

桐鄉朱毓魁選輯

第四冊

國語文類選

上海中華書局印行



國語文類選

第十類 科學

科學方法講義

任鴻雋

(在北京大學論理科講演)

一引言

科學是歐美近三百年前來發明的一件新東西。這件東西發明以後，不但世界學術上添了許多新科目，社會上添了許多新事業，而且就是從前所有的學術事業也都脫胎換骨，迥非從前的舊態。總而言之，自科學發明以來，世界上人的思想，習慣，行為，動作，皆起了一個大革命，生了一個大進步。因為這個東西如此重要，所以我們要去研究，就是不能研究的，也須要懂得他的意思。但是要懂得他，須用甚麼方法呢？

設如現在有一件機器，就說一個發電機罷，要懂得他，須用甚麼法子呢？第一就是把這機器拆開，看他的構造；第二再

第十類 科學 科學方法講義

要看他構造的方法。把這兩件事都弄清楚了，纔曉得這件機器的運用。現在我們要懂得科學，先講科學的方法，也是這個意思。因為要懂得科學，須懂得科學的構造，要懂得科學的構造，須懂得科學構造的方法。

二科學的起原

科學的定義，既已言人人殊，科學的範圍，也是各國不同。德國的 *Wissenschaft*，包括得有自然人為各種學問，如天算，物理，化學，心理，生理，以至政治，哲學，語言，各種在內。英文的 *Science*，却偏重於自然科學一方面，如政治學，哲學，語言等，平常是不算在科學以內的。我們現在為講演上的便利起見，暫且說科學是有組織的智識。從這個定義，大家可曉得科學是純粹關於智識上的事，所以我們講科學的起原，不能不講智識的起原。

諸君曉得在哲學上有個極大的問題，就是智識起原論。因

爲古來的哲學家，對於這個問題意見不一，所以哲學的派別也就指不勝屈。現在取他們兩個極端的學派作爲代表，一個是理性派，一個是實驗家。那理性派說，世間一切現象的實際，是不易懂得的，我們要是靠了五官感覺去求真智識，最容易爲他們所騙。譬如看電影中的人物風景，活動如生，其實還是一張一張的象片在那裏調換。又如山前放一大砲，耳裏就聽了一陣雷聲，其實還是一個砲仗。反而言之，我們要是用心中的推想去求真理，倒還靠得住一點。譬如我們下一個定義，說凡由一點引至周邊之半徑相等者爲圓。這等定義，無論何時何地，皆可定其爲真，這不是真智識嗎？那實驗派說，世間的智識原有兩種，一種是理想的智識，如幾何算術等，是一種是物觀的智識，如物質世界的現象，我們不能不認其有客觀的存在。要研究這客觀的現象，除了用五官感覺，實在沒有他法；譬如但憑心中的理想和先天的知覺，我們斷斷乎沒有理由去斷定水會就下，或是水熱到百度是個甚麼情形，冷到零度以下又是一個甚麼情

形的。屬於第一派的哲學家，就是柏拉圖，奈不理慈，石賓洛，渣笛卡兒，黑格兒，康德一流人。屬於第二派的，就是培根，洛克，休姆一流人。現在不過略講智識起原論，以見科學的起原，實在實驗派的主張，爲正確智識的哲理上的根據。至於兩派的優劣得失，那是哲學上的問題，我們現在無暇講及了。

三、科學與邏輯

哲學家講智識起原，是要想得正確的智識。這邏輯的用處，就是爲求正確智識的是一個法則。理性派與實驗派對於智識起原的意見不同，他們所用的方法自然也不同。換言之，就是他們的邏輯不同。那理性派所用的是演繹邏輯，又謂之形式邏輯，那實驗派所用的是歸納邏輯。我們現在講邏輯的，都曉得亞里士多德是演繹邏輯的始祖，培根是歸納邏輯的始祖。說也奇怪，這亞里士多德不是很反對柏拉圖的哲學，自己又很研究實驗科學的嗎？但是他做起邏輯方法，却只得演繹的一半。可見當時邏輯與思想，原來不甚

聯絡，無怪中世紀的時代這邏輯就成了一種形式了。形式邏輯何以不中用呢？（二）因為形式與實質是決然兩物，形式雖是對了，實質錯不錯，邏輯還是不能擔保。譬如說：

凡當先生的的是學者，

某君是先生，

故某君是學者。

這個演繹的形式，可謂不錯了，但是其理是否確實，還是一個問題。（二）就算實質形式皆不錯了，但是應用這種邏輯來解釋事理，仍舊靠不住。譬如我們通常說，氣之輕清上浮者為天，氣之重濁下凝者為地，古希臘人也說，物質的自然位置，重的居下，物有反其本位的傾向，故下墜，用邏輯的形式講起來，就是：

凡物皆有歸其本位的傾向，

重的本位在下，

故重物下墜。

這個說法，本來和引力說有些相像，但是物有歸其本位的

傾向，同重物的本位在下兩句話，請問是否先天的理想可以定其為正確？若其不然，就是全篇的論理無有是處。

上面所引的兩個例證，非常簡單，但是所有的演繹邏輯，總離不了這個法門。這個法門為何？就是先立一個通論，然後由通論以推到特件。只要把通論立定，這邏輯的方法就成了一種機械作用。譬如車在軌道上，自然照着一方向進行，至於方向的對不對，邏輯是不管的了。現在要挽救這個弊病，自然唯有反其道而行之。一方面是暫時不下通論，而從特件入手，由特件以推到通論。一方面是用觀察及試驗，先求特件的正確。這從特件以歸到通論的辦法，就是歸納邏輯。歸納邏輯雖不能包括科學方法，但總是科學方法根本所在，我們須得詳細研究歸納邏輯的真義。

四、歸納的邏輯

講到歸納的邏輯，我們自然不能不先講培根，因為培根是主張用歸納方法最早而最力的。培根說，推理之為用，不當限於審察結論，及結論與前提之關係，并當審察前提之當

否。此已視演繹的邏輯進一步了。第二培根的主義，是要爲自然界的僕人或解釋者，而不願爲前人的僕人或解釋者。所以他的 *Novum Organum* 開篇就說要去四蔽。四蔽爲何？（一）是族蔽，（二）是身蔽，（三）是衆蔽，（四）是學蔽。去了四蔽，然後可去觀察自然界的現象。培根說我們第一個目的，是預備研究現象的歷史，這預備的方法，就是觀察與試驗。培根看得這種預備的工夫，非常重要。他說若無這種自然界事實的歷史，就是把從古至今的聖人聚在一堂，也沒甚麼事好做……但是只要把這種歷史預備好了，自然的研究及各種科學的發達，總不出幾年的工夫。

培根的歸納方法，有所謂三研究表，即（一）然類表，（二）否類表，（三）比較表。又有消除法，輔助法。但方法雖多，却不適用，所以培根自己於科學上并無發明，他的方法也沒人去過問了。但是他的功勞，就在主張實驗，搜集事實。這兩件事究竟是科學方法的基礎。我們現在講科學方法，還得要把創造始祖的名譽歸他。

歸納邏輯，在培根的時代，雖然是草創，沒有甚麼實用的價值；到了後來彌勒、黑且兒、柏音、惠章而、覺芬，一般人出來專講方法，一方面有加里處倭、客勃勞、牛頓、拉克謝、拉勃那斯、兌維、法勒榮，一般人由各科學方面實地應用，這歸納的方法，纔漸漸有軌道可尋，詳細可講了。如彌勒的五法，無論甚麼邏輯書上皆有的。現在也無暇討論，我們且說這歸納邏輯，究竟是一個甚麼意思。

據惠章而的說法，歸納邏輯，是由許多事實上，加上心中的意思，使衆多的事實成了一個有條貫的智識。譬如我們何以知道地是圓的呢？就事實上說，設如從相離很遠的兩點，同時直向北走，走到近北的地方，他們兩個人的距離，比較在南邊的時候，一定近了許多。有了這一個事實，再加一個地球呈圓形的意思，就使這兩個事實聯結起來，成了一種知識。這以心中的意思聯結許多事實的作用，就是惠章而的歸納邏輯。

二、彌勒的說法，歸納邏輯是由實驗以得通則，由特殊以推

到普通，由現在的情形推到未來。因為現在的事實，是因為有現在的境緣而後出現；將來若有同樣的境緣，我們可以決定同樣的事實仍舊出現。可見彌勒的意思，和惠韋而的意思不同。惠韋而重在以自己的意思，加入事實；彌勒重在就現在事實，去推測未來的事實；所以能推測將來，因為現在事實，正是普通規則之偶現故。

三、覺芬說，歸納法是自然現象之意思的發見。如凡欲研究之現象或事實皆經考察過，謂之完全歸納。如未經完全考察的，其歸納則為不完全。譬如言鴉是黑的，此為不完全歸納。因為鴉之必黑，無先天之理論可為判斷，設如明日見一白鴉，則我們的論理立破。故不完全歸納，只有數學上或然之價值而無邏輯上必然之根據。

四、近人魏而敦說，歸納邏輯是方法的分析。此方法起點於各個特例，由此分析的結果，可得自然現象實際的通則。因為搜集事實，易生錯誤。所以實驗之數，以多為貴。但使周圍情形能確然自定，就是一次試驗，亦可據為判斷。有時因為

他種困難，其現象的周圍情形極難確定。在這個時候，不能不多行實驗。但是這種實驗的結果，仍舊不能算為歸納，不過是算學上的或然數罷了。

照上面所說的看來，就是科學方法的專家，對於歸納邏輯的意義也是人持一說。但是他們有個共同的論點，是要從特殊事件中間發見一個通則。世間上事實既不能一一考察，而又新發見通則不至於錯誤，這其中必定有個方法。現在我且把這方法的大概寫出來，以下再詳細解說。

歸納法的大概：

- 一、由事實的觀察而定一假說。
- 二、由此假說演繹其結果。
- 三、以實驗考查其結果之現象，是否合於所預期者。
- 四、假說既經試驗，合於事實，乃可定其為代表天然事實之科學律。

五、科學方法之分析。

科學的方法，既是從搜集事實入手，我們講科學方法，自然

須先講搜集事實的方法。搜集事實的方法有二：一曰觀察，二曰試驗。

觀察 凡一切目之所接，耳之所聽，鼻之所嗅，口之所嘗，手之所觸，皆是。我們對於外界事物，能有正確的觀念，皆由五官感覺，所以觀察為搜集事實第一種利器。但是人人雖有五官感覺，能用這種觀察以得正確事實的却不容易。上面所引看電影聽砲聲諸例，有的是生理上的缺點，有的是物理上的現象，在科學上雖是不可，在常理上尙不能怪人；還有一種單為官覺未經訓練，致觀察不得正確的。相傳神學大學徐塔兒一天到課室去，一手托了一杯碱水把中指放在水內蘸了一蘸，却把食指放在口內，與學生看，叫學生照着他做；學生個個把食指放在碱水內，復又放在口中，自然都疾首蹙額起來。徐塔兒先生纔說，我說你們觀察不仔細，你們不服，你們不見我放在碱水內的是中指，放在口內的是食指嗎？這觀察事實是科學方法的第一步。要是觀察不正確，不得正確的事實，以後的科學方法就成了築室沙上，

也靠不住了。

試驗 試驗是觀察的一種預備，我們試驗的意思，還是要看他生出的結果；不過這種觀察，在人為的情形之下施行罷了。試驗有兩種特別的地方：（一）試驗可以於天然現象之外，增廣觀察的範圍。（二）試驗可以人力節制周圍之情形，以求所須結果。以第二目的而行試驗時，我們有一個規則，道一次只變動一個因子。譬如要試驗養素是否為生命之必要，我們就把一個玻璃鐘裝滿養氣，又用一枝蠟燭，把鐘內的養氣燃盡，然後把一個老鼠放進去。但是這個法子不對；因為鐘內雖沒有養氣，却還有他種氣體，老鼠要是死了，我們何以知其非因他氣的存在而死，不是因為養氣之不在而死呢？

試驗這事不是容易的。大凡學科學的，平生大半的精力，都是消耗在這試驗上。學科學的不會行試驗，就同學文學的不講字一樣，我們可以說他不是真學者。

有了觀察與試驗，我們可以假定有正確的事實了。照上面

所講歸納法的大概，有了事實，不是就可以定一假說以求天然現象的通律麼？但是事情沒有那樣快，中間還有許多步驟要經過的。

分類 有了事實之後，我們須得找出這事實中同異之點，然後就其同處，把這些事實分類起來。這分類的一法在科學方法上也極重要。因為要不分類，所有的事實便成了一盤散沙，不相聯屬。科學是有統系的智識，這有統系的性質，就是由分類得來。有些科學，如動物植物等，其重要部分，全在分類。即以化學而論，各種原素的分類，也是化學上一個重要的研究。化學中最重要的週期律，也是先有分類而後能發見者。

分析 分類之後，若在單簡的事實，我們就可以加以歸納（generalization）。若是現象複雜一點，還要經過分析的一個手續。分析的意思，是要把一個複雜的現象，分為比較的一個單簡的觀念。譬如聲音是個複雜的現象，我們若是分析起來，就有

一、發音體之顫動，

二、顫動之傳導於介質，

三、耳官之受動與音覺之成立。

所以這音的現象，可以分析成動與感的兩個觀念。這兩個觀念，在現在可算最簡單不能分析的了，我們分析的工夫，可以暫止於此。後來科學進步，或者還可分析，也不定的。歸納 歸納的作用，不是概括所有的事實，作一個簡寫的公式；是要由特殊以推到普通，由已知以推到未知。譬如我們看見水熱則成氣，冷則成冰，有氣液固三體的現象。又看見水銀也有這三種現象。又看許多旁的物件，原來是固體的，加熱就成了液體，再熱就成了氣體。（如蠟糖等皆是）我們就簡直可說，凡世間上的物質，皆可成氣液固之體，不過是溫度和壓力的關係罷了。照這樣的歸納，先有事實然後有通則，這通則就是事實裏面尋出來的，比那演繹法中間所說，因為重物的位置在下，所以向下墜的說法，迥然不同了。但是科學上這種明瞭的

事體却很少，每每事實的意思還未大明白，我們就要去歸納他。在這個時候，不能說歸納所得的道理就是正確的。所以把所得的結論，不叫做確論，叫他做假設。這假設的意思就是心中構成的一個圖樣，用來解釋事實的。

假設的作用，雖然不出一種猜度，但猜度也要有點邊際，方才不是瞎猜，所以好假設必要具下三個條件。

一、必須能發生演繹的推理，并且由推理所得結果，可與觀察的結果相比較。

二、必須與所已知為正確的自然律不相牴觸。

三、由假設所推得之結果，必須與觀察的事實相合。何以須有上三條的特性，方為好假設呢？也有幾個原故。

(一)要定假設的對不對，仍須事實上證明。所以有了假設，必須由假設中可以生出許多問題來。這由假設生出的問題，就是演繹的推理。解決這些問題，仍舊要用實驗，仍舊還是歸納的方法。譬如化學上的元子說，是由定數比例之定律及倍數比例之定律兩件定律得來的一個假設。有了這

個假設，我們就可斷定許多的化學變化。又據試驗上所得的化學變化，果然相符，我們才說這種假設有可存的價值。要是試驗多了，只有相符，沒有相忤的時候，我們簡直可把這假設的地位提高來，叫他做學說。要有假設不能演繹出特別的問題來，豈不成了永久的假設？這種永久的假設，有沒有是不關緊要的。

(二)因為我們的假設，不過是一種猜度，講到他的價值，自然不能比得已經證確的自然律；所以我們止可拿正確的自然律來作我們的鄉導，却不能犧牲自然律來就我們的範圍。譬如現今有人說鬼可以照像，這個說法，非把物理上一定定律推翻，是不通的。

(三)假設原是因為證明或解釋事實而設的，若其結果與事實不合，便失其為假設的理由了。

講到此處，我們可以評論培根的科學方法何以不能成功。因為他過於主張實驗，得了事實之後，只去列表分類，求他們的異同，要在異同之中發明一個通則，却不知用假設由

演繹一方面去尋一條捷路。正如運算的，只知加減，不知乘除，遇着 3×3 ，他便要去加二十五次，方得結果。況且有許多通則，并不是僅僅分類比較，所求得出的。再說上面歸納邏輯的時候，曾列舉惠韋而彌勒、費爾而敦幾個人的意見。一個說歸納是把所有的事實概括攏來得一個通則，一個說歸納只是據特例以推到通則，要是特例是靠得住的，就是一個也不爲少，特例要是靠不住的，就得去找幾個。我們現在曉得研究科學，不是僅把那明白單簡的事實搜集攏來，做一個簡寫的公式，可以了事。有時現象的意思，既不甚明白，事實的搜羅還不甚完備，我們也不能不下一個解釋，求一個通則。這種辦法，難道就不是歸納？不算科學方法嗎？所以我說他們所說，皆各有所當。就現在的科學的情形看起來，他們的話正是各得一端呢。可是諸君要問，既是現象的意思還不甚明白，事實的搜羅還不甚完備，我們何不留等一等，到那明白完全的時候再去歸納，何必急急忙忙的瞎猜呢？這話我說不對。因爲假設的職分，還是科學

方法的裏面，并不在科學方法之外。何以故呢？因爲有了假設，然後能生出更多的試驗，然後能使現象的意思越發明白，事實的搜集越發完備。所以假設這一個步驟，到是科學上最緊要的。現在科學的方法，所以略於極端的實驗主義的地方，也就因爲有假設這一步，可以用點演繹邏輯。學說與定律，假設經若干證明後，可認爲學說，上已說了。學說是經過證明的，所以可引來證明他種現象，假設則只能用爲解釋，不能爲證據。如電解說爲現在物理及化學上的重要學說，其所以成爲學說，正因化學上的電氣當量等實驗把個電解說鞏固得顛撲不破。原子說雖然沒有甚麼例外，但總覺得虛渺難測一點，還不算學說的。至定律乃是由事實中老老實實歸納來的，并不加以絲毫人爲的意思。譬如質量不滅之定律、能量不滅之定律、引力之律，定比例之律，倍比例之律，皆是直切簡明說一個事實，并且是說一個甚麼，并不說是怎麼。所以論理學上嘗說，如問物何以下落，答云因爲引力之律，不算答解，就是因爲未說怎麼的原

故。但是定律雖未說怎麼，他在科學上却是根本觀念，大家不要看輕了他。

假設與學說，既是為研究方便起見，拿來解釋現象的，所以沒有甚麼一成不變的理由。大天文家客勒勞研究火星運行，因發明橢圓軌道的學說，但他未得最後的學說以前，已經起了十九個假設，都因與事實不合棄去了。法勒第也說過書中所有的學說，不過科學家想到的百分之一，其餘的許多，都因不合事實，隨生隨滅了。這種說話，最可以表科學家的真精神及方法。

科學方法講到此處，可以略略作一個結束，我們現在且把歸納邏輯和演繹邏輯來比較比較。

- 一。歸納邏輯是事實的研究，演繹邏輯是形式的敷衍。
- 二。歸納邏輯是由特例以發見通則，演繹邏輯是由通則以判斷特例。
- 三。歸納邏輯是步步腳踏實地，演繹邏輯是一面憑虛構造。

四。歸納邏輯是隨時改良進步的，演繹邏輯是一誤到底的。

六。科學方法之應用

今世所以有科學，因為有科學方法。但是學科學的，却不大覺科學方法的所在。莊子說魚相忘於江湖，人相忘於道義。試看古今有名方法學家，大半皆不是專門科學家。他們何以要這樣不憚煩的講來？大約他們的意思，倒不是為科學家說法，他們的意思是，要把這科學的方法灌輸到他種思想學問裏去。就實際上講來，現在的學問，那一種不帶幾分科學的色彩。如心理學，本來是個空空洞洞的學問，現在也變成了一種實驗的科學。至如生計學，自從瑪爾秀人口論說明食物生殖以算術級數，人口生殖以幾何級數，供求相因的定律也，由一種想當然的議論變成一種事實的數量的學問。社會學處處以統計為根本，以求社會上利病禍福的原則。譬如研究犯罪者之多少，與不識字者之多少成比例，還不是科學的方法的應用嗎？至於教育學，現在更是趨

於實驗一方面譬如我們不曉得兩點鐘接連講下去，學生得益多些？或是把兩點鐘分成三門講義，學生得益多些？我們很可以揀兩班資質年歲同等的學生，用一個先生，分兩樣教法，一個星期以後，試驗他們成績，就可以知道那個方法好些。這種方法是美國教育界研究教育的始終在那裏進行的。就是現在寫實的文學派，實用主義的哲學派，那一件不是與科學方法有關係的？所以我說科學方法在一般學者，比較在科學家還緊要些。

七、結論

從前讀哈佛大學校長愛理阿君的演說，有一段講歸納邏輯的用處，講得甚好，等我把他引來作我的結論罷。歸納哲學的特性，在甚麼地方？何以能有那樣大的變化力，把實行他的人類的習慣，行為，風俗，政治，宗教，及一切人生觀皆改變了呢？歸納哲學，從觀察具體的及實際的事物入手，所重的是事實，既不想那種虛理亂測，也不靠上天的啓迪，所研究的，是實在的事物。可以是植物，或動物，礦物，也可以是固

體，液體，氣體，或以太；總要實有其物，可以眼見，耳聽，或手觸；或實有其事，可以稱衡或權量，所求的是真理，即是事實。既以眼或手，或他官覺觀察即得事實，更以事實與事實相比較，或一羣事實與一羣事實相比較。比較之後，於是乎有分類，分類之後，於是乎有概括，是為第一進步。但此概括亦極有限制，既不是上極青天，下入原子，不知紀極的推測，也不是完全自是的學說，不過觀察事實以後的最近的一步罷了。於是謹慎小心，把觀察分類概括之所得，記錄起來，這方法上的用心，也與觀察同其銳敏，與記錄同在正確，這就是歸納的方法。現在我們就說現今世界行事，一切新方法，一切新實業，一切新自由，一切團體的能力，及社會的平等，皆是由歸納方法生出來的，也不為過。近世經濟學就是用歸納方法而成功的第一個好例。

你們要說這是把物質的或機械的眼光來看人類的進步麼？不然。因為經過這許多觀察，記錄，概括的法則，人類思想上發明的及先知的力量纔能够發生。你們以為衆

送生平的事業，單單的是由手或眼作成的，或是由不出可見可捉的事實的推想造出的麼？其實皆不然。愛迭生君的最高的本領，及其最貴的特質，就是他的發明及創造的想象力。此不獨於愛迭生爲然，大凡於純粹或應用的科學的進步上有所貢獻的，亦莫不然。有許多人只會做那刻板的一定的事，但要的確做點有進步的事體，其人必定要有很親切，自由，活潑的想象力，并且要有確實邏輯的與有秩序的思想，及篤實應用的本然。所以我們在這裏贊賞歸納哲學的美果，歎異歸納方法於物質世界的非常成功的時候，不要想我們就把那智理及精神的一方面拋棄了。我們正要從這最大而最有益的地方的門口找入類的理性及形象呢！（時事新報）

何爲科學家？

任鴻雋

我同了幾位朋友從美國回到上海的第二天，就看見了幾家報紙，在本埠新聞欄中，大書特書的道：『科學家回滬。』我看了這個題目，就非常的惶惑起來。你道爲什麼原故呢？

因爲我離中國久了，不曉得我們國人的思想學問，造到了甚麼程度。這『科學家』三個字，若是認真說起來，我是不敢當的；若是照傍的意思講起來，我是不願意承受的。所以我今天倒得同大家講講。

我所說的傍的意思，大約有三種。一種是說科學這東西，是一種玩把戲，變戲法，無中可以生有，不可能的變爲可能；講起來是五花八門，但是於我們生活上面，是沒有關係的。有的說，你們天天講空氣是生活上一刻不可少的，爲甚麼我沒看見甚麼空氣，也活了這麼大年紀呢？有的說，用了機械，就會起機心；我們還是抱甕灌園，何必去用桔槔呢？有的說，用化學精製過的鹽和糖，倒沒有那未經精製過的鹹甜得有味。有的說，『不乾不淨，吃了不生毛病』，何必講求甚麼給水工程，考驗水中的微生物呢？總而言之，這種見解，看得科學既是神祕莫測，又是了無實用，所以他們也就用了一個『敬鬼神而遠之』的態度，拿來當把戲看，還可以要當一件正經事體去做，就怕有點不穩當。這種人心中的科學，既

是如此；他們心中的科學家，也就和上海新世界的卓柏林、北京新世界的左天勝差不多。這種科學家，我們自然是沒有本領，敢冒充的。

第二種是說科學這個東西，是一個文章上的特別題目，沒有甚麼實際作用。這話說來也有來歷。諸君年長一點的，大約還記得科學時代，我們全國的讀書人，一天埋頭用功的，就是那『代聖賢立言』的八股；那時候我們所用的書，自然是那四書、味根、錄五經、備旨等等了。過了幾年，八股廢了，改為考試策論經義；於是我們所用的書，除了四書、五經之外，再添上幾部通鑑、輯覽、三通、考輯，要和西學大成、時務通考等。那能使用西學大成、時務通考中間的事實或字句的，不是叫做講實學、通時務嗎？那西學大成、時務通考裏面，不是也講得有重學力學以及聲光電化種種學問嗎？現在科學家所講的，還是重學力學以及聲光電化這等玩意，——只少了四書、五經、通鑑、三通等書。所以他們想想，二五還是一十，你們講科學的，就和從前講實學的是一樣，不過做起文章

來，拿那化學物理中的名詞公式，去代那子曰、詩云、張良、韓信等字眼罷了。這種人的意思，是把科學家仍舊當成一種文章家；只會鈔襲，就不會發明；只會拿筆，就不會拿試驗管。這是他們由歷史傳下來的一種誤會，我們自然也是不能承認的。

第三種是說科學這個東西，就是物質主義，就是功利主義。所以要講究與實業的，不可不講求科學；你看現在的大實業，如輪船、鐵路、電車、電燈、電報、電話、機械製造、化學工業，那一樣不靠科學呢？要講究強兵的，也不可不講求科學；你看軍事上用的大礮、毒氣、潛水艇、飛行機，那一樣不是科學發明的？但是這物質主義、功利主義太發達了，也有點不好。如像我們乘用的代步，到了磨託車，可比人力車快上十倍，好上十倍了。但是『這磨託車不過供給那些總長督軍們出來，在大街上耀武揚威，橫衝直撞罷了。真正能够享受他們的好處的，有幾個呢？』所以這物質的進步，到了現在，簡直要停止——停止纔是。』再說『那科學的發達，和那武器的完

備，如現在的德國，可謂登峯造極了；但是終不免於一敗。所以那功利主義，也不可過於發達；現在德國的失敗，就是科學要倒霉的朕兆。』照這種人的意思，科學既是物質功利主義，那科學家也不過是一種貪財好利，爭權狗名的人物。這種見解的錯處，是由於但看見科學的末流，不會看見科學的根源，但看見科學的應用，不會看見科學的本體；他們看見的科學既錯了，自然他們意思的科學家，也是沒有不錯的。

現在我們要曉得科學家是個甚麼人物，須先曉得科學是個甚麼東西。

第一，我們要曉得科學是學問，不是一種藝術。這學術兩個字，今人拿來混用，其實是有分別的。古人云，『不學無術』，可見學是根本，術是學的應用。我們中國人聽慣了那『形而上』『形而下』的話頭，只說外國人曉得的，都是一點藝術。我們雖然形而下的藝術，趕不上他的，這形而上的學問，是我們獨有的。未嘗不可抗衡西方，毫無愧色。我現在要

大家看清楚的，就是我們所謂形下的藝術，都是種學的應用，并非科學的本體。科學的本體，還是和那形上的學，同出一源的。這個話我不詳細解釋，諸君大約還有一點不明白。諸君曉得哲學上有個大問題，就是我們人類的智識，是從甚麼地方得來的。對於這個問題，各哲學家的見解不同，所以他們的學派，就指不勝屈了。其中有兩派絕對不相容的：一個是理性派。這派人說，我們的智識，全是由心中的推理力得來的；譬如那算術和幾何，都是由心裏生出來的條理；但是他們的公理定例，皆是真確切實，可以說是互古不變的。至於靠耳目五官來求智識，那就有些靠不住了。例如我們看見的電影，居然是人物風景，活動如生，其實還是一張一張的像片，在那裏遞換。又如在山前放一個砲仗，我們就聽得一陣雷聲，其實還是那個砲仗的回響。所以要靠耳目五官去求真智識，就每每被他們騙了。還有一個是實驗派。這派人的主張說天地間有兩種學問：一種是推理得出的，一種是推理不出的。譬如上面所說算術和幾何是

推理得出的。設如我們要曉得水熱到了一百度，是個甚麼情形；冷到了零度，又是個甚麼情形；那就憑你甚麼天縱之聖，也推理不出來了。要得這種智識，只有一個法子：就是把水拿來實實在在的熱到一百度，或冷到零度，舉眼一看，就立見分曉。所以這實驗派的人的主張，要講求自然界的道理，非從實驗入手不行。這種從實驗入手的辦法，就是科學起點。（算術幾何也是科學的一部分，但是若無實驗學派，斷無現今的科學。）我現在講的是科學，却把哲學的派別敍了一大篇；意思是要大家曉得這理性派的主張，就成了現今的玄學，或形上學，（玄學也是哲學的一部分）實驗派的主張，就成了現今的科學。他們兩個正如兩兄弟，雖然形象不同，却是同出一父。現在硬要把大哥叫做『形而上的』，把小弟叫做『形而下的』，意存輕重，顯生分別，在一家裏，就要起鬩牆之爭，在學術上，就不免偏枯之慮。所以大家注意這一點，不要把科學看得太輕太易了。

第二，我們要曉得科學的本質，是事實不是文字。這個話看

似平常，實在非常重要。有人說，近世文明的特點，就是這事實之學，戰勝文字之學。據我看來，我們東方的文化，所以不及西方的所在，也是因為一個在文字上做工夫，一個在事實上做工夫的原故。諸君想想，我們舊時的學者，從少至老，那一天不是在故紙堆中討生活呢？小的時候讀那四書五經，子史古文等書，不消說了。就是到了那學有心得，閉戶著書的時候，也不過把古人的書來重新解釋一遍，或把古人的解釋來重新解釋一遍；倒過去一桶水，倒過來一桶水，倒過去倒過來，終是那一桶水；何嘗有一點新物質加進去呢？既沒有新物質加進去，請問這學術的進步從何處得來？這科學所研究的，既是自然界的現象，他們就有兩個大前提。第一，他們以為自然界的現象，是無窮的；天地間的真理，也是無窮的。所以只管拚命的向前去鑽研，發明那未發明的事實，與秘密。第二，他們所注意的是未發明的事實，自然不僅僅讀古人書，知道古人的發明，便以為滿足。所以他們的工夫，都由研究文字，移到研究事實上去了。唯其要研究事

實，所以科學家要講究觀察和實驗；要成年累月的，在那天文台上，農田裏邊，轟聲震耳的機械工場，和那奇臭撲鼻的化學試驗室裏面做工夫。那驚天動地，使現今的世界，非復三百年前的世界的各樣大發明，也是由研究事實這幾個字生出來的。就是我們現在辦學校的，也得設幾個試驗室，買點物理化學的儀器，才算得一個近世的學校。要是專靠文字，就可以算科學，我們只要買幾本書就够了，又何必費許多事呢？

講了這兩層，我們可以曉得科學大概是個甚麼東西了。曉得科學是個甚麼東西，我們可以曉得科學家是個甚麼人。照上面的話講起來，我們可以說，科學家是個講事實學問，以發明未知之理為目的的人。有了這個定義，那前面所說的三種誤會，可以不煩言而解了。但是對於第三種說科學就是實業的，我還有幾句話說。科學與實業，雖然不是一物，卻實在有相倚的關係。如像法勒第發明電磁關係的道理，愛迪生就用電來點燈，瓦特完成蒸汽機關，史荻芬生就

用來作火車頭。我們現在承認法勒第、瓦特是科學家，也一樣承認愛迪生、史荻芬生是科學家。但是沒有法勒第、瓦特兩個科學家，能有愛迪生、史荻芬生這兩個科學家與否，還是一個問題。而且要是人人都從應用上去着想，科學就不會有發達的希望。所以我們不要買櫥還珠，因為崇拜實業，就把科學擱在腦後了。

現在大家可以明白科學家是個甚麼樣的人物了，但是這科學家如何養成的？這個問題也很重要，不可不向大家說。我們曉得學文學的，未做文章以前，須要先學文字和文法；因為文字和文法，是表示思想的一種器具。學科學的亦何莫不然。他們還未研究科學以前，就要先學觀察試驗，和那記錄，計算，判斷的種種方法；因為這幾種方法，也是研究科學的器具。又因現今各科學，造詣愈加高深，分科愈加細密，一個初入門的學生，要走到那登峯造極的地方，却已不容易。除非有特別教授，照美國大學的辦法，要造成一個科學家，至少也得十來年。等我把這十年分配的大概，說