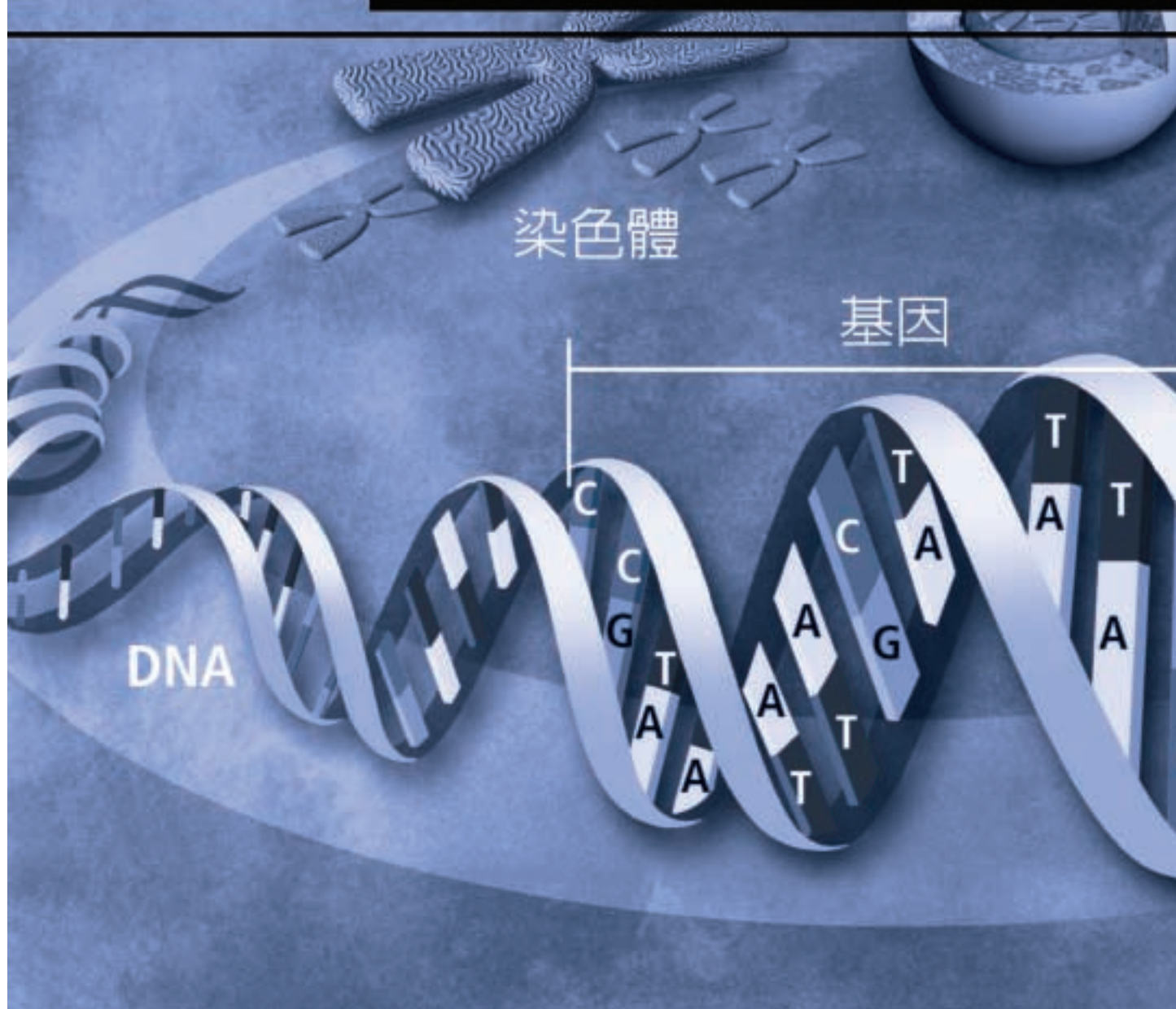


# 基因·程式·哲學反思



科幻情節 阿貴發現他其實是威盛75KANT12生物晶片序號產製、培育出來的「產品」。這  
不是結束。恰恰相反。這真相，是界定他新人生、新探索的開始。

鄧育仁



## 科幻情節

2030年，阿貴到住家附近的7-eleven，選一盒豆漿，盒子上印有「Monsanto Inside」（內含蒙山托）的品牌標記。阿貴滿意地點點頭，到櫃臺結帳。他選的豆漿是由蒙山托基因作物公司所設計的基因培育出來的黃豆製成。結帳時，阿貴注意到店員額頭上有一行浮水印，有「Intel Inside」（內含英特爾）的字樣。阿貴指著浮水印打趣說：「哦，新流行嗎？」店員回答：「不是的。那是品牌保證的商標，表示我是英特爾生物基因晶片培育出來的優質店員。謝謝您光顧本店。」阿貴一臉訝異。回家後，立刻脫掉上衣，仔細觀察左胸上一排字樣：「VIA MIT」（威盛，台灣製造）。阿貴第一次對這排從小就帶有的字樣有了另外的想法和疑問。

## 基因・程式

如果上述科幻情節有相當的可讀性、可理解性，那意味著以下兩點所描述的情境已成為日常生活裡的事實：

· 基因工程產製出來的產品已藉由商業機制進入你我的生活。

· 從電腦程式看待基因序列，已成為看待基因如何決定生物體（包括你我）會有怎樣生命型態的基本方式之一。

事實一 說出基因工程已非只是研究者的專門事

業。複製與搭配商業利益而大量生產的趨勢已隱然成形。阿貴所經歷的科幻情節，將這趨勢推到極端：做為商業產品的消費者，在被捲入這發展趨勢的同時，也成為被消費的商業產品，而基因「品牌」決定你我做為一個「產品」能有的性格和特色。以前我們只能接受的生命事實，現在已落入實際可操弄的範圍或可設計的願景內。我們可以預期，這趨勢會對各生活領域、層面帶來重大衝擊，也無可避免地對生命意義的追尋與探索帶往尚不可測的方向。這預期，並不排除反制該趨勢發展的可能。走進7-eleven便利商店，你已可選擇購買標示非基因作物製造的豆漿產品。然而，有此標示則意味深長地透露出，基因作物製造出來的產品已廣泛地滲入你我的飲食生活中。

事實二 不只說出研究者看待基因的基本方式之一，它也經由大眾傳播成為大眾科技文化和商業文化裡規範我們如何看待基因的基本方式。在這看待方式下，破解基因碼就在解讀出含藏於基因序列裡的程式；在適當環境條件搭配下，啟動程式會決定製造出怎樣的生物「產品」。當然，程式的基本架構和執行方式不必只限於我們目前所知的範圍。破解基因碼也是探索新程式架構和新執行方式的歷程。這意味著我們也可以反過來從生物系統思考電腦系統。例如，電腦病毒是這思考方式形塑出來的看待方式，而近日防毒研究人員提出在網路裡釋放出「數位巨噬細胞」，攔截、吞噬網路中流竄的電腦病毒，並將病毒資訊傳回「數位免疫系統」的構想，是這思考方式的精製與延伸。

如何看待事情會影響我們如何對待、處理被看待的對象。當被看待的對象涵蓋我們自身時，影響的不只我們之間如何相互對待，而且，更深遠地，會影響我們將走向怎樣的未來、活出怎樣的生活意義。雖然未來將如何仍有太多不可測的因素，但我們已累積相當的探索經驗與知識傳承，可以比較有系統地檢討、反思對我們已有而且明顯將有重大影響的一種看待方式 將基因看待為程式。

## 哲學反思

程式是一種以訊息調控因果歷程的系統設計。在

以程式看待基因的取景裡，基因承載訊息，訊息的複製與因果歷程的調控，搭配適當的環境條件，決定生物的繁衍與成長。以下，我們依因果歷程、系統設計、訊息調控之間的概念關係探討這程式取景的內涵與後果。

### 因果歷程

設想一支筆直的竹竿，立在平坦的地上，光從上方特定角度照射過來，地上竿影斜出。在這設想的物理情境下，請看以下兩項敘述：

- 如果你知道光照射的角度和竹竿長度，你可以計算並推測出影子的長度。
- 反過來，如果你知道光照射的角度和影子長度，你可以計算並推測出竹竿的長度。

既可計算與推測就表示我們已掌握相關事物的規律。然而，掌握相關事物的規律，未必表示掌握了其因果關係。請比較以下兩個敘述：

- 光照射的角度和竹竿長度造成影子的長度。
- 光照射角度和影子長度造成竹竿的長度。

前者符合我們對該物理情境因果關係的了解，後者則錯得有點離譜。我們知道實現這物理情境的因果歷程。由因果歷程的操弄程序看，可表述如下：

- 假如改變光照射的角度和竹竿長度，影子的長度會有系統性的改變。
- 假如改變光照

射的角度和影子長度，竹竿長度不變。

這例子要凸顯出的是：

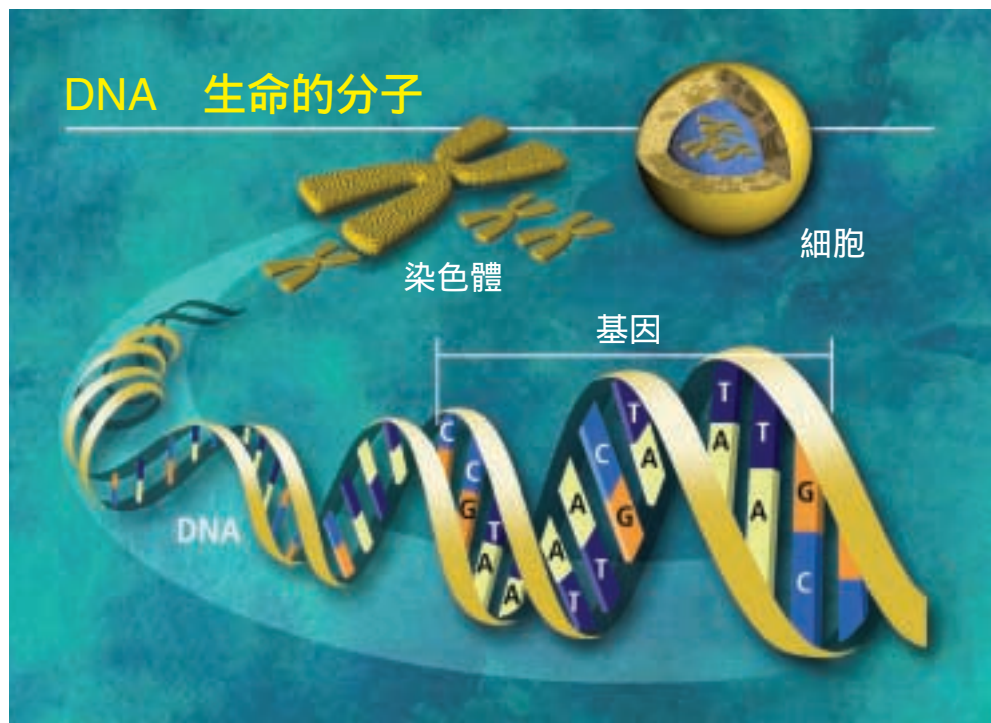
因果關係有別於規律，它基本上還涉及物理情境的實現歷程和方式。掌握規律，使我們能做合理的推測。但能推測不等於能調控。掌握因果關係，則進一步給予我們系統性調控因果歷程而有調控物理情境的可能。

### 系統設計

設想發明輪子的情境。輪子配上裝載貨物的平台，加上可以著力推動它的桿子，你有了一部手推車。這發明，從後見之明來看，相當簡易，但已具體呈現出系統設計的主要內涵：

系統設計在於收編我們已能掌握、調控的因果歷程以完成特定的工作。

設想一開始輪子是以木材製成。為了使木製輪子更易於使用，你開始鋪設適合它的路面，或開挖搭配輪距、方便輪子順著轉動前行的溝槽。這相當於整頓



去氧核糖核酸（DNA）——生命的分子。染色體是由去氧核糖核酸（DNA）和蛋白質所組成的雙螺旋結構，而基因（gene）就是DNA分子上的一小段。人類具有23對染色體，總共大約30億對的核苷酸序列（A、T、G、C）。所有的生物如微生物、植物、昆蟲、魚類、甚至人類的基因，皆是由腺嘌呤、胸腺嘧啶、鳥糞嘧啶、胞嘧啶（A、T、G、C）等四個遺傳密碼排列組合而成的。

U.S. Department of Energy Human Genome Program  
<http://www.ornl.gov/hgmis>

環境來搭配輪子的使用。配合已鋪設的路面，你還可以回頭改善輪子。這顯示：

系統設計不會只是器具的設計，也必須考慮環境因素。環境與器具必須搭配來考慮。或整頓環境，或改良器具，但總在整體系統考慮下進行。

設想你進一步將獸力收編進來，例如以牛拉車。原有的手推車必須做結構性的調整。你採用比較結實的木材，除掉原有適合手推的桿子，裝上可搭在牛背上以利拉車的道具。車子有了結構性的改變，變成適合拉，不適合推。雖有結構性的改變，但仍部分承襲原有的架構。這例子要說明的是：

在實際的發展過程裡，系統設計有其歷史性。改良、收編原有因果歷程的系統設計為常態；徹頭徹尾、全然新穎的系統設計，就算可能，常是例外。

以牛拉車，你不再直接控制車子。你控制牛，間接控制車子。這例子要說明的是：

系統設計的改良過程主要模式之一，在於引入新的調控方式來強化系統效能。

你可以繼續設想這般故事的發展。從獸力，到蒸汽機，到當代汽車引擎。輪子有了重大改變，調控方式也一再更新。但從系統設計看，這些發展，基本上都是以收編、整頓物理情境裡的因果歷程，來調控其他因果歷程的方式進行。直到當代，這收編、整頓的發展，才有重大改變。我們不只有系統設計，也有了程式設計。

### 訊息調控

程式設計下的訊息調控已經成為我們工作、生活的重要方式。你在洗衣機上按下所選擇的洗衣方式，洗衣機就會按內部程式設計訊息調控的流程，完成洗衣、清洗、脫水的工作。這類我們已相當熟悉的程式設計訊息調控方式，其主要架構在：以「如果這般這般，就執行那樣那樣的工作」式的指令，串連成恰當的調控程序，控制機器的運作。

這種程式架構，必須事先明確規劃要完成的工作，排定訊息調控流程，裝置於能按訊息流程工作的



人類基因組計畫 以前我們只能接受的生命事實，現在已落入實際可操弄的範圍或可設計的願景內。

U.S. Department of Energy Human Genome Program  
<http://www.ornl.gov/hgmis>

機器。它的優點是可預測性高：只要其間不出任何差錯，機器只執行、完成我們預先規定的工作。從這角度看，這種程式架構是一種強勢控制的架構。但它的缺點也就在：如果要完成的工作無法事先明確規劃（偏偏我們生活裡面臨的工作常常是這類的工作），或流程沒有明確排定，或執行時出了小差錯，機器就無法按我們所要調控的方式完成工作。從這個角度看，這架構是一種脆性結構的調控方式。

當我們從程式設計、訊息調控的觀點看待生物活動時，另一種訊息調控的方式隱然浮現：一種善於利用環境，將環境裡的因果歷程轉化成可資利用的訊息歷程的微幅調控方式。

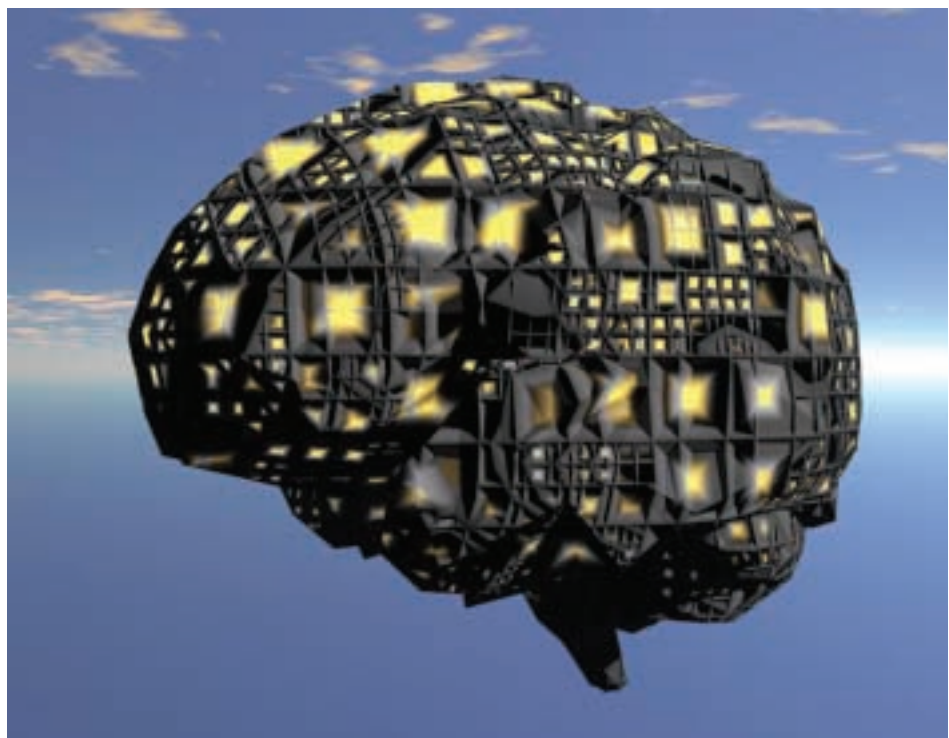
棲息於枝幹上的貓頭鷹，偵測到聲波。聲波原本只是環境裡實現的一種因果歷程。但在貓頭鷹耳朵裡，這因果歷程，轉化為一種環境裡的訊息歷程，指示可能獵物（例如老鼠）所在的方位或移動的方向。不只如此，這訊息歷程，搭配已裝置於牠體內的程式訊息調控系統（神經系統），也被收編成牠撲殺獵物的調控歷程。牠體內的程式訊息調控系統，不必事先計算出獵物明確的位置，不必預先規劃好飛撲獵物的途徑與步驟，只要牠在迎向聲波飛撲的過程中，藉由調整自己的動作，逐步且及時將所接收到的聲波訊息調整成上下左右對稱的聲波訊息，牠所飛撲的途徑，就是撲向獵物的途徑。這例子要說明的是：

如果從程式看待生物活動是恰當的，生物活動的程式訊息調控方式，通常是一種善於利用環

境的微幅調控方式，將環境裡實現的因果歷程轉化、收編成有指示作用且可調控其活動的訊息歷程。

再看另一個例子：白蟻築窩。牠們沒有建築師，沒有工程師，沒有設計藍圖，沒有事先分配工作，牠們只是如此做。每一隻白蟻搬運小泥團時，都會在小泥團上留下蟻族的生化訊息。搭配牠們體內的程式訊息調控系統，每一隻白蟻大都會將自己搬運的小泥團放到散發那生化訊息較強的地方。有些小泥團因此累積成泥柱，泥柱與泥柱之間所散發的生化訊息，又引導白蟻將小泥團放到泥柱上靠向另外一根泥柱的位置，泥柱與泥柱之間開始相互連結成拱門般的建築架構。白蟻世界裡摩天大樓般的蟻窩就如此逐步打造出來。這例子要說明的是：

善於利用環境的微幅調控，在改變環境的過程中，也可以同時利用改變後的環境，將環境歷程轉化、收編成有指示作用，且可調控生物群體互相搭配、群體完成工作的訊息歷程。



<http://www.nada.kth.se/~asa/Game/BigIdeas/Images/brainsky.jpg>

訊息調控的新視野 如果從程式看待生物活動是恰當的，生物活動的程式訊息調控方式通常是一種善於利用環境的微幅調控方式，將環境裡實現的因果歷程，轉化、收編成有指示作用且可調控其活動的訊息歷程。此幅圖景名為Brainsky，此名稱取得巧，令人聯想到Marvin Minsky，人工智慧研究裡的重要先驅人物。



基因工程製作出來的產品已藉由商業機制進入你我的生活中。

如果從程式看待基因是恰當的，如果在生物世界裡，程式調控的方式一般都是一種善於利用環境的微幅調控方式，而非強勢控制，我們可以預期，有怎樣的基因不會就決定有怎樣的性格和特徵。基因之外的環境也會扮演實質重要的角色。

### 聯合承諾

如果基因確實為一種微幅調控的程式，當我們做錯事或養成不良習慣時，就不能說「都是基因造成

的」，或「都是基因惹的禍」。因為微幅調控的程式並不強勢決定你我會有的性格和特徵。我們也不能輕率判定某某人有基因疾病，好像他注定低人一等，天生被烙下不良的基因。因為從微幅調控觀點看，需要被「治療」的或許不是基因，而是環境。我們聯合打造出來的環境。再者，修改微幅調控的程式可能帶來的不可測因素遠遠超過修改強勢控制的程式。在這種情況下，即使我們已有能力修改基因，也不應當輕言修改。這些，至少是我們對地球上生物群體

與未來世代應有的、且最起碼的聯合承諾。

### 未來真相

阿貴發現他其實是威盛75KANT12生物晶片序號產製、培育出來的「產品」。這不是結束。恰恰相反。這真相，是界定他新人生、新探索的開始。

鄧育仁

中央研究院歐美研究所

### 科技新知

芝加哥大學生物演化系教授、中央研究院院士李文雄在四月十一日出版的《自然》(Nature)雜誌發表研究成果，證實突變研究中由雄性主導的演化。李院士的研究顯示，突變就是變異的最終來源，人類長相的差異正是因為你我的祖先累積不同突變的結果。長久以來，科學家相信，新的突變主要是來自雄性細胞品系。不過，上述說法最近受到質疑，專長為生物統計及遺傳學的李院士則再度證實男性在分子演化突變中扮演的角色，這項研究證明男性因素對生物演化影響的程度為女性的5.25倍。(芝加哥科學組提供)