裏所賸下的幾百隻了；歐洲麋 (Elk) 也祇限於少數地方，還有少數幾頭；海象豹 (Elephant Seal) 祇賸一小羣；北極鯨 (Bowhead Whale) 和露脊鯨 (Right Whale) 也有滅種



第二百六十八圖 樹木去掉，而土壤被蝕

的危險；溪狸也絕跡於許多舊巢穴。據估計，因為人類要穿裘，所以全地球上每年殺死哺乳獸三千萬頭。若把其他商業所需的野獸全算在內，還要多到一倍。雖然說，祇要活着，總有希望，不過除非立刻限制或減少這種大屠殺，世界所有的被毛動物，都不能幸免了。

鳥類所遭遇的，比獸類好些，因為三十年前，各處的奧雕逢護鳥會(Audubon Societies)，努力奮鬥，所以可望恢復一部分舊觀。鳥有什麼用？即使本問題所牽涉的祇有用途一點，答語仍舊顯明。專家告訴我們說，若是沒有食蟲鳥和食實鳥，農工便不能告成，而且大部分植物也要滅亡。一個蠋活了不到兩月，能吃四分之三磅葉，比牠自己重九千倍。鳥就是我們的田莊上插翅的哨兵。我們在競爭中要牠們幫忙。

人類若是祇圖目前，而不顧到將來的一切，不深研究生物的鎖鍊裏，若斷了其中的一節，有什麼重大的危險發生，而任意毀滅植

物或動物，推翻自然的經濟性的精奧平衡，那是極可怕的。連有些原生動物和別的微生物，都毀滅不得。若是沒有了牠們，連魚都吃不着了的。

D 建設的生物學

僅靠消極的節省濫用，還不濟事，必須從最新的生物學知識上，用積極的方法，來解決這極複雜的一個保存問題，纔能挽回我們祖傳下來的一分生物產業。但是僅靠維持自然的厚賜的原狀，仍不够應付新需要。因為人口日增，生活日繁，所要用的東西日多。很少人看得出，我們整部的實業生活，都築基在自然上。我們所有一切的進步和繁榮，都是預兆在天產的豐富，和發展的適當上。原始民族祇需粗粗種些農作物，和養些家畜，已經够了，但是那些方法，用在現代，萬萬不能滿人意。

民族文化的高下，簡直可看發展動植物來供用的成績如何以爲定。我們聽人說起『新創造』，卻常忘記人類祇能領導遺傳定律，來用在各處，而且必須深加鑽研遺傳基本原理，纔能這樣做。現代生物學上最大貢獻，就在發見：一切生物的特性傳代時，都依概括的方法。這一件事，就成一支新的生物的科學遺傳學的根據。今天到處的生物學家都在那裏發展這些原理，並運用牠們來製造新變種。

在農業問題上，固然非靠這些原理不可。等到各民族發覺這些基本原理也一樣適用於人類遺傳上，就實感到一個深重得多的力。若是人類從古希臘時代到現在，身心兩方面的特徵，都沒有進步，這要怪人自己不好。人類會研究，並實行，動物和植物的選種交配法。大概講起來，總保留自然所給予的最合用的物種，而排除那些不合

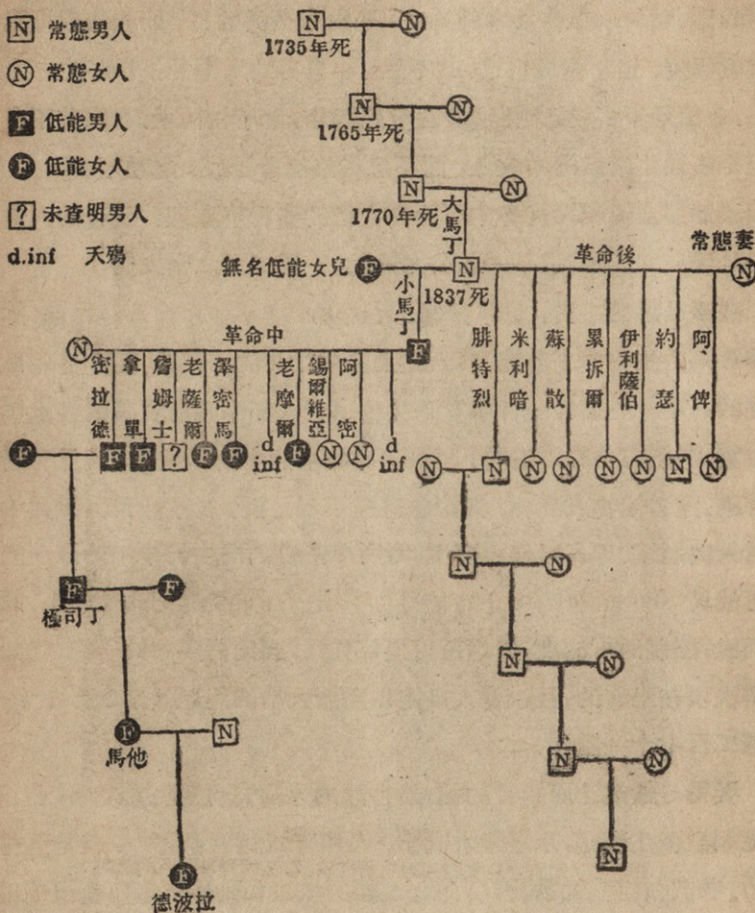
用的。人類向來靠生物本種爲主，來求永久的改良，而祇賴環境到次要程度。但是對於自己，就不然了。最劣的人類分子很多生存下去，並繁殖下去。按文化進步程度比起來，太不相稱了。我們差不多完全依賴生活狀況的改良，而不想從最優分子裏，選種來交配。人類雖然屢屢違犯那許多本可改良人種的生物學原理，現在的人類仍是現在的人類。這是一句公允的話。（第二百六十九圖）

這祇是講的事實，並非責難。人類原不能不像以前那樣作爲，除非等到由生物學上研究出，人類是全生物界的一部分，而非界外孤立的一羣——這後一件事實是生物學對人類幸福所貢獻的最重要事實。我們完全瞭解這層，再去研究概括的生物學原理，就另有新旨趣。遇着植物或動物，無論怎樣微小不足道，也不能目爲無關生活大問題了。因有這個主要根源，所以使很大的生物學上的控制的可能度（Potential for control），不滿一百年就臨到人類頭上。我們說，控制的可能度，因爲還得過好幾代，經過許多年的研究，纔能解決現在眼前的，且跟着人口飽和點而大增的問題。（第二百七十、第二百七十一圖）

要得一個健全而適合的種，最自然的方法，自然是靠多少代對環境刺激發生響應，來逐漸求調整。人類有意識的響應力，就是選擇力。我們相信較低動物沒有的。人類的執意和動作可以阻撓或催促自然的響應。人類的執意非但可以在相當範圍內，決定對環境制約的響應，並可常常直接改變這些制約，使不必要的個體或種族，也能適合於牠們。這樣想，就明白這狀況所以這麼複雜，並看出越是料不到的地方，越會有危險藏伏，那就是說，若爲特殊的個人起見，發了慈悲，作興對全人類或民族，發生不利了。

優生學的複雜問題，就是遺傳學的問題，和人類生活和人類關係

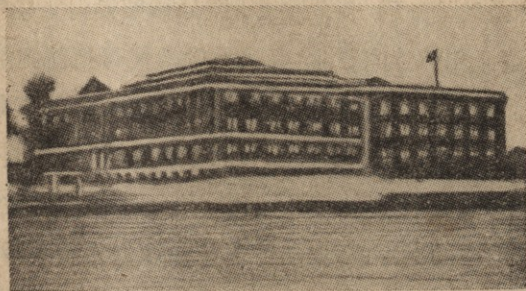
- ⊠ 常態男人
- ⊙ 常態女人
- ⊡ 低能男人
- ⊢ 低能女人
- ⊣ 未查明男人
- d.inf 天癆



第二百六十九圖

卡力卡克(Kallikak)氏家族。此氏左支傳下後裔四百八十人，內有一百四十三人(百分之二十一)低能，祇有四十六人(百分之九)常態，餘下一百八十九人(百分之六十八)未經查明。二十四人酗酒，三人犯刑事，三人患羊癲，八十二人天癆，四十一人頑廢或落伍

此氏右支傳下四百九十六人，內無一人低能，全是守法好公民。有些做教育家，有些做醫生、律師、審判官、商人、地主。男男女女都在社會各方分道揚名，祇有二人酗酒



第二百七十圖

海產生物實驗所，在馬薩諸塞省武咨和爾(Woods Hole)，這類的實驗所很多，生物學家年年在其中窮究一切生物科學



第二百七十一圖

華盛頓美國國立科學院和國立研究院，為美國科學研究的焦點

等一切科學，尤其是社會學和心理學的問題，糾結得異常嚴密。所以若無這些科學上的基本的相關的論料來打底，那種優生學宣傳非但不到成熟時期，而且危機內伏。優生學求從自然方面而圖改進，優育學(Euthenics)求從養育上而圖改進，各為部分的見解。若要有些進步，非把這一個問題的兩方面，好好的拿平不可。生物和環境聯在一起，並不容剖分。

現在所急需的是知識，多多益善。這知識須得自實驗室，不宜得自講壇，達爾文和林肯同日生。假使他們的父母把他們兩個嬰兒對換，那麼我們簡直可以穩說兩人都成不了大業。達氏不會發明科學原理，林氏也不會提高文化程度。我們一明白這個，便要貽愕一下。丹麥人有句諺語道：只要從天鵝蛋中出來，那就不怕生在鴨窠裏，這就是推崇遺傳的意思。不過遺傳並非種類上的重演，乃可能性上的重演。我們不能希望個個人生下來平等，不過可以要求生下來有同等機會，好發展我們所固有的才具。至少現在我們敢這樣說，而不發生矛盾。人類對於自己的種，反不及對於家畜的種的注意。若要免除這弊，祇有求諸自己。

從各方面看來，人類對於生物學僅略加研究，便得許多倍報酬。增進健康，又增進富力，加多安適，又加多權力。尤其厲害的，是對一個適意的世界上，看得更廣闊，更多領會。生物學絕不破除生物的神祕性，卻畫出一副莊嚴的圖，呈出生物的相互關係，並把人類的生命和自然界全部生命糾結起來，叫人更難解難分。

第二十六章 生物學史上的分期

史學不獨要講承續，還得要講演化。——紐約時報

人類從前完全乞憐於環境，後來慢慢爬起來，到現在比較能操縱環境了。這段歷史為科學中很能教人奮發的一段。我們已知知識表示能力，好指導自然的各種力，並適合於牠們。人類費了許多心力，纔得着這些知識。並靠科學的研究法，經過多少辛勞，一直妥為保守到今。『這許多世紀裏，人類相傳到今，實在應該當做一個人看待。這個人永遠活着，並且一直學下去。』不過我們多數忘卻我們所自來的那個過去。現在讓我們在生物學上，望望那些給我們力的山嶽。

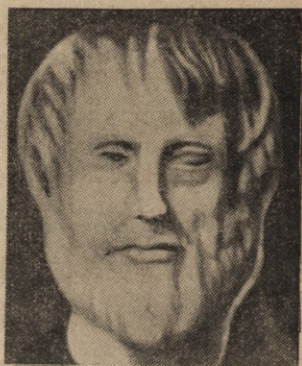
史前人早學會的是狩獵、耕種和家政。等到歷史開幕時，約在五千年前，埃及和巴比倫顯然已有醫學了。所以從實用方面看來，生物學起源很早。不過專為生活現象而研究生物的純粹生物學，實從希臘人起。

A 希臘和羅馬的科學

科學從東南輸進希臘沃土，經希臘自然哲學家的改造，成為貫徹的系統。他們深感到自然做事，都按着固定的律，——這個概念，為東方人的思想中所未曾有。這個概念，就是一切將來的科學的基礎。我們說希臘人立下自然科學的主要分部，並特行創設生物學一門，毫不為過。

亞里斯多德（紀元前三八四到三二二）是柏拉圖的最著名弟子，卻背了師道。他代表希臘自然科學家的最高水平線，可當得起『博

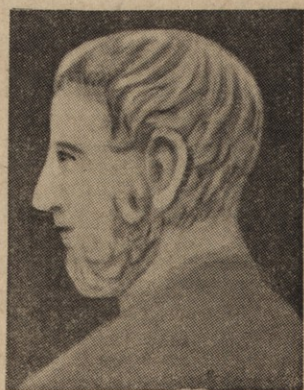
物學鼻祖』的稱號。他對於生物學的貢獻雖然多，最堪注意的，卻在他總覽已有的論料，而融會貫通，成爲一門科學。他很多靠直接研究生物，並深信惟有嚴密的觀察和精審的敘述，纔能引人前進。他實是後世觀察法，和最近的生物實驗法的發起人。但是觀察而無解釋，算不了科學。亞氏從所蒐集的事實上，歸出若干條概括來。又對生物慘澹經營，弄出廣闊的哲理概念。這些都是不朽的事業。（第二百七十二圖）



第二百七十二圖 亞里斯多德

亞氏的研究，以動物爲主，但他的弟子，同時也就是他的同夥，名叫提奧夫刺斯塔斯（Theophrastus, 370—286 B. C.），卻深究植物。提氏非但替植物學建下基礎，並提出很多關於上層工作的辦法。所以他應稱爲植物學鼻祖。（第二百七十三圖）

希臘人之中，還有希波革拉第斯（Hippocrates, 460—370 B. C.），爲醫學的始祖。他生當伯里克里斯（Pericles）極盛時代，比亞氏早三十年著書立說。把醫藥知識的精華，納入一門科學中去，並激勵醫生們，共起擔負重任。



第二百七十三圖
提奧夫刺斯塔斯

醫藥學史和所謂純粹生物學史，兩相糾結得甚緊，討論到這一個，就

離不開那一個。從希臘時代到羅馬時代，中間生物學史得以不斷，就靠醫生們持續下去。羅馬人對技藝最感興趣，所以從醫藥上所能得的實惠，自然就够促進醫學。有兩個希臘醫生，似乎命中注定，應有巨大影響：其一就是尼祿 (Nero) 王朝陸軍外科醫生帶奧斯科立第 (Dioscorides)；其二是奧理略 (Marcus Aurelius) 朝御醫格林 (Galen, 131—201)。

帶氏首著『應用植物學』。他原為醫藥起見，按植物的療病功效來鑑定。後來這部要書，越弄越有勢力，就做了標準植物學，至於千五百年之久。

格林是羅馬帝國最著名的醫生。他的大部著作，既為前輩的解剖的和生理的知識寶庫，經過改良，並編成統系，也含有許多獨得之見。他是個實行的解剖學家，也是個實驗的生理學家。他先解剖動物來驗視，然後描寫牠們。他極推重解剖活體，和實驗。他貢獻給醫藥界標準『解剖學』和『生理學』，垂一千五百年。

還有老普林尼 (Pliny the Elder, 23—79)，纂輯一大部書，虛實並收，也是談羅馬生物學的人所不可不知。這書並不在生物學演進的大路上，卻久經視為正式博物學。自從印刷術行世後，竟重印至八十版。

B 中古和文藝復興期的科學

為一切實用目的起見，我們可拿亞、提、帶、格和普五氏的著作，來代表羅馬衰落期的生物學。在中古時代，即連這些，也不能發生什麼勢力。帶、格、普三氏的書，只在學者手中。不過科學知識之達到一般平民的，多從這些原作的壞鈔本中引出，夾些奇談和寓言在裏面。因為受了神學的影響，就有自然學論 (Physiologus) 出現，為

人所常常徵引。這書有許多異本，也曾譯成許多文字。內載博物學故事，並論象徵主義和動物入藥的用處，把神怪的牛怪和鳳凰擺在蛙和鴉一起，來替神學書示例，並指出多少有些明顯的道德。

這時科學沈沒得這麼深，後來還靠古典派恢復了，纔有中興希望。尤其是靠達譯亞、提二氏著作，和重行研究帶、格二氏學說。他們的著作比當時流行的，高明得多。所以在那時風氣，簡直不敢詰問這些著作的可信與否。若有問者，差不多等於褻瀆宗教。先時，祇替這些書加評註，後來逐漸添了新觀察，和舊有的相躡雜。簡言之，到了科學復興的最高點，就有背去亞氏和舊說的地方，卻採用亞氏的觀察和歸納法。

最初呈現復興希望的，是在植物學，大概因為醫藥上用草木的緣故。『凡是醫生都自命植物學家，個個植物學家也算是能行醫。』十六世紀，德國出版的本草(Herbals)裏，就看得出，描寫植物和區分植物的學識，已有進步。從前祇曉得對於帶氏的書加註，現在已能編出西歐植物圖誌了。

同時動物學另外興起，自成一門。不過動物的直接效用沒有植物那麼顯著，動物又比植物難於收集保存。所以要多靠旅人的傳說，便不容易進步得快。有一派博物學家叫百科全書派(Encyclopædists)，專門努力要蒐集所有一切關於生物的知識。這自然是不可能的。不過這樣的摭拾古人碎片，外加新搜材料，輯成巨冊，事實和妄言兼收，也自有牠的功效。此類中最佳者，有格斯納(Gesner)氏的動物史(History of Animals)，灌輸動物學到民間，並供給一種考覈資料，為建設的工作所必經。

瑞士人格斯納(一五一六到一五六五年)，自屬當時最淵博的博物學家，並且大約好算亞氏以後第一個動物學能人，不過進步的捷

徑，並非他所啓迪，卻由另外幾個計畫不如他高遠的人所先導。他的同輩各專究一羣一羣的生物，就建下生物學專論 (Monograph) 辦法。這個辦法從此以後在科學出版物上很著功效。

當本草學家、百科全書派，和專論家努力求發展獨立判斷力——那種在中世紀久無擡頭之日的判斷力時，比利時出了個解剖學家維薩留斯 (Vesalius, 1514—1564)，把生物學從舊傳說的羈絆上解放下來。那時所謂解剖學，粗陋得很，全憑剃頭匠助手割些東西出來做標本。就拿來和格氏著作相比擬，而求解釋。維氏認為不滿。就企圖用準確的方法，來觀察人體，預備建下精密的解剖學。他於一五四三年，刊行他的大作，叫人體構造論 (On the Structure of the Human Body)。從此和舊解剖學分袂，而入於現代解剖學之域。研究解剖學和生物學的人不再受舊約束，而開始相信自己的觀察力了。(第二百七十四圖)



第二百七十四圖 維薩留斯

維氏所治的是解剖學。他僅附帶着說點生理學。至於和這個相輔而行的官能論，卻遲到一六二八年纔出現。倫敦哈維 (Harvey, 1578—1657) 刊行動物心血運動論 (On the Motion of the Heart and Blood in Animals)，為破天荒的專著。在格氏勢力之下，談不到關於動物機體經濟的合理的概念。直到哈氏，纔用若干實驗，

根據合理的方案，並用精巧的方法，證明血從心臟流出，繞個圈子，再回心臟。就立下一個基礎，好教人正確瞭解整個動物的生理。自從維、哈二氏後，生物學家重行拿起觀察、實驗和歸納三大科學利器，一直到現在，不會失手。（第二百七十五圖）



第二百七十五圖 哈維

C 顯微鏡派

當這個復興時期，學者在那裏蒐集動物和植物，並切實描寫牠們，而解剖學和生理學也在那裏猛進，恰巧碰到光學儀器發明了，從此纔能教生物學得有今天。先是祇有單顯微鏡，由眼鏡原理稍變而出，係培根 (Roger Bacon) 所創。隨後更有幾塊透鏡合成的複顯微鏡。一六〇九年，伽利略 (Galileo) 首先用出成績來。十七世紀中葉，歐洲各大都會都有鏡工製單複顯微鏡了。一六六五年，倫敦虎克 (Hooke, 1635—1703) 刊行一本驚人的書，叫顯微錄 (Micrographia)，再三推重用器具輔助感官，尤其是視官，來觀察自然。此外還有別人也十分明白這種器具的重要。虎氏用了他自己改良過的複顯微鏡，初次清清楚楚看出所謂生物結構裏的『小匣或小胞』 (Little boxes or cells)。他初用這『小胞』一詞，後來就變成現代生物學裏原生質的單位的名稱了。

顯微鏡下的工作，不過是虎氏許多事業之一。荷蘭人雷汶胡克 (Leeuwenhoek, 1632—1723)，活到高齡，一輩子專拿他的若干簡單透鏡，來照看種種物體。因為樣樣都未經前人看過，所以他所觀察出來的東西，樣樣都成新發見。像細菌、原生動物、水螅等許多生

物，都是他最先看見的。不過他所發見的動物的精子，最能驚動一時。他的想像到底勝過他的觀察，他竟以為已經看見生物預先造成，而藏在精蟲裏。就當精蟲是完全的胚，祇等雌體來孵育牠好了。

荷蘭人算麥丹(Swammerdam, 1637—1680)，精究昆蟲解剖學。若教雷氏來做這些工作，恐怕他的耐性要宣告破裂。算氏聽見時人持論，以為昆蟲等較低動物，沒有複雜的內部機關，大不以為然。就畢一生之力，研究牠們的結構和生活。他用最精細的割法，儘他的透鏡的力，來窺最微的瑣項。非獨定下精細解剖學標準，為一百年內無人所能勝，並永遠打倒向來對於較低動物所持的簡單結構的概念。他這樣又在意大利人里第(Redi, 1626—1698)等以外，多加一說，來反對自生說。這自生說是個謬說，可是一直活下去，到十九世紀巴士德(一八二二到一八九五)時，纔告終。(第一百五十二、第二百七十八圖)

波倫亞(Bologna)人馬爾丕基(Malpighi, 1628—1694)和倫敦人格魯(Grew, 1641—1712)，和虎、雷、算三氏同時，可稱組織學鼻祖。格氏專究植物的結構，馬氏除研究植物和格氏並列外，更深究動物的



第二百七十六圖 雷汶胡克



第二百七十七圖 馬爾丕基

結構。他的天資甚高，又有善於變通之才。看他研究植物解剖學、葉的官能、植物胚的發育、雛雞的胚胎史、蠶的解剖和腺的結構等，就可以曉得。他精嫻於解剖學，但是以生理學為主要目的。他靠顯微鏡，來解決結構和官能好像相羶混的那些問題。像他用力來證明肺裏的毛細管裏的循環運動，就是一個很好的例。這非但是他的最大發見，也是自有顯微鏡以來，第一次的最重要的發見。因為哈維的心血運動論，自得了牠，纔算完全。（第二百七十七圖）

D 生物學的分門的發展

透鏡對於生物學的進步既然這樣重要，所以這顯微鏡派全體可算在生物學史上造成一個時代。從廣處講，我們曉得這個科學，在十八尤其是在十九世紀裏，在許多方面的進展，和複顯微鏡本身的改良和用法的改良，攜手同行。顯微鏡派全體和馬氏個人又開闢許多新的進展路徑，所以從此以後，無論怎樣泛論生物學的進展，也不能把生物學當做一個整體的東西。生物學已成許多專門工作的合稱：包括分類學、動物比較解剖學、胚胎學、植物和動物生理學、遺傳學和演化學。



第二百七十八圖 巴士德

(1) 分類學

分類學的目的，是要聚集近似的生物，而分散不相似的生物。這不是一樁小事。現在照嚴格的估計，已知的動物和植物已過一百萬種，還不把化石所代表的那許多種，計算在內。（第四六六到四七一

頁)

最初的分類法自然以用途為準，或多少根據一點生理學——像空中飛的鳥，地上走的獸，食用的，有毒的等等。此知識加增，重心便移到特殊差別的解剖準則上去，而分類法變成博物學的一個重要方面，猶如一條鋼繩，又合實用，又合理論。合實用，是因為把生物排列開來，成爲一個便於施行的目錄，須由細微解剖差別來分辨。這自然就要收聚許多關於動物和植物的事實。有益於理論，是因為植物學家和動物學家起先幾乎不知不覺，就受了各種生物的『類緣』(Affinities)的印象，而走向牠們的原始一條路上去了。



第二百七十九圖 累氏

亞氏主張按照結構上的相似點來分生物爲羣。其後一千七百年間，祇有本草學家和百科全書派稍做些有關係的工作。直到英人累氏(Ray, 1628—1705)，瑞典人力泥阿斯(Linnaeus, 1707—1778)，纔有分類學好談。累氏以前，所謂『種』字並無十分確切用法。累氏纔把這字變得更具體些，拿牠來指一羣羣相似的個體，其中代代相傳，都顯出恆常特徵。他鋪好這條路，讓大分類學家力氏走。(第二百七十九、第二百八十圖)



第二百八十圖 力泥阿斯

力氏初爲植物學家，而且也以植物學爲專長。他發表一個種子植物

的實用分類法，大大激起了人類研究植物的心；特別是因爲他特重簡括的描寫，和兩字的命名，——就是給每種生物，題一個屬名，一個種名，成爲雙名制(Binomial nomenclature)。他替植物分類已告成功，就推廣到動物身上，甚至到所謂礦物界上。從這後一件，立刻可以看出他不明物種在遺傳上的關係。力氏雖然相信種呀，屬呀，連再高些的羣呀，代表各次創造，可是他的最大著作，植物的種(Species Plantarum)，和自然分類法(Systema Naturae)，在生物學史上居特要地位，並經公認爲植物和動物命名法的最優越的基本出發線。(第二百八十一圖)。

(2) 比較解剖學

植物在結構上相差得沒有動物那麼厲害，所以要用分析法來描寫牠們，也較難。因此植物比較解剖學未曾有顯著的一個時期。我們這裏祇限於動物比較解剖學。

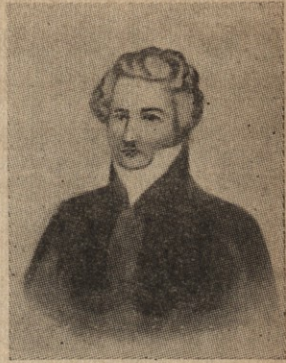
比較解剖學所以能成動物學的一個重要方面，並可自成一門科學，都虧巴黎人屈費兒(Cuvier, 1769—1832)的一生工作。在他以前的人，的確已達到解剖學上一個廣闊見地不過屈氏總覽全動物界的比較解剖學，研究極多種，以此見長，得享大名。他又從活着的動物，移到死去的脊椎動物上，爲研究這些化石的第一功臣。同時拉馬克卻在無脊椎動物的化石上工作。(第二百八十二圖)



第二百八十一圖 克雷

屈氏因能推重機體在官能上的一

致性，像亞氏所為，故在解剖學上大得把握。器官互相依賴，由於官能互相依賴。結構和官能乃是同一生活機械的兩個方面，攜手同行。他發為關聯(Correlation)原理，最為聞名。他說：『祇要給我一隻牙齒，我能構成整個動物。』這句豪語就從這個見地生出。每一官能變化，必和結構變化有關。所以若是博習官能和官能結構間互賴關係，便能從某一動



第二百八十二圖 屈費兒

物的一個器官，推到牠的大多數別的器官上去。但是屈氏也未免過甚其詞，讓他的率途南針走得太遠，竟溢出事實界限以外。

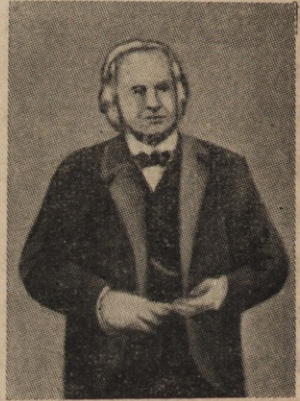
屈氏後接踵而起的，大有其人。而倫敦人奧文 (Owen, 1804—1892)，要算最著。奧氏享高壽，畢生剖割許多種動物，孜孜不倦，而技術尤精。又從化石裏，重造舊動物形狀。除了蒐聚極多材料外，更用具體方法，來判分同源結構 (Homologous structure) 和類似結構 (Analogous structure)。這件要算他的最大功績，在尋索植物和動物的譜系上，極關重要。奧氏本人卻並不甚相信有機演化論，在這一點上，他和他的同時代人，英國比較解剖學大家赫胥黎 (一八二五到一八九五)，很不相同。

(3) 生理學

亞氏憑他的平常洞鑒力，討論生物的官能。若論生理學、比較解剖學，更隨別門科學為進退，那麼他當然不能得到什麼好果。格氏也因阻撓，而不能登生理學於獨立科學之境。生理學若建在解剖學知識上，又成為醫學的基礎了。不過格氏的人體生理學，大邀幸運，

一連一千五百年，一直瞞住了無判斷力的大衆。

維、哈兩氏都不曾試用所謂物理的和化學的定律，來解釋身體的工作。他們自有他們的理由。那時化學還未離煉丹術的桎梏而躋於正式科學之列，至於新物理學，乃受哈氏同輩伽氏的力，方纔誕生。不過到了十七世紀末，物理和化學都已經鑽進生理學裏去，並分裂生理學為兩派。物理派是意大利人波勒利 (Borelli, 1608—1679) 所創。他用鋒利的物理方法，攻破許多疑點，得到優異結果。化學派是荷蘭錫爾維烏斯 (Franciscus Sylvius, 1614—1672) 所興，他不是大研究家，卻是個大教師。



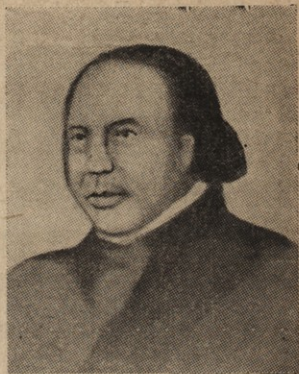
第二百八十三圖 赫胥黎

從此出了許多人，向這一方努力。再加以日內瓦的哈勒 (Haller, 1708—1777) 增潤修飾，而十七世紀的收穫更有可觀。哈氏著了一部豐富的書，致使生理學在生物學的林裏，成一重要分枝。從這書上，極易窺出他的見地廣遠，鑒別精審。從此生理學不算醫學的一個附庸了。十八世紀裏，最可注意的進步，要算安置非化學不能解決的營養和呼吸兩問題在正路上，使牠們得有今天。

巴黎的累奧睦耳 (Reaumur, 1683—1757) 和巴費亞 (Pavia) 的斯帕蘭紫尼 (Spallanzani, 1729—1799) 應受個別注意，因為他們研究胃裏消化作用的真相，曉得食物須經過『溶解』，纔能消化，卻還說不出這些變化和普通化學變化怎樣不同。直到十九世紀，纔曉得食物沿消化管而下時，連受許多複雜化學物質攻擊。每種物質，

要使食物中的各組成分子，變成一種狀態，好通到各細胞裏去，預備取去應用。（第一百十三圖）

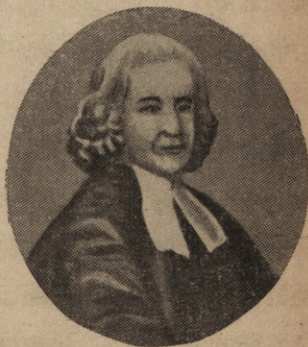
關於呼吸問題一方面，進步得還遠一點。法國人拉瓦節 (Lavoisier, 1743—1794)，證明呼吸中所起的化學變化，以燃燒為主。再後纔發見這燃燒過程發生在組織裏，並不在肺裏。



第二百八十四圖 阿剌沙

今天動物生理學所靠的穩固基礎，原從脊椎動物上研究得來。不過自從十九世紀中葉起，德國的通才米勒 (Müller, 1801—1858) 推重高等和下等動物的研究，以為應該一視同仁。於是漸漸有許多人，從一切生物上，收集證據，來集中在概括的官能問題上。到後來成為比較生理學。

植物在結構和官能上，彼此相差不大顯明，故植物生理學進步得慢，也像植物解剖學那樣。這一方面最富歷史價值，最能引起大眾興趣的，要算綠色植物營養說的發展。十七世紀時，仍有許多人相信亞氏所說植物從地下攝取現成食料之說。馬



第二百八十五圖 噶爾斯

氏研究植物組織，首先提出最要點——粗製的液汁 (Sap) 從根上升，直到葉裏，受了日光蒸發和某種『發酵』 (Fermentation) 作用，煉成了食物，纔分送到植物體的各部分。（第五十八圖）

英國嘿爾斯(Hales, 1677—1761)爲植物學界所尊,就像哈維爲動物學界所尊。一七二七年,他刊行植物靜力學(Vegetable Statics)。他用鋒利的實驗,教植物自行呈露牠們的作爲,就此建下植物生理學的基礎。這時纔曉得綠色植物從大氣裏吸收很多食料。葉對於液體的沿莖上升,和過賸水分的蒸發,又有主動關係。不過全部景象,還未能窺破。直等到生物學家請教化學家,多得些論料,纔能完全明白。

英國普利斯特利(Priestley, 1733—1804)是發見氧的人。他在一七七九年,證明植物在某某制約之下,吐出氧來。荷蘭英根豪斯(Ingenhousz, 1730—1799),就利用這樁事實,證明葉在日光下,能把空氣裏的二氧化碳,還原到氧和碳的二種原質。植物留下碳,而放還氧。這種取碳方法,和呼吸大不相同。呼吸時所排出的是二氧化碳。後來日內瓦索緒耳(Saussure, 1767—1845)纔證明除了碳佔定地位外,還有水裏的原質也有用。至於各種鹽類,連氮的化合物在內,卻從土壤取得。再等到差不多十九世紀中葉,基森(Giessen)地方利比喜(Liebig, 1803—1873)的成績和勢力纔啓發時人,得以認清綠葉裏的葉綠素執行一種基本的工作,就是製造些食物,使其中幾種化學原質好供動物取用。這樣證實綠色植物的有秩序的官能——爲自然界裏補足原質的循環的官能——在生物學史上,開關了一個新紀元。

以上所述,已足明示讀者,生理學怎樣逃出格氏的迷途,而趨向現代的科學見解。這新生理學有牠的一個濟用的假設。就是把生命現象,看爲物理化學定律(Physico-chemical laws)的複雜的相互作用的表示。這些定律,在根本上,和無機世界裏的那些定律,並沒有什麼不同。至於生物的經濟性,也和『勢能不滅』的定律一致。

這能力不滅律，可算十九世紀科學發展所到的最廣被的概括。

有一種概念，以為生命現象，至少有一部分，是物質和能力的表現的結果。這些表現和無機世界裏所有的，在本身內部，便不同種類，並超越牠們之上。這叫生機學說(Vitalism)這簡直好算否認生物足夠證明物質和能力上的已知基本定律。我們必須注意，這一說曾在生物學發展史上，崛起了好多次。這個反應曾因生物學太猛進，以致於有過早的結論發生。再不然，就因過於看重生命現象的複雜性而起。

十八世紀初期，生機學說可算達到最具體的形式，而成為一種信仰，正和化學和物理學對於那時生物學家所最注意的生命的可激性現象所能提出的無可諱言的不充足的解釋，處於相反。那時的生機派幾乎完全不企圖根據物理和化學去解釋生命過程；祇假定有個無所不能，不可知，神祕，超機械的力，主持一切生命過程。這樣一個假設顯然否認科學方法，並且立刻把這問題移出科學的研究範圍以外。

現在當然沒有生物學家擁護這樣的生機學說。有些生物學家擁護現在大經收束過的生機學說——如果仍須叫牠生機學說的話。凡是生物學家，一定自承，現在完全不能用物理學和化學，來充分解釋基本的生命過程。我們現在用不着管將來能否做到這步。空空猜想，也沒有益處。可是二十世紀裏，的確有幾個科學家期望著，將來終有一日，能用科學說明生命，或竟用綜合法造出原生質來。這且不言。祇須認定一件是確切的，就夠了。五十年來，有些生物學家時常自以為幾乎能在試驗管裏製造出生物來。其實仍像舊日煉丹家那樣，徒然更感到原生質組織複雜到不可思議，而最簡單的生物和無機物中的缺口，已廣闊之極。

(4) 組 織 學

研究植物和動物生理學時，自然牽涉到那些現象的物質的基礎上，要進一步去分析牠。不過照亞里斯多德那樣分身體材料爲未組織的物質，即單純的部分或組織，與駁雜的部分或器官，如此的分類，直到十八世紀初，簡直沒有多大進步。遲到十九世紀初，學者對於胚胎學重加注意，纔起來研究細胞，當牠是個特別問題。於是一向着重外表瑣項，逐漸改爲着重細胞組織了。最後由於兩個德國生物學家，一個植物學家士來登(Schleiden, 1804—1881)，一個動物學家司旺(Schwann, 1810—1882)發表他們的研究結果，一時認爲正則。這是一八三八和一八三九兩年的事。從這兩篇上清清楚楚好看出，一切生物都由小單位就是細胞組成。這些細胞同時爲結構上的實在物，又爲生理動作的中心。牠們從一個變成許多個，更分若干種，就此發育而成長成的動物體和植物體。(第二百八十六、第二百八十七圖)

細胞概念自是生物學中最大概括之一。祇要我們完全實在感到，動物學家所解作動物的真正生活物質的那種濃黏膠狀物質，和植物學家所解作植物的真正生活物質的那種很相像的物質，爲簡直同一物，這概念便圓滿了。一八六〇年後，頭幾年裏，德國叔爾策(Schultze, 1825—1874)更設立原生質概念，就教細胞概念結出品來。從此我們非但認形態的分子——細胞——在一切生物



第二百八十六圖 士來登

裏，在基本上相同，連這些分子所含的材料——原生質——也相同。我們實感到植物和動物有共同的物質的基礎——一切生活現象全可歸到這個公共名詞上，——使生物學一個名詞，能滿人意，並造成現代式的生命科學。

(5) 胚胎學

細胞理論是由植物和動物的發育和長成後的結構上，參合研究而得。這就暗示說，胚胎學之為科學，自有牠的歷史。亞里斯多德論到雞卵孵了三天後，內部跳盪的奇事。不過這個問題沈寂了許久，直到十七世紀初，帕羅亞 (Padua) 非布立細阿 (Fabricius) 纔發表一篇論著，說明從雞卵產下到雛雞孵出，這其間所經各步事象的顯然順序。他發了這一點端，他的弟子更為擴充。這人就是著名的哈維。他添了許多有趣味的瑣項。不過未得顯微鏡相助之前，胚胎學不能得到什麼進步。



第二百八十七圖 司旺

多才的馬爾丕基 (Malpighi)，首先用顯微鏡來窺探胚胎學的問題。他在一六七二年，刊行兩篇論著。從此而動物發育問題竟一步登天，達到極高地位，以致其後一百多年裏，竟沒有人理會得到。但馬氏的同時代人，卻認定了馬氏的一個結論。馬氏所研究的雞卵中，有些已經稍受孵過，他卻不曉得。竟以為卵內原藏有造成的將來生物的痕跡。因此誤傳先成理論 (Preformation theory)，逐漸變成胚胎學中的顯要問題了。

其實，發育問題，還沒有研究到成熟時期，先成派固然錯了，可是亞里斯多德氏、哈維氏，和後來擁護外生 (Epigenesis) 論的人，又何嘗不錯。外生派正和先成派走相反極端，竟否認一切卵組織，欲從無物處取得一些物。直到現在一輩胚胎學家，纔研究出生殖細胞的起源和組成上的許多瑣項。因此分析到很深一步，可以暗示：『整個的將來生物，如何暗藏在成熟的卵細胞裏；質料也在裏面，能力也有裏面。』更道破：『先成派把真理果仁深藏在一層謬誤厚殼裏，還在那裏想剖解。』

後來有個俄人馮貝爾 (von Baer, 1792—1876)，研究得又精確，又廣博。在十九世紀的三十年代，刊行他的成績，實為一大進步。他從一切主要高等動物羣裏取材，就創立比較胚胎學。他的成績中，有以下種種：辨清主要的發育階段，像卵的裂開，胚層的構成，組織和器官的分化；着重發育上的事實，來供分類之助；又發見哺乳動物的卵。他觀察胚層的



第二百八十八圖 馮貝爾

起源和發育，使人能解決許多關於軀體形狀的起源的概括問題。他重視較高動物的某某胚期和較低動物的長成期間的相似點。其後他的繼起人因受了演化理論的勢力，便把他的這些結論，歸結成爲胚層理論 (Germ layer theory)，和約復理論。(第二百三十九、第二百八十八圖)

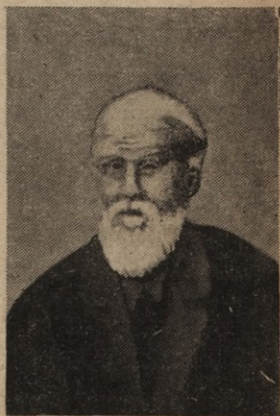
從各方面看來，馮貝爾在胚胎學史上建立一個新紀元，正當細胞理論開始影響到生物學的研究上時。從此胚胎學家須根據細胞事

實，來解釋發育了。我們不必舉出前人怎樣一步步證明：卵和精子是單獨的無核細胞；卵和精子接合，把主要的核內容物或染色體，按秩序排列，就為受精成熟；受過精的卵便成一新代，因為身體上每一細胞，連每一細胞裏的每一染色體，都由接合子分裂而直接傳下，也就由受精時兩相交結成為接合子的精子所傳下等等。不過這些就是馮貝爾以降，細胞學上研究出來的主要結果。但是胚胎學家不滿於單單描寫形態。所以最新的研究錄，都重生理的方面——像受精問題的實驗的研究，細胞分裂的動力學，分化的基礎，環境刺激的影響等。

(6) 遺傳學

從前研究遺傳，不得不在暗中摸索，等到胚胎學受了細胞理論的影響，供給了一羣事實，纔明明白白指出，受過精的卵，在一切代表的例裏，是各代間唯一的聯繫橋梁。現在的遺傳學的歷史，大部分是本世紀的產物。

胚原質或叫生殖質 (Germ plasm) 的連續性的概念，雖經若干學者明白提出，卻等到德國魏司曼 (Weismann, 1834—1914) 發表若干論文，到了一八九二完成專書叫『生殖質』 (The Germ Plasm) 後，纔首先逼着生物學家來研究牠。也虧他，纔研究得更精審。他斷定那種構成細胞核的染色體的染色質，能把遺傳的特徵從一代授給一代。就此認清生殖細胞和軀體細胞截然不同。他教人特別重視這點。



第二百八十九圖 魏司曼

(第一百八十一、第二百八十九圖)

當這個見解逐漸變成更可靠更準確時，遺傳學也在那裏進展。非但靠確切研究生殖細胞的結構和生理，也靠用統計方法研究遺傳的結果——就是生物父母和後裔所呈現的各種特徵。在一千八百八十年代和九十年代裏，英國高爾頓(Galton, 1822—1911)，纔研究到這類問題上。他收集一巨冊論料，像兒童身材和父母身材的對照表等。更導出幾條著名遺傳『定律』。(第一百八十二圖)

不過到後來，終久創造成功遺傳學這門科學的，是奧國的門得爾(Mendel, 1822—1884)。他實驗植物經過人工選擇後，有什麼輕微變異；再從若干特徵，像豌豆實的形態和色彩等的遺傳上，求得些論料，來供統計之用。雙方並進，成為他的偉大工作。他的著作，刊行在一八六三年一本不知名的博物學雜誌裏。他後來辭了教職和研究工作，而做了寺院裏的方丈。這個生物學界開新紀元的功臣，竟從此不復造福於科學界，未免太可惜。至於現在人人所知的門氏遺傳定律，在一九〇〇年前，並沒在人曉得。直到這一年，纔有別的生物學家也得到這些結論，並發見門氏舊作，已埋沒四十年了。(第二百九十圖)



第二百九十圖 門得爾

我們早已曉得，門氏所指明精子發育時，遺傳因子的分離的基本原理，已有人延用到別的植物和動物上去。從前以為這原理祇能應用在有限幾個例上，現有看來，好像對於一切遺傳問題，都好解決。

現在的結論極能令人信服。因為細胞學家在生殖細胞的染色體複結的建造上，研究出來的知識，和遺傳的物質的基礎並進，而且形容出牠來，這遺傳的物質的基礎，就是各種特徵依照門氏公式而分離並分布時，所依仗的機件。舊日先成理論中所深藏的真理果仁，就是這一點。（第一百九十一圖）

(7) 有機演化論

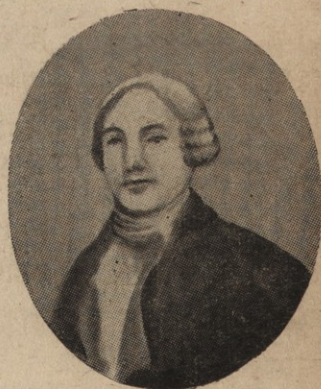
歷來思想家都好問，現在世界上的東西怎樣會在這個狀態，卻總迷惑不能解。研究人事的史學家，企圖從遠古，推求事象的順序和關係，直到如今。地質學家也企圖立下一部地球歷史。生物學家企圖立下一部地球上植物和動物的歷史。他們都承認現在是過去的兒輩，又是將來的父母。過去、現在，和將來雖則在因果上相關聯，卻並非相同的。希臘自然科學家首先引用這歷史觀念在科學上，並企圖用自然派論調來解釋地球和牠的住戶。就此興起思想齊一傾向(Uniformitarian trend of thought)，終於建成十九世紀的有機演化論。

亞里斯多德所持理論，在內容上，就是現代的生命演化觀念。就是說，從一團原始生物質，演進到較高形體。他也把人放在動物創造的最高點。『人類有似上帝的本性。人類最以思想和執意見長。其他動物雖遠不及人類完備，不足和人類比較，卻和人類是一脈相傳。人類不過佔據全系的最高點而已。』演化過程仍在那裏進行，並沒有達到無可再高的最高點。亞氏求為演化原因說得有效，就拒絕恩拍多克利(Empedocles, 495—435 B. C.)的假說。恩氏就帶有適者生存一觀念的雛型。又拿二次自然定律來解釋自然界裏的似然的特創。亞里斯多德對於自然，實在無從多瞭解他，就這樣歸納下來。這是很穩健的。假使他接受適者生存觀念，來說明生物的適

應現象，那他簡直變了達爾文學說的先知了。

從亞氏到如今，演化思想一直未斷。不過從嚴格的生物學見地上討論，要算兩個法國人，即蒲豐(Buffon)和拉馬克，和兩個英國人，即伊拉斯莫斯·達爾文(Erasmus Darwin)和他的孫子查理·達爾文(Charles Darwin)，最為著名。

蒲豐(一七〇七到一七八八)是個科學家，又兼善屬文，能引人入勝。他每次刊行他的鉅著博物學(Natural History)一冊，便風行一時。他雖不明明白白宗守演化觀念，我們卻可以從字裏行間，窺出此層觀念來。他之所以如此，因為他怕檢查員干涉，和淺見人吃驚。所以要斷定他的幾句話，到底有多少價值，往往難於得當。不過說他能認清地理上隔離的成因，生存競爭，物種由於人為淘汰和自然淘汰，甚至說他能夠陳述變種起源的一種理論——就是環境的直接作用，使動物和植物改變牠們的結構，並照改過後遺傳下去的理論——都不為過。(第二百九十一圖)



第二百九十一圖 蒲豐

蒲豐的勢力過了後，伊拉斯莫斯·達爾文(一七三一到一八〇二)

著了幾本散文和韻文，發表他對於生物演化所持的意見，也和蒲氏一致。這就使現在的生物學家當他是拉馬克學派的先驅。拉氏說軀體變異由於生物對環境所起的反應而發生。『一切動物經過變異。這些變異，有一部分，由於牠們自己，對歡樂和痛苦，曾出過力的影響所生。這樣獲得的形狀和傾向，在許多傳得到後代。』(第二百

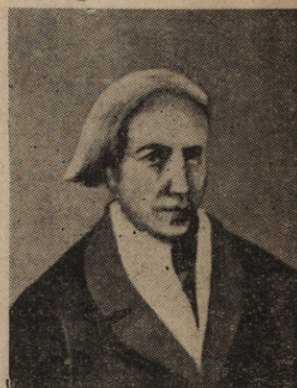
九十二圖)

拉馬克 (一七四四到一八二九) 首先極仔細發展有機演化的完全，並且合邏輯的理論。他是從亞里斯多德到查理·達爾文中間生物學齊一思想上的特著人物。他說：『由自然看起來，時間不算一回事。對於地球和生物的一切演化，自然祇需要三個要素：即空間、時間和物質。』關於演化的成因，他在動物一方面推重環境的間接作用，而在植物一方面則推重直接作用。動物好比受誘導而發為反應，就此使牠們自己能適合環境；植物既無神經系，就直接的被環境所改造。他因此相信這樣獲得的變異發源在軀體上——就是所謂獲得特徵——傳到後代去，而成為生物的演化。(第二百九十三圖)

拉氏的繼起人較弱，所以法國的演化論者竟式微到幾乎無存。德國歌特(Goethe, 1749—1832)為最大的演化論詩人，和特魯宇納魯司(Treviranus, 1776—1837)爭辯得極其動人，卻未能中人，因為人和時代必須相合纔行。後來英國來伊爾(Lyell, 1797—1875)著地質學要義(Principles of Geology)，推敲齊一觀念，在地質學中，



第二百九十二圖
伊拉斯莫斯·達爾文



第二百九十三圖 拉馬克

建立演化論。於是鋪好了一條極平坦的路，讓查理·達爾文（一八〇九到一八八二）在有機世界中，也做同樣的工作。（第二百九十四、第二百九十六圖）

『發育觀念飽和在知識空氣中，——不過還要等人來就自然的無垠區域，想透這個問題，費盡心血，不辭勞頓。』達爾文就做了這事。他在一八五九年，發表他的種原論。他蒐集許多事實，證明變異到處都有，物種可以發生激變。他憑天資聰穎，學識淵湛，胸襟寬大，工作謹慎，把這些事實列舉出來，做佐證。又見適應的微變，在生存競爭上，產生結果，使適者生存，因建立自然淘汰理論。這個結論，說也奇怪，達氏和窩雷斯（Wallace, 1822—1913）分頭研究，卻不謀而合，同時見到。於是不久之後，即『變舊觀念為當時知識的貨幣。』（第二百九十五圖）



第二百九十四圖 來伊爾



第二百九十五圖 窩雷斯

今天決沒有一個有代表資格的生物學家，請問演化一件事實。因我們知道，『演化論祇知有一個異端，就是對於連續性的否認。』不過說到所牽涉的成因，意見仍多不合。也許我們將來有理由，要遠背達氏對種原發生的有效原理所設的解說。但是達氏仍不會失其為生物學史上的要人。他極重視事實。他相信，只有『事實的價值，

乃由於牠們能領導人心，再去發見原理』的一句話，比事實還重要些。種原論把生物學帶到和其他的歸納科學同列。把裏頭一切問題，差不多全行重裝過，並另加新的。他在他的破天荒大著作裏，最有歷史大價值的末一節裏，表出他對自然所取的新見地。說得又謹嚴，又動聽。

『設想一處糾結的水岸，密被許多植物，種類繁雜。叢莽中，衆鳥爭鳴，昆蟲四掠，蠕蟲穿行溼泥中，再回憶這許多幾費經營纔造成的形體，彼此大不相同，卻互相依賴，至密且切，都循我們四旁活動着的定律而產出。這是何等的有趣。就最廣義講，這些定律，是生長與生殖；遺傳，差不多就暗含在生殖裏；因生活制約的間接作用和直接作用，並因運用和廢置，而生變異性：這因爲是增殖的比率，高到引起生存競爭，等到受了自然淘汰後，使特徵改變原狀，使那些改進得不及格的分子，趨於滅亡。所以經過自然界的爭戰，經過水旱災，經過死亡，而我們所能想像的最崇高的目的，就是高等動物的產生，就直接跟着來了。這樣觀看生命，即把生命看爲具有幾種權力，原由造物主吹成幾個形體或一個形體，自屬壯偉見解。地球向來按照重力定律，繞行太空，同時從極簡單一個的原始上，已經，並且還要往下，演化出無限多極奇麗的生物形體來。』



第二百九十六圖 查理·達爾文

附錄 動植物分類簡表

植 物

1 菌藻植物：葉狀體植物

藻類 (20,000 種)

- (1) 藍綠藻派：藍綠藻等。 藍藻屬。
- (2) 綠藻派：綠藻等。
 1. 原藻部：原藻等。 Pleurococcus 屬、球藻屬(團藻)。(圖 12, 27, 61)
 2. 絲藻部：絲藻及海高苜等。 波髮藻屬、間生藻屬、石莖屬。(圖 62, 64, 65)
 3. 接合藻部：沼浮子屬、鼓藻及矽藻屬、水綿屬、新月藻屬、Navicula 屬。(圖 31, 63)
 4. 管狀藻部：管藻屬、無節藻屬。
 5. 車軸藻部：石草屬、輪藻屬。
- (3) 褐藻派：褐藻等。 昆布及石衣等屬、大西洋昆布屬、黑角菜屬、Ectocarpus 屬、馬尾藻屬。(圖 32—34, 66)
- (4) 紅藻派：紅藻等。 Rhodomela 屬。

菌類 (100,000 種)

- (5) 裂殖菌派：裂殖菌屬。(圖 18, 203, 204)
- (6) 藻狀菌派：藻狀菌等。 黴菌屬。(圖 20)
- (7) 囊子菌派：囊菌等。 Moulds 屬、網球菌屬、——Truffles 屬、酵母屬(地衣屬)。(圖 21, 225)
- (8) 擔子菌派：擔子菌等。 麥奴菌屬、銹菌屬、蕈屬。(圖 19, 267)

2. 苔蘚植物：苔及蘚 (20,000 種)

- (1) 地錢派：肝苔等。 地錢屬。
- (2) 苔派：苔等。
 1. 水苔部：泥炭苔等。 水苔屬。
 2. 真苔部：普通苔等。 土馬鬃屬。(圖 67)

3. 蕨植物：羊齒及其近似的種類 (5,000 種)

- (1) 蕨派：尋常羊齒及水蕨等。 貫衆屬、蘋屬。(圖 51, 68, 69, 71)

(2) 木賊派： 問荊等。 木賊屬。

(3) 石松派： 石松等。 還魂草屬。(圖 72)

4. 種子植物： 有子植物等。 有花植物等。

(甲) 裸子植物： 蘇鐵及松柏等。 松屬。(600 種)

(乙) 被子植物： 常見的有花植物。

(1) 單子葉區： 禾木類、棕櫚類、百合類、蘭類 (30,000 種)。(圖 43,44、55,81)

(2) 雙子葉區： 榆類、毛茛類、豬籠草類、薔薇類、豆類、亞麻類、仙人掌類、菊類。

動物

1. 原生動物 (15,000 種) (圖 13、25)

(1) 偽足類： 變形蟲屬、有孔類。(圖 6、8、11、244、245)

(2) 鞭毛蟲類： 鞭毛蟲等、單蟲等、睡病蟲等、梭微子(團藻)等。(圖 25—27、228、250)

(3) 孢子蟲類： 四日瘡蟲。(圖 227)

(4) 纖毛蟲類： 纖毛蟲等。 草履蟲屬、鐘珠蟲屬、喇叭蟲屬。(圖 13、14、25、229、230)

2. 海綿動物 海綿等。 Grantia。(2,500 種)

3. 腔腸動物 (4,500 種)

(1) 水螅水母類： 水螅等、藪枝蟲等、鈎手水母等。(圖 83、158、160)

(2) 眞水母類： 水母。

(3) 花形蟲類： 海葵等、珊瑚等。

4. 櫛水母類： 海胡桃等。(100 種)

5. 扁蟲類： 扁蟲等。(5,000 種)

(1) 渦蟲類： 片蛭屬。(圖 157、163)

(2) 吸蟲類： 二口蟲。(圖 251)

(3) 條蟲類： 條蟲等。(圖 252、253)

(4) 紐蟲類。(圖 161)

6. 圓蟲類：圓蟲等。(1500種)

- (1) 線蟲類：蛔蟲屬、旋毛蟲屬、十二指腸蟲等。(圖 254, 255)
- (2) 鉤頭類：鉤頭蟲屬。
- (3) 毛類類：箭蟲屬。

7. 輪蟲類：輪蟲等。(500種)

8. 假軟體動物：Polyzoans 及腕足類。(2,000種)

9. 棘皮動物(4,000種)

- (1) 海盤車類：星魚等。
- (2) 陽遂足類：陽遂足等。
- (3) 海膽類：海膽等。(圖 172)
- (4) 海參類：海參等。
- (5) 海百合類：毛頭星等、海百合等。

10. 環節動物：環節蟲等(4,000種)

- (1) 原環蟲類：角端。
- (2) 毛足類：蚯蚓等、沙蠶等。(圖 85——87, 162, 173)
- (3) 蛭類：蛭等。

11. 軟體動物(60,000種)

- (1) 斧足類 牡蠣等、文蛤等、海扇等、鑿船蟲。(圖 93)
- (2) 原軟體類：石蠶屬。
- (3) 腹足類：蝸牛等。
- (4) 掘足類：角貝屬。(圖 177)
- (5) 頭足類：槍劍等、章魚屬、鸚鵡螺屬。

12. 節肢動物

- (1) 甲殼類：藤壺等、劍姑等、龍蝦等、蟹等(16,000種)。(圖 89, 90)
- (2) 三葉類：三葉蟲(絕種)。
- (3) 有爪類：桫蠶屬。
- (4) 多足類：蜈蚣等、馬陸等。
- (5) 昆蟲類：(600,000種)
 - 1. 缺翅類：蠹魚(衣魚屬)、跳蟲(跳蟲屬)。
 - 2. 擬脈翅類：蜉蝣等、蜻蜓等、白蟻等。

3. 直翅類： 蚱蜢等、蝗蟲等、蟋蟀等、竹節蟲等、螻蛄等、螻蛄等。(圖 214, 216)
 4. 半翅類： 臭蟲等、介殼蟲等、蚜蟲等、蟬等、虱(寄生於哺乳類)等。(圖 226, 264)
 5. 脈翅類： 蟻獅等、流石蠶等。
 6. 鱗翅類： 蝶類、蛾類。(圖 215, 259, 262, 266)
 7. 雙翅類： 蚋等、蚊等、家蠅等、大蚊等、蚤等。(圖 217, 246, 256, 258, 261, 265)
 8. 鞘翅類： 甲蟲等。(圖 260, 263—235)
 9. 膜翅類： 蜜蜂等、胡蜂等、蟻等、五倍子蜂等、姬蜂等。(圖 217—220, 226, 265)
- (6) 蛛形類(蜘蛛類)： 蜘蛛等、蜘蛛等。(16,000 種)

13. 原索動物(60,000 種)

(甲) 半索類： Dolichoglossus

(乙) 尾索類： 被囊類、海鞘屬。(1,500 種)

(丙) 頭索類： 蛤蚧魚屬。(圖 94)

(丁) 脊椎動物。

(1) 圓口類： 八目鰓等(圖 168)

(2) 板鰓類： 鮫等、角鮫等。(圖 120)

(3) 肉類： 鱈、鱒、鱒。(圖 106)

(4) 兩棲類： 蛙等、蟾蜍等、蝶螈等。(2,500 種)(圖 107)

(5) 爬蟲類： 蜥蜴等、蛇等、龜等、蠘龜等、鱷等、恐龍等。(絕種)(5000 種)
(圖 234, 235)

(6) 鳥類 (20,000 種)

子。古鳥類： 始祖鳥等(絕種)。(圖 237)

丑。新鳥類

乾。平胸類： 幾維鳥、鴛鴦等。

坤。突胸類(龍骨類)： 皆屬常見的鳥類。(圖 243)

(7) 哺乳類(10,000 種)

1. 原獸類： 鴨嘴獸、針鼹屬。

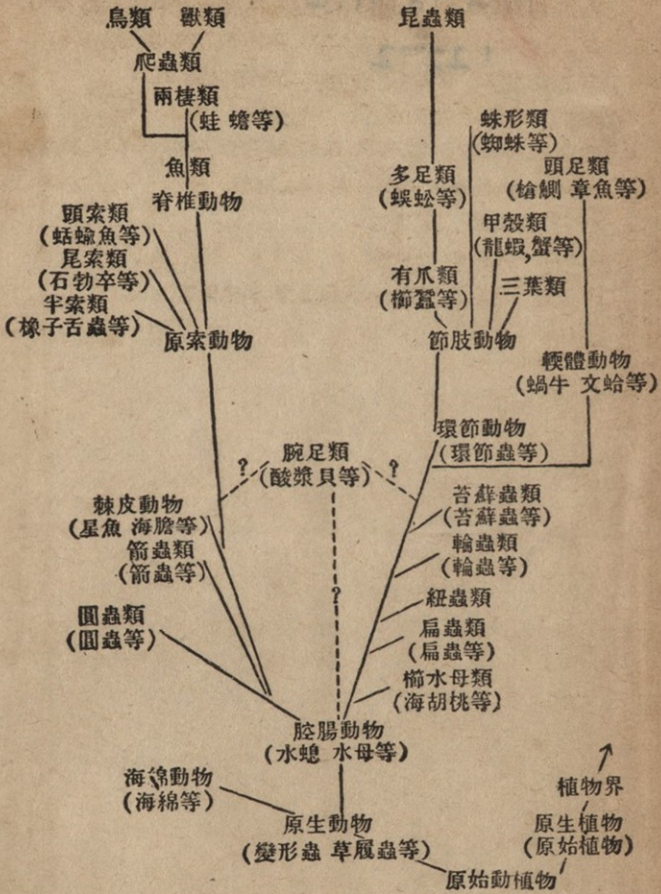
2. 後獸類： 鼯鼠等、袋鼠等。

3. 真獸類： 極常見的獸類。

一。食蟲類： 鼯鼠等、鼯鼠等、狨等、Gymnura。(圖 205, 209, 211)

二。齧齒類： 樹懶等、食蟻獸、犛狳等。(圖 208)

- 三. 翼手類: 蝙蝠等。(圖 212、231)
- 四. 齧齒類: 鼠等、兔等、松鼠等、海狸等、豪豬等。(圖 108)
- 五. 食肉類: 貓等、狗等、熊等、海豹等、海象等。(圖 104)
- 六. 游水類: 鯨等、Porpoises、海豚等。(圖 210)
- 七. 海牛類: 海牛等。
- 八. 有蹄類: 馬等、驢等、犀等、駱駝等、牛等、羚羊等、長頸鹿等、豚等、河馬等、象等。(圖 238、242)
- 九. 靈長類 (圖 232)
 - (一) 狐猴等、猿等。
 - (二) 獼猴等、猩猩等、大猩猩等、黑猩猩等。
 - (三) 人類。



第二百九十七圖 動物界主要各門的關係

(從 Newman 仿 Allee)



Mar. 18, 1952

02272



中華民國二十七年四月新再版

生物學大綱 (全一册)

Foundations of Biology

實價國幣

(外埠酌加運費匯費)

著者 伍特魯夫

WOODRUFF

譯者 沈霽甫

世界書局有限公司代表人

發行者 李煜瀛

出版者 世界書局

發行所 上海及各省 世界書局

版權所有 不准翻印

本書負責校對者顧炳章

期 限 卡

Date Due

71-6.25-

72-1.-22

72.5.24

國 立 政 治 大 學 圖 書 館

國立政治大學圖書館

書碼

561
111
2.1

登錄號碼 212606

