

發現、發明 與科學教育

魏明通

國立臺灣師範大學科學教育中心

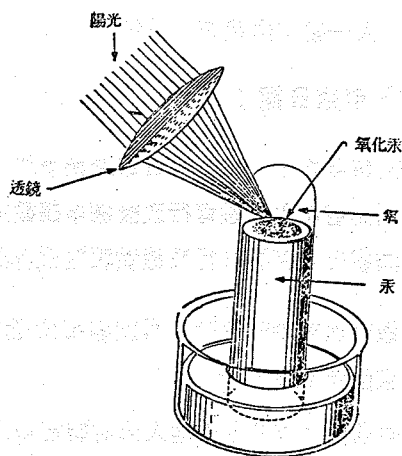
第九屆全國發明展正在國立台灣科學教育館展出。一年一度的發明展，深受全國國民的喜愛，本年度不但展出的件數增加到 385 件，其質亦提高很多，而且從小學生到老年人，每日觀眾陸續不絕，興起全國普遍發明的高潮。著者應邀在會場做有關發明的演講，經過思考後以本文標題為中心談了一些著者所收集的資料及自己的淺見，經整理後介紹如後。

一、發現與發明

發明所包括的範圍很大，從小的迴紋針到大的太空梭；從免削鉛筆等具有實用性而廣受喜愛的發明，到釣肚子中的蛔蟲器等完全是以興趣為中心而無實用性的發明等各式各樣包羅萬象。仔細探討這些發明的起源時，可分為：

1. 從無意中的發現轉變為發明的

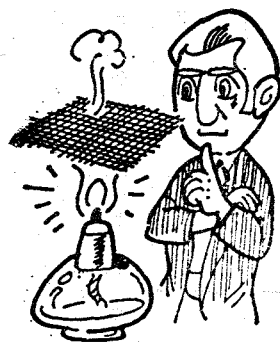
歷史上的例子很多，1774年英國的牧師兼科學家普利士德里（Priestley），無意中發現放在水銀上的氧化汞，受凸透鏡所會聚的陽光照射後起分解的現象（見刊頭圖），經過改良後發明從氧化汞製造氧的方法。1896年法國科學家貝克勒（Becquerel）在研究鈾礦石的性質時，無意中發現放在此一礦石下面包在黑紙內的照相軟片有感光的現象。他繼續研究此一礦石後發現更多的放射性元素所放出的放射性現象，並發明了偵測



這些放射線的方法。著名的牛頓（Newton）也是無意中看到蘋果由樹上自然落下的現象而發明地心引力定律。這三個人都有共同的特性，他們都很細心，能夠注意到別人可能忽略的現象並加以探討，由發現進一步完成他們的發明以貢獻人類。

2. 個人感到不方便的結果

很多的發明是個人感到不方便的結果而產生的。中世紀的歐洲習慣使用鵝羽毛筆沾墨水寫字，據聞發明鋼筆的人有一次簽重要文件時因漏墨



水以致污染文件，經過那次失敗以後他決心製作一支不必沾水的筆，結果發明鋼筆。原子筆是畢羅（Biro）所發明，他因不願使用吸墨紙而製作不必使用吸墨紙的原子筆。掃氈器是1876年

畢塞爾所發明的，他因為經營瓷磁工廠，經常受稻草灰塵的困擾而發明掃帚器。類似的發明由來，與第一項有關的是安全燈，在未有手電筒之前，歐洲的煤礦，使用石油燈照明。惟時常因石油燈引燃煤礦內蓄存的煤氣而起爆炸而產生災害。爲了防止事故煤礦業者請英國皇家科學研究所的迪比設法解決。迪比調查各煤礦的出事狀況，在實驗室無意中發現鐵網放在酒精燈的火焰上時，火焰不超出鐵網的現象（見上圖）。以此發現爲基礎，在 1815 年用金屬網包圍石油燈而發明安全燈，解除煤礦爆炸的憂慮。

3. 爲個人興趣而發明

另一種發明是不考慮經濟價值的：許多人爲了滿足個人的好奇心，享受發現時的興奮，發明時的感動而發明。在記載中曾有人發明自棺材內部自動開啓棺材的裝置，以防止人死後在棺材中萬一復活時開啓棺材之用。有人使用兩片竹板製作壓死跳蚤器具，更有人發明用小的釣鉤及繩子以便釣腹中的蛔蟲等，據聞這三件發明曾獲得專利。

有人說需要爲發明之母，從以上的三項可知，光是需要還不夠。我想還要加上創造能力，創造能力爲發明之父，沒有需要與創造能力兩者，不會有美好的成果。學校是培養創造能力很理想的場所。

二、創造能力的培養

關於創造能力或創造力會有許多定義。一般來說，所謂創造能力可視爲具有問題的感覺，思考與以往的經驗不同的新嘗試來解決此一問題的能力。創造能力也就是具有行動的思考力，兒童們往往在想不到的時候，使用想不到的行爲開始行動，此行動可視爲創造能力的一種表現。

心理學者使用小猩猩所做的實驗裡，往往發現小猩猩亦具有一些創造能力。關在立方形鐵籠內的小猩猩，看到籠外有香蕉等食物時，總會嘗

試用手去取它。如果手不夠長而不能拿到食物，牠經過數次嘗試終於能夠使用木棒設法移動食物，使其靠近鐵籠到用手可取的位置。設鐵籠下面有草蓆，並把食物放在籠外的同一草蓆上時，可發現小猩猩能夠伸手出籠底，抓起草蓆向自己方向捲的方式移動食物到籠底下來取食。對小猩猩來講，這些行爲並不是人們教牠們的，而爲了解決問題，牠們所做的新嘗試並從屢次嘗試錯誤中找到可行的方法。人都具有好奇心，爲滿足好奇心而從事新嘗試的傾向往往兒童較大人爲強。在動物也是一樣，例如把新的食物放在飼養的猴群中時，老的猴子連看都不看此新食物。最早吃這新食物的一定是最小的小猴，小猴吃了以後覺得好吃而繼續找此食物吃時，母猴亦開始吃。而留到最後吃的是年長的公猴。年輕的世代無論是人或動物都具有很強的好奇心，他們不受傳統的約束而敢做新的嘗試，從嘗試錯誤中學習。成人因有傳統的抵抗力存在，雖然亦有好奇心，可是不易從事新的嘗試。今日的學校教育裡，我們要設法刺激兒童們的好奇心，供給適當的學習環境以發展他們的創造能力。雖然對大人來講是已知的事象，對兒童來講是新的經驗時，他們將會享受到發現時的感動。在科學教學裡，讓學生從事細心的觀察，訓練科學方法及引導科學的思考，以培養創造能力，如此發現與發明的成果自然會呈現。

三、有關化學的發明與發現

本年度所參展 385 件作品中屬於化學部門的只有 6 件，此 6 件中偏物理或工學的佔一半，難怪某報批評說化學的發明太少，應鼓勵多做化學的發明以造福社會。事實上化學方面的發明與家庭用具的發明有些不同，後者往往就現有的成品稍爲改良使它更方便，更有效就可達利發明的目的。化學則不然，從前的由毫無目的的實驗，或從其他的實驗中偶然有新發現的機會，現在已幾

乎不會出現了。如果我們把過去有關化學的發明與發現事蹟加予研究，具體探討其研究動機與過程，發明者的思考與背景，發明所用的方法與技術等時，可幫助我們從事有關化學方面的發明。從歷史上的事例，有關化學的發現與發明有下列數種模式：

1. 建立具體的研究目標，從事有系統及組織的研究而達成的。例如，美國薩賓格（Seaborg）等所做超鈾元素的發現；以及培耳（Baeyer）所做藍靛染料的合成；日本池田菊苗合成味精的成功；克立克（Crick）等所做DNA分子結構的闡明等均屬於此一模式。
2. 根據邏輯上的科學預測，從驗證所做的實驗獲得發現與發明的成果。例如，哈貝西（Hervesy）從驗證週期表所做的預測實驗，發現原子序72號的元素鉿（Hf）；勞越（Laue）以X射線繞射分析結晶格子的實驗，證明X射線的波動性質；屋瓦（Woodward）所做各種複雜有機化合物的合成等。
3. 從經常性的研究實驗累積中，發現新事實與新物質。謝果（Scheele）在一般實驗中發現氯、錳、氰化氫之外，合成多數的有機化合物，以擴展有機化學研究的領域；烏扁（Urbain）從長期的稀土類元素的研究，發現第44號元素的鈺（Ru）。
4. 長期思考某一問題而偶然得到解決問題線索的，例如克丘雷（Kekulé）長期思考苯（ C_6H_6 ）的分子結構，久未得解決，在偶然中想到苯的六角形結構。他為此而說過一句名言：「年青人，多做夢，從夢中能夠發現真理」。
5. 不能用以往的理論解釋，或一見已被解釋了，但仍未能滿意的現象，由於導入新的構想而解決的。最著名的例為拉瓦西（Lavoisier）所做有關燃燒現象及氧的任務的闡明

，從他的構想開展現代化學的新世界。阿瑞尼士（Arrhenius）的電離說，華納（Werner）的配位理論及馬丁-辛格（Martin-Synge）的濾紙色層分析技術等都是導入新的構想而成功之例。

6. 在從事某一研究的過程中，留意到一件很細微不足道的事實，繼續追究而導致重大發現的。例如雷烈格（Rayleigh）的發現氫，倫琴（Röntgen）的發現X射線等。有的人認為這些都是偶然的發現，可是不能單以偶然的幸運來解釋，如果沒有把握此偶然所需深的透視力與創造能力，此偶然亦無意義。

此外，應用新的實驗技術，裝置而開展發現與發明，把一發現為基礎再擴展為其他發明與發現等亦有許多成果可尋。

四、結 論

我國國民小學自然科學教育目標，在於指導兒童接近自然，瞭解其周圍的環境，增進科學技能與科學情趣，熟練科學方法，以養成具有科學素養的國民。為了達成此目標所編輯的國民小學自然科學教材，已從六十七學年度開始全國逐年使用。新教材均以兒童有興趣的科學活動為中心來編輯，從兒童的「做」來始終教學活動並學習科學方法、科學態度與科學概念，期能在日常生活中處處能夠發現問題，以自己的科學素養解決問題。基於類似的目標，國民中學及高級中學新自然科學課程已在教育部指導下，在本中心積極編輯新教材並在指定的學校實驗教學中，預定在七十三學年開始全國使用。新課程的教學盡量避免教師講解為主，而供給學生探討的環境、自己發現問題的機會、刺激其創造探究的精神、享受發現時的感動，期能奠定研究高深學術、學習專門知能及創造發明的基礎。 □