

A stylized, abstract illustration of a face. The face is composed of several geometric shapes: a large yellow semi-circle at the top, a white rectangular area for the face, a red rectangular area for the neck, and a purple curved shape on the left side. The eyes are represented by a purple semi-circle and a white circle. The mouth is a white semi-circle. The background is white with green and purple shapes on the sides.

科學與人生

郭 新 著

萬葉出版社出版

科學與人生

郭新著

萬葉出版社出版

177555

28 DEC 1973

科學與人生

郭新著

*

萬葉出版社出版

香港莊士頓道190號三樓

新雅印刷廠承印

香港洛克道494號

版權所有·翻印必究

目次

第一章 甚麼是科學？	(一)
一、一個小故事	(一)
二、科學的方法	(三)
三、科學與真理	(五)
四、真理存在嗎？	(八)
五、牛頓和他的「定律」	(一〇)
六、自然和人的關係	(一四)
七、科學和科學以外	(一八)
第二章 宇宙和人	(二四)
一、我們的太陽系	(二四)
二、我們的銀河系	(二八)
三、銀河以外	(三〇)
四、宇宙的起源	(三五)

第三章 生命的起源……………(三八)

一、生物學的基础……………(三八)

二、生命的定義……………(三九)

三、新陳代謝的秘密……………(四一)

四、從生物到社會……………(四三)

五、遺傳與進化……………(四五)

六、從進化論談自由……………(四七)

第四章 科學和今日的社會……………(五二)

一、科學和哲學……………(五二)

二、科學與教育……………(五六)

三、科學與文化……………(六〇)

四、科學欣賞……………(六四)

前 言

在我求學的過程中，接觸過不少朋友，也參加過朋友間種種的討論。有的是宗教信仰的，例如基督教可信嗎？有的是關於社會制度的：社會主義好不好？有的是較學術性的：唯心主義對還是唯物主義對？在許多討論的經驗中，我得到一個感覺：沒有正確的、共同的思想方法，一切辯論都是白談。我所以寫「科學與人生」的目的，就是希望在短短的幾篇文章中，介紹一種思想方法：科學的方法。

一件很奇怪的事是許多大學畢業生，甚至有了博士銜頭的人，在被問及甚麼是科學時，往往茫然不知所對。許多人以為數學是科學而歷史不是科學，而事實上歷史是科學而數學並非。或許我們可以歸咎於教育的失敗，因為教育的目的不應是訓練機器人而是培養思想的能力。

這本書的第一章是全書的基礎：科學方法的介紹。第二、三兩章是希望用科學上的例子來實際說明科學的方法。最後一章具有較多想像性，祇代表作者的觀點，還有許多可以辯論的地方。

在所舉的科學例子中，我力求容易明白，但由於把問題簡化了的關係，許多細節的方便不能談到，或失於準確性（例如在「遺傳」那一節，作者有意忽略了若干細節）。同時，哲學方面的問題，亦祇稍為觸及而沒有深入討論。有興趣的讀者請參考書後所列的書目。

「科學與人生」最初刊登於香港一家日報的教育版上，每星期一篇，這些文字收集起來成了這本書。由於前後經過大半年，未免有重覆、脫節或錯漏的地方，歡迎讀者來信指正。

郭 新一九七二年夏於美國明尼蘇達大學天文系

〔編者按〕：本書作者郭新一九六七年香港培正中學畢業，一九七〇年，獲加拿大麥馬士達大學 (McMASTER UNIVERSITY) 理學士 (B. SC.)，七二年獲美國明尼蘇達州立大學 (UNIVERSITY of MINNESOTA) 物理學碩士 (M. SC.)，現任該校天文系研究員，在繼續深造中。郭君除從事自然科學研究外，興趣尚涉及哲學、經濟學、社會學，及軍事學等。

第一章 甚麼是科學？

一個小故事

許多人都在說，「我們生活在一個科學的時代。」他們說的話要求「科學化」，思想要求「科學化」，假若你告訴他們一件事，很自然的他們就要你拿出科學證據來，去證明你所說的是真的。一個嚴肅的人，聽了上面的話，可能就起了疑問：世上有真理嗎？如果有的話，科學能證明甚麼是真理嗎？又若能夠的話，科學是怎樣去證明的？

這些都不是容易答覆的問題，在我逐一答覆它們之前，我想先說一個故事。

某日清晨，陳君一早起來，走到客廳，想聽一聽天氣預告。可是他竟發現桌上的收音機不見了，在廳中找了一遍，但總是找不到。於是他想：「也許是弟弟拿去了吧。」有了這個想法，他就到弟弟的房間去，可是他却遍尋不獲，於是陳君這個假設就似乎不對了。他走向客廳的時候，忽然發現地板地上有一個大腳印，並不屬於家中任何一個人的。這件事使他立刻生出一個新的假設：「有賊！」「如果真的話，」他想，「賊一定是從窗或門進

來，讓我去看看有沒有被開過。」果然，他發現後門被人撬開，門鎖也壞了。陳君覺得大概有賊來過是真的了，於是想打電話報警。就在這時，他的妹妹攔住他說：「爲甚麼你這樣肯定有過賊呢？說不定門祇是被鄰居的頑童弄壞了，脚印是前天泥水匠留下的，而收音機却是被對面樹林裏的猴子拿了去呢。」陳君聽了覺得很荒謬，決定不理她，打電話給警局去了。

如果我們分析一下這個故事，陳君見到的是兩件事實：一是收音機不見了，二是地板上有大脚印。從這兩個觀察，他歸納出一個假設：有賊。這個假設的推論結果是：門窗一定被開過（這個過程我們稱爲演繹）。於是他做另一個觀察：去看看後門。而這個觀察又符合他的推論，於是他覺得自己的假設是對的。他的第一個假設被推翻了，因爲收音機並不如他所想像在弟弟的房中，而且這假設也不能解釋大脚印的事實。他妹妹的想法雖然解釋了三件事實，但牽涉到太多的假設，我們也就覺得不可能。

這個日常生活的例子，顯示出幾個科學方法的概念，下面我再給這方法詳細的定義。

科學的方法

陳君失去收音機的故事，提出了幾個他思想時的重要程序。假若我們將這些過程普遍化，我們會發現它包含下列幾個步驟：

(一) 問題的發現與目的之確立：「收音機之失竊」，這是問題；「怎樣失去的？」這是陳君想知道的，也是他思想的目的。

(二) 資料的收集：地面的脚印是他得到的資料。

(三) 假設的提出：「有賊」是他的假設。

(四) 從假設的推論：門窗必定被開過。

(五) 由推論結果而進行的實驗：發覺後門被撬開。

(六) 實驗結果決定這假設被接納、修正或放棄：從觀察結果看來「有賊」這假設可以接納。

上面這六點思想程序我們稱爲科學的方法。再舉一例：

幾千年之前，人類已開始不斷地觀察天象，並對行星的位置有詳細的紀錄。當時大多

數人都以為行星是繞地球以圓形軌道而旋轉。如果是這樣的話，它們應只向一個方向運行，並每晚旋轉同一的角度。但觀察的結果並不完全是這樣，於是天文學家們遇到了一個他們所不能回答的問題。哥白尼看了前人所收集的行星位置後，提出了一個假設：行星並不繞地球旋轉，而是和地球一起繞日而行。從這個假設，他計算了在不同時間從地球上所應看到的行星位置，計算結果和日後的觀察比較之下，發現非常接近。所以我們說：哥白尼的假設是一個成功的假設。

科學的方法不但適用於物理學（物理只是最早發展的一門科學），社會科學也應用同樣的方法。讓我們再舉經濟學上的一個例：三十年代時，西方國家出現了經濟大低潮，大量的人失業，沒有收入去維持基本的生活。當時的經濟學家面對的問題就是：「如何去解決這一個危機？」他們看到了「工人失業」、「工廠關門」、「市民購買力降低」等現象，提出了一個對策：「政府應增加它的支出預算。」他們的推論是：「政府用了錢去築路建橋，於是工人有了收入，之後，他們會去買麵包牛油，於是農人可以增加生產。增產的結果是農場可以僱用多些工人，於是又多些人脫離失業行列……。」在政府實行這政策之後，發現後果果然和這些推論符合。

請注意我們第一次用了理論這個名詞，其實，理論和以前所用的「假設」有同一的意

義。如有不同，也只是程度的不同：理論有一個更廣泛的應用，並且被實驗詳細的考驗過。所以我們可以說哥白尼的假設是個理論，而陳君「有賊」的假設不稱爲理論。

那麼，怎樣的思想方法才是不科學呢？例如古代的學者以爲人面上有七孔，故天上有七行星。造物者是完美的，而圓形是最完美的圖形，故行星軌道必爲圓形。這些思想方法，我們和上列六點比較一下，便知道並不是科學的方法。

科學與真理

從上一節我們列出科學方法之六個步驟看來，現代人的思想方法和十七世紀前學者的思想方法最大的不同是：後者是唯美的、想當然的，而前者却是歸納——假設——演繹——實證的循環。這實在是一個很大的進步。科學方法廣泛的應用，使人類的知識大大增加，誇張地說一句，現代人和古代人最大的不同是：我們掌握了一件有效的思想武器——科學的方法。

人類有了文明差不多三千年，却在三百年前起了這一個急劇的轉變，可以想像得到要當時的人接受這新思想是相當困難的，甚至最初的科學家們對這方法的掌握也不免有點模

糊。自從一五四三年哥白尼提出了「太陽中心論」以來，學術界起了很大的爭論，學者們想：若地球以這樣高的速度（每秒十萬尺）移動，爲甚麼我們會不覺得呢？教會裏的人想：人是上帝特意所造的，是上帝所愛和關心的，怎能不居於宇宙的中心呢？於是，伽利畧，一個「太陽中心論」的信仰者，便受到各方面的攻擊。教會以他的理論不符合聖經的敘述，要求伽利畧證明「太陽中心論」是絕對的真理，如不能就將他定罪。伽利畧本人以爲他有這樣的證明只是別人不肯相信而已。究竟，科學能否提出這樣的證明呢？現在讓我們仔細地研究一下科學和真理之間的關係。

相信大家都知道，邏輯演繹法有所謂「三段論式」：兩個前提，一個結論。舉一個傳統的例：

人是會死的

（大前提）

蘇格拉底是人

（小前提）

所以蘇格拉底會死

（結論）

我們細心看一下，不難發現我們不能從對的前提而得到錯誤的結論，換句話說，若前提爲真，則結論必真。

不過，一個錯的前提却可得出對的結論：

神是會死的

蘇格拉底是神

所以蘇格拉底會死

我們知道結論是對的，但却不能因此而說前提對的，換句話說，如結論為真，則前提未必真。這是演繹法一個很重要的性質。

在科學方法的第四步，我們用到演繹法。因此，我們可以說：若我們的假設為真，則結論必真（這結論是做實驗去觀察的對象）。反過來，若我們做一個觀察，觀察的結果和從假設所得結論不符的話，我們就可以馬上說：這假設是錯的。因為只是錯的假設才能導至錯的結論。

總括來說，科學的方法，能夠證明一個假設為假，但却不能證明一個假設是真的。

回到上面的例子，我們可以說，伽利略不能證明「太陽中心論」是真理，但却可以證明他的對手們所相信的理論是錯的。事實上，他所做的幾個實驗，給亞里士多德學派的宇宙論以致命的打擊。他從望遠鏡中發現金星有圓缺的現象。這表示金星並非如以前的人所想是一個玻璃般透明自行發光的天體（他們相信一切天體都是美麗而神聖的），而只經反射太陽的光。若金星是繞地球而行，我們根本不能見到它的全個圓缺過程。另外，他又發

現土星外有一環，於是推翻了前人相信一切行星都是球體的觀念。

伽利畧的實驗結果，雖然和哥白尼的學說沒有衝突，但並不表示他的學說是真的。事實上，在哥白尼死後五十年，他的學說就發現有被修正的必要。

真理存在嗎？

我們已談過了科學的方法和幾個簡單的應用，也指出了科學的方法並不能證明甚麼是真，而只能證明甚麼是假。爲了更深入地解釋這一個論點，我們繼續行星運動這一個例。

在哥白尼的「太陽中心論」震動了當時的學術界之後，我們可以說科學的曙光已開始照耀，可是哥白尼本人受了傳統的宗教和哲學的影響，他的思想仍帶着唯美的色彩。他反對傳統的天文學，因爲它太複雜，不符合宇宙和諧的原則（地球中心論的天文學者爲了解釋行星的不規則運動，在它們繞地的圓形軌跡上加上了小圓軌跡，使整個系統變得非常複雜）。而「太陽中心論」則較簡單。

第一個真正注意到行星運動的物理性的人是開普蘭（J. KEPLER）他認爲行星繞太陽而旋轉，它們之間一定有相互的作用力存在。是這個力的性質控制了行星的軌道，而不是

由一些美的原則去決定。這個力我們現在知道是萬有引力。經過許多耐心而漫長的觀察和計算之後，他發現火星的軌跡和圓形有最大八分的誤差（約八分之一度），進而發現它的軌道是一個橢圓而非正圓。在開普蘭以前，天文學者觀察行星的準確性只有六分之一度，所以根本不能發現這偏差的存在。在實驗的準確性不高的時候，行星軌跡為圓形這假設我們不能說它是錯，哥尼白的理論也是成功的。但在準確性提高了之後，哥白尼的理論便要修正，而代以開普蘭的理論。總括來說，在有限的應用範圍及一定的準確性之內，一個理論會成功的解釋自然現象。但這並不表示這理論為真理，因為在實驗準確性提高了之後，這理論就再被考驗而有被推翻的可能。因此，我們可以說，成功的理論祇是一個近似的真理，永恆不變的絕對真理是不存在的。

以後，我們會繼續討論科學和真理的關係。

雖然在十九世紀哲學家們已瞭解到永恆不變的真理的不存在，可是直到今日，許多人包括大部分受過大學教育的知識分子，仍一廂情願的抱着絕對真理的盲目信念。有些人認為宇宙是由幾條真理所控制，隨着科學的進展，我們就可以完全瞭解這些真理。我們已指出：「假設不能證明為真」是演繹法的一個特性，而科學方法用到了演繹法，故而不能證明任何假設為真理。

宗教方面，更不約而同的相信絕對真理的存在。他們多以一本經書作為永恒不變，千古不易的真理。我們現在知道，在科學上，絕對真理是沒有意義的。許多宗教家會說：宗教信仰為靈性之事，是不受科學約束的，也強調科學方法不能應用在信仰上。可是問題是：任何一個宗教，必有它的性質。舉例：有道德的規律，歷史的敘述（如創世紀），未來的預言（天堂，地獄，世界末日），神的特質等等。但當宗教提出這些敘述之後，就走进了科學方法的領域。例如：「亞當是人類的始祖」，一個敘述就可以經過演繹——實證的步驟去分析。而科學的方法也有證明這敘述為假的力量。

假如你提出一種新宗教，說：宇宙中有一個神。而再沒有其他的敘述，那麼科學將差不多不可能證明你的宗教是假與否。但如你又說：「神做了這幾件事……」那麼就要受科學的考驗了。

牛頓和他的「定律」

我們已一再強調過科學的方法不能證明一理論為絕對真理，最多我們只能說：在有限的應用範圍和一定的準確性之內，一個好的理論能有有效的描述自然現象，但顯而易見，一系列的自然現象，有可能被兩個或更多的理論所解釋；那麼，在這些理論中，我們怎樣作

出一個選擇呢？

一般來說，準則有兩個：

(一) 以最少的假設解釋最多的現象。

(二) 在簡單和複雜的理論中選擇簡單的理論。

我們上一次談到：在晚上我們所見星空中的行星運動，可由地球及其他行星以橢圓軌道繞日而行而解釋。事實上開普蘭除了上述這一個發現外，他還觀察到兩個行星運動的特性：

(一) 行星和太陽間的聯綫，在相等的時間內經過相等的面積。

(二) 行星繞日的週期與行星軌跡之橢圓長軸的三分之二次方成正比。

由(一)我們可以看到，當地球離日較近時，地球的速度必較快。從(二)我們又知道若土星離日的距離約為地日距離之九倍，則可計算得土星之週期為二十七年。

在開普蘭發現這三個行星運動特性的同時，意大利的伽利畧却在研究地球上物體的運動。他發現了物體在地球上的垂直運動為一恒等加速度之運動，而物體的水平運動為一等速運動。同時又發現物體的垂直加速度與其本身的質量無關，這一點就是著名的斜塔實驗。

在這時候，科學上兩個不同領域，都有了新的成就，問題是，這兩個領域的發現能否

綜合起來呢？換句話說，能否用一套假設，同時解釋了地球和太空的自然現象呢？

經過繁複的數學分析之後（主要的工具是微積分），牛頓發現了若太陽和行星間有一吸引力存在，而該力的方向是在兩者的聯綫上的話，則此聯綫必在相等時間內經過相等的面積。他又指出開普蘭其他的兩個發現是一個與距離成二次反平方比之力的結果。總括來說：物體間存在一個引力，其量可寫成：

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

又由伽利畧的發現，牛頓歸納出著名的三大定律：

- (一) 在沒有外力作用時，物體保留靜止或作等速直綫運動。
 - (二) 物體之加速度與所受之力成正比。
 - (三) 每一作用力有相等而方向相反之反作用力。
- 若將這三定律應用到行星運動時，牛頓可進一步將他的引力定律寫成：

$$F = -G \frac{Mm}{r^2}$$

到了現在，我們覺得牛頓已提出了一些假設，而有效地解釋了地球上和太空中的物體

運動現象，這是科學史上第一個偉大的成就。我們現在要問的是：這些假設是甚麼？

我們看一看牛頓的第一定律，馬上可發現它不過是第二定律的一個特例。在沒有外力作用時，加速度等於零，也就是說速度爲一常數。所以第一定律實可歸入第二定律之中。至於第三定律，作用力等於反作用力這一點，只有在作用力在兩物體間的聯綫上方可成立（例如在電磁作用中，此定律並不成立）。所以我們可將牛頓的力學，寫成兩個假設：

$$(I) F = ma$$

$$(II) F = -G \frac{Mm}{r^2} \text{ 力的方向在 } m \text{ 與 } M \text{ 之間的聯綫上。}$$

提出了這兩個假設後，我們發現一個困擾的問題：「甚麼叫做力？F代表的是甚麼？」去瞭解這一個困難，我們看一看：根據第一假設，有力時，我們知道有加速度。但首先，我們又怎知有一個力存在呢？有人會說：當我們看見物體有加速度時，我們知道有力。若是這樣，我們已陷入一個循環。

這個難題的答案是：力這個概念是沒有物理意義的，F也只是一個符號。第一個假設因而不能單獨存在。它必須結合另一個假設，這假設要顯示出力的性質。所以在重力場的運動，這假設是：

$$F = ma = -G \frac{Mm}{r^2}$$

(又例如在一有阻力的介質中運動，這假設是

$$F = cv = ma)$$

這假設，就是傳統力學的出發點。一個假設，只是一個假設，就解釋了所有外似繁複的行星運動和地球表面一切的物體運動。

附註：這假設實是一矢量微分方程，正確的寫法是：

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} = -G \frac{Mm}{r^2} \hat{r}$$

自然和人的關係

從我們前面的敘述看來，牛頓的理論已是非常成功的。因為他祇用了一條假設而解釋了當時所知的大部分自然現象。但一個成功的理論最大的考驗在於它預言的能力。

開普蘭的定律描述了行星運動。但當後來觀察的準確性提高之後，發現行星位置和定律推算有些微的誤差。牛頓的理論提出之後，人們知道每個行星的運動並不是獨立的，而

是受相互作用力的影响。例如地球的軌跡，除了受太陽的引力所控制外，尚爲土星、木星、火星等行星所影响。當行星間的引力包含在計算之內時，理論的結果又再與實驗觀察相符了。只有一個例外：天王星的軌跡仍與理論計算不合。這個問題最可能的答案有兩個：（一）牛頓的理論需要修正。因爲一個假設的演繹結果若只有一點與現實不符，這個假說就必須拋棄或修正，而代以一個新的假設。（二）有一個人所未知的行星在天王星附近，其引力影响了天王星的軌道。

一八四五年，法國的法拉爾及英國的亞當斯分別從天王星的軌跡計算到這未知行星的位置。根據這個預測，柏林天文台上發現了這顆行星——海王星。它的發現是牛頓理論的一個重大勝利——它的預言得以證實。

我們也可以說這是科學方法的一個重大收穫。我們說這句話的時候，已不覺地用了一個假設：自然是有規律的。若科學的力量只能描述已知的自然現象，那麼自然是否有規律就大成疑問。

我們以前已提出了「科學的方法」本身是一個假設，一個不能被證明的假設。我們接納它，因爲它比其他一切的思想方法更爲有效（人類歷史上有過的思想方法爲「想當然的玄學」及「一切現象出於神」的宗教觀），但它不是永恆的。科學的方法或許會有被摒棄的

一天，但在目前看來，這會是很遙遠以後的事。我們相信科學的方法一個基本的原因是：人類相信自然是有規律的。自然若是混亂無則的話，科學方法就沒有意義，而一切科學：物理、化學、生物、心理、社會、經濟的理論也不存在。

可是，這些理論不但存在，而且有了輝煌的成就。它們的預言，一件又一件的被證實。這指出了自然不但是有規律，而且有非常嚴密的規律。也就是這些自然規律的存在，才使我們可以用簡單的一條假設，而解釋了天上的行星，地上的物體的運動。

傳教士常喜歡對人說：「天上的星辰，運動得這般井然有序，這些奇妙的事蹟，不正顯明了神的作為？」若他要把「自然規律」這一個名詞改稱為「神」，那麼我不反對有「神」，但我實在看不出這一個「神」和天主教或基督教的神扯得上任何關係。許多人對我說：「愛因斯坦也信有神，你為何不信？」問題是：愛因斯坦所信的「神」，只是「自然規律」的別稱，而並非基督教、天主教或摩門教所謂的神。

不過，我要強調：就是我們相信了自然規律的存在，自然不會把它的規律的形式直接告訴我們，這規律的「形式」，必須出於人類的想像。換句話說，這規律的「形式」，和自然本身沒有直接的關係。

舉一個科學史上著名的例：牛頓相信光是一種粒子，而與他同時的荷蘭物理學家惠更

斯却以爲光是一種波動。因而在當時引起很大的爭論。但是他們的理論都能完備地解釋光的傳播、反射和折射的現象，爭論因此得不出結果。可是到了後來，光的干涉和繞射現象被發現了，而粒子理論並不能解釋它們，於是科學家們一致認爲光是一種波動。到了二十世紀，又發現了波動論所不能解釋的光電效應，粒子論又重新被提出來。困難是兩個理論都能成功地解釋光的一部份現象而不能解釋全部，很多人因此迷惑：光究竟是甚麼？

實際上，這並沒有難題存在。因爲所謂粒子說，波動說，都是生於人的想像。我們用這兩個理論因爲它們的數學結構較簡單而又爲人所熟知。但自然本身並不受人爲思觀所約束。光的這一個現象就需要兩個理論同時才能解釋。當然，我們希望能用一個理論去解釋光的現象，但自然既是如此，我們也沒有辦法。

近世科學家又發現，除了光之外，一切物質有粒子和波動兩種特性。以前人以爲桌子是由一粒粒的原子所組成；現在，也可以說是由一系列的物质波所組成。這未免有些難於想像，但自然就是如此。

科學發展到現在的地步，一切人類生活所習見，用以描述自然的工具差不多都用完了。去進一步瞭解自然，只有用較抽象的概念。例如，生活在長濶高的三度空間中，很自然的就會用三度空間去描述宇宙。但到了現在，我們發現宇宙很可能是在一個四度空間

球體的表面。四度空間是我們感覺不到，想像不到的境界。我們只能通過數學去瞭解它的性質。例如：一個四度球，它的表面積和半徑的關係是怎樣？抽象概念的提出，是人類思想的進步，也是瞭解自然的必然方向。

科學和科學以外

我們已討論過一些基本的思想方法和科學發展的例子。可以說我們對「科學是甚麼」這一問題的答案已有了初步的認識，在這一時候，我們可以作一個小總結。首先，在人類知識的範圍中，那幾門可以稱為科學呢？簡單地說一句：凡應用「科學的方法」之學問皆可稱為科學。在科學的範疇內，亦可因研究對象之不同分為幾類：

(一) 物理科學：包括有物理學、化學、天文、地質、海洋等等。主要是從所能接觸到的物質世界中尋求自然的基本結構。

(二) 生物科學：包括生物化學、生物物理學、動物學、植物學、遺傳學、生態學、生理學等等。目的在有生命的物體中尋求活動或表現的規律。

(三) 社會科學：包括心理學、歷史學、人文地理學、經濟學、社會學、政治學等

等。以人類的集體結構作為研究的對象。

上面所分列科學內的三大類，它們之間有非常密切的關係，而分界也是非常模糊的。例如心理學也可以歸入第二類之內。假如我們要明白人類的羣體表現（這是社會學），必要先明白個人的表現，這需要心理學的知識，而人的感情、思考受到腦、神經、感覺器官的控制，研究這些問題便是生理學的範圍。但要明白人體的器官和組織怎樣工作，離不了生物化學，因為作為組織基本的細胞，是由不同的蛋白質所合成。而蛋白質却是由二十餘種氨基酸所組成。氨基酸祇是複雜的化學分子，這自然牽涉到有機化學的研究，這二十幾種氨基酸，是各由那些原子、怎樣排列而成呢？再深一層，原子的結構是怎樣呢？物理學告訴我們原子是由核子和電子在量子力學的支配下所組成。由這個例子，我們可以看到，一切的自然現象，複雜如人類的社會表現，都是在物理學的基礎上所建立起來。誇張一點說：就是由幾點基本定律上建立起來。

那麼，科學以外的學問，又可以怎樣分類呢？籠統地可分為兩大類：一是應用技術，二是藝術和語言。

應用術技和科學的不同處在：科學以尋求自然的真理為目的，而應用技術以改造自然為目的。然而二者的關係是密切的，因為人若不瞭解自然，就不能改造自然。後者的內容

包括有：

(一) 工程學：土木工程、電機工程、化學工程、核子工程、機械工程、生物醫療工程、航空工程等等。

(二) 醫療學：醫科、牙科、獸醫、藥劑。

(三) 應用社會學：包括會計、商業管理、法律、教育、軍事等。

(四) 生產技術：農、漁、林、礦等科。

應用技術的學問直接影響到大眾的學問，它們改善人類的生活條件，因此是一般人所最注重的。科學知識是一種奢侈品，人只能在填飽肚子，有基本生活保障才能研究自然。古希臘人崇尚純知識，鄙視一切有實效的學問。二十世紀七十年代的人類社會，則是把應用技術放在首位。

在訓練方面來說，科學家主要條件是：科學的方法之掌握。自由、大胆、獨立的思考能力。他們掌握了最前綫的知識，因此往往是新思潮的倡導者。技術人員（如醫生，工程師等）的條件是：有細心和耐力，要記憶大量的事實和遵從規律。他們的訓練使他們往往是社會中保守派的主要力量。

最後我們要講講藝術和語言。人類有羣體的生活，因此經驗和感情的交流是不可缺少

的。作爲這種交通的媒介，我們稱爲藝術或語言。它的內容包括有：各國語言、文學、音樂、美術、戲劇、舞蹈和數學。

語言是歷史最悠久的，是古代到現在人類最基本的交通媒介。由於地區性的個別發展，引至今日各種不同的語言。它的表達力是廣大的，語彙的發展使我們能交換大量的經驗感覺。比較高形式的感情交流工具就是我們平日所稱的藝術：我們聽到了「英雄交響樂」可以感覺到自己 and 貝多芬的感情共鳴，看見到民族舞，可以瞭解到勞動人民的生活。藝術是一種抽象形式的感情交流。

最後我們談一談數學，人類發現對自然的描述普通的語言不能做到，於是創出一種簡化的符號運算，用以描述自然的規律，由於幾千年不斷的發展，數學已是一個非常龐大而嚴密的系統，我們對於數學的第一個要求是：它必須內在調和（INTERNALLY CONSISTENT）。換句話說，就是沒有自我矛盾。因爲這是避免含糊和誤解的必要條件，此外就是結構的美感，由於數學純粹是出於人的創造，和外界沒有關係，自然牽涉不到真與假的問題。正如我們不能說甚麼音樂是真音樂，甚麼是假音樂一樣。我們只說甚麼是好音樂，在討論一個所謂數學理論的價值等，我們只有以它的表現力和結構美作爲評判標準，在這一方面，它是和音樂非常相似的，惟一的不同是：音樂的好壞往往是牽涉到倫理

問題。「何日君再來」雖然有些旋律美及一定程度上有效的表現了作者的悲傷感情，但因為它宣傳的是對日本的投降主義，所以不能認為是好音樂。

音樂是交換感情的工具，而數學是交換科學知識的工具。「感情」和倫理學的關係自然比科學和倫理學的關係深得多，這也是倫理不能作為數學批判標準的理由之一。

那麼數學是科學嗎？不是。因為它沒有「科學方法」中「觀察實驗」這一個步驟。而只有「假設」和「演繹」的過程。數學家們習慣把假設稱為公理。由於沒有實驗，於是也沒有假設考驗的循環。數學公理是不受考驗的。

舉個例：我們若將歐幾理德幾何公理中之一抽出來（譬如說由綫外一點只能作一平行綫）而換入另一條公理（由綫外一點可作無限條平行綫）那麼歐氏幾何的邏輯演繹結果（我們稱為定理）便大大不同。新的結果我們說是非歐幾何的一種。我在初中的時候，就常被這個問題所困惑：究竟歐氏和非歐幾何那個真呢？現在各位都知道沒有真不真，它們是平等的。歐氏幾何二千年一直被廣泛的應用，而非歐幾何中的一支——黎曼幾何亦已被愛因斯坦用在他的廣義相對論裏，因此，它們都具有一定的「表現力」。

在一數學理論被提出時，我們對它的「表現力」是很難估計的。羣論（GROUP THEORY）和綫性代數都是在數學上存在了好幾十年才被應用到物理上去。但也有例外的時

候，牛頓就是先遇到了實際問題才創出微積分學去對付它。

在我們上面所劃分的三大類學問中，我並沒有把倫理學包括進去。倫理學是比較複雜的問題，不可能在這裏詳細的討論，一般人認為倫理學是在科學之外，我覺得倫理學可以在一定程度上應用科學方法。首先，我們必須提出一項基本假設，這個假設可能各人意見不同，但一般人會接納這一個「人類生存的目的為使全人類享受最大的幸福，而每人所享受的約莫相等。」從這假設所導至的邏輯結論，是適當的倫理觀；不能由這假設導至的倫理觀，我們說是不必要的。例如：「不可殺人」是必要的，因為人人可隨意殺人，人人的生存就沒有保障。「不可偷竊」是必要的，因為我們有保障各人的勞動成果。另一方面，限制頭髮的長短並不是必要的道德規條，因為它並不損害任何人的利益，聖經上說要寡婦嫁給丈夫的弟弟，這是不適當的，因為強迫的婚姻造成痛苦的家庭。我們要提倡大公無私，反對損人利己，因為任何為個人利益而損害集體利益的是一種破壞性的行動，直接減少了人類幸福的總和。反之，各人祇顧集體，不計較個人，集體利益增加，到最後就是個人利益的增加，這是要提倡的。有人會接納另外的基本假設。例如：「人類生存的目的為使全動物界享受最大的幸福。」在此假設下，他就不可吃豬肉、牛肉。我們不能說這一個假設劣於第一個假設，在這一點看來，倫理學是在科學之外的。

第二章 宇宙和人

我們的太陽系

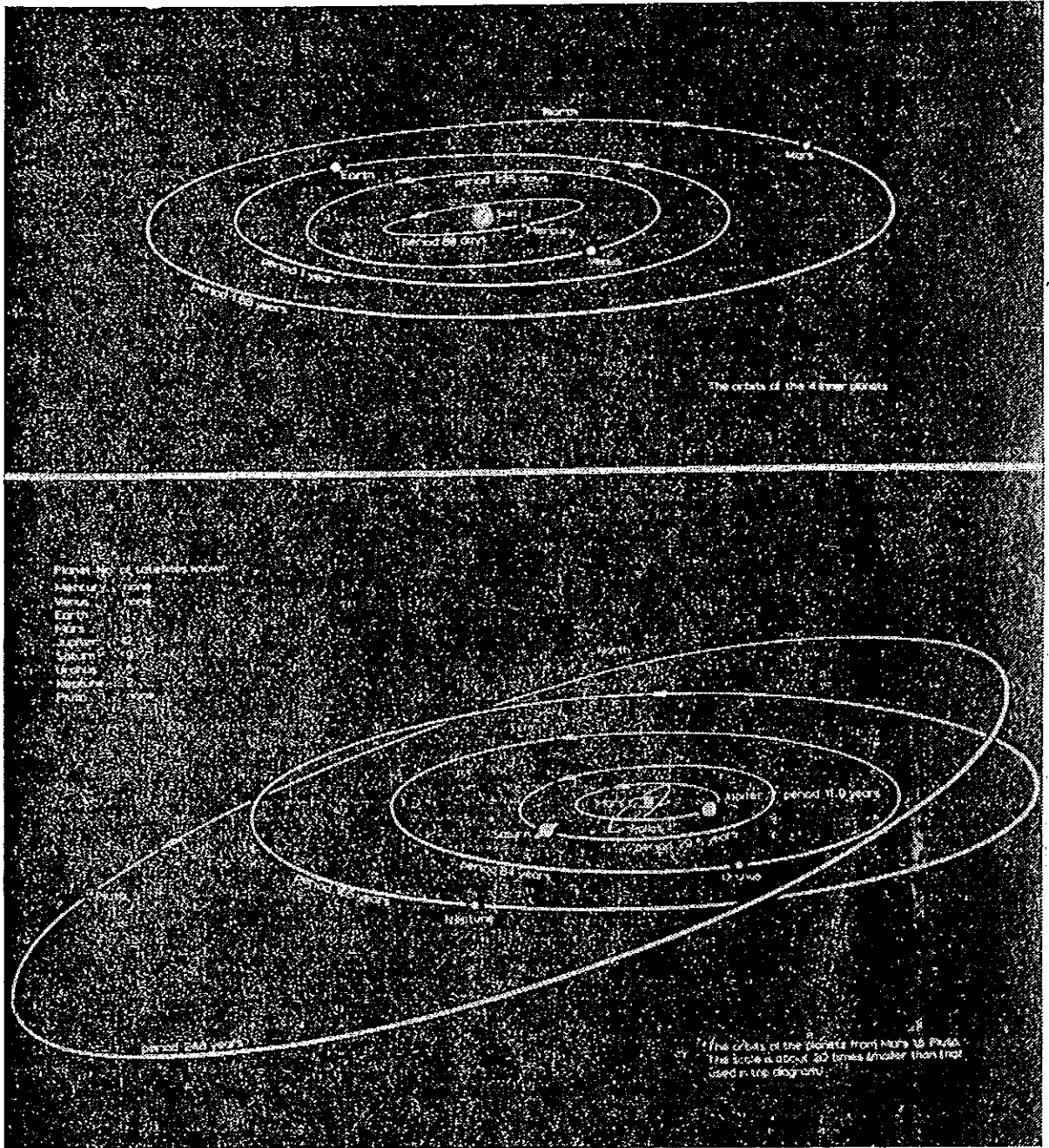
自古以來，人類就對宇宙探討有很大的興趣。中外的文學家、哲學家、宗教家都思想和探索過宇宙的結構、起源和未來的問題。但無論對宇宙的構想如何美麗，在現代科學證驗下，那些構想大都是無根的臆測而已。要縮短我們和真理之間的距離，必須從觀察宇宙的現象入手，經過歸納——假設——演繹——實證的不斷循環，才可獲得正確的答案。近百年來，由於光學望遠鏡的發展，無綫電望遠鏡的發明，人類對於宇宙現象已收集了不少資料，初步的宇宙模型亦開始被建立起來。到了現在，可以說我們已有一些信心去描寫這一個宇宙的大概結構和變化。

哥白尼的理論最大的影響是人類對於自己在宇宙中地位觀念的改變。一向人都以為人類是上帝所特意創造的，居於宇宙的中心，所有日月星辰都是為人而設。哥白尼的革命性觀點指出地球不過是太陽的幾顆行星之一，和其他的行星有着同等的地位。不過他仍以爲

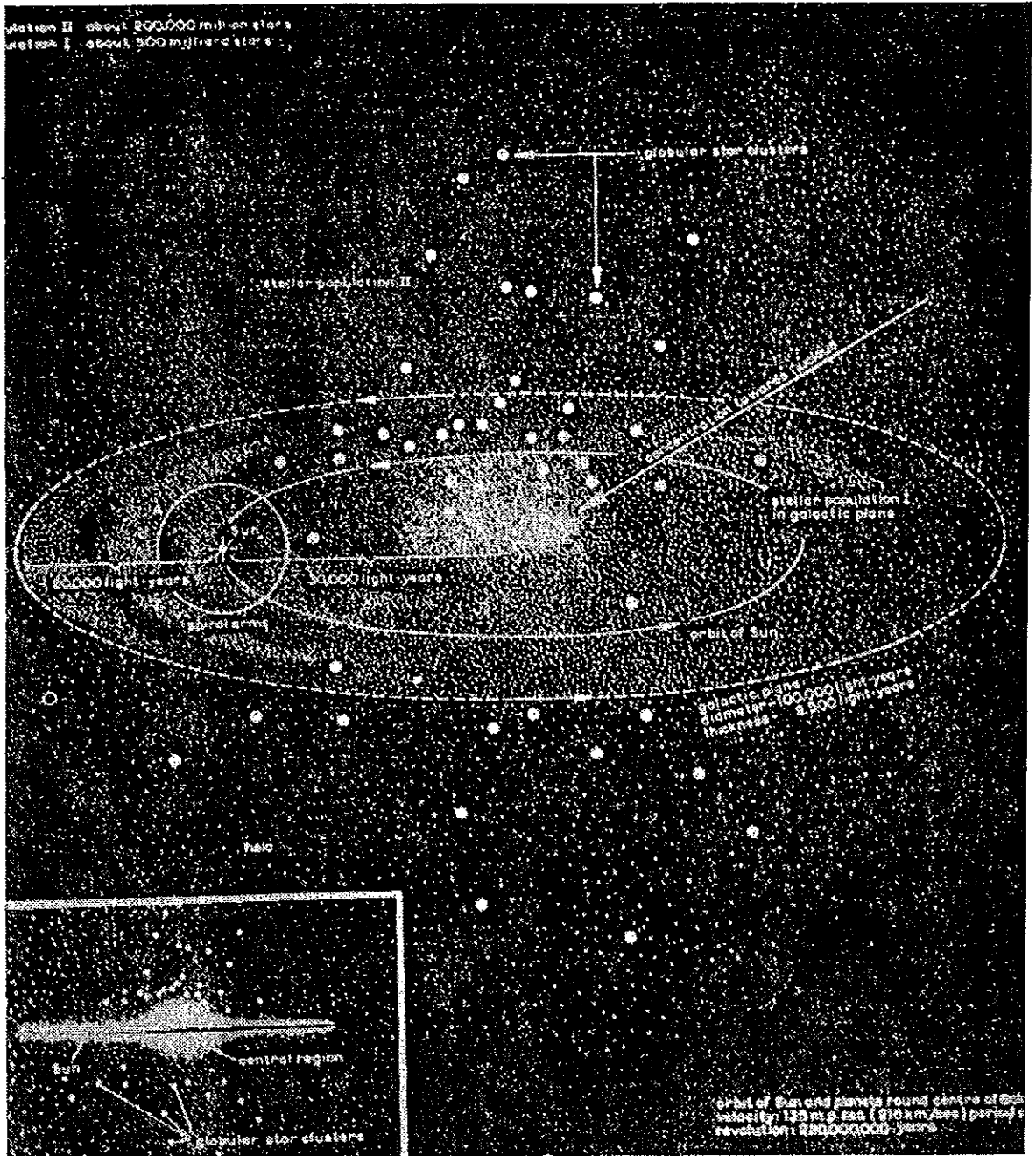
太陽是宇宙的中心。那麼，現在的宇宙觀，又把人和地球放在一個甚麼的地位呢？這就是我們要討論的問題之一。

我們知道太陽系有九大行星，它們由內而外順序是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。此外，在水星和木星之間有一大羣小行星，已發現的小行星有三千顆之多。九大行星中有六顆擁有衛星，地球有一顆，火星兩顆，木星十二顆，土星九顆，天王星五顆，海王星兩顆。若我們把太陽系的大小，看爲冥王星軌跡以內的範圍，那麼太陽系大概是一個平面圓。它的半徑是三，五〇〇，〇〇〇，〇〇〇哩，或約三百二十光分。若我們要想像一下這太陽系的大小，可以將太陽看爲一個直徑七公分的桌球，那麼水星會在太陽二八〇公分外，地球在七六〇公分外（地球的直徑只有半公厘），而冥王星却離太陽三百公尺！

太陽是一顆恒星，那麼最近的另一顆恒星有多遠呢？依上面的比例，它將在二千里以外。我們可以想像到物質何其少！在太陽系這樣大的範圍中，只有九顆較「大」的行星，太陽系又是何等空虛！我們可以說行星間的空間是一片真空，但是不是甚麼也沒有呢？也不是。行星間存在大量由太陽射出來的離子，高能的宇宙線和廣濶的磁場。（科學家們一直以爲萬有引力是支配宇宙中物質的主要力量，直到最近這二十年才發現太空中的



太陽系



銀河系

電磁力的存在和重要性。)

太陽是一顆恒星，和天上所見其他的星星相似。它顯得與眾不同，因為它離我們太近。它的光和熱由核子反應所產生，主要是在兩個氫核子合成氦核子的過程中放出大量的能量，這也是氫彈的原理。天上大部分的星都是用這個方法發光。

我們的銀河系

若你會到過郊外去露營，你一定會注意到那滿天的繁星，驚歎它們的美麗。離開了城市的燈光，才突然發現到它們是如何的多，如何的亮。當然，你也不會錯過那充滿神話的銀河，一抹光帶橫過天邊，和其他閃着的星星又何等不同！

可是，從望遠鏡一看，這連續的光帶變成了一大羣的星星，它們擠得這樣密，使我們要用倍數很大的望遠鏡才可以把它們分得開來。我們會想，爲甚麼在銀河這一個方向，可見星的數目比其他方向都多得多呢？

經過無數的觀察和推論，天文學者們尋到了一個答案：我們的太陽系是一個星雲的一部分，這一星雲有四百億顆恒星，而太陽是其中之一。這星雲的形狀像一個碟子，而太陽的

位置約在碟的邊沿。從太陽向上或向下看去，我們只看見較少的恒星，因為碟子是扁的。向外看去，我們所見的星也不多，因為我們已很近邊沿了。只有向碟子的中心望去時，我們才會見到大量其他的恒星。

可以用一些數字去說明，這碟子（星雲）的直徑大於八萬光年，中心的厚度約一萬五千光年。邊沿的厚度只有五千光年左右。太陽離這碟子中心的距離則為三萬光年。這星雲內的星都繞着它的中心旋轉。近中心的轉快些，近邊沿的轉慢些。太陽系大概以二億年一週的速度旋轉。因為太陽系的年齡約四十五至五十億年，因此地球已繞着這星雲的中心轉過二十多次。

這個星雲，我們一般稱它為銀河系。我們看到太陽只是它很小很平凡的一個成員，更不是它的中心。到了現在，人愈感覺到它地位的微不足道。雖然我們仍不知道其他的四百億個太陽有沒有行星，更不知道有沒有高度智慧的動物。但最少，我們已不能抹煞這個可能性，「唯我獨尊」的時代已一去不返了。

若你是記得上面用的比例（地球直徑設為半公厘），那麼銀河系的直徑約是六千萬公里——這已是一個我們很難想像的距離了。雖然銀河系有四百億顆星之多，但它的體積之大使星和星仍隔得很遠。平均來說，兩顆星的距離約是它們直徑的一億倍，所以兩顆星相

撞的可能性差不多等於零。用一個譬喻來說明銀河系的「空」：在一個六十哩乘六十哩乘六十哩的大立方中，只有一粒沙大小的物質。不過，銀河系中心的密度則比較大，相撞的情形也會發生，但在一百萬年左右才有一次。

銀河以外

我們已約畧談過我們銀河系的形狀和結構，很自然的我們又會想：「宇宙之中還有沒有類似我們銀河系的星雲呢？」藉着望遠鏡的幫助，我們發現銀河星雲不但存在，而且很多很多。和我們最近的叫麥哲倫雲，是麥哲倫環繞地球航行時在南半球發現的。它大概在三十萬光年外，它擁有大量的恒星，可是形狀却和銀河不大相同，它不像一個碟子而是一團無規則的星雲。外形和銀河系極相似而又最近我們的叫仙女座星雲，約在一百八十萬光年外（銀河直徑是八萬光年），它約有三倍於銀河的恒星。

若我們看遠一點，就可以看到更多的星雲。假設每星雲的光度差不多相等，那麼愈暗的星雲就表示離我們愈遠。天天學家發現在十二等以上的星雲有二百五十個（等數愈高光度愈暗）。十五等以上的有五萬。而世界最大的望遠鏡可見到二十四等以上的天體，所以

我們能見到的星雲數目以億萬計，而所見的距離達到數十億光年。想想每個星雲有幾百億顆恒星，而星雲數又是這樣多，算算宇宙中的恒星、行星有多少！

我們向遠望時，也同時向過去望。因為我們現在所見仙女座的光輝，已是一百八十萬年前發出來的，那時人類尚未出現在地球上呢！

在地球上的實驗室裏，我們知道每一種元素有一定的光譜。若我們分析遠處星雲射來的光，我們可以知道那星雲有甚麼元素。很奇怪，無論它們有多遠，它們所含的元素約和地球上的一樣。

在初等物理學中，我們知道當一物體向我們或離我們移動時，它發光的頻率會增加或減少。利用這一個效應，我們發現很多的星雲都在離我們而去。隔我們愈遠的星雲以愈高的速度離去，有的高達接近光速！在我們四周的星雲，無論那一個方向，除了很近我們的，都在移動，而且同時愈去愈遠。

驟眼一看，我們的銀河系不正是在宇宙的中心嗎？事實是不是這樣呢？

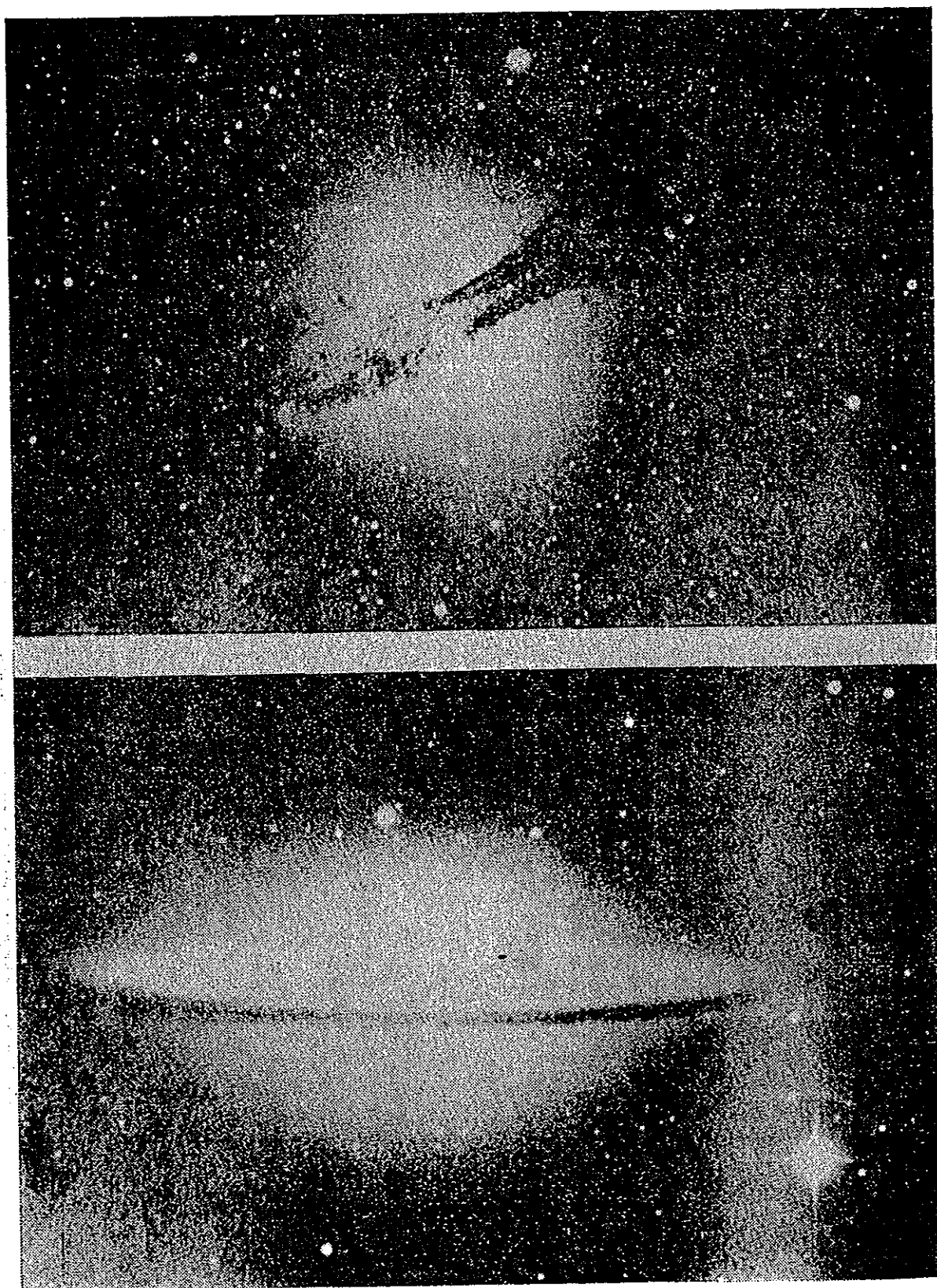
科學家們很懷疑這一個說法，於是他們想：「有沒有可能各星雲却是互相奔離，而沒有一個中心？」想像一個汽球，我們在汽球上用墨點上許多點，每一點代表一個星雲，若我們向汽球吹氣，它的表面就會擴大，於是每一點離另外的點愈來愈遠。在吹氣膨脹的過

程中，若我們坐在某一點上，就會得到一個印象，所有其他的點都在離開我們移動，而且離得愈遠的點移動愈快。

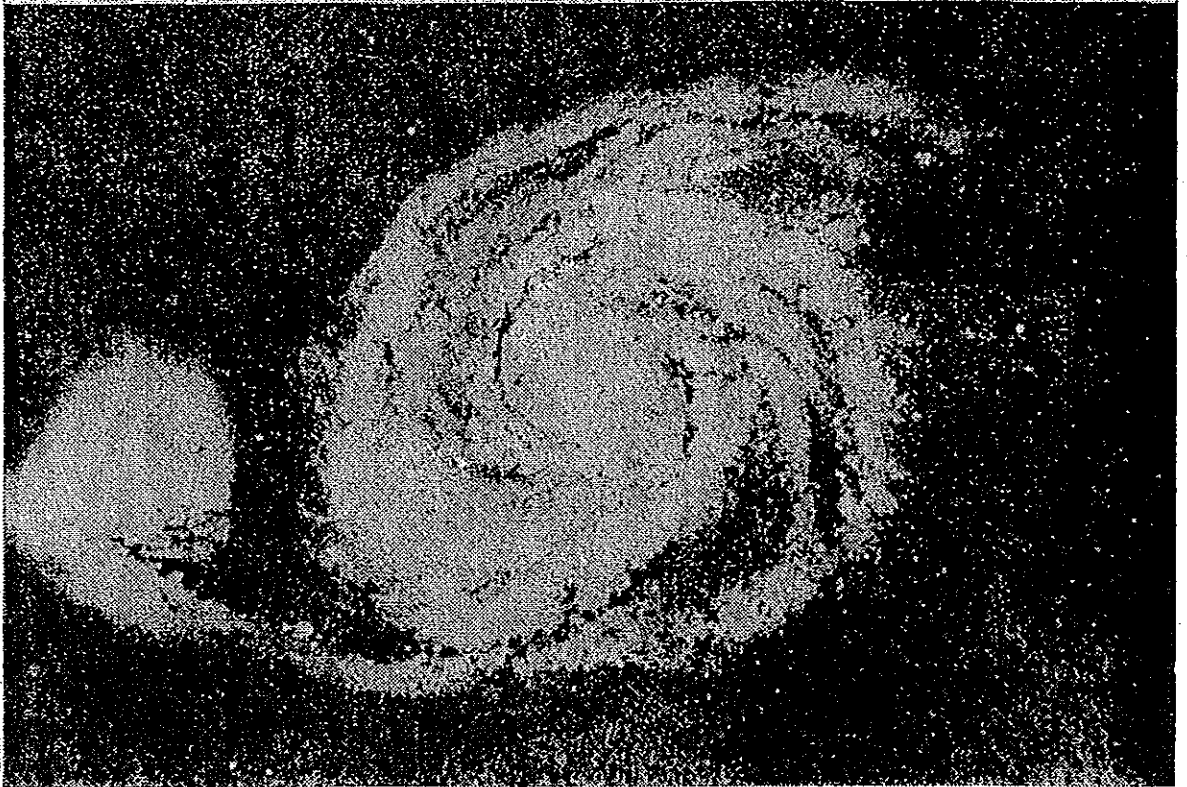
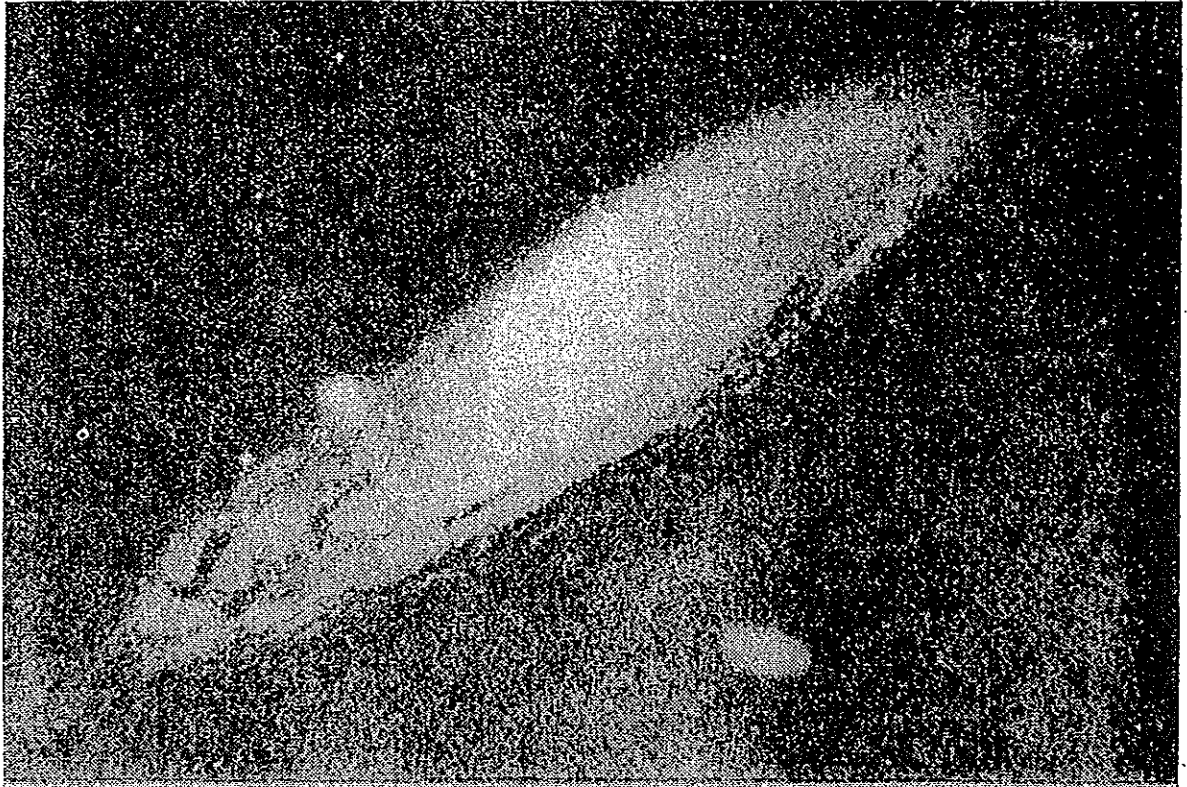
我們的宇宙大概就是這樣。不同處在我們的宇宙是在一四度空間球體的表面（一球體若為四度，則表面為一三度空間）。這個四度球不斷的膨脹，在它表面的我們便觀察到星雲移動的現象。從現在的膨脹速度來看，宇宙大概起源於一百二十億年以前。當然這只是一種可能性，宇宙可以沒有一個起源而只是不斷的收縮和膨脹。

那麼宇宙有多大呢？以前的人相信宇宙是無限的，只要我們能造大些的望遠鏡，就能看到以前所見到和以前所見不到的新星雲。但現在出現了一個可能性，宇宙是有限的。我們說這有限，並不表示到了某處，有一個牌子寫着：「宇宙到此為止」。我們的有限是無界的有限。如正汽球的表面積是有限的，但却沒有任何的邊界。若我們在汽球表面劃一條直綫，我們可以不停的劃下去。宇宙也是一樣，我們若駕一太空船以直綫航行，可能在許久許久之後，回到我們的地球。

這個情形和中世紀的人對地球的觀念一樣。初時他們以為地球是一個平面，大洋伸展到無限。有些人相信大洋有一個盡頭。其實二者都不對。我們可以一直向西行而回到原來的地方。



河外星雲



河 外 星 雲

科學家們還提出了另一個可能性：我們的宇宙可能不是在一個四度球的表面而是在一個四度超雙曲綫體的表面。這又比較難想像一些了。三度的雙曲綫體是一個馬鞍形的東西，假設我們是二度空間裏的人，那麼我們所屬的銀河將是一個平面橢圓而不是一個有厚度的碟子。許多這樣的銀河分佈在一個馬鞍的表面上。

到目前爲止（一九七二年），天文學家仍未能決定我們是生活在一個四度球的表面還是一個四度超雙曲綫體的表面。不過，在觀察的準確性提高之後，這個問題將會解決。

宇宙的起源

宇宙正在一個膨脹的狀態之中，將來，它有可能由膨脹而變成收縮，也有可能不斷的膨脹下去。至於過去，我們會推想很久以前，整個宇宙的物质集中在很小的空間內，經過一次驚天動地的爆炸，物質向外四散而膨脹成今日的宇宙。這一派的宇宙論稱爲「霹靂說」。另一派的學者則認爲宇宙是不斷的膨脹，而新物質亦不斷產生，在任何時間，宇宙如一，沒有始，也沒有終。這一派稱爲「永恒論」者。

在目前的天文觀察技術，我們尙未能分別出那一個理論是錯的，但一般科學家認爲「

霹靂說「真的可能性比較大。換言之，宇宙真的可能有一個起點，在那一剎那，宇宙就被「創造」出來。

有些宗教家會說：「呀！這不是我一直在告訴你們的嗎？現在畢竟科學也支持我們了！」我們要說的是：宇宙有一個時間上的起點，和它是由神所創造的根本拉不上任何關係。你會問：「在那一聲霹靂之前是甚麼？若沒有超自然的力量，何來那一聲霹靂？」我可以舉一個例來回答：古時的人看見行雷閃電，就想：「好奇妙呀！爲甚麼會有行雷閃電？若沒有一個神，何來行雷閃電？」在當時的科學實驗能力限制之下，他們不可能作出一個答案。到了後來，科學進步了，人發現可以由一些很簡單的假設（電磁理論）而合理地解釋這一切，而不需要假設有一個神。假設了一個神，並不能預言甚麼時候會閃電，而運用科學理論的氣象台可以預言甚麼時候閃電。

宇宙的問題，也是一樣。我們現在的實驗觀察能力還不能讓我們知道宇宙的起源是怎樣，被甚麼所「創造」的。在科學範圍以外的東西，我們容許一切的可能性存在，祇要它不自相矛盾。但當實驗技術進步了，科學的範圍伸展到問題的所在時，我們就可以在無限的可能性中，分辨出那一些是錯的。承認科學的局限性，在不能回答的情況下回答「不知道」才是真正的科學態度。

至於把「霹靂說」和某一宗教的創世觀連結起來，說「科學證明聖經」更是無稽之談。事實上，科學和聖經的敘述衝突極大。「創世紀」第一章說：神先造光暗，再造地球，青草，菜蔬，日月，而至星辰。而天文學家清清楚楚表明先有星辰，因為我們可以看出許多星的年齡都比太陽大。再有太陽，然後有地球。在地球的大氣層形成，隔去太陽的紫外綫以後，才有植物。這只是聖經和科學許多衝突的其中之一。但在討論科學的方法時，我們說過：任何理論假設，只要一點和事實不符，這個理論就必須被拋棄，至少被修正。從上面這一例看來，我們就可以說就算不放棄基督教的神，也至少要放棄聖經的第一章。

第三章 生命的起源

生物學的基礎

生命的起源是許久以前古代的思想家已開始考慮的問題，到了最近人又發現了一個同樣有興趣的題目：地球外有沒生命呢？對於前者，我們已可以用科學的方法去研究，並且掌握了部分的答案。但後者，在目前實驗技術（如長程太空飛行）的限制下，只能在猜想的階段。但樂觀的科學家們相信，不久的將來便會得到初步的資料。例如火星便可作為研究這問題的第一個目標。

研究第二個問題，我們是有一個困難，目前所有生物學上的知識，都是在地球上獲得。換言之，這門科學的正確性，受到一定時空的限制。這是它和物理、化學不同的地方。由行星運動、恒星光譜和星際空間光譜等現象，我們知道古典力學、電磁學、量子力學和分子結構等理論在幾萬光年外仍然有效。由於我們望去遠處等於回望過去，我們又可以說這些理論同樣能應用在幾萬年前的宇宙。但在生物學來說，我們仍不能知道太空外的生物是否遵從地球上的生物定律。

在古時，當人類對生物的本質知道很少時，所有的生物活動都歸功於神的作爲。但在文藝復興和工業革命之後，人瞭解到天體運動不過是遵從一些定律而運行，他們也就開始懷疑生物是否也是由一些機械定律所操縱。當他們一時找不出這些定律時，就有人灰心悲觀而說所有的生物均具有一種特殊的「生命力」，不能由機械定律所解釋。

但亦有一派的唯物論者，他們相信一切的生物活動，最終都是由物理定律所演化出來。他們相信構成生物的分子的相互作用，完全控制了生物的思想 and 行爲。隨着時間而前進的生物學，似乎逐漸肯定了他們的信念，所謂「生命力」的概念，到今日已沒有一個生物學家覺得它有存在的必要了。一門新的科學：分子生物學在過去幾十年有了驚人的發展，它們發現生物的一切不外是原子的組合，並且成功的解釋了許多生物活動。假若這是真的話，那麼太空外的生物，很可能和我們有相似的結構，因爲它們和我們有相同的物理定律，應該也受相同的生物定律所支配。

生命的定義

在日常生活中，我們可以很容易地把生物和無生物分別出來。歸納一下，我們發現日

常生活中的生物都具有下列特性：（一）生殖。（二）死亡。（三）生長。（四）感應。（五）外界能量的應用（動物來說是求食，植物來說是光合作用）。（六）能量的貯藏。（七）廢物的排洩。

觀察一下上面七點，我們可以看到（四）、（五）、（六）和（七）有極密切的關係。這幾個特性有同一的目的：供應必要的能量作生長之用，在生長停止之後，作活動時的消耗。而（一）和（二）也是不可分離的，因為生物若不死亡，也沒有生殖的必要。生殖使一種（SPECIES）的生物能繼續存在。爲了使一種生物的結構、形狀和特徵在每一代中保持相似，這需要一種遺傳的作用。換言之，母體必須把一些遺傳物質給下一代，而這遺傳物質包括有龐大的資料系統，將來能詳細地指示子體怎樣重建和母體一樣的結構。

在我們看來，上面這七點可作爲一個合理的生物定義。對於地球上的生物，我們還可以加上一個特點：它們主要是由碳氫氧氮的高分子化合物所組成，而用脫氧核酸(DNA)作爲遺傳的物質。

提出了這個定義之後，我們要想的問題是：在生物和無生物之間，有沒有明顯的界限呢？如果答案是肯定的話，那麼生物和無生物之間是有基本的不同。而造成這不同的原因可能是生物具有一種無生物所缺乏的東西，或叫做「生命力」。若答案是否定的話，那麼

所謂生命的定義將會是純粹人爲的。同時，生物是由無生物所進化而成的可能性大大的提高。

向我們周圍一看，我們很容易看到狗、樹、魚等等都是生物，而石頭、水、空氣等只有很簡單的化學結構——很簡單的無生物。要分辨出生物和無生物有沒有基本的不同，我們必須比較所知的最簡單的生物和最複雜的無生物。

新陳代謝的秘密

在化學觀點而言，一切生物都是由核酸、蛋白質、脂肪和碳水化合物四種分子所組成。這些分子又分別由龐大數目的原子所組成（主要是碳、氫、氧、氮的原子）。單看這些分子，它們都是無生物，因為它們似乎不具有上述的七種生命特性。但爲甚麼它們合起來就具有那七種特性呢？究竟生命的奧秘在那裏？在二十世紀五十年代之前，因爲這個問題尚未得到解答。許多人就認爲，生物多於構成它的物質的總和，而其差別就是「生命力」。

可是答案終於被找出來了。我們先看生物「新陳代謝」這一個特性。許多無生物化學

分子都能吸取外界分子來增大本身，但我們並不說那分子是生物。因為它吸取的外界分子並沒有經過變化，只是附加上去。而生物能將外界分子拆開（異化作用）而重建成本身的分子（同化作用）。這個變化的關鍵在一種叫酶的蛋白，它是新陳代謝的催化劑，指導食物的分解和體質的構成。生物有各種不同的酶各指導不同的化學作用。新陳代謝的秘密就在這些酶裏面。如果我們能用物理定律去解釋這些酶的產生，那麼至少在新陳代謝裏就沒有「生命力」存在的必要。而生命特性中的（四）、（五）、（六）、（七）就能用物理定律完全解釋。

酶是蛋白質的一種，而蛋白質却是由二十種氨基酸所排列而成。不同的氨基酸排列就得到不同的蛋白質。那一種酶是決定於構成它的氨基酸是那幾種和它們的排列法。

分子生物學家們發現，秘密全在DNA裏面。DNA是由兩個螺旋構成。兩個螺旋連接的地方就是C·T·G·A四種基。而A只能與T連接，G只能與C連接。所以，若一個螺旋有TCAGAGTGAC……的排列的話，另一個必須是AGTCTCACTG……；後來又發現三個字母代表一種氨基酸。例如AAA是一種氨基酸而ACG又是另一種。這些字母排列和氨基酸的關係統稱遺傳密碼。

從生物到社會

我們看到每一個DNA的螺旋都有自己的密碼排列。若兩個螺旋分開了，把游離的A、T、C、G配上一條螺旋時，所成的雙螺旋必和以前的一樣。就用類似這個方法，DNA產生了一種叫RNA的分子，RNA帶着DNA的密碼，離開了細胞核，出到原生質中，並在那裏指導酶的製造。製造的方法很簡單：游離的氨基酸一定要根據密碼的排列，因此一種RNA就製造出一種酶來。

到了現在我們已看到新陳代謝全無神秘可言，那麼生殖和遺傳呢？每一個生物都從上一代得到一定數目的染色體，而在染色體內的就是DNA。換言之，上一代把一套製造蛋白的密碼傳給下一代，下一代有了這套密碼就可以生產和上一代同樣的酶，進而蛋白、脂肪，而具有和上一代同樣的外形和結構。

最初級的生殖是分裂，而分裂的基本是由於DNA的分裂。一個DNA分成兩個單螺旋，而每一個單螺旋又可以吸取游離的C、A、G、T而成兩個完全相似的DNA。總括來說，生殖只不過是一種化學作用，一種A—T，C—G連接的作用。

由以前的討論，我們可以總結說：一切的生命現象，都可以由化學完全解釋。而化學已清楚地知道可由物理學完全導出（主要是量子力學和電磁理論）。因此我們可以說：在自然科學中，物理學裏的假設是最基本的，由它們我們可以解釋一切（化學、天文、地質、海洋、生物以致生理）。

在生命的問題解決了以後，我們很自然的進一步想：心理學的問題可不可以由生物學解釋呢？社會學又可不可以由生物學和心理學完全解釋呢？若兩者的答案都是肯定的話，那麼，不只自然現象，連社會現象也可由物理學演化出來。由於現時科學進度的限制，我們仍不能對上述問題給予答案。不過，這信念的真實性是很有可能的。

在個多世紀之前，人不但相信這樣的可能性，他們甚至不相信人的活動和思想可以納入科學的範圍。他們以為人有一個「自由意志」或靈魂去引導人的思想和行爲。這「意志」既稱「自由」，就是不服從任何的規律。「自由意志」的擁有，使他們覺得人是超乎禽獸的，甚至是神特意所造的。科學的進展，使人的「自大狂」又一次的破產。我們發現歷史的進展，社會制度的轉移，經濟活動的變化，都是有跡可尋的。社會的一些現象，是可以由數條假設所解釋的。這些理論的例子，著名的有馬克斯的經濟歷史觀，他認為社會制度的變化可以由人對平等利益的追求而解釋。佛洛伊德的性心理，他相信人的行爲許多

可歸源於性的要求。此外尚有北高的氣候歷史理論，凱恩斯的經濟理論等等。隨着這些理論的出現，科學已踏入社會的範圍，時至今日，已沒有一個有常識的人（除了一些極端保守者）不承認人類行爲和社會表現，是由一些定律所控制。人已不如過往所想的「自由」了。

遺傳與進化

上面我們談到了遺傳因子的主要化學成分DNA的結構，並說明了DNA所帶的遺傳密碼能把生物的特性一代代的傳下去。如此說來，生物的特性就千古不易了。事實是否如此呢？

讓我們假想DNA上某一個基A，它的分子結構突然起了變化，在和游離的基接合時，錯誤地接上一個C而不是應有的T，那麼在這雙螺旋分開之後，帶有C的那一個螺旋就會接上一個G。合成新的DNA就和原來的不相同，而遺傳密碼就因此改變了，這改變會一代代的傳下去。

生物學家們發現高能射綫（如X光）可以把DNA上基的化學性質改變。換言之，一

個生物受了高能射綫的影尋之後，也有了它本身不同結構的可能。這種遺傳因子的變動，我們稱爲突變。

從遺傳學中我們知道這突變的結果可以隱藏數代，也可以在下一代馬上顯現。無論如何，在顯現出來的時候，這生物的結構和它的祖先不同，因而環境對它有不同影響。如果這經過突變的生物比原來的生物更能適應環境時，一部分原有的生物就可能在未能生殖前死去。因爲來了比它更強的競爭者。結果是：含有突變遺傳因子的生物愈來愈多，而原來的生物愈來愈少。

舉一個例：英國的一種蛾，本來是淺色的，能附在淺色的樹木上而不被發現，避免給鳥類作爲食物。有突變遺傳因子的蛾是深色的。在工業發展後，工廠噴出的黑烟把樹木都薰黑了。原來的蛾失去了顏色的保護而突變了的蛾却佔了便宜。結果是含有突變因子的蛾愈來愈多，過了五十年，那地區的蛾差不多全是深色的了。

上面所講的作用，就是達爾文所提出的「自然選擇」。原有的生物可能因此絕種，而一種新的生物出現。一般來說，結構複雜的生物比結構簡單的生物更易於適應環境，假若一生物經突變而變成比較複雜，他可能適應新的環境，例如從海中移到陸上，而在新的環境內大量繁殖。這就是進化論最粗淺的解釋。

從進化論談自由

在考古學家的協助下，生物學家們從無數的實驗證據中，發現了一切的高等生物都是由低等生物進化而成，而「突變」和「自然選擇」就是進化的兩個基本力量。多細胞的生物由單細胞生物進化而成，而單細胞生物由蛋白質加核酸演變出來。蛋白質和核酸又是由簡單的化學分子慢慢合成。最原始的地球主要只有氫、氮、甲烷和水等幾種分子。進化到了人類，已能漸漸地控制他的環境及改變自然，因而「自然選擇」失去了重大的影響。這一個由簡到繁的演變，就是地球生命的進化史。

現在我們考慮一個問題：一個單細胞的生物，像變形蟲，它能自主的移動，捕食；一個高等生物如人的細胞，反而一舉一動受其他細胞（如腦和神經）的控制，是不是它的自由比一個變形蟲還少呢？爲甚麼一個高等生物的細胞，反不如一個低等生物的細胞？

這個問題答案的根源在於「自由」這一個概念的涵義。「自由」、「平等」是現在許多人喊的口號，追求的理想。事實上，「自由」和「平等」是有很大的不同的。從人類的歷史和經濟發展，我們發現人有追求平等的本性。從奴隸社會到封建社會，到資本主義社

會再到社會主義社會，都是人類追求平等的過程。在這過程中，我們看見新的社會制度總是比舊的有較平均的利益分配。我們可以說：平等是人類生存的目的之一。

再有沒有其他的目的呢？人類除了要平均地分配生活所需外，是想追求更高的生活水準。國此人類不斷的改進生產技術，增加整個世界的總生產額。從漁獵到畜牧、耕種、紡織再而機械化、自動化都是對較高生活水準追求的表現。

那麼自由呢？如果我們小心地看一下，竟發現人類的社會愈進步，人的自由就愈少，舉一些例：在遠古的時候，人可以用石頭殺掉隔鄰山洞的人，搶去他的獵物而受到任何懲罰。他可以天天不停的打獵，然後長時期的休息而不須遵守甚麼工作時間表。假如他發現了鴉片，他可以隨意吸食，享受那眼前的快樂而不受任何人的阻止。他更可以天天遊樂而不須受甚麼十二年的強迫教育。

從這些例子我們可以看到，個人的自由並不代表他個人的利益。另一方面：社會愈進步，法律就愈多，你能隨意做的事就愈少。不能過馬路必要看一看柱上燈的顏色，在一個二百年前的人看來，這真是對他自由的絕大剝削。

問題是，社會的存在，使人類能夠高效率地工作，享受更高的生活水平。沒有社會的人類，最多只能耕幾畝地，養幾隻雞，織幾匹布，絕對不能有今日人類的物質享受，他們

是會隨時受到天災、疾病、敵人、野獸去搶掉他們的生命和財產。人類的合作到社會的產生，免除了他們這些痛苦。要求一個人和其他的人合作，就直接地減少了他個人的自由。人類的社會愈進步，分工合作就愈精細，人對社會的依賴就愈多，他個人的自由就愈少。在農村社會中，若有強盜來打劫某甲，每個人就得半夜起來幫忙把強盜趕跑。在一個國家裏，若有外敵要侵畧一個省，其他省的人就有責任拿起武器上戰場，雖然他非常有可能因此而戰死。

那麼反過來，是否自由愈少則社會就愈進步呢？這不一定是。例如一個獨裁者，可以剝削了人民的自由而使他的幸福減少。希特勒就是一個例子：給德國人帶來了家散人亡的悲慘後果。但一羣有知識，能作妥善計劃的政治家和經濟家，就能把人民的生活改善，雖然人民失去了他的一些自由：每事決策的自由。

問題的關鍵在：整個社會利益的進步，代表了個人利益的進步。人類犧牲了自由：却換得了更高的生產效率。回看生物的例子：一個人體細胞，雖然他的活動受到很大的限制，但其他細胞的合作使它常有充份的食物去生存，完善的保護去避免爲外物的吞食。最主要的是：他們的分工合作，造成一個神奇的整體，這整體的活動能力，遠遠地超過一個細胞之所能。

雖然，合成這一個整體，未必是一個單細胞所願望的。但在化學和生物定律的支配下，在「自然選擇」的控制裏，他們只有一步一步組成更複雜的整體。

假如我作一個大胆的假說，人類社會也是一樣。個人未必希望組成一個高度發展的社會，但由於社會定律的存在——人要平均地分配最高的利益——社會的進步是不能避免的。對於將來的預言是：這個複雜的社會結構將可以發揮現在所不能想像的效能。組成它的「細胞」——個人——只擔當非常小的一份工作，而他只有服從社會的一切規律。換言之，人將生活在一個權力高度集中的社會中，而這社會的一切決策及行爲，又是爲了大多數成員的利益。

假如你的手不幸患上了癌症，我想你會毫不遲疑地請醫生用輻射把有病的細胞和附近的細胞完全殺死。被殺的細胞可能會抗議，說他們無辜的被犧牲了，但爲了整體的幸福，你的腦細胞不能作出以上的決定。我所幻想將來的社會亦將是一樣，在這權力集中的社會中，犧牲是會有的，但這犧牲對於社會來說是有意義的。

這只是一個推理的幻想，事實是否如此，要看將來的發展在證明。但這生物和社會的比喻，是源於生物和社會定律的存在。

不可抗拒的歷史車輪，似乎會把這幻想推向事實。但不要忘记，人在能影响及改變環

境之後，就似乎中止了生物進化的道路。社會進展到甚麼程度，可能中止這一生物進化呢？又在中止了之後，進化又會用一個甚麼形式發生呢？這一切有趣的問題，只有待將來才能解答。

第四章 科學和今日的社會

科學和哲學

哲學常給我們一種高深莫測、神秘難懂的感覺。它所研究的問題又好像是最基本，最重要而又最困難的。究竟哲學是甚麼？這是需要有一個簡單而正確的認識的。

在科學還未出現之前，一切的哲學都是形而上學。形而上學就是單用人的思想去瞭解宇宙、人生的奧秘，找尋存在的真理。形而上學家們認為只要一個人夠聰明，他就能從思索而得出一切問題的答案。他們認為世上存在天經地義的真理，他們的興趣是宇宙萬物應該是怎樣怎樣，而非宇宙萬物究竟是怎樣。例如亞里士多德認為女人的牙齒比男人少，他覺得無須去看一看究竟是否如此。我們前面舉過一個例：哲學家們一向認為行星軌道應該是圓形，到了開普蘭時，從觀察發現並非圓形時，形而上學的思想方法才開始受到懷疑。那麼形而上學有沒有因此而消滅呢？並沒有。因為幾千年來這種思想方法已深深印在人的腦中，連大科學家牛頓也不能免俗。牛頓追隨笛卡兒的哲學觀，認為一切物體的自然運動

應該是等速而直綫的。在他所提出的運動定律時，他並不是說他如何用實驗去證明它的真確性，而是用形而上學的觀點去說他們必須是如此。

雖然科學已發展了好些時間，但形而上學的思想方法到了二十世紀才被徹底打倒。這個世紀以前，培根和赫胥黎已強調實驗的重要性。到了二十世紀邏輯實證論的興起，人類才正確地瞭解到，一切不能用實驗觀察支持或否定的論點，都是沒有意義的。

但是不是不作實驗，我們就不能討論問題呢？這也不是。對於一個理論，我們有兩個批判的方法。第一是真不真，第二是有沒有自相矛盾。我們已知道真不真只能用科學來判斷，但有沒有自相矛盾就可以用純邏輯來解決。一個自相矛盾的理論，當然不能成立。換句話說，不作實驗觀察，就只有破壞而不能建設。我們能指出某理論是錯的但却不能拿出一個新理論去代替它。

舉個例：過去的幾個世紀，有很多哲學家攻擊聖經，例如伏爾泰和雪萊，他們指出了聖經內部的矛盾，但不能再進一步。到了今日，我們掌握了一定的科學知識之後，才能用歷史、考古、天文、地質和生物的發現去指出聖經為不真。

過去的哲學家有很多，理論也出過不少。但總是不久就被後來的人攻擊得一無是處。讀哲學的人最煩惱的是：究竟誰是對的？我們必須承認他們有一定的成就，而成就主要在

概念的澄清。例如甚麼是可知，甚麼是不可知？甚麼是知識，甚麼是慣例（CONVENTION）？至於他們所提出對於客觀世界的理論，則往往是純粹形而上學的空想。過去的哲學家們對所謂「先驗」的知識很感興趣，他們認為世上有若干事是天經地義的，必須如此的。例如康德就認為歐幾里德幾何是「先驗」的。現在我們發現：許多所謂「先驗」的東西，都不過是日常生活所見，習以為常的東西罷了。或是一種原始的感覺而已。一個形而上學家由於只思想，不實驗，一切所能想到的只是他日常生活的反映，於是他就認為那件事是天經地義的。

不錯，我們每日所見的空間，圖形規律，都是歐幾里德的。但是否歐幾里德幾何就是「先驗」的呢？羅伯切夫斯基第一個提出非歐幾何的可能性。歐幾里德幾何公理中的一條是：從直綫外一點，可作也只能作一條平行綫。（平行綫的定義為兩條永不相交的直綫）。羅伯切夫斯基更改了這一個公理，而用了一條新的公理：從綫外一點可作無限條平行綫。從這個公理他得到一套與歐氏幾何不同的定理，也是第一套非歐幾何。後來又有人用了這樣的公理：從綫外一點，沒有一條直綫可平行於原來的直綫。於是又得出一套新的幾何。（舉一個例，在球體的表面就沒有兩條直綫可以互相平行。因為球面的直綫是大圓，而所有大圓都必相交）。數學家們證明了這些非歐幾何與歐氏幾何有完全平等的地位。

黎曼又證明了幾何有多種，歐氏幾何只不過是其中之一罷了。愛因斯坦更進一步指出我們的宇宙很可能是非歐幾里德的。

於是哲學家們大起恐慌，這樣明顯的事怎能是錯的呢？過一條實在的綫外的一個實在的點，怎能作無限條平行綫呢？不錯，是明顯，但明顯不等於對。唯有經過精密的實驗和詳細的邏輯推論，我們才能離開日常生活感覺的束縛去尋到隱藏着的真理。

到了今日，哲學已成爲「科學的哲學」的代名詞。哲學在科學方面的任務有三：一是審查科學的方法，進一步尋求正確的思想途徑，檢驗邏輯運算，使之更趨完善明確。二是分析科學的概念：如時、空、力等，及它們在理論結構內的地位。第三是從科學的發現，推想其可能的結果和影響。同時，追尋新理論所含的基本假設。

事實上，相對論的出現，改變了幾千年對時空的看法，量子力學的形成，考驗了因果律的根本並動搖了物質存在的信念。

我們過去常說文、史、哲，但今日三者的關係已不如過往的密切了。過去的文學家常兼任哲學家，但現在的哲學已非一個只寫詩賦文章的人所能勝任的了。

若我們想學哲學，怎麼辦呢？第一是學習邏輯運算，避免思想的混淆和矛盾。第二是大量吸收科學研究的結果，確定真假的觀念。傳統大學裏的哲學系，讀的都是哲學的歷

史。哲學史可以讀，但要持着批判的態度。光讀哲學史可以給你一點常識，但不能使你成爲二十世紀的哲學家。

科學與教育

在討論某一個教育制度的好壞以前，我們必須首先找出該制度的目的是甚麼。以今日來說，世界上大部份的教育（除了少數殖民地之外），都是以增進本國人民的幸福爲目的。明白了這個目的之後，我們再看它的制度能否有效地達到該目的。是的話，則該制度是好的制度。在下面的討論中，我們對好壞的標準就是如此而定。

目前世界的一般教育範圍，可劃分爲三大部：一是專業訓練，二是常識學習，三是藝術修養。第一部分的教育是最實際的，它的效果亦是顯而易見，而後兩部份的影響則是較長期性。雖然三者都是爲同一目的而服務。專業訓練使學生能有一技之長，使他可以謀生，可以直接服務社會人羣。在大學課程中，這一部份包括醫學、工程、法律、教育、新聞、軍事、農、礦等科。工業學院的課程則包括會計、工業技術、社會工作、應用商科等等。在技術學校的課程則包括金工、木工、電工及其他。學生受了這些訓練之後，可以馬

上投入工作，在國民生產中作出貢獻，提高人民生活水平。在落後國家中，這方面的教育當然較受重視。另外，在「金錢掛帥」思想充滿人心的地方，這一方面的教育也被看得最重要，因為它能馬上帶來金錢和物質的報酬。

但是否有了這一種教育就足夠呢？我們可以看一個例子：戰前的日本在專業教育做得非常成功，使國家十分強大。但在第二方面：常識教育則很貧乏。造成大部份日本人只是有專長技術而缺乏遠大眼光。加上在軍閥財閥的矇蔽下，終於發動大戰，造成對己對人的痛苦結局。

那麼第二部份的教育，其目的又是甚麼呢？主要是訓練一個人有判斷的能力。所謂判斷，就是對是非的判斷。要分辨是非，必要先對外在世界有一個認識。是非只存於客觀世界而不存在於主觀世界。所謂常識學習也就是去瞭解客觀世界的規律。換言之就是科學教育。這部分所包含的學科我已在第一章列了出來。

明白了行雷閃電、海嘯地震這些自然現象的來由避免我們陷入迷信。明白了人類歷史發展的過程有助我們對社會制度的抉擇。過去許多許多人類的痛苦有些是由無知而引起。中國過去的人以為符水道士可以治病而犧牲了無數人民的性命，中世紀的歐洲教會由於盲目的信仰而燒死了數不盡無辜的人。現在我們瞭解到唯有普及地給予人民足夠的常識，才

能帶來人類的幸福。

一百年前，有小學教育已可使一個人足夠地正確處理日常生活問題。後來逐漸發展到中學也是通才教育，大學才給予專才教育。但由於人類知識的膨脹，社會的演進，中學所得的常識已覺不夠了。在少數先進國家，大學已開始為通才教育而服務，專業教育在研究院才開始。

最後我們要談的是藝術修養。這一部門教育的主要目的是訓練一個人的思考力，其次是欣賞力和創造力。我們也可以說是主觀世界的改造。一個沒有受過這種訓練的人只能明白簡單明顯的事，而對複雜一些的事則茫然不解。我們可以看到從欣賞幾首旋律簡單的流行曲到欣賞貝多芬的交響樂進而巴托或史特拉文斯基的音樂有一大段距離；從識字讀報到瞭解「離騷」、「九歌」需要不少時間。一般人所謂艱深的藝術其實就是抽象性較強的藝術。

在另一方面，從我們日常生活中的歐氏幾何空間去想像彎曲的四度時空，更非一般人所能為。為了適應這一個日漸繁複的社會，有效地分析問題，思想訓練更顯得異常迫切。而數學訓練則是藝術修養這部份教育的最重要一門。

數學除了能加強我們演繹能力外，還能幫助我們看到事物隱藏着的規律。從千條萬緒

的表面現象中找到問題的核心。一個缺乏足夠數學訓練的人將不能作獨立的思考，他只能盲從別人或陷於矛盾和困惑之中。

最後，我想談一談民主與集中。在柏拉圖的理想國中，他幻想一個充滿智慧的超人，掌握着絕對的大權。他能從不斷變化的環境中，作出完美的決定，使他的臣民永遠生活在快樂之中。另一派相信絕對民主的學者們，覺得每一個人都應有決策的自由，權力是平均的，沒有一個的說話應該被特別重視。

在這兩個極端的見解中——一個是絕對集中，一個是絕對民主——我們應該怎樣看待呢？讓我們先看看前者，在今日如此複雜的社會中，要一個人對每件事作出決定而又能永不錯誤，那是不可能的。再看後者，如果我們把一個經濟學家的意見和市井小民的意見同等看待，不是很荒謬嗎？

今日人類社會，就是在民主和集中之間作不同程度的折衝。在教育不普遍的國家，無可避免地要用一小撮有學問的人作集中領導。在教育普及的國家，一般人應有較大的參政權力。

所謂「專制」和「民主」，它們都是一定歷史條件下的產物。假若我們能做出一個比人聰明千萬倍的電腦，它能準確地計算出人應走的道路，我們樂意接受它的引領。反之，

在一個愚昧的民族中施行絕對民主，只能帶給他們自己無窮的痛苦。但無論施行那一種決策方式，我們都必須明白：（一）決策是以全體國民的幸福為前提，而不是以一部分人的幸福為前提。（二）有強大的國家機器去執行已定的決策。

許多困擾人類幾千年的問題，在社會日漸進步的今日，已開始慢慢地澄清了。我們雖還未能解決一切問題，但科學最少讓我們清楚地知道問題是甚麼。

科學與文化

在十九世紀末和本世紀初，由於科學的迅速發展，引起了許多人的担心和憂慮。不少人恐怕人類的智慧和靈魂將因此而喪失，科學會將我們都變成了機器。「兩種文化」的爭論，亦到了最高潮。所謂「兩種文化」就是科學的文化和人民的文化。音樂家、文學家、美術家們認為人之文化是精神的，而科學是物質的，對科學不斷追求，只有破壞了人的精神生活，甚至剝奪了人性。有些人大聲疾呼，科學研究必須停止，及讓人類回復自然。時至今日，這種意見仍是非常普遍。奇怪的是：在科學發達的國家——美國，一般人反科學的態度最明顯。雖然，在學術界中，這個爭論已經不存在了，但似乎一般人仍尋不到解

答。

從以上的各章中，我們已得到一些科學的正確認識。首先，科學的目的在瞭解自然。物理學家費爾曼說過：「自然好像諸神所玩的一場棋賽，而我們是旁觀者。若我們看得時間夠長的話，我們會發現這棋賽中的一二規則，這棋賽的規則就是我們所稱的基本物理。」這譬喻同樣適用於科學。

我們亦知道，唯有從科學方法所得來的外界知識，才是實在的。去明白自然，只有一條路（最少在目前，我們只知道一條路）。那麼，科學是否「物質」的呢？無疑，科學的目標在瞭解自然，而自然只包含了物質而沒有其他，這樣看來，科學是「物質」的。但在追求科學知識的過程中，根據傳統對「精神」的定義，却必然是精神的。因為這個過程，並不是一個機械化的過程。我們不能把觀察結果放入一台機器而在另一端接收輸出的科學理論。從實驗結果到理論接出的中間，需要高度的幻想力。

舉一個例，二十世紀初，人們發現光，本來以為是一種波動，却有粒子的特性，而電子，本來以為是一種粒子，却有波動的特性。這些都是實驗的結果。加上原子光譜綫的排列，成為當時最大的謎，那麼理論呢？二十年代中，正確的理论被提出了。它大概是這樣：每一個有能量的物質系統，都可以由一個在無限度綫性空間的向量所描述，這向量稱

爲波動函數。這個波動函數服從一條包含二次偏微分的運動方程，稱爲波動方程。波動函數的絕對值平方，就是該系統在某一運動狀態中的或然率。

雖然我沒有把整個問題詳細地寫出來，但讀者可以感覺到實驗結果和理論之間有多大的距離。怎樣從一堆實驗結果中去想出一套理論能準確地解釋和預言實驗結果，不但沒有固定的方法可循，而且需要非常大胆的幻想。提出量子力學理論所需要的幻想力，我相信要比米爾頓作「失樂園」或歌德作「浮士德」時所用的幻想力爲多。

那麼，是不是幻想力就是所有呢？不然，首先我們是需要熟習數學這一門語言。作曲家要先學作曲理論，明白樂器音色，才能創作。畫家要先學素描、色調配合等基礎才能表現他自己想畫的。其次，幻想力是建立在已有的知識基礎上。今日每一個人都知道電視、收音機是怎樣的，但假如一個二千年前的人想像到這些東西，他必然有超常的幻想力。德布西能創出印象派音樂，因爲他是從浪漫派出來的，若他生在十七世紀，他根本沒有可能想到印象派。同樣，沒有麥克斯威在電磁理論的貢獻，愛因斯坦怎樣天才也想不出相對論。

回到「兩個文化」這個問題，許多人覺得科學是機械的，因爲他們把科學和應用技術混淆了。一個會計師的工作可能是機械化，一個醫生的工作可能是機械化，但一個社會科

學家，一個生物學家的工作絕不能機械化。我們可以把一個病人放在一副機器前面，而幾分鐘後由機器輸出他服的藥物（這是一個電腦判定法，不久將來可以實現）。但機器不能從實驗結果而創出一個理論，正如機器不能作出一部有血有肉的文學作品一樣。

人類社會在變化，人類的文化亦在變化。文藝復興之後，詩歌、戲劇、繪畫、彫刻、文學佔據了西方人的精神生活。十七世紀，音樂開始抬頭了，短短二百年中，經過了浮華派、古典派、浪漫派、印象派等等無數作曲家，出現了無數偉大的作品。那時有才華的青年最大的夢想就是擺脫家庭要他們學神學或法律的要求，走去巴黎學畫或到意大利學音樂。他們嚮往這些，不是因為金錢報酬，因為這一切都是沒有實用價值的。他們爲了追求這些理想，不惜挨饑受寒，因為他們相信已爲人類文化作出貢獻。

可是，每一門的文化藝術都爲它們的形式所限制，文學限於語言結構（例如拉丁族系語文限於聲的變化，不能發展高度的音韻學）。音樂限於我們所能聽到的二十至二萬週的音域，繪畫限於色彩和圖形結構。雖然二十世紀的音樂家們已擺脫了傳統和聲的局限，印象派畫家們已打破了寫實的範疇，但他們所能幻想和表現的，仍超不出上面所列的界限。我們要找尋一種新的形式，使幻想力能夠更高度地發揮，二十世紀的青年們找到了科學。

巴黎、佛羅稜斯和維也納再也吸引不到今日的天才們，他們都走到理工學院、科學研

究所去了。天才是不分界限的，我相信莎士比亞如若生在今天，他將是一個物理學家而不是一個詩人。相對來說，傳統文化的門牆之中，有能力的人就愈來愈少了。二十世紀四十年代到七十年代，沒有出現大作曲家或戲劇家，絕不是偶然的，因為這些藝術，由於他們本身形式的限制，已渡過它們的黃金時代了。

科學欣賞

這一個題目看來有點奇怪，因為我們一向只聞「音樂欣賞」、「文學欣賞」而從未聽過「科學欣賞」。為甚麼呢？因為它的重要性在過去是被忽畧了。事實上，直到最近這個題目才在一些國家的教育界受到重視。我在上一節已談到科學理論的創作是人類主觀幻想力的高度表現。這個創作的歷史也就是二十世紀文化的一部進化史。但是不是這如此重要的文化只有少數人才能欣賞呢？

如果有人說你一定要在音樂學院得過高級學位才有資格進音樂廳欣賞交響樂，或說你一定要做一個畫家才能入畫廊欣賞油畫。你一定會不同意。因為欣賞和創作是兩回事，我雖然不懂彈鋼琴，但無損我欣賞蕭邦的作品。

科學也是一樣。雖然一個人沒有進過大學讀經濟學或生物學，更沒有在研究院寫過高深論文，他一樣可以欣賞科學的美麗。但爲甚麼科學欣賞這樣不普遍呢？一個原因是大部分人根本不知道門外漢可以欣賞科學，主要的原因是：在過去科學「演奏家」非常少。大部分的科學家只是埋頭於自己小小的研究範圍裏，而很少人去把整個科學系統公諸於世人。雖然給科學工作者讀的學報多如牛毛，但爲一般大眾而寫的科學書籍少之又少。

過去的物理學入門課程，都是講些傳統力學，一大堆方程式，要學生計無數拋物體軌跡，靜力平衡的習題，學生對物理學的印象就是枯燥無味，複雜可怕。以香港中學生而言，提起物理就深痛惡絕的，真不知有多少。想讀理科的只有忍痛挨下去，讀文科的就干脆放棄。造成這個問題的原因，在於學生沒有得到科學欣賞的訓練。

拋棄了過去要入門學生「做」物理的傳統，今日所需的是培養學生對物理的欣賞能力。一個理想的高中或大學一年級的入門課程，應該讓學生看到整個物理的進化和結構。近一兩年在美國出版的入門教科書，多包括了下列各題目，從希臘埃及時代到十七世紀的科學史，天文學基礎，古典力學，電磁學，光與波動，熱力學，原子結構，相對論，量子力學，核子理論及基本粒子。方針在重概念而不重計算。學生看了物理學的美麗及多樣化，興趣自然提高。在若干學校開了新課程之後，文學院學生選修物理的大大增加。

許多人以為研究尖端物理學的人一定是和甚麼原子彈、死光有關係。在看間諜片時我們往往看到兩方特務展開生死鬥，爲的是要爭一名核子物理學家。這些錯誤觀念的造成都是由於科學和應用技術混淆了的關係。我們已多次談到：科學的目的在找尋隱藏着的自然和社會規律。欣賞科學的興趣就在於如何用人主觀的幻想去最確切地模仿這隱藏的規律。正因為我們不能尋到這規律的真面目，我們要不斷地用新的幻想去創立新的模型，使這模型更近似這隱藏的規律，才造成科學欣賞無窮的興趣。

例如過去我們以為自然規律都是一些代數或微分的運動方程，科學家所找的就是這些能解釋自然現象的運動方程。牛頓所尋到的物質點在重力場中的運動方程是一個很好的代表。後來在量子力學發展了之後，我們又發現了一些運動方程並不決定一切。它們只能決定一些自然現象出現的或然率。於是我們不能說某些現象將會是怎樣，我們只能說將可能是怎樣。

又例如這科學一向以為最基本的自然定律都服從幾種對稱性。它必定與位置無關（對座標平移有不變性），與方向無關（對座標旋轉有不變性），與時間的始點無關（對時的平移有不變性）及與左右無關（在左手座標或右手座標中同樣成立）。但在高能物理發展之後，我們發現有一種作用缺乏了最後一種對稱性。這些對稱性却是被科學界信奉了數百

年而被視為理所當然的，忽然有些對稱性被破壞了，我們可以想像到科學或所受的震驚和以前發現行星軌跡並非圓形時的震驚不相上下。

每一個科學家都相信自然是具有規律的，而這規律又是簡單的。但往往又發現並不如我們所希望的完美。觀察這些觀念的轉化也就是科學欣賞最重要的一環。作為一個二十世紀的人，我們有責任去瞭解和欣賞我們的時代文化。只有接近了它之後，你才能發現這新天地的廣闊和浩瀚。

· 參考書目 ·

這本書只不過是對科學的簡單介紹，如讀者想作較深入的閱讀，請參攷下列書籍：

(一) 科學的哲學基礎

1. 羅素·THE BASIC WRITINGS OF BERTRAND RUSSELL

(PUBLISHED BY SIMON & SCHUSTER, NEW YORK)

包括了羅素在文學、數學、哲學、歷史、倫理、政治、經濟和宗教方面的著作。大學程度。

2. 羅素·THE PROBLEMS OF PHILOSOPHY

3. EXPLORING THE UNIVERSE (EDITED BY AMERICAN COMMITTEE ON CONTINUING EDUCATION)

收集世界名家作品，由希臘時代至今。書之第一部有用顯淺文字介紹科學和哲學關係。

(二) 科學欣賞

1. G. GAMOW : ONE, TWO, THREE, INFINITY
不可多得的趣味讀物。包含了數學、天文、物理和生物的故事。作者是「霹靂說」宇宙論的始創人。
2. G. GAMOW : MR. TOMPKINS IN PAPER BACK
已譯成數十種語文，用幻想小說形式介紹科學理論。趣味性同時有教育性。初中以上程度。
3. W. BLANPIED : PHYSICS, ITS STRUCTURE & EVOLUTION
物理學入門教科書。用顯淺文字介紹物理學的新發展。高中及以上程度。

(三) 天文學與生物學

1. MACGOWAN & ORDWAY : INTELLIGENCE IN THE UNIVERSE
在電腦學家和生物學家的觀點來看人的現在與未來。
2. SHKLOVSKY & SAGAN : INTELLIGENCE IN THE UNIVERSE
兩作者均是今日世界的外太空生物權威。對天文和生物學均有詳細討論。