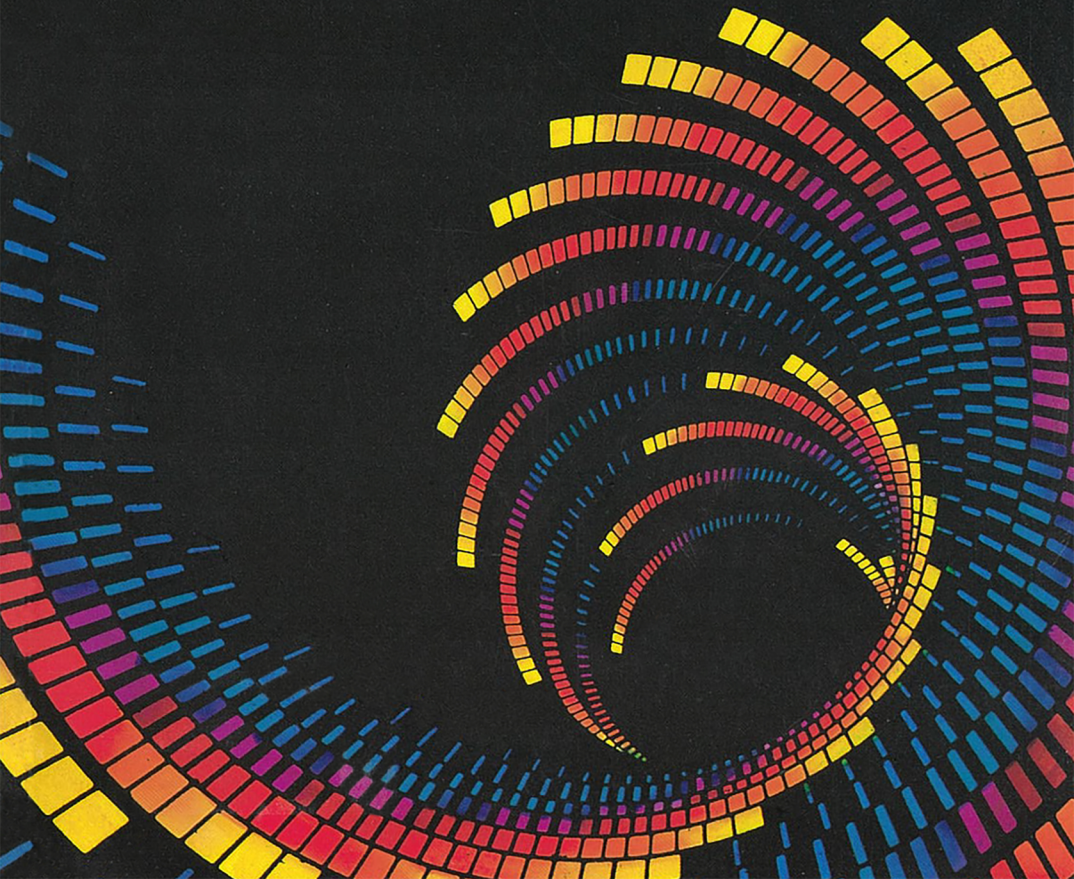
潘柏滔著

進化論

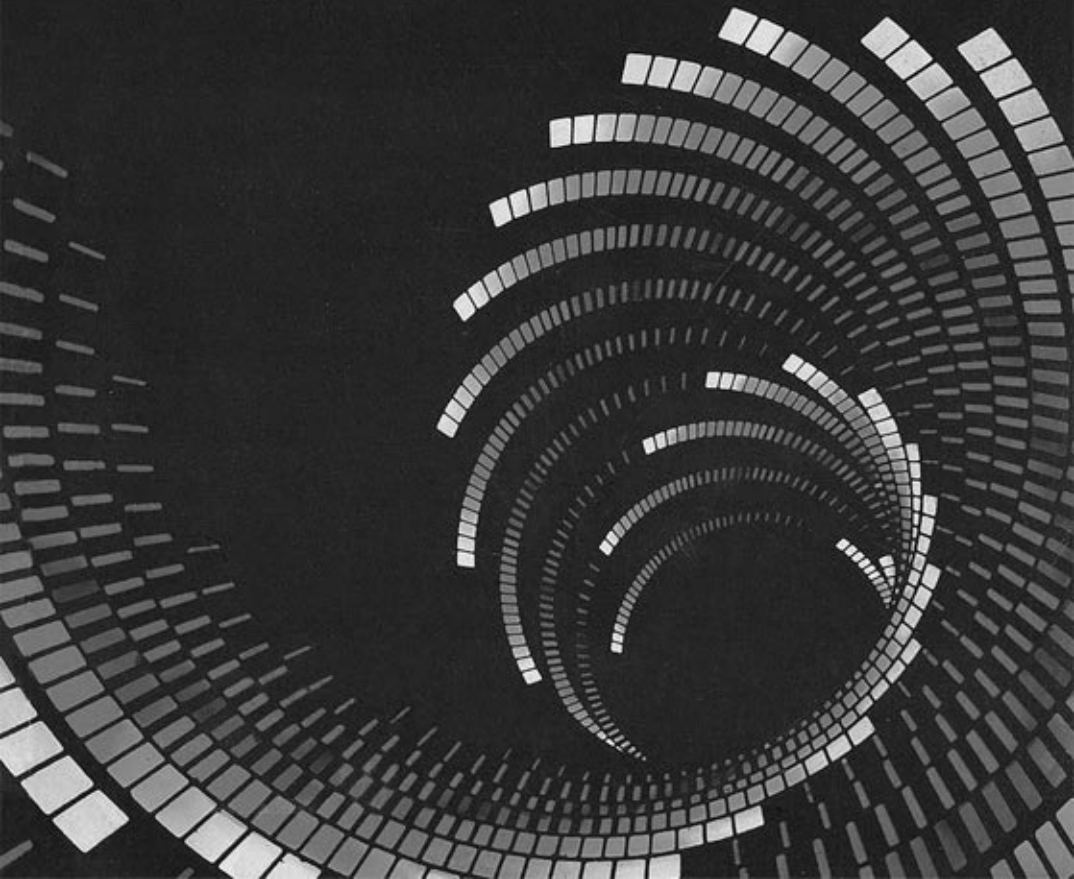
科學與聖經衝突嗎？



潘柏滔著

進進化論

科學與聖經衝突嗎？



進化論

科學與聖經衝突嗎？

作者：潘柏滔
出版及發行：更新傳道會Christian Renewal Ministries, Inc.
北 美 總 會：200 N. Main Street, Milltown, NJ 08850, U.S.A.
電話 (732) 828-4545；傳真 (732) 745-2878
E-mail: info@crmnj.org
台 灣 分 會：高雄市楠梓區萬昌街22巷16號10樓
電話 0902275033
郵政劃撥13913941財團法人新北市基督教更新傳道會〔奉獻〕
E-mail: infotw@crmnj.org〔購書〕
新加坡分會：Christian Renewal Mission
35 Kallang Pudding Road,
Tong Lee Building, Block A, #10-02
Singapore 349314
電話 65-98589171
E-mail: crmsg77@yahoo.com.sg
1984年11月初版
1999年3月第5次印刷
版權所有・請勿翻印

EVOLUTION: Nature and Scripture in Conflict?
Author: Pattle P. T. Pun
Authorized Chinese edition published by Christian Renewal Ministries, Inc.
200 N. Main Street, Milltown, NJ 08850, U.S.A.
Originally English edition published by Zondervan Publishing House
Grand Rapids, MI. 49506, U.S.A.
Copyright © 1982 by Zondervan Publishing House
First Chinese Edition: November, 1984
Fifth Printing: March, 1999
Copyright © 1984 by Christian Renewal Ministries, Inc.
ISBN 1-56582-014-2
ALL RIGHTS RESERVED
更新傳道會網址 https://crmnj.org

給
認真的懷疑者

目　錄

序言 13
自序 15
中譯本代序 17
圖案目錄 19
表格目錄 25

卷一　進化論的科學根據 27

一　生物進化論的發展史 29

一●一　進化思想的淵源 29
一●二　「種」(Species)的定義 32
一●三　進化的方法：拉馬克學說與孟德爾學說之比較 34
一●四　新達爾文主義與傳統的突變論之比較 44
一●四●一　突變(Mutation) 44
一●四●二　重組(Recombination) 45
一●四●三　不可知論時代(Agnostic Period) 47
一●四●四　平衡性淘汰法(Stabilizing Selection) 49
一●四●五　方向性淘汰法(Directional Selection) 49
一●四●六　分裂性淘汰法(Disruptive Selection) 49
一●五　微進化、廣進化、與合成進化(或普遍進化)
(Microevolution Macroevolution and the Synthetic Theory) 50
一●五●一　新種之產生(Speciation) 53
一●五●二　合成進化論 54

二　進化論的證據 57

二●一　地球的年齡 57

二●一●一　自然劃一原則(Principle of Uniformtarianism) 57
A　近代地質學(Modern Geology) 58
B　古代地質學(Historic Geology) 58
C　自然劃一原則的當代立場 59
二●一●二　地層年代的測量 59
A　相對年代測量法 59
B　絕對年代測量法 60
1　放射性的本質 61
2　衡量放射性之衰退與測量地層年代的關係 63
3　近代的放射性定年法(Radiometric Dating) 68
a　鈾—鉛，釷—鉛，鉛—鉛定年法 69
b　鉀—氬定年法 70
c　銣—鍶定年法 72
d　碳十四定年法 72
4　地層測定法的可靠性與地層年代 72
二●二　古生物化石的證據 81
二●二●一　古生物學家所遭遇的難題 81
A　生物化石的殘缺 81
B　鑑定生物化石的標準略嫌武斷 83
二●二●二　生物化石在各地層中的分佈 86
二●三　結構人類學上的證據 95
二●三●一　上新世古猿(Pliopithecus) 和蠻猿屬古猿(Dryopithecus) 96
二●三●二　拉瑪猿(Ramapithecus) 98
二●三●三　南方古猿(Australopithecus) 99
二●三●四　直立人猿(Homo erectus)與尼安得塔爾人(Homo neanderthalensis) 105
A　論直立猿人 110
B　論尼安得塔爾人 114
二●四　生物地理學上的證據 116
二●五　比較構造與功用學上的證據 127

二●五●一　比較細胞構造與功用　127
二●五●二　比較大體解剖學　129
A　同源構造(Homologous Structures)　129
B　脊椎的演變　130
C　心臟的進化　132
D　退化器官之存在　136
二●五●三　比較胚胎發展學　140
二●六　分子生物學與遺傳學上的證據　143
二●六●一　去氧核醣核酸(DNA)乃遺傳因子　143
二●六●二　基因的表現(Gene Expression)和基因的暗碼(Genetic Code)　146
二●六●三　突變的分子原則　158
A　核苷酸(Nucleotide)的兌換　158
1　互變(Tautomeric Shift)　159
2　核苷酸根基的去氨作用(Base Deamination)　160
3　基因突變的效應(Mutator Gene Effect)　160
4　照射作用(Irradiation Effect)　161
B　核苷酸的刪除(Nucleotide Deletion)　162
二●六●四　分子突變之間的關係　163
二●六●五　染色體突變的本質　165
二●六●六　進化與基因平衡(Genetic Equilibrium)　167
A　突變的壓力(Mutation Pressure)　170
B　淘汰的壓力(Selection Pressure)　171
C　基因的漂流(Genetic Drift)　171

三　生物進化論批判　175

三●一　批判生物進化論的標準　175
三●二　「微進化」或「特殊進化」的批判　177
三●二●一　經驗上的充足性　177
A　突變乃進化之原料　177
B　淘汰乃進化之原動力　180

C　平衡性的淘汰　183
三●二●二　理智上的連貫性　185
A　人工馴養與栽培　185
B　果蠅的變種　185
C　人類膚色的分佈　187
三●三　「廣進化」或「普遍進化」的批判　190
三●三●一　經驗上的不充足性　190
A　生物自生論的難以立足　90
B　解釋第一個細胞來源的困難　194
C　缺乏足夠的證據支持「種」以上的進化　199
D　分子生物學上的證據與其他支持普遍進化論的證據並不協調　203
1　去氧核醣核酸雜交(DNA Hybridization)的方法　204
2　免疫學上的方法　205
3　電泳測度法(Electrophoretic Measurement)　205
4　蛋白質氨基酸的排列　207
三●三●二　理智上的不連貫性　212
A　「物競天擇」不足作爲廣進化的方法　212
1　「中性突變」的理論(Neutral Mutation)　213
2　「調節基因突變」的理論(Regulatory Mutation)　219
3　「系統性突變」的理論(Systemic Mutation)　220
4　「物種淘汰」的理論(Species Selection)　221
B　用機緣巧合來解釋普遍進化的必然性　223
C　普遍進化論不能用科學方法來證明或推翻　224

卷二　探索生命來源時一個基督徒應有的立場　229

四　基督徒的世界觀及它對現代科學發展的貢獻　231

四●一　基督教的一神論與一元論及二元論的比較(Christian Theism Monism and Dualism)　231

四●二　眞理的追尋 234
四●二●一　理性主義(Rationalism) 234
四●二●二　經驗主義(Empiricism) 234
四●二●三　理性的經驗主義(Rational Empiricism) 235
四●三　各種世界觀與現代科學發展的關係 235
四●三●一　柏拉圖的二元論(Platonic Dualism) 235
四●三●二　亞理斯多德的一元論(Aristolelian Monism) 235
四●三●三　機能性的世界觀(Mechanistic Worldview) 236
四●三●四　基督教的一神世界觀(Christian Theistic Worldview) 236

五　聖經中創世記對創造與洪水的解釋 239

五●一　解經學的原則 239
五●二　正統派的立場 241
五●三　註釋聖經的四大原則 241

六　福音派學者對創世記的解釋 245

六●一　三種立場 245
六●一●一　權威創造論(Fiat Creationism) 245
六●一●二　神導進化論(Theistic Evolutionism) 246
六●一●三　漸進創造論(Progressive Creationism) 247

七　作者個人的立場和支持它的理由 249

七●一　難題 250
七●一●一　權威創造論與地球的年齡 250
七●一●二　神導進化論與神的創造 251
七●一●三　漸進創造論對地球年齡和神之創造的看法 252
A　創世記中的一「日」有多長？ 253
B　聖經中的家譜 254
七●一●四　科學的發現對創世記的解釋 258
A　以一日千年說(Day-Age)解釋創世記 258

B 「重疊一日千年說」(Overlapping Day-Age Model)與「修正間斷日論」(Modified Intermittert Day Model) 258
七●一●五 嘗試調和科學與聖經中間的「衝突」時所遇到的一些難題 265
A 化石人的歷史悠久 266
B 「挪亞」時代地球大水災的範圍 267
1 全球性 267
2 局部性 268

卷三 略觀自然主義與達爾文主義間的關係 269

八 進化論成爲解釋一切人類經歷的模範 271

八●一 哲學上的進化思想 273
八●二 教育理論上的進化思想 274
八●三 社會進化論 275
八●四 經濟學上的進化思想 277
八●五 政治理論上的進化思想 279
八●六 心理學上的進化思想 280
八●七 宗教上的進化思想 282

卷四 一個基督徒對進化論應有的態度 287

九 衡量進化論的標準 289

九●一 清楚有關進化論的科學根據 289
九●二 近代反宗教的思想風行，引致進化論普遍被接受 290
九●三 參考有關聖經創世記各種不同的註釋 291
九●四 瞭解進化論辯論上的基本問題 292

附錄　創世記中「創造日」的長短　295
語彙　307

序　言

若要了解進化論和創造論的立場，我們就需要涉及人類學、植物學、生物化學、地質學、化石學、動物學和物理學。柏滔對上述各門學問都有充份的認識，也與各門學者保持聯絡，他對現今創造與進化的論壇十分熟識。柏滔是美國聖地牙哥州立大學（San Diego State University）和紐約州立大學水牛城分校的畢業生，專攻生物化學和微生物學，因此他有充份的資格來解釋科學上有關生物與物種起源的探討。

柏滔這本書討論到地球上生物來源的種種科學證據以及其演變的可能過程，他也詳盡地描述到細胞生物學與大體解剖學的細節，幫助我們了解到這些知識的重要，這些證據也使他深信生物種類在被創造之後的確經過有限度的演變，但作者並不接受整套進化論的說法，無論是無神的進化論或神導進化論。這本書特別值得推薦的地方是它指出各種不同的觀點，批評每種觀點的長處與短處，然後提供讀者足夠的知識，讓他們能自己作個決定。

此書包涵很多在普通大學教科書中找不到的資料，我相信即使是研究人類起源學的研究院學生也能從這書中找到在大學科目中所學不到的論點。譬如你會在這書中讀到聖經創世記及巴比倫古卷中有關創造引人入勝的記載；作者也提到地質學上測度地球年齡的方法；聖經創世記的記載與地球年齡的關係；人類科學精神和神學思潮的發展史；和作者根據「經驗上的充足性」和「理智上的連貫性」這兩個標準來衡量進化論的結論。

雖然讀者中很少人能全然精通本書所提到的各門學問，但不論我們的專長是什麼，柏滔對進化論包羅萬有的討論必能幫助我們從各種不同的角度來研究這個問題，我預料本書在護教學上將會帶來很大的影響，我推薦凡有心思想的人均應一讀此書。

惠敦大學生物學教授羅素・麥思特博士（Dr. Russell Mixter）（註）

〔註：羅素・麥思特博士曾任美國科學家團契（American Scientific

Affiliation）會長，美國科學家團契季刊（Journal of the American Scientific Affiliation）主編，他有關進化論的著作包括：Creation and Evolution, American Scientific Affiliation Monograph 2nd ed. 1967，和所編的Evolution and Christian Thought Today. Grand Rapids, Eerdman's 1959 ，均常被人引用。〕

中譯本代序

惠敦大學（Wheaton College）的柏滔教授寫了一本有關進化論的書（Evolution, Nature and Seripture in Conflict?）邀我爲之序，我甚樂意爲之。

柏滔受過嚴謹的科學訓練，同時也是虔信聖經的基督徒。十多年來，他持續不斷的關心「進化與創造」這個問題，也蒐集了很多這方面的資料，當我仔細閱讀他的這本巨著時，對於書中資料之豐富以及論點之客觀公正極爲欽佩。

特別值得一提的是作者引進了「微進化」（Microevolution）及「廣進化」（Macroeyolution）這兩個名詞。作者也指出，微進化有其實驗上之證據，應被接納；而廣進化則無證據可循，也不應該被接納。這一點值得讀者特別注意，因爲當討論「進化與創造」這個問題時，我們必須先正名：討論的是微進化呢，還是廣進化？相信人是低等生物進化而來的進化論者所提出之可信的證據都是微進化方面的，他們認爲把微進化之證據加以延伸（Extrapolation）即可以證明廣進化爲眞，其實這種態度是不科學的，超越了「有幾分證據說幾分話」的科學精神。相信創造論者若不肯接受生物界有限度的變異（微進化）這個事實，也是盲目的、不可取的。

從神學的立場看，柏滔堅信聖經是上帝所默示的，是無誤的；同時，對於如何解釋聖經中有關創造之記載，却持極謹愼之態度。我對於柏滔這種釋經的態度是百分之百贊同的。烏雪主教把創世確定於公元前4004年以及有些人認定創造時之一日即如今二十四小時的一日的說法，都只能被視爲釋經學上的一些極端，對這些解釋持保留的態度是合宜的。

柏滔得天獨厚的不僅是受過高深的科學訓練，而且得以在惠敦大學——持守純正信仰且學術地位很高之基督教大學——執教，正如他所說「這不是偶然，而是上帝特別的恩典」，柏滔也沒有辜負上帝所賜的這獨特的機會，乃竭盡心力的推出了這本巨著。我相信柏滔這本書將對科學界和宗教界有所貢獻，也將幫助很多讀者更深入的瞭解創造與進化的問題。

韓偉於台北

自　序

自從一八五九年達爾文出版他的「物種起源」一書之後，神學界和科學界就起了一場聲勢洶洶的爭論。有些附從進化論的學者，將自己的理論提昇爲一套劃時代的思潮，用來重估人類一切的經驗；但也有些學者認爲進化論全無科學價值，純爲魔鬼的傑作，因此他們立志要推翻這套學說如同抵擋魔鬼一樣。但大部份人都持這兩個極端之間的立場。史丹福大學的卜貝教授（Dr. Richard Bube ）曾概括地形容過上述兩種不同的立場，他說：「若說贊成進化論的人太高估其科學證據，那麼反對進化論的人則又太低估了這些證據。（請參閱Bube, R. 1971" The Human Quest" Waco Word Book, p207 ），究竟我們應該用什麼標準來衡量有關進化論的證據呢？本書嘗試面對這個問題，分析這些科學證據，列出進化論的優點和弱點，盼望能使讀者注意到有關進化論的辯論實在超出了科學的領域，而是在哲學大前題上的一場論戰。

本書乃是從美國科學家團契季刊(Journal of the American Scientific Affiliation ）一九七七年六月號中的一篇文章引申而來，這篇文章乃是筆者在一九七六年參加惠敦大學（Wheaton College ）信仰與學術合一研討（Faita and Learning Seminar）時寫成的，筆者亦蒙惠敦大學同學會頒發基金協助此書的寫作。

筆者特別要向惠敦大學生物學教授Dr. Raymond Brand和Dr. Albert Smith 致深切的謝意。他們對此書卷所作的充份批評使筆者得到不少幫助，筆者也要特別感謝惠敦神學院教授Dr. Alan Johnson對卷二和卷四所作的修正工作。

此外，筆者同時也要向下列各同仁對卷三的修正致謝：哲學系 Dr. Arthur Holmes；社會學系Dr. Zondra Lindblade；心理學系Dr. James Rogers, Dr. James O. Buswell, III 慷慨讓筆者借用他有關進化論的藏書，也在此一併致謝，地質學教授Dr. David DeVries 對有關地質學論點的批評，和人類學教授Dr. Dean Arnold對有關人類化石的批評也使筆者獲益匪淺。

圖　案

卷一

一・三

圖一・一　孟德爾用作遺傳實驗之豌豆的七種特徵　37

圖一・二　孟氏遺傳學之第二大定律——基因分隔定律之分配情形　40

圖一・三　孟德爾與拉馬克對進化方法解釋上的比較　41

圖一・四　黎德堡（Lederberg）用複製培養碟（Replica P-lating technique)來證明細菌中抵抗抗生素的成員乃是在未接觸到抗生素之前已經存在　42

一・四

圖一・五　重組作用（Cross-Over）　46

圖一・六　平衡性淘汰法、方向性淘汰法和分裂性淘汰法之比較　48

一・五　50

圖一・七　適應範圍（The adaptive grid）　51

圖一・八　陸地植物的適應範圍。此圖指出陸地植物因轉移環境所生的適應　52

圖一・九　根據某些進化次序中的生物形態所構成的一些進化過程　54

二・一

圖二・一　三種放射性的衰退方法　62

圖二・二　放射衰退，N/No乃代表放射母原子經放射衰退之後餘下之分數　65

圖二・三　鈾$_{235}$，鈾$_{238}$，和釷$_{232}$的衰退圖　68

圖二・四　普通鉛的同位素的分佈在地球過往四十五億年中的變異　69
圖二・五　鉛$_{206}$與鈾$_{238}$的比例與時間關係　70
圖二・六　放射性鉛$_{207}$與鉛$_{206}$的比例與時間的關係　71

二・二

圖二・七　現存之甲狀蟲，屬於超門（Superphylum Protarthropoda）　87
圖二・八　Neopilna 的腹面圖，腹面有鰓　88
圖二・九　最早的兩棲類骨幹化石Ichthyostega，估計是泥盆紀後期的生物　88
圖二・十　在古生代（Paleozoic）出現的兩棲動物：lepospondyls 和labyrinthodonts （迷齒動物）　89
圖二・十一　Seymouriamorph　91
圖二・十二　始祖鳥（Archaeopteryx）的化石和畫像　92
圖二・十三　高等動顎龍therapsid Diarthrognathus 的頭蓋骨　93

二・三

圖二・十四　類人類之始祖與冰河作用和史前文化的關係　97
圖二・十五　南方人猿（Australopithecine ）的兩個塑像，其四幅不同角度的寫照與現代人類頭顱骨之比較　102
圖二・十六　非洲歐杜維谷所掘出之石器　103
圖二・十七　上腭與牙齒的比較：南方猿人、大猩猩與人　104
圖二・十八　在非洲東羅多夫湖發掘出來的KNM——ER—1470 頭顱骨　106
圖二・十九　直立人猿（Homo erectus）與尼安得塔爾人（Homo neanderthalensis ）頭顱塑像的四個比較　107
圖二・廿　直立人猿與現代人頭顱塑像的四個比較　108
圖二・廿一　尼安得塔爾人與現代人頭顱塑像的四個比較　109
圖二・廿二　石器時代的各種切肉刀　112

二・四

圖二・廿三　世界各區的生物地理範圍　118
圖二・廿四　北美洲經緯度之不同對植物分佈的影響　121
圖二・廿五　海洋生物的環境適應區（Ecological Zones）　121
圖二・廿六　大陸漂移論（Continental Drift）　122
圖二・廿七　葉狀蘚(Ψ)的分佈圖　124
圖二・廿八　南美格拉披高斯羣島和各島上飛鳥按其鳥嘴構造不同的分佈　125

二・五

圖二・廿九　早期核細胞（Prokaryotic cell）與眞核細胞（Eukaryotic cell）電子顯微鏡下的橫切圖　128
圖二・三十　各種眞核細胞可能的進化途徑——共生現象（Symbiosis）　130
圖二・卅一　青蛙、蜥蜴、飛鳥、人類、貓類、鯨類、和蝙蝠前肢骨骼的比較　131
圖二・卅二　早期四足動物（fetrapods）與羊膜動物（amniotes 之脊椎骨的比較　133
圖二・卅三　脊椎動物心臟的比較　134
圖二・卅四　人體消化系統中的闌尾（Appendix）　135
圖二・卅五　體內抗體的產生與闌尾的關係：家兎被照射（irradiated）後與被照射前抗體的比較，與闌尾是否受照射的關係。　137
圖二・卅六　人腦（左邊）的縱切面　138
圖二・卅七　人眼之結膜半月襞（Plica semilunaris）　139
圖二・卅八　人體之尾脊骨（coccygeal vertebrae）　139
圖二・卅九　脊椎動物胚胎發展過程中三個步驟的比較　141

二・六

圖二・四十　細菌變質（Bacterial Transformation）　144

圖二・四十一　變質的原則（ the transforming principle ）　145
圖二・四十二　去氧核醣核酸根基的對比（Base Pairing ）　146
圖二・四十三　嘌呤與嘧啶（Purines and Pyrimidines ）　147
圖二・四十四　在去氧核醣核酸第2′位置上的氧與去氧核醣核酸的比較　147
圖二・四十五　去氧核醣核酸的複製（DNA Replication ）　148
圖二・四十六　核酸按照去氧核醣核酸而被製作（Transcription ）蛋白質按照核酸而被製作（Translation ）　149
圖二・四十七　蛋白質中因鄰近的氫鍵連接而成的Alpha 螺旋　153
圖二・四十八　血紅蛋白（Hemoglobin ）　154
圖二・四十九　酶與酶作用物之間的關係(Enzyme-Substrate Interaction ）　155
圖二・五十　正常的紅血球（碟狀）和貧血病的紅血球（鐮刀狀）的顯微鏡照寫　155
圖二・五十一　管理系統之模型　156
圖二・五十二　六種易分辨的分子突變　157
圖二・五十三　幾種核苷酸的取代（Nucleotide Replacement ）　158
圖二・五十四　胸腺嘧啶（Thymine)正常和反常的根基對比　159
圖二・五十五　去氧核醣核酸被亞硝酸（Nitrous acid ）氧化和去氨（oxidative deamination ）後之根基對比　161
圖二・五十六　由紫外線所形成的胸腺嘧啶的二元體（Dimer ）　162
圖二・五十七　紫外線所引致的突變　163
圖二・五十八　X 射線可能引致去氧核醣核酸兩股被連接（strands cross-linking ）　163
圖二・五十九　噬菌體（Bacteriophage）T4中的溶菌酶（lysozyme）基因因著兩個互相補償的移框突變（frameshift mutations ）而有的結果　164

圖二・六十　有絲分裂（mitosis ）　166
圖二・六十一　減數分裂（meiosis ）　166
圖二・六十二　在減數分裂中因爲移位作用（translocation ）引致染色體的重複或削減（duplication and deletion ）　168

三・二　177

圖三・一　試驗變異細菌之儀器的簡圖　178
圖三・二　果蠅（Drosophila birchii ）在實驗室中因被照射而進化的速度　181
圖三・三　非洲、中東和印度鐮刀狀貧血症（sickle cell anemia ）的分佈情形　184
圖三・四　家鴿各種不同的形態　186
圖三・五　未經太陽照射的皮膚顏色　188

三・三　190

圖三・六　巴斯德用曲頸燒瓶證明細菌的存在　192
圖三・七　丁德爾氏所用的一個實驗箱，他用此箱證明在一個無塵埃的環境不會產生微生物　193
圖三・八　化學進化作用的三步驟　195
圖三・九　米勒自製氨基酸的實驗儀器　196
圖三・十　小麥Triticum aestivim 因多元染色體他殖（allo-polyploidy ）而進化的情形　202
圖三・十一　圖示一幅直立背板電泳儀器（Vertical slabgel-electrophoresis ）　206
圖三・十二　氨基酸在下列三種蛋白質中的進化速度：纖維蛋白鍵（fibrinopeptide ）、血紅素（hemoglo-bin)和細胞色素C（ cytochrome c ）　208
圖三・十三　核苷酸兌換與進化時間成正比例　209
圖三・十四　幾種動物進化過程的假設。這些動物的代表蛋白質的氨基酸排列已被驗出　210

圖三・十五　脊椎動物綱的進化速度　211
圖三・十六　自人類與黑猩猩趨異（Divergence）之後生物進化與分子進化的對照　212
圖三・十七　果蠅（Drosophila pseudoobscura）成長之後身體中所有的酯酶（esterases）　214
圖三・十八　幾種生物最低限度所有的去氧核醣核酸　217

卷二

圖四・一　圖示三種通行的世界觀　232

表　格

卷一

一・一

表一・一　孟德爾交配單基因的實驗結果　38

二・一

表二・一　鈾$_{238}$的衰退過程　66
表二・二　鈾$_{235}$的衰退過程　67
表二・三　釷$_{232}$的衰退過程　67
表二・四　用不同方法測度的地質年代對應表　73
表二・五　用四種測度方法而獲得的相對年代與非相對年代圖　74
表二・六　用放射性碳測度的年齡與已知年齡的比較　76
表二・七　用放射性元素測度的地質年代紀　78

二・二

表二・八　地質年代紀　84

二・三

表二・九　超科Super family Hominoidea　95
表二・十　人與一些假設的人類始祖的腦蓋體積之比較　96
表二・十一　發掘南方人猿遺物的地方　100
表二・十二　發掘到有關直立人猿（Homo erectus）遺物的地方　110
表二・十三　尼安得塔爾人出土之地點分佈圖　113
表二・十四　早期核細胞與眞核細胞的比較　129

二・六

表二・十五　日常所見的氨基酸　151
表二・十六　基因的暗碼（ the genetic code ）　152
表二・十七　一族羣生物中有四分之一是AA，四分之一是aa，二分之一乃Aa，經過自由交配之後所產生的後裔　170
表二・十八　在有淘汰和沒有淘汰的環境下性型（ genotype ）的分佈　172

三・一

表三・一　果蠅（Drosophila birchii ）在實驗室中因被照射而進化的速度　182

卷二

表六・一　有關創世記各種不同之詮釋和批判的一覽表　246
表七・一　「重疊日代論」　259
表七・二　「修正間斷日論」　260

卷一

進化論的科學根據

一

生物進化論的發展史

一・一　進化思想的淵源

有關進化論的辯論早在好幾千年前已經開始了，它牽連很多不同的學者，也採用過各種不同的名稱。如今進化論辯論的焦點已成爲哲學上和科學上的一場論戰，一個生活在二十世紀科學時代的基督徒若要了解當今論壇上的世界觀，實在不能不對進化論有一些起碼的認識。

進化思想有悠久的歷史，在古希臘時代就有兩種風行的學說解釋宇宙變遷（進化）的情形。巴曼尼狄思（Parmenides 515 B.C.- ？）認爲宇宙是一套永恒不變的絕對系統，眞理具有不變的本質，在現象領域中所見到的變化不過是一些不能變遷的微粒經過重新排列組合所生的結果。賀拉克賴特（Heraclitus 540-475 B.C.）則將宇宙比作一種不住流動的過程，世上一切的事物都在更新與幻滅中掙扎，企圖在普遍的新陳代謝作用中維持一定的平衡狀態（註1）。

亞里斯多德（382-322 B.C.）相信自然界一切的現象都受制於一股主

動的能力。他將生物分爲動物與植物兩類，認爲生物之所以有一切不同的形態，乃是因爲所有不同「種」的生物都是太初時從一堆有生命的物質中直接產生出來的，這個理論後來被稱爲生物自生論（Theory of spontaneous generation）（註2）。亞里斯多德這種深具影響力的思想後來被中古時代的教會和政府所接受，因此其他嘗試解釋生物變化的理論都被壓抑了下來，這種情形持續了不下一千年之久。但生物中的各種不同形態自古以來就是吸引人類好奇心的對象，如人種的不同、家畜形態的變化，這些現象都指出在同種生物中曾經有過不斷的小變化。因此思想界中崛起了另外一套學說，認爲生物的不同形態乃是上一代從經驗中得來的特性遺傳至下一代的緣故，這套理論與不同生物在被造之後其形態持久不變的傳統觀念大相逕庭。

等到文藝復興時代和哥白尼劃時代的太陽中心學說問世之後，歐洲思想界比較容易接受新的理論。毛波土斯（Maupertuis 1698-1759）很可能是第一位提倡進化論的學者（註2），他的進化理論是根據一家四代患有多指症（Polydactyly）病歷研究而來的心得。（按：多指症是一種先天遺傳的畸形發展，患者的手指較常人多，而且手指之間有皮肉相連。）這種畸形的遺傳後來被鑑定爲一種顯性因子的遺傳。毛氏發現多指的特徵可以從患者的父親或母親遺傳而來，這是因爲父母的體內有一種微粒攜帶這種特性，而這種微粒或因氣候和營養的影響，或加上這種微粒在後裔中不平均分配的情形下，而導致多指症在遺傳時的變化，所以他指出遺傳過程的變異性，但毛氏的理論並不曾引起當時生物學者們的注意。

法國生物學家戴浦豐（George de Buffon 1707-1788）認爲不同種的生物雖是分別被造的，但因受到氣候和營養的影響，也會導致遺傳過程中某種有限度的進化，他同時給生物的「種」（Species）下了一個模稜兩可的定義，以此推論生物在種以上的進化（見卷一，一・二。）

達爾文的祖父（Erasmus Darwin 1731-1802）是第一位使用「進化」一詞的人，他說：「進化乃是一種更新的過程，生物因着刺激、感受、意志與聯想之作用，又因新習性的影響以致獲得新肢體，因此生物擁有藉着先天固有的活動而改進之功能，而且能將這種改良後的品質一代代遺傳下去，直到永遠。」（註3），但他的理論缺乏切實的科學根據，因此在生物界起不了什麼作用。

法國生物學家拉馬克（Chevalier de Lamarck 1744-1829）倡導一種梯形漸進式的進化學說，從無生物變成生物，最後經過高度發展而產生人類。他承認這套進化系統之中也會有分岐的地方，但他强調生物能將爲適應環境而獲得的新特徵遺傳給後代。拉氏之學說也承認生物之結構組織有時不但不進化反而有發生退化的可能。他的理論對於當時代的學者影響甚深，直到二十世紀初葉才被人推翻。與拉氏同時的希賴爾（Geoffrey Saint-Hilaire 1772-1844）却提議在生物中偶爾發現的反常品種若不被淘汰的話，很可能會進化成新的品種。希氏的理論可謂替後來的進化論學說舖路，使後人對生物藉「突變」（Mutations）爲原料，經「物競天擇」的過程得以進化的理論更易了解。

「物競天擇」的理論是由兩位英國社會學家發明的：馬爾薩斯（Thomas Malthus 1776-1834）和史賓塞（Herbert Spencer 1820-1903）。馬氏在他的「人口論」一書中指出，人類的繁殖是按照幾何級數增加，但食物的生產不過是根據算術級數增加，因此人類一定會遇到饑荒、疾病和戰爭，才能維持人口繁殖和食物產量間的平衡。以後史氏更進一步引用馬氏的理論，提出「適者生存」的名詞。史氏認爲社會需要每一世代中的精銳份子，他們有高人一等的智慧、技能、修養，又能適應新的科技發明，得以適應環境而生存。日後達爾文就引用這個名詞，再加上馬氏所用「物競天擇」的術語，構成了他聞名的「天演論」。

達爾文對進化思想最大的貢獻，乃是他提出了一套進化過程——他稱之爲「物競天擇」說，來解釋在馴養的家畜和大自然的生物中所觀察到的各種變化。一八三一年他坐船到南美洲。航行期間，南美洲所特有的哺乳動物給他留下很深刻的印象。這些動物是在歐亞非三洲都找不到的。他特別注意到在厄瓜多爾海岸附近的格拉披高斯羣島（Galapagos Islands）上特有的動植物。他懷疑這些生物，是因爲遷居到隔離的新環境之後，才進化而產生的新品種及形態。

就在這同時，英國生物學家華萊士（Alfred R. Wallace 1823-1913）根據他在馬來亞研究各區動物分佈的結果，也提出與達爾文相同的看法。一八五八年達爾文與華萊士在倫敦林奈學社（Linnaean Society）發表他們的理論，成功地引起了當時科學界的注意。一八五九年達爾文出版他的「自然淘汰引致物種起源」（The Origin of Species by Means of N-

atural Selection ）一書，公開地宣傳他的進化理論。達爾文的理論重點既與「物種」的起源有關，我們首先必需要對「物種」下一個清楚的定義。

一・一 參考書目

1. Nordenskiold, E. The history of biology. New York: Tudor; 1928. Eyre, L. B., translator.
2. Glass, B. Maupertuis, pioneer of genetics and evolution. Glass, B.; Temkin, O.; Strauss, Jr., W. L. 1745–1859 eds. Forerunners of Darwin. Baltimore: John Hopkins; 1959: 51–83.
3. Darwin, E. Zoonamia. Vol. 1. Boston: Thomas and Andrews; 1803 (Preface).

一・二 「種」(Species)的定義

最早嘗試將生物分類的是英國學者雷强（John Ray, 1628-1705）。他鑑定生物品種所用的原則，乃是根據生物種子的外貌和結構的相似來區分。他認爲生物種子帶來的後裔一定與上一代相似，而不會產生新的品種（註1）。

瑞典植物學家林奈（Carolus Linnaeus 1707-1778）引申了雷强的見解，提出一套以屬（Genus）和種（Species）分類的方法。他採用雷强的理論，按「外貌相似」和「可以配合產生具繁殖能力之後代者」這兩個原則，來鑑定生物爲同屬於一「種」（Species），而以「種」作爲生物分類學上最小的單位。林奈認爲物種是固定的（ fixity of species ），生物的種類自從被創造後從不曾因年代久遠而增加。

林奈對物種的見解鼓勵了很多分類學家和搜集家的熱忱，因此需要分類的生物在這些學者不停搜尋之下變得愈來愈多，分類的技巧也愈來愈需精細，以致林奈在晚年時改變他的立場，認爲神起初是創造了「屬」，而非「種」。（例如橡樹乃是「屬」，白橡樹乃是「種」。）林奈的「物種固定論」受到戴浦豐和拉馬克的抨擊，達爾文的「物種起源」一書跟着應聲而出。現代生物學家雖然仍採用林奈的分類系統，但鑑定物種的原則已屢經修正。

根據麥爾（E. Mayr）的理論（註2），現今生物學上通用的「種」的定義可以分爲三大類：

㈠以外貌的不同作爲鑑定「種」的標準（The Typological Species Concept ）。這種說法只注重生物外貌的不同，在同一羣彼此交配的生物中，各種不同的形態都被鑑定爲屬於不同的「種」。

㈡以時間和空間的範圍作爲鑑定「種」的標準（The Nondimensional Species Concept ）。這個標準定規同「種」的生物是在一個固定的地點同時出現的（Sympatric and Synchronous），它注重「種」與「種」中間的時間和空間的距離，但是分類學家往往很難劃分那裏是某種生物的地盤，因此這標準有時顯得模糊不清。

㈢以能否彼此交配作爲鑑定「種」的標準（The Interbreeding-population Concept ）照這標準來看，凡是可以彼此交配的生物都算是屬於同一「種」。這個論點的長處是不受時間、空間限制，生物若能交配繁殖就被鑑定爲同「種」。難處是在如何決定不同生物彼此交配的「可能性」。雖然如此，這個標準仍不失爲一個可用之「種」的定義。

總括而言，現代科學家所採用有關物種的定義，實在是綜合了上述三種標準而成的（註3）。它乃是：

㈠「物種」是按照生物之特徵而非牠們之不同點而定義的。

㈡「種」乃是由一羣有密切關係的生物組合而成，而非一羣烏合之衆。

㈢鑑定「種」最重要的標準乃是生物之間彼此交配的阻隔問題（reproductive isolation ），而非個別生物的生育能力。

生物分類學雖然擁有上述的標準，但仍有不少實際的問題存在。最普遍的問題就是如何鑑定「同種雙型性」（Dimorphism ）（按：在同種生物中不同外貌的生物）、「同質多型性」（genetic ploymorphism）（按：以許多種不同形態出現的同種動、植物）。因年齡不同而生和與遺傳無關的各種行爲上的差異。

兩羣生物之間的差異有時是非常微妙的，因此要鑑定是否屬於同「種」就不那麼容易了。譬如當兩隻同屬的果蠅（Genus Drosophila ）在實驗室中不能交配繁殖時，牠們通常被列爲不同「種」，但是我們需要考慮到交配前的阻隔（Premating reproductive barrier）和交配後的阻隔（Postmating reproductive barrier）的問題。

交配前的阻隔會攔阻兩個生物的性交，它通常可以分爲四類：㈠因產地不同而生的阻隔。㈡因交配季節不同的阻隔。㈢因交配方式不同的阻隔

。㈣因生殖器官不相符的阻隔。但交配後的阻隔則阻止了因子的接合：如㈠雄性配子（ gametes ）在受精作用時被淘汰。㈡受精卵的不正常發展引致流產。㈢混種生物因爲基因的不協調而被環境淘汰，不能傳種（註4）。

無性生殖的生物不能用上述標準來鑑定，單按外貌也不能鑑定很多微生物，因此微生物學家需要用上好幾種鑑定的方法來分辨這類生物，他們迄今仍未能決定什麼是鑑定無性生殖的生物最好的方法。

古生物化石也不能憑交配的標準來鑑定，而用其他方法鑑定古生物化石往往又必須使用較主觀的看法。古生物學者不單需要倚賴化石的外貌，而且要搜集當時的生物環境、地層和化石分佈上的證據，然後才可鑑定古生物的種類。

雖然如此，一套能以實驗方法觀察的客觀標準能帶給分類學家一些比較有把握的證據仍是很有價值的，因此這標準仍是生物學家最通用鑑定物種的方法。

一・二　參考書目

1. Bedall, B. G. Historical notes on avian classification. Systematic Zool. 6:129–36; 1957.
2. Mayr, E. Animal species and evolution. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press; 1963: 16–30.
3. Mayr, E. Animal species and evolution. 20.
4. Mayr, E. Animal species and evolution. 92–106.

一・三　進化的方法：拉馬克學說與孟德爾學說之比較

一種生物若要不遭自然環境的淘汰，牠必須要能適應新的環境，且能將這種適應的能力遺傳給後代。（所謂方向性的淘汰〔Directional selection〕，見一・四・五）。雖然孟德爾的遺傳理論是在一八六五年發表的，比達爾文的物種起源論遲了六年，但當時的論壇對孟氏的見解還是相當陌生。當時最流行的是「混合」式的（blending）遺傳理論，這種理論認爲父母的遺傳特性會混合出現在子女身上，就好像一瓶白漆與一瓶紅漆混合成粉紅色的液體一樣。根據這個理論的推測，每一後代將會失去上一代一半的遺傳特徵。這麼一來，大自然實在無從選擇優良的品種，因爲上一代的特徵終會在這種遺傳過程中完全消失。

拉馬克是第一位提出一種綜合性理論的學者。他認爲生物能將因適應環境而獲得的新特徵遺傳給後代。他相信生物之所以會從簡單進化爲複雜，乃是因爲環境的變遷，刺激生物體內獨有的「生機液」（Vital fluid），藉着「生機液」的伸展生物得以進化，且將因進化而獲得的新特徵繼續遺傳給下一代。

拉氏指出世界各地植物的分佈與當地的溫度有很直接的關係。他認爲動物同樣可以按環境的需要，藉着運用身體上的某種器官，刺激體內的「生機液」，使運用的器官繼續發展，所以只有運用到的器官才得以遺傳給下一代，沒有運用到的器官則因慢慢退化而遭淘汰。拉氏相信生物界中各種形態都是根據此種過程進化而來的。

達爾文雖然沒有公開地支持拉氏的理論，但他多少也受到拉氏的影響。例如他相信身體各部門都可發出「粒子」（particles），如同訊息一樣藉着血液帶到生殖腺。當父母的身體特徵因適應環境而改變時，這些「粒子」訊號也會隨着改變，所以後代中的變異形態繼續在父母生殖腺裏得到肯定。但達爾文這種理論卻經不起遺傳實驗的考驗。

英國人類學家高爾頓（Francis Galton 1822-1911）按照達爾文的理論進行實驗，他將雄兔的血液注射到不同顏色的雌兔體內，若達爾文的理論是可靠的話，雌兔的後裔除了有其父母的特徵之外，應該還具有輸血的雄兔的特徵，因爲牠們承受了父母和輸血者血液中所携帶的粒子訊號，然而高氏發現這些後代兔子的毛色全部都是父母的毛色，絲毫沒有受到輸血的雄兔毛色之影響。

孟德爾（Gregor Mendel 1822-1884）則提出另外一套理論。他認爲遺傳的單位乃是一些像微粒一樣的因子（particulate genes），並非像拉氏所言之「生機液」。孟氏嘗試用實驗方法考驗當時盛行的「混合式」遺傳理論。他成功地發現了遺傳學上的兩大定律，雖然與他同時期的科學家也用類似的實驗來探討遺傳的奧秘，卻得不到什麼結論。孟氏的成功絕對不是偶然的，因爲他的實驗是經過了非常仔細的設計。

孟氏選擇了一種常用的豌豆（Pisum Sativum）來作人工交配的試驗。這種豆類有幾個優點，使孟氏能夠直接解答他所探討的問題。第一，這種豆類的受精過程可以在實驗室中控制，因爲它可以「自體受精」。孟氏利用這種特性來發展一套異體受精的方法，他將一棵豌豆花的雄蕊剪去，

然後接上另一棵不同特徵的豌豆花之雄蕊，這樣使不同特色的豌豆花可以很容易地彼此交配。第二，這種豆類的繁殖週期短速，因此孟氏可以在短期內觀察出父母特徵在好幾代後裔中的遺傳結果。第三，這種豆類有很多非常明顯的特徵，而且每種特徵都是受兩種形態之基因的控制。

孟氏用豌豆做了兩種實驗。在第一種實驗中，他從人工交配所產生的後代中，觀察一對遺傳因子的分佈情形，這實驗的結果使他歸納出「分隔定律」（Law of Segvegation）來。在第二種實驗中，孟氏研究兩對基因的遺傳，因而推論出「基因自由遺傳定律」（Law of Independent Assortment）。他用P來代表父母代，F_1 及 F_2 來代表第一代和第二代的子孫。

孟氏所完成的第一種實驗被稱爲「單基因混種遺傳」（Monohybrid Crosses），第二種實驗被稱爲「雙基因混種遺傳」（Dihybrid crosses）。他發現並不是所有父母的特徵都會在第一代子孫中出現，顯然地，某些特徵比其他特徵佔優勢。孟氏稱那些在第一代子孫中出現的特徵爲「顯性特徵」（Dominant Characters），不出現的特徵爲「隱性特徵」（Recessive Characters）。

圖一・一列出孟氏所觀察之豌豆的一切遺傳特徵。表一・一列出孟氏在「單基因混種遺傳」實驗中所收集到的各種豆類。在第一代子孫中，我們只看到顯性特徵的出現；在第二代子孫中，却可以發現顯性特徵與隱性特徵的分佈約是三對一的比例。這種現象可以用下述的假設來解釋：若顯性特徵的表型（Phenotype）乃受「A」基因控制，隱性特徵的表型是受「a」基因控制，並且假設父母一代的遺傳因子型（genotype）分別是「純合子顯性AA」（homozygous dominant）及「純合子隱性aa」（homozygous recessive）。

在有性生殖的過程中，父母代的基因會「分隔」成爲配子；只有一種配子能從父或母產生，就是「A」和「a」。當這些配子在受精過程中再度結合時，所組成的基因型就是Aa（異合子 heterozygous）。因爲A基因是顯性，所以在第一代子孫中的表型均將受制於A基因，這就解釋孟氏在第一代子孫中爲何只看到顯性的特徵。等到第一代子孫彼此交配時，分隔作用仍發生於受精過程中，但從父或母都得到兩種不同的配子，因此組合後可能產生的基因型有三，即AA：Aa：aa，而它們出現的比例是



圖一・一　孟氏豌豆實驗中所觀察到的七種特徵

表一・一　孟德爾交配單因子豌豆所得之實驗結果

父母之表型(純種交配)		第一代之表型	第二代之表型	第二代之比例
種子	圓型×皺紋型	全呈圓型	5/474屬圓型 1/850屬皺紋型	2.96 1
	黃色子葉 × 綠色子葉	全呈黃色	6/022屬黃色 2/011屬綠色	3.01 1
	灰色外殼 × 白色外殼	全呈灰色	705呈灰色 224呈白色	3.15 1
豆夾	飽滿×收縮	全呈飽滿型	882呈飽滿型 299呈收縮型	2.95 1
	綠色×黃色	全呈綠色	428呈綠色 152呈黃色	2.82 1
豆莖	豆夾與豌豆花沿豆莖生長集中頂端生長	全沿豆莖生長	652沿豆莖生長 207集中莖頂生長	3.14 1
	長莖×短莖	全屬長莖	782屬長莖 277屬短莖	2.84 1

1：2：1。又因爲A是顯性基因，所以AA和Aa的表型都是由A基因控制，所以在第二代子孫中顯性和隱性表型的比例是三對一。

在孟氏「雙基因混種遺傳」的實驗中，他使用黃色球狀的豌豆與綠色有皺紋的豌豆交配，結果如下：

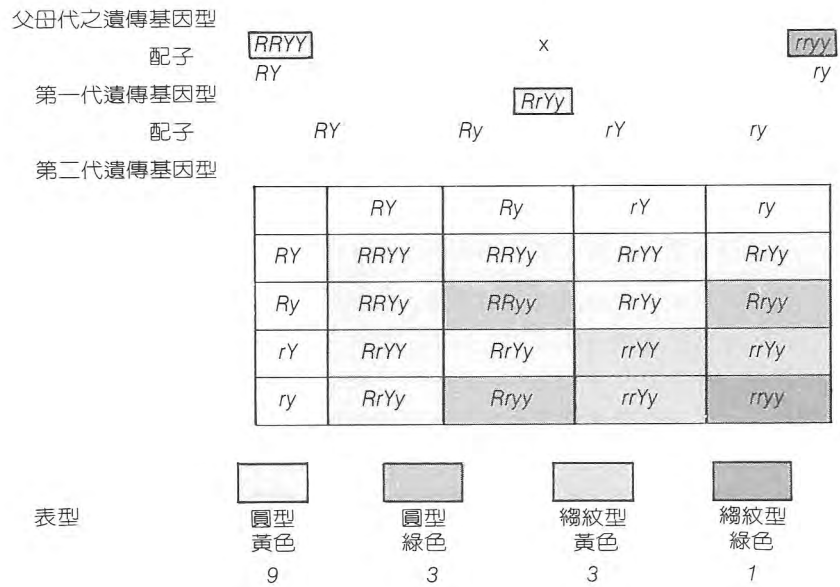
第一代子孫：所有豌豆都有黃色球狀豆。

第二代子孫：三百一十五棵豌豆有黃色球狀豆。
一百零一棵豌豆有綠色球狀豆。
一百零八棵豌豆有黃色皺紋豆。
三十二棵豌豆有綠色皺紋豆。

這四種豆類的分佈大概是成9：3：3：1的比例。

我們可以同樣地應用「分隔定律」來解釋這些結果。若父母一代具有黃色的球狀豆和綠色的皺紋豆各以基因型ＲＲＹＹ（純合子顯性）和r r yy（純合子隱性）來代表，在第一代子孫中只能有一種基因型出現，就是Ｒr Ｙy，因爲分隔作用從父母一代中只能產生ＲＹ和r y兩種配子。但是等到第一代子孫彼此交配時，分隔作用能產生各種不同的配子。從孟氏「單基因混種遺傳」實驗所得的結論，即每一個配子必須具有每對基因的一半，因此從「異合子」Ｒr Ｙy所產生的配子就能有ＲＹ，Ry，r Ｙ及r y的四種組合。如果上述的四種配子的產生頻率相同，或說每一種配子不受制於其他的配子而自由地遺傳（因子自由遺傳定律），那麼我們可以在後裔中找到十六種不同的配子結合，代表九種基因型：即ＲＲＹＹ；ＲＲＹy；ＲＲy y；Ｒr ＹＹ；Ｒr Ｙy；Ｒr y y；r r y y；r r Ｙy和r r y y有1：2：1：2：4：2：1：2：1的比例。這些基因型所產生的表型就有9：3：3：1的比例。圖一・二闡明上文的解釋。

孟氏的結論雖然早在一八六五年已經發表，但是一直等到一九〇〇年可蘭（Correns）、狄費里（Hugo de Vries 1848-1935）和蔡爾瑪（T-schermak）等人重新證實孟氏的結論後，生物界才對他的學說予以重視。同時，狄氏還提出「突變」論（Mutation）（註2）來形容他所觀察到在一種待宵草（Evening Primrose 學名 Oenothera）中發生的變化，這種植物常常會因爲一次突變而成爲新的品種，後來的實驗證明了「突變」乃是因爲遺傳因子之變化而發生的。雖然狄氏當時用「突變」來形容生物中驟然發生之變化，但學者們後來發現，一次突變產生的表型特徵上的改變通常是很微小，甚至覺察不到的。在下文中我們會再詳細討論這個問題。孟氏的遺傳定律加上狄氏的「突變論」替進化論綴上不少色彩，因爲現代生物學家總算可以用遺傳學來解釋生物的進化現象了。



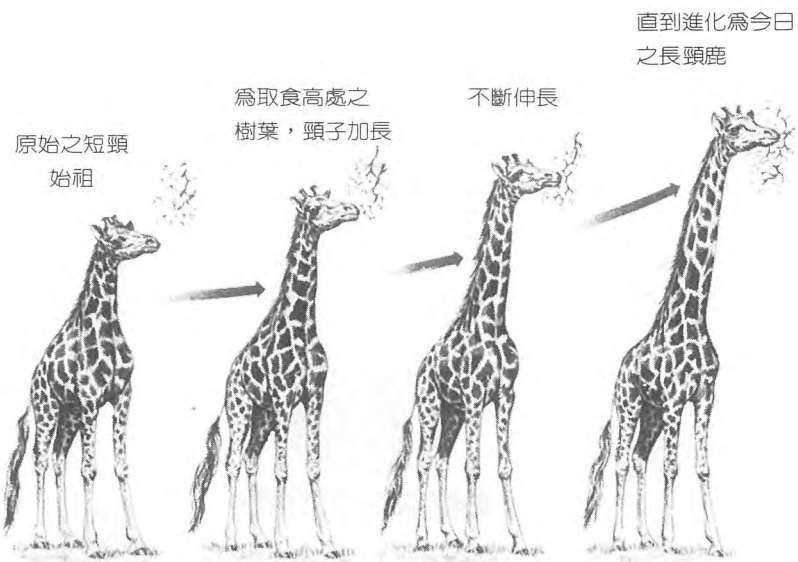
圖一・二　孟氏分隔定律之分佈情形

當初達爾文憑天演作用無法解釋的變種現象，實在就是基因突變後經過重新排列組合的結果，然後這些突變後的生物又因着適應新環境的關係，經過天演作用的過程而發展成新的品種。

總括而言，拉馬克與孟德爾的遺傳理論最基本的分別，在於對生物變異的來源看法不同。拉氏的論點乃著重在：生物變異起源於生物因適應環境刺激內在的「生機液」，引致某種形態的發展而遺傳給後代。孟氏的學說卻指出：生物內在的基因能發生突變而遺傳給後代，是不受環境支配的。這兩種解釋進化過程的理論可用圖一・三的長頸鹿之進化來闡明（註3）。

拉馬克的學說漸漸地被人摒棄，尤其自德國生物學家魏思曼（August Weismann 1834-1914）經過不斷的實驗後提出，身體因適應環境而產生的變異是不能藉著配子遺傳給後代的。人類特徵的遺傳也支持魏氏的論調。譬如我國婦女裹小脚便是一個很好的例子，數千年來中國婦女深受「三寸金蓮」之苦，却未帶給現代的中國婦女一雙天生的小脚。

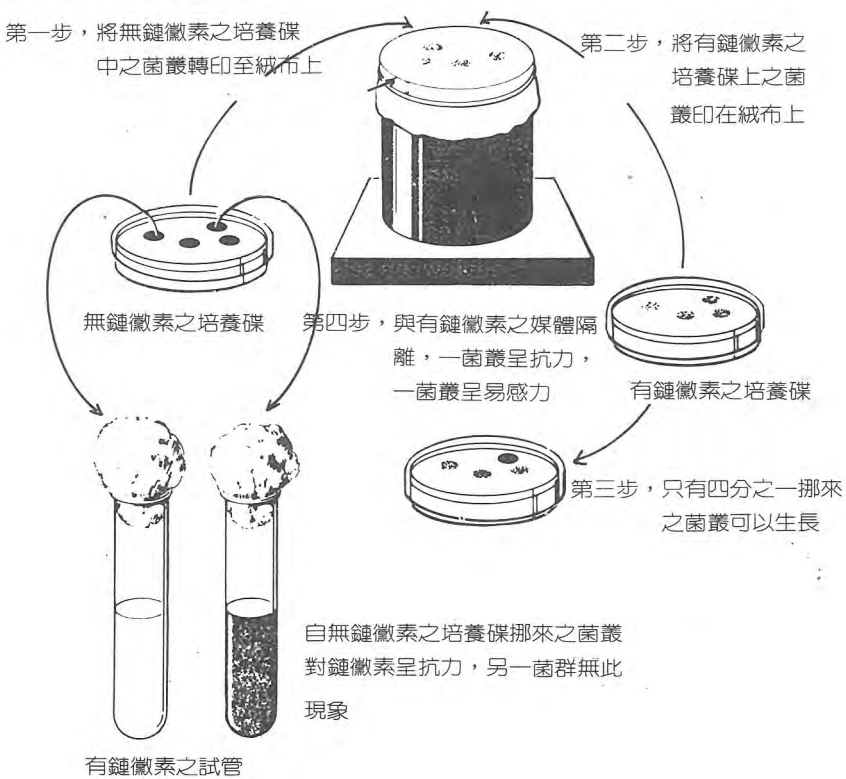
拉氏的門徒指出他們的理論在無性生殖的生物如細菌中，仍然是行得



圖一・三　拉馬克與孟德爾遺傳理論之比較

通的，因爲這些生物不受配子的影響。所以拉氏的學說在本世紀初的細菌學家圈子裏仍可苟延殘喘。

諾貝爾獎金得獎人黎德堡（Joshua Lederberg 1925 年生）與其同仁終於用一個很巧妙的實驗推翻了拉氏的理論，證實了孟氏的理論（註 4）。圖一・四列出黎氏的實驗方法和結果。這實驗的目的乃是要研究能抵抗鏈黴素（Streptomyein）的細菌，是如何從不能抵抗這藥物的細菌培養液（Culture）中產生的（鏈黴素可攔阻細菌之蛋白質的結合作用），若黎



圖一・四　黎德堡用複製培養碟證明抵抗鏈黴素之細菌可由突變中產生，且是在未接觸抗生素前已經存在。

氏能證明抵抗這藥物的細菌乃是在細菌培養中所固有的，而非鏈黴素所引致的，那麼拉氏的理論便被推翻。

黎氏採用一套很簡單的儀器，稱爲複製培養碟（replica plating technique），它包括一塊圓柱形的木砧，其上舖有一塊消過毒的天鵝絨，這木砧的面積僅小於一隻細菌培養碟（Petri dish)的面積，細菌培養碟裡盛着固態的細菌培養基（agar），以培養繁殖出來的細菌。黎氏從一個不能抵抗鏈黴素的細菌培養中取出幾個細菌，移植到一隻沒有鏈黴素的培養碟上，經過一段時期的孵養，每個細菌繁殖而成一個菌叢（ Colony ），其中有數百萬計的細菌，它們都具有同一性型。這些菌叢可用圖一・四中培養碟上的黑點來代表。黎氏隨即將培養碟蓋挪去，然後將培養碟覆倒在舖有天鵝絨的木砧上，用手指輕輕地將碟背壓下，使培養碟上每一個菌叢在天鵝絨上留下一個印子，這些印的位置與印章的位置要完全符合（印章乃是指盛有原來菌叢的培養碟）。在天鵝絨上的印隨即被用來將細菌用上述的方法轉移到其他含有鏈黴素的培養碟上。這實驗的原則乃是這樣：天鵝絨上的髮狀纖維將每個菌叢上的細菌從印章移植到含有鏈黴素的培養碟上。因爲天鵝絨印的位置與印章的位置完全符合，那麼比較印章上菌叢的位置，和移植在有鏈黴素的培養碟上菌叢的生長位置，黎氏就可以曉得究竟在印章上那幾個菌叢是可以抵抗鏈黴素的。因爲從這些菌叢中可以移植幾個細菌到含有鏈黴素的培養液中，經過孵養後，培養液因細菌繁殖的緣故變成混濁。反之，若從這「複製培養碟」實驗中鑑定爲不能抵抗鏈黴素的菌叢中移植幾個細菌到同樣的培養液中，這些細菌因不能抵抗鏈黴素，不會在培養液中繁殖，因此培養液不被混濁。所以黎氏藉這個實驗證明一些從未接觸過鏈黴素的細菌能擁有對這藥物的抵抗力，拉氏的理論就這樣被推翻了。

一・三　參考書目

1. Lerner, I.M.; Libby, W. J. Heredity, evolution and society. 2nd ed. San Francisco: Freeman; 1976: 5.
2. de Vries, H. Die mutations theorie. Leipzig: Veit; 1901.
3. Savage, J. M. Evolution. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart, and Winston; 1969.
4. Lederberg, J.; Lederberg, E. M. J. Bacteriol. 63:399; 1952.

一・四 新達爾文主義與傳統的突變論之比較(Neo-Darwinism vs Classical Mutation Theory)

一・四・一 突變（Mutation） 當狄費里倡導「突變」一詞時，他認爲單憑突變就能造成遺傳基因上的各種驟然變化，因此他認爲「天演論」並非「進化論」的骨幹，只是進化過程中的「園丁」而已，將生物中不能適應環境的份子刪除，所以並不能助長生物的進化，他的理論被稱爲「傳統的突變論」或「遽變論」（Classical Mutation Theory or Saltation Theory）。

與狄氏同時的約漢生（W. Johannsen 1857-1927）用實驗證明了蠶豆（garden beans）的大小並不受天演作用的影響，如此更鞏固了狄氏的理論（註1）。他用人工方法交配最長的和最短的蠶豆，這些蠶豆都是來自同一棵豆苗。經過幾代交配的結果，他發現除了在第一代子孫中他能看到選種交配的果效外（長豆種的彼此交配產生比短豆種彼此交配的後裔稍長的豆種），其他繼續幾代的選種交配與不選種交配的後果無異。因此他認爲達爾文的「天演論」不能解釋大自然中生物的形態變異。附從「突變論」的科學家包括貝德生（William Bateson 1861-1920）（註2）、高辛斯基（S.I. Korzhinsky 1861-1900）（註3），也都强調「突變」乃是進化過程中的主要因素。他們的批評使達爾文主義者（相信天演作用乃是進化過程中的主要因素）受到不少挫折。

突變論後來又由諾貝爾獎金獲獎人毛根（Thomas Hunt Morgan 1866-1945・）和他的同仁予以發揚光大。他們將狄氏的結論再加改進。根據果蠅（Drosophilia melanogaster）的突變性（mutability）作實驗（註4、5、6），他們指出在果蠅中有不同程度的突變。有些突變會導致果蠅的死亡，其他突變對果蠅影響不大，甚至有些突變是微小到不易覺察得到的。劇烈的突變會產生很顯著的後果，很容易被人注意到，因此在遺傳分析實驗上最能派上用場。毛根和他的同仁重新考究狄費里作過的待宵草實驗，發覺這些待宵草乃是經過複雜突變的一種產品，它與未變種的待宵草有天淵之別，狄氏就依據這些實驗結果來支持他的「突然變遷成爲新的品種」的理論。

毛根的學生穆樂（H.J. Muller：1890-1967）繼承乃師衣缽，專門研

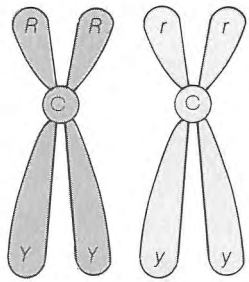
究突變與輻射的關係（註7、8、9），曾榮獲諾貝爾獎金。他測量某些突變發生的頻率，而證明輻射（x-ray irradiation）能增加這些頻率。穆氏的發現促使科學家尋索其他可以引致突變的放射線及藥物。毛氏和穆氏的實驗就這樣爲新達爾文主義（突變乃進化的原料）奠下了根基。

一・四・二 重組（Recombination） 除了「突變」之外，「重組」的發現也助長了「新達爾文主義」對生物變種的解釋。貝德生和潘耐特（Reginald Punnett 1875-1967）暨其同仁首次發現「重組」的現象。他們注意到豌豆交配之後，後裔中的基因型比例與孟德爾的「基因自由遺傳定律」預期的結果有所出入（註10）。他們又發現控制豌豆花顏色和花粉形狀的基因常常在第一代和第二代中會連合在一起，這現象稱爲「連鎖」（Linkage）；因爲在第二代子孫中父母代的基因型佔絕大多數，重組的基因型祇佔極少數。後來撒頓（W. S. Sutton, 1877-1926）（註11）和伯偉立（T. Boveri, 1862-1915）（註12）發現在減數分裂時對列的同基染色體（Homologous Chromosomes）就是孟氏所研究的成對基因（alleles），他們的發現慢慢地解開了「連鎖」的奧秘。毛根更進一步地藉研究果蠅因性別不同而生的特徵來闡明「連鎖」的現象（註13）。原來這些連在一起的基因是位於同一個染色體上，所以在分隔作用時，這些基因隨着染色體而連在一起，所以在第二代子孫中父母代的基因型會佔絕大多數，罕有的非父母代的基因型乃是藉着「重組現象」，（Crossing over or recombination）產生，圖一・五可說明這現象。

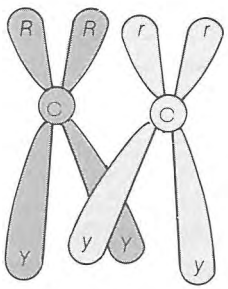
在這些遺傳學上新發現的影響之下，「傳統突變論」學者稍微改變了他們的立場。他們認爲「突變」和「重組」產生生物品種上的變異，而環境却一直在選擇最適於生存的品種，其他不能適應的品種都會被淘汰，所以「天演」作用祇能減低生物變異的頻率（所謂平衡性的淘汰）（見卷一，一・四・四），進化論實無遺傳學上的根基。

因此在一九〇〇年至一九二五年期間，「天演進化論」不再被重視。當時進化論學者的立場可以用貝德生在一九二一年在美國科學推進協會（American Association for the Advancement of Science）年會中的講詞來代表（註14）：

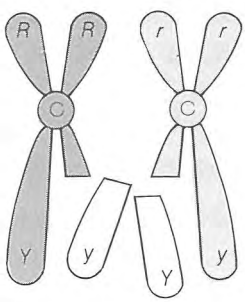
> 我若請諸位花一個鐘頭的時間來討論『進化論』這個老問題，你們可能以爲我已經與時代脫節，因爲有關進化論的探討已到一個山窮水盡的地步，我們



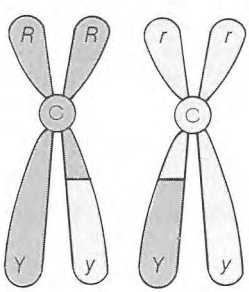
＊減數分裂時對列的同基染色體



＊＊染色臂重組



＊自由分裂



＊重組後ｙＹ因子交換

圖一・五　重組作用

也實在是一籌莫展……當其他科學家問我們，究竟我們對「物種起源」的立場是什麼時，我們只能囫圇以寸，對進化論的信心已被不可知論所取代……。我們却有絕對的「把握」，在地球上一直有新的生物、新的品種出現，因爲古生物化石的記錄已給我們證實了……我們對進化論的信心並沒有動搖……

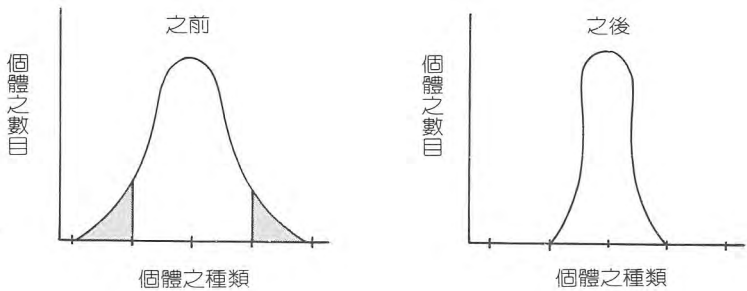
一・四・三不可知論時代（Agnostic Period ） 雖然「天演論」不被重視，進化論學者仍以偶然得來的古生物化石爲證據，支持他們對進化論的信心。愛德華・達生與彼得・達生（Edward O. Dodson and Peter Dodson ）稱這段時期爲進化論發展史中的「不可知論時代」（ 註15 ）。雖然「傳統突變論」慢慢被「新達爾文主義」所取代，但最近在研究分子進化（ Molecular Evolution 用分子生物學的方法研究進化論 ）的科學家中，突變論又重整旗鼓，以嶄新的「中性突變論」出現 ， 李文定（ R. C. Lewontin ）稱之爲「新傳統主義」（ Neo-classicist ）（ 註16 ），他們與「新達爾文主義」的辯論在稍後會更詳細地討論到（ 見卷一，三・三・二・A・1 ）。

達爾文天演論之所以有抬頭的機會，實要歸功於何丹（ J. B. S. Haldane, 1892-1964）、費雪（ R. A. Fisher, 1890-1962 ）、魏特（ S. Wright, 1889 年生 ）和捷偉瑞考夫（ S. S. Chetverikov· 1880 年生 ）等學者，在「羣體遺傳學」（ Population genetics ）所建立的理論。但今日「新達爾文主義」者所通用的「合成進化論」是直到一九三七年，達布韋斯基（ Theodosius Dobzhansky 1900-1975 ）出版了「遺傳與物種起源」（ Genetics and the Origin of Species）時才正式有系統地成立的（ 註17 ）。達氏將羣體遺傳學找出的數學模式與毛根學派提倡的染色體遺傳理論配合了起來，再加上英國生物學家赫胥黎（ J. S. Huxley, 1887 年生 ）、麥爾（ E. Mayr, 1904 年生 ）、辛普森（ G. G. Simpson, 1902 年生 ）和斯地本（ G. L. Stebbins, 1906 年生 ）等人的鼓吹，而發展成爲今日的合成進化論。

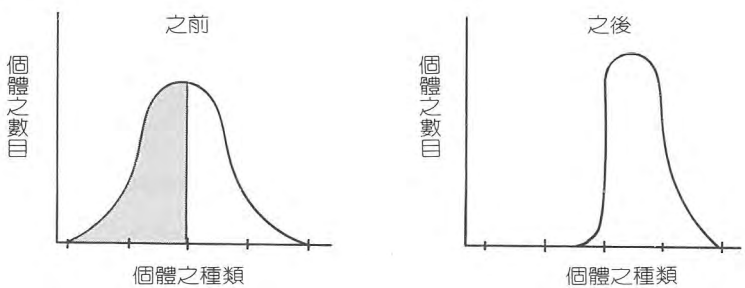
根據新達爾文主義者的看法，基因發生突變與重組之變異，再經過天演作用的過程，就能導致進化，這種進化演變是羣體性的，而且是依據生物對環境變遷所生的反應而定。因此天演的過程可以分爲三種：「平衡性淘汰法」（ Stabilizing Selection ）、「 方向性淘汰法 」（ Directional Selection）、和「分裂性淘汰法」（ Disruptive Selection ）。圖一・六

說明這三種天演過程。

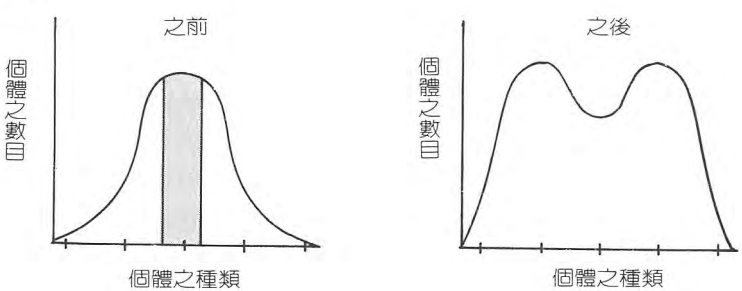
平衡性淘汰法



方向性淘汰法



分裂性淘汰法



圖一・六　平衡性淘汰法、方向性淘汰法及分裂性淘汰法之比較

一・四・四 「平衡性淘汰法」（ Stabilizing Selection ）這種天演作用又稱爲「正常化的淘汰」（ Normalizing Selection），因爲它淘汰一羣已經適應環境的生物中的游離份子。這就是「傳統突變論」者所提到天演作用，但「新達爾文主義」者不同意這種淘汰就是天演過程的主要因素，他們認爲這不過是天演作用在進化過程中所用的一種方式而已。

「平衡性淘汰法」可用田鼠與貓頭鷹之間的關係來說明：通常田鼠的顏色是用來保護田鼠的，因爲牠們與田間的顏色一樣，使貓頭鷹很難辨明在田間的田鼠，但顏色奇異的田鼠就很容易被貓頭鷹狩獲，這種天然淘汰的方式催使田鼠的顏色與田間的顏色配合。

一・四・五 「方向性淘汰法」（ Directional Selection ） 催使一羣生物朝一個固定的形態發展，因爲這個形態最能適應環境。發生這種變異形態的生物不僅不會被淘汰，反因特別能適應新環境，得以滋生衆多。著名的「工業染色現象」（ Industrial Melanism ）就是一個很好的例子，工業的發展造成環境的改變，引致飛蛾（ Peppered moth ）種類的變異。這現象在卷一，三・二・一・B 會詳細討論。

一・四・六 「分裂性淘汰法」（ Disruptive Selection ）與「平衡性淘汰法」恰巧相反，後者增加一羣生物中的統一性（ homogeneity ）只淘汰游離份子，但「分裂性淘汰法」却是除掉一個羣體中的主要部分而使游離份子滋生衆多。

一個「分裂性淘汰法」最好的例子是甲蟲與某些植物種子大小的關係，若甲蟲只吃普通大小的種子，那麼這類種子的植物終會被淘汰，而特別大和特別小的這類種子的植物才能生存。

一・四 參考書目

1. Johannsen, W. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena: Gustav Fischer; 1909. Reprint; 1926.
2. Bateson, W. Materials for the study of variation. London: Macmillan; 1894.
3. Korzhinsky, S. I. Heterogenesis and evolution. St. Petersberg: Academy of Science; 1899. Russian.
4. Morgan, T. H. Science. 33:534–37; 1911.
5. Morgan T. H. The physical basis of heredity. Philadelphia: Lippin-

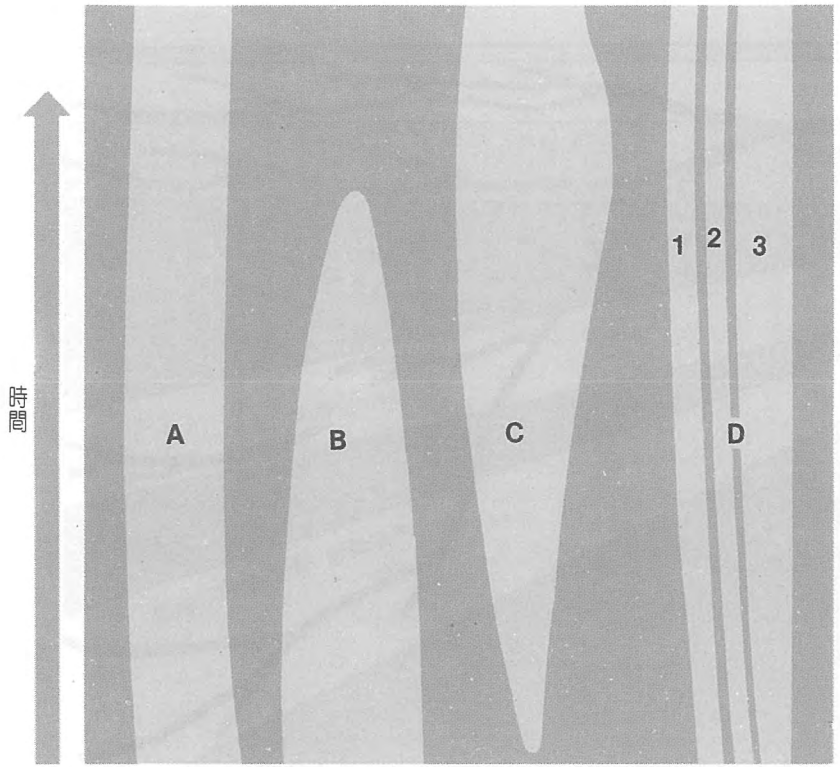
cott; 1919.
6. Morgan, T. H.; Sturtevant, A. H.; Muller, J. J.; Bridges, C. B. The mechanism of Mendelian heredity. New York: Holt; 1915.
7. Muller, H. J. Science. 66:84–87; 1927.
8. Muller, H. J. Zeitschrift Fuer Induktive Abstammungs-Und Vererbungslehre. Suppl. Vol. 1, 1928: 234–60.
9. Muller, H. J.; Genet, J. 13:279–357; 1928.
10. Bateson, W.; Saunders, E. R.; Punnett, R. C. Experimental studies in the physiology of heredity. Reports to the Evolution Committee Royal Society II. London: Harrison and Sons; 1905.
11. Sutton, W. S. Biol. Bull. 4:213–51; 1903.
12. Boveri, T. Ergebnisse uber die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Jena: G. Fischer; 1904.
13. Morgan, T. H. Science. 34:384; 1911.
14. Bateson, W. Science. 55:55; 1922.
15. Dodson, E. O.; Dodson, P. Evolution: process and product. 2nd ed. New York: Van Nostrand; 1976: 97.
16. Lewontin, R. C. The genetic basis of evolutionary change. New York and London: Columbia Univ. Press; 1974: 197.
17. Dobzhansky, T. Genetics and the origin of species. 1st, 2nd, 3rd ed. New York: Columbia Univ. Press; 1937, 1941, 1951.

一・五 微進化、廣進化、與合成進化（或普通進化論）(Microevolution, Macroevolution, and the Synthetic Theory)

高許密（Richard B. Goldschmidt, 1878-1958）乃是第一位將進化論分成幾個階段的學者（註1）。他將達布章斯基先前提出的「微進化」或「小進化」（Microevolution）（註2）解釋爲在實驗室中能觀察得到的生物進化。高氏認爲遺傳學家能夠用微進化來同時解釋大自然中的生物變種和在實驗室配種實驗中所觀察到的變異現象。「廣進化」或「大進化」之詞爲辛普森（Simpson）所創（註3），高氏用這名詞來形容古生物學家、比較解剖學家和胚胎學家研究的範圍。換言之，高氏認爲「微進化」乃是可以觀察得到的在同種生物中的變形，不論是在實驗室中或是在自然環境中均可使用，但「廣進化」乃是生物的歷史性進化過程，引致分類學上高等生物之產生，而且廣進化所帶來的種種改變，能與地質年代的時間

相配合。

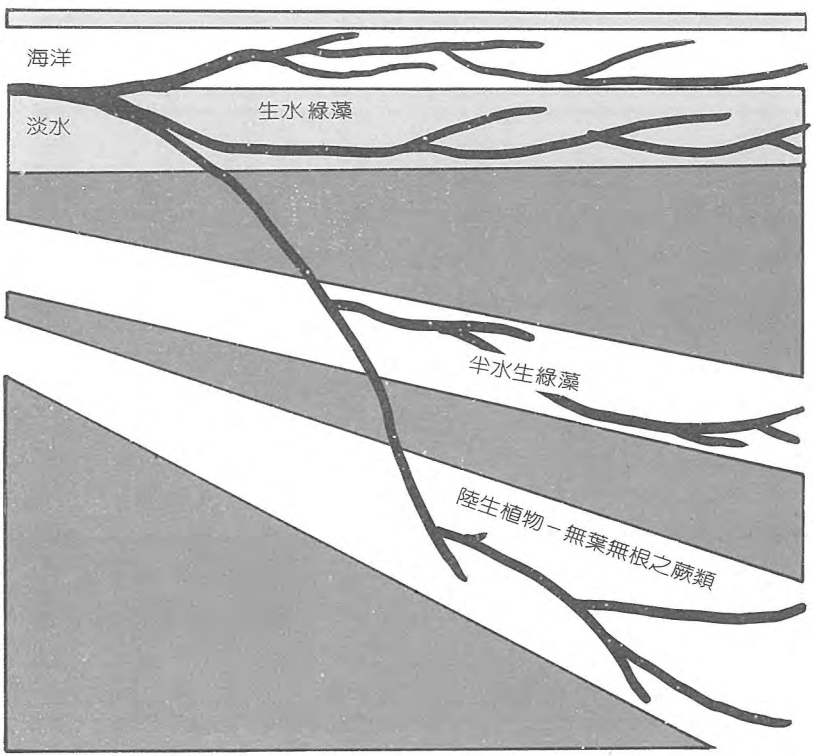
新達爾文主義者認爲在「微進化」過程中基因的突變加上物競天擇的作用，纍積起來就會導致生物的進化和產生新種的結果。然而高氏却强調這些過程不足以解釋廣進化的發生。他向新達爾文主義者提出一項挑戰：如何將小的突變及淘汰過程纍積起來來解釋十八種高等動物的構造之由來，其中包括哺乳動物的毛髮；飛鳥的羽毛；昆蟲與某些脊椎動物的節體、胚胎中的內臟鐲（Visceral arches）；肌肉；神經系統；牙齒；軟體動物



圖一・七　適應範圍。適應區以英文字母示之，附區以數目字示之，生物無法適應之地區呈陰暗色。

的外殼；昆蟲的體外骨骼和複眼；循環系統和世代交替（alternation of generation）。他自己卻提出「系統性突變」（Systemic mutation）的新理論（見卷一，三・三・二・A・3），新達爾文主義者雖然對高氏的挑戰無以爲對，但他們却認爲高氏的新理論太過牽强，他們堅持「微進化」和「廣進化」如出一轍，並深信在微進化中囤積的單基因突變（Point-mutation）會因着天演作用，不單能使同種生物演變出新形態來（微進化），而且能進化爲種之上的各類生物（廣進化）。

現代的新達爾文主義者的立場如下：生物對環境的反應產生了一連串



圖一・八　陸地植物進化之適應範圍圖，其中包括新適應區的出現。

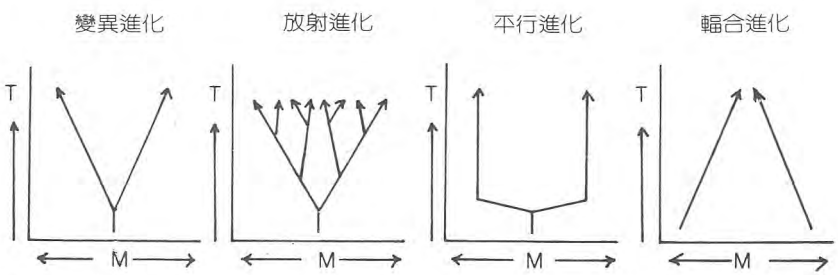
的「適應區」（adaptive zones & fielbs）（註4），而每一個「適應區」可再分爲很多「附區」（subzones）（圖一・七）。譬如所有水生的綠藻類都生長在一個適應區中——水域，但其中的海生綠藻只能在海水的「附區」中生存，而河生的綠藻也只能在淡水中的「附區」生存。微進化則包括在「附區」裡極狹小範圍之間的超越，但廣進化乃是「適應區」之間和「附區」之間的超越。在河水中或海水中的綠藻所作有限度的演變乃是微進化，而廣進化是從一個「適應區」突破入另一個新的「適應區」去。圖一・八乃是一個綠藻和旱地上植物廣進化的假想圖，是按照它們在地球上的分佈情形構成的。

一・五・一 新種之產生（Speciation） 新達爾文主義者用新品種產生的過程來解釋物種的起源。這種現象乃是實驗室中人工選擇的引伸，它最主要的條件是「交配的隔離」（reproductive isolation），在上文中已提到幾種阻隔交配的原因。高氏認爲新種的產生乃有賴於生物的遽變（Macrogenesis or Saltation），使染色體上的基因經過有系統的重整，而產生一個有希望的怪物，但新達爾文主義者不能接受這樣的說法。高氏與其同仁認爲新種的產生乃在於「同區異種作用」（Sympatric speciation），生物間先有「交配的阻隔」，才產生地域上的隔離，這也是「傳統突變論」者的立場，認爲新種的產生乃在於原有的生物因着分裂性淘汰法、季節的變遷和多元性染色體的遺傳作用（Polyploidy）（見卷一，三・三・一・C）而產生彼此間的交配隔離。反之，大部份新達爾文主義者却堅持「異區異種作用」（geographic or allopatric speciation）乃是新種產生的主要過程（即先有地域上的隔離才有交配上的阻隔）（註5）。

新達爾文主義者同時也按照生物化石和生物外貌的差別提出幾種「進化的趨勢」。阮石（B. Rensch）首創「分歧進化」（Kladogenesis or cladogenesis）和「上進進化」（anagenesis）二詞，前者代表種族系統的分歧，後者代表低等生物進化爲高等生物（註6）。進化論學者還設立了不少進化定律來形容生物化石和大自然生物中的變異：「非特殊化定律」（The Law of the unspecialized）指出非特殊化的生物能在變遷的環境中生存，但太專門化的生物却會被淘汰（註7）。「達魯定律」（Dollo's law）指出主要的進化路線多屬單行線，即魚可進化爲爬蟲，却不能再變回魚（註8）。雖然這些定律也有不少的例外，但這些定律大體上可

以代表進化論者的主要立場。

在廣進化中生物外貌的演變過程上也有幾種趨勢：「變異進化」（Divergence）乃是外貌變異的增加，人類和黑猩猩（Chimpanzee）被認爲是源於同一祖先，但後來經過變異進化才造成今日的差別。「放射進化」（Radiation）乃是幾個族系的變異進化，因分歧的關係發展到自然界不同的地域中。達爾文在南美格拉披高斯羣島上所見的雀鳥，其形態之所以不同，很可能是他們的祖先從南美洲遷移到島上之後經過放射性的適應作用（adaptive radiation）而產生的。（詳情請見卷一，二・四和圖二・廿九）。「平行進化」（parallel evolution）是兩個不同的族系爲要適應相同的環境，在外貌上經過相同的進化過程。墨魚與人的眼球構造十分相似，但人與墨魚彼此間並沒有任何進化的關係。最後，「輻合進化」（Convergence）乃是幾個不同的族系朝着相同的方向進化。鯨魚的鰭與魚鰭很相似，但鯨與魚的進化是互不相干的，因此這是一個輻合進化的例子。圖一・九剛明這幾種進化的趨勢（註9）。



T＝時間
M＝形態的改變

圖一・九　廣進化中根據生物形態所構成的一些進化過程

一・五・二　合成進化論　近代的合成有機進化論（modern Synthetic theory of organic evolution）包括三部份：㈠生物的起源（無生源論abiogenesis）；㈡微進化；㈢廣進化。進化論學者企圖將生物的起源牽連到無機領域（inorganic world）中的物理和化學作用。既然科學家公認在目前地球的狀況中，生物不能從無生物中產生出來，那麼進化論學者只

能假設在地球原始時代這却是可能的，在那時可能有一些類似天演作用的物理和化學作用促使無機物分子碰撞而產生複雜的有機物分子（註10）。所以進化論學者提出很多假設和實驗方法，企圖仿效地球的原始狀況來考究生物的起源（見卷一，三・三和圖三・十和三・十一）。

雖然很多間接證據（Circumstantial evidence）可被引用來支持合成進化論的主要論點，但這理論的骨幹仍缺乏足夠的資料來支持。葛克（G. A. Kerkut）在「進化之蓄意」（The Implication of Evolution）（註11）一書中總論合成進化論現今在科學上的地位（葛氏用「普通進化論」（The General Theory of Evolution）來代表合成進化論；用「特殊進化論」（The Special Theory of Evolution）來代表微進化）：

> 有一套理論倡導動物經過長時間的變異而產生新的品種，這理論稱爲「特殊進化論」，已在某些情況下可用實驗證明。另外還有一套理論倡導地球生物皆同出一轍，而且是由無機物演變而來，這理論稱爲「普通進化論」，支持這理論的證據並不充足，我們祇能將它放在「臨床假設」(working hypothesis)的地位上。我們不能確定新「種」產生的演變過程是否與新「門」產生的過程相同，這些問題的答案只能靠更多的實驗觀察來探討。我們不能因爲沒有其他科學理論可以取代「普通進化論」，而斷言「普通進化論」之準確性。

自從葛氏發表他的聲明之後，進化論學者並未能搜集到更多的證據來支持「普通進化論」。最近發現的生物中遺傳基因的高度變異（genetic variabilities）也很難用「天演論」來解釋。在以下的討論中讓我們來研究支持進化論的證據，然後嘗試批判這理論的弱點和長處。

一・五　參考書目

1. Goldschmidt, R. D. The material basis of evolution. New Haven, CT: Yale Univ. Press; 1940.
2. Dobzhansky, T. Genetics and the origin of species. 1st, 2nd, 3rd ed. New York: Columbia Univ. Press; 1937, 1941, 1951.
3. Simpson, G. G. The major features of evolution. New York: Columbia Univ. Press; 1953 (chapter 11).
4. Savage, J. Evolution. 2nd ed. New York: Holt; 1969 (chapter 10).
5. Mayr, E. Animal species and evolution. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press; 1963: 481.
6. Rensch, B. Evolution above the species level. New York: Columbia

Univ. Press; 1960 (chapter 6).
7. Rensch, B. Evolution above the species level. 237.
8. Dodson, E. O.; Dodson, P. Evolution: process and product. 2nd ed. New York: Van Nostrand; 1976: 256.
9. Dobzhansky, T.; Ayala, F. J.; Stebbins, G. L.; Valentine, J. W. Evolution. San Francisco: Freeman; 1977: 326–27.
10. Oparin, A. I. Genesis and evolutionary development of life. New York: Academic; 1968.
11. Kerkut, G. A. Implications of evolution. New York: Pergamon; 1960 157.

二

進化論的證據

二・一　地球年齡久遠

二・一・一　自然劃一原則（The Principle of Uniformitarianism）　因爲進化的過程需要極長久的時間，若地質學能證明地球年齡久遠，進化論的信用便能大增。

地質學家們用生物化石作爲測量年齡的一種方法。在中古時代，生物化石被認爲是地層壓製出來的產品，是一種不尋常的凝結物，或是一些奇形怪狀的石頭。義大利的達文西是第一位仔細研究生物化石的人，他認爲在義大利北部所發現的生物化石，乃是海底的動物被淤泥活埋的遺體。一五一七年法卡斯托羅（Fracastoro）在義大利北部的費龍那城（Verona）發現貝壳的化石，他的結論與達文西的很相似，但他不認爲這些化石是由挪亞時代的洪水所造成的，因爲這種短期性的泛濫只會將生物的遺體沖散，並不能將生物埋藏而保存成爲化石（註1）。

笛卡兒在一六四四年出版的「哲學原理」一書中，提議用自然定律來

探討地球的來源及發展（註2）。英國物理學家虎克（Robert Hooke, 1635-1703）亦同意法卡斯托羅的見解，在一本他死後才出版的書中（時爲一七〇五年），虎克提到挪亞時代的大水災並不足以解釋地球上浩瀚的冲積層和其中的生物化石（註3），他建議用自然現象來解釋地球上的種種變異。虎克很可能是第一位嘗試用生物化石推測地齡的學者，只是他沒有再進一步詳細探討其中的細節。

戴浦豐在研究河流腐蝕土壤的能力，以及根據所發現的生物化石，推測出地球表層並非是恒古不變的，陸地和海洋很可能在歷史中改變過位置。因此一七七八年時，戴氏在其「大自然的紀元」（Epoques de la Nature）一書中嘗試將地球的歷史大致分爲六段時期。他用很多不同的證據來支持自己的理論，頗引起當時學者們的注意。

A. **近代地質學**（Modern Geology） 近代地質學的淵源可追溯到一七九五年哈頓（James Hutton, 1726-1797）所出版的「地球概論」（Theory of the Earth）一書。哈氏在書中有系統地說明「自然劃一原則」。他認爲研究地球歷史唯一的方法，乃是藉着現在對自然的觀察和過往對地球變動的記載來解釋。換言之，現在乃是解釋過去的鑰匙（註4）。今日地質學的鼻祖英人賴耳（Charles Lyell, 1792-1875）將哈頓的理論予以發揚光大，曾出版劃時代的「地質學綱要」一書（Principles of Geology）。在書中他如此形容「自然劃一原則」說：

> 所有地球的變異都是由現有的自然過程經年累積而成。這種無情的侵蝕過程甚至能將洲陸磨平，我們無法測度這侵蝕過程所需的時間。我們的思維好似飄蕩在時間汪洋中的一葉孤舟，找不着歸宿……對地球年齡久遠的看法，正如牛頓對時間的看法一樣，能使人沐浴在一種莊嚴宏偉的氣氛中，也使人覺悟到時間的無限，實在遠超人類理智的領域。（註5）

B. **地史學**（Historical Geology） 繼賴耳之後，又陸續出現了許多不同的學說。第一個與賴耳對立的理論是法國生物學家古維埃爵士（Baron George Cuvier, 1769-1832）提出的，他認爲在不同地質年代中所出現的化石乃是一連串遽變和復建的遺跡（註6）。廿世紀的遽變主義者要首推韋立高斯基（I. Velikovsky，註7），韋氏認爲太陽系行星在運轉時發生的偏差，曾使地球經過兩次全球性的大變動。韋氏的理論雖不被科學界接受，但他搜集的大量有關地球遽變的古代記載，却引起不少人的注意

（註8、9）。

近代「洪水地質學家」們（註10）也認爲地球上的冲積物乃是洪水泛濫大地時，遽變所結成的後果。他們如此說：「從天上傾注下來和從地底下湧上來的洪水，泛濫在地上有一年之久。它的侵蝕和冲積很可能是造成今日地壳上大部份冲積物的原因。」（註11）

C. **自然劃一原則的當代立場** 「劃一原則」之能普遍被今日大部份的地質學家接受，原因有二：㈠劃一原則有簡潔的好處。如果地質的變動可用現在觀察得到的物理及化學作用來解釋，地質學家就可以用科學方法來考證他們的理論。㈡劃一原則也考慮到地球歷史中偶然的遽變。地球自古以來不斷地在變動，只是不同的時代變動的强度不同而已。有些歷史上的遽變仍可用今日可見的類似現象來分析，如地震和火山爆發等。其他的遽變如挪亞時代的洪水等就沒有今日的例子可以比擬，地質學家只能比較今日的冲積過程和地壳上的記錄作研究。（但根據這種比較而得的結果，大部份地質學家對洪水地質學家的建議：「地球冲積物都是在洪水淹沒全球時所形成的」這種理論發生懷疑〔註12〕。）

劃一原則仍然不能解答很多問題，例如：㈠熔岩（magma，地壳下面的岩漿）的來源。㈡熔岩結晶成石的過程。㈢山峯形成的動力由何而來。這些問題都是隱藏的，不能靠觀察得來答案（註13）。雖說如此，自然劃一原則仍是地史學的基礎，也是「自然地質學」（Physical Geology）的指南。若要進一步了解劃一原則，我們需要先認識地質年代。

二·一·二 地層年齡的測量 測量地齡的方法有兩種：「相對年齡測量法」（relative dating）只估計地球變遷的次序；「絕對年齡測量法」（absolute dating）則是根據固定準繩來衡量地球的年代（註14）。

A. **相對年齡測量法** 這種測量法主要是用生物化石作標準。第一位使用此法測量地齡的學者是黎曼（J. G. Lehman, 1719-67）。一七六七年黎氏稱第一層不含生物化石的地層爲「原始地層」；在此層之上的稱之爲「次等地層」，內藏化石，是地層變動的結果。最上面富有各種生物的地層是最年輕的，稱爲「三等地層」。

古維埃爵士是一位反進化論的學者，他與白龍尼亞（Alexandre Brongniart, 1770-1847）、史密斯（William Smith, 1769-1839）三人是首度分別有系統地使用生物化石來測量地層年齡的科學家。根據他們分別在

英國和法國測量的結果，發現雖在不同的地區，用化石衡量地齡的結果却十分接近。他們觀察到在地齡相若的地層中，其生物化石亦十分相近，而且在該層的上下層中都有不同的生物化石存在。古維埃爵士與白龍尼亞將生物化石分爲兩類：古生物化石乃含已絕跡的生物，近代生物化石乃是現今仍存的生物；他們又藉着這兩類化石的所在地來鑑定地層的年齡。賴耳則進一步將古氏和白氏的方法予以發揚光大（註15），他將歐陸含有生物化石的地層分爲不同的地質年代柱，與今日通用的系統十分相近。

在應用生物化石衡量地齡時，需要注意兩條定律：㈠「層次定律」（law of superposition）即未經變動的地層之層次乃是按地層形成的次序排成的，這點很容易理解，因爲按如今可觀察的地質形成過程，愈早形成的地層愈在下面。㈡「動、植物的連續分佈定律」（law of faunal and floral succession）即動植物的分佈因年日而改變，每個年代中會出現某種特別的生物化石。因爲每一地層都有其獨特的生物化石，且與各大洲陸相同地層中所找到的生物化石相仿。這些化石的不重覆出現乃是測定古生物年代表的主要里程碑。

某些生物化石在鑑定地齡時非常有用，因此被稱爲「指標化石」，它們需要具有下列幾個條件：㈠分佈廣闊；㈡不易受環境影響；㈢數量龐大；㈣在不同地層中以不同的形態存在（註16）。雖然如此，大部份古生物學家都採用一種以上的化石作爲衡量地齡的標準，因爲就算找不到「指標化石」，從衆多的其他化石中總可以推測出某種化石最初出現和最後絕跡的時間。有些學者曾斥責以古生物化石和地齡來彼此衡量，未免有自圓其說之嫌，等於將未經證實的假設作爲證據（註17、18），但根據上述推論和根據與絕對年齡測量法所得結果的比較（註19），上述之評判是無法立足的。

B. **絕對年齡測量法**　這種測量包括好幾種方法，比較老舊的是用物理和化學原則來推算地球的年齡。

有人按海水的鹽度來推測地齡，他們假設太初時海洋全是淡水，海水的鹽度乃是因爲河流侵蝕陸地和岩石，將其中的鹽份冲入海中而使之增高的；同時海水經太陽蒸發變成空中的雲，經雨雪下降再歸回地面，在這水份循環的過程中，海水的鹽度應與河流冲積的鹽量成正比。若能測出河流冲運鹽份到海中的速度，又設法量出海水準確的含鹽量，海洋的年齡（也

就是地球的年齡）應該是很容易計算出來的。按此法計算得來的地齡是一億年，但因無法準確測出海水的蒸發量與河流入海的水量是否相同，這種測量法不能算是可靠的（註20）。

另一種測量法是用沖積土堆積的速度來計算沖積地層的年齡，只要將沖積土的厚度除沖積的速度就可算出沖積的時間。但問題是在如何決定沖積土的厚度，同時沖積土堆積的速度也會因時、因地而異。譬如在山峯形成時，沖積速度較快，在泛濫的低地沖積速度自然降低。用此法計算出來的地齡從寒武紀至今約有九千五百萬年之久（按：寒武紀是地質年代柱中的一個里程碑，在此期中可找到現存的生物化石），但因上述理由，此年齡亦被視爲不可靠的（註20）。沖積土測量法只有在特殊情況下才派得上用場，特別是當沖積層不太厚，而又能用放射性測量法測出沖積層形成的時間時才有用。

英國數學家及物理學家喀爾文爵士（Lord William Thompson Kelvin, 1824-1907）曾假設，地球太初時乃是一塊熔岩，單從太陽支取熱量，經過長時間的冷却後才變成今日的狀況。他按地球冷却的速度計算地齡約在二千五百萬至一億年之間，但這種計算的可靠性乃是建在地球本身不能發熱的假設上，現在科學家已發現地壳和大氣層中放射元素衰退時會產生熱能，因此喀氏的推測已被摒棄。

放射性元素的發現帶給研究「地質年代學」一套很有效的方法，但用放射性測度地齡的方法本身一定要具備下列五個條件（註21、22）：

㈠ 母原子A藉機緣（無規則）程序變成放射性元素。

㈡ 母原子A藉天然蛻變現象衰變爲子原子B。

㈢ 母原子A衰變成子原子B的速率爲一常數，該常數具有一個可準確求得的參數。

㈣ 母原子A衰變成子原子B的過程應在一個封閉式的系統內進行。換言之，母原子變成放射性元素後即與外界隔絕，譬如火山熔岩的凝結石，使母原子和子原子不會與環境中相同的原子兌換。

㈤ 具有放射性的樣品應能代表所在地的地層。

放射性測年法乃是最準確的測量方法，但也是不少人抨擊的對象（註23、24）。有鑑於此，我們應更詳細地討論一下：

1. **放射性的本質** 一個原子具有幾種粒子，其中最易了解的是電

子、質子和中子。電子帶有負電，在原子核四周的電子軌道中循環；質子帶有正電；中子則不帶電荷。質子和中子被核子力束縛在原子核中，電子的質量比質子和中子的質量小很多，而電子和中子的質量幾乎相等，因此一個原子的質量數等於中子與質子數目的總和，而未離子化的原子，其原子序乃是電子與質子的數目，因爲這兩個數目是相同的。

一個原子的化學特性是按其原子序而定，所以雖然原子的中子數改變了，其原子的化學性却不受影響。譬如氫有八個質子，但氫原子可具有八個、九個或十個中子，因爲它們的質量數依次爲十六、十七和十八。這幾種不同的氫核種被稱爲「同位素」，普通的原子可以用中子襲擊而分裂，但有些具同位形式的元素也會自行分裂，因爲這些元素缺乏足夠的核力將過剩的中子和質子束縛在一起，而質子和中子是不斷地在原子核中振動，因而導致該原子核分裂成爲不同的粒子，這就是放射性。有些同位素不會自行分裂，我們稱之爲穩定同位素，它們在測量地質年代上並無多大用處。

具放射性元素的原子核可按下列幾種方法分裂：第一種是釋放出包含兩個中子和兩個質子的粒子，這粒子就是質量數爲四的氦原子的原子粒，這個過程稱爲α 粒子放射。它使母原子的質子和中子數量各減少兩個，因而變成具有不同化學性的新元素。母原子核在放射出α 粒子後，變成不穩定的激發狀態，需要再放射出α 射綫後，原子核才會回復到穩定的基態。

第二種放射性分裂是電子或β 粒子的放射。這些電子或β 粒子乃是原子核裡的中子變成的，中子失去電子後兌變成爲質子，所以經過β 粒子放射後，母原子的原子序增多一個，但質量數不變，因爲所失去的電子質量小，可以忽略不計。母原子因釋放β 粒子而變成另一種新元素的同時，一種稱爲微中子的粒子也會由母原子中同時釋放出來。

1. α粒子（$^{4}_{2}He$）放射法

   釷 $^{230}_{190}$ → 鐳 $^{226}_{188}$ + 氦 $^{4}_{2}$ + r 射線

2. β 粒子（$^{0}_{-1}e$）放射法

   硫 $^{35}_{16}$ → 氯 $^{35}_{17}$ + $^{0}_{-1}e$ + 微中子

3. 電子捕獲

   碳 $^{11}_{16}$ + $^{0}_{-1}e$ → 硼 $^{11}_{15}$

   上方之數字爲質量數，下方之數字爲原子序

圖二・一　三種放射性的衰弱方法

第三種放射性衰變稱爲「電子捕獲」（electron capture）當一個原子核從原子最內圈的電子軌道中捕獲一個電子時，同時會放射出一個微中子和γ 射綫。在這過程中，原子核失去一個質子，因爲此質子的正電荷被所捕獲之電子的負電荷中和了，雖然質量數仍保持不變，但此原子的原子序降低了一個，而變爲新元素。圖二．一可概示這三種放射性的衰變。

有些放射性的同位素可以作兩種或兩種以上的衰變，至於選用那一種放射方法則完全是無規則性的。

2. **衡量放射性衰變與測量地層年齡的關係**　放射性可以用一個核種自動分裂成另一核種的或然率來代表。穩定同位素的分解或然率很低，高度放射性的同位素就有很高的分解或然率。單看一個放射性的原子，我們很難推測這原子會在何時分裂，但研究一大批放射性原子的分解或然率時，我們就可以估計得到在一定時間內有多少原子會分解（平均放射率）。

在未放射前的母原子數量愈多，平均放射率就愈高，所以放射的原子數量是與起初存在的母原子數量成正比的，因爲原子分裂作用是有連續性的，所以母原子的數量會繼續減少，而子原子的數量則會不斷增加，（當然，子原子需要是穩定同位素才會這樣）。科學家用一個「衰變常數」（decay constant）來代表在一定時間內分解的原子與固有母原子間的比例。每一種放射性元素都具有獨特的衰變常數，這指數是不受環境中物理或化學作用的影響。地質學家因此假設在地層中的放射元素其衰變常數在地球已過的年日中不曾改變過，這是無可厚非的。

既然放射作用的測量是一種機率的統計，若樣本數目龐大，而又能延長測量的時間，那麼所測出之平均放射率也會比較準確。因爲每一種放射性同位素都有固定的衰變率，所以每種放射性元素的原子都會在特定的時間內減半，這段時間稱爲「半衰期」。換言之，在一個半衰期之後，有一半放射性的原子已經分解，只剩下其餘一半；在兩個半衰期後則只剩下原來四分之一的原子，如此類推。下面的方程式可用來代表衰變常數、原有的放射性原子數量、和過逝之時間彼此的關係：

$$-\frac{dN}{dt}=\lambda N \qquad (1)$$

t ＝過逝時間

λ ＝衰變常數
N＝現有的放射性原子數量
d N＝放射性原子的改變數目

這方程式的負號代表原子數量隨時間而減少，若將此方程式重新排列，又用微積分方法計算，我們可得出下面的方程式：

$$N = No \cdot e^{-\lambda t} \qquad (2)$$

No ＝開始測試的基準時間爲零時，所存在的放射性原子數目
e ＝自然對數的基數
N＝現存之放射性原子數目

這第二個方程式可用圖二．二來表示。此圖說明現存的放射性原子與當初存在之原子數量間的比例（N／No ）及放射期（半衰期的數目）間的關係。

若假設當初存在的放射原子直接分解成一種穩定同位素，或間接分解成爲一連串過渡性的同位素，而這些過渡元素的分解率比母原子衰退率快很多，最後成爲一種穩定同位素，那麼我們可以用第二個方程式來代表母原子在起初和現在的數量比例：

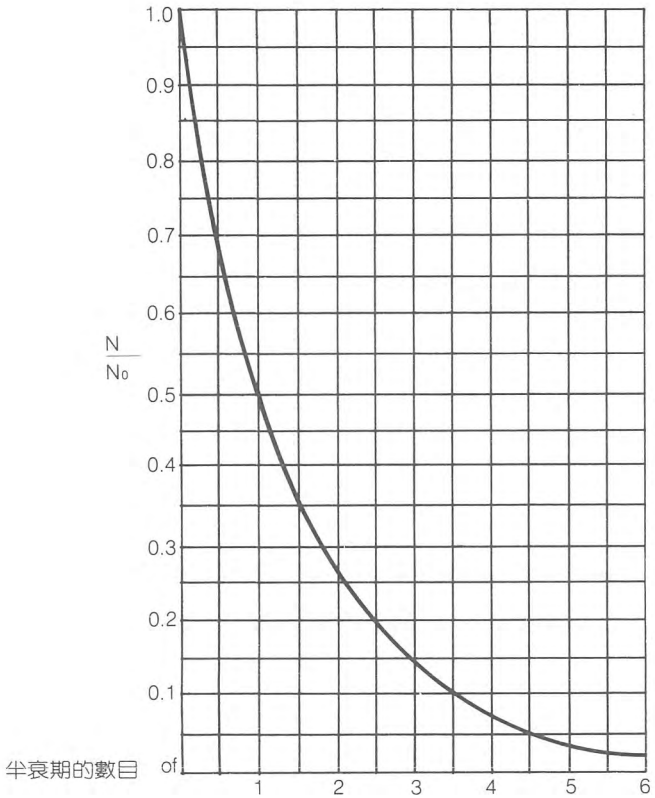
$$Pi = Pp \cdot e^{\lambda t} \qquad (3)$$

Pi ＝母原子在未放射前之數量
Pp ＝母原子現尚存的數量
t＝母原子從Pi減至Pp 所需的時間
e＝自然對數的基數
λ ＝衰變常數

我們既然在前面假設母原子直接或間接分解成子原子，那麼子原子的數量應與原子減少的數量相等，這種關係可用下列方程式來代表：

$$Dp - Di = Pi - Pp \qquad (4)$$

Di ＝子原子在母原子未放射前的數量



圖二・二　放射衰退。現存的放射性原子數量，與當初存在之原子數量及半衰期數目間的關係。$\frac{N}{No}$代表放射母原子經放射衰退之後餘下之分數。

Dp＝子原子現存的數量

換言之，子原子的數量一直在增加，母原子的數量一直在減少。若我們將方程式(3)代入方程式(4)，即得

$$Dp-Di=Pp\cdot e^{\lambda t}-Pp \qquad (5)$$

方程式(5)又可改寫爲：

$$Dp-Di=Pp\left(e^{\lambda t}-1\right) \tag{6}$$

將方程式(6)重新排列來計算t，可得

$$\frac{Dp-Di}{Pp}=e^{\lambda t}-1 \tag{7}$$

$$e^{\lambda t}=\frac{Dp-Di}{Pp}+1 \tag{8}$$

$$\lambda t=\log e\left[\frac{Dp-Di}{Pp}+1\right] \tag{9}$$

$$t=\frac{1}{\lambda}\log e\left[\frac{Dp-Di}{Pp}+1\right] \tag{10}$$

表二・一　鈾$_{238}$之衰退過程，其衰變常數爲1.54×10^{-10}／1年

核　種	衰退方式	半衰期
鈾$_{238}$	α	4.51×10^{9}年
鈾$_{234}$	β^-	24.10天
鏷$_{234}$	β^-	1.175分
鏷$_{234}$	β^-	6.66小時
鈾$_{234}$	α	2.48×10^{5}年
釷$_{230}$	α	8.0×10^{4}年
鐳$_{226}$	α	1622年
氡$_{222}$	α	3.8229天
釙$_{218}$	$\alpha,\beta-$	3.05分
鉛$_{214}$	$\beta-$	26.8分
砹$_{218}$	$\alpha,\beta-$	1.5－2秒
鉍$_{214}$	$\beta-,\alpha$	19.7分
氡$_{218}$	α	0.019秒
釙$_{214}$	α	1.64×10^{-4}秒
鉈$_{210}$	$\beta-$	1.32秒
鉛$_{210}$	$\beta-$	19.4年
鉍$_{210}$	$\beta-,\alpha$	5.013天
釙$_{206}$	$\beta-$	4.19分
釙$_{210}$	α	138.401天
鉛$_{206}$	穩定	

表二・二　鈾$_{235}$之衰退過程，衰變常數爲9.71×10^{-10}／1年

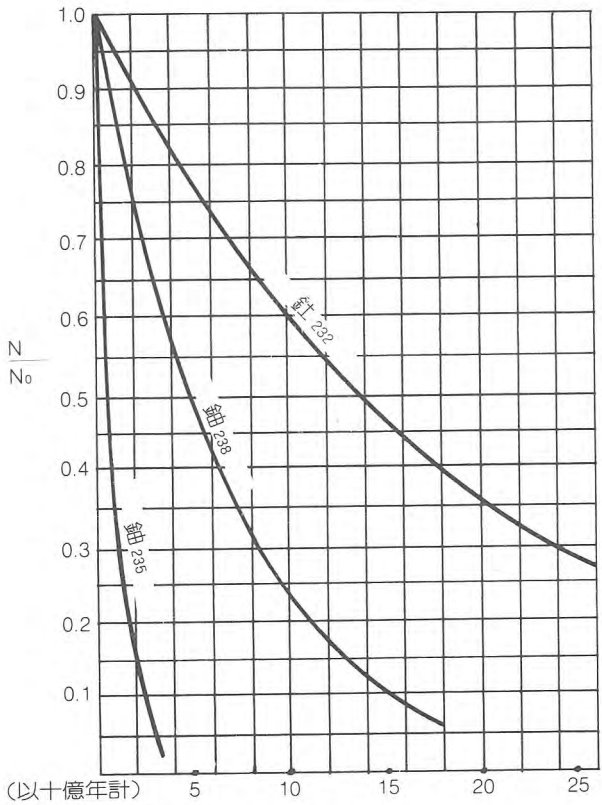
核　種	衰退方式	半衰期
鈾$_{235}$	α	7.1×10^{8} 年
釷$_{231}$	β^-	25.64小時
鏷$_{231}$	α	3.43×10^{4} 年
錒$_{227}$	$\beta^-\alpha$	21.6年
鍅$_{223}$	$\beta^-\alpha$	22分
釷$_{227}$	α	18.17日
砭$_{219}$	α,β^-	0.9分
鐳$_{223}$	α	11.68天
鉍$_{215}$	β^-	8分
氡$_{219}$	α	3.92秒
釙$_{215}$	α,β^-	1.83×10^{-3}秒
鉛$_{211}$	β^-	36.1分
砭$_{215}$	α	$\sim10^{-4}$秒
鉍$_{211}$	α,β^-	2.16分
鉈$_{207}$	β^-	4.79分
釙$_{211}$	α	0.52秒
鉛$_{207}$	穩定	

表二・三　釷$_{232}$之衰退過程，衰變常數爲4.99×10^{-10}／1年

核種	衰退方式	半衰期
釷$_{232}$	α	1.39×10^{10}年
鐳$_{228}$	β^-	6.7年
錒$_{228}$	β^-	6.13小時
釷$_{228}$	α	1.910年
鐳$_{224}$	α	3.64年
氡$_{221}$	α	5.51秒
釙$_{216}$	α	0.158秒
鉛$_{212}$	β^-	10.64小時
鉍$_{212}$	β^-,α	60.5分
鉈$_{208}$	β^-	3.10分
釙$_{212}$	α	$3.04-10^{-7}$秒
鉛$_{208}$	穩定	

方程式(5)乃是基本方程式(2)的引申，用以計算地齡。地質學家可測量子原子和母原子現存的數量（Dp和Pp），而衰變常數是可知數，只要子原子最初的數量可求得的話，那麼地層年齡t 就可從方程式(10)中求得。（通常Di都被假設爲零。）

3. **近代放射性測年法**（Radiometric Dating） 目前共有七種用放射性測定地齡的方法：碳十四測年法乃是用來測定四萬年以內的地層；用來測量一百萬年以上的地層之方法則包括：鈾$_{238}$——鉛$_{206}$；鈾$_{235}$——鉛$_{207}$；釷$_{232}$——鉛$_{208}$；鉛$_{207}$——鉛$_{206}$；鉀$_{40}$——氬$_{40}$和銣$_{87}$——

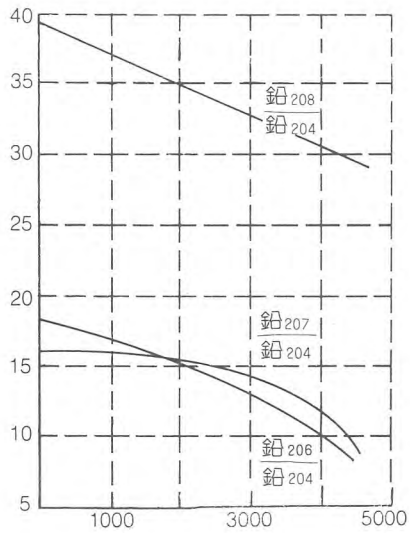


圖二・三 鈾$_{235}$；鈾$_{238}$及釷$_{232}$之分別衰退表

銣87 六種。表二・一，二・二和二・三分別列出下列放射元素的半衰期和過渡元素：鈾238 ——鉛206 ；鈾235 ——鉛207 ；釷232 ——鉛208 。它們的半衰期依次爲四十五億一千萬年；七億一千萬年和一百三十九億年。圖二・三則說明這三種的放射過程。

a. **鈾——鉛，釷——鉛，鉛——鉛測年法** 鈾——鉛和釷——鉛的測年法乃是根據鈾238 、鈾235 和釷232 依次放射衰變爲鉛206 、鉛207 和鉛208 ，這三種鉛都是穩定同位素，因此在測量地齡時不需用到這些過渡元素。大自然中還可以找到第四種鉛——鉛204 ，這種鉛亦稱普通鉛，非因放射過程而來的產品，而且是十分穩定的同位素。鈾238 、鈾235 和釷232 通常會同時出現，因此地質學家可同時分別用三種方法來測定同塊岩石的年齡。

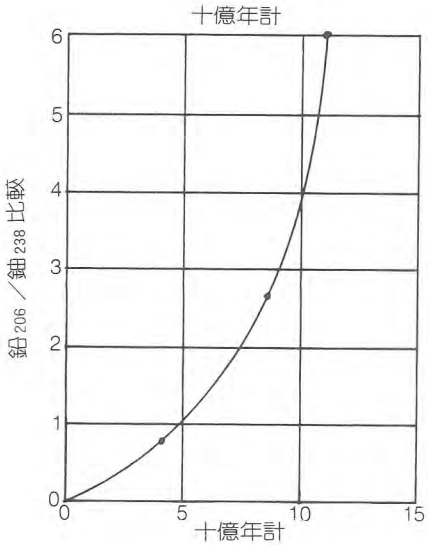
與上述三種放射鉛同時存在的普通鉛並不一定是藉着放射作用產生的，它們很可能在地殼形成時即已存在（這可當作方程式(10)中的Di ），因此計算時普通鉛的數量應與放射性元素同在的鉛數量中減出來。地質學家並認爲太初時鉛206 、鉛207 、鉛208 與普通鉛（鉛204 ）的比例是固定的（註25 ）。



圖二・四　四十五億一千萬年來地球上普通鉛與其同位素變換情形曲線是由龐大數量之樣本所得之結果。

在用放射測定法測量地齡時，我們需要糾正從放射作用所得的鉛中可能含有普通鉛的成份，當樣本中的普通鉛含量和樣本的大概年齡被測定後，從圖二・四中我們估計以普通鉛爲標準，比較當地壳形成時，樣本中所含之鉛$_{206}$ 、鉛$_{207}$ 及鉛$_{208}$ 的數量。然後將這些數量由方程式(10)中減去，即可得較準確的地齡。

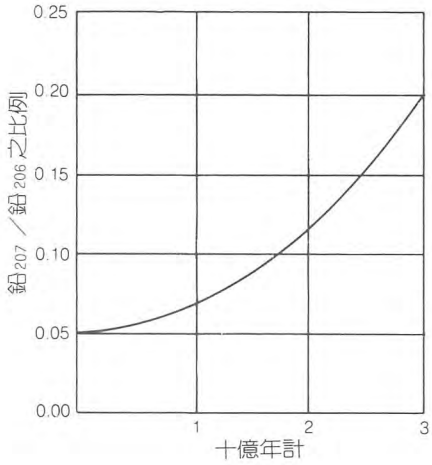
圖二・五代表鈾$_{238}$ ——鉛$_{206}$ 測年法用普通鉛之數量糾正後所得之結果。



圖二・五　鉛$_{206}$ ／鈾$_{238}$ 的比例與時間的關係

除去鈾——釷——鉛的測年法外，樣本中的鉛$_{207}$ 與鉛$_{206}$ 的衰變比例表也能用來測定地齡。因爲鈾$_{235}$ 的半衰期（七億多年）比鈾$_{238}$ 的半衰期（四十五億年）短很多；鈾$_{235}$ 因衰變所形成的鉛$_{207}$，數量要比鈾$_{238}$ 衰變成鉛$_{206}$ 爲多，因此鉛$_{207}$ 與鉛$_{206}$ 的比例在測量五億年以上的樣本很有用。同時這種鉛$_{207}$——鉛$_{206}$ 的比例不大受環境影響，因這兩種鉛具有相同的化性，它們被侵蝕的程度也應是一樣的。圖二・六代表鉛$_{207}$ 與鉛$_{206}$ 的比例與地齡的關係。

b. **鉀——氬測年法**　此法比鈾——釷——鉛測年法略勝一籌



圖二・六　放射性鉛207／鉛206之比例與地齡的關係

，因爲鉀是一種很普遍的元素，分佈極廣。鉀具有三種同位素——鉀39、鉀40和鉀41，其中只有鉀40具有放射性，鉀40的放射途徑有二：百分之八十八是放射出β粒子而衰變爲鈣40，其餘百分之十二是藉「電子捕獲」的方法衰變爲氬40。這兩種放射方法的半衰期均爲十三億年，因此鉀40——鈣40和鉀40——氬40的比例均可用作測定地齡的方法

氬40　是一種氣體，在地壳形成時應是不存在的，因爲地壳當時的高溫不容許這種氣體存在。當測量樣本中的氬氣含量時，地質學家需要極小心檢查樣本中的氬氣沒有漏掉。最近他們發明一種方法，糾正樣本漏氬氣的可能性，它乃是將鉀39變成氬39。當鉀39被中子撞擊後，會變成氬39，然後將樣本中的氬40和氬39藉逐漸加熱的過程釋放出來。若樣本中含有因放射而來的氬40和從鉀39變成的氬39，這兩種氬的比例與樣本中的分佈應是固定的，因爲它們均由鉀的同位素演變而來，所以氬39與氬40的比例可用來估計鉀40與氬40的比例（註26、27）。地質學家也盡可能測出空氣中的氬氣對樣本中之氬氣含量的影響。空氣中的氬36與氬40有一定的比例，因此樣本中的氬36可被用來測量或削減樣本從空氣中所吸收的氬氣含量，將此份量從樣本的氬含量中減去，即可得到從放射衰變而來之氬40的含量。但鑑於氬氣很容易從暴露空氣中的石塊裡漏掉，鉀40——氬40的測年法通常只是用在作最低年齡的估計上。

c. **鈾——鍶測年法** 鈾$_{87}$——鍶$_{87}$測年法是根據鈾$_{87}$放射β粒子而衰變，經過四千七百萬年的半衰期變爲鍶$_{87}$而定的。地壳中鈾$_{87}$的含量比鉀$_{87}$的含量高，但鈾$_{87}$與鉀$_{87}$多半是同時存在的，因此舉凡含有鈾和鉀的樣本可分別用兩種上述的測年法來估計其年齡。

d. **碳$_{14}$測年法** 碳$_{14}$通常是用來測量四萬年之內的樣本。當一個空氣中的氮$_{14}$原子吸收一個中子，然後放射出一個質子後便變成了碳$_{14}$。碳$_{14}$若放射出β粒子又可復變成氮$_{14}$，其所需之半衰期爲五千七百三十年。在大氣層的高空中，許多氮$_{14}$因受中子撞擊而產生碳$_{14}$，這些中子乃由含有大量質子的宇宙射綫與大氣層中的氣體碰撞後演變而來。這些新誕生的碳$_{14}$後來變成具放射性的二氧化碳（$C^{14}O_2$）。這些具放射性的二氧化碳被植物的光合作用成爲自然界營養分配循環中的一部份，所以世上每一種生物體內都有碳$_{14}$的成份，它也是生物體內放射性能的主要來源。（這種碳素交換在下文中稱之爲碳素兌換循環。）

碳$_{14}$測年法乃是含有碳$_{14}$的樣本何時從地球中的碳素兌換循環中消失而定。當一個生物死亡變爲化石後，它就不再是營養分配循環中的一部份，因此化石中有限的碳$_{14}$含量會因時間而相漸減少。以此法測量年齡的科學家們主要是假設，碳$_{14}$在大氣層中產生的速率與現有之碳$_{14}$之衰退率是相等的，因此地球上的碳$_{14}$應維持在一種平衡狀態下。根據這個假設來計算碳素兌換循環時，科學家們認爲碳每分鐘的分解率爲17.2 dpm，這與實際測量的結果16.1±0.5dpm很接近（註28），因此這個假設是相當合理的。碳$_{14}$測年法的另一個假設就是生物在活的時候與地球中的碳素兌換循環接觸的時間比變成化石後的時間短很多。例如，一棵樹生長了兩百年，死亡後變成一個一万年老的樹木化石，那麼樹木生長的二百年比起化石的年齡就顯得微不足道了，因此在計算時，樹木本身生長的年齡可以不計在內。

4. **地層測定法的可靠性與地層年齡** 有不少學者懷疑用放射性測定地齡的可靠性（註17、23、24）。通常抨擊這些測年法的理論包括下列幾點：鈾——釷——鉛的兌換過程很可能因環境影響而改變其分解速率；我們不能肯定空氣中的氫對樣本中的氫究竟有多少影響；所設假普通鉛與其他同位素鉛的比例與時間的關係並不合理；和碳素兌換循環系統中的不平衡狀態等。雖然上述各種論調都甚有理由，但用放射性測年法來測量世界各地之樣本所得的結果却很相似，加上這類實驗的可重複性亦不能不

使人對它們另眼相看。

表二・四列出世界幾處不同的石頭樣本用五種不同的放射性測年法所測之的結果。除了第一種樣本外，其他各樣本的年齡均很相近，最多只有百分之十的差異，這種程度的差異在一般科學實驗中算是很普遍的。這些地層年齡因爲十分相近，因此被稱爲和合年齡（ concordant age ）。當然也有不少屢經考證的非和合年齡（ disconcordant age），這些樣本之年齡相距甚大，但通常不會超過三、四倍的範圍（ 見表二・五 ）。再說，非和合年齡似乎都沿着類似的形態而變化，也許一些非和合年齡可用母原子因放射過渡元素、或因環境影響、或因樣本中之鉛由岩石中流散這些理由來解釋。

表二・四　依不同之測量法所測出之和合年齡之相合表

地　點	礦　物	年齡（以百萬年計）				
		鉛206/鈾238	鉛207/鈾235	鉛208/釷232	鉛207/鉛206	鉀40/氬40
(1)南非	鋯礦	330	354	237	525	
(2)加拿大	方銅礦	995	975	940	990	
魁北克	黑雲母					925
(3)美國南達克達州	瀝青鈾礦	1580	1600	1440	1630	
(4)加拿大	瀝青鈾礦	2000	1945	2120	1925	
魁北克	黑雲母					2015
(5)非洲	獨居石	2260	2470	2650		
南羅德西亞	獨居石					
(6)南羅德西亞	雲母	2675	2680	2645	2680	2310

地質年齡學者所用之測年法得來的結果相當可靠。放射性元素的衰變常數其準確性可達百分之九十五，而鈾238、鈾235和鉛87 的衰變常數更具百分之九十七的準確性；同位素比例的測定最多也只有百分之一至百分之三的差異。例如，美國有五個不同的實驗室曾分別驗定一塊麻省理工學院地質系的樣本：其中氬40的含量，所得之結果平均後，與每一個實驗室所

表二・五　用四種測量表測出之和合與非和合年齡之比較圖

礦物質	地　點	鉛同位素年齡(以百萬年計)				
		$鈾_{238}-鉛_{206}$	$鈾_{235}-鉛_{207}$	$鉛_{207}-鉛_{206}$	$釷_{232}-鉛_{208}$	參考
和合年齡						
鋯礦	美國奧克拉荷馬州維其他山脈	520±12	527±10	550±30	506±12	(29)
鋯礦	錫蘭	540±12	544±16	555±30	538±25	(29)
瀝青鈾礦	非洲康坦加市	575±5	595±5	630±40		(30)
鈾	加拿大維伯佛斯	1000	1015	1030	1010	(31)
鈾	挪威龍特蘭	890	892	920	900	(32)
釷	美國北卡州針樅松市	314	316	342	302	(33)
thucolite	南非韋華特杉市	2110	2080	2070	—	(34)
瀝青鈾	非洲康坦加市	610	615	650		
非和合年齡						
鋯礦	南非開普敦城	330±10	356±15	530±50	238±20	(29)
鋯礦	美國孟探那州熊齒山	770±25	1400±40	2580±50	—	(35)
鋯礦	美國孟探那州	1660±50	2380±70	3080±50	870	(35)
鋯礦	美國科羅拉多攬資溪	930	1130	1540	515	(36)
瀝青鈾	美國科羅拉多州太陽鑛	805±10	860±20	1035±35	—	(30)
獨居石	加拿大孟尼托巴	3220	2840	2590	1830	(37)
磷酸鈰鑛	美國科羅拉多州翁康配格	3180	2065	1640	1100	(38)
黑稀金鑛	加拿大魁北克	620	710	1000	550	(39)

得之結果只相差百分之一。遇有特別重要的樣本時，每種測年法都常被重複數次， 各個實驗室也會常常一同分別驗定同一樣本以彼此糾正結果，這樣才可防止系統性的錯誤（註40），這樣在實驗上就可避免大規模的謬誤。

最近科學家用六種不同的放射性測年法，來測量太空人從月球上帶回來的石塊。他們所得之結果如下：鈾$_{238}$——鉛$_{206}$ 爲四十七億年；鈾$_{235}$——鉛$_{207}$ 爲四十六億七千萬年；釷$_{232}$——鉛$_{208}$ 爲四十六億年；鉛$_{207}$——鉛$_{206}$ 爲四十七億五千萬年；鋨$_{187}$——錸$_{187}$ 爲三十四至四十五億年；氬$_{39}$——氬$_{40}$ 爲三十七億年半（註41、42、43）。這些結果均十分相近，而且與地球藉上述各法所測之四十五億年之地齡不謀而合。

月球上有些氣體乃是因太陽風（solar wind；一股由太陽而來的粒子流）而產生的，因此有人認爲用鉀——氬（稀有氣體之一種）來衡量月球年齡是不準確的（註44）。於是科學家採用石塊內層的氬，而不注重石塊表層中的氬，目的就是爲要避免太陽風的影響。此外，科學家們在研究月球表面的稀有氣體時，發現這些氣體的濃度與石塊大小成反比，而且與太陽風中的稀有氣體比例有很大的差別，但月球上同位素的分佈却與隕石中的很相似。科學家們往往先從石塊外層的氬氣含量中計算出太陽風的成份，再把這成份從內層的氬含量中減去，在差不多所有的鉀——氬測年法中，太陽風的影響都是微不足道的（註45、46、47）。

有些科學家估計月球是在「最近」才被熱至攝氏一千至一千三百度的，在這種高溫狀況下，所有用作放射性測年法的元素都熔化了，因此放射性測年法是無效的（註44）。然而這種說法却不爲研究月球的地質學家們重視，因此在最着名的「科學」雜誌的「月球」號中（"Moon" issue of "Science". Jan.30,1970）沒有一篇論文提及這個理論。但科學家們推測月球大概是在攝氏一千一百四十度至一千一百七十度的高溫中凝固結晶而成，在結晶過程中月球的溫度降得比地球溫度更低（註48）。他們並假設放射性元素是在月球結晶過程中浮至月殼表面，月球的表面不似地球有大氣層遮蓋（註49），在這種無空氣狀態下，也同時避免了地面上因侵蝕和擴散作用所引致的放射性元素的失漏。以同樣測量法能測出月球和地球年齡十分相似，這一點使人對放射性測量法倍增不少的信心。

用碳$_{14}$測得的年齡與已知年齡的比較也說明這種測年法的可靠性（參

表二・六）。最近科學家應用「旋轉加速器」（cyclotron）發明了新式的碳14測年法，使用這種測量法時，科學家只需採用少量的樣本，而可推測之年齡可延長十萬年，他們盼望這種新技巧能增進碳14測年法的效率（註54）。

表二・六　碳14測量法與已知年齡之比較表
L(50,51)；B(52)；C(53)

次序	樣本來源	實驗	預測年齡	已知年齡
1.	南美印加族	L	444±25	450±150
2.	羅馬船	B	1190±3	2030±200
3.	托勤密王朝	C	2149±150	2300±450
4.	古義大利之伊楚思干墳墓	B	2600±100	2730±240
5.	泰以諾	C	2624±50	2600±150
6.	沙鎖士着士	C	3700±400	3792±50
7.	古伊拉克的尼布城	C	4125±200	4802±210
8.	左鎖	C	4650±75	4979±350
9.	何馬卡	C	4900±200	4883±200

在測定碳14所無法量度的人類化石時，科學家又發明了另一種新的方法，它是靠氨基酸的消旋作用（racemization）的固定速度而定的。氨基酸可以從光學活性（optically active）變成外消旋混合物（racemic mixture）；由單方向旋轉的光面轉變爲不能旋轉的單方向光面，這種過程稱爲消旋作用。因爲在生物體內的氨基酸都是L，那麼在人類化石中找到的D1 氨基酸必定是消旋作用所生的結果。在這種新技巧中最有用的氨基酸乃是L—β—甲基—β—乙基—α—氨基丙酸（L-isoleucine）。這種氨基酸變成異酪氨基丙酸（D-allo-isoleucine）時，其消旋作用有一段很長的時間指數，而且氨基丙酸和異酪氨基丙酸很容易在氨基酸分析器中分開以供測量。

消旋作用進行時最重要的條件是要有固定的溫度，特別是在發現人類化石的洞穴中，只要溫度不變，我們就可用此法獲得90% 至 95% 的準確年齡。藉碳14消旋作用測量的樣本和碳14測年法所得之結果必須相互吻合。用消旋作用測量攝氏十度之環境下所得的最高年齡爲一百三十萬年；在

攝氏二十度的環境中所得爲十九萬年，這種消旋作用的測年法用來測四萬至一百萬年間的人類化石最派得上用場（註55）。

因爲地壳年代柱中的每一地層均可用放射性測年法來鑑定其年齡，因此科學家們列出一地質年代紀。被鑑定的石塊被當作各地層間的連結點，最理想的連結石乃是火山熔岩，因爲這些熔岩都是急速形成的，且常存於富有生物化石的地層之間，使人很容易分辨熔岩的地層。

火山熔岩的另一個優點。是它含有多種可用在放射性測年法中的元素。很多火山熔岩經測定後所得之結果均屬和合年齡，因這種熔岩的存在使人對地層年齡的測度倍增信心。其他用作連結點的石塊有弧型的侵入岩（bracket intrusive）和海綠石（glauconites），但都不如火山熔岩理想，不是因爲它們混雜在各地層中，就是因爲它們在地層形成後仍在繼續產生。地質年代紀當然也有不少弱點，但它的可靠性却是根據地質學目前能接受的。表二・七將地層年代柱藉地層中之樣本按放射性測量法所得之年齡作一比較。

二・一 參考書目

1. Geikie, A. The founders of geology. London: Macmillan; 1905: 50–51.
2. Geikie, A. The founders of geology. 79.
3. Lyell, C. Principles of geology. 9th ed. New York: D. Appleton; 1853: 29.
4. Geikie, A. The founders of geology. 299.
5. Lyell, C. Principles of geology. 52.
6. Moore, J. R. J. Am. Sci. Affil. 22:18–23; 1970.
7. Velikovsky, I. Worlds in collision. New York: Delta; 1950.
8. Steinhauser, L. J. Am. Sci. Affil. 25:129–33; 1973.
9. Yamauchi, E. M. J. Am. Sci. Affil. 25:134–39; 1973.
10. Whitcomb, J. C.; Morris, H. M. The genesis flood. Philadelphia: Presbyterian and Reformed; 1961.
11. Morris, H. In: Why not creation? Lammert, W. ed. Grand Rapids, MI: Baker; 1970: 118.
12. Morris, H.; Roberts, F. Debate: Cataclysm and uniformitarianism. Wheaton College, Wheaton, IL: 1974 Nov. 19.
13. Mears, B. The changing earth: an introductory geology. New York:

表二・七　地層年代柱與放射性測量法所得結果之比較圖

時　　期	地層學中之排位	地　　點	岩石種類	所分析之礦物質	測　量　法	以百萬年爲單位
更新世 （冰河結束，直立猿人出現）	更新世與上新世交接期	美國加州內華達山脈	凝灰岩	黑雲母	鉀－氬	1.0±0.5
上新世 （近代物、植物開始繁殖）	上新世末期 上新世與中新世交接期	加州沙土布其內華達州	流紋岩 流紋岩 凝灰岩	黑雲母 黑雲母	鉀－氬 鉀－氬	1.7±0.4 12±0.5
中新世 （哺乳類進化）	中新世中期 中新世早期	科羅拉多州 華盛頓州 奧地利	花崗岩 花崗岩 砂岩	獨居石 黑雲母 綠砂石	鈾－鉛 鉀－氬 鉀－氬	16 17±0.5 25±1
漸新世 （古老哺乳類消失，猿猴出現）		奧利崗州 德克薩斯州	凝灰岩 凝灰岩	黑雲母 黑雲母	鉀－氬 鉀－氬	25.7±0.8 33.1±1.0
始新世 （美國中西部山脈形成古代馬出現）	始新世中期 始新世中晚期 始新世早期	俄國 德克薩斯州 新澤西州	花崗岩 砂岩 砂岩	黑雲母 海綠石 海綠石	鉀－氬 鉀－氬 鉀－氬	38±4 52±2 62±2
古新世（原始哺乳類出現）		科羅拉多州	礦石	瀝青鈾	鈾－鉛	59±2
白堊紀 （植物及無脊椎動物出現乳龍繁殖）	白堊紀晚期 白堊紀中早期 白堊紀中晚期	加拿大阿爾貝他 德國 俄國	煤縫 砂岩 砂岩	黑雲石 海綠石 海綠石	鉀－氬 鉀－氬 鉀－氬	63±2 81±2 117±2
侏羅紀 （古代鳥出現）	侏羅紀晚期 侏羅紀中期	加州 喬治亞州	花崗岩 花崗岩	黑雲母 黑雲母	鉀－氬 鉀－氬	127±4 165 ±3
三疊紀 （厥類繁殖昆蟲出現）	三疊紀早期 三疊紀中期	新澤西州 亞利桑那州	輝綠岩	黑雲母 瀝青鈾	鉀－氬 鈾－鉛	195±5 218
二疊紀 （爬蟲類出現歐洲山脈形成）	二疊紀中期 二疊紀早期	俄國 挪威	蒸發岩	鉀鹽石 鋯	鉀－鈣 鈾－鉛	241±8 260±5

賓夕凡尼亞紀	賓夕凡尼亞紀晚期	澳洲	石英粗安岩	黑雲母	鉀－氬	287±9
密西西比紀	密西西比紀早期	俄國		黑雲母	鉀－氬	340±10
泥盆紀	泥盆紀晚期 泥盆紀早期	澳洲 英國	熔岩 花崗岩	黑雲母 黑雲母	鉀－氬 鉀－氬及鈤－鍶	350 395±5
志留紀	志留紀早期	美俄亥俄州	砂岩	海綠石	鉀－氬	410±15
奧陶紀	奧陶紀中上期	美阿拉巴馬州 瑞典	膠黏土 膠黏土	鈣 砂岩 黑雲母	鈾－鉛 鉀－氬 鈤－鍶	445±10 452 447
寒武紀	寒武紀晚期 寒武紀中期 寒武紀早期 寒武紀早期	瑞典 俄國 俄國 俄國	頁岩 流紋岩 流紋岩 流紋岩	整塊石頭 海綠石 海綠石	鈾－鉛 鉀－氬 鉀－氬 鉀－氬	500 530±50 577±58 610±61
前寒武紀		芬蘭 加拿大魁北克 魁北克 澳洲 美國亞利桑那州 蘇格蘭 亞利桑那州 芬蘭 烏克蘭 加拿大翁大里奧 加拿大魁北克 芬蘭 烏克蘭	同沖積層中之樣品 同沖積層中之樣品 花崗岩 片麻岩 結晶花崗岩 流紋岩 花崗岩 片麻岩	方鉛礦 方鉛礦 黑雲母 金雲母 瀝青鈾 獨居石 黑雲母 黑雲母 結晶花崗岩 方鉛礦 獨居石 黑雲母 方鉛礦 褐簾石	$鉛_{207}$－$鉛_{206}$ 鈾－鉛 鉀－氬 鉀－氬 鈾－鉛 鈾－鉛 鈤－鍶 鈤－鍶 鈤－鍶 $鉛_{207}鉛_{206}$ 鈾－鉛 鈤－鍶 鉀－氬 $鉛_{207}$－$鉛_{206}$ 鈾－鉛	775 965±20 965±55 1060±65 1070±25 1190 1300 1470±55 1530 1800 200±100 2215 2400 2530 2700±100

Van Nostrand; 1970: 216.
14. Mears, B. The changing earth. 217–42.
15. Lyell, C. Elements of geology. London: John Murray; 1841.
16. Raup, D. M.; Stanley, S. M. Principles of paleontology. San Francisco: Freeman; 1971: 333.
17. Moore, J. N.; Slusher, H. S., editors. Biology, a search for order in complexity. Grand Rapids, MI: Zondervan; 1970: 414.
18. Morris, H. M. Impact series. No. 48. San Diego, CA: Institute for Creation Research; 1977.
19. Wonderly, D. J. Am. Sci. Affil. 27:145; 1975.
20. Livingstone, D. A. Geochim, cosmochim Acta. 27(10):1055; 1963.
21. Hamilton, E. I. Applied geochronology. London and New York: Academic; 1965. (The section on radioactive decay was essentially extracted from this source.)
22. Harbaugh, J. W. Stratigraphy and geologic time. Dubuque, IA: Wm. C. Brown; 1968 (chapter 6).
23. Lammerts, W., editor. Why not creation? Grand Rapids, MI: Baker; 1970 (chapter 4).
24. Lammerts, W., editor. Scientific studies in special creation. Grand Rapids, MI: Baker; 1971 (chapters 8, 9).
25. Russell, R. D.; Farquhar, R. M. Lead isotopes and geology. New York: Inter Science; 1960.
26. Turner, G. Science. 167:466–68; 1970.
27. Turner, G. Meteorite research. Dordrecht, Holland: Reidell; 1969.
28. Hamilton, E. I. Applied geochronology. 41.
29. Tilton, G. R.; Davis; G. L.; Wetherill; G. W.; Aldrich, L. T. Trans. Am. Geophy. Un. 38:360; 1957.
30. Eckelmann, W. R.; Kulp, J. L. Bull. Geol. Soc. Am. 67:35; 1956.
31. Nier, A. O. J. Appl. Phys. 12:342; 1941.
32. Kulp, J. L.; Eckelmann, W. R. Am. Min. 42:154; 1957.
33. Eckelmann, W. R.; Kulp, J. L. Bull. Geol. Soc. Am. 68:1117; 1957.
34. Louw, J. D. Nature. 175:349; 1955.
35. Catanzaro, E. J.; Kulp, J. L. Geochim. Cosmachim. Acta. 28:87; 1964.
36. Carnegie Report. 1954–55.
37. Nier, A. O. Physiol. Rev. 55:150; 1939.
38. Tilton, G. E. Trans. Am. Geophys. Un. 32 (2):224; 1956.
39. Robinson, S. L.; Loveridge, W. D.; Rimsaite, J.; van Petegehm, J.

Canad. Min. 17 (3):533; 1963.
40. Kulp, J. L. Science. 113:1105; 1961.
41. Tatsumoto, M.; Rosnolt, J. N. Science. 167:461–63; 1970.
42. Turner, G. Science. 167:466–68; 1970.
43. Gopalan, K. et al. Science. 167:471–73; 1970.
44. Coppedge, J. F. Evolution: possible or impossible? Grand Rapids, MI: Zondervan; 1973: 250.
45. Heymann, D. et al. Science. 167:555–58; 1970.
46. Eberhardt, P. et al. Science. 167:558–60; 1970.
47. Funkhouser, J. G. et al. Science. 167:561–63; 1970.
48. Anderson, A. T. et al. Science. 167:587–89; 1970.
49. Lunar sample analysis planning team. Summary of Apollo 11 lunar science conference. Science. 167:450–51; 1970.
50. Kulp, J. L.; Feely, W. H.; Tryon, L. E. Science. 114:565; 1951.
51. Kulp, J. L.; Volchok, H. L.; Holland, H. D. Trans. Am. Geophy. Un. 33:101; 1952.
52. Ballaria, C. Science. 121:409; 1955.
53. Arnold, J. R.; Libby, W. F. Science. 110:678; 1949.
54. Muller, R. A. Science. 196:489; 1977.
55. Bishop, W. W.; Miller, J. A., editors. Recent advances in isotope and other dating methods applicable to the origin of man. Edinburgh: Scottish Academic Press; 177–85; 1972.

二・二　古生物化石的證據(Paleontological Evidence)

很多進化論學者强調以古生物化石證明進化論，看來好像是叫人無可推諉，其實詳查這些證據，就不能不使人心起疑問的。

二・二・一　古生物學家所遭遇的難題

A・生物化石的殘缺不全　當一個生物死亡之後，牠的遺體即受到三種破壞力的襲擊：生物本身的腐化、物理的破壞、和化學的侵蝕。

催使生物腐化的媒介很普遍，幾乎充沛在大自然中每一個角落。食腐肉的動物吞噬所有遺體可吃的部份，剩下的則被細菌和菌類植物消化，就算遺體中堅固的部份也會腐化，譬如蠔的外殼乃是由碳酸鈣所構成，但是連結蠔殼的纖維卻是一些可腐化的有機物。因此在蠔死後，蠔殼也會在生物腐化作用和化學侵蝕作用雙管齊下消失，就算在海底富有甲殼動物的地

方也很難找到甲殼的化石。幾種著名的甲殼化石如原生動物（Protozoa）、有孔蟲類（foraminiferans）和放射蟲類（radiolarians）乃是例外。生物死後即使被沖積土急速埋葬也不能防止腐化作用，因爲在水域中未凝固的沖積土中仍含有大量的細菌。

物理的破壞能力在高壓環境之下尤爲顯著，若生物死亡的地方有狂風巨浪，那麼遺體的保存一定是凶多吉少。實驗證明某些動物如苔蘚蟲（Bryo zoans）和石灰質藻類（calcareous algae）的外壳就要比腹足類（gastropods）的更容易遭受如尖石磨損等類物理破壞力的影響，這些實驗的結果也可幫助我們推測生物化石分佈的原因。

生物遺體經腐化和物理破壞之後，所殘餘下來的骸骨仍然要遭受化學作用的侵蝕，就算生物已成爲化石，它仍可被這些化學作用襲擊。化學侵蝕的程度完全要看化石存在之四周環境以及遺體中的化學成份而定，有時經過化學侵蝕之後的生物化石祇留下一些空壳，然而生物化石學家仍然可以從這些空壳之中驗出生物的種類。

基於環境中的這三種破壞力，生物遺體中最可能變爲化石的就是組織堅固、礦物含量高的結構，這也就是普通的生物化石所見者都是骨骼的原因，因爲軟體已被破壞，因此生物化石所存留下來的資料多偏重於生物容易保存的部份。有些關於已絕種的哺乳動物的假設往往是從一個牙齒的化石得來的，因爲生物色素難於保存，生物化石學家很難從化石中推測到生物在生時的顏色，甚至生物骨骼也會因化學成份不同而形成不同程度的化石，譬如三葉蟲（trilobite）含碳酸鈣多，因此三葉蟲的化石比蟹多。

能迅速埋葬生物的環境容易產生多量的生物化石，相反地在侵蝕性高的環境中化石產生的可能性就很小。海平面以上的地區比在海平面以下的地區少有生物化石，因爲海底常受河流沖積土的遮蓋，這也可能是海生生物化石比陸生生物化石多的原因。

一個沒有生物腐化作用的環境是生物化石的溫床，在焦油窟和琥珀中能保存精美的脊椎動物和昆蟲化石就是很好的例子，這些環境非生物所生之地，因此化石的過程通常是基於遽變而產生的。

有些生物死後漂離牠的生活環境後才變爲化石：花粉和陸上植物的孢子常被風吹至遠方；旱地上動植物的遺物可以被河流沖積到海底後才變爲化石。我們很難統計生物遺體的漂流對化石的影響，因此古生物化石學家

需要仔仔細細推測生物生存的所在地。

總而言之，生物化石的證據是殘缺不全的（註1），而且只限於一些可以保存的生物。雖然在地球歷史中有大量生物死亡而變成的化石，但對這些化石的解釋卻需要十分謹慎。遽變固然會導致化石的形成，這因素究竟有多重要？我們不能解答這個問題。若有人能證明遽變乃生物變成化石的主要因素，那麼生物化石學就需要對自然劃一主義的學說重新作一衡量（見卷一，二・一・一）。古生物化石學家倚靠大量的化石將它們予以分類，但並不是每種生物都可以留下化石的證據，也正因爲化石證據的缺乏，我們實在不該作任何肯定的結論。

B・鑑定生物化石的標準略嫌武斷　在前文中（卷一，一・二）我們提到鑑定「種」（Species）最客觀的標準乃是麥爾所提出的，他認爲「種」乃是在大自然中的一團族羣（population），族羣中的生物有彼此交配的可能，而與其他族羣的生物有交配的隔離性（reproductive isolation）。但生物化石不能彼此交配，因此不能引用上述標準來分類。古生物學家通常以生物化石的外貌、環境、可推測到的生態（behavior）和在地層中的分佈情形將化石分類。在自然界中因有「表型多元性」（即同一族羣中有先天而來的變異）的現象，外貌不能作爲鑑定生物化石類別的唯一標準。因此古生物學家用一套族羣進化史（Phylogenetic relationship）的假設來鑑定生物化石，最近出版的一本古生物學教科書中如此說：

如果分類學乃是爲要達到傳遞和辨認的目標，就應按其實用性爲標準來選擇分類系統；既然當今進化論風行，在分類學上難免也會用進化論來衡量化石之間的關係。（註2）

雖然早期的分類學者如林奈氏和戴溥豐等人，是用聖經創世記第一章中「各從其類」的「類」來鑑定生物，同時主張生物被創造之後會經過有限度的演變，也有人嘗試以分類學上的系統來形容創世記中的「類」（註3），但現代的分類學者已摒棄這套系統。他們按進化論的大前題將生物分類，著名的分類學家和古生物學家辛普森（George G. Simpson）的聲明可代表進化論分類學的立場（註4）：

當代分類學的綱要乃是根據進化論而定的，那麼分類的方法自然會帶有進化史的色彩。很多進化過程和極短的進化史可以在實驗室或大自然中觀察得到，這些極短的進化史對在理論上求證時是很有用的例子，但要鑑別最低類別以

表二・八　地質年代紀

紀元	紀	世代	爲時（以百萬年計）	距今（以百萬年）	地質特徵	植物	動物
新生代（哺乳代）	爲四紀	近代	0.011	0.011	冰河時代結束；氣候溫和	木本減少；草本增多	人類出現
		更新世	1.9 1.9	1.9	冰河時代重複；四個冰河時代	各種植物銳減	哺乳動物絕跡；人類社交活動初現
	第三紀	上新世	4	6	美西北部高山崛起，火山爆發多	森林區減少，草原、開花植物、單子葉植物漸形成。	猿人進化爲人類、象、馬駱駝已具近代種之特徵；
		中新世	19	25	山脈形成，美西北部火山活動甚繁；天氣漸寒		哺乳動物進化之最高峯；猿人出現；
		漸新世	13	38	陸地降平；氣候變暖	森林區大量繁殖；單子葉植物及有花植物興起。	原始哺乳類絕跡、早期哺乳類之屬出現。
		始新世	16	54	高山侵蝕；各大洲間無海洋相隔；氣候較暖		有胚盤之動物繁多，並開始有分工現象；有蹄動物及食肉類出現；
		古新世	11	65			原始哺乳類開始分佈。
	美國洛磯山大變動(化石損失少)						
中生代	白堊紀		70	135	安底斯山、阿爾卑斯山，喜馬拉雅山及洛磯山形成；內海及沼澤區形成，白堊及頁岩形成	第一個單子葉植物出現；橡樹及楓樹出現；裸子植物銳減	恐龍遍佈；絕跡；有齒鳥開始絕跡，第一種現代鳥出現；原始哺乳類甚多。
	侏羅紀		46	181	各洋洲地勢高；歐洲及美國西部出現淺海	雙子葉植物增多；蘇鐵類及松柏科增多	第一個有齒鳥出現；恐龍體積變大、呈專業性機能；食蟲類有袋動物出現
	三疊紀		49	230	洋洲冒露，沙漠漸佈；北	裸子植物極衆；漸絕跡有種蘇類絕跡	第一個恐龍出現；翼手龍及生蛋之哺乳類；原始兩

				積土增多		棲類絕跡
	美東部亞伯拉罕山脈變動(一些化石遺失)					
古生代（古生物時代）	二疊紀	50	280	洋洲昇起；亞伯拉罕山脈形成；冰河作用及乾旱頻繁	石松科及木賊屬植物銳減	許多古生物絕跡；爬蟲類出現；近代昆蟲類
	賓夕凡尼亞紀	40	320	陸地低平；煤沼澤出現	有種蕨類及裸子植物成林	第一種爬蟲類；昆蟲繁多；古代兩棲類遍佈
	密西西比紀	25	345	起初氣候溫和、潮濕；待陸地形後變冷	石松科及木賊屬植物繁多；裸子植物增廣	海百合極多；古生鯊魚繁殖
	泥盆紀	60	405	小型內陸海；平地崛高；多乾燥；冰河作用	第一個森林；陸；陸地植物繁多；第一個裸子植物出現	第一個兩棲類；肺魚，鯊魚繁多
	志留紀	20	425	洲陸內海出現，低地增多並變乾燥	陸地植物可能開始形成；海藻衆多繁殖	海洋節肢動物出現，無翼昆蟲；魚類興起
	奧陶紀	75	500	陸地大型出現北極亦溫暖	陸地植物可能開始形成；海藻衆多	第一種魚類（可能爲淡水魚）；珊瑚；三葉蟲衆多；各種軟體動物
	寒武紀	100	600	陸地低，氣候溫和；岩石成形（其中多化石）	海藻	三葉蟲；腕足類衆多；動物"門"成立
	第二次地壳大變動(化石損失極多)					
原生代		1000	1600	大沉澱作用：其後有火山活動；極多侵蝕作用及冰河作用	原始水生藻類及菌類	不同之原生動物、軟體動物，及永生非脊椎動物形成
	第一次地壳大變動(化石損失多)					
始生代		2000	3600	火山活動頻繁；略有沉澱作用，極多侵蝕作用	無可辨認之化石由岩石中略得生物存在之證據	

上的生物却很難應用。很多生物化石中的進化史也都是靠推理得來，它們演變的過程是不能靠人眼觀察得到的……因此進化論的分類學採用的大部份資料都不是直接觀察得來的，這種現象並不單只在分類學上出現，大部份以歸納法爲根基的科學都有這種類似的情形。但是根據這種方式所得來的理論並不會比根據觀察得來的理論不可靠或不夠科學化，原子物理學的理論即可作爲分類學的借鏡，沒有人能直接觀察到原子中的粒子，所以原子物理定律都是靠推理而來，但沒有人能否認這些定律的可靠性和實用性。

辛普森所言原子物理學上的推理與分類學上的推理的相同是不合理的。雖然沒有人能直接地觀察到原子中的粒子，但是粒子的存在和交互作用可用實驗方法或證明或推翻。譬如「對稱律」（Law of Parity）是物理學上的定律，形容粒子之間微弱的交互作用。它是按推理得來的，但後來卻被兩位華裔科學家用實驗方法推翻了（註5）。「J」粒子的存在則是另一位華裔科學家，因研究光和與光相似的粒子的交互作用時而得以證實（註6）。這些實驗的結果改寫了原子物理學的定律，這幾位物理學家也都因此榮獲諾貝爾獎。雖然進化過程和微進化可以在實驗室和大自然中，以觀察的方法來證實或否定（見卷一，一·三），但我們並不能就因此結論說，廣進化和進化歷史也就可以用推理的方式來證實。因爲一方面廣進化不能用科學方法來證實或否定，另一方面已證實的微進化過程並不足以用來解釋廣進化（見卷一，三·三·二·A）。因此辛普森引申用實驗方法所證明的微進化理論來支持廣進化是沒有基礎的。生物外貌的特點最多只能用作偶然（或附和）的證據來支持進化論，卻不足以完全用來解釋進化論。

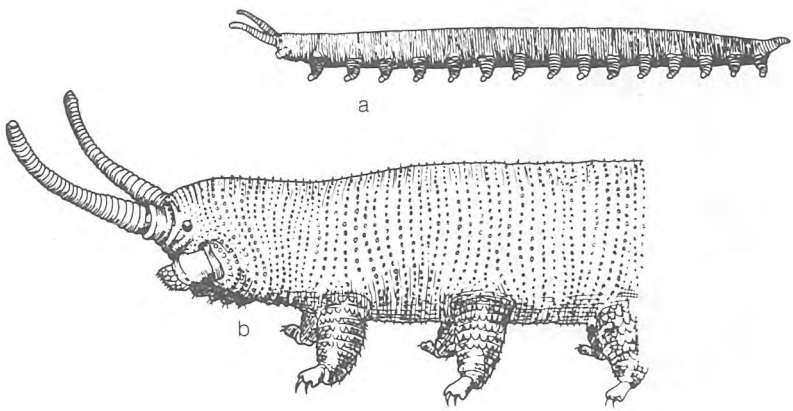
二·二·二　生物化石在各地層中的分佈　表二·八列出當今最流行的地質地代柱圖表（geological Column），它乃是按照生物化石的分佈情形構成的，但需要注意的是這表上只指出各類生物在地球歷史中的盛行期，而生物在地質年代柱中的「出現」則是根據生物化石的證據推測而來。

具有幾類生物特徵的過渡性生物化石，可用來填補進化歷史中的遺失環（missing link），因此它們是古生物學家到處搜尋的對象，但是這種過渡性化石的缺乏卻使他們大傷腦筋。不少的生物化石可以用來代表科（family）、屬（genus）和種（species）之間的過渡性連接，這些證據支持微進化，因爲古生物學家祇能按外貌來分辨上述分類學上的最低類別。

但比較廣的類別如目（order）、綱（class）、門（phylum）、和界（Kingdom）之間卻具有系統性的鴻溝。辛普森也坦白承認這點：

我們雖有這些過渡性的例子，但古生物學家深知大部份的種、屬、科和科以上的生物都是在化石中突然出現的，而非由一連串的過渡生物組成……差不多所有的古生物學家都認爲不大可能找到一套完整的過渡生物進化史。雖然如此，大部份的古生物學家却認爲這些系統性的鴻溝並非特別創造或遽變的結果，他們的看法是合乎邏輯而且是科學化的。他們以爲這些過渡生物是存在的，不過現今尚未被發現而已。但仍然有不少優秀的古生物學家認爲，他們找不到過渡性生物的證據，是因爲牠們根本不存在的緣故，也有不少優秀的胚胎學家接受他們這種看法。（註7）

葛克（G.A. Kerkut）曾指出下列五種主要生物「之間」的遺失環：①病毒體：細菌和原生動物（Protozoa）之間，②原生動物和後生動物（

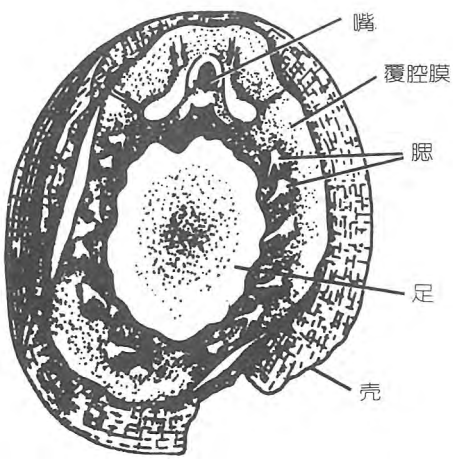


圖二・七　現存之甲狀蟲與環節蟲側面圖之比較
請注意：ⓐ兩者爲獨立個性ⓑ側面前身之觸角，突出之嘴部，脚爪及眼之結構。

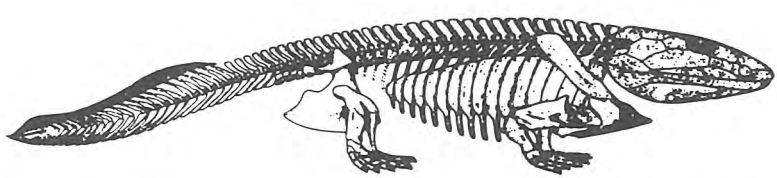
Metazoa之間，③各非脊椎動物之間，④非脊椎動物與脊椎動物之間，⑤各主要的脊椎動物之間；生物化石中很難找到連接上述各生物之間的過渡性代表（註8）。

已發現絕無僅有的幾種過渡化石也是相當可疑的。甲狀蟲（onychophorans）的化石被認定爲節肢動物（arthropod）和環節蟲（annelid）兩門動物之間的過渡生物，因爲它既具有用作走動的肢體，卻又類似環節蟲（註9；見圖二・七）。但是節肢動物如古三葉蟲（trilobites）在寒武紀末葉時已有高度的發展；甲狀蟲在那時只開始有牠的走動肢體；而且現有的甲狀蟲和節肢動物在解剖結構上也有很大的差別。因此有人提議節肢動物與甲狀蟲兩門可能是來自不同的祖宗，或是從一種早期的節體蟲分裂進化而來的（註10）。

另外一個過渡性的生物化石monoplacophoran被認爲是軟體動物門和環節蟲門間的連接環（註11）。一個最近才出土的monoplacophoran化石Neopilina 具有節肢動物和環節蟲的節體，但又同時具有與它們極端不同



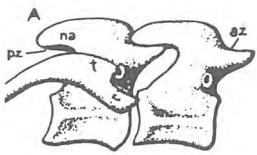
圖二・八　在秘魯西海岸發現之Neopiline腹面圖，其上有成對的鰓。



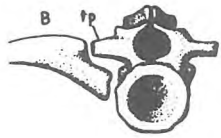
圖二・九　最早的兩棲類骨骼，在古生代之泥盆紀出現之魚被屬兩棲類 *Ichthyostega* 約有三尺長。

的軟體動物的特徵，如有由胚胎外層發展而來的角質外壳遮蓋其背面，肌肉足覆蓋體外的膜上有鰓溝（見圖二・八）因此這化石的過渡地位不過是假設而已。

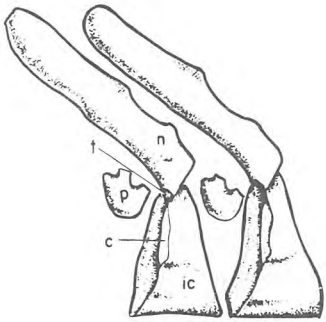
被認爲是魚與兩棲動物間的過渡化石是魚被屬的兩棲類動物（Ichthyostega）（註12），有很多高等魚「總鰭類魚」（crossopterygian）和低等兩棲的「迷齒動物」的特性（見圖二・九），但是這化石卻有三個不尋常的特徵，使進化論學者煞費思量：①在顱骨中缺乏連接兩顳的骨骼。在兩棲動物中這算是低等的構造，因爲只有在一些低等的迷齒動物中發現，高等的兩棲動物就沒有這種結構，但在魚被屬中也沒有這種結構。②很多



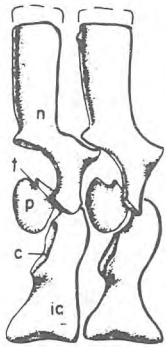
(a) 殼型脊椎之側面圖



(b) 殼型脊椎之正面圖



(c) 弧型脊椎之側面圖



(d) 泥盆紀出現之魚被屬弧型脊椎之側面圖

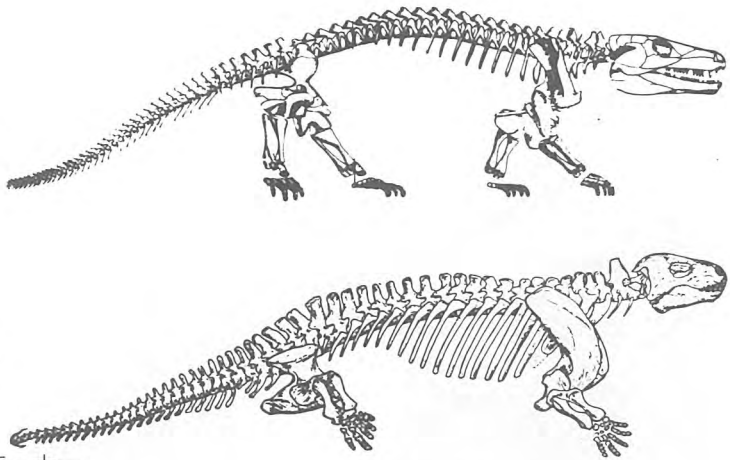
圖二・十　古生代莢椎亞綱（lepospondyls）的脊椎(a,b)及兩棲迷齒動物之脊椎(c,d)。
c爲肋骨突出部份之關節；ic爲椎間體；n或na爲神經弧；p爲側椎體；t爲肋骨結節之所附屬骨。

在石炭紀中的動物（Carboniferous forms ）其兩頰與顱骨項之間的銜接處是可移動的；這可移動性只有在低等的兩棲動物中可以發現，高等的兩棲動物是沒有的。但魚被屬的兩頰與顱骨頂卻是緊緊銜接而不可移動的。③魚被屬、「總鰭類魚」、「迷齒動物」和所有現存的高等脊椎動物都具有「弧」型的脊椎，但很多古生代和現存的兩棲動物卻具有「殼」型的脊椎。「弧」型脊椎的中部有兩副「弧」型的骨骼，前面的一副叫椎間體（intercentrua）〔椎腹 hypocentra〕，後面的一副稱爲側椎體（pleurocentrua）（見圖二・十c・d）。「殼」型的脊椎（圖二・三十二）卻像一個綫軸，中間有空位留作脊索（Notochord）的位置（參圖二・十a・b）。在「總鰭類魚」的「鰭」與魚被屬的「足」之間並無任何過渡結構，這現象使人很難估計二者之間的關係。基於上述原因，「總鰭類魚」、魚被屬和兩棲動物之間的進化關係是很難成立的，進化論學者在這化石上所作的結論亦是十分牽强。

另外一個魚與兩棲動物之過渡化石爲Elpistostege，也叫人產生不少疑問。這化石唯一的證據乃是一個在古生代泥盆紀早期時的頭髓頂骨。在總鰭類魚的頭髓頂骨後面與腦袋兩半銜接的地方有一橫跨的裂隙，在Elpistostege 標本中卻沒有這個結構，但這標本因爲缺乏腦後的骨骼，使人無法推測它是否有鰭或四足（註13）。

下列兩個兩棲綱與爬蟲綱的過渡化石：塞莫利亞（Seymouria）和Diadectes，可以代表分辨兩棲綱和爬蟲綱的一大難題——它們的骨骼相似到令人很難找出其特徵的程度（註14，見圖二・十一）。現今活着的爬蟲綱和兩棲綱可以用不同的骨骼結構來分別，譬如在爬蟲綱的頭髓骨中只有一個髁狀突（condyle）而兩棲綱卻有兩個；在爬蟲綱中動物的手骨（Manus）通常有五個手指，而兩棲綱祇有四個或更少的手指；在爬蟲綱的薦骨（sacrum）有兩個以上的脊椎，但在兩棲綱只有一個。雖然如此，兩棲綱和爬蟲綱的化石卻很難分辨清楚，因爲在古生代的爬蟲與最早出現的兩棲動物有太多相同的骨骼結構，使人幾乎不可能將這兩棲動物分辨出來。

爬蟲綱最主要的特徵乃是牠們會在旱地生產具有羊膜的蛋（amniote egg）。這些蛋很像雀蛋，具有很多的蛋黃。爬蟲蛋的羊膜腔（Amniotic Cavity）中的羊膜液孵養爬蟲的胚胎，與兩棲動物在水中孵養蝌蚪相似。所以羊膜的發展可以用來解釋爲何爬蟲綱的胚胎沒有像兩棲綱中的蝌蚪期



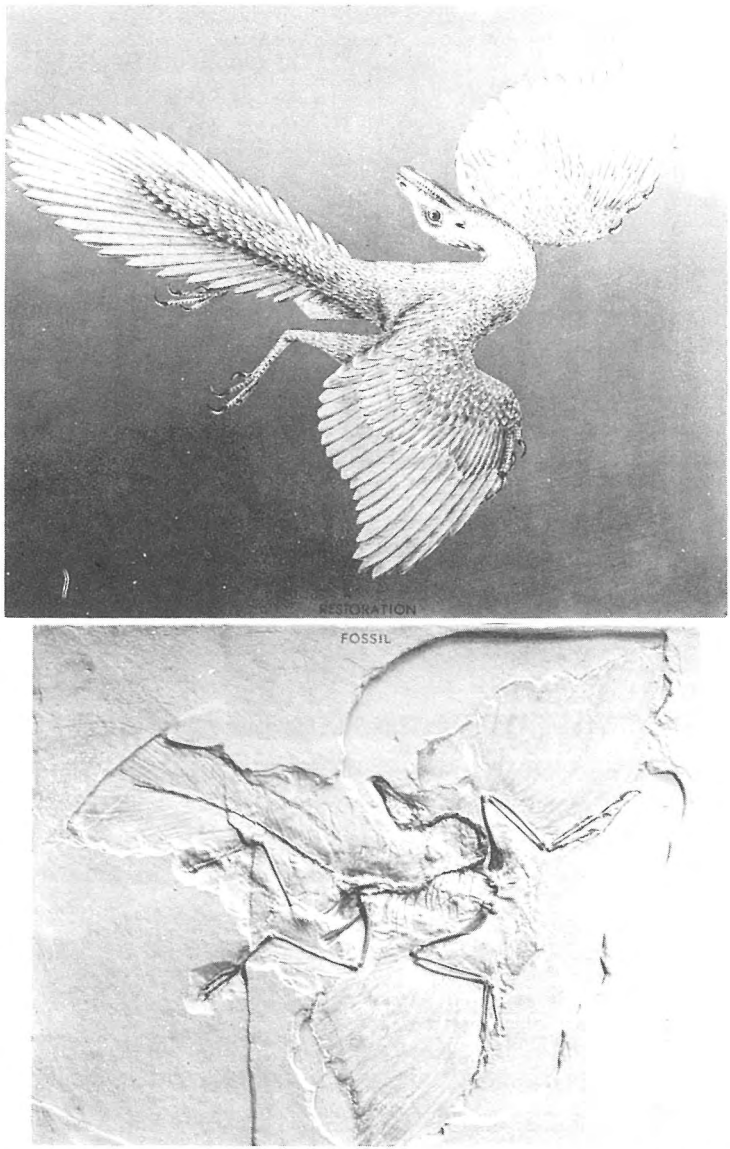
圖二・十一

a）塞莫利亞(Seymouria)是二疊紀早期時出現的爬蟲

b）Diadeites是二疊紀早期出現的爬蟲但結構較專門化，最長可及十呎。

，但在化石中我們沒法肯定羊膜是否存在。還有一處值得注意的地方乃是Seymouria 和 Diadectes 都是在早期的二疊紀（距今約二億八千萬年）左右出現的。但被認定爲最早的爬蟲化石Hylonomus卻是在早期的賓夕凡尼亞紀時代發現的（距今約三億二千萬年）。那麼說來，上述兩個爬蟲綱與兩棲綱的過渡化石，難道是比第一個出現的爬蟲還遲進化麼？

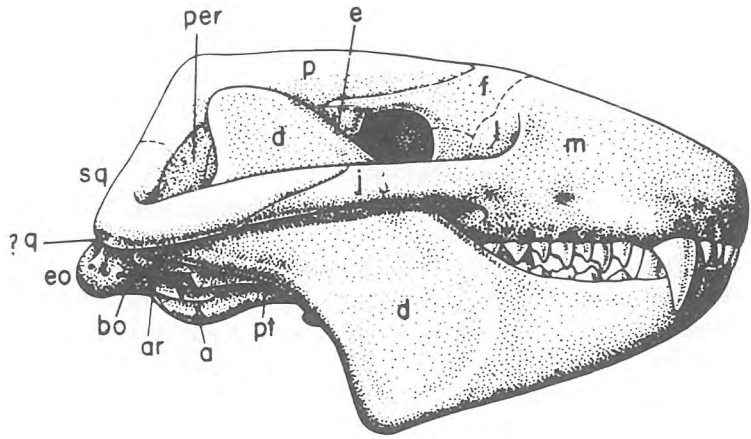
始祖鳥（Archaeopteryx）常被引用作爲飛鳥與爬蟲間的過渡化石（註14）。它有飛鳥的頭骨，而且具有羽毛的翼。它的翼擴展幅度比今日很多不太能飛的鳥還小，因此它的飛翔能力可能很有限。飛鳥的羽毛是用來保持體溫的；但爬蟲卻是涼血動物。因此從有羽毛的特徵上來看，我們可以肯定始祖鳥是一隻飛鳥，但始祖鳥有很小的胸骨、很長的尾巴，而且在骨骼中有類似爬蟲的特性（即爪狀的四肢和咀中的牙齒），使古生物家不得不把它列入一個新的亞綱（subclass）中，但這化石所有的某些爬蟲特徵也可以從今日活着的飛鳥中找到，譬如南美洲的 Opisthocomns hoatzin 在年幼時有爪（註13），非洲的Touraco cory thaix也有爪（註15），但是這兩類鳥都能飛。



圖二・十二　古代鳥的化石（下圖）及根據其化石所描繪成之古代鳥的可能形像，爲紐約市立美國博物館所提供。

動顎龍（Diarthrognathus ，見圖二・十三）乃是在三疊紀晚期時代所發現的化石，被古生物學家假定爲爬蟲與哺乳動物之間的過渡化石。這種動物具有方形的關節骨，這種結構乃是最近似哺乳動物的一種爬蟲Therapsida 的特色，但在動顎龍關節骨中有的一小部份卻像哺乳動物的鱗狀齒連接（Squamosal——dentary Contact），而且它沒有類似哺乳類之爬蟲的牙齒，因此這化石是否眞正介於爬蟲與哺乳動物中的過渡仍是一個疑問。

正如動顎龍一樣，很多所謂過渡化石都祇有很不完整的骨骼，加上懂得愈多，辨別爬蟲與哺乳動物之間的分別就愈來愈困難。因爲哺乳動物的主要特徵乃是它的內臟和身體結構，而這些都是不能從骨骼化石中看到的，所以單憑化石來鑑定是否哺乳動物是不太有把握的；況且在三疊紀晚期時代出現的動顎龍與第一個被鑑定爲哺乳動物的化石（約在三疊紀與侏羅紀之間發現的差不多是同時出現的，哺乳動物能在這麼短的時間中從爬蟲類的動顎龍進化而來似乎是不可能的事。



圖二・十三　較進化的動顎龍頭骨圖，約1.5英吋長：a.角骨，ar.關節，bo.枕骨，d.齒，e.反翼肌，eo.外枕骨，f.前額骨，j.顴骨，m.顎骨，p.顱頂骨，per.外耳，pt.翼狀肌，q.方型骨，sq.鱗狀骨

總而言之，上述各種「過渡」化石都可作其他解釋，如果古生物學家要從這些不完全的骨骼中擬定一套生物進化歷史，他們的證據是很牽強的。一位進化論學者第諾（L.de Nouy），曾很中肯地批評有關始祖鳥是否眞屬爬蟲與飛鳥之間的連接環一事，他雖然承認始祖鳥同時具有像爬蟲和飛鳥的特性，但他仍作下面的結論說：

論到連接環，我們乃是指在爬虫和飛鳥之間，或在其他各綱動物之間一個必須經歷的步驟。一個具有兩綱動物特性的生物不一定能算是一個「眞正連結環」(fruelink)，因爲必須經歷的進化過渡期的化石還未出土，而且我們不明白造成這過渡生物的過程。(註16)

所以我們可以這樣結論說，就算所謂「遺失環」（missing links）能被古生物學家發掘出來（這當然是完全沒有把握的），這些化石證據祇能作爲附隨證據，可以用在推理上，卻不能算是可直接用作實驗的樣本。

二・二 參考書目

1. Raup, D. M.; Stanley, S. M. Principles of paleontology. San Francisco: Freeman; 1971 (chapter 1).
2. Raup, D. M.; Stanley, S. M. Principles of paleontology. 122.
3. Marsh, F. L. Evolution, creation and science. Washington, D.C.: Review and Herald Publishing Assoc.; 1944.
4. Simpson, G. G. Principles of animal taxonomy. New York: Columbia Univ. Press; 1967: 68.
5. Yang, C. N.; Lee, T. D. Physiol. Rev. 105:1671; 1957.
6. Ting, S. C. C. Science. 196:1167; 1977.
7. Simpson, G. G. The major features of evolution. New York: Columbia Univ. Press; 1953: 360.
8. Kerkut, G. A. Implication of evolution. New York: Pergamon; 1960.
9. Olson, E. C. The evolution of life. New York: Mentor; 1965: 302.
10. Tasch, P. Paleobiology of the invertebrates. New York: Wiley; 1973.
11. Lemche, H.; Wingstrand; K. G. Galathea report. Vol. 3. Copenhagen: Danish Science Press; 1959: 9–57.
12. Romer, A. S. Vertebrate paleontology. Chicago: Univ. of Chicago Press; 1966.
13. Grimmer, J. L. National Geographic. 122 (3):391; 1962.
14. Colbert, E. H. Evolution of the vertebrates. 2nd ed. New York: Wiley; 1969: 71–78.

15. Sibley, C. G.; Ahquist, J. E. Auk. 90:1; 1973.
16. de Nouy, L. Human destiny. New York: American Library; 1947: 58. Cited by: Gish, D. T. Evolution, the fossils say no! San Diego: Creation Life; 1973: 63.

二・三　結構人類學上的證據

進化論學者若要擬定人類的進化歷史，就需要由考證超科之類人類（Super family Hominoidea）中所有現存的生物及其化石開始。這超科包括所有大小猩猩和人類，表二・九列出這超科中的份子和所有有關的化石。

從圖二・十四中可以看出類人類的進化可以追溯到幾個不同的淵源，每一個淵源可用一個已絕種的屬（genus）來代表——即上新世古猿（Pliopithecus），蠻猿屬古猿（Dryopithecus）和西窪拉瑪古猿（Ramapithecus）。這三個化石都近似猿猴，但有人提議「拉瑪古猿」比較像人，所以可能是人類極早期的祖先（註1）。人類學家研究化石的進化歷史時只能倚靠出土之化石的腦容量、牙床結構和直立姿勢來推測，例如表二・

表二・九　靈長類超科之淵源

超級科	科	屬	俗名	已知化石
類人類	Hylobatidae	Hylobatidae	長臂猿	上新古猿
		希孟猿	馬來亞產之黑色	（沼猿屬）
				（早更新世古猿）
	巨猿科	猩猩屬	長肢巨猿	蠻猿屬古猿
			黑猩猩	（埃及古猿）
		大猩猩	大猩猩	（漸新世古猿）
	？	？	？	拉瑪古猿
				（肯亞古猿）
				（希臘古猿）
				（魯打古猿）
	？	？	？	更新世之南方直立猿人
	人　科	人　屬	人	直立猿人
				德國尼安得塔爾猿人
				智慧人
				（現代人）

十中列出在超科之類人類內幾種動物的腦容量。

表二・十　人類及其近親之腦容量比較圖

種　　類	腦　容　量（不包括病理不健全者）
近代黑猩猩	350－ 450cc.
近代大猩猩	？－ 700cc.
南方猿人化石	425－ 775cc.
直立猿人化石	815－1067cc.
尼安得塔人化石	1200－1500cc.
現代人	1000－2102

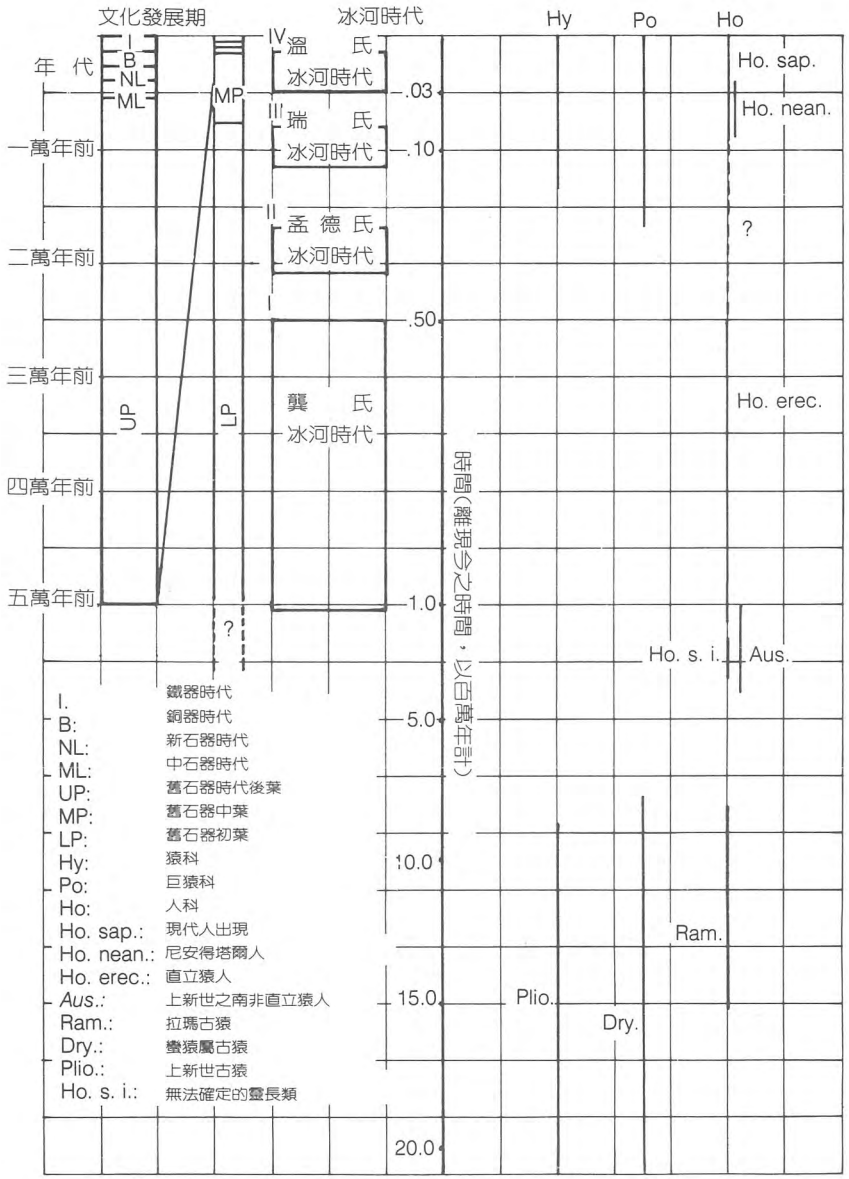
二・三・一　上新世古猿（Pliopithecus）和蠻猿屬古猿（Dryopithecus）　上新世古猿是在歐洲一個地層中發現的，地層之年代約在二千五百萬年前的中新世和六百萬年前的上新世之間。此地層中有好幾個化石算是屬於上新世古猿的，其中包括一個相當完整的頭蓋骨。在東非中新世地層中也發掘到一些頭蓋以下的骨骼和四肢的化石，被稱爲沼猿屬（Limnopithecus）。上新世古猿（Pliopithecus）和沼猿屬十分相似，被列於Hylobatidae 科，而不屬於巨猿科（Pongidae）或人科（Hominidae）。

蠻猿屬古猿（註2）是在三千八百萬年前的漸新世地層和二千五百萬年前的中新世地層中發現的，屬於巨猿科，它同時可以再分爲四屬，就是埃及古猿（Aegyptopithecus）、漸新世古猿（Oligopithecus）、早上新世古猿（Propliopithecus）和蠻猿屬古猿（Dryopithecus）。

埃及古猿出土於東非，這個發現特別重要，因爲它包括幾個下顎的化石和一個形狀相當完整的頭蓋骨。這化石的牙床很低（牙齒缺乏琺瑯質），而且沒有什麼特殊化的牙齒，下顎比上顎的面骨要凸出，這與低等的靈長類動物很相似。埃及古猿似乎是在森林樹蔭之下生長的，專靠植物和果實維生。

漸新世古猿的化石祇有在漸新世地層出土的一副顎骨，與松鼠猴的顎骨大小相若，但牙齒形狀卻酷似高等靈長類動物。這副下顎骨的前臼齒被磨的形狀，正與高等靈長類上顎犬齒磨後的形狀相似。但基於這化石證據的不完整，人類學家祇能推測它的進化歷史。

早上新世古猿（Propliopithecus）在一九〇八年出土於埃及的漸新世



圖二・十四 類人類之時間分佈圖與冰河時代及文化發展史間之關係

地層，這化石包括下顎骨的兩半和可能來自同一副骨骼的牙齒，它的牙床形狀與人科（family Hominidae）相似，特別是犬齒與前臼齒和缺乏琺瑯的臼齒的大小比例，因此有些人類學家將此化石列在人科之中，但這化石與今日的長臂猿更加相似，所以早上新世古猿（Propliopithecus）應列入Hylobatidae 科之中。

在中新世地層中藏有很豐富的攀樹古猿化石，而且遍佈歐亞非三洲。化石包括大量的顎骨和牙齒，在上新世地層中也可發現這類化石，蠻猿屬古猿的牙齒結構比其他同時期的古猿化石更酷似今日的短尾猿（ape ）。

在非洲發現的蠻猿屬古猿（原名 Proconsul ）有不少化石標本，包括四肢骨骼、一副手骨、和一個差不多完整的頭蓋骨。這化石可按大小分爲三種，小如長臂猿，較大如黑猩猩（chimpanzee），最大則如小型的大猩猩（gorilla ）。從化石的四肢骨骼看出這些在中新世年代活著的短尾猿比今日的短尾猿更高大，可比擬四足獸（quadupeds ）的大小。它們的牙齒結構因種而異，有些像今日的黑猩猩，有些像今日的猩猩（orangutan ），其他卻像今日的大猩猩。化石的犬齒頗似象牙，但沒有短尾猿的犬齒那麼鋒利。總而言之，蠻猿屬古猿被鑑定爲今日短尾猿的祖先，可能是屬於巨猿科（family Pongidae ）。

二・三・二　拉瑪古猿（Ramapithecus ）　在一九三二年一位年輕的耶魯大學研究生路易士（G. Edward Lewis）在印度新德里之北一百哩的村莊Haritalyanger ，挖掘到一副所謂「人猿」的上顎骨，其後在土耳其、中歐和東歐的中新世和更新世地層中也陸續發現類似的化石。這些化石包括肯亞古猿（Kenyapithecus ）、希臘古猿（Graecopithecus ）和魯打古猿（Rudapithecus ）。主要的標本乃是牙齒和顎骨。拉瑪古猿的牙齒結構近似南方古猿（Australopithecus ）（見二・三・三），卻與蠻猿屬古猿有異，因爲此化石的小型牙齒，不顯著的犬齒和牙齒上琺瑯質的厚度，加上其他特點，人類學家將它列爲新的一屬拉瑪古猿（Ramapithecus）。

西蒙實（E.L. Simons ）曾提議蠻猿屬古猿可能是導致在一千萬至一千五百萬年前進化成爲三個新屬（Genera）的始祖，其中兩屬希瓦猿人（Sivapithecus ）和（巨型猿人Gigantopithecus）乃是短尾猿。它們的面骨大小與今日的黑猩猩和大猩猩相似，但是第三屬拉瑪古猿的面骨却特別小，加上與靈長類的下顎骨向後伸展的拱形排列的比較，使西蒙實將拉瑪古

猿列在人科之內。而且他以爲拉瑪古猿可能是屬人科的南方古猿的祖先。但是最近的發現使人對南方古猿又有新的評價。因爲有一個人屬（Genus Homo）的化石與早期的南方古猿在同一地層中發現，那麼南方古猿很可能就不是人屬的直系祖先。因爲這個新發現，加上拉瑪古猿化石的不完整（祇有顎骨和牙齒），和拉瑪古猿與南方古猿之間四或五百萬年的眞空（沒有過渡化石），西蒙實對拉瑪古猿的看法開始產生疑問。

在研究靈長類的進化歷史時，我們需要注意一個相當重要的因素：很多化石之間的進化關係都是基於很不完整的化石爲證據，很多較可靠的結論都不是直接從化石歸納而來，而是將今日活著的靈長類的特徵放置在化石證據之中（註1）。況且麥思陶（R. Mixter，註3）指出人類特有的兩足站立姿勢還沒有在「古猿」化石中發現。所以雖然很多人類學家堅持人與猿間的進化關係，但他們所引用的化石證據却可用作不同的解釋。

二·三·三　南方古猿（Australopithecus）第一個南方古猿的化石乃在一九二四年南非好望角以北的慶伯利城（Kimberly）北面八十英哩的唐村（Taung）一地出土的（註4）。這化石可能是一個五至七歲的孩童的一部份頭蓋骨，解剖學家達特（Raymand A. Dart）以爲這化石很可能是人與猿之間的「遺失之環」（missing link），他稱這化石爲 Australopithecus Africanus 或南非猿人。

這些頭蓋骨有不少半人半猿的特點：它的外型與一隻年幼的黑猩猩相似，却與後來發現證實爲近代人的頭蓋骨相異。雖然如此，達特與後來的布龍（Robert Broom）均認爲這唐村所發掘的化石，其腦容量比一隻年幼的黑猩猩大，似乎不應列在猿科。他們認爲若這化石是屬於一隻黑猩猩的話，在五至七歲的年紀時應有長成之後的特徵，如頭蓋骨上的嵴，但這化石却沒有這些特徵，他們還指出這化石的牙齒結構酷似人齒却不似猩猩。

當然單憑一個化石標本所得來的證據不一定是可靠的，而且唐村的化石具有未長成的幼年特徵，而其他出土的南非古猿化石却都有成年猿人的特徵，因此很難彼此較量。但這化石的出土激發了人類學家尋找南方古猿的熱忱，至今不少從南非、東非、查德、以色列、爪哇和其他各地所挖出的南方古猿化石均已出土，其中包括較成年的和較完整的骨骼。（見表二·十一）

但是當人類學家嘗試分析所有南方古猿的化石時，却發現不少難題。

表二・十一　發現南方古猿化石的地點

地點	發現地點	註釋
1.南非 唐村	1924	一個孩童完整的頭骨及下顎最原始的一個發現，也有人認爲是一個小黑猩猩的化石。
史德芳登	1936－57 1966－至今	多量之頭骨碎片、牙骨、下顎骨、後腦骨，其中最令人注目的是一付完整的頭骨及骨盤，曾被人指爲是一種南非人猿(Plesianthropus trausvaalensis)的殘體。
史窪地曠	1948－52 1967－至今	此地區除了挖出直立猿人的殘體外，還有一些頭骨、顎、牙齒及後腦骨的碎片，被人指證爲是準人猿屬(Paranthropus robustus)的遺體
廣德瑞	1938－41	與史窪地曠之殘物比較，爲量少而不完整，但仍被人視爲是準人猿屬P. robustus的遺體。
馬加潘思加	1947－62	一付完整頭骨以及其他骨骼及下顎骨之碎片、牙齒、後腦骨、骨盤等的碎片，稱之爲南方古猿的殘體與唐村等地出土者相似。
2.東非 歐杜維	1959－至今	根據李奇(註5)這些冲積物證明在上新世時三種猿人同時存在；南方古猿、直立猿人及南方巧手猿人。克拉克(La Gros Clark) 及其他人則認爲後兩者同屬南方古猿類。
那船湖	1964	離奧杜飛喬治80公哩處發現一完整的下顎骨。
亞西湖	1938	發現一上顎骨的三隻牙齒及一碎片。
奧毋盆地	1966－72	三付完整之下顎骨(二付無齒)一個帶有兩顆牙齒的半付顎，一些頭骨及下顎骨。
肯亞之羅多夫湖	1968－73	87種骨骼樣本，包括好幾付相當完整的頭蓋骨，一個帶牙齒的下顎骨，不完整的小型下顎骨及30片頭蓋骨碎片。
肯亞之枯壁佛拉	1974－1975	頭骨碎片，有些碎骨附有完整的牙床結構，一個左股骨，它們是與另外幾個類似直立猿人頭蓋骨同時發掘出來的。28個標本中包括一個完整的頭蓋骨，七個頭後骨骼及許多牙齒遺體。
衣索比亞哈達市	1979	35至65個骨架殘體，幾乎包括所有身體可供解剖部份的代表 。
坦尚尼亞之雷脫尼爾	1979	主要爲牙齒及顎骨的殘餘，根據這些鮮新世的殘體。進化論學家們發明南非直立猿人的形像
3.查德可洛多洛市	1960 1959	所發現之殘骨被判斷屬南非直立猿人，但後又定爲可能屬於直立猿人。
4.以色列之烏貝地亞	1959	兩副頭骨及牙齒之碎片。
5.爪哇桑吉倫島	1939－53	三副下顎骨及一些牙齒殘體，具稱是與南非猿人有關的猿人遺骨。

首先早期的輿論注重南方古猿各化石之間的分別，遠甚於南方古猿與現代人之間的分別。第二除了唐村的化石之外，其他各化石分佈廣闊，而且很少有與化石一同發現的文物，因此要比較各地的化石談何容易。最後這些化石都是被發掘出來之後再加以分析的，它們實在應在出土之地與當地氣候和其他動物的遺骨作一比較後立刻予以分類，這樣才可能找出較可靠的結論。

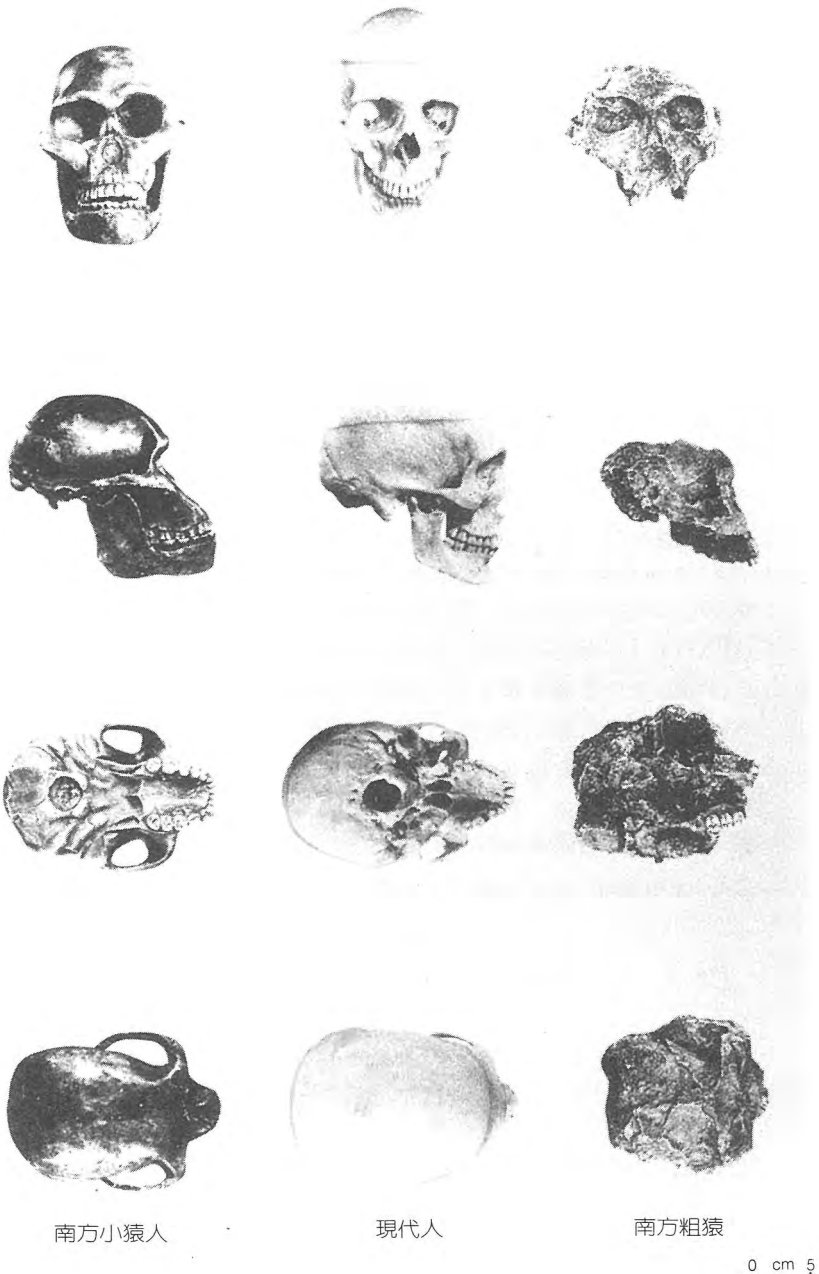
最近在東非挖掘出一堆介於上新世和更新世地層間的脊椎動物化石，這些化石被用來衡量在東非和南非出土的南方古猿（註13），爲研究人類進化史引出不少新的資料。南方小猿（Australopithecus gracilis africanus）較南方粗猿（Australopithecus robustus）小，前者乃早期的化石，後者則爲晚期的化石。有些人類學者以爲前者應列在人屬（Genus Homo），所以南方小猿人亦被稱爲南方巧猿（Homo africanus或Homo habilis）。

圖二・十五將南方小猿人和南方粗猿與現代人類的頭骨作一比較。土比雅（Po Vo Tobias）（註16）以爲上述兩種南方古猿的分別與雌雄猩猩間的分別相似。小李奇（R.E.F. Leakey 1944）（註13、14）也指出南方小猿人和南方粗猿可能不是兩種不同的南非古猿，而是同種雌雄的代表；他同時指出有些南方古猿與今日一些長臂短腿，以弓形姿勢行走的非洲短尾猿相似，但南方巧猿（Homo habilis）却是直立行走的（註13、15）。

從一九五九年開始老李奇（L.S.B. Leakey 1903—1972）和他的妻子瑪利在東非Olduvai 峽谷發掘到一百萬至二百萬年前的化石。這峽谷有兩層，第一層比較低下，老李奇在這地層中找到兩種化石，他以爲這兩種化石都是屬於猿人科（hominid），他分別稱它們爲東非古猿（Zinjunthropus）和南方巧猿（Homo habilis）（註5）。

李奇夫婦所發掘出來的東非古猿化石包括頭顱骨、脛骨、腓骨、和兩個牙齒，這化石與短尾猿酷似，面孔龐大，其他的骨骼如矢狀和枕狀的嵴也暗示一副龐大的肌肉組織。它的腦容量大約在600～700（C.C.）立方公分，乃是南方古猿中最大的一種。雖然老李奇將此化石列在人科中，但後來其他人類學家仍將它重列爲南方古猿的一種（註16），用鉀——氬的放射測定法估計東非古猿化石的年齡約有一百七十五萬年。

南方巧猿的化石乃是在歐杜維（Olduvai）峽谷第一層中發現的，但比東非古猿之化石出土地點爲低。雖然老李奇認爲這化石像人多過像猿，

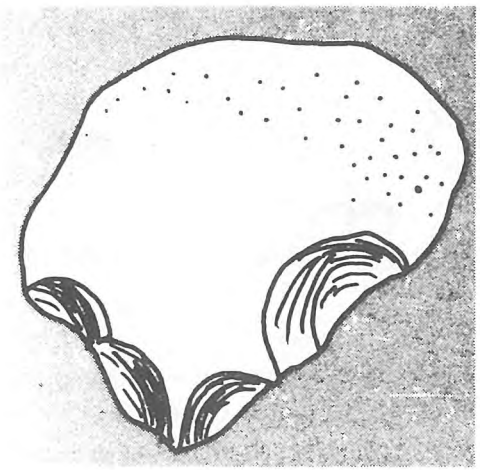


圖二・十五　兩副成年之南方猿人頭蓋骨與現代人之頭蓋骨比較圖。

但克拉克（Le Gros Clark）（註16）和其他人類學家却摒棄這化石的人科地位而把它列在南非古猿之中。

老李奇在歐杜維峽谷的第二層中找到直立猿人（Homo erectus）的遺骨，而且他有證據證明南方古猿的化石也是在同一地層中發現的，那麼南方古猿與直立猿人很可能是生存在同一個時期，其他南方古猿的遺骨也分別在肯亞東北部的羅多夫湖（Lake Rudolf）、衣索比亞的奧母盆地（Omo basin）和其他地方發現。這些化石的年齡若照較寬大的統計約達五百五十萬年之久。

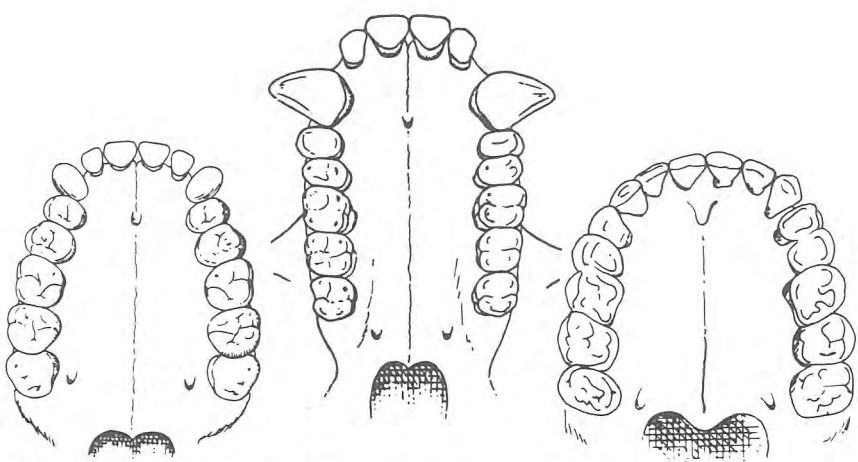
在發現南方古猿的羅多夫湖附近，有一些似乎是在雕琢切肉刀時所遺留下來的碎石（註17），因此人們推測南方古猿可能會用石器，這南方古猿化石的年代大概有一百七十五萬年。最原始之舊石器時代的圓形石器（Oldouan Pebbletool）（見圖二・十六）也在其他南非五處發現南方古猿化石中的三個地點發現。既然野生的黑猩猩也會使用一些很簡陋的工具（註15、17），南方古猿用工具的能力也就不出人意料之外了。但在歐杜維峽谷第一層地底發現的一塊圓形石塊與同時期所發現的南非巧猿化石却頗令人費煞思量，使人不曉得如何解釋（註18）。這石塊不可能是建築物的一部份，因爲建築房屋不過是人類歷史最近十萬年之內的新發展，但這石塊又不像其他的原始圓石器，因此這發現實在令人費解。



圖二・十六 舊石器時代的圓形石塊(歐杜維石器)。

從圖二・十五中，我們看到雖然南方古猿有點像黑猩猩，但它的腦容量（400～600C.C.）却比黑猩猩大得多，而且它的身裁（高4呎，較小的化石估計約重50磅）比黑猩猩大；南方古猿的前額較圓，眉脊沒黑猩猩那麼凸出，下顎也沒有短尾猿那麼顯著，它的牙齒結構與現代人差不多（見圖二・十七），在頭顱骨與脊椎交接處的枕髁亦稱後頭髁（occipital Condyle）的位置較近腦殼的腹面。表示它可能有較直立的姿勢，南方古猿其他的骨骼與頭蓋骨的特點很配合。

雖然南方古猿化石被普世公認，但究竟它與人類的關係是什麼却是人言人殊，要證明南方古猿與現代人有直接的關係是一件相當困難的事，因爲人類學家需要考慮到各南方古猿出土之地的自然環境及其歷史演變的過程，而且他們應找到充份證據來支持南方古猿與北半球各冰河時期的關係。況且南方古猿不像直立猿人（Homo erectus）和尼安得塔爾人（Homo



圖二・十七 南方古猿、大猩猩與人類之上顎及上牙床結構之比較

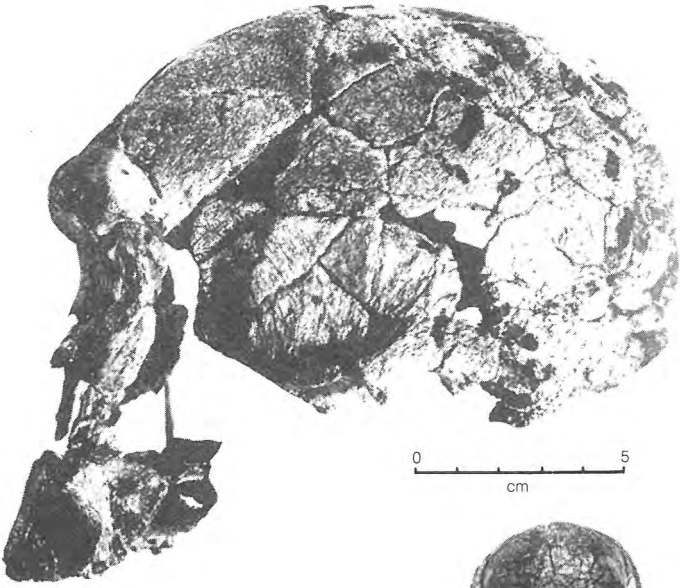
neanderthalensis）（見卷一，二・三・四・B），沒有現在活著的代表，雖然有不少學者以爲現在活著但類似古代化石的動物可以讓我們推測出牠們祖宗的生活方式，但有些學者却不以爲然。基於上述原因，南方古猿在人類進化歷史上所扮演的角色祇能當作是一個理性的推測而已。

在發現南方古猿化石的早期，人類學家不欲接受這化石與人類進化的關係，後來經過達特、布龍和克拉克等人的大肆宣傳，再加上後來出土的化石，現今大部份的人類學家都同意南方古猿乃是人類的祖先。但是最近發現的化石和其他證據却又使人對上述的解釋發生疑問。

第一個發現是有關一種生長於衣索比亞高原的狒狒（boon）其學名爲Theropithecus galada。這種動物的門齒和犬齒比其他類似的短尾猿爲小，而且嘴中其他的牙齒排列擁擠，磨損率大；牠還有很多與拉瑪古猿和南方古猿相似的特徵：譬如有强有力的咀嚼肌肉，和短而深的面孔。（註19、20）既然現代的狒狒竟然具有拉瑪古猿和南方古猿牙齒上和面孔上的特徵，那麼上述這兩個化石能否當作人的祖先就成了一個很大的疑問。因爲狒狒既然現今仍存在，牠們顯然並沒有進化成爲人類。

第二個發現乃是小李奇最近在東非肯亞北部的羅多夫湖一地挖掘出來一個頭顱中的一百五十塊骨骼。這頭顱骨被稱爲KNM—ER—1470，出土的地層年紀按鉀——氬測定法鑑定爲二百六十萬至二百九十萬年（註21）。這頭顱的腦容量是在780～810C.C.之間，與直立猿人的腦容量相似，但却比南方古猿大很多（參圖二・十八）。在同一地層中小李奇還發現有南方粗猿和南方小猿人的遺物，並其他在一百萬年年紀之內的南方古猿化石。小李奇注意到在羅多夫湖所發現的頭顱比直立猿人的頭顱進步，因此他將它列爲人屬，稱它爲尚未確定的靈長類（Homo species indeterminate），這個人屬遺骨的久遠年齡，與最近在離歐杜維峽谷不遠位於坦尚尼亞國北部之累脫力地層出土的人屬遺物不謀而合，因爲後者的年齡也被鑑定爲三百五十九萬至三百七十七萬年之間（註21、22）。一個值得注意的地方就是這頭顱的腦容量比一些比較早期的直立猿人的腦容量還要大，但直立猿人却比這頭顱骨年輕二百萬年，因爲這KNM—ER—1470頭顱骨是列於人屬（Genus Homo），但却與南方古猿同時出現，所以南方古猿很可能與人屬的進化全然無關。

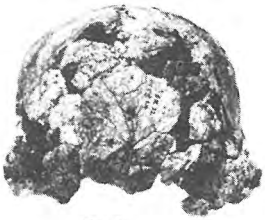
二・三・四　直立猿人（Homo erectus）與尼安得塔爾人（Homo neanderthalensis）　直立猿人和尼安得塔爾人乃是兩個證據比較完備的人類化石，使人類歷史回溯至冰河時代。這兩個化石除了具有相當可觀的腦容量之外，還有與它們同時發現的文物，證明它們是人類的遺骨。與直立猿人化石同出土的不單有經過打磨的石器和骨器，而且有用火燒過的鹿骨



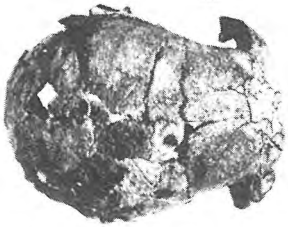
（a）正面圖　是由許多可以結合的碎骨所拚成 →



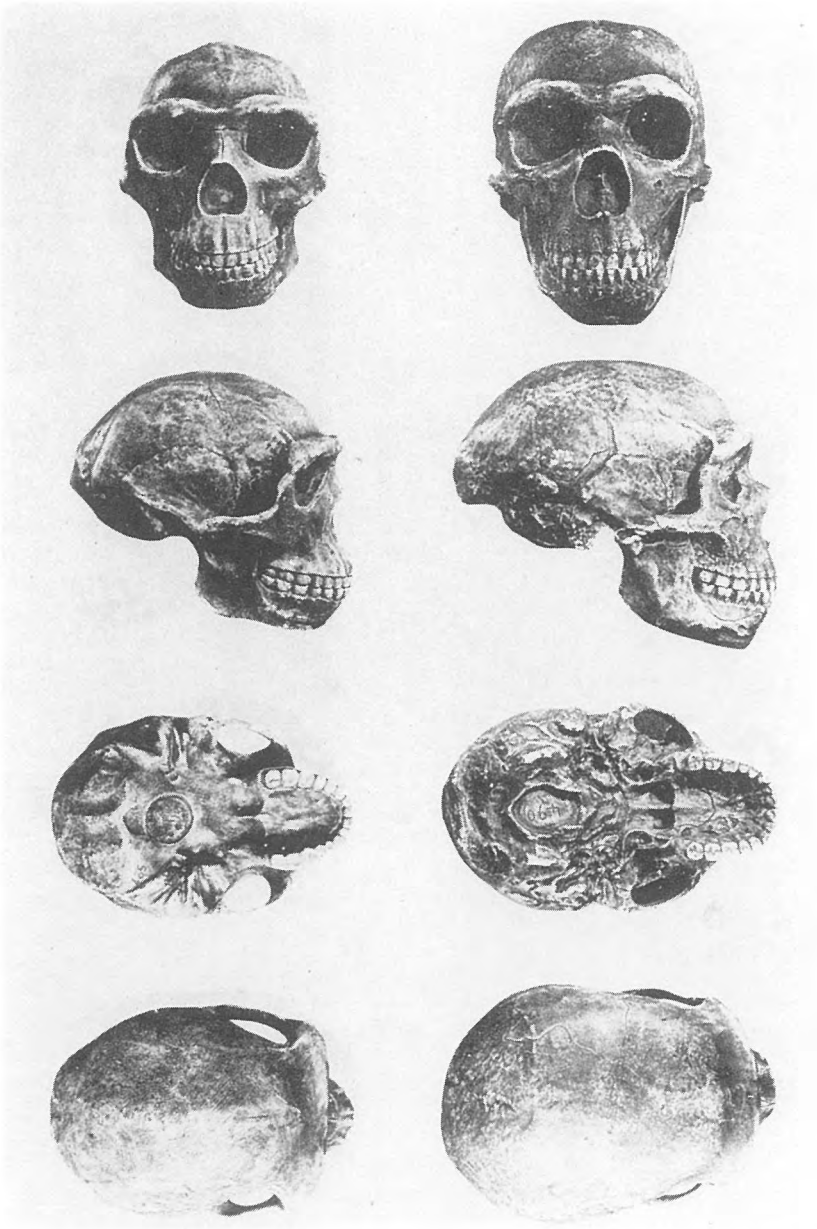
（b）背面圖　頭顱側面幾呈平行 →



（c）頂　面　眉脊大小按近代人標準衡量相當適中 →



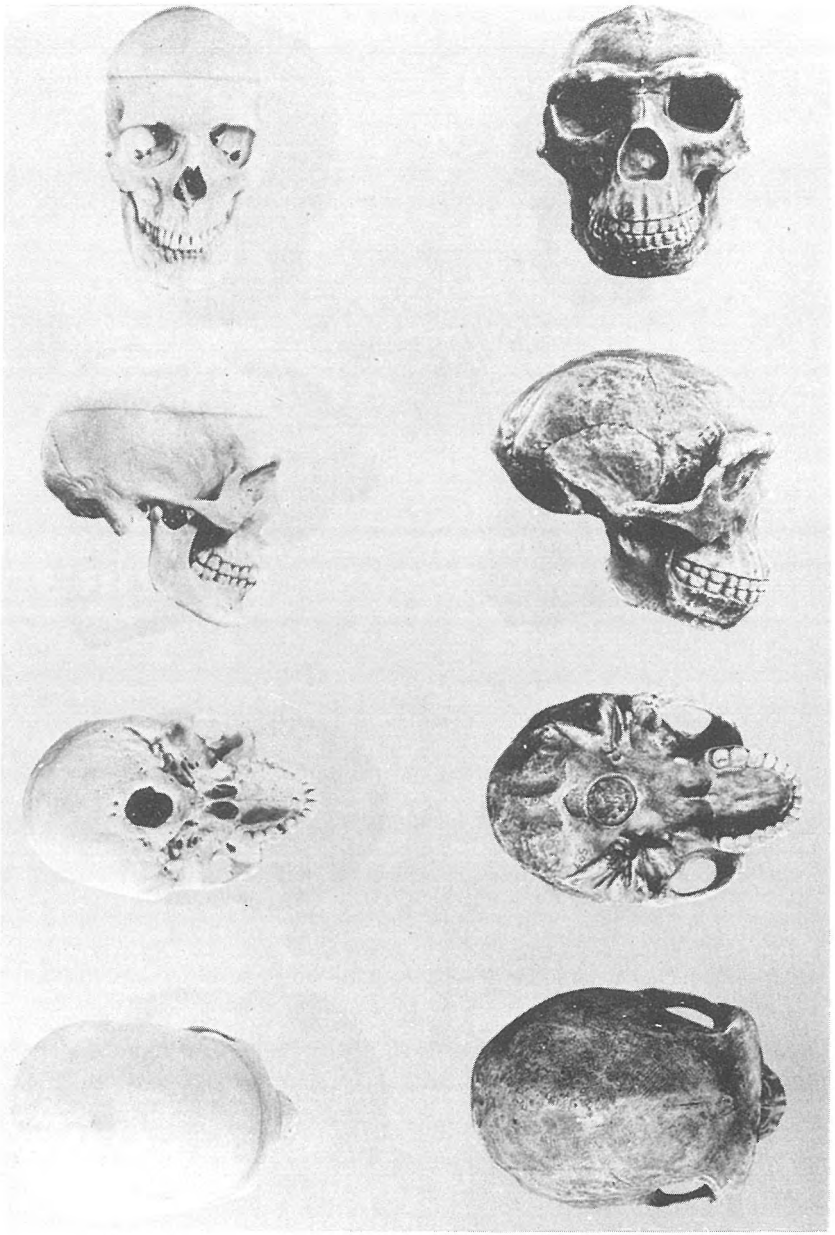
圖二・十八　在羅多夫湖發掘出之頭骨KNM-EK-1470



直立猿人　　尼安得塔爾人

圖二・十九　直立猿人及尼安得塔爾人頭顱骨之比較

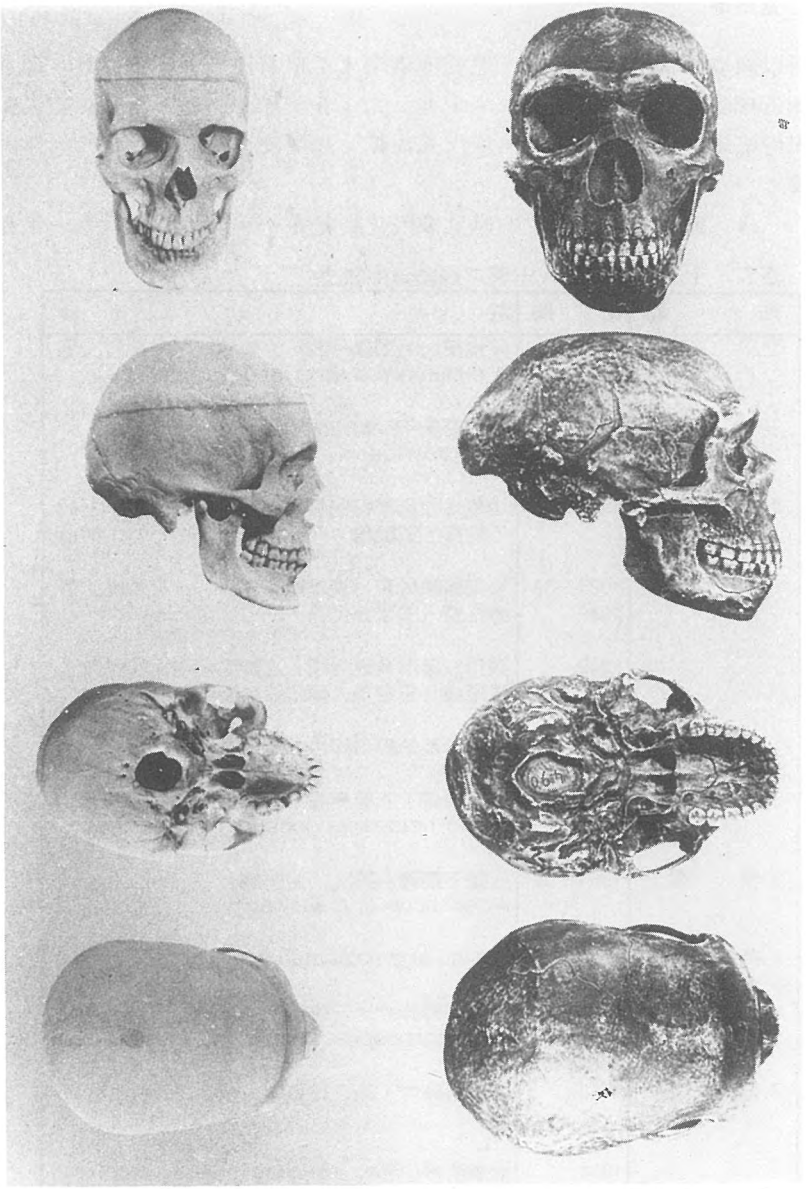
0 cm 5



現代人　　直立猿人

圖二・二十　現代人與直立猿人頭顱骨之比較

0 cm 5



現代人　　尼安得塔爾人

圖二・二十一　近代人與尼安得塔爾人頭顱骨之比較

0 cm 5

，所以直立人很可能會用火。尼安得塔爾人不單有比較進步的器具，而且還知道埋葬他們的死人。圖二・十九、二・廿、和廿一順序將直立猿人與尼安得塔爾人比較，直立人與現代人比較，和尼安得塔爾人與現代人作一比較。

A.、直立猿人。最早的直立猿人化石是在一八九〇至一八九一年在

表二・十二　直立猿人出現之地點分佈表土

地　　點	時　　間	註　　釋
1.爪　哇	1890－91	只有部份的頭顱骨和一條股骨定名爲爪哇立猿人pithecanthropus erectus
	1936	一個嬰孩不完整的頭顱骨，定名爲Homo modjokeriensis
2.中　國	1937－39	距離1890年最初的發現約四十哩地點掘出三個不完整的頭顱骨，亦被稱爲pithecanthropus
	1927－37 1949	15副頭顱骨和11副下顎骨的碎片，被視爲北京直立猿人的代表化石
	1949	與1927年所發現北京人之地點發現一顎骨及五個牙齒；另發現人類的肱骨及胎骨經
	1963－64	下顎骨及頭顱骨碎片，定名爲Lantian man
3.德　國	1907	一下顎骨，亦稱爲海德堡顎及海德堡猿人(Homo heideebergensis)
3.德　國	1954－56	三副下顎骨之碎片，定名爲Atlanthropus mauritanicus
4.阿爾及利亞	1954	在Sidi Abderrahman發現一下顎骨之碎片
5.摩洛哥		
6.南　非	1949	一些顎骨碎片、牙齒及後頭蓋骨的碎骨，定名爲Telanthropus capensis
7.坦尚尼亞	1960	頭顱骨碎片，稱之爲夏恩人(Chellean man)
	1964	根據許多小碎片、李奇將之拚湊成一頭顱，稱之爲"喬治"
	1976	類似人類的一副完整頭顱骨

爪哇出土的。這化石只有部份的頭顱骨和一條股骨，這化石被稱爲爪哇直立猿人（ Pithecanthropus erectus）。其後在爪哇、中國、匈牙利、德國、阿爾及利亞、摩洛哥、南非、和坦尚尼亞各地也陸續找到直立猿人的頭顱骨和顎骨（見表二．十二）。其中最完備的乃是北京人（ Siantaropus Pekinensis），包括十五個頭顱骨的部份骨骼和十一副下頷骨，出土於北京附近的一個村落。這些化石後來被稱爲直立北京猿人（ Homo erectus Pekinensis），根據氨基酸消旋作用的測量法（註23），（見卷一，二．一．二．B．3．d），測定爲約是三十萬至五十萬年前的化石。根據與這化石同時出土的其他動物遺骨考證的結果，此種直立猿人很可能是在北半球冰河時期生存的。據估計直立猿人大概生存在第一個冰河時期和第二個冰河時期之間，即一百萬年前和五十萬年前之間（註24）。用放射性測定法來測量在非洲、爪哇和歐洲出土的直立猿人化石，其年齡也與前者相似。

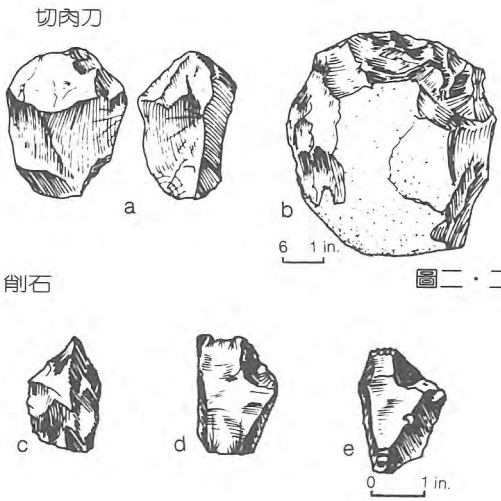
在爪哇出土的直立猿人化石似乎是最原始的，根據鉀——氬測量法測定年齡爲七十一萬年，它們的腦容量都在900C.C.之下。雖然在化石出土之地沒有找到其他文物，但在爪哇其他地區發掘出來的各種原始的切肉刀很可能與爪哇直立猿人同時，可作爲這化石的附隨證據。

在北京附近的一個洞穴中所發現的直立猿人化石藏骨豐富，因此乃是人類學家爭相研究的對象。最初出土的化石包括十五副頭顱骨和其他來自差不多四十個遺體的骨骼，可惜這些骨骼在第二次世界大戰時遺失。戰後一九四九年人類學家在原來直立人出土之地又再發現一個肱骨和一個脛骨，與現代人相同；此外還發掘到一副顎骨和五顆牙齒，與最初在此地發掘出來的化石相似，他們又發現一堆切肉的石器，與化石一同出土的（見圖二．廿二）。

我們有相當充份的證據能證明直立人會用火。在洞穴中不單可找到不少爐竈，而且可發現很多其他動物被燒過或被燒焦之後的化石，這些動物很可能就是直立猿人的狩獲物，因此直立猿人很可能是以打獵爲生的。

在歐洲出土的直立人化石不多，在化石出土之地也找不到什麼文物，但根據與直立猿人有關的動物化石的所在地，我們可推測直立人大概是生存於第一次冰河時期與第二次冰河時期之間的。

在非洲出土的直立猿人化石有文物證據，可追溯到人類歷史中的舊石



圖二・二十二　削石及切肉刀之比較圖

器時代，在坦尚尼亞的歐杜維峽谷中所發掘的化石，可與考古學上用手斧的時期相連。這直立猿人的化石乃是在峽谷的第二層中發現，距今大概有一百萬年。

最近從非洲坦尚尼亞國北方的恩杜土湖（Lake Ndutu）發掘到一副頭蓋骨，可能使現代人和直立猿人扯上點親戚關係，因爲這頭蓋骨具有現代人和直立猿人的特徵。以氨基酸消旋作用測定爲五十萬至六十萬年之間，這化石可能是直立猿人和現代人之間的過渡化石（註25、26）。

總括而言，直立猿人可用下列特徵來形容：身裁中等，按其化石來分析四肢骨骼筆直，加上臀骨寬大和枕骨髁狀突（Occipital Condyle）的形狀與人很相似，人類學家推測他能直立而行，其手脚長度的比例與現代人無異，前額向後，下顎凸出，但比短尾猿凸出的程度小很多，牙齒排列與近代人無異，直立人在歐亞非三洲都曾出現過，年齡大約是在五十萬至一百萬年之間（雖然也有例外，譬如在澳洲發現一個一萬年前的頭蓋骨竟然也具有直立猿人的特徵〔註2〕。直立猿人採用切肉石器和手斧，這些都是他們賴以維生的工具。他們在化石的分佈上似乎是隨著動物從寒冷、乾燥的氣候遷移到較暖和、潮濕的氣候。直立人大概是以狩獵爲生，而

表二・十三　發現尼安得塔爾人之地點分佈圖

	名稱	地點	頭顱長	頭顱寬	距今年代	文化背景
1.溫和性冰河時期	尼安得塔爾人	德國	201	147	三萬五千年至七萬年	?
		比利時	200	146	三萬五千至七萬年	歐洲舊石器時代後期
		比利時	198	150	三萬五千至七萬年	歐洲舊石器時代後期
		法國	208	156	三萬五千至四萬五千年	歐洲舊石器時代後期
		法國	209	158	＞三萬五千年	歐洲舊石器時代後期
		法國	203	138	三萬五千至五萬五千年	歐洲舊石器時代後期
		直布羅陀	190	148	三萬五千至七萬年	歐洲舊石器時代中期至晚期
		義大利	204	156	三萬五千至七萬年	Pontinian期
		伊拉克	207	155—158	六萬至九萬六千年	East Mousterian期
2.溫和性之過渡冰河期		以色列	192	144	三萬五千年至七萬年	歐洲舊石器時代中期至晚期
		德國	196	145	六萬至十二萬年	歐洲舊石器時代晚期
		德國	185	132	二十萬年	——
		法國	194	154	七萬至十五萬年	Tayacian期
		義大利	181	142	六萬年	?
		南斯拉夫	178	149	?	歐洲舊石器時代晚期
		烏茲別克共和國	185	144	?	歐洲舊石器時代晚期
3.溫帶至熱帶		尚比亞	208	144	三萬五千至七萬年	——
		南非共和國	200	144	萬五千至七萬年 四萬年	Fauresmıtk 期
		爪哇	196	143	?	Ngandongian 期
		爪哇	220	147	?	Ngandongian 期
		爪哇	192	144	?	Ngandongian 期
		爪哇	201	150	?	Ngandongian 期
		爪哇	203	155	?	Ngandongian 期
		爪哇	200	144	?	Ngandongian 期

在洞穴中棲身——至少在一個所發掘的洞穴中，直立猿人可以用火燒食物的。

B.、**尼安得塔爾人**。第一個尼安得塔爾人化石出土於一八四八年的直布羅陀，但當時此化石却被科學界忽視。八年之後在德國的尼安得塔爾谷（Neanderthal Valley）的一洞穴中，再次發現同樣的頭蓋骨，幾條肋骨和四肢骨骼，從此人類學家才認眞地研究此種化石。此後大量的化石陸續出土，其中也有不少完整的骨骼，它們分佈於南非共合國、尙比亞、法國、比利時、義大利、南斯拉夫、以色列、烏茲別克共和國、俄國境內和爪哇各地（見表二・十三）。

根據這些化石證據，人類學家可以十分詳細地描畫出尼安得塔爾人；他們的頭顱骨十分深厚，前額向後，眉脊高聳，頭頂扁平，但他們平均腦容量是1450C.C.，比有些現代人的腦容量還要大（見圖二・廿一）。

與化石同時出土的石器可追溯到舊石器時代的上期和中期，化石分佈在十五萬年至三萬年的地層中，他們可以按照所住之地的氣候分作三族：即在兩冰河時期間（interglacial）、冰河時期（glacial）和熱帶（tropical）。我們可以很肯定地相信，冰河時期的尼安得塔爾人是以狩獵爲生，但在兩冰河時期之間和在熱帶的尼安得塔爾人却只能按推測定爲蔬食者。在兩冰河時期生存的一族已知埋葬他們的死人，而且還在墓中設置陪葬物。他們的墳墓可能只有一具屍體，但也有幾具屍體的墳場，與今日一些家族墳場相似。一個男性的屍體往往以一副燧石工具作爲陪葬物。在一個年輕的尼安得塔爾人的墓中，人類學家發掘出四個大角野山羊的角，在伊拉克北部Zagros山區的Shanidar洞穴發掘到的墳墓乃是繭藏最豐富的。在墓中屍體的頭顱似乎是屬於一個年約三十歲的男性，被人以暴力侵襲頭部而死，他的屍體被安放在一張床上，用一張以鮮花織成的毯子蓋上（這可從化石的花粉分析中推測得知），這些隆重的殯葬禮使人懷疑尼安得塔爾人可能相信死後有永生的盼望。比這還引人注意的是這屍體的右手曾被割斷過，後來又被接上，而且復原，只是比以前萎縮。

根據早期的化石所塑成的尼安得塔爾人是一個駝背的族類，但後來因有更多出土的化石，才發現這塑像是錯誤的，駝背的原因乃是基於誤用一具有關節炎的骨骼得來的結果。經過仔細研究其他尼安得塔爾人化石的結果，我們可以說他們是五呎左右、直立行走的人。

尼安得塔爾人被列爲現代人的一種——Homo Sapiens neanderthaleusis，因爲他的骨骼與現代人相似，而且具有高度發展的石器和殯葬儀式。最近在以色列迦密山洞穴中發現一個可能是現代人和尼安得塔爾人的過渡化石，更加支持尼安得塔爾人與現代人的關係。

現代人（Homo Sapiens）是在四萬年前的舊石器時代早期在歷史中驟然出現的，與此同時尼安得塔爾人却突然在歐洲歷史中消失了，因此有人推測尼安得塔爾人是現代人的直系祖先，除了最近發現一個可能是直立人和現代人的過渡化石之外（註21、22），沒有人能用什麼有力的證據來推翻這種解釋。雖然如此，人類學家仍要傷腦筋來研究現代人的進化史：譬如在德國Swancombe Steinheim和Ebringsdorf各地出土的現代人頭顱，在年齡方面的研究尚未能有完滿的結論，所以我們還不能給人類祖先下一個肯定的結語。

雖然如此，我們仍可以按照現有的化石證據將五十萬至一百萬年前的直立猿人列爲人類的祖先——KNM—ER—1470頭顱也許也可被包括在內——但後者還需加以仔細研究，人類學家需要發掘到與KNM—ER—1470同時期的更多其他骨骼，和與骨骼一同埋藏的文物，才可下一個比較可靠的結論。

總而言之，拉瑪古猿與南方古猿被有些人類學家列爲直立猿人的遠祖，而直立猿人却被定爲現代人的祖先。但是我們需要注意到其他與上述立場相反的解釋，加上出土文物的缺乏，人類學家其實並不能對上述各化石的進化關係作一個肯定的結論。

二・三　參考書目

1. Simons, E. L. Sc. Am. 236 (5):28; 1977.
2. Clark, W. E., LeGros. History of the primates. 10th ed. London: British Museum; 1970.
3. Mixter, R. Creation and evolution. Monograph. 2nd ed. Wheaton, IL: Am. Sc. Aff. 1967; 22.
4. Kelso, A. J. Physical anthropology, an introduction. Philadelphia: Lippincott; 1970 (chapter 5).
5. Leakey, L. S. B. Olduvai gorge 1951–1961. Vol. 1. London: Cambridge Univ. Press; 1965.

6. Clark, W. E., LeGros. Man-ape or ape-man: the story of discoveries in Africa. New York: Holt; 1967.
7. Tobias, P. V. Annual review of anthropology. Siegel, B. J.; Beals, A. R.; Tyler, S. A. ed. 2:311–34; 1973.
8. Leakey, R. E. F.; Walker, A. C. Am. J. Phys. Anthropol. 39:205; 1973.
9. Leakey, R. E. F.; Walker, A. C. Nature. 261:572; 1976.
10. Leakey, R. E. F.; Nature. 261:574; 1976.
11. Johnson, D. C.; White, T. D. Science. 203:321; 1979.
12. White, T. D.; Harris, J. M. Science. 1998:13–21; 1977.
13. Leakey, R. E. F. Nature. 231:241; 1971.
14. Science News. 100 (November):357; 1971.
15. Science News. 99 (June):398; 1971.
16. Tobias, P. V. Olduvai gorge, the cranium and maxillary dentition of *Australopithecus (Zinjanthropus) bosei*. Vol. 2. London: Cambridge Univ. Press; 1967.
17. Katz, S., editor. Biological anthropology: reading from Scientific American. San Francisco: Freeman; 1975: 14.
18. Kelso, A. J. Physical anthropology, an introduction. 223.
19. Philbeam, D. R. Nature. 225:516; 1970.
20. Philbeam, D. R. The evolution of man. New York: Funk and Wagnalls; 1970.
21. Leakey, R. E. F. Nature. 242:447; 1973.
22. Leakey, M. D. et al. Nature. 262:460; 1976.
23. Bishop, W. W.; Miller, J. A., editors. Calibration of hominoid evolution: recent advances. Isotopic and other dating methods applicable to the origin of man. Edinburgh: Scottish Academic Press; 1972: 177–85.
24. Katz, S., editor. Biological anthropology. 66.
25. Mturi, A. A. Nature. 262:484; 1976.
26. Clark, R. J. Nature. 262:485; 1976.
27. Katz, S., editor. Biological anthropology. 15.

二・四　生物地理學上的證據(Evidence from Biogeography)

生物地理學研究動植物在地球上各處的分佈，根據仔細研究生物環境的結果，發現每種動物或植物在地球上都有一定的生活領域。美國生物學

家詹旦（David Starr Jordan ）首創「詹旦規則」（Jordan's rule ）以形容各生物的生活領域。一般而論，彼此相似的生物雖有不同的生活領域，但這些領域的分別不大。通常生物都在鄰近領域共存，但有時彼此之間也有障礙分隔，這些障礙包括高山、沙漠和海洋。

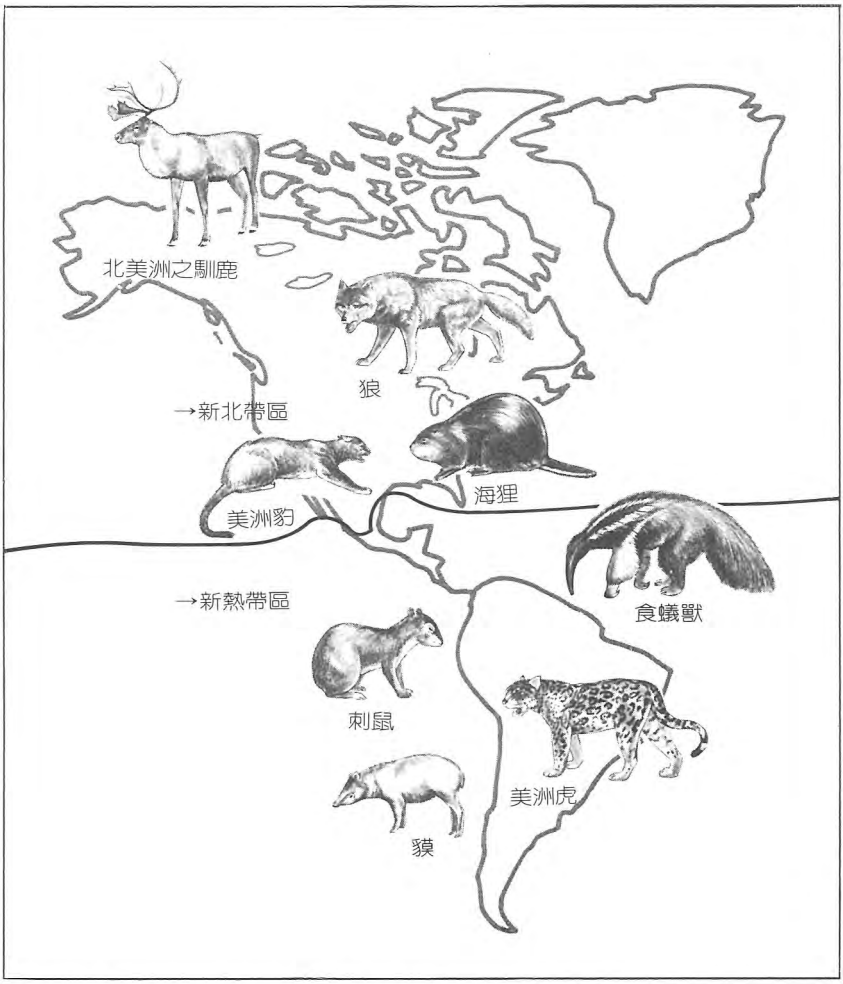
有些動物或植物能分佈全世界，相反地也有生物祇在某一地區生存，雖然牠們生長的環境各地均有，有袋動物如袋鼠和鼯鼠就是一些例子，前者只生長於澳洲，後者只能在北美洲找到。另外一些生物在地球上的分佈情形則受到很多地理環境的阻隔，譬如駱駝只分佈在亞洲和非洲，但與駱駝極接近的駱馬（ llama ）卻只在南美洲出現。其他散佈全球的動植物有如肺魚（lung fish），就是在澳洲、非洲和南美洲個別出現的，地理距離相差甚遠；鱷魚生長在美國東南部和中國的長江流域，木蘭屬植物（Magnolias ）散佈於美國東部、中國和日本。

生物地理學家曾有系統地將地球動物分佈的領域劃分六區：就是新北帶（ Nearctic ）——包括熱帶區以北的北美及格陵蘭；近北帶（Palearctic）——包括歐洲、非洲、北回歸綫以北的阿拉伯地區以及喜馬拉雅山以北的亞洲區；澳洲區（ Australian ）；東方區（ Oriental ）；衣索比亞區（ Ethiopian ）和新熱帶區（ Neotropical ）——包括北美之熱帶區、中南美及西印度羣島（見圖二・廿三）。這些領域彼此之間有鴻溝相隔，而每一個領域中的動物都在地質各年代中不斷出現。這些領域本來是按照哺乳動物的分佈情形來劃分，但後來發現與其他動植物的分佈情形亦十分相似。

新北帶和近北帶領域常常被合併稱爲全北帶（Holarctic），這領域包括整個歐洲、喜馬拉雅山和南嶺以北之亞洲、撒哈拉大沙漠以北的非洲、和墨西哥高原以北的北美洲各地。在新北帶（即北美洲）和近北帶（即歐洲）生長的動物只有在種（ Species ）和屬（ genus）上的分別，在新北帶生存的動物包括山羊、土撥鼠、鼯、臭鼬、浣熊、藍背樫鳥和鵰。在近北帶領域特有的動物包括山羊、鼴鼠、鹿、牡牛、綿羊、知更鳥和鵲。

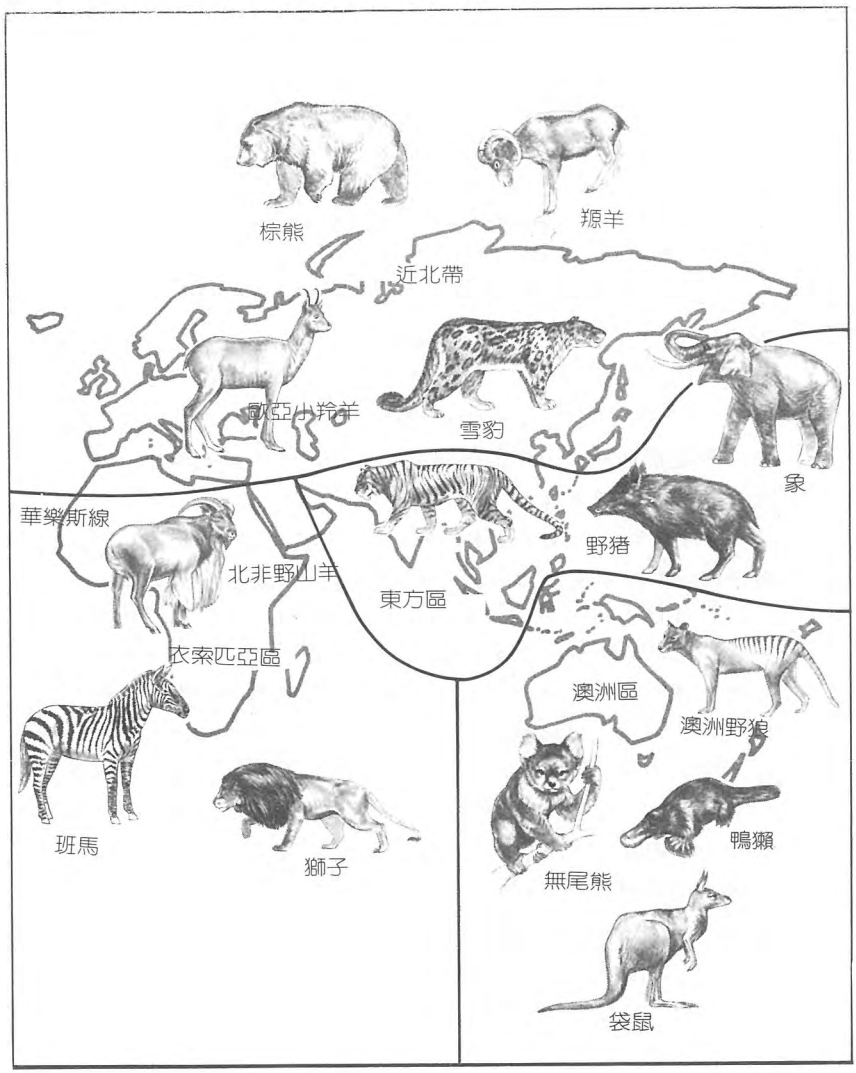
澳洲區領域包括澳洲和附近的羣島，特有的動物多爲有袋類，除了蝙蝠和一些齧齒類動物之外，沒有土生的胎盤哺乳動物（ Placental mammals ）。

東方領域與澳洲區領域被一條假想的分隔綫分開，這分隔綫稱爲華萊



圖二・二十三　世界生物地理分佈圖

士綫（Wallaces Line），將爪哇東之巴里島和印尼中部和龍目島分開，二島之間距離不過二十英哩，這分隔綫繼續延伸，經過印尼的馬加撒海峽和菲律賓的東部。在這分隔綫的兩邊的哺乳動物有很大的分別，在東方領域裡有猩猩、黑豹、老虎、水牛、印度大象、長臂猿、和farsier。相反地在



澳洲區領域特有的動物則是袋鼠、喜背子爬樹的無尾熊（ Koala ）、和鴨獺（ Platypus ）。

在非洲撒哈拉大沙漠之南包括馬達加斯加島的地區均屬衣索匹亞領域

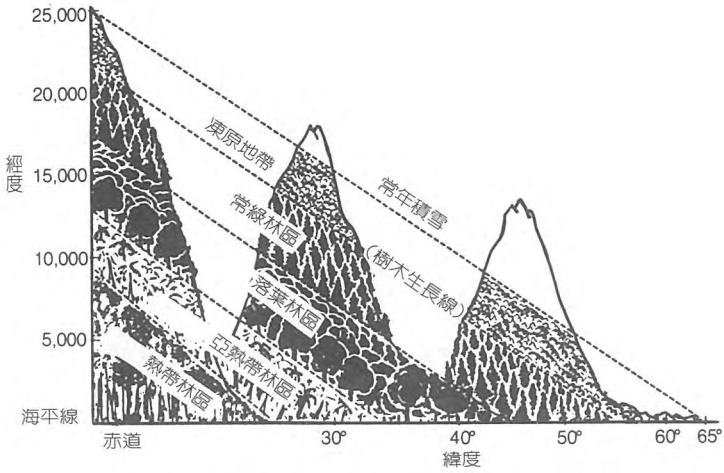
，在這領域中特有的動物爲長頸鹿、土猪、黑猩猩、大猩猩、斑馬、和河馬。

最後一區——新熱帶區包括中南美洲、南墨西哥和西印度羣島：下列乃此領域特有的動物：羊駝（Alpaca）、鸚鵡、大而無尾的水老鼠、吸血蝙蝠、樹獺（Sloth）、駱馬、握尾猴（Prehensile-tailed monkey）、貘（tapir）、和食蟻獸。

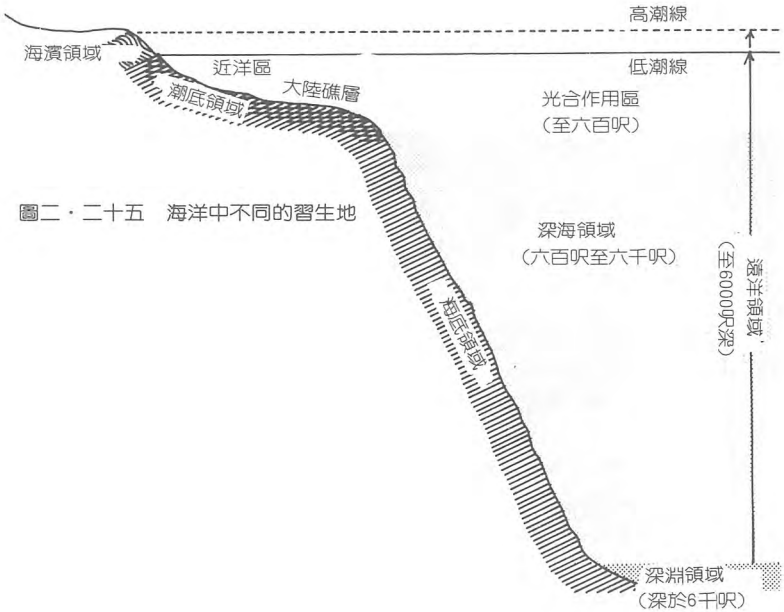
在各生活環境中有不同的習生地（habitats），內陸湖和海洋將這些習生地分隔而影響到動植物散佈的情形，在不同的高度和緯度有不同的氣候，因此植物的分佈乃是按照它們能否適應不同的習生地而定（見圖二・廿四）。松鷄（Ptarimigans）和各種野兔生長在美國西部的高山和加拿大與阿拉斯加北極邊緣的低窪之地，因爲這些地方有相同的習生環境；歐洲的野兔卻生長於連綿高加索山和烏拉山區的東部直至西歐的山地，也生長在北極邊緣的低地，但卻絕跡於其他低窪之地。

同樣海洋中不同的習生地也有特別的動植物（見圖二・廿五），常被潮水淹沒的海灘環境稱之爲海濱（littoral）或潮間帶（intertidal）領域。當陸地向海延伸，被潮水淹沒後又再有凸起的高地，使成爲依岸的島嶼。島嶼與大陸之間的水深不超過六百呎，這一區被稱爲近洋（neritic）領域。當大陸離開島嶼以後在海底突然傾斜，直至水深六百呎的地區被稱爲遠洋（pelagic）領域。這領域中的海水充滿氧氣和陽光，而且常被海浪沖擦。水深若至六千呎之地乃是深海（Bathyal）領域。海洋中最深的地方乃是深淵（abyssal）領域，這領域十分寒冷、毫無生氣，陽光不能抵達，因此只有極少數經過長期的適應和極端耐寒的生物才可在這領域中生存。這領域乃是海濱領域的强烈對照，因爲後者乃是最富於生物的海洋領域，所以深淵領域往往將各海洋中的海產分隔成爲不同的生物地理區。

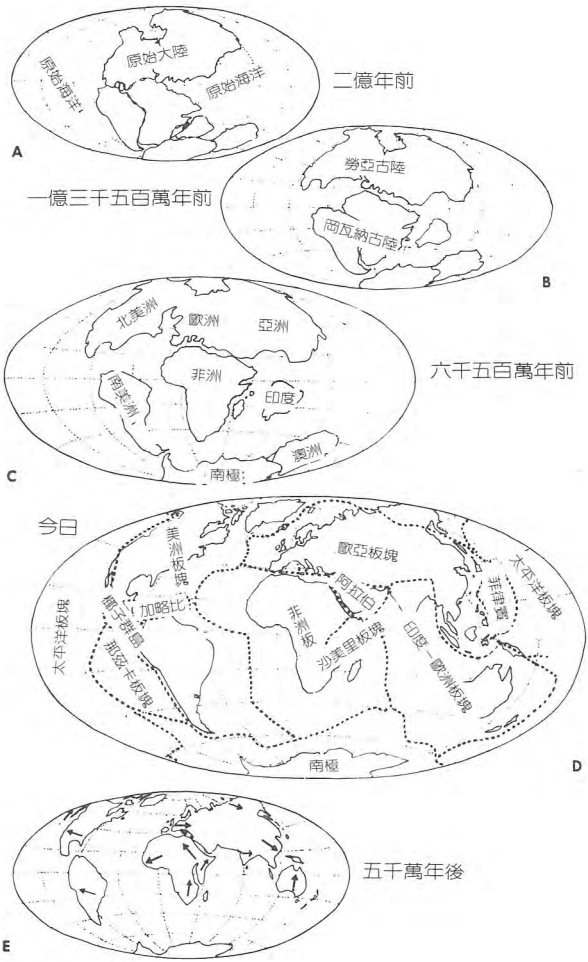
上述六個生物地理區中生物分佈的情形，有一個常使生物地理學家摸不着頭腦的問題。自從有此門學問以來，學者紛紛提出各種不同的理論來解釋這些生物地理分佈的原因，但所有的理論都是建立在地球歷史中地殼極少變動的假設上，他們認爲所有地質的聳動都是小規模的（註1）。但這些理論似乎都不能令人心悅誠服：譬如有人用動物遷移來解釋生物地理的分佈，但爬蟲與兩棲動物的化石卻遍佈南極、南美洲、南非洲和印度，雖然這些地區之間有汪洋高山分隔。



圖二・二十四　北美自經緯度不同對植物分佈的影響



圖二・二十五　海洋中不同的習生地



圖二・廿六　大陸漂移論

A.二億年前三疊紀時的原始古陸(Pangaea)

B.一億三千五百萬年之白堊紀時裂爲勞亞古陸(Laurasia)（北半球）及岡瓦納古陸(Gokdwana)（南半球）

C.約在六千五百萬年前的第三紀，大陸續繼分裂，此時歐洲及北美洲仍然相連，唯印度裂爲一獨立之大陸。

d.今日的各大陸圖

e.五千萬年後的世界各陸分佈圖

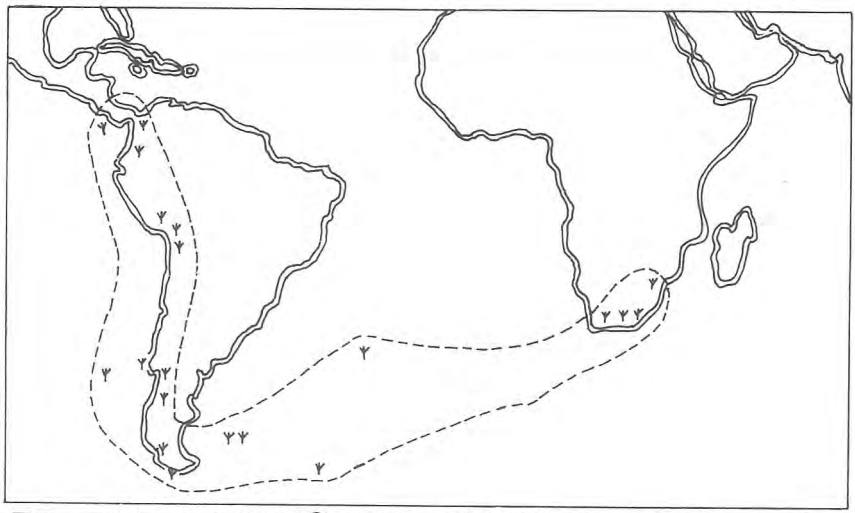
大陸漂移論（conttinental drift theory）乃是要嘗試解釋上述各種難明的生物地理分佈的理論。這理論在一九一〇年問世（註10），主張在古生代（Paleozoic）和中生代（Mesozoic）期間（參表二・八），地球上只有兩個大陸彼此相連，這兩個大陸被稱爲岡瓦納古陸（Gondwana）和勞亞古陸（Laurasia）。岡瓦納古陸位於南極，但勞亞古陸卻移伸至北半球。在白堊紀（Cretaceous）時期岡瓦納古陸遷移離開勞亞古陸，繼而分裂成爲今日南半球的大陸，即非洲、南美洲、澳洲、南極，在印度洋及阿拉伯海的半島、和南太平洋的諸大島嶼：包括紐西蘭和馬達加斯加。勞亞古陸則分裂遷移成爲今日北半球的北美洲、歐洲和亞洲（見圖二・廿六）。

在大陸漂移論面世之初，並不大引人注意，因爲沒有任何已知的地質變動可以引起這種大陸遷移的現象。但在二十世紀六十年代的時候，地質學家發現大陸古地磁性（terrestrial Paleomagnetism），按測度結果推論各大洲在地壳變動的歷史中曾改變它們在地球磁場中的位置（註2），這才使人對大陸漂移論另眼相看。根據量度古生代（Paleozoic）的各洲磁場方向的推測，南北半球各大洲與印度以前似乎是聚在一起靠近南極的地方（註9）。

最近在學術界中崛起一套只有附隨證據的理論——板塊構造說（Plate tectonics），以解釋大陸漂移的過程（註3）。這理論的重點乃是假設地壳是由兩層不同的地層所構成，上面一層稱爲岩石圈（lithosphere），比較堅硬，下面一層稱爲軟流圈（asthenosphere），比較軟化。上面一層分裂成爲六大塊（註4）或十塊地殼（註5）。這些分裂成大小形狀各異的地塊，因爲下面軟流圈蠢蠢欲動的緣故，彼此會相互牽動。然而地塊與地塊之間的移動過程尚是科學上的一個謎，很可能因地心吸力的關係，地塊彼此碰撞，被地底融岩的對流扯向地壳之內，這些地塊的邊緣與地壳震動的頻率有相當直接的關係，譬如美國南加洲的聖安德里亞斯（San Andreas）斷層就正落在地塊的邊緣，常有地震的事件發生。

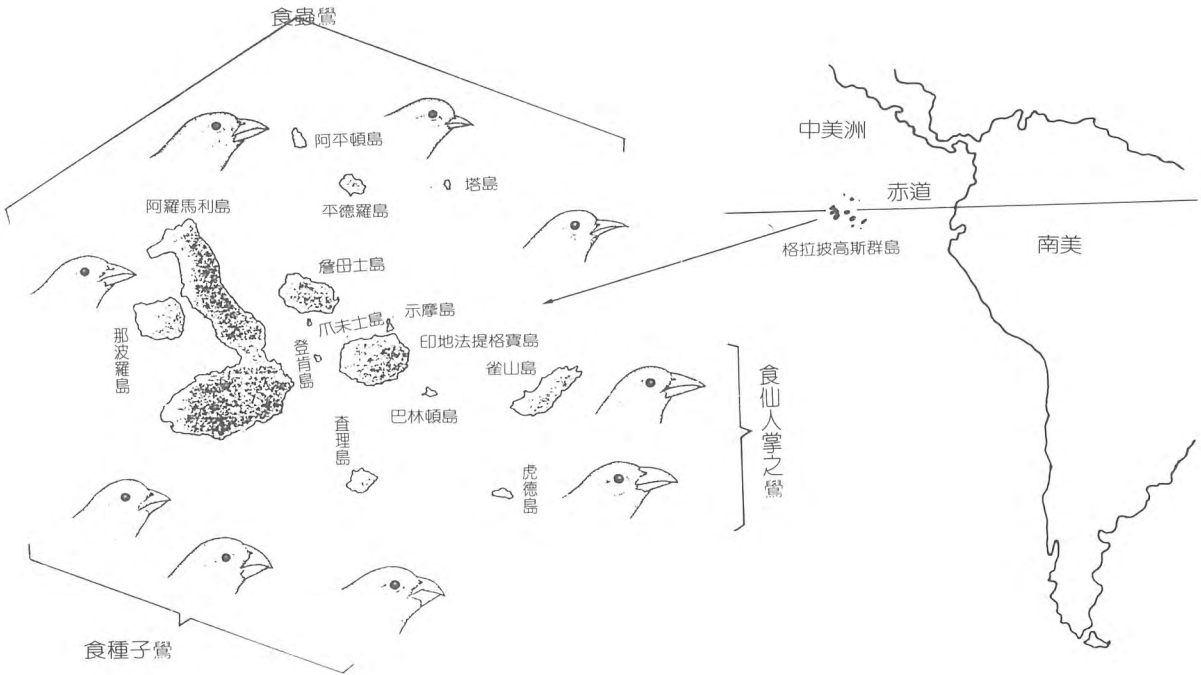
根據時興的大陸漂移論，生物地理分佈的情形就可重新加以解釋。在進化論未被廣傳之前，很多人以爲在不同地區形態相同的生物乃是神特別創造，但是生物地理學發現很多生物只生存於一個很小範圍的領域，卻絕跡於世界其他相同的習生地中。這些生物的分佈實在令人費解，但從苔蘚植物（bryophyte）〔如苔（moss）和蘚（liverwort）〕的分佈似乎可以

見出大陸漂移的遺跡（註6）。Clasmatocolea Vermicularis 乃是一種葉狀的蘚，它的分佈範圍包括南非洲的東岸、南美洲的西岸、中美洲和其他一些島嶼（圖二・廿七）。這種植物沒有很大的遷移能力，它們實在無法超越大西洋的阻隔而生長在非洲與南美洲，因此它們目前的地理分佈很可能就是緣於南半球大陸分裂漂移所致。



圖二・二十七　葉狀蘚(Ψ)的分佈圖，包括南非洲東岸、南美洲西岸、中美及一些島嶼。

總而言之，藉着達爾文的「物種源始」（Origin of the species）一書馳譽世界的「天演論」能解釋生物的地理分佈，因生物藉着適應各種不同習生地而演化。達爾文之所以能倡導他的天演論，有賴於他對大自然生物的研究。一八三一年他乘搭「英皇獵犬」號（H.M.S. Beagle）艦從英國啓程往南美勘察海岸地形，途中達爾文經過厄瓜多爾附近許多小島，他在這些小島上發現很多與南美大陸相似的鶯鳥（finches）（見圖二・廿八），這些鶯鳥有些特徵是與牠們的習生地有密切的關係，最值得注意的是某些島上獨有的鶯，其喙的形狀和大小與牠們的食物息息相關。達爾文認爲這些鶯鳥的祖先乃是從南美洲飛來這些島嶼上的，當牠們繁殖衆多之後將島上的大部份的食物吃光，所以只有特別形狀和大小之喙的鶯鳥能在島



圖二・二十八　在格拉披高斯群島各種不同地點之鳥類各有不同的形狀喙。

上某些習生地滋生，因爲只有牠們可以吃當地所特有的食物，其他不同喙的鷽便被淘汰。經過長時期的適應，島上的鷽鳥便按着不同習生地的食物分佈而有不同形狀和大小的喙，牠們因天演的關係分佈佔據不同的地盤而居（註7、8）。

達爾文還在格拉披高斯羣島（Galapagos Islands）上發現超過三百種島上獨有的植物，但這些植物卻與南美大陸上的植物相似，但大陸與島嶼之間不單一水相隔，而且在氣候上和地質上有很大的分別，因此達爾文認爲島上獨有的植物的祖先乃是由大陸而來，後來遷到島上經天演作用而進化而成目前的種類（註7）。

根據上述理由，達爾文認爲生物地理分佈可作如下解釋：生物在某一環境中出生，然後向外發展，直到被天然環境如高山、汪洋所阻，或冰天雪地臨到時才停止繁殖；其他生物在同一環境繁殖所引起的競爭，也會限制這種生物的發展，因此達爾文認爲在不同習生地發現到很多植物之所以有相同的地方，乃是源於同一始祖，經過散佈各地適應環境的過程，雖然因進化而有不同的特徵，但總會保持原有未經演化的某些特點。

生物地理學根據達爾文的假設繼而發揚光大，認爲世上每一種動植物的起源祇有一個，這個起源的地方稱爲種源中心（center of origin）。然後經過天演作用，生物散佈在同一領域中的每個角落。當大陸遷移之後，每種生物在新的地理環境中各自演化，繼續散佈各地。

所以按照現代生物地理學的假定，在各生物地理領域中形貌相同的生物不一定能用神在不同的地方特別創造的理論來解釋，很可能神祇在種源中心創造了每種生物的祖先，但經過大陸漂移後演化成今日的種類。

二・四　參考書目

1. Dodson, E. O.; Dodson, P. Evolution, process and product. New York: Van Nostrand; 1976: 403–13.
2. Runcorn, S. K., editor. Continental drift. London: Academic Press; 1962: 1–40.
3. Dietz, R. S.; Holden, J. C. Nature. 229:309; 1971.
4. LePichon, S. J. Geophys. Res. 73:3661; 1968.
5. Dietz, R. S.; Holden, J. C. Sc. Am. 223:30; 1969.
6. Dodson, E. O.; Dodson, P. Evolution, process and product. 415.

7. Darwin, C. Voyage of the Beagle. New York: Dutton; 1957.
8. Darwin, C. Origin of species. New York: New American Library; 1958: 371.
9. Dodson, E. O.; Dodson, P. Evolution, process and product. New York: Van Nostrand; 1976: 403–13.
10. Holmes, A. Principles of physical geology. London: Nelson; 1965.

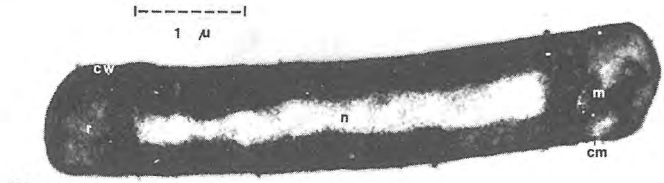
二・五　比較構造與功用學上的證據(Evidence of Comparative Structure and Function)

生物之間有很多相同的構造和功用，下文中我們將比較構造與功用的證據，將之分爲幾個題目來討論：比較細胞構造與功用；比較大體解剖學和比較胚胎發展學。

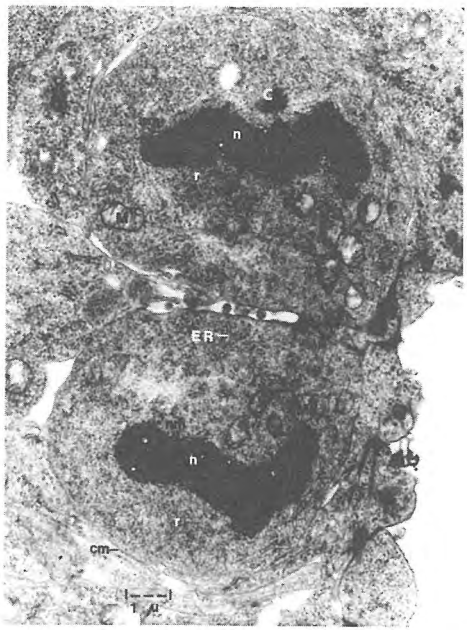
二・五・一　比較細胞構造和功用　一切生物都是由很小的細胞單位所構成的，細胞之所以能成爲生物的基本單位，乃是因爲它們能執行生物不可或缺的生理作用；譬如，細胞的呼吸作用產生能源，供給生物作活動的燃料；細胞的分裂和演化使生物成長。很多單細胞生物能獨自生存，如細菌和原生動物等。其他細胞則是構成多細胞生物的基要單位，例如一個成年人的身體就是由大概一百兆（10^{14}）個細胞演化成爲四肢各部而成的。

近年來由於電子顯微鏡的發展，細胞生物學家發現生物按其細胞核的構造可以分爲兩大類：即早期核細胞生物（procaryotes）和眞核細胞生物（cucaryotes）。眞核細胞生物包括苔、蘚、蕨、高等有花的植物、和各種多細胞有複雜組織和系統的動物。其他低等的藻類、原生動物、和菌狀植物（很多是微生物）也都屬眞核細胞生物。藻類和菌狀植物可分單細胞類和多細胞類兩種。但就算低等的多細胞生物也沒有什麼複雜的系統和組織。早期核細胞生物只有兩大類，就是無處不在的細菌和藍綠藻類（blue green algae；如無核原生物 monera）。表二・十四比較早期核細胞和眞核細胞的特徵。圖二・二十九乃是早期核細胞和眞核細胞在電子顯微鏡下的寫照。

上述兩種細胞的生理作用固然相同（見卷一，二・六），但這些生理作用在細胞中進行的過程卻不相同。譬如早期核細胞的呼吸作用是集中在細胞膜裡，但眞核細胞的呼吸作用是在粒綫體的內膜中進行。有些早期核細胞的細胞膜是光合作用的所在，但眞核細胞的光合作用卻在葉綠粒中進



(A)



(B)

圖二・二十九　早期核細胞生物與眞核細胞生物之電子顯微鏡圖。

（A）此種細菌有早期核細胞生物最顯着的細胞結構：相當厚的細胞壁（CW）、細胞膜（cm）厚，細胞核（n）十分顯着，以別於細胞質。細胞質是由濃度甚大的70S核酸粒（r）所組成，在細胞一端有膜狀結構（m）。

（B）由爲期三天的小鷄胚胎中所得之兩個神經細胞，其眞核細胞的結構不甚明顯。這兩個神經細胞其細胞膜（cm）外均無細胞壁包圍，有些結構是早期核細胞中所沒有的如：粒線體（m），內胞漿之網狀結構（ER），中央粒（c），80S核醣體（r），細胞核外有核膜（nm），這些細胞正處於有絲分裂之末期，兩細胞不久即將完全分裂，細胞核內之核仁亦將改變。

行。眞核細胞中的粒綫體、葉綠粒和早期核細胞十分相似，都有細胞膜包圍，其中含有核醣核酸（RNA）、去氧核醣核酸（DNA）和同類的核醣

表二・十四　早期核細胞與眞核細胞特徵之比較圖

	早期核細胞	眞核細胞
在不同結構中所發現之細胞群	細菌 藍綠藻類	藻類，黴菌、原生物及高等動植物
核　膜	—	+
有絲分裂	—	+
染色體數目	1（?）	多於1
流動性細胞質	—	+or−
線 粒 體	—	+
葉 綠 粒	—	+or−
有收縮性會挪動之細胞器官變形運動	細菌的纖毛　一些有 軸絲	多股的纖毛　一些有
染又體的蛋白質色	—	+or−
細 胞 核	—	+
在細胞附肢中之9+2結構	—	+
高爾基體	—	+
內胞漿之網狀結構	—	+or（−）
核酸粒釀體糖	—	80S（細胞質）
	70S	70S（

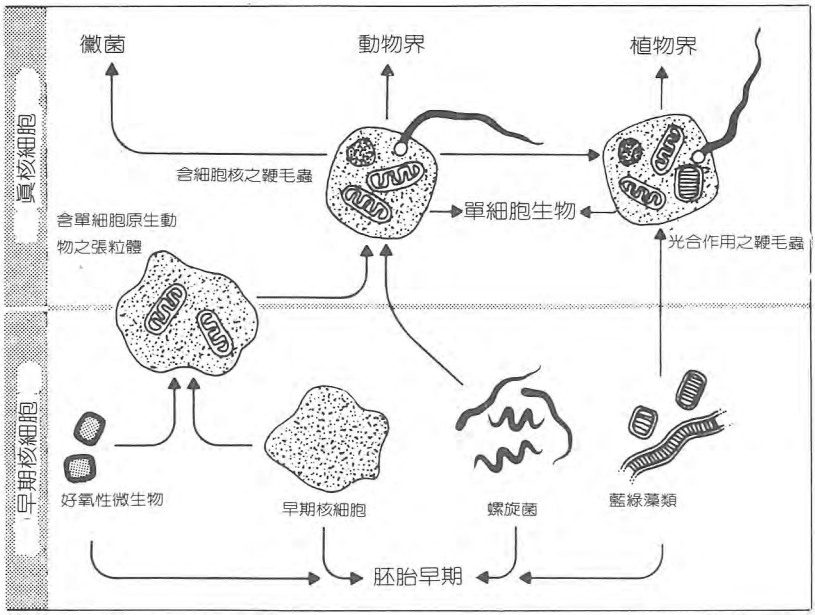
體（ribosomes），所以有些生物學家就因此認爲這三種細胞構造應與細胞之進化過程有關。圖二・三十可代表目前生物界對上述問題的看法。目前最流行的理論是認爲，可能一個會變形的早期核細胞，和細菌扯上共生的關係，才演變成一個眞核細胞的。

這種主張眞核細胞是由早期核細胞進化而來的說法是相當牽强的，我們沒有直接的證據可以證明這個理論。這兩種細胞很可能是出自兩種不同的起源，因此所謂能支持進化論的細胞構造和功用，其實不過都是推測而來的證據而已。

二・五・二　比較大體解剖學（Comparative Gross Anatomy）

很多脊椎動物的解剖結構很相似，因此進化論學者用之來支持他們的理論。下列是常被引用爲進化論證據的解剖結構：同源構造的發展；脊椎的演化；心臟構造的比較，和痕跡器官的存在。

A. **同源構造**　所謂同源構造乃是指一些形態和演化過程類似，又來自相同的胚胎來源的器官而言。這些器官的功用可能不同，但只要具備上述條件，進化論學者就把它們歸納爲出自同一祖先。圖二・卅一比較青蛙、蜥蜴、飛鳥、人類、貓、鯨魚和蝙蝠的前肢骨骼。每一種動物的前肢



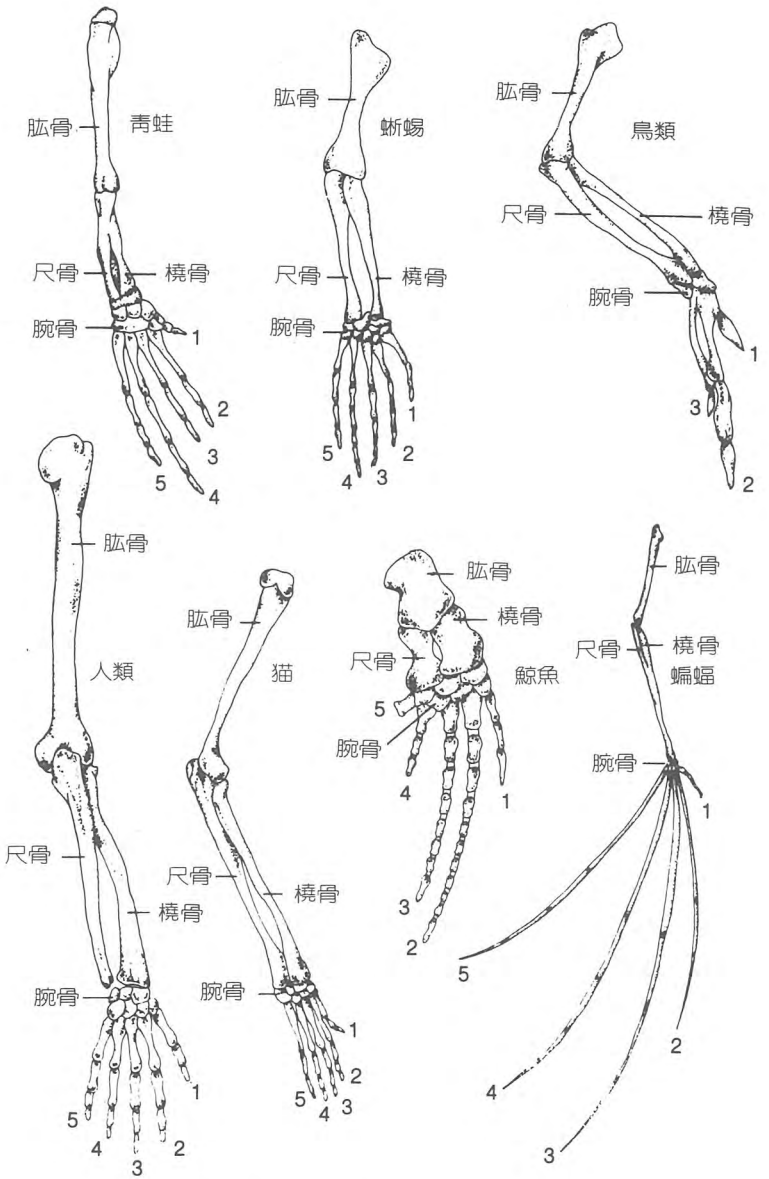
圖二・卅　眞核細胞可能因共生關係而生的進化，細胞膜相連的機能細胞均帶有眞核細胞的特色，很可能是因共生關係由早期核細胞演變而來。

骨骼，其排列十分相似，因此被進化論學者稱爲同源構造；若有不同則代表各生物因適應所生存之環境而生的演變，他們認爲這些前肢骨的每一個特徵都是上述動物的一個共同祖先經天演作用而得來的結果。

進化論學者根據這些動物解剖構造相同之處得來上述的結論，但根據這些證據，我們也可說是神按照一個同樣的創造藍圖來創造這些動物，並賦予它們適合生存環境的特徵，這樣的說法並沒有理由應予以摒棄。

B. **脊椎的演變**　原始的總鰭硬骨類魚和最早的兩棲動物都有弧型的脊椎（見卷一，二・二・二），這些脊椎的前中部有一副楔形骨骼，但在背部成爲發育不完整的骨骼，稱之爲椎間體（intercentrum），稍後則是兩塊在脊椎環節間的背面骨骼，稱爲側椎體（Pleurocentrum），這種脊椎形狀亦被稱爲離片脊椎或棘狀脊椎（rachitomous）（見圖二・十）。

進化論學者曾比較各種不同的脊椎，也藉此顯出其間進化的關係。圖



圖二・卅一　青蛙、蜥蜴、鳥類、人類、貓、鯨魚和蝙蝠的前肢骨骼之比較。

二·卅二指出總鰭類魚、兩棲動物和現代的羊膜動物間可能有的進化關係。它似乎是藉着比較椎間體的逐漸縮小和側椎體的陸續擴大，指出在高等動物中側椎體完全取代椎間體的進化程序。

在已絕跡的原始兩棲動物亞目（suborder）中有兩種硬脊動物：一爲實椎的 Stereospondyli 和楔狀椎骨的 Embolomeri，兩者脊椎之演變卻很不同。Stereospondyli 的椎間體簡直完全取代了側椎體，但 Embolomeri 的椎間體卻和側椎體發育成大小相同的骨骼（見圖二·卅二）。

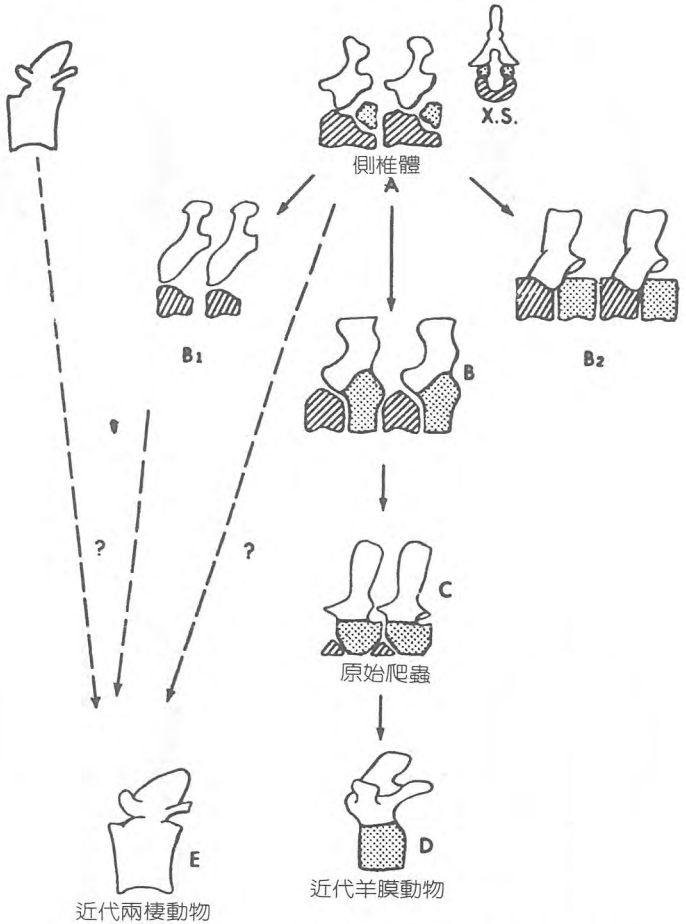
若再繼續考查現存之兩棲類的脊椎，我們可以發現一個令進化論學者極費解的有趣問題。現存的兩棲動物其脊椎乃是「殼型」的（husk），只包含一個類似綫軸的骨骼，其上有空洞穿過所有脊椎留作脊索的位置，而這種脊椎卻在古生代的原始兩棲動物裸椎亞綱（Lepospondyli）中發現（見圖二·十a、b）。一般人所接受的進化程序乃是由總鰭類魚進至兩棲類，再由兩棲類的迷齒動物進至現代的四足動物，那麼顯然近代的兩棲動物早已絕種的兩棲動物有相似的脊椎結構是不合理的，尤其裸椎亞綱（Lepospondyli）並沒有在四足動物的進化過程中佔任何顯着地位（註1；並見卷一，二·二·二，有關魚與兩棲動物的進化過程），因此根據脊椎形狀來推測進化程序是很難令人滿意的。

C. **心臟的進化**　所有脊椎動物的循環系統均很相似，其中最主要的不同乃在心臟的構造。圖二·卅三顯示魚、青蛙、爬蟲、鳥與哺乳動物心臟構造的不同。

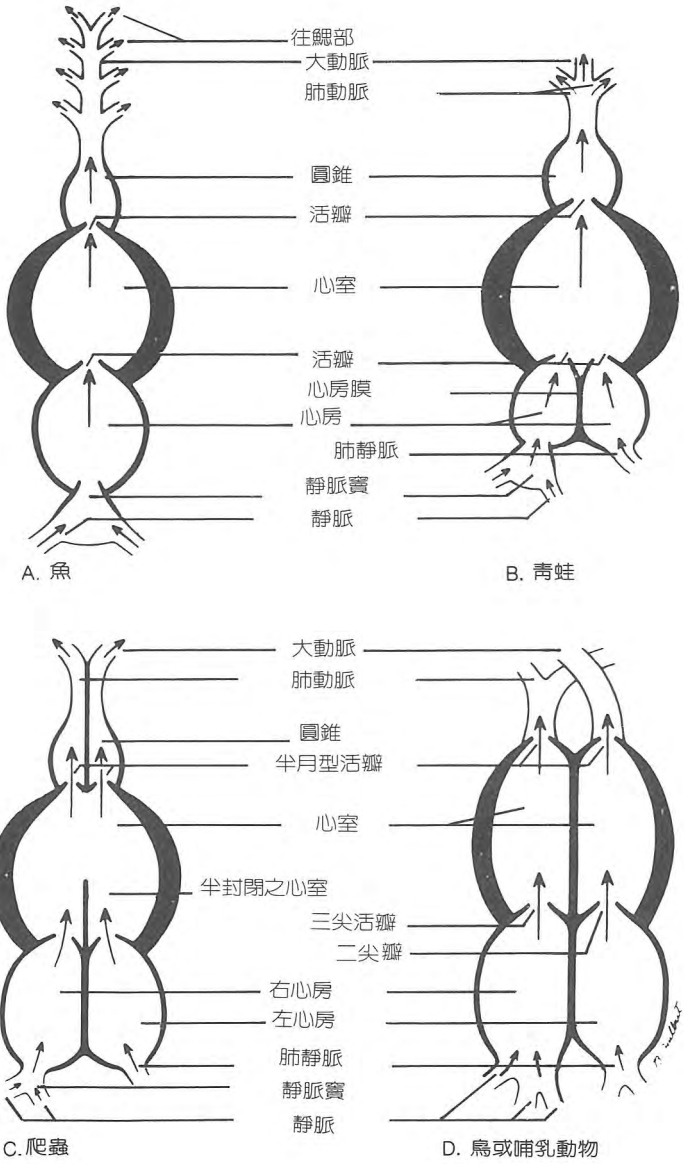
魚的心臟是由四個排成一列的心房所組成，它們依次爲靜脈竇（sinus venosus）、心房（atrium）、心室（ventricle）和圓錐（conus）（見圖二·卅三　A）。魚體中的靜脈收積血液注入靜脈竇，經心房和心室的收縮作用，血液被壓進腹部的大動脈，再輸至鰓部。血液將鰓中的氧氣吸收後經背部的大動脈，輸至魚身各部份，所以血液在氧氣循環的週期中只經過心臟一次，因此魚類的循環系統，其效率比陸地動物之效率爲低。但鑑於氧氣的水溶性小，在水中的氧氣和二氧化碳的兌換率緩慢，這種直排式的心臟結構在魚體中實在有很大的功用。

兩棲動物有左右兩個心房，其間有一膜相隔（見圖二·卅三B）。靜脈將血液帶入右心房再進入心室，與由肺部而來的氧氣兌換後，血液由左心房進入心室，因此在心室中由靜脈所帶來缺氧之血液與由肺帶來之含氧

血液往往會混在一起，但是從右心房進入心室的缺氧血液會比從左心房進入心室的含氧血液先抵一步，圓錐內有一螺旋形的瓣膜，每當心室收縮時，它將缺氧之血液先引至肺動脈，其後心室繼續收縮將後進心室的含氧血



圖二・卅二　比較原始的四足動物與近代羊膜動物之脊椎構造。近胸背(亦請參閱X．S．部位)在總鰭魚類及早期兩棲類中可見到。乃是自爬蟲類中之一種迷齒動物而來；B1及B2是自另一種迷齒動物而來。現代兩棲類的脊椎間體或側椎體就很難推測了。

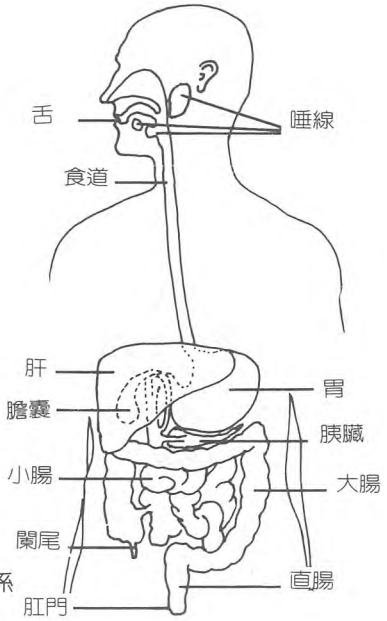


圖二・卅三　四種不同脊椎動物的心臟比較圖

液引至大動脈中。這樣肺動脈將缺氧之血液引至肺部呼收氧氣，同時大動脈就將含氧血液帶至全身各處，從肺部吸收氧氣後的血液再由肺靜脈返回心房。

比較兩棲動物與魚的心臟，前者似乎比後者優越，因爲兩棲動物的心臟不僅對藉收縮作用，將缺氧血液引至肺部，且能將含氧血液帶至全身全部。在心室中缺氧的血液和含氧血液混雜，往往會使一個紅血球要經過心臟數次後才能到達肺部，接觸到氧氣並排出二氧化碳，但是兩棲動物薄而濕的皮膚也能從空氣中吸取氧氣，以補足缺氧血液不能及時到達肺部而導致氧氣不足的缺點，因此肺臟的呼吸及皮膚呼吸能幫助兩棲類同時適應水陸兩種生活。

爬蟲類因皮膚硬化，不能直接從空氣吸收氧氣，因此它們需要一副有較高度效率的循環系統。大部份的爬蟲心室中都有半封閉式的瓣膜，使缺氧和含氧的血液不致混雜（見圖二・卅三C）。鱷魚的皮膚在所有的爬蟲中是最厚、最硬化的，因此它們的心室有完整的瓣膜，使缺氧和含氧的血



圖二・卅四　闌尾與人體消化系統的關係

液可以完全隔開。所有爬蟲的靜脈竇都比兩棲動物的小。

鳥類和哺乳類的心臟構造最爲特殊化，共有兩個心房和兩個心室，心室、心房間均有很厚的肌肉膜隔離（見圖二・卅三D）。與爬蟲類不同的是它們心臟中沒有靜脈竇和圓錐的結構，含氧與缺氧的血液也從不混雜。缺氧的血液從右心房進入右心室，然後抵達肺部吸取氧氣，再經左心房，入左心室，最後經大動脈分佈全身各部。這種循環系統乃是最有效的高壓系統，這可能也是爲何鳥類與哺乳動物會有快速的新陳代謝作用和能維持固定體溫的原因。

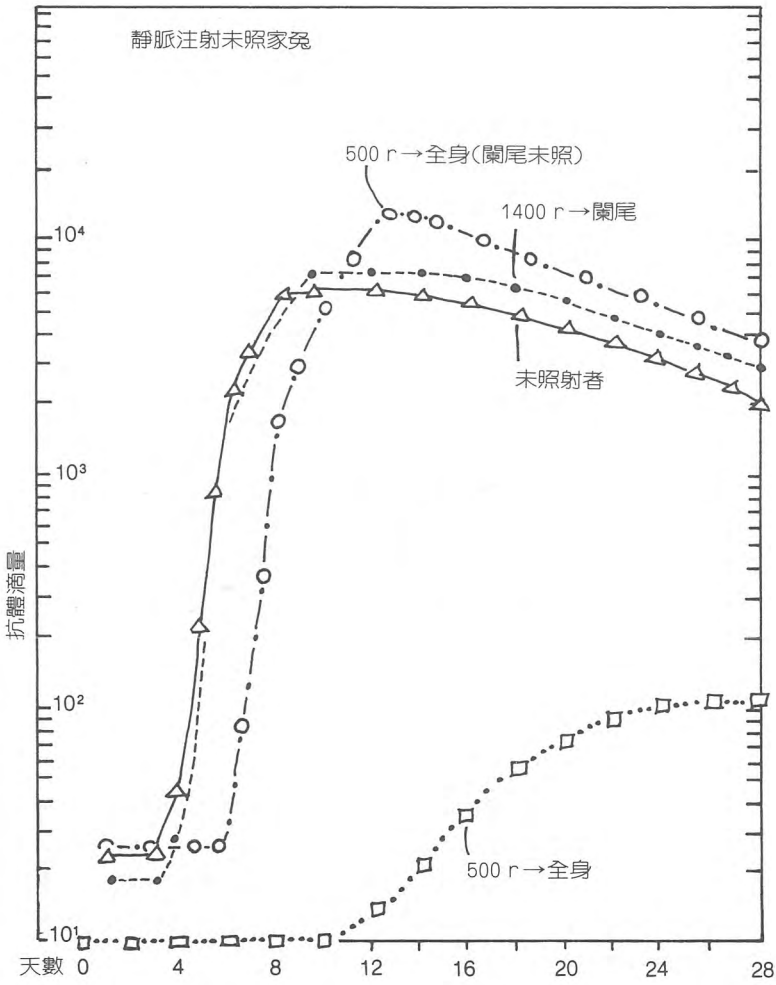
進化論學者以爲脊椎動物心臟構造的演變乃是天演作用的結果，天演作用選出能製造在特別環境中運用之器官的基因，使留有此種基因的動物易於生存。但從另一個立場來看，我們也可以說是創造主用同一藍圖創造各種動物，也使各動物間能作有限度的變化。

D. **退化器官**　在高等動植物體內有一些無法派上用場的構造，人稱之爲退化器官，認爲它們可能是過去有用的器官，後因天演作用而不再使用，因此屬於將要完全被淘汰的範圍。過去有人在人體中指出一百八十個退化的器官，但隨着醫學的發達，科學家發現許多以前視爲退化的器官，實是人體上不可少的，因此眞正所謂無用的「退化器官」數目也變得愈來愈少。

人類中最常被引用的退化器官是闌尾（盲腸）（見圖二・卅四）。外科醫生可將闌尾割掉，對病人身體亦不生任何不良影響。但從研究家兔闌尾的結果，我們有理由可以推測此器官乃是身體免疫系統的一部份。在一項家兔實驗中，科學家用特殊方法保護闌尾，然後用輻射綫照射家兔全身，因闌尾未被照射，家兔在初照射後暫時無法製造抗體，但經三、四天後即完全復原，能製出未受輻射之前同樣多的抗體。若只照射闌尾而不照射全身，家兔製造抗體的能力不受影響（註2，見圖二・卅五）。割除闌尾稍微減低身體製造抗體的能力，但這影響似乎是無足輕重的。另外一些實驗研究初生之家兔胸腺（thymus）被切除後，身體製造運到血中的淋巴細胞（lymphocytes）能力銳減，但闌尾能使這些動過手術的家兔，重新製造這種淋巴細胞（註3）。

雖然家兔與人類的闌尾構造不同，但從家兔實驗的結果，我們有理由假設人類的闌尾也可能是人體淋巴組織的一部份，與身體的免疫系統有關

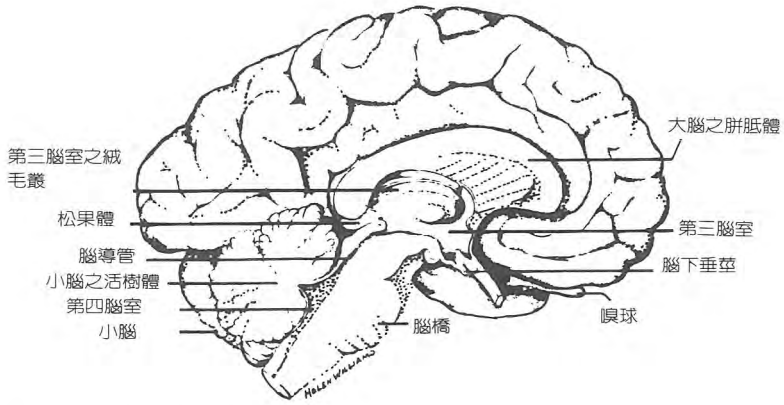
。大部份免疫學上的新發現都是從研究動物得來的，後來才應用在人體身上，所以人體的闌尾很可能是次要的免疫來源，不應當作退化無用的器官



圖二・卅五　比較全身照射(闌尾未照射)、單照射闌尾或完全不照射之家兎三者間抗體產生之曲線比較圖

來看待。

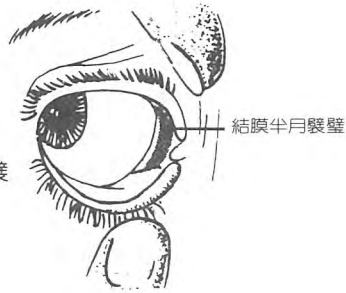
人腦中的松果體（pineal body）（圖二・卅六）曾被視爲早已絕種的脊索動物（chordates）頭顱中背部的第三眼，但現在從動物學的研究上，卻發現松果體是現存之原始脊椎動物中製造黑色賀爾蒙的中心（hormone melatonin）（註4），這種賀爾蒙能調節皮膚中黑色素的分佈。在哺乳動物中，松果體專司調整性賀爾蒙的分佈。從研究麻雀測定時間的能力中，科學家發現松果體能影響部份雀腦的功用，似乎與生物界的週期現象（biological rhythem phenomen）有關（註5）。這樣看來，松果體在脊椎動物中也不能算是一種無用的退化器官了。



圖二・卅六　人類之左半部縱切圖

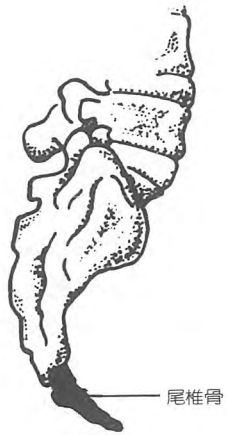
人體和其他哺乳動物體內的結膜半月襞（plica semilunaris；見圖二・卅七）曾一度被人視爲是飛鳥的瞬膜（nictitating membrane）或第三眼簾的遺跡，但後來發現這結膜半月襞的結構與功能與瞬膜完全不同（註6），結膜半月襞亦可防止外來塵埃侵襲眼睛，有保護眼球的功效。眼球的膠狀分泌物可能就是結膜半月襞分泌的一種脂肪質，用以黏住眼中灰塵，將之排至眼外，以保護眼睛的健康。

人體的尾椎骨從背部向前變曲，似乎是用以支持腹中的內臟，而尾骨（Coccyx）可能是將排泄物推出肛門之肌肉所必須的一個附着點。



圖二・卅七　人眼之結膜半月襞

許多曾被視爲退化器官的組織如：男性的乳頭、人體中的扁桃腺和鯨魚一部份的骨骼，如今卻遭到不少的新挑戰。男人的乳頭在其祖先時代是否有用，無人能予以解答（註6），至於扁桃腺，科學家已發現是人體免疫系統的一部份，可作爲病毒的網羅（註7、8）。鯨魚體內有些過渡性



圖二・卅八　人類尾椎骨的形狀

的牙齒和一些小的骨骼，進化論學者認爲鯨魚的祖先是一種四足動物，這些小骨骼就是當初鯨魚的牙齒、骨盆、脛骨和股骨的結構，後因進化而棄之不用，這種結論並不一定正確（註6），因爲有些科學家認爲這些所謂退化的器官在鯨魚成長期間扮演很重要的角色。

總而言之，今天在高等動植物身上雖尚有一些無關緊要的器官存在，

科學家很可能來日會慢慢發覺這些結構的功能。進化論學者或要以退化器官來支持其理論，他們必需要能指出在假想的進化祖先中亦有類似這樣的器官，且是祖先們所常用的，而且他們還要能證明這類器官在現存的生物體的「的確」是無用的。但進化論學者一直不曾在這種辨證立場上迎接挑戰，因此他們的理論只能當作假設來看待。對退化器官的另一種解釋，是假設這些器官都是根據一個基本藍圖來創造，因此大體相同，但在各生物身上會有不同的功能乃是因爲適應習生地環境才產生的。

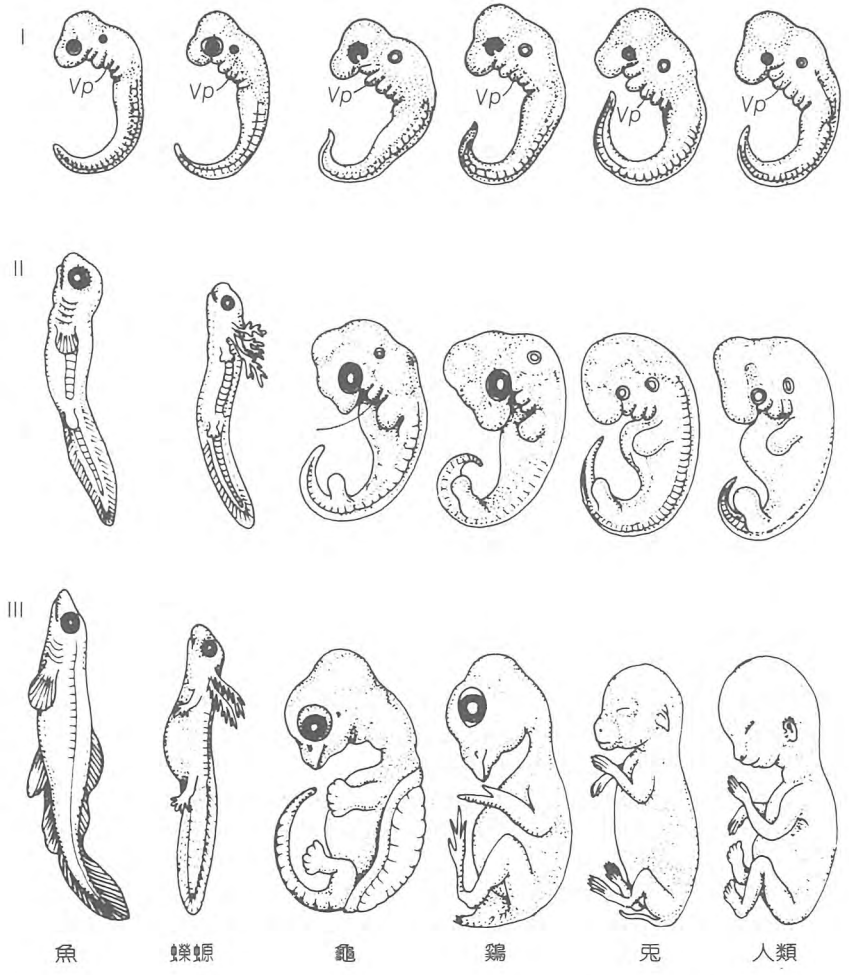
二・五・三　比較胚胎發展學（Comparative Embryological Development）　近代的胚胎學可追溯到凡貝氏（Karl Ernst von Baer, 1792-1876），他曾將動物胚胎發展的特點加以系統性的分析。凡貝是個進化論的批評者，他所創的「凡貝定律」可歸納爲下列四點：㈠普遍化的胚胎特點發展在特殊化胚胎特點之前。㈡較不普遍及特殊化的胚胎特點是由普遍化的胚胎特點中發展而來。㈢在動物胚胎的發展過程中，動物與動物間的形狀愈發不同。㈣在胚胎發展中或年幼的動物可能很相像，但長成之動物卻很不同（見圖二・卅九）。

生在德國的英國語言學家穆勒（F. Muller, 1823-1900，註10）和德國科學家赫可（E. Hackel，註11）將「凡貝定律」發展爲「生物發生律」（biogenetic law），這種理論最主要的立場乃是强調胚胎的發展（ontogeny）是種族進化（phylogeny）的重現。換言之，胚胎發展期間會出現動物進化史中的生態改變現象。穆勒用甲殼動物的胚胎發展來支持他的理論（註10），這些甲殼動物幼蟲發展的過程與成蟲的進化過程很相似。幼蟲必須經過陸續兌換的過程，若屬低等的甲殼動物，其胚胎發展在進化早期步驟中即停止；若屬高等的甲殼動物，其胚胎發展則必須經過進化過程的每一個步驟。

但「生物發生律」的說法卻與其他後來的科學證據不合。大部份高等動物的胚胎之發展與其祖先的形狀完全相異，許多進化步驟並不見於胚胎發展期中，有些甚至與胚胎發展的情形相反。譬如牙齒被認定是從鱗甲進化而來的，而且比舌頭發展爲早，因爲動物需要先能嚼才能吞，但在哺乳動物的胚胎發展中，舌頭卻比牙齒發展得早（註12）。

從仔細研究棘皮類動物的胚胎發展中，科學家們發現其幼蟲之所以不同實是因爲要適應環境的關係，使它們變爲成蟲後有適應環境的能力（註

13）。換言之，胚胎發展過程中的形狀與成長動物的形狀相似的程度，遠勝其成蟲期類似祖先的形狀（註14）。由此可見胚胎的發展實在是在預備動物成長後的生存能力，而非種族進化的重現。在爬蟲、飛鳥和哺乳動物的胚胎發展過程中所出現的咽喉罅隙或內臟囊和魚類的很相似，但魚類的



圖二・卅九　比較三種脊椎動物胚胎發展的過程。ＶＰ指內臟囊或咽喉罅隙

這個結構日後發展成爲魚鰓，卻與爬蟲、飛鳥和哺乳類中的咽喉罅隙毫無關係（見圖二・卅九，第一期發展）。在一半的脊椎動物胚胎中，這些咽喉罅隙不會演變爲鰓，其餘一半的脊椎動物胚胎只有後部的咽喉罅隙發展成鰓，但在胚胎期的咽喉罅隙卻不是眞正的體內鰓（註15）。

基於上述種種難題，「生物發生律」又被重新加以註釋如下：所有動物胚胎發展的步驟都很相似，只是偶爾這些發展步驟會與動物的進化過程相像。這個新立場不過是綜合人所共知的現象，因爲脊椎動物早期的胚胎發展至第一期時都是十分相似的（見圖二・卅九），而這些相似的發展必定對動物的成長及其身體的演變有重大關係，因此或用進化論或用創造論來解釋都應佔同等重要的地位。

二・五　參考書目

1. Romer, A. S. Vertebrate paleontology. Chicago: Univ. Chicago Press; 1966: 79.
2. Sussdorf, D. H.; Draper, L. R. J. Infect. Dis. 99:129; 1956.
3. Archer, O. K.; Sutherland, D. R.; Good, R.A. Nature. 200:337; 1963.
4. Wurtman, R. J.; Axelrod, J. A. Sc. Am. 213 (July):54; 1965.
5. Gaston, S.; Menaker, M. Science. 160 (June 7):1125; 1968.
6. Thompson, W. R. Introduction to the origin of species by C. Darwin. London: J. M. Dent and Sons; 1956: XIV.
7. Kent, G. C. Comparative anatomy of the vertebrate. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1973: 281.
8. Barrett, J. T. Textbook of Immunology. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1974: 65.
9. Von Baer, K. E. Uber Entwicklungsgeschichte der Tiere, Beobachtung und Reflexion. Konigsberg; 1828.
10. Muller, F. Fur Darwin. Leipzig; 1864.
11. Hackel, E. Naturliche Schopfungsgeschichte. Berlin; 1868.
12. DeBeer, G. Embryos and ancestors. 3rd ed. London: Oxford Univ. Press; 1958: 7.
13. Foll, H. B. Biograph. Rev. 23:81; 1948.
14. Olson, E. C. The evolution of life. London: Weidenfeld & Nicholson, 1965; reviewed by DeBeer, G. Nature. 206 (April 24):331; 1965.
15. Ballard, W. W. Comparative anatomy and embryology. New York: Ronald; 1964: 75.

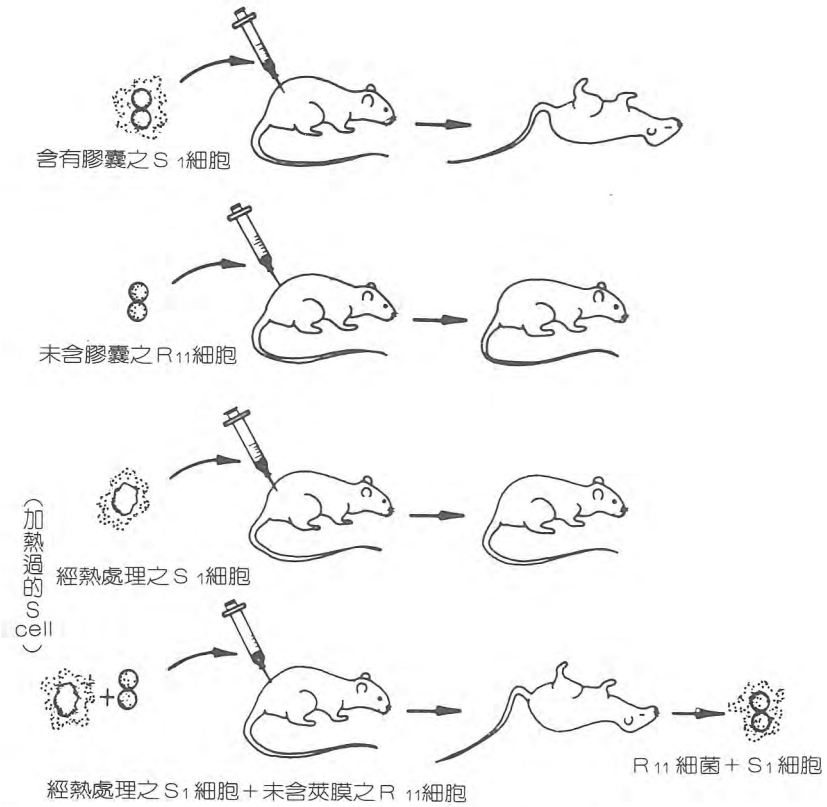
二・六　分子生物學與遺傳學上的證據

二・六・一　去氧核醣核酸（DNA）乃遺傳基因　卷一，一・四之中曾提到生物中的異態乃是源於突變和重組作用，經過天演的過程之後變成新的品種，因此這些異態是進化過程的原料。在分子生物學未發達之前，生物學家對遺傳基因的特性知道得很少，後來有人發現細胞中的生物巨分子（biological macromolecules）與遺傳基因有密切關係，因此生物學家將他們的注意力轉移到研究這些生物巨分子與孟德爾的微粒因子（見卷一，一・三）的關係上。

第一個劃時代的實驗爲後來對核酸的研究舖出一條康莊大道，一九二八年貴利飛（F. Griffith，註1）發現肺炎雙球菌會受細胞外來的影響而變質（transformation）。肺炎雙球菌之所以能引致肺炎，乃是由於它的莢膜（Capsule），這種莢膜乃是一層包圍在細菌外壳的黏滑物，可以阻止動物體中的白血球對細菌的侵襲。不會導致肺炎的雙球菌就沒有這種莢膜，因此很容易被動物體中的白血球消滅。貴利飛發現有一種耐熱的東西可從經熱處理後有害的肺炎雙球菌（S. form）轉移到無害的雙球菌中（R. form），這種東西在無害的雙球菌中發生作用，幫助它們製造出莢膜，因此「變質」成爲有害的肺炎雙球菌（見圖二・四十）。一九四四年，艾佛瑞（O. T. Aveny）、麥格理（C. M. Macleod）和麥卡特（M. J. Mccarty）（註2）三人將貴利飛所發現之耐熱東西詳加分析，發現原來是細菌中的去氧核醣核酸（DNA）能使肺炎雙球菌變質（見圖二・四十一）。

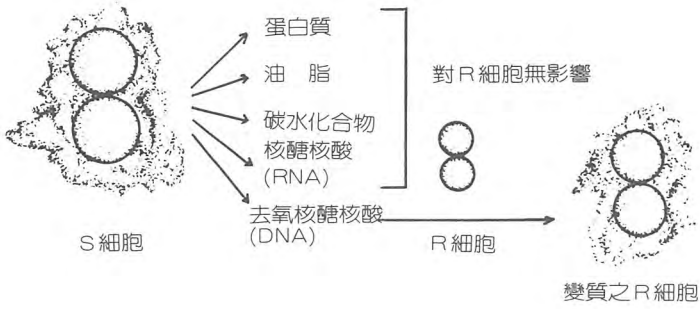
當生物學家認定遺傳基因乃是一種化學合成物去氧核醣核酸之後，下一個最重要的研究步驟就是要找出：①去氧核醣核酸的化學結構是什麼？②去氧核醣核酸怎樣將遺傳基因的訊號留傳給下一代？華生（J. Watson）和克瑞格（F. Crick）提出他們劃時代的雙旋模型（Double Helix）（註3、4），解答了上述兩個重要的問題，爲生物學樹立起一個嶄新的里程碑。首創發展迅速的分子生物學，影響近代生物學的理論極深。

一個要能用來解釋化學結構遺傳基因功能的，它一定需要具有下列兩個條件：①它要能有自動複製的能力，而且複製後的產品要與原來的模型完全一樣。②它還要有能力將一些遺傳特性傳給後代。華生氏和克瑞格的雙旋模型就具有上述兩個條件（見圖二・四十二）。



圖二・四十　細菌變質之現象為貴利飛所發現。有莢膜(S form)之雙球菌能導致老鼠死亡；無莢膜之雙球菌(r form)不會。經過熱處理S cells本為無害，若與活生生的R cells之混合，則也能導致老鼠死亡，因活之R cells已變質成為有莢膜包圍之雙球菌。

這去氧核醒核酸的雙旋模型可以從幾個不同的層次來分析，第一個最重要的是去氧核醣核酸的根基（Bases ）：就是包括胸腺嘧啶（thymine ）和胞嘧啶（ cytosine ）的嘧啶（pyrimidines ），和包括腺嘌呤（adeninee ）和鳥糞嘌呤（ guanine ）中的嘌呤（purines ）（見圖二・四十



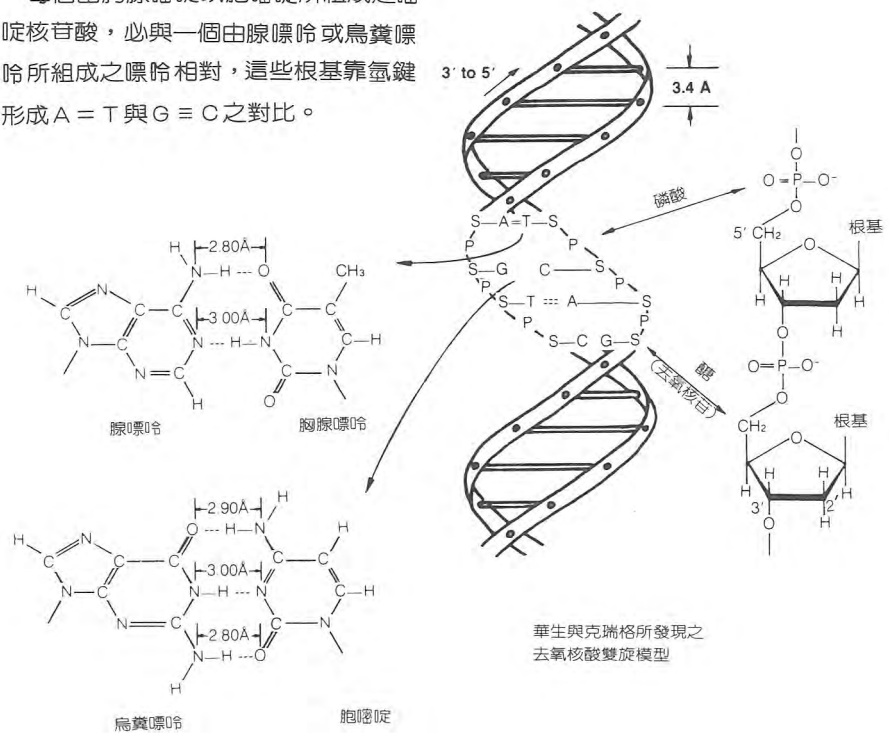
圖二・四十一　變質原則，將由化學方式取出有膠囊之雙球菌，在試管中分別與所取出之成份實驗。艾佛瑞、麥格理和麥卡特三人發現導致細胞變質的主要成份是去氧核醣核酸。

三）。這些根基可用氫鍵（hydrogen bonds ）形成一種半安定的對比狀態（即腺嘌呤以兩個氫鍵與胸腺嘧啶對比，鳥糞嘌呤以三個氫鍵與胞嘧啶對比（見圖二・四十二）。第二個角度乃是其核苷的安排（nucleoside ），這是由一個根基與一個五碳糖（有一個五角形的糖分子（5 membered furanoese ring ）結合而成的。若在五碳糖的第2′ 位置缺少氧原子，那麼這核苷就變成了去氧核醣（dexyriboside ）。第三個角度則要看其核苷酸（nucleotide ），它包含核苷和五碳糖第5′位置的上應有一個磷酸（ph--osphate ）。第四個角度是一個核苷酸的第5′位置的磷酸與另一個核苷酸第3′位置的羥基（hydroxyl group ）結合而成多核苷酸（Polynucleotide ）（見圖二・四十四）。最複雜的一個角度乃是兩個毗連的多核苷酸由一系列根基彼此之間的氫鍵連合，而成一個雙旋模型（Double helix ）。

這去氧核醣核酸的雙旋模型能自動複製，當這雙旋解開和分離之後，去氧核糖核酸的每一股多核苷酸（ Strand of Polynuclectide ）就會自動成爲複製已分離另外一股多核苷酸的樣板，因爲上文所提到的根基對比是十分特定的（即腺嘌呤只與胸腺嘧啶對比，鳥糞嘌呤只與胞嘧啶對比），所以去氧核醣核酸的複製十分準確。在去氧核醣核酸複製的過程中，母分子分離成爲兩股多核苷酸，然後按對比規則，新的兩股多核苷酸按照原已

圖二・四十二　去氧核醣核酸根基之對比

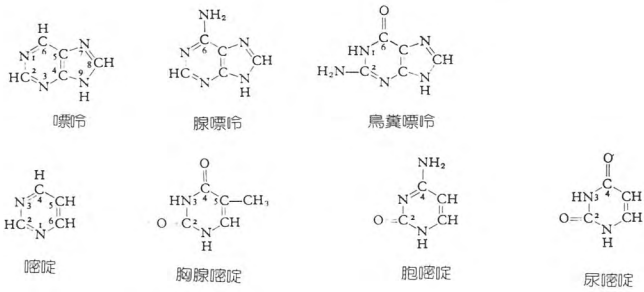
每個由胸腺嘧啶或胞嘧啶所組成之嘧啶核苷酸，必與一個由腺嘌呤或鳥糞嘌呤所組成之嘌呤相對，這些根基靠氫鍵形成A＝T與G≡C之對比。



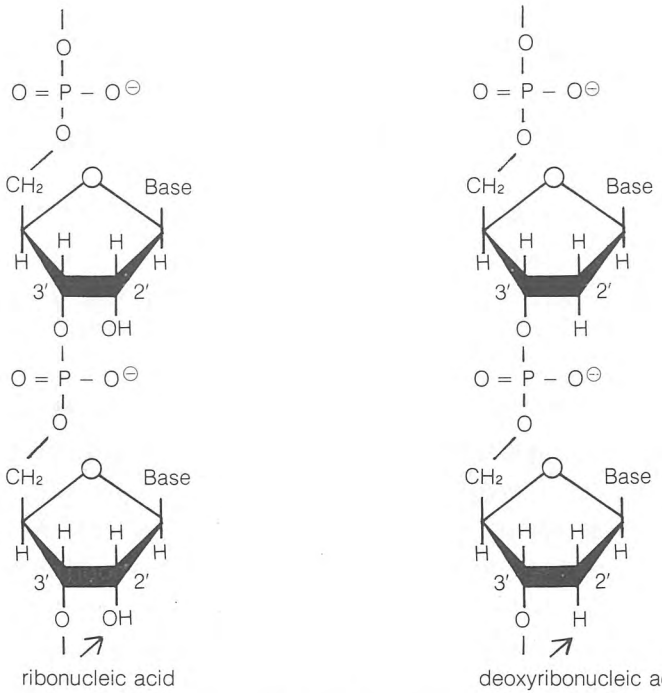
分離的多核苷酸複製，因而產生兩個與母分子完全一樣的子分子（見圖二・四十五）。

二・六・二　基因的表現（gene expression）和基因暗碼（the genetic code）　生物中遺傳基因的表現可以下列分子生物學的原則來代表：即去氧核醣核酸→核糖核酸→蛋白質。去氧核醣核酸中的遺傳訊息先被製成核酸，然後這帶有訊號的核酸被製造成爲蛋白質（見圖二・四十六）。

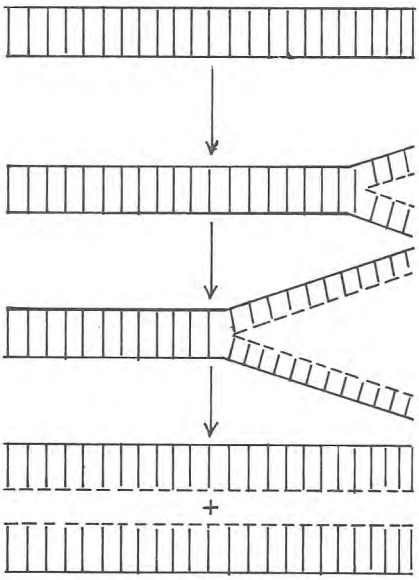
從去氧核醣核酸製造的核醣核酸（RNA or ribonucleic acid）是單股的（去氧核醣核酸有雙股），核醣核酸內含腺嘌呤、胞嘧啶、和鳥糞嘌呤、與去氧核醣核酸內的三個根基相同，但第四個根基是尿嘧啶（uracil



圖二・四十三　嘌呤與嘧啶



圖二・四十四　在核醣核酸第2′位置上的氧與去氧核醣核酸之比較圖



相連接之去氧核醣核酸雙旋模型。兩平行線代表由糖磷酸所組成之主幹，直線代表連接不同根基之氫鍵（參閱圖二・四十二）

雙旋模型解開並分離後，新的去氧核醣核酸（……）。以母分子之去氧核醣核酸爲樣板經化合而成。

兩個子分子的去氧核醣核酸雙旋模型。一個來自母分子，一個化合而成。

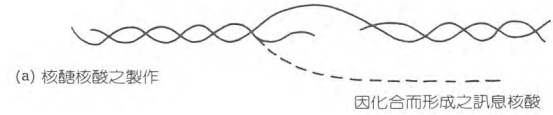
圖二・四十五　去氧核醣核酸的複製

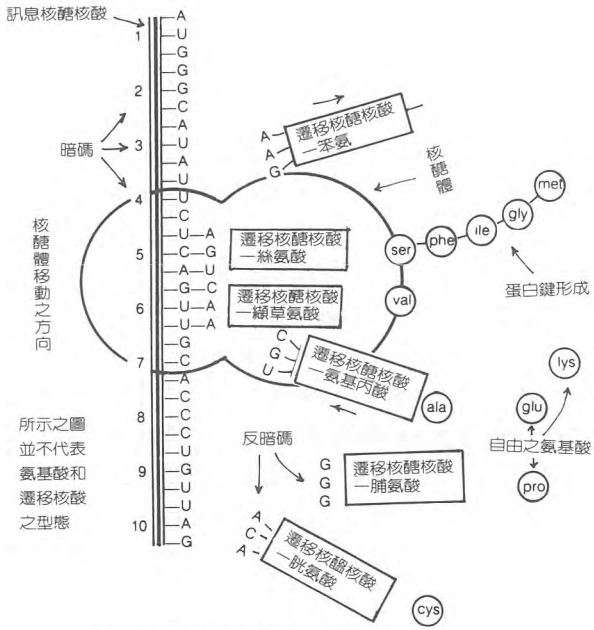
），代替了去氧核醣核酸中的胸腺嘧啶（見圖二・四十三，圖二・四十六）。核醣核酸的五碳醣（Pentose）第2′位置有氧原子（見圖二・四十四），與去氧核醣核酸相異，每一種不同的核糖核酸都是從去氧核醣核酸兩股中的其中一段製造而來，製造的方法也是按根基中氫鍵的對比而定（見圖四十六a）。

從去氧核醣核酸製做的核醣核酸有三種：就是訊息核醣核酸（messenger RNA）、遷移核醣核酸（transfer RNA）、和核醣體核酸（ribosomal RNA）：每一個遷移核糖核酸在蛋白質製造的過程中都携帶一個氨基酸，遷移核醣核酸中的反暗碼（anticodon）與訊息核醣核酸中的暗碼（codon）以氫鍵彼此對立結合配對（反暗碼和暗碼各有三個核酸根基互相對立）（見圖二・四十六b）。在核醣體（ribosome）上的氨基酸因訊息核醣核酸和遷移核醣核酸之間的相互作用得以彼此接近，因而產生肽結合（Peptide bond），將兩個氨基酸連接在一起，核醣體在訊息核醣核酸身上向前移動，使鄰近的核醣核酸暗碼可有空位與遷移核醣核酸上的反暗碼

相銜接，被遷移核醣核酸帶到核醣體上的氨基酸繼續藉着肽結合加添在長成中蛋白質的長度。

經過尼倫伯（ M.W. Nirenberg ）和馬特（ J.H. Mattaei；註5 ）；虛田拉（ S. Nishimura ）、鐘實（ D.S. Jones ）和可諾拉拉（ H.G. Knorana ；註6 ）等人的精心研究，他們揭曉了生物中基因暗碼的奧秘，發現在生物界中有二十種不同的氨基酸（ 表二・十五 ），用以組成生物中一切不同的蛋白質。在去氧核醣核酸中則有六十四個由三個根基組成的基因





圖二・四十六　核醣核酸按去氧核醣核酸製成，蛋白質再按核醣核酸製成

暗碼（genetic codes），可決定生物中的二十種氨基酸，這些基因暗碼藉着訊息核醣核酸上的暗碼和遷移核醣核酸上的反暗碼傳遞基因的訊息，因而製作成爲由基因決定的蛋白質中的氨基酸的排列。因爲基因暗碼（六十四個）比氨基酸（二十種）的數目多，所以基因暗碼有多元性（degeneraey）的特徵，即是每一個氨基酸由一個以上的基因暗碼來決定。表二·十六列出在核酸上的暗碼的根基排列，和它們所決定的氨基酸。

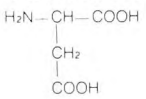
在基因暗碼所帶來的遺傳訊息中也有句頭辭（initiation codons）和句尾語（termination codons），使訊息如文章句子一樣有首尾之分。句頭暗碼GUG和AUG決定一種特別的氨基酸稱爲甲醯基蛋氨酸（N-Formylmethionine），必定站在細胞中每一個蛋白質或多肽（Polypeptide）的第一個位置上。但若GUG或AUG，位於訊息核酸的中間，它們卻分次決定纈草氨酸（Valine）和甲硫氨酸（methionine），句尾的暗碼被稱爲「無意義的暗碼」（non-sense codons）即UAA，UGA和UAG，它們並不決定任何氨基酸，因此當多肽（Polypeptide）因核糖體（ribosome）的移動，移到訊息核酸的「無意義暗碼」上時，再沒有氨基酸可藉肽結合連接，於是多肽離開訊息核酸和核醣體而成爲在細胞中獨立的蛋白質。基於上述的討論，遺傳基因的定義乃是位于句頭暗碼與句尾暗碼之間衆暗碼的排列，因此決定一股多肽在細胞中的製造，這定義被稱爲「一個遺傳基因決定一股多肽律」（one gene-one polypeptide）。這個定義屢次藉着在細菌中和在細菌病毒中的研究得以證實，被分子生物學家用作研究基因之間的相互作用時的臨床工具。

這因子暗碼的系統很可能是極普遍性的，下列暗碼在下至細菌、上至哺乳動物的細胞精華（cell extracts）中所決定的氨基酸都是一樣：UUU決定苯丙氨酸（phenylalanine）；AAA決定賴氨酸（lysine）；CCC決定脯氨酸（Proline）（註7）。從家兔細胞中提煉出來決定血紅素的訊息核酸放置在青蛙的卵母細胞（frog oocytes）中竟能促使這些青蛙細胞製做家兔的血紅素，這實驗指出基因暗碼在家兔和青蛙的細胞中決定相同的蛋白質製造過程。（註8）

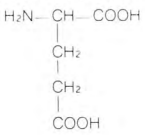
上述基因暗碼的普遍性被進化論學者引用來支持他們的理論，認爲所有生物都從一個來源進化而來，當這基因暗碼系統進化成功之後卻不再因環境變遷而變異，雖然生物其他的構造繼續演變。這個理論容易受到批評

表二・十五　日常所見之氨基酸

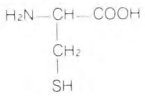
Amino Acids with Polar Side Chains



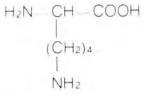
Aspartic acid
asp
$pK_a = 3.65$



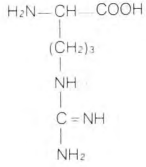
Glutamic acid
glu
$pK_a = 4.25$



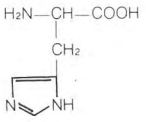
Cysteine
cys
$pK_a = 8.18$



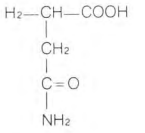
Lysine
lys
$pK_a = 10.53$



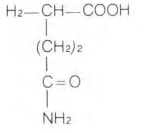
Arginine
arg
$pK_a = 12.48$



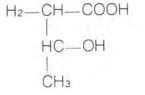
Histidine
his
$pK_a = 6.00$



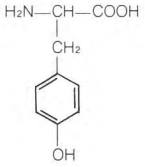
Asparagine
asn



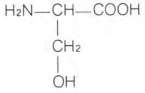
Glutamine
gln



Threonine
thr

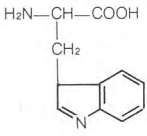


Tyrosine
$pK_a = 10.07$

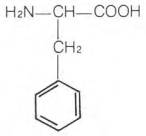


Serine
Ser

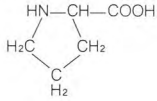
Amino Acids with Nonpolar Side Chains



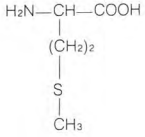
Tryptophan
try



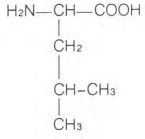
Phenylalanine
phe



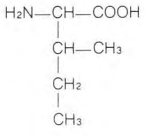
Proline
pro



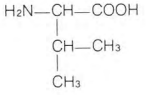
Methionine
met



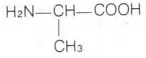
Leucine
leu



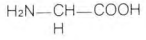
Isoleucine
ilu



Valine
val



Alanine
ala



Glycine
gly

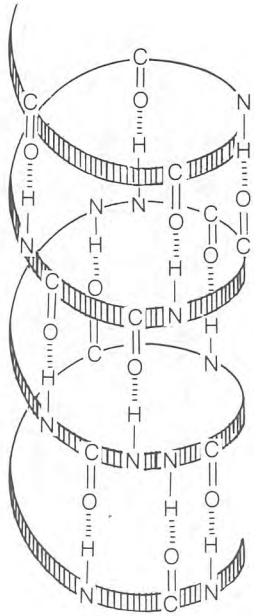
表二・十六　基因暗碼

5′ BASE	MIDDLE BASE U	MIDDLE BASE C	MIDDLE BASE A	MIDDLE BASE G	3′ BASE
U	UUU, UUC } Phe UUA, UUG } Leu	UCU, UCC, UCA, UCG } Ser	UAU, UAC } Tyr UAA ochre UAG amber	UGU, UGC } Cys UGA opal UGG Try	U, C } pyramidines A, G } purines
C	CUU, CUC, CUA, CUG } Leu	CCU, CCC, CCA, CCG } Pro	CAU, CAC } His CAA, CAG Gln	CGU, CGC, CGA, CGG } Arg	U C A G
A	AUU, AUC, AUA } Ile AUG* Met	ACU, ACC, ACA, ACG } Thr	AAU, AAC } Asn AAA, AAG } Lys	AGU, AGC } Ser AGA, AGG } Arg	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG* } Val	GCU, GCC, GCA, GCG } Ala	GAU, GAC } Asn GAA, GAG } Glu	GGU, GGC, GGA, GGG } Gly	U C A G

的地方，其一就是基因暗碼是否眞正不變，若我們能找到在生物界中有不同的基因暗碼，上述理論就不能成立。在眞核細胞的系統中，我們發現在訊息核酸的5′頭部有一種奇異的鳥糞嘧啶和它的三個連接的磷酸份子（triphosphate ），而且在訊息核酸的3′尾也有一段腺嘌呤單磷酸的連接(Polyadenosine monophosphate ），它們的功用雖然不明，但它們的存在卻指出，在眞核細胞中的基因暗碼可能有不同的功用，尚有待科學家去發現（註9 ）。另外一種說法可假設一位創造主以一個統一的基因暗碼藍圖來創造生物，因而牠們都有基本上相同的生理作用。

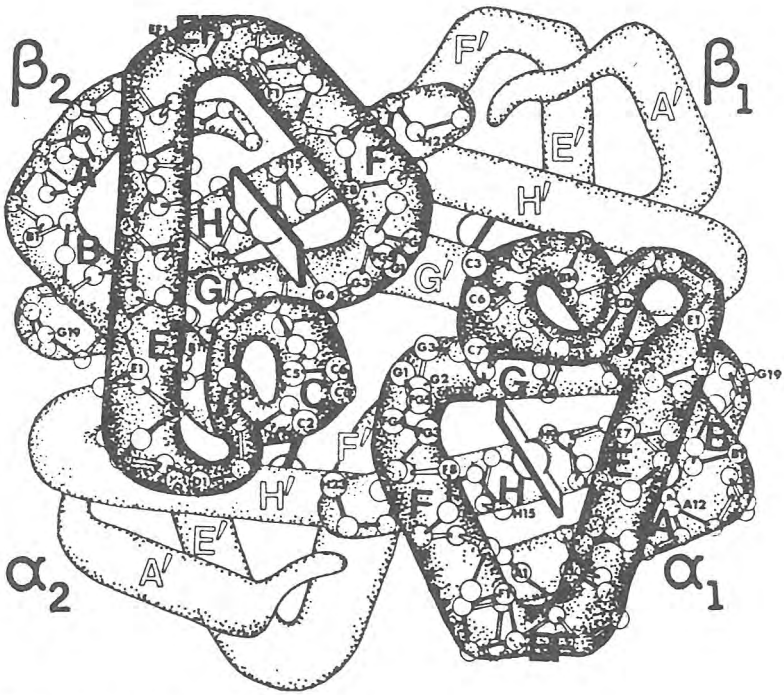
蛋白質是細胞中最普遍的成分，它們是細胞結構的基本成員，蛋白質中的酶（ enzyme ）更可以催化細胞中的新陳代謝作用。蛋白質的功用乃是基於它們的構造，這構造可以分爲四個階層：即是第一階層（ primary ）、第二階層（ secondary ）、第三階層（ tertiary ）、和第四階層（ quarternary ）。

蛋白質第一階層的構造乃是氨基酸藉着肽結合連接而成的一股多肽（



圖二・四十七　蛋白質因鄰近之氫鍵連接而成的Alpha螺旋

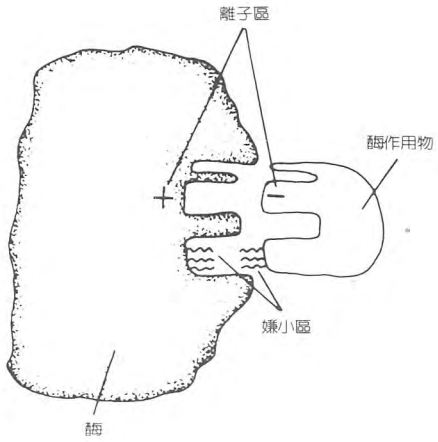
Polypeptide)。在生物界中有二十種很普遍的氨基酸，其中有十一種氨基酸在普通的生理環境之下乃是帶電荷的，它們具有極性的分子（ Polar side Chains ），其餘九種氨基酸在同樣環境之下卻不帶電荷，因爲它們沒有極性的分子（ non-polar side chains ）（ 見表二・十五 ）。每一種蛋白質都具有特殊的氨基酸排列，能決定它第二、第三和第四階層的構造。其中一種代表性的第二階層構造乃是多肽的螺旋（ alpha helix)(見圖二・四十七和圖二・四十八中的蛋白質封套（ envelope ）。這種螺旋構造乃是由在每股多肽內的氫鍵連接而成。蛋白質的第三階層構造乃是它在溶液中球狀的結構，由每股多肽內氨基酸之間的非共價鍵（ non-coralent bonds ）彼此作用所形成，蛋白質中若有多過一股多肽，它就有第四階層的構造，這構造中每一股多肽被稱爲次單位（ Subunit ），多股次單位乃是由彼此之間的非共價鍵連接而成第四階層構造（ 見圖二・四十八 ），血紅素或血紅蛋白（ 圖二・四十八 ）乃是在脊椎動物紅血球中携帶氧氣的蛋白質，它具有上述四個階層的構造，有兩股α和兩股β次單位。



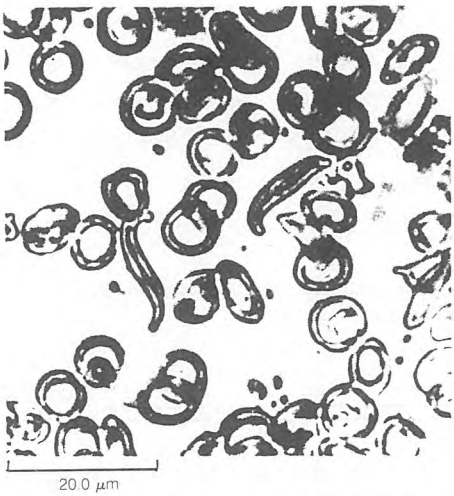
圖二・四十八　血紅蛋白或血紅素

蛋白質的功用乃是在於它的第三和第四階層的結構，可以用鑰匙與鎖的關係來代表，這關係最合適作爲酶之催化作用的寫照。若我們用鎖來代表酶（所有的酶都是蛋白質）的特殊結構，那麼鑰匙就是被酶所催化的作用物（substrate），它們之間的關係是十分特殊的（見圖二・四十九）。若酶的立體構造被毀壞，酶所催化的作用便不能進行。

很多遺傳性的疾病都是源於一種蛋白質不正常的結構，最常被引用的例子就是鐮刀型貧血症（sickle-cell anemia）（見卷一，三・二・一・D）。這種先天疾病乃是因爲在血紅蛋白的β多肽中，第六個位置的氨基酸與正常的血紅蛋白不同，這不同的氨基酸驅使病人的血紅蛋白的立體構造變形，使鄰近的血紅蛋白連在一起，携帶這些連接起來的血紅蛋白的紅血球因而在有氧氣的時候變成鐮刀狀（見圖三・五十），這些鐮刀狀的紅血



圖二・四十九　酶與酶作用物之間的關係，可用鑰匙與鎖的關係來代表。此例中其空間之安排正好使得離子與嫌水區發生作用。



圖二・五十　正常的紅血球（碟狀）與貧血病的紅血球（鐮刀狀）在顯微鏡下的寫照。

球只有正常紅血球一半的壽命，當這些鐮刀狀的紅血球蒐集在一起時會引致重要器官的內傷，因此患鐮刀血球貧血症的病人很少能活上三十歲，這種症狀被稱爲分子疾病（molecular disease），因爲病源乃是由於一個蛋白質分子因氨基酸兌換而引致的改變。

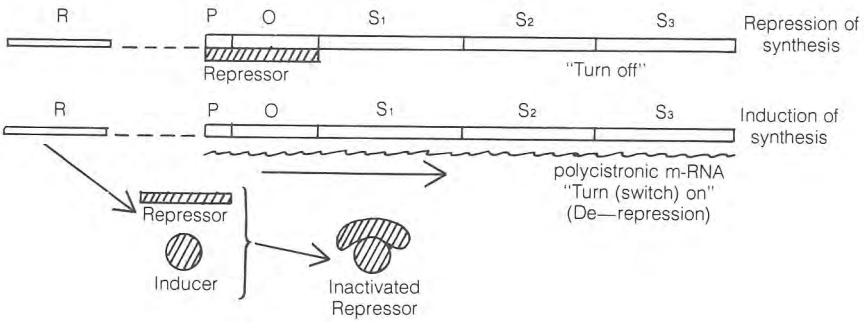
在細胞中酶蛋白質（enzymatic protein）的製造乃是一種精細管制的過程，這過程稱爲基因表現（gene expression），有最充份證據來證明

的基因表現模型乃是「管理系統」（operon model），這系統在細菌中已屢經證實，這管理系統乃是由經常聚在一起的遺傳基因所構成。這些基因在細菌的染色體上往往佔有鄰近的位置，它們所決定的蛋白質大多具有相同的用途，這些基因受制於一個由「管理基因」（operator gene）和調節基因（regulator gene）所決定的蛋白質間的相互作用所管理。

最著名的「管理系統」模型乃是在「大腸埃希氏菌」（Escherichia coli）的「乳醣管理系統」（lactose operon）（註10）（見圖二・五十一）。乳醣管理系統是由三個結構遺傳基因聚在一起而構成：第一個基因決定乳醣酶（β-galactosidase）的製造，這乳醣酶能將乳糖水解成爲半乳醣（galactose）和葡萄糖（glucose）；第二個遺傳基因決定乳醣滲透酶（galactoside permease）的製造，這滲透酶催使含有半乳醣的糖份子滲透細胞膜；第三個遺傳基因決定乳醣醋酸化酶（galactoside acetylase）的製造，這醋酸化酶把乳糖分子加上一個醋酸分子。上述三個遺傳基因的表現有賴於其他三個基因的相互作用：調節基因（regulator gene）製造一種抑制蛋白質（repressor protein），與管制基因（operator gene）連接加上啓動基因（promotor gene）連接上核酸聚合酶（RNA polymerase），依照遺傳基因的構造來製造核酸。

這個管理系統精彩的地方乃是三個結構基因之表現有賴於抑制蛋白質

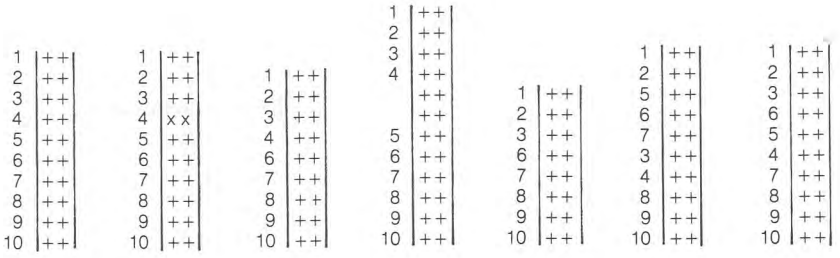
管理系統乃是指一管理基因改變其基因順序，且與結構因子結合　R代表調節基因；O代表管理基因；S1，S2，S3爲三種不同之結構基因；P爲啓動基因



圖二・五十一　管理系統之模型

與管制基因的脫離。當抑制蛋白質與外來的感應物（inducer）（即乳糖lactose）連接之後，它就失去與管制基因連接的功用，因此三個結構基因得以被核酸聚合酶採用，來製造上述與乳醣產生作用的酶，作爲感應物的乳醣因被這些酶消化而被細胞吸收。當細胞內的乳醣含量減少後，抑制蛋白質就不再受乳醣的限制，可恢復與管理基因的連接，攔阻核酸聚合酶按照結構基因製造核酸。這「抑制蛋白質」已被生物化學家從細菌中提煉出來，而且加以詳細分析；被鑑定爲變型蛋白質（allosteric proteins），在與小型分子如乳醣連合之後，能產生立體型狀的變化，這變化使「抑制蛋白質」可能再與管理基因連接。

在「大腸埃希氏菌」的連鎖圖案（linkage map）中已發現了三十一個管理系統（註11），所以這管理系統在細菌中是一套十分重要基因管制過程，這三十一個管理系統不一定都按照上述的「乳醣管理系統」一樣受管制，但是所有的管理系統都有管理基因，它與調節基因所製造的蛋白質共同管制結構基因的表現。我們尚不知這管理系統是否也通用在眞核細胞生物之中，在這些眞核細胞生物中的染色體含有染色體蛋白質（Chromosomal protein），加上核醣核酸和去氧核醣核酸，所以研究眞核細胞中的基因管制是一件相當困難的事。但有少數的實驗似乎提議在眞核細胞中也有管理系統存在（註12）。突變（Mutation）能改變調節基因的表現，這些突變被人認爲是分子進化（molecular evolution）的成因，在下文我們將會詳細研究這理論。



圖二・五十二　六種易分辨的分子突變

二・六・三　突變的分子原則（Molecular Principles of Mutation）

遺傳基因的突變可被分辨出來的有六種（註13）（見圖二・五十二），這些突變都在乎去氧核醣核酸的改變：

(1)一個或多個核苷酸的兌換（Nucleotide Substitution）。

(2)核苷酸的刪除（Nucleotide deletion）。

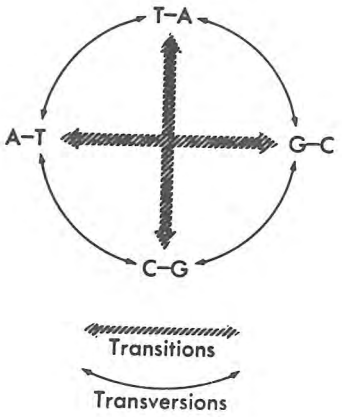
(3)一個或多個核苷酸插進去氧核醣核酸中，然後恢復去氧核醣核酸的五碳糖之間的磷酸鍵。

(4)刪除去氧核醣核酸中的一大段（大量核苷酸的刪除（extended deletion）。

(5)被刪除去氧核醣核酸中的一段，卻插進去氧核醣核酸不同的位置中（基因遷移（translocation））

(6)被刪除去氧核醣核酸中的一段，先被旋轉一百八十度，然後再被插進去氧核醣核酸中的不同位置（基因逆轉（inversion））。

A. **核苷酸的兌換**（Nucleotide substitution）。雖然上述有六種不同的分子突變，但在進化過程中佔有重要地位的只是核苷酸的兌換。在大自然中大部份自然發生的突變（spontaneous mutation）乃是屬於核苷酸的兌換，很多這種的突變不但沒有給生物帶來害處，有時還賦予它們適應環境的能力。

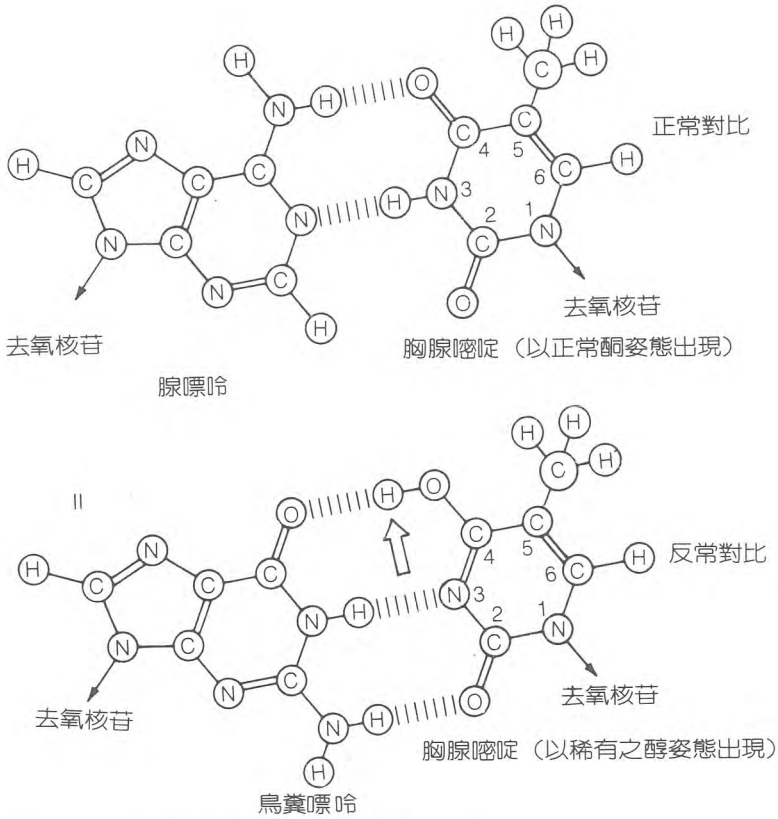


圖二・五十三　核苷酸之取代

當一股核苷酸發生突變時，在複製過程中，新的核苷酸將會與其相對之調節基因(regucar partner)成對此產在如或在TA　T爲C所取代，即可產生CG對　每對根基可產生一項嘧啶對嘧啶的兌換可經過二項，嘧啶與嘧啶間的彼此兌換

核苷酸的兌換可藉着兩條途徑完成：一是嘧啶與嘧啶之間或嘌呤與嘌呤之間的彼此兌換（transition），或嘧啶與嘌呤之間的彼此兌換（transversion）（見圖二・五十三）。下列幾種過程可以解釋這兩種核酸兌換的途徑：

1. 互變（tautomeric shift）在去氧核醣核酸中的根基可因着環境中的氫度（或氫游離子數）（PH or —log [H⊕]）自動調節氫原子的位置，引致根基不同的形狀，這種自動調節份子中的氫原子的作用稱爲「互變」。譬如胸腺嘧啶（thymine）通常是以酮（Keto）的姿態出現



圖二・五十四　胸腺嘧啶正常與反常的根基對比

，與腺嘌呤（ adenine ）成對比，但是偶然的互變會使胸腺嘧啶變成醇（ enol ）的姿態，而因此能與鳥糞嘌呤（ guanine ）成爲對比（ 見圖二・五十四 ）。若上述的互變在去氧核醣核酸複製過程中發生，那麼複製而來的子分子去氧核醣核酸以鳥糞嘌呤取代了腺嘌呤的位置，因而形成了嘌呤與嘌呤之間的彼此兌換。

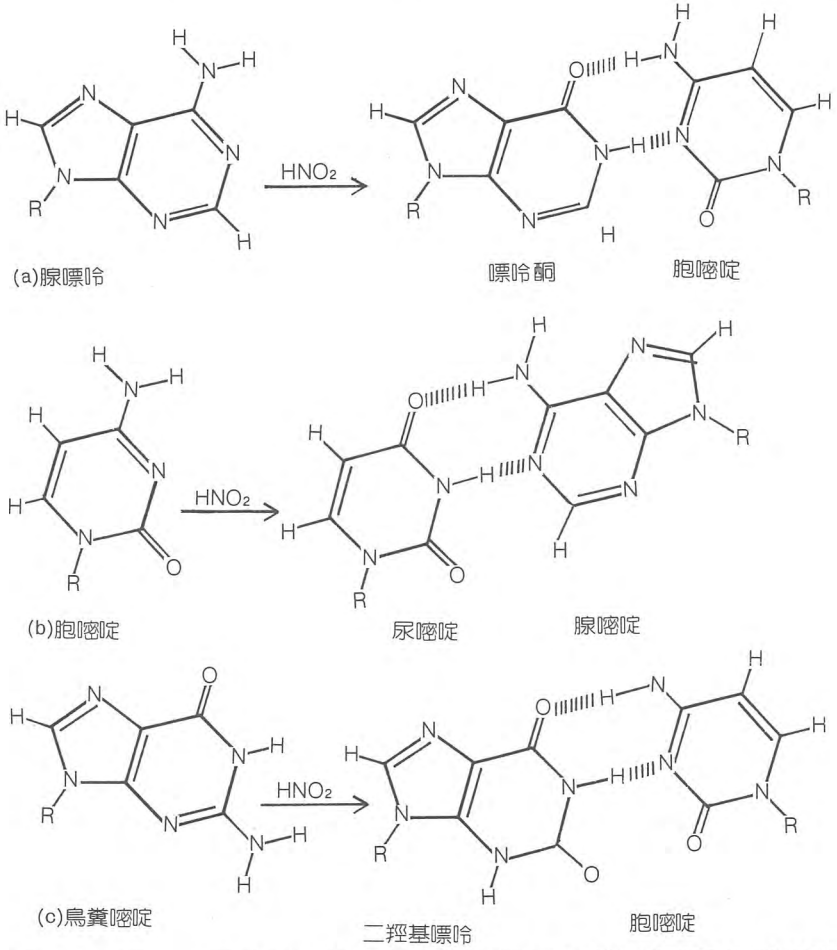
2. **核苷酸根基的去氨作用**（ Base Deamination ） 在細胞中的新陳代謝作用往往產生副產品如過氧化物（ peroxides ）、亞硝酸（ nitrous acid ）、甲醛（ Formaldehyde ），與嘌呤和嘧啶的同型根基（ Base Analogues ）。這些副產品都可以引起去氧核醣核酸中嘌呤與嘌呤之間或嘧啶與嘧啶之間的彼此兌換。譬如亞硝酸可使腺嘌呤、胞嘧啶、和鳥糞嘧啶依次經過去氨作用成爲嘌呤酮（ Hypoxanthine ）、尿嘧啶（ Uracil ）和二羥基嘌呤（ Xanthine ）（ 見圖二・五十五 ）。嘌呤酮及尿嘧啶與腺嘌呤或胞嘧啶的對比根基並不一樣，但鳥糞嘌呤經去氨作用所引致的尿嘌呤卻與鳥糞嘌呤一樣與胞嘧啶成對比。

3. **基因突變的效應**（ Mutator Gene Effect ） 在「大腸埃希氏菌」和 沙門氏「傷寒菌」（ Salmonella typhimurium ）中有一種基因的突變，似乎能加增所有能測度到的基因自然突變率（ Spontaneous mutation rate ）達一百倍到一千倍之高，具有這些突變的遺傳基因被稱爲突變基因（ mutator gene ）（ 註14 ）。因這突變基因而引起的其他基因的突變全都是嘌呤與嘧啶之間的彼此兌換。至今這些細菌中的突變因子能造成何種產物尚未爲人所知曉，但在專門襲擊大腸埃希氏菌的細菌病毒bacteriophage T_4 中（ 註15 ）所發現相似的突變基因卻能製造去氧核醣核酸聚合酶（ DNA polymerase ），這酶乃是複製去氧核醣核酸過程中的主要成因。因此突變基因的變動會引致這去氧核醣核酸聚合酶的反常作用，使去氧核酸複製時常常發生錯謬的根基對比，導致嘌呤與嘧啶之間的彼此兌換。雖然在正常時期，這去氧核醣核酸聚合酶有時也會引起根基對比的錯誤，但這種錯誤比起上述去氧核醣核酸聚合酶因突變基因的突變而反常時引致的謬誤實在是不足爲道的（ 註16 ）。

在果蠅 Drosophila melanogaster 第三個染色體上有一個稱爲 mu 的遺傳基因可能與細菌中的突變基因相似。這遺傳基因能增加引起致命傷的突變，而且它可以牽制果蠅中正常的修補突變的過程（ DNA repair ），使

引致果蠅形態改變的突變頻率驟增（註17、18）。

4. **照射作用**（Irradiation Effect） 照射作用往往也會引致遺



圖二・五十五 去氧核醣核酸被亞硝酸氧化及去氨作用後之根基對此。(a)腺嘌呤經去氨作用變成嘌呤酮，與胞嘧啶連接，而不與胸腺嘧啶結合。

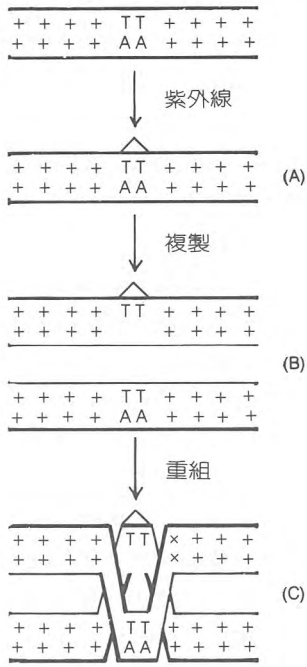
b)胞嘧啶經去氨作用變爲尿嘧啶，與腺嘌呤連接，而非與鳥糞嘌呤連接。(c)鳥糞嘧啶經去氨作用變爲二羥基嘌呤，繼續與胞嘧啶連接，R是去氧核醣核酸中之醣磷酸主幹。

傳基因的突變，這些突變有時在進化過程中佔有重要的地位。人最常研究的照射作用乃是紫外線和X射綫。紫外線 (ultraviolet light) 能引致在去氧核醣核酸中兩個鄰近的嘧啶根基以共價鍵連接而成二元體 (dimerization)(見圖二・五十六)，成爲二元體之後的胸腺嘧啶失去它與腺嘌呤對比的能力，在這具有二元體的去氧核醣核酸的複製過程中，因爲二元體不能有正常的根基對比，因此在去氧核醣核酸的子分子中產生彼此不銜接的罅隙 ， 與失去功用的胸腺嘧啶之二元體相對。這些有罅隙的去氧核醣核酸分子可以經由彼此對比所產生的重組作用 (recombination) 而被重新修補。但在這過程中往往也會錯誤百出，引致在經過重組之後的去氧核醣核酸中產生核苷酸的兌換 (見圖二・五十七)。X射綫能將去氧核醣核酸的雙旋構造攔腰截斷，也能引致雙旋中的兩股以共價鍵彼此連接，不能再被複製 (見圖二・五十八)。



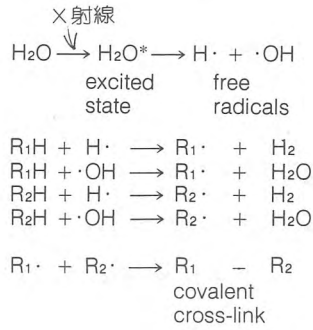
圖二・五十六　由紫外線形成的胸腺嘧啶之二元體

B. **核苷酸的刪除** (Nucleotide Deletion)　在自然發生的突變中，除了只包含核苷酸兌換的種類之外，還有少數的突變被鑑定爲核苷酸的刪除，被刪除的去氧核醣核酸可能包括一個或數個遺傳因子。一個最好的例子就是需要依賴外加的一種氨基酸：色氨酸 (tryptophan) 來生長的一種大腸埃希氏細菌，這種變態的細菌還可以敵擋細菌病毒 (Coliphage T_1 的侵襲 (註16)。根據遺傳學上的研究，發現這種細菌中含有細菌病毒T_1的感受體 (receptor) 和決定製造色氨酸的酶的遺傳因子都在去氧核醣核酸中被刪除。引致這種變態細菌的原因至今仍是一個謎 (註16)。



圖・五十七　紫外線所引致的突變

二・六・四　**分子突變之間的關係**　有人常常以爲由於突變往往帶給生物不良的後果，因此經過突變的生物自然地會被環境所淘汰，不能成爲促使進化過程發生的成因。上文已提到，若基因的突變牽涉到去氧核醣核

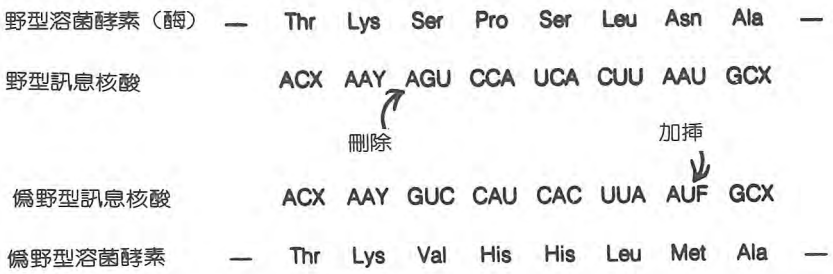


圖二・五十八　X射線可能引致兩股去氧核醣核酸的連接

酸的激烈變遷，那麼有這突變的生物自然會死亡。能造成一大段去氧核醣核酸突變者，如核苷酸的加插（insertion）或刪除，以及基因遷移（translocation）、基因逆轉（inversion）等均會引致去氧核酸的激烈變遷，使突變所在的基因密碼（triplet code）移展至全部的去氧核醣核酸都會被變更，因此要製造的蛋白質產品內的氨基酸也差不多需要完全重新排列，這種排列之後的蛋白質通常都失去原來的功用，經過這種突變的生物自然無法生存。

但若突變只影響蛋白質中一些無關緊要的氨基酸，那麼這個突變在要適應環境時既不被淘汰，也不被選擇，這特性可稱爲選擇中和性（Selectively neutral）。譬如經過核苷酸兌換所帶來的氨基酸與原來的氨基酸有同樣的離子特性（ionic properties），那麼經過突變後的蛋白質所受的影響則不大，因此這突變可說是選擇中和性的。

有些本來是有害的突變往往被細胞的其他功能所鎮壓。譬如在製造蛋白質的過程（translation）中所發生的錯誤，有時可以將錯就錯地修補了突變引致的損害，因爲它將一個正常的氨基酸安放在一個因突變而引致錯亂的基因密碼上，使所產生的蛋白質能有正常的功用，這種現象被稱爲表型的鎮壓（phenotypic suppression）。最後在去氧核醣核酸中前後兩個突變因爲互相補償的關係會使生物的移框突變（frame shift mutation）得以修補，因爲在這兩個突變之外的氨基酸都是正常的。若受這兩個突變所影響的氨基酸在蛋白質中是無關緊要的話，那麼經過這種修補之後的蛋白質與正常的蛋白質會具有同樣的功能（見圖二・五十九）。在下文中我們會研究一些可能對生物有益的突變例子。



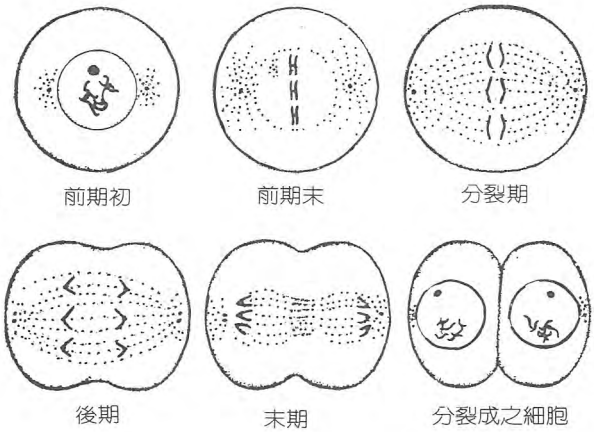
圖二・五十九 噬菌體(Bacteriophage T4)中的溶菌酶基因因着兩個互相補償的移框突變而得之結果

二・六・五 染色體突變的本質（Nature of chromosomal Mutation） 眞核細胞的生長主要是藉着有絲分裂（mitosis）來形成，只有在需要產生配子（gametes ）時，細胞則進行減數分裂（meiosis）（見圖二・六十，圖二・六十一），在早期的有絲分裂和減數分裂過程中，染色體的數目會增加一倍，而且因爲細胞核內的組織凝縮，使染色體變得分外顯眼。在有絲分裂中，染色體只經過一個分裂的過程，使分裂而成的兩個細胞均擁有與原來細胞同數的染色體。相反地，減數分裂卻會帶給新生的細胞一些遺傳基因的異態，當減數分裂中的同基染色體攣縮時，兩個染色臂（Chromatid ）彼此纏繞，因着機緣巧合的關係折斷和重組，與同基染色體中的其他一員重新結合（見圖一・五）。這種現象稱爲重組作用，賦予經減數分裂後的細胞新的遺傳基因的組合。

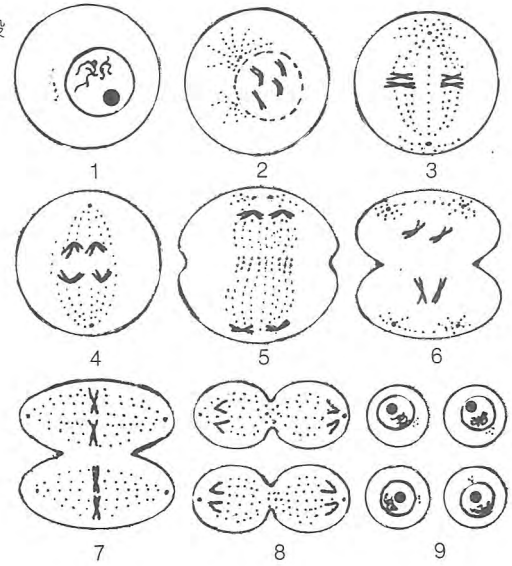
在染色體的複製和重組過程中有時會引致染色體的突變，這些突變可分爲兩種：第一種是染色體構造的改變，第二種是染色體數目的改變（註19）。第一種染色體突變還可以再細分爲染色體上一些遺傳基因的刪減或重覆，和染色體上的遺傳基因的重新排列。兩種「刪減」（deletion ）或「重覆」（duplication）的現象會引致遺傳基因的失落和加添，譬如有一正常的染色體上有AB CD EFG六個遺傳因子，若被刪減爲ABEFG ，那麼遺傳基因CD 就被染色體的刪減作用除去。同樣若這正常染色體突然加添了CD ，遺傳基因則變爲AB CD CD EFG，那麼這就是基於染色體的重覆作用而生的。

遷移（translocation ）、逆轉（inversion）和轉位（transposition ）均可引致染色體上遺傳基因的重新排列。遷移作用係兩個染色體上的遺傳基因彼此兌換。譬如染色體一有ABCDEFG六個遺傳因子，染色體二只有HIJK 四個遺傳因子，這兩個染色體經過遷移作用之後，使會變爲ABCDJK和HIEFG 兩個新的染色體排列，因爲遺傳因子EFG與JK彼此兌換。逆轉作用將遺傳基因在染色體上作一百八十度的轉變，可將ABCDEFG逆轉爲AEDCBFG。轉位作用則將遺傳基因在染色體上的位置掉換，譬如ABCDEFG 染色體因BC 基因的轉位而變爲ADEFBCG。

生物學中有幾種現象可引致染色體數目的改變，若在減數分裂中，配子細胞沒有承受生物整套的染色體，則會造成染色體的短缺現象（aneuploidy）。多元染色體（polyploidy ）乃是源於染色體複製過量，引致多過



圖二・六十　有絲分裂，一切細胞所必經之過程



圖二・六十一　減數分裂

一對之上的雙數染色體。

從自然環境中的生物族羣中，我們往往會發現染色體突變的現象，但

通常這些突變都帶給生物損害。雖然高許密（R. Goldschmidt）提議染色體上的系統性因子重整（Systematic Chromosomal rearrangement）（註20）會在某種環境之下帶來一個「有希望的怪物」（hopeful monster），但可惜沒有人能用實驗的方法來考驗他的理論。

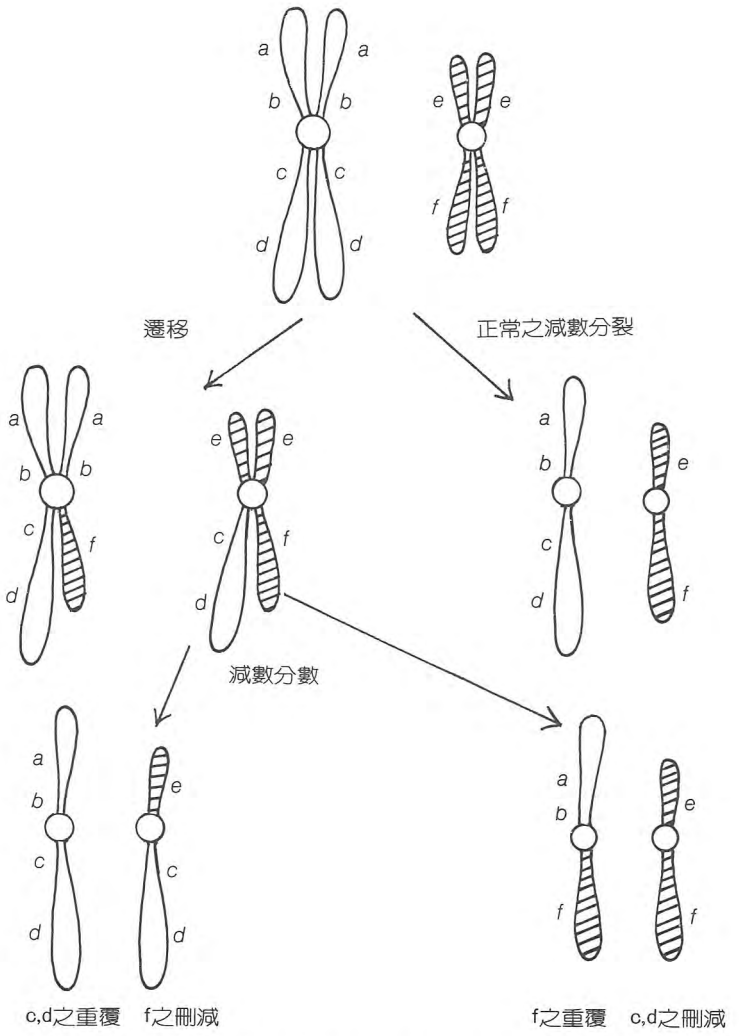
多元染色體往往在自然界的植物中出現，而且是難得可以直接觀察到的新種產生作用（speciation）之代表。（參卷一，三・三・一・D）。但這種多元染色體的現象在動物界並不多見，而且就算是動物，所有的多元染色體大部份都是從未經受精作用的卵細胞演變而成的生物（這現象被稱爲卵化作用parthenogenesis）。因此多元染色體不能用作解釋異性生殖的進化和遺傳上的異態，因爲它在有異性生殖和向外交配作用（outcrossing）的動物中不能成立。

遷移作用可以在細胞滅數分裂的時候引致染色體的「重覆」或「刪減」（見圖二・六十二）。在植物中的花粉和胚珠中，若有「重覆」或「刪減」的染色體，通常都是失去它們原來的功用，但有些植物卻能容納這些經過突變的染色體而繼續生存。動物中具有「重覆」或「刪減」的染色體之配子（gametes)亦仍能交配，但所產生的受精卵（就算卵子是正常的）通常都會夭折或變成不正常發展的動物。因此染色體突變能否是促使進化過程的成因實在是一個很大的疑問。

二・六・六　進化與基因平衡（Evolution and Genetic Equilibrium）　孟德爾的遺傳理論中提到有顯性和隱性（或潛性）的基因，我們從這理論很自然地便會想到下列的一個問題：在一個有不同性型（genotype）但能彼此交配的生物族羣中，隱性的因子是否會被顯性的基因取而代之？哈地（G.H. Hardy）是英國一位數學家，懷堡（G. Weinberg）是一位德國的醫生，他們二人一同尋索上述問題的答案，因而提倡一套哈地—懷堡的基因平衡理論（Hardy-Weinberg Genetic Equilibrium）。他們認爲在一個族羣中的基因比率（gene frequencies）和性型比率（genotype frequencies）會維持一種不變的平衡狀態，但這個族羣首先一定需具有下列的條件：

(1)這個族羣應有可觀數目的生物，使機遇不足以影響基因比率的改爲這個族羣至少應有一萬個生物。

(2)在這族羣中沒有突變的存在。若是有的話，突變（forward muta-



圖二・六十二　在減數分裂中因爲移位作用引致染色體的重複或削減。

tion)和還原突變（ backward mutation ）之間一定有相當平衡的速度。

(3)這族羣中沒有生物的遷徙，不會引致生物數目的改變。

(4)在這族羣中生物的交配和生殖不受任何環境的選擇和限制。

哈地與懷堡用一條數學方程式來表達他們的理論。他們用P 來代表顯性基因A的比率，q 來代表隱性基因a 的比率，用p^2來代表純合子顯性（AA的性型，2pq 來代表異合子（Aa），又用q^2來代表純合子隱性（aa）的性型。哈地—懷堡的理論可用以下兩條方程式來代表：

$$p + q = 1 \qquad ①$$
$$p^2 + 2pq + q^2 = 1 \qquad ②$$

第二條方程式實在乃是第一條方程式的二次方（binomial expression $(p+q)^2$），所以它是第一條方程式的引申。

讓我們來研究一個假想的族羣，這族羣中所有的生物都是異合子Aa，若牠們之間的彼此交配不受到限制，那麼在第一代子孫中的性型比例應是1/4 AA：1/2 Aa：1/4 aa（參卷一，一·三），在父母一代的A和a基因比率都是0.5。在第一代子孫中的基因比率不是在驟看之下可以算出，我們可以按照下列公式來計算p 和q 的基因比率：

$$p = \frac{\text{在族羣中A染色體的數目}}{\text{在族羣中所有包含A和a 的染色體的數目}} \quad \text{方程式(3)}$$

$$= \frac{1/4(AA)\times 2 + 1/2(Aa)\times 1}{1/4(AA)\times 2 + 1/2(Aa)\times 2 + 1/4(aa)\times 2}$$

$$= \frac{1/2 \quad + \quad 1/2}{1/2 \quad + \quad 1 \quad + \quad 1/2}$$

$$= \frac{1}{2} = 0.5$$

若我們用q 和 a 來取代 p 和A 在上述的方程式中的位置就可以算出a基因的比率。

在第二代子孫中，不受限制的交配產生在表二·十七中的子孫，其中的性型比率是4/16 AA ： 8/16 Aa ： 4/16 aa 。A和a的基因比率可依照上列的方程式(3)計算出來爲0.5：0.5 。

表二・十七　一族群之生物中有1／4是AA，1／4是aa，1／2是Aa，經自由交配後所生之後裔　交配雄雌　頻率　後裔

Mating MALE	FEMALE	Frequency	Offspring
AA	x *AA*	1/4 x 1/4	1/16 *AA*
AA	x *Aa*	1/4 x 1/2	1/16 *AA* + 1/16 *Aa*
AA	x *aa*	1/4 x 1/4	1/16 *Aa*
Aa	x *AA*	1/2 x 1/4	1/16 *AA* + 1/16 *Aa*
Aa	x *Aa*	1/2 x 1/2	1/16 *AA* + 1/8 *Aa* + 1/16 *aa*
Aa	x *aa*	1/2 x 1/4	1/16 *Aa* + 1/16 *aa*
aa	x *AA*	1/4 x 1/4	1/16 *Aa*
aa	x *Aa*	1/4 x 1/2	1/16 *Aa* + 1/16 *aa*
aa	x *aa*	1/4 x 1/4	1/16 *aa*
			Sum: 4/16 AA + 8/16 Aa + 4/16 aa

所以在上面的例子中，我們可以看到A和a 的基因比率在父母一代、第一代和第二代子孫中都是不變的，而且在第一代和第二代子孫中的性型比率也是不變的。正如方程式(2)所預料的一樣，根據方程式(2)我們可算到下列的結果：

$$p^2 = AA = 0.5 \times 0.5 = 0.25$$
$$2pq = Aa = 2 \times 0.5 \times 0.5 = 0.50$$
$$q^2 = aa = 0.5 \times 0.5 = 0.25$$

基因比率在適合上文提到的條件的族羣中是恒久不變的。

所以哈地和懷堡認爲在有上述的四個條件的族羣中基因比率和性型比率是恒久不變的，不論基因是顯性或是隱性。這種基因平衡的理論可用作衡量進化作用的一大指標，因爲基因比率的改變是進化（小進化）作用中最基本的單位。既然在大自然環境中少有同時符合上述四種條件的生物族羣，可見沒有生物族羣能保持哈地——懷堡的基因平衡。換言之，進化過程或基因比率的變更必然常常在大自然的生物族羣中發生。

改變基因比率的因素有幾種，其中有突變壓（mutation pressure）淘汰壓（selection pressure）和基因漂流（genetic drift）幾種：

A. **突變壓**　突變壓乃是突變速率與還原突變速率間的差異。既然自然發生的突變比比皆是，而且大自然的生物族羣中很難有突變平衡的現

象（即突變率與還原突變率相等），因此突變壓往往使穩定的基因比率增加，卻使常常發生突變的基因比率減少，雖然大多數人都以爲突變乃是進化作用的成因，但因爲突變的速率十分低（在一百萬的生物世代（generations）中只遇到一次突變），突變本身除卻下列例子之外，很難對進化作用產生很大的影響：①生物世代甚短的微生物；②在少數因多元染色體使新種產生作用迅速進行的高等植物中；因基因漂流而常常影響其基因比率之小族羣。在上述這幾種情況之下的突變是沒有規律的，而且這些突變只能稍微影響進化的過程和方向。

B. **淘汰壓** 淘汰壓是影響生物族羣中的基因比率變更中最重要的因素。它能引起某一個基因比率的遽變，只要這基因在每一生物世代中被選擇或淘汰。例如在一個假想的族羣中有一對同基染色體中的A或a的基因比率起初爲0.9：0.1，而它的AA、Aa和aa的性型比率爲 0.81 ：0.18：0.01： 若A基因在一個生殖世代（或周期）中被淘汰，使A的基因比率被減爲0.8，那麼a 基因的比率隨即會改變爲0.2，而AA 、Aa和aa 的性型比率也被依次減少成爲0.64：0.32：0.04（見表二・十八），若在以後每一個生殖世代中，A基因都被同樣地淘汰，那麼A基因或AA性型的比率即會驟然減少到差不多不存在的地步。這種淘汰作用使整個生物族羣的基因比率改觀，就算在這個族羣中沒有突變的產生，淘汰作用本身已足以使基因比率劇變；但若有因突變而來的類似的基因，可能被常變的自然環境所選擇，那麼這些因突變而來的基因會被天演作用選擇。在實驗室中和在天然環境中都可以找到天演作用選擇的結果（例如殺蟲藥DDT能使有能力抵抗殺蟲藥的昆蟲存留下來，抗生素的濫用選擇了抵抗抗生素的病菌，鐮刀狀紅血球貧血病受天然環境的選擇）。上述例子都會在三・二・一B、C兩段中詳述，前文（見卷一，一・四）所提到的平衡性的淘汰，方向性淘汰，和分裂性的淘汰彼此之間的相互作用實在是大自然中所觀察到的小進化過程的主要原動力。

C. **基因漂流**（genetic drift） 大自然中的生物族羣常有意外引致基因比率的改變，但在生物數目少和與外界差不多隔絕的族羣中，這些意外所產生的效果較大。

我們可以用一個淺顯的例子來說明這種因意外而產生的基因漂流。我們兩個假想的族羣中調查嚐一種化學藥品phenylthiocarbamide (PTC) 的

味覺，第一個假想族羣有一百個人，第二個假想族羣有一萬人，若在父母代中不能嚐到PTC的顯性因子T的比率是0.6，那麼能嚐到PTC 的隱性基因t 的比率則是0.4。在父母一代的性型T T 、T t 和t t的比率按順序爲0 36：0.48：0.16，即在第一個族羣中有十六個人是純合子隱性的能嚐PTC者

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td>未經選擇者</td><td>經選擇者</td></tr>
<tr><td rowspan="3">第一代</td><td>遺傳因子發生之頻率</td><td>AA : Aa : aa
0.81 0.18 0.01</td><td>AA : Aa : aa
0.81 0.18 0.01</td></tr>
<tr><td>配子</td><td>A = 0.9 a = 0.1
（未選過）</td><td>A = 0.8 a = 0.2
（選過後）</td></tr>
<tr><td>可能有之配子組合</td><td><table><tr><td></td><td>0.9A</td><td>0.1a</td></tr><tr><td>0.9A</td><td>AA
0.81</td><td>Aa
0.09</td></tr><tr><td>0.1a</td><td>aA
0.09</td><td>aa
0.01</td></tr></table></td><td><table><tr><td></td><td>0.8A</td><td>0.2a</td></tr><tr><td>0.8A</td><td>AA
0.64</td><td>Aa
0.16</td></tr><tr><td>0.2a</td><td>aA
0.16</td><td>aa
0.04</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>第二代</td><td>遺傳因子發生之頻率</td><td>AA : Aa : aa
0.81 0.18 0.01</td><td>AA : Aa : aa
0.64 0.32 0.04</td></tr>
</table>

表二・十八　未經選擇及經選擇過之因子頻率比較表

（ t t ），在第二個族羣中則有一千六百人是純合子隱性的能嚐到PTC者（ t t ）。若在這兩個族羣中因意外關係各有八個能嚐到 PTC 的人因汽車失事喪生。那麼隱性的t 基因比率在第一個族羣中起了巨大的變化，但在第二個族羣中卻似乎無關重要，我們可以從下面的計算看出：

第一個族羣經過意外之後的性型比率爲：

$$p^2 + 2pq + q^2 = 36 + 48 + 8 = 92$$

從前文提到的方程式(3)中，我們可計算到 t 基因的比率（ q ）在意外發生之後的大小：

$$q = \frac{8\times 2 + 48\times 1}{92\times 2} = \frac{16+48}{184} = 0.348$$

那麼T的基因比率（ p ）就是：

$$p = 1 - q = 1 - 0.348 = 0.652$$

按照上述的計算，我們也可算到在第二個族羣中 t 和T基因的比率順序爲0.3995：0.6005，所以只有在人數少的第一個族羣當中因汽車失事引致基因比率的重大變化。

基因的漂流也可能是源於一小族的生物之中彼此交配的結果，這種情形可以「創立者的效果」（founder effect）來代表：若一個族羣乃是由幾個生物從一種非血族交配的族羣中（ outbreeding population ）分隔出來而創立的，因爲血族之間的彼此交配（ inbreeding ），這個族羣中可能有極高的有害的基因比率；在一個族羣經過天災浩劫之後的餘種也會被這「創立者的後果」所影響，因爲這些少數的餘種需要藉血族之間的交配來繁殖，引致有害基因比率的增加，這種現象稱爲「瓶頸現象」（ bottle neck effect ）。

在大自然和在實驗室中都可以找到基因漂流的效果（ 註21 ），在分隔的環境中所培養的果蠅（ Drosophila pseudoobscura ），其染色體排列是在乎起初在實驗室中創立這族羣之果蠅的染色體構造。在人類有些種族中的成員有相同的遺傳基因也可以用有相同的祖先來解釋，譬如 Raman Navajo 的印地安族的起源乃是從他們的祖先從一個以非血族關係來交配的族羣中隔離之後而彼此交配而產生。

最後我們還要考慮到中性突變（ neutral mutations ）和基因漂流（ genetic drift)之間的相互作用可引致基因比率的改變，突變中對生物既無益也無害的種類稱爲中性突變，這些中性突變乃是新基因的來源之一，基因漂流的效果使它們成爲生物族羣中的新基因，因爲在族羣之中或環境之中並無任何選擇或淘汰這些基因的壓力。

最近有人提倡一種理論，以爲生物中很多遺傳上的變異都是源於中性突變帶來的中性基因被基因漂流作用形成，我們在卷一，三・三・二・A・1 中再探討這理論的立場。

二・六　參考書目

1. Griffith, F. J. Hyg. Camb. 27:113; 1928.
2. Avery, O. T.; MacLeod, C. M.; McCarty, M. J. Exp. Med. 79:137; 1944.
3. Watson, J. D.; Crick, F. H. C. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 18:123; 1953.
4. Watson, J. D.; Crick, F. H. C. Nature. 171:464; 1953.
5. Nirenberg, M. W.; Mataei, J. H. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 47:1588; 1961.
6. Nishimura, S.; Jones, D. S.; Khorana; H. G. J. Mol. Biol. 13:302; 1965.
7. Watson, J. D. Molecular biology of the gene. Menlo Park, CA: Benjamin; 1976: 374.
8. Lane, C. D.; Marbaix, G.; Gurdon, J. B. J. Mol. Biol. 61:73; 1971.
9. Watson, J. D. Molecular biology of the gene. 482–83.
10. Jacob, F.; Monod, J. J. Mol. Biol. 2:318; 1961.
11. Bachmann, B. J.; Low, K. B.; Taylor, A. L. Bacteriol. Rev. 48:116; 1976.
12. Davidson, E. H.; Britten, R. J. Q. Rev. Biol. 48:565; 1973.
13. Soyfer, V. N. In: Evolutionary biology. Dobzhansky, T.; Hecht, M. K.; Steere, W. C. eds. Vol. 8. New York: Plenum Press; 1975: 123.
14. Stanier, R. Y.; Adelberg, E. A.; Ingraham, J. The microbial world. 4th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall; 1976: 414.
15. Hall, Z. W.; Lehman, I. R. J. Mol. Biol. 36:1321; 1968.
16. Springgate, C. F.; Loeb, L. A. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 20:245; 1973.
17. Green, M. M. Mutat. Res. 10:353; 1970.
18. Green, M. M. J. Genet. (Suppl.). 73:187; 1973.
19. Dobzhansky, T. Genetics of the evolutionary process. New York: Columbia Univ. Press; 1970: 44.
20. Goldschmidt, R. The material basis of evolution. New Haven, CT: Yale Univ. Press; 1940.
21. Strickberger, M. W. J. Genet. 2nd ed. New York: Macmillan; 1976: 777–79.

三 生物進化論批判

三・一　批判生物進化論的標準

我們若要批判科學上的進化理論，就一定要先認清科學的「本質」。根據韋氏辭典的定義，科學最簡單的定義乃是「以觀察和分類的方法來治學的一門學問，特別注重以假設和推理來證實一些定律」。但是探討科學的哲學家們對科學的定義却是議論紛紛。

最極端的兩種哲學立場可用實證主義（Naive Realism or Positivism）和理想主義（Idealistic Realism）爲代表（註1）。實證主義認爲科學帶來的知識乃是最切合實際的知識，因爲它主要的任務是描述所觀察的現象，和搜集各種客觀的資料。理想主義則相反地指出科學全是人類理智的產品，完全在乎科學家腦海中的假想模型，因此科學家們在搜集實驗證據和觀察事物時多半會根據心目中已有的大前題（presupposition），而一切客觀的「事實」都是按著科學家主觀的看法來分析，因此這種科學證據被稱爲「由理論來支配的證據」（theory laden data），這兩個立場雖屬

極端，但它們至少指出科學的知識具有客觀和主觀的成份。

眞正的科學方法乃是根據實驗來證實或推翻某一套理論。這種治學態度曾直接地引進近代的科學文明。雖然這種科學方法只使人了解現實的片面，但它却在不住地改進，逐漸增加它解釋現實的準確性。所以科學的實驗精神是人類尋求不變性及可證性之眞理時，一個不可少的工具。

科學的方法包括仔細的觀察和在有系統控制的環境下作實驗。因此科學家需要盡量避免以個人的偏見來影響對客觀證據的解釋，因爲一己之偏見有時可導致極嚴重的後果。俄國的一位農作學家賴興可(T.D. Lysenko)便是一例，他摒棄所有不利的證據，堅持己見支持拉馬克的遺傳理論（見卷一，一・三）。他的立場被俄國官方所認許，以至控制俄國在遺傳學上和農作學上的研究達三十五年之久，直到一九六四年俄國農產失敗，全國陷入飢荒時，政府才不再支持賴氏的理論（註2）。但在一個非極權性的社會裏，科學的發現應該可以容許科學家彼此以實驗和觀察的方法來矯正的。

一項科學定律要得以成立，它需要被很多從各個不同立場或角度觀察後所獲得的證據所支持，而且這些證據需要能在實驗室中復製。除此之外，這科學定律還需要有清楚的定義，使人可以用實驗的方法予以證實或推翻（註3）。

一套完美的科學理論需要有兩個條件：經驗上的充足性和理智上的連貫性（註4）。經驗上的充足性乃是指這理論是否能以實驗或觀察的方法來求證；理智上的連貫性則是指這理論是否一氣呵成，本身是否合邏輯，有否與其他合邏輯的理論發生衝突。

牛頓的地心吸力定律是一套完美的科學理論，因爲它在經驗上是充足的，在理智上也是連貫的。任何有思想的人都可以觀察到樹上熟了的果子會受地心吸力的影響而掉在地上；而且地心吸力可用實驗天秤(Cavendisn balance)來量度。若用理智上的連貫性來衡量，它亦有清楚鑑定的觀念，而且與牛頓力學上的第二定律十分協調（註5）。

一套理論可以用兩種證據來支持：直接觀察的證據和間接隨附的證據。前者乃是指從實驗的觀察和可以復製的經驗中所得來的證據；後者乃是按照一些已知的事實（如直接觀察的事物）間接推理而來的證據。但科學家對間接隨附的證據往往可作幾種不同的解釋，甚至引致完全相反的結論。

「生物自生論」的辯論正說明了直接觀察證據的重要性。在中古時代流行一種理論，認爲生物可以不斷地從無生物中自然產生（Spontaneous generation），這種理論乃是鑑於對一些隨附證據的解釋，人們都曉得蟲從泥中爬出，蛆從腐肉中發生，微生物從不同的廢物中孵育出來，這些隨附證據被引用來支持生物自生論，人們還以爲在腐臭的肉湯中的微生物乃是從無生物直接演變而來的（見卷一，三・三・一）。

直到十九世紀中葉巴斯德氏（Louis Pasteur）搜集直接觀察的證據，才證明了空氣中的微生物能引致肉湯的腐敗。他將空氣過濾，藉顯微鏡察驗濾過空氣的濾清器裡的微生物，同時他還證明這濾清器中的微生物能使煮沸過的肉湯腐敗。因此科學家認爲在今日的環境之下，生物自生論的理論是無法成立的（見表一，三・三・一・A）。

同樣地，新達爾文主義也可以用上述兩種標準來衡量。筆者認爲新達爾文的觀點乃是在於其微進化的理論（或特殊進化論），但是廣進化（或普通進化論）若根據上述標準來衡量時則會錯綻百出。微進化的優點會在三・二中予以詳述，廣進化的弱點也會在三・三中詳述之。

三・一　參考書目

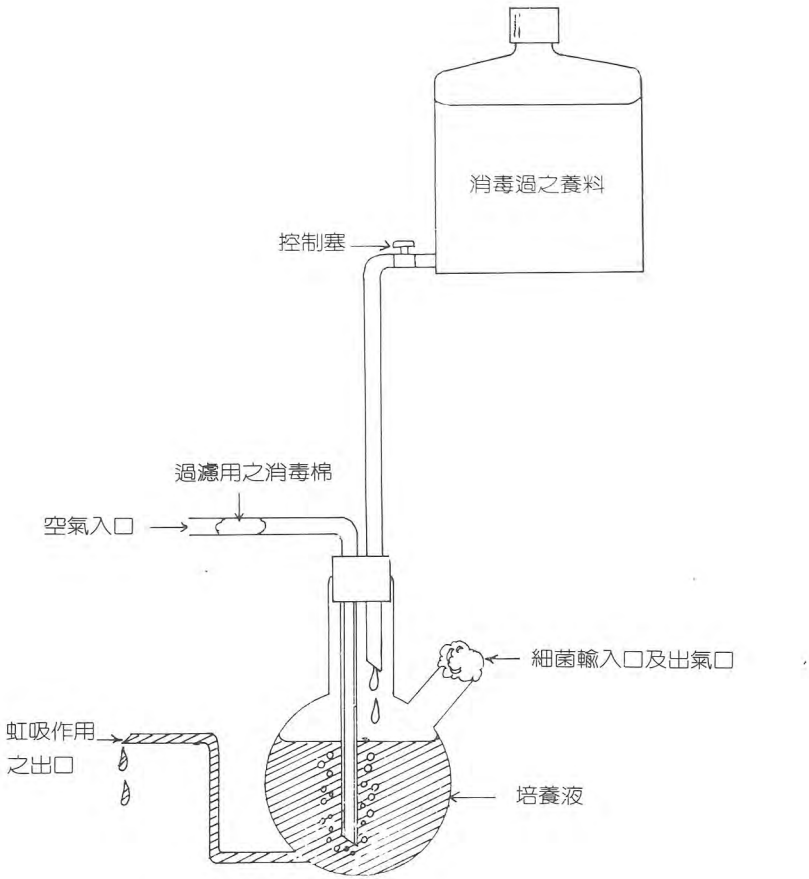
1. Bube, R. The human quest. Waco, TX: Word; 1971: 50–66.
2. Lerner, M. I.; Libby, W. J. Heredity, evolution and society. San Francisco: Freeman; 1976: 389–94.
3. Popper, F. R. The logic of scientific discovery. London: Hutchinson; 1959.
4. Holmes, A. Chairman, Department of Philosophy, Wheaton College. Personal communication. Faith and Learning Seminar. Wheaton, IL: Summer, 1976.
5. Sears, F. W.; Zemansky, M. W. University physics. London: Addison-Wesley; 1963: 93–108.

三・二　微進化或特殊進化的批判

三・二・一　經驗上的充足性　微進化的過程可以用實驗方法來證明。

A・突變乃進化之原料　上文（卷一，二・六）中已提到反自然發生的突變，尤其是因核苷酸的兌換而引起的突變，並不會給生物帶來不良的影響。它們或者是對生物無損或者甚至是有益的，這有益的突變在微生物

中最爲明顯。譬如一種在泥土中比比皆是的枯草桿菌（Bacillus subtilis），其自然發生突變的分子即使在沒有天演作用的影響之下也比未經突變的正常分子的生長率高，這些變異的細菌在下列溫度和在一種貧瘠的培養液（只含最基本的養料）中，會比正常的細菌生長得快：31°C、34°C、37°C、45°C、48°C（註1）。



圖三・一　試驗變異細菌之儀器簡圖

與上述相似的變異細菌，其生長情形也可用一種儀器（Chemostat）來研究（見圖三・一）。這儀器容許細菌在培養液中不斷的生長，儀器的設計容許細菌有固定的養料和氧氣，同時又不斷地除去多餘的細菌，避免空間過擠而逼使細菌不生長的現象，最合宜細菌生長的溫度和氧氣濃度也經仔細調節，按理在這儀器中的細菌可以長生不老，除非有其他細菌從外面入侵。因此若我們只放一種細菌在這儀器中，我們可以觀察到突變對細菌生長好幾千代後的子孫中的影響。譬如有一純種的細菌在這儀器中生長了十日，儀器的溫度爲攝氏三十七度，細菌每兩個鐘頭增加一倍，細菌起初的濃度爲一毫升（mililiter）之中有五億個。經過了十天，這種細菌却被另外一種從自然突變而來的細菌所取代，因爲這種新細菌比原來的細菌生長速率要快五倍（註2）。

人類大腸中的埃希氏菌也能產生一連串的核苷酸兌換，這種突變不但對細菌的生長無損，反而有益。這種變異的細菌是因其突變因子中含有已突變的新品種，因此會影響其他細菌基因產生突變（見卷一，二・六・三・A・3）。若將這種細菌放在上述的儀器中培養，因其突變基因的作用，我們可以估計每個細菌在每一個繁殖週期中會經過七個嘌呤換嘌呤或嘧啶換嘧啶的突變，那麼經過了一千四百個繁殖週期之後，這細菌中差不多有十萬個核苷酸被兌換過，但這個有這麼多核苷酸兌換的細菌居然與原來未經突變的細菌在儀器中生長得同樣快（註3）。

在另外一個用同樣儀器所做成的實驗中，微生物學家比較一種未經突變的細菌與具有突變基因的突變細菌，兩者間的生長速率。實驗開始時，這兩種細菌在實驗儀器中的數目是相等的，但經過九十九至七百七十七個繁殖週期之後，突變的細菌居然比正常的細菌超出廿三至一〇二倍。另外實驗開始時，突變細菌在儀器中的數目若比正常細菌少，經繁殖後，其數目仍然會比正常的細菌數目爲多。這些實驗指出經過一連串核苷酸兌換的細菌（大概是源于突變之後的去氧核醣核酸聚合酶的錯誤）比未經突變的正常細菌生長要快（註4），由此可見這一連串的核苷酸兌換在實驗環境下對細菌是有益的。

從輻射作用而來的突變也可能對生物有利。有人研究X射線對果蠅 Drosophila birchii 的影響。他們將大自然中的果蠅移殖到實驗室中，然後分爲兩個有同樣背景的族羣，其中一個族羣不受任何輻射，另一個族羣

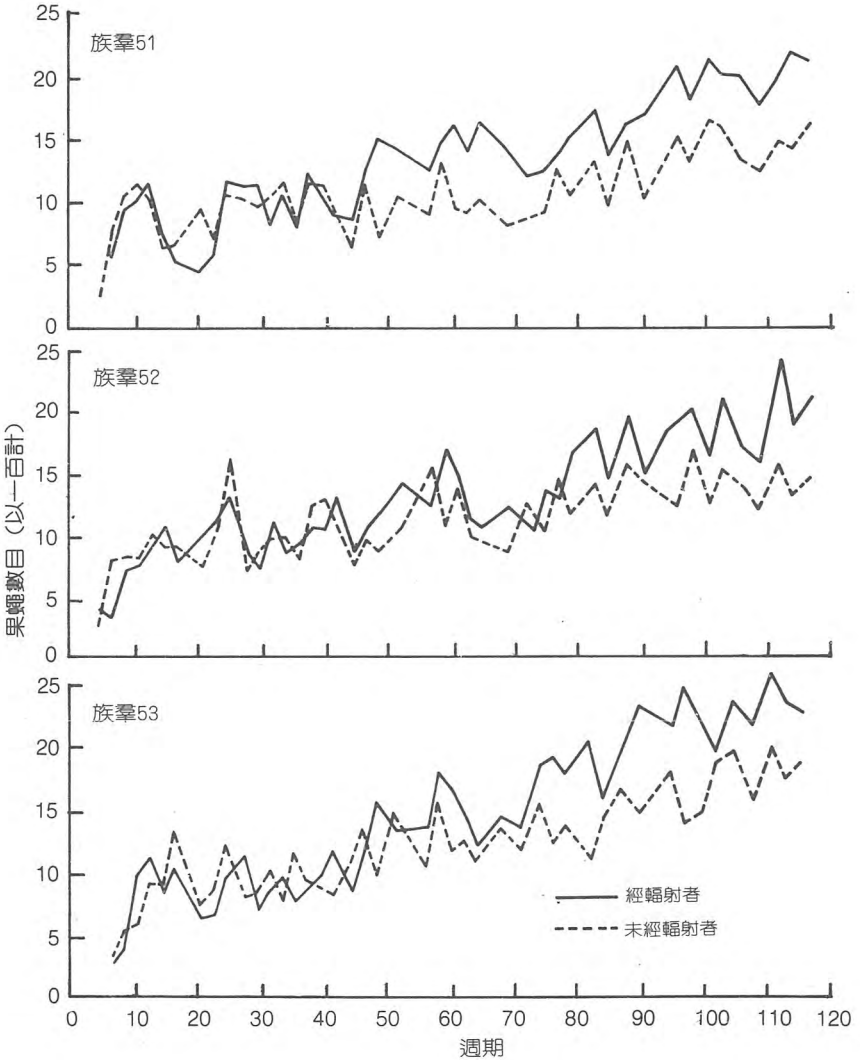
却受到一千個R單位（Roentgens）的X射線照射。經過三個繁殖週期將X射線挪去後，上述這個X射線的份量足以引致果蠅大量的突變，在輻射之後的前幾個繁殖週期，被照射過的果蠅族羣比未受照射的果蠅族羣數目少，大概因爲很多果蠅被X射線輻射致死，但在其後的幾個繁殖週期中，受輻射的族羣不但恢復了原來的數目，而且在兩年之內（約經三十至四十個繁殖週期）繁殖前比未受輻射的族羣數目爲多（見圖三・二，表三・一）。在這實驗中，輻射所引致的突變似乎使果蠅更能適應實驗的環境（見表三・一）。

B、淘汰乃進化之原動力　微生物實驗室常用選擇性的細菌培養基作爲選擇稀有之異態細菌的原則。這種培養基中缺乏細菌所需要的一種重要養料，因此只有經過突變的異態細菌才不再需要這種養料，得以在這種培養基中生長，未經突變的細菌則被淘汰。同樣地若將殺害正常細菌的抗生素加進培養基中，正常細菌就被淘汰，只有經過突變的細菌因能抵抗抗生素，會在培養基中生長，這些生長的細菌續漸蔓延變成菌叢（colony）。這種採用選擇細菌的培養方法帶給分子遺傳學（molecular genetics）很多嶄新的發現（註1、5）。

因爲抗生素的發現和普遍，能抵抗抗生素的細菌數目變得愈來愈多，這成爲醫學上一個棘手的問題，譬如由於盤尼西林的濫用，引致抵抗盤尼西林的金黃葡萄球菌（Staphylococcus aureus）的繁殖。這種細菌常導致人體長膿腫和癤，因此醫生必須用更大量的盤尼西林來除滅這種細菌，長期下去就成了醫學上一大難題。

盤尼西林所引起的問題是一個很好的例子，正說明在淘汰性高的環境下，遺傳基因比例的增加能導致抵抗盤尼西林細菌的產生。這些抵抗抗生素的細菌很可能原是從自然發生的突變而來的，在未經淘汰前只佔全部細菌中的極少數，但因盤尼西林的濫用，所有正常的細菌都被淘汰，使這些抵抗盤尼西林的細菌如入無人之境而大肆繁殖。當然我們需要注意上文（卷一，一・三）已提到盤尼西林與抵抗盤尼西林的自然突變並無任何關係。

昆蟲對殺蟲藥的抗力也是因淘汰而進化的一個很好的例子。美國加州的果園一向採用殺蟲藥來防止昆蟲腐蝕水果。這種昆蟲有鱗甲，寄生在果實中；果園的主人將所有果樹用帳幕遮蓋，然後用有毒的氫氰酸（hydrocyanic acid）薰染，誰知後來發現果園中的鱗甲昆蟲雖被氫氰酸殺絕，但



圖三・二　經輻射及未經輻射之果蠅進化比較表。此三族羣之果蠅均被分爲兩類：一類經輻射，一類未受輻射，但所有族羣數目均在實驗環境中增多。體積增大，經輻射者繁殖率增快，表示突變所帶來之益處。

表三・一　由圖三・二之實驗經輻射及未經輻射之果蠅族群之進化率比較

族	群	平均數目	每週增加之數目
51	未經輻射者	1093±47	6·9±2.0
	經輻射者	1337±73	11.5±3.0
52	未經輻射者	1106±53	8.3±2.0
	經輻射者	1283±86	15.2±3.2
53	未經輻射者	1121±70	6.4±2.0
	經輻射者	1334±103	12.9±3.2

另外一種能抵抗氫氰酸的寄生蟲却取而代之。

殺蟲劑ＤＤＴ的普及化也造出一羣能抵抗ＤＤＴ的蒼蠅。ＤＤＴ在一九四五年開始被人普遍採用，能淘汰大量到處飛揚的蒼蠅，但不久能抵抗ＤＤＴ的蒼蠅却出現了，很快地就取代了原來不能抵抗ＤＤＴ的蒼蠅的位置。

一個證據最充足的進化例子乃是工業染色現象（Industrial melanism）。一種飛蛾Biston betularia因受工業汚染的選擇和淘汰，引致不同顏色的遺傳因子比例的改變，這種飛蛾通常只在夜間飛翔，日間却伏在樹幹上不動。自從英國在十九世紀工業革命之後，生物學家嘗試比較在英國郊區和城市中黑色飛蛾和淺色飛蛾的分佈情形。城市中的樹幹因被工業區汚染成黑色，在這個環境之下淺色飛蛾只佔飛蛾中的少數，但在郊區未經汚染的地區淺色飛蛾却佔大多數。有些被極度汚染的地區，黑色飛蛾差不多完全取代了淺色飛蛾。在英國其他一百種的飛蛾亦有類似的分佈情形。

革圖維爾教授(Professor H.B.D. Kettlewell)用實驗方法證明這些飛蛾顏色的分佈在乎牠們能否藉著身體的顏色保護自己脫離其他以牠們爲食物之生物（例如飛鳥的危險）（註6）。在郊區，黑色的飛蛾伏在有淺色地衣（lichen；由菌類植物和藻類植的互生作用組成）的樹幹上，因爲顏色分明，飛蛾很容易將牠們狩獲，但淺色的飛蛾却被環境掩護而不遭狩獲。在工業發達的市區或近郊這些地衣却因受汚染而被淘汰，樹幹因汚染而變成黑色，黑色的飛蛾被樹幹的顏色掩護，很難被飛鳥覺察，這種現象在英國的工業中心伯明翰尤爲顯著。反之，淺色的飛蛾伏在這些汚染的樹幹上却黑白分明，極易被狩獲。

革氏認爲飛鳥在汚染的地區來狩獵淺色的飛蛾，在郊區未經汚染的地方却未狩獵黑色的飛蛾，因而影響飛蛾顏色因子的分佈。爲了要證實他的理論，革氏在實驗室中培養了數千隻黑色和淺色的飛蛾，以油漆塗在牠們身上作爲記號，將牠們在汚染的地區（工業區）和未受汚染的地區（郊區）放生，然後再嘗試將這些飛蛾捕獲。在郊區他所捕獲放生的淺色飛蛾約佔14.6%，但祇能捕獲黑色飛蛾中的4.7%；反之，在工業區他却捕獲了黑色飛蛾之中的27.5%，但却只捕獲淺色飛蛾中的13%。

革氏還用攝影的方法證明飛鳥狩獲飛蛾的過程。他將飛蛾放在樹幹上，發現在汚染地區的飛鳥多吃淺色飛蛾，在未被汚染的地方却多吃黑色飛蛾。

根據實驗室中的研究以及在遠離工業區的地方可發現黑色飛蛾，可見黑色飛蛾的來源很可能與工業的環境，如工業副產品中的重金屬化合物和汚染物無任何關係。工業革命只將環境改變，使飛蛾的基因比例受到天演作用的調節，因此這種因環境的變異使不同的飛蛾或得以生存或因而淘汰正證明微進化的一個很好的例子。

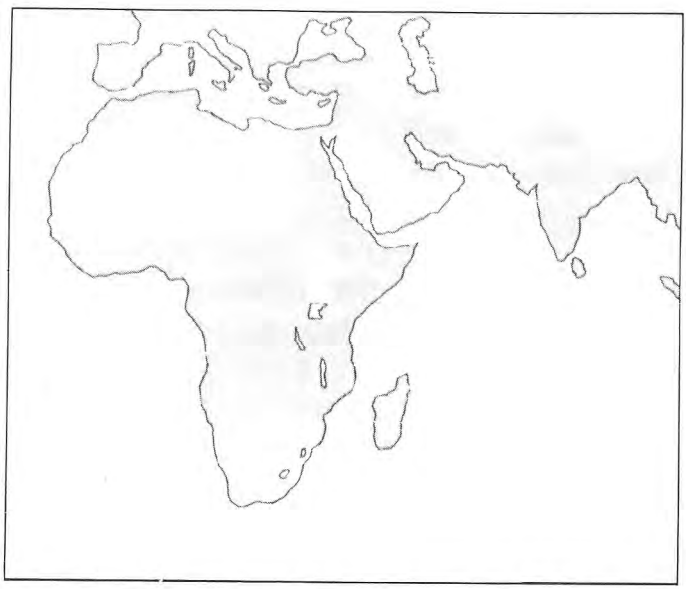
C、平衡性的淘汰 天演的過程不但可以引致基因比率的改變，尤其當一種有害的基因在其種環境之下能對生物有益時，它能促使這種有害的基因在生物族羣中維持一定的平衡狀態，這種情形稱爲平衡性的淘汰（或選擇）。若在兩個同基染色體上有兩個或過兩個以上不同的因子（Alleles），這狀況稱爲平衡性的多元態（balanced polymorphism）。

平衡性多元態的最好的例子可由決定鐮刀狀紅血球貧血症（sickle cell anemia）的因子在世界的分佈情形中觀察之。上文（卷一，二·六·二）提及在血紅蛋白β 股上一個氨基酸的兌換會引致這蛋白構造的變形，使其失去攜帶氧氣的功用，而且引致鄰近的血紅蛋白結合在一起。含有這種兌換過的氨基酸的血紅蛋白稱爲血紅蛋白S（hemoglobin S）（CHbs）與正常的血紅蛋白A（HbA）不同。

有鐮刀狀貧血症的病人其染色體乃呈純合子S 基因排列（SS），若有異合子（AS）的人則是攜帶者，但並沒有顯著貧血症病癥，也能吸收適量的氧氣，因此S 基因只是在純合子（SS）狀況之下才會使患者貧血致死，但通常這種有害的基因會遭到淘汰，因爲攜帶這些因子的人容易夭折，因此會減低其基因比率。但在非洲很多地方，S 基因的比率却總維持在一個

平衡的狀態下。經詳細研究的結果，發現這種狀況乃有賴於瘧疾與S 基因的關係。原來有異合子（AS）的攜帶者特別能抵抗瘧疾寄生蟲的侵襲，當攜帶者的紅血球中的氧用盡之後即變成鐮刀狀，（正常人的紅血球除非在高山缺氧狀態之外從不會變成鐮刀狀），將已侵入這紅血球的瘧疾寄生蟲困鎖起來，吸引鄰近的白血球來將它吞噬，因此有異合子（AS）的人能防止瘧疾寄生蟲在身體中繁殖。

既然異合子（AS）對這些攜帶者有益，我們可稱這種狀況爲異合子益性或超顯性（positive heterosis or overdominance）。在非洲瘧疾橫行的地區，A 基因與S 基因的比率總維持在一定平衡的狀態，這是因爲A 基因與S 基因同時被選擇生存，但也同時被淘汰。當S 基因比率因著純合子S



圖三・三　鐮刀狀貧血症基因在非洲、中東及印度分佈的情形。此病症在熱帶非洲最爲流行，在薩伊爾S基因的出現率爲18%；換句話說，其居民有30%帶有ＡＳ異合子。
鐮刀狀貧血細胞在希臘、土耳其和非洲西北部、阿拉伯南部、巴基斯坦、印度及孟加拉等國爲數甚多，帶有ＡＳ異合子之人較能抵抗瘧疾。

S 的病人貧血死亡而減少的時候，A 基因的比率隨即增加，因爲沒有貧血症的人其染色體乃是純合子A A 。但這些純合子A A 的人却很容易被瘧疾寄生蟲侵襲致死，所以A 基因的比率也漸漸減少，而S 基因的比率反而按著比率增加，繼續引致有純合子S S 的人因患貧血症死亡。經過這種周而復始的選擇和淘汰，A 與S 基因在族羣中的比率始終會維持在一定的平衡狀態下。

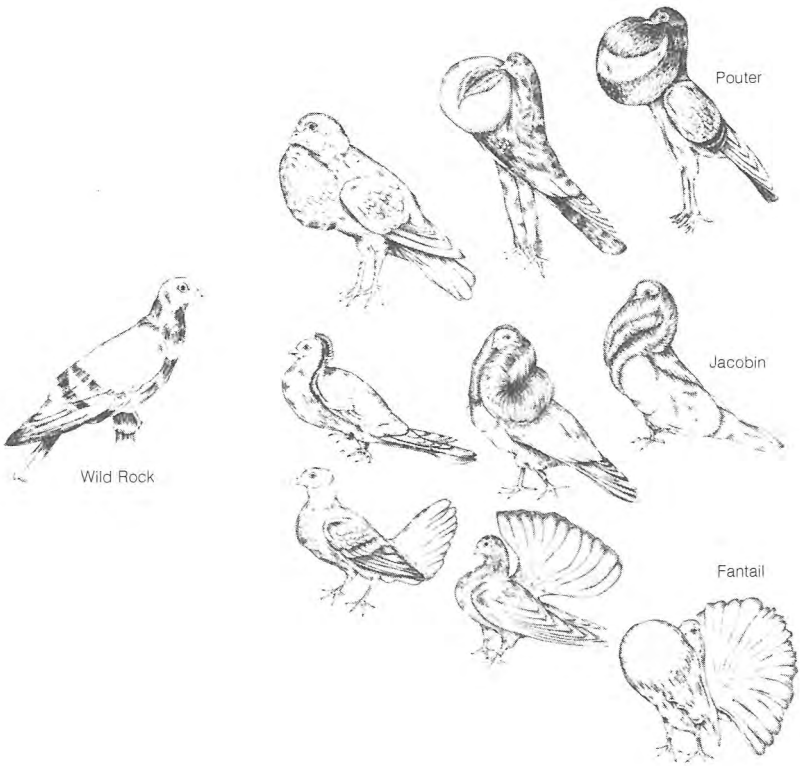
在美國A 和S 的基因比例並不平衡，因爲美國公共衞生措施完善，瘧症已被徹底消除，因此基A 因在族羣的比率一直在增加，S 基因的比率却一直在減少，這乃是直接淘汰S 基因和選擇A 基因的結果（見卷一，一·四·五）。

三·二·二·理智上的連貫性

A 、人工馴養與栽培　從人類有史以來一直都有關於馴養家畜和栽培植物的記載，牧人與農夫都能用人工方法馴養優良家畜的品種和出產豐富的農作物。在十九世紀達爾文對人工栽培發生興趣時，他將野鴿與各種不同的家鴿比較，發覺有些家鴿彼此之間的分別比野鴿中種與種間甚至科與科之間（families）之分別更甚（見圖三·四）。雖然經過經年累月的人工馴養引致家鴿形狀改變的過程不能從實驗室中直接觀察得到，但根據理智上的推測，我們有理由假設長期的馴養的確會導致家鴿在形狀上產生變異，同時一種族羣由於彼此交配而產生的內壓性（inbreeding depression，即在一個族羣中異合子彼此交配而產生的純合子後代）往往會減少族羣之中變異的程度，因爲純合子的生物較少變化。雖然如此，人工所栽培出來不同的家畜與植物仍然可用來解釋淘汰（或選擇）的確會引致變異這種理論。

B 、果蠅的變種　新種產生的過程十分緩慢，通常不能從實驗室中或在大自然中直接觀察得到，但這種作用的存在可以按照實驗室中的模型和大自然中族羣的變異推理而得。「新種產生」的作用（speciation）通常必須經過四個步驟：①一個族羣因爲有地理上的阻隔被分開爲兩個完全一樣的族羣。②分開後的兩個族羣彼此之間遭遇交配上的阻隔。③這兩個有交配阻隔的族羣再次相逢。④每個族羣繼續因適應環境而演化，不受制於其他的族羣。

雖然要證實上述新種產生作用的證據稀少，尤以第一步驟爲甚。但百



圖三・四　各種不同型態的家鴿。達爾文根據人工栽培家鴿的經驗，發覺天演作用對變種的影響

卡色（S. J. Prakash註7）發現有一種果蠅在大自然環境中的確會產生交配上的阻隔。他在南美洲哥倫比亞高原上的首都波哥大城搜集到一種果蠅（Drosophila pseudoobscura），這種果蠅的雌性與其他地區的雄性果蠅交配產生的第一代後裔中的雄性都是可能生殖的；但此族羣中的雄性果蠅若與其他地區的雌性果蠅交配，所生的後裔却全都有正常的生殖能力。這種實驗結果與此種果蠅和另一種特別的果蠅Drosophila persimilis 交配的結果完全相同，這兩種果蠅的交配後所產生的雄性後裔，其睪丸特別小，因此無生育力，但若將父母果蠅的雌雄性代表在兩種果蠅中調換之後，其交配而生的後裔却都是正常的。因此在波哥大市的雌性果蠅與其他地區雄

性的果蠅交配的結果可能是新種產生過程中的第一個步驟。

此外科學家們從下列所觀察的結果中也增加了對上述理論的信任：因爲在一九六〇年之前D. pseudoobscura 類果蠅在哥倫比亞似乎並不多見，因爲盡力搜集的結果也不曾找到多少隻，但在一九六〇至一九六二之間年這種果蠅的數目似乎在慢慢增加。百氏所研究的果蠅乃是在一九六七年中搜集的，因此 D. pseudoobscura 果蠅很可能是在一九六〇年之前從中美或北美蔓延至南美，後來在哥倫比亞的高原上繁殖。雖然這種果蠅也可能已存於哥倫比亞很久，因某種環境的因素阻止牠們生養衆多，但根據所搜集的證據似乎有力地暗示在波哥大的果蠅Drosophila pseudoobscura是因困在高原與外界阻隔，因而正在進行新種產生作用，而且這個例子中的新種並不比原來果蠅的基因變異多。所以百氏這些實驗結果可用作支持因環境的阻隔和選種引致的新種產生作用。

C、人類膚色的分佈　人類膚色的分佈也可用作支持天演論對表型選擇（Phenotypic Selection）的解釋（註8）。圖三・五概列人類膚色的分佈，此圖中的膚色代表未長期經陽光曬灸的膚色。

我們很容易看到每種皮膚顏色與環境的關係，在皮膚外層有一種黑素（melanin）遍佈全身，保護內層皮膚免受日光中紫外線的曬灸。熱帶中陽光猛烈，熱帶土人比北歐白種人的皮膚較厚、也較黑。

無論是在美國南部、中部、或北部，城市中的白人比黑人長皮膚癌的機會要高七至八倍。雖然說白色的皮膚比黑色的皮膚反光，但黑皮膚的人往往比白皮膚的人更能抵抗日光的灸傷，加上黑皮膚吸熱較快，黑人比較容易出汗，出汗能幫助身體排熱，這種作用很可能對人類生存有益，因此黑皮膚似乎對幫助人類適應環境有很大的貢獻。雖然膚色的進化過程無從考驗，但從圖三・六人類膚色的分佈圖中，我們可以似乎看出膚色與環境有很密切的關係。

最黑的兩種膚色聚居於舊大陸近赤道的熱帶區域，這似乎很合理，因爲黑皮膚保護人身免被熱帶烈日的灸傷。在熱帶中生活的高加索種人（Caucasoids ；即白人）比在溫帶生活的高加索人膚色爲黑；蒙古族人（Mongoloids）很可能源出於溫帶，他們在溫帶的代表比住在熱帶的代表，其膚色要淺很多。

在非洲熱帶以南的一些熱帶林區古木參天，高至二百英呎，經年有層



圖三・五　未經陽光曬炙的膚色分佈圖

層樹蔭遮蓋，在這裏居住的人不常受陽光照射，所以這裡的黑種人（Negroid）其膚色呈黃色至棕紅色，比其他地區的黑種人皮膚上的黑色素要少。

最少黑色素的白種人居於西北歐，這地區大概在一萬二千至一萬五千年前被冰河所掩蓋，這裡的居民一定是在冰河撤退之後才遷徙到這裡來的。今日這地區的氣候乃是屬海洋性，即使是夏天也是陰雨連綿，少見天日。有人提議西北歐的白種人可能是爲要適應環境，盡量吸取少見的陽光，用作身體製造維他命D的能量，助長鈣質的吸收，因此藉著天演作用，只有皮膚少黑色素的人才能在這裡生存，有些北歐人甚至有著近乎白化病人（albinos）的膚色。

上述的假設因爲根據膚色與氣候之間的密切關係而定，似乎是有相當合理的根據。大多數人類的膚色都是淺棕色的，似乎與他們生活在赤道之外有關，我們也有證據能證明淺棕色的皮膚容易保護人類免受陽光的灸曬。

在歐洲人未大量移民至北美和南美洲之前，這兩地的土人的膚色都是黃中帶紅，因此他們常被稱爲紅印第安人。很多人都相信印第安人的祖先乃是一種經白令海峽從亞洲移民至美洲的蒙古族人，在南北美洲已居住了，超過一萬年以上。這些印第安人雖然抵達南北美洲時日不久，但他們的膚色已有程度的不同。膚色最黑的一種印第安人居於美國西部的科羅拉多河流域，這河綿延於沙漠之中，注入墨西哥海灣；其他較黑的印第安人則可在南美赤道附近的熱帶區域發現，但在熱帶中的雨林區如亞瑪遜河流域的印第安人膚色則較淺。相反地，在北極和阿拉斯加地區的愛斯基摩人的膚色極淺，因他們所受陽光照射的機會很少之故。

所以我們可推論因爲陽光對人類灸曬的影響，選擇有較深膚色的人固能保護身體不受陽光傷害，淘汰膚色較淺的人，引致舊大陸中各種人類膚色不同的分佈情形。但在新大陸中因爲大量移民的居住時間較短，不足以受天演作用的影響形成膚色有系統的分佈。

總括而言，微進化藉著上述的證據已有相當穩固的科學基礎：細菌突變所引致基因比率的改變；人工馴養家畜和農作物的改良；果蠅在大自然中的變種作用；在美國黑人中鐮刀狀紅血球貧血症被慢慢淘汰，和膚色與人類適應各種環境的關係，上述這些例子都具有經驗上的充足性和理智上的連貫性。

三・二 參考書目

1. Pun, P. P. T.; Murray, C. D.; Strauss, N. J. Bacteriol. 123:346; 1975.
2. Novick, A.; Szilard, L. Proc. Natl. Acad. Sc. USA. 36:708; 1950.
3. Fitch, W. In: Evolutionary biolcgy. Dobzhansky, T.; Hecht, M. K.; Steere, W. S. eds. New York: Appleton-Century-Crofts: 1970; 68.
4. Gibson, T.; Schoppe, M. L.; Cox, E. C. Science. 169:686–88; 1970.
5. Hayes, W. The genetics of bacteria and their viruses. New York: Wiley; 1969.
6. Ford, E. B. Ecological genetics. 3rd ed. London: Chapman and Hall; 1971.
7. Prakash, S. J. Genet. 72:143; 1972.
8. Birdsell, J. B. Human evolution. Chicago: Rand McNally; 1975:490–97.

三・三 「廣進化」或「普通進化」的批判

雖然「廣進化」（普遍進化或合成進化）論包羅萬象，而且系統井然，但在仔細研討之下，我們却能找出不少嚴重的漏洞：

三・三・一・經驗上的不充足性

A、生物自生論的難以立足　生物自生論認爲生物會繼續不斷地從無生物演變而來，中古時代的學者且一直奉此爲金科玉律，作爲生物來源的唯一解釋。亞里斯多德、牛頓、威廉・夏非（William Harvey）、笛卡兒和范喀爾門（van Helmont）乃是這些著名的中古時代學者中信奉生物自生論者的代表，有些信奉自然主義的科學家以生物自生論來代替創造論的立場。

生物自生論可溯源至荷蘭博物學家范李汶胡克（Anton von Leeuwenhoek,1632－1723），他首先發現顯微鏡下的微生物世界，自古即有的生物自生論隨即搖身一變成爲「微生物自生論」，這個理論與一般的觀察很協調，因爲生物的確好像是不斷地從沒有生物的地方慢慢演變出來的。

但也有懷疑生物自生論的人嘗試以實驗方式來考證這套熱門的理論。雷地（Francesco Redi）用實驗研究蛆是如何從腐肉中出現的（見卷一，三・一），結果發現這些蛆原來是從蒼蠅在腐肉上所產生的卵孵育出來，並非由腐肉中自然發生。雷地的實驗加上其他有關各動植物來源的實驗不

實是給生物自生論潑了一盆冷水，但由於當時的科學家不諳微生物的實驗方法，因此他們只集中全力注意在營養汁中出現的微生物。

約伯樂（Louis Joblot）證明在一些經燒熱後而封閉的草汁中並不會產生微生物，但若草汁不被封閉而與空氣接觸的話，微生物則滋生無數，他的實驗開始爲推翻生物自生論鋪路。史派蘭珊尼（Lazzaro Spallanzani）發現肉汁中也有相同的現象，可惜當時另一位科學家倪登（John Needham）却發現在熱過而封閉的肉湯中與未熱過也不封閉的肉湯中都會有微生物存在，這結果正與史氏之實驗結果正好相反。

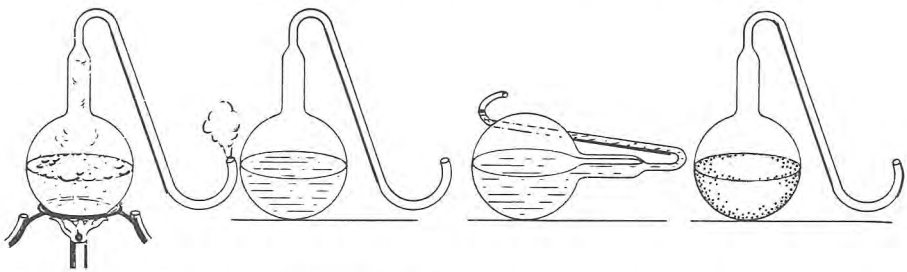
倪登熱衷「微生物自生論」，認爲史氏長期性在肉湯中加熱，毀壞肉湯中的「生機力」（vital force），因而催毀生物發生的可能性；因爲「生機力」是產生生物的主因。於是史派蘭珊克將熱過後封閉的肉湯再一次打開與空氣接觸，肉湯中即滋生衆多的微生物。這實驗使倪登不得不採取守勢，但支持「微生物自生論」的人依然不肯罷休。他們結論說，這證明空氣中的氧氣乃微生物生長之所需，史氏熱過後封閉的肉湯中的氧氣用盡，因此無微生物產生，當這肉湯再次與空氣接觸時，是空氣中的氧氣使微生物自然發生的。

雖然史氏的結論（即微生物藉空氣傳播）不被與他同時的科學家們接受，但亞伯特（Francois Appert）却因此發明用罐頭防止食物腐化的技術。他將食物安放在一個封閉的罐內，然後將罐頭加熱，結果發覺這些罐頭可以長期保存，其中食物不會腐化，但生物自生論的信徒仍以氧氣被隔除來解釋亞氏的實驗結果，而且繼續搜集以不正確之實驗方法所得的錯誤證據來支持自己的理論。

直到一八六一年巴斯德（Louis Pasteur, 1822－1895）提出强有力的直接證據，證明生物自生論的謬誤，這種理論才被科學界所摒棄。巴斯德首先證明空氣中**含有**微生物，他把用作火藥的棉花塞在試管內，讓空氣經過，然後他用酒精與醚混合的溶液溶化棉花，在顯微鏡下的溶液中可以發現微生物。巴斯德同時將熱過的空氣引進一個封閉而且煮過的肉湯中，發現並無微生物的生長，但若將含有空氣中之微生物的棉花加進這肉湯中，微生物則會滋生衆多。

巴氏還特別製造了一套稱爲曲頸燒瓶（swan-necked flasks）特別的儀器（圖三・六），證明空氣中的微生物不一定要被棉花過濾才可被除去

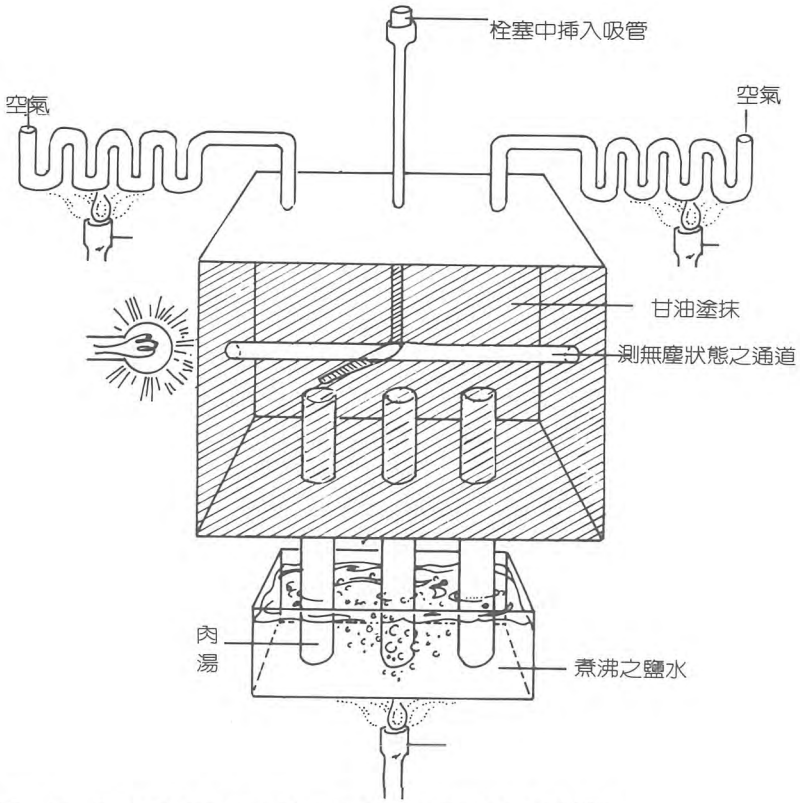
，這長如天鵝頸的燒瓶將空氣中所有的塵埃及微生物困在頸部，使之可能抵達瓶中的肉湯中，所以雖然瓶中消毒過的肉湯與外界的空氣接觸也無微生物滋生，因爲地心引力將所有空氣中的微生物困在燒瓶的頸內。若將燒瓶傾斜而使肉湯與燒瓶頸部接觸，再放回原處，或將燒瓶的頸部折斷，在這兩種情形之下，燒瓶中的肉湯都會被微生物繁殖汚染。



圖三・六　巴斯德藉所發明的天鵝頸燒瓶證明細菌會因細菌加熱後，困於燒瓶頸內，除非肉湯再度與頸口接觸，湯中不會有微生物發生

丁道爾（John Tyndall,1820－1893）是最後對傳統的「生物自生論」加以迎頭痛擊的一位英國物理學家。他設計了一個一塵不染的箱子（圖三・七），要證明在這箱中的肉湯不會被微生物汚染。這箱子差不多與外間的空氣完全隔絕，只留下兩個孔以彎曲的管子連接外界，使空氣可以被引進箱內，但塵埃却被困在管中。整個箱子的內部以甘油塗抹，甘油的黏性會吸住空氣中的塵埃，幾天之後，這箱子中的空氣即變爲「無塵狀態」（optically empty），因爲所有塵埃若不是被甘油黏上，便是因地心吸力的關係困在箱底。這時若從箱子旁邊的窗戶引進一股光線，光線中則顯不出任何塵埃（按：這方法乃是用以證明普通的空氣中含有大量塵埃。丁道爾隨即從箱頂的橡膠栓塞。（rubber stopper）中以吸管將肉湯注入箱底的試管中，然後將試管在煮沸的鹽水中消毒。結果發現在試管中煮過的肉湯冷却後可以長期保存，不受微生物的汚染，他的實驗就這樣替生物自生論響了喪鐘。

雖然如此，機械論學者仍不承認生物界與無生物界有任何基本上的分別，「生物自生論」乃是他們連接無生物與生物之間的一個最重要的假設，這很可能是驅使支持「生物自生論」的學者堅持到底的主要原因。



圖三・七　丁道爾用來證明「生物自生論」之謬誤的實驗箱

既然不利於「生物自生論」的證據確鑿，有些機械論的學者就捨棄了「生物自生論」的立場，提倡「生物外來論」（panspermia），認爲地球上的生物來自隕石(meteorites)或星際微塵（cosmic dust）。微生物學家屢次要從隕石中找出微生物，但始終不成功，巴斯德也嚐試在一塊碳質的隕石中尋找生存的細菌，然而却徒勞無功（註１）。雖然有人以爲他能在隕石中找到微生物，但在仔細研究之下發覺這些實驗結果都經不起考驗，因爲這些微生物都是由於空氣中的細菌與隕石接觸而來。

另外一套相似的理論認爲地球上的生物是由星際微塵所帶來的「胞子

」（spores）產生的，但這些「胞子」如何能不被星際强有力的輻射作用所損害實在令人費解，因爲這些星際的輻射能殺害一切生物，包括胞子和種子在內，它們不可能在星際的微塵中維持生命。

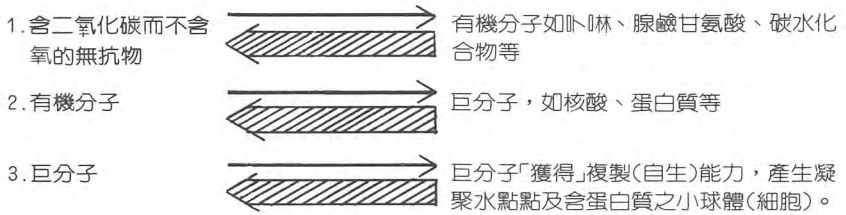
最後一套理論認爲如太空人一樣的星際旅行者將生物從太空帶至地球。但在缺少事實的根據之下，我們只能將這種理論當作是科學幻想的故事。

大部分機械論學者都採納一套改裝的生物自生論，他們的邏輯大概如下：既然生物在地球歷史的晚期才出現，而神創造天地這理論既不合科學，又不能用實驗方法來證明，他們就此推論生物一定是在地球的某一段歷史中自然產生的，只是在今日這種環境下，生物自生現象已不再發生。這套理論替機械主義者自圓其說，因爲他們可以擬造出一些所謂地球最初的原始狀況，然後在這狀況中以實驗方法來考證「無生源論」（abiogenesis of life）。

機械主義者認爲這套改裝的生物自生論能使得進化論一氣呵成，但是既然這改裝的生物自生論認爲地球原始狀況與地球今日狀況不同，那麼我們就不能用實驗的方法來實驗這套理論的可信性，既然它不能履行經驗上之充足性的條件，它也就因此失去成爲完美的一套科學理論的資格（註2）。而且若要支持第一個細胞自然發生的理論要面對很多難題，在下文中我們會詳細討論這些問題：

B、解釋第一個細胞來源的困難　最普遍的「無生源論」包括三個步驟（參圖三・八）：第一個步驟乃是在地球的原始狀況之中，富有無機物的海洋藉著機緣巧合的碰撞和輻射而產生有機物，而這些有機物「聚在」一起時其中在熱功狀態上比較穩固的有機物被「選擇」，聚合成爲巨分子（macromolecules）如蛋白質和核酸，最後這些巨分子「獲得」複製的能力，藉著一種「模板」（template）作用，產生第一個細胞的生殖能力，機械論者認爲上述的過程都是在一種去氧（reducing）的環境中發生，因爲氧氣會毀壞上述過程中所產生的巨分子。

上述三個步驟的發生乃是基於下列理由：①地球和太陽系的星球被認爲是一團富有氫氣的太空塵所凝結而成，因此地球太初的大氣塵應有氫氣，而且在太陽系中幾個行星如木星、水星、天王星和海王星上所發現的去氧大氣層似乎也支持這種結論。②一般人都假設隕石的化學成份與初生地球的化學成份相似，隕石中的元素都是處於去氧狀況（或還原狀態redu-



圖三・八　化學進化作用的三個步驟

ced form），從此可以推想初生之地球大概也是在去氧狀況中。③若根據初生地球之含氧狀態來製造生物的化合分子或有機分子，它們勢必都會被氧氣所破壞，但若氧氣被除去，這些化合物就可以存在。根據上述的假設，於是機械論學者結論說，地球上的第一個細胞乃是存於無氧環境之下（anerobic cell），而且還要躲在深洋之中，才能避免受到陽光中紫外線的傷害。雖然如此，英格倫（Donald England）（註3）却提出有力的辯證來評論支持無生源論的實驗。而且最近有一套新的理論假設初生地球的大氣層與今日的大氣層差不多是完全一樣的，只是其中沒有氧氣（註4），這種新理論也需要假設初生細胞必須能生長於無氧狀態之下的。

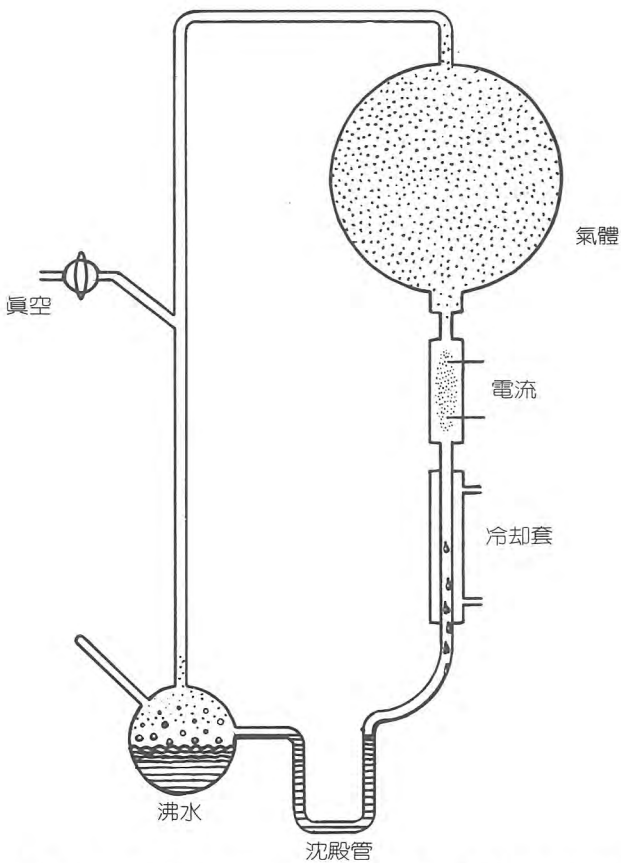
支持無生源論之第一個步驟的最著名實驗乃是米勒氏（S.L. Miller）在實驗室中製成的有機物。他將電流通過含有氨（Ammonia）、甲烷（Methane）、氫氣（Hydrogen）和水的封閉容器，爲時七天，製成氨基酸和Porphyrin，後者乃是細胞中光合作用和呼吸作用的構造中不可少的要素。在實驗室中藉著氫氰酸（Hydrogen Cyanide）和氨的聚合作用時產生核酸最主要的根基——腺鹼（Adenine）；至於碳水化合物也可藉甲醛（Formaldehyde）和礬土（Alumina，一種極不活躍的聚合物）與一些常見的鐮物化合而成。

米勒氏的實驗證明，在實驗室中精心設計的封閉系統裡的確可以製出很多細胞中不可少的生物有機化合物。但是這些化合物都必須是在一個封閉系統中，藉著足夠的原料反應物配上適當的能量才能產生。在初生地球的開放系統中一切的過程都是無定向的，只靠機遇巧合來製造這些生物有機物則是十分不可能的。

無生源論的第二個步驟乃是巨分子（Macromolecules）由有機物自然

產生，這現象似乎與熱工第二定律有所抵觸。熱工第二定律形容在一個封閉系統裏，熵（Entropy）一定在增加，因爲這系統總是由整齊趨向凌亂，所以大自然中的結構要是從凌亂化爲整齊（熵的減低），則一定要藉著環境中其他構造的分解（熵的增加）才能產生，最後使整個系統（即化爲整齊的構造加上在分解中的構造）的熵增加。

細胞可以聚合它的氨基酸和核酸根基順序而產生蛋白質和核酸，因爲細胞有一套高效率的因子複製和表現作用，藉著分解環境中所供給的養料



圖三・九　米勒將電流通過含有甲烷、氨、水蒸氣和氫氣的容器製成氨基酸

而得的能量來維持這個作用。碳水化合物乃是其中一種養料，在細胞的新陳代謝作用中，宇宙的熵在增加，因此細胞的作用不與熱工第二定律抵觸。

在地球太初的環境中並沒有像細胞一樣的機源改造機器，在局部地區可能有因環境產生的能源製成一些類似生物中的有機物，但在整個太初的系統中的趨勢必定會促進這些暫時性的巨分子分解，而不是巨分子的「繼續」產生。在圖三・八中我們可以看到每個步驟中的還原作用（斜線的反箭頭）比合成作用（細線的箭頭）有效得多。換言之，造成「合成」這些巨分子的自然環境同時更能促使它們「分解」，因此在米氏實驗中所製成的氨基酸隨即會遭到同樣的能源所破壞。今日生物之所以能在太陽紫外線之下生存，乃是因爲大氣層中的臭氧（Ozone）將大部分的紫外線濾去，不使生物被它傷害，但臭氧乃是由氧氣而來，而太初大氣層中並沒有氧氣。

既然太初大氣層中缺乏能保護生物巨分子的氧氣，機能主義者只得假設太初藉機遇巧合而成的生物有機物乃是在大氣層中產生，與大氣層中的氣體混合擴散，免受陽光中的紫外線所分解。

有人根據米勒氏和他的同仁烏瑞氏（Urey）所假設的地球太初環境來計算，現米氏實驗製成量最多的甘氨酸（glycine），其分解率比合成率快很多，因此在大氣層中製成的甘氨酸中的百分之九十七在未抵達地面之前已被分解（註5），餘下少量的甘氨酸還要擴散至海底起碼離地三十呎的深度才可避免被紫外光破壞。機能進化論學者假設太初的海洋富有有機物，但根據上述的計算，太初的海洋可能根本不含有機物，就算有的話也是爲量極少的。

存於蛋白質、核酸或碳水化合物中的共經鍵（covalent linkages）性質十分不穩定。這點亦使「無生論源」學者費煞思量，列林格（A.L. Lehninger）曾說：「在太初海洋或任何有水的環境中的蛋白質。碳水化合物和核酸若要有機會聚合起來，它們的合成速率一定比分解速率高。」（註6），但這條件是與熱工第二定律抵觸，因此無生源論的第二個步驟是一個嚴重的弱點，是不容忽視的。

常被視爲第一個細胞前身的乃是蛋白質狀小球(proteinoid microspheres)和凝聚水點（coacervate droplets)（註7），凝聚水點乃是與細胞大小相若的水點，其中生物巨分子如氨基酸、葡萄醣和核酸根基的化合物被水點包圍，水點的凝聚作用乃是在於聚合物的大小和結構能否容許水份的

滲透，凝聚水點可以擴大至聚合物所有的限度，然後它會自動分裂，好像油在水中混合之後會分裂成爲球狀點粒一樣。

凝聚水點也可能包圍催化劑，因而成爲太初一個化學作用的根據地，這些水點可以從阿拉伯膠、核酸、核蛋白質、和血清蛋白質中製造出來，但是這些凝聚水點缺乏細胞因子精密的模板作用（ template mecuanisms ），而且十分不穩固，因此與第一個細胞的模型相差甚遠。

蛋白質狀小球乃是丁氨二酸（ aspartic acid ）和麥氨酸（ glutamic acid ）在高濃度和差不多無水的狀況下，經過攝氏一百七十度的熱處理，會產生肽結合（ peptide bonds ），成爲由三千至一萬一千分子量之間的蛋白質狀化合物。當這些化合物在適當的氫度（ pH ）和鹽度（ salt concentration ）之下經過一兩個星期的慢慢冷却的過程後，就能產生直徑約有二微米（ micron ）的小球，在小心調節氫度之下這些小球表面會產生與細胞膜相似的雙層構造。若這些小球被長期放置，或與鎂離子（ Mg^{++} ）接觸，或因氫度的改變，小球會產生「分裂」（ cleavage ）或「萌芽」（ budding ）現象，與細胞相似。

蛋白質狀小球若要成爲第一個細胞的模型，它需要具有一種很重要的因素：就是細胞中的遺傳基因如核酸一樣，可以自我複製，若這模型得以成立，蛋白質狀小球一定要能獲得核酸，使這模型得以繁殖（ 註 8 ），可惜在今日的地球環境中無法找到蛋白質狀小球自動獲取核酸的例子，因此這模型很難使人滿意。

穆拉氏（ Dr. Peter T.Mora ）乃是研究細胞來源的科學家中的一位皎皎者，他指出倡導無生源論學者所面臨的幾個嚴重的難題（ 註 9 ），他的論調可分爲四個重點來分析：第一，在假想的太初地球狀況中所觀察到的化學聚合作用正如實驗室中的有機化學合成作用，被已定的物理和化學條件所規範，並不能製造出可以自我繁殖的生物過程。正如一副電腦只能運用由電腦專家所定下或加上的知識。第二點穆氏指出無生源論由環境控制的化學聚合作用如何突然變爲第一個細胞的內在管制系統實在是一個謎。

穆氏的第三點乃是有關於天然選擇的問題。無生源論中之選擇與達爾文所言之天演作用是兩回事，因爲後者乃是指「生物」如何適應環境，滋生衆多而遺傳後代。

無生源論學者如賀若偉（Horowitz）、奧百齡（ Oparin ）等引用天演論

來形容較穩定和較複雜的化合物如何從較不穩定和較簡單的化學元素聚合而來，在物理和化學原則的控制之下，這些化合物之所以被「選擇」，乃是因爲有適當的環境：例如：反應物有足夠的化合動力(ēnergy state)，反應物彼此碰撞，而且有催化劑在旁協助。上述所有的條件在初生地球的狀況中都不會持久，沒法維持一套自我生產和繁殖的系統，這些條件只能在短期內形成一些半穩定的狀態，隨著系統的複雜而漸漸擴散而消失，所以達爾文的天演論在無生物的分子系統是不能應用的。

穆氏最後一點指出第一個細胞的起源，乃是在於化學分子聚合和彼此反應以增加這些系統的複雜性，但是環境中的物理和化學作用只會催使複雜的系統分解爲簡單的分子，因此化學聚合的產品能不被環境破壞而繼續維持它的複雜性的機會很微小。根據上述所言之各種難處來推理，生命的來源和結構實在不可能被上述的條件所控制。

C、缺乏足夠的證據支持種以上的進化（即廣進化） 種以上的進化有賴於新種產生作用，雖然在上文已提到（卷一，三·二·二）大自然中各種族的產生可憑推理來證明，但是新種產生作用仍未能在一個謹密安排的實驗中觀察得到。

從上文提到用儀器來試驗變異細菌（參卷一，三·二·一）的實驗中，我們可觀察到細菌在短期內會經過很多繁殖週期的進化，但這進化的結果不過是同種中的異態，因爲這些異態仍能與原來的品種交配，麥爾（Ernst Mayr）（註10）曾如此指出上述之難題：「研究進化論的學者既然知道有不同的新種產生作用，他們還要面對一個技術上的問題，因爲新種產生作用是一種緩慢的歷史過程，除了「多元染色體」現象（polyploidy）之外其餘所有的例子均非一個人肉眼能觀察得到的。」

「多元染色體」現象乃是植物進化的一個主要因素，而且可以藉著觀察來衡量，在下文中我們會詳細討論植物的新種產生作用（註11）：

「多元染色體」是約在六十年前被發現的。根據研究植物染色體的結果，科學家發現這些染色體的數目少則四個，多則超過二百個，但最通常的數目是十二，其次是八個。差不多有百分之五十的植物其染色體數目不超過十二個，而超過十二個染色體的植物通常都是具十二個染色體植物的副本。在每一個屬（genus）之中往往有多種植物彼此之間的染色體數目是按倍數增加，這種細胞核中染色體數目大於二倍之上的現象被稱爲多元染

色體現象(Polyploidy)，這種現象也可分爲兩個類別：即多元染色體自殖(autopolyploidy)：一對染色體經複製後增加數目；和多元染色體他殖(allopolyploidy)：從兩種植物而來的兩對以上的染色體混在一起，使植物有兩個以上的基因系統(genome)；後者在植物進化過程中比較普遍。

多元染色體自殖在大自然和實驗室中均可觀察得到，狄費里(Hugo de Vries's)就是基於對一種多元染色體自殖而來的異態待宵草之觀察而得出突變論的。這種待宵草是一種四元染色體異態，具有廿八個染色體(二元植物只具有十四個)，與其他四元染色體的植物有相同的特性：第一，它比二元植物(O. lamarckiana)高大得多，狄氏因此稱它爲 Oenothera gigas，而且將它分別爲新種；第二，這異種有比二元植物較寬厚的莖，較短而且較寬厚的葉；第三，這異種比二元植物生長速較慢，但這種情形是一種例外，因爲其他四元染色體的植物通常都比二元染色體的植物更能適應環境，生長得較粗大。

由多元染色體自殖而來之植物通常都能產生能與正常的二元染色體植物交配的後裔，因此這種異態通常都不被稱爲新種。但在四元染色體植物和二元染色體植物之間却有不少生殖上的隔離，因爲它們之間交配的結果是一個三元染色體的混種(triploid hybrid)，三元染色體的植物是不能繁殖的，因爲在減數分裂過程之中它不能產生正常的配子，很多多元染色體自殖而來的植物若具有奇數的染色體則多半根本不能生存，因此從多元染色體自殖而來的三元植物通常在植物進化過程中起不了什麼作用。

多元染色體他殖(allopolyploidy)也可以在大自然及在實驗室中觀察得到，有兩套過程可以用來解釋多元染色體他殖的來由，這些過程都是基於減數分裂時所發生的謬誤，尤其是在某些植物中其染色體不能聯會(synapse)的狀況下更爲顯著。

讓我們用A和B來代表多元染色體他殖中的兩套不同的單元染色體(haploid chromosomal set)，在一個AA×BB的交配過程中的第一代子孫爲AB，在以後的世代中若A和B因構造不同而不能攣縮，那麼在減數分裂時往往會因不分裂的緣故而產生AB型配子。在一棵自我受精的植物中的AB卵子與AB型的花粉配合而成爲因他殖而成的四元染色體植物AABB，這棵植物有兩套同基染色體，既然A與B染色體不能攣縮(這乃是造成AABB植物的先決條件)，那麼因減性分裂的緣故產生AB配子，和其他

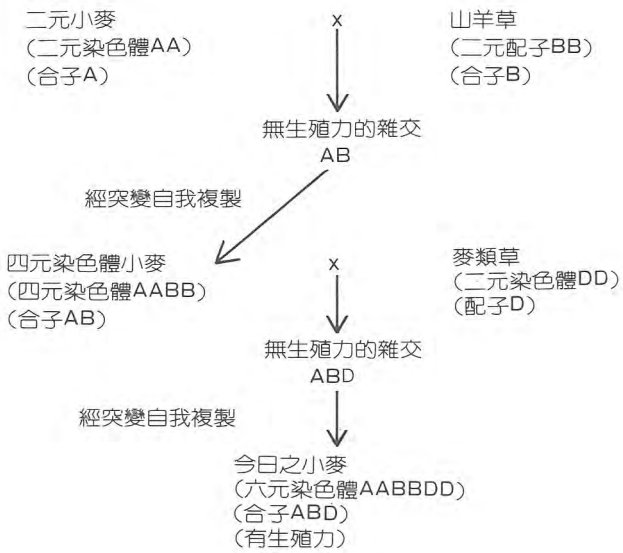
AB配子交合而成爲另外一棵AABB植物，因此這四元染色體的植物是有正常的生殖能力的。

除此之外，在減數分裂中若有兩次減數的失敗，也可以產生他殖而來的多元染色體植物，若一混種植物AB與原來純種的AA植物交配，因減數分裂的失敗，AB染色體不分裂，所產生的AB配子與純種的A配子交合而成AAB植物，若這AAB植物與純種的BB植物交配時也不能有減數分裂，那麼就產生AABB四元染色體植物。若AB染色體因意外而突然自我複製，(在實驗室中可用一種藥物colchicine引致染色體的自我複製，因這藥物妨礙細胞有絲分裂作用。)這樣也可以產生四元染色體的植物。

因他殖而來的四元染色體植物具有父母代的二元植物的特性，當然它們也有四元染色體的特徵。這些多元染色體都能正常生殖，因此是良好的新種類，而且它們不能與父母代的二元植物交配，因爲所產生的三元染色體植物是不能生育或不能生存的。這種現象可以從AABB和AA的配合而產生的AAB混種植物中看到，這種植物裡的AA染色體可以因攣縮而減數分裂，但B染色體不能攣縮，而且只能分到其中一個配子。因不能減數分裂的原故，所得的配子都不正常，因此不能生育。

多元染色體的他殖是植物發展新種的一個重要的過程，也是在大自然中常會遇到的現象，它是「同地區新種產生作用」(sympatric speciation)的一個很好的例子(見卷一，一·五)，小麥的進化是一個典型的代表，就是由於同地區因多元染色體他殖而成的。今日所見的小麥(Triticum aestivum)具有六元染色體AABBDD(見圖三·九)，它實在是由兩屬不同的麥類植物交配而成的產物：四元染色體小麥(Triticum dicoccum)AABB乃是因二元小麥(Triticum monococcum)AA與山羊草(Aegilops speltoides)BB混合交配而成，後來另外一屬的麥類草(Aegilops squarrosa)DD再與四元染色體小麥(T. dicoccum)交配而成今日的小麥。

多元染色體雖然在植物進化作用上扮演著重要的角色，但在動物的生長史中却不大派得上用場。在大自然中所發現到有多元染色體的動物大部份是從無精生殖作用(parthenogensis)(即未經受孕的卵子發展成動物)而來，或具有兩性的畸形動物(hermaphrodites)，所有從無精生殖而來的動物都是屬於節肢動物(arthropods)，例如水蚤(water flea)、鹽蝦(brine shrimp)，類似"walking stick"的昆蟲、psychid moth，和某些甲蟲、扁



圖三・十　小麥進化的過程

形蟲(flatworm)和蚯蚓乃是兩性同體多元染色體動物的代表，極少有異性生殖的動物具有多元染色體的現象，屈指可算的包括馬類中的圓形寄生蟲(nematode parasite)、幾種星魚和 sea urchins、和金色的田鼠，但因動物中罕有多元染色體，上述這些動物實在都是例外。

穆勒(F. Muller,1823－1900)曾指出多元染色體之所以在植物進化過程中佔有重要的地位，乃是因爲大部份植物是同時具有兩性，而動物則是兩性分開，因此在植物中雙數的多元染色體如四元、六元和八元等等都能繁殖，但在動物中有多過一對以上的性染色體，在多元染色體的動物中藉著減數分裂所得的配子都不能繼續交配。譬如一個雄性四元染色體的動物ＸＸＹＹ與一個雌性的四元染色體動物ＸＸＸＸ交配時所得的配子順序爲ＸＹ和ＸＸ，這兩種配子合成的合子爲ＸＸＸＹ，有這種染色體的動物在某些種類之中既非雌也非雄，因此不能生育。上述的解釋似乎與事實相符，所以被普遍接受。由此可見多元染色體作用只能作爲植物中的新種產生作用的解釋，但却不能用在動物的演化過程中。

麥爾（Mayr）（註10）認爲若根據新種產生作用的假設來構想一個動物族羣進化的每一個階段，而能在大自然中找到每一個階段的代表，那麼這緩慢在過往已發生的新種產生作用可說是被「證實」了。達爾文和早期的進化論學者曾採取這種立場，但因爲他們沒有有關「種」的一個切實的定義，他們的研究得不到什麼效果。今日因爲有了以能否彼此交配作爲鑑定種的標準（interbreeding population concept）（參卷一，一・二），使「種」的定義有了客觀的根基，但在自然界中的族羣却並不常常彼此交配，因此，鑑別「種」的方法仍不免有主觀的成份，既然解釋新種產生作用的過程也有好幾種，按照學者大前題來分辨大自然中的動物族羣的結果只能算爲由推理而來的隨附證據。

總括而言，在種以上的進化過程仍未能以實驗或觀察來證明。有人以爲大進化乃是經年累月的結果。在科學家短暫的一生之中實在無法觀察得到，雖然如此，種以上的進化系統乃是根據已由多方面證實的小進化理論引申而來。若有機進化論或大進化與有充份證據的小進化理論分開的話，則會失去它理論的根基。

新達爾文進化論學者一直鼓吹用作解釋小進化的天演論也可用在種以上的進化過程上。但這套論調現在遭到很多學者的詰難，有人以爲天演論與種以上的進化過程關係很少，甚至可能是全無瓜葛，這種立場在下文（卷一，三・三・二）會詳加討論。所以開明的學者應按照所有的證據來發表言論，不能固執己見。

D：分子生物學上的證據與其他支持普遍進化論的證據並不協調

辛普森（G.G. Simpson）乃是著名的分類學家和古生物學家，他在數十年前指出生物形態上和遺傳因子上的進化有以下的關係（註12）：

生物分類學和形態學上所研究的進化速度與遺傳因子的進化速度有很密切的關係，即使這不過是一種間接的關係，若非如此，它們在進化論上的地位便極不相同。普遍來說，很多形態上或表型（genotype）上的變化都源於在性型（genotype）以外的因素，所以與性型的進化過程不一定相似。最近有人發現性型上的變化速率往往與表型上的變化速率分道揚鑣，雖然如此，在古生物化石中經年累月而來的形態變化依然能被準確地量度。這些變化無疑地是與這些生物的遺傳因子的改變速率有很密切的關係，因此我們可以說形態上的進化速率應能反映出基因改變的速率，就算這兩個速率不一定完全成正比例。在分類

學上這個假設則更爲可靠，因爲現代分類學雖然是按不同的形態來分類，它也採用遺傳學上的定理來衡量每種生物的進化速率。

正如辛普森所指出的，大部份進化論學者都認爲生物外貌的演變速率實在是基因進化速率的寫照。但近代分子生物學採用新的技巧來分析在大自然中生物族羣的基因變化，所得的結論却與上述假設大相逕庭。

李文定（R.C. Lewontin）列出要清楚分辨生物族羣中的性型頻率(genotype frequencdes）時所要注意的四個條件：①因爲在染色體上同一位置的基因兌換所帶來的表型上的差別一定要能在不同生物的個體中分辨得出。②在染色體中不同位置之基因兌換的後果應能被清楚地分辨。③在染色體上同一位置的基因兌換姑且不論它的强度和對生態上的不同影響一定要能被量度得到。④這些能被量度的基因兌換應能代表染色體上任何的基因，而非只侷限在某些基因上。李文定認爲以傳統的遺傳學觀察得到的形態變化來衡量性型（genotype）的特徵，這方法並不能履行上述四個條件。

最能在族羣中驗出基因中的變異的方法莫過於分子遺傳學(Molecular Genetics)，因爲造成結構基因(Structural gene)的核苷酸被基因表現（gene expression)的方法製造成蛋白質，這個過程十分準確（見卷一，二・六・二）。若核苷酸的次序（sequence）因突變而產生變化的話，所製成的蛋白質中的氨基酸也會順序改變，所以我們若分析蛋白質的構造；可以達到上述的四個目標。

染色體中不同位置的基因兌換的後果之所以能被清楚地分辨，乃是因爲基因兌換的後果造成蛋白質中氨基酸的改變，這些氨基酸的改變都能用分子遺傳學上的方法來實驗，除非基因兌換的地方乃是屬於多元性的密碼（degenerate code），不會改變蛋白質上的氨基酸。染色體上不同位置的基因能製造出不同的蛋白質，因爲我們分析的是基因的製成品（gene product），無論基因是否經過突變，這些變化都會在基因製成品中顯現，所以遺傳學家可以研究族羣中任何基因，而不會被侷限於孟德爾所注重的能在外貌上被清楚分辨的特徵。

下面是幾種分子遺傳學用以分析基因變異的方法：

1. **去氧核醣核酸的混交**（DNA Hybridization） 因爲去氧核醣核酸攜帶遺傳因子，若基因之間有不同之處，去氧核醣核酸自然就會相異。若我們將兩個生物體內所提煉出來的去氧核醣核酸雙旋分開，再將這

些分開了的單股核醣去氧核酸放在一起，它們就會按照它們彼此之間的相似之處結合成雙股的混雜物。

這種方法可以用來衡量去氧核醣核酸的兩種特性：①在兩種生物之間有多少去氧核醣核酸能藉上述方法產生混雜物。②在去氧核醣核酸的混雜物中有多少去氧核苷酸能以氫鍵對比。第一個特性可以藉著提煉的方法將混雜的去氧核醣核酸與單股的去氧核醣核酸分開。第二個特性可用衡量分開混雜的去氧核醣核酸再次成爲單股的成員的溫度來代表，因爲這溫度乃是與混雜物的兩股之間有多少氫鍵的對比成正比例。

但是基於去氧核醣核酸混雜的方法需用很多時間，而且所得的初步結果也很難用作衡量個別遺傳基因的標準。因此這種方法往往只用作分析族羣生物之間的基因變化的初步統計。

2. **免疫學上的方法**（Immunological Method） 免疫學的方法乃是基於抗體（ Antibody ）與抗原（ Antigen ）之間的相互作用。抗體乃是脊椎動物體內對前所未見的抗原的反應物；抗體與抗原之間有很特殊的關係，因抗原好像一把能啓開抗體之鎖的鑰匙（ 見圖二・四十九 ）。大部份的抗原都是蛋白質，若在這蛋白質中有一個氨基酸被兌換，那麼這抗原的鑰匙因著這種改變就不能再貼切地打開原有抗體的鎖。

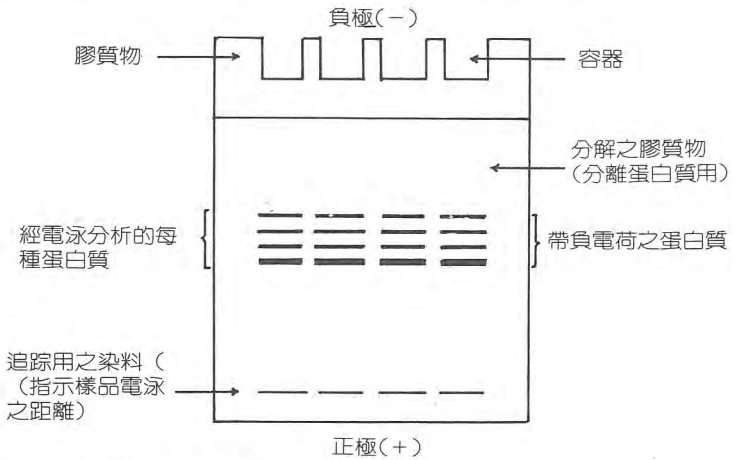
用免疫學上的技巧來衡量不同生物的蛋白質之間的關係相當容易，就以猴子的血蛋白（ Albumin ）爲例，被煉淨的蛋白質可以用作抗原，注射在家兔身上，家兔體內就會產生特別反應猴子血蛋白的抗體。若要研究另外一種蛋白與猴子血蛋白中之關係，只要將這種蛋白與家兔體內反應猴子血蛋白的相互作用，與猴子血蛋白與同樣抗體的相互作用作一比較，若這比較結果相同，那麼這種蛋白與猴子血蛋白有同一免疫學上的特徵，這種比較的異同被稱爲物種之間的免疫距離（ immunological distance ），但免疫學上的方法相當簡陋，而且是一種間接的比較，因此只被當作是研究遺傳距離的補充方法。

3. **電泳測度法**（Electrophoretic Measurement） 所有氨基酸都具有一個鹼性或一個酸性的部份，在生物體內時它們是處在離子狀態（ charged ione ），很多常是的氨基酸是有具極性的部份（Polar side chain ），因此更具有離子特性。蛋白質乃是氨基酸固肽結合的連鎖而成，因此在溶液中也具有離子的性質。在固定的「氫度」之下，蛋白質根據所有離

子性質會帶一定的電荷，電泳法（electrophoresis）按著蛋白質的電荷而將它們分開。

若在基因兌換的過程中蛋白質中有極性之氨基酸與無極性的氨基酸因突變而兌換，那麼蛋白質所帶的電荷也會變更。在帶有電流的媒介中，這些蛋白質會按照所攜帶的電荷與電流的吸引力之大小而移動。譬如，一個基因密碼如AAC變成AAA之後，會引致氨基酸賴氨酸（lysine)與天門冬酸（asparagine）的兌換，前者乃具有正電荷的氨基酸，後者却不攜電荷，另一個例子如基因密碼AAG與GAG的兌換引致帶負電的青氨酸（glutamic acid）與賴氨酸的調換，這些氨基酸的兌換都會影響蛋白質所攜帶的電荷。

圖三・十一是一套電泳儀器的實照，在這儀器中安放有一背板三明治（Slab Sandwich），其中含一些膠質物如漿糊、凍瓊脂（agar），或一些人工合成的聚合物，這三文治之兩端與兩電極相接，需要電泳分析的樣品，被注入儀器上方的容器裏，這三文治乃是被一副具有冷流的外套包圍，以避免電泳儀器被電流灸熱，而影響蛋白質電泳的速度，從不同生物身上提煉出來的蛋白質均可放在這儀器中分析。每一種蛋白質電泳的速度在於蛋白質所負之電荷，蛋白質的大小也稍爲影響它電泳的速度。當蛋白質電泳至儀器的另一端時，電泳過程隨即終止，蛋白質即被染色和量度。



圖三・十一　直立背板電泳儀器

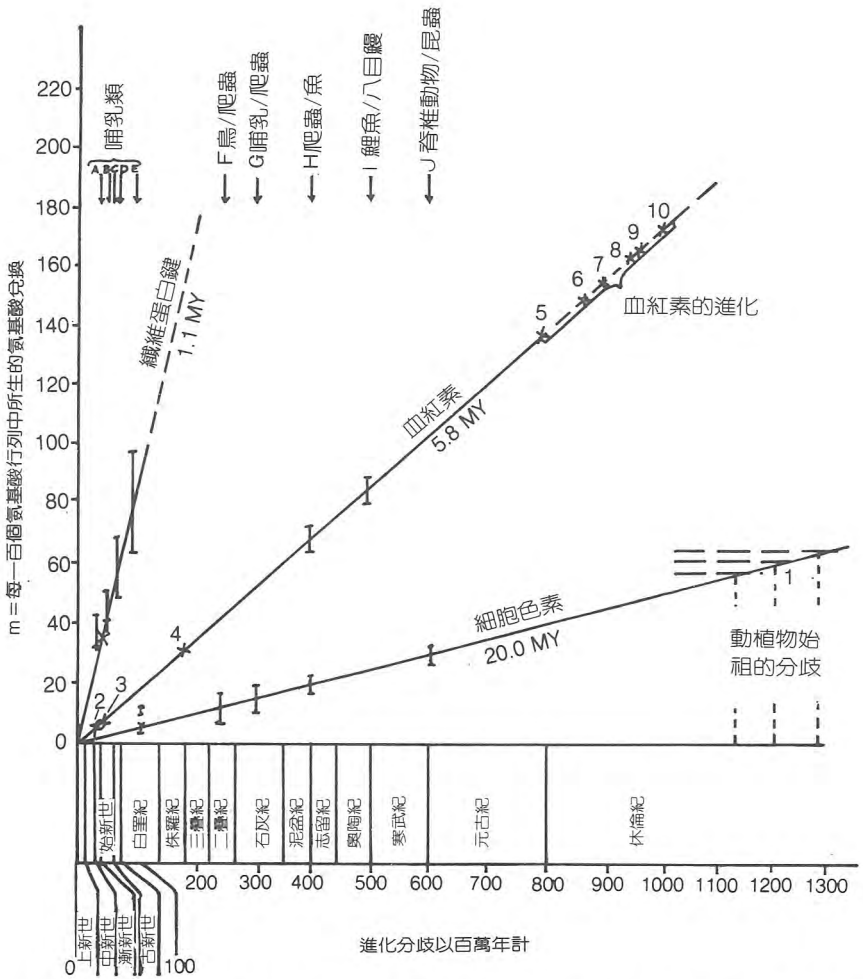
上述電泳法手續簡單，而且測量精細，因此被普遍採用作研究生物族羣中不同個體中所提煉出來的蛋白質，用這種方法而發現生物中多元蛋白質現象（protein polymorphism）乃是「中性突變」理論（Theory of Neutral Mutation）的重要證據，這種現象很難用天演過程來解釋，在下文我們會在詳細分析。

4. **蛋白質裡氨基酸的排列** 分析蛋白質裡氨基酸的排列乃是目前用來衡量生物之間之遺傳距離的一個最準確的方法。蛋白質樣品需要從動物的組織中，或從整個生物體內精煉出來，因爲一切不合用的蛋白質都要除淨，這種精煉而來的蛋白質才可用作鑑定氨基酸排列的樣品。第一個步驟乃是決定蛋白質是否有第四階層構造（quaternary structure）（見二・六・二），若有，那麼每一股多肽都需要分開且精煉。第二步驟就是要將這些多肽全部水解（hydrolysis），然後鑑定內含氨基酸的成份。第三，每一股多肽經過酶素的作用分裂爲小型的多肽，因爲這些酶素只襲擊多肽的某一部份。第四，準確鑑定這些小型多肝的氨基酸排列。最後，從許多小型多肽氨基酸排列和彼此之間重疊之處的分析就可鑑定原來蛋白質中的氨基酸排列。近代科技的發達，上述的步驟已變爲自動化，能自動分析蛋白質氨基酸排列的儀器乃是一套極複雜的氨基酸排列分析器。

蛋白質的氨基酸排列是無可否定的證據，使人可鑑定生物之間蛋白質的異同。下列幾個蛋白質的氨基酸排列已被詳細分析：細胞色素C（Cytochrome C）、血紅素（hemoglobin）、和纖維蛋白（fibrinopeptide），這些結果曾被用在進化淵源的研究上，但這些結果也令熱中天演進化論的學者費煞思量。

在用氨基酸排列來研究生物進化淵源時，從兩個生物中提煉出來的蛋白質其氨基酸之不同處可用圖表來表示（註14），圖中可列出生物之間在地質年代紀中進化分歧時的假想年齡。這種比較是一個正比例，因爲上述三種蛋白質中氨基酸的兌變與年代有直線的關係（註14）（見圖三・十二），圖中以百萬年爲單位的數目（根據化石年齡來推測）列在每條直線之下或與之平行，這數字乃代表蛋白質中每一百個氨基酸的行列中所發生的一個氨基酸兌換所需的時間。從這圖表的直線，我們可推論出蛋白質在地質年代紀中的進化速率大約是一定的常數（直線的斜度slope）。

若比較血紅素和細胞色素C 在下列生物中的進化速率，似乎與上述的



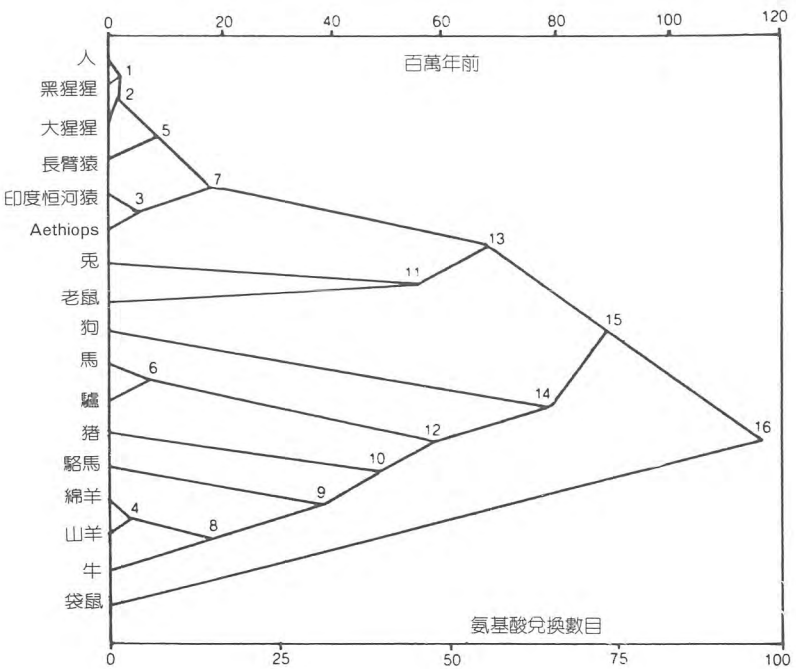
圖三・十二　氨基酸在下列三種蛋白質中的進化速度。纖維蛋白鍵，血紅素和細胞色素C

結論相左，因爲這速率並非固定的：人、家兔、鼈（Snapping Turtle）、鮪魚、響尾蛇（註15）。雖然如此，當將七個不同的蛋白質：細胞色素C、纖維蛋白A和B、血紅素α（Alpha）和β（Beta）、肌紅蛋白（

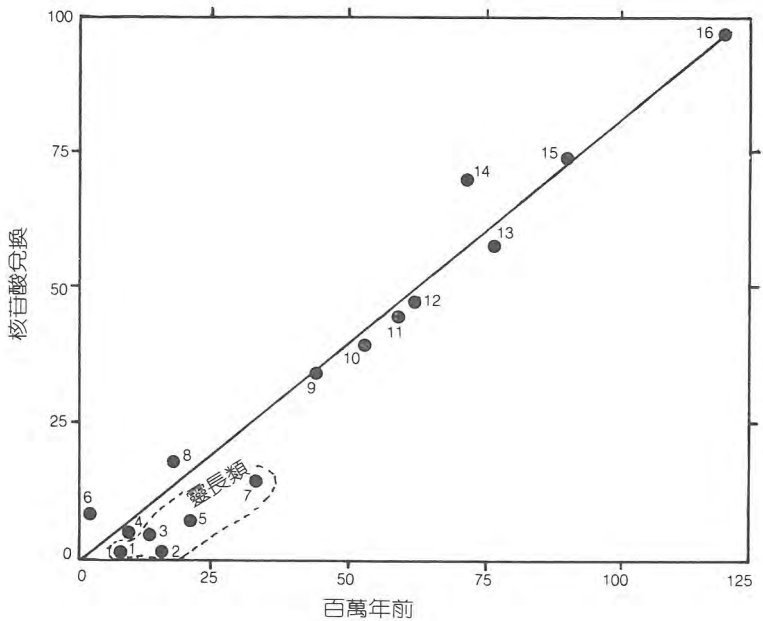
myoglobin)、胰島素C′蛋白質（insulin C′ peptide）按其氨基酸兌換來推測遺傳因子中核苷酸的兌換速率合併（圖三・十三），然後與地質年代紀中所有哺乳類假想分歧的時間作一比較，所得的是一條直線（圖三・十四）。

上述圖三・十三中所採用的哺乳類假想分歧的年代乃是按照這些生物體內的蛋白質中的氨基酸排列來推測，與普遍採用的化石上和地質上的說法並無相干。所以從這些統計中我們可以推論蛋白質的平均進化（或兌換）速率大概是固定的，因此蛋白質的氨基酸排列可用作測量進化時間表的標準。哺乳動物中除却靈長類的蛋白質進化率相當固定，靈長類却似乎比其他哺乳動物的氨基酸兌換率來得緩慢（註16）。

反之，若進化速率以在地質化石中所累積的化石的出現程序或骨質變



圖三・十三　幾種動物進化過程的假設。這些動物之蛋白質的氨基酸排列已被驗出

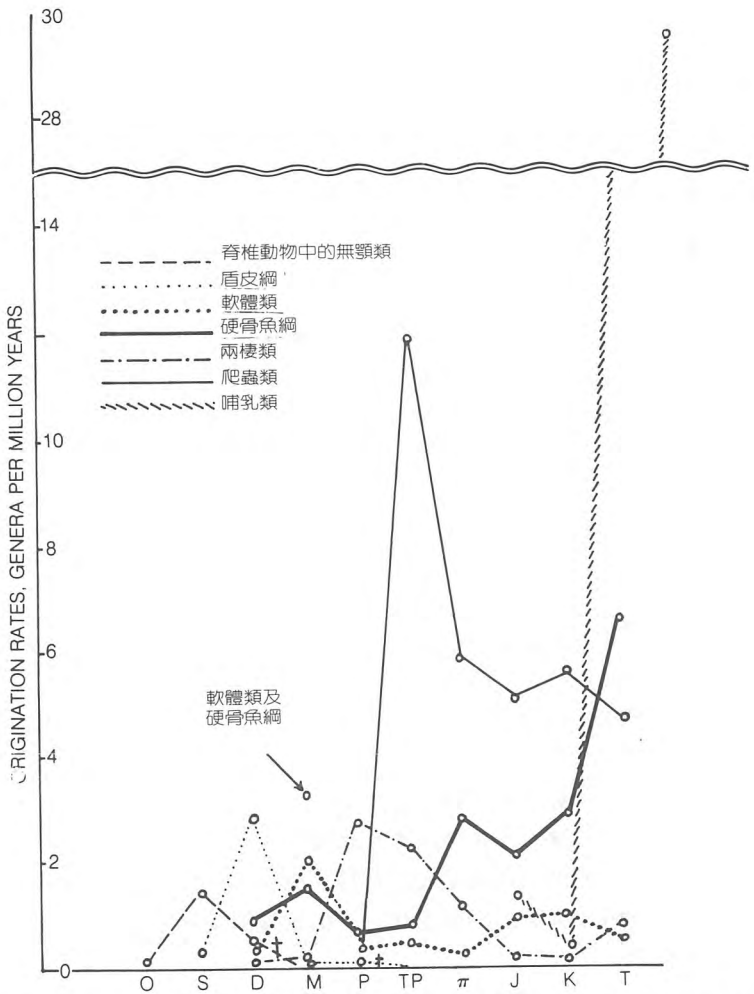


圖三・十四　核苷酸兌換與進化時間成正比

化來加以衡量，那麼這速率則是不規律的（參圖三・十五），所以生物構造上的改變和在化石上的變遷似乎與按蛋白質氨基酸兌換來衡量的遺傳因子進化速率並不相干。

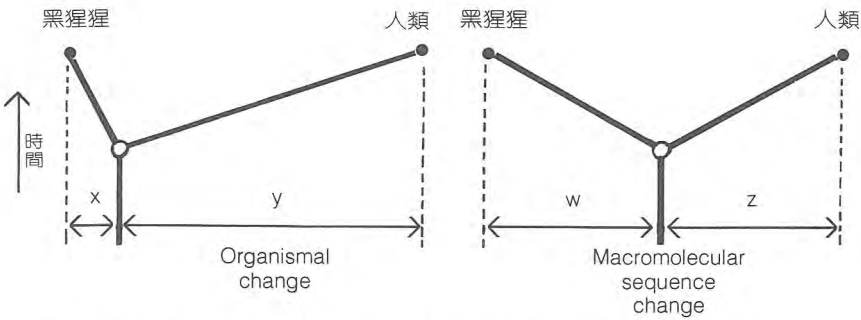
從人類和猩猩中所提煉出來的四十三種蛋白質被上述的核酸交雜法、免疫法測驗、電泳測度法和比較氨基酸排列的方法測量後，所得的結論乃是在同科（family）中不同屬（genera）的種類（species），其間的遺傳距離比猩猩與人類之間的遺傳距離還大得多；而猩猩與人乃是屬於兩個不同的科（註30）。換言之，人與猩猩在結構上不同，在生態上也各異，然而他們之間的遺傳距離比同屬的鼠類、蛙類和果蠅還接近。

人與猩猩的蛋白質進化速率自從假想的同一祖先中分歧進化之後似乎是彼此相若，但從人類與猩猩在外貌上的比較，却可發現人類比猩猩自分



圖三・十五　脊椎動物綱（除鳥類外）的進化速度。時間表由奧陶紀(O)至第三紀（T）。S代表志留紀，D代表泥盆紀，M代表密西西比紀，P代表賓夕凡尼亞紀，TP代表二疊紀，TT代表三疊紀，J代表保羅紀，K代表白堊紀。

歧之後更急速進化（參圖三・十六），這些證據指出遺傳因子上的進化與外貌上的進化似乎是漠不相關的。



圖三・十六　自人類與黑猩猩分歧進化後，其生物進化與分子進化的對照。左圖中根據動物學上之證據，人類（Y）有較急速的進化（Y＞X）；右圖則顯示無論在人類（W）或黑猩猩（Z）因子中其蛋白質及核酸均發生相似的改變。

若生物外貌上和生理上的特徵乃是不同遺傳因子表現的結果（這是近代生物學上的最基本假設），那麼上述遺傳因子與生物外貌上進化的不相關似乎指出支持普遍進化的分子證據（molecular data）與其他證據間的不協調，下文雖然提到幾種企圖解釋這矛盾的理論（見卷一，三・三・二），但這些理論都不能被實驗方法來考證，這矛盾的地方將永遠會是進化論學者所面對的一大難題。

三・三・二　理智上的不連貫性

A　「物競天擇」不足作爲廣進化的方法。

「物競天擇」的理論雖能貼切地解釋「微進化」（microevolution），但却不能清楚地解釋種之上的廣進化，下面的聲明乃是引自一本近期出版的進化論教科書：

「物競天擇」作用主要是根據生物「因子庫」(gene pool)中的因子界態，一面它使生物中產生變化，引致新種的發展，另方面它能保持和累積這些變化，這些確鑿之證據及充實的理論頗足以解釋有關新種產生育微進化作用。

但是在相距甚遠的生物種類之間却有極大的鴻溝，由此這些難以超越的鴻溝之存在，有些學者提出與物競天擇」的適應論(adaptation)截然不同的的作用來解釋這些鴻溝，這些辯論乃是當今進化論壇上的一大焦點。（註18）

很多學者提出不同的理論來解釋種以上的廣進化，下文將討論「中性突變」（Neutral Mutation），「調節基因突變」（Regulatory Mutation）、「系統性的突變」（Systemic Mutation）和「物種淘汰」（Species Selection）各理論。

1. **中性突變的理論** 上文（卷一，一·四）中提及傳統突變論在二十世紀初曾風靡一時，直至達布韋斯基（Theodosius Dobzhansky）暨全人爲「物競天擇」的新達爾文進化的理論重整旗鼓，傳統突變論與新達爾文進化論針對生物在大自然中的基因異態（genetic variability）提出不同的推測，前者以爲在大自然中大部份的生物應是純合子（homozygous），因爲天演作用乃是要淘汰大部份的突變，而具有這些突變的生物都是異合子（heterozygous），因此他們認爲大自然族羣中的生物中的基因異態是極有限的。

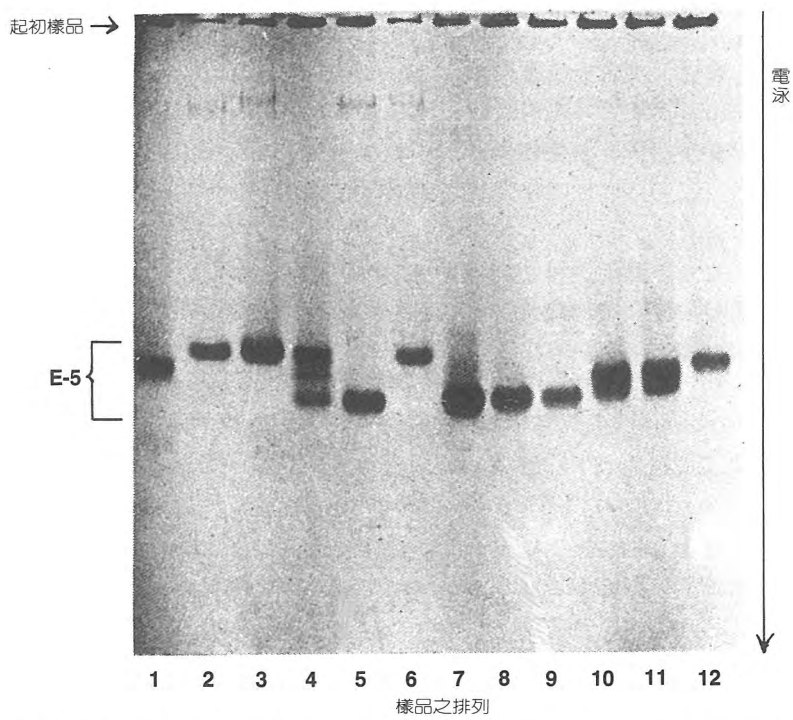
新達爾文主義者，或作天演論者（selectionist）却以爲天演作用藉著基因突變而引致基因頻率的改變，所以在生物族羣的天演過程中異合子藉著基因突變而產生，而藉著超顯性（overdominance）而被環境選擇（參卷一，三·二·一），因此天演論者以爲大自然生物族羣中的基因異態應該是很普遍的。

在未有分子進化學科（molecular evolution）之前，祇有引致外貌大變動的基因突變才能被研究，所以自然生物族羣中的基因異態（genetic variability）不能用實驗方法證明，雖然生物界中的多態現象（polymorphism）（即生物多過兩種以上的特徵被在同基染色體 homologous chromosomes）上的同位置基因（alleles）所決定，一個很好的例子就是血型）很早已被遺傳學家注意到，但沒有人能肯定地推測這種現象是屬普遍性的或是特殊性的。

在一九六〇年代，生物學家開始採用分子生物學上的方法來衡量生物中的基因異態，例如用電泳法測量，結果發現在果蠅中（註19、20）和人類中（註21）的蛋白質多態（protein polymorphism）是一種很普遍的現象，其他相似的結論也在植物（註22、23）和下列各類動物中發現：如原生動物（protozoans）、軟體動物（mollusks）、節肢動物（arthropods）、苔蘚蟲類（bryozoans）、棘皮類（echinoderms）和脊椎動物等（註24）。我們可以推論在自然界中的動物族羣都普遍地具有蛋白質多態的

現象。這個發現和上文（三・三・一・D）所提及的固定分子進化速率帶給傳統突變論者新的武器。於是他們倡導「中性突變」理論（theory of neutral mutation），爲他們的傳統立場綴上新色彩，當今學壇上他們被稱爲新傳統主義（neoclassicist）或泛中性論者（panneutralists），與新達爾文主義的天演論者分庭抗禮。

樣品2及3爲est-5 0.95／est-5 0.95
樣品4爲est-5 0.95／est-5 1.12
樣品5爲est-5 1.12／est-5 1.12
樣品6爲est-5 0.95／est-5 0.95



圖三・十七　果蠅成長後體中所有的酯酶樣品1中可見一股由位置est1.00／est1.00兩個純合子所組成的例子

在研究自然界中生物族羣的蛋白質多態現象時應注意下列兩種現象：①同基染色體中決定多態的成對基因（alleles），在所有基因中的百分比。②這些成對基因是否異合子，它們在總數中的百分比是多少？上述這兩種現象都可以用電泳法測度。圖三・十六乃是一個電泳法分析蛋白質多態的一個好例子，因爲在這實態中我們能同時決定上述兩種現象。

這例子乃是在一種果蠅（Drosophila pseudoobscura）中的一種酯酶（Esterase－5）的多態，這酯酶乃是由某一個染色體上第五個位置的基因所決定。在第一個樣本中我們可看到一個純合子的例子，因爲只有一股很清楚的蛋白質帶（protein band），由位置 $est^{1.00}$ 上的兩個相同的純合子所製造而成，上述 $est^{1.00}$ 的標記（即1.00）乃是在電泳儀器中的移動距離，第二、三和六樣本中所有的蛋白質的電泳距離較短，第五樣本中的蛋白質比第一樣本移動得快，第四樣本中有三股蛋白質帶，其中兩股與第二、三、六樣本的移動較慢和第五樣本中移動較快的蛋白質帶看齊，第四樣本中的第三股蛋白質却在上述兩股之間，第七到第十一樣本中的蛋白質帶與我們的討論無關，單從第二、三、五、六樣本中的較快和較慢的蛋白質帶就已可推論乃是兩個純合子的代表，快者乃 $est^{1.12}/est^{1.12}$，慢者乃 $est^{0.95}/est^{0.95}$，那麼我們可以引申以下的結論：酯酶(Esterase－5)是多態基因，因爲在自然界生物族羣中這基因製造不同電泳速度的純合子。

從上述第四樣本之中的三股蛋白質帶，我們可推論這樣本乃是來自一個異合子 $est^{0.05}/est^{1.12}$，在這樣本中有較快和較慢的蛋白質帶，而且兩者之間還有一股蛋白質帶，可見酯酶是一個含有兩股多肽（polypoptide）以上的酶。這異合子可產生下列不同的混合多肽：①兩股多肽都有電泳速度0.95，與上述純合子 $est^{0.95}/est^{0.95}$ 所產生的蛋白質一樣。②兩股多肽都有電泳速度1.12與上述純合子 $est^{1.12}/est^{1.12}$ 所製造的蛋白質一樣。③混合多肽的電泳速度乃是1.12和0.95之間，上述的結論（異合子）可藉著分析第四樣本中不同生物個體內的酯酶來證實，因爲這些生物中的酯酶基因會分隔（segregate）成爲兩個不同的成對基因，所以這電泳的速度，我們可以分析一對同基染色體上的異合子基因結合，而不需要顧慮到傳統遺傳學上所研究的顯性或隱性的基因。

就算所研究的蛋白質只有一股多肽，異合子情況也很容易被覺察，因爲異合子會製造兩股不同的多肽。每一股與純合子的多肽有相同的電泳速

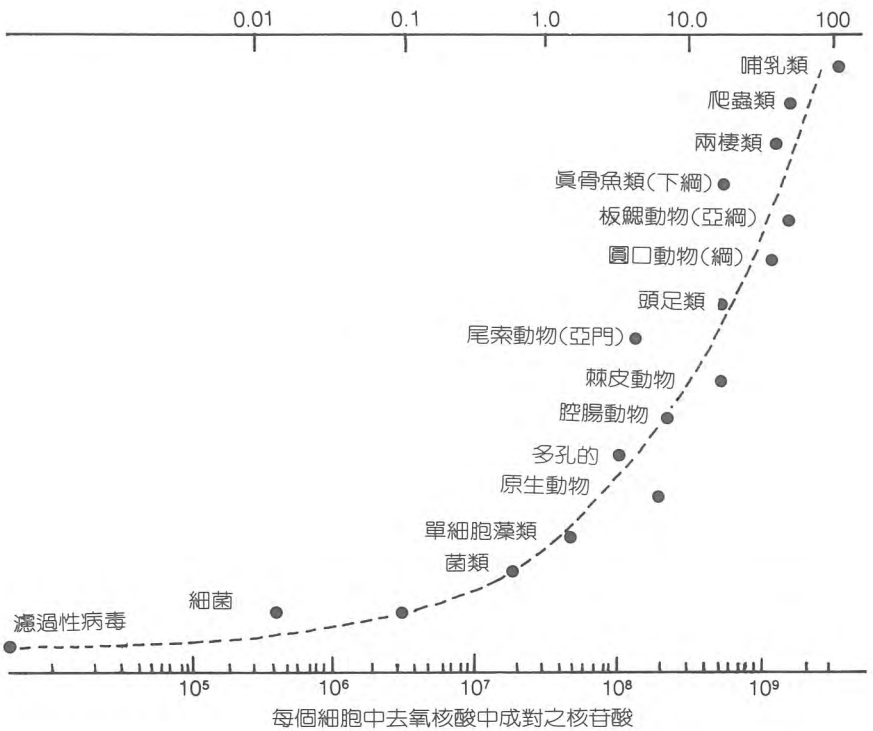
度，但在快與慢的蛋白質帶中却不會有混合多肽，在同基染色體上同位置上不同的因子所製造的酶被稱爲異酶（ allozymes ），在電泳儀器中所察驗到的基因多態不過是實際氨基酸變異程度之中的三分之一至二分之一，因爲很多氨基酸的改變沒有引致電泳速度的改變，因此藉著電泳方法分析的基因多態不過是生物族羣中的一個最低限度的統計，但從這些實驗中統計在有性生殖的動物中，三分之一的基因是有多態現象，而且牠們十分之一的基因是異合子（ 註25 ）。

「中性突變」論者提示下列五點論據來解釋上述這些實驗結果（ 註26 ）：①每種蛋白質的進化速度若以其氨基酸兌換的頻率來計算，我們可假設每年每個氨基酸的變化速率大概是固定的，只要受氨基酸兌換變化的蛋白質能保持原來第三階層的結構（ tertiary structure ）和功用。②蛋白質中在功用上較次要的部份或功用次要的蛋白質其氨基酸兌換的速率應比功用重要者爲快。③氨基酸兌換若不太影響蛋白質的功用則頻率應高（ 所謂保守性的兌換，conservative substitution），反之則頻率低。④染色體的重複作用（ gene duplication ）（ 見卷一，二・六・五 ）必定在產生新功用的基因出現以先。⑤天演作用的後果乃是刪除有害的突變或因基因漂流而形成中性突變的優勢（ 見卷一，二・六・六・C ），並非如達爾文所論是造成新種的原動力。

上述第一個條件被最近所風行的分子時間表（ molecular clock）（ 見卷一，三・三・一・D和圖三・十三 ）和幾種蛋白質的固定進化速率（ 見圖三・十一 ），所支持雖然某些蛋白質的進化速度相差很遠，但中性突變的速率因爲沒有充份的實驗結果，所以不能測定。但按數理來推論，中性基因的兌換應與突變的頻率相等，無論生物族羣大小如何（ 註27、13 ），所以若突變的頻率是固定的話，在蛋白質中基因兌換的速率也應是固定的。第二個條件亦有充份的證據，因爲纖維蛋白鍵（ fibrinopeptide）和胰島素的前身（ proinsulin polypeptide C ）是兩種不太派用場的蛋白質，它們的進化速度前者爲細胞色素C的十八倍，後者爲細胞色素C的十一倍，而細胞色素C是生物能源傳播作用中最重要的一個成員（ 註28 ）。血紅素的進化可用作支持第三個條件的證據，因爲在這蛋白質的α和β多肽中近邊緣的氨基酸較容易被兌換，但在血紅素中央的原血紅素（ heme）附近的氨基酸却很少被兌換。

第四個條件原先被用作解釋血紅素與肌紅蛋白的進化關係，因爲二者之間有很多相同的氨基酸排列和功用，所不同之處乃是前者有四股多肽，後者只有兩股，因此基因重複作用似乎是最可能引致這種現象，但可惜沒有人能用實驗方法來考驗這個理論，雖然它能解釋生物如何在進化過程中獲得大量的核苷酸（見圖三・十八）。

最後的一個條件乃是中性突變論者的一個假設，他們認爲天演作用乃是基因信息的編輯，而非如達爾文選擇論者所言的作曲家。他們以爲自然生物族羣中的多態現象大部份都對生物無害也無益，因此是天演作用所不能淘汰的。



圖三・十八　幾種生物最低限度應有的去氧核醣核酸。每一點代表每一細胞中應有之去氧核酸，座標及曲線爲大致樣本。

所以中性突變論者與新達爾文主義者的辯論的焦點乃是他們對兩種現象的不同解釋：①蛋白質固定進化率：中性突變論者認爲這固定的蛋白質進化論乃是支持他們中性突變强有力的證據，因爲中性突變對生物無損也無益，在蛋白質中的進化速率乃在于基因機遇的漂流（ random genetic drift ），因此蛋白質中的氨基酸兌換速率也近乎固定的，但新達爾文主義者却需要用很複雜的假設，在突變壓上，選擇的益處上（ selective advantage ），和生物族羣的大小等的特殊條件下才勉强可以解釋蛋白質的固定進化速率。當然，新達爾文主義者一方面懷疑蛋白質進化速率的固定性，另一方面他們仍堅持只有使生物適應外界環境的氨基酸兌換才被選擇，同時他們又指出氨基酸兌換速率也被其他因子的後果所左右。

在第二個現象：生物多態（ polymorphism），中性突變論者認爲這乃是中性突變在既對生物無益也無損之情況下被因子漂流影響所生的後果。天演的過程只是將有害的突變刪除，在很罕有情形之下才選擇有益的突變。反之，新達爾文主義者却以爲在異合子情況之下，突變的基因與未經突變的基因在對同基染色體上比純合子情況要佔優勢，這情況稱爲超顯性（ overdominance ）或混種優性（ hybrid vigor ），因此他們認爲生物的多態乃是平衡性的淘汰（ balancing Selection ）所維持的基因平衡現象（ genetic equilibrium ）的結果（ 參卷一，三・二・一・C ）。

上述兩種立場似乎都只能解釋部份實驗上的證據，但兩種論調都有它們的弱點，中性突變論者需要搜集更多的證據來支持他們所强調的蛋白質進化速率固定的現象，因爲有某些證據與這個結論矛盾，而且他們也需要應付天演論者所指出某些異酶（ allozyme ）似乎對生物適應環境有益處，因此與他們所强調的既無益也無害的中性突變論有所出入。

天演論者所提倡的平衡性淘汰理論也有很多漏洞，因爲若自然界中很多生物的異合子情況都是混種優性的結果，那麼因爲這些生物之間的彼此交配的結果，很多子孫應是純合子，因此經年累月的彼此交配的後果應是純合子優勝，異合子反被迫淪爲小數。這種現象被稱爲彼此交配上的壓抑（ inbreeding depression ），因爲它的後果是減低生物族羣中的基因異態。但事實上生物族羣之中並無上述這種現象，加上很多蛋白質的多態如在植物界中能自我受精的種類（ 註22 ）、和細菌（ 註29 ）、和無精生殖的動物（ 註24 ）都常有多態的現象。

上述的實驗證據使新達爾文主義的立場搖搖欲墜，在大自然中除却前文詳述之鐮刀狀血球貧血病之外（參卷一，二・六・二和三・二・一・C），少有混種優性的例子，所以現今論壇上新達爾文主義和中性突變論者分庭抗禮，這場論戰可能永無休止，所以我們可以很中肯地總括說，用物競天擇這理論作爲建立廣進化的根基正遭中性突變論者嚴重的挑戰，變得搖搖欲墜。

2. 「調節基因突變」的理論（The concept of Regulatory Mutation） 上文已指出分子證據與生物外貌上證據的不協調（見卷一，三・二・一・D），於是分子生物學家提出調節基因突變論以企圖解釋這種矛盾之處。這理論的主要論點指出生物外貌和解剖形態上的不同，乃是基於某種能影響基因表現（gene expression）的調節基因（Regulatory gene）經過突變所生的結果（註30）。這些基因雖然只經過輕微的變化：如在何時製造它的產物或產物的多少，但後果却是整個生物在胚胎發展過程中的巨大變化。所以黑猩猩與人類之所以有這麼多外貌上的不同，乃是基于幾個重要的調節基因的突變，雖然這些調節基因的產物還未能用實驗方法來研究。

調節基因突變可能有兩個來源：①因核苷酸兌換所引致的突變可影響管理系統（operon）的調節因子，因而改變管理系統所控制的酶的產量，却不影響這些酶的氨基酸排列（見卷一，二・六和圖二・五十三）。②染色體因逆轉（inversion）、遷移（translocation）、重複（duplication）、刪減（deletion）、或轉位（transposition）（見卷一，二・六・五）的突變可能影響基因表現的程度，却影響基因產品中的氨基酸排列。可惜上述這些理論均未能用生物化學上的方法來考驗。

調節基因突變的理論到目前爲止仍屬一種推想而已，因爲缺乏實驗上的證據。管理系統雖在細菌中屢經證實，但在高等眞細胞核生物中却仍未被發現，原因有四：①在眞細胞核的生物細胞中去氧核苷酸（DNA）乃是被一層染色體上的蛋白質（Chromosomal protein）所包圍，後者可能在因子表現的過程中扮演著重要的角色，但它們的存在使人很難研究管理系統中的基因。②在高等生物中很多高度重複性的去氧核苷酸的功用迄今仍未被發現。③上述大部份高度重複性的去氧核苷酸都可能是派不用場的，因爲它們從未被複製成爲核苷酸（RNA）。④在眞核細胞的細胞核中含

有極度複雜的核甘酸（nuclear RNA），比在細胞質（cytoplasm）中的核甘酸信息（messenger RNA）複雜十倍。但這些在細胞核的核甘酸後來却兌變爲核甘酸信息，在細胞核中還有其他分子量（molecular weight）較小的核甘酸，其功用尚未被人發現。

基於眞核細胞中基因構造的複雜（註31），科學家仍未能解釋在這些細胞中基因表現的調節。因此上述調節基因的理論却很難用實驗方法來證實，在細菌中所發現的調節基因突變的效果（註32）是否能被引用在眞核細胞中實在是一個很大的問號。

3. **系統性突變的理論**（Concept of Systemic Mutation） 已故的高許密（Richard B. Goldshmidt 1878－1958）乃是前加州大學的遺傳學教授。他曾因不能用微進化的過程來解釋廣進化在高等生物上的影響而感到困擾。因此他認爲新達爾文主義的過程（即因天演作用引致很多輕微突變的囤積）只能解釋在種以下的生物類別的演變，新種產生作用則屬於系統性突變的領域（註33、註34）。

高氏以三種理由來支持他系統性突變的理論：第一，若上述的微進化過程因地理環境變遷而引起新種產生作用，那麼我們應能在大自然中找到一連串被分隔開而在變遷之中的品種，而最高度發展的那些品種就應是新種的開始。高氏還推測這些過渡性的品種應有某些程度的混雜，但他却在大自然中找到很多完全隔離而又彼此相關的生物。當然他是以能否交配的標準來衡量物種，否定很多所謂新種乃是只憑外貌而不憑遺傳的標準來鑑定的後果，因此他認爲物種之間有一個不能超越的鴻溝。

高氏的第二點理由乃是：若天演作用能產生新種的話，那麼經過長期分隔的品種應能囤積足夠的突變，使它與原來未變之前的品種產生生殖距離，因而進化成爲新種。但高氏却搜集很多證據證明長期的分隔只能產生種以下的異態，而不能產生新種。他特別指出在日本北海道島所發現的一族飛蛾Lymantria dispar經過六千萬年與大陸分隔，但今日的飛蛾與大陸的品種只有種之下的異態的分別，他同時指出在季節轉變影響之下的蝴蝶Papilio的異態比不同族的Papilio 蝴蝶的異態還顯著。

高氏的第三個理由乃是，天演作用的速度太慢，不能解釋今日世上所有生物的來源。新達爾文主義强調輕微的突變被稍異的環境所選擇，所以他們指出在進化過程中只有這些小突變和小淘汰壓（slight selection

preasure)是重要的。若我們給淘汰壓所下的定義乃是生存價值的貶低，那麼在有一千個AA和一千個 aa 性型的生物族羣中，若所有AA的生物都能生殖，但却只有九百九十九個aa的生物得以繁殖，那麼針對a基因的淘汰壓乃是0.001、按照何丹（J.B.S. Haldane）（註35）所擬的數學方程式，若有上述大小的淘汰壓乃是對一個只有百萬分之一的基因有利，那麼需要經過一萬二千個世代之後，這基因頻率才會增加爲一百萬分之二（若這基因是顯性）；若這基因是隱性的話，那麼更需要三十二萬二千個世代之後才能得到同樣的結果。高許密設上述飛蛾Lymantria能長期不變，加上淘汰壓的計算，引申出之結論乃是天演作用在新種產生作用中並派不上用場。

高氏因此倡導一套新的系統性突變理論：即因染色體上的基因全部改變排列的次序，才會引致新種的產生。他以果蠅Drosophila中不少染色體的突變來支持他的理論，認定天演作用雖然通常都會淘汰這些因系統突變而來的生物，但有時却會讓一些「有希望的怪物」（hopeful monster）生存，因而產生新種。

系統性突變理論缺乏充份的實驗證據來支持，惟一的例子乃是植物中多元染色體現象，但這現象却不能被引申來形容所有動植物。但高氏搜集了大量有關天演作用不能引致新種的證據，使進化學者不能不重新衡量他們的理論。

系統性突變在今日以嶄新的姿態出現，它的新面貌被稱爲夾雜性的平衡（Punctuated Equilibrium），由哈佛大學的谷地（Stephen Jay Gould）和紐約自然歷史博物館的艾醉極（Niles Eldredge）所提倡（註36）。這理論的重點乃是生物的進化歷史中具有長期性的平衡時期，其間生物並無任何演變，但在特殊狀況之下夾雜有突破的事件，能使生物產生新種。這套理論特別在古生物化石學者之中頗受歡迎，因爲他們在化石中找不到一連串的過渡性生物。

4. 「物種淘汰」的理論（Concept of Species Selection）

進化論學者不甘被抨擊，繼續强調天演作用乃是微進化和廣進化的骨幹。他們認爲緩慢的天演作用會選擇經過突變的生物個體，因而產生新種，然而此理論不足以解釋古生物化石中的記錄。因此有人提倡物種選擇的理論（註37）。這理論認爲新種產生作用雖然是無目的性的，但它却專門選擇

某些能以高速產生新種的種類，而淘汰其他不能產生多量新種的種類。這理論乃是根據古生物化石的記錄引申而來：㈠在化石中一種生物從百次出現至絕跡或演變成新種需時大約六或七百萬年左右。㈡所有哺乳類主要的目（orders）在一千二百萬年之內全在化石中出現；這種速率比一些海生的脊椎動物快得多。㈢在一段不超過五百萬年的期間，一種海生動物 Limnocardiidae 科（family）從出現而致發展成爲五個亞科（Subfamily）中超過三十個屬 (genera) 以上有各種不同形狀的動物。㈣現今還活著很多「活生生的化石」如linguloid、腕足類、某些軟體動物、某些爬蟲 (rhynchocephalian reptiles)、某些蚌類的軟體動物、硬體海綿、和肺魚，這些動物與幾億年前牠們祖宗的化石差不多完全一樣，顯示牠們這麼多年來並未進化，上述這些現象都不能按照天演論中囤積微小的基因突變因地理環境的分隔而進化（異地分佈作用，見卷一，五・一）來解釋，却需要一種迅速的演化，然後進入差不多是長期平衡的不變狀態。

「物種淘汰」的理論與「同地區作用」（sympatric speciation 見一・一・五）相似，因爲這兩套理論都提倡迅速的演變乃是新種產生作用的主要因素，它與天演論有相同的地方，即物種乃是因能不被淘汰而成爲新種，但與天演論相異之處乃在于以物種爲淘汰的單位，而天演論却是以每個生物個體能否因具有固有或由突變而來的基因的表現來適應環境而生存下去爲單位，雖然「物種淘汰」的理論似乎可以解釋迅速的進化，但這理論却不能用實驗來證明，不像微進化中的天演過程一樣能被考驗，所以「物種淘汰」理論的問世也是證明達爾文的天演作用不能解釋廣進化的結果。

總而言之，雖然達爾文的進化論仍被生物界尊崇爲一套最包羅萬象的理論，但贏取達爾文科學地位的天演作用却已漸漸被較前進的生物學家摒棄，因爲它不能解釋廣進化的主要過程。最近在一個有關廣進化的學術會議中，學者們辯論焦點乃集中於廣進化與天演作用全無關係（註36），因此持守達爾文天演論的學者已不再是進化論壇上的當權者。李文定（R. C. Lewontin）曾概論進化論如下：

最近幾年提出來，學者紛紛提出進化機能乃是一種不能被天演作用所解釋的無目的過程。若從遺傳學上來分析，新種產生作用似乎是按照這種「非達爾文」作用(non-Darwinian)來進行，那麼達爾文的天演論究竟有何貢獻？答案並非是達爾文帶來了進化哲學(evolutionism)，因爲在思想史上進化哲學在達

爾文之前已存在，也不是天演作用促使生物進化，因爲實驗室的結果並不支持這結論，而是以一套物質相交作用的天演論來解釋生物中的異態，而不倚靠超自然的觀念來解釋這些自然的現象。（註38）

換句話說，達爾文之天演論唯一的貢獻，乃是一套可在實驗室中證明的生物演化成異態（varieties）（或作小進化）的天演過程，大（廣）進化却是一套還在推想階段的理論，而且慢慢地與屢經證明的天演作用分道揚鑣（註42）。

B. **用機緣巧合來解釋普遍進化的必然性** 亞理斯多德曾提出四個角度來分析一件事：「物質的因素」（material cause）、「效果的因素」（efficient cause）、「形式上的因素」（formal cause）、和「最終的因素」（final cause）。譬如一個塑像可設這四個角度來解釋，按物質因素而言，塑像乃是一塊石頭或木頭；按效果的因素而言，塑像乃是經過彫砌的石頭或木頭；按「形式上的因素」而言，塑像乃是按照一個人的外表所雕刻的模型；按「最終的因素」而言，這塑像乃是林肯總統的雕像，要紀念他身爲美國總統時所成就的大事。

按照韋氏第三輯國際大辭典（Webster's Third International Dictionary），若用設計、目的、或功用來解釋自然現象的話，這種治學方法稱爲目的學（teleology），因此，目的學就正如亞里斯多德的最終因素；英國的神學家威廉·巴利（Willian Paley）在他的自然「神學」（Natural Theology）一書中很精練地指出大自然中的奇妙設計乃是證明創造主的存在。他用人眼爲例，指出眼中的晶狀體、視網膜和人腦的相協相和。使人能有視覺，他認爲這乃是創造主智慧設計的證據。因此生物的構造和設計乃是證明有設計者的存在。

達爾文反對設計與設計者的論調，他認爲生物中的構造的發展乃是來自一種自然的過程——天演作用。換言之，他只注重生物構造中的物質和效果的因素，嘗試將生物的來源和發展帶進實驗科學的領域中。進化論者認爲自然的過程可用物理和化學上的定律來解釋，所以無需顧及創造主的設計或其他自然界以外的因素。雖然如此，進化論學者却往往以天演作用作爲生物某些特徵存在的目的，他們一方面反對以目的來解釋自然界的現象，因爲這樣的解釋不能用實驗方法來研究，因此是不能捉摸的。但另一方面却强調機緣巧合藉著天演作用乃是進化必然性的最終解釋（註39）。

天演作用所解釋很多生物的構造，如人的手掌、和鳥的翼、和其他生態常被引用作它們之所以存在的「理由」，更仔細地說，根據這種論調，在一叢埃希氏大腸菌中之所以有抵抗抗生素鏈絲菌素的分子存在，乃是因爲它們能在有鏈絲菌素的環境生長，既然這些抵抗鏈絲菌素的細菌乃是因突變而來，鏈絲菌素淘汰未經突變而不能抵抗的細菌，而讓能抵抗的細菌繼續繁殖。因此根據進化論學者，生物界的「交響樂」乃是由自發的「天演的雜聲」（ noise of natural selection ）單單藉著「機緣巧合」來合成（註39）。

藉機遇而來的突變可有兩種命運：①被有利的環境所選擇，成爲繼續進化的原料。②藉著基因漂流被分隔（見二・六・六）或遭不利的環境淘汰。進化論學者强調今日生物界之所以整齊有序，乃是因天演作用選擇藉著機遇而來的突變成功地進化而來。這種立場純粹是事後的構想，因爲天演作用同樣地可使生物絕跡。我們若面對一個乾旱無生物的世界，不是也能强調這是天演作用，淘汰藉著機遇而來的突變使生物絕跡的結果麼？因此進化論學者雖然用天演作用來强調進化的物質和效果的因素，但他們仍未能完滿地解釋爲何單憑機緣巧合會引致大自然生物界的有紊不亂，機遇不是也可以帶來宇宙的毀滅嗎？因爲「機遇」的意思就是成功與失敗的機會是相等的。

C. **普遍進化論不能用科學方法來證明或推翻** 一九五九年科學界隆重地慶祝達爾文主義的一百周年紀念，但在六十年代開始，數學界和哲學界中掀起了一場論戰，涉及達爾文的天演論是否合乎邏輯。辯論的焦點乃是在於達爾文所倡導的「適者生存」的自圓其說，因爲他並沒有定下任何客觀的標準來衡量什麼是「適者」，他只以爲在大自然環境中生存的生物就是「適者」（註40）。

進化論學者企圖除去這自圓其說的漏洞，他們爲「天演作用」改下定義爲生殖率的不同引致基因頻率的改變，換言之，某種生物的異態在特殊環境之下使生物能適應環境，因此這種生物日後繁殖衆多。但這種新的定義仍然逃脫不了自圓其說的弊病，因爲結論同時也是假設：適應環境乃是以生養衆多爲衡量之標準。格令（ M. Grene ）總括批評這新的定義時如此說：「這新定義究竟帶來了什麼呢？不過是另外一套自圓其說的論調：在大自然中存在的生物當然是生存的……當『天演論』被認爲是衡量因子

比例的方程式時，我們獲得一條置于宇宙皆準的公式，因爲它包羅萬象有但却言中無物，它只說明了一種恆等（identity）的關係。」（註41）

進化論若照狹義來說明生物爲著適應環境而發展成爲異態，是在自然界和實驗室中都可以證實的（見一・三・二），但是要以能衡量得到的子數來表示何爲適應環境，和適應（fitness）與發展（adaptation）的微妙關係，這些都是相當難捉摸的問題。有鑑及此，進化論實在很難得以成爲解釋一切物種起源的理論。進化論學者所强調各生物都設同一祖宗進化而來的「事實」，實在是他們一套先入爲主的大前題，而非可經由實驗證明或推翻的理論。

前文提到有關分子進化的研究藉著比較各蛋白質中氨基酸排列和衡量各種蛋白質多態（protein polymorphism）的適應價值來辨明中性突變和新達爾文主義的糾紛。但這些研究的結果都只能當作隨附證據，可以作爲多過一種以上的解釋。沒有人能用一套實驗方法或從自然界中搜集大量的證據來推翻生物「已設」低等進化成爲高等的理論。學者對設微進化的研究引申而致廣進化現象的推理愈來愈覺得不合邏輯（註27、28、33、38、42）。

普通進化論既然不能用科學方法來證明或推翻，實在已超出了科學的領域。使人體會到有關生物起源的理論實在不能規範在可用實驗方法衡量的科學立場之內，它實在要涉及哲學上的大前題或信仰的假設。我們在下文將會研究一套基於基督教一神主義的大前題來解釋生物的來源的立場，可與達爾文的理論分庭抗禮。

三・三　參考書目

1. Oparin, A. I. Genesis and evolutionary development of life. New York: Academic Press; 1968: 29.
2. Popper, K. R. The logic of scientific discovery. London: Hutchinson; 1959.
3. England, D. A Christian view of origins. Grand Rapids, MI: Baker; 1972.
4. Kerr, R. A. Science. 210:42; 1980.
5. Hull, D. E. Nature. 186:693; 1960.
6. Lehninger, A. L. Biochemistry. 2nd. ed. New York: Worth; 1975:

1038.
7. Oparin, A. I. Genesis and evolutionary development (chapter 4).
8. Lehninger, A. L. Biochemistry. 1048.
9. Mora, P. T. The origins of prebiotic systems and of their molecular matrices. Fox, S. W., ed. New York and London: Academic Press; 1965: 39–52.
10. Mayr, E. Animal species and evolution. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press; 1963: 488.
11. Grant, V. Plant speciation. New York: Columbia Univ. Press; 1971.
12. Simpson, G. G. The major features of evolution. New York: Columbia Univ. Press; 1953: 5.
13. Lewontin, R. C. The genetic basis of evolutionary change. New York and London: Columbia Univ. Press; 1974.
14. Nei, M. Molecular population genetics and evolution. Amsterdam: N. Holland; 1975: 231.
15. Ohta, T.; Kimura, M. J. Mol. Evol. 1:18; 1971.
16. Fitch, W. M.; Langley, C. H. Fed. Proc. 35:2092; 1976.
17. Simpson, G. G. The meaning of evolution. New Haven, CT: Yale Univ. Press; 1949: 108.
18. Dobzhansky, T.; Ayala, F. J.; Stebbins, G. L.; Valentine, J. L. Evolution. San Francisco: Freeman; 1977: 233.
19. Hubby, J. L.; Lewontin, R. C. J. Genet. 54:57; 1966.
20. Lewontin, R. C. Hubby, J. L. J. Genet. 54:59–61; 1966.
21. Harris, H. Proc. R. Soc. Lon. Ser. B. 164:298; 1966.
22. Marshall, D. R.; Allard, R. W. J. Genet. 66:393; 1970.
23. Marshall, D. R.; Allard, R. W. Heredity. 25:373; 1970.
24. Powell, J. R. In: Evolutionary biology. Dobzhansky, T.; Hecht, M. K.; Steere, W. eds. Vol. 8. New York and London: Plenum; 1975: 29–119.
25. Lewontin, R. C. The genetic basis of evolutionary change. 118.
26. Kimura, M.; Ohta, T. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 71:2848; 1974.
27. Nei, M. Molecular population genetics and evolution. Amsterdam: N. Holland; 1975.
28. King, J. L.; Jukes, T. H. Science. 164:788; 1969.
29. Stanier, R. Y.; Wachter, D.; Gasser, C.; Wilson, A. C. J. Bacteriol. 102:351; 1970.
30. King, M. C.; Wilson, A. C. Science. 188:107; 1975.
31. Hood, L. E.; Wilson, J. H.; Wood, W. B. Molecular biology of

eucaryotic cells. Vol. 1. Menlo Park, CA: Benjamin; 1975.
32. Hacking, A. J.; Lin, E. C. C. J. Bacteriol. 180:832; 1977.
33. Goldschmidt, R. B. The material basis of evolution. New Haven, CT: Yale Univ. Press; 1940.
34. Goldschmidt, R. B. Am. Sci. 40:84; 1952.
35. Haldane, J. B. S. J. Genet. 55:511; 1917.
36. Lewin, R. Science. 210:883; 1980.
37. Stanley, S. M. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 72:646; 1975.
38. Lewontin, R. C. Genetic basis of evolutionary change. 4.
39. Monod, J. Chance and necessity. New York: Knopf; 1971: 118.
40. Eden, M. Mathematical challenges to the neo-Darwinian interpretation of evolution. Moorhead, P. S.; Kaplan, M. M. eds. Philadelphia: Wistar Inst. Press; 1967: 5.
41. Grene, M. Understanding of nature. Essays in the philosophy of biology. Boston: Reidel; 1974: 84.
42. Stebbins, G. L.; Ayala, F. J. Science. 213:967; 1981.

卷二

探索生命來源時，
一個基督徒應有的立場

四

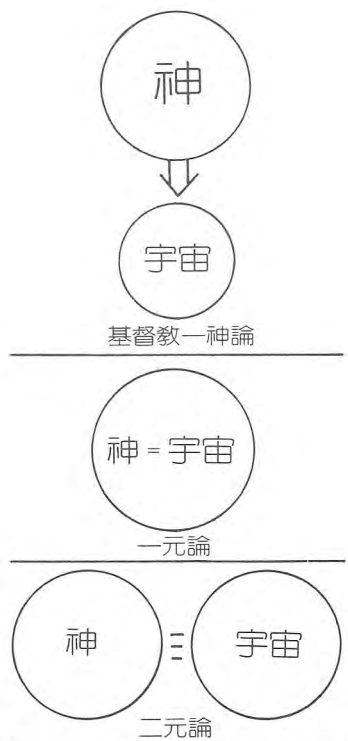
基督徒的世界觀及它對現代科學發展的貢獻

四・一　基督教的一神論與一元論及二元論的比較

自然主義對生命來源的解釋很難令人滿意，既然科學的方法只能證實可以觀察得到和可以在實驗室中重覆的現象，那麼它對人類有史以來對生命來源的探討勢不能提供任何肯定的答案，我們需要進一步由歷史的角度來研討這個問題。

若世上有一套文獻追溯宇宙的淵源和人類歷史的開端，而這文獻又能被證實爲一套可靠的歷史，一個開明的知識的份子豈不就該肯試著從這文獻中尋找出生命來源的答案麼？聖經就是這文獻，它自認是神的默示，是藉著被聖靈帶領的人所寫下來的記錄。雖然在十九世紀時，高等批判學屢次攻擊聖經的歷史性和眞實性（參卷三，八・七），但後經過福音派學者如格林（W.H. Green註1），赫理生（R.K. Harrison註2）和布魯斯（F.F. Bruce註3）等人爲眞道據理力爭，這些攻擊聖經的學者已改變他們的立場，聖經的歷史性也被其他歷史文獻和考古學上的發現予以證實（註

4），所以聖經被基督徒認定爲其信仰和生活上唯一的準繩。它是人類歷史上一股極具影響性的原動力，很多接受它教訓的人都會對自己的世界觀和人生觀作重新的估價，而且聖經對近代科學的發展也具有很密切的關係，如今且詳述如下：人類文明的發展乃在於人類有史以來對周圍一切事物的衡量，人類的文化實在就是人類對現實之了解和應用後才有的產品，人類對自己存在的意義予以估價後發展成爲一套哲學思想和道德觀念，這些哲學思想和道德觀念的最高峯就是「世界觀」（weltanschaung or world-view）人類用它來解釋歷史的發展和世界存在的目的。雖然「世界觀」這個名詞不過是十九世紀的產物，但人類有史以來便有類似「世界觀」一樣的哲學系統。這些不同的哲學系統大致上可分爲三個立場，就是基督教的一神論、希臘的一元論、和二元論。圖四・一剛明這三種立場的論調。



圖四・一　三種通行的世界觀

基督教一神論（Christian Theism）的大前題，乃是相信宇宙是由一位永恆主宰所創造，創造主每分每秒用祂的大能托住這宇宙，受造者的責任乃是隨時隨地榮耀它的創造主。在圖四・一中的小圓圈代表受造之物，從代表神的大圓圈伸展至小圓圈的箭頭代表受造之物對創造主一面倒的依賴，在這立場上創造主與受造之物都是現實的一部分，這立場乃是聖經的基本教訓。

一元論（Monism）並不分辨「創造主」和「受造物」，因爲世上一切事物不過是永恆眞理的彰顯，一元論者認爲眞理充沛在宇宙萬物之中，人類不過是眞理的一部份。唯物主義者（參看卷三）引申一元論的大前題，倡導物質的永恆性和非被造性，對他們而言，一位與受造物有個人關係的創造主是不存在的。一元論也以多種不同的東方泛神教姿態出現，如瑜珈術（Transcendental Meditation）、神光宗（Divine Light Mission）、和禪宗（Buddhism）等等。

二元論（Dualism）認爲現實乃是由兩個永恆的領域所構成，這兩個領域是從永遠到永遠同時存在的，就是物質世界和非物質世界，圖四・一中的恆等符號代表這兩個領域的平等和永遠共存。希臘的若思第主義（Gnosticism）乃是二元論一個很好的例子。對諾思第主義的信徒來說，非物質世界或精神世界是美善的，但物質界却是邪惡的，人類的得救乃是在於從物質界超脫出來進入非物質的世界，知識成爲人類的救星，但他們對知識下了一個十分曖昧的定義，使很多人摸不著頭腦。

上述每一種的世界觀都是多元性的，在人類歷史中以各種不同的姿態出現，影響著人類對眞理的追尋。

四・一　參考書目

1. Green, W. H. The unity of the book of Genesis. New York: Charles Scribner's Sons; 1901.
2. Harrison, R. K. Introduction to the Old Testament. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1969.
3. Bruce, F. F. The New Testament documents: are they reliable? 4th ed. Downers Grove, IL: InterVarsity Press; 1953.
4. McDowell, J. Evidence that demands a verdict. Arrowhead Springs, CO: Campus Crusade for Christ International; 1972.

四・二 眞理的追尋

人類追尋眞理的態度大致上可以分爲三種：理性主義（Rationism）、經驗主義（Empiricism）和理性的經驗主義（Rational Empiricism）（註1）。

四・二・一 理性主義 理性主義的大前題是希臘哲學家所提出的永恆意念（Idea），這意念充沛於宇宙之中，人乃是這意念的外在表現，所以人是有理性的，他可以用他的理智和思想來洞察宇宙萬物的奧秘，人的理性可以解釋世上一切的事，所以理性成爲衡量一切眞理的準繩，凡不合乎理性的事物皆非眞理。理性主義似乎帶有一元論的色彩，它高擧人類的理智，却忽視了人類的觀感。理性主義以「演繹法」（Deduction）來治學，他們從理智的領域中設立大前題（apriori concept），然後根據這大前題來解釋周遭的事物。中古時代歐洲教會人士與其反對派不斷爭論太陽系的中心是地球抑或是太陽，這場論戰活劃了理性主義的錯謬，因爲當時在教會中當權的學者被理性主義所控制，認爲神的存在與一切人所能理解的自然現象是不可分割的，這包括了星體的運行和地上一切事物，若有人倡導一些不能被當時學者所理解的學說，他就是背道反教者。例如中古時代盛行的說法認爲根據教會對聖經的註解地球應是宇宙的中心，但十六世紀哥白尼却提出危言聳聽的學說，謂太陽是太陽系的中心，與教會的正統分庭抗禮，因此教會立即將他及他的門徒革除會籍，同時促使政府懲治他們的背道反教的理論。很多現代的科學家常常用這歷史事跡來指責教會的固步自封，攔阻科學的發展，其實並非教會攔阻科學的發展，眞正的罪魁實在是教會所接受的理性主義。

四・二・二 經驗主義 哥白尼的理論爲經驗主義開路，十七世紀時哥白尼的門徒伽利略和喀卜黎（Kepler）繼續鼓吹他的學說，他們同意理性主義者認爲宇宙萬事乃受制於一種最高的理智，但他們與理性主義分歧的地方在於他們對觀察的注重。經驗主義者認爲要悟悉宇宙的眞理不單需要思考而且需要觀察大自然的現象，他們特別强調觀察在研究眞理上的重要性，伽利略和喀卜黎對天體運行的觀察結論是地球繞太陽旋轉，因此地球不是宇宙的中心。十八世紀時休謨（Hume）和康德（Kant）將經驗主義發展成爲一套有系統的哲學，强調五官的感受在尋找眞理上的重要性，

對一個經驗主義者來說，眞理是藉著他理解五官的感受而來的，他們以「歸納法」（Induction）治學，藉著所觀察的事物來建立或推翻一套學說，這種偏重人之經驗的哲學掀起了科學的序幕，但它也帶來了「懷疑主義」（Skepticism），認爲宇宙中沒有眞正的現實，也沒有絕對的知識，因爲一切的知識不過是從人的觀感中演變而來。「懷疑主義」者對客觀事物的摒棄是科學發展的絆脚石。

四・二・三　理性的經驗主義　很多福音派的學者認爲聖經鼓吹一種理性的經驗主義，聖經中記載一位有理性的神創造了一個有條不紊的宇宙，人是按著神的形像造的（創世記一：27），人藉著神賜給他的理智可以從所造的萬物中領悟到創造主的大能和神性（羅馬書一：20），所以從對大自然的觀察（經驗），加上理智的演繹和歸納（理性），然後才能對眞理作有系統的分析，科學家提出一套理論，然後藉著作實驗來證實、推翻或修正此理論，所以這種理性的經驗主義實在是今日實驗科學的基礎。

四・二　參考書目

1. Hooykaas, R. Religion and the rise of modern science. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1972.

四・三　各種世界觀與現代科學發展的關係

四・三・一　柏拉圖的一元論（Platonic Dualism）　柏拉圖認爲現實乃是從永恆不變的眞理（Ideas）而來，一切可見的事物不過是這眞理的影兒，人從對大自然的了解只能獲得對眞理的一些意見（OPinion），因爲大自然的事物往往歪曲眞理的形像。諾思第主義者引申柏拉圖的理論來解釋他們的物質世界和非物質世界的二元論。奧古丁斯也多少將柏拉圖的思想帶進教會中，歐洲思想界直到十二世紀都在柏拉圖思想的薰陶之下，他們對眞理的不可思議性的重視壓抑了人類尋求眞理的欲望，因此在十二世紀之前歐洲歷史被稱爲「黑暗時代」。

四・三・二　亞理斯多德的一元論（Aristolelian Monism）　亞理斯多德與乃師柏拉圖分歧的地方是他認爲大自然實乃永恆眞理的表彰。所以大自然是永存的，也是長存不衰的。眞理就是大自然的精粹，所以大自然是有理性的。人需要藉著默想來覺悟眞理，然後再用他的理解力來解釋大

自然的現象，亞奎那將亞里斯多德的思想引用在某些神學理論上，因此亞里斯多德的一元論雄踞十三至十六世紀時代的歐洲思想界，這種偏重理性的思想亦沒法助長科學的發展。

四・三・三　機能性的世界觀（Mechanistic Worldview）　希臘哲學家伊彼古羅（Epicurus）首創物質主義，他認爲一切事物都是物質所做成，這物質不是被造的，而是永存的，他的思想直接地影響機能的世界觀的發展。笛卡兒將機能世界發揚光大，他認爲人的身體是物質世界的一部分，而物質世界是一副完整的機器，可以用數學和物理定律來解釋，然而笛卡兒仍相信思想與身體的二元性（Mind-Body Dualism），認爲人的思想是不受制於這些自然定律的。

自然主義者引申唯物論和機能世界性對宇宙的解釋，倡導宇宙是在時間與空間範圍內一副極其複雜的機器，隨著實驗科學的得勢，自然主義者進而强調眞理的可經驗性，摒棄時間和空間範圍之外的實體，因爲對他們而言，這些實體是不存在的，他們認爲人類不過是宇宙機器的一部份，乃是機緣巧合的產物，人類能操縱自己的命運，因此他除了對自己負責之外，對其他人或事物都無任何責任，進化論對生命來源的解釋之所以被普遍接受，大部份是歸功於自然主義的機能性的世界觀。

四・三・四　基督教的一神世界觀（Christian Theistic Worldview）　從聖經的立場來看，宇宙是神的創造，神立下自然律管制大自然。早期的機能性世界觀學者雖然不否認創造主的存在，但他們認爲創造主對被造物已失却興趣，只會任其自生自滅。但基督教的一神世界觀却認定神「用自己帶有能力的話掌管萬有」（希伯來書一：3，新譯本），聖經對神創造天地的記載留給人類兩大動機，促使他們研究科學：首先神的創造是好的（創世記第一章），而且諸天述說神的榮耀，穹蒼傳揚他的手段（詩篇十九：1），人類可從神的創造來認識神的奧秘，所以科學研究實在不是對事物或對知識的探索，而是對神的探索；其次神促人「生養衆多，遍滿地面，治理這地，也要管理海裏的魚，空中的鳥，和地上各樣行動的活物」（創世記一：28），人是神的管家，人需要了解神的創造才可以治理全地。基督徒因爲具有這兩個有力的動機，成爲初期科學界的中堅份子，英國皇家科學協會早期的會員中百分之九十是虔誠的基督徒，但當時英國社會中基督徒的數目只佔人口的五分之一（註1），所以基督教被公認爲

現代科學之母（註2）。雖然當代的科學家大都是自然主義和人文主義的信徒，但基督教徒是發展現代科學的一股龐大的原動力，同時它也是最切合現實的世界觀，能使科學的探索與眞理的追尋融滙在一起（註3）。

四・三　參考書目

1. Spradley, J. Faith and Learning Seminar. Wheaton College, Wheaton, IL: Summer, 1976. See also Merton, R. K. The Puritan Spur to Science. Sociology of Science. Chicago: Univ. of Chicago Press; 1973: 228–53.
2. Jaki, S. Science and Creation. New York: Science History Publication; 1974.
3. Sire, J. W. The universe next door. Downers Grove, IL: InterVarsity Press; 1976.

五

聖經中創世記對創造與洪水的解釋

五・一　解經學的原則

對舊約有系統性的解釋，可以追溯到猶太人律法師希勒（Hillel）的教訓，希氏是在新舊約過渡時期的一位極具影響力的律法師，他注重採用舊約時代的背景和文物來解釋舊約聖經，同時强調應用邏輯來分析舊約聖經的主題和鑑定解經的原則（註1）

在第一世紀時，北非亞力山大的猶太教學者受到希臘思想的影響，提示隱喻性解經，認爲聖經作者的原意不能從字句的文法和背景來考究。費羅（Philo）乃隱喻解經法的佼佼者，他完全不理聖經字面的意思，却企圖在經文中發掘出一些與希臘思想相似的涵義，因爲他認爲在摩西五經中蘊藏著這些思想。

在公元後第二至第四世紀之間有安提阿派的字義解經法崛起，與亞歷山大派的隱喻解經法分庭抗禮，但在第四和第五世紀時的神學辯論中，安提阿派學者的有些被控爲異端，因此安提阿派解經法漸失人心，加上後來

教會分裂爲東正教與羅馬天主教，更削弱安提阿派的勢力，因此，隱喻解經法（Allegorism）雄踞在神學界超過一千年之久。直到第十三世紀亞奎那開始提出字義解釋法的重要性，但他同時著重聖經的隱意，他說：「聖經字面上的意思乃是作者的原意，但神既然是聖經的啓示者，我們很可能在聖經中找到蘊藏的財富」（註2）。所以雖然亞奎那已開始注意到解經學的正統原則，他仍無法將隱喻解經法從教會中除去。直到宗教改革時聖經被更正教（即基督教）認爲是唯一的依歸，今日的基督教正統解經法才面世。羅馬天主教在一五四五和一五六三年召開天特大會（The Council of Trent），列出天主教所接受的聖經正典（Canons）和天主教的教條，駁斥基督教的論調。基督教隨即按照聖經據理力爭，同時逐項列出信條和神學理論來堅固他們的立場，所以在十七和十八世紀時學者紛紛研究聖經的原文，引致不少重要的發現。希伯來文、亞蘭文（即耶穌時代所用之閃族語文）和希臘文的文法和辭典開始被普遍應用，聖經學者也開始注意到聖經的歷史背景，要對聖經作原文上、語法上、歷史上和文學上的研究，使解經學的範圍頓即增廣。

十八世紀的理性主義助長字義解經法的發展，可惜極端理性的解經方法引致對聖經中神蹟的摒棄，這些學者偏重聖經歷史性的審定（指高等批判Higher Criticism），將聖經中「歷史性的耶穌」中所謂「不合理性」的成份除去，使耶穌從神的兒子降爲一位道德家和宗教家，他們這樣做，無形中抹殺了大部份福音書中的記載。

二十世紀的自由派神學家對「歷史性的耶穌」的追尋重新產生興趣，而傳統的福音派神學家仍然堅持神對聖經的默示和聖經的權威性，他們立場也再次成爲聖經學壇上的一股主流，這發展重新引起人們研究聖經的興趣（註3）。

五・一　參考書目

1. Blackman, A. C. Biblical interpretation. Philadelphia: Westminster; 1957.
2. Cited by Mickelsen, A. B. Interpreting the Bible. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1963: 37.
3. Mickelsen, A. B. Interpreting the Bible. 20–53.

五・二 正統派的立場

傳統的解經學原則有四（註1）：①「聖經解釋聖經」：聖經乃不同作者在不同時代寫成的，但聖經中各卷書的內容從來沒有彼此衝突，而且都有一個共同的主題，每卷書往往引證聖經中比較早期的其他書卷，而早期書卷的記載同時遙指後期書卷中的事物和教訓，因此聖經的內涵是協調的，聖經字句的解釋可以從聖經中其他地方找到。②「辭書編纂法」(Lexicography)，聖經辭句的意思需要藉著聖經中或聖經之外對此辭句的應用來決定，聖靈藉著人類的語言來表達祂的意思，因此要了解聖經的話語，就必須了解聖經語言的用意。③「上下文意一定要注意到」（Context must be taken into account），對上下文的注重不單包括緊接的上下文，還要顧及聖經中其他用到相同辭句的地方，和整個聖經的歷史背景。④「文法上和歷史上的解釋」（Grammatico-historical interpretation），文法上的研究包括辭典著作法和直接及間接的上下文的歷史背景。

五・二 參考書目

1. Buswell, J. O., II. A systematic theology of the Christian religion. Vol. 1. Grand Rapids, MI: Zondervan; 1963: 24–25.

五・三 註釋聖經的四大原則

從新約聖經對舊約聖經的運用，赫理生（R.K. Harrison；註1）列出解釋聖經尤其是舊約聖經時的四個原則：其一是歷史的原則（historical），認定舊約聖經乃是一套眞確可靠的歷史文獻，其二爲議案的原則（propositional），因爲舊約聖文在新約中得以應驗，而且舊約被引用來作信仰或行爲上的根據。其三爲對合的原則（homological），研究在舊約和新約中相似或同一的地方。最後是說明的原則（illustrational），採用歷史的記載來增强眞理的說明和强調道德的教訓。

對創世記的解釋一直都牽涉到摩西五經的眞確性（註1）。考古學家在米索波大米亞發掘到有關創造和洪水的記載，使很多學者認爲聖經的創世記是與之本源出一轍，只是後來經過以色列民族的祭司在放逐後加以改編，嘗試除掉巴比倫多神教的色彩，而綴上希伯來民族的正統思想。

巴比倫的創世故事（Enuma elish）及吉格麥斯古詩（Epic of Gil-

gamesh）第十一卷中所記關於洪水的記載，被史家鑑定爲紀元前約一千七百年左右的文獻。

巴比倫的創世故事和聖經的創世記中相似的地方可總括如下：兩種文獻都以一個類似混沌的水面開始，而以創造主的安息爲結束，其間創造的次序也很相似。但這兩個記載中相異的地方却那麼顯著，使嘗試在其中尋找相同語句的學者費煞思量。在吉格麥斯史詩第十一卷中記載逃脫洪水的生存者告訴吉格麥斯神通廣大的水神Ea怎樣警告他洪水的來臨，然後他怎樣建造一隻當時通用的大船，用來救他一家的性命和財產和一些當地的動物。洪水泛濫了七天，大船終於在波斯東北部之山（Mount Nisir）擱置下來，這些楔形文字的記載（Cuneiform accounts）似乎與創世記洪水的記載很相近。這些相似的地方可能是因爲這些記載都在形容一件歷史事蹟，也可能因爲當時在米索波大米亞附近流傳一套相同的史詩，說及創世和洪水逃難的事蹟。

但是聖經的記載與古巴比倫文獻中的多神色彩的對比是不能輕易抹煞的。舊約的記載是希伯來民族認定爲歷史的事蹟，是他們傳統和信仰的基礎。舊約的作者一方面提到希伯來民族四周的多神宗教，另一方面却强調神是與大自然分開的唯一最高主宰，與米索波大米亞的記載恰好相反，希伯來民族的神不像古埃及和米索波大米亞的各神，祂在人類歷史中不斷地出現，引致重大的變動，因爲祂掌管人類的命運，祂的神性可在人類歷史中看到，人類是神的創造，神賦予人類一種命運的意識，使他小心翼翼地在神所定下的範圍和應許中過活。

舊約中神與希伯來民族所立的約與以色列國的歷史和以色列人的生活是息息相關的，這與米索波大米亞的衆神憑著自然動力的起伏來操縱人類歷史成爲强烈的對比。海德爾（Alexander Heidel）對巴比倫文獻與聖經記載的對照還作過如下貼切的批評（註2）：①巴比倫創世故事描寫各神和各種被造物的始祖有二，男始祖Apsu被形容爲太古時代的甜水海洋，女始祖Ti'amat則爲太古時代的鹹水海洋。但聖經記述神是與一切受造物分開的單獨個體。②在巴比倫創世故事中，物質是非被造和永恆的，但創世記記載神從無中創造出萬物（ex nihilo）。③巴比倫創世故事與聖經創世記第一章都記載一片混沌的水面。前者認爲這水面是Apsu和Ti'amat的化身，因爲這兩個神體中蘊藏著宇宙萬物的前身。但後者形容混沌的水面不

過是一片無生命的淵面，後來分開成爲海洋和陸地。④巴比倫創世故事用來形容「水面」的字是Ti'amat，創世記所用之字是tehom。這兩個字在語源上有類似之處，但是Ti'amat是一個神話中的女神，而tehom在創世記一章二節中被譯爲「淵面」，它從來沒有女神的涵義，而且tehom形容「整個」淵面，但Ti'amat祇能代表水面的「一部分」，因爲其他部分乃是男神Apsu的化身。加上tehom是一個男性的名辭，使人很難想像它是從Ti'amat化身而來。⑤巴比倫創世故事與聖經創世記第一步都牽涉到太初天地的黑暗，巴比倫的記載中並沒有在字面上提到這黑暗，學者需要從其他希臘的典故中才可以參究出來，創世記一章2節的「淵面黑暗」有白紙黑字的清楚說明。⑥兩個記錄都提到光和晝夜的被造是在造衆星之前，但巴比倫記載中的光乃是巴比倫神Mummu和Marduk的「屬性」，這二神擊敗了Ti'amat之後製造了世界，聖經中記載光是神的「創造」。⑦聖經創世記神創造天地的記載乃以神創世爲中心思想，但在巴比倫創世故事的七卷書中只有兩卷是用來形容創世，其他五卷乃有關Marduk與Ti'amat鬥爭的記載。⑧Marduk和Ti'amat的鬥爭曾被用作聖經中耶和華擊敗拉哈伯和鱷魚（以賽亞書五十一：9，詩篇七十四：12～17）的比喻，但Marduk和Ti'amat的鬥爭在「創世之前」發生，而耶和華擊殺拉哈伯和鱷魚乃發生於「創世之後」。⑨在巴比倫的記載中，人並非被神創造，而人的本體乃是一個相等於魔鬼地位的神靈的血，這神靈而且是衆神的僕役。在聖經創世記中描寫神是自有永有獨一的眞神，祂無需要化身爲一大堆不同的神靈，祂從無中創造萬有，宇宙是藉著祂的話造的，人是按著神的形像被造，要統管地上及空中和海裏的一切活物。

海德爾在他的書中作如下的結論：「……我們可以看到巴比倫創世故事與聖經創世記一章1節至二章3節有很多分別，這些分別使驟眼看到相同的地方顯得無關重要，聖經中給我們活劃出來的一套宇宙觀所具有的威嚴和深度，是不能用任何巴比倫或亞述的思想來相比的。」（註3）所聖經的眞確性是不會輕易被中東神話的記載所動搖的。

五・三　參考書目

1. Harrison; R. K. Introduction to the Old Testament. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1969: 447.

2. Heidel, A. The Babylonian Genesis. The story of the creation. Chicago: Univ. of Chicago Press; 1942.
3. Heidel, A. The Babylonian Genesis. 118.

六
福音派學者對創世記的解釋

所有福音派的學者都接受聖經爲神的默示，是信仰和生活上唯一無誤的權威，但是對創世記的解釋與近代的科學發現兩者有何關係，福音派學者却各有其不同的看法。英格倫（Donald England）概述各種基督徒的立場與無神論對創世記或進化論的解釋，並指出各種立場的弱點，他的結論詳列於表六・一中。

六・一　三種立場

近年來在創造論與進化論的辯論中最常提到的有三種立場：權威創造論（Fiat Creationism）、漸進創造論（Progressive Creationism）和神導進化論（Theistic Evolutionism）（註1）

六・一・一　**權威創造論**　它包括所有所謂「照字面」解釋聖經的立場，謂宇宙的年齡很輕，地質的變動乃因挪亞時代的洪水所導致，這立場也徹底反對生物之中有任何進化的現象。對一位權威創造論者而言，創造論與進化論完全對立，這兩個立場毫無可妥協之餘地。進化論乃是無神論

用來摧毀聖經之可靠性的最強武器，所以只要在這辯論上稍微讓步半分，都足以搖撼基督教信仰的根基（註2）

六・一・二 神導進化論 它承認聖經的歷史性，但將整個創世記的記載當作一個隱喻來解釋，認爲創世記是用詩章的體裁來表達人對神的責任和悖逆，所以並非是歷史性的敍述。神導進化論認爲神是用合成進化的

表六・一 創世記各種詮釋和批評之一覽表

觀念	詮釋	地齡	反對理由
按字面解釋法	神用六天創造天地，假設聖經年代紀約由主前四千年始	六千年	地球並不止六千年老。過度強解聖經年代的說法
按表面推測地齡法	與按字面解釋法類同，唯相信地球被造之初已含相當年齡	六千至一萬年但地球看來比實際爲老	似乎在暗示神有意製造錯覺如何解釋化石？在地殼？
全球性洪水泛濫說	與按字面解釋法類同，相信挪亞時代之洪水造成今日之地質現象	六千至一萬年	在地殼；放測性測年法過度強解創世記六章中之洪水之災
連續天災說	與字面解釋法類同，地球曾遭連串天災，包括大洪水，造成今天地質之分佈	六千至一萬年	在地殼；放測性測年法，過度強調天災說
時溝說	用創世記一章2節來解釋；是＝變爲創造一毀滅一重建。現代之「化石人」屬比亞當更早之人類	第一項創造爲時久遠重建約在六千年左右	過份強調某句經節，都是一般基督教保守派信徒最喜用之詮釋法
多重時溝說	將「天」與「世代」兩字輪換使用，六個24小時的創造可分隔甚遠，動植物之創造屬神權威性的創造創世記中之一日＝一地質年代，	任何年齡	缺乏聖經根據創世記中之一天似只有24小時創世記一章「讀來」似屬歷史記載
一日千年說	「天」字被視爲有隱喻的用法，神的創造是漸進式的，跨越相當長的時代	任何年齡	
啓示說	創造時間長遠，神用六天向摩西啓示其創造	任何年齡	無聖經根據
神導創造論	神創造物質及宇宙中之自然律。生命按目前進化論之理論發展	任何年齡	生命必須由無生物而來，進化不完全，創世記一章必須象徵式的接受
無神創造論	一切都是因「巧遇」而發生的包括物質、生命	任何年齡	反對神，無法提供生命之來源，進化不完全

方法來創造人類，最後再用超自然的方法創造人類的靈魂。他們相信創世記與進化論全無衝突，惟有需要否定人類始祖墮落之事實，他們以爲基督

教之「原罪」和「需要救恩」的基要眞理不會因接受進化論對生命來源的解釋而動搖（註3、4、5、6）。貝布（Richard Bube）曾概括上述兩種立場總結說：「若說贊成進化論的人太高估科學證據，那麼反對進化論的人通常就太低估這些證據了。」（註5）。

六··一·三 漸進創造論 漸進創造論不似「權威創造論者」那麼拘泥字義，因爲他們願意用科學上的新發現作爲借鏡，以解釋創世記，而他們又比「神導進化論」者來得保守，因爲他們不接受全套合成進化論。他們相信地質學所證明的地球年齡長久，他們也認爲神所創造的生物祖先（prototypes）的確經過有限的微進化過程，才演變成爲今日的種類。漸進創造論者按照正統的解經原則研究創造記時，發覺「一日千年說」（Day—Age—Theory）與創世記一章的記載並無任何字義上衝突的地方。

過去在創造與進化的論壇上，往往只容易聽到極端傳統性的權威創造論者和自由派的神導進化論者的聲音，但近年來，接受漸進創造論立場的學者人數逐漸增加（註1、7、8、9、10、11），筆者以爲「漸進創造論」乃是現有之各立場中最能保持聖經的完整性，而又同時不與科學之發現發生衝突的一種看法。下文中筆者將嘗試維護這個立場，同時將分別比較「漸進創造論」、「權威創造論」和「神導進化論」的優、弱點。

六·一 參考書目

1. Ramm, B. The Christian view of science and Scripture. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1954.
2. Morris, H. Evolution and the modern Christian. Philadelphia: Presbyterian and Reformed; 1967.
3. Bube, R. J. Am. Sci. Affil. 23:140; 1971.
4. Bube, R. J. Am. Sci. Affil. 27:171; 1975.
5. Bube, R. The human quest. Waco, TX: Word; 1971: 207.
6. Berry, R. J. Adam and ape, a Christian approach to the theory of evolution. London: Falcon; 1975.
7. Mixter, R. Creation and evolution. 2nd ed. Monograph. Am. Sci. Affil.; 1967.
8. Buswell, J. L., III. In: Evolution and Christian thought today. Mixter, R. L. ed. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1959.
9. Pun, P. P., J. Am. Sci. Affil. 29:84; 1977.
10. Newman, R. C.; Eckelmann, H. J. Genesis one and the origin of the

earth. Downers Grove, IL: InterVarsity; 1977.
11. Young, D. Creation and the flood. Grand Rapids, MI: Baker; 1977.

七
作者個人的立場和支持它的理由

數百年來，在科學與信仰無止息的論戰中，一個基督徒應有下列謹慎的立場：神在自然界的啓示是藉著科學的發現來表明；神在聖經中特殊的啓示則是藉著神學的啓蒙被人明白。這兩種啓示的方法能相輔相成，幫助人對現實有一種前後一貫性的認識，當然，人類還需要有更多的科學研究和神學的心得，才能更多了解神的創造和神自己。科學雖然是根據某種理論所搜集來的論據，但科學方法的本身並不受科學家的大前題所影響，科學方法能幫助人認識神在大自然中的啓示。

科學與聖經之所以會形成敵對的現狀，主要是由於人們對科學和聖經的誤解。聖經並非是一本科學的教科書，我們需要研究聖經作者們的文化背景，方能明白作者的原意，尤其是在讀創世記類的敍述文體時。聖經作者企圖向他同時代的人們傳揚神的信息，他們只能用當代人能了解的語言來表達他們要說的話，所以我們不能苛求聖經包括廿世記的科學文字。雖然如此，創世記仍是一項歷史性的記錄，敍述歷史上曾發生過的事。這解釋很容易從下列類似的句子中看到：「就是……的日子（或作後代）……

」，這些句子在創世記卅六章前屢次出現，將創世記的敍述連貫成一套希伯來民族按年代記載的族譜。（參閱創世記一章1節至二章4節，二章5節至五章2節，五章3節至六章9節上，六章9節下至十章1節，十章2節至十一章10節上，十一章10節下至十一章27節上，十一章27節下至廿五章12節，廿五章13節至廿五章19節上，廿五章19節下至卅六章1節，卅六章2節至卅六章9節，卅六章10節至卅七章2節）（註1、2）。新約聖經也肯定創世記中的記錄屬歷史事實（參閱馬可福音十章6節；哥林多前書十一章8至9節）。

七·一 難題

在嘗試融滙創世記和支持進化論證據時，我們要提防顧此失彼的弊病，因爲科學上的發現和人類對神學上的領悟還未臻完善，尚有不少難題有待解決。漸進創造論者所面對的難題比權威創造論者和神導進化論者所面對的難題少且容易解決。如果說權威創造論爲高舉某種創世記的解釋，而忽視了客觀的科學證據，那麼神導進化論者就是藉著把神的創造與人類始祖的墮落化爲隱喻，而向無神論和自由派學者割讓出最重要的神學領土。

七·一·一 權威創造論與地球年齡 權威創造論所面臨最大的難處是地球年代的久遠。因爲盛行的新達爾文主義所論及的進化，需要很長一段時間來進行，權威創造論者就認爲一旦接受地球年齡久遠的看法，無異等於接受無神進化論的影響，因此他們多數同意大主教烏撒（Archbishop Ussher，1581－1656）賴福特（Dr. John Lightfoot）的理論，認定神創世的時間約在公元前四〇〇四年（註3），這個統計數字是根據創世記中的族譜來計算人類的歷史年代。前文中我們曾討論過地質學對地球年齡久遠的統計和測定方法（參卷一，二·一），但權威創造論者否定一切有關地球年代久遠的測量方法，他們也不接受「自然劃一原則」的看法；倡導洪水地質學（Flood Geology），認爲大部份地殼的變動都是因挪亞時代全球性洪水泛濫所形成的（註4）。但他們却不能搜集到足夠的證據來支持自己的理論，因爲地球上找不到可以觀察得出這全球性洪水泛濫的遺蹟，同時生物在各大洲分佈的情形很難用全球性大洪水來解釋（參卷一，二·四）。權威創造論者忽視在實驗室和自然界中所找到大量支持微進化的證據，他們不肯對科學探討採取客觀的態度，單高舉對聖經某一種的

解釋，這種立場似乎對聖經眞理之維護沒有太多助益，反而似乎是延續了中古世紀教會反科學的頑固態度（註5）。

七·一·二 神導進化論和神的創造 神導進化論者需要向一個不信的世代證實人是按神的形像造的，同時他們也相信人有原罪，但他們不接受創世記頭數章的歷史性，而同意進化論所言人仍是經天演過程進化而來。他們把創世記當作隱喻和詩章，這種解釋法大大削弱了上述兩個基要眞理的立場。他們既然否定第一個亞當的歷史性，那麼成爲末後之亞當的耶穌在十字架上釘死的歷史意義豈不也就變得暗昧不明了嗎？（註6、7）

有些學者因爲創世記一章1節至二章4節中有很多平行和重複的字句，就把它視爲詩章的體裁，但基於下列兩個因素，這個解釋很難成立：①從文學作品中，我們很難找到與創世記一章1節至二章4節相似的詩章體裁；②這段記載中並無一般詩章中所蘊含的感情。流傳至今的許多希伯來文學典故和中東史詩中，均找不出任何支持創世記一章1節至二章4節作詩章來解釋的例子（註7）。十誡中守安息日的誡命乃是基於神創造的次序（出埃及記二十章8至11節）。若創世的次序不過是象徵而非歷史，那麼守安息日的誡命也就變得毫無根據了（註8）。

夏娃的創造（參閱創世記二章21、22節）對接受人由低等動物進化而來的學者也是個謎。再者，創世記二章7節記載說：「耶和華神用地上的塵土造人，將生氣吹在他鼻孔裡，他就成了有靈的活人……」雖然聖經沒有告訴我們，神「怎樣」用塵土造人，但這段經文似乎指出神是從無生物中創造出來的，這是一種「特別創造」（special creation），而非是從已存在的生物中造成人的「引導創造」（derived creation）。

用來形容創世記二章7節中之「有靈的活人」，其希伯來文與創世記一章20節「有生命的物」、21節中「各樣有生命的動物」及24節中的「活物」所用的都是同一個字—— nephesh。人與其他各活物之區別在於人是按神的形像所造，而其他活物不是，所以創世記二章7節似乎暗指人與其他被造的活物一樣，剛才被造成「有生命的」個體，並不如神導進化論學者所謂是從已有生物中引導創造而成的。當然我們不能按著創世記的記載推測神的靈像人體一樣，有口、有鼻，可將生氣吹入人鼻孔內。因爲一方面神是個靈（見約翰福音四章24節）；另一方面「神口中的氣」在聖經中往往被用來代表神的作爲而已（參詩篇卅三章6節；約翰福音三章8節，

廿章22節）。換句話說，創世記二章7節所記神的吹氣一事，可用來代表神將人造成「有靈的活人」的一種創造行動，這樣解釋可避免强解的謬誤（註7）。

神導進化論者太輕易接受尚未有確實科學根據的合成進化論，他們爲融滙科學與信仰的嘗試，無形中使他們落在一個自相矛盾的立場上；他們一方面否定神在創造時所用的神蹟，他們相信人是藉進化而來的；但另一方面他們却又堅持救恩的神蹟（如童女生子、主耶穌身體復活等）。貝布將現實分成各種不同階層的說法（「在形容某一狀況時，我們可從幾種不同的層次下手，在某一層次中徹底的敍述並不能否定在其他層次中敍述的意義。」〔註9〕）被神導進化論者過份强解，似乎給人一種「分裂現實」的印象：現實好像是由兩個「互不相關」的層次——「自然界」和「超自然界」——所構成。這種二元論的色彩似乎就披戴在神導進化論者對人的解釋：人的身體乃自然進化而來，但人的靈魂却是神蹟創造出的產品。

七·一·三　漸進創造論對地球年齡和神之創造的看法　漸進創造論者似乎能以客觀的態度衡量科學的證據，另一方面也沒有犧牲創世記的完整性，藍姆(Bernard Ramm)給漸進創造論下了一個定義（註10）：「創世記第一章的「創造模型」由從空虛混沌在六天中發展成爲神的創世奇工，在「工廠製作」的模型是從原料發展成製成品，在「藝術創作」的模型是從沒有形式的材料發展成巧手傑作，在「生物成長」模型是從受精卵發展成五臟俱全的個體，在「人格」的栽培上是從放肆和無規律的行爲發展爲有節制和道德的表現」。我們在下文會嘗試分析漸進創造論的立場，特別注意到他們對地球年齡久遠的看法，和他們從近代科學發現中所領會到有關創世記的解釋。

在地質學上從多方面引證得到地球和宇宙的年齡是超過四十億年，這些科學計算與烏撒主教及賴福特的統計大相逕庭。漸進創造論一方面堅持聖經的可靠性，另一方面發現創世記中創造日的長短和族譜的記載實在可以另有解釋。有人曾控告漸進創造論者讓科學來發現衡量聖經的準確性，有捨本逐末的危險（註11），但是從下文中筆者希望能指出，除了科學發現使我們知道地球的年齡久遠之外，聖經本身也有足夠的解經學上認可的證據，使我們有理由來接受創世記一章中的「日」乃指一段很長的時間，同時聖經中的家譜的記載並非爲建立年代而寫，因此不能用來推測人類的

歷史年代。

A、創世記中的「創造日」究竟有多長？ 神在六日中創世的記載，其目的似乎是告訴我們神如何從「空虛混沌」造成「一切都是好的」宇宙（註12）。已故神學家惠敦大學第三任校長巴斯維爾（Dr. J. Buswell II）曾寫過一篇精要的短文「創造日的長短」（The Length of the Creative Days），此文印在本書之附錄中。在該文中巴氏指出，摩西所用之希伯來字yoms 能代表很多不同的意思。廿四小時的一日不過是其中一種的解釋。「日」也可代表一段不定的時間（參創世記二章 4 節；詩篇九十篇 1 至 4 節），或是與黑夜分開的「晝」（參創世記一章 5 節）。太陽（大光）是在第四個創造日出現的，所以前四個創造日一定不是今日所言的廿四小時的四日。

有人根據出埃及記廿章 8 至10節中所記的第四條誡命來反對「一日千年說」，這種論調是基於兩處經文的相似性（analogy），而非相同性（identity）（註13）。第四條誡命之主要意思乃是說，人在工作六日以後，第七日應當休息，正如神在六個創造日中工作，到第七個創造日休息一樣。神同時設有安息年（參出埃及記廿三章10至11節；利未記廿五章 3 至 7 節）和禧年（參利未記廿五章 8 至17節），這兩種日期也暗示在「安息日」、「安息年」或「禧年」時，神所注重的是「安息」而非「日」。有人又根據創世記第一章重複出現「有晚上，有早晨」的句子，來肯定每一個創造日是廿四小時的一日，但「日」既然可被解爲一段比廿四小時更長的時間，我們就沒有理由否定一日之「早晨」和「晚上」不能作同樣的解釋（註12，並參詩篇九十章 5 、 6 節）；加之我們若眞要吹毛求疵地考究字面的意思，「有晚上，有早晨」應算是一「晚」，而非「一日」。

史諾（R.J. Snow）曾按照聖經對創世記第六日的記載，對創造日如下的解釋（註14）。根據創世記二章的記載，神在第六日作了下列各事：①神用地上的塵土「造」人；②神「立」了一個園子；③把人「安置」在園子裏；④神「要爲他造」一個配偶幫助他；⑤神將各樣走獸和空中的各樣飛鳥都帶到人面前起名字；⑥神使亞當沉睡；⑦神取下他的一根肋骨「造成」一個女人。上述所提各事都需經一些時間來進行，雖然神用祂的大能來創造萬物，但以上所指出的動詞如「造」、「立」、「安置」、「要爲他造」和「造成」都暗示時間的運用。亞當爲各樣飛禽、走獸起名字一

定需要很多時間，就算當時所有的禽獸是現有之禽獸的先祖，種類較少，但從動物界分類的繁雜，我們很難否定亞當需要不少的時間。此外，神給亞當「動了手術」，使他沉睡，似乎也暗示花費一段不短的時間。

暗示時間因素最重要的一個字是希伯來文的happa'am，中文聖經譯爲「這是」（參創世記二章23節，按：RSV 英文聖經譯爲 at last〔終於〕；NASB英文版聖經譯爲now〔現在〕），這字是用來表達亞當對神所賜之配偶的欣賞。happa'am 一字暗示亞當已經等了很久，才得到他的配偶，這種解釋可與舊約其他經文對happa'am一字的應用相符，因 happa'am 在其他舊約經文中被譯爲「這回」、「這一次」、「再上來」（參創世記廿九章35節；出埃及記九章27節；士師記十五章3節與十六章18節。另創世記廿九章34節或四十六章30節中happa'am 一字在RSV 英文聖經中譯爲now，中文聖經沒有特別譯出。）上述幾處經文中happa'am 一字應用似乎都與一段不算短的時間連在一起。雖然聖經沒有告訴我們，亞當爲飛禽走獸命名之後多久才得見夏娃，但根據上述理由，我們似乎可以假設亞當在伊甸園中獨居了很久，才見到神爲他造成的配偶。所以按照聖經本身的證據，我們實在不必限制第六日只能當作一個廿四小時的一日來解釋。

B、**聖經中的家譜**　已故的普林斯頓神學院舊約教授格林（W.H. Green）是著名的「福音基要」宣言（The Fundamentals）著者之一。他曾詳細分析聖經中的家譜，其結論爲這些家譜並非按年代寫成，因此不能用來推測人類的歷史年代（註15）。他的看法亦受到其他聖經學者們的支持（註16、17）。反對用家譜作爲測定年代的論調可總括如下：

1. 聖經對家譜中不重要的人物予以刪除是件司空見慣的事。

經中有許多這類的例子，主耶穌的家譜就是一個很顯著的例子。馬太福音一章8節「約蘭生烏西亞」，此句中即有三個人名被刪除：亞哈謝（參列王記下八章25節）、約阿施（參列王紀下十二章1節）和亞瑪謝（參列王紀下十四章1節；歷代志上三章12節）。馬太福音一章1節耶穌的家譜總括如下：「亞伯拉罕的後裔，大衛的子孫。」此句英文較爲明顯：Jesus Christ the son of David , the son of Abraham），另從歷代志上六章3至14節和以斯拉記七章1至5節的比較中，我們可以看到以斯拉記的家譜中，有六個連續的人名被刪除。在出埃及記六章16至24節中，記載摩西是利未的曾孫，其實從利未到摩西之間實隔了四百卅年（參出埃及記十

二章40節），可見摩西的家譜中亦有很多人名被刪除。

另外一處指出家譜刪減的經文是在民數記三章19、27及28節，這裡哥轄的四個兒子，或利未的四個孫子生出暗蘭族、以斯哈族、希伯倫族、烏薛族（按英文聖經三章19節爲And the sons of Kohath by their families : Amram,Izhar,Hebron and Uzziel 較近原意）。這幾族的男丁在一歲以上的有八千六百人，而記載這數目的時間大約是以色列人出埃及後一年左右，所以我們實在無法推想摩西的祖父怎能在摩西有生之年生了八千六百個兒子（女兒還不算在內），而其中却有二千七百五十人是年在三十至五十歲之間的（參民數記四章36節）。

2. 聖經中的家譜只包涵重要人物，聖經作者列出家譜，其原意非用作年代紀。

馬太福音第一章主耶穌的家譜共記載三個十四代的家譜，從亞伯拉罕至大衛歷經一千年，從大衛到遷至巴比倫約四百年，從巴比倫到基督時代又經過五百多年。在此家譜中，馬太將大衛的名字重複，才獲得17節中所謂三個十四代的家譜。同時，在基督的家譜中提到四個婦人的名字，即他瑪（3節）、喇合（5節）、路得（5節）和烏利亞的妻子（6節），但這些婦女却未算在十四代的行列中。家譜中提及婦女的名字是有違猶太人的風俗，然而上述每位婦人却有她獨特的地方，四人中三人是曾犯過大罪的婦人（他瑪、喇合和烏利亞的妻子），而路德是外邦人。由這些證據可看出馬太並非單記耶穌的父系家譜，他實在是特意刪減或增添了基督的家譜，以表達他想要表達的意思。

創世記第五章和第十一章分別提到亞當洪水間人類的家譜，和洪水之後挪亞到亞伯拉罕的家譜。在聖經中找不出任何有關從亞當至挪亞，和從挪亞至亞伯拉罕的確實年代，但從約瑟至摩西之間却可確知爲四百卅年（參出埃及記十二章40節），從出埃及至所羅門王建殿是四百八十年（參列王紀上六章1節），作者摩西不提從亞當到亞伯拉罕之間的年代，很可能是因摩西不能確定這段時間有多長的緣故。

創世記五章和十一章的家譜似乎屬平行的體裁；每一處的家譜都記載了十個名字：挪亞是亞當之後的第十代，他拉是挪亞之後第十代；每一個家譜都是以一個父親生三個兒子來結束，這與該隱的家譜相同（參創世記四章17至22節）。該隱和塞特的家譜都以第七代的子孫爲高潮，前者有拉

麥的多妻、流血復仇和狂言來鑑戒，後者則有以諾與神同行和被神接去爲示範（參創世記五章23至24節）。

對亞當到亞伯拉罕之間的年代作者是緘默的。加上創世記五章和十章家譜的平行體裁，使人很容易聯想到摩西很可能像馬太一樣，故意將家譜如此排列，以達到他的原意。若我們假設從亞當至亞伯拉罕之間相隔悠久的歲月，那麼此段歷史記載的稀少很容易解釋，因爲聖經往往將一段很長的歷史簡略或乾脆保持緘默，譬如聖經對以色列人在埃及寄居的四百三十年中的事蹟就是絕少記載的。

(3)聖經中引用「父親」，「兒子」或「或某某生某某」的詞句時的用意超乎字面的意思。

在上文中我們看到馬太福音一章8節中約蘭的幾個後代在基督的家譜中被刪除。顯然這裏記載「約蘭生烏西亞」的「生」字並非指約蘭是烏西亞的父親，而是烏西亞的祖先之意。歷代志上一章36節提到以利法的「兒子」是提緩、阿抹、洗波、迦坦、基納、亨納或亞瑪力。這節經文指出以利法有七個兒子。我們看到創世記卅六章11和12節時，會發現歷代志上的記載中只有前五人是以利法的兒子，亨納是以利法的妾，她給以利法生了亞瑪力。

在撒母耳的家譜中（參歷代志上六章22至24節和37至38節）特別在歷代志上六章22至23節中記載「哥轄的兒子是亞米舒達、亞米舒達的兒子是可拉，可拉的兒子是亞悉，亞悉的兒子是以利加拿；以利加拿的兒子是以比雅撒，以比雅撒的兒子是亞悉。」若比較37、38節亞番雅是他哈的兒子，他哈是亞悉的兒子，亞悉是以比雅撒的兒子，以比雅撒是可拉的兒子，可拉是以斯哈的兒子，以斯哈是哥轄的兒子，哥轄是利未的兒子，利未是以色列的兒子，可以看出第一個亞悉，以利加拿和以比雅撒都是可拉的兒子，所以他們應是兄弟才對（按：中文聖經在此翻譯不太達意）。可拉的父親亞米拿達在38節中也被稱爲以斯哈，這種名稱的兌換在聖經中常常出現。

馬太福音一章1節的原文記載耶穌基督是大衛的「兒子」，大衛是亞伯拉罕的「兒子」，「兒子」在這裏顯然是指後代（按：中文聖經是用「後代」翻譯）。所以聖經的作者往往採用「父親」，「兒子」或「某某生某某」來表達「祖先」或「後代」，甚至有代表一些沒有直接血統關係的人。

創世記第五章和第十章的家譜可以用一個方程式來代表：『甲活到若干

歲，生了乙，甲生了乙之後，又活了若干年，並且生兒養女。乙活到若干歲，生了丙……』，在這裏所用的「生了」一詞很多時候是指有了子孫而言。悉帕爲雅各「生了」(參創四十六章16至18節），辟拉也爲雅各「生了」孫子（參創 四十六章18至23節 ）。迦南「生了」幾個國家的人（參創十章15至18）。若我們用這些家譜中的歲數來計算年代的話，會得到下列有趣的結果：洪水以前挪亞的任何祖先都與亞當同時存在，亞伯拉罕五十八歲的時候挪亞才死，閃比亞伯拉罕遲死卅五年。這樣的結論與創世記暗示亞當和挪亞之間與挪亞及亞伯拉罕之間有一段悠久的日子大相逕庭。

從七十士譯本和撒瑪利亞文的摩西五經的比較可以看到，洪水之前亞當後裔生存的年代有不少與希伯來文舊約中不同的地方，這幾種不同的譯本似乎都在嘗試將這些年代作一個統一的記載，撒瑪利亞古卷和七十士譯本和現有的希伯來文舊約似乎有系統性的分歧，暗示前二者的譯者有意將摩西的記載按照當時流傳古埃及的年代來修改。希伯來文舊約的編纂日期（980A.D.）雖然比七十士譯本（250－150B.C.）（註18）和撒瑪利亞古卷（143－137 B.C.）（註10）晚很多，但學者們都接受希伯來文舊約最接近原文的版本。摩西寫創世記的時候對古埃及年代的認識一定不弱於七十士譯本的文士，若後者認爲希伯來文舊約中的年代是九百多年太晚的話，我們有理由相信摩西記載這些家譜的原意並非用以年代作統計，這信念可用下列證據來支持：在七十士譯本中，創世記十一章13節記載該南是亞伯拉罕的祖先，因此也是耶穌的祖先（參路加福音三章36節），但希伯來舊約正典中却並沒有如此記載（註20）。

格林在他這篇歷史性的文章中作如下的結論說（註15）：

「基於上述各原因，我們認爲聖經並沒有供給我們任何用作計算亞伯拉罕之前年代的證據，摩西五經並沒有給我們記下洪水和創世日期，摩西寫作的原意也不在於此。」

所以創世記第五章和第十章的記載似乎爲要道出罪對先祖壽命的影響。上文所言代表家譜的方程式中的乙很可能是甲數十代子孫後的某個兒子，甲生乙時的年紀可能是指甲生乙之某祖宗時的年齡，這種解釋可容許在甲和乙之間有一段很長的時間。倡導地球年紀輕的學者也曾因上述理由將創造日期推前至公元前一萬年左右，但他們不願再往前延，因爲以爲這樣會使家譜中的間隙變得太長（註21、22）。我們需要注意他們不將年代再

往前推，是基於個人的看法，而非基於任何解經學上的原則。

聖經中常提到「末世」的經文（參使徒行傳二章17節；希伯來書一章2節；彼得前書一章20節；馬太福音廿八章20節；希伯來書九章26節；約翰一書二章18節）以及主再來應許（參啓示錄一章3節，廿二章10、12和20節）正與人類歷史之悠久十分吻合。但若如倡導地球年齡爲四千至一萬年的學者所言，人類歷史到主耶穌時代還有二分之一至五分之一未寫上，那麼這些聖經章節的意思便很牽强了。

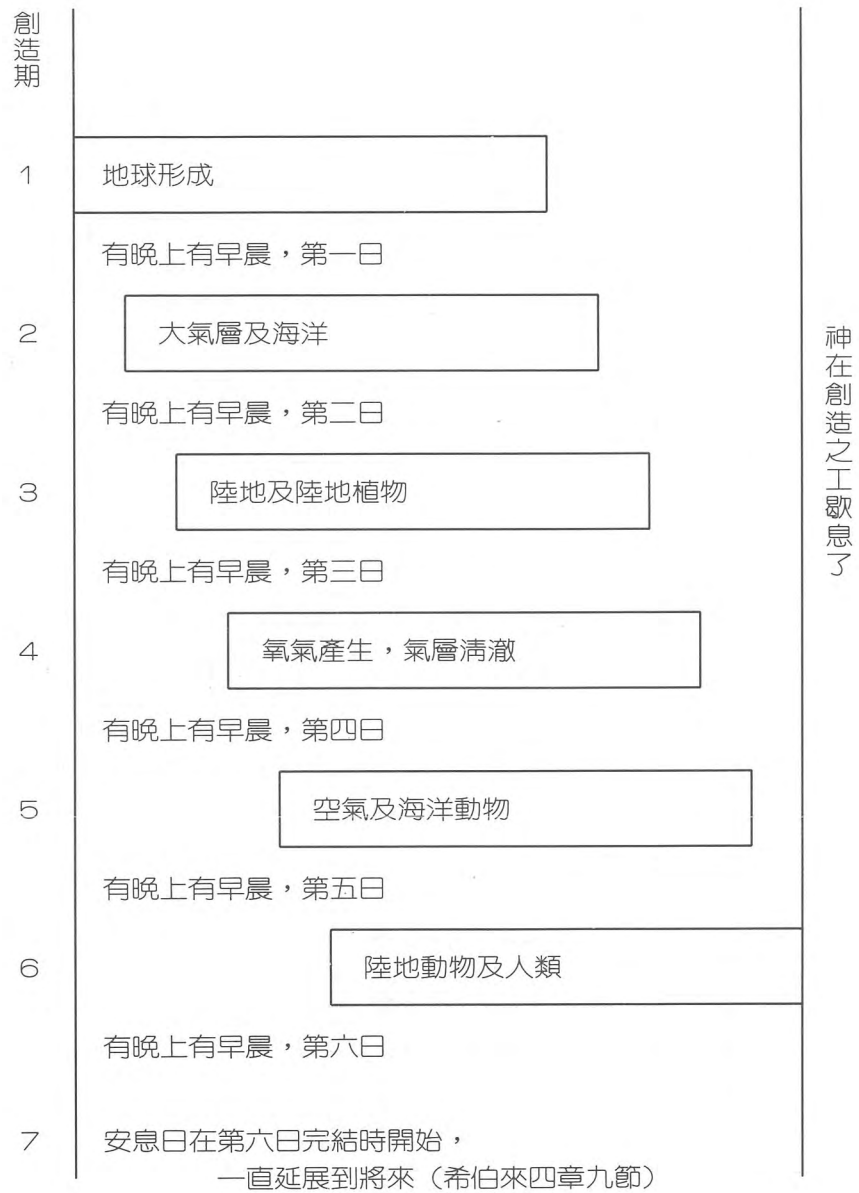
七・一・四　科學之發現對創世記的解釋

A、以一日千年說解釋創世記　傳統的一日千年說將每個創造日解釋爲一個地質紀（註23、24）。這個說法的弱點就是它疏忽了神在第三日創造結果子的樹木或結種子的菜蔬，這正與地質學的發現相衝突。因爲第三日通常被定爲志留紀，但有種子和果子的被子植物却是到二億多年後的白堊紀才發現的（見表二・八）。

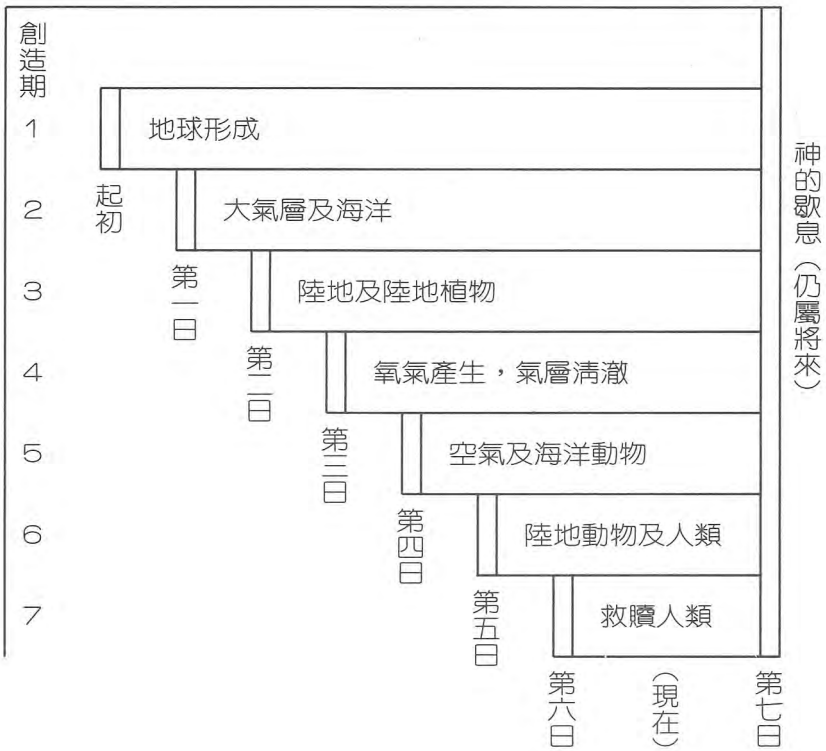
有人嘗試從另一個角度來解釋這個難題，他們假設神只向摩西顯示在摩西時代生存的生物創造，所以不記載古生代或中生代絕種的生物。第三日被定爲地質紀中的第三紀，因爲此時發現許多陸上植物的化石，他們同時定第五日和第六日爲第四紀和近代紀（註25）。按：神在第四日並未創造任何生物，因此沒有用古生物學上的發現來解釋。）這種立場有兩個弱點：①它暗示神故意隱瞞或使人誤解祂的創造；②有好幾種所謂「活著的化石」（The Living Fossils）曾在地質紀的很多時期中出現，而且有的今日仍活著。

B、重疊一日千年說和修正之間斷日論　筆者認爲另有兩個立場是與科學之發現及創世記的解釋相符的，就是「重疊一日千年說」和修正間斷日論」。這兩個立場可用表七・一和七・二來代表。下列論調乃是對此二種立場的說明：

1. 這兩個立場都認定純正信仰所主張的創造：神從無中創造萬物（Creation ex nihilo），這解釋是根據創世記一章1節作爲一個獨立的句子。新派學者却認爲這一節聖經應是與第2節連在一起的句子，換言之，他們說一章一節不應翻譯爲「起初神創造天地」，而應譯爲「在太初神創造天地的時候」。若將這新譯法與第二節「地是空虛混沌……」連接起來，便使人讀到時覺得神在起初創造天地的時候，空虛混沌的地早已存在。


創造期
1
地球形成
有晚上有早晨，第一日
2
大氣層及海洋
有晚上有早晨，第二日
3
陸地及陸地植物
有晚上有早晨，第三日
4
氧氣產生，氣層清澈
有晚上有早晨，第四日
5
空氣及海洋動物
有晚上有早晨，第五日
6
陸地動物及人類
有晚上有早晨，第六日
7
安息日在第六日完結時開始，
一直延展到將來（希伯來四章九節）
神在創造之工歇息了

表七・一　重疊一日千年說



表七・二 修正間斷日論

這一種解釋將猶太教和基督教所尊崇的獨一創造主貶爲一個「神靈」，頗像柏拉圖筆下的創造神Timaios，不過按照「永存的眞理」的意念將已有的混亂世界整理成爲今日的大自然。這兩種不同的立場的爭論乃是基於對希伯來原文譯爲「起初」這字的解釋。楊氏（E. J. Young）「創世記一章」一書中有力地指出：根據希伯來辭典編纂學和這字在舊約聖經其他出處的用法，一章一節最合乎解經學原則的譯法是「起初神創造天地」，是一句獨立的句子，宣告神無中生有的創造。

2. 前面提到這兩個解釋創造日的立場都假設摩西記載神在異象中啓示他創世的過程，但摩西仍是一個普通的人，他的記載仍被他慣用的語

言所限制，從他所觀察到的現象中加以理解，然後他用最簡單和最容易讓同代的人了解的語言記載下來。所以，我們沒有理由苛求摩西的記載包含今日的科學詞語。譬如創世記第一章16節中「於是神造了兩個大光，大的管晝，小的管夜，又造衆星」很可能是摩西對太陽、月亮和衆星第一次出現的記載，這一個解釋在下文中再詳述。

3. 近代科學界中熱門的「星體形成論」（Star Formation Theory）普遍地被用來解釋宇宙的起源（註13），這學說採納「爆炸論」（Big Bang Theory）論調，認爲宇宙乃是大約一百三十億年前一團濃縮的能量往外爆炸擴展的產物。太陽和它的行星乃是爆炸之後，星際間的氣體或微屑繼續擴展冷却而成。創世記一章2節所言「地是空虛混沌，淵面黑暗……」，暗示地球此時尚未凝成固體，很可能仍是一種尚未成形而難以形容的狀況。一章2節接著指出，「神的靈運行在『水面』上」，這「水面」可解作一大片浮水或蒸氣，所以此時地球是被一片水氣所包圍。這正與科學的論調相吻合，因爲科學家也認爲在任何星體成形時會有一圈充滿水氣的星雲存在。一章6至8節指出空氣的創造，神將空氣以上的水和空氣以下的水分開。一章12節描寫神在第三日的後期創造植物，而科學認爲植物的光合作用乃是大氣層中氧氣的主要來源，正與這說法相合。在第三日之前，神也許已創造了具有光合功能的微生物，開始產生大氣層中的氧氣。但摩西時代還未有顯微鏡，因此沒有提及這些微生物。當大氣層中的氧氣漸漸增多，充沛在空氣中的水份就漸漸被分開，因此摩西在第四天時才見到太陽、月亮和衆星的出現。

4.「重疊一日千年說」和「修正間斷日論」都認可神所造生物始祖被造之後的演變，創世記中屢次出現的「各從其類」（一章12、21和24節）似乎暗示生物只能作「有限度」的演變。創世記並沒有說明「類」的意義是什麼，所以我們應該很小心來研究什麼是「類」。20和24節中記載的「滋生」和「生出」（英文作bring forth）似乎也暗示著一種演變的過程。

已故的結構地質學教授葛尤特（Arnold Guyot）指出，希伯來字bārā（中文譯爲「創造」、「造出」或「造」）一字在創世記第一章中只出現過四次：就是神「創造天地」（1節），神就「造出」大魚，和水中所滋生各樣有生命的動物，又「造出」飛鳥（21節）和神按自己的形像「造

人」（27）節（註27）。所以葛氏認爲神造天地、水中活物和造人時是用著同樣神蹟的創造。他也似乎暗示從無生物進化爲生物，從動物進化到人是聖經所不容許的觀念。雖然我們不能强調這希伯來字，但我們可以肯定聖經並沒有否定「微進化」的過程。

我們也有理由假設「各從其類」之「類」很可能是一種生物的先祖，如果蠅Drosophila的始祖，經微進化的過程演變成爲今日的種類。在創世記一章10、12、25及37節中，記載神看一切是「好」的。這「好」字也許不代表「完成」的意思，這種解釋不容許神的創造物作任何的演變，但在第二創造日中，神並沒有說「這是好的」，如新約提摩太前書四章4至5節所言：「凡神所造的物都是好的，若感謝著領受，就沒有一樣可棄的，都因神的道和人的祈求，成爲聖潔了。」這段經文似乎告訴我們，「好」乃是「惡」的對比，因爲所造的沒有一樣是「惡」的，我們可以藉著感謝來領受。

5. 創世記第一章神創造生物的次序可能如下：①植物（第三日），②無脊動物和低等脊椎動物（第五日），③哺乳動物和高等脊椎動物（第六日的前半部），④最高等的哺乳動物——人類（第六日的後半部）。「重疊一日千年說論」和「修正間斷日論」都能與古生物化石的證據調和，在化石中有果子的植物比無脊動物和某些脊椎動物較遲出現，這發現似乎與創世記的記載衝突，但我們若假設第三個創造日乃是一段與第五日創造無脊動物和低等脊椎動物同時的日子，這問題便迎刃而解。在第三日創造的陸上植物是不能移動的，它們的繁殖有賴於陸上動物的協助，若第三日與第五日和第六日的某些部份是同時的話，這也不是問題，在更早期所發現的微生物化石都逃脫了摩西的注意力，因爲摩西時代還未發現顯微鏡，因此沒有將微生物的創造記載在創世記中。上述兩個理論都認爲神用同樣的藍圖來創造萬物，因此生物之間的比較構造和功用，以及生理和生化遺傳基因才那麼相似。

6.「重疊一日千年說」與「修正間斷日論」亦有互相不同之處：其一是前者以創世記中「有晚上、有早晨」的句子作一段創造時期的開始和完結的代表；但後者却認爲是每一段創造期前的一個廿四小時的日子。而且後者的創造時期是從創世時延展到現在和將來的。所以「重疊一日千年說」的論調與傳統的看法吻合，認爲神在第六天完結的時候歇息，而「

修正間斷日論」則認爲每次「有晚上，有早晨」這句子出現時，一個廿四小時的日子就開始了一段不定期的創造年代。「重疊一日千年說」接受二章3節中「神在第七日歇了祂一切的工安息了」的字面解釋，並且認爲第七日從創造的完成開始延伸到現在和將來，神在今天所作的工（參約翰福音五章17節）乃是救贖（參哥林多後書六章2節）和照顧（參希伯來書一章1至3節）的工作。「修正間斷日論」却認爲神今天仍然在第六日與第七日之間的時期中「創造」被救贖的人類，神同時也在大自然生物和無生物的演變中繼續創造，這種理論指出安息日（希伯來書四章1至11節）乃是神完全歇息祂的工作的日子。這日子要在新天新地降臨的時候才開始（參啓示錄廿一章1至8節）。在上述這論調上筆者認爲「重疊一日千年說」似乎勝於「修正間斷日論」，因爲前者並沒有强解創世記第二章1、2兩節。哥林多後書五章17節所記載「新造的人」，與起初神創造天地是兩種本質上完全不同的創造，因爲「新造的人」乃指信徒靈性的再生，但神却從無有中創造了宇宙和人類。「重疊一日千年說」認爲在大自然和實驗室中所觀察到的微進化過程乃是起始被造之生物的自然發展，而非新的創造。

創世記第一章中屢次出現「有晚上，有早晨，『是』第×日」，這一「是」字，在KJV，RSV及NIV各版英文聖經中都譯爲and，很可能暗示「日」與「日」間的重疊，但在創世記二章1節中，這and被改爲thus（中文作天地萬物都造齊了。）若「修正間斷日論」以創世記一章31節的記載爲第六個創造期的開始，則二章1節的語氣「造齊了……」似乎來得突然，與上文不能銜接。

也許有人會批評「重疊一日千年說」和「修正間斷日論」這些看法强解創世記的記載，普通人若沒有科學的背景，和聖經以外的參考書籍，實在很難會同意這些學說的結論。但筆者上文已指出，這兩種理論都能與正統的解經原則相符合，且能幫助我們避開所謂科學與聖經的衝突。一個開明的知識份子應愼重考慮這些理論，正如一位近代福音派神學界的中堅份子所言：

「若按創世記的字面記載，對『日』字最自然的解釋當然就是廿四小時一日，但若這種解釋與其他學說發生衝突時，我們便有義務要設法尋找其他合理的說法。」（註28）

七・一・五 嘗試協調科學與聖經中間的「衝突」時遇到的一些難題

協調科學與聖經的「衝突」時所遇到的難題，正如科學的假設往往必須因爲新發現而遭修改一樣。上述的兩種理論也是要被在科學上或解經學上的新發現來修正。筆者雖然以爲「漸進創造論」者比「權威創造論」者或「神導創造論」者所遇到的難題少，但是還有不少棘手的問題等待解答。雖然如此，筆者認爲漸進進化論者具有最開明的態度來尋找這些答案，在這裏筆者只提及兩個較費解的問題：

A、化石人的歷史悠久 考古學上早期人類的化石缺乏文化的遺物，但從創世記第四章的記載中，人類的始祖是具有高度的文化的，究竟原因何在？

若我們接受頭蓋骨的大小和製造工具的本能作爲人類的特徵的話，那麼人類始祖南方古猿（Australopithecus）已在世五百萬年之久（見圖二・十五）。但若我們只接受用火的功能爲人類的特徵，直立猿人（Homo erectus）在一百萬年前已學會用火。有些學者認爲只有懂得殯葬之禮的人類化石才是人類始祖，所以祇接受尼安得塔爾人爲最早的人類（大概十五萬年老）。具有四萬年歷史的現代人化石，因包含現代人之腦蓋骨和文化遺物，沒有人會對其存在有任何異議。所以根據結構人類學上的證據，我們大概可以估計人類在世的歷史差不多是一百萬年左右。

聖經的記載和科學上的發現都支持各人類種族同出一轍的理論，但人類文明的發現，却只有很短的歷史。人類在新石器時代時才學會馴養家畜和種植農作物，而這不過是公元前九千年左右的事（註29）。根據創世記第四章的記載，當人類始祖犯罪墮落之後不久即有相當高度的文化發展，所以從最早的人類化石至人類文化的發展中間有一段很長遠的年代尚未能有完滿的解釋，這點值得研究人類學的學者仔細考究。

在未有固定答案之前，有幾種理論值得我們考慮。在上文中我們已提到權威創造論者抹殺人類化石的證據，神導進化論者强解創世記，他們的立場只會引起更多更難解答的問題。「間距論」（Gap theory）（見表六・一和附錄）認爲創世記一章1節「起初神創造天地」時神創造了一些猿人，在第2節「地是空虛混沌」之前已被淘汰，成爲化石。另一套相似的理論認爲在創世記第一章神所造的人與神在創世記第二章所造的亞當有分別，前者乃是舊石器時代的亞當（Old Stone Age Adam），後者則爲新

石器時代的亞當（New Stone Age Adam）（註30），這兩套理論皆沒有正統解經學上的根據，而且他們似乎否定了「萬族同出一轍」這公認的結論。

小巴斯維爾氏（J.O. Buswell,Ⅲ，註29）認爲創世記對該隱和亞伯的形容並非很仔細。他們很可能並非是種地或牧羊專家，他們對種植和馴養的技巧可能是相當原始的。

拔氏（註20）提出該隱時代的文化可能因爲他犯的罪而遺失了，他是根據在創世記四章12節的記載：「你種地，地不再給你効力，你必流離飄蕩在地上。」那種很可能神在人類墮落之前賜予亞當的文化大部份因爲人類犯罪的緣故遺失，後來再被後人重新發現（參創世記三章17至19節）。對該隱後代有關高度文化表現的記載『如建造城（四：17），住帳棚（四：20）』很可能是該隱的後代經年累月之後才有的發展。這種解釋可用創世記四章17節中該隱建城之記載來支持，因爲這裏暗示那時人類數目很多，需要建造一座城才可以容納他們。在中南美洲所發現到「遺失的文化」（Lost Civilization）指出高度發展的文化會在一瞬間驟然失落。雖然如此，在未有史前遺物的證據之前，上述的理論不過是一套初步假設而已，需要更多考古學上的發現來引申。

B、**挪亞時代地球大水災的範圍** 挪亞水災是否全球性的，抑或是局部性的？

1.全球性

全球性水災（Universal flood）和局部水災（Local flood）乃是解釋挪亞時代洪水泛濫的兩種理論，前者乃是根據創世記七章1節至八章22節字面上的解釋，同時世界各地所流傳的洪水故事（除了非洲某部份和日本之外，差不多全球每一個角落都有類似的洪水故事）也支持全球性泛濫的說法，讀者可參考惠弟康和摩瑞斯（Whitcomb and Morris 註4）、腓比（Filby 註32）和白頓（Patten 註31）對這理論的詳細分析。這理論最大的弱點乃是缺乏地質上支持全球性洪水的證據（註33）。

其次生物地理學的範圍也很難用全球性洪水的現象來解釋。遠隔重洋和高山的動物分佈範圍與挪亞方舟流傳的動物分佈（所有地上的動物都被洪水毀滅）的推論很難協調。（見第一、二、四段）從生物地理學可以看到這些分佈範圍之間的距離實在很難被動物超越。

若大陸遷移論（Theory of Continental Drift）正確地形容古代各洲情況的話，那麼在六千萬年前左右，世界各大洲都是聚在一起的，若動物的遷移乃是形成今日動物分佈範圍的主要原因，那麼全球性泛濫學者需要假設洪水是在各大洲還連在一起時發生，這樣洪水後，挪亞方舟中生還的動物才可以因遷移的關係再次遍佈地面，但就算用最自由的推算，人類也不過在地球數百萬年之久，洪水實在不可能在六千萬年前發生。

2.局部性

解釋洪水的另一套理論乃局部性的水災（Local flood），這套理論也有兩種不同的說法（註33），但這兩種說法都認爲洪水只在中東米索波達米亞一帶泛濫而已。第一種說法認爲洪水雖然淹沒局部地區，但它淹沒了當時世上除了挪亞家之外所有的人類，因爲當時的人類只繁殖在米索波大米亞一帶而已。另一種說法却認爲洪水只淹沒了泛濫地區的人而已。

局部性水災理論的主要根據乃是古代中東文化通用的轉喻(metonymy)，往往以「全部」來代表「一大部份」。在很多聖經章節中可以找到這種轉喻的用法，如使徒行傳二章5節；申命記二章25節；列王紀上十八章10節；創世記四十一章57節；詩篇廿二篇17節；約翰福音四章39節；馬太福音三章5節，當然聖經中也有直述的例子，以「全部」來指「全部」，但從聖經的上下文我們可以曉得作者的原意，所以洪水泛濫全地的意思很可能是所有傳述洪水事蹟的人都以爲洪水是泛濫全地。在摩西時代人類並不知道地球的眞狀，更不用說到新大陸的存在，那麼摩西就不曉得「全地」有多大，他如何理解「洪水泛濫全地」實在令人費解。世界各地流傳的洪水故事，很可能是因爲世上各族，都是從某一處洪水泛濫過的地方遷移出來的後代，這理論乃現今大部分人類學家的大前題。局部性水災理論同時也不需要解釋「全球被水淹沒」的現象，有人估計若要淹沒地球上最高的山顚所需要的水量是地球各大海洋和湖泊的一切水量的九倍。所以「局部性水災」比「全球性泛濫」的理論所遇到的困難較少。讀者可參閱米勒（Hugh Miller註18）或藍姆（Bernard Ramm註10）（前者寫于十九世紀，後者乃近期的作品）對這理論的詳細討論，地質學家楊氏（Davis Young 註33）對全球性泛濫學者也有一個很中肯的批評。

總而言之，我們可以說基督教的一神世界觀曾對現代科學的發展有重大的貢獻，因爲大自然是神手所創造，基督徒需要尋找神的眞理，就得研

究聖經的記載，和大自然的啓示。有些基督徒相信生命乃是按照神引導的進化過程而來，其他信徒認爲一切用機能性的論調來解釋生命的來源都是與基督教作對的，但也有基督徒以爲神起初創造了各種生物的始祖，這些生物隨即藉著神安置在自然界的環境進化而成今日的各個種類。對筆者而言，最後者的立場避免引申人文主義以科學判斷聖經的不可靠性的流弊，也不流於以某一種傳統的神學觀念來否定科學的客觀性的通病。似乎較合中庸之道。

七・一　參考書目

1. **Harrison, R. K. Introduction to the Old Testament. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1969: 548–51.**
2. **Buswell, J. O., II. Systematic theology of the Christian religion. Vol.** 1. Grand Rapids, MI: Zondervan; 1963: 156.
3. Newman, R. C.; Eckelmann, H. J. Genesis one and the origin of the earth. Downers Grove, IL: InterVarsity; 1977: 57.
4. Whitcomb, J. C.; Morris, H. M. The Genesis flood. Nutley, NJ: Presbyterian and Reformed; 1961.
5. Ramm, B. The Christian view of science and Scripture. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1954: 22.
6. Orr, J. God's image in man. London: Hodder and Stoughton; 1906: 157.
7. Buswell, J. O., II. Systematic theology. 140, 159–61.
8. Young, E. J. Studies in Genesis one. Nutley, NJ: Presbyterian and Reformed; 1964: 78.
9. Bube, R. The human quest. Waco, TX: Word; 1971: 207.
10. Ramm, B. Christian view of science and Scripture.
11. McCain, A. J. Christian theology. Revised by Smith, C. R.; Whitcomb, J. C. Winona Lake, IN: Grace Theol. Sem.; n.d.: 29.
12. Young, E. J. Studies in Genesis one. 104–5.
13. Newman, R. C.; Eckelmann, H. J. Genesis one and the origin of the earth.
14. Snow, R. J. In: Genesis one and the origin of the universe. Newman, R. C.; Eckelmann, H. J., Jr. Downers Grove, IL: InterVarsity Press; 1977: 125.
15. Reprinted from: Green, W. H. Bibl. Sacra. (April):285–303; 1890. Newman, R. C. Genesis one. 105–23.

16. Raven, J. H. Old Testament introduction. New York: Revell; 1910.
17. Robinson, A. T. A harmony of the Gospels. New York: Harper & Row; 1950.
18. Archer, G. L., Jr. A survey of Old Testament introduction. Chicago: Moody; 1964: 37–38.
19. Purvis, J. D. The Samaritan Pentateuch and the origin of the Samaritan sect. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press; 1968: 16–17.
20. Buswell, J. O., II. Systematic theology of the Christian religion. 24–25.
21. Morris, H. M. Biblical cosmology and modern science. Grand Rapids, MI: Baker; 1970: 60–71, 79–81.
22. Whitcomb, J. C., Jr. The early earth. Grand Rapids, MI: Baker; 1972: 107–11.
23. Miller, H. Testimony of the rocks. New York: Hurst; 1856.
24. Magoun, H. W. Bibl. Sacra. (Oct.):347–57; 1931.
25. Warring, C. B. Bibl. Sacra. (Jan.):50–67; 1896.
26. Dana, J. D. Bibl Sacra. (April):201–24; 1885.
27. Guyot, A. Creation. New York: Charles Scribner's Sons; 1884.
28. Hodge, C. Systematic theology. Vol. 1. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1960: 570–71.
29. Buswell, J. O., III. Faith and thought. J. Victoria Inst. 96(1):1–23; 1967.
30. Pearce, E. K. V. Who was Adam? Exiters: Paternoster; 1969.
31. Patten, D. W. The biblical flood and the ice epoch. Seattle, WA: Pacific Meridian; 1966.
32. Filby, F. A. The flood reconsidered. Grand Rapids, MI: Zondervan; 1970.
33. Young, D. Creation and the flood. Grand Rapids, MI: Baker; 1977.

卷三

略觀自然主義與達爾文主義間的關係

八
進化論成爲解釋一切人類經歷的模範

自然主義（或作人文主義）的哲學思想認爲，世上一切的過程和事物都能用時間與空間的因素來解釋，所以在時間與空間以外的事物是不存在的；因此唯一可以被人領會的論調都是些有關經驗上的探討和能靠觀察來證明的理論；宇宙是一套因果循環的封閉系統；人不外是一副極其複雜的機器而已；死亡對於一位自然主義信徒而言，是一切的完結，包括他的自我和人格的結束；人類的歷史是一連串因果的演變，而不是朝著一個固定的方向發展；人類本身就是一切倫理觀念的準繩（註1）。

在西方文化史中，很多思想家直接或間接地影響自然主義的發展，他們當中有些並非是自然主義者，自然主義的根源實在可以追溯到古希臘的微粒哲學家（Atomists）；他們認爲現實乃是無數不能分解和永恆不變的微粒所構成的，這些形態萬千的微粒是自有永有的一個無限的空間裏活躍，世上一切事物都受制於微粒裏的必需定律（Law of Necessity）（註2）。

十八世紀時自然主義發展成爲一套有系統的哲學思想。笛卡兒（R. Descartes, 1596－1650）倡導機能性的世界觀，認爲物質世界是一副被很

多自然定律所控制的完備機器，神是宇宙的創造者，但他對受造之物失却興趣，自然主義者隨即高舉人類理智爲眞理的準繩。

黑格爾（G.W.F. Hegel, 1770－1831）綜合以歷史爲一套理性的過程的論調，他提出邏輯相對論，認爲所有大自然的現象都受制於一個理性現實，我們所接觸與經歷到的世界不外是「精粹」或「絕對」的表彰，黑格爾認爲這「精華」或「絕對」就是「邏輯」（Logic）；人類文明的進步有賴於一套辯證的過程（dialectic process），好像一席對話裏先提出一套「論調」，然後答以「反論調」，然後一套新的說法從「合成論調」演變而來，而這辯證過程又重新再開始。這種過程在一切事物中運行，直到這些事物能得到更充滿的自由，至終能達到在本身的「精粹」的自我覺醒。黑格爾反對文藝復興時代的平衡思想，他認爲所有事物都在不停地變動，我們要在了解事物的生長和發展過程之後才能將它們有系統的分析黑格爾的思想直接地孕育了十九世紀的進化思潮（註3）。

達爾文（Charles Darwin 1809－1882）雖然受英國國教所薰陶，但他父親是一位不信者，他母親是一位相信普世得救的新派信徒，所以他的家庭背景並沒有給他正統基督教的影響（註4），雖然達爾文早期還接受一些傳統的基督教思想。但他後來慢慢地變成懷疑主義的信徒，這改變大致上可以說是歸功於當時盛行的自然主義。

達爾文在一本最引起輿論界注意的書中曾說：「……所有世界上的人類似乎都相信一些無所不在的神靈，這大概是人類理智發展的結果，更可能是人類高度發展的幻想力和好奇心作祟……一位全能和仁愛的創造主宰似乎是人類經過長期文化薰陶後才塑造的對象。」（註5）

達爾文在他「物種起源」一書中用「天演論」（Natural Selection）爲進化思想打穩了科學上的根基，自從這本書問世以來，進化論學者一直嘗試要將他們的理論提高爲一股劃時代的思潮，幾乎要用它對人類一切的經驗作重新的估價，他們大致上是成功了。雖然進化思想不一定與自然主義相符，但達爾文主義與自然主義却交織成爲一幅複雜的經緯延展至哲學界、教育界、社會學、經濟學、政治理論、心理學和宗教界的範圍。

第八章　參考書目

1. Sire, J. The universe next door. Downers Grove, IL: InterVarsity

Press; 1976: 61.
2. Hooykaas, R. Religion and the rise of modern science. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1972: 2.
3. Stromberg, R. N. An intellectual history of modern Europe. New York: Appleton-Century-Crofts; 1966: 245.
4. West, G. Charles Darwin, the fragmentary man. London: G. Routledge and Sons; 1937.
5. Darwin, C. The descent of man. New York: Rand McNally; 1974: 607.

八・一　哲學上的進化思想

自然主義在哲學上的觀點是把宇宙比作一個有機體，黑格爾首先提倡這種論調乃是基於「有機的假設」（Organic approach），若要了解個體，就要先了解個體與整體的關係，根據這種假設，人類的思想與這宇宙皆屬於同一個整體的個體，所以人類的思想與這宇宙均受同樣的準則所規範。自從亞奎那鼓吹亞里斯多德之生物恆久不變的學說以來，固定論（Concept of Fixity）一直控制著歐洲的思想界，但達爾文的進化論理推倒了固定論的立場，哲學界受了達爾文思想之影響，紛紛在演繹學（Ontology）、認識學（Epistemology）及倫理學（Ethics）上推出新的哲學假設（註 1）。

受達爾文思想薰染的哲學理論中最具影響力的莫過於實用主義。實用主義注重現實的進化，注重知識與實行的連貫性，注重理論的可用性，和用「能否行得通」這個標準來衡量眞理（註 2）。

實用主義學者杜威（J. Dewey 1859－1952）對二十世紀西方及中國的思想界有很大的影響。他極力鼓吹哲學的達爾文主義，他曾說：「一個能以進化論解釋的宇宙非但沒有表明創造的設計，而實在是表示了它的趨勢和目的；這宇宙並非只陳列同一個目的邁進而得的成果，實在是顯出向大自然各方面的好處而發展所得的成就，這成就的最高峯乃人類的意識。」（註 3）因著這一元論的大前題，實用主義用主觀的標準來衡量眞理，杜威堅持說：「眞理不外是人在可經歷的事物中所經驗到的關係，在這種關係中人的動機乃是以人因它驅使而得的滿足來衡量。」（註 4）。

傳統的倫理觀念認爲宇宙中有一個最終的目標存在，就是絕對的現實，絕對的眞理和絕對的美善，另外還有一股道德力量趨使人類邁向這最終的目的，杜威却要推翻這個觀念，他堅持生物學的進步已使人類對「道德

力量」從新下了定義，它不再是一股高高在上恆久不變，能左右人類的慾望和奮鬥的力量，而是人類本能和地位因特別環境而適應的方法。他認爲道德的功用不是要考究人類的最終目的和最高準則，而是用生理學、人類學和心理學上的知識來發掘人類內在有機的力量和自然的傾向，幫助人類解決在社會進化上所面臨的問題。

杜威對道德觀念所下這簡便的定義成爲情境倫理學者一個主要的大前題。他們以爲世上並無任何絕對的標準，祇有「愛」本身才是最好的。根據這種觀念，一個街坊小商人爲了同情他受恐嚇的鄰居而向恐嚇他的匪徒撒謊，他是爲了「愛」他的鄰居而扯謊，因此他在這情境之下是做了一件「正義」的好事（註5）。

實用主義已多方面的滲透了現代人類的思想，它的影響在教育界尤爲顯著，因爲很多實用主義的理論正在教學上採用。

八・一　參考書目

1. Henry, C. F. H. Remaking the modern man. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1946: 116–78.
2. Bixler, J. S. Pragmatism. An encyclopedia of religion. New York: Philosophical Library; 1945: 601.
3. Dewey, J. Influence of Darwin in philosophy. New York: Henry Holt; 1910: 34.
4. Dewey, J. Influence of Darwin in philosophy. 190.
5. Fletcher, J. Situation ethics, the new morality. Philadelphia: Westminster; 1966: 40, 64.

八・二　教育理論上的進化思想

進化思想有兩個最具影響力的立論：①因爲物種被天擇而滋生或淘汰，現實被認爲是一種不斷發展和變化的過程，而非一套靜止的關閉系統。②人與人類的文明不外是大自然發展而來的產品。這些觀念奪去一神創造論的根基，進化論被用來解釋人類身體與思想的來由，人類的身體是生物進化的巔峯，而人類的思想則成爲人類適應社會進化過程的表現（註1）。在這些大前題之下，杜威提出再造主義（Theory of Reconstruction）來重新衡量經驗在教育過程當中的價值。

傳統的哲學認爲經驗不能超越特殊性，有條件性，和可能性的範圍，

唯有在起源與內容上都超脫人類一切經驗的一股力量，才可以達到那普遍的，必須的和切實的權威和方向。但杜威却將經驗提高成爲人類科學與道德水準的模範。他從一個生物學上的觀點來分析這問題：生命的定義就是生物的表現與活動，生物必須按照它的結構來行動，若環境變遷的話，生物本身和它的活動都會受到直接的影響，那麼生物因爲它的行爲而感受到的後果就成爲它的經驗。這樣看來，生物與其環境的交往成爲知識的主要來源，而知識乃是從生命的表現而來，也是維持生命過程中不可少的。

感官上的經驗是相對的，它也是衝動的和實在的，而不是悟性的和理智的，但經驗却能挑起研究的興趣，最終的結果就是知識。杜威認爲經驗的實質乃是一條因適應環境而生的途徑：包括行動、責任、主動的功用，行動與遭遇的連繫，感應與發動的調整，經驗本身是有連繫性和組織性的，無須超自然的和超經驗的合成（註2）。

再造主義的結果乃是漸進教育制度（Progessive Education），這制度的動機是要了解新生嬰兒如何被他與生俱來的需要、慾望和潛力所驅使，要從他周圍的人類社會中獲取固定的興趣，模範和價值觀，所以漸進教育注重人類與現實環境的交往，却忽視人類的傳統文化。這思想指出教育的目標乃是從經驗變化的過程中獲得控制日後行動和方向的外加力量（註1）。漸進教育主義逼使傳統的精粹派教育家（Essentialist Education）採取守勢。因爲後者注重有固定科目的學制，同時又强調基本知識和技能的傳授（註4）。

八・二　參考書目

1. Childs, J. L. American pragmatism and education. New York: Henry Holt; 1956.
2. Dewey, J. Reconstructionism in philosophy. Boston: Beacon; 1959.
3. Dewey, J. Democracy and education. New York: Macmillan; 1916.
4. Johnson, J. A.; Collins, H. W.; Dupuis, V. L.; Johansen, J. M., editors. Foundations of American education readings. Boston: Allyn and Bacon; 1969: 336.

八・三　社會進化論

雖然甘特（A. Comte 1798—1857）首次嘗試用進化思想來解釋社會制度的發展（見卷三，八・七），史賓塞（H. Spencer, 1820—1903）

却是第一位把「物競得生」和「適者生存」應用在社會學上的主要思想家。在他看來，大自然使最有利的競爭者在競爭中得勝，這競爭的過程帶來不斷的改進，成爲一切競爭的自然定律。

史氏深受熱工學與天演論的影響，他認爲自然的過程從能力的持久開始，然後經過進化和分解來重新分佈物質與動作，最後達到平衡的狀態，所以進化一定帶來最高的完善和最大的快樂，他堅持政府絕對不能意圖控制社會的進化，因爲所有改革社會的方法都如要挽救患絕症的病人一樣，祇會擾亂自然的發展而引致社會的退化。爲了生存的緣故，政府不能規定工業社會的合作制度，這些制度一定要各企業自動的建立。

史氏以爲政府若要管制社會的配給，會扼殺了工業團體，導至一個軍權至上的社會。史氏同時也倡導人權，反對應用主義，他設法調和進化論所忽視的人權與理想主義高舉人權的缺點，嘗試在軍事主義與反戰思想，個人主義與博愛精神中間建立橋樑。

森那（W. G. Sumner, 1840－1910）採用史氏强調天演論的思想，配合他個人對基督教倫理觀的見解，認爲基督教中的理想對象就如天演論裏的「强者」和「適者」，他反對人權主義與平等主義，以爲自然界的勢力有它自由發展的方向，若所有人都能發展所長的話，至終最夠資格的人才可獲得權勢，森氏與史氏皆反對政府規範社會的自由發展（註1）。

比較極端的社會達爾文主義者利用天演論來解釋爲何他們漠視窮人的痛苦，這思想實在是源於馬爾薩斯（T. Malthus）所著的「羣衆論」（Essay on Population）一書，馬氏在此書中提出人類繁殖的速度比食物生產的速度快，因此人類沒有辦法逃出饑荒與窮困的厄運。馬氏的思想驅使達爾文倡導「物競得生」的學說，認爲在饑荒與窮困中，捱不了的人沒法生殖，因此被淘汰而死亡（註2）。

批評社會達爾文主義的學者指出人的思想能夠改造被先天原因所規範的天演過程，華德（L. Ward, 1841－1913）堅持雖然人的思想受制於宇宙中的自然律，但他能故意適應人類社會的環境，因此人的思想能引導人類的進化過程（註17）。詹姆士（W. James, 1842－1910）認爲人類的思想不單是一副悟性的器官，而且是一套智力的作用，這些作用能調整內部的關係來適應環境，因此對人類的生存是不可缺的。史賓塞認爲社會的改革乃緣於地理環境和外界的因素，人類根本對改良社會無能爲力，但詹姆士却

認爲人類不單能改革社會，而且能改變歷史，因爲他能適應任何的社會環境（註2）。

到了二十世紀的初葉，兩次世界大戰的蹂躪粉碎了社會達爾文主義者以爲進化能改善社會的美夢，但進化思想却蛻變而成現代的功用性的社會學（Functionalistic Approach of Sociology），巴德森（T. Parsons）用進化論的大前題來衡量社會的發展。如果人類的生活方式與猿猴及其他低等動物有直接的關係，那麼源於人類低等動物始祖的有機進化，需要加上人類原始社會的文化發展，才可以使人類適應環境（註4）。

八・三　參考書目

1. Hofstadter, R. Social Darwinism in American thought. Rev. ed. New York: G. Braziller; 1965.
2. Stromberg, R. N. An intellectual history of modern Europe. New York: Appleton-Century-Crofts; 1966: 275.
3. Becker, H.; Barnes, H. E. Social thought from love to science. 2nd ed. Washington: Harren; 1952: 972.
4. Parsons, T. Evolutionary universals in society. Am. Soc. Rev. 29:339; 1964.

八・四　經濟學上的進化思想

傳統上的經濟學論壇是被一種平衡主義所控制，這思想認爲經濟系統是一種平衡狀況或趨向一種平衡狀況，法國重農主義經濟學者認爲自然定律在經濟上的延伸會帶給人類最高的福利，這自然定律是恆久不變的，也是無可否認的，它有一股志在必成的趨勢（註1）。

英國的史賓斯與法國的重農主義者立場相同，他更進一步將傳統的經濟理論冠以一神論的大前題。他以爲創造主抑制祂對大自然發展的干擾，祂避免直接干預人類的活動，但無形中却用一套在創世之初已立下的包羅萬象的妙計來引導這世界，史密斯認爲人類雖然是自私的，但人類自私心實在就是自然定律用來達到大衆福利的途徑（註2）。

社會達爾文主義者採用傳統的經濟理論，將自然定律解釋爲天演過程，在這過程中人類因自私的本性而彼此競爭，至終祇有「强者」和「適者」得勝，因此社會無論如何一定會進步（註3）。

在十九世紀末二十世紀初時經濟學論壇上崛起另一套理論與傳統的平

衡主義分庭抗禮，這乃要歸功於韋伯倫（T. Veblen, 1857－1929）有系統地將進化理論的變動思想引用到經濟學上。

韋伯倫以爲社會並非一種平衡的系統而是一套變動的過程。當社會發展到一個地步時，它可以不依靠它的個人或團體的成員而獨立存在，科技的發展是促進社會成長的主要因素，人類文明並非朝著一個預定方向邁進，因此它是沒有目的性的，人類對社會進化是愛莫能助的，因爲社會進化似乎是一種漫無目的漂流。人類文明的主要產品乃是社會制度，這些制度乃個人憑著他自己的理性和跟隨通俗的生活方式企圖滿足他內在的慾望時的產品，人類必須組織和規範個人與社會的行動才可以保證他們獲得所需，久而久之，這些組織與規範就成爲社會的制度。

韋氏將社會制度分成兩類：服務性的與非服務性的；服務性的制度包括人類的手藝和顧存大衆幸福的天性，非服務性的制度乃人類的侵略性和擁有性的產物，這些劣根性將個人的地位提高，而忽視大衆的福利。韋氏認爲經濟系統的發展，是有賴於人類這兩種立場的矛盾。在個人而言，是他服務性與非服務性的慾望的矛盾，在社會中，是人類服務性與非服務性的制度和階級的矛盾（註4）。韋氏的進化思想創始了一套影響深遠的經濟理論——新制度主義（Neo-institutionalism），這主義在現代經濟學界相當流行，當代著名的經濟學者如愛爾實（C. E. Ayes），高博來（J. K. Galbraith），米載（G. Myrdal）和告姆（G. Colm），不過是附從這主義其中的幾位。

新制度主義者與傳統的經濟學者分歧的地方乃在於他們對社會系統的看法，前者認爲它是一套不停進化的開放系統，後者却以爲它是一套平衡的關閉系統。新制度主義者同時鼓吹政府儘量地管制社會經濟的發展，與傳統經濟學者力爭自由市場的發展而不讓政府用國庫與幣制的壓力來管轄工商界的態度分庭抗禮。

八・四　參考書目

1. Stromberg, R. N. Intellectual history of modern Europe. New York: Appleton-Century-Crofts; 1966: 156.
2. Ibid., 157.
3. Hofstadter, R. Social Darwinism in American thought. Rev. ed. New York: G. Braziller; 1965.

4. Gruncy, A. G. Contemporary economic thought. New York: Auguste M. Kelley; 1974: 20.

八・五 政治理論上的進化思想

恩格斯（F. Engels 1820－1895）是共產主義的開路先鋒，他强調歷史的物質本性，提出剩餘價值的觀念（即勞動階級未獲得的酬勞），他引申黑格爾的過程理論，將歷史看作人類找尋邏輯定律的進化過程。企圖將歷史從形而上學帶到邏輯學的範圍。他以爲大自然是朝著一個一去不回的方向而進化的歷史，是受制於邏輯的定律，而非由形而上學的位格所轄管，他將此從形而上學而至邏輯學上的轉變歸功於達爾文，同時他「證實了」人和其他生物已經過千百萬年的進化。恩格斯採用邏輯學上對生物中無數作用與反作用的强調，和對進步性與退步性的變化的注重，作爲他歷史進化系統的原動力，人類是「物競得生」進化過程的最高峯，但自從人類在進化戰場上出現以後，他就不再爲自我生存而競爭，因爲他能夠控制生活的環境，而且左右歷史的發展，人類設法調節商品的生產和分配，因爲這是改進社會的主要因素。

恩格斯認爲人類的政治制度因商品的調節而經過三個階段的進化：中古時期的個人生產與配給的平衡，演變成資本主義社會中集體生產與各自配給的衝突，最後達到無階級制度的社會主義中的集體生產與集體配給的勝利。無產階級革命是被壓迫的勞苦大衆得以奪去資產階級所擁有的某種生產工具而將它變爲國營的手段，而生產的國營與私有財產的廢除，乃是要達到無階級的社會的進化過程中的必經階段（註1）。

馬克思K. Marx (1818－1883)用階級鬥爭來爲恩格斯的歷史進化論綴上色彩，他雖不注重個人的競爭，但他却以達爾文的「物競得生」理論來維護階級鬥爭（註2）。馬克斯同時利用了狄費里（H. de Vries）的突變理論來解釋爲何社會的經濟系統需要急促與嚴酷的手段來改革（註3）

富有侵略性的國家社會主義（納粹主義）也利用了粗糙的達爾文理論，認爲在無情的物競得生的過程當中，軟弱的，傷殘的和那些看來在生理上不夠强壯的人都要被淘汰。日耳曼是純種是亞留民族（Aryan race），而亞留民族被崇爲人類文化唯一的開拓者。社會中的腐化份子如知識份子，無國籍的，流離失所的和個人主義者都要被清算，這樣才可保持國家的

傳統，持續人民的團結和風俗習慣。納粹主義是一股反理性的和充滿破壞性的狂潮，它沒有中心思想，却祇會爲了鬥爭而永遠鬥爭。極端的虛無主義（Nihilism），思想家尼采和本哈地（Von Bernhardi）對戰爭的歌頌直接煽動了納粹黨的侵略狂，法西斯主義（Facism）與納粹主義皆同出一轍，以戰爭和適者生存作口號，高舉國家主義，壓抑知識份子和强調社會的有機本性。

八・五　參考書目

1. Engels, F. Socialism: utopian and scientific. Chicago: C. H. Kerr; 1900. Aveling, E., translator.
2. Selsam, H.; Martel, H., editors. Readers in Marxist philosophy. New York: International; 1963: 188.
3. Ghent, W. J. Socialism and success. New York: John Lane; 1910: 47–49.

八・六　心理學上的進化思想

達爾文相信人類的思想與身體應屬二元性（Dualism），因此他引用他的進化論來解釋思想和身體的發展（註1），他在心理學上的影響特別在心理分析學（Psychoanalysis），功用主義（Functionalism）和行爲主義（Behaviorism）最爲顯著。他在「人與動物的感情表達」（The Expression of Emotion in Man and Animal）一書中直接地提出心理學上的理論，他同時也爲近代的生態學（Ethology）和比較心理學（Comparative Psychology）鋪路。

弗洛依德（S. Freud, 1856－1939）是一位醫生，也是心理分析學的鼻祖。達爾文的天演論對他影響很大，因此他覺得人類正常和反常的性格皆受制於天然的因素，他認爲人的天性是非理性的，因爲人不過是從動物進化而來。

弗洛依德將人的心理系統分三部份：第一部分是id，這是人類潛在的享樂本能，包括人類的天性，是屬於下意識的範圍，id好像一個寵壞了的孩子，要立即滿足他的慾望；第二部分是ego，它是第一部分面對第三部分Superego時要維持平衡狀況的進化過程，ego是徘徊於下意識與意識的境界之間；第三部分，Superego乃意識領域被社會裡的道德觀念所挑啄而來的產物，它包涵了天良（Conscience）與理想之自我（ego-ideal），

前者使人曉得什麼是錯的，後者却曉諭人什麼是對的（註2）。

弗洛依德差不多完全按照一個生物學上的觀點來發揚他對人的天性的看法。他認爲天性可以分爲兩類，就是求生的天性，因著生理上的需要人類有一種內在的求生本能，但人也有求死的天性，因爲生物器官會衰老和腐化（註3）。

功用主義心理學家採用了達爾文以爲行爲可適應環境的理論，認爲人若需要心理健全，一定要在生理上和心理上適應環境。他們强調解決心理方面的難題的生存價值，對他們來說，心理學的範圍不是人類心理的內容，而是心理的功用，這些功用是人類心理對環境的適應，他們注重心理學上的應用原則，祇顧到心理功用的應用，他們指出生理上與心理上的功能有密切的關係，若要對人類心理和生理有一個正確的認識，需要研究思想與身體的聯絡（註30），注重進化論的實用主義哲學家詹姆士（W. James）和杜威（J. Dewey）對功用主義心理學家的影響很大。功用主義也左右當代心理學對人的理解（perception）的看法：如格卜生（James Gibson）的理論（註5）。

達爾文進化論在心理與生理上的應用帶出一個人言人殊的問題：除了人類之外，其他動物是否也有意識；要是有的話，意識是在進化過程之中的那一類動物開始出現。行爲主義心理學家對這問題的答案是如下：心理學的範圍是涉及可觀察到的現象，而非研究「思想」在動物中是否存在。

巴夫洛夫（I. Pavlov, 1849—1936）用實驗方法來研究狗對食物的流涎反應，他是心理學上規範技術（Conditioning）的鼻祖（註6）。早期的行爲主義心理學家華生（J. B. Watson, 1878—1958）强調人與動物中間的進化關係，高舉心理學上的實驗方法，却忽視了人的自覺意識（註7）。當代著名的行爲主義學者史琴那（B. F. Skinner）將規範技術發展擴深，他同時强調人類行爲的可塑性，他以維持與塑造人類行爲的進化環境取代了人類自主權在行爲上的地位（註8）。行爲主義已發展成爲現代心理學思想的主流。

八・六　參考書目

1. Darwin, C. The expression of education in man and animals. London: Murray; 1973.
2. Freud, S. An outline of psychoanalysis. New York: Norton, 1949.

3. Freud, S. Beyond the pleasure principle. London: Hogarth; 1955.
4. Lundin, R. W. Theories and systems of psychology. Lexington, MA: Heath; 1972 (chapter 9).
5. Gibson, J. J. The senses considered as perceptual systems. Boston: Houghton Mifflin; 1966.
6. Pavlov, I. P. Conditioned reflex. London: Oxford Univ. Press; 1927.
7. Watson, J. B. Psychology as the behaviorist views it. Psychological Review. 20:158; 1913.
8. Skinner, B. F. Beyond freedom and dignity. New York: Banton; 1971.

八・七　宗教上的進化思想

自從自然主義的信徒普遍的接受進化論之後，宗教的意識對他們而言，就成了人對生命意義不停的追尋，人類爲解答生死之謎而幻想出一個超自然的個體，期望塑造出與超自然的關係（註1）。自然主義者認爲人似乎在某種情況下與自己的理性發生衝突，而一般的宗教意識會給人類帶來一種非理性的道德力量，使人不敢作奸犯科，因此宗教意識對人類社會的生存和進展是有很大的幫助的（註2）。

與達爾文同時的甘特（A. Comte, 1798－1857）在「物種起源」一書出版之前已設法用一套進化理論來解釋社會與宗教制度的發展，他認爲人類的宗教意識嚮往事物的綜合和簡化，因此人類的宗教制度經過三個階段的發展：最原始的宗教是拜物教（Fetishism），相信大自然一切的事物都有一種神靈在後面作祟；比較進步的是多神教，認爲很多神是藉著死物顯現，最後發展成最進步的一神教中一個有位格的神控制宇宙的觀念（註3）。

新派解經學家受進化理論的影響，提出一套「漸進啓示」的說法，雖然福音派學者也相信，神在聖經寫成的歷史過程中是逐步向作者顯明祂的旨意和奧秘的（希伯來書一章1至3節），這些新派神學家却認爲聖經中每一種觀念都是在進化，從童稚的思想發展成基督高深的福音。對他們來說，舊約中的神是一位冷酷可怕的暴君，祂不顧個人的死活，祇將個人當作一些團體的臨時份子，但經過以色列人亡國的痛苦經驗，詩人在詩篇中表達對個人救主的嚮往，而這種嚮往在耶穌的人格中得以發揮完全（註4）。

高等批判學的崛起，加强了新派神學家的陣容，他們認爲舊約中的摩西五經是在主前四百年左右才寫成的，因此對其中有關摩西生平及以色列

人出埃及的記載不過是歷史的敍述，而非親身的經歷。新派神學家同時懷疑舊約聖經的可靠性，因爲舊約中對創造與洪水的記載與古巴比倫文獻中的記載相似（註5）（按：在本書卷四中對這個問題會有稍爲詳盡的討論。）自從這些論調被提出之後，新派神學家雖然仍尊聖經爲人類追求自我覺醒的重要文獻，但他們却將聖經中很多記載當作過時的習俗，是人在文化未開拓以前的錯誤觀念。

天主教神學家和古生物學家第查定（P. Teihard de Chardin, 1881—1955）曾大膽地嘗試用進化論的思想來替福音改頭換面。對他來說，人的原罪並非源於歷史中的亞當與夏娃在伊甸園中對神的背逆，而實在是阻攔宇宙進化的一種惡勢力。這種惡勢力是在創造一個未完全成熟的宇宙的過程中的一種必需品，神從永恆開始直至現在和將來都在宇宙中和人心理不停地創造。那麼耶穌基督的十字架並非代表神對世人的贖罪大愛，而是用耶穌在十字架上所流的血來象徵生命的更新，一切受造之物藉著這更新而進化到一個更高的境界，與神相似，所以耶穌基督不再是世人的救主，將人從罪的綑綁中拯救出來，祂乃是人類進化的顚峯，作爲人類進化過程的榜樣；聖經的道理不再是獨一的眞神對罪人的啓示，而是注重世人因進化而與神聯合的一套泛神論（註6）。在新派的神學思想的影響之下，教會不再傳揚天國與永生的福音，却轉而大事周濟和社會福利，以解決人類的痛苦，將促進人類的進化當作當前要務。

雖然進化理論在某方面帶給人類有用的處事方法——如在經濟學和教育理論上，但進化論與自然主義却交織成爲一套模稜兩可的人文哲學，雖然自然主義者不乏對人生抱樂觀態度的學者如羅素（B. Russell）和杜威（J. Dewey）等，但當代的自然哲學家却趨向於極端的虛無主義，這種趨勢在歐洲的自然哲學界中最爲顯著。

對一位虛無主義者來說，人類是機緣巧合的進化過程中的產物，人生的目標不過是人類爲適應環境而進化，人沒有一個絕對的標準來衡量人生的意義，所以人的一舉一動都是荒謬無意義的。因爲機緣本身是反理性和沒有因果和方向的因素，它不能賦予人類進化過程一種使命感，人類在物競得生的環境下，也被貶爲一條被造化作弄而不由自主的可憐蟲。一位虛無主義者不能很有把握地說明究竟他所知的是眞理或幻想，因爲自然哲學認爲人類不過是一具極具複雜的機器，人類的思想不外是物質機緣巧合地進

化而來。既然沒有人能根據邏輯來推論到物質本身能使一個有意識的人清楚地認識自己，那麼人實在沒有什麼理由去信靠他自己的思考能力，達爾文鑑於人類思想的物質來源，曾懷疑究竟人類思維裡的觀念是否可靠（註7），所以他的進化思想也祇能靠非理性的信心來接受（註8）。

新派神學家對聖經過份鑽牛角尖及批判，使很多教會失去對聖經一向保持的尊敬心態。他們不再接受聖經爲神的話，却祇用研究文學傑作的態度來研究聖經，因此他們以爲聖經中有關以色列風俗的和傳統觀念已不合潮流，所以聖經最重要的信息不過是人類對生命最崇高的嚮往所產生的深切需求，驅使他們不畏篳路藍褸地掙扎，終致塑造成烏托邦的理想，藉著希伯來民族的經歷表達出來，但對人類這種不可言寓而嚮往於自我解脫的經歷的追尋却與聖經的歷史性無關痛癢，因此這種對生命意義的追尋往往流於膚淺的情感作用而已（註9）。

自然主義所帶來的相對倫理觀念，在人類社會中最具反動性。北美校園福音團契出版社主編賽爾（James Sire）對這觀念作如下的批評：「自然主義將人置於一個沒有絕對倫理觀念的箱子裡，人若要辨別在這箱子裡的價值觀念中什麼是眞理，他需要一個從箱子外面加進來的度量衡；換言之，人類需要一個絕對的道德標準來衡量個人與社會的價值觀，但對一位自然主義信徒來說，人類的現實祇是在箱子裡的小圈子而已，因爲箱子外別無他物，世上並無道德的度量衡，一個至終不變的基本倫理標準是不存在的。」（註10）。當代盛行的情境倫理學（Situation ethics），實在乃是從自然主義的相對觀念所發展而來，這思想打破了傳統的主體倫理系統，用所謂博愛（Agapeic love）來替價值觀撮上相對的意義（註11）。

與進化論織成一片的自然主義，在二十世紀的初葉受到很大的挫折。兩次世界大戰的蹂躪使進化哲學家不能再妄想人類社會會因自然進化而改進，德國國家社會主義者的得勢和他們對人類尊嚴的唾棄加深了人類對自己本性和社會的文化的不滿。高舉個人主觀意念的存在主義以無神論和有神論的姿態出現，有哲學頭腦的人趨之若鶩。來自印度的泛神論信徒標榜他們非理性的純樸生活，高舉靜坐成聖與普世救得的道理，吸引了不少厭倦了自然主義所帶來矛盾的青年人。最近在美國有一種新的宗教大行其道，這宗教可稱爲新的自覺主義（New Consciousness），認爲人類的自我解脫在於裡面的人（inner being）怎樣經過進化的過程，與充沛宇宙之間

的神合而爲一，這神秘的經歷是不受時間、空間和道德觀念所控制的，人必需體會到這種經歷才可以得救（註12）。

這種宗教實在是自然主義，印度泛神論和拜物教融滙之後的化身。雖然這些新宗教頗受歡迎，但美國的基督教會也同時正在走上一條復興的道路，因爲福音派注重重生和改變人心的力量已漸漸被美國輿論界所注意，加上福音派信徒在聖經的研究與屬靈經歷上的平衡發展，使福音派圈子之外的人對他們另眼相看（註13）。這些現象帶來人類對自然主義的不滿，人類慢慢覺悟到生之追尋的多元性質，也體會到對一套更完整的人生哲學的需要。

八・七　參考書目

1. Lewis, J. The religions of the world made simple. New York: Doubleday; 1958.
2. Hofstadter, R. Social Darwinism in American thought. Rev. ed. New York: Braziller; 1965.
3. James, E. O. The beginning of religion. London: Hutchinson's University Library; 1952: 11.
4. Fosdick, H. E. The modern use of the Bible. New York: Macmillan; 1930: 11.
5. Stromberg, R. N. Intellectual history of modern Europe. New York: Appleton-Century-Crofts; 1966: 349.
6. Teilhard De Chardin, Pierre. Christianity and evolution. New York: Harcourt Brace Jovanovich; 1971.
7. Darwin, C. The autobiography of Charles Darwin and selected letters. Letters to W. Graham (July 3, 1881). New York: Dover; 1958.
8. Sire, J. The universe next door. Downers Grove, IL: InterVarsity; 1976: 78–91.
9. Fosdick, H. E. Modern use of the Bible. 169–207.
10. Sire, J. The universe next door. 90.
11. Fletcher, J. Situation ethics, the new morality. Philadelphia: Westminster; 1966: 44–45.
12. Sire, J. The universe next door (chapters 6–9).
13. Henry, C. Evangelical summertime? Christianity Today. 21 (13): 38; 1977.

卷四

一個基督徒對進化論應有的態度

九
衡量進化論的標準

筆者曾嘗試在卷三中指出進化思想已被高舉爲一套劃時代的理論，在人類經歷和學識上以不同的姿態出現。在卷一中筆者嘗試批判進化理論的優點和弱點，卷二代表筆者對融滙科學與聖經的艱鉅工作的一些嘗試，若讀者能從這本書中領會到一些處理進化思想的態度，這就是筆者的切望及禱告。我們且分論如下：

九・一　清楚有關進化論的科學根據

進化思想既然已滲透入人類一切的學識當中，一位開明的知識份子就應該曉得這種思想的一切科學根據。「天演論」自從達爾文出版他的「物種起源一書之後已經過很多次的刪改。「進化論」在最狹窄的意義上解釋生物在某一種範圍之內因天演的關係而慢慢變異，這個結論有很充份的科學根據。但是在「種」以上的進化機能（mechanism）仍是科學上一大奧秘，能否用科學方法來探索也是一個謎。有機進化理論差不多被用來解釋一切生物和無生物具有的現象，但這理論缺乏可以考驗的論據，因此很可

能沒有人能用科學方法來證實或推翻這套理論。一個開明的知識份子若能清楚有關進化論的科學辯論，他就能理智地決定他應否隨波逐流，抑或像歷史上屢次重演的思潮革命運動中那些不妥協的學者一樣，帶來新的思想領域（註1）。

九・一　參考書目

1. Kuhn, T. S. The structure of scientific revolution. Chicago: Univ. of Chicago Press; 1962.

九・二　近代反宗教的思想風行，引致進化論普遍被接受

藍姆（Bernard Ramm）指出幾點主要的理由來解釋現今的反基督教思想（註1）：

(1)中古堀起的世俗主義（Secularism）在文藝復興時期和科學革命時代成爲思想界的主流，對傳統教會思想（包括天主教和基督教）採取敵對的態度。

(2)自從科學時代面世以來，人類物質文明的發展突飛猛進，現代人類的起居飲食無不受到科學的影響，世俗主義者引申了科學方法，奉爲眞理的唯一準繩，所有宗教和哲學上不能用科學方法考究的理論均被摒棄爲「不可思議」。這種「懷疑主義」（Skepticism）或「科學人文主義」（Scientism）往往在科技工業社會中找到代言人，遊說現代人類科學主義的壓倒性。

(3)教會的分門別類與科學的合一精神恰成對比，教會分裂成爲羅馬天主教、希臘東正教和基督教，這現象使教外的人十分困惑。反之，科學的發展却日趨合一，牛頓提出地心吸力的理論，科學界在考驗這理論之後就接納它。巴斯德（Pasteur）的實驗推翻了生物自生論，科學家們也接受他的結論，反對基督教的人文哲學利用科學的合一精神，作他們對傳統教會思想宣戰的武器。

(4)現代大部份的科學發明都歸功於非基督教科學家。自從一百多年前英國維伯佛思主教（Bishop Wilberforce）在與生物學家赫胥黎（Huxley）在進化論的辯論上失勢之後，基督徒似乎一直視科學界爲畏途。最近在美國高等學府中的學者中持有傳統基督教信仰的人很少，比不上他們在整

個美國社會中的比例（註2）。這現象引致下列後果：科學界的聲譽被非基督徒科學家所佔有，這些科學家的人文哲學也無形中被人尊崇；現代科學的理論因而建造在這些人文哲學的大前題之上；這就形成了一個周而復始的惡性循環。因爲普通大學裏的科學教授大都是非信徒，他們訓練出來的新血與他們的哲學思想相似，基督徒學生也很可能會被這些反基督教的教授洗腦而在信仰上站立不住。

進化論的學說雖被某些教會人士接納爲神創造的方法，但這學說通行的思想乃是基於無神論的大前題。近代反基督教狂潮中非信徒的知識份子接受這套思想，是因爲這思想與他們的人生觀不謀而合。

九・二　參考書目

1. Ramm, B. The Christian view of science and Scripture. Grand Rapids, MI: Eerdmans; 1954: 15–21.
2. Press Digest. Current contents, life sciences. Philadelphia: Institute for Scientific Information; 1975. Also see Ladd, E. G., Jr. Chronicle of Higher Education. 11(2):2; 9–22–1975.

九・三　參考有關聖經創世記各種不同的註釋

科學界往往批評教會採取固步自封的態度，不肯考慮科學上的新理論，這種評擊乃是基於中古時代一些教會領袖高舉某一種經文的解釋。加利略因倡導哥白尼首創的宇宙論，與當時盛行的教會立場衝突。這些教會人士認爲聖經中詩篇十七篇和約書亞的長日（參約書亞記十章 12 至 15 節）支持他們視地球爲宇宙中心的說法（註1）。若今日一些高舉經文某種解釋的人活在中古時代，他們很可能像當時的教會人士一樣重新考慮他們對地球爲宇宙中心的解釋，因爲科學的證據確鑿，使他們無可推諉。加利略曾很中肯地說（註1）：

> 聖經對大自然界事物輕描淡寫的作風，使人覺得其中心思想並非屬自然界，而是屬靈界的眞理。對於大自然的敍述，聖經作者乃是以當時聽衆所熟識的言詞來表達。

從上述事實看來，對某段經文解釋堅持己見而不願意以科學强有力的發現作爲借鏡的態度，非但不能榮耀神，反而使基督的名受到羞辱。

九・三　參考書目

1. Snow, R. J. In: Genesis one and the origin of the universe. Newman, R. C.; Eckelman, H. J.; Jr. Downers Grove, IL: InterVarsity; 1977: 125.

九・四　了解進化論辯論上的基本問題

在一九七七年一、二月的「人文主義者」的月刊中，有一項由一百七十九位科學家，教育家和某些宗教領袖共同簽署的宣言，强調進化論乃是「證據充足的」科學理論，已經「被願意考驗眞理和證據的科學家和有理智的人奉爲金科玉律……」。「人文主義者」雙月刊（The Humanist）乃美國人文主義協會（American Humanist Assocation）和美國倫理協會（American Ethical Union）的喉舌，達爾文，赫胥黎，史賓塞和其他早期進化論學者皆被認爲是反對聖經基督教有神論的思想家，所以他們對一般科學證據的解釋都帶上了唯物論的色彩（註1）。克瑞格（Francis Crick）是獲得諾貝爾獎金的分子生物學家，他曾極力支持英國學校中進化論的傳授，他說：「以我個人來說，我覺得現在的學童實在受到太多無謂的宗教教育……」他尤其反對像劍橋大學這麼有名望的學府竟然會撥出大量金錢來傳授宗教……（註2）。另外一諾貝爾獲獎人分子生物學家孟諾（Jacques Monod），在他引起輿論紛紛的一本著作中强調他的「科學主義」（Scientism）：「前進的西方社會在道德觀念上仍然傳授——或口是心非地標榜——這些可憎的猶太教和基督教的宗教狂熱……無論如何，這些思想都是源於「拜物教」（animism），與客觀眞理對敵，與科學思想不兩立，標榜這些陳腐思想的人只曉得利用科學帶來的方便，却置科學思想於腦後。」（註3）。

近代進化論學者達布章斯基（Theodosius Dobzhansky）將傳統的道德觀念摒棄，他說：「進化的過程產生了『人』的種類，這種『人』類自能有道德的思想，這種思想推進人類的進化，所以道德觀念應以能否促進人類進化的標準來衡量。」（註4）。大力鼓吹進化論的發言人辛普森（G.G. Simpsons）也與達氏彼此唱和：「人類對道德觀念的潛意識和嚮往，就算連這些道德觀念本身在內，都是人類社會進化過程中因適應環境而

產生的思想，若我們以這樣的立場來衡量道德觀念，比傳統艱澀難明的神學思想來解釋道德觀念，更能使這些觀念獲得羣衆的支持，而且更能使人心悅誠服。」（註5）。

上述這許多的引言，都指出一個共通點：所有大力鼓吹進化論的人都具有很厚的自然主義的色彩。對這些學者來說，進化論不單是形容生物界事物的一套理論，而且實在是他們的人生哲學。所以在進化論基本上的辯論，並非科學性而是哲學性的。基督教的一神世界觀，與自然主義的唯物論是水火不容的。格令（Marjorie Grene）在科學與哲學論壇上常作貢獻，她很中肯地總論進化論的哲學根基，筆者願意借用她的剖視來作本書的結論：

「既然如此，爲什麼『新達爾文主義』仍然被普遍地接受呢？因爲新達爾文主義不再是單一套科學理論——一套包羅萬象和自圓其說的理論——，而是一種哲學思潮，源於對科學方法的完全信賴，因爲科學一定能夠用假設和實驗的方法來解釋大自然的奧秘，而這些方法是最簡單，最客觀和最不具偏見的。比較上來說，新達爾文主義實在是十分簡單的，世界上只有兩件事情發生，其一就是藉著機緣巧合而來的異種生物，其二就是只有適者才能生存。這樣看來，大自然好像一副浩瀚的電腦，由大量的電腦言語（Binary digits）所構成，其中並無任何神秘成份，人類現在未能解決的問題，這宇宙的大電腦已經有了藍圖，因著機緣巧合的開始，它會繼續進化，自然地會解決一切人所不能解決的問題。這樣，宇宙再一次表現出它的機能性，其中並無任何神秘的成份，人類在一個簡單的理性化宇宙找到他最後的歸宿。」（註6）

九・四　參考書目

1. Clark, R. J.; Bales, J. D. Why scientists accept evolution. Grand Rapids, MI: Baker; 1966.
2. Crick, F. Of molecules and man. Seattle: Univ. of Washington Press; 1966: 89–91.
3. Monod, J. Chance and necessity. New York: Knopf; 1971: 171.
4. Dobzhansky, T. Mankind evolving. New Haven, CT: Yale Univ. Press; 1962: 344.

5. Simpson, G. G. This view of life, the world of an evolutionist. New York: Harcourt, Brace and World; 1964: 233.
6. Grene, M. The knower and the known. New York: Basic Books; 1966: 199–200.

附錄：
創造日的長短

問題的癥結

擺在我們面前的問題並非是「神能否做」，或「神應該能做」。神能在剎那間創造宇宙；也能在經過一段長時期後才造成宇宙。

我們所面對的問題也不是如何將聖經的話語與地質學或天文學上的理論相調合。當然我們很感謝神使我們藉著自然界和歷史上的現象來了解聖經，這問題不過是次要的。我們所面對問題的癥結是不屬自然科學的領域。

問題的癥結，乃是究竟聖經在創世記第一章 1 節至二章 4 節裡所記載的創造日究竟有多長。這是一個解經學上的問題。

所以讓我們先從解經學上的原則著手，然後考慮批評我們立場的種種論調，最後我們會提出一套被很多信徒所接納的解釋和我們反對的地方。

在這篇文章之前的表格乃是我們所認爲解釋創造日最貼切的立場。

我們認爲在這裡和在別處所提到的「日」乃是用作象徵一段不定期的時間，這解釋並不一定要將每個創造日與地質年代相比。摩西被聖靈感動



寫成創世記時，也沒有採用現代地質學的觀點，雖然創世記的記載與地質學的發現並無衝突。若「日」字可象徵不定期的時間，那麼日的一部份也可作同樣的解釋。我們在常用語中有「新時代的黎明」等詞句，代表一段新時間的開始。在希伯來文體中，一日以黃昏開始，而以黎明作爲結束，因此「有晚上，有早晨」可用來象徵神各創造時期中的開始和末了。在創造日之間並無明確的分界，但每創造日都按「有晚上，有早晨」來順序排

列。「日」的象徵性用法在希伯來文和英文中比比皆是，其實這解釋在這兩種語言系統中都是完全一樣的。譬如「耶和華的日子」和「那日子」都是用來表示一千年以上的時間（中文譯者按：在英文中這兩詞都以Day來代表，中文翻譯「日子」已用象徵性來解釋Day）。同樣地在英文用法中，我們常說如「威克里夫乃是宗教改革的晨星」，或說「在馬丁路德的日子（Day）」乃是指路德在生之日。

摩西如何用這個字

首先我們要問究竟摩西怎樣用「日」這個字。我們先從那些顯而易見的經文著手，然後再看看一些比較難懂的經文。創世紀二章4節說：「創造天地的來歷，在耶和華神造天地的日子（Day），乃是這樣。」

在上述的經文中，「日子」（Day）乃是包括了神整個創造所用的六天，所以無疑地摩西有時用Day一字來代表一段不定期的時間，在這裡「耶和華神造天地的日子（Day）」只能作神整個創造的時期來解釋。

詩篇九十篇1至4節說：「主阿，你世世代代作我們的居所，諸山未曾生出，地與世界你未曾造成，從亙古到永遠，你是神。你使人歸於塵土說：你們世人要歸回。在你看來，千年如已過的昨日，又如夜間的一更。」

保守派的聖經學者告訴我們，詩篇卷頭的前言都是可靠的，因此我們沒有理由來否認摩西乃是詩篇九十篇的作者，從摩西的語氣中我們可以看到神對世人時間的看法，上文說到千年只如已過的昨日，又如夜間的一更。

創世記一章5節提到：神稱光爲晝，稱暗爲夜，有晚上，有早晨，這是頭一日。

在這節經文中說及，頭一日或頭一段時期。光與暗被分開，日與夜也被分明。它暗示宇宙起初原是一片漆黑，但後來光出現了，隨之而來的是一連串的晝夜，這都在創造的頭一天發生。

在史哥菲特參考聖經中（Sco field Reference Edition of the Bible）曾引用下列經文來否定創造日作廿四小時日的解釋：

(1)、「日」一字在經文中可作三種解釋：①在廿四小時一日之中的晝（創世記一：5，14；約翰福音九：4；十一：9。）；②一個被分別作爲特別日子的廿四小時：如贖罪日（利未記廿三：27。）和「審判的日子」（馬太福音十：15。中文譯者按，中文譯作日子，英文是day of judge-

ment）；③一段不定期的日子，神在這日子中有特別的計劃，如「耶和華的日子」。

(2)、「有晚上，有早晨」可用作廿四小時的分界，但在聖經中常引用自然現象來象徵其他眞理，因此把創造日解釋作一段有始有終的時期乃是極有可能性的。

創世記一章14至19節說：「神說：『天上要有光體，可以分晝夜，作記號，定節令、日子、年歲，並要榮光在天空，普照在地上，事就這樣成了。於是神造了兩個大光，大的管晝，小的管夜，又造衆星，就把這些光擺列在天空，普照在地上，管理晝夜，分別明暗，神看著是好的，有晚上，有早晨，是第四日。』」

在這裡明顯地看到太陽管理晝夜的功用是在第四個創造時期才開始，聖奧古斯丁早已在他的「神的城市」第十一卷第六和第七章指出這個事實。摩西在這裡暗示所有在天空中的光體都在第四個創造日中開始了它們的功用，所以我們實在很難以第四個創造日作爲一個廿四小時的一日來解釋，摩西顯然並沒有這樣的念頭。

奧爾（James Orr）在他的「基督徒對神和聖經的看法」一書中第四百二十一頁如此說：「說到時間的長短問題，就是奧古斯丁所言那些難以形容的時期，照摩西語氣所表示的，廿四小時的日子是直等到第四天才開始，若我們堅持一日要用廿四小時來解釋，那麼這種說法，比起用象徵性來解釋這些時期的方法，一樣都是深澀難明的。」奧爾在這裡引用奧古斯丁的說法：「有關這些時期的端倪，我們實在難以想像，更何用說用辭句來形容普通的日子，我們以太陽升落來形容早晚，但在頭三個創造日根本沒有太陽，因爲太陽在第四天才造成。」（見「神的城市」第十一卷第六和七章有關創世紀的解釋。）

出埃及記二十章8至11節說：「當記念安息日，守爲聖日。六日要勞碌作你一切的工。但第七日是向耶和華你神當守的安息日。這一日你和你的兒女、僕婢、牲畜，並你城裡寄居的客旅，無論何工都不可作，因爲六日之內，耶和華造天、地、海、和其中的萬物，第七日便安息，所以耶和華賜福與安息日，定爲聖日。」

上文有關十誡中的第四誡命常被引用爲支持創造日是廿四小時的日子的證據，雖然其他很多例子都支持摩西以「日」來代表長時間的看法。

就算我們缺乏摩西在其他經文中用「日」字的比較，上文也不一定要求我們要以人的一週七日來比較神的七個創造日。我們在這裡提議摩西的聽衆乃是一羣熟悉他用字方法的人，他們曾耳聞摩西如何解釋創世記，他們常聽摩西用如詩篇九十篇一樣的語氣說話，他們也曉得他以一日來代表整個六日的創造（創世記二章4節），知道摩西認爲神的時間觀察與人的時間觀念完全不同，因此這羣熟諳詩篇九十篇和摩西對神的時間的觀念看法的人實在不會將創造日當作二十四小時來解釋，摩西在上文中所言實在與創造日作長時期解釋並無衝突。

第四誡命的主要教訓乃是因爲神在六個創造日中工作，在第七日休息，所以人也應該工作六天，休息一天。神比人偉大，神的創造日很難與人的廿十四小時來比較。聖經中也沒有這樣的例子。安息日誡命的引用來支持創造日是廿四小時的看法乃是一種「相似」（analogy）的論調，比較神的無限和人的有限：雖然神這樣偉大也在第七個創造日休息，因此人應工作六天然後休息一天。

希伯來書四章1至11節。在聖經其他非摩西所寫的經文中也可以找到有關創造日的形容，希伯來書的作者在第四章1至11節中論及創世記二章1至3節中所提到神的「安息」，「論到第七日，有一處說：到第七日神就歇了他一切的工。」（希伯來書四章4節）；在第9節：「必另有一安息日的安息，爲神的子民存留。」作者指出神的安息是在摩西時代，在約書亞時代，在寫詩篇九十五篇時代和在寫希伯來書時爲神的子民存留的，因此這希伯來書的作者受聖靈默示，認爲神停止創造的安息日在他寫這書信的時候還在繼續中。

本文卷首的圖案中指出安息日連續至將來的可能程序。神在創造亞當和夏娃不久之後即停止創造的工作。今天神的工作乃是護佑（providence）、和救贖（redemption）。神要等到千禧年以後才開始創造的工作，因爲到時祂要造新天新地，這新天新地的開始就是神在創世記二章1至3節所設立的安息日的結果。

創世記一章1節至二章4節。除却上述的論點之外，讀者應注意到聖經的開始是一段有關神有系統性的和按步就班的美麗創造的記載，從第1節：「起初神創造天地」一句簡潔的聲明，跟著是神創造過程的仔細敍述，最後以神的安息和「神看一切是好的」作爲結果。然後一句總結：「創

造天地的來歷，在耶和華神造天地的日子，乃是這樣。」（二：4）讀者應注意這段記載的中心乃是「創造」，不是「再造」。這種觀念在這段神所默示的經文已經表露無遺。

一個可能的解釋

我們在卷首已提出問題的癥結非在地質學，乃是在於解經學。上文我們已討論過解經學上的原則，且讓我們來看看這段經文與地質學的關係。請讀者按照神創造的仔細程序來欣賞神有条不亂的作法，下列的解釋除了採用地球的太初是火熱而現在是在冷却過程中的形容之外，其他與地質學的理論無關，這論調我相信乃是大多數地質學家的立場。若是如此，這理論與第一「日」的黑暗，和隨著被造的植物和太陽不謀而合。若上述的假設（地球在冷却中）被證實爲錯誤的話，那麼我們得尋找其他的理由來解釋在太陽出現之前光和植物的存在。就算這樣，「二十四小時爲一日」的理論也不一定成立，因爲下列的立場並非根據地質學，因此可與不少有理由的地質學論調吻合。

創世記一章1節：「起初神創造天地」包括整個物質宇宙。所以太陽、月亮、星球和地球都包括在內。其次我們看到有關地球的記載，此創世記的敍述乃是集中在形容地球乃是人類將要棲身的地方，第2節：「地是空虛混沌，淵面黑暗。」這裡乃是說及「地球」的表面，而非整個「宇宙」。「空虛混沌」的希伯來原文（thohu wabhohu）乃是指「空洞」和「荒蕪」之意，非指曾經被毀滅過，只是還未能作爲適合人類棲身之處。

第一日

從大自然的觀察中很多人已發現在地球歷史中曾有一段溫度極高的時期，沒有人知道究竟地球曾經過多少次冷熱循環的週期。我們現在可觀察到冰河的撤退在地球各處所留下的痕跡，大體上來說，地球的歷史乃是一個龐大的火球在冷却下來的被動過程。在這裡我們並非要研究這火球如何成爲今天的形狀，有關宇宙的來源的衆多理論却沒有涉及這問題。地球自從形成之後比現在的溫度高，經長期的冷却而變成現狀。無疑地在地球火熱之時所有的水都化爲蒸汽，所以地面被厚雲包圍而致漆黑一片。天地那時是在被造成人類棲身之地的過程當中。當地球冷却之後，密雲稍散，天

露曙光，太陽的第一線光能穿過雲層抵達地面。光線起初很微弱，但慢慢地晝夜可以分明，但天上的星辰仍未顯現，這就是摩西筆下的第一個創造日。

第二日

第二天地球繼續冷却，籠罩地面的烏雲開始濃縮，地面仍只能看到散佈的微光，天上衆星仍被密雲隱藏，但大氣層却漸漸變爲明朗。神造出空氣將空氣以上和以下的水分開了，這是第二個創造日所發生的事情。

第三日

在第三天地球繼續冷却，陸地開始出現，但天空中的星辰還躲在密雲之後，但因爲地球的冷却而使陸地從海洋中聳出，火山爆發在這時可能是司空見慣的現象。神創造了陸上的植物。我們可以假設最初生長植物的陸地應是地球的兩極，因爲赤道地區的溫度仍是太高，兩極的煤床很可能是從此時生長的植物而來。隨後植物蔓延全球，這就是因神的命令而發生的事情：「神說：『地要榮生青草，和結種子的菜蔬，並結果子的樹木，各從其類。』」沒有人知道地殼在這段時期中經過多少次的變動。任憑古生物化石在各處被發現，這與聖經並無衝突，因爲創世記只提到旱地的出現和植物的生長。

第四日

在這日裡大氣層終於清澈至一個地步，使神所造的太陽、月亮、和星辰能在天空中出現，請注意創世記在這段經文中並未用到「創造」（create）一字（中文譯者按：中文聖經的翻譯並未詳細分辨create 和made 二字。二者的中譯都是「造」，但在希伯來原文此二字是不同的。）因爲神在第四日之前已創造了天地，在第四日神使太陽、月亮和星辰出現來管理晝夜和分辨明暗，作記號，定節令、日子和年歲。

第五日

這日形容神按部就班地造動物。

第六日

這日繼續形容動物的被造，最後神創造特別的動物，祂創造的高潮：「神就照著自己的形像造人，乃是照祂的形像造男造女。」在創世記一章26節的末了所用的語氣似乎有一種暫停的暗示，因此神可能在造成了所有動物之後經過一段時期才創造人的始祖，這乃是神創造過程的結果。

第七日

當神完成祂六日的創造之後：「祂在第七日歇了祂一切創造的工，就安息了。」上述的解釋並非是獨一無異的，但在我看來似乎是最合理的假設，因爲它與熱工第二定律和火成岩所代表的地球冷却過程吻合，這立場並沒有題及每個創造「日」中的地殼驟變或冰河的發展。但我們認爲最後的一個冰河時期與洪水的來源有關。正如懷特（J. Frederick Wright）所言〔見挪亞的洪水（The Deluge of Noah）ISBE Vol. II〕，但這是超過本文話題之外。

反對上述解釋的立場

讓我們檢討一下反對我們上述看法的立場：

反對立場之一：有人反對創世記的記載，認爲它是錯誤的，因爲植物是在第三日被造，而太陽是在第四日才出現，但植物一定要依靠太陽才可生存。

答案：創世記並沒有指明神在第四天才創造（create）太陽，太陽乃是在第四天才在空中發光。在第一天所造的光可能是太陽透過密雲而散發的光線。

反對立場之二：植物乃是在昆蟲之前被造，但按今日所知很多植物要倚靠昆蟲來傳種。

答案：昆蟲的創造並未被記載，創世記並無意仔細地敍述神整個創造詳情，第一章24和25節所記載的「昆蟲」並非「昆蟲」，實乃是在地上爬行的四足動物（中文譯者按，英文翻譯「昆蟲」乃是（the creeping thing），中文翻譯「昆蟲」乃是譯者的引申），若昆蟲乃是植物生存的主要傳播工具，神可能會將它們一同創造，神也可能在當時用其他的方法來幫助植物傳種？我們只能說我們不得而知，「昆蟲」的創造並沒有被敍述。

反對立場之三：若創造日乃是一段長時間，那麼在這段時間中一半的

日子應是光，其他一半日子應是暗。植物不可能在一段可能是千年以上的長期黑暗中生存。

答案：我們認爲創造「日」乃是代表一段長時間，是指「日」一字作象徵式的形容，那麼這些日子應是一連串有早晨和晚上的二十四小時的日子，創世記一章5節和14至19節已解釋得十分清楚，卷首的圖表也有清楚的說明。

反對立場之四：神的創造應是即時的，「因爲祂說有就有，命立就立」（詩篇三十三篇第9節）。有人還走極端地認爲一切有過程的解釋都是與進化論妥協。

答案：無疑地「祂說有就有，命立就立」，但我們不應有意或無意地加上「即時」這解釋，因爲神創造很多東西都不是「即時」而成的，在創世記一章11節中：「神說地要『發生』青草」，其意思很顯明的乃是指一段過程，我們需要考慮的不是神「能否」造，神能即時創造任何事物，但聖經告訴我們神在某些時候選擇過程的方式來創造，神常驟然地創造，但祂也按秩序時間來創造。

反對立場之五：若創造日代表長時間的話，與創世記第五章所記載有關亞當的年齡衝突。

答案：上述說法乃是根據神在第六天完成祂的創造之後有第七天安息日將世界的歷史分隔，在創世記第一章我們清楚地看到神在創造過程的末了才造人，我們認爲神的安息與世界的歷史能同時進行，因爲神現在已停止祂創造的工，直至祂再造新天新地爲止。因此亞當在被造之後即開始在世的日子。

反對立場之六：『在希伯來文 'yom'（day）之前若有數目的冠詞（numerical article），我們一定要以它作二十四小時一日來解釋。』

答案：從這聲明之中我們看到持此立場的人從未念過希伯來文，因爲希伯來文體中有數詞（numerals）和冠詞（articles），但「有數目的冠詞」却不是所有文法結構中會有的語彙。

創造日作長時期的解釋可能是「日」之前有數詞的一個唯一例的子，但在聖經中我們找不到其他有關長時期的記載。在希臘文中（Aion）一字和希伯來文中（olam）一字都是作「時期」（age）的解釋，但我們却沒有發現神說：「第一時期」、「第二時期」等等的形容詞。上述的論點實

在不能成立，因爲在聖經和所有希伯來文體中我們找不到其他相似的記載，在所有希伯來文的學者之中也無這樣的見解，持上述立場的人或他所引用的著作只不過是自認爲權威，却非按照希伯來文體來研究而得的結果。

反對立場之七：『若希伯來文（yom）（或「日」）可用作長時期的解釋的話，也都是在有人類歷史之後才有的記載。』

答案：創世記二章4節，「在耶和華神造天地的日子（日）」代表「創造天地」的來歷，我們邀請上述立場的作者找出除却「日」一字之外用作形容神創造人類之前的時間。

反對立場之八：『在同一個上下文中若無文中的註釋，謹愼的學者不應以同一個字「日」來作兩種不同的解釋（象徵性和字面性）』。

答案：讓持有上述立場的人研究隱喻（metaphor）和明喻（simile）的分別吧！耶穌的門徒是否用魚網來「得人如得魚一樣」？「生命的活水」是否是眞正的水呢？

反對立場之九：『神在創造時間和創造人類之前的悠長日子中已造出植物，這是否流於「巨大的浪費」（prodiqious waste）。』

答案：是否未有人類以前所有的時間和地方都是荒費的呢，聖經在詩篇第八篇和第九十篇告訴我們人在宇宙之中不過是極微小的。

反對立場之十：『就算進化論者也不會認爲飛鳥與海中活物會同時出現，』（創世記一章20至22節）。。

答案：不錯，他們沒有這樣說，但摩西却這樣地敍述，這裡所用的希伯來原文包括爬蟲在內，似乎暗示飛鳥乃是在爬蟲被造之後不久即出現，這與生物學和地質學上的理論不謀而合。

一個我們所反對的立場

現在讓我們考慮一個在基督教圈子中相當熱門的立場。有些人提議創世記第一章第1節：「起初神創造天地」和第2節之間被一段長時間所隔離，在這段日子中世界是被大災難所毀滅。我們反對這套理論，原因有二：①這立場並無絲毫證據；②這理論乃是以要調和地質學和聖經的記載爲出發點，並非要按照聖經的用法來解釋，某些基督徒地質學家認爲光與植物在太陽出現之前已存在是一個難題，所以他們發明在創世記第一章第1節與第2節之間相隔長時間這種理論。

在司可福聖經（Scofield reference Bible）中有如下的說法：「在註釋創世記一章2節：時該聖經提到耶利米書四章23到26節，以賽亞書廿四章1節和四十五章18節都很清楚地指出世界因爲神的刑罰經過大災難的洗禮。」我們認爲這種說法既不正確，也容易引人誤入迷途，讀者只要查考上述的經文就曉得我的意思：在耶利米書四章23至26節的上下文清楚地指出大災難乃是還未發生的事情，在這裡耶利米特別提到城市和人口的廢棄；同樣地在以賽亞廿四章1節的語氣也是屬於預言性質，而非敍述已發生的事情；以賽亞書四十五章18節：「創造諸天的耶和華，製造成全大地的神，祂創造堅定大地，並非使地荒涼，是要給人居住。他如此說，我是耶和華，再沒有別神。」我們當然能了解神並非要使地「荒涼」（"thohu"），乃是要給人居住，但若堅持在神創造的過程中不應有一個荒涼的過渡時期的話乃是語言學上的大謬。

上述的理論還認爲在創世記一章第1和第2兩節之間的大災難中，撒但和天使墮落而被逐出天庭。

我們以爲在聖經中並無任何經文指明或暗示撒但和惡天使在何時和在何地墮落，聖經祇告訴我們在人被造之先撒但已是一個墮落的天使。所以撒但的墮落可能在神造人以前的永恆中任何一剎那或任何一個地方發生，我們不需要在兩節聖經之中强加一段大災難的時間來解釋撒但的墮落。他們還强調在創世記一章2節的希伯來字〝ha yethah〞不應翻譯爲「是」（was），而應譯爲「成爲」（became），我們却以爲這動詞屬於一個很簡單的文法，乃是不定動詞（verb to be）陰性的單數完成式（feminine singular perfect），它的主要的意思乃是「是」。在希伯來文中這動詞在上下文的某種情況之下是可作「成爲」的解釋，但在創世記一章1、2兩節中並無絲毫語氣使我們要將這動詞作如此的解釋法。它最自然的翻譯應爲「是」之意。在創世記二章7節中有關亞當的敍述使這字必須翻爲「成了」，其他經文解釋這動詞應爲「有可能是」（was potentially）之意，但在創世記第一章第2節並無上述兩種涵義。

他們又指出創世記一章28節中的「遍滿地面」應譯爲「重新再遍滿地面」，那麼地面是曾經被人類遍滿，後來被毀滅，神又使亞當和夏娃的後裔繁殖再次普及全地。

實際上這希伯來原文〝mala〞的意思是直截了當的「遍滿」而已，此

外並無其他意思。所以正確的翻譯應是「遍滿地面」，上述這樣的論調乃是根據英文的翻譯replenish一字予以延伸，並非根據希伯來原文來解釋。

（上述文字乃是作者針對一些危言聳聽的理論一些回答，一切批評這些文字的論調都無任歡迎，作者在「基督徒信仰與生活」一九三五年的四月號中也發表與上文相似但比較簡潔的文章。）

全文取自戴維斯聖經辭典一九三五年版中之「年代錄」（Chronology, Davis Bible Dictionary, 1935）

奧利華・巴斯維爾博士著

語彙

一地特有的（endemic）：祇在基地屢次出現的生物（見卷一，二·四）。

太陽中心論（heliocentric）：太陽系中以太陽爲中心的說法，這立場與中古時代風行的地球中心論互相矛盾，哥白尼首先倡導這學說，後來加利略和赫卜黎將之發揚光大（見卷二，四；二·一）。

手（manus）：在手中橈尺骨（radio-ulna dones）之下的部份（見卷一，二·二·二）。

加氏實驗天秤（Cavendish balance）：這天秤本由密曹牧師（Rev. John Mitchell）所發明，但最先被加凡特斯爵士（Sir Henry Cavendish）所採用，在一七九八年，加氏用這天秤來量度二物之間的吸引力。這天秤乃由一「T」字型的儀器靠一條精細的軸支持而成，這「T」字儀器打平的兩邊分別有已知重量的球懸掛，在「T」字儀器的縱軸別有一小型鏡將光線反射到一個天秤盤上。在使用這天秤時，兩個能吸引「T」字儀器上的小球的球狀物在天秤前與小球並列，這些球與球之間的吸引力促使整個

天秤移轉，使反射的光線在天秤盤中的角度變近（見卷一，三・一）。

正確（fidelity）：眞確和純正的（見卷一，二・六・一）。

因子與蛋白質次序的平行（Colinearity）：在去氧核苷酸的次序與所製造的蛋白質中的氨基酸次序完全吻合，即核苷酸的突變會引致蛋白質中的氨基酸的順序兌換（見卷一，三・三・一・D）。

同質多型性（genetic polymorphism）：在同種生物中多過兩種不同外貌的代表，這些代表生物具有被遺傳因子控制的特性，如人類的血型（見卷一，一・二）。

地質年代柱（geological column）：一個地質年代的系統將地球歷史分列爲先寒武紀（Pre-cambrian）、古生物時代（Paleszoic era）、中古生物時代（Mesozoic era）和近代生物時代（Cenozoic era），每個時代有特別的動物化石，在這些時代所存留下來的石塊年齡是以輻射性和非輻射性測量法來衡量（見卷一，二・一・二）。

地質年代紀（geological time scale）：地殼中的每一地層（或地殼年代）與用輻射性量度的年齡相比之後所合成的地層年代表（見卷一，一・五及二・一・二・B・4）。

同源器官（homology）：在某動物羣中一些不同器官的相仿，可能是因爲源出同一進化祖宗的某一器官的關係（見卷一，二・三・一）。

有袋動物（marsupial）：這種動物新生的下一代很早便離開母腹，但却仍居住在母體的袋中，藉袋中的乳頭吸食母奶，孵育長大（見卷一，二・四）。

有胎盤的動物（placeutal）：哺乳類中的某些動物有子宮和胎盤用作孵養受精卵，直至它高度發展之後才脫胎而出（見卷一，二・四）。

肌肉系統（musculature）：身體的一切肌肉（卷一，二・三・三）。

向外交配作用（out crossing）：與沒有血緣關係的同種生物交配（見卷一，二・六・五）。

多元染色體遺傳（polyploidy）：生物中具有多過兩套染色體以上的遺傳（見卷一，一・五・一）。

同地分佈作用（Sympatric）：在同一地區發現的生物（見卷一，二・三・三）。

全球大水災（universal cataclysm）：按照創世記六至九章所直接敍

述的全世界性的洪水乃是突然而來淹沒所有陸上動物的大災難（見卷二，七・一・一）。

地球年輕論（Young earth）：這理論認爲宇宙乃是在六個二十四小時的日子中所造成的，所以地球最多可超過二萬年（見卷二・六・一・一）。

吞噬作用（phagocytosis）：在體內的白血球能包圍外來物件，使它成爲白血球中一些以細胞膜環繞的空胞（見卷一，二・六・一）。

枕骨的（occipital）：在頭顱骨之後部（見卷一，二・三・三）。

突變因子（Mutator locus）：有某些細菌或噬菌體（bacteriophage）的去氧核醣核酸的某一部份被用來製造聚合酶（DNA polymerase），用作複製去氧核醣核酸。但若這部份的去氧核醣核酸發生突變的話。這聚合酶便變成反常，引致其他各遺傳基因在複製時發生謬誤，因爲在基因對比時不正確。因此細胞中有高度的突變頻率（見卷一，二・六・三・A・3）。

胚胎學家（neontologist）：（見卷一，二・二・二）。

恐龍（archo saurian reptiles）：可以兩脚站立的爬蟲，在中古生物時代（Mesozoic era）中稱霸。今日生存的祇有一些鱷魚中的畸型品種（見卷一，二・二・二）。

能吞噬的細胞（phagocytic cells）：（見卷一，三・二・一・C）。

個別因子突變（point mutation）：在去氧核醣核酸中規範於每一個根基的改變（即腺鹼（adenine）、鳥糞嘌呤（guanine）、胞嘧啶（cytosine）、和胸腺嘧啶（thymine）的改變）（見卷一，一・五）。

核染質學縮（Synapse）：在減性分裂時的一對同基染色體（homologous chromosome）對比攣縮（見卷一，二・六；圖二・六十一；和卷一，三・三・一・C）。

胸腺（thymus）：在胸部富有淋巴細胞的器官，位於胸骨的背後，是體內免疫系統的重要基地（見卷一，二・五・三）。

凍土帶（fundra）：在此圓圈之北的陸地，其特點乃是沒有樹木能生長（見卷一，二・四；圖二・廿四）。

異地分佈作用（allopatric speciation）：生物因分佈在不同地方而漸漸演變成爲新種（見卷一，一・五・一）。

細胞叢（clone）：一圈有同樣遺傳基因的細胞（參卷一，一・三）。

淋巴細胞（lymphocyte）：在骨髓中製造的一種白血球，在體內的免疫系統中佔重要的地位（見卷一，二・五・二・D）。

淋巴組織（lymphoid tissue）：富有淋巴細胞的組織，包括胸腺（thymus）、淋巴結（lymph node）、脾臟（spleen）和骨髓（bone marrow）（見卷一，二・五・二・D）。

無氧生存的細胞（anaerobic cell）：這種細胞祇能在缺氧的環境中生存，它們能在這種環境中藉著養料的發酵作用來維持生活（見卷一，三・三・一・B）。

菌叢（colony）：在培養碟上一堆有同樣遺傳背景的細菌，細胞數目可多至數百萬以上（見卷一，一・三）。

硬化（cornified）：使變硬（見卷一，二・五・二・C）。

棘皮類（echinoderm）：有類似荊棘皮膚之動物如星魚、海膽等（見卷一，二・五・三）。

減數分裂（meiosis）：在有性生殖之中染色體分裂祇剩下半數進入配子中（見卷一，一・四・二）。

進化淵源（phylogenetic）：按照進化論來解釋的生物之間的關係（見卷一，二・二・一・B）。

新生兒的胸腺切除（neonatal thymectomy）：在動物剛出母胎時即將胸腺切除（見卷一，二・五・二・D）。

對因子（alleles）：在去氧核醣核酸的某一位置上決定一種遺傳特性的對照，如白種人的藍眼睛或棕眼睛的特性（見卷一，一・四・二）。

機能性的（mechanistic）：有關一套理論，提倡宇宙中的一切事物皆出自物質中的活動；與唯物主義有關。（卷一，四・三・三）。

靜脈的血（Venous blood）：血從身體之外部經靜脈流回心臟，通常這些血是去氧的（見卷一，二・五・二・C）。

縱切面（sagittal）：從鼻樑至尾巴從切的方向（見卷一，二・三・三）。

雙型（dimorphism）：在同種生物中因雌雄性別的關係而有的特徵，如人類中男女身體特徵之不同（見卷一，一・二）。

龐變（macrogenesis or saltation）：生物的遺傳因經過突然而來的

巨大變動使之成爲新種（見卷一，一·五·一）。

屬於表型的（phenotypic）：生物遺傳基因之間和與環境之間的相互作用產生生物外在的結構和功用（見卷一，三·二·二·C）。

自從達爾文發表天演論後，萬物的來源一直成爲歷年科學及神學家爭相議論的焦點，而提出議論的學者，却從未有過正面溝通的機會。中古時代哥白尼革命期間某些著名的神學院的那種暗晦不明的態度，確實讓許多科學家大失所望。另一方面，支持自然論的科學家們，對人類的來源也不能提供一個滿意的答案，遂引起福音派學者的激烈反應，很不幸地，造成一分論證充足的天演論所帶來的科學價值，便被福音派學者故意忽略了。

「進化論：科學與聖經衝突嗎？」一書對進化論的歷史發展、在哲學及聖經的應用，以及理論本身的科學根據等均有詳盡的分析。本書並對進化論的優缺點作了中肯的批評，而且，還對現代福音派學者在「創造論與進化論」的各種爭論作了仔細的評估。這本書定能幫助讀者，對各公立學校中盛行的創造論與進化論二者的爭辯間，作一個明確的抉擇。

作者潘柏滔現任惠敦學院生物系副教授。他曾在聖地牙哥州立大學攻讀化學，然後在水牛城紐約州立大學取得生物學博士。他是美國科學聯會的會員，並爲該會會刊寫過不少文章。他也是美國微生物學學會及美國高級科學聯會的會員。

E/K 342
$ 9.25