**第一章：**

基因極度自私

本書與道德無關

以「群體選擇」為利他行為解釋，是一種謬誤。

**第二章：**

一些巧妙的分子結構的型成，最初是由物理學進行主導，以能量低、穩定為目標。但如果光靠這樣，也不可能在宇宙形成至今的時間用隨機性創造出「人」等精妙的生物，於是達爾文的理論進行接手

個人理解：在複製體(最初能複製自身的化學物質)出現後，如果下一階段更先進的複製體太晚出現，是否整個太古渾湯都會是那種物質?這樣地球的環境會大幅度的變來變去?

1.複製錯誤是演化發生的基本條件

2.天擇偏好正確度高的複製

=> 儘管複製者傾全力阻止演化發生，但他就是會自然發生

**個人理解：**此時複製者間的競爭就像在跑程式，儘管他們沒有主體意識它們在「競爭」，但競爭就是發生了！

這些古老的複製者現在以「基因」的名義繼續戰鬥，我們只是他們的求生機器！

**第三章：**

天擇挑選那些善於製造求生機器的複製者，精於操控胚胎發育藝術的基因

任何一個精子的染色體都是crossing over的拼湊之作，是母系基因和父系基因互相鑲嵌的結果

以整個染色體為大小的遺傳單位，生命長度就只能維持一個世代。越小的基因，越不會在交換事件被分割

作者自嘲，此書的書名應該叫做「稍不自私的大片染色體與較為自私的小片染色體」。稍不自私指的是在構造上，較容易因為交換事件被分割

有人主張物種為天擇的單位，有人主張是物種內的群體，有人主張是個體，作者則認為是基因

基因是不朽的，說得更貼切一點，它們被定義成遺傳的實存體，以便符合不朽的封號。我們只是它們在世上的求生機器，期望能活個幾十年；但是基因在世上的生命期望值卻是以上千上百萬年來計算的

個體並不穩定，他們稍縱即逝。染色體洗牌後也會消逝，就像洗牌的手一樣；但是牌本身卻能繼續存在。這些牌就是基因！基因不會因交換而摧毀，它們只是交換搭檔並繼續前進。那是它們的事業，而我們只是求生的機器。

**個人理解：**因為自然界的定律，這些複製者「被迫」進行競爭(就像是程式的模擬環境或是仿生獸一樣，非自願且沒有主觀意識的進行競爭)。最終，長得像「基因」形式的複製者脫穎而出。造出了所謂的「生物」作為他們的求生機器。

至於人生的意義何在，我們也可以作為一個受到基因們控制的求生機器，繼續尋找生存的意義

基因的首要對手是他的對偶基因，自私是基因的第一要務

造出一個複雜的人體是由很多基因一起控制而成，似乎不符合自私的特性。作者用划船作為基因群中合作行為的比擬：如果某個基因與其他大多數基因可以合作無間的話，這類的基因就較容易在成功的肉體相遇。(時間所創造的大數據與時間洪流能確保這件事發生，強的基因和強的基因在同一隊，和弱的基因在同一隊的強基因都已經被淘汰了)(強弱不是絕對的，例如肉食草食基因)

作者引用梅達華(諾貝爾生醫獎得主)的觀點，認為年老死亡，同樣也能從基因的層面分析，而不是從群體選擇的層面

年老死亡只是單純晚發作的致死或半致死的基因，在基因庫中累績的副產品。它們之所以能通過天擇之網，完全是因為較晚發作的緣故

* 可以推論出，這些基因指所以存在，是因為此物種的老年個體生殖能力較差(他才能因此躲過天擇之網)

因此如果希望增加人類壽命：

1. 可以強制規定最低生育年齡，利用天擇提高生命(還蠻好笑的)
2. 想辦法愚弄基因，使其誤以為個體還年輕。老化的化學訊號不一定是有害物質，他有可能只是某種基因作用的附加產物，可能誤導科學家

有性生殖：

看似上是矛盾的，他只能傳遞50%的基因，還不如無性生殖的100%。包得邁的理論：性可以幫助一個單獨的個體，累積來自不同個體所得到的有利突變。

但從本書的核心觀念：「個體，這個求生機器是由長命基因組成的短暫聯邦共同體！」就不會這麼難解釋

可以看成這條船上也是由不同個性的基因組成，負責「性」的基因，為了他的自私，操控了其他所有的基因；會引發其他基因發生複製錯誤的基因：突變者基因，也會因此散佈於整個基因庫之中(複製錯誤對其他基因不利，但可能有利於突變者基因)

大量無用且從未轉譯出蛋白質基因的存在，也可以輔佐這個觀點，它們就像大船上的寄生蟲

對於基因來說，個體的基因庫只是新版本的太古渾湯，基因仍可以在那裏過他自己的生活。改變最大的是，新一代的基因必須與其他在基因庫中成功的基因夥伴合作，共同建造一個接著一個難逃一死的求生機器。

**第四章：**

基因的反應沒有這麼快，就像「來自仙女座」(一本小說，傳送訊息人類，解碼之後發現是要統治人類的惡性程式)的仙女座人一樣，基因只能盡其所能的事先為自己建一個執行速度極快的電腦，而且事先輸入規則和建議，以對抗它們所預期的各種事件

求生機器已經發明出許多人類現在才有個工程技術了，其中包括：調焦透鏡、拋物型反射器、聲波的頻率分析、伺服控制、聲納、吸收資訊的區間儲存和無數其他的技術。模擬也是其中重要的技術

模擬能力的演化，似乎抵達了主觀意識的層次已算達到巔峰了

不論由意識這件事引起甚麼樣的哲學問題，在這裡它都可以視為演化趨勢的極致，它使求生機器成為執行者，而脫離它們的主人—基因。現在，頭腦不只是負責求生機器每天的事物而已，它們也有能力預測未來並據以產生行為，它們甚至有力量排斥基因的指令，例如拒絕生這麼多孩子

**個人理解：**基因似乎是被他們所創造出的超先進AI所代理了(沒有完全控制，但很重比例的事物依賴)(蠻有趣的想法)

基因是最基本的政策決定者，而腦部是執行者。但是當腦部愈來愈高度開發時，它們就逐漸接掌了實際政策的決定，這是藉著學習和模擬而達成的。這個趨勢的合理結論是，基因只給求生機器一個總括的命令：盡你所能，使我們活下去。

**個人理解：**基因沒有智慧，他沒有給出複雜的指令應該是相當合理

蜜蜂例子：「一個基因專責某種行為」

說謊行為又是一種可以否決群體選擇觀點的例子(因為會危害同伴)

**第五章：**

說明既然是自私的(這裡的主體為個體)，為什麼同類互相殘殺並不常見(同類通常競爭更激烈，包括爭搶配偶跟生存資源)。理由可能是因為對自身太不利，冒著受傷或死亡的風險除去競爭者，有可能會對其他競爭者更有利，不一定是正向回報。

「演化穩定策略」Evolutionary Stable Strategy, ESS定義：由大部分族群成員所選擇，無可替代的最好策略(對個體最好的策略取決於族群中的多數成員的策略，因為族群是由個體組成)

鷹與鴿子(競爭行為的派別)的賽局例子：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 本身 \ 對手 | 鷹 | 鴿子 |
| 鷹 | 50 or -100  Expectation = -25 | 50 |
| 鴿子 | 0 | 50-10 or -10  Expectation = 15 |

雖然全是鴿子的期望值是正的，但從鴿子群中出現老鷹後可以獲得大量好處；但老鷹變多後，期望值卻又會下降。

Optimization (ESS):

可以注意到，平均成就仍小於全是鴿子的15，因此只是表面上像是群體選擇，事實上卻不是。

**個人理解：**是一個群體選擇的對立論點，只能從更小的層面上來解釋，這裡只能從個體層面來解釋，個體又只能從基因層面來解釋！

ESS是穩定的，不是因為它對個體特別好，而是因為它可以免除造反(有回到ESS的傾向)。例子：汽油的公定價

假設瑕疵：每個個體的策略應該是會變化的，不是固定是鴿子或鷹

加入其餘三種：

復仇者：遇強則強，愈弱則弱，遇復仇者會弱

欺負弱小者：欺負弱小像鷹，但有人反擊會跑掉

調查者兼復仇者：基本上是復仇者。但偶爾會嘗試策略：先像鷹，對手不反彈就保持；反彈就像鴿，但如果又被攻擊就像鷹

模擬結果：

1. 鴿子 族群會被 鷹 跟 欺負弱小者 入侵
2. 鷹 族群會被 鴿子 跟 欺負弱小者 入侵
3. 欺負弱小者 族群會被 鷹 入侵
4. 只有 復仇者 是穩定的

紅色：不能入侵

綠色：能入侵

黃色：表現一樣行為，平衡發展

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 本身 \ 對手 | 鷹 | 鴿子 | 復仇者 | 欺負弱小者 | 調查者兼復仇者 |
| 鷹 |  |  |  |  |  |
| 鴿子 |  |  |  |  |  |
| 復仇者 |  |  |  |  |  |
| 欺負弱小者 |  |  |  |  |  |
| 調查者兼復仇者 |  |  |  |  |  |

理想情況：

復仇者是最穩定的，鴿子能與其和平共處。但當鴿子數量提升，鷹、欺負弱小者和調查者兼復仇者數量上升，因為他們有比復仇者更好的策略對付鴿子。

另一種戰爭模型「消耗戰」：

說謊話者跟說實話者會像鷹跟鴿子一樣相互入侵，只有撲克臉是最穩定的

不對稱的對抗(比對手厲害，勝率較高)：

1. (假設主場優勢)主場攻擊跟主場退縮的物種會相互克制，群體到最後只會選擇一種，但主場退縮天生容易消耗能量(移動)，故自然界絕大多是主場攻擊
2. 由「矛盾的鬥士」(遇比自身弱逃跑，比自身強攻擊)組成的群體有可能存在，因為當「矛盾的鬥士」數量超過半數以上時，「明智的鬥士」會因為太常進行爭鬥而被驅逐(local maximum)。一旦「明智的鬥士」數量超過一定比例，族群就會不回頭的往明智的一方前進(global maximum)

爭鬥結果的記憶：產生同物種之間階級

獅子不吃(往死裡攻擊)獅子：長期的期望值是負的，會自動被天擇淘汰

羚羊不反擊獅子：因為趨異演化，反擊的羚羊被淘汰

ESS也能用在基因層面(再用划船比喻)：

基因能被挑選出來，並不代表個別是好的，而是好在能合力對抗基因庫(同物種的其他基因)的其他基因。例如：組成一支好羚羊的基因，能對抗其他羚羊，但不是組成一隻好獅子的基因。

教練(天擇)選出「都講同一種語言」的划船手跟選出「四個左手划槳手 + 四個右手划槳手」並不是「有意」選出這些特定組合，只是在不斷的分組競賽(天擇過程)中，選出成績比較好的組合

**個人理解：**從個體層面來看，說明個體受到環境(同物種的其他個體、不同物種)影響很大，沒有最好的個體(撇除離群值)。基因更是其縮小版模型，基因受到基因庫(同物種的其他所有個體的基因)影響很大，沒有最好的基因

**第六章：**

基因因為天擇的關係，會有傳承同類基因的傾向(沒有這種傾向的基因會被天擇淘汰掉)

親緣關係：與一個人基因重複程度的期望值。例如：與父母間、手足間、叔姪、祖孫

基因會根據計算：

來決定是否要行動。較自私的基因(即在右側乘上一個為判斷基準的個體)，可能會在天擇下輸給係數是1的基因；類似地，係數大於1的基因也會在天擇下滅亡。以上的公式是簡化版的模型，淨風險在不同條件下是隨時變動的

我們之所以不用在每件事情下像上面那個公式一樣計算，是因為這是已經寫在我們體內的程式。

由於基因也賦予求生機器學習的能力，所以部分成本效益的估算，也有可能是以個體獨有的經驗為依歸

人類可以「相較之下」辨別血緣關係；動物則可能利用長相，且在成員活動力不強的時候(例如：猴子跟鯨魚可能整群都是親戚)，對周圍同伴利他行為的基因就會由天擇保留下來

有時候就會發生誤用行為，例如海豚救人、母雞孵鴨蛋、母猴照顧陌生的小猴。

收養應該是為本能規則的誤用，因為對牠自身基因毫無好處，反而浪費本應該用以照顧自己親屬的時間跟精力。但因為發生機率太低，沒有被天擇篩選掉

也有人提出不同看法：收養者和搶奪嬰兒者可以學習養小孩的技巧，也得到好處

**個人觀點：**如果先收養孩子成長後可以照顧年幼的孩子，是否也是好處之一？

布穀鳥跟其他「寄生育兒」的鳥類只能利用「以血親為利他行為的對象」，例如會認自己蛋的海鷗就無法被利用(可能是因為海鷗在平坦的岩石上築巢，蛋會到處亂滾，天擇使得會認自己蛋的基因活下來)

群體選擇論者可能會提出，不一定要會認自己的蛋，只要每個母親都孵一顆蛋也可以。但如果產生了作弊的基因：利用不孵蛋的時間生更多蛋，就會破壞掉這個平衡。可以注意到，作弊基因也是不穩定的(總有一天生下來沒人顧，自己也不顧)，因此可能對於海鷗而言，唯一穩定的策略就是認清並只孵自己的蛋

因此基因自私是必然的，因為只有自己是100%確定

可以很多物種推論出以下現象：

1. 母親比父親更照顧幼兒
2. 外祖母比祖母展現更強的利他傾向
3. 舅舅比叔叔伯伯對外甥兒女展現更強的利他傾向
4. 假如在婚姻普遍不忠貞的社會裡，舅舅的利他傾向可能還超過父親

作者不知是否有證據可以證明以下論點

**個人觀點：**從不同民族的父親對子女的利他傾向(假設接受同樣教育)是否能推論古代的婚姻制度(例如推論阿拉伯人是一夫多妻制)？

父母對子女的利他為何大於手足之間(都是1/2)：可以用辨認風險來解釋

父母對子女的利他為何大於子女對父母：

1. 年紀差異，父母通常謀生能力較強，子女對父母的利他基因比較不容易保存
2. 往後的壽命也是利他基因使否能保存的重要因素

**第七章：**

生跟育應該要分開看

其他動物沒有像人類一樣有節育問題，是因為牠們對大自然而言不夠強大

韋恩愛德華認為：天擇喜歡「雌性會計算和調整它們的生育率，使得食物不虞匱乏」的群體。個體擁有少於他們能夠生的小孩數，是為了整個群體的利益。(他以領地數量有限、階級等因素，說明是整個群體影響了個體的生育數，是以群體為基準的天擇)

拉克(作者的派別)則認為，控制他們所能生的小孩數，是牠能夠扶養的最多小孩數(小孩太多，從小食物不均，往後沒有競爭力，是以個體為基準自身的天擇)。

用自私的基因層面反擊領地：沒有領地的遊盪者只是在等待更好的翻盤機會(相較於獲勝機率低的爭搶，不如等他受其他因素死亡)

用自私的基因層面反擊控制生育數的老鼠：母鼠可能再稍微壅擠時就發現，使其對於「最佳生育數」(最大化最終能養大的強壯個體)進行調整

作者認為：拉客的理論，用自私基因的字眼，就足以說明所有可以支持群體選擇論的證據了

一對夫妻若正在執行家庭計畫，那是因為他們為了能在生育率上達到完美，而不是為了大眾的福祉在自我抑制。

**個人觀點：**其實兩種論點背後都還是天擇，只是被天擇所影響的最小單位不同

**第八章：**

母親如何決定如何對待所有子代？以自私的基因觀點來講，是沒有必要公平的

崔弗斯的「母投資」(PI)理論定義：「母親為了增加單一幼體的生存機會(也是繁殖的成功率)，對此幼體投下會影響自己照顧其他幼體的能力投資」。作者認為應該要考慮進其他有血緣關係者(例如甥姪兒女)，但已相當接近。

從自私的基因觀點會產生的行為：

1. 不養育甚至殺害弱小的子代
2. 傾向救援(在生死層面)較大的子代：保護投資
3. 傾向救援(不在生死層面)較小的子代：大的子代比較能自己存活e.g., 斷奶
4. 停經：年紀可能影響子代的健康跟養育小孩的能力：「利孫子」(grandchild altruism)的基因仍會在基因庫中佔優勢。也可以說明男性的生育力為何是衰減而不是消失：很可能是男性在子代的投資少於女性，因此投資在子代仍較划算。

從子代觀點來看：任一個子代是應該從親代為自己多搶點食物，但這是有限度的，當他搶來的食物對自己的益處只有對他弟妹益處的一半時，就已經達到他搶食物的限度了。因此斷奶其實對雙方都是有共識的，只是時機不同而已

**個人觀點：**這樣看起來是人性本自私，但因為天擇的關係，會自私到有一個極限就停止。但事實上這個平衡並不是全體平均的最佳解，因此我們運用教育讓人類社會達到最佳解

從自私的基因觀點會產生的行為：

1. 欺騙或威脅親代
2. 布穀鳥殺害養兄弟姊妹

並沒有統一的答案說，誰能在親子之爭佔上風

天擇會偏愛讓小孩子有欺騙傾向的基因：我們不能期待小孩子生下來就知道愛人，這是我們必須教他們才會的

**第九章：**

同型配子 => 越大越有利 => 出現剝削者 => 形成誠實者：卵子 剝削者：精子

海象的雄性似乎很沒有價值(群體選擇論難以自圓其說)，從自私的基因卻能證明，想要最大化往後傳播基因的數量，男女比會趨向某個比例(假如對兒女身上的投資相同)。一旦某一性別出生的機率變大，傾向生另一種性別的基因就會更有利。

若演化決策是「女兒是兒子三倍」，則投資在每位兒子身上三倍資源的親代會得到基因傳播最大化

母親已經在卵付出比較多，因此在孩子早期發育階段，如果有任何拋棄行為，幾乎都是父親遺棄母親居多

互相出招：

1. 騙新雄性是他的小孩
2. 新雄性幫雌性流產
3. 新雄性殺掉養子
4. 用交往期確保是自己的小孩
5. 雌性先拋棄雄性
6. 拒絕交配直到找出忠實的雄性
7. 求婚儀式：強迫雄性也先付出
8. 拖時間：使雄性考量找新歡也需要時間成本

雄性：忠誠 ⬄ 拈花惹草

雌性：矜持 ⬄ 放蕩

的比例，也是會互相制衡形成ESS

由此可見先放出精細胞的一方都會是比較吃虧的一方，陸地上的哺乳類：雌性較吃虧；水中的魚類：雄性較吃虧

魚類比較多好爸爸是天擇下的結果

雌性需要負擔懷孕的成本，選擇對象會比較挑剔

* 雄性傾向具有性吸引力，就算與生存牴觸(例如毛色鮮艷)。這樣流傳下去的基因可能也比缺乏吸引力但長壽的雄性多
* 成為高冒險高所得的賭徒

因此雜交跟近親交配的發動者也多是男性居多

人類卻是雌性主要在做性的廣告，文化影響已經大過基因的控制

**第十章：**

用「自私」的角度解釋第一章提過看似「互利」的行為

鳥類警叫聲理論解釋：

「小心」：叫大家小心，否則自己小心也沒用

「絕對不要離群」：比起自己偷偷逃離群，不如叫大家一起逃

蹬羚的跺腳行為解釋：

非常誇張，與警告聲不同：告知掠食者自身強壯，掠食者會傾向攻擊瘦弱的獵物

社會性昆蟲中有令人咋舌的合作技術跟顯而易見的利他精神。

大部分個體都是無生殖能力的工人，似乎扮演著類似肝臟、肌肉及神經細胞的角色。只有少數有生產能力的個體扮演繁殖細胞

雄蜂身上的某基因：100%來自女王蜂

女王蜂身上的某基因：50%傳給女兒或兒子

工蜂姊妹間的某基因：75%在對方身上(假設女王蜂只跟一隻雄蜂交配)

* 工蜂把女王蜂當成基因傳承的工具(比自己製造的50%還高效)

隱含的細節：

對於一隻雌性的膜翅目昆蟲，繁殖你基因最有效的方法就是：避免自己生小孩，而讓你母親以三比一的比例，提供給你會生育的妹妹及弟弟。(工蜂的觀點)

但如果你一定要自己產生下一代，則是要一比一的比率產生兒子跟女兒(女王蜂的觀點)

雙方的最佳情況不同，誰能勝出？(女王蜂可能使雄蛋聞起來像雌蛋，工蟲則可能識破丟棄來反制)

實際量測飛行出來交配的雌雄蟲總質量(正比於此物種對他們的投資量)，發現是三比一 => 工蟲勝出(人數太多了)

但有些種類的螞蟻會收編奴隸作為工蟲(搶別的蟻群的卵)，女王就有能力把性別比扭轉到他的方向(作為奴隸的別種螞蟻沒辦法識別女王的計謀)。提到研究了兩種奴役習性的螞蟻，確實交配的雌雄蟲總值量接近一比一！

實際上雄蜂得到的投資比女王多

* 可能是把新女王蜂另起爐灶所帶走的工蜂也算入成本

新女王蜂可能跟很多雄蜂交配

* 工蜂可能比較在乎這個蟻巢，不在乎它們的姪女(新女王蜂生下的是它們的姪兒女)

**個人觀點：**有沒有可能是當基因相似度高到某種程度，會產生類似percolation的現象，使得工蜂沒有那麼在意新女王蜂的情況?

有些螞蟻跟白蟻種植真菌園，變向的利他關係存在

螞蟻照顧蚜蟲

人類可能跟粒線體共生

病毒有可能由脫逃的「叛徒」基因演化而成

傻瓜、騙子，小氣鬼模型：

傻瓜：永遠幫別人抓蝨子

騙子：永遠不幫別人抓蝨子

小氣鬼：會先幫別人抓，如果那個人之後不願意回報，就再也不幫他

設定：幫別人抓蝨子付出的代價比自己除去頭上的蝨子小很多

結果：傻瓜會被騙子弄到幾乎滅絕，騙子壯大，小氣鬼也會受影響，但一旦小氣鬼有一定的比例在，就會把騙子壓制到幾乎滅絕，最後由小氣鬼獨大

長期記憶力與認人的能力，在人類雙向利他主義演化上扮演極重要的角色

甚至許多心理特徵：嫉妒、犯罪感、感激、同情等都是經過天擇的塑造，來改進我們騙人的能力、洞察他人製造騙局的能力，以及避免被當作騙子的能力。

**第十一章：**

文化的力量可以壓過基因

文化演化的速度快過基因好幾倍

鳥類的叫聲也有文化！(類似語言)

作者這裡跳脫思考，把「文化」(瀰)也類比成一種「複製者」。傳遞一種思想、一個圖像、一段旋律，就像是複製者在複製

瀰也需要互相競爭！(被動地)，因為人腦或儲存空間有限

瀰如何團結在一起形成在演化上有利的基因組？(例如適合的牙齒、爪子)

宗教的建築、法規、音樂、藝術就是一種例子(地獄的理論就可以視作比較強大的瀰，使人心生恐懼，因而流傳)

瀰和基因通常相互支持(地獄理論要使人害怕跟敬畏)，但也有可能互相牴觸。婚姻中的家庭會花費大量時間，這已經成為宗教領袖強制獨身的原因，這就與基因牴觸。

作者也期望能帶給大家希望(這章內容有點悲觀)：

人類獨特的特性之一，就是有預期的意識，我們可以預期到「鴿子的同謀」能夠帶給大家長期的利益。我們有能力抗拒與生俱來的自私基因，可能抗拒由教導而來的自私瀰(這裡指的應該是一些陋習或害人的宗教)。我們也可以用心栽培純真的，不那麼令人感興趣的利他主義！

固然我們生而危機因機器並且被陶冶成瀰的機器；但我們還是有能力反抗我們的創造者，地球上只有我們可以反叛自私的複製者施給我們的暴虐！

**個人觀點：**這章的理解與我在讀到第五章後的結論相似，都是我們可以用智慧與教育導正到「鴿子的同謀」，追求人類長期利益的最大化，壓過基因的天然限制。很高興與作者可以有相同的人生結論。

**第十二章：**

作者想要說明為什麼當個好人有用

提到賽局理論中的「囚徒困境」：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 我的行為 \ 你的行為 | 合作(C) | 背叛(D) |
| 合作(C) | 報償  互相合作(CC)  相當好 3分 | 笨蛋的代價  被背叛(CD)  糟透了 0分 |
| 背叛(D) | 試探  背叛(DC)  好極了 5分 | 懲罰  互相背叛(DD)  相當糟 1分 |

理論上根據囚徒困境，應該都會傾向選擇背叛。

但經過程式模擬(請各方寄來寫好的程式進行單循環賽，每兩方玩數百個回合)，卻是偏向善良的程式獲得較高分(尤其是「一報還一報」或「兩報還一報」的程式特別突出)。

「善良」獲勝的理由何在：

可以注意到如果這個遊戲只玩一次，必定是雙方背叛，但當需要互相玩多次時，合作就會是可能的選項。經過模擬顯示，當群體中「完全背叛」佔據多數，整個群體就會演化到全部都是「完全背叛」的ESS；但當「一報還一報」佔據多數時，整個群體就會演化到全部都是「一報還一報」的穩定態。

看似全看自然界的初始比例決定，但可以注意到，生物具有「黏性」(意旨任何個體會持續生活在靠近出生地的傾向)，不會像程式模擬的一樣相互接觸，會有一定的遷徙距離。因此即使「一報還一報」在整個群體中很稀少，但還是有可能在局部區域很普遍。而「一報還一報」小團體因為互利(比起「完全背叛」群體獲得更多資源)，就有可能漸漸地影響全部群體。

作者舉出很多「非零和遊戲」互利的例子：足球、世界大戰、人體內的細菌、吸血蝙蝠

結論：即使有自私的基因在操縱，好人還是會出頭！

**第十三章：**

作者提到天擇主要是在篩選基因所影響的「表現型」，並不是在影響基因本身。

傳統的達爾文主義者，通常只討論基因的表現型作用。不習慣從基因自身的利益來考量，因為通常一個基因改良掠食者的速度，他同時會對所有基因都有利，所以不容易看出其中的矛盾。

只對自己好的基因：分離扭斷子(segregation distorter)減數驅動

在減數分裂的時候，比起50%地分配自身與等位基因，有可能達到95:5的分配(是一種打擊體制的基因)。

「延伸的表現型」：作者提到一個觀點，基因不只影響物種的表現型：經由物種與物種間和大自然的互動，可以看成基因也能延伸影響它們：

1. 基因能影響石蠶蛾的石頭(影響石蠶蛾選擇石頭的神經系統 => 進而影響石頭)
2. 肝蛭影響蝸牛殼厚度
3. 孢子蟲影響麵粉甲蟲

因此寄生跟共生的重點在於，是否共用同一個生命出口：如果寄生者經由寄主的生殖方式進行繁衍，就會形成互利，甚至在未來還可能合而為一。如果寄生者不經由寄主的生殖方式進行繁衍，通常就會演化成對寄主有害。

回到基因層面，所有DNA都可以是作為共生，因此會傾向互利。但如果有一種叛徒DNA，可以經由擁抱或接觸就能傳遞到他人身上，他可能就會演化成寄生模式。病毒似乎就是一種叛徒DNA，感冒引起的咳嗽，狂犬病引起的症狀，似乎都可以視為叛徒DNA演化出的繁衍策略。

代價不同：

布穀鳥的養父母為何會被他欺騙：欺騙不了養父母的布穀鳥，下場只有死亡；而辨認不出布穀鳥的養父母，人生會走上辛苦道路，但相較之下代價輕鬆多了。

從神經上受到欺騙：寄生蟻跟布穀鳥可能都是從神經上控制了他們的寄主(就看人類看到2D性感圖片還是會起反應)，但寄主的神經系統沒有足夠的能力做反抗

作者舉了許多極端的例子。在所有受到天則偏愛的操縱基因案例裡，我們可以正正當當的將那些操縱的基因，看成對操縱者的身體有延伸的表現型作用。基因本身的位置在哪一個身體並不重要，重要的是，操縱的目標可以是他所在的身體，也可以是另外一個身體。

我們仍然應該回到基因層次進行討論。同一隻狼體內的基因大致相同，所以對外顯得團結；一群狼則不那麼一致，相較於一個巢的蜜蜂而言，後者的基因相似度更高，更為團結。

基本上我們應該將我們的理論園地，看成是一堆複製者的戰場。它們為了在基因的未來佔有一席之地而互相交戰。他們所用的武器是表現型的影響力，初期時是細胞的直接化學作用，而後則是對羽毛、牙齒等甚至更遙遠的作用。

作者提及在「延伸的表現型」中的三個重點：

1. 為什麼基因在細胞內具結成群
2. 為什麼細胞會在多細胞身體內具結成群
3. 為什麼身體採用「瓶頸」的生活史過程
4. 一種基因只能產生一種蛋白質，而蛋白質是一種酵素，需要許多酵素才能產生化學反應。就像之前划船隊的比喻一樣，基因雖然是自私的，但天擇會自動把一群能相互合作的基因聚集在一起。
5. 細胞具結成團能分工合作，藉由啟動不同的基因，在身體的不同部位分工合作。使得其比小型生物有更高的生存能力。
6. 「瓶頸」定義：從一個單細胞開始發育成多細胞，最後到產生單細胞樣態的下一代。兩種假想物種，吹牛草：用斷肢進行繁殖；破瓶草：用孢子進行繁殖
   1. 能有打掉重練的效果：器官等複雜的東西，如果不從單細胞開始長，不容易形成改變
   2. 能有日程表型式：最佳時候才產下後代的生物能有較高的後代存活率
   3. 有利個體演化：吹牛草形式的變異B細胞，會充斥在許多原本的細胞ACD等等中，很容易因為基因間彼此的繁衍目的沒有一致，無法心甘情願合作。而破瓶草型式，通常一個個體中的細胞基因相似度較高，容易進行演化。

**本書總結：**

1. 複製者是最基本的單位
2. 隨著時間的逝去，世界就充滿了最強而有力、最聰明的複製者
3. 複製者的成功與否，很大程度因他所處的環境而定，尤其是其他複製者對當時環境的影響力(划船手理論)。相互適合的複製者開始結合，於是細胞、多細胞開始成型
4. 從「自私的基因」觀念下，複製者的重要性才是第一位，而不是生物學上所謂的生命。
5. 無遠弗屆的表現型就是上一點的佐證