



人或電腦會有靈魂嗎？ I 心物對應說和物理程式主義

• 王 浩

計算機真的「計算」嗎？——我要說的是：符號的解釋功能對數學有根本重要性。

心物對應說的偏見來自對我們的觀念作粗陋解釋。

維根斯坦

大腦的運作基本上和電子計算機沒有分別。

根本沒有足夠神經細胞去產生可觀測的心靈作用。

哥德爾

本文原為王浩教授之演講稿(劍橋, 1992年9月3日), 現經作者同意, 由英文原文節譯。分 I、II 兩部分分別在本期和下一期連續發表。本期發表的 I 部主要討論相當於右圖所示的 TP 和 TA 命題; 下一期發表的 II 部則討論 TAM 命題以及數學證明的複雜性與可行性問題。

軀體和靈魂之間的模糊分別通常是理解為軀體與心靈，或者大腦與心靈之間的分別。研究這分別的一個途徑是問：大腦是否能夠做到心靈所能做的一切；而集中研究思維，特別是諸如數學思維那樣比較清楚的思維活動，則是這途徑一個特別簡單的例子。

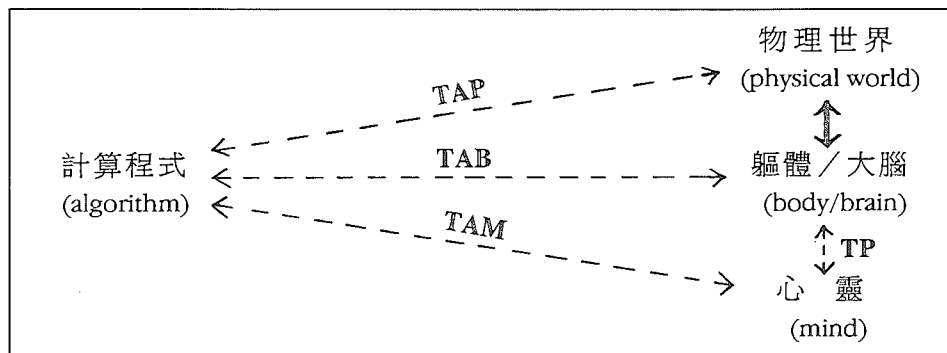
當然，目前更受注目的一個問題是電子計算機(電腦)是否有人或人腦一樣的數學能力。而大腦或物理世界的運作是否有類於電子計算機則是相關問題——假如電子計算機能做到的跟人一樣，則我們也只不過是電子計算機而已：也就是說，我們的存在也並不獨特。從這個角度看，我們其實正在問「人是否存在」——一個與傳統問題「神是否存在」有同樣重要性的問題。

機器智能和神的存在二者有下列驚人相似之處：這些信念的贊成和反對者之間有劇烈而似乎不可能調和的對立。我們不但沒有足夠知識解決這爭論，甚至嚴格地論證那一方面較有道理也做不到。儘管分歧嚴重，但雙方所引用的知識其實並沒有大分別——為甚麼證據一樣，結論卻完全不同？

一 世界、心靈與程式的對應

當然，這涉及了社會、歷史和個人因素。我要在這裏討論的，是「心物對應說」(psychophysical parallelism)(更簡單但不太準確地說，就是「物理主義」(physicalism))與我稱為「程式主義」(algorithmism)這二者的各種含意。

為了確定一個參考框架作為討論起點，我建議從下列三個命題出發(命題的涵義可參照下圖)：



文中所討論的幾種事物，以及有關它們彼此間對應關係的命題(用虛線表示)，可以在本圖清楚地看出來。圖中軀體/大腦與物理世界之間的對應(以實線表示)一般認為沒有問題。

- (1) **TP** (thesis of physicalism) 物理主義或心物對應說的命題——心靈和大腦是對等的，即心理狀態和生理狀態之間有某種一一對應關係（我認為這相等於哥德爾 (Kurt Gödel, 1906–1978) 的設定：心靈不能離開物質）：
- (2) **TAB** (thesis of algorithmism for brains) 大腦程式主義的命題——大腦的運作基本上和電子計算機一樣：
- (3) **TAM** (thesis of algorithmism for minds) 心靈程式主義的命題——心靈的運作基本上和電子計算機一樣。

對相信心物對應說(**TP**)的人而言，大腦和心靈(**TAB** 和 **TAM**)是相等的。這似乎是今日大多數科學家的觀點：例如圖林(A. Turing, 至少在他晚期)和大多數當代論者(例如丹尼特(D. Dennett)、埃德爾曼(G. Edelman)、霍夫施塔特(D. Hofstadter)、明斯基(M. Minsky)、彭羅斯(R. Penrose)和瑟爾(J. Searle)看來都視心物對應為當然。不過哥德爾對它抱否定立場，而維根斯坦(Ludwig Wittgenstein, 1889–1951)則持質疑態度。另一方面，哥德爾認為，大腦程式主義(**TAB**)「頗為可能成立」。這樣一來，否定 **TAM** 便能否定 **TP**。即使不肯定 **TAB**，心物對應(**TP**)在 **TAB** 與 **TAM** 都不成立的情況下也可能是正確的。事實上，在目前的爭論中看來 **TP** 都被假定，並且由之而引到 **TAB** 與 **TAM** 的對等。——順帶一提，如果 **TAM** 成立，則 **TP** 也可以成立，因為我們一般相信演算程式是在物理世界中實現的。

下列命題與 **TAB** 密切相關(參照頁103圖)：

TAP (thesis of algorithmism for the physical) 物理程式主義的命題——宇宙是一部大計算機。

有人認為 **TAB** 是 **TAP** 的一部分，因為大腦既是物理性的器官，故此 **TAP** 成立，**TAB** 也應成立。從這角度看，也有可能雖然 **TAB** 成立，**TAP** 卻不成立。相對於 **TAB**，**TAP** 命題的吸引力在於我們對大腦所知其實十分有限，我們認識的物理學定律比生理學定律多。與處理大腦的運算過程比較，我們在處理物理學的運算過程時，可以直接討論更具體實在的東西，尤其是當我們暫時不管心物對應說是否可以成立的時候。——同時，我們還遠未能用物理學定律來充分理解生物學和大腦的運作。

二 物理主義或心物對應說是否一種偏見？

哥德爾和維根斯坦都認為，把心靈和大腦視為對等這一普遍信念是一種「偏見」。偏見不一定錯：它只是僅憑已有證據不足以顯示其正確性的強烈信念，而且證據的確鑿性與信念的強烈程度不成比例。

圖林、程式和可計算性

圖林(Alan Turing, 1912–53)是天才橫溢的英國年青數學家，1935–37年間提出奠基性的機器計算理論：二次大戰時參加在Bletchley Park的破解德國密碼工作。戰後由於不幸涉入同性戀指控，以41歲的有為之年自殺身故。

圖林理論的核心是「程式」，也就是計算一個數字、函數或者證明一個數學命題的確切步驟。用一座假想的機器（即現在所謂圖林機Turing Machine），他證明所有程式都可以化約成下列步驟的組合：機器根據本身狀態(state)而對輸入數字逐位(digit)施行簡單基本運作，例如將二進數中的0和1對換，或不作任何更動；然後處理下一位數或前一位數，等等：當圖林機完成所有的步驟，便自動輸出結果，然後終止運作。事實上，圖林機的構想已預期了今日電子計算機的運作原理。

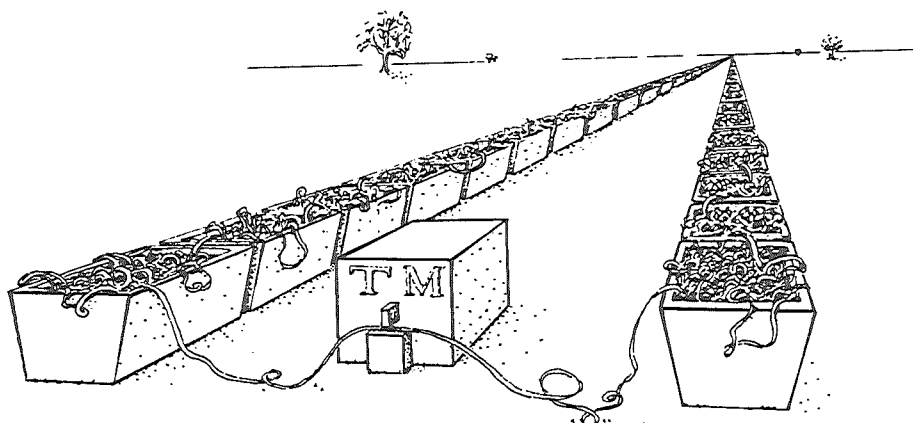
在圖林理論中，「可計算數」是指能够以一部圖林機在有限時間之內完成計算的數。可以證明，不但有理數(rational number)，即使是無理數(irrational number)和超越數(transcendental number)的「有限部分」，例如 $\sqrt{2}$ 或 π 的前100個位，也都是「可計算」的。但圖林運用了康托(Georg Cantor, 1845–1918)的「斜邊刪除法」(the diagonal slash)證明，實數(粗略地說，相當於0與1之間所有的數)中除可計算數外還有不可計算數(或應稱為不可計算數字系列non-computable sequence of digits)。不可計算數的存在和「能證明或否證一切數學問題的普遍程式不存在」，也就是所謂數學的「不可決定性」(undecidability)有密切關係。事實上圖林的工作本來就是由於希爾伯特(David Hilbert, 1862–1943)所提出的數學普遍決定性問題(所謂Entscheidungsproblem)而引發的。

有關圖林機和可計算性的問題可參閱Roger Penrose: *The Emperor's New Mind* (Penguin 1991), Chapter 2.

維根斯坦論聯想

就我們所知，即使我們相信大腦過程B和心靈現象M之間有某種「對應」關係，M也可以比B包含更豐富的事項。我們可以想像多種不等於「化約」(例如由一一對應而化約)的依存關係。例如維根斯坦假想有人用摘記記下一篇(讀出來的)文章，摘記包括必須和足夠資料使他可以把全文重寫出來。「我所說的摘記可不是文章的重寫，不是用另一種符號來翻譯全文。文章並沒有儲存在摘記之中。那麼，它為甚麼必須儲存在我們的神經系統中呢？」^①換言之，任何一種備忘方式，不管是寫在紙上抑或記在腦裏，都可能用以正確地複製全部內

漫畫家筆下的圖林機：它所需用的數據輸入／輸出字條可能有無限長！



容。如果說正因為大腦包含了其他事項(不論是M的所有對應項或是其他)以補足備忘中遺漏了的部分，那不過是否定此中有問題存在罷了。

維根斯坦認為，「大腦裏並沒有一個與聯想或思維相對應的過程：因此從大腦過程根本不可能辨識思維過程。」這種想法是很自然的，和「僅僅從種子的性質和結構，不可能推導出植物長大後的性質和結構」一樣容易令人信服^②。——他以和朋友碰面後記起名字為例，問：「為甚麼不可以有某種跟任何生理規律都沒有關連的心理規律？」

事實上，維根斯坦曾全面和直接地質疑「贊成心物對應說偏見」那一類觀點。——「很奇怪，對一個哲學家來說，最危險的一個觀念竟是用頭腦或者在腦中思考。」把思考看成是頭腦中的運作，是在完全封閉的空間中的過程，那真使人覺得神怪。」某些心理現象絕不可以生理地研究，因為生理上根本沒有與之對應的事物——這是完全可能的。」心物對應說的偏見來自對我們的觀念作粗陋解釋。^③

哥德爾論神經細胞

像維根斯坦一樣，哥德爾也認為心物對應說是今日普遍接受的假設，同時也是「時代的偏見」。根據哥德爾，心物對應的命題比它的反命題更強——我把這理解為：既然心靈和物質的分別是如此之大，直覺上，它們不對應比對應的可能性大。

把維根斯坦所說的「心物對應說」等同於「物理主義」，我們可以這樣表達維根斯坦和哥德爾的共同信念：

(A) 物理主義是時代的偏見：

哥德爾這樣繼續表達他的其他信念：

(B) 物理主義「將會被科學地推翻」；

而且，「很可能是基於這樣的事實」：

(C) 「根本沒有足夠神經細胞去產生可觀測的心靈作用」。

哥德爾的推測C只不過是為了科學地解決心物對應論辯而可能進行的各種研究的例子之一，假若可以找到其他方法以達到相同目的，那是會很有意思的。以C而言，我們面對的似乎是一個(這點十分重要)可以進行科學檢驗的假設。神經細胞的能力肯定是神經生理學中一個自然的中心課題：同樣，「可觀測的心靈作用」也好像是我們知識範圍以內的事。這兩個信念或事實無疑會令我們大多數人對哥德爾認為C是科學假設(無論其是否可信)這一點最初表示贊同。

事實上，我曾在1988年10月詢問一大群對這方面有興趣的人是否同意「研究C是否成立」是一個科學問題。大部分人都持肯定態度。——如果C真被接受為一個科學的、有實證意義，並且可供檢驗的假設，那麼，考慮這個假設和何種性質工作有關係，也許對我們研究的方向和取徑都有幫助。

C的吸引力在於它表面上極有利於使用量化方法。但是，大腦裏估計單是神經細胞(neuron)就有 10^{11} 至 10^{12} 個之多，此外還有更多的神經元突觸(synapse)把不同神經細胞連接起來。我們並沒有足夠經驗處理如此龐大數目所隱含的意義，而且，我們對這些神經細胞和神經元突觸的實際能力(尤其是，它們在理論上的可能組合數目和真正可以實現的組合數目兩者之間的預期差距有多大)所知其實有限。況且，心靈會藉着使用工具(鉛筆、紙、電子計算機等等)和學習他人來增加能力，會使用書本和個人筆記來作為某種「外部記憶」。我們並不知道大腦的同類運作有多少。所以，大腦的情況並不像我們原先以為的那麼清楚。同樣，我們現在也還缺乏可靠概念來指引量化所有「可觀測的心靈作用」。

儘管如此，我覺得哥德爾的假設C畢竟提出了一種可能性，把屬於「純粹哲學問題」的心物對應說和某種「科學」考慮連結起來。即使是不願承認這假設的科學性的人，也必須對這種想法提出令人信服的反對理由，才能否定它的科學地位。

哥德爾相信B(心物對應說將被科學地推翻)多於C(即它通過這特殊途徑被推翻)，但他沒有告訴我為甚麼這樣相信。在我看來，這些假設可以科學地檢驗這一點的確令人興奮，但對於這些假設是否真的能成立我卻沒有意見。

化約主義的問題

物理主義和程式主義的問題一般都是在「化約主義」(reductionism)的架構中討論的。然而，要辨析各種不同意義的「化約主義」是極麻煩的事。哥德爾假設C的優點之一便是繞過了這些糾纏，因為如果C真的成立，我們便會得到一個強有力的結論，清楚地排除了任何化約——即使是最低程度的化約——的可能性：我們可以毫不含糊地證明大腦和心靈之間沒有化約關係。

從上面引述的說話看來，維根斯坦似乎也相信C是成立的。然而，他會認為心物對應說是一個哲學問題，而不會把C視為它的答案。因為，根據維根斯

坦的哲學觀，我們其實已經知道解決哲學問題所需知道的一切——這可以作為幫助我們理解維根斯坦如何區分科學和哲學的一個例子。

哥德爾並沒有提出令人信服的理由來支持他對B或C的信念，我肯定他本人對這一點是自覺的。在我們的討論中，他很少提及這些假設，但常常談到他對建立在「大腦和電腦對等」這類假設之上的心物對應說的反駁。換言之，他企圖把本文開頭時所定義的物理主義(唯物主義)化約成程式主義(機械主義)——並進而用「心靈比電子計算機會做更多數學」的論證否定程式主義。

在現時沒有其他辦法的情況下，我也傾向於集中力量去對付物理和心靈程式主義——我相信，我們對上述兩者比物理主義(或心物對應說)和大腦程式主義知道得更多。

三 物理的程式主義：物理學是否程式的？

對物理世界，我們要考慮三個因素的相互作用：物理過程本身，我們的物理定律，和我們的觀測。這相互作用對了解物理世界的程式主義命題是重要的。

觀測準確度的有限性

我們用數字來記錄測量長度、時間、重量、溫度、……的結果，但即使用顯微鏡、望遠鏡等儀器，還是不能分辨任意微細的數量差別。我們相信桌子有確定邊長，但仔細量度只會得到準確至某一程度的數值。這整體經驗可用下列原則表達：

(E) 我們觀測的準確度是有限的。

物理定律一般用準確的數學語言表達。它們並非，也不可能，完全由觀測決定，但卻必須跟觀測相當符合才會被接受。雖然物理定律是準確的，它在真實世界的應用卻不能完全準確。這和1971年哥德爾對我說下列假設「實際上肯定成立」時所想到的很可能一樣：

(F) 就其可觀測後果而言，物理定律只有有限精確度。

物理理論的可計算性

我們知道，可計算(computable)數只是經典數學裏實數的一「小部分」(以坎托Cantor對無限集大小的定義而言)；而(變數為自然數、實數、或各類函數的)可計算函數也只是所有數學函數的一些(雖然有其獨特重要性的)特例。然而，當數學應用於物理學時，可計算數和可計算函數卻佔有獨特位置——因為任何不可計算數和函數都可以用可計算數和函數作任意準確程度的逼近

(approximation)。為方便起見，我們可以把這點表述為原則：

(G) 任何實數或函數都可以用可計算數或函數作任意準確逼近。

要問物理過程是否程式的(algorithmic)，先要問物理定律亦即目前的物理理論是否程式的。梅爾伏德(Wayne C. Myrvold)在通訊中提出，而我同意，這問題最好理解為：輸入數據為可計算數時，理論預測是否必然為可計算數？(目前物理理論中的函數和其他數學事物的「可計算性」(computability)已有相當明確的定義。特別是：圖林的整數計算法早已被推廣到以實數作為輸入及輸出的情況。)

原則F和G並不排除某些物理理論不保持可計算性：這有待於個別研究才能決定——文獻中有一些這方面的工作，例如普艾(Pour-El)和里察斯(Richards)在1983年所發表的定理9證明波動方程有這樣一個特解：時間1的輸出是不可以從時間0的輸入計算的：但這特解在物理上不真實(這情況必須涉及不可兩重微分的解，那在物理學上是不適用的。)

梅爾伏德在未發表的工作中得出「在量子力學中企圖由可計算起始狀況產生不可計算結果的一些顯易辦法註定會失敗」的結論，因此作出「量子力量中不可計算的結果不可能由可計算的起始數據產生」的假設。

況且，原則F和G的結合似乎顯示：就可觀測的來說，總能找到程式化的物理理論。假如某個現行理論不保持可計算性，我們很可能找到同樣有效但保持可計算性的替代理論。觀測的有限準確性似乎在物理世界和物理理論之間加上了一層單紗或濾篩，使得物理世界中可能存在的不可計算元素無法在物理理論中浮現。

哥德爾和我討論的時候，一再說物理主義等於程式主義，也許就是這個意思。我對他這等同關係感到困惑，為此向他提出過好些問題。因為就我看來，實際情況並不是那樣清楚。

產生不可計算系列的儀箱

研究物理過程是否程式的的一個基本問題是：我們的經驗基本上是有限的，但可計算性則涉及無限系列。我問哥德爾的一個問題涉及諸如地震、日月蝕、颶風等等現象。就我們所知，某一級別的地震很可能是在某些構成不可計算系列的時點或時段發生的。根據哥德爾，要決定這樣一個命題的真偽我們必須建立與目前不同的物理學。對我來說，不很清楚的是：是否能想像這命題不但實際為真，而且被測證為真。

我也問過哥德爾是否可以製造一個輸出不可計算系列的儀箱。這涉及兩個不同問題：這實際上是否可能；以及有此儀箱之後，我們能否確定它有此性能。假如製造儀箱是問題，那麼哥德爾認為可以用下列論點否證其可能性：即根據定義，機器是我們製造出來並且了解的事物，因此就目前的物理學能力而言，我們不可能造這樣一個儀箱，也就是說，大小有限的物理儀器是不能產生

不可計算系列的。我雖然沒有簡單的反駁論證，但認為製造這樣的儀箱不但可能，而且其性能是可證示的。——我認為這種粗淺的想法是大家熟悉的，而且比哥德爾的答案有更多發展可能。

在我看來，哥德爾的原則F，即「就其可觀測效果而言，物理定律只有有限精確度」，是有點含糊的。根據這原則，有一個極小但確定不變的數目 k ，而我們絕不可能發現任何物理定律其可觀測後果是有 k 那樣或更微小差別的。 k 的實際數值也許（事實上很可能）永遠不能確定——例如，文獻中就有這樣的說法（這是我的理解）：有一個數量級為 10^{-33} cm但確值不詳的長度，它的作用和 k 大致相同。

觀測與理論的超越

無論如何，原則F所指是我們觀測能力（這與一般思考能力相對）的限制。但觀測只不過是心智活動（且是較初級）的一種。從普遍經驗我們知道，憑着推理人可以在某些方面超越官感的能力。因此，我們自不免也會預期，可以通過其他對物理世界的思考方式而超越觀測所受的本質限制。

物理理論的目的是儘可能完全地紀錄我們對物理世界事物的經驗，但物理理論卻並不能包括這經驗的全部，因為後者還會令我們對物理世界產生一些整體信念和想法，例如我們認為邏輯定律對這些經驗是適用的，數學對發展物理理論有幫助，等等。

註釋

①② Ludwig Wittgenstein: *Zettel* (Oxford: Basil Blackwell, 1981), § 612; § 608.

③ 分別見Zettel, § 605, 609 & 611.

羅奇 譯

本文承楊綱凱教授校閱譯稿，楊浩輝博士及田慶豐博士校訂補充資料，謹此深致謝意。文中如有錯誤，仍由本刊編輯室負責。

王 浩 王浩是當代卓越的數理邏輯學家及哲學家，在50年代即開始探究利用電子計算機證明邏輯命題這個嶄新的領域，並作出許多開拓性的貢獻，因此除榮膺英、美兩國國家科學院院士外，復在1983年獲得第一屆「米斯東(Milestone)自動化定理證明獎」的殊榮。王教授1921年在濟南出生，在西南聯大和哈佛大學攻讀數學和哲學，1967年迄今在紐約洛克菲勒大學擔任邏輯學教授。王教授著作等身，除了一百多篇專業論文之外，還著有《邏輯、電算機和集》、《從數學到哲學》、《分析哲學之外》等六本專書。