

生物學叢書

生物學發達史

蔡堡 著

28

世界書局印行

生物學發達史

每册定價大洋四角

著者

蔡堡

出版印刷者

世界書局

發行所

世界書局

中華民國二十四年一月初版

中華民國二十四年一月印刷

版權所有 不准翻印

目 次

第一章	導言	1
第二章	希臘時代之生物學者	3
第三章	羅馬及中古時代之生物學者	5
第四章	文藝復興後之初期生物學者	7
第五章	文藝復興後之初期顯微鏡學者	11
第六章	生物學之成熟時代(一)	14
第七章	生物學之成熟時代(二)	29
第八章	最近生物學之進展	71

民21-09
1

生物學叢書序

生物學爲最近最重要科學之一，能解決一部分人生之問題。社會學，心理學，農學，醫學等莫不以此爲基礎。人亦爲生物之一，欲解決人之奧妙，亦非由生物學着手不爲功。如吾國近數十年來，變亂相尋，凡事皆落人後。普通皆視爲政治的，教育的，或經濟的原因所致，然窺厥根本之由，竊或不然。蓋國由人立，人優則事興，人敗則事亡；舉凡政治之良污，社會之隆替，莫不以人爲根本之關鍵。證以往事，史不絕書。近有二三達者以吾國民族已發生病態爲可懼。從生物學之眼光而言，其言未必不可信。蓋自古以來滅亡之種族多矣。且有所謂種族之老年時代 (Racial old age)，實令人不寒而慄。在動物之某種族間，如何入於老年時代，如何將入滅亡，從解剖之眼光而言，前人已爲之分析無疑。但在人類究以何者爲種族之老年時代之標記；或將入滅亡之象徵；或所謂病態，於形態上，生理上究有何識別？此則急欲爲吾人所深悉者也。欲解決上列問題，當亦非從生物之研究不可。然則生物學之重要可知矣。

又國人甚至普通之有知識者，咸以爲生物學不過採集，製作標本，及鑒別種類而已。最多能一用顯微鏡。此項錯誤，實使人可以深歎也。十九世紀中葉薛賴騰 (Schleiden) 已有言，謂『今之人，即最有知識者，亦以爲植物學家不過一臘丁名字之

販賣者而已；不過採集花朵，命名，製作標本而已；其所有聰明才力皆在鑒別其煞費苦心所採集之標本中』。薛賴騰之言已不滿當時錯誤之情狀，而況現在？生物除分類外，尚有解剖，胚胎，生理，遺傳與進化等項，研究之範圍至廣，吾人不可不加以注意也。且近今又有所謂試驗的生物學 (Experimental Biology)，即以試驗的方法而研究生物之謂也。凡欲解決生物學上一問題，將來恐非從試驗着手不可；純粹的觀察固為第一步必要之事，而試驗的應用亦為第二步必要之事。即今之所謂分類學，其中根本問題如『種』之意義，生物與生物間之關係等等恐亦非求助於試驗的方法不為功。達者當能知之。其他如解剖，胚胎，生理，遺傳等更無論矣。故二十世紀之生物學已從形態而入試驗之時代，吾人更不可不加以注意也。

本叢書之發刊，乃在予人以基本之知識與正確之觀念，而為將來深造之預備。中分十六冊如下：

1, 生物學發達史；2, 生命之物質的基本；3, 單細胞生物；4, 下等植物 (分類學)；5, 高等植物 (分類學)；6, 下等動物 (分類學)；7, 高等動物 (分類學)；8, 植物解剖學；9, 動物解剖學；10, 植物生理學；11, 動物生理學；12, 內分泌學；13, 植物胚胎學；14, 動物胚胎學；15, 試驗胚胎學；16, 遺傳與進化。

上列各冊，既有連貫之關係，然亦自成系統，可分可合。而動物植物又各自分立，以免混亂也。是為序。 蔡堡

序 言

此爲本叢書中之一種，專記載生物學發達史之事實。但生物可分動物與植物二大部分，此書又偏重於動物一方面。好在史之一事無非表明時代之背景與演變，動植雙方各可闡明耳。本書第八章之最近生物學之進展，係最簡之作，已登載於中央時事週報，特此聲明。

蔡 堡序

13-6-17
4426

生物學發達史

第一章 導 言

地球上除山川泥石以及我們之建築物外，幾全爲生物。草木也，蜂蝶也，牛馬也，魚蟲也，或大或小，或隱或現，非生物乎？即滴水與撮土之間，塵灰與空氣之中，甚至血液之內，皮膚之間，臟腑之中，未嘗不含有生物，或游移，或蟄伏，或寄居，但不易爲吾人所見耳。人亦爲生物之一，自赫胥黎 (Huxley) 之人在自然界之地位 (Man's Place in Nature) 一文出世後，已分析而無疑義矣。生物分佈既廣，種類亦至夥，此外，復有結構與生命之表現二事。任何生物不論單簡與複雜，皆有結構以營其生活。生物全身固各有其結構也，即構成全身之器官，亦莫不如此，甚至分析到最小之單位曰細胞，亦各有其結構耳。生物發育時，其胚子雖時時變化以達於長成；即在此時時變化中亦各有其結構之可尋。結構果然重要，但生物非僅結構一事所能了，尙有比結構更覺重要者。此維何？即生命之表現是也。生物死後，解化隨之，其原料復歸於大自然中。然其生焉，必有生命，雖久暫互異，而各有生命之表現則一。如呼吸，飲食，生殖，發育，以及應付環境等等，皆生物之生命所表現。

此等生命表現，又可隨物隨地而不同。不同一事，而何以不同之理又一事。生物學以生物爲對象，而尤以探討生物之生命現象爲根本之要義。時至今日，科學之研究愈精，項目愈繁，昔日視爲專門者，今已成爲普通矣。生物學何獨不然？且同時，與其他科學之關係反愈形密切。故從事於研究者，研究之範圍則日益狹小，而研究之預備則日見擴大。此吾人所不可不知者也。

生物學雖爲後起之科學，其發達較理化爲遲；範圍亦至廣，如分類，解剖，胚胎，組織，生理，遺傳以及其他等等皆生物學所研究者也。其間發達情形亦甚繁。又生物復可分動物與植物二大類，研究者爲便利起見，往往祇取其一，雖兼而研究者自古有之，然實於昔時爲多，蓋彼時研究未精，項目未若今日之繁耳。本書雖名曰生物學發達史，大都皆側重於動物科學一方面，非所以重於此而輕於彼也。實由於（一）生物學發達史動植兩方各可闡明耳。編史者無非表明時代之思想與背景及其演進耳。（二）余與植物科學無暇深研，未嘗登堂，恐有錯誤，不敢驟然從事耳。

第二章 希臘時代之生物學者

吾國向來側重人事，於修身，齊家，治國，平天下之道，所論綦詳，即在春秋戰國人才輩出之時，亦以此為準則。後世所謂先王大道者，蓋即此意云乎！數千年來如一日。歐西希臘時代則不然，其所治學問，人事與自然並重。現代科學之基礎實肇於此。故講生物學之發達史者，亦以希臘為始。

亞理斯多德之貢獻 希臘時代人才輩出，其中有大哲亞理斯多德 (Aristotle, 384-322 B. C.) (第一圖)者拍拉圖 (Plato)

之門弟子也。治學範圍甚廣，除文哲與天文外，尤好動物之研究。其著述一種名自然史者，記載甚詳。考其治學方法，事實與理論並重，尤為後人盛稱不置。

當是時，主希臘者為大歷山王 (Alexander the Great)，曾受業於亞氏。故亞氏得藉其力而遣派大批人員往歐亞各地採集動物標本而研究之，並就其器官與構造之不同而為之分類，其分類名稱



第一圖 亞理斯多德

Aristotle, 384-322 B. C.

之數部分，至今尚有沿用者。彼謂生物各種類間從低等至高等

皆有連續性；並謂我們實不知何者爲植物之終而何者爲動物之始，蓋有數種生物可植可動，其間並無顯著之分別者也。此已含有生物天演之意義矣。亞氏又根據生物再生(Regeneration)之實驗，稱植物切成片段後，各片段均能再生，此因植物構造簡單而彼此各部不甚相關之故；而動物，尤其高等動物，則不然，其構造猶一複雜之機器，各部分均有關聯，分離後必死。此實開後世實驗生物學之先聲也。

希臘時代其他之自然學者 亞氏弟子有名徐富賚(Theophrastus)者，專好植物之研究。希臘時除藥用植物外，知者絕少；而徐富賚獨能描寫五百種不同之植物而區別之曰樹曰草曰灌木，後世曾尊他爲植物學之鼻祖。惜代遠年湮，其著述已散失不復多見矣。此外如薛波葛(Hippocrates)者，約早亞氏半世紀生，爲醫學之鼻祖，對於看護飲食等項論之甚詳。較亞氏約遲半世紀生者，又有二人焉，即伊勒雪得(Erasistratus)及赫洛弗(Herophilus)是也。此二人者當時皆執教於史之著稱之亞歷山特立(Alexandria)學院而爲有名之人體解剖學家也。希臘除迷信，崇實學，然實行解剖人體實自二氏始。

第三章 羅馬及中古時代之生物學者

戴司考提與蓋倫之貢獻 希臘既亡，羅馬代興，學述乃漸形衰歇。總其至阿刺伯侵入前後計八百年間，於生物科學之貢獻甚少。緣當時羅馬崇尚實用，不談學理，而探討自然界之真理尤為罕見，一時風氣所至，賢者不免，至可惜也。在羅馬前期希臘好學之風尚未盡絕。其中有戴司考提 (Dioscorides) 者一軍醫耳，曾著一植物學專為鑒定藥用植物名稱而作。後世奉此而為標準植物學者垂十五世紀之久耳。又有一皇家醫生名蓋倫 (Galen) 者好解剖學。第當時以禁用人體，彼不得不就猿猴及其他高等動物而解剖之，因有知覺神經與動作神經之鑒別，及其他之發現，如顎肌之能動作，血液之在脈管，而全部醫理得以改進。後世奉之為準繩者亦垂千百年之久耳。

中古黑暗時代 年代漸遠，餘風漸滅。羅馬時代，自此二人後，於生物科學即將泯沒，不復有所稱道焉。雖當時所謂亞歷山特立學院仍存在，但其中教授專就前人所研究者而講述之，絕無發明。而個人觀察與實驗之風，寂然不聞。自阿刺伯侵入後亞歷山特立學院即歸消滅，圖書館既成瓦礫，士子亦復星散，此已入史之所稱中古黑暗時代矣。在此時期阿刺伯人於數理化學等科，雖間有發明與貢獻，要亦真偽雜出，無從辨別，而於生物科學更絕焉不聞。誠以此時所謂學者，最高者亦不

過從事於希臘古籍之翻譯與探討，孜孜兀兀，盡消磨於故紙堆中。真理何自生？嗚呼殆矣！

第四章 文藝復興後之初期生物學者

魏索立之研究與科學之復興 至十六世紀時，泥古之風猶盛，然二三學者漸有懷疑之知覺，新學以興，史即所稱文藝復興 (Renaissance)。比人魏索立 (Vesalius, 1514-1564) (第二圖) 者，即其一也。以從事於人體解剖之實習，而發現蓋倫 (Galen) 氏所述，多有不實之處，起而懷疑而校正之，一反前人治學之風，更足為後世法。魏索立 氏為意大利撥度大學 (University of Padua) 之解剖學教授，著有解剖學 (Great Anatomy) 一書，中論人體解剖，皆就事實而說明之，並附以優美圖解。近代解剖學，實肇基於此。



第二圖 魏索立
Vesalius, 1514-1564

凡在過渡時代，必有以求真理而為世俗所不滿者，史不絕書。魏索立豈能例外？他曾以解剖一新死之西班牙人，當時傍觀者咸以為死者之心似乎尚在跳動（實則不然）。諺云，衆口燦金，致素不滿於魏索立者即據此而訟之於官，幾遭大辟。幸當時魏索立為西班牙王之

御醫，得以赦免，而令其參詣耶路撒冷聖地；但不幸返歐時，途中遇險，飄流於上臺 (Zante) 島，以不得食而死，其時僅五十歲也。

自然史與分類學之萌芽 在十六世紀中葉，又有一瑞士自然學者名葛思耨 (Gesner, 1516-1565) 好動植物之研究，可謂亞理斯多德後之第一人。彼初在 Zurich 大學習醫，畢業後，既行醫，又作動植物之研究。後即為該大學之自然史 (Natural History) 教授。曾著有動物史 (History of Animals) 一書，中分五部，計四足獸兩部，鳥一部，魚一部，蛇一部。於動物個別之描寫甚詳。此實開後世動物自然史之先河也。彼於植物亦有相當之研究，曾發表植物應以花與種子為分類最佳之標準，惜未竟其事而歿，祇留有植物種族插圖計千五百種供後人觀摩而已。

葛思耨 (Gesner) 死後，約三十年有史叟賓 (Caesalpinus, 1519-1603) 者意大利撥度大學之植物學教授。以種子之不同而為植物分類之關鍵，曾將植物分為樹與草二大類，復將樹分為二小類，草分為十三小類。此可謂上繼葛思耨之志，下開後世植物自然分類之嚆矢也。

在十七世紀中又有一人焉，可以上承葛思耨下開林內 (Linnaeus) 者，英人雷愛 (John Ray, 1628-1705) 是也。雷愛與佛羅別 (Willoughby) 友善，同好自然史之研究。於一六六三至一六六六之三年中，同作中歐之旅行而採集動植物之標本至夥，歸而研究而分類之。雷愛從事植物之分類，而佛羅別則於動物

之研究。不幸於一六七二年佛羅別以病歿，其時僅三十八歲。其未竟事業後由雷愛續成之。雷愛於植物自然分類法尤為後人所稱道。其法先將植物分為不完全之植物與完全之植物二大類。前者如苔蘚，後者如有花之植物。完全植物復分為雙子葉與單子葉二類，前者如豆，後者如麥。雙子葉植物復以花之繁簡，種子之多寡而再分為若干小類。此法後為茹蔗 (Jussieu) (於一七八九年) 所採用而為植物分類史上之一重要關鍵也。

哈佛之研究與生理學之萌芽 在十七世紀之初期復有一人焉，能立一代言而為後世法者英人哈佛 (Harvey, 1578-1657)

(第三圖)是也。彼曾往撥度大學從名師法率利虛 (Fabricius) 習解剖學。當是時，其師曾發現靜脈管中有活壓之存在，其功用雖經解釋而為哈佛之意所不滿。哈佛乃以十九年繼續不斷之實驗與研究，於一六一九年始證明血液之循環由心臟而動脈，而靜脈，而再歸還於心；以及心與肺之關係；並靜脈中之有活壓所以阻血液逆流之理。



第三圖 哈佛

William Harvey, 1578-1657

使昔時迷信之精氣論 (Pneuma-

Theory) 漸形消滅。至一六二八年又印成一書曰心與血之運

動 (De motu Cordis et Sanguinis)。此實立近代器官生理學之基礎，宜乎後世尊之爲生理學之始祖也。哈佛於動物之胚胎，亦有研究，容後再論之。

在一六二二年意人挨善立 (Asellius, 1581-1626) 者一解剖學教授也，發現狗腸膜間之細管，破裂後有白色液質流出如乳，乃名之曰乳糜管 (Lacteals)。一六四七年法人貝開 (Jean Pecquet) 發現乳糜管總匯之所，曰胸管 (Thoracic duct)，其中液質乃流入靜脈，再由靜脈入心。一六四九年，瑞典人呂特倍 (Olaüs Rüdbeck) 又發現身體中之無數小管，皆匯入胸管，而名之曰淋巴管 (Lymphatics)，於是淋巴系統漸明。此後，循環系統益覺完備矣。

第五章 文藝復興後之初期顯微鏡學者

先時中古時代有英人名培根 (Roger Bacon) 者亦爲一代之人傑，好自然之學，曾著有 *Opus Majus* (意即 Great Work) 一書，中有述及放大鏡之理與應用，此實爲後世望遠鏡與顯微鏡之濫觴焉。至十七世紀之初 (於一六〇九年) 有文學家伽利略 (Galileo)，者曾製望遠鏡以觀察天體。此後放大鏡之應用漸廣，研究而改進之者亦漸衆，顯微鏡卽於此時誕生。顯微鏡究爲何人發明已不可考，然最初用於動植物之研究者厥爲英之霍克 (Hooke)，意之馬爾璧 (Malpighi) 是也。顯微鏡初應用時，倍數低，構造簡，雖用以觀察生物除片斷的與不精確的事實外，亦無極顯著之貢獻與結果。直至十九世紀時，放大鏡片有進步後，擡放一異彩。自此後，生物科學特呈一顯著之進展，其發現與研究至今猶未已也。

霍克之觀察 霍克 (Hooke, 1635-1703) 用顯微鏡觀察軟木而發現軟木係多數微小之空洞所組成，乃名此等空洞曰細胞 (Cell)。今其義雖盡變，蓋細胞非僅一空洞，然其名仍沿用耳。

馬爾璧之發現 馬爾璧 (Malpighi, 1628-1694) 氏 (第四圖) Bologna 大學之醫學教授也。用顯微鏡觀察青蛙胃膜上血液之運行，並發現動脈與靜脈間尙有微血管之連絡，以補哈佛 (Harvey) 之不足。又觀察肺內血液之運行，並發現肺內汽泡

與微血管之關係。此外如皮膚表皮層下色素細胞之存在；舌體之組織；蠶體之汽孔，汽管與泌絲管之發現；並蠶蛾變態時各部變形之線索；以及雞卵之發育，植物各部之結構與種子之萌芽等等，其貢獻甚著稱於世焉。馬氏成名著作爲植物解剖 (Anatome Plantarum, 1675-79)，蠶體解剖 (Dissertatio Epistolica de Bombyce, 1669) 及心之成長 (De Formatione Pulli in Ovo, 1672) 與卵之孵化 (De Ovo Incubato, 1672) 四種，皆與生物科學之發達有關。解剖學上有某某器官或某某組織以馬爾璧 (Malpighi) 名之者數見，蓋所以稱其發現之功耳。



第四圖 馬爾璧
Malpighi, 1628-1694

葛盧對於植物解剖之觀察 與馬爾璧 (Malpighi) 同時有葛盧 (Grew, 1628-1711) 者，英之皇家學會 (Loyal Society) 之書記也，亦以顯微鏡觀察植物之構造而發現葉之有汽孔 (Stomata) 以呼吸空氣與溼氣，並葉之脈管之組織係由細胞連結而成；以及種子如何萌芽等等。自葛盧與馬爾璧以顯微鏡研究植物後，近代植物解剖學之基礎漸漸成立焉。

劉文壑對於水中微生物之發現 荷蘭人劉文壑 (Leeuwen-

hoeck, 1632-1723) 氏，爲法庭之胥吏，好自然之研究，於公務之餘作種種顯微鏡之觀察，乃發現水中及動物體內之微細生物而名之曰 *Animalcule*（意卽小動物）。其論文於一六七三年宣讀於倫敦皇家學會。此後又開生物界之一新局面，甚足爲吾人所稱道也。

史文茂堂對於微物解剖之研究 史文茂堂 (Swammerdam, 1637-1680) 者亦爲荷蘭人。初習醫，惟好微物解剖，於昆蟲內臟之研究尤詳，而糾正當時蟲類無內臟之謬見，其貢獻亦甚足稱道也。

第六章 生物學之成熟時代(一)

在十六十七兩世紀中，學者漸能脫離中古時代之泥古襲尙，各從事於其所好，作實事之觀察與探討，並發爲文章而流傳之，然皆一鱗一爪，未成爲有系統之學。但事既開端，繼之者必不乏其人。在十八世紀中如繆賴 (O. Er. Müller) 之於原生生物，郎納 (Lyonet) 及羅仁霍 (Roesel von Rosenhof) 之於昆蟲，林內 (Linnaeus) 之於分類，亨德 (John Hunter) 之於比較解剖，皮休 (Bichat) 之於組織，華孚 (Wolff) 之於胚胎，赫樓 (Haller) 之於生理，或繼前人之志，或開後者之來，生物科學已爲世之學者所注意而漸成其雛形。

至十九世紀更風起雲湧，經窮年累月之研究與努力，生物科學漸入成熟時代，非特事實之積聚與探討，而學理亦漸歸一定。卽於人生實用之道，如醫也，農也，亦未嘗不藉生物科學之研究而特有改進。在此時代，生物科學之成就，其犖犖最大者爲天演論之成立；細胞論之創設；原形質之確定而認爲生命物質的基本；細菌與微生物之確定與培養，並與醫農之關係；機械主義之創設；遺傳律之發現（雖敝棄於當時，而至二十世紀初始風行其說，要亦爲十九世紀之產物耳）；其他如於胚胎觀念之改進與確定，生理學成爲獨立之科目，以及實驗胚胎學之發軔；或互爲證明，或另闢新徑，要皆足以立一代言而爲後

世法。茲先將十八世紀之生物科學之發達情形分述如下。

原生物學者之繼起 自劉文壑 (Leeuwenhoeck) 發現水中之小動物 (Animalcule) 後，世人雖漸注意其事，然能繼之而作研究者，直至百餘年後之繆賴 (O. Er. Müller) 是已。繆賴於一七八六年就其研究所得著成一書曰纖毛小動物 (Animalcule Infusoria)，當時所知之原生物盡行蒐集其中。該書計三百六十七頁，附圖解五十幅，雖無甚理論貢獻，要亦足為我們所稱道者也。

昆蟲之研究 自馬爾璧，史文茂堂 (見前) 等以顯微鏡研究生物後，微物解剖 (Minute anatomy) 漸為世人注意。史文茂堂最好微物解剖，而於昆蟲尤有研究。在十八世紀中又有數人，或作昆蟲解剖之研究，或作昆蟲之習性與生命史之觀察而使此項科學得漸成獨立之科目，不可謂無功也。

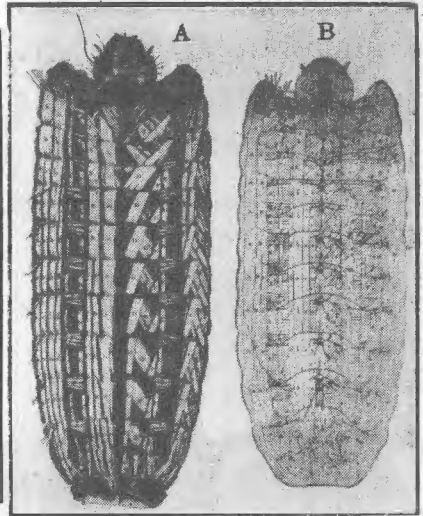
郎納 (Lyonet, 1707-1789) 氏 (第五圖)，荷蘭人，好作昆蟲之解剖。昆蟲雖細小，然郎納對之則有餘，似有特殊之天才。其於解剖，凡一肌肉，一神經，靡不窮源究極，務使毫無錯誤。且繪之以圖，歷歷如見。茲摘錄數圖以存其真 (見第六，至八圖)。

同時有德之羅賽兒 (Roesel, 1705-1759)，法之樓謨 (Reaumur, 1683-1757) 等人以研究昆蟲之習性與生命史等見稱於世。彼等於昆蟲外部之形態尤特別注意與描寫。並羅賽兒之圖，至今猶為人所參考焉。

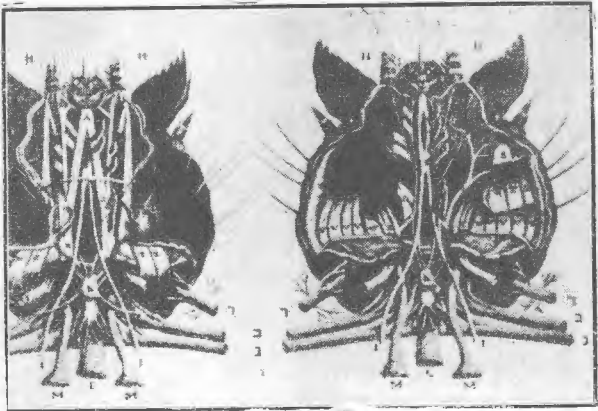
自然史與動植物名稱之確定 葛思繹 (Gesner) 與雷愛 (John Ray) 皆好生物自然史與分類之研究者也，前已言之。



第五圖 耶納
Lyonet, 1707-1789

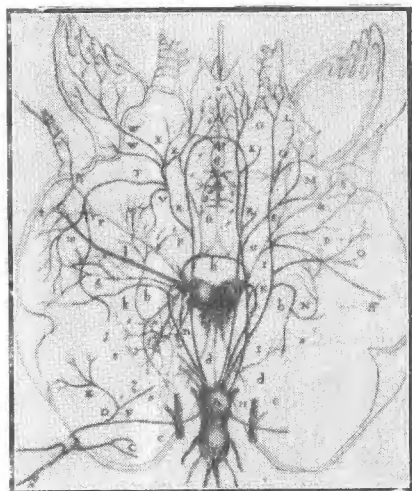


第六圖
A. 柳蛾幼蟲肌肉解剖
B. 柳蛾幼蟲神經系統之解剖
(從 Lyonet's Monograph)



第七圖
柳蛾幼蟲頭部之解剖 (從 Lyonet's Monograph)

惟其時生物無一定之物名，物同而名異者有之，物異而名同者有之；或一物數名，或一名數物者亦有之；甚至各國以方言之不同而各以其土名名之者亦有之；此甲彼乙，學者苦焉。自林內(Linnaeus, 1707-1778) (第九圖)出，生物之物名始一定。林內於生物學理論固無甚貢獻，學



第八圖

柳蛾幼蟲之腦及頭部神經之解剖
(從 Lyonet's Monograph)

者早評之，但確定生物命名一事，要亦不謂無功。林內瑞典人，幼時本學神道學，不喜讀書，專好採集動植礦物而思察之。於分類尤有特長，據云，四歲時即能辨認不忘。其父因以甚為失望，當時有令其輟學而改作鞋匠之議。設不幸如是，非特埋沒天才，即生物學史上亦少一人焉。幸當時有識之者，勸之改習醫，雖其間困苦顛連，卒成爲 Upsala 大學之教授而



第九圖 林內
Linnaeus, 1707-1778

遂其終身之志。林氏之成名著作曰自然系統 (Systema Naturae), 於一七三五年出版, 初僅十二頁, 不過將動植礦物排成一有系統之目錄而已。此書於其生時共再版十二次。末次在一七六八年, 與初版比較增加甚多。彼於動植礦之命名, 有一定之方法與系統, 即世所稱之雙名制 (Binominal nomenclature) 是也。雙名制猶人之有姓與名也, 即屬名為姓種名為名, 且必須就臘丁字義或仿臘丁字樣而命之。例如獅, 虎, 貓, 豹, 同屬 (Genus) 也; 其屬名為 Felis (訓貓, 臘丁字), 亦猶人之姓也, 即獅, 虎, 貓, 豹, 同姓 Felis。獅之種名為 Leo, 虎為 Tigris, 貓為 Catus, 豹為 Pardus, 亦即獅虎貓豹之名也。合其屬名與種名, 即獅為 Felis leo, 虎為 Felis tigris, 貓為 Felis catus, 豹為 Felis pardus; 此即雙名制也。自此法創立後, 學者咸遵守之, 且依此法, 所定之名, 稱謂學名。於是命名法已定。無論如俄, 英, 德, 法, 西班牙, 意大利, 日本, 中國, 其文字雖各不同, 而動植物之學名皆無二致焉。

林內於學名確定一事, 厥功果偉, 但於自然分類一道, 無甚貢獻。蓋自然分類云者, 即根據動植物天演之階程, 考其源流, 辨其親疏而確定者也。林內時代尙不明於此, 且林內於物種 (Species) 之觀念甚膚淺, 不主演化, 以為物種是一成而不變。自十九世紀初賴默克 (Lamarck) 之著作出, 天演之義始萌芽, 而自然分類方有改進, 容後論之。

比較解剖之萌芽 先時於十七世紀有薛阜靈訥 (Severinus, 1580-1656) 氏好動物解剖之研究, 於一六四五年著成一書曰

Zootomia Democritae (意即 Democritae 之動物解剖，緣戴蒙克拉的 [Democritae] 係羅馬時代之一自然科學家，尊之以名其書)，中述魚鳥及哺乳動物之內部解剖並附以圖解。惟不甚精美。其書雖膚淺而謬誤者甚多，要可認為將來比較解剖學之濫觴也。

十八世紀時，又有三人焉，開比較解剖學之門，而為顯衛 (Cuvier) 之先聲者，即荷之干褒 (Camper, 1722-1789) 英之亨德 (John Hunter)，法之佛待齊 (Vicq d'Azyr) 是也。干褒 荷之 Leyden 人也，既好藝術，復愛科學之研究，後娶一富家女，致無大發展其學，深為可惜。其所研究工作與所發現者為象，鯨魚，猩猩等等之解剖，魚耳內的半規管 (Semicircular canal) 之發現，鳥骨之通空氣，古代動物骨骼之研究而斷為屬於滅亡之種族，並以面角 (Facial angle) 之大小而測人類之賢愚等等，皆有真理存於其間也。

亨德 (John Hunter, 1728-1793)，(第十圖) 為一自修成名之醫生。年二十，未嘗受相當教育，來倫敦，試作乃兄威廉·亨德 (William Hunter) 之解剖助手。其兄乃當時倫敦之一名醫生。以其有特殊天才，一年後，於解剖一道即能瞭然無遺。後自相研



第十圖 亨德

John Hunter, 1728-1793

習，卒爲聖喬治 (St. George) 醫院之領袖醫師，此實可令人興感者也。

彼收入既豐，乃盡用以蒐買各種動物標本，保藏之，解剖之，以比較其與人之異同而追溯各器官之源流，實開比較解剖學之途徑。其後日積月累，竟築一博物館以陳列之。死後英政府以一萬五千鎊購去，作爲倫敦皇家醫學院之用。今猶存在焉。

佛待齊 (Vicq d'Azyr, 1748-1794) 氏亦一著名之醫師也。於鳥類及四足動物之解剖研究尤力。並比較人與動物異同之點。其作比較之研究，較亨德 (Hunter) 尤見精確與有系統，即就各動物之各相當部分而一一比較其結構之異同。如四肢與四肢之比較，各就其中肌肉之位置，骨骼之關聯，與夫神經之分佈，先求其相當者一一比較之，以察其異同之所在。彼於腦亦有相當之研究，惟腦內部之構造，如纖維束等等尙未明耳。惜未能永天年以終，死時僅四十六歲。

至十八世紀下葉顧衛 (Cuvier) 氏出，比較解剖學始漸成一獨立之科目，至十九世紀初葉，從之者甚衆，在當時有不可一世之概，容後論之。

組織學之啓發 在十八世紀下葉有法人皮休 (Bichat, 1771-1801) 氏(第十一圖)實爲年少之英才。以法國大革命之亂，避居巴黎，得從名醫學教授兜坐 (Desault) 學習，天才藉以大展，亦幸事也。年二十六，即任爲解剖學教授。就其研究所得，於一八〇〇年先後發表兩種著作，即膜之研究 (Traité des Mem-

branes)與生與死之生理的研究 (Recherches Physiologiques sur la Vie et la Mort) 是也。於一八〇一年又成一著作曰普通解剖學 (Anatomie Generale)。其研究正方興未艾，不幸於同年偶遭滑跌，致傷腸胃而死，其時僅三十一歲。



第十一圖 皮休
Bichat, 1771-1801

皮休之於解剖之研究，實比亨德，佛待齊，顧衛等又進一步，即各器官在顯微鏡下所呈之結構的研究也。今謂為組織學 (Histology)。其所謂膜，意即今之組織(體素 Tissue)，即構成各器官之基本的結構也。彼雖短命早死，然於其著作中在在皆述及於此。膜之研究與普通解剖學二書即由此而作。此後繼之者甚衆，而組織學遂漸成一專門研究之科目矣。

胚胎觀念之爭持 先時在十七世紀時，生理學之始祖哈佛 (Harvey)氏(見前)研究血液循環外，亦作雞卵胚胎之觀察。於一六五一年發表一書曰動物發生論 (Exercitationes de generatione animalium)，但其中述及動物發長之事實甚少，大都皆評論前人之作與討論發育之自然程序耳。彼於雞卵之發長，以卵黃上之白點(即今所稱之胚盤)為雞胎發原之地，並發現胚胎時心臟之跳動，較前人已進步多多矣。當時『凡

動物皆由卵成』(Omne vivum ex ovo)之格言，哈佛亦採用之，且主張逐漸發達說。同時有馬爾璧(Malpighi)(見前)者，亦作雞卵發育之研究。於一六七二年就其研究所得發表兩種著作曰心之成長與卵之孵化，並各附以圖解，共計十二幅，八十六圖之多。其中所述者皆事實之描寫，如心與血管之如何發長，及雞胎頭部之屈曲，神經槽之發長以及腦與眼之成長，較哈佛所作切實萬倍矣。惟馬氏於胚胎發育之理論，非如哈氏之主逐漸發達說，而以爲胚胎各部之雛形均預成於卵中，後來不過長大發揚而已。此實爲十八世紀最流行之豫成(Preformation)說之嚆矢也。

在一六七七年劉文壑(Leeuwenhoek)(見前)又發見卵子受精之現象，以爲動物之雛形係豫成於精蟲中。故當時又分成兩學派，即一主精蟲爲動物發生之原動力，稱主精派(Animalculists)；一主卵子爲動物發生之原動力，曰主卵派(Ovulists)。

至十八世紀時，豫成說雖盛極一時，然華孚(Wolff)之新生論(Epigenesis)已開始進行，惟其勢不敵，附從者絕少。直至十九世紀初葉裴歐(Von Baer)氏出始一鳴驚人而胚胎學於是成立矣。

豫成說者，非科學之理論也，不過爲歷史上留一陳跡。其說即胚胎各部之雛形均豫成於卵中，所謂發育云者，不過就已成之雛形長大而發揚之謂。其所以成此玄理，當時亦有根據者在，即(一)種子與花蕾之發長皆先有雛形可尋；(二)馬氏研究雞卵發育時，以爲在未加溫度而使之孵化前，卵中已成有雛

形(實由天熱卵已孵化之故,蓋馬氏意人也,其地本熱);(三)史文茂堂 (Swammerdam) 研究昆蟲之變態,其成蟲之各部,在蛹時已有線索可尋。其實此三者,皆由當時觀察不精,強索誤會而成者也。此說至十八世紀中華,經白納 (Bonnert),賴撥立茲 (Leibnitz) 等引伸後,更成爲一妙不可言之玄理,即套箱論 (Encasement) 是也。此理論純由玄想而成,爲豫成說之極端的與自然的推論也。其意即動物之雛形既豫成於卵中,則子代之雛形,必豫成於母代之卵中,而母代之雛形又必豫成於祖代之卵中,祖代之雛形,又必豫成尊祖代之卵中,如是遠推之,則代代之雛形必皆豫成於最早一代之卵中,猶一疊大裝小,小裝更小,以至於無窮之套箱然。此種理論,自今思之,無甚意義也。

自十七世紀之豫成論至十八世紀形成套箱論,於胚胎發達之自然程序,愈追求而離真理愈遠,幾難自拔。幸當時有英人華孚 (Wolff) 氏一英才也,好雞卵孵化之研究,於一七五九年成一書曰發生論 (Theoria Generationis),中分三部,一爲植物之發育,二爲動物之發育,三爲發育之理論,持逐漸發達說以對抗之。曾有雞卵中無論如何尋不到一根雞毛之言。其時年僅二十六。至一七六八年經其研究所得又成一文曰腸之成長 (De Formatione Intestinorum),中述及腸以及神經系統與循環系統如何由胚層(當時謂之葉狀層)分化嬗變而成,此實爲十九世紀時裴歐 (Von Baer) 之胚層論之濫觴。此作較發生論更有精彩,惟當時附之者絕少,以致胚胎學之正式成

立，遲延五十餘年。

生理學者之繼起 自哈佛 (Harvey) 之血液循環發表後，引起世人不少之注意，而昔時所迷信之精氣論亦漸形瓦解。至十八世紀有赫樓 (Haller, 1708-1777) (第十二圖) 者繼哈氏後而為生理學獨立成科之創造者。緣先時生理與解剖不過為習醫者入門之學。先時有荷蘭 學者巴海符 (Boerhaave) 氏為 Leyden 大學之醫科教授，除教授醫學外，從事有機化學之研究，為一代之宗師。從其學者幾遍全歐，盛極一時。赫樓 (Haller) 即其入室弟子也。畢業後，初在巴黎，繼歸瑞士，終為 Göttingen 大學之解剖學醫學與植物學教授聲譽漸隆，從之者日衆，昔日其師在 Leyden 之風，今又



第十二圖 赫樓

Albrecht Haller, 1708-1777

重演於此矣。其與門弟子研究之結果絡續所發表者共計一八〇册之多，實可令人驚歎也。其成名之著作曰人體生理學綱要 (Elementa Physiologiae Corporis Humani) 一書，於一七五八年出版，實為促成生理學獨立之關鍵。我們不可不記焉。彼又好作人體解剖之圖，昔日魏索立 (Vesalius) 之作圖既不甚精確，繼之者亦復一物一圖，如一血管，一神經，一肌肉是也。彼此自然之關係至難明瞭。赫樓 (Haller) 氏則不然，將

彼此在某處自然之關係盡繪於一圖，圖下復註有生理作用之概況，實一舉而兩便，後世宗之。彼又發現肌肉收縮之功用，為後世運動生理之張本。惜乎赫樓氏於學理一道，不善解釋，其門弟子更多誤解之處，嘗主生命論以解釋一切生理作用，實為世上所詬病也。

在十八世紀時有貝利司德賈 (Priestley) 氏，於一七七二年發現一種氣體，經燃燒後始顯，名之曰 *Dephlogisticated air*，即所以示非燃素 (Phlogiston) 也。緣當時學者於燃燒意義未明，以為物質中含有一氣體曰燃素，當燃燒時此項氣體即行放出，此即當時盛行之燃素論也。同時有法人賴韋翠 (Lavoisier, 1743-1794) 氏大化學家也，幾經試驗，於一七七八年始證實貝利司德賈氏所發現之氣體之存在而名之曰氧氣，並證明燃燒乃物質氧化之現象，並無所謂燃素也。當物質燃燒時氧氣取自空中與之化合，故燃燒後之物質必較重；此適與燃素論相反，一經試驗，即可判然。呼吸時亦取空中之氧氣，其義與燃燒同。自此後動物需要氧氣之意始漸明，呼吸器官之生理，於是始為我們所注意矣。

生物自相發生之試驗 昔時之人咸信生物能自發生，不必需有種子，如中國之「腐草化螢」，歐西之「蛙類生自池泥，露珠成為昆蟲」，即此類也。自十七世紀意人雷第 (Redi, 1626-1697) 氏出，始證明生物不能自為發生。其試驗之方法至簡，以瓶內儲肉類，一瓶開口，一瓶覆以紙，又一瓶蓋以細網。結果瓶內之肉類皆腐化。惟開口之瓶中腐肉上因蠅之飛集而

產卵生蛆；其覆以紙或蓋以細網，則蠅之不能入，雖其中藏肉類同樣腐化，但無一蛆之產生，且在網上可見蠅卵也。由此試驗可以證明腐肉化蛆之俗諺爲妄。非腐肉之可化蛆，乃以肉腐而後飛蠅逐之，而後產卵生蛆耳。時在一六六八年也。此後繼述之者不乏其人，益使雷第之觀念益形鞏固。在此時期顯微鏡已用以觀察生物矣。有劉文壑 (Leeuwenhoeck) 氏(見前)曾藉之而發現微細之生物曰小動物 (Animalcule)，當時頗引起人之注意。因此又有一問題發生，即肉眼能見之生物，果如雷第所言不能自相發生，然微細之生物如小動物等，或許可以自相發生，或許可以由無機物而直接變成。此問題在十七世紀時即無法解決。

七十年後有倪特漢 (Needham, 1713-1784) 氏，英人而僑居大陸者也，好自然學，於一七四八年就其研究所得，發表其對於微生物自相發生之試驗的結果。其試驗之方法，以肉湯注入於有木塞並密封膠泥之玻管中，再以火熱之，然後察其變化。結果管內之肉湯漸形腐化而微生物生焉。故倪特漢頗信微生物可以自爲發生。此試驗初觀之似無瑕疵；但同時有施拜蘭齋尼 (Spallanzani, 1729-1799) 氏，意人也，對之頗覺其弊百出，如膠泥封固之不足恃，火熱之時又無溫度與時間之標明，實非科學的也。故施拜蘭齋尼，再作試驗以證明之，彼之試驗，方法以肉湯注入於細頸瓶中，再以火灼瓶之細頸，使其鎔化而自行封閉，然後再浸入沸水中煮四十五分鐘之久，如是在瓶中預留之微生物種子均可殺滅矣。結果瓶內之肉湯不起

變化，彼以同樣肉湯注入不封閉之瓶中，不久即起變化而有泡沫浮於其上。由此可以證明微生物不能自為發生者也。惟此時倪特漢氏持反對之論，以為瓶內之肉湯在沸水中煮若是之久，則一切能生之微生物之原動力皆毀壞矣。原動力既毀壞，微生物自不能發生。但施拜蘭齋尼又將本來封固而不起腐化之瓶頸毀斷，使肉湯又直接於空氣，不久即腐化而微生物生焉，與原來不封閉者同。如是後倪特漢之語始塞，而微生物不能自為發生之證明益定。然此時也氧氣已為人發現（見前）而又知為生物所必需者也。故又有一問題發生矣，即施拜蘭齋尼之試驗，其微生物所以不能發生者，是否為缺乏氧氣之故？此問題直至十九世紀始能解決，容後論之。

其他之研究 在十八世紀時有瑞士學者白納（Bonnet, 1720-1793）氏，於胚胎理論雖主套箱論（見前）幾使真理愈求愈遠，然於其他之研究而甚足為吾人所稱道者，不可不記。略述如下：

（一）**芽蟲之研究** 芽蟲能為孤雌生殖（Parthenogenesis亦稱處女生殖）及其他對於兩性之種種現象，非常複雜，為我們研究之絕好材料。自白納於一七四一年發表芽蟲一文後，引起此項興趣與研究者絕大之願欲，至今尚未已也。

（二）**植物葉之功用** 如葉對於光，溼氣等之感覺與植物之生長，白納氏當時研究甚力，今謂之趨性（Tropism），已成近代植物學上之專門科目矣。

（三）**動物再生之研究** 白納氏於蟲類，蝸牛；甚至如火蛇

(即蠓蟻之一種，南京有一種，俗名龍)等皆試驗之。例如切去蟲類(如蚯蚓)之頭，經過相當時期後，則新頭以生，尾亦如之。更奇者有時尾切去後不長以尾，而以頭代之。此白納氏亦論及也。又如火蛇之尾足等切去後，數月後即可復生，但不能去頭，頭去則火蛇死矣。故動物等級愈高，再生愈難，此白納亦有論及之。動物再生一問題，至今尚在研究中，其奧妙不易爲人所窺破云。

第七章 生物學之成熟時代(二)

十九世紀，爲造成生物科學之重要時代也，其貢獻之大，人才之衆，超過以前之任何時代。在此時期非特生物科學之有突飛猛進，即物質科學 (Physical sciences) 亦何獨不然，因物質科學之進展，使生物科學更有進一步之研究，所謂生物物理學 (Bio-physics) 生物化學 (Bio-chemistry) 即應運以生。時至今日，以物理學的與化學的方法探討生命之現象幾成爲人人所同具之心，且將來生命之究竟亦唯有藉此而或可解決。現雖在研究時代，其間錯綜複雜之處，幾令人目眩，離解決期甚遠；然事在人爲，將來或可有見天日之一日也。

在此時期，非特物質與生物科學有突飛猛進之象，而地質科學 (Earth science) 亦何嘗不然，地層中所發見之化石 (Fossil) 確定爲古代生物經物理學的與化學的自然變化而保存之遺留後，非特地層之成因與其造成之時期可藉以解決，即生物天演之事實，亦可由化石之跡象而直接證明。於生物科學又多一幫助矣。茲將十九世紀之生物科學之發達情形，分述如下。

原生動物學之成立 自十八世紀之繆賴 (O. Er. Müller) (見前) 氏研究 *Animalcula Infusoria* 後，直至一八三六年有愛倫倍 (Ehrenberg, 1795-1876) 者以研究所得發表一著作白完
生物之 Infusoria (*Die Infusionsthierchen als Vollkommene*

Organismen), 其中描寫 Infusoria (意即纖毛微生物) 之吸食食物之情形至詳, 如食物小質點如何吸入後即匯集於食物空泡, 此項空泡再週運於全身而消化之。又當此項微生物飽食後常有數個食物空泡可見, 因此愛倫倍以為此項動物必含有數個胃以供消化, 故名之曰多胃動物 (Polygastrica)。但其時, 細胞論漸告成立, 一時思想一新, 對之頗為不滿 (細胞論於一八三八年成立, 見後)。至一八四五年齊波脫 (Von Siebold) 創原生動物 (Protozoa) 一名以概括之 (見後), 且斷定原生動物為單細胞生物。自此後愛倫倍之多胃觀念即不成立矣。原生動物在動物界之地位既行決定, 研究者踵相接, 非特新種新族日有發現, 原生物自然分類之系統日漸改進, 原生物之結構日益明瞭, 即原生物之習性, 生殖, 生理, 行為與夫與疾病之關係等等之研究, 亦莫不與時俱進。輒近研究原生物者往往以試驗的方法行之, 如培養劑與原生物之生長及生殖等等之關係, 原生物剖割後之各部變化, 原生物之物理的與化學的研究, 如滲透, 瀰散, 電, 熱等問題, 及其他, 至今猶未已也。

昆蟲學之成立 自十八世紀時之郎納 (Lyonet) 氏等 (見前) 研究昆蟲而發表其結果後, 世上繼之者不乏其人。在十九世紀上半紀, 昆蟲學得漸能獨立成科者, 實得力於施丘度堪 (Straus-Dürkeim), 涂富爾 (Dufour), 牛坡忒 (Newport) 及賴疊 (Leydig) 等四人為最大。施丘度堪 (Straus-Dürkeim, 1790-1865) 受當時法國大科學家顧衛 (Curier) (見後) 之影響, 作昆蟲比較解剖之研究, 於一八二八年由法國皇家學院發表

其著作，簡名可譯爲昆蟲比較解剖專著 (*Considérations Générales sur l'Anatomie Comparée des Animaux Articulés Auxquelles ou a joint l'Anatomie Descriptive du Melolontha Vulgaris* [Hanneton] donnée Comme exemple de l'Organisation des Coleoptères)。其中述大甲蟲 (Cockchafer) 之解剖尤詳。其初意擬就昆蟲各類別中擇一標準者而後一一解剖之，惟其事未果，卒未見於其著作中。同時有涂富爾 (Dufour) 者於一八三一年至一八三四年之三年中作昆蟲比較解剖之研究甚詳，從昆蟲各類別中皆一一研究之；以補施丘度堪之不足，實立近代昆蟲解剖之基礎。然昆蟲之胚胎與組織皆未述及。至一八一四年有英人牛坡忒 (Newport) 氏，先受裴歐 (Von Baer) 胚層論 (見後) 之影響，從事昆蟲發育之研究。其於昆蟲之解剖，皆從胚胎立論，較前人更進一步。曾發表論著多篇，其重要甚足爲我們所稱道也。

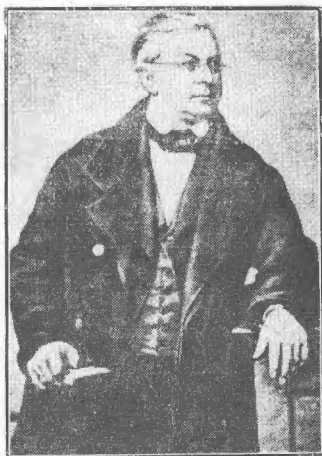
其時，細胞論已經成立，顯微鏡下之工作，則風起雲湧。有賴疊 (Leydig, 1821-1908) 氏即根據此點而觀察昆蟲各器官在顯微鏡下之結構以作進一步之研究，於是昆蟲組織學又成立矣。凡各器官之功用如何，第一步必須先明其結構。自昆蟲之組織漸形明瞭後，其功用始漸知。自此後昆蟲學已獨立成科而爲近代重要科目之一矣。

動物自然分類之成立 十八世紀時林內 (Linnaeus) 已確定動植物物名矣，(見前) 然於自然分類也無甚貢獻，因其時比較解剖學，胚胎學，天演論等尙未昌明，僅依據生物外狀而強

爲之分類而已。林內當時強分動物爲六大類，即哺乳類，鳥類，兩棲類，魚類，昆蟲類及蟲類是也。其所著之自然系統一書，原爲易以鑒定物名而作，於動物之自然關係初無甚論列。自願衛 (Cuvier) 研究動物之比較解剖後 (見後)，動物之自然分類始萌芽。於一八一六年始成立其自然分類之系統。其於動物之分類，係根據比較解剖之研究，創模式論 (Type Theory)，即將動物分成四大基本結構或模式，即 (一) 脊椎式 (Vertebrate type)，(二) 軟體式 (Molluscan type)，(三) 節肢式 (Articulated type)，(四) 輻射式 (Radiated type) 是也。如魚，蛙，龜，蛇，鳥，犬，羊等皆屬 (一) 式，因同有一脊椎也。如蚌，螺等屬 (二) 式因其皆被以軟膜也。爲蛛，蜈蚣，蝦，蟹，蝗蟲等皆屬 (三) 式，因同具有關節之肢也；而環節蟲類如蚯蚓等亦屬之。如海盤車，海膽，海參，水媳，珊瑚等屬 (四) 式，因其體皆輻射對稱 (Radial Symmetry) 也；但原生動物及無環節蟲類亦屬之。雖其間錯誤之處甚多，然已有原理可尋，較之林內氏進步多矣。至一八二八年裴歐 (Van Baer) (見後) 之胚層論乃告成立。由胚胎之研究，裴歐亦得到動物分類與願衛 (Cuvier) 相同之結果。自此後研究動物自然分類者必以比較解剖及胚胎爲歸依；因如是後動物親疏之別始可決定，而其自然之關係始可明瞭。

至一八四五年有齊波脫 (Von Siebold, 1804-1885) 氏 (第十三圖) 根據時代之前進 (如胚層論，細胞論等)，將願衛 (Cuvier) 之輻射式動物分立爲原生動物 (Protozoa) 及植狀動物

(Zoophyta)兩門。凡單細胞動物皆屬原生動物門；海盤車，海膽，海參，水螅，水母，珊瑚等皆屬植狀動物門。又將顯衛之節肢式中之動物如蜘蛛，蜈蚣，蝦，蟹，蝗蟲等皆具有節肢者，乃屬於節肢動物 (Arthropoda) 門；將其中之環節蟲另行分出，與輻射式中之無環節蟲合併而為一蟲形動物 (Vermes) 門。同時有陸楷德 (Leuckart,



1823-1898) 從齊波脫後，又根據植狀動物之體腔 (Coelom) 之

第十三圖 齊波脫

Karl Th. von Siebold, 1804-1885

有無而分立為兩門，如海盤車，海膽，海參等有體腔者也，創一棘皮動物 (Echinodermata) 門以包括之；如水螅，水母，珊瑚等無體腔者也，乃創一腔腸動物 (Coelenterata) 門以包括之。自此後動物自然分類系統之規模已具，方法已立，雖代有改進，要亦循此法則而為之耳。

至一八五九年達爾文 (Darwin) 之天演論成立後，(見後) 研究動物分類者非分而已也，以求動物間自然之關係而為之綜合以明如何進化之階程，更為主要之目標耳。昔時咸主張物種乃一成不變者也，以其構造之高下，創直線分類 (Linear Classification) 法，其間未嘗含有進化之理。賴默克之系譜樹 (Genealogical tree)，係根據動物進化之理以表明彼此親疏之

關係而作，猶一家之宗譜然，然未為當時所重視。直至天演論成立後，始重發現其重要，始知物種非一成不變者也，僅不過各為進化歷程上之一階段耳。此後學者宗之。此項自然分類系統自地殼中化石發現而確定為古生物後，補充之處甚多，益為完美。時人仍以發現新種新族為生物學上絕大之發現，亦以為生物學唯一之目的，何識見之淺陋也。可慨也夫！

比較解剖學之成立 自亨德(John Hunter)及佛待齊(Vicq D'Azyr)研究動物解剖後(見前)，比較解剖學之根基漸立。自顧衛(Cuvier, 1769-1832)氏(第十四圖)出，比較解剖學之獨立始告成。顧衛法人也。自幼即好讀自然史等書，如於葛思耨(Gesner)與勃封(Buffon)之著作愛好尤深。本習神學，於志不合，以獎學金額入著名之 Carolinian 學院肄業，藉以研習自然史與解剖學，其基即肇於此焉。年十九，為人西賓，其主甚富有，以移家於 Normandy 海濱，彼亦隨之，共居住六年。在此六年中職既清閒，環境又良，得從容研究。雖無書籍參考，然直接與自然相接觸，研習之，深討之，處處皆成學問。其將來之成功得力於此者實多。



第十四圖 顧衛
Cuvier 1769-1832

顧衛(Cuvier)既歸巴黎，得與學者相接觸。巴黎本人才會萃

之區，進境尤速。彼雖嘗爲政府官吏，然愛好自然之心始終不懈。自一八〇〇年後顧衛在巴黎之名聲世無其匹。在一八〇一至一八〇五年，發表其著作曰比較解剖 (Leçons d'Anatomie Comparée)，無脊椎與有脊椎動物皆包括之，爲後世講比較解剖學者之張本。在一八一二年又發表其關於古動物骨骼化石之研究，以樹立古脊椎動物學之基（見後）。在一八一六年又發表一著作曰動物界之排列與其構造 (Le Règne Animal distribui d'après son Organisation)，前所述模式論即在其中也。

顧衛除樹立比較解剖使成一獨立科目外，以研究所得創各部互關論 (Correlation Theory) 卽動物全身之各部彼此有相互之關係。如有銳利之齒牙者其足必具爪，其頭必無角；其齒平板者，其足必爲蹄，其頭往往生角。又如象以鼻長而頸短；馬以足高而頸首長，其間亦不乏真理。如今奧士朋 (Osborn) 之齒足適應說，卽濫觴於此。惟顧衛不主進化說，以災變 (Catastrophism) 如地殼之伸降等爲動物滅亡以及新種發生之成因，學者惜之。容後再論焉。

當顧衛講學於巴黎時，全歐皆從其風，各國學者從其游者甚多。如德之梅格爾 (J. Er. Meckel 1781-1833)，英之渦文 (Owen) 皆是。梅格爾於一八〇六年返國，卽在 Halle 大學爲解剖學教授，影響至大。自梅格爾後德國之大解剖學家當爲來思格 (Rathke, 1793-1860) 與計琴褒 (Gegenbaur, 1826-1903) 是也，其貢獻亦甚大。

渦文 (Owen, 1804-1892) 氏英人也，本習醫，年二十七，往

巴黎，就學於顯衛。於一八三一年返英，任事於倫敦醫學院，後選為教授。三十年後，辭職而改任倫敦大不列顛博物館館長，其時年將六十矣，又三十年而終。大不列顛博物館得名聞於世者，渦文之功也。渦文不特於解剖與生理有顯著之工作，即於古脊椎動物學亦甚有貢獻，誠一代人傑也。彼於比較解剖學最大之貢獻厥為同源 (Homology) 與同功 (Analogy) 之別。同功者表面相似，以功用相同形成相似之形狀，如鳥之翼，昆蟲之翅是也。同原者內部結構相似，胚胎時之來源相同，雖外狀以功用之不同儘可分歧，然實有一脈相承之淵源關係在，如人之手，獸之前肢，鳥之翼，魚之前鰭是也。此辨既明，比較之方法始進，今日講比較解剖學者亦莫不以此為訓。自天演觀念發表後，比較解剖始有歸宿可尋；因比較解剖之進展，天演益有證據可得。兩者互為因果，互相證明。渦文之同源與同功學說，證以進化，其義益明矣。

組織學之完成 皮休 (Bichat) 既利用顯微鏡以觀察各器官之結構後 (見前)，頗引起世人之注意。彼雖短命死焉，未竟其業，然繼之者有人，且能發揚而光大之，要亦無遺恨矣乎！在十九世紀初葉有薛藩 (Schwann) 者 (見後) 好動物之研究，以顯微鏡之力觀察動物各器官之結構，創細胞論而為生物構造之基本，發前人之未發，舉世從之。此亦研究動物組織之結果也。

同時有客里叩 (Kölliker, 1817-1905) 氏，德之大自然科學家也。研究胚胎及組織終身不輟。曾追溯組織 (體素 Tissue) 之

源淵，自卵子起中經分裂至組織造成爲止，貢獻甚大。又研究神經系統之組織，於一八四五年發現神經纖維與神經細胞之連絡等等，爲將來神經原論 (Neurone Theory) 之張本。自一八四七年，被選爲 Würzburg 大學教授後，卽終老於此。在一八五〇至一八九〇之四十年間，無年不有其貢獻，雖年至七十五，尙能校訂其所著之組織學 (Handbuch der Gewebelehre) 一書 (此爲第六次版)，足見其精力之強健也。

又有許智 (Max Schultze, 1825-1874) 氏亦德人也，除發表原形質論外 (見後)，亦作組織之研究，如鼻膜，網膜 (Retina) 神經，肌肉等之構造，其創造之功亦不容埋沒也。

此外又有研究病理組織學 (Pathological Histology) 者如啡爾珂 (Virchow, 1821-1903); 昆蟲之組織學者如賴疊 (Leydig) (見前); 益使此項科學之完美矣。

在十九世紀下葉二十世紀開始有楷藉 (Cajal) 者研究神經系統與知覺器官之組織至詳，亦不可不記焉。

胚胎學之成立 在十九世紀之初，能使胚胎學獨立成科而將十八世紀之玄妙理論 (見前) 根本剷除者，俄人裴歐 (von Baer, 1792-1876) (第十五圖) 是也。裴歐爲 Würzburg 大學之解剖學教授堵林扣 (Döllinger) 之門徒，與同學班寶 (Pander) 友善，同作雞卵胚胎之研究。在一八一七年班寶先成一報告，中論及胚層之存在，然察而不精，語焉不詳。但裴歐 (von Baer) 受此影響，始努力工作，卒於一八二八年發表其立一代言而爲後世法之大作曰動物之發育 (Entwicklungsgeschichte

der Tiere)。在此著作中，一，能提高胚胎之重要與價值，使後人聞風興起；二，成立胚層論 (Germ layer Theory) 使胚胎複雜之事實有所歸宿；三，作比較的研究以使胚層論之普遍。胚層論者即卵子在發育時必須先經過胚層之結構，然後由胚層再發生其他種種器官之謂。胚層共計三層，即外層，內層與中層（裴歐當時以爲中層有二層）是也，凡百器官皆



第十五圖 裴歐

Karl Ernst von Baer 1792—1876

由此三種基本胚層逐漸分化嬗變而成。如神經系統與外皮系統，由外層分化而成；肌肉，骨骼，筋腱，血管，血，心，腎，生殖腺等等皆由中層分化而成；肺，肝，及消化系統之內壁等等，皆由內層分化而成。動物之構造，繁簡不一，即胚層分化之程度有高下之分。動物愈低等者，其胚層分化之程度愈下，故其結構簡；反是，動物愈高等者，胚層分化之程度愈高，故其結構繁。自此胚層論創立後，學者始有規矩可尋，窮源究極，直至於今。

在一八三九年細胞論成立後（見後），學者愈有準繩，至一八六一年計琴褒 (Gegenbaur) 定卵子爲細胞，在一八六五年，又定精蟲爲細胞後，則胚層之源淵又可從受精卵起（就是從單細胞起），追溯其如何，經分裂嬗變而成矣。同時如李梅克

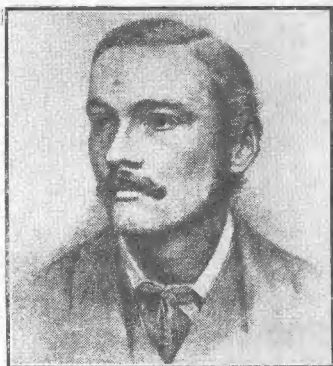
(Remak)之定裴歐(von Baer)之兩層中層爲一層；客里叩(Kölliker)之對於脊椎動物如雞兔等之發育的研究；赫胥黎(Huxley)之推廣內層與外層至水蛭等極下等動物；葛伐利夫基(Kovalevsky)之發現原腸期(Gastrula stage)爲一切動物發育時所必經之過程，以及連絡無脊椎動物與有脊椎動物間之胚胎之自然情形；益使此項科學之完美矣。

在一八五八年時啡爾珂(Virchow)曾發表一著作曰細胞病理學(Cellular Pathology)，中述細胞非自由可成，必經前細胞之分裂而成者也。由此推之，卵子與精蟲亦必如是，此爲後來生殖質繼續說(Continuity of Germ Plasma)之張本。容後論之。惟卵子與精蟲既代代相承，而發長動物之原料又爲卵子與精蟲之交合體，則其發育時之種種表現，必有淵源可尋。在一八五九年天演論發表後，此項淵源關係愈明，重演定律卽由此而成者也。稍後當再論焉。

在此時期生物科學之發達幾一日千里，惟研究所得，其結果皆散見於各雜誌之中，東鱗西爪，尙未嘗彙爲一書以成巨觀。自英人裴爾福(Balfour, 1851-1882)(第十六圖)出始成其事。裴爾福氏年少之英才也。研究胚胎學。年二十五，卽執教於世之著名之劍橋大學。年三十一以研究所得成一大作，計二冊，曰比較胚胎學(Comparative Embryology)，在一八八〇至一八八一年出版，可謂自裴歐(von Baer)以來之第一部關於胚胎學之有系統之作。惜夫天不永年，在此著作完成後，以疲乏作歐洲大陸旅行，在亞爾伯斯山偶遭慘跌而死，其時僅三

十一歲。此時曾有研究生二十人繼行其研究工作也。

裴歐 (von Baer) 時已知胚層爲胚胎發生之原，且亦知不相同之動物其胚胎初期可以甚相同，故以發育時各時期相同之程度如何，即可定動物彼此親疏之關係焉。此固一重要之發現。迨後研究愈多，覺胚胎時有數種結構，往往先發現而



第十六圖 裴爾福

Francis M. Balfour, 1851—1882

後再退化，如鰓裂口 (Gill slits) 等。此等結構既無功用，則究有何義而顯現？至一八六三年，有傅力子繆賴 (Fritz Müller) 氏創重演定律 (Recapitulation Theory) 以解釋之。即此等結構爲重演該動物之進化歷程之意。(動物既由卵細胞與精細胞交合而成，而卵細胞與精細胞又爲綿延不斷之物。動物歷經進化以至於今，故在進化之歷程中生殖細胞必亦遞演遞變而至於今。此項演變之情形，在生殖細胞發育時——重演，亦非無理由。此從生殖質繼續說立論，重演定律亦有根據可依) 故動物之胚胎可視作該動物進化史之索引；換言之，某動物之演化史可在其胚胎中求得之。惟代遠年湮，其中變化當至繁，在動物胚胎之歷程中與其進化史未能盡合，往往減少者有之，增加者有之，縮短者亦有之，猶如一疊影片經剪裁增補後，未必與當時情形——相同。故在胚胎中而求動物當時

真正之進化情形非幾經分析與探討不可也。在裴爾福 (Balfour) 之比較胚胎學一書中處處以重演定律而解釋胚胎之繁複與不斷之事實，此足見其分析之精，用心之苦矣。重演定律經郝開兒 (Haeckel) 之引用後，已達至最高點。但二十世紀開始以來，批評者甚衆，不如昔日之盛行與重要矣。

裴爾福後胚胎學已正式成立，至今五十年來，繼之者不乏其人，如赫德唯克 (Hertwig) 對於卵子受精之情形之研究；赫司 (His) 對於神經系統發長之研究；法德曼 (Whitman) 等對於胚層之由來之研究，皆足以助長胚胎學之進展。在十九世紀末又有實驗胚胎學之發生，頓開一新局面，容後再論之。

生理學之成立 在十九世紀初葉有裴爾 (Charles Bell, 1774-1842) 者一著名之醫師也。曾區別脊神經 (Spinal nerve) 與脊髓 (Spinal Cord) 相連處，其腹根 (Ventral root) 係屬於運動神經；背根 (Dorsal root) 係屬於知覺神經。唯此實由想像而得，初未嘗有實驗之證明。其時有江內繆賴 (Johannes Müller, 1801-1858) 氏 (第十七圖) 德人也。年少英俊，裴爾 (Bell) 所想象之事，彼已由實驗而證明矣。非特此也，樹近代生理學之基礎而以機械論替代生命



第十七圖 江內繆賴
Johannes Müller, 1801-1858

論而解釋生理現象者亦江內繆賴也。

赫樓 (Haller) 之時，雖知肌肉有收縮之功用，然以生命力 (Vital force) 而解釋肌肉，所以有收縮之功能，與靈魂說實相差無幾。繆賴 (Müller) 以機械論解釋生理之現象，即有如此之結構者，始有如是之功能，其理可藉物理學的與化學的原則而解釋之。又樹立神經系統之生理而與心靈 (Mind) 有密切之關係者亦江內繆賴也。且不但此，彼又作下等動物之生理作用使與高等動物作比較之研究，以推廣其普遍性，厥功至偉。於一八三三年發表一不朽之著作，曰人體生理學 (Handbuch der Physiologie des Menschen)。後世宗之。繆賴 (Müller) 係柏林大學教授，門徒至多。其中尤以白屢克 (Brücke, 1819-1892)，度拜累芒 (Du Bois-Reymond, 1818-1896)，及韓和之 (Helmholtz, 1821-1894) 爲最。

在十九世紀中葉有法人貝乃兒 (Bernard, 1813-1878) 氏亦一代人傑也。好生理之研究，發現肝臟中之臟粉 (Glycogen) 的造成，以及節制血管脹縮之神經，使人有進一步之瞭解。貝乃兒 性孤僻，惟見愛於拿破崙第三，因此得成立其實驗室，亦幸事也。

近數十年來生理學之研究尤爲突飛猛進。自十九世紀末內分泌腺之生理發現後，又闢一新宇宙，研究者踵相接，至今尚在努力進行中。

細胞論之成立 在十七世紀時如霍克 (Hooke)，馬爾璧 (Malpighi) 等 (見前) 已應用顯微鏡觀察生物之結構，發現

不少之事實。十八世紀時華孚 (Wolf) 用顯微鏡研究雞卵之發育 (見前), 亦發現胚子在顯微鏡下所呈之結構大都為許多半透明之小球胞所組成, 由此小球胞之逐漸分化異形, 其他之結構乃成。同時有赫樓 (Haller) 氏 (見前) 十八世紀時之大解剖學家與生理學家也, 亦用顯微鏡觀察動植物之堅硬部分而發現其纖維之組織, 以為動植物之基本結構為纖維也。此為十八世紀下葉與十九世紀初年最盛行之纖維論 (Fiber Theory) 是也。至一八三八年至一八三九年薛賴騰 (Schleiden) 與薛藩 (Schwann) 之著作出, 細胞論 (Cell Theory) 始成立; 於是方知動植物皆建築於同樣之基本構造, 即細胞是也。

薛賴騰 (Schleiden, 1804-1881) 氏德人也。初習法律, 畢業後, 為律師; 然愛好自然科學之心適與時俱長。年二十七, 棄之轉習醫。既畢業, 遂專研究植物學, 至難得也。先時在細胞論未成立前, 以顯微鏡之應用, 動植物微細之結構, 尤其於植物一方面, 已有精美之觀察。所謂細胞者, 世人亦漸知其重要矣。在一八三一年有蒲郎 (Robert Brown) 者以研究植物細胞之結果而發現細胞中有細胞核之存在。薛賴騰畢業後所作植物細胞由來 (即如何構成) 之研究, 即以細胞核為出發點。窮數年之功, 於一八三八年始發表其著作曰植物之由來 (Ueber Phytogenesis), 共計三十二頁, 圖解兩幅。中述及新細胞之由來, 為老細胞核之一邊先起一泡, 逐漸長大而成, 長成後細胞核即移居於細胞膜之中。又云, 俟新細胞核長成後, 外週即被以薄膜, 而新細胞成矣。凡此種種, 其觀察雖皆未精當,

然處處以細胞核立論而以促進其同時作研究之薛藩之注意而成立一普遍性之細胞論，要亦不容埋沒也。

薛藩 (Schwann, 1810-1882) 氏(第十八圖)亦德人也，為當時大生理學家江內繆賴(Johannus Müller)之門徒。江內繆賴初在 Würzburg 大學，彼即從其學。後隨其師至柏林，升為助教。惟好作動物組織之研究，卒成其學，遂與其師異曲而同工。



第十八圖 薛藩

Theodor Schwann, 1810-1882

薛藩 (Schwann) 與薛賴騰 (Schleiden) 相友善，於一八三八年十月中，以同餐而討論彼此之研究與發現。薛賴騰即以所得之結果相告，頗引起薛藩之注意。飯後即相偕至薛藩之實驗室中觀察彼所作之研究。其時正薛藩作動物脊髓切片之觀察，薛賴騰即發現在此等切片中亦有細胞核之存在，與彼在植物細胞中所見到者正相同。由此即引起薛藩之動植物有同樣之基本結構之概念。於一八三九年薛藩即發表一不朽之著作，曰從顯微鏡之觀察得到動植物有同樣之生長與結構 (Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen)，實受此影響而成其理論。其書共計二百十五頁，附圖解四幅。

中分三大部分，前二部專為事實之描寫，後一部專述理論。所謂細胞論者，即正式宣示於其中也。

細胞論既成立，一時思想一新，當時受其影響者至廣且大。雖然，薛賴騰與薛藩對於成立一普遍性之理論，即細胞為一切生物構造的單位，厥功雖偉，而於細胞內部之結構，新細胞成立之經過，以及細胞核之重要性，則未嘗有精確之觀察，且不但此，往往有錯誤之觀念雜於其間。此後補充之，刪改之，直至十九世紀末，細胞自然之情形始大致明瞭，至今猶進行無已也。

原形質之確定 先時有度柴騰 (Dujardin, 1801-1860) 氏愛好自然界之研究，於細胞論未成立前之數年（在一八三五年），就其研究下等動物之所得（大都為原生動物）發表軟質 (Sarcode) 之觀念，即構成下等動物之物質為膠狀之軟質是也，以其質軟而能自由動作，故名。凡生物所有一切生命的特性，皆由此項軟質發生。原生動物所含者果為此質，而蟲類所含者亦為此質。且以化學試驗證明此項物質與普通之蛋白質，黏液，膠質等皆不同。惜其時度柴騰之所研究者僅限於下等動物，以為此項軟質亦祇限於下等動物，未能推廣而成一普遍之原則耳。

自度柴騰之發表軟質論，十年後（一八四六年）有摩爾 (Von Mohl, 1805-1872) 氏，一大植物學家也。在植物細胞中，亦見有膠狀之物質，此項物質僅於細胞膜之內週（細胞核即在其中）而與細胞中間部分之細胞液 (Cell-sap) 有分別者也。摩

爾名此項物質曰原形質 (Protoplasm)。自此意見發表後，頗引起人之注意與猜疑，即度柴騰之軟質與摩爾之原形質或為同樣之物質亦未可知。其時也有戈韓 (Cohn, 1828-1898) 者，一少年植物學家也，於一八四九年以觀察原藻苞子之運動而肯定所謂植物之原形質與下等動物之軟質，即非相等，亦為極相似之物質耳。此可謂原形質論之濫觴也。惜戈韓 (Cohn) 後以研究細菌故，未能深究而引伸其言耳。又十年（於一八五九年）有狄拜里 (De Bary, 1831-1888) 者以研究黏菌類 (Myxomycetes) 植物而發現此項生物一方面與菌相似，一方面又與原生動物相像，實介於動植二者之間者也。由此動物與植物之關係益切，而對於動植物為由相同之基本物質構成者更多一根據矣。

綜上所述，故自一八三五至一八五九之二十餘年中，於動植物之基本物質之研究，已得有不少之事實，所缺者惟一普遍之原則耳。至一八六一年許智 (Max Schultze) (第十九圖) 之研究出始確定所謂植物之原形質與下等動物之軟質實為相同之物質；且軟質者非下等動物所獨有，高等動物之組織中亦含有同樣之物質，



第十九圖 許智
Max Schultze, 1825-1874

其生理作用如收縮性，感應性等等皆相同。換言之，即凡生物

皆由相同之物質造成，即原形質是也。原形質有相同之生理作用，此項生理作用之表現即為生命。故赫胥黎 (Huxley) 有言：『原形質為生命之物質的基本』，誠然。自此項普遍性之原形質論發表後，又使生物科學開一新紀元。此後研究者踵相接，而形成今日最重要問題之一也。

其他關於細胞之發現 於一八三九年細胞論雖成立，然於細胞由來之問題，雖薛賴騰 (Schleiden) 有所表見，但其言察而不精，實謬誤也，尚未為我們深悉。且其時，醫界中人咸信於生物之分泌物中或排泄物中細胞能自由構成，此即當時之細胞自由構成說 (Free Formation) 是也。自啡爾珂 (Virchow) (見前) 出，本其研究，於一八五九年發表細胞祇能由前細胞分裂而成，所謂細胞能自由構成者實妄也。創細胞繼續說 (Cell succession) 以糾正之，此實開將來生殖質繼續論之先河，其貢獻甚著稱於世焉。

細胞果為生物之構造的單位，然細胞非僅一體也，由膜，質，核三者而成。此三者究以何為最重要？最早如薛賴騰 (Schleiden) 等以膜為細胞最重要之部分；稍後以細胞質為最重要之部分。最後經客利叩 (Kolliker) (見前) 與赫德唯克 (Oskar Hertwig) 等之研究，始知細胞核為細胞最重要之部分，所謂生命即寄託於此。當時學者雖善其說，然未嘗有進一步之瞭解。直至一八八三年有斐納臺 (Van Beneden) 與巴偉力 (Boveri) 二氏，大生物學家也，作細胞分裂之研究，而發現當細胞分裂時，有小棒狀體之存在，以其能染色 (染色方法在一八六八年

起始應用),故名染色體 (Chromosome)。自此後染色體即為細胞核中最重要之部分矣。至今研究者,仍進行無已也。

生殖質繼續說之成立 啡爾珂 (Virchow) 氏於一八五九年既確定細胞祇能由前細胞分裂而成,則細胞的繁殖必為直線的進行。普通新生物之由來,除簡單之分裂法,芽生法,孤雌生殖法等外,大都皆由兩性之生殖細胞,精子與卵子交合而成。此項交合現象,曰受精作用。卵子經過受精後,必繼以分裂,分化等等以達於長成。此項情形在十九世紀中葉已為吾人所知悉矣。根據上兩項事實而引伸之,可得(一)生殖細胞發生有機體;(二)生殖細胞有繼續之可能。

先時在一八四九年渦文 (Ower)(見前)雖有機體細胞 (Somatic cell)與生殖細胞 (Germ cell)之別,然未能引伸其重要。一八六六年郝開兒 (Haeckel)亦作同樣之主張。直至魏知萬 (Weismann, 1834-1914)之生殖質 (Germ Plasm)一書發表後,生殖細胞與機體細胞之分別始確定。其分別也,非僅形體而已,乃為生殖細胞係代代相承之物,而機體細胞僅不過為生殖細胞之所產物耳。換言之,即生殖細胞生機體細胞,非機體細胞生生殖細胞也。更引伸之,即生殖細胞永生,機體細胞暫存。俗諺『蛋生雞,雞生蛋』之爭,若從此見地言之,則必為蛋(生殖細胞)生雞(機體細胞),非雞生蛋也。自此後上兩項引伸之點即可確定,而生殖質繼續說又為生物學上之重要原則之一矣。在魏知萬 (Weismann)氏未發表此項原則之前,如麥士保 (Nussbaum) (於一八七五年)及席格 (Jaeger) (於

一八七八年)等,皆有生殖質繼續說之發表,然終未及魏知萬氏所言之合理而引起全世界之注意也。

遺傳的物質基本之確定 常人皆知狗所生者爲狗,人所生者必爲人,奇形怪狀,雖或偶有發現,然亦爲胚胎反常之所致。此親子間肖似之情形,即謂爲遺傳。故遺傳本無別義,至簡且明也。惟遺傳性究存於何項物質內而使其進行無誤;換言之,即何項物質,負此項遺傳之責任?此問題頗引起世人之注意與探討。十八世紀時已知胚胎長自卵中,故卵子實負有遺傳之責任。同時又發現受精現象,胚胎長自受精之卵,則精子亦必負其責任矣。十八世紀時無此明白表示,卻有此義存於其間也。自十九世紀之細胞論成立,並確定卵子與精子皆爲細胞後,則始知生殖細胞同負遺傳之責任。然細胞由膜,質,核三者而成,究何者負之?初時以爲細胞質負之。自經客利叩(Kolliker)及赫德唯克(Oskar Hertwig)等研究後始知負遺傳之責任者實爲細胞核也。至十九世紀下葉自裴納臺(Van Beneden)與巴偉力(Boveri)等發現當細胞分裂時有染色體之存在後(見前),又假定負此項責任者爲細胞核中之染色體云。

細胞分裂原分兩種:一爲直接分裂,大概單細胞生物爲之;一爲間接分裂,大都多細胞生物爲之。在後者之分裂法中,染色體負有極大之使命,即各個染色體經分裂之程序後,必須一一平均分配與各子細胞是也。此項染色體在各種物種間各有一定之數目,除特例外,不能任意增減。在機體細胞之分裂中,

子細胞之染色體數目與母細胞同。但在生殖細胞中，當其由原始生殖細胞經過若干次之分裂後所成之卵子與精子，其染色體之數目為其原始生殖細胞之一半，此所謂減數分裂 (Reduction Division) 是也。卵受精後，染色體之數目，以精之補充而又復原。此後再照普通之細胞分裂法 (非減數分裂) 進行，逐漸增加，分化，以達完成。在此項胚胎進行中極大部分之細胞果分化成各種組織而復構成各種器官，此即機體細胞也。但有極少數細胞不起分化作用而留成爲原始生殖細胞；此項原始之生殖細胞再經一定之分裂程序後而成爲卵與精。如是週而復始，循環不已，即所謂生殖細胞之循環 (Germ Cell Cycle)。自上述之事實發現與知悉後，則以染色體爲遺傳之物質基本益有根據，而更可知新個體爲父母共有之物，其遺傳性一半得之於父，一半得之於母者也。至一九〇〇年遺傳律大白於天下後此事益有證明矣。

遺傳律之發現 十九世紀中葉有孟德爾(Mendel, 1822-1884) (第二十圖) 者一奧國 Brunn 地方之僧侶也。在僧院中作豌豆之遺傳研究，當時曾選定二十二種不同之性質，如花之顏色，種子之形狀與顏色，莖之高低等等。將不同性質之豌豆雜



第二十圖 孟德爾
Gregor Mendel, 1822-1884

配後，觀其第一子代之結果如何？復在第一子代中自相交配後，再觀其第二子代之情形如何？或第一子代與親種之雜配，結果又如何？或第二子代中自相配合，結果又如何？如是反復試驗，再加以精密之統計，共計八年之久，於一八六六年至一八六七年絡續發表其結果，即顯性與隱性定律，因子分離定律，與因子自由配合定律是也（其詳細情形參考本叢書中之遺傳與進化）。今簡略說明如下。以有兩種不同性質之豌豆，如種子之青黃二色，雜配後，其第一子代皆為黃色。又第一子代自相配合後，其第二子代為青黃二色，青居四分之一，黃居四分之三。孟德爾即名黃為顯性，青為隱性。因青之遺傳性當單獨存在時始顯，如與黃之遺傳性共同存在則不顯也。黃之遺傳性則反是，無論在何種情境之下皆顯現耳。又青黃各為親種之性質，配合後之第一子代必皆含有青黃二種之遺傳性也；唯此二種遺傳性不能共同存在於子代之同一生殖細胞（卵或精）中，一個生殖細胞祇能含一種父或母之遺傳性，在本例中，即青或黃是也。此即因子分離定律是也。由此可知，在第一子代自相配合後之第二子代，設第一子代含青色遺傳因子之生殖細胞與另一個含黃色遺傳因子之生殖細胞相遇着而受精，則第二子代之青色種子始顯。其數約為總數之四分之一。同樣，黃與黃相遇而受精則為黃色種子；黃與青相遇而受精，因黃為顯性，亦為黃色種子。故黃色種子居四分之三者即此故也。

又種子之青黃為一對相關的遺傳因子，而種子之圓與縐，亦

爲一對相關的因子。以試驗之結果，知黃與圓各爲顯性。今設以黃而圓者與青而縐者互相雜配後，其第一子代皆爲黃而圓之種子豌豆也。又在第一子代中互相配合後，則第二子代爲黃而圓者十六分之九，青而圓者十六分之三，黃而縐者十六分之三，青而縐者十六分之一。青圓與黃縐爲新生之現象。其故在第一子代中固含有黃與圓，青與縐之兩對遺傳因子，但照分離定律，其生殖細胞可成爲黃與圓，青與縐，及黃與縐，青與圓之四種生殖細胞也。此即因子自由配合定律是也。

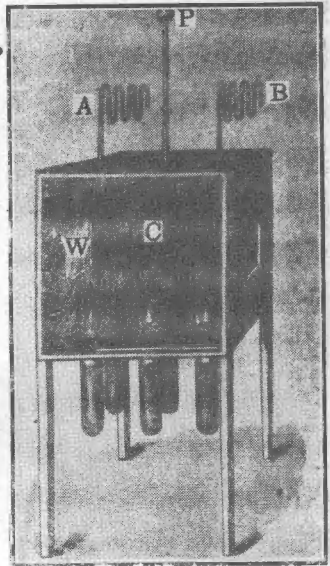
不幸孟德爾之遺傳定律，當時雖登載於 Brünn 之自然歷史雜誌上，但無人知其重要。直至一九〇〇年有狄維里司(De Vries)，叨倫(Torrens) 及邱謀(Tschermak) 等植物學家，以研究植物遺傳之情形，各自發現與孟德爾同樣之結果。因參考前人研究始發現孟德爾已先此三人而發現矣，故仍以孟德爾氏定律名之也。自此後研究幾一日千里，又以細胞學之猛進，遺傳定律益有張本可依矣。

生物自相發生之研究 十八世紀時施拜蘭齋尼(Spallanzani) 雖證明微生物不能自相發生，但是否係缺乏氧氣所致，尙屬疑問(見前)。十九世紀初葉有富倫許智(Franz Schutze) 者乃應時而生，作此項問題之探討。其法以消毒之頸瓶，中盛營養液，通以消毒之曲管；管間置空球數枚，盛以濃硫酸；曲管之一端，裝一通氣機(Aspirator)。如是空氣可進入曲管而經過數次濃硫酸以達於頸瓶。空氣經過濃硫酸後，其中之微生物種子可毀滅矣。結果微生物不能在營養液中自相發生。同時創

細胞論之薛藩 (Schwann) 氏亦作此項試驗；惟方法略異，即於曲管之外端，覆以金屬物，以火灼之，如是空氣流入而達於頸瓶者，其中所含之微生物種子必為毀滅矣。結果亦同。由此可知生物不能自相發生，必先有種子之存在而後始能發生耳。此項種子浮游於空氣之中，韓和之 (Helmholtz) 且於一八四三年以其不能透過皮膜，而確定為固體者也。

於一八五九年法人普虛 (Pouchet) 氏，為 Rouen 地方之自然歷史博物館館長也。舊題重溫，又作自相發生之試驗。其法先以沸水盛滿一細頸瓶中，然後嚴密封閉之，再將此瓶倒置於水銀槽中，復啓其封使水與水銀相接。並以一曲頸瓶，中盛以產生氧氣之化合物而連接之。以火熱曲頸瓶，氧氣即由此上升，而達於細頸瓶矣。因氧氣之上升，水即下降，俟至半瓶時乃止。然後再以受過高溫之乾草，通過水銀而注入於細頸瓶之水中而與氧氣相接。如是數日後，注入之乾草即腐化而微生物生矣。水既為沸水，乾草亦經過高溫，氧氣又來自化合物，其間皆無微生物種子存在之可能，然則乾草之能腐化非自相發生而何？故普虛以為微生物可自相發生者也。以此題之爭論不已，故法之科學學會即推選一委員會專討論其事。其時巴世德 (Pasteur) 亦為委員之一，以幾經研究於一八六四年始證明生物不能自相發生。其法以普虛 (Pouchet) 所作之試驗裝置於一極黑之暗室內，然後以強光照之，則見水銀面上藉反射光之力有微粒之顯現，此項微粒可於無意中帶入於細頸瓶中。此即乾草腐化之原因也。

於一八七六年，有英人丁臺爾 (Tyndall, 1820-1893) 氏一物理學家也。亦以研究此項問題而發表生物不能自相發生之結果。丁臺爾之試驗甚優美，為前人所未曾發明。即以營養料直接置於光之純粹空氣 (Optically pure air) 中，則不腐化矣。其法以一箱 (第二十一圖)，前面裝以玻璃 (C)，其左右兩邊亦各裝以小玻璃一方 (W)，後面裝一閉氣之活門，關閉後空氣即不能出入。箱之底面通以試管數枚，管之周圍亦裝以閉氣之物。箱之頂面通以極彎曲之細玻璃管 (A 與 B)，而使裏外之空氣可以流通。復在頂面裝一橡皮，中穿一孔，以橡皮有彈性，孔雖穿而仍閉，故空氣不能出入。復在箱之內面塗以膠質以黏集空氣中之微粒。如是佈置後，靜處一處，日久箱內之空氣逐漸澄清，以微粒皆為膠質所黏集故也。至相當時期，以強光通過左右之小玻璃，如微粒已盡，則箱內純為黑暗，因無物可予光反之射耳。達此程度則光之純粹空氣成矣。然後以一 Thistle tube (P) 插入頂面之橡皮孔中，而輸送各種營養料於各試管。



第二十一圖

丁臺爾 (Tyndall) 之試驗箱。C，前面，裝以玻璃；W，左邊之小玻璃；A 與 B 彎曲之玻璃管；P = Thistle tube；箱下面之玻璃管五枚即盛營養料之用也。(從 Looy)

然後再將試管浸入沸油中，以殺滅預存之種子。如是無論日期如何長久，則營養料永不能腐化矣。設今後面閉氣之門略一開啓，然後再緊閉之，則數日後營養料即腐化矣。由此可知生物不能自相發生也。

微生物於醫學之應用 在十七世紀時劉文整 (Leeuwenhoek) 發現微生物後(見前)，對於與疾病之關係已漸有相當之認識，然尙未有一普遍之理論而貫申其間。直至十九世紀上葉有意大利人排希 (Bassi) 氏(在一八三七年)以研究蠶之疾病而發現蠶病之由來，係病蠶傳播微粒於健蠶所致。稍後有解剖學家亨爾 (Hensle) 氏(於一八四〇年)根據排希 (Bassi) 之觀察而更引伸之，謂凡傳染病皆由微生物所致。然此僅不過一理想耳，尙缺乏事實之證明。自巴世德 (Pasteur) 與科克 (Koch) 之研究出始證實其事。於是微菌論(Germ Theory of Disease) 乃正式成立。此後發現至多，至今猶未已也。

巴世德 (Pasteur, 1822-1895) (第二十二圖) 法人也，爲十九世紀最著名人物之一。其所研究皆與民生實用有關，法國當時受其賜者至大，雖窮鄉僻壤亦無不念其功勞。巴世德 初習



第二十二圖 巴世德
Louis Pasteur, 1822-1895

理化，年二十五，即發表其結晶體與分極光 (Polarized light) 之關係的研究，而創結晶體以分子排列 (Molecular arrangement) 之不同而有光之不同之表現。至一八五七年至巴黎後，始漸入於生物之研究。其時化學家於發酵 (Fermentation) 一事，尚無正當之解釋，經巴世德研究後始知為微生物 (酵母) 之作用。如果質發酵而為酒是也。在一八六五至一八六八年又研究酒何以壞，蠶何以病之前因後果，發現至大。當時法國之窮困而得有救者，巴氏之力也。此後彼又研究病菌而發明免疫血清，後世受其澤者至廣且大。於一八八八年，世之著稱之巴世德學院成立於巴黎，其基金大都皆由法國民間自動捐助而成，更覺難能可貴也。

科克 (Koch, 1843-1910) 氏德人也。於醫學之貢獻極大。如肺結核菌 (於一八八一年發現)，亞洲霍亂病菌 (於一八八三年發現)，牛羊之 Anthrax 菌皆為其所發現。此外如英之鄺世斗 (Lister, 1827-1912) 於一八六七年發表消毒之重要與意義；德之蕭亭 (Fritz Schaudinn 1871-1906) 研究病理原生物而新闢一途徑；皆足以立一代言而為後世法者也。

微生物於農業之應用 世人皆知動物依植物而生，而植物能自製食料以供其營養。此項食料大別之可分為三類，即碳水化合物，脂肪及生質精 (Protein) 是也。生質精為構成原形質之基本材料，尤為重要。生質精為氫氧碳氮四元素而成，其中氮氣一項，植物不能直接取自空氣中，非吸收溶解於土壤中之硝酸物不為功。而土壤中之硝酸物之由來又非藉細菌之作

用不爲功。故細菌與農業之關係至深且巨。天地間幸有此類細菌之存在，生物得以生存；否則無植物，無動物，無人類矣。

此項研究至今猶進行無已也。

化石自然性之決定 在巖層中化石之發現遠在古時，希臘時之學者即知化石(Fossil)爲動植物之遺留，惜無深究以發揚之。文藝復興後研究之風雖日盛，然於化石之自然性一時爭論未定，或以爲物主創造萬物時之模型，或以爲造而未用者，或以爲生物自相發生之結果，或以爲由發酵而成者，聚訟愈紛，離真理愈遠。在十七世紀中葉有史退哪(Steno)氏雖明定化石爲動植物之遺留，然未爲當世所重視。直至十九世紀初葉顧衛(Cuvier)(見前)之研究出，始天下從風，化石之自然性定矣。即化石者動植物之遺留也。此後研究者日益衆，非特生物學多一分科，而研究地質者亦未始不以化石爲張本也。

古生物學之成立 自化石確定爲動植物之遺留後，研究者日益衆。其研究方法純從比較入手，即與現代生物一一比較之謂。顧衛(Cuvier)爲研究古脊椎動物之第一人。彼本爲比較解剖學之祖，研究古脊椎動物之骨骼等最爲合宜，當時在巴黎附近礦中所發現之骨骼化石皆顧衛一人所研究。經其研究後，始知此項化石，僅爲動物之遺留，且確定爲已滅亡之種族，今已不復生存矣。在一八一二至一八一三年彼之著名著作曰骨骼化石(Ossements Fossiles)發表後，繼之者踵相接，古脊椎動物學(Vertebrate Palaeontology)乃成立焉。故世人亦以顧衛爲古脊椎動物之祖。惜顧衛雖發現種族滅亡之事實，然

未能啓發其動物演化之義耳。容後論之。

與顯衛 (Cuvier) 同時之賴默克 (Lamarck) (見前) 亦好化石之研究也。所研究者爲無脊椎動物之化石，貢獻至大。世人亦稱賴默克爲研究無脊椎動物 (Invertebrate Palaeontology) 之祖。且彼研究古今動物後，發表生物演化之意義，此則在思想上爲顯衛所不及也。

化石與地質學之應用 在地質學中歷史地質學爲重要部分之一。我們眼見現今之地面形態固如此，然在古代未必盡然；今爲高山者未必不爲昔日之海，今爲海洋所淹沒者，未始不爲昔日之陸地。地球之內力與外力果日日在互相消長與求平衡之中，則地殼之變遷當在意料中也。自有地球以來，其地殼之變遷不知凡幾，研究此項變遷而求明瞭地球過去之情形者，曰歷史地質學 (Historical Geology)。然則此項變遷，究如何而求得之？曰，非從化石着手不爲功。化石既爲動植物之遺留，而動植物各有其習性與適應。生在海洋中者與陸地者異，生在熱帶者與寒帶者異，生在淺海者又與深海者異。此等異同一經研究，立能判然。在現今動植物如此，古代亦何獨不然？此十九世紀英之地質學家賴愛耳 (Lyell, 1797-1875) 所假定之『以今證古』或『古今同一』說 (The Present is the Key of the Past) 是也。故地殼之如何變遷以及當時氣候之情形等等均可從化石而推求之。此應用者一。

又地層中之化石，大都各層有各層之特點，層次相距愈遠，化石之差別亦愈大。故研究歷史地質者乃按各處地層排列之

關係，並其中化石之情形而分爲若干時代。各時代中，各有其特殊之化石以識別之。此項化石即曰標準化石(Index Fossil)。如在別處地層中，亦發現與此項標準化石相同或極相似之化石，即可斷定其爲同一時代。故化石不僅可用爲推測地球當時之種種情形，且亦可用爲識別時代之利器。如無化石之地層而欲斷定其地質時代，則非易事矣，雖從構造地質學上亦可推知其一二，然迥非有化石之地層之易以確定也。此應用者二。

上二項應用，爲研究歷史地質學者無上之法寶。結果所謂古地理學 (Palaeogeography) 即應運以生。古地理學，即欲表明地球在過去之某某時代之地理情形也，其水陸之分佈，氣候之寒暖以及動植物之類別等等迥與現今地面上所有者異。然此亦以化石爲根基耳。

化石與天演之關係 化石與地質學之關係既如上述，而同時由化石之研究尙可知生物演化之情形。既曰演化，時間必屬重要，蓋演化非一觸即成，在長時期中始能顯現耳。故欲求生物演化之實在事實，非從化石着手不可。雖生物演化之成因及爲何演化之理，至今未得定論，但從化石之研究而得生物演化之事實，卻不可忽略也。此所謂生物演化之化石的證據。在本叢書之生物之遺傳與天演一書中，再論之。

天演論之起因及其成立 在自然間生物之種類至夥。就生活之狀況言，有植狀者，有飛翔者，有穴居者，有漂泊者，有游泳者，有寄生者等等；就生物之構造言，有極簡單者如單細胞

生物，有較爲複雜者如下等生物，有極複雜者如高等生物。以生活狀況之不同，生物之構造亦往往隨之而異。就生物之地理的分佈而言，往往可區別爲若干區域，甲區域之生物與乙區域者異，此等異點又與氣候，自然之食料，以及地理之阻礙等等均有關係。又就生物之生命現象而言，如吸取食料，呼吸，生殖，代謝作用等等皆爲生物所同具，而無生物則無之，雖進行之方法未必盡同，而目的初無二致焉。即簡單至單細胞生物複雜至人類，在生命現象之根本上言，似無甚異致。故生物之種類，習性，形狀等等雖千變萬化，而根本的生命現象則一也。且此項根本的生命現象祇在生物中見到，而無機物無之。就上述之種種情形而觀，可分析爲（一）根本之生命現象既爲生物所獨有，何以故？無機物既無生命之現象，如何後而能變成生物？（二）生物之形狀既若是之複雜，而此項複雜之情形究有何意義？換言之，即（一）生命之由來，或有生命物質之由來；及（二）有生命物質之各種形狀之由來，或各種生物之由來之二大問題也。此兩項問題，自古及今，咸有人思欲以解決之，惟至十九世紀始有具體之方案提出，即天演之觀念是也，通常謂爲天演論。天演論者義至簡，即（一）生物非一成不變者也，（二）生物各種族間皆有淺深不同之淵源關係，（三）生物由簡至繁，即由下等至高等，經億萬萬年之演變而成現今之局面。此項觀念自十九世紀中葉達爾文之物種由來（Origin of Species）一書發表後始成立。非特在生物學上成一中心之理論，即物質科學上亦受其極大之影響，如元素之天演（Evolution

of Elements), 地球之由來與演化……等等皆由此而更顯其事理之當然, 自鐳(Radium)發現後, 元素演化之事實更顯明矣。

物質果天演也。雖然, 生命之由無生命而來一問題, 至今猶茫然。雖研究有機物之由來, 如植物光合作用(Photosynthesis)時之如何由無機物製成碳水化合物及生質精等之觀察與研究, 生質精之分析與綜合等化學的試驗, 此等等問題, 即能一一解決, 亦不過為有機物由來之問題, 而非生命由來之問題也。自十九世紀上葉尿素(Urea)製成後, 科學家咸以為任何有機物如生質精等將來或皆可由實驗室中製成, 再進而造成原形質等。即使如此, 亦不過為物質之造成。此項物質究能產生生命與否, 恐任何人皆不能斷定也。須知有機物果能產生生命, 生命固含蓄於有機物中, 但有機物如何能產生生命, 至今勿能知其奧妙也。如原形質能自動的吸取養料, 氧化, 生長, 生殖者謂為有生命; 所謂死亡之原形質者即無此等現象。此生死二者之間, 究有何根本原因以觸成之? 就生命論而言, 此中奧妙非人力所能知, 昔時謂為靈魂, 今杜里斯(Driesch)謂為 Entelechy 實一而二, 二而一也。就機械論而言, 此中或有特殊之酵素(Enzyme)以遂其進行; 或於原形質之分子間顯有特殊之關係以示生死之別。然為何項酵素, 或分子間之何項特殊關係, 至今尚一無端倪也。生命如何促成之理既不可知, 遑論生命之如何由來歟? 故生命之由無生命而來一問題, 今可不談, 暫止於此。

至各種生物之由來一問題, 尚有端倪可言, 雖其中殘缺未

全，然於大體上尙能過去。自天地間之生命成立後，（生命如何成立，既不可知，故講生物學者以生命之既有爲始，猶孔子刪詩定禮，斷自唐虞）演化隨之，經億萬萬年之變化，而成現今之局面，前已言之。雖演化之原因尙無定論，然演化之事實則甚顯明，此爲任何人所不可忽視者也。其詳細情形見本叢書之生物之遺傳與天演一書中，茲僅就其發軔與經過之大概情形略述如下。

（一）非天演式的理論——在自然間生物之種類既若是之夥，與不同，其間究有何意義？在非天演式之理論中，則視爲無意義。非天演式的理論有二；（甲）爲現在情形之永久論（Eternity of Present condition），（乙）爲特殊創造論（Special Creation）。所謂現在情形之永久論者，即現在生物之種類如此，古代亦如此，將來亦如此，意即無始無終，永遠不變者也。此項理論祇言生物種類之不變，未嘗述及種類之由來也。而所謂特殊創造論者乃述及種類由來之問題，雖無稽可笑，然已能多立一問題也。此項理論爲西班牙一牧師名史埋賚（Suarez, 1548-16-7）者所創，當時流傳甚廣，爲教會中之天經地義；言之亦若有其事，頗爲生動可聽。其義即萬物皆由主宰（Creator）以六日之工夫創造而成，在第一與第二兩天中由無物而生有物；第三天發現植物，第四天與第五天發現動物；第六天人類出現矣。然當時所成之人類皆爲男性，後由主宰取男性之一脇骨而造成女性也。至於已成之生物當然一成不變以至於無窮。以今日視之，此不過爲一歷史上之陳跡，無足稱道焉。

(二)非天演式之災變論——此項理論爲顧衛(Cuvier)(見前)所創。顧衛以研究骨骼化石之結果，發表災變論(Catastrophism)以解釋某地方動物之所以有變遷之理，如種族之滅絕等等。其理論以地殼忽然之升降爲災變之主，此項災變係局部的非普遍的。當地殼之由海升爲陸地時老種盡滅，新種以生，而此項新種，係由外方遷移而來。此卽顧衛當時所持之理論也。其後顧衛之門人乃擴大其義，咸主災變係普遍的，每經一次災變，老種既滅，必有一次新生物之創造以替代老種之地位，此項新生物可就地而生，不必由遷移而來也。唯新生物如何能發生，原由何在，則未嘗述及焉。我們皆知地殼升降之結果，固可使生物死亡，然此乃一部分之死亡，而非屬於全體。顧衛及其門徒所持者似太過分矣，此其一。地殼變遷後，所遺留之一部分生物，以環境之變換，繼而死亡者有之，能抵抗而逐漸適應者亦有之，再經億萬年之天擇而新種乃逐漸產生。今顧衛僅以遷移爲新種發生之原，未免含混其辭，而其門徒復以重新創造爲則，更變本加厲，離真理愈遠矣。故分析顧衛之災變論可得二項原則，卽(甲)災變爲動物滅亡之原，且爲全體之滅亡；(乙)災變後之新種或爲遷移而來，(顧衛之原意)，或係重新創造，要皆與災變前之生物一無淵源之關係。此二項原則，以第一項之有相當真理外，餘皆不堪問也。今以天演論代之矣。

(三)天演論之成立——天演論創自達爾文幾盡人皆知。然一理論之成立非一朝一夕之功，必須事實之積聚，時勢之推

進，逐漸而蘊成者也。天演論何獨不然？在希臘時如亞理斯多德等已有生物天演之觀念發表（見前），惟經過中古黑暗時代未能發揚而光大耳。直至文藝復興後，學者一反前人治學之風，始有進展。直至十九世紀中葉，生物天演之觀念始確定，此後舉世從風，而成爲生物學上之中心理論。在達爾文未發表天演論之前，已有數人爲之前驅，即勃封（Buffon），伊蘭司默·達爾文（Erasmus Darwin），賴默克（Lamarck）與聖希拉利（St.-Hilaire）等等是也。

勃封（Buffon, 1707-1788）者法人也，有幹才曾爲巴黎皇家生物園之監督，當時名聲甚著。著有一書曰自然歷史（Historie Naturelle），其文甚通俗而流暢，人人皆得而讀之。其於物種之變易也，謂爲受環境直接之影響而成；此項已成之變易得遺傳於子孫者也，此勃封雖未明言，然實含蓄於其語氣之中也。

伊蘭司默·達爾文（Erasmus Darwin, 1731-1802）乃達爾文之祖父也，本行醫，又好作自然之研究。其於物種變易之觀念，非如勃封（Buffon）所言之簡單，必須加生物自身之反應而後可。以生物各部應用之不同，變易乃起，此項變易可遺傳於子孫，此與賴默克（Lamarck）之用進廢退及後天性（Acquired Characters）之遺傳諸學說實相同。又在其文字中，已有現今之生物由一簡單之纖維質（意即今之原形質）經億萬年之變化而成之意，此實開生物天演觀念之先河也。

賴默克（Lamarck, 1744-1829）氏（第二十三圖）法人也，初從軍，後以頸傷不宜，乃往巴黎，習醫，兼銀行書記以維持其生

活。以醫科四年之薰陶，使其愛好科學之心日益增。初研習植物。自一八八〇年後任事於法國皇家生物園，初為植物標本室之管理員，至一七九四年法國革命後，皇家兩字已不適用，故亦改名植物園 (Jardin de Plantes)，此時賴默克由植物而改為動物之研究，且亦升為該植物園之教授責，而主持無脊椎動物事，其時年已五十矣。



第二十三圖 賴默克
Lamarck, 1744-1829

自賴默克 (Lamarck) 改為動物之研究後，思想突進，其著名著作為 (一) 無脊椎動物之系統 (Système des Animaux sans Vertèbres, 1801)，(二) 無脊椎動物之自然史 (Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres, 1815-1822)，(三) 動物之哲學 (Philosophie Zoologique, 1809)。在此三書中處處表示其動物進化之觀念。彼以物種非固定之物，非一成不變，發前人之未發。除氣候，溫度，溼度以及地面之高度之影響物種之變易外，又以用進廢退說解釋物種變易之主因，並以此種變易可遺傳於子孫者也，通常謂為後天性之遺傳。故賴默克已明白表示生物進化之義，雖其解釋究有未當之處。惜其時顧衛之聲勢極盛，未能發揚其義耳。

聖·希拉利 (St.-Hilarie, 1712-1884) 氏亦法人也，與賴默克 (Lamarck) 友善，亦主生物進化之說，唯以環境直接之影響而

爲物種變易之主因，猶勃封 (Buffon) 所主張者也。唯此項直接之影響，不在成長之動物而在卵子發育之時。此又與勃封所異也。彼之著名著作曰解剖哲學 (Philosophie Anatomique) 當時頗爲人所重視。在一八三〇年，與顧衛爭辯物種之爲固定抑爲變易一問題，曾引起全歐學術界之注意。顧衛主固定者也，而聖·希拉利則主變易者也，結果顧衛勝。俟達爾文出，演化之義始彰；而逐漸推及於全世界矣。

達爾文 (Darwin, 1809-1882) 氏 (第二十四圖) 英人也。幼時喜嬉遊，讀書亦無異於常兒。初入愛丁堡大學學習醫，計一年，以不合，乃轉入劍橋大學學習神學，終以畢業。在劍橋時名習神學，實則已顯示其有愛好自然科學之心志矣。畢業後，以愛好自然故，適此時有南美洲航行之舉，彼即隨從之，此即所謂 Voyage of Beagle 是也 (Beagle 係當時之船名)，共計五年 (1831-1836)。見聞既增，材料亦採集不少，歸後即從事於



第二十四圖 達爾文
Charles Darwin 1809-1882

整理與研究。達爾文本極活潑，喜郊外遊，漁獵等事尤爲所好。不幸歸後，不久即發生疾病，乃卜居於倫敦附近之 Donn 地方，終身未任一職，唯日日消磨於病魔與研究之中耳。

在達爾文未發表物種由來之前，生物學之研究已有相當之

貢獻，即於生物物種演化一義亦有相當之表現（見前），唯尚未爲全世界所公認。達爾文於生物演化一義，視爲當無問題，早經決定於衷，唯所苦者無相當之解釋耳。後彼以天擇（Natural Selection）解釋物種演化之道，實受他人之影響而推演以成耳。其人有二，即麥爾開（Malthus）與賴愛耳（Lyell）是也。麥爾開於其人口（On Population）一書上如何表現生存競爭之烈與夫戰爭，疾病，饑饉等等與人口繁殖之關係。達爾文偶閱此書，頗爲所動，人類如此，動植物何嘗不然，且尤或過之。以生存競爭之結果，劣者必歸淘汰，祇適者始能生存，是爲天擇。年代愈久，差異愈深，於是新種生矣。同時英之自然學者華來思（Wallace, 1823-1912）亦有同樣之觀察與結果。此其一。賴愛耳之地質學原理（Principle of Geology）一書，於一八三〇年出版，達爾文最喜讀之。賴愛耳主古今同一說（見前）即自然界之定律，古今不變者也，如海口泥沙沉積之情形，現在如此，古代之海口亦必如是。達爾文受此影響甚深。彼嘗見花木每可由園藝匠之選擇而成異樣。人爲之選擇既可使花木變易，自然間何獨不然？此即應用賴愛耳之原則也。此其二。受此二人之影響，復經二十年之琢磨與研究，始成立其天演之理論焉。

達爾文之與生物之天演，以生物之變易爲基，賴默克亦然。惟前者不問變易之由來，所謂天擇云者，就已成之變易而選擇淘汰之謂。凡適合之變易始能保存，其不適合者即歸淘汰。而賴默克乃問變易之由來，故以用進廢退說以解釋之。此二

人之觀點不同，故立論亦異。茲就賴默克與達爾文對於天演觀念之異同各點約略說明如下：

I 賴默克之觀念

(1) 以用進廢退解釋變易之由來。

(2) 凡後天所得之變易，皆能直接遺傳於子孫。日積月累，新種以生。

II 達爾文之觀念

(1) 變易為生物當然發生之現象。

(2) 以天擇之結果，適者生存。此項適合之變易，逐漸由天擇而改進，新種以生。

(3) 適合之變易，當然遺傳於子孫。

(四) 達爾文後之學者——達爾文後學者輩出，茲有四人焉，與天演學說尤有關係，分述如下。

自達爾文於一八五九年，發表物種由來一書後，學術界頗引起極大之影響，昔日之特殊創造論及顧衛之災變論等，乃逐漸失其信仰而以天演論代之。其中尤以赫胥黎(Huxley)郝開爾(Haeckel)於天演學說之流傳與推廣，最為努力。赫胥黎英人也，非特於生物科學有精密之觀察與記述，且亦工文章，善辭令。達氏之天演哲理，經赫胥黎之渲染後，猶如雨滴梧桐，益覺鮮豔可愛矣。赫氏之著述，除教科書外，計有科學論文集四大冊，其他普通論文集十四冊，皆其死後經人蒐集而成者也。

郝開爾德人也，為 Jena 大學之教授。達氏之天演觀念，彼於一八六六年時即採用於其著作 (Generelle Morphologie，意

即普通形態學)中。郝開爾喜著通俗文字，處處寓天演意，可謂達氏之忠僕也。又重演定律(見前)亦經郝開爾之描寫後，流傳始廣也。

世外復有二人焉，對於達氏之天演與天擇二意作進一步之解釋者，魏知萬(Weismann)與狄維里司(De Vries)是也。達爾文，前已言之，祇問變易之選擇與淘汰而不述及其由來也。而魏知萬則計及變易之由來，但不贊同賴默克之用進廢退說。茲就魏知萬之理論略述如下：

(1)生殖質係繼續的，世代之關係全在生殖質而不在機體。

故生殖質生機體，非機體之生生殖質也。

(2)生殖質既連續，故下代與上代之生殖質必為一線相承之物。

(3)既因生殖質之生機體，非機體之生生殖質，故後天遺傳為不可能。

(4)生物通常均來自兩性生殖細胞之配合，而兩性生殖細胞於先天上未必盡同，因此變易以生。此魏知萬之兩性混合說(Amphimixis)是也。

(5)生殖質既一線相承，機體又長自生殖質，而後天性又不能遺傳，則變易何自生？但變易為生物通有之象，除兩性混合之發生外，魏知萬又進一步作種質淘汰(Germinal Selection)說以解釋之。意即生殖質中含有各組相同之機體細胞之決定素(Determinant)，此種決定素亦起極力之生存競爭；復以決定素之強弱(此項強弱魏知萬視為自然生成)

而定其勝負，結果強者得食多，愈趨愈強，弱者得食少，愈趨愈弱。由此關係變易乃生。且照此項理論推演之，則得天演應為預定的，進級的，未始不與一部分之事實相符。唯決定素何以有先天的強弱之分，恐亦無法解決之也。

狄維里司 (De Vries) 荷蘭人也，以研究植物之遺傳著稱於世。其理論略述如下：

(1)變易係突然而來者也，謂為突變 (Mutation)，非如達爾文等之逐漸觀念。

(2)此項突變，可由天擇而改進。

近今由遺傳學之研究，又有因子突變 (Gene Mutation) 之假設，因子何以突變，果未為人知，然其存在似可無疑。此處所謂突變與狄維里司當時之原意相差遠甚，此固我們所不可不注意者也。

綜上所言，我們可知天演為生物必然之事實，一無可疑。惟所不能解決者天演之原因。此固待我們之試驗與研究者也。

第八章 最近生物學之進展

自十九世紀上葉之細胞論，胚層論，機械論，十九世紀中葉之原形質論，進化論，細胞繼續說，十九世紀下葉之染色體之發現，與種質之連續說等發表後，生物學始有基礎可言。在十七十八世紀時未始無生物之研究，然皆一鱗一爪，未嘗有一貫之理論概括之。自細胞論發表後，始確定生物基本之構造為細胞，不論生物形體之繁簡，皆由細胞構成。於是研究生物者始有線索可尋。自胚層論成立後，始確定生物之發育，必先造成胚層，凡百器官莫不由此等基本胚層逐漸分化嬗變而成。因此十八世紀之豫成說破產而新生論代興。又在十九世紀中葉，確定卵子與精蟲皆為細胞後，胚層之淵源又可從受精卵起追溯其如何分裂嬗變而成矣。自此後生物之個體發達史，始有線路可尋。

在機械論未正式確定以前，生物之生命與構造未能合為一體，即生命是生命，構造是構造，似無甚關係。自機械論發表後，構造與生命始合而為一。凡一構造必自有其功用，此項功用可藉理化之理以求得之。有如是之功用者必有如是之結構，如影隨形，或無二致也。如眼司視，耳司聽是。此項功用即為生理。生命者生理表現之總量也。故自此後，構造（形態）生理，生命始治為一爐，而靈魂之說乃打破矣。

自原形質論發表後，始知生物皆由相同之物質造成，即原形質是也。原形質有相同之生理作用，此項生理作用之表現即為生命。由此可知生物非特有相同之構造，且亦由相同之物質造成；其基本之物質既相同，故其基本之生命現象亦相同耳。

原形質形成結構為細胞，而細胞由何而來？自相發生耶？抑繼續而成歟？在十九世紀中葉，此問題亦得相當之解決，即細胞祇能由前細胞分裂而來，斷不能在無生命之物中自相發生，或在生物體中自由構成，此即細胞繼續說是也。在十九世紀下葉於細胞分裂中又發現染色體之存在，此後研究者踵相接，染色體又成為細胞中之重要分子矣。細胞既祇能由前細胞分裂而來，大都生物皆由精與卵二細胞配合而成，故生物分機體細胞與生殖細胞，及種質連續說，皆由此義推演而來。十九世紀下葉之種質連續學說本無特異之處，不過為上項之必然的推論耳。

此外尚有一問題未有相當之瞭解，即生物各類別間之關係如何？抑各自獨立發生；抑彼此有關？此問題在十九世紀中葉自達爾文之物種由來一書發表後，始行解決，即生物各類別間皆有關係也。其關係之程度深淺不一，猶一姓之宗譜然。此即生物天演之大意也。所謂生物自然分類法者即欲闡明此項關係耳。此時在地層中之化石亦逐漸發現與研究，與現代生物之比較頗有不同之處。因按地層之次序，而推察其變化之跡，於是生物進化之佐證益明，及生物自然分類系統表益覺完

備。合古今生物於一爐而所謂生物種族之演化史(Phylogeny)乃有進一步之研究。因此在此時期又有一大原則應運以生，即重演定律是也。所謂重演定律者即個體發育史（意即胚胎之發長）重演其種屬演化史之謂；換言之，即某動物之演化情形可在其胚胎發達中約略求得之。如是又合胚胎，古生物，解剖，分類，及演化於一爐矣。

綜上所言，皆為十九世紀之產物，成就固不可謂不大。其研究之方法大都皆以觀察，分析，綜合，與比較等為主體。由此等方法而能得如上之結果亦可謂努力矣。我們須知研究之方法與研究之成就至有關係，用若何之方法祇能得若何之結果，斷不能妄期與徼幸。例如以分析，綜合，比較等方法（純粹觀察的方法）以求生物進化之情形則可，若用之以求生物為何進化之理，則萬不可。又以此等方法求生物發育時之程序則可，若以此求生物為何必需如是發育之理，則無望也。又以此求細胞之結構則可，欲求細胞之生理斷不能也。更引伸而言之，以此項方法求解生物之軀殼尚可，但斷不能用之以求解生物之生命。十九世紀時生理學（即生物之生命方面）雖有研究，然大都皆限於器官一方面，未甚發達，而於形態方面，即生物之軀殼方面則大有進展，如細胞論，胚層論，進化論，重演定律等等無一不得之於形態者也，故十九世紀可稱為生物學之形態時期。至十九世紀末，二十世紀初，生物研究之方向漸變，由形態而入生理（即由軀殼而入生命）由觀察而為實驗，由死物之研究一變而為活物之研究，於是所謂生命之奧妙始

爲吾人所注意與研究。此項問題現正在研究中，離解決期甚遠。雖然，事既開始，終或有成。茲就近三四十年來生物學研究之趨勢，略陳一二，以明梗概。然各人之見地與眼光未必盡同，且遺漏之處在所不免；諺云，智者見智，仁者見仁，是在讀者之意會矣。

(一)生物遺傳之研究及與細胞之關係——孟德爾(Mendel)遺傳律之發現，雖遠在十九世紀中葉，然令舉世咸知而視爲有無上之價值者乃在一九〇〇年也。緣當時孟氏雖發表其研究之結果，然未嘗爲人注意，直至一九〇〇年狄維里司(De Vries)等重新發現其重要，始大白於天下。此後研究者踵相接，至今猶然。孟氏之基本定律(甲)爲因子分離定律，(乙)爲因子自由配合定律。此二定律幾盡人皆知，茲不多贅。近二十年來，以研究遺傳而得盛名者爲摩根(T. H. Morgan)氏，其所發現至大，普通有新孟氏主義之稱。摩根氏所用試驗之材料爲果蠅，培養易，生殖速，殊異性又多。此爲試驗之絕好材料。又其細胞中染色體之數目極少(祇有四對)易以觀察，因此求染色體與遺傳性的關係亦易進行。摩根氏本其研究，發表染色體論，以表明遺傳因基如何排列在各對染色體上，並各對染色體與遺傳性有如何深切之關係，如兩性與染色體之關係；如遺傳情狀與染色體互換(Crossing Over)之關係；又如兩性與染色體減數分裂時之關係(此即指 Non-Disjunction 而言也)。頗爲世人所注意與重視也。此項染色體與遺傳之關係，雖亦早有人注意與研究，即孟氏自身雖在細胞學未昌明時亦作如

是想，然能以試驗的方法而確切證明者，當推摩根氏。自此兩者之關聯益切，研究細胞者不能遺忘遺傳之情狀，研究遺傳者亦不能忘情於細胞，二者互為表裏，互為證明也。唯照目下情形，以摩根氏所用之研究方法，似已發展至最高點，若欲作進一步之瞭解，如突變之由來，如遺傳與生殖細胞之生理關係等等，則非另覓他道不可也。

(二)試驗胚胎學之發軔與研究——在十九世紀末葉，如羅格司 (W. Roux) 杜里斯 (Driesch) 羅勃 (G. Loeb) 等等以試驗之方法研究卵子之發育後，在生物學上又開闢一新領域，即試驗胚胎學是也。十九世紀所研究之形態胚胎學所得最大之結果為重演定律；而二十世紀所研究之試驗胚胎學，雖猶在試驗與研究之中，離解決期甚遠，然即就其已知者而言，已足令人觀歎不止。茲略述一二，以明其要（其詳細情形，請參閱本叢書之試驗胚胎學一書）：

(1) 受精媒之存在 吾人皆知卵有受精之自然現象，即精有趨向於卵而與之結合之自然性，初視之甚覺理之當然，似可無庸疑義。然繼思之，則卵何以有自然受精之能力，頗覺費解矣。自十餘年前經李利 (Lilie) 氏等一再研究後，始知卵所以能自然受精，實因其中有『受精媒』(Fertilizin)之存在故也。當卵子成熟而預備受精時，此項受精媒始行活動，而由卵子產生，積聚於卵子之表部，然後彌散於外。其理化之詳細情形如何，尙不得而知，唯知此項受精媒可使精蟲凝聚與分散耳。若蛙卵經水沖洗數度後，則不能受精矣。

因受精媒已爲水洗去故也。由此可知卵子之天然無受精能力者或缺乏此也。

(2) 卵子發育力之研究 蛙卵長爲蛙，海膽之卵長爲海膽，此固無可疑義者也。但杜里斯，羅格司等試驗後，始知當蛙卵或海膽之卵受精後之第一次分裂時，試將分裂成之二子細胞，用人工一一爲之分開，則此兩個子細胞可各自長爲蛙或海膽。由此可知當卵之第一次分裂爲二子細胞時，其各子細胞之發育力與完卵同，亦即各子細胞在此時所含之物質完全相同也。又如海膽之卵，二分爲四時，其四個子細胞設用人工爲之一一分開，即長爲四個海膽矣。唯子細胞所長成之物恆較正常者小，其縮小之比例，適與子細胞之數目同。如兩個子細胞分開後所長成之物，其身體之大小適爲正常者一半（小二倍），四個子細胞分開後所長成之物，較正常者小四倍（即爲正常者四分之一）是也。此項子細胞之完全發育力，在海膽則然，在其他動物未必皆是，此固待我們之試驗與研究者也。

(3) 胚子代謝作用之階程軸 當胚子發育時，其各部之代謝作用未必盡同。⁶⁵此在十餘年前經卡爾特 (Child) 所證明者也。此項階程軸 (Axial gradient) 大別之有三，即(一)前至後(二)背至腹(三)中至邊是也，意即在此項階程軸上胚子前端之代謝作用最高，愈往後愈低，甲樣胚子背部之代謝作用高，愈往腹部愈低，中部之代謝作用高，愈往兩邊愈低。此項階程軸又與胚子各器官發長之程序大致符合，因此胚

子何以先長頭而後長尾，先長背部而後四肢，大可味乎其間矣。此項階程軸之發現予生物學上之貢獻甚大，現正在研究中也。

(4)器官促成素之研究 在兩棲動物之發育中，我們皆知其原口上層之細胞最爲活動，中樞神經系統，知覺器官，中胚層等等似皆由此項細胞活動生長而來。此僅就形態上所得之觀察者也。十餘年前，如德之史本曼 (Spemann)，蒙阿爾 (Mongold) 等以試驗證明矣。如在兩棲動物之發育中，當發育至其原口造成時，將別一個胚子之原口上層移植於此胚子之腹上，經過相當時期後，則此移植之上層亦逐漸分化爲中樞神經，知覺器官，中胚層等等。故此動物有兩個中樞神經系統等等。腹部本不長，此項器官，今以原口上層之移植（體積極微）而使腹部細胞受其影響，亦逐漸活動生長分化而結果成爲中樞神經系統等等，可知此項器官，全由原口上層促成。原口上層在何處，此項器官即生在何處，此即器官促成素 (Organizer) 之意也。此予生物學之貢獻甚大，今仍在研究中。

(5)器官之獨立分化與依賴分化之分別 當動物胚胎時我們祇見各器官逐漸分化顯現，此在形態胚胎學上已有相當之研究。但吾人祇知其然，不知其所以然。如眼在胚胎時，由兩部發長而成。一從大腦，結果長爲網膜，與色素層；二從外層之集體，結果成爲眼珠。此固人人皆知，但從試驗上，我們始知從大腦長成之部可獨立而成，但眼珠非依賴此

不可，若無大腦長成之部則外層不能有集體，不能長為眼珠。故眼珠為依賴分化而成。又如脊神經節與原肌層之關係亦然。如無原肌層之存在，脊神經節便不能成立。此史本曼 (Spemann) 研究最力，而哈立勝 (Harrison) 與其門弟子於此等相似之問題，如四肢與神經等等關係，亦有相當之研究與貢獻也。

(6)組織培養與胚子抽精之研究 自一九〇七年哈立勝 (Harrison) 將蠓蠖之神經細胞分出而培養於蛙之淋巴液內，則知此項之神經細胞能獨立生長後，組織培養 (Tissue culture) 又成為最近生物學中之重要研究之一。繼之者，踵相接。後經卡賚 (Carrel) 等詳細研究，始確定此項組織培養時，其培養液必須加以胚子之精 (Embryo Extract)，則組織之獨立生長可以繼續無窮。否則便不能生長。此項胚子精祇能在胚子中得到，在長成之動物內則已消失殆盡。由此可知組織之所以得生長，實由胚子精存在之故也。自此發現後，始知長成之動物逐漸缺乏生長力以至於死，皆由缺乏此項胚子精故也。此項胚子精之理化性質雖未詳悉，然其為一種極不穩定之物質，可斷言也。究屬如何？尚待吾人之研究與試驗耳。又如組織培養之研究，可以解決組織生理與病理之問題不少，此則我們所不可忽視。又在胚胎時細胞何以能分化成組織？組織與組織之影響如何等等重要問題，或可藉組織培養之研究而逐漸解決者也。

(7)人為孤雌生殖之研究 天然之孤雌生殖 (Parthenogene-

sis) 如芽蟲等等早已爲人知。自經羅勃(G. Loeb)氏之研究後，始知此項孤雌生殖，亦可由人爲而成，如海膽，青蛙之卵，以化學的或物理學的方法施行後，即可發長，猶受精然。此項研究引起世人之研究與討論不少，現仍在試驗中。

(8) 福里馬丁 (Freemartin) 之研究 此項問題，在一九一七年，經李利氏之研究，而假定爲受雄性的內分泌所激成後，引起世人之注意與研究不少，如兩性之變換(Sex Reversal)一問題，亦在其中。今已將此問題擴充到鳥類，兩棲動物類等等。惟其中問題甚多，猶待我們之研究者也。

(三) 內分泌腺與生理之研究——內分泌器官如盾形腺，腦下腺等等雖早爲吾人知悉，然其生理功用，直至二十世紀初，始爲世人所注意與研究。近來研究之者踵相接，雖日有進展與新發現，然離解決期甚遠，且彼此所發現者，衝突甚多，幾令人目眩。今略舉數則，以明其大要如下：

(1) 盾形腺與發育之關係 凡動物天然缺乏盾形腺者，或經人工割除後，雖其營養料如何充分，仍不能照常發育。蛙之變態亦與之有關，如割除盾形腺之蝌蚪，即不能起變態作用矣。

(2) 腦下腺與性腺之關係 腦下腺對於性腺之關係至大，如性腺之發育，性腺之活動等等皆與之有關。冬季蟄伏之蛙，設以腦下腺種植一二次後即能產卵受精。未長成之動物，設於腦下腺種植後，性腺可提早發育。

(3) 副質形腺與死亡之關係 割除副質形腺之動物，必瘳

攣而死。其故何在？尙不得而知，然與動物生命之至有關係，可斷言也。

(4)性腺之重要 性腺除產生精卵外，亦有內分泌之功用，其影響動物之形態與生理至大。動物中之所以發生副雌雄性之殊異者皆受此影響而成也。

上所舉之例，固如九牛之一毛，然亦足見其重要矣。內分泌學，在近今生物學上已成為最重要科目之一，幾無人不作如是想（其詳細情形請參閱本叢書之內分泌學一書）。

(四)生物物理學與生物化學之進展——十九世紀以理化之理而推求生物之生理者，未始無人，然至二十世紀更見興盛。茲分二項略述如下：

(1)對於原形質之研究 十九世紀時，雖知原形質為生命之物質基本，然欲求進一步之瞭解，如原形質之物理學與化學的情形如何，其生理變化如何等等問題非至二十世紀不可。自二十世紀之微物解剖及活物染色等技術昌明後，非特細胞與原形質之構造有相當之瞭解，即其生理作用亦有相當之明瞭。近今皆以原形質之自然性為一種膠體。(Colloid)之情狀。其變化可按物理學與化學的方法研求之。現雖尙在努力探討中，要皆不出此範圍耳。

(2)對於生物個體之研究 生物非僅一軀殼也，必各有其生命。生命者何？生理表現之總量。欲解決生理，非從物理學與化學着手不可。例如生物必需營養，必需需要氧氣，亦必需產生能力（如電，熱等等），然後始能生存。然營養之

方法如何？在單細胞生物中如何？在多細胞生物中如何？在
胚子中又如何？需要氧氣固盡人皆知，然究每日需要多少？
在運動時需要多少？在休息時需要多少？在高等動物應為何
如？在下等動物又應為何如？在胚子發育時又應為何如？又
如生物必須產生能力，但究產生多少？在全體動物中多少？
在一肌肉一神經中又多少？在胚胎時又多少？上項所略舉之
問題，僅不過為解答生命之奧妙初步問題，然已使學者煞費
苦心。近今對於代謝作用之研究，如營養料在生物體中之
變化與應用，對於氧氣吸收量之測定，對於能力產生量之測
定等等，或在單細胞生物內，或在多細胞生物內，或在胚子
發育時，已形成生理學上之中心部分。凡此種種皆由化學
的，或物理學的方法以求得之，且非藉精細之儀器（如氧
氣吸收量與能力產生量之測定等）與試驗不為功。我們不
欲知生命之究竟則已。如欲知之，非由物理學的或化學的
方法而推求不可。雖現在所求得者甚少，成甚膚淺，然未始
不為將來之基礎。故預料將來生物物理學與生物化學之發
展，或非現在所能想像耳。

（五）生物與環境之研究——昔日所謂生態學（Ecology）大
都皆根據於自然間純粹的觀察而成，未嘗加以切實之試驗。
近三四十年來，以試驗的方法而研究生物與環境之關係者屢
見不鮮，且亦形成近代生物學上之重要部分之一。生物個體，
可分為胚胎時代，幼年時代，成年時代，老年時代等；故生物與
環境之關係亦可分胚胎時代與環境之關係如何？幼年時代如

何？成年時代如何？老年時代又如何等等。例如蛙卵在低溫度水中發育如何？在較高溫度內發育又如何？例如雞卵孵化與其安放時位置之關係如何？又自生物自胚胎起直至老年止，與光電溫度溼度食料等等之關係又如何？此我們皆可由試驗上而探求者也。

又生物有自然生長於海水中者，有淡水中者，有空氣中者，有寄生者，環境既異，生活之狀況亦不一。由純粹觀察之法，固可知其一二，然欲求進一步之瞭解，亦非由試驗着手不可，此則待我們之研究與試驗者也。

