



三 通 小 叢 書
科 學 談 座

陳 鴻 雋 鄒 秉 文 等 著

上 海 三 通 書 局

3001



發刊旨趣

科 學 談 座

本局乃中國出版界新起的挺進隊，肩負着文化的使命，介紹當世的學術；而尤注意於現實的需要。這小叢書的發行。是本局小小的一個供獻。今請一述其發刊之旨趣。

是不容否認的事實，世界進步到今天，在中國一般智識的傳播，通常學問的享受，多半還限制於小資產階級以及叨得都會唾餘的農業社會裏；佔着極廣漠的場合，以環境上的許多問題，沾潤不得一些一般所能享受的文化上的幸福。把文化送到大眾的腦子裏去，這問題固不是單純的，但出版上的問題，至少也解決了這問題的一半。以最精湛的

內容，由極便宜的物質代價作交換，讓大眾的大眾去領略，去欣賞，在普及文化的使命上，總不致毫無收穫罷？

固然，小叢書之發行，在本局之前，已數見不鮮；但，似乎有一通病，即取材方面，總難免「削足就履」。本叢書擬盡可能，力矯此弊，必以一種題材成一完整之單位，務求達到「小中見大以一概餘」的目的。

至於取材性質，初無限定，文·哲·軍·政·科學·經濟，罔不包羅；蓋欲於「大眾」二字上求澈底也。海內高明，尚希明教。

目 次

科學之方法	任鴻雋
科學之應用	任鴻雋譯
科學與農業	鄒秉文
發明與研究	任鴻雋
清代漢學家的科學方法	胡適
宇宙之大觀	君實
未有生物以前之地球	王星拱
東洋古代文化的化學觀	陳象岩譯

科學之方法

任鴻雋

一 引言

科 學 談 座

科學是歐洲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，行爲，動作，皆起了一個大革命，生了一個大進步，因爲這個東西如此重要，所以我們要去研究，就是不能研究的，也須能懂得他的意思，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，第二再要看他創造的方法，把這兩件事的弄清楚了，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，因爲懂得科學，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* 包括得有自然人爲各種學問，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。我們現在爲講演上的便利起見，暫且說科學是有組織的知識，從這個定義，大家可曉得科學是純粹關於知識上的事，所以我們講科學的起原，不能不講知識的起原。

三 通 小 叢 書

諸君曉得在哲學上有個極大的問題，就是知識起原論。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 (*Rationalist*)，一個是實驗家 (*Empiricist*)，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知識，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的半徑相等者爲圓，這等定義，無論何時何地，皆可定其爲真，這不是真知識嗎？那實業派說，世間的知識原有兩種，一種是理想的知識，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，或是柏拉圖（Plato），奈不理慈（Leibnitz）石濱洛渣（Spinoza），笛卡兒（Descartes），黑格兒（Hegel），康德（Kant）一流人，屬於第二派的，就是培根（Bacon），洛克（Locke）休姆（Hume）一流人，現在不過略講知識起原論以見科學的起原，實由實驗派的主張，為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

哲學家講知識起原，是要想得正確的智識，這邏輯的用處，就是為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（deductive logic），又謂之形式邏輯（formal logic），那實驗派所用的是歸納邏輯（inductive logic），我們現在講邏輯的，都曉得亞里士多德是演繹邏輯的初祖，培根是歸納邏輯的初祖，說也奇怪，那亞里士多

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？（一）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：

凡當先生的是學者 某君是先生 故某君是學者

三 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，『氣之輕清上浮者爲天，氣之重濁下凝者爲地』，古希臘人也說，『物質的自然位置，重者居下，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爲正確，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，這個法門爲何？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，自然惟有反其道而行之，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，『推理之爲用，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 *Novumorganum* 開篇就說要去四蔽（*four idols*），四蔽爲何：（一）是族蔽（*Idols of Tribe*），（二）是身陰（*Idol of Den*），（三）是衆蔽（*Idols of Market Place*），（四）是學蔽（*Idols of the Treatise*），去「四蔽」，然後可去觀嘗自然界的現象。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。

三 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（Mill），黑且兒（Herschel）柏普（Bain）惠韋而（Newell）覺芬（Jephns），一般人出來專講方法，一方面有加里列倭（Galileo），客勃勞（Kepler），牛頓（Newton）拉克謝（Lavoisier）拉勃那斯（Laplace），兌維（Davy），法勃弟（Faraday）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（Fivecanons）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。據惠韋而的說法，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知識，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。有了這兩個事實，再加一個地球呈圓形的意思，就使茲兩個事實聯結

起來，成了一種知識，這以心中的意思聯結許多事實的作用，就是惠韋而的歸納邏輯。

(一) 近見新潮有繹作偶像者，但培根此字託始於柏拉圖之 *Idols*，蓋謂心中之幻想或假象耳。

(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的根據。

(四) 近人魏而敦 (*Welton*) 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，仍舊不能算爲歸納，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，是要從特殊事件中開發見一個通則，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

- 三 通 小 叢 書
- 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，乃可定其爲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列，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，在常理上尚不能怪人，還有一種單為官覺未經訓練，致觀察不得正確的，相傳化學大學徐塔兒 (Stall)，一天到課室去，一手托了一杯鹼水，把中指放在水內瞧了一瞧，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鹼水內，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，你們不見我放在鹼水內的是中指，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，每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香氣。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：把些事實分類起來，這分類的一屬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，分爲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，皆可成氣液固三體，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，所以向上墜的說法，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，這假設的意想就

是心中構成的一個圖樣，用來解釋事實的。

假設 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) 要定假說的對不對，仍須事實上證明，所以有了假說，必須由假說中可以生出許多問題來，這由假說生出的問題，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，是由定比例之定律及倍數比例之定律兩件定律得來的一個假說。有了這個假說，我們就可定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，沒有相符的時候，我們簡直可把這假設的地位提高來，叫他做學說 (Theory) 要有假說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嚮導，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，非把物理上一切定律推翻，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 2×2 ，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。

再說上面講歸納邏輯的時候，曾列舉惠韋而彌勒覺芬魏而敦幾個人的意見。一個說歸納是把所有的事實概括攆來得一個通則，一個說歸納只是據特例以推到通則，要是特例是靠得住的，就是一個也不為少，特例要是靠不住的，就得多找幾個。我們現在曉得研究科學，不是僅把那明白簡單的事實搜集攆來，做一個簡寫的公式，可以了事的，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？所以我們說他們所說，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。因為假設的職分，還是科學方法的裏面，并不在科學方法之外，何以故呢？因為有了假設，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，也就因為有假設這一步，可以用點演繹邏輯。

學說與定律。假設經若干證明後，可認為學說，上已說了。學說是經過證明的，所以可引來證明他種現象，假設則只能用為解釋，不能為證據，如電解說為現在物理及化學上的重要學說，其所以成為學說，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，並不加以絲毫人為的意思，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。答云因為引力之律，不算答解，就是。因為未說『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，大家不要看難了他。

假設與學說，既是爲研究方便起見，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，歸納邏輯是由事實的研究，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，因爲有科學方法，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，倒不是爲科學家說法，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（Malthus）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，社會學處處以統計爲根本，以求社會上利病禍福的原則。譬如所研究罪犯者之多少，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。

三 通 小 叢 書

七 結 論

從前讀哈佛大學校長愛理阿（Eliot）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，行爲，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空理，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；是爲第一進步，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，與記錄同其正確，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，也不爲過。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？不然不然，因爲經過這許多觀察，記錄，概括的法則，那人類思想上發明的及先知的力量纔能够發生，你們以爲愛迭

生 (Bacon) 平生的事業，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一定的事，但真的要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，及篤實應用的本能。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人類心理性及想像呢。

科學之應用 (斯丹福太學教授杜蘭德著)

任鴻雋譯

三 通 小 叢 書

何爲科學？科學之定義，既爲君等所熟聞，無待贅述。今爲便討論計，吾請爲之定義曰，科學者；發明天然之事實，而作有統系之研究，以定其相互間之關係之學也。

今使有問者曰，吾人何故欲發明天然之事物，而研究其因果互倚之關係，吾答此問，以爲其理由至少有二：

一，人生而具好奇之性。天地何以存，何以就，依何律而演進，略一致思，皆有不可解者在，有不可解者在，研究之念即依之以起，又自他方面觀之：人類又生有好勝之心，當其豁然貫通，忽焉有得，自以為與造物者為徒，而且足以制勝之也，其樂亦不可喻，二者皆研究自然之動機也。

二，吾人發明事實，證立定律，非徒然而已，蓋將應用之以謀人類之幸福，吾言科學之應用，蓋就二者言之耳。

今夫就事實言事實，就事實之性質言事實，凡事實所具之價值與重要皆相等，進而言之，價值與重要之觀念，無所容於事實與自然律之中，更進而言之，事實與自然律，嘗立於價值觀念之外，無所容具重要之比較者也，惟事實與自然律見於應用，而後有比較的價值及意義之可言，然則價值與意義，固與事實及自然之本質無與，其有是也，則以處特殊境緣之下，為文明所要求應用而生者也。

不特此也，科學事實未至應用為人類謀幸福之際，其價值之全量亦無由顯，而世界學子無量之心思才力，幾等於虛耗。是故科學之事實一也，而其價值與意味之增長，乃進而愈廣，尋厥進步之跡，其級有三：

第一步為某科中新事實之發見，使其事止於是，其發見之事實特為發見者所知，而與

以精神上之愉快；抑或自然界之祕奇，與真理之一貫，且以之而益顯。然此主觀之概念而已，此時發見之事實，尙未出事實之範圍以外也。

第二步其發見之事實漸及於大眾而成科學智識之一部份，於是事實之意義因之而益廣，自然之奧蘊因之而益易明，人類對於自然之感想因之而益臻其高尚，然使其事止於是，其範圍仍不出乎智慧與美術之域也。

第三步則事實與律令之應用，將使疾病以之而得捐棄，居處以之而得安泰，人生之行為以之而得進於廣大高明之域，若是而最後之目的乃可云達，而科學事實之價值與意趣亦以是爲極至矣。

方厄斯台特 (Orsted) 發明電流與磁力相互關係之定律時，其精神上之滿足爲何如，此吾人所可想像而得者也。又當其定律發表時，其與當時學界智識上滿足爲何如，亦吾人所可想像而得者也，然使其事止於是，厄氏之發見，其與吾人今日世界之關係，又爲何如，使其事止於定律之發見，而未至於電力發動機之應用，是使吾人由是以得之安全快樂與生命之價值皆末由生也，則科學事實之意趣，不以是而大減乎。

更舉一例，方克絡克斯 (Crookes) 發明所謂物質之第四態 (Fourth State of Matter) 時，其精神上之滿足爲何如，吾人可想像而知者也，當時學界對於克氏發明之驚奇與快感

，凡吾輩四十以上之人猶能記憶。然使克氏及其同儕於此學之發明，遽止於是，而凡克氏，倫得根（Roentgen）倍克路爾（Beckersel）居利（Curie）諸人之發見，舉不爲人類所利用，則此諸氏之發明其意義亦僅矣，豈能爲今日負極射綫與他幅射綫之爲學界所注重，其應用之價值方與時俱進而莫知其所底止哉。

科學史中，類此之例，不勝枚舉，一言以蔽之，科學發明之未見應用於人生者，卽其意義必未達乎至高至遠之境，吾不謂未達此境，科學上之發明，遂無價值之可言，自然界之戰勝，人類心靈之發展，皆於科學之發明驗之，而當世才智之士，號稱思想家者，其智慧上之生命，所不可一日缺者也。雖然，其發見未及於物質文明之增進，卽無與於生命外境之樂利。養其內而遺其外，固不可謂事之全也。

吾人於此有當注意者，科學上之事實，不盡可應用以增人生之樂利，有時卽能增精神上智識上之愉快，而其無補於外境固自若也。例如純粹算學之研究，與天文星象之觀察，雖窮高極深，何與於人類生養之事。然此類學術，終不因此而不應研究。何則？科學發見於將來之應用，雖有聖智，不能逆料，純粹科學家之所與後世與來哲者，正其純粹科學之光榮，闡發天地未闢之奧，藏之故府，以待其時之至而爲將來用，蓋將來之應用，固非吾人今日智識之所及也。

然上節所云，固與吾科學必見應用而後其意義價值乃臻完全之義不相矛盾，唯其有用，而後人類所費於科學之精力爲不虛耗，當其未見應用，科學上之發明，僅有其隱能，及其既見應用，而後科學乃爲人生勢力之一部分，而其真義乃顯，是故科學應用之問題，易詞言之，即溝通科學與人生之需求使其相劑相成之問題而已，此問題從廣義言之，可分爲二式。

一，有一科學事實於此，其應用爲何。

二，有一人生需求於此，將以何科學事實爲供給之據。

科學應用之歷史，其足以爲此兩種問題之證者，遽數之不足終其物，至其介於兩者之間，或合兩者而有之者，亦所在多有，今不悉舉也。

第二式問題，復有不同之點二，（A）使其所須用之科學事實，既已發見而藏之以有待也，則此問題爲博搜智識之府，採擇其當者而用之，（B）使其須用之科學事實，尙未爲人所發見，則此問題發於某科目內爲特殊之研究，以求此問題之解決法。

解決第一式問題之要術有二：

（A）沈思遠見，微察未來。

（B）博觀人生之須要，其有科學分子存乎其間者，尤特別注意。

解決第二式問題之要術亦有三：

(A) 博習科學研究之結果，於實際問題之應用有效者，尤特別注意。

(B) 沈思遠見，足以察科學事實之有效於解決實際問題者。

(C) 多方以應變，沈毅以不懈，才足以盡分析合成之能事，而成演繹之論理，凡科學上成功之要質無不具，若是諸術，未易幾也，請得而申言之。

第一式問題，起於事實或其關係之發見。事實既具，其應用始可得言。而事有至奇者，時至今日，尙無科學的方法足以定事實與應用之關係是也，今日科學之見應用，特出於偶然之機數而已，雖出於偶然之機數，而此機數乃常爲正而不爲負，爲多而不爲少，則尤事之奇者矣，是故自廣漠之事實，與可能之機數言之，科學之常有，蓋不容疑，唯其應用由何知之，則吾人今日所欲研究之問題耳。

自目前大勢言之，吾人所最缺乏者爲無所不及之明目，吾言無所不及之明目，即無異言無所不能之科學，蓋使懸此明目，高高在上，俯視衆生行事，如指諸掌，然後有以知科學之應用於人生，以何者爲最宜，然此非今之人所能及也，今日吾人之見解，如管中窺遠，而又隔以塵霧，所見者特當前風景之一草一木而已，質而言之，人生問題與科學事實之問，當有有秩序的研究，而後其相互間之關係乃得而明也。

夫既具深沈之思，高遠之見，又能博習於人生諸問題，科學應用之發見，固非不可能之事，然此特事之偶然而非科學程序之必然者也，夫科學事業於人生問題之應用，蓋科學上最要之問題，而未嘗有科學的方法以爲研究之具，使科學之結果立見用於人生，不唯盡其量，且無後於時，而科學發見之隱能，發揮之至無餘蘊，斯則吾所大惑不解者也。

第二式問題之現狀，復與第一式問題相去無幾，茲所求者，某科學事實之應用於某人生問題是矣。而事有甚奇者，則吾科學府藏中，有用智識，堆積陳腐，乃未爲人所顧及。吾人於科學上之致力，不爲不勤矣，年脩之報，月出之誌，事理律令，紛出沓來，其結果止以供高閣之束置，至實際問題當前，乃不能本之以爲解決之方，吾人今日之態度，可謂勤於搜求而怠於應用，斯又吾所大惑不解者也。

此種情勢之結果，則爲精力之濫費，一理也，一人發見於數年之前者，他人或重複發見於數年之後，將使科學事實一旦發見之後，常陳於學子之前，以供其應用，豈遂無道以出之乎。

或者曰，子所謂一理而再次發見者，特出於其人之疏懶，使果博搜故府，盡覽祕藏，而後從事研究，則安得有此，曰，然。然人之善解決實際問題者，常未必善讀書。唯然，而吾人記錄科學之方法，乃不可示益求盡善矣。

今之所須者，是曰利用科學之科學，何謂利用科學的科學？即於應用科學事實律令以解決實際問題時，一方面有以省其搜索之勞，一方面有以增進其應用科學智識之術是已。

此等科學究竟可能與否，尙是問題，如曰可也，其要術與程序爲何？

此問非吾末識所能答也，然有數者不待辨而自明，今且舍實際能行與否不計而略言之。

一，分類科學智識藏蓄所。

二，分類人類需求藏蓄所。

三，科學家若干人以搜集科學事實，而分析之，研究之，其術不一，要以能以應用於人類需要爲歸。

四，若干人搜集人類之需求，而分析之，研究之，至能得與科學事實之關係爲止。

五，科學家若干人，就上所得之材料而研究之，注全力以發展兩者之關係。

吾言及此，知必有竊笑以爲不可能者。以此事範圍之廣大，方今之時，以言不可能，誠不可能矣，唯是科學智識之增益，日進而未有已，不早爲之計，將所謂利用科學之科學，乃愈在不可能之數，而科學之應用愈不足償研究之勞力，誠不能不爲後之來者憂其繼也。

科學與農業

鄒秉文

世界之有農業，實自有生人始。惟科學的農業，則百年內事耳，此新紀元之第一人，當首推黎別希（Liebig），氏爲德之化學名家，於一千八百四十年發表其土壤化學研究，證明植物在土中所吸取之養分及以人造肥料補濟地力之方法，繼之而起者，於作物學則有奈爾孫（Nilson）費爾摩林（Vilmorin）諸子，於園藝學則有培雷（Bailey）杯半克（Barbark）諸子，於畜牧學則有百克惠路（Bakewell）安士比（Arndby）諸子，於農具學則有倍爾（Bell）賀西（Hassey）麥康密克（McCormick）諸子，於病蟲害學則有悌把利（The Bary）科黑（Koch）康斯脫克（Comstock）諸子。凡茲學者，及其他數千百之農學家，皆應用科學以研究解決農業問題者也，顧其結果則何如耶？曰，不外乎農品之日進於優良而產額倍增而已，不解乎世界之小麥產額乎！二十世紀世界栽麥之地，較之前世紀之增加，不過四分之一，而產額則增至二分之一，又不觀乎科學的農業最發達之美國乎！據其一九一七

年之統計，在一八五二年，其輸出農產品之價值爲美金七千萬餘元；至一九一七年則驟增至美金一萬萬四千餘萬元，較之前者實增兩倍，而究其所以能達此優越之成績者，則皆應

用科學於農業之功也。誠哉霍特斯 (H. J. Waters) 之言曰，此五十年中之農業進步遠勝於五十年前四千年內之進步，雖然，霍氏之言，固僅對於能應用科學於農業之國而言耳，若吾中國，則今之農猶古之農也，他人食近世科學之賜，農家經濟異常發達，我則祇知拘守成法，農人結歲胼手胝足，而不足供事畜，歐美之農業無論矣，試一比諸東隣，猶覺瞠乎其後，吾國之絲茶，在數千年前，得非稱雄世界者乎？今則每歲輸出之數，且遠不如日本，此無他，一以能利用科學而進步，一以故步自封而退化，關心於農業者，亦可以思矣，作者爰就農業以科學而發達之事實，舉其數者以告國人，俾國人知農業與科學關係之密切，而能對於科學及科學的農業有所提倡也。

一曰應用科學以改良動物種類也。動物之改良，自古農人已行之，惟其方法非科學的，故其收效至遲緩，自門特爾 (Mendel) 與外斯曼 (Weismann) 等在生物學上發表其動植物遺傳性之研究，而農業上進步之事業，乃有一日千里之勢。美國農部專家海斯 (W. M. Hays) 乃謂就美國農業出產而言，若僅就進種方面改良，十年之內，可增加產額百分之十，價值約金洋二萬萬元。斯言非虛誕也，即以美國衣諾奈省之玉蜀黍而言，在一九〇二年前，二十年內之產額無所增進，自一九〇二年，其試驗場以五年之時間，用新法選得佳種，每年產額增加，使該省每年多二千萬元金洋之收入，歐洲以甜菜為重要農作物

之一，以世界之食糖，一半取之於甜菜根，而世界甜菜出產最多者，爲德俄奧三國，占全世界產額四分之一，則甜菜在歐洲之重要可知矣，一八五一年，費爾摩林分析甜菜根之糖液，其所含糖量，平均爲百分之八，至高者不過百分之十四，後用新法進種，不數年其平均糖量增至百分之十六，而其至高之百分數有至二十六者，每年增加收入，不啻數千萬元，其他如奈爾孫之於瑞典穀食類作物，杯半克之於美國園藝作物，均於進種方面建有奇特之功效，每年增加農人收入均以千萬計，凡此皆以科學改良作物種類之事實也。至若動物方面，其成績亦不遜於植物，美國爲世界畜牧事業最發達之國，今姑就美國之畜牧事業言之，近三十年間（自千八百八十年至千九百十年），以採用新法進種，其事業之進步，誠有足驚人者，就其畜獸之數目而言，三十年間增至兩倍，價值增至五倍，更就其每種之畜獸言之，役用之馬，三十年前最重者爲一千磅，至近今則有重至二千三百磅者，每羊之毛量，在三十年前爲二四磅，至近今則有增至六九磅者，家禽之在三十年前者，每年每雞生蛋之普通數爲六十個，至近今則一百二十個爲最普通數，而佳者每年生蛋之數且能在三百以上，凡此皆以科學改良畜牧之事實也。

二曰應用科學以防治動植物之虫病也。農業之動植物，莫不各有其病虫，每年世界上所受虫病之損失，不啻數百萬萬元，今僅就美國言之，據其農業報告，謂每年農作物以病

害所受之損失爲美金五萬萬元，以虫害所受之損失爲美金十萬萬餘元，而畜獸之死於傳染病者年約金洋二萬萬餘元，其爲害亦可謂烈矣，惟今人對於病虫之觀念，與古人之對於病虫者迥然不同，古人不明生物學，於動物之被病虫害者，皆諉之神鬼，歸之天命，謂非人力所可挽回者，故一遇災害，則束手無策，一八四五年愛爾蘭患馬鈴薯晚疫病，是歲乃大飢，其人民多流離至外乞食者，卽其例之一也。今則不然矣，所有各種之病虫害，均以科學研究，證明其致病物及其致病方法，而大多數之病虫害，亦經科學家發明其防治之術，非若前之不可以人力挽回者矣，例如玉蜀黍黑穗病，在一九〇二年之前，美國農民每年損失，約在美金五千萬元至四千萬之譜，近則以發生病菌生活史及治病方法，每年損失已減至一千萬元。而其農部專家尙謂將來農業推廣事業發達，農夫採用科學方法日多，此病之損失可使減至零數云。又如棉之枯萎病，爲昔年美國南方棉區之重要病害，每年損失約在美金五十萬元至二十五萬元之間，今亦以發生病菌之生活史，改種能禦枯萎病之棉類，現已不復爲患矣，虫病亦然，例如桃之蟠虫病 (Peach Worm)，昔年美國加省 (California) 以此病每年損失約值美金五十萬元，今則亦以發明治病方法，農人不復受其害，至若獸醫之成績，尤著人耳目，畜病之最烈者，莫甚於豬瘟 (Pig Cholera)，就美國而言，昔時每年損失在七千五百萬餘金元，近因發明血清，此病已不足爲害，據美國農部報告

，一九一二年某村中有豬二十餘萬頭，其年未用血清，死於豬瘟者共六萬餘頭，約占百分之二十八，一九一五年該村有豬三十餘萬頭，是年均用血清，死者僅六千餘頭，約占百分之一有奇，以科學上之發明而損失之減少爲一與二十八之比較，科學之爲用，誠大矣哉！

三曰應用科學以製造肥料也。土壤中之養分，以栽培作物而日見其缺乏，故施用肥料以補救地力，實爲必須之事，農業發達之國，尤多採用人造肥料，在一九二九年，人造肥料之耗，用於美國者，爲一萬萬餘元。肥料中之重要品曰氮，曰鉀，曰磷，磷之大宗來源，出美國之燐石中，氮之肥料，大宗出自南美洲智利之硝石，現在已經掘去者四分之一，科學家恐其終有缺乏也，乃以電力取用空中之遊離氮氣以製肥料，現在設廠製造者，歐美已不乏其人，將來農業上之氮肥，可無慮或缺，鉀肥出自德國，初，德人於一八四五年在 Magdeburg-Hilbersdorf 取鹽，發見一種苦味之鹽，初以爲廢物棄之，後經化學家黎別希之試驗知爲鉀與鎂之化學混合物，乃利用之以製鉀肥，每年出產在五百萬噸之多，近則美人於其沿太平洋各地發見藻類植物，其學名爲 *Nereocystis luetkeana* 及 *Macrodystis p. rufera* 亦含鉀甚多。現方設廠撈取，製成鉀肥，從此鉀肥又得一種之大宗來源矣，凡此皆應用科學以解決肥料問題者也。

四曰應用科學以改良農具也。世界農具至十九世紀中部尙多爲手用之農具，今則下種機器，耕耘機器，收穫機器，無不具備，諸農業之工作不須手工爲之，至運用農具，最初以人力，繼用牛馬，今則用汽力電力者比比然矣。此五十年內農具上之改良，誠非前此數千年所能望其肩背，而其影響於農業上亦至深且大。據美國農部洪麥士 (Holmes) 之調查，謂在一八三〇年，每一英斗小麥之出產，須費人工三點零三分鐘，至一八九六年，以有機器之發明，每一英斗小麥之出產，僅須十分鐘，以工價計之，前者所費爲美金一角七分，後者所費則僅美金三分。一八五十年，每一英斗玉蜀黍之出產，須費人工四時半，在一八九四年，僅須四十一分鐘。一八六〇年，每噸牧草之出產，須費三十五小時半之人工，至一八九四年，則十一時半足矣，至今日則僅須一小時半足矣，設就工價計之，則一八九四年每噸牧草須費工價八角三分，今則祇須工價一角六分矣。凡此皆所以示農具改良之影響於農業發達也，

五曰交通之便利有以影響農業之發達也。交通運輸之便利，世人但知商業賴以發達，不知其影響於農業者尤甚，據安祖羅斯 (E. Andrews) 之調查，在美國鐵路未盛行時，由西部驅牛至東部之市場，每七百英里之地，須時一月，而每百頭牛須三人運送，方能盡管理之責，今則每七百英里之地，以鐵路運送，一二日足矣，而每次火車可運牛至一百

四十萬餘頭，羊九百四十餘萬頭，較之前者之進步，奚啻天淵之別，與輸運農產有關係者，交通便利而外，當爲近世發明之冰藏事業，及罐頭事業，此兩種事業，均以化學上微生物學上之發明，而益臻完善，罐頭事業取一地之農產品製爲罐頭，便於攜帶，便於保存，冰藏事業則可儲藏新鮮之農產品，使歷久不變，舟車中均用之以爲轉運新鮮農產品之用，中國之雞蛋可以運至美國市場，中國之肉品可以運至歐洲各地，皆冰藏事業發明之功效也。

三 綜以上數端觀之，如作物，如園藝，如畜牧，何一非科學上之發明，乃能增加產額，如土壤問題，農具問題，轉運問題，亦何一非科學上之發明，乃得有如許圓滿之解決，故農業非科學莫由振興，實爲人所共曉，而今日之提倡科學的農業，在吾中國尤有不容少緩之勢也。

發明與研究

任鴻雋

人類之所以進化，由僂野而文明者，其必由於發明乎，荒古無史以前，人禽蛻化之迹，皆矣，不可稽矣，然而富媪之所蘊藏，石史之所昭示，莫不有其發明之事，著自靈明發

舒，知器具之爲用，而人類遂首出於庶物，繼茲以往，由石器而銅鐵，易皮革以冠裳，巢穴也爲之宮室以安之，險阻也爲之舟車以通之，鮮食而代以樹藝，結繩而易以書契，極至養生送死釋俗交易之事，莫不大備，燦然爲近世之社會，若是乎人無論其文明程度若何，蓋無日不在進化之中，其無日不在進化之中，以其無日不有進化之事，所謂進化程度之深淺，特此發明多寡之表微而已。發明絕，則進化或幾乎息，而失所以爲人之具矣。然則發明之爲重，不於此可見耶？

上古發明之所由起，解之者不出二途，其一謂草昧之世，渾渾噩噩，有天縱之聖者出，神明獨運，左執造化之橐籥，右開渾沌之竅奧，而正德利用厚生之事，於是出焉，易繫辭言庖犧神農黃帝堯舜之王天下，而推本其觀象畫卦，作結繩而爲網罟，斲木爲耜，揉木爲耒，舟楫弧矢衣服宮室，道門擊柝之制作，所謂天相下民，作之君，作之師者，蓋以備物製器以爲民用，固首出庶物之聖人所有事，而非凡民所得幾焉，此一說也，其二，則以爲大凡發明之事，皆得之偶然。創作者特利用當前之經驗，以開後此之利便，如甄克思作政治小史，謂原人之識樹藝，乃由前歲遺種於地，發榮滋長，結實可食，有以成其播種待穫之觀念，而蘭姆 (Lamb) 亦言，中國人唯知食生狙，厥後有豢狙者，家燬於火，羣狙殲焉，其子偶探燼餘，因訥燒狙味，他日欲食狙，則築室聚狙而焚之，此雖寓言，是以代

表偶然發見說之大意矣，由第一說，發明之事不可視以爲易，由第二說，發明之事不可狃以爲常，則發明之寥寥，與人類進化之遲遲，無足怪也。

沃力斯 (A. R. Wallace) 作奇異世紀 (The Wonderful Century) 嘗歷數十九世紀中發明之最要者，約得十二。曰鐵道也，汽船也，電信也，電話也，自來火柴也，煤氣燈也，電燈也，照像也，留聲機也，倫得根射線也，光系分析術也，麻醉藥也，防腐劑也，十九世紀以前得重要之發明凡五：曰望遠鏡也，曰印字機也，指南針也，亞刺伯數字也，拚音字也，加以晚近發明之蒸汽機與氣壓計而七，沃氏於十九世紀則多所予，於前世紀則多所奪，意存乎軒輊，而蔽中乎權量取舍慮未協也，蓋語發明之輕重，不當專取其事之新奇，如文字印機之效用，豈自來火煤氣燈照像所可同日而語耶，然近百年間之所發明，遠跨乎有史以來數千年而上之，則固事實之不可掩者，雖欲爲前人曲護而無如何者也，（如前人所用力料，無過十數，近自人造色料發明，乃達數千百矣），若然者，非今人之智突過前人，亦非今人承天眷佑，所遇之幸運獨夥，蓋有其發明之術焉，發明之術者何，曰，研究是矣，執環樞以臨無窮，而後造物祕藏之欲遁而不得也。

人類幸福之增進，必有待於三類人之力，三類者何：一曰真理之發見者，研究天然界之現象，二曰真理之傳播者，普及知識於疇衆，三曰真理之應用者，發明製造之新法以供

人生之需求，是三者，其有造於人類之幸福同，而取程各殊，有第一類人以爲之前，而後第二三類人有所據以立事，譬之開創草昧，第一類人爲新地之發見者，第二三類人則蕞路藍縷以啓山林，爲子孫生聚之地，故研究之性質，大別之又可爲二，一曰科學之研究，其目的在啓闢天然之祕，一曰工藝之研究，其目的在駕馭天然以收物質上之便利，細別之，屬第一類者，可稱之爲發見 (Discovery)，屬第二類者，可稱之爲發明 (Invention)，發見與發明爲用不同，其有待於研究又同也。

今人習聞牛頓見蘋果墜地而悟重力之理，瓦特見蒸汽動壺蓋而發明汽機故事，以爲發明之事，皆得之偶然，而無所用其苦思力索，此大謬也，此念不去，研究之功不至，則發明乃終無望，吾不謂發明之事，遇無得之偶然者，特所謂偶然者，亦一時驚異之云爾，苟令其前後觀之，雖偶然而非偶然，何則，非孜孜兀兀好學不倦之士，斷不得遇此種偶然之事，卽遇之亦將熟視無睹，且偶然之發見，不過如抽絲得緒，求雛得卵，爲一種隱微之表示而已，將循之以有成，仍有待於講求，聞者疑吾言乎？吾請舉發明之出於偶然數事以明之。

其一，徵之電信之發明，電信者，藉電力與磁之作用，而成記號以通意思，當千八百十九年，厄斯台特 (Oersted) 方教授於科奔亥根大學 (University of Copenhagen)，

日於講室中以銅線導電，線下有磁針，忽自轉動，由是知電流於磁針有影響，安培耳（*Ampere*）繼之，精究其蘊，遂悟用電力與磁石可傳消息於遠方，至千八百三十三年，德學者蓋師（*Galvani*）與維勃（*Weber*）乃於戈丁恩（*Göttingen*）短距離間，行電信之實驗，故今日橫繞地球二百五十周之電線，皆厄斯台特偶然之發見啓之也。

其二，微之膠狀炸藥之發明，膠狀炸藥者，用可熔棉和以硝基甘油（*Nitroglycerine*），方今最有力之炸藥也。硝基甘油，爲炸藥中之要品，顧其物爲液體，不便取攜，曩日造炸藥者，常以輕石粉和之，俾成固質，然輕石粉爲非燃質，大足減殺爆發力，瑞典化學家哪培爾（*Nobel*）欲有以易之久矣，一日傷指因以溶棉敷傷處，既視瓶中猶有餘瀝，乃注之硝基甘油瓶中，硝基甘油得溶棉即凝成膏，於是哪培爾大驚，以爲此問題之答解在是矣，蓋溶棉即無烟火藥之溶於酒精以色合劑者，與硝基甘油合，不唯無損其爆發力，且足增之，而又能達變流爲凝之目的，哪培爾益加研究，遂成膠狀炸藥之發明，溯其原因亦得之偶然而已。

其三，微之煤氣燈罩之發明，然煤氣於空氣之中其焰不明，不適於暗室之燭，故當煤氣燈罩未發明以前，煤氣燈幾有被逐於電燈之勢，發明以後，煤氣工業乃復與電燈競雄於市矣，大凡焰之有光，以有固體質點在焰中蒸至白熱故，此習化學者所習知也，煤汽燈罩

之構造，卽在以稀金屬鈷 Fe 與錳 Co 之硝酸鹽溶液，浸之棉網中而燒之，以得此稀金屬之養化物，爲煤氣焰中之發光體而已，當威斯拔赫 (Welsbach) 在化學大師黎別希 (Liebig) 試驗室中研究稀金屬也，一日以鈷與錳之鹽類溶液浸棉布，納之焰中，乃大發奇光，且棉質焚去而鈷質不毀，其光因得永久，於是進研何以能發光最強，何術能保持燼餘使歷久遠，此卽現今通用煤氣燈罩之起源，而亦得之偶然者也。

吾於千百發明中，而獨舉是三者，以其物爲吾人所習見，且甚爲重於工業界故也，抑是三者之發見，雖若出於偶然乎，吾人所不可不知者，(一) 厄斯台特，哪培爾，威斯拔赫，之三者者，皆碩學者宿，精研不倦，當其發明未至以前，耗送於試驗室中之光陰，已不知幾何，於千百試驗中而得一二意外之結果，與其謂之天幸，吾寧歸之人力，(二) 由發明以至成功，其所經之程度又幾何，有厄斯台特之發見，而無安培耳篤斯維勃之研究，則電信無由成。有哪培爾威斯拔赫之發見而無後此之研究，則膠狀炸藥與煤氣燈罩仍不過學者之夢想，由後之成功，以觀前之發明，譬猶豫章種子，雖具參天之勢，而不得所培養灌溉，則勾萌無由達，而枝葉更無論矣，是故發見有偶然，而發明無偶然，卽此偶然者，乃亦勤苦之結果，吾人言發明而不先言研究，豈得謂之知本者耶？

發明之出於偶然者，既有如是矣，其不出於偶然者則何如？科學之最大職任，在據已

知之事實，以測未來之結果，然則應用科學之知識，以達所蘄嚮之目的，乃真發明家所有事，而側身科學之林者所不可不勉者也，發明之屬於茲類者，其事至夥，細數之不能終其物，略而言之，則有如兌維（Sir Devy）之發明安全燈，先研究礦穴中氣體著火之性質，而後接銅絲傳熱之理，以成安全燈之製，造舟以鐵，鐵足以影響磁石，而舟中指南針失其用，則有喬治（Sir George）與愷爾文（Lord Kelvin）算明磁力相消之理，得以機械的糾正之術而大海乃非迷途，且夫言發明於近世，其足以激發吾人之神志者，孰有如固定空中硝素之法也耶？方一八九九年，克絡克斯（Sir William Crookes）發表其食麥問題之論也，歷指五十年後世界人口之增加與所須於食麥之量，而惴惴然於智利硝石之垂盡。智利硝石者，種麥必須之肥料也，硝石乏則肥料缺而食麥之出產減，以減縮之麥產，供方增之人口，欲人類之免於餓殍難矣。克絡克斯於是爲之言曰。發明固定空中硝素之法，以拯世界人類於餓殍，此當今化學家所有事也。克氏此說出，大驚當世學者，其熱心者乃從事於固定硝素之研究。今則發明輩出，固定硝素之事，已成工業上之成事。歐洲交戰各國，且賴以給軍事製造之供矣。凡若此類，皆先具其意，乃進而求達此之術。此術無他：卽由科學律例，據已知之事實，而定解決實際問題之法是矣，雖繁難之業，或非一蹴所幾，然凡事皆由漸次積累而成，發明何獨不然。一年所不能成者，以十年二十年乃至百年之時間爲之

。一人所不能成者，以十人百人乃千萬人爲之，泰山之溜穿石，以其日滴不已也，淤流之土成邱，以其日增不止也，啓之嗣之，其術彌廣，鑽之剔之，其蘊彌彰，發宏光大，日進無疆，物用攸賴，世運文明，其斯爲研究之功，而發明之賜乎？

夫發明有待於研究，而研究又有待於歷久之積力，然則研究將由何術以繼續不絕耶，曰，是有組織之，法在研究之方法，非本篇所欲及也，研究之組織，可得而略言之，外國學術研究之組織，概別之可爲四類，一曰學校之研究科，二曰政府建立之局所，三曰私家建設之研究所，四曰製造家之試驗場，茲請依次道其大概，而各舉一二例以明之如下：

一，大學及專門學校之研究科 學校者，學術之府，而智識之源，研究之行於學校久矣，顧其成效之著否，亦視其組織之當否而異，凡學校中之研究，可分爲二類。

(一) 純粹的科學研究，其行之也以(A)教師。教師者，專門名家，於其本科固已堅高畢達，而鑽研之能又嘗爲人所共見者也，故研鑽之業，是其專職。現今最進步之大學，其名教師多不復多任講授之事，而致其全力於某問題之研究，或爲他學者研究之導師，蓋用其所長以爲他人所不能爲之事，自學問經濟上言之，固應如是也。(B)畢業高才生。此輩大多聰明才俊之士，於畢業後復求深造，立於某教師指導之下，而研究某業，於學術上之貢獻最爲有望。方今有名大學，皆於此等學生有特別贊助之例，使此等有學之才，

不至以無資輟業，所謂儻友費（Fellowship）都是也。助貲之法，有由公家年出經費者，有由公家捐款若干存校中用其利子者。捐款之人，并得指定此項助費，專為研究某項人才之用，他項無得越取，一舉其例，美國哈佛大學文藝一院，得儻友費凡三十九，支費凡二十三萬餘金。以類分之，科學三，政治四，教育一，音樂一，古學三，文學三，其餘無所專屬凡二十四，此特其一院耳，其他各院莫不有之，其他著名之各校又莫不有之，則彼邦獎學之盛可以見矣。赫胥黎有言，無論何國，苟能費十萬巨金，發見一法勒第，置之高明之地位，使盡其所長，則所獲必且倍蓰，諒哉言乎。

（二）工業上之研究，其行之也，或以教師，或以學生，與上無異。唯其研究之問題，或出於學者之本意，或出於實業家之囑託，願其教師或同時為實業家之僱傭，學生或受特別助費，此種辦法，在實業界程度已高，知學術研究於增進實業之效率為必要時，固屢見不一見者也。（參觀下節私家建設之研究所）

二，政府建設之局所 近代社會進化，山林虞澤兵農工商之事，莫不各有其專門之奧義，政府欲為之增進事業，整齊法制，則不得不有特設之局所，以從事科學之研究，此等局所，於美國為最盛，蓋其國家閒暇，財力充裕，而中央政府又能脫然於地方行政之煩苛，其中央各部之某某，與其謂之行政機關，無寧謂之科學研究所之為確切，略舉其例，如

農林部分科凡十七。曰部長事務科，曰畜產科，曰林政科，曰林產科，曰化學科，曰土壤科，曰生物調養科，曰度支科，曰出版科，曰收穫概算科，曰圖書科，曰氣候科，曰州交科，曰家計科，曰道路及鄉野工程科，曰市場及鄉市組織科。全部事業大別之可分為三，曰日常科學事業，曰特別研究，曰教育事業。凡農業上改良之事，莫不驗之於實習場，而後布之於大眾，蓋官署也而不啻全國農夫之師資矣，此部一九一五年之用費，曰二六，六五〇，〇〇〇美金，用人一萬五千，其從事科學研究者約二千云。

次言其標準局 (Bureau of Standard)，標準局之職志。

- (一) 保管各標準度量，并以科學的研究保持其常值。
- (二) 比較各州各市所製之度量而正其差謬，凡用於商工業及學術上者皆及之。
- (三) 製定新標準以應科學與工業進步之需。
- (四) 定量物之器以爲製造者法，使校正其出品，并使用物者本之以爲較量。
- (五) 關於標準問題之專門研究。
- (六) 測定物質之物理的常值及常性。

局中分科凡七，一衡量，二熱及熱量，三電力，四化學，五建築物料，六工程研究，七冶金，用人凡四百，其中約四之三皆科學專家，其常年用費約六二五，〇〇〇元，其建

築費一，〇〇〇，〇〇〇元，設備費四二五，〇〇〇元也，此局之效果，一足以助工業之進行，二足以輔學校之講求，三可以為公私機關之顧問，皆於學術發達有益者也。

以中央政府之機關而從事於學術之研究者，尙有如礦務局 (Bureau of Mines)，公共衛生局 (Public Health Service)，本篇限於篇幅，不及備詳，其非行政機關而為公家事業者，則有斯密生學社 (Smithsonian Institution) 此社以英人斯密生 (James Smithsonian) 之遺產為之基，而美國國家撥公帑助之以供其建設。其社之目的有二：

(一) 增進智識，其行之之術亦有二：

(A) 置重獎以勵新理之研究。

(B) 劃進款之一部以供研究之用。

(二) 普及智識，其行之之法為刊布書報，其出版物凡三類。

(A) 年報，以表科學之進步。

(B) 專報，以發表專門著作。

(C) 雜報，薈萃各重要科學上之著作，探險家之報告，與其他重要書目而刊布之。

此社事業所及，又不僅學室之研究，與文字之傳布已也，方今美都華盛頓所有之公益

事業，學術機關，如博物院，美術館，動物園，氣象台，飛機試驗場等，莫不以此社爲之母，而此社於氣象與飛機事業之開創，厥績尤偉。

三，私家建設之研究所。研究所之由於私家建設者，如英之皇家學社，尙矣。求之於美，亦復指不勝屈，今舉其一二以表之。

一，卡內祁研究所（Carnegie Institute）。此所爲美國鋼鐵大王卡內祁所創建。其捐款凡美金二千二百萬，年可生息一百十萬，此社之目的，就其註冊所言者曰，將以獎勵研究與發明，以謀人羣之進步。其達此目的之術有三：（一）所內自立之研究，以行研究之遠大者；（二）所外研究之資助，以行研究之簡易者；（三）出版事業以發表（一）（二）所得之結果，并刊行不經見之書籍。全所組織，可略分爲四部。（一）管理部，（二）出版部，（三）研究部，（四）所外研究部，其研究部內容，博大繁願，部中分股凡十

（一）實驗生物股，成於一九〇三。

（二）植物研究股，成於一九〇五。

（三）胎形學股，成於一九一四。

（四）海中生物股，成一九〇三。

(五) 營養試驗室，始於一九〇三。在波斯頓之試驗室，成於一九〇八。呼吸熱量計，即此試驗室有名器具也。

(六) 地上磁力股，成於一九〇四，一九〇九年，無磁舟名，卡列基者成，而海上磁性之測驗，始與陸地無關。

(七) 地質試驗室，成於一九〇四，一九〇七年，特別試室成，備諸化學物理器具以研究礦質，且令礦質在高溫高壓下與地球初成之狀相等，以驗地壳生成之情況。

(八) 赤道天文股，以測南半球星象。

(八) 威爾遜太陽觀象台。

(一〇) 生計社會學股。

(一一) 歷史研究股，搜索歷史祕傳，旁及各國寶書與目錄刊布之，以爲史家研究之助。

以上皆所內之研究也，所外之研究，則有所謂所外研究員之設，於所欲研究之事；擇他處之能者使之從事，其人數或獨任一人，或同數人共任一事，年資若干，有時竟與學校之延聘教授無關，其年限亦無一定。

卡列基研究所之財政，以董事二十人主之，三分董事之數，一由法國中人出之，一爲工商業中人，一爲科學家。董事年會一次，以定進行之計畫，及財政豫算。平時所內事務，以管理部主之。管理部之組織，以所長，部長，書記，及其外五人，董事會議時，由所長報告其意見，以定進行之方針焉。

二、梅倫工業研究所 (Mellon Institute of Industrial Research) 是所爲辟次堡大學之一部，亦私立研究所之一，而其用意及組織爲尤善。其目的有二：(一) 研究工業上未解決之問題。(二) 養成研究之人才。其組織之特點，在所謂工業饋友制 (Industrial fellowship system) 何謂工業饋友制？今使有人於此，於某種工業問題，須待研究，乃出金若干於是所，以爲饋食一人或數人之資。此研究所則用其資，爲擇相當之人以研究其問題。其研究所須，由所供之，研究所得之結果，則歸諸出資者。

所中之饋友凡兩種，一爲單，一爲衆，單者一人作一事，自對於研究所負責任，衆者數人合作一事，其首者對於研究所負責任，其行事次第。一問題至研究所，主者則擇一會在畢業院才能昭著之人，使任其事。其人既受任，則往出資者之工場，寬以時日，以察其問題之要點，且使與工場情形相悉熟，新法成時，不至有杆格之患，既乃返所，遍搜書報，觀前人於此問題有所研究否。既盡搜討之功，乃自出研究之術，於試驗室中行之，以所

得結果上之研究所長，以所得有商業之價值，乃於附近設一小工場，以試驗其法果足用於製造業否。如歷試之而皆有效，出資者乃進而設立工場，以新法從事，而一新製造業出焉矣，此制於各方面皆有利，略舉之。

一屬於出資者，(A)得研究所器備圖書之便，以小資而收巨效。(B)得所中教師之指導，而收專門人才之用。

二屬於研究者，(A)得以科學方法研究工業問題。(B)研究之後即見實行。(C)青年寒士，得因實際之研究而自成實業家。

三屬於學校者，得多數專門人才聚於一堂而研究各種問題，求精之學風，不期而蔚然。

四屬於大眾者，研究所得之結果，以特別規定，得公布之永為公共產業。

據去年澳洲政府調查報告，此制施行以來，不過五年，製造家之以問題來求解決者凡四十七，置餽友凡一百有五，出資共三十六萬元，而所中所費亦十七萬五千元，問題之得圓滿解決者，凡百分之七十，所發明之新法，用於製造上者，不下二十云。

四，製造家之試驗場。以近世進步之速，競爭之烈，業製造者，勢不能故步自封，而必時時以改良為務，欲圖改良，則研究其首務矣。各國大製造家，皆自設研究所而延有名

專家主其事，德之（Badish Soda Fabrik）公司，以製造人造鹼著名於世，乃得之二十年之研究，近又以發明固定硝素友合成安摩尼亞法為學界所稱道，吾前作他論已道及之矣。美國大工廠之設有試驗場也凡五十家，其最著者，如The General Electric Co. The Eastman Kodak Co. The Hercules Powder Co. The Dupont Powder Co. The Edison Co. The Westhouse Electric Co. The Pennsylvania Railway Co. The Vacuum Oil Co. The American Rockwell's Mills. The National Cash Register Co. 等，凡製造家之設試驗場，其目的不出下列三者。（一）以分析法定所用物質之成分，因得操縱製造之方法。（二）以工業的試驗，求改良製造方法與出產，并減少製造之成本。（三）研究科學上根本問題之與工業有關者，蓋工業之進步，必有待於科學智識之發達也。今舉一二以見例。

（一）The Eastman Kodak Co. 以造照象器具著名者也。其研究所約分兩部，一為製造部，以行製造新器之試驗。一為科學部，則專由學理上研究用於製造上之物質。其科學部又分溷液化學，無機化學，有機化學，物理，原色照象，分光鏡等科，其所得結果，多由各科學雜誌公世，於製造學術兩有裨也。

（二）The General Electric Co. 以製造電力機械著於世，自一九〇一年，即組織化學物理試驗研究所，迄今設備之費，逾五十萬元，而常年經費亦二十餘萬元，所中從事研

究者約二百人，試驗室散在各地，分分析化學，物理試驗，分光鏡試驗，電燈試驗，倫得根射線應用，絕緣質試驗，炭素刷及他合金與稀金屬鎢鎢銅等元質之試驗等，試驗室之質務，有爲

1. 純粹科學上之研究無一定目的者。
2. 改良製造方法及所用物質者。
3. 發見特需之物品者。
4. 用研究室所得之結果以製造商品者。

此其大較也，此公司之新發明，得於純粹科學之研究者爲多。如近今行用之電燈線，中實以硝氣，非如從前之真香，乃研究細線失熱定律與鎢質蒸發之結果。電燈線之用金屬線以代炭線又爲真香爐中熱研究之結果。又倫得根射線管之製造，此公司亦多所發明。其雇爲研究者，大概大學專門學校之畢業生，一二化學物理學界中之宗匠碩師亦居其中，如是公司者，豈得但以製造家目之哉。蓋技也，而進於道矣。

以上所徵引，特爲每類見其例，而已累牘連篇，更僕未盡，則他國科學研究之盛，亦大可見，其發明之衆，進步之速，又不得委爲天之降才爾殊明矣，吾國近年以來，震驚於他人學問文物之盛，欲急起而直追之久矣，顧於研究之事業，與研究之組織，乃未嘗少

加意，政變多於螭蟾，而國家無納民軌物之遠猷，學子昧昧於目前，而未嘗有振起新學之決心，商家斷斷於近利，而未嘗有創製改作之遠志；茫茫禹甸，唯是平蕪榛莽，以供樵竈民族之偷生苟息而已，所謂文明之花者，究何由以產出乎？臨淵羨魚，不如退而結網；過屠門而大嚼，不如退而割烹，今作此篇，亦欲為羨魚者授之以網，過屠門者進之以肉而已。世有進而結之者乎？成規具在，其則不退，藉攻玉於他山，成美裘於衆腋，作者之幸，當無過於此者矣。

清代漢學家的科學方法

胡適

一

研究歐洲學術史的人知道科學方法不是專講方法論的哲學家所發明的，是實驗室裏的科學家所發明的，不是亞里士多德（Aristotle）培根（Bacon）彌兒（Mill）一般人提倡出來的，是格利賴（Galileo）牛敦（Newton）勃里斯來（Priestley）一般人實地試行出來的，即如世人所推為歸納論理的始祖的培根，他不過會提倡知識的實用和事實的重要，故

略帶着科學的精神，其實他所主張的方法，實行起來，全不能適用，決不能當科學方法的尊號，後來科學大發達，科學的方法已經成了一切的實驗室的公用品，故彌兒能把那時科學家所用的方法編理出來，稱爲歸納法的五種細則，但是彌兒的區分，依科學家的眼光看來，仍舊不是科學用來發明真理解釋自然的方法的全部，彌兒和倍根都把演繹法看得太輕了，以爲只有歸納法是科學方法，近來的科學家和哲學家漸漸的懂得假設和證驗都是科學方法所不可少的主要分子，漸漸的明白科學方法不單是歸納法，是演繹和歸納相互爲用的，忽而歸納，忽而演繹，忽而又歸納，時而由個體事物到全稱的通則，時而由全稱的假設到個體的事實，都是不可少的，我們試看古今來多少科學的大發明，便可明白這個道理，更淺一點，我們走進化學實驗室裏去做完一小盒材料的定性分析，也就可以明白科學的方法不單是歸納了事。

歐洲科學發達了二三百年，直到於今方才有比較圓滿的科學方法論，這都是因爲高談方法的哲學家 and 發明方法的科學家向來不很近，所以高談方法的人至多不過能得到一點科學的精神和科學的趨勢，所以創造科學方法和實用科學方法的人，也只願他自己研究試驗的應用，不能用哲學綜合的眼光把科學方法的各方面詳細表示出來，使人了解，哲學家沒有科學的經驗，決不能講圓滿的科學方法論，科學家沒有哲學的興趣，也決不能講圓滿的

科學方法論。

不但歐洲學術史可以證明我這兩句話，中國的學術史也可以引來作證。

二

當印度系的哲學盛行之後，中國系的哲學復興之初，第一個重要問題就是方法論，就是一種邏輯，那個時候，程子到朱子的時候，禪宗盛行，一個禪字幾乎可以代表佛學，佛學中最講究邏輯的幾個宗派如三論宗和法相宗都狠不容易研究，經不起少許政府的摧殘，就狠衰微了，只有那明心見性，不立文字的禪宗，仍舊風行一世，但是禪宗的方法完全是主觀的頓悟，決不是多數人自悟悟他的方法，宋儒最初有幾個人會採用道士派關起門來虛造宇宙論的方法，如周濂溪邵康節一班人，但是他們只造出幾種道士氣的宇宙觀，並不會留下什麼方法論，直到後來宋儒發見了禮記裏面一篇一千七百五十個字的大學，方才算是尋得了中國近世哲學的方法論，自此以後，直到明代和清代，這篇一千七百五十個字的小書，仍舊是各家，哲學爭論的焦點，程朱陸王之爭，不用說了，直到二十多年前康有為的長興學記裏還爭論格物兩個字究竟怎樣解說呢，大學的方法論，最重要的是致知在格物五個字，程子朱子一派的解說。

所謂致知在格物者，言欲致吾之知，在卽物而窮其理也，蓋人心之靈莫不有知，而天下之物莫不有理，惟於理有未窮，故其知有不盡也，是以大學始教，必使學者卽凡天下之物，莫不因其已知之理而益窮之，以求至乎其極，至於用力之久，而一旦豁然貫通焉，則衆物之表裏精粗無不到，而吾心之全體大用無不明矣。（朱子補大學第五章。）

這一種格物說便是程朱一派的方法論，這裏面有幾點狠可注意，（一）他們把格字作至字解，朱子用的卽字，也是到的意思，卽物而窮其理是自己去到事物上尋出物的道理來，這便是歸納的精神。（二）卽凡天下之物，莫不因其已知之理而益窮之，以求至乎其極，這是狠偉大的希望，科學的目的，也不過如此，小程子也說，語其大至天地之高厚，語其小至一物之所以然，學者皆當理會，倘宋代的學者真能抱着這個目的做去，也許做出一些科學的成績。

但是這種方法何以沒有科學的成績呢？這也有種種原因（一）科學的工具器械不够用。（二）沒有科學應用的需要。科學雖不專爲實用，但實用是科學發展的一個絕大原因，小程子臨死時說，道着用，便不是，這種絕對非功用說，如何能使科學有發達的動機。（三）他們既不講實用，又不能有純粹的愛真理的態度，他們口說致知，但他們所希望的，並不是這個物的理和那個物的理，乃是一種最後的絕對真理，小程子說，今日格一件，明

日格一件，積習既多，然後脫然有貫通處，又說，自一身之中，至萬物之理，但理會得多，自然豁然有覺悟處。朱子上文說的，至於用力之久，而一旦豁然貫通焉，則象物之表裏精粗無不到，而吾心之全體大用無不明矣。這都可證宋儒雖然說今日格一事，明日格一事，但他們的目的並不在今日明日格的這一事，他們所希望的是那一旦豁然貫通的絕對的智慧，這是科學的反面，科學所求的知識正是這物那物的道理，並不忘想那最後的無上智慧，丟了具體的物理，去求那一旦豁然貫通的大澈大悟，決沒有科學。

再論這方法本身也有一個大缺點，科學方法的兩個重要部分，一是假設，一是實驗，沒有假設，便用不着實驗，宋儒講格物全不注重假設，如小程子說，致知在格物，物來則知起，物各付物不役其知，則意誠不動，天下那有不役其知的格物，這是受了樂記和淮南子所說人生而靜，天之性也，感於物而動，性之欲也，那種知識論的毒，不役其知的格物，是完全被動的觀察，沒有假設的解釋，也不用實驗的證明，這種格物如何能有科學的發明。

但是我們平心而論，宋儒的格物說，究竟可算得是含有一點歸納的精神，即凡天下之物，莫不因其已知之理而益窮之，一句話裏，的確含有科學的基礎，朱子一生有時頗能做一點實地的觀察，我且舉朱子語錄裏的兩個例。

(一) 今登高山而望，羣山皆爲波浪之狀，便是水泛如此，只不知因甚麼事凝了。
 (二) 嘗見高山有螺蚌壳，或生石中，此石即舊日之土，螺蚌即水中之物，下者即變而爲高，柔者即變而爲剛，此事思之至深，有可驗者。

這兩條都可見朱子頗能實行格物，他這種觀察，斷案雖不正確，已很可使人佩服，後來西洋的地質學者，觀察這種現狀，加上胆大的假設，作爲有系統的研究，便成了歷史的地質學。

三

起初小程子把格物的物字解作語其大至天地之高厚，語其小至一物之所以然，又解作自身之中，至萬物之理，這箇物的範圍，檢直是科學的範圍，但是當科學器械不完備的時候，這樣的科學野心不但是做不到，檢直是妄想，所以小程子自己先把物的範圍縮小了，他說窮理亦多端，或讀書講明義理，論古今人物，別其是非，或應接事物，處其當然，皆窮理也，這是把物字縮到窮經，應事，尙論古人三項，後來朱子便依着小程子所定的範圍，朱子是一個讀書極博的人，他的一生精力大半都用在讀書窮理，讀書求義上，他曾費了大工夫把四子書四經（易，詩，書，春秋）自漢至唐的註疏細細整理一番，刪去那些太

繁的和那些太講不通的，又加上許多自己的見解，做成了幾部簡明貫串的集註，這幾部書，八百年來，在中國發生了莫大的勢力，他在大學中庸兩部書上用力更多，每一部書有章句，又有或問，中庸還有輯略，他教人看大學的法子，須先讀本文，念得，次將章句來解本文，又將或問來參章句，須逐一令記得，反復尋究，待他浹洽，既逐段曉得，將來統看溫尋過，這方始是，看這一條，可以想見朱子的格物方法在經學上應用。

他這種方法是狠繁瑣的，在那禪學盛行的時代，這種方法自然很受一些人的攻擊，陸子批評他道。

易簡工夫終久大，支離事業竟浮沉。

支離事業就是朱子一派的傳注工夫，陸子自己說，——學苟知本，則六經皆我註腳。又說，六經註我，我註六經，他所說的本，就是自己的心，他說，宇宙即是吾心，吾心即是宇宙，他又說，萬物皆備於我，只要明理，然理不解自明，須是隆師親友。

朱子說，人心之靈，莫不有知，而天下之物，莫不有理，這是說理在物中，不在心內，故必須去尋求所究，陸子說此心此理，實不容有二，心就是理，理本在心中，故說理不解自明，這種學說和程朱一系所說即物而窮其理的方法，根本上立於反對的地位。

後來明代王陽明也攻擊朱子的格物方法，陽明說：

衆人只說格物要依晦翁，何曾把他的說去用，我着實會用來，初年與錢友同論做聖賢要格天下之物，因指亭前竹子，令去格看，錢子早夜去窮格竹子的道理，竭其心思，至於三日，便致勞神成疾，當初說他是精力不足，某因自去窮格，早夜不得其理，到七日亦以勞思致疾，遂相與歎，聖賢是做不得的，無他大力量去格物了。

王陽明這樣挖苦朱子的方法，雖然太刻薄一點，其實是狠切實的批評，朱子一系的人何嘗真做過卽凡天下之物，莫不因其已知之理而益窮之的工夫？朱子自己說，夫天下之物，莫不有理，而其精蘊則已具於聖賢之書，故必由是以求之，從天下之物縮小到聖賢之書，這一步可算跨得遠了。

王陽明自己主張的方法大致和陸象山相同，陽明說，心外無物，又說，物者，事也，凡意之所發，必有其事，意所在之事謂之物，又說，如吾心發一念孝親，卽孝親便是物，他把格字當作正字解，他說，格者，正也，正其不正以歸於正也，他把致知解作致吾心之良知，故要人於其良知識知之善者，卽其意之所在之物，而實爲之，無有乎不盡，於其良知識知之惡者，卽其意之所在之物，而實去之，無有乎不盡，這就是格物。

陸王一派把物的範圍限於吾心意念所在的事物，初看去似乎比程朱一派的物範圍縮小得多了，其實並不然，程朱一派高談卽凡天下之物，其實祇有聖賢之書是他們的物。陸王

明明承認格天下之物是做不到的事，故把範圍收小，限定意所在之事謂之物，但是陸王都主張心外無物的，故意所在之事一句話的範圍可大到無窮，比程朱的聖賢之書廣大得多了，還有一層，陸王一派極力提倡個人良知的自由，故陸子說六經爲我註脚，王子說，夫學貴得之心，求之於心而非也，雖其言出之於孔子，不敢以爲是也，這種獨立自由的精神，便是學問革新的動機。

但是獨立的思想精神，也是不能單獨存在的，陸王一派的學說，解放思想的束縛是狠有功的，但他們偏重主觀的見解，不重物觀的研究，所以不能得社會上一般人的信用，我們在三四年後觀察程朱陸王的爭論，從歷史的線索上看起來，可得這樣一個結論，程朱的格物論注重卽物而窮其理，是狠有歸納的精神的，可惜他們存一種被動的態度，要想不役其知，以求那豁然貫通的最後一步。那一方面，陸王的學說主張真理卽在心中，抬高個人的思想，用良知的標準，來解脫傳注的束縛，這種自動的精神，狠可以補救程朱一派的被動的格物法，程朱的歸納手續，經過陸王一派的解放，是中國學術史的一大轉機，解放後的思想，重新又採取程朱的歸納精神，重新經過一番樸學的訓練，於是有漢學家的科學方法出現，這又是中國學術史的一大轉機。

四

中國舊有的學術，只有清代的漢學可以當得起科學的名稱，漢學一個名詞包括甚廣，大要可分四部分。

- (一) 文字學 *Philology* 包括字音的變遷，文字的假借通轉等等。
- (二) 訓詁學，訓詁學是用科學的方法，物觀的證據，來解釋古書文字的意義。
- (三) 校勘學 *Textual Criticism* 校勘學是用科學的方法來校正古書文字的錯誤。
- (四) 考訂學 *Higher Criticism* 考訂學是考訂古書的真偽，古書的著者，及一切關於著者的問題的問題。

因為漢學的範圍很廣，故不容易尋一個總包各方面的類名，漢學兩個字雖然不妥，但是因為他所包涵的意義比小學考據學等等名詞空泛的多，故只好採用他。

漢學這個名詞很可表示這一派學者公同趨向，這個公同趨向就是不滿意於宋代以來的學者用主觀的見解來做考古學問的方法，這種消極方面的動機，起於經學上所發生的問題，後來方才漸漸的擴充，變成上文所說的四種科學，現在且先看漢學家所攻擊的幾種方法。

(一) 隨意改古書的文字。

(二) 不懂古音，用後世的音來讀古代的韻文，硬改古音爲叶音。

(三) 增字解經，例如解致知爲致良知。

(四) 望文生義，例如論語君子恥其言而過其行，本有錯誤，故而字講不通，宋儒硬解爲恥者，不敢盡之意，過者，欲有餘之辭，却不知道而字是之字之誤。(皇侃本如此。)

這四項不過是略舉幾個最大的缺點，現在且舉漢學家糾正這種主觀的方法的幾個例，唐明皇讀尚書洪範無偏無頗，遵王之義，覺得下文都協韻，何以這兩句不協韻，於是下敕改頗爲陂，使與義字協韻，顧炎武研究古音，以爲唐明皇改錯了，因爲古音義字本讀爲我，故與頗字協韻他舉易象傳鼎耳革，失其義也，覆公餗，信如何也，又禮記表記仁者，右也，道者，左也，仁者，人也，道者，義也，證明義字本讀爲我，故與左字，何字，頗字協韻。

又易小過上六，弗遇過之，飛鳥離之，朱子說當作弗過遇之，顧炎武引易離九，三日昃之離，不鼓缶而歌，則大耋之嗟，來證明離字古讀如羅，與過字協韻，本來不錯。

望文生義的例如老子行於大道，唯施是畏，王弼與河上公都把施字當作施爲解，王念

孫證明施字當讀爲逸，作邪字解，他舉的證據甚多，（一）孟子離婁，施從良人之所之，趙岐注施者，邪施而行，丁公著音逸，（二）淮南齊俗訓，去非者，非批邪施也，高誘註，施微曲也，（三）淮南要略，接徑直施高註，施邪也，以上三證，證明施與逸通，說文說逸，裏行也，（四）史記賈生傳，庚子日施兮，漢書寫作日斜兮，（五）韓非子的解老篇解老子這一章，也說，所謂大道也者，端道也，所謂貌施也者，邪道也，以上兩證，證明施字作邪字解，這種考證法還不令人心服嗎。

這幾條隨便舉出的例，可以表示漢學家的方法，他們的方法的根本觀念可以分開來說。

三 通 小 叢 書

（一）研究古書，並不是不許人有獨立的見解，但是每立一種新見解，必須有物觀的證據。

（二）漢學家的證據完全是例證，例證就是舉例爲證，看上文所舉三件事，便可明白例證的意思了。

（三）舉例作證是歸納的方法，舉的例不多，便是類推（Analogy）的證法，舉的例多了，便是正常的納歸法（Inauation）了，類推與歸納，不過是程度的區別，其實，他們的性質是根本相同的。

(四)漢學家歸納手續不是完全被動的，是很能用假設的，這是他們和朱子大不相同之處，他們所以能舉例作證，正因為他們觀察了一些個體的例之後，腦中先已有了一種通設的通則，然後用這通則所包涵的例來證同類的例，他們實際上是用個體的例來證個體的例，精神上實在是把這些個體的例所代表的通則，演繹出來，故他們的方法是歸納和演繹同時並用的科學方法，如上文所舉的第一件事，顧炎武研究了許多例，得了凡義字古音皆讀爲我的通則，這是歸納，後來他遇着無偏無頗，遵王之義，一個例，就用這個通則來解釋他，說這個義字古音讀爲我，故能與頗字協韻，這是通則的應用，是演繹法，既是一條通則，應該總括一切義字，故必須舉出這條義讀爲我的例，來證明這條假設的確是一條通則，印度因明學的三支，有了喻體（大前提），還要加上一個喻依（例）就是這個道理。

五

我現在且舉幾個最精密的長例來表示漢學家的科學方法，清代漢學的成绩，要算文字學的音韻一部分爲最大，故我先舉錢大昕考定古今音變遷的一條例，錢氏於古音學上有兩大發明，一是古無輕唇音，一是古無舌頭舌上之分，前一條我已引在我的中國哲學史大綱

裏了，現在且舉他的古無舌頭舌上之分一條，舌上的音如北方人讀知徹澄三組的字都是舌上音，舌頭音爲端透定三組的字（西文的 D，T 兩母的字），錢氏發明現讀舌上音的字古音都讀舌頭的音，他舉的例如下。——

（一）說文，冲讀若動，書惟予冲人，釋文，直忠切，古讀直如特，冲子猶童子也，字母家不識古音，讀冲爲蟲不知古讀蟲亦如同也，詩，蘊隆蟲蟲，釋文，直忠反，徐徒冬反，爾雅作燭燭，郭都冬反，韓詩作炯，音徒冬反，是蟲與同，音不異。

（二）古音中如得，三倉云，中，得也，史記封禪書，康后與王不相中，周勃傳，子勝之尙公主，不相中，小司馬皆訓爲得。

（三）古音陟如得，周禮，太卜撐三夢之法，……三曰咸陟，注陟之得言，也讀如王德翟人之德。

（四）古音趙如搨，詩其籟斯趙，釋文，徒了反，周禮考工記注引此作其籟斯搨，大了反，笱子楊倬注，趙讀爲掉。

（五）古音直如特詩，實爲我特，釋文韓詩作直，云相當值也，檀弓行，井柎於晉國，注植或爲特，王制，天子植杓釋文，植音特。

(六) 古音竹如篤，詩，綠竹猗猗，釋文，韓詩作藹，音徒沃反，與篤音相近，皆舌音也，篤竹並從竹得聲，論語，君子篤於親，汗簡云，古文作竺，書篤不忘，釋文，本又作竺，釋詁，竺厚也，釋文本又作篤，漢書西域傳，無雷國比與捐毒接，師古曰，捐毒卽身毒，天毒也，張騫傳，吾賈人轉市之身毒國，鄧展曰，毒音督，李奇曰，一名天竺，後漢書杜篤傳，摧天督，注，卽天竺國，然則竺，篤，毒，督，四字同音。

(七) 古讀豬如都，檀弓，滄其宮而豬焉，注，豬都也，南方謂都爲豬，書大野既豬，史記作既都，榮波既豬，周禮注引作榮播既都。

(八) 古讀追如堆，郊特牲，母追，釋文，多雷反，板乘七發，踰岸出追，李善注，追古堆字。

(九) 古讀倬如剗，詩倬彼甫田，韓詩作剗。

(十) 古讀棖如棠，孔子弟子申棖，史記作申棠，……因棖有棠音，可悟古讀長丁丈切，與黨音相似，正是音和，非類隔。

(十一) 古讀池如沱，詩，滌池北流，說文引作滌沱，周禮職方氏，并州，其川康池，禮記，晉人將有事於河，必先有事於惡池，卽滌沱之異文。

(十二)古讀塵如塊，周禮塵人，注，故書塵爲塊，杜子春讀塊爲塵，載師以塵里任國中之地，注，故書塵或爲塊，司農讀爲塵。

(十三)古讀秩如黠，書平秩東作說文引作黠，從豐，弟聲，……凡從失之字，如跌，迭迭，𪗇，𪗈，𪗉，𪗊，皆讀舌音，則秩亦有迭音可信也。

(十四)姪弟本雙聲字，公羊釋文，姪，大結反，弟，大計反，此古音也，廣韻，姪有徒結直一兩切。

(十五)古讀陳如田，說文，田，陳也，陳完奔齊，以國爲氏，而史記謂之田氏，是古田陳同聲。

三 通 小 叢 書

錢氏所舉的例，不止這十五個，我不能全鈔了，看他每舉一個例，必先證明那個例，然後從那些證明了的例上求出那古無舌頭舌上之分的大通則，那裏面有幾層的歸納，和幾層的演繹，他從詩釋文，檀弓注，王制釋文各例上尋出古讀直特的一條通則，便是一層歸納，他用同樣的方法去尋出古讀竺如篤，古讀緒如都等等通則，便是十幾次的歸納，然後把這許多通則貫串綜合起來，求出古讀舌上音皆爲舌頭音的大通則，便是一層大歸納，經過這層大歸納之後，有了這個大通則，再看這個通則有沒有例外，如字書讀沖爲蟲，他便可應用這條大通則，說蟲字古時也讀如同，這是演繹，他怕演繹的證法還不能使人心服，

故又去尋個體的例，如蟲字的直忠和都冬兩切，證明蟲字古讀如同，這又是歸納了。

這是漢學家研究音韻學的方法，三百年來的音韻學所以能成一種有系統有價值的科學，正因為那些研究音韻的人，自顧炎武直到章太炎都能用這種科學的方法，都能有這種科學的精神。

六

我再舉一個訓詁學的例，清代講訓詁的方法王念孫王引之父子兩人，方才完備，二王以後，俞樾孫詒讓一班人都跳不出他們兩人的範圍，王氏父子所著的經傳釋詞可算得清代訓詁學家所著的最有統系的書，故我舉的例也是從這部書裏來的，古人注書最講不通的，就是古書裏所用的虛字，虛字在文法的作用最大，最重要，古人沒有文法學上的名詞，一切統稱為虛字，（語詞，語助詞，等等），已經是很大的缺點了，不料有一些學者竟把些虛字當作實字用，如言字在詩經裏常作而字或乃字解，都是虛字，被毛公鄭玄等解作代名詞的我字，便更講不通了，王氏的經傳釋詞全用歸納的方法，舉出無數的例，分類排比起來，看出相同的性質，然後下一個斷案，定他們的文法，作用，我要舉的例是用在句中或句首的焉字。

焉字用在句尾，是狠平常的用法，例如殆有甚焉，必有事焉，都作於此解，那是容易的，但是焉字又常常用在一句的中間或一句的起首，他的功用等於於是，乃則一類的狀詞，大概是表時間的關係，有時還帶着一點因果的關係，王氏舉的例如下：

(一) 禮記月令，命舟牧覆舟，五覆五反，乃告舟備具於天子，天子焉(於是)始乘舟。

(二) 晉語，盡遂羣公子，乃立奚齊，焉(於是)始爲令於國。

(三) 墨子魯問，公輸子自魯南遊楚焉，(於是)始爲舟戰之器。

(四) 山海經大荒西經，夏后開，焉(於是)始得歌九招。

(五) 祭法，境墀有禱，焉(則)祭之，無禱乃止。

(六) 三年問，故先生焉(乃)爲之立中制節。

(七) 又焉使倍之，故再期也。

(八) 大戴禮王言篇，七教修，焉(乃)可以守，三年行，焉(乃)可以征。

(九) 曾子制言篇，有知，焉(乃)謂之友，無知焉謂之主。

(十) 齊語，鄉有良人，焉(乃)以爲軍令。

(十一) 吳語，吾道路悠遠，必無有二命，焉(乃)可以濟事。

- (十二) 老子信不足，焉（於是）有不信。
- (十三) 管子幼官篇，勝無非義者，焉（乃）可以爲大勝。
- (十四) 又揆度篇，民財足則君賦斂焉（乃）不窮。
- (十五) 墨子親士篇，焉（乃）可長生保國。
- (十六) 又兼愛必知亂之所自起，焉（乃）能治之。
- (十七) 又非攻湯焉（乃）敢奉率其衆以相有夏之境。
- (十八) 莊子則陽篇，君爲政焉（乃）勿鹵莽，治民，焉（乃）勿滅裂。
- (十九) 荀子議兵篇，若赴水火，入焉（則焦）沒耳。
- (二十) 又，凡人之勳也，爲賞慶爲之，則見害傷焉（乃）止矣。
- (二十一) 離騷，馳校邱且焉（於是）止息。
- (二十二) 九章，焉（於是）洋洋而爲客，焉（於是）舒情而抽信兮。
- (二十三) 九辯，國有驥而不知乘號，（乃）皇皇而更索。
- (二十四) 招魂，巫陽焉（乃）下招曰。
- (二十五) 速遊焉（乃）逝以緋綱。
- (二十六) 僖十五年左右傳，晉於是乎作爰田，晉於是乎作州兵，晉語作，焉作轅田，焉

作州兵，是焉與於是同義。

(二七)荀子禮論篇，三者偏亡，焉無安人，史記禮書用此文，焉作則，老，故貴以身爲天下，則可寄天下，淮南道應訓引此，則作焉，是焉與則同義。

這種方法，先搜集許多同類的例，比較參看，尋出一個大通則來，完全是歸納的方法。但是以我自己的經驗看起來，這種方法實行的時候，決不能等到把這些同類的例都收集齊了，然後下一個大斷案，當我們尋得幾條少數同類的例時，我們心裏已起了一種假設的通則，有了這個假設的通則若再遇着同類的例，便把已有的假設去解釋他們，看他能否把所有同類的例都解釋得滿意，這就是演繹的方法了，演繹的結果，若能充分滿意，那個假設的通則便成了一條已證實的定理，這樣的辦法，由幾個（有時只須一兩個）同類的例，引起一個假設，再求一些同類的例去證明那個假設是否真能成立，這是科學家常用的方法，假設的用處，就是能使歸納法實用時，格外經濟，格外省力，凡是科學上能有所發明的人，一定是富於假設的能力的人，宋儒的格物方法，所以沒有效果，都因爲宋儒既想格物，又想不役其知，不役其知就是不用假設，完全用一種被動的態度，那樣的用法，決不能有科學的發明，因爲不能提出假設的人，嚴格說來，竟可說是不能使用歸納方法，爲什麼呢，因爲歸納的方法並不是教人觀察凡天下之物，並不是教人觀察亂七八糟的個體事物，歸

納法的真義在於教人舉例，在於使人於亂七八糟的事物裏面尋出一些類似的事物，當他舉例時，心裏必已有了一種假設，如錢大昕舉沖，中，陟，直，趨，竺……等字時，他先已有了一種類的觀念，先有了一種假設，不然，他為什麼不舉別的整千整萬的字呢？又如王氏講焉字的例，他若先沒有一點假設，為什麼單排出這些句中和句首的焉字呢，漢學家的長處就在他們有假設通則的能力，因為有假設的能力，又能處處求證據求證實假設的是非，所以漢學家的訓詁學有科學的價值，道光年間有個方東澍做了一部漢學商兌，極力攻擊漢學家，但他對於高郵王氏的經義述聞，也不能不佩服，不能不說實足令鄭朱俯首，自漢唐以來未有其比，這可見漢學家的方法精密，就是宋學的死黨也不能不心服了。

宇宙之大觀

君實

一 蒼穹與星光

吾人仰首觀天，覺有雲之處，有月之處，有蔚藍之處，有星之處，同在吾人之上，未嘗有別也，而不知其間有非常之懸隔，據現今研究之結果，則知最低者為雲，雲之低者，距地不過四五哩，其高者亦不出七八哩，凡天氣之變化，與低氣壓之起，皆在此薄空氣層

之間，雲之上現黃昏光，朝霞晚霞之紅光是也，此黃昏光，蓋浮游空中較大之塵埃因反射日光而起之現象，此塵埃之散布，約在五十哩之上，夕陽雖沒，而未即暗，實此光爲之黃昏光之上，流星飛於其間，夏秋晚涼，吾人蓋常見之，此無音而光忽滅之流星，乃浮游宇宙空間之大塵埃，（狀似星之破片，但不若稱之爲塵埃），受地球吸力之吸引而落下，與空氣摩擦而發光，其因摩擦而起之熱，即燒盡流星，僅有灰與瓦斯，遺於空中，（流星，並非空中發光之星所落下者），流星之高，約在地上五十哩至百哩，其較大之流星，則達於地面而爲隕石，南北兩極空中所現之極光，亦與流星同，特高低相差而已，此種極光，蓋由太陽飛來之電子，集於地球南北極大氣之上層，成一種放電時之現象也，百哩以上，空氣來薄，成分之重者爲輕氣，其附近之塵埃，非常微細，此微細之塵埃，不能反射太陽之光之全部，蓋塵埃之厚，多較光之波爲長短，太陽七色光線之中，紅橙黃波長較長，固不反射，而其餘波長較短之綠青藍紫等色，則被反射，其全體觀之作青藍色，今百哩至百五十哩之高處，爲送此反射光之界限，是即蔚藍之天之高也，自此而上，地球大氣內之現象，僅有一種極光，極光之高，達四百哩，故地球之大氣，即至此爲界，其外即與虛無之空間相連續，其先爲日月星辰，晝間不見星者，以蔚藍之光強於星光故，至夜則藍光消而星明，要而言之，因大氣中之塵埃，而星不能見於晝間，故苟無大氣，則太陽與星，當同

時並見。

二 星之距離

如前所述，大氣之高，約距地三四百哩，故星未有在近距離之內者，與地球最近之天體爲月，月之距離，因時而變化，其平均爲二十三萬八千八百四十哩，設有速度每小時行六十哩之汽車，晝夜不息，由地球向月球進行，則達到之時，須五閱月有半，其次近者爲金星，金星晨現東方曰啓明，昏見西方曰長庚，此星與地球最接近時，約二千五百七十萬哩，自此而遠，有肉眼不能見之小行星（名曰埃洛斯）及火星。最近時約距離三千萬哩內外，而由地球至太陽之距離，平均九千二百八十九萬七千哩，如每小時飛一百二十哩之飛行機，不絕前進，則須八十八年四個月有餘，光之速度，一秒間可繞行地球七週有半，其程爲十八萬六千三百三十哩，而光由太陽達地球，須八分十九秒，即太陽東升時，八分十九秒後，始入吾人之目，而西沒後，八分十九秒之間，吾人猶能見之，以太陽爲中心而運行之行星之體系，謂之太陽系，此皆地球之同族，位於太陽系最外端之行星曰海王星，其大雖爲地球之四倍以上，而肉眼不能見之，由此星至地球之平均距離，爲二十七萬九千一百六十萬哩，光至其處約須四小時半，乘飛行機前往，須三千年以上，太陽系之直徑，約

五十六萬萬哩，在此太陽系之內者，有水星，金星，地球，火星，木星，土星，天王星，海王星等之大行星，及八百有餘之小行星，環繞行星週圍數十之衛星，與無數之彗星及流星等，然如此茫茫之太陽系，比之宇宙之大，亦不及滄海之一粟也。

九月中夜間所見之星，屬於太陽系者，月以外僅有火星，其他皆非肉眼所能觀，火星當九月之初，在天秤座，晚間放紅光於西方，此外之星，皆為恆星，恆星者，與太陽同質之星，能自發光者也。太陽為直徑八十六萬六千哩之大瓦斯塊，其表面之溫度，約攝氏六千度，內部則達數百度，其所包藏熱量之大，雖經數千年至數萬萬年，放出赫赫之光熱而未嘗稍衰，然而太陽比較之散布宇宙間無數之恆星，決不可謂大，按之實際，恆星之放散光熱數百倍於太陽者，尚甚多也，以如此偉大之星，而吾人僅見一點之弱光，其距離之速，蓋可想見，設以太陽系為中心，畫一圓球，球之半徑，為太陽系直徑之四千倍，則太陽系中羣集之小星以外，無一恆星，而於太陽系直徑四千一百倍之距離，始漸有二個之恆星，由地球至此等之星，依光行之速度，須四年三個月，比之至太陽之八分十九秒，相差遠甚，此二星為最近之恆星，其中一星，光甚稀微，肉眼所不能見，一為南方之大星，名曰堪泰烏爾斯星座之A星，由地球至此星之距離，究非哩數所能計，但能以光行之時間計之，光行一年間之距離曰一光年，則堪泰烏爾斯之A星，其距離為四，二光年。

今以地球爲中心，畫一以十六光年爲半徑之球觀之，則吾人今日在此球中所知之星，僅二十有三，其中有肉眼所能見之大者，僅十有二星，吾人所見空中恆星之大多數，其於地球之距離，大抵皆在十六光年以上，假定以太陽系之直徑五十六萬萬哩，爲一呎，則最近之恆星，爲四百〇九丈之遠，自此而遠，在一千四百六十五丈九尺之四方之間，散布恆星二十三個，由是觀之，則太陽系似比較的孤立，但恆星相互之距離，亦有更大者在焉，再推廣距離，在從地球約三百光年之半徑之球內，至少當有恆星三四百，由此以外，恆星散布之狀態甚疏。

三 肉眼所見之星數

昔希臘天文學家，將肉眼所見之星，隨光之強弱，分爲六等，以星明者爲一等星，依序而降，至最弱者爲六等星，迨至輓近，因望遠鏡及寫真術之發達，肉眼不能見之星，可知甚多，此外不發光之暗星，在宇宙間尤難勝數，今星之等級，可用精密之光度計測定，各光度之星，其數亦可計算，據計算所得，六等星以上之星，凡二千七百十五個，惟此數爲全地球之星數，一夜所見者，僅半球中之星，故其數亦當減半，普通所見者，僅千百餘耳，倘用小號之雙眼望遠鏡觀之，則星數可以大增，半球之中，約五千餘個，其用新

式大望遠鏡而攝影所得之星，厥數當達數萬萬以上，此外肉眼所見狀如白雲之銀河，爲恆星之一大集團，其中所含之星數，亦達數萬萬，故星在宇宙中實際之數，蓋不可勝計焉。

吾人肉眼所能辨明之星，其距離大約均在三千光年以內；卽周康王卽位以前之光，至今始達到於吾人之目中，吾人仰而視天，所見之星，或爲數十年前之光，或爲數百年前之光，或爲數千年前之光，其中或在數百年前已歸消滅者，未可知也。因是之故，遂發生時間與空間之大問題，是決不得謂爲哲學的空想，吾人今日眺望空中，云見今星，實則所見之光，遠在數千年前，故吾人今日所云現在者，其中實包涵數千年之過去，是由空間過廣，光通過其間之速度所至，不可免也。由是觀之，時間云者，與時間及光之速度，大有關係，若以時間與空間分而言之，不足以知宇宙之大也。

秋夏之間，天上所見之銀河，實爲包含恆星界之巨環，銀河最近之部分，與吾人至少亦有四千光年之距離，其遠者當達一萬光年以上，去年六月九日日蝕時，美國在鷲座發現新星，其位置卽在銀河之邊際，新星本爲黑暗星，因與銀河附近擴布之大星雲相衝突而發熱，此次之新星發見之日，雖在一九一八年，實則其發光當在西歷紀元前二千年，至今日而光始達於地球，遂聳動一時，羣相研究，然自實際言之，此固太古之星，而不得謂爲新

星也。銀河之光，甚爲希微，惟山村月黑之夜，始得見之，故月明之夜所不能見，而在電燈光燭霄漢之市街，亦幾於無有，紐約小學校之兒童，不知星爲何狀，蓋以夜間到處光明，星光爲其所奪故也。

四 宇宙之大觀

上天下地曰宇，古往今來曰宙，宇宙二字，實包含時間與空間，與前述空間與時間之關係相對照，頗有特殊之興味，光自無始之往昔，縱橫旅行於此無限之宇宙，以無限遠距離之消息，傳於吾人，然因光源之距離過遠，而光之強度遂減，故吾人之眼，不能透徹至無限之遠方，雖有助眼之望遠鏡，可探更遠之距離，然其遠仍屬有限，故吾人之於宇宙，終如井蛙之語海，夏蟲之語冰，僅能以有限範圍內之知識，窺無限之門戶而已。

前言太陽附近恆星之集團，爲銀河之大環所圍繞，此形成銀河之恆星羣集以外，遠橫無恆星之空間，銀河中所包數萬萬之恆星，密集於空間之一部分，此集團曰銀河系，實可稱爲星辰的宇宙，乃肉眼可見之星辰運行之有限舞臺，是爲狹義之宇宙，在此宇宙中星辰之大部分，散布於稜士 *Lyra* 形之空間內，相當於稜士之緣之處，爲銀河之部分，其直徑遠一萬五千光年至二萬光年，但其厚則較薄，約達五千光年，太陽系卽在此宇宙系中心相

近之處，因近於中心，故在各恆星之吸力略相平均之位置，不起猛力之變化，而成爲徐徐進化之部分，如人類之靈妙生物之發生，或與此種位置有密切之關係，亦未可知，而太陽則引率地球及其他行星，以每秒十一哩之速度，走於天之一方。

吾人之宇宙系以外，同樣之宇宙系，尙屬甚多，有名爲渦狀星雲系之天體，形如雲狀之旋渦，實爲在非常遠距離之宇宙系，雖其最大者，亦非肉眼所能見，必由望遠鏡與寫真，而後成非常之美觀，其中每個之恆星，固難一一分別，然因種種之證據，可以稱之爲恆星之集團，吾人視若銀河狀之宇宙系，自遠望之，實亦一渦狀星雲，渦狀星雲之特徵，係由中央之光團，伸出兩臂而成渦狀，若由中央之光團中，望此兩臂，其狀當亦如銀河，類此之渦狀星雲，今日已經發見者，數在十萬以上，故與吾人同樣之宇宙系，存在於天四方無有涯涘，以成無限悠久之宇宙。

未有生物以前之地球

王星拱

宇宙萬物，遞變不已，推陳出新，無時或同，今日之地球，非復昔日之地球，今日之生物，非復昔日之生物，今日之人類，非復昔日之人類，故吾人欲求生存於現今之世界，

必依現今之環境爲轉移，若必取其適宜於過去之環境者，強而行之，勢必鑿枘兩不相入，有礙於進化，卽有礙於生存，蓋進化者無他，卽因環境之變而亦變，以求其新式之生存而已，茲將未有生物以前地球之情形先爲約略言之，足徵地球今昔之不同，是亦進化明證之一端也。

欲知地球未有生物以前之情形，必先知地球之原始，解釋此問題者，有二說存焉，一曰「火雲說」，一曰「隕星說」。

火雲說曰，太陽系之太陽，及其八大行星，與其餘之小者，數約五百餘，其初實爲一火雲，或釋（雲星火），火雲者，乃天空中煙燼有光之物，以望遠鏡觀之，不能分爲散星者也，其能分爲散星者謂之（星叢），今就成太陽系之火雲言之，其質爲氣體，形略圓如球，球心物質，或較濃密，嗣後卽成太陽之部分也，繞軸自轉，其所據之體積，較現今海王星之軌道，所包擴者尤大。逐漸失其熱於天空，故體積收縮，因體積之收縮，故自轉之速率增加，因自轉之速率增加，故其中物點，所受之離心力加大，而在赤道面者爲尤甚，至離心力過大之時，向心力，與地球之地心攝力同，不能制之，故赤道面處之部分，遂分出而成環，其在內之未分出者，復因失熱而收縮，而增加其自轉之速率，而加大其離心力，於是復分出其赤道面處之部分，而成第三環，其在內之未分出者，重演如前。分出之

環，卽行星之嗚矢也，就分出之環而言之，其體積因失熱而收縮，自氣體漸變爲液體，若環之各部之收縮，平均無別，則散成多數小球，木火二星軌道之間之百十小行星，卽緣此而成者，然當環之失熱之時，其各部之收縮，恆難一律，其收縮較速之部，遂吸攝其收縮較緩之部，而成一大環也，地球其一也。

當環尙未分出之時，成此環之物點，隨火雲全體而轉，及環既分出之後，環之體積，繞火雲中心而轉，故成球後，仍繞火雲中心而轉，此行星轉之所由來也，當行星成立之初，隨火星全體之自轉而亦自轉，其因收縮而增加其自轉之速率，此行星之自轉所由來也。當此之時，明星之體質，尙與火雲相等，復以火雲分出行星之法，而分出衛星，如地球之衛星爲月，是也。

三 通 小 叢 書

是說也，創於康德，修於拉布烈司，甚美而完，太陽系中大小行星，皆繞太陽而轉，同一方向，且同在一平面之中，卽衛星之繞行星而轉，亦同一方向，亦同在一半面之中，惟天王星之衛星，其軌道之平面甚斜，又太陽中之原質與地球所有之原質皆同。以分光鏡考之，了焉不爽，蓋太陽與地球同出於火雲，故其原質皆同，皆此說之證也，以上所言與各行星之現象，皆相符合，惟彗星不在此例，然彗星實自外界攙入，非太陽系所固有，故當作別論也。

依此說而求之，火雲收縮，分出行星，其中心遂成太陽，太陽仍失熱於天空，地球所分受者，僅二千兆分之一耳，然太陽之熱，何自而來，又爲應解之問題也，或曰，太陽赤熾，如鎔鐵然，故能失熱，夫太陽既因赤熾而失熱，則太陽之溫度，每年必低數度，即每千年應低數千度，然以歷史所記載者觀之太陽之溫度未變也，是此說不足信也，或曰，太陽之熱，由化學能力輪變而生，如炭與養化合而生化學能力，輪變爲熱者然，信斯言也，則太陽面之每平方英尺，必每日燃煤二十噸，始足償給太陽所失之熱，縱太陽全爲煤構造而成，亦將消耗於數千年中，太陽之面積爲五十九萬兆方英里，况太陽中之原質，不全爲炭與輕乎，是此說不足信也，或曰，隕星極多，赤熱如火，挾其所有之熱，而隕於太陽，太陽得隕星之熱，而失之於天空，夫既以隕星爲供熱之儲，則太陽每年所收入之隕星，其總體積必與月相等，始足供之，然天文家所瞻測者，無此現象也，是此說又不足信也，夫太陽失熱不止，而其溫度始常，其中必有原理存焉，蓋太陽因失熱而收縮，然當其收縮之時，太陽中之各微點，必擁擠而相近，惟其擁擠而相近也，必吸收能力而行之，太陽所失之熱，即供此能力者也，故就此熱而言，太陽失之，太陽得之，故其溫度互古如常，至其輻射於各行星者，真不啻九牛之一毛耳，此爲解釋「太陽溫度不變」之最近學說，與火雲說兩相脗合者。

隕星說曰，天空之星與火雲，及太陽與之太陽與各行星，皆隕星叢集而成者，流散天空，體積較小之物也，落於地面即爲隕石，此種隕星，叢集成林，其每顆之行動，雖速而亂，無通例以證之，然歷時久遠，則集小而成大，既成大矣，則全體之行動一律，例如集紊亂之水珠而成流水者然，如各行星是也，是說創於勞基耳。

地球既成立後，自氣體漸變爲液體，球外有氬圍氣包之，如現今之空氣，然此氬圍氣所含之物，不僅淡養二氣已也。凡今日海洋之水及其他沸點較低之化合物，皆蘊蓄於其中，因彼時球面溫度甚高，此種化合物，皆爲氣體故也，因天空之溫度甚低，故氬圍氣之外層，與天空相值處，漸失其熱，凝爲液體而下降，及將抵球面之時，復受地球之熱，沸爲氣體而上騰，然球面之溫度，漸因此而低矣，至球面溫度低至二千度或一千五百度時，其沸點較高之化合物，如硅酸鋁，及硅酸鈣等，石中最多之物，凝爲固體之薄皮，包布球面，是爲地殼之濫觴，因球面失熱不止，故地殼加厚，地心之熱，至此漸爲地殼所阻，不能上達於氬圍氣，故氬圍氣中，所有沸點較高之化合物，漸凝結而歸球面，又完殼因失熱而收縮，凸凹生焉，罅隙出焉。地殼內之液體，遂衝激地殼而橫流，是爲最初之火成石，然球面之失熱，仍恆緩而無間也，故氬圍氣中之水，凝爲液體，下降地面而包攏之，是爲海洋，然此時海洋之溫度猶高，其所溶化之物質，較現今海洋所溶化者實多，於是施其化力

動力於地殼，而生剝蝕與停積之效果，其停積道，是為最初之水成石，下此則可藉化石而攻求之矣，化石者，古時生物之代表也，將來當繫其大要言之，以明生物進化之理云。

東洋古代文化之化學觀

日本理學博士
近重眞澄講演

陳象岩譯記

序論

本編專研究東洋化學之歷史，及化學與各時代之關係，其研究方法，則分二種，一曰外面觀察法，一曰內容觀察法，所謂外面觀察法者，係考覈何時代，發生何種化學，產出何種製品，按年紀載同於一般歷史之研究，所謂內容觀察法者，係就各時代之製品，究其內容，評其價值，藉以推測當時化學發達之程度。

序論所述，專在外面觀察，余非歷史專家，所說或不免陳腐，惟事關古代化學，或異常聞，第研究尙淺，調查難周，遺誤之處，在所難免，大方君子，幸示教焉。

第一章 西洋化學史

欲述東洋之化學史，須先述西洋之化學史，蓋為比較對照起見，不得不爾，近世化學

之濫觴，在十八十九世紀之交，在是之前，則有不老術 (Taturochemistry)，更遑而上之，則有鍊金術焉，不老術，爲鍊金術將衰時所倡之學說，起自十六世紀中葉，延及十八世紀之末，鍊金術，自四世紀後，始極其含，其起源則遠於羅馬以前，希臘時代，年代記錄，歷然可考，至於希臘以前之事蹟，西洋史家，恆謂文獻無徵，不過僅憑推測而已，若謂鍊金術之傳於希臘，在紀元前六世紀，由埃及經波斯亞拉比亞而來，埃及文化根源，尤爲深遠，其極含時代，在紀元前二〇〇〇年，是化學之發達，亦必在此時矣，西洋史家，對於古代文化，往往不免偏見，特於化學爲尤甚，因希臘以前之化學，無實錄可考，彼等亦未嘗加意追求，遂謂西亞細亞（埃及在內）從無化學文明，卽見當時化學製品，明知其優秀，仍貶之爲偶然觀察得來者，故以爲希臘以前之化學，無探邇之必要，持論如此，余敢信其爲妄斷矣，顧希臘以前之民族，果具如何理論，固屬難知，卽或知之，方諸今日化學，或多誤謬，而遂斷曰無化學，則暴矣，且其理論之所以未傳於今日者，或匠人理解在心，祕而未宣，抑或公表於世，遺而無存，二者必居其一，要之不可謂其無理論也，睹其製品之優秀，足徵其有化學能力，絕非漫然無知者所能企其項背，縱理論或失真確，遽未可作爲笑柄，卽現今之學術，原非一定不變者，不觀乎流動性質，昨是今非，爲其本體有耶，以今謂古，純本自負，此吾人所當忌者也，又所謂偶然觀察得來者，亦未爲當，現今未

當有之新發明新發見，其經理論之豫言，然後達其目的者，雖不能謂爲絕無，蓋亦鮮矣，實則大抵偶逢新奇現象，然後追其原理，X線鐳（Radium）元線等，非其例耶，人非萬能，古往今來，以偶然之觀察，發見夢想不到之事實，非最便之徑路歟。

余非詬病西洋史家，蓋有所不得已也，關於希臘以前及埃及之製品，姑置不論，關於中國古代化學製品，聊以一己之研究言之，當時所持化學理論，雖多未傳，偶有傳者，雖多誤謬，而睹其物品之精巧，則爲具有一種化學之形式指導而成，此余所深信而不疑者也，倘倣尤西人，目其製品，悉爲偶然產物，豈不謬哉。

第二章 東洋之化學史

西洋化學，出自埃及，上章已論之矣，果爾，是亞洲西部，已有文明，西被於歐，然則化學歷史舞台，不在東洋耶，而東洋之東部，厥維中國，其化學進步，亦不晚於埃及，故古代亞洲文明，可分爲東西二部，二者之間，尙有印度，余尙未之研究也，顧中國印度埃及三者之文明，獨立而成耶，抑互有關係耶，一般史中，想已得幾許考證矣，然化學史上，尙乏真確調查，可斷言也，何者，中國之內容觀察，迄今缺如，關於印度者，亦多不明之點，至於埃及，西洋史家目爲偶然產物，貶抑太甚，嗟呼，三者文明真相，不亦仍屬

漠然乎，且外面觀察，非得內容觀察，難保確實，是則自全體言之，無所謂東洋化學史矣，雖然，居今日而研究之，內容考察，力求精密，最爲急務，不可忽也。

本編先述外面觀，年代記錄憑諸一般歷史之所記載，作品經考古學家檢定，時代明晰者，而後取之，鑽業者，屢世無聞，已言之矣，關於日本者，則有黑川真賴氏編之工藝志料，頗集大成，工藝史中，允推善本，雖乏內容觀伴隨其間，而余敘述外觀，實資參考。

情狀如斯，窒礙殊多，以下所述，不過主要事項而已，遺漏錯誤，在所不免，有志東洋文明史者，幸賜教焉。

(甲) 日本之部

西洋化學輸入日本，始於幕府末造，譯本則以舍密開宗爲嚆矢，西歷一八二九，(日本天保十年) 宇田川榕庵氏所述也，由是以前，本草學家書中，間有西洋化學思想，小野蘭山氏著之本草綱目啓蒙(西歷一八〇二)，是其例也。

茲有不得不一言者，余但求知化學傳來日本之情況，於願已足，化學文獻，無庸一一網羅，故僅就各時代之名著傑作，稍作斟酌，第余所舉者，果否稱意，殊爲疑問，倘選擇失當，指教訂正，是所賴於大方，至於書目過少，品類不多，非所計也。

日本之西洋系化學，無出其右，然本草綱目，成於西歷一八〇二年，此書未成以前，蘭山氏所讀西書，果爲何名，若非新著，自非記述近世化學之原本，其或鍊金學者手成之書歟，果爾，則日本之鍊金術，傳自西洋者，蓋不古矣，是亦從來人所未留意之點也。

蘭山以前，西歷十四紀，（日本醍醐時代）有延喜式及和名抄等著，其所載者，皆中國系之化學，和名抄一書，附和名於漢語，當時既有和名，則化學物質固有知識，略已普及，可想見矣，延喜式所載之御鏡，其成分頗具日本特徵，詳見本論，西歷八世紀時，產金掘銅，汞粉獻自伊勢，神代以來，刀劍盛行，固有鍛法亦備六世紀時，（日本推古時）忍漢海人遵中國鍛法而鑄刀，爾時織錦術亦已東漸，既傳織錦之術，自具染色之法，故化學知識，必介乎其間矣，雖然，神武建國，遠在紀元前八世紀，其先民間，已有化學製品，史冊炳然，日本之化學，淵源亦深矣哉。

（乙）中國之部

中國之歐洲近世化學，輸入始於何時，譯本爲何書，尙屬未悉，然西洋化學，茲非所論也，太古以來，中國固有之化學，盛行於世，學說作品，不一而足，有道教焉，卽仙術也，並鍊仙藥，實具化學之本質，較他方應用，尤有深趣，仙術書籍，汗牛充棟，傑出之作，維抱朴子，抱朴子者，西歷三世紀，葛洪所著也，（東漢周易參同契一書，本編未之

涉獵）其化學內容，詳於本論，茲述梗概，其目的有二，一曰求不老不死之藥，二曰鍊金致富，是中國之仙術，非儼若西洋之鍊金術不老術相合而成者耶，自內容觀之，不徒遠過歐洲化學，由時代言之，先乎歐洲鍊金術最盛之四世紀，凡百有餘年，且其書完全保存傳誦至今，當時化學，粲然紙上，謂爲中國之寶，誰曰不宜，歐洲四世紀以前，鍊金術略具眉目，（見前章）中國亦不自葛洪始也，葛洪師鄭隱，鄭隱師葛玄，（洪之從祖）玄有師無論矣，特姓氏未詳耳，前二百餘年，已有周易參同契之著焉，試以此時與西洋較，則西洋歷希臘羅馬，微有鍊金術已耳，然苟不詳察，遂謂鍊金術，西洋已着先鞭，中國爲其傳授，不亦謬乎。何者，中國仙術，淵源尤古，秦漢間有徐福安期諸仙術家，春秋時又有老子，說宇宙之運用，論萬象之奧祕，窮玄極妙，道教鼻祖，於今種之，如西人之推亞力士脫（Aristotle）者然，亞力士脫原非理學大家，推之尙不爲過，老子之化學固淺，有口皆碑，豈盡無理歟，老子先乎亞力士脫二百餘年，是中國之仙術，羅馬無論矣，非由希臘傳來也，已可概見，况前五百年，周初有周禮之撰，考工一記，關於化學之記載尤多，（世言冬官遺失，漢儒作考工記以補，未必其內容悉出自漢儒），其價值評於本論，茲一言以蔽之曰，頗集大成，若夫殷代銅器，精工已極，神農本草，時代更古，方諸埃及盛時，有顏頰無軒輊也，則是由代學觀之，中國文化，決非衣鉢歐洲，彰明較著矣。

I.A.D.

100

垂仁

100

新後漢

Plinius

200

本草成

以丹砂造水銀

300

應神

三國六朝葛洪

金銀灰吹

400

燒鈹金

500

織錦

鍊金術盛

600

推古忍海漢人銀刀

隋

700

元明和銅金

唐

800

天國之刀，伊勢產求粉

900

醍醐延喜式和名抄

1000

宋

1100

1200

1300

元

三 通 小 叢 書

一四〇〇

明

一五〇〇

宣德銅器

一六〇〇

不老術盛

一七〇〇

清

一八〇〇

本草綱目啓蒙

近世化學

一九〇〇

舍密開宗

二〇〇〇

本 論

本論專述研究內容，以古代化學，及製品，與現時之知識相比較，或一一實驗，覈其內容，此不獨於化學上既費勞力，且關聯他種科學，範圍甚廣，求其結果，亦須時日，例如讀仙書，仙術中所載之藥，名與今同者，其物質未經研究，縱悉仙人所用之目的，而至其當否，亦不能定，名與今異者，在今名稱如何，性質如何，亦須考察，名質均不明者，惟有暫付缺如，蓋古代記載，僅述名稱，未言性質者，在在皆是，此吾人所最苦者也，或云某藥與某藥相合，加熱，成某物，其間化學反應，今莫能明，爲之解釋，頗形困難。且

古代化學家之理論，與吾人所持之理論，有全不相同者，例如古人認某藥，必須加入，故加之，然以現今理論衡之，有全屬無用者，故有用無用之間，既須甄別，而化學反應之要旨，亦須考察，是則化學家之責，實重且大，若夫物品之檢查，僅以色彩，音聲，紋樣之穿鑿爲滿意，則似過於簡單，不知處無古代化學標準之今日，徒執此法，不能作爲第一要務，必先施以分析合成之實驗，考察內容，以立基礎，然後旁及於音聲，色彩，紋樣之異同，則音聲，色彩，紋樣方爲有據。

內容考察，以作者觀之，幾無其人，故本論所集材料，既不能取法前人，惟據一己研究，掛漏之處，閱者諒之。

第一章 仙術

中國仙術書籍，何可枚舉，余則採用抱朴子，此書分內外二篇，內篇專載仙術，其理深邃，領解頗難，茲所徵引，不過略舉大概。

仙術有二，一曰學說，一曰鍊丹法，鍊丹法者，由學說發明者也，其目的有二，一爲求長生不老之藥，二爲鍊金致富是也。茲先紹介學說，其學說皆用擬似論法，不示實例，世無不死不老之人，自無實例可舉，用擬似論法以掩護其學說，蓋亦賢明之手段也歟。其

說有云，世屢有難我仙術者，曰歐冶不能鑄鉛錫爲干將，班狄不能削瓦石爲芒鉞，以有限之人生，求歷紀之壽命，不亦謬乎？抱朴子曰，然此皆非也，夫聰之所去，則雷霆不能使之聞，明之所棄，則三光不能使之見，豈鞫礪之音細，而麗天之景微哉？夏長而薺黎枯，冬凋而松柏茂，萬殊之類，未可以一概斷之。更有難者曰，人中之有老彭，猶木中之有松柏，稟之自然，何可學得乎？抱朴子曰：松柏自別於衆木，不待言矣，至於老彭，猶是人耳，彼既能壽，我亦能壽，况我有道鍊丹，以助其壽者哉？人或有言曰：若所用之藥，與人同質，效或可期，不知卽屬同質，其效亦鮮，况服彼異類者哉？抱朴子曰：雖然，是亦誤矣，夫熬髮煎皮，不能療禿鬢之疾，此固同質之無效矣，然五穀異類，羣生繫命，可知效之有無，不在質之異同，苟得妙藥，服之足矣。

果爾，則仙家之妙藥云何，仙藥，丹爲上，黃金次之，餘則白銀，次諸芝，五玉，雲母，明珠，雄黃，（硫化砒素）太乙禹餘糧（含水養化鐵），石中黃子（餘糧中所存之液），石桂（不明），石英，石腦（啓蒙曰石綿之類），石硫黃，曾青（岩紺青），松柏脂（松脂滴入地，千年爲伏苓）等之屬，至首丹次金之理由如下：

丹之爲物，燒之愈久，變化愈妙，凡百草本，燒之自爐，而丹則不然，燒之化爲水銀，更燒之，則仍變爲丹。

世人輒謂赤色丹砂，馬能變爲白物，噫，少見多怪，愚昧甚矣。

黃金入火，百鍊不消，埋之於土，畢天不朽，是金與丹具有不朽之性質，服之自可延年益壽。

然則金與丹，果賦何形，而入於仙藥耶？試言仙藥化學之批評，仙家製藥，無論何種仙藥，從無首加黃金者，蓋鍊金致富，仙家目的之一，故無先用耗金之法，而其計畫，則在取金於丹，即金生而藥亦成矣。但藥之原料，苟無金質，雖盡法畢力，不能得金，設信丹中有金，是必原料之中，含有金礦，則鍊金致富之目的，或可達，而服用此藥，冀人生如黃金同爲不朽者，決無之事可斷言也。

所謂丹者，即今之硫化水銀也，產於深山之中，存乎鑛石之內，仙家製藥，有先加丹者，有鍊後加者，要之加丹之後，加熱爲常，故製成之丹，已無水銀，倘加熱不足，含有水銀，服之中毒，自無待言，特於混食鹽而燒之，則生昇汞甘汞，幸未存丹中，尙不爲害，否則實劇毒也。然則加丹之後，果成何物，此即藉汞化法（*Amalgamation*）以吸取鑛石之全分是也，汞化法在歐洲與葛洪同時有行之者，載在前表，是則丹之真正作用，乃在取金，不過仙家以爲丹性存於藥中，服之可以延年，是其誤耳。

藥中未加金分，鍊而得金者，實因所用鑛石，含有金質，當時仙家不自知，以爲可由

尋常金屬，變爲黃金，幸而所用礦金，含有金質，否則無論如何，金無從出，不揣其本，而齊其末，鍊金家之往往見笑於世也。雖然，此理論之謬耳，今就其物質，試以反應，集其結果而觀之，正確之處，實以開今日化學之基，鍊金家之功，安可沒耶？

抱朴子所載之丹，共有九種，丹華第一，其調合之法，先製玄黃，然後火燒，玄黃之成分有九。

雄黃水，礬石水，戎鹽，鹵鹽，礬石，牡礪，赤石脂，滑石，胡粉。

以上九品，各取數十斤而混之。

雄金水即雄黃之溶液，其製造之法，亦載於抱朴子，治雄黃一斤，納生竹筍中，輒加硝石二兩，覆薦上下，封以漆骨丸，納醇大醋中，埋之，深三尺，二十日即化爲水云，蓋硝石起養化作用，兼有酸類反應於硝石，故雄黃大半溶解，其已溶解者，第一爲亞砷酸，餘則不溶性之硫黃，及母岩，混於其中。

礬石見本草玉石部，其味酸寒，其色青白，且能化鐵爲銅，蓋硫酸銅也，易溶於水，故造礬石水甚易，戎鹽見本草玉石部，有帶青紅紫諸色者，形方如骰，味淡鹹，夏日融化，產自西域，此爲不純之岩鹽，鹵鹽即本草所謂人中白是也，又謂之溺，澱之異名，曰千年冰，又曰萬年霜，仙人之用意可知矣。此物成分，或係鹽化安母，不純含有機物。

壯礪，即炭酸石灰。

赤石脂最有興味，有書云，是石之風化者，本草云，細膩黏舌，磨而發光者為上品，又云其色桃紅，近聞中國用作染料，又云往往有含石骨玉者，此或係珪石，其色赤者，或係養化鐵，綜合種種記事，可以推斷其為露頭金礦。更有可確證此說者，蘭山書云，京都愛宕山有之，乃下品也，醍醐所產為上品，甚類漢品，蓋愛宕醍醐微有金礦，今猶昔也，正倉院御物中亦有赤石脂，千餘年前之漢品也，外觀頗類黛緒之煉物，觸之覺軟，其養化鐵混以白土者歟。

滑石即今之 talc。其成分乃酸性珪酸鹽也。

胡粉即今之鉛白，其成分為鹽基性炭酸鉛。

上述九品之混合物，為玄黃，據上記之考證，則玄黃之成分如下：

名稱 化學的成分 化學的記號

水 H_2O

亞砒酸 S_2ASO_3

雄黃水 硫黃 S

硝酸（加鉀里） KNO_3

醋酸



礬石水

硫酸銅



戎鹽

鹽化曹達



鹵鹽

鹽化安母



牡礪

碳酸石灰



赤石脂

露頭金礦



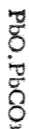
滑石

酸性珪酸苦土



胡粉

鹽基性碳酸鉛



上記玄黃，封以六一泥，（不明）火燒三十有六日，丹華乃成，火燒時，往往有用馬糞者，頗有亞拉比亞之風，此不過偶爾暗合，不可即謂中國之煉金術，傳自西域也，若以此為東西知識之交換點，未始不可設想，然亦不可執一事，而妄下斷語，學者慎之。

茲更試言煨燒玄黃所起之化學反應。

金礦中所含之金分，原為遊離狀態，介在母岩之間，而母岩乃富於養化鐵之石英也，故欲金分離析，一方須將母岩，變為礦滓，一方須使遊離金分溶解於鉛，欲將母岩變為礦滓，當用鹽基性之物質，牡礪食鹽，良有以也。養化鐵，則有珪酸鹽與之反應，若鉛則由

胡粉中經鹵鹽及其中種種有機物之作用，還元而成，如斯，金礦中之金，可溶解於鉛矣，由是觀之，硫酸銅似可無用，然仙家用之者，或所謂化鐵爲銅，完其化學之反應之意歟，雄黃水與金本無關係，然別有効力存焉，方其化而爲水也，有亞砒酸，經煨煉變而爲無水亞砒酸，素性揮發，火燒近三十有六日，飛散過半矣，微量尙存，若存量適當，服之增健康，耐跋涉，殆亦仙人必須之藥也，倘或存量過多，服之失神致命，要之丹華之効力，由雄黃而來也。

三 通 小 叢 書

仙人家法中，傳有試丹果成與否之法，其法在定金之有無，砒素不與焉。卽煨燒三十有六日後，加以多量水銀，更燒之，若有金分存留，謂之丹已成，古人行文過簡，要領未盡，今試推其意而補之，添水銀而加熱，則舍金之鉛，皆汞化以溶於水銀，再分離其水銀，加熱以氣化之，所存者金鉛塊耳，於是，燒去其鉛，而全取其金，蓋今日之所謂灰吹法 (Cupellation) 當時雖行於羅馬，中國則古已知之，可想見矣。

丹華之練法，其化學大意，已如上述，其他仙藥調法，茲從略，若夫芝與茯苓等物，與漢醫家之草根木皮相同，其中亦必含有効成分，不過今日之化學家，醫學家，尙未十分研究耳，豈今人之研究心，果不逮於古人耶。

鍊丹之法，既如上述，然服丹者之經過，亦不可不察，中砒毒者，在所難免，歷史上

之大人物中毒者，蓋屢見之矣，既有此危險，而猶能說明不老不死之藥爲有效者，仙家亦煞費苦心矣。

抱朴子論仙，別爲三種，上士舉形昇天，謂之天仙，中士遺遙名山，謂之地仙，下士先死後脫，謂之尸解仙。夫天仙乃仙家之理想，不能舉形昇天者，惟恨自非上士耳，其失神顛倒，以至行踪不明者，謂已隱遁名山矣，若夫中毒而死者，則曰先死後脫，然人無有不死，死無有不脫，巧哉其遁辭也。

葛洪後成尸解仙，世傳洪死時，舉尸入棺，惟有空衣，雄辯如洪尙不過爲下士，時人往往笑之，見諸書。

第二章 金工

亞洲古代製品中，其爲數最多，保持故態，存留於今日者，厥惟銅器考求古代化學內容，此蓋最適之材料，數年來，余所研究之結果，已詳載史林，（京都帝國大學發刊第三卷第二號）茲僅述梗概如左。

按考工記已載銅錫合金法，由齊法以製器物，周時既臻此完全之域，則其濫觴，當在殷代，或在夏紀。殷代遺物，存於今者非鮮，精巧絕倫，洵令後世矚目，雖然，考工記所

載，果當時工作之實情乎，解此疑問，則在分析當時遺物以驗之耳。銅器所含錫量，至後世而遞減，及於近世，幾乎無錫，而以亞鉛鉛銻等代之，鑄冶雖易，品質愈窳矣，今之專家者流，多不知銅錫相合，錫多為佳，故竟謂其為不可能者有之，並以為考工記不實，遂疑周鼎漢鏡之合金，或與記異者有之，吁亦過矣。

余研究所用材料，務與考工記六齊相近者，然未能全部入手，亦憾事也，就已明者言之，唐以前之銅器雜類於六齊，而宋以降之銅器，去記愈遠，其品愈下，茲將分析唐以前之銅器，所得成分，與記所載齊法比較，表列於下：

銅器之含錫量

齊 六 之 記

一	鍾	一九%Sn	鍾鼎	一七%Sn
二	鏃	一三一—一七%Sn	斧斤	一〇%Sn
三	戈戟	一六一—一七%Sn	戈戟	三—五%Sn
四			大刀	三—三%Sn
五			削殺矢	四〇%Sn
六	鏡	二六一—三三%Sn	鑿燧	五〇%Sn

銅錫以外，常含三四之他金屬，然其為青銅之主要素，厥惟銅錫，由其比量，而定器

用，今日之學理，考工之記載，其揆一也，表中之數，他種金屬，捨而未錄只摘記銅錫比量，以百分率換算之，故儘依分析，則數或不免稍大耳。

鏡之成分，異於鑿齊，如表所示，然鏡中之錫，遠過於他種銅器之含量，與考工記之記載，實相符合。記之所謂金錫半者，可以下義釋之。蓋齊者，原料之配合法也，而分析所示者，已成銅器之質量也，原料有純否，在古代錫皆不純含鉛尤多，以此不純之原料，溶化之，精鍊之，不純之物，減而殆盡，錫之一部，亦養化以去，故已成品中之錫量，少於原料配合之齊者，此其故歟。余以純銅純錫，改鍊數次，而分析之錫常減二—三%，倘錫中含鉛，所減亦多，明矣。然應具五〇百分率者，減至三〇究非此可盡解，殆文字亦有失實之故歟。分析之分量，錫爲三〇百分率者，於今日之學理上，允稱最良之鏡金成分，周漢合金術，卓越異常，卽此可見一斑。前表之有出入者，蓋欲三〇百分率含錫之鏡，故特於配合原料時，高其量而加之者歟。鏡以外之銅器，分析數與考工記，殆皆相侔，而齊法亦與近代合金學理一致，故唐以前，卽在周代，中國之化學知識實已進步，不過當時之證明法，異於近代耳，因此謂爲偶合，一蹴而棄之，誠淺膚之見也。

至若日本，歷史上謂建國以來已有銅器，然余則未之見也，由奈良朝以前之古墳中掘出劍鏡，余則稍試分析之矣，有確係日本製者，其內容與考工記齊法相同，確由中國來者

亦有之，要之時代遞降，品質愈劣，與中國相同，至奈良朝，其品劣尤爲顯著，考正款院文書，東大寺鏡之鑄法，錫僅八百分率，然延喜式之鏡，其成分爲銅，七百二十斤，白鑄，二百二十五斤。

換算之，錫爲二四百分率，較之漢品，雖不盡同，亦無大差，蓋奈良時代，尙知錫多物佳不過優劣並鑄之耳，至藤原時代以後，錫多者不睹，此又與宋以降相似之點也。

三 日本鑄物中，稱爲特色者，卽加白目也，白目云者，無一定成分，因產地而異，其主要成分，則爲砒鉛錫之類，其用途，則加於銅之合金鑄湯中，不徒湯之凝結溫度，顯然降下，且湯之流走移動亦不凝滯，故鑄冶甚便，惟其有錫，故加於銅亞鉛合金之真鑄（俗名黃銅）中，錫亦入之，可使其性質改良，惟其有砒，故使成器略帶黑色，反覺典雅。要之鑄後世真鑄，白目可用，而鑄考工銅器，紊亂齊法不相宜也。

日本製品中，惟摹中國之形，而遺其實効者亦有之，例如鐵，匈奴所用者，分析之錫爲一〇百分率強，由學理言之，含錫未免太少，然驗其硬度，其強猶似含一五百分率者，斯何故歟，蓋匈奴之鐵，錫外尙有八百分率之錒，鑄冶時，又加以激急冷却，故一〇百分率錫之物，可當一五百分率之効，既避鑄冶之困難，又得價格之低廉，妙矣其技，而日本則不然，丹後取石所出之古鐵，錫量不過二至五百分率，硬度亦低，其爲武器之價值不及

匈奴遠矣，雖云古代精於武器技能之補不足，然鑄冶之功，未免太拙耳。

日本之鐵劍，誇爲絕技，然稱史神代古劍，今不可得而知矣，土中掘出之直劍，其鍛冶方法，於今尙未研究，吾人今日之所謂古者，亦不甚古，其鍛法果與古代相同乎，抑忍海漢人之法乎，或出於後世之所創者乎，冀得各方材料，有以窮究爲慰，所謂今日之古刀鍛法，其原理頗似答馬司脫鋼法，試究其原。

據記錄所載，答馬司脫鋼原出自印度，肇自紀元前數世紀，至中世世紀，由波斯經高加索而入俄，其後答馬司加馬商人，經地中海而輸入於西歐，因以得名。苟記錄可據，實出自印度，既可西渡，亦當東來，其東來者，更由漢人以傳於日本歟？雖然，所謂出印度者，確耶否耶，或出自中國，亦未可知，果爲中國之法，則由漢人傳來者，益無疑義，問題所在，印度之鍛鐵早於中國歟？抑中國之鍛鐵早於印度歟？此待歷史家之研究者也。

今假定鍛刀之法，傳自漢人，日本素貴劍刀，其後改良頗著，十三世紀時，（即日本後鳥羽時代）置鍛冶官，鍛刀術，因以進步，其結果反凌駕乎中國，已爲宋人所驚，是盡人而知之者也。

第三章 顏料

茲爲顏料，特設一章，未免過偏，余實有二三資料，但因有事關古代寺院者，別有苦衷，不得不從省略，殊爲歉然。

古代之顏料，有由有機質成者，有由無機質成者，有機質難於保存，年湮代遠，褪色消滅，勢所不免，故居今日而言古代顏料，謂爲僅無機質可也。

三 日本之丹塗其丹維何，丹原所指朱而言，朱則日本亦有之，然今日朱自爲朱，丹自用諸他途。鉛丹者，今日之養化鉛也，其起化學變化也甚易，忽焉而黑，忽焉而白，故不適於顏料，不過用於鐵器，以防鏽耳。然則朱鉛以外，無作丹色之用者耶？曰，有之，無水養化鐵是。

小 余觀用於建築之顏料，確係奈良以前，所謂丹塗者，致趣既雅，配合亦佳，分析之，其主要成分，爲無水養化鐵，即今之所謂希麻台土（Haematite）也，產自天然，間有黑色磁鐵礦介在其中，（約三〇百分率）殆猶畫家之加墨於赭也。鎌倉時代之丹，希麻台土其主質也，略含石英游，純則純矣，然色黯而少雅趣，殊爲缺點。

養化鐵因含水量之不同，其色亦變，黃色者爲黃土，褐色者爲赭石，古代皆用之以爲顏料。

近有 Maximilian Toch 氏者，去年公表其埃及人 Perneb 氏墳墓，（紀元前二五六

○顏料分析表，無有機質，赤爲希麻台土云，可知無異於日本矣。

日本之白色，概用胡粉，胡粉者，鉛白也，（見仙術章）用爲顏料，不能經久，按蘭山氏啓蒙，畫家之胡粉，卽碳酸石灰，蛤粉之誤也，中世以後，用碳酸者甚廣，然奈良時代以前之墳墓，所用顏料，白者爲白土，卽今珪酸鋁，且白土二字，見於正倉院之文書，蓋當時亦廣用之矣。

紫色後世用有機質者有之，用膠狀金者亦有之，似以膠狀金附於羣青者也，然古代之顏料，又似有朱藍相混者，藍雖有機質，其色甚固，故能久存。

第四章 金石及藥物類

古代化學物質，其名稱與性狀，概網羅諸本草矣，其中已爲今日化學上研究之主題者不少，而全未經着手者亦多，並有因名異而不能與今日之物相符相合者，至如藥草之類，其有效成分，未知者尤多，此皆古人早已著目，筆之於書者，是研究之責，端在吾輩矣。

聞本草一書，成於後漢，自此以前，有本草家，所祖述者，厥維神農，是東洋之化學，淵源最古，欲悉東洋化學之內容，本草不可不加意研究。

結 論

以上所述，資料皆取諸一己之研究，故對於論題，不過僅舉一端，勢不得已也，論旨大概如下。

- 一，中國古代之文化，自化學上觀之，比肩埃及。
- 一，中國與印度之關係，尙未研究。
- 一，中國之文化，萌於三代，長於周，盛於漢，實於唐，宋以降，則凋零矣。
- 一，日本古代文化頗爲顯著，加以中國文明之東漸，尤極壯觀，但所謂盛時者，果在何時，余未之審也。

