

使用數學語言

然而，光是觀測並不足以成為知識。為了要瞭解宇宙，我們必須整理各種觀測數據，整理分析成為完整的理論。早期的知識體系常常是用「故事」構成理論，而現代科學用的則是「數學」。

例如在《聖經》、《古蘭經》、《吠陀經》或是儒家經典裡，我們很少看到有圖表或計算公式。傳統的神話、各家經典裡，講到所謂放之四海皆準的通則，都是用文字敘述，而不是用數學公式。舉例來說，摩尼教提出的基本原則認為：世界是善與惡的戰場，惡的力量創造了物質，善的力量創造了精神，而人類就處於這兩股力量之間，應該從善棄惡。然而，摩尼教的先知摩尼（Mani）並沒有用什麼公式來告訴我們，善惡兩方各自擁有多少力量、人類應該據以做什麼選擇。摩尼從來沒有計算過什麼「作用在人身上的力量，等於精神的加速度乘以身體的質量」。

但這正是科學家的目標。在1687年，牛頓發表了《自然哲學的數學原理》，這本書可說是劃時代的最重要著作。牛頓在書中提出三大運動定律，只要用三個非常簡單的數學公式，就能夠解釋和預測宇宙中所有物體的運動，包括從樹上掉落的蘋果、或是墜落人間的流星：

$$(1) \sum \vec{F} = 0$$

$$(2) \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$(3) \vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$

從此之後，任何人想要瞭解炮彈或行星是如何運動、又會落向何方，只要測量一下物體的質量、運動方向、加速度、作用力，把這些數據填入牛頓的方程式，答案簡直就像魔術一樣躍於眼前。一直要到十九世紀末，科學家才觀測到有某些狀況並不符合牛頓運動定律，於是帶來下一波物理理論的革命：相對論和量子力學。

牛頓告訴我們，大自然這本書所用的書寫語言是數學。某些章節可以總結成某一條明確的方程式。也有些學者想仿照牛頓，將生物學、經濟學和心理學整理成簡單的公式，卻發現這些領域實在太複雜，不可能依樣畫葫蘆。然而，這並不代表他們就放棄了數學。在過去兩百年間，為了處理現實中更複雜的層面，數學發展出一個新的分支：統計學。

1744年，有兩位蘇格蘭長老會的教士——韋布斯特（Alexander Webster）和華萊司（Robert Wallace）打算成立一支壽險基金，為神職人員的遺孀和孤兒提供補助。他們建議教會的每一位牧師都將收入提撥一部分進入基金，基金用這筆錢從事投資。如果牧師過世，遺孀就能從基金的獲利中取得分紅，她的餘生也有了保障。然而，兩位教士必須先知道基金規模多大，才足夠完成這種目標。韋布斯特和華萊司必須預測每年大約會有多少牧師過世、留下幾位孤兒寡母，以及這些寡婦在丈夫過世後還會活幾年。

我們先來提一下這兩位教士「沒有做」什麼。他們沒有向上帝祈求告訴他們答案，沒有在《聖經》或古代神學家的作品中遍尋解答，也沒有提出抽象的哲學爭論。畢竟，蘇格蘭人本來就是很務實的民族。那他們「有做了」什麼？他們聯絡了愛丁堡大學數學教授馬克勞林（Colin Maclaurin）；他們蒐集了民眾過世年齡的資料，用以計算在某一年裡可能有幾位牧師過世。

這些計算要歸功於當時不久前，發生在統計與機率等領域的幾項突破。其中之一是雅各·白努利（Jacob Bernoulli）的大數法則（Law of Large Numbers）。白努利認為，雖然某些單一事件（例如某個人死亡）難以準確預測，但只要有了許多類似事件，用平均結果來預測就能相去不遠。換句話說，雖然馬克勞林無法用數學預測韋布斯特和華萊司是不是明年就會過世，但只要有足夠的資料，他就能告訴韋布斯特和華萊司，明年很可能有多少位蘇格蘭長老教會牧師過世。幸運的是，他們手上已經有現成的數據。哈雷（Edmond Halley）在五十年前就已經發表了相關的精算表，正好派上用場。（哈雷分析了德國布雷斯勞市的1,238件出生、1,174件死亡紀錄，讓我們看到某個二十歲的人死在某一年的機率是1:100，而五十歲的人則是1:39。）

整理這些數字之後，韋布斯特和華萊司取得結論：平均而言，蘇格蘭通常有930位長老教會牧師，每年過世27位，而其中有18位會留下遺孀。在沒有留下遺孀的幾位中，有5位會留下孤兒，至於有遺孀的，也有2位可能有不到十六歲的孩子。他們還計算出遺孀有可能在多久之後過世或再婚（這種時候便停止補助）。有了這些數據之後，韋布斯特和華萊司就能判斷，加入基金的牧師每人每年該提撥多少錢，為自己的親人打算。當時，如果牧師年繳2英鎊12先令又2便士，他的遺孀便能一年得到10英鎊，這在當時可是一大筆錢。而如果投保的牧師認為這還不夠，可以選擇年繳6英鎊11先令3便士，遺孀一年就能得到25英鎊，生活將更為優渥。

根據他們的計算，到了1765年，這個「蘇格蘭教會牧師遺孀及孩童撫卹基金」總資本會有58,348英鎊。事後證明，他們的計算準確到不可思議。到了這一年，基金總資本為58,347英鎊，只比預測

少了1英鎊！這可是比所有宗教先知的預言都準確太多了。時至今日，他們的基金簡稱為「蘇格蘭遺孀基金」(Scottish Widows)，是全球最大的退休金和保險公司之一，總資產高達1,000億英鎊。現在任何人都能夠購買該公司的保單，而不是只保障蘇格蘭的遺孀。⁷⁴

這兩位蘇格蘭神職人員所用的機率計算，後來不僅成了精算學的基礎（這是退休金和保險業務的核心），也成了人口統計學的重要概念（人口統計學則是由聖公會的牧師、提出《人口論》的馬爾薩斯所建立）。接著，人口統計學又成了達爾文（他也差點成了英國聖公會的牧師）建立演化論的基礎。雖然沒有公式能夠預測某種條件下什麼樣的生物可能演化，但遺傳學家還是能夠利用機率計算，瞭解某個特定族群產生特定突變的可能性。

這樣的機率模型已經成了經濟學、社會學、心理學、政治學和其他社會科學及自然科學的基礎。就算是物理學，以牛頓為代表的古典力學在解釋電子的運動狀態時，也是力有未逮，必須以量子力學的「機率雲」概念來說明。

走向精確科學

只要看看教育的歷史，就能知道數學和統計學的進展對人類有多大的影響。一直以來，數學就是一門深奧的學問，就算是知識份子也很少真的全心投入。在中世紀的歐洲，教育的核心是邏輯、語法、修辭，而數學教育通常就只是簡單的算術和幾何學。沒有人研究統計學這件事。而神學無疑是所有學科中的王道。

但到了今天，修辭學乏人問津，邏輯只剩哲學系繼續捧場，神學只剩神學院大力支持。但有愈來愈多的學生有興趣、或是被迫得

修習數學。走向精確科學（exact science）的趨勢勢不可擋，而所謂「精確」，正是因為使用了數學工具。就算是語言學或心理學這種傳統上屬於人文領域的學科，現在也愈來愈依賴數學，並試圖讓自己看起來有精確科學的樣子。統計學現在已經不只是物理學和生物學的必修課，連心理學、社會學、經濟學和政治學也同樣需要。

譬如在我任教的希伯來大學，心理系列出的第一項必修課就是「心理學研究之統計學與方法論概論」。到了第二年，心理系學生還必修「心理學研究之統計方法」。如果你告訴孔子、釋迦牟尼、耶穌和穆罕默德，要先學會統計，才能瞭解人的心靈、治癒人的疾病，他們一定會覺得一頭霧水。

■ 知識就是力量

對大多數人來說，要消化瞭解現代科學並不容易，因為對人腦來說，這種數學語言很難掌握，而且其結果常常與一般常識互相抵觸。在全球七十億人口中，有多少人真的瞭解量子力學、細胞生物學或總體經濟學？儘管如此，因為科學為人類帶來太多新的能力，也就享有崇高的地位。雖然總統和將軍可能自己不懂核物理，但他們對於核彈能做什麼事，可是瞭若指掌。

1620年，培根發表了名為《新儀器》的科學宣言，提出「知識就是力量」。對於「知識」的考驗，不在於究竟是否真實，而在於是否能讓人類得到力量或權力。科學家一般公認，沒有任何一種理論百分之百正確。因此用「真實」與否來為知識評分，並不妥當。真正的考驗就是實用性。能讓我們做出新東西來的，就是知識。

幾個世紀以來，科學為人類提供了許多新的工具。有些是思考