

能 子 原
與
子 彈

第一集

世界科學社叢書之一

1800 704



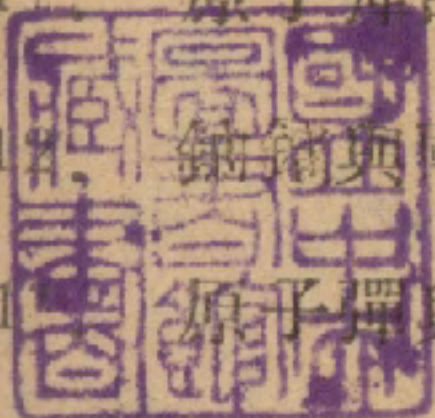
5
8567

原子能論文選第一集目錄

頁數

序言

1.	韓安教授與原子能之發現.....	1
2.	勞倫斯與其磁電諧速器.....	9
3.	原子彈的誕生.....	20
4.	原子彈秘史一頁.....	33
5.	原子彈秘密怎樣保守的.....	42
6.	誰擁有原子力？.....	53
7.	原子時代.....	61
8.	原子能的經濟價值.....	69
9.	原子能的應用.....	77
10.	原子能在醫學上之用途.....	86
11.	原子彈的秘密美國能保守嗎？.....	105
12.	原子彈與國防.....	107
13.	原子彈與世界政府（一）.....	124



14. 原子彈與世界政府(二).....131

15. 世界政府就是第一步.....142

16. 物理學家復員.....156



8569

2538

序
33

序

言

吾人已踏上新原子時代的門坎，舊的油煤時代已漸漸成爲過去，一九四五年八月五日出現於廣島的原子炸彈便是這兩個時代中間送舊迎新的大爆竹！我們在油煤時代所利用的能力是化學能，原子時代所利用的能力是原子能。這兩個時代的分野不但在能力的數量上有不可同日而語的差別，而且在性質上也根本不同。所謂原子能是利用物理方法將原子核分裂，使一部在物質分裂之際變成了能量。遠在一九〇五年愛因斯坦博士由相對理論得出所謂質增與能量等值的定律，即 $E=mc^2$ 式中 E 爲能量， m 爲質量， c 爲光速。依此定理，一公斤的物質若全部變爲能量時，可得二十一萬五千億卡的熱能，或二百五十億度的電能。這顯然是驚人的數字。不過因爲以前人們不知道有何實際方法可使質量轉變爲能量。所以這個問題迄未爲人們所注意，直至一九三九年德國韓安教授與奧籍麥提納教授發現鈾核分裂，科學家纔看出這種能源有實際應用的可能。五年之後，廣島一聲爆炸就成了原子

1

南京 12385

025214

時代的揭幕禮。

原子能的發現雖以鈾核分裂爲達成白熱化的起點，實際是全世界科學家數十年來繼續努力，緊密合作的結果。原子彈是原子能在軍事方面的一種應用，英美加三國以其超越的物力和財力，供給全世界反軸心的無數科學家和工程師們通力合作，並得軍部無限制的支援，以五年短促的期間得出了這種驚天動地的新武器，使全世界的軍備情形立刻換上一副完全和舊日不同的新面貌，從此以後科學和工業不發達的國家還有和擁有原子彈的國家宣戰的可能嗎？

不過我們不能忘記原子彈祇是原子能應用的一個方面，即在軍事方面一種的應用。而原子能的應用絕不限於此，在工業上的經濟價值，不久可使工業發生第二次的大革命！在戰爭期間若干科學家集全力發展其軍事價值時，雖不暇顧及其工業上的應用，但也未完全忽略。現在戰爭已經結束，而原子能的秘密還在重重的暗幕下保守着，發展的詳情固非局外所知，然而必同時在工業方面急劇發展，則可斷言。實際上，這個方面纔是原子能應用的正當途徑，也是人類未來福利的源泉，原子時代的真諦在於工業，而不在於軍事。

如何避免未來的原子戰爭？也是原子彈所引起的若干重大問題之一。五年至十年，英美以外將有數個國家能製造原

子彈。目前尚未發現抵禦原子彈的有效方法，國際管制原子研究或原子彈製造，均不能見諸實施；祇要國際間有戰爭的危險存在，原子彈的製造就不能實際禁止或廢除，因此有一派人士主張成立世界政府，說那是避免原子戰爭的惟一方法，當世著名的科學家愛因斯坦博士就是這一派人士的代表。還有一層，即十八世紀農業時代所遺留下來國家政治機構，實不合於二十世紀原子時代高度融合的工業世界。這是原子能和原子彈所引起的世界政治問題。

日本投降以後，原子能的研究和發展雖然仍保持着秘密，但除了重要技術方面，其他的討論不在嚴格管制之列。美國軍部曾就美國方面發展和製造原子彈的經過作官方的佈露，即普林斯頓大學名物理教授（H. D. Smyth）所寫的報告書（本社正從事該譯，不久可以印行）出版以來，風行全世界，殆已成原子能的聖經。惟此書僅敘述美國軍部支援下發展原子彈製造的經過，並非對於原子能之全部討論。自保守秘密的管制解禁以來，英美報章雜誌關於原子能之討論，盛極一時，我國人士對此問題亦亟為注意，但至今尚缺乏有系統之敘述，本社有鑑於此，爰輯是編，大致之排列如下：首列原子能之發現，次及原子彈秘密競製之經過，再次為原子能在工業上之經濟價值，最後為原子彈所引起世界政府之討論

。共計爲十六篇。文中所用各種譯名，由本社編輯室斟酌修正，以求劃一。至於文字方面，則力求保持原譯著人之風格，未輕加刪改。是書之編輯乃本於敝社同人提倡科學之微意，非以營利爲目的，僅詳列原譯著人之姓名及文章之來源，而無稿酬，尚祈各原譯著人鑑而諒之。

唐嗣堯序於北平世界科學社

民國三十五年六月一日



韓安教授與原子能之發現

王 普

奧討，韓安 (Otto Hahn) 教授 1944 年諾貝爾 (Nobel) 化學獎金的獲得者。當世界大戰期間，各國爲了爭取勝利，將人力財力和物力都集中於戰爭。純粹科學的研究受到阻礙，國際間科學知識之交流，和科學消息之傳播，更受到嚴重的遏制。交通斷絕和經濟凍結等也影響到科學事業之進行。因爲這種種關係，諾貝爾獎金在戰爭期間停給。戰爭結束後，可能將以前所缺者補給，這是世界第一次大戰時的成例。在第二次世界大戰初起的 1939 年，瑞典皇家科學院即聲明，按既有的成例，停止諾貝爾獎金的贈予；待戰爭結束後再舉行。這世界第二次大戰雖已由兩顆原子炸彈作了結束，可是各國對於科學研究的進展，仍保守着秘密，還依然和戰爭期間的「燈火管制」一樣嚴格。這是多麼不幸的事！但瑞典皇家科學院於熟加考慮後，終於去年十一月中旬決定贈予三個獎金：1945 年的化學獎金贈予韋爾坦恩 (I. A. Virtanen) 教授，1945 年的物理獎金贈予鮑里 (W. Pauli) 教授，1944 年的化學獎金贈予韓安教授。他們的工作都是在這種黑暗管制

以前發表的。



上圖右方著帽挾包皮者爲韓安教授，左方着旅行裝者爲斯塔司曼，韓安之後爲麥提納教授，借爲韓所遮蔽。1938年春季遠足時攝於柏林郊外。

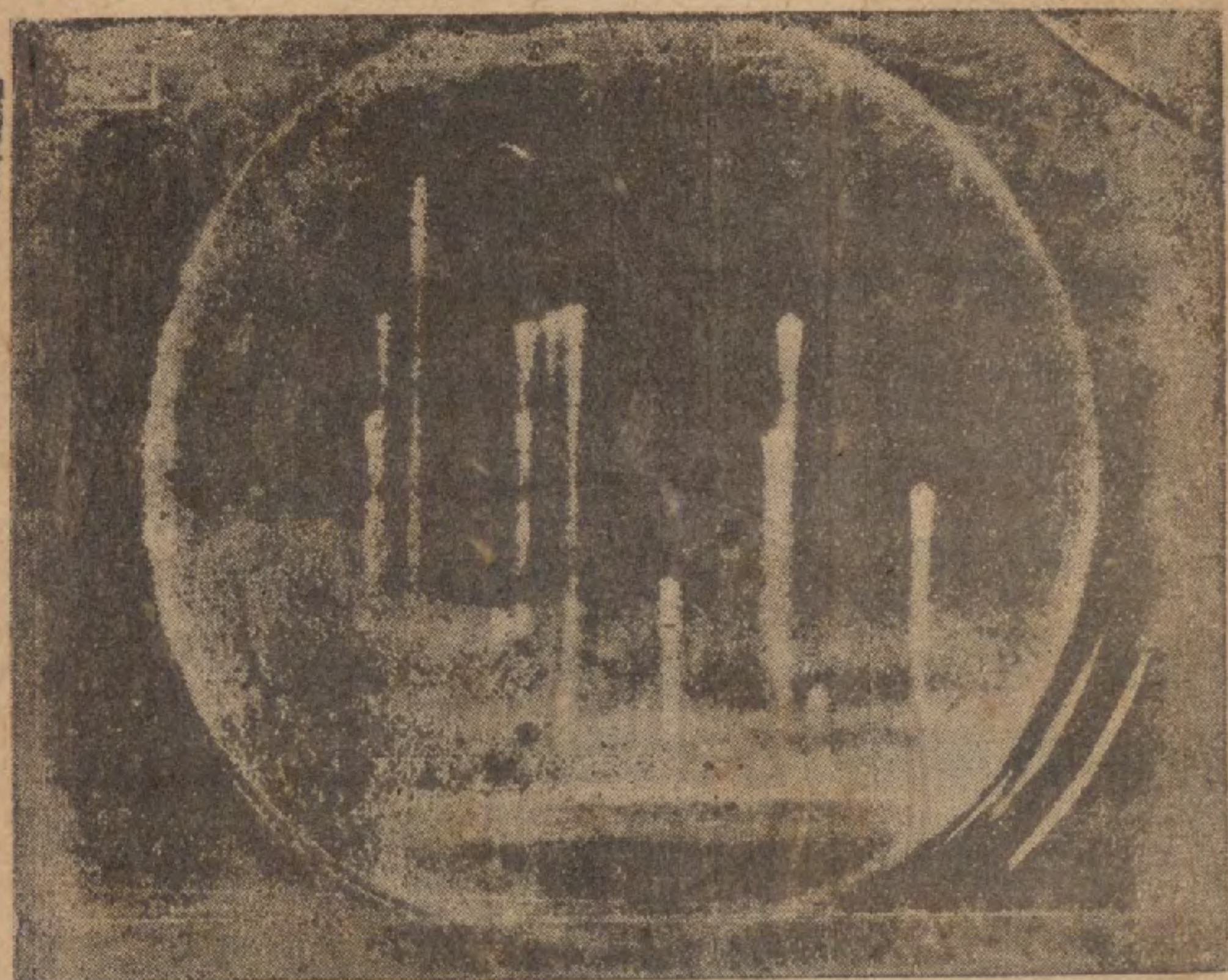
原子能的發現使我們人類由煤油時代進到原子能的時代。當世芸芸衆生，尤其我們華夏世胄，都正呻吟於戰後通貨膨脹的壓力下，無暇考慮這新時代的世界像，所以也就無所認識。不過一部分先知先覺的人士已深切感覺到這種發現所引起的時代轉變的嚴重性。國際的政治舞台上，和外交旃壇上，都已發生了空前的騷動，有識之士並且大聲疾呼宣稱：人類已臨到生死存亡的歧路。那就是說：如果我們人類能將原子能用於工業生產和交通運輸等有益的方面，世界必邁進於極端昌明的黃金時代；若人類用來自相殘殺，進行所謂原子彈戰爭，則人種已有的文明必因此毀滅。然而科學知識應

用的正當與否，根本不能作為判定科學家功過的標準。科學研究的對象是自然的奧秘。科學家的任務和目的在於求知，在於揭發自然的奧秘。原子能的發現無疑的是科學家進攻自然奧秘的一大勝利，也是科學史上一個劃時代的新紀元。韓安教授是原子能最初的發現人，諾貝爾化學獎金的贈予，就是為紀念他發現原子能的功績。那麼這個科學家究為何許人呢？他隸於德國籍，1879年（誕辰為三月八日）生於萊茵河上福蘭克佛城，現年六十七歲，幼時出身於哥廷根（Goettingen）大學，與居禮夫人以後現在首屈一指的奧籍女物理學家麥提納（Lise Meitner）為同學，當時共同發現鐳元素（Pa）。出校後，韓負笈加拿大，就學於英國物理大師盧則福（Rutherford），麥則至柏林大學任蒲郎克（Max Planck）之助教。嗣後兩人又同供職於柏林之威廉學會化學研究所。形影不離，凡廿餘年。韓為院長，主持核子化學部；麥主持核子物理部；最新物理與最新化學密切合究；而與巴黎之居禮學院遙相對映，同為科學增光，誠科學界之盛事也。自1935年起，氏開始研究中子射鈾之問題。所用之中子源係以鐳和鍍製成，用此種中子射擊鈾後，由蓋革米勒之計粒管檢查其 β 放射性。氏如此埋頭工作，孜孜不倦，數年如一日，而每年均有重要成績發表。迨1938年德國併奧，國社黨之排猶運動愈演

愈烈，予猶太人以至大之難堪。麥提納本奧籍之猶太人，乃不得不於 1938 年之夏，棄其畢生治學之地，而逃往瑞典。麥去後，韓與其助手斯塔司曼 (F. Strassmann) 仍繼續研究此項問題。1938 年十月由化學分析射擊後之鈾，竟發現有放射性之鋇存在。夫鈾為週期表中最重之元素，其原子量為 238，具放射性，經十數級之放射蛻變終變成鉛。此鉛之原子量為 206，而放射性之鋇之原子量則為 139。謂由中子射鈾而得鋇，實與既有一切核變方式均不相合。氏等當時有所疑慮。未將實驗結果公佈。然經多次之分析，對於鋇之因中子而產生，又不容有所懷疑。韓仍函告避地瑞典之麥提納。麥即函丹麥波爾學院之符瑞適 (R. Frisch) 進行檢討。認為鋇之由來係鈾核分裂之結果。並依照波爾所提倡之「液滴核型」新觀念，加以解釋，謂中子射擊於鈾核之後，鈾核之表面張力不足使此複核維繫於一，因之分裂為質量相等之兩部分。鋇不過此種分裂所造成裂片之一而已。彼等並由此計算分裂時所發出之能量。約為兩萬萬電子伏特，韓與斯塔司曼終於 1939 年一月將分析結果在德國之「自然科學雜誌」(Naturwissenschaften) 公佈；麥提納與符瑞適則在英國之「自然雜誌」(Nature) 發表其解釋。

當此刊布消息正式傳到美國之前，美京卡奈奇學院 (Ca-

megie Institution) 與華盛頓大學正於 1939 年一月底聯合召開理論物理學會議。此會議本以討論低溫物理為題。到會者有理論物理大師波爾，1938 年諾貝爾物理獎金獲得者費爾米 (E. Fermi)，以研究超導現象著名之倫敦 (F. London)，比利時之物理學家魯森斐爾 (I. Rosenfield)。以上諸人均相偕來自歐洲。又在美就近出席之物理家有葛莫孚 (G. Gamow)，戴樂 (E. Teller)，尤萊 (Urey) 等多人，頗極一時之盛。波爾雖已知韓之發現，但雅不願宣佈其懷中秘聞。是日波爾到會較遲，及趕到會場則知此項消息已由魯森斐爾透露出來。此老乃諄諄大講其分裂理論。此劃時代之發現遂使全會極頂興奮與動。核子分裂問題於是乃代替低溫物理的討論，而為全會之所非常注意。費爾米終高人一籌，即席建議，用物理方法加以證明。謂裂片之能力既大，游離作用必強；以中子射鈾同時觀察，是否有較 α 粒更強之游離粒子存在。卡奈奇學院以近水樓台，即刻着手。於一月二十八日，即會議結束之日，已實際觀察到裂片之游離現象。游離力之強大與 α 粒之游離比較；殆如巨型炸彈之於爆竹。是晚十一時，波爾·費爾米，魯森斐爾，戴樂，卜萊堤 (G. Breit) 均馳集該院之實驗室，參觀核之分裂。



將陰極線攝波器接於游離室，可看出裂片之游離作用，圖中每一亮線代表一裂片，裂片之游離作用愈強，亮線之高度愈大。在同樣情形下 α 粒之游離作用已弱至不能見。由線之高度與亮度可知裂片之能量至鉅。

次日傳來消息，莊斯，荷普金斯（Johns Hopkins）大學及哥倫比亞大學等實驗室亦獲得同樣證明。數週後，波爾接其學院符瑞適函告，謂已於兩週前，亦得出物理證明。

自此起，世界上若干物理學家，尤其美國擁有完善設備的物理學家莫不像春花下的蜜蜂一般忙得「手胼足胝」。鈾核分裂時那絕大能量的應用最初即為大家所注意。分裂一經證實，美國海軍方面曾兩次招集華盛頓和紐約的物理學家

，商討其應用。1939年以來，美國方面頻傳：德國政府責令其核子物理和核子化學家，專致力於鈾能應用之研究。自分裂經美學及丹麥證實之後，德國科學家迄未作任何研究結果之刊布。即原創見人韓安教授亦「噤若寒蟬」。這種緘默簡直變成了黑暗的管制。令急於「知彼」的人們深感不安，像美國的國家，怎甘後人呢？他們的科學家自1939年三月起，因為懷疑德國已着先鞭，更加緊急起直進，美總統羅斯福於1941年2月5日頒佈禁止鈾輸出之命令，已足證明他在預約鈾核分裂能的應用。於同年2月25日又頒佈禁鈾外輸命令，其用意所在益加明顯。各國對於鈾能應用之競賽，遂有一瀉萬里之勢。此時英國核子物理家奧立帆（Oliphant）訪美。對原子炸彈之製造，大有推進之力，美國之科學家原期在1944之春天美軍在歐登陸之前完成原子炸彈。但直到德國投降之後，始完成了這項驚天動地的任務，而使第二次世界大戰提前結束。諾貝爾獎金的贈予亦因此得提前舉行。德國投降以後，駐德之美軍曾將若干德國科學家，尤其是核子物理和核子化學家，押解到美國。名義上，是作顧問。最初發現原子能的科學家固然是德國人。但是首先製成原子彈的，却是美國的科學家們。會製造的人需要那些不會製造的人們作顧問麼？那麼將德國科學家押赴美國究竟有何用

意呢？就國際關係上加以考慮，應不難得出適當的答案。韓安教授因為青年時代在加拿大受到英美教育的陶冶。對德國的納粹主義毫無熱誠，然而他也一定是被押赴美國的諸科學家之一。在美國與多年的老友麥堤納於久別之後重逢。不知此老心中作何感想？以諾貝爾獎金之獲選人竟作了「人爲萬物之靈」的戰爭賠償，可謂開世界笑話的一個新紀錄。報載他現在已回到德國，不知是否因為到瑞典領取諾貝爾獎金纔回祖國，抑或有別故的。筆者留德受業於麥堤納與韓安兩教授凡四年。大戰爆發，通訊中斷，然而現在科學界仍處於「燈火管制」中，尙不詳其行止，師生之誼，實不能不使筆者繫念於千山萬水之外也。

民國三十五年二月於北平。

最近得到消息，謂麥堤納女士應美京公教大學（Catholic University）之聘爲客座教授，現居美京華盛頓。將來如能請其來華一遊，其盛況當不減於昔年居禮夫人之訪美也。

科學時報第二期

勞倫斯與其磁電諧速器

美國 N. Carlise 原著
王 普 譯

『好啦？』

年青的勞倫斯 (E. Lawrence) 擺正了他的寬大肩膀，由控制室厚玻璃窗中向外作最後一次的探望。矗峙於上的是笨重的磁電諧速器 (簡稱諧速器) (Cyclotron)。那是人類所創造最奇特機器之一。其他科學家在小玻璃室中相顧，面色緊張的期待着勞倫斯轉動那高壓電鍵。他的手在緩緩移動着。

屏息無聲，而突然這加利福尼亞實驗室為奇異的藍綠色光輝所照耀。光輝消失了，觀眾肅靜的坐着，神情緊張。他們知道，這光輝照耀之際正是科學上一個最大紀元的曙光。那光輝便是一個明徵，表示帶電微粒携有千萬 (電子) 伏特的巨大能量已衝進了原子的核心。

這便是青年科學家勞倫斯正在進攻原子能的秘密，當時的情形和十三年後新墨西哥沙漠上瞭望台 (註) 的景況極為

相似，前後映輝，令人不勝「無獨有偶」之感。對於勞倫斯，這是最高勝利的紀念日，他為科學家創造一種鋒利無敵的槍砲，維繫原子的偉大能力經不起這種砲火的攻擊，就在這加利福尼亞大學輻射實驗室裏，原子能的燦爛的時代已經開始了。

磁電諧速器的發明需要創造的天才，和解決其無限困難的勇氣。當時勞倫斯是加利福尼亞大學不知名的講師，但既多天才，又富勇氣。現在的勞倫斯是諾貝爾獎金的獲選人，同時是政府所組原子能顧問委員會中堅人物，早榮譽滿身，但他平常處世接物之和藹仁厚和當年在博克雷城 (Berkeley) 埋首於偉大發明時，殊無二致。祇有當他解決科學上的難題時，其用力之勇猛，至使其僚屬不暇喘息。

勞倫斯自當學生起，就開始把他那無限的活動力傾注於智慧的修養。他生於南達考達省 (South Dakota)，曾在數個大學獲得學位，包括南達考達，敏奈索達 (Minnesota)，耶魯 (Yale) 各大學。後來到加利福尼亞大學當講師，他心目中充滿了一個問題——即如何擊破原子。他已準備叱咤風雲於世界科學家之角逐場。勞倫斯深知當時科學界的動向。並且明瞭，在這種角逐場上失敗乃成功之母。

(註) 1939年七月十二日第一顆原子彈在該處作試驗爆炸。

曾有一蘇聯科學家，名喀畢雜(P. Kapitza)者，在英國劍橋大學一個特別實驗室中用強電流致力於原子之分裂。藉洛克菲樂(Rockefeller)基金會之資助，喀氏裝置了一排玄妙的電學儀器，所產的電壓無異於小規模的地震。嗣後有丹麥物理學家勞瑞生(C. C. Lauritzen)，他在加省理工大學使用一百萬電子伏特之X光管。在普林斯吞(Princeton)萬德哥拉夫(Van de Graaff)正應用極大的靜電裝置；其他的科學名人，像昆普吞(Compton)和米立根(Millikan)，也正在進行實驗。當時科學上已認清，進攻原子的戰爭，已達到了決鬥的階段。

凡近來閱讀新聞報紙者莫不知道原子內大部份是空虛的，其中心為原子核，核外有若干電子圍繞。原子核以內為若干質子和中子，維繫質子和中子的偉大力量即是真正之原子能。

那就是一九三〇年以來，科學家奮力企圖釋放的能力，欲求達到此項目的，必須使原子核分裂。但他們於此面臨兩大難題。第一是顯然的物理上的困難，用任何物體不易射中原子核。愛因斯坦曾說過：原子核之不易射中就如在漆黑的夜間到野鴨稀少的曠野用鳥槍射鴨一樣。第二，即令有某種射彈可使接近於核，但核之排斥力極大，能使射來之微粒循

原路而折回。

世界的科學家那時都正在左思右想，企圖利用強大力量粉碎原子的堅硬難入的核心：即用高壓電力。不過勞倫斯見到那時所用笨重的裝置距離目標太遠，電壓既不够高，而且不能自由管制。用青年的勇氣和自信心，他挺身而出馬，決定要開創一個新途徑，製造一超絕有力而可管制之電壓。

有一晚，他在加利福尼亞大學圖書館中瀏覽一堆科學雜誌。他已感覺疲倦，將要離去；但忽決定再閱一篇，一個德國科學家韋德祿（R. Wideroe）所寫的一篇文章。而這篇文章，別人早已閱過，但勞倫斯閱後，竟屹然坐定，伸手摸起鉛筆，他是永無停止的閱讀那篇文章，一面忙着畫草圖，又要紀錄複雜的數學公式。

圖書館關閉時，勞倫斯忙着馳回家中，又費了半夜的工夫。在就寢之際，他已胸有成竹。對於人類進攻原子的戰爭，他已獲得了創造新武器的秘訣。第二天他對一位朋友說：「我得了一個好主意」。

那已沒落無聞的德國人韋德祿曾在真空直管中排列兩個金屬圓筒，由此發現鉀原子由一筒躍入他筒時所得到的能量二倍於所用之電壓。勞倫斯銳敏的頭腦認出了這事的意義。在此以前，大家都企圖用一步強大推動使微粒子得到高速度

。這時勞倫斯看出可使微粒接受一串重複的躍動，其動量因此繼長增高，他的磁電諧速器在他的腦中誕生之際，係採用旋擲器的原理——繫石塊於繩之一端。手執他端而繞旋之，石塊由迴旋加速運動，姑名爲旋擲器——而形成。

勞倫斯應用磁石使帶電微粒在空盒中循逐漸增大的螺旋路線運動，最後由一出口逃出，出口正對準一個鵠靶，其中置被射擊之原子，微粒加速後之巨大能量足以使之穿過原子核之防守位壘；將此種微粒多多射出，則至少射中一個原子核的機會必定很大。

第一個簡陋的諧速器係用玻璃與火漆製成，但已包括着一切的基本觀念。當勞倫斯使電流通過一鎢絲時，他和他的僚屬都看明白這個觀念完全合理。淺藍色的光柱由出口發射出來即表明那些微粒是按勞氏所想像的路徑逐步增高其能量。並不是說這一個諧速器擊破了原子；不過證明勞倫斯有了一種工具，他相信這工具可以擊破原子。

第二步工作是製造一個微小的金屬模型。也得出了驚人成績。祇用二千伏特的電壓使氫原子竟加速到八千伏特的能量！勞倫斯和同伴們立刻埋頭工作，製造一較大的諧速器，花費了五千圓美金；對於一個實驗室有限的預算而言，那是一筆不小的款項，不過其後不久，那個諧速器和建築費達百

萬者比較，已相形見绌。這個新十一吋（指真空管的直徑）的科學旋擲器產生 1,200,000 伏特的能量，完成了破壞鋰原子的工作。最後勞氏和全體科學界均確信，這是擊破原子的工具。

勞氏的野心又飛騰了。這些小規模的諧速器既能如此，那麼一種真正大規模的怎樣？但是一個大規模的諧速器所需要之磁石，其重量不以磅計，須以噸計。費用之浩大須傾蕩一個小康的家產，當時無此款項，然而不論有錢，沒有錢，勞倫斯不肯停止。

美國聯合電信公司曾為中國政府鑄造一非常鉅大的磁石，迄未起運，自第一次世界大戰即廢棄擱置在那裏。勞倫斯親赴該公司交涉。不錯，科學可以使用那大磁石。

在大學中設立了一個輻射實驗室，75噸的磁石搬進了。勞倫斯捲起衣袖，率領他的青年僚屬開始工作。用八噸銅線纏繞那大磁石，這本身就是一件困難工作，此外還有各種複雜的控制，各個複雜的部份，這大機器確非易事。但那些科學家非常興奮，急於觀成，故晝夜孜孜工作。

「我們這次須要格外小心」勞倫斯警告大家說。他們曾看見由小規模諧速器出口所射出的纖細藍光，微粒由這大東西馳出時那藍光將成爲一種死光。爲防備這種光線，他們建

造了壹碼厚的水池；因為他們已證明水可防止這種光線。但何物能阻止那微粒光柱本身的凶猛的攻擊呢？他們由實驗證明普通的石蠟可以阻止之。

因此他們建造一種充滿石蠟的特別防阻池。控制板裝置於周壁嵌玻璃的小屋中，利用若干個表計，科學家在小屋中可「看見」諧速器所發生的一切情形。有自動照像機可以攝取射出光線的相片。人的眼睛不能直接看這些光線，因為過害的力量太大了。

試驗的模型已經成功，按理說，這大規模的新東西應當同樣的工作，然而竟不然！他們在某主要之點有所疏忽呢？情形緊張起來，遂即得出了解決。勞倫斯轉動一個電鍵，藍焰光柱由這偉大的金屬裝置射出，衝擊於鋰元素，鋰變成了氦。

馳集博克雷參觀的科學家們見到勞倫斯發明之宏大而簡純，咸覺驚愕。在諧速器的中心，他們看見一個真空盒，形狀像一個平底大煎鍋，其中有兩個D形電極，稱為「D極」，有一鎢絲通到中心。

將分解重水所得之氘原子注射于鍋中，熱鎢絲使之發生游離，游離帶正電荷。而後將這些微粒（游子）引入諧速器的磁場中，牠們開始作迴旋運動。每行半個圓圈通過兩D

極中間時，由交流電壓予一推動，使之更加速進行。恰合步調的推動，使微粒迴旋越來越快，螺旋路線亦逐漸增大，微粒逐漸接近盒之外邊。到外邊緣時，由一偏轉片引動，經一極薄金屬戶射出，射出之光柱衝擊於鵠靶，鵠靶在諧速器之外，盛着被射擊的物質。

勞倫斯有了他的大規模諧速器。他嫣然微笑着告訴他的僚屬們說：「讓我們看看這件東西真正能作什麼？」當全世界科學家注視喝采之際，博克雷城的科學隊將各元素逐一置於鵠靶，用各種目不能見的射彈反復研究那些元素的變化。

有些人以為科學是冷酷無情的，他們若踏進了那個忙碌的實驗室，他們的觀感就要變更了。那些環繞着偉大新機器工作的人們並無任何嚴肅威風的意味，他們以滿腔的熱情進行工作，就像兒童乍得到一種心愛的新玩具一樣的興致勃勃。

所得的結果證明那是應有的興奮，以前不能攻破的原子現在正發生奇異的變化。勞倫斯和他的研究隊有時把原子的一部份射了出去，有時把若干微粒射進原子以內，原子因此不能維持其平衡，突然開始射出若干光線，其穿透力遠強於鐳之各種射線。這就是解決原子能的秘密的有聲有色的開始。

全世界都急起直追，趕造磁電諧速器。紐約，倫敦，哥本哈根，莫斯科，柏林，東京——任何有名的大學——都承認諧速器是大家久尋未獲的不二法門。請勞倫斯幫忙的急切懇求紛至沓來，因為他是當世解決磁電諧速器一切困難的惟一人物。他的青年助教們分佈全國各地，將他們追隨勞倫斯作忠實開創事業所獲得的知識施展出來。不數年，世界上至少已有了三五個完成的諧速器。至一九四二年，堆積的紀錄中已有了人造新放射物質二二三種；其中一二〇種是博克雷城勞倫斯諧速器的成績。

勞倫斯的兄弟約翰是耶魯大學醫內科學系的主任，他發現這些新放射物質在醫學上有神奇的應用。可作「追尋劑」，對於人體的組織宣示出新知識。放射鈉和普通食鹽混合後使病人食之，當鈉進入人體組織時，其放射性釋放微小的原子爆炸，病人對此種爆炸毫無感覺，但可用蓋革記粒管記錄之。比如說，使此種靈敏儀器靠近病人的牙齒時，醫生可以檢查出牙齒究取用若干食鹽。

其他醫界人士相信放射性可以安全的直接引入人體，視為治療毒瘤之新武器。醫學採用諧速器，以為重要的研究新工具。

惟以此與晚近闖動科學界之一件大事比較，那就顯得渺

小了。在歐洲，女物理學家麥提納教授發現她能使鈾原子分裂。這個消息由電報傳到美國時，丹麥科學家波爾和意大利科學家費爾米（此時均在美國）馳往哥倫比亞大學，那裏有一個大磁電諧速器，他們熱烈瘋狂的對鈾元素反復研究，一再的覆驗。諧速器證明麥提納的結果確實不錯。他們能分裂鈾原子。

數日之後，美國若干科學泰斗在華盛頓舉行會議，波爾博士宣佈了上項消息，各科學家肅靜的聆聽之後，熱烈的奔回自己的諧速器。1939年一月二十七日之夜，全國各實驗室均有藍綠色的光照耀着，科學正在向鈾原子作有力的攻擊。

諧速器雖正在增大，而勞倫斯並未停止他的夢想。數年之間，他的諧速器由4呎的小模型躍至 $24\frac{1}{2}$ 呎，而後躍至60呎。遂即計劃一超巨型諧速器，真空室120呎，所發原子射彈之能量達1萬萬伏特。

世界戰雲突然瀰漫，勞倫斯建造新超巨諧速器益無經濟困難。此超巨諧速器裝置於24邊多角形之新奇建築中，鐵心重180噸深入地下。科學研究踏入嚴格秘密管制之際，該器已粗具規模，那個神秘的名詞「曼哈頓計劃」（註）已經出現了，英美的科學界開始要在原子彈製造的競賽中打倒軸心

國。

我們的科學家所以能迅速達成創紀的廣島轟炸，他們用的武器便是諧速器，勞倫斯在博克雷城轉動那個電鍵時，實際已發出了震動世界的槍聲。

遏阻二十世紀科學哲人的困難問題，爲勞倫斯的勇氣所衝破；在今日，以及永遠的將來，我們人類都要受到這位美國青年科學家的恩惠。

（註）曼哈頓計劃是原子彈秘密製造計劃的假名，

（完）

世界與中國雜誌第三期，科學時報第五期，民國三十五年四月。

原子彈的誕生

美國 Bernad Jaffe 作

顧均正譯

本文爲美國紐約麥迪遜學校物理部主任 Bernad Jaffe 所作，它說明了原子彈誕生的科學背景。原文載於九月十七日出版的 New Republic

× × × × ×

原子能之在控制下釋放，不僅是科學史上曠古的奇觀，而且也是最革命的成就。在短短的五年之中，少數科學家承襲着五十年來探究原子核的其他數千科學家的餘蔭，竟得開放了「濃縮」的原子能之洪流，使這個世界可以不斷地改進，也可以全部毀滅。

這個成就是純粹科學與應用科學協同一致的又一例證。自來種種非常的發明，例如光電池，電視，與電子顯微鏡等，大都產生於純粹的理論研究，這些理論研究包括關於太陽的組成，輻射的本質和原子的構造等等。許多科學家原想不到要着手製造一件實用的奇器，他們只在供給理論的概念與數學的公式，却不料應用這種概念與公式，竟造成了人類從

未夢想到的最兇惡的武器。

科學是一種國際的活動。全世界數百個實驗室的研究結果之廣泛的傳佈，使各國人民能够互相合作，以探求新的原理與新的機器。差不多地球上每一個角落裏的男男女女，都在原子能的戲劇中擔任着職務。然而其中只有極少數的角色警覺到在戲劇的終了，能出現一個原子彈。在一八九五年發現 X 射線的德人羅琴（William Roentgen），不會夢想到這東西。注意到瀝青鈾礦在暗室中對於照像乾片發生影響的法人柏克累爾（Henry Becquerel），也不會猜想到這東西。法國科學家居禮夫人（原籍波蘭），雖然窺見了鈾原子中的自然蛻變之世界，但是她不能預想到未來的原子能的應用。英國的湯姆生（J. J. Thomson）與新西蘭的盧則福（E. Rutherford），分別給我們電子與原子，然而他們都以爲原子能的控制是工程太大，和時間太遠的事。其他在核子物理學方面工作的，有丹麥人波爾（Niel Bohr），奧地利人徐洛廷格（Erwin Schrodinger），匈牙利人海維西（Hevesy），蘇聯人喀畢雜（Petr Kapitza）和史柯倍爾情（D. Skobelzyn）。印度人拉曼（Chandrasekhara Raman），還有幾個日本科學家，其中有一個（譯者按：即湯川）早在一九三四年就已預言一種新的核子單位所謂重子（Mesotron）的存在，這重子後

來爲瑞典移民之子安德生 (Carl D. Anderson) 所發現，對於製成原子彈的最大的貢獻者，也許要推義大利人費爾米 (Enrico Fermi) 吧，他在一九三八年曾經被強迫離開法西斯的義大利。費爾米在一九三九年一月就已認識英人楷迪克 (Chadwick) 所發現的中子，實爲從原子核中釋放無限能量的鎖鑰。他斷定由中子所引起的鈾原子分裂，可以用石蠟，重水，或石墨等障礙物來使之延遲。並且當鈾原子分裂時，會從鈾核中射出其他的中子來。這種射出的中子又可轉以分裂其鄰近的鈾原子，這樣就產生了所謂「連環反應」，鈾的整個質量可以像一桶鞭炮那樣地爆炸起來，一磅鈾所產生的爆炸效應跟20,000 噸的 T.N.T. 相等 (T.N.T. = trinitrotoluol 爲最烈之炸藥)。

就在一九三九年一月，費爾米用極微量的純鈾 (235) 來試驗他的直覺的推想，結果證明他的推測是對的。全世界都聽到這個消息，接着是許多的實驗室，都熱烈的活動起來。其中最感興趣的是納粹的最高當局，他們見到了，深鎖在原子核中的濃縮之能，很有製成一種超等爆炸物的可能。希特勒雖於歐洲軍事十分緊張之時，猶不敢待慢，而乞援於他的雅利安系 (雅利安所以別於猶太) 科學家，叫他們從事鈾的研究。但是在美國情形却有一點不同。「美國的核子物理學家

」，史密斯博士 (Dr. H. D. Smyth) 代表陸軍部在一九四五年八月十二日所公佈的關於原子彈的報告中說，「對於應用利學於軍事目的觀念極不慣常，他們不覺得有這個必要。因此這件事情在最初，凡關於限制消息的公布與獲得政府的支持，大部分是由少數寄居本國的外籍科學家所促成的」。早在一九三九年三月，費爾米就向海軍官吏暗示，籍中子之助，有產生猛烈爆炸的可能。這時海軍當局已感到興趣，其後羅斯福總統讀着愛因斯坦寄給他的一封信，就設立了一個鈾素顧問委員會。差不多在美國加入戰爭的兩年之間，對於實驗的最初的經費還不過美金6,000元。可是到了一九四〇年六月，鈾素委員會却已變成國防研究委員會 (NDRC) 的下級幹部了。

當時政府派遣哥倫比亞大學的尤雷 (Harold C. Urey) 與裴格蘭姆 (George B. Pegram) 到國外去與從事同樣工作的英國科學家商量。楷迪克及英國的其他科學家對於這個問題表示十分憂慮。他們怕時間已經趕不上來。他們聽說柏林的威廉研究所的大部分，已經改作鈾素之用。「在起初」，史密斯說：「許多科學家都希望，並且相信會發現什麼原理，可以證明，原子彈是天生不可能的事。」當時尤雷他們雖然帶回來的是一種極度焦急的意識，可是在離珍珠港襲擊

僅只一個月以前，國防研究委員會就報告說：「由於把足量的鈾（235）急速的集聚在一起，已經造成了一種超等破壞力的崩裂炸彈。……如果對於這個計劃盡一切可能的努力，那末在三四年之內，就有造成大量崩裂炸彈的希望。」於是

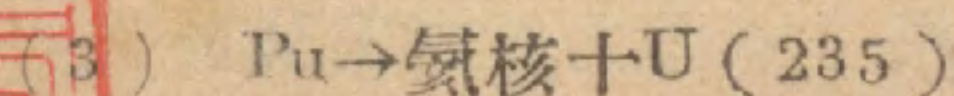
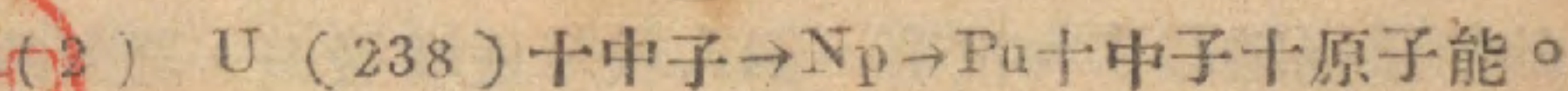
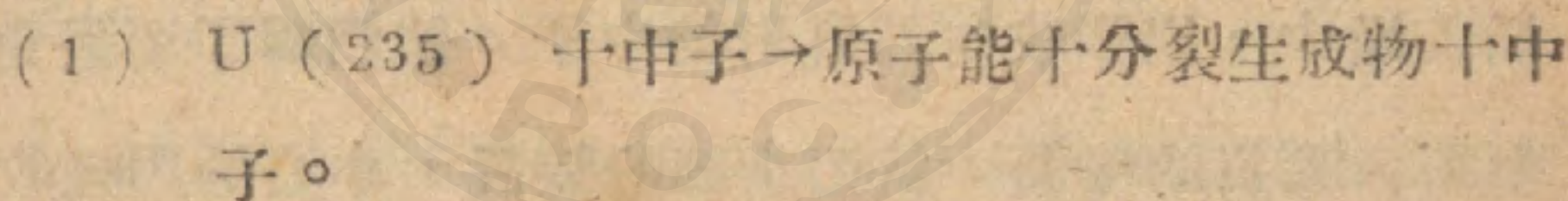
一切工作都迅速進行。國防研究委員會通過了十六種有關於原子彈的方案。在日本人偷襲珍珠港的後十日，國防研究委員會改組為科學研究發展所（OSRD）。牠的方針是以一切努力完成原子彈。八個月以後，製造原子彈的「曼哈頓區域方案」（Manhattan District Projecte），就公開地建立了起來。

遠在建立這個方案以前，曾經將各種計劃分配於不同的研究團體。其中最危險的一個是實際造成一大規模的連環反應。這個工作是派給在費爾米與昆普吞（A.H. Compton）領導下的芝加哥大學研究組的。

在芝加哥大學史塔格廣場的球場上，一個用12,400磅純淨石墨磚地所疊成的巨大半圓形堆，是由費爾米建造起來了。其中嵌着塊狀的氧化鈾與純鈾，排列成立方格子的形狀。這是人類心智所設立的最富破壞力的機構。費爾米曾經提議用石墨來做緩和劑，使中子的速度減小，其目的在保證有較多的足以引起原子分裂的被捕中子。主要的連環反應是由

中子撞擊鈾 (235) 而開始的。另有一個連環反應是中子撞擊鈾 (238) 而開始的。在一年以前，據加利福尼亞大學阿倍爾遜 (Abelson) 與麥克米蘭 (Mac Millan) 的初步研究，曾經由中子撞擊鈾 (238) 而創造成一種新元素，稱為「鎂」 (Plutonium Pu) (最初生成的原為另一人造元素「鏷」——Neptunium Np——不過這元素極不穩定，壽命很短)。

鎂 (第九十四號原子) 雖然可稱穩定，但是受中子的撞擊，却能產生其他的中子，更轉以破壞其他的鎂原子。鎂原子 (質量數為239) 又能射出氦核 (質量數為四) 而變成鈾 (235)，於是這鈾 (235) 更發生一個連環反應。這些連環反應可表示如下：



從事於這個鈾堆的實驗，是一樁最危險的工作。每一動作都有死亡與破壞的威脅，也許一個連環反應會脫離控制，產生一個空前未有的大爆炸，把研究人員送回有主以前的老家。同時還有成萬其他的人民，他們也都站在可為原子能所毀滅的危險之境。要不是堆邊工作人員處處留心，整個的芝

芝加哥可以在一個晴明的早晨炸成廢墟。——結果總算僥倖，到底沒有什麼亂子。據事前的預想，只想要鈾堆的大小增加到某一限度時，核反應就會因自然分裂或其他原因（如受空中宇宙射線的撞擊）而發生。這個極限大小是根據種種可利用的數據而推算出來的，可是這個推算有點錯誤，因為後來知道這極限實在比預算為小。不過事前為了安全計，曾經在堆中的各個部分都安置着一條條鎳鋼的合金片，以作保險。其使即使這些人逃過了這個突然的破壞，但是他們仍然要受到分裂時所釋出的穿透性射線及放射性劇毒質點的襲擊，而可以遭致慢性的苦痛的死亡。這些人是在一處極不習慣的場所工作着。他們爲了要防止爆炸，就用活動的鎳鋼片來插入堆中，以吸收向外亂射的中子。他們爲了要避免貫穿性輻射與毒質的侵襲，就把全部的裝置，小心的用吸收劑製成的原壁隔離起來。沒有一個人敢跑近堆邊去，許多的操作都只能用遙遠控制法來進行。

芝加哥的這一羣科學家所做的工作，結果成爲一種奇蹟。一九四二年十二月二日，是人類歷史上完成核子的連環反應的日子。第一次，只有很少的幾個科學家知道，在這個冬天的早晨。人類已經轉了灣，往另一個方向走去了。

這時候大部分的預備工作，已經由全國幾十個實驗室中

的幾百個科學家完成了。寫就的報告在三十冊以上。結果是決定大規模的生產鈾（ 235 ）與鎳以製造原子彈。現在不得不跨一大步。他們已無暇建立一個小工廠來試驗最好的製造方法，而必須立即從事於大規模的生產了。「在和平時候」，史密斯寫道：「沒有一個工程師會考慮到一開始就會把這工作這樣的擴大。」然而此外別無他途。據當時傳來的消息，納粹已經在從事製造原子彈了。他們在挪威留根(Rjukan)地方的一個大電解廠中，已經造成了幾百升的重水，以供延遲中子之用。這對於我們是一個重大的威脅，結果就有挪威方面的地下工作人員，加以突擊而把牠炸毀了。（見下篇：原子彈秘史一頁，）在後，這個工廠被重建起來，然而第二次又給英國的轟炸機炸毀了。至於德國當局也屢次想得到我們自己的原子彈計劃的情報。至少有五個德國間諜就爲了這個目的而被派遣到英國來。但是他們都受到阻擋。美國當局小心的不讓任何秘密洩漏出去，（見下文：原子彈秘密怎樣保守的），也不讓我們的鈾素工廠中發生任何怠工等情事。

要全完成生產鈾（ 235 ）與鎳之龐大工作，就得有一個1.5 百萬仟瓦小時的動力廠，還要有一個巨大的純淨的水源，用以吸收原子分裂時鈾堆中所生之熱。據估計，這樣所需用的水，足可供一個大城市之需用。所以勘定的地點是在近

大苦力水閘的哥倫比亞河上。這是一個隔離的區域，接近華盛頓州的派斯可（Pasco），漢福特工場（Hanford Engineer Works）就在這裏尅期建立了起來。當下就有六千個工人及其家屬極度秘密的搬了進去，而在這荒涼的土地上，在一個雨天之間興起華盛頓州的第四個大城市。——一個地圖上從未出現的城市。

這工廠包含着許多建築物。有的在那裏把堆積如山的鈾礦，用化學方法來提煉純鈾。有的在那裏應用加利福尼亞大學勞倫斯（Ernest O. Lawrence）所創的電磁法。把純鈾分離為三種同位素。這方法就是使鈾鹽的帶電質粒射過磁電譜速器的強電磁鐵的兩極間。因為輕同位素的質點，其偏向較重同位素為小，故可被分離而收集起來。在另一些建築物中，則用擴散法分離同位素，以集取純鈾（235）。這方法是哥倫比亞大學尤雷所發明的，那是使氣態的鈾化合物通過極細的濾器，因為輕的蒸氣較重的易於通過，所以只要經過了長時間的反復操作，就可把鈾（235）從其他同位素中分離出來。還有些建築物裏，有許多隱秘的小室，四周圍着厚厚的混凝土與鋼鐵以及其他吸收質料製成的牆壁。這種小室，有些把三分之二埋陷在地下，各室互相通連成爲一個連續構造，長（100）尺，稱爲夾谷。在這裏，凡堆積物之裝卸以及鈾

礦滓與其他的物料自一室至他一室的搬運，都得用遙遠控制法，因為這種分裂的放射性的生成物對於衛生是極有妨害的，這些放射性生成物不但包含着穿透力相當於 α 射線的中子，並且至少還含有三種元素，如放射性的碘與氙等。在相離幾哩遠的三個鈾堆中的連環反應是用許多條的鎳鋼片來控制的。只要在堆中插入一條鎳片，就足以阻止分裂。為了更小心起見，又裝着兩根安全棒和一根自動棒。自動棒位於堆之中心，與受一電離室所控制的兩座電動機相聯。當堆中有過多的中子逸出時，電離室中的氣體，就都帶電，而自動開動電動機，插入一條隔片。在一九四五年的夏天，所有的三個鈾堆，使哥倫比亞河水發熱，另一大工廠克靈吞 (Clinton)，一九四三年為杜滂特公司 (Dupont) 所建立，位於田納西州諾克史維 (Knoxville) 附近的橡山嶺 (Oak Ridge)

科學家，工程師與其他工作人員的衛生是經常在留意的。檢查人體是否受過分輻射的主要根據為計數白血球。工作人員都在袋子裏帶着自來水筆形的驗電器，以指示曝露於危險的分裂生成物的程度。其後是用一小張軟片來放在每一個工作人員背上的證章裏面，這種軟片每隔若干時顯像一次，觀察其黑色的痕跡，以偵知所受輻射的強度。對於實驗室中器具其裝置為 α 射線所染污的情形，係用另一種特製的

儀器來指示出來，這儀器有一個渾名叫做冥王。實驗室衣服在洗滌的前後更用蓋革計數器（Geiger Counter）來檢查其受毒情形。凡因衣服，頭髮或皮膚染有些微放射性物質的工作人員，在離開某幾個實驗室的時候沒有不被檢查出來，是為在這種實驗室的門裏安置着一種檢查的儀器，能發出警告，從工廠中放出來的水，都經常經過放射性物質的分析，就是空中的塵埃也用一種儀器渾名「噴嚏」的來檢查，工廠的煙囪造得特別高，使出來的氣體，灰塵和蒸汽，能得適當的分散。

就是漢福特及克靈吞的巨大工場還沒有設計之前，在新墨西哥州附近洛斯阿拉莫斯（Los Alamos）的一處冷僻的高原上，已經有一個原子彈實驗室建立起來了。在這裏，為了安全與秘密起見，差不多與外界完全隔離了的。主持這個的即成爲世界第一完備物理實驗室的人，是加利福尼亞大學的理論物理學家奧本海麥（J. Robert Oppenheimer）。這實驗室是我們原子學上的最高才智的交換所。在洛斯阿拉莫斯的工作人員，有些是充奧本海麥的顧問人員，包含十個美國諾貝爾獎金的得獎人——安得生，昆普吞，台維遜，（Davisson），愛因斯坦，郎膠爾，勞倫斯，米立根，拉比（Rabi），史特侖（Stern），及尤雷。在這裏還有波爾，楷迪克，濟

米以及其他幾個避難的科學家，也在幫助着解決製造原子彈的最後問題。

據研究得知，因為有若干中子為鈾所捕獲，致結果不起分裂，又因為有許多中子從表面逸出，故若不使分裂物質積成某一最大體積，即所謂極限體積，那末，預期的連環反應就不會發生，故欲防止原子彈的早期爆發，就得把鈾（235）及鎔分成數小塊。要把這小塊的爆發物突然併合起來，成為極限大小的一整塊，其法係使其一分塊作為射彈從槍中打出，而以其餘的小塊作為靶子。當數小塊併合而成為一極限體積的整塊時，這整塊的質量就立即爆炸了。

當一九四五年八月六號。原子彈落在廣島，促使第二次世界大戰結束，原子能時代開始之日，正是世人得知高原實驗室人員工作圓滿之時。像這樣巨大的工作能在這樣短促的時間內完成，是人類歷史上所不曾有過的。造成這個劃時代的偉業的，是理論科學史上卓絕的科學頭腦的遺產，顯赫的工程與實業天才的囤積，被強迫着建立起來的非生即死的處境，協力的與加速度的行動，以及二十萬萬美金的費用。（這樣巨大的一筆研究費用，在本國的純粹科學研究上，是不曾有過的。）

在和平的時候，我們對於癌症，腦脊髓灰白質炎，瘋困

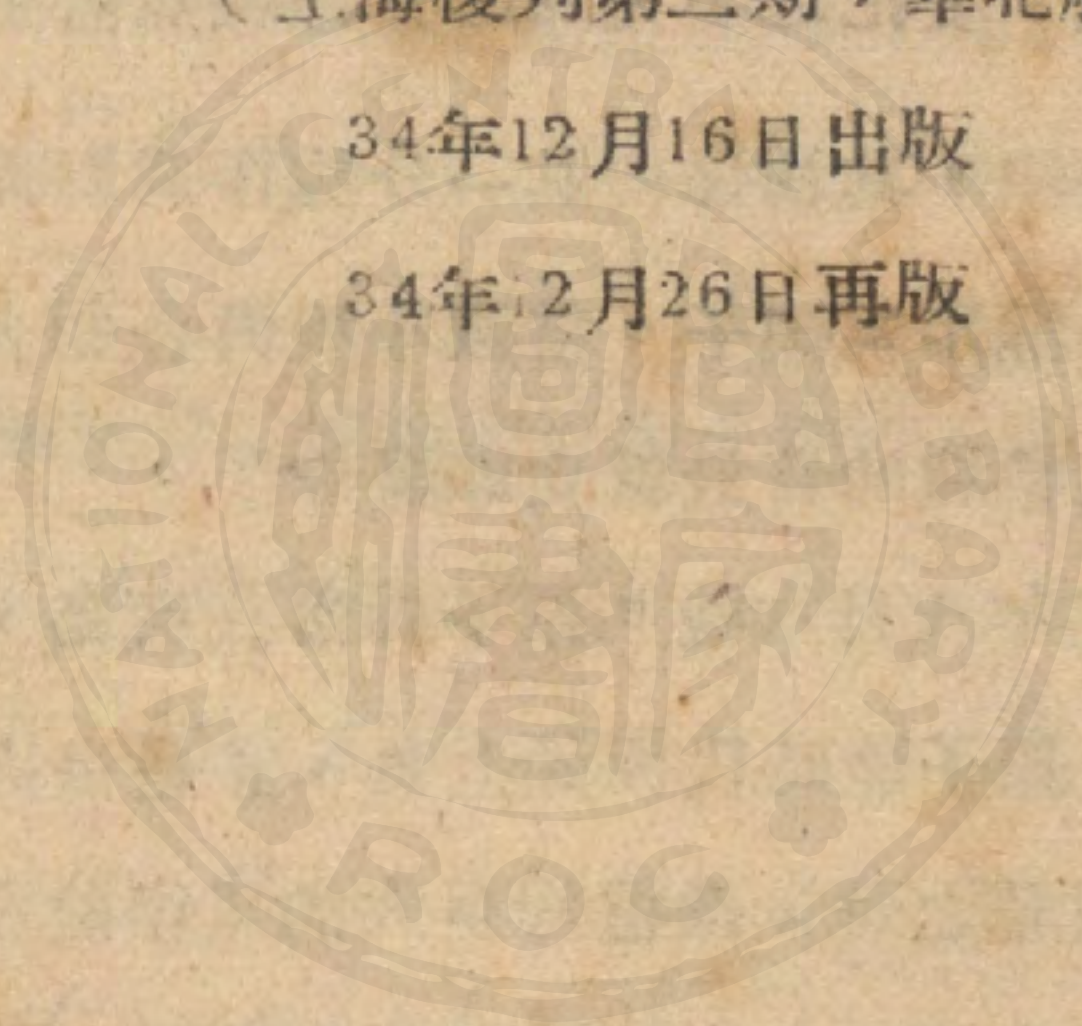
狂，中老年的慢性病患以及全世數百萬人民永難自拔的貧困之搏鬥，憑什麼理由可以斷定不能給來幾次同樣的勝利呢？如果曼哈頓區域的奇蹟不再給我們這一個教訓，我們勢必繼續浪費我們的潛能，而把苦痛與貧困從人羣中消除之期，久久地延遲下去吧。 (完)

世界知識，第十二卷，第十二期，

(上海復刊第二期，華北航空版)

34年12月16日出版

34年12月26日再版



原子彈秘史一頁

我們如何逃避了原子彈
美國 Howard Whitman 著 朱吉啓譯

我們如何逃避了原子彈。

這就是這個教授的墓誌銘。我們不能把他刻在墓石上，因為這個教授的尸首，已經分散了，或落在山邊，或堆在戴雪的高原上；或沉在挪威的峽江裏。但是你能把他記在心裏，因為這個教授——列夫，特朗斯泰（Leit Tronstad）——曾經把你從納粹的原子彈下救了出來。

這個青年教授用鍊子鎖住了納粹的腳踝，使其在完成原子彈的競爭中失敗。他對於納粹在原子炸彈的發展上，發生了無可限量的阻礙。當我們的科學家正要跑到前面的時候，他盡力把納粹往後拉！後來他又從降落傘上跳到挪威，以致死在秘密警察之手，那是他最後的供獻了。

挪威的南部，有一個很深的山澗，叫做月亮谷。那裏有一個叫做留根的城鎮——留根。在這兒有一個分散着的挪威水電廠名叫 Norsk Hydro。是一個在挪威最大的電器化學工廠。在這兒有一個小村子，名叫 Vemork。該水力發電廠在

此村中曾有一架電解機，這架電解機是全世界上產氘最多的一架機器。Norsk 水電廠有一個少年顧問——圓頭藍眼睛的特朗斯泰教授，他管理化學部分。在戰前特朗斯泰教授就在那秘密實驗室裏工作着。像世界其他的科學家一樣，他探查着原子的秘密，而試着去分裂原子的工作，以解放宇宙的基本的能。

用着堅定的信仰，總有一天人們要發現這個奇蹟，特朗斯泰教授勸誘着 Norsk 水電廠給他一間小屋子，在這電解工廠裏面，他就能試驗製造重水。他建築好了他的儀器，他已經成功了。世界上有幾個地方能夠產生這種神秘的物質，這個月亮谷中的 Vemork 小村就是其中之一。不久之後，這裏就變成世界上重水最大的產地，惟一大量生產者。

在最初，這個工廠一天只能產生很少的幾公分。那在當時已是不少的數量。但在一九四〇年每天能產生兩公升，那就是很驚人的數量了。德國接收了去，他們每天可產生四公升。

重水是一種水，這種水所包含的氘，實際上是「重氫」，或者叫作氘。重水的化學分子式是 D_2O ，而不是 H_2O 。氘原子核的重量是氫原子核即質子的二倍。科學家們發現這種稀有元素對於分裂原子是種理想的緩和劑。在中子射擊鈾原

子中，它能夠緩和中子（可參閱第 8 篇：原子能的經濟價值）的速度，因為慢中子對於擊破鈾原子較快中子更如有用。

一九四〇年四月九日隆隆砲聲的拂曉，納粹衝進了挪威，倘若說他們的馬靴使奧斯洛（Oslo）大街全在戰慄着，那麼全世界的科學實驗室是感到更大的顫慄，——因為現在德國在它掌握中，在它襲取的領域裏面，有着這樣的重水，這就等於說在運用原子能的競賽上，它已經有了一種物質上的初步勝利了。

特朗斯泰教授穿梭似的往來于 Vemork 和 Trondheim 大學之間，他假裝着一個可厭的基斯林的人（基斯林為當時之「挪奸」，在挪威組織偽政權）；但確實的用着銳利的眼光去觀察着納粹的行動。他同他的地下工作人員用無線電報告給倫敦的挪威最高司令部。倫敦的答覆是要經過了正規的 BBC（英國的廣播電台）服務部，而把密電碼藏在裏面。那些納粹黨人還沒有夢想到在節目中突然有一句「蘋果尚未成熟」，其中含有任何重要意義。

不久這個蘋果就成熟了。德國人已經能夠在 Vemork 增加重水的生產。那時聯合國正應該動員在實驗室中作拚命的鬥爭了。

由於特朗斯泰教授和地下工作人員的提議，英國聯合輸

送隊派了四十個民兵分乘了兩架滑翔機同運輸機牽引着。他們要在留根附近的 Hardanger 高原去着陸，並且要打開一條到 Vemork 電解廠的道路，要把工廠炸毀，以阻止它來襲擊英帝國。

當這飛機越過挪威海岸的時候，天氣突然變壞。這時他們正飛在留根的上空，在飛機下集結着濃厚的積雲。這簡直沒有方法看清以前預定的平安降陸的地點，同時他們的汽油也感不足，不能再將滑翔機拖回去。

戰爭加強了勇猛的果斷。這時決定切斷了滑翔機，使其從雲端滑下，把一切都付之於不可知的命運。一架落在 Stavanger 附近的海中，立刻死亡。另外一架落在下 Flekkefjord 附近的地方，在機中的部隊全為德哨兵所俘，他們全被槍決了。

不幸的是德國人找到了滑翔部隊降落目的地的地圖。守衛 Vemork 廠的衛兵增加了四倍。這個地方的四周也全按好了地雷，探照燈和高射砲也全安置好，幾百個挪威人被檢舉審訊。

有一天下午特朗斯泰教授正在 Trondheim 大學實驗室裏工作着；地下工作的隨從，突然跑了進來，報告着簡而有力的消息說：「逃命吧！秘密警察知道了！他們已經發現了。」

他們在監視您呀！」

特朗斯泰教授把他那些重要的文件塞入衣袋中，秘密的逃到瑞典。在兩小時以內，德國秘探便包圍了他家的房子，當他的太太堅持着說他丈夫在早晨已上大學去了；那些納粹黨人全怒氣衝衝的說她在說謊。

當他自瑞典來到英國，特朗斯泰教授就報告挪威最高司令部。他被派到英國聯合運輸隊去訓練全挪破壞工作隊，計劃在（Vemork）再幹一次，這次是用降落傘降下。

他選出來十一個人，這十一個人中包括了（Kjehl Nielson）——一個從前在（Norsk）水電廠服務的化學工程師，還有（Claus Helberg），他的父親還在那兒服務着。特朗斯泰教授把他們教得很好，（Vemork）的工廠三面為五千呎深的（Maana）河的峽谷包圍着。在它後面的第四面是峻峭的山崖，直達到三千公尺的高原，有一個吊橋直通着，但（Maana）河為納粹眼睜睜的看守着。教授把工廠的地板的設計說了許多。十一個挪威青年都對於那個工廠非常熟習，就如同他們自己家裏一樣。每一個門道，每一個樓梯，每一個走廊，守衛站在什麼地方，那一個門向裏開，那一個門向外開，那一個屋子鎖着，那一個走廊上有守衛，全都清清楚楚。在一九四二年十月，他們的分遣隊——十一個人中的

五個——降落在 (Hardanger) 的雪地上，這個地方離目的地，相距五十里。這個前進的隊伍是担任着偵查，用無線電來聯絡。其餘的六個人帶了充分的設備在一個月以後才降落下來。

在一九四三年二月，一架英國飛機又飛來降落下其餘的一部分人，甚至身上全帶了無線電去幫助他們，在一星期前這兩組人就在那無人跡的山上聯絡起來。在二月二十八日民軍部隊的領袖 (Joachim Roenneberg) 帶了其中的九個人直進到月亮谷中，其餘兩個人留在上面去保持和英國間無線電的聯絡。

有一次在山谷中的部隊在工廠的周圍的重要據點有六個人隱藏着，緊伏在地上，只有槍口顯露在外邊。其餘的三個人按着特朗斯泰教授的計劃穿過了地道，進了工廠。他們爬到這個屋子的地下，這個屋子正是教授製造重水設備集中之處。

挪威的夜工因為得到地下工作者的指示，全離開了這個地方。在十分鐘之內電線就按置好了，火藥匣也放好，而使兩者聯接起來。在爆炸之前，那些部隊員剛剛走出工廠，重水設備炸成了小碎片。最初德國的守衛以為這是旁處地雷的爆發，把無知的挪威人炸死了。在步哨含笑的幾秒鐘，這

些部隊員們已回到山崖逃走了。

他們打無線電給英國說已完成使命。同時他們滑雪滑了二百五十里，直到瑞典的邊境上，在這個地方，納粹是再也難已找到他們了。

特朗斯泰教授非常高興。用了九個月的時間，德國人非常熱心的工作，才重建起製造重水的設備。挪威的工程師全害起病來，失去了記憶。納粹最後找到他們本國最高的科學家來，在一九四三年十一月這個機械才恢復了以前的作用。

很痛苦的很緩慢的生產着重水，在一九四四年挪威地下工作者又報告特朗斯泰教授說：納粹預備將重水用船大量的裝載運到德國去。這個船一定要穿過（Tinnsjø）湖而出月亮谷。

特朗斯泰教授用無線電訓示地下工作人員最忠實的兩個，叫他們在（Tinnsjø）湖裏藏一隻小汽船等到德國人把那寶貴的重水筒裝到船上以後，他們就在機器房裏按上一個定時炸彈，而潛行上岸。當這小汽船走在湖中間時，它突然躍出水面，船的兩側，被炸碎，船遂沉底。

這個汽船是納粹用以裝載重水到大貨船上的。當這個大貨船載滿了重水，又被美國轟炸機在（Skien）附近的（Menstad）那裏轟炸了。

在一九四四年的秋天，特朗斯泰教授知道那些地下工作人員已不能再作什麼事了。消息愈來愈少。製造原子彈的競爭更達千鈞一髮之際。希特勒已準備用V-1號和V-2號攻擊英國。一般人猜想V-3號一定是應用原子能，同時也就是戰爭的結束。

特朗斯泰教授到聯合國運輸局去，要求學習降落傘跳下。他要帶着他所信任的實驗室的助手（Gunnar Syverstad）。

他聲明說：「現在已有一件事可作，我必須親身回到挪威，去毀掉我手製的重水裝置。」

于是有一架英國飛機在（Telemark）的高山上翱翔着，從飛機跳下來特朗斯泰教授和（Gunnar Syverstad）工程師。

他們滑着雪找着了些地下軍，一個山中的小茅屋裏就作了他們的司令部。特朗斯泰教授又計劃着進攻的新方法。

在這個星期內進攻了兩次。他的計劃幾乎完全為基斯林政權所破壞。特朗斯泰和他的同志們全在小屋子裏為敵人包圍起來。謹有一個人沒有受到嫌疑，因為他是一個半傻的農夫。在一個夜裏他乘秘探巡邏走後而逃出了小屋。在這個戰鬥中，另外的幾個地下工作人員也逃走了。但特朗斯泰教授和（Gunnar Syverstad）被捕了。

在三月十一日，也就是在挪威自由前兩個月的時候，德

國人將特朝斯泰教授拉到（Telemark）山中殺害了，他們將他的尸首燒化，骨灰飛揚。

這是納粹憤怒典型的表現。他們將這個用鐵鏈子鎖他們腳踝的特朝斯泰教授燒成了黑灰。是的，現在特朝斯泰教授已經死了。但是在製造原子彈的競賽中，我方還有別的人爭取勝利。這些人終於在橡山嶺和新墨西哥完成了這歷史上的大勝利。

如果這個藍眼睛的教授，沒有把納粹拖住，那麼誰能說遭受原子彈的不是倫敦和紐約，而是廣島和長崎呢？

——完——

世界與中國 第一卷，第三期，特大號 35.4.1 出版，

原子彈秘密怎樣保守的？

節錄益世報副刊原載星期六郵報一九四五年十二月號

約瑟夫·馬歇爾作

還在一九四五年，希特勒住在西線司令部裏的時候，接到一封專差送來的信，信是由凱撒威廉研究所所長[†]送來的，而那研究所正是德國研究原子彈的中心。在那個時候，希特勒大概已經感覺到，只有發生一件近似奇蹟的事情，才能挽救他的敗亡，所以他開信的時候，就閃出一線希望，原子彈的成功和大量製造，就是他所要的奇蹟。該所所長即韓安教授，見第一篇。

在信裏面，所長要求更多的時間，金錢和人才，他承認實際的應用還要在將來幾個月之後。信裏只能給「元首」一點安慰的是：德國情報機關向所長保證英美至少比德國落後六個月，事實上，還沒有超過一種高級的實驗階段。

可是早在1945年我們已經差不多有十五萬人正在建立價值二十萬萬美元的原子彈工廠了；不但如此，在我們知道希特勒接到上述那封信很久以前，我們就知道德國情報員就對我們的原子彈工作非常感覺興趣，讓德國人把我們工廠看成

一種「高級的實驗室」，實在不大容易，無怪乎曼哈頓工程區的情報安全部裏一百五十個職員和一百六十個工作員（他們的職務便是保守這個戰時的重大秘密）認為研究所長這封信實在是對於這個在美國甚至在世界上向未有過的最完整，最細密，最微妙的秘密工作最好的一封證明信。

標準動人心魄的秘密工作的故事，大概是這樣一種，一位詭異的天才，把他的秘密寫在幾頁紙上，以後他突然輾死在東方快車的輪下。只要有一個壞蛋偷着這幾頁紙，就可以控制世界。——原子彈的秘密不是這種。假若真如此，保管的工作也就很簡單了。

的確，倒是有些秘密文件，成千百萬的文件，——筆記，公式，原料定單，機件說明書，一千二百英里的晒藍圖，和不可勝計的有關信件，差不多有一半都是「機密」或者「極機密」，其中恐怕沒有一張是一切秘密的根本鑰匙，但是每一張都包括這個謎的一小部分，够了數，湊到一塊就可以把這謎打開。專盛秘密文件三道暗鎖的保險箱和帶着紅色「焚燒」字樣的鐵筐，專燒文件，是與這個設計有關的辦公室的特色。

這種堆積如山的文件，是每個為他們負安全責任者的無盡的夢魘。因為他們可能跑出去，而且偶而真跑到外面世界

的各種辦法是可怕的多。

有一次，兩個專差帶着一個皮包，裏頭滿裝秘密文件，離開華盛頓，分送到幾處地方，在紐約的潘西凡尼亞車站上，他們訂往芝加哥的車票，一個人去買票，另一個人站在旁邊看報，箱子擺在腳底下。買好了，兩人拿起箱子，到紐約的情報安全部，送交他們的信件，他們的吃驚是描寫不出的。他們發現箱子裡裝着的只是十八號襯衫和四十二號的襯褲。

馬上替普大尉在紐約的分隊的全力，再加上奧康奈隊長，警局最好的偵探，都動員來找與遺失的提包和一個身體高大，衣着講究的人，這個人穿十八號的襯衫和四十二號的褲子，這兩個不幸的專差和嚇壞了的全部情報工作人員都出汗了。

第二天，指揮當地情報工作的蘭斯德上校，情報安全部的首腦帕遜，管理原子彈計劃的格羅夫少將的情報安全顧問康索代因，都到場把工作人員全帶來。搜索工作加緊，但仍找不出這個高個人和這提包，同時工作人員和城裏的偵探在紐約警察實驗裏把這個提包仔細研究了一下，另外有人注意到襯衫和襯褲上的洗衣局戳記。最後，一個紐約旅館洗衣部承認某一個印記是他們的，並且給出了這件衣服的主人的名字和地址。

三位上校決定直接入手，於是便裝換成制服，到×先生辦公室裏去會他。

×先生聽完他們的故事以後，深深的鬆了一口氣，打開他的保險櫃就把這隻提包拿出來，一打開提包，三位上校也都鬆了一口氣，裏面裝的信封，號頭都對，都沒有打開。

×先生一直到家才理會到箱子弄錯了，一看這些信封，他知道這是些極端重要的東西，這些東西不是每一個警察或軍官有資格看的。因為他不知道誰有資格能看，所以他就沒有報告警察而決心等着正當的所有者出現，假若有數餘的勳章的話，×先生是值得給一個的。

超越的甚至畸形的天才，在原子彈設計中確包括了不少。這樣多，這樣超衆，這樣爲敵人所知甚至於他們的名字與他們和這劃的關係，都是一個秘密。所以就必須想辦法使這些中心的科學家連人帶名字都不能被認出來。他們在通信的時候，甚至在爲這設計旅行的時候，把名子都編成密碼。

於是昆普吞博士就變成了 A.H. 柯瑪斯。費爾米博士就變成亨利，法瑪。尼爾斯，波爾就變成了尼古拉，貝克爾。

波爾博士與整個設計所發生的關係是這樣的秘密，他的真名子就永遠沒有出現過，甚至於在國務院的檔案中都沒有。實在的，在他幾次的爲原子工作的回國旅行中，他和波爾

完全斷絕了關係，從他永遠伴在一起的兒子阿格一起用「尼古拉貝克與其子詹姆斯」的護照離開英國後，任何人便以為他是貝克爾了，他們永在反情報工作的保護中，有時候，這種工作是非常麻煩的。

有一次，波爾和他的兒子離他們紐約的旅館到大街上去散步，後面便有兩個英國偵探，兩個曼哈頓偵探保護着他。貝克爾有一種毛病，就是愛在店舖玻璃窗前站一會兒，然後決心再到對過去看看，便一直橫過擁擠的大街，他的保護者們又要緊緊跟着他，又要不被旁人發現，又要不作來往車輛犧牲品，那就真是一樁英雄事業了。

還有一點，這個秘密的主要部分是有很多人知道的，當計劃擴大時，知道這個秘密的人便也跟着加多，安全問題也就變得更複雜。

所以就必須加以澈底的研究，確實知道所有的人都是可靠和忠心的。

爲阻止未奉命令就進入工廠人各種辦法都使用。再爲了檢查這些方法的效果，經常派些偵探去欺騙他們偷入工廠。

假設有一個訂好合同的人對於這些安全設施覺得特別難以同意實行的時候，託馬斯和李波特就完全自動的跑去設法衝入工廠，一次就把他完全治好了。他們把這位雇員的正當

的身份證偷走，打開他，而把托馬斯的照片換進去，他們把汽車牌照偷下來，把他按在一個破汽車上，然後製造一套好像能夠爆炸的木頭塊，上頭裝上電線和一個鬧鐘，擺在一個皮箱裏，上面蓋些襯衣，背心褲子，他的身份證和車牌使他進了工廠，而守衛又懶得仔細檢查這箱子，他把車子倒到一所機密的建築前面，把他停在那兒，走到最近的一個電話，他就找貝弟尼，門柯大尉（帕遜上校的執行代理人），大尉再叫司理安全的人員讓他去查一查某所建築前面的車子。這位安全工作人員在發現這口袋之後，到他確知道這內容是無害的之前這當中一段時間的苦痛經驗，便可以讓這工廠永遠進不來生人了。

但是這種種防禦的方法都會失效，假若有關的閑談能夠跑到火車上去，休息室裏或酒館裏去，在這種地方，敵人的間諜就全把這些話聽去。

有很多故事來證明這種「安全感」的實況，但最好的一個例子大概是下面一個：一個實驗室與某大學相連，有一次側房失火，有人便報火警，但是當救火隊到了却不準進門。

「不論有火無火」這位當地守衛說，「他沒有安全證書就不能進門」。

經過堅持，他最後答應只有當地分所的證書就行，柯竟

曼大尉立刻就發了一個救火人員，向裏衝進去。

「等等！」守衛喊着說。「就是有證書，你還要在這本子上簽字！」救火的人的確簽了字才進去救火的。

爲了限制秘密情報的流傳，在發出的時候便受到極嚴的限制，分開部門，加以偽裝。所有的過程，技術的重要因素，以及人名，都製成密碼。所有的通信和文件都用這種密碼。

在一般的密碼之外，還有特別的密碼，專爲某一實驗室或爲某種情況的特殊的密碼。

在一個包括十五萬人的工作裏，實在難免有閑話會漏出去，情報部的檔案裏就有一千五百件這種的案件。

有一次，接到一個報告說，在東部海岸的一個城市裏，有一件很重要的設備被人提過幾次。情報員奧康奈，他是紐約市外的工程師，追溯這個案件到一個瑞士表的入口商身上。這商人解釋說：他最近接到在一個工廠附近的珠寶商向他定購大批的不用電磁的鐘表。還有一個荒誕的故事，說那裏普通的電鐘都因爲磁化得太厲害不能用了。當然，在那裏有極強的磁力。這種推論，再加上他最近在某雜誌上看到的一篇似乎無關的文章，他就亂猜了一下，但恰巧就猜中了。這位入口商即刻同意不再說了。同時，工廠裏立刻採

取措施，保證其他表面似乎無關的大批訂貨不要再洩露任何秘密。

另外一次，情報員拉瑞，布羅克，以前紐約的律師，想多知道一點關於正製造中的東西，自己跑到某廠附近的一個圖書館裏去看看關於鈾素的書報。他從架上拿下來一本講原素的標準課本。還沒有打開，他就看見書頁的邊緣上有一道深灰的污痕，表示這幾頁書讓人翻得頂多。從污痕那裏翻開，他發現正式講鈾的那一章，上面劃了各樣的橫線，寫着各種註解，被人翻得又髒又破，簡直不能看了。再檢查一下別的书裏顯然讀得最多的部分，他發現了這事的重要。

所有其他同樣重要的書都檢查過了，書架全檢點過，凡洩露秘密的書籍都換過，並不是用新書換，地方情報員們的更麻煩的一項工作，便是，把幾千本新書都弄得像正常的人看舊了的書一樣，讓他們的「新」不惹人注意。以後圖書都定期檢查了。

地方安全部和檢查所共同完成一個最特別的新聞和廣播的制度。邦倫布萊斯辦公處發出一個普遍的指令：要求不要刊布一切有關原子擊破的文字。這條指令還有兩點超出常規的補充，第一，這條指令究及既往，就是戰前的出版物也適用。第二，任何一種報紙或甚至所有報紙如果洩露了有關這

個設計或本題研究的任何秘密，其他報紙不能引為理由也開始討論，甚至轉載。

康索代因上校和他的助手羅賓遜，（以前孟菲斯商業導報的華盛頓特派記者）和西德爾中尉，（以前西特爾特報記者）三人所接受的社會聯絡任務實在是再特別也沒有了。他們的工作是勸誘所有的報紙不要登載任何有關這秘密的材料，不論遠近。而且他們並沒有任何行政權力，只有這麼一句話：「信我的話罷。這件事是重大而緊要的。你必須要保持靜默。信我的話，沒錯，別人不會搶你的先。秘密打破的時候，你可以得到一切能供給你的消息。」

在美國的新聞史上，從沒有過這樣的僅靠盲目的信心而有的衷心合作。除去一次嚴重的例外，這種合作可以說是完全的。這次例外是一遠遠近知名的時事評論家所作的一次廣播，他在一九四四年八月五日，不顧這種自動的檢查法而打破一切，還有一個渥海渥省克利夫蘭城的報紙談起聖塔費工廠的故事，冒犯了規定。他的故事雖然只根據謠言和觀察，却與事實地在那裏的一個秘密武器工廠偶合，同時實證了原子核專家歐本海謨博士在內。

有些新聞傳說來自當局人士或有特權的人。一九四四年八月，墨西哥一個出版物，報導一篇墨西哥外長的演說，在

演說裏他提起同羅斯福總統的一次秘密談話，關於一件有關原子分裂的深切的研究。這消息在美國報紙上却從未出現。

議員裏偶爾在會議中或在平時，發表露風的談話，但很少報紙登載這些。

德國人從我們這裏得到的原子彈情報，差不多全是根據這種失言，而不是靠間諜。間諜是有的，在克諾克期威爾，騰奈西就抓住過一個，其他工廠附近也有捕獲。這方面的工作表現出情報安全部工作人員的最動人的故事。他們在這工作中表現的天才，要說出多少來便有多少。

一次，在東部海岸一個都市裏，偵探金森和辛德，經常注意着一位有敵特嫌疑的一角色。這個人住在一排典型的紅磚，單家房子的一所裏。偵探可以從街對面一所房子的窗子觀察他的前門。

很是不幸的，他們不能長時間觀察他的後院而不惹鄰人注意。因為他的後院的兩側雖有籬笆圍住，後面都和鄰街的另一所房子的後院相連。有幾次，受監視的人似乎感到正被監視，於是偷偷開開後門，躲過他們的注意。走過他的後院，和鄰人的後院，從兩所房子之間的一個夾道走到鄰街去。兩位激怒的偵探拚命想找辦法來注意他的出走。

最後，一天早上，金森和辛德穿上工人服裝，帶着木匠

傢具，一直把車開到鄰街那些房子去。車上裝滿一車木料，他們對任何人不加解釋，用聳聳肩頭來回答別人的詢問，把木料從夾道帶進後院，幾小時之內，就立起一道八英尺高而無門的後牆。受偵察的人正在莫明其妙，爲什麼他的鄰居忽然這麼快蓋起一道後牆，而他的鄰人也正奇怪他爲什麼這樣作，安全部還不能不確定這人是不是一個間諜呢？

這件秘密是如此之複雜，而從無關緊要的一鱗半爪，又很容易的看出重要東西來，它能否被保守根本就成問題。但是從沒有一種秘密保守得這樣嚴密，特別值得注意的是，這件事情的完成，差不多是整個沒有應用過政府的權威。的確，除去最高當局以外，沒有應用政治力量的任何跡象。就是應用，也只在極端的情形和很高的水準下。整個工作的進行只靠簡單的信心和勸誘，而沒有威嚇與壓迫。因爲受命作這工作的這一羣優秀的人，能夠說服這些人民，被他們爲國家全體的利益而犧牲個人的利益。

還有可注意的一點，就是人民的信心得到的報酬不但豐足而且公正。當這故事宣佈了，就宣佈得很完全很詳盡，沒有人搶先。所有可能宣佈的消息在全國同時宣佈，結果是無論你在何處，你都能在你所喜歡的報章見到整個故事。

誰擁有原子力？

美國 F. G. Brownell 著
王 普 譯

在今日的世界中，鈾爲原子能唯一可用的來源。

釋放鈾原子中的非常能量已成爲古今最偉大的科學成就。這實在不是誇張之詞。由於這種發現，我們已站在原子時代的門前。油煤時代的巨大能力與此來臨的時代比較，自將相形見絀。若干小國可能以新權威的聲勢而發言。最低限度下列的事是確定不移的：落在廣島的炸彈正在重新規畫全世界的經濟和軍事地圖。

由此觀，國際政治問題變成世界那些國家統制原子力的來源？那答案是：比利時，加納大，捷克，美國。這四個國家擁有已知鈾礦蘊藏的大部份；而鈾正是現時原子能唯一可用的來源。

當然，祇有鈾礦的蘊藏是不够的，伊朗和文內作拉（Venezuela）各有廣大的油田，因爲不能開發，並未能在油煤時代成爲一等強國。然而比，加，捷，差不多是一定和美國一樣，有使鈾礦變成原子能的工業技術。

而我們不禁要問：世界突然非常重視的這種寶貴物質究竟是什麼東西？

純鈾是一種有銀色光澤的金屬，較金稍輕，硬度略次於鋼。但純鈾殊為少見。美國在 1940 年以前所製成的金屬鈾尚不能充滿一個戒指。其普通的形放為鈾化鈉，係一種黃色粉末，在戰前殆可從任何藥廠購得，每磅價格 1.65 圓（美金）。鈾與其化合物皆具輕微放射性。

在 1919 年，美國購進 700 噸已煉的鈾鹽。在 1940 年購進鈾礦 1200 噸，這大量的進口多半用於陶磁玻璃的染色，和製造發光的鈾漆。像家庭普通所用磁器的紅，橙，黃，綠，棕，黑，灰各種色澤，皆由鈾得來。在 1943 年一月，軍事資源部禁用鈾為陶磁顏料，使全國的儲量得全部用於原子彈之實驗。

鈾的產量並不稀少。在地殼所含的各種元素中，鈾佔第 25 位，產量之豐僅次於鋼，二倍於鋅，四倍於鉛。多數花崗岩，沈積岩以及某些油母頁岩，褐炭礦，煤田均含有微量的鈾。然而用已知的方法能將鈾提煉出的來源却比較的稀少。

鐳和鈾永遠共同存在。這並不足異，因為我們知道鐳是由鈾原子自然分裂（蛻變）而生成。分裂的變化頗為緩慢，普通的鈾需 45,000,000,000 年轉變為鐳。鐳之放射遠強於鈾僅需 1500 年終蛻變為鉛。

在任何一定的鈾礦中，鐳和鈾的相對數量（比例）永遠一致，每85噸鈾永含有一盎斯（約合28.4克）鐳。但每盎斯鈾在戰前之價格相當於200噸鈾，因為這個緣故，大多數的鈾礦是因為提煉其所含之鈾而被開採；鈾之出產殆為偶然的副產物。在將來這個情形大概要倒轉過來，鐳成為採治鈾的副產物，而且鐳價格要暴跌。

在捷克西陲阿溪姆谷之波希米亞鎮，鈾之採治已經數百年。其礦稱為鈾鈷瀝青，為黑色光澤而堅硬之物質。居禮夫婦在1902年所提煉世界最初之微量鐳素，即係用波希米亞的這種鈾鈷瀝青為原料。從1940年起，其他鈾礦的出產量超過了該礦，但該礦仍不失為世界四大煉鈾礦廠之一。

美國所以被列為產鈾國家是由西南部考勞拉都省（Colorado），東南部由達省（Utah），和東北部阿瑞宗納省（Arizona）各山區密佈的若干小鈾礦。考勞拉都省怕拉道克斯流域差不多是產地的中心。此處之礦稱為含水鈾鈣鈳酸鹽，係一種淡黃粉狀物質。其中鈾之含量頗低，以前主要是因為採治其所含之鈳而開發這種礦，鈳用於鋼中以增加其硬度；鐳和鈾鹽皆為副產物。

在1937年之冬有一加納大人名拉彬（Gilbert La Bine）者驅大隊而涉冰雪，到達東北部大熊湖岸，距北極圖僅26哩



在那裏，零下70度凜冽的寒風與冰雪交加，拉彬舉起錘頭，由一外露之礦脈取回數塊黑色物質。那是鈾鈷瀝青。遂組織一採礦公司取名為哀爾道拉都（El Dorado），極快的就變成了世界第二個產鈾中心。從1938年起，已有60,000噸以上之鈾礦由飛機運輸2,200哩，到達昂台留省（Ontario）侯波港（Port Hope）該公司之提煉廠。

於1914年一月，哀爾道拉都公司全部產業為加納大政府收歸國有；該政府并同時保留在東北部將來發現各鈾礦的權益。

然而在世界最富的鈾鐳礦是深深蘊藏在炎熱的北屬剛果（Congo）。此礦為喀潭革礦業聯合公司所有，實際無異為政府所壟斷。於1920年發現後這神奇的喀潭革礦次年即開始生產。十年後，除哀爾道拉都以外，喀潭革的出產差不多已打倒一切的競爭。此後那兩大公司秘密約定將世界的鐳市場予以分割，喀潭革供給總量五分之二，哀爾道拉都供給五分之一。在1941年原子彈試驗開始進行之際，這個協定失了效用。

在戰前有另外三個國家忽作忽輟的提煉少許的鈾。在1941年在葡萄牙，英國所有的（Urgeirica）鐳素聯合公司出產劣質礦330噸澳州資本在南澳（Radium Hill 和 Mount Painter）

開採含水鈉鉀矽酸鹽，又在西澳 (Cooglegong 和 Wodgina) 開採鈉鈦瀝青。瑞典由 (Narke) 地方國有頁油廠之殘餘中提煉出一些鈉但此三處皆所產無多。

英，法，俄在戰後可有相當的出產。英國的出產頗可能由 (Cornwall) 已經放棄的銅鐵礦廠所尋出之鈉鈦瀝青得到，法國最有希望的來源是 (Madagascar) 地方含錳的褐炭礦。俄國在烏拉山中 (Karelia) 地方和中西伯利亞之阿爾泰山似有大量鈉礦，素質如何不得而知。中國是五強中毫無已知鈉藏的國家。

在我們舊敵國中，至少德國和保加利亞是有鈉的國家。殊稱不幸。德國在 (Saxony) 省 (Gohanngeorgenstadt 和 Annaberg) 的礦中有鈉鈦瀝青鑛脈。保加利亞在京城 (Sofia) 東北13哩的 (Goten) 地方發現了大量劣質的鈉藏。

挪威，巴西，印度也可能成爲產鈉國家。就已知的鈉藏而論，世界其餘各國皆爲無鈉國家。這是目下的情形；但此情形可以隨時改變，一旦發現廣大新鈉藏，情形即因之改變。

最近我曾訪問離我家不遠在 (Connecticut) 省的 (Branchville) 地方，該地有一舊銀礦。於1942年曾重新開掘，提取雲母，用於雷達。在我訪問之前數月已經停工。廠主導余參觀各礦坑。

『看見那黑東西嗎？』他發問之際遞給我一塊岩石，含有數種礦物。

『那是鈾鈾瀝青——提煉鐳的原料』。

得悉那同時是原子力的原料時，他不勝詫異。

在你的附近也許有鐳。在下列各地已有微量的發現：

(Maine, Connecticut, New York, Pennsylvania, Maryland, North Carolina, Texas, New Mexico, South Dakota, Wyoming, California)。以上各地之蘊藏皆極有限，只有地質學上參考價值。然而政府方面正在檢驗某數州之岩石，希望由其中之一二產地發現大量可以開掘之藏量。

無疑在外國發現微量鐳藏的各地方也有同樣舉動。這些地方包括加納大之 (Quebec, Ontario, Manitoba；墨西哥之 (Chihuahua；格林蘭 (Greenland)；(Bolivia)；法國；日本；(Borneo)；(Tanganyika)；南菲聯合國 (The Union of South Africa)。

除鐳以外，關於原子力的來源，報章雜誌曾發表許多荒謬無稽之談。那固然不錯，一捧雪中的能量可以使一座樓房全冬溫暖——如果吾人有法將其能量取出。一節鐵軌枕木中之能量足使一列火車環行地球數週；飛行員所呼出的空氣中的能量足使巨型轟炸機永久飛翔。而問題所在是如何能不用

更多能量而使之釋放出來。

天然界92種元素中，現時只有三種極不穩定，可以分裂而供給能量。此三極為釷（Pa），鈾和鈾之一種同位素，釷之產量較撒哈拉沙漠中之雪尤為少見。鈾之產量較豐，但用充原子力的來源，實際上有許多嚴重困難。

因此祇有鈾合用，世界上鈾之藏量甚富。按照「寧缺勿濫」的估計，祇考勞拉都加納大，捷克；和剛果的鈾藏可製造落於廣島那樣大的炸彈10,000,000個。若吾人類有意作集團自殺，此數已超有餘裕。若用於有益方面，在未來若干世紀中，對於任何種和平時代的能量需要都無不足之虞。

廣島炸彈實際所用的能量較鈾原子分裂可能供給的能量尚不及1000分之一。科學家相信，在將來可提高至100分之一，亦即爆炸力之劇烈增加10倍——或和平建設力增高10倍。

一般人對於原子時代來臨之迅速懷有奢想，前幾天即有一熱心火箭炮的著名人物與軍部鈾能負責人通電話，請（十分鄭重的）在第一個出發月宮的原子能飛船上為他預留一席。還有些人很生動的談論着後日即有用於汽車和迴旋飛機之鈾發動機。

這些人們不曾明瞭，我們現在所已成就者實不過纔邁進

了最初的一大步——等於史前人對於火的發明，從太古穴居野處時代之鑽木取火到現在之飛機汽船，中間實有極長時間。必須有若干個瓦特，福爾登，福達，萊特，愛迪生先完成他們工作，然後你我纔能享受原子力的盛大福利。

(完)



原子時代

原子能的意義
美國 Russel R. Williams 著

譯自 The Saturday Review of Literature Dec 1, 1945

編者按：威廉斯博士 (Dr. R. R. Williams) 現正參預在橡山嶺 (Oak Ridge) 之克靈吞 (Clinton) 實驗室 (橡山嶺在美國 Tennessee 省，克靈吞實驗室為原子彈製造廠) 之原子彈計劃的工作，係新組織之原子科學家聯合會的會員。

現在各方盛傳我們正踏進原子時代，偉大能量和發展的新時代擺在我們面前了。然而迄今這個新時代所公開表現者僅不過在一個苦戰五年以上瘡痍滿目的世界中作了一個空前巨大破壞力的表演。這就是那原子時代的意義嗎？我們當然不希望其如此。動爭促進了原子能的發展，對於這種新工具要求其代價。但我們相信，這種新發現的能力在一個和平的世界中，若大家熱心使之向有益的方向發展，其效力正可同樣劇烈驚人。過去一年有半以迄今日，我有特殊機會得參預發展原子能的計劃，利用這時期內的經驗和知識，我想盡我所能報告這種新能力發展的情形，並說明牠對於我們生活可

有的影響。

第一，讓我說明為何我們正踏進一新的時代。這句話的含義是說：我們的新能源不只在數量方面與舊能源不同，在性質上也不一樣。在我們人類進攻自然的努力中，物質和能量在此以前一直是清楚的分離着。我們一向利用煤炭，雨水等物中所儲蓄之能量，溯其本源，這些皆來自太陽。我們既不會造出能量，也不會毀滅能量，祇變更其形式而已。物質普通和我們的能源常相連繫，對於物質可說有同樣情形，我們也未曾造出物質，未曾毀滅物質，祇不過變更其形式而已。

原子能將這些舊觀念完全打破了。我們已驗明，物質和能量可以互變。更確切言之，我們已能隨心所欲將一塊鎳或鎂的一部份質量變成能量，在原子彈爆炸之際，以熱光，和壓力的形式表現出來。這種物質轉變為能量的觀念表示我們的新能力在性質上和以前的能力不同。在數量上，此種轉變過程有其特殊的本性，由此造成和舊有能源之差別。這裏有一件單純的事實，即一千克(2.2磅)的物質若被完全毀滅，我們應當因此造出 25,000,000,000 瓩之能量。這個數量約和美國全部電力工業兩月內所能產生之能量相等。燃燒同樣重量之煤，所釋放出之能量僅為 8.5 瓩小時，以與上列之

龐大數目比較，相差太遠矣。

原子能的基本定理 質量和能量等值——最初為1905年愛因斯坦氏所發表，不過直到1930以後數年，纔得出了互相轉變的實驗證明。在韓安（Hahn）與司塔斯曼（Strassmann）於1939年發現鈾之分裂以前，這種能源的實用似乎毫無可能。韓安和司塔斯曼以及其他多人驗明，鈾原子可用輕小緩慢運動的微粒（所謂中子者）使之分裂為兩個原子，約各等於原來鈾原子一半之大小。隨這個發現產生了兩個「系說」：第一，兩個裂片質量的總和不恰等於鈾原子之質量——約小千分之一。和這部份被毀滅的物質相當，有很大的能量產生。一千克鈾發生分裂時（千分之一的質量被毀滅），所釋放的能量和20,000噸 TNT（最強的炸藥）的爆炸力相當。第二個系說是關於再生中子的發現，即每一分裂更放出1個到3個中子，那麼這些中子可更引起分裂，如此輾轉遞進。此外還有一點，即各裂片皆具強裂的放射性，放出微粒或光線，與鐳所放出者相類似，可以使空氣游離，可以使照像乾板變黑，濃度大時可以傷害有生的機構。

繼這些發現之後，關於這方面的科學研究盛如雨後春筍。對於上述之變化過程闡發特多。不久即經驗明，鈾原子中祇有極小一部分（千分之七）能為慢中子所分裂。鈾有數種

『同位素』其化學性質均完全相同，僅重量微有差異——對於一種單位標準，各同位素之相對量為 234, 235, 238。天然鈾的主要成份為 $U(238)$ ，同位素 $U(235)$ 在天然鈾中存在的數量為千分之七，可由慢中子分裂者即此種同位素。此外尚有數種物質可產生分裂，鏷為其中之一，此係一種人造新元素，可用中子射擊 $U(238)$ 以製造之。關於這種新的變化，尚有許多研究結果，但除最初的結果以外，均因戰時秘密嚴禁洩露。

英美的科學家和政府不久就認識到像我上文所敘述的能源具有極大的潛力。對此能源所知既多，遂認為須在應用方法上加以探討，希望將這種分裂的巨大能量能用於此次戰爭。當時因無人能確言這種觀念可以實現，但此目標之偉大是值得嘗試的。同時我們確信我們的敵人也已經感覺到了這種武器的可能性；我們不能冒那份險，認為他們不能成功。由 1940—1941 年之少數實驗室和少數人，那個計劃發展到現在的規模，已花費的款項約達 2 億元。這項款花的很值，那是不用說的了。若使戰爭祇縮短了幾個星期，專就金錢而言，已經值得，而生命和時間的節省則更無法計算。

上述款項數量之龐大給我一種口實，把這計劃的若干方面加以檢討。工作的發展是沿着三個主要方向： $U(235)$

之製造，鏷之製造，利用這兩種東西於原子彈之製造。

第一種程續， $U(235)$ 之製造，含有非常困難的分離工作；即使 $U(235)$ 和 $U(238)$ 分離。像上文所說，在天然鈾中 $U(235)$ 僅佔千分之七，而化學性質和大量的同位純 $U(238)$ 完全相同，利用質量上微小的差別使之彼此分離有數種方法，這個問題是極端的困難，含有若干以前未遇到的工程問題。

第二種程續，鏷之製造，較第一種續尤為煩難，因為這件事與 $U(235)$ 分裂時質量轉變為能量的反應相關連。有一種裝置稱為「鈾堆」，天然金屬鈾置於石墨中，作成一種格子形，那是這種程續中最主要的部份。在這種革命的裝置鈾堆中， $U(235)$ 於被控制的快率下發生分裂，產生能量，此部能量目前尚未利用；分裂時所產生之中子與 $U(238)$ 發生反應，由此作成新元素鏷。可用化學方法使與鈾分離，成為我們的第二種原子能源。此種程續所產生裂片之放射性引起嚴重困難，為保護工作人員一切手續均須由遠處的三和土小室中支配其進行。

在北美洲鈾之主要來源為加納大的鈾鈷瀝青（Pitch blende）礦，和克羅拉都（Colorado）的鈾鉀鈹酸鹽（Carnotite）礦。世界上尚有其他重要產地，例如比屬剛果（Congo），和波希米亞（Bohemia）。此外的產地無疑是存

在的，現在正存尋找中。即便說我們統轄着現有的鈾出產，但並無憑據說這種新科學祇限於這一種物質。事實上，我們現在相信太陽的能量是由質量毀滅而來，那質量毀滅的反應包括着炭和氫，祇不過這種反應現時在地球辦不到。

原子彈本身，代表多年努力表現於外的成績，即利用U（235）或釷為其能源。像我上文所述，分裂之際，這兩種物質祇有少許質量轉變為能量。分裂作用是由中子引起，一個分裂進行時更產生1至3個中子，能造成其他的分裂，故一個分裂可造成數個分裂，這些分裂又各引起若干分裂，連環發展。這些原子激變在一秒百萬分裂之幾的時間內連續發生，所釋出的能量遠超出吾人既有的經驗。這反應可由散游的中子引起，由於無時或缺的宇宙光線，散游的中子亦永遠有其存在。祇有反應物質大於某一定之『臨界量』時，連續反應方能發生。物質在此臨界量以下，中子自彈逃失之數目較其再引起之分裂數目為多，在臨界量以上，中子之逃失甚少，多數引起分裂，使反應迅速擴大。這種實用結果現在已載在史冊，我們衷心希望這事不再發生。

原子彈是這個計劃的主要戰時目標，對於國家的需要會能有所供獻，我們都引以自豪。這個計劃強力推行各項發展，在和平情形下這些發展必尚遠在將來。我們的主要目標雖

經明確規定，但我們已見到，並已起始使工作向若干方面發展，這些方面對於和平世界將有所裨益。差不多每種工業和人類福利均將因此而獲得進步，我們轟毀廣島的能力，加以改變使之供給日常需要，極有可能，我們所學之化學和物理將幫助我們解決許多科學和工業問題。

有這種新奇的能力在吾人掌握中，看起來我們的前途十分光明。但許多人對於未來頗懷懼心，何故？蓋因吾人看到科學已作了一瀉千里的最大進步，而人類的關係似猶未見轉變的象徵。物質世界中所儲藏之能量如同用敝的舊貨，和由宇宙間物質中生產出來的新能量比較，其間有一界綫，科學已超過了這個界綫，棄舊能而開始應用新能。

我們中有些人認為由於這種新武器空前的巨大能力，人類的信仰有根本改造的必要。祇要現時國際間的壁壘繼續存在，這種武器將成爲新軍備競爭的重心。雖然這樣競爭有顯然的危險，我們寧致力於破壞武器的改進，而不探求這新科學對於和平之應用。空談禁用原子彈是沒有用的，特別是因爲我們已經表明了對於這件事的政策。

凡是遇見重大問題時，人們就要設法和緩說：那問題實際不像宣傳的那樣嚴重，那問題並不新，或那問題可用現在方法解決。我於上文已盡力指明，這問題重大性是如何非往

昔所經驗者所能比擬，並指明牠是如何的根本不同。像原子能這樣的重大問題，我們怎能用舊有的方法解決？舊有的方法對於那已經過時的武器和能力不是也已經失敗了嗎？

我們必須面對事實而求解決。我們暫時是這可怕武器的惟一保有者，但其他強國對於這武器之獲得並無不可超越的阻碍——事實上，在現在的世界情形勢下，他一定盡其全力向這方向進展，對於抵制這種新武器最好的建議是把我們工業和政府完全予以分散，這是一種無可奈何的辦法。然而在另一方面，我們若想毫不模稜的表明放棄軍備主義，現在是千載一時的良機。我們能够，同時也應當，利用我們現時的力量締造一個強有力的世界組織，有權統制這種和其他的武器，這樣的世界組織得自由監察各國的軍備設施和技術知識。就喪失秘密和喪失準備戰爭的機會而言，這個組織的創設，代表一些主權的喪失。然而以這樣代價換取這樣安全，凡清醒人士皆不能反對。我想世界人士正期待我國在這方向出為領導，我們不能再照舊日在猜疑和競爭中繼續下去，不改途徑，我們面臨文化的毀滅。物理科學在過去數年間已有了澈底的改變，我國在社會科學方面若要領導一個同樣澈底的改變，現在是空前未有的良機，我希望我們將擔任這個領導。

——完——

原子能之經濟價值

趙 會 鈺

一、原子能的基本定理

如果說第一次世界大戰爲化學戰爭，無疑的第二次世界大戰可稱爲物理戰爭。我們談化學的時候，知道每一種單純元素，分到最後不能再分的一個單位就是「原子」。世界上所有的元素，一共有九十二種。門德雷耶夫按各種原子的重量和性質，排成一個週期表，發現這些元素有天然的序位，規律的化學性。要形容一個原子，除了他的名字以外，還有兩個數目很重要，一個是它的比較重量叫做「原子量」，還有一個在週期表所擬定的次序，叫做「原子序數」。原子有九十二個，有了這個數目，就可以確定某一個了。好比有了「體重」，又有了「序齒」，那就不難斷定那一位哥哥或弟弟。在這九十二位兄弟中，體格最重的老大哥是銻。它的原子量是二三八，它的序數是九十二。其他的弟弟，序數愈低，體重亦愈輕。這九十二兄弟，各有各的個性。十九世紀的末葉，證明一個原子的構成，中心是一個原子核，外圍是

環繞着的電子。在核與外圍電子之間是空虛的空間；電子環繞着原子核就好像行星繞着太陽造成太陽系一樣。圍繞着核的電子數目，等於「原子序數」，所以氫祇有一個外圍電子。鈾有九十二個外圍電子。我們稱氫的序數是一，鈾的序數是九十二。這種圍繞原子核的電子，規定一切化學作用，如煤的燃燒，火藥的爆炸，都係化學性的表現。

現在所稱的原子能，實在是「原子核能」，而不是外圍的電子能。這種「原子核能」，其猛無比，藏伏於核中，非將核打破，不輕易放出，原子核能乃是物理性的表現。我們主要問題，要研究原子核到底是什麼？怎樣可以打破？其實一個原子的全部質量，都集中在很小的範圍——核——以內核裏包含着「質子」及「中子」，異常緊密的相互結合。質子帶着陽電，以與外圍帶着陰電的電子相抵消。中子不帶任何電荷，完全是中性的，其質量與質子相彷彿。因為中子不帶電，所以很難控制，不受原子核電場的影響。我人如用它來作攻擊原子核的武器，真如入無人之境，它就是原子炸彈成功的主要角色！可是中子不能天然供給，非從原子核分化，不能取得，這又增加我們的困難。但是自從中子出現（1932年）才確立了原子核的新觀念。拿鈾來說吧，鈾的核包含着九十二個質子，一百四十六個中子，質量是二百三十八。

中子的研究，引起了無數科學家的注意。物理學家發現速度較低的中子，反而比高速度中子來得有用，因為高速度中子，很快的穿過了物質，也許不容易發生作用；但是低速度中子徘徊逗留其間、常常會引起物質的蛻變。這個緣故很容易了解，譬如一顆速率很高的槍彈，穿過人的皮肉反而不若一顆速率較低的槍彈，在皮肉裏盤旋所引起的破壞更為厲害。利用低速中子去打擊原子核，會發生分裂的現象是造成原子彈的一個主要因素。原子能的利用，是用物理的方法將原子核打破，使其中蘊藏的「能量」供我人的運用。在打破某種物質的原子核時，必須選擇被打的物質及方法與新武器，換言之，打破原子核的武器最好是速度較低的「中子」，被打的物質最好是不穩定的元素。鈾族元素是出名不穩定的元素，那是科學家認為可以利用的東西。

可是根據物質不滅及能量不滅的兩定律，我們何以能憑空製造大量的「能」呢？遠在一九〇五年，愛因斯坦研究相對論的結果，用數學方式證明，物質與能量，可以互相轉變。這種轉變的證實，可從放射物質中見之，並且證明放射能量是等於質量單位乘光速平方之積，如一公斤的物質，全部變為能量可得二百五十億度電量，或二十一萬五千億卡的熱量。這種驚人的數字，說明物質實在是一種能源。物質轉變

爲能這個問題，以前不爲人們所注意，但在最近的十五年中，漸漸被科學家以精密的儀器，觀察試驗而證實。一由於精密儀器的發明，一由於原子物理學的進步。原來自然界的九十二種元素，包括二百五十餘種同位素，都是穩定的，不容易將核打開。要搜求或製造易於打開的新元素，然後我們可以獲得原子能。綜上所述，可知原子能實不易取得，需要高強的技術，鉅額的資金。對於其經濟價值，不可不作精密的研討

二，原子能在戰時的價值

研究放射物質時，我人不得不研究鈾族；因爲鈾的產量比較豐富，約一百倍於鐳。鈾有 $U(238)$ ， $U(235)$ ， $U(234)$ 三種同位素。在普通天然鈾中， $U(238)$ 約佔百分之九九，七， $U(235)$ 約佔百分之〇，三， $U(234)$ 爲量極少。這三種鈾的同位素中，第一種可稱爲普通鈾，產量較第二種多一百倍，第二種可稱之爲「中鈾」 $U(235)$ 比較不穩定，其核比較容易擊破，是爆炸的來源；它爆炸的機會，比較普通鈾多一百八十倍，所以合於做子炸彈之用。在一九四〇年二月，敏奈索達大學聶爾先生曾用質譜儀，利用牠們不同的質量，將 $U(238)$ 和 $U(235)$ 分開。另外也可以用氣化的方法，將 $U(235)$ 從 $U(238)$ 分離。終將純粹

的中鈾提煉出來。用這種中鈾製造的炸彈，也許就是投擲於日本廣島的一種，成本比較昂貴的一種。

但是科學家還要研究那比較便宜及機會多的新物質，所以「鏷」(Plutonium) 又由試驗而成爲大規模製品。以前我曾提到物理學家用中子去打鈾，希望發現鈾屬以外的原子，結果果然有兩個元素，第一種是普通鈾把外來的中子吸收，變成一個序位九十三號新的元素，就是「鏷」(Neptunium)，它的核包含九十三個質子，一百四十六個中子，可是它太不穩定，可說是普通鈾變成鏷的中間物。不久放出一個電子，核變爲九十四個質子，一百四十五個中子，而變成鏷——鏷 Pu (239) ——可用化學方法與鈾 (238) 分離，而單獨加以處理，因爲他的化學性已經和普通鈾不同了。這一個元素遇見外來的中子，就發生分裂，可以爆炸而生連環反應。新元素——鏷——製造時因爲可以利用比較豐富的普通鈾，在機會上比較上段所述提煉中鈾的辦法，已增多了一百四十倍，並可用化學方法分離，所以比較經濟。用這種新元素製成的原子炸彈，比較成本低一點，也許就是投在長崎的那一顆炸彈！

截至現在止，美國自一九四〇年起，集合無數科學家研究，可以利用原子能的主要物質，歸納起來，正式公佈的，

不過上述的兩種。一種是中鈾 $U(235)$ ，一種是釷 $Pu(239)$ 。在美國物質充沛，人才輩出的環境，加速進行，共費五年之久，耗資二十億至三十億美金。如不在戰時，不為爭取最後的勝利，決不會如此之速的成功。而最有趣的，據我們所知，實在應用到的原子炸彈不過三顆，第一顆於一九四五年七月十六日首次在新墨西哥洲試驗，第二顆於八月六日投於日本廣島，第三顆於八月十日投於日本長崎。嗣後於八月十二日，日本就無條件的宣佈投降了。此後美國有否繼續製造原子彈，目前無從探悉，但無論如何，實在幫助我們結束這次世界大戰的是這三顆原子彈。假定以全部的研究及製造費用，分攤在這三顆原子彈身上，每顆約耗十億美金，而結束了此次世界空前的大屠殺。則每顆十億美元的原子彈的價值，遠超出它所費的金錢代價！無論如何，值得我們花費的。所以在戰時原子能的價值是無疑義的。

三、原子能在平時的經濟價值

其次我們要檢討原子能在平時的經濟價值，在檢討之先，我們對於運用原子能時，下列數點不能不加考慮：（一）原子能放射性的危險；（二）隔離放射設備之重量與價值；（三）可能爆炸的危險；（四）原子能原料——鈾——可能的缺乏，不能繼續供應；（五）政府對於原子能資源的嚴格控

制。凡此種種，假使都能解除，我們應用中鈾 $U(235)$ ，可以兩種不同的方式：一為應用普通精煉的中鈾，需配備較大的「鈾堆」，一為應用精煉度較高的中鈾，配備較為經濟的鈾堆，以產生需要的熱能，供工業上的應用。所謂精煉的度數，即原料內含中鈾成分的高低，通常在工業上合理的中鈾含量可自百分之一至十五。現在不妨假定用含百分之十的中鈾，為工業上應用原子能之標準原料。當原子能應用之時，第一步即為熱力之利用，此種產生於原子能之熱力，可傳之於水，空氣，或其他流體，以推動內燃式之渦輪或蒸汽渦輪，以轉動發電機或飛機。將來或以原子能作為飛彈之原動力，均係理想中最簡捷之運用範圍。

更進一層，要得到原子能在平時的經濟比值，最好的辦法，須將每磅原子能原料可能產生的「能」，與產生同量能的煤價或汽油價，作一個簡單的比較。我們買煤，買汽油，不是為煤或汽油，而是為「能」。我們提煉中鈾或鏷，也不是為中鈾或鏷，而是為「能」。所以以產生同量「能」的煤或汽油，與產生同量能的標準中鈾作比價，最為適當簡便。據物理學家的估計，一磅中鈾所發生的熱能，約等於一千一百四十萬度電能。即相等於三十四年十一月上海電力公司所發一個月的電量。假使平均以一磅煤發一度電，則約等於一

萬噸的煤。現在上海煤的官價約合十五元美金一噸，則一磅純粹的中鈾，要求與產生同量電力的煤相競爭，其成本不能超過美金十五萬元。如中鈾的精煉度為百分之十，則此種中鈾每磅不得超過一萬五千美元，因為含百分之十的中鈾原料比較容易提煉。這種當然是最粗略的估計，但可見原子能在工業上的運用，要求有經濟的價值，其成本不應超過上述的數字。若照原子彈的成本，要達到這個數字，並非易事！要求成本的便宜，須賴科學家與工程師的共同努力，然後有實用於工業上的可能。我們希望他們的絞腦的努力工作，也許不久的將來有實現的可能。

——完——

（現代文獻 創刊號 35年4月1日出版）

九 原子能的應用

美國 S. Colum Gilfillan 著

勾 適 生 譯

考魯妮，吉爾飛蘭 (S. Colum Gilfillan) 是美國的一位社會科學家，專門研究發明和專利的社會原因和效果。他是芝加哥大學的研究員，曾著有「發明的社會學」(1935) 等書，並參加編輯國家資源委員會的「技術趨和國家政策」報告書(1937) 裏的「發明的社會效果」一章。

(一) 原子能的應用不限於作戰

原子彈投在廣島固然是發生了很大的影響；但是人類開始應用原子能，却是一個非常偉大的發明，打破科學紀錄，進入一個新時代。只是很微小一點的鈾 (235) 所產生的能力足可等於好多部大的動力機，這是一個工業革命，而且還影響國際關係。這樣一來，會發生什麼社會效果呢？這正是我們要研究的。

物理學家已經告訴我們：原子能的應用有很遠大的前途，當然不限於作戰。

因為關於原子能的知識是很新的，我們很難確定原子能的應用範圍。我們現在只能猜測我們將要怎樣來應用原子能。

。知識再行進步，我們就可以再做更進一步的推論，我們不妨先提出些問題，雖然我們不一定能夠回答出來。

(二) 五強要控制原子能的應用

原子彈怎樣炸毀了廣島和長崎，這裡用不着重述。很明顯的，如果用原子能推動火箭，它的速度一定非常之高，射程非常之遠，再加用無線電操縱，那必致敵人無法擊落。原子能的動力也可以推動飛機，速度每小時可達一千公里；只要駕駛員身體可以忍受得住，速度可以再行增加。至於軍艦，無論是大到主力艦，小到魚雷艇，也都可以用原子能為動力。潛水艇，特別是在水下航行時，若用原子能的動力來推動魚雷並使它爆炸，那却是很理想的。原子能的動力還可發射死光，最可怕的算是火箭藉着原子能的動力來轟炸遠距離的城市。

以往的經驗，每有一種新的進攻的武器發明，一旦使用到最高峰，常常會遇到另外一種新發明的防守的武器，但是這是有限度的，面對面的戰爭是比較容易應付；現在進入遠距離的戰爭，應付就比較難得多了。即以現在的飛機速度和航程而論，防守已是不易，無聲炸彈和火箭是更難應付的，甚至無法阻止。

抵抗原子彈，火箭或炮彈，差不多沒有辦法。投擲原子

彈，在戰爭法律還沒有提到。原子彈所殺傷的市民多於士兵，民宅和軍事設備遭受同樣的破壞。現在的作戰不單是軍隊對軍隊，而使全國或全世界的人都捲入漩渦。這危害民主和公意，國際信賴和國際法；沒有自由，只是恐懼，經過長期的毀滅戰爭之後，人類都怕將來再有更兇惡的戰爭，人類不得不想法來阻止戰爭。

原子能是不是可以被禁止不用來作戰？或者至少不投擲原子彈。這是一個嚴重的問題。毒氣戰和微生物戰，在戰爭法律中是禁止的，至少是暫時的。現在有了原子彈，情形就不同了。但是，即或是原子彈還沒有發明，將來的戰爭也是要用飛機和火箭的。

現在正有一個空前的機會，無論是三強或五強，正可以相互信仰，讓步，以謀調協，為和平和秩序而努力，彼此合作，來控制原子能底應用而不使他有害人類。

（三）鈾礦產地都在同盟國

一個有興趣而重要的問題是：誰要管理原子能底資源？雖然有些別的金屬也發生原子能，但是現在所用的都是由鈾 235 所產生出來的。有一百十四個鑛區裏藏有鈾砂；這些鑛區分佈得得很廣，但是每個鑛區所藏的鈾砂並不多，成份約為百分之一至五十（較任何金砂為豐富），鈾砂常常同錒，

鈾，鈷，鎳以及其他有價值的鑛砂，結合在一起。鈾鑛主要的有兩種，一種是瀝青鈾鑛，其中包含幾種原質；一種是含水鈾酸鹽鈾鉀鑛，產地在美國猶達州和克羅拉都州。

鈾鑛最大的出產地是在加拿大北部大熊湖。其他重要的產地是在剛果、蘇聯、挪威、康倫瓦爾、馬達加斯加和葡萄牙。產量足夠應用，再有新的應用也是夠的。而且同鈾砂結合的鑛砂亦常常發射，很容易叫人發現。

(四) 工業可以從原子能取得動力和熱力

鈾在工業上應用，首先要算是用他的爆炸力，特別是用來擊破大岩石或掘開大地坑。推動飛機，如若用原子能底動力，那要比用汽油輕便得多了，省出來的地位可以多載貨物，而飛得更要快些。

原子能的動力放在燃燒間內來作噴射推進機的動力，螺旋推進機也可用原子能底動力當作動力。原子能的動力發動火箭，當然是更輕便，人也可能乘原子能動力的飛機或火箭到月球上去，雖然在旅程之中間要碰到不少的足以致害的隕石。

同樣的，在別的運輸工具上，如輪船，火車，汽車，也都可以採用原子能的動力。這樣一來，動力機的裝置可以節省不少的地方，而且取消了原來儲藏燃料的地位，因而就可

以增加載貨的數量，在費用上也減少了。單以汽車運輸而論，成本的一半是花在燃料，滑潤油，和引擎上。輪船運輸花在這方面的成本要比較少些，火車。因為分站，可以換用火車頭和管車人，而且可以隨站取得燃料。汽車（以後也許不叫做汽車了）改用原子能的動力，恐怕是最有必要的了。

發電的廠房，雖然是沒有減輕的必要，但是所佔的地位應該是以縮小為宜，發電若用原子能底動力就可以達到這個目的而且可以免除有碍清潔的煤烟。

現代的設備，取暖和加熱常常藉着煤，雖然在動力機上用汽油可以替代煤，物理學家正在研究怎樣用原子能來完成這樣的任務。加利福尼亞工程學院蘭克甚至想到：將來煉鐵就在鑛床裏，因為在那裏用原子能底熱力就成了，不必再搬到遠處的煉鐵廠裏去。

很清楚的可以預料到：差不多一切的工業都可以從原子能來取得動力和熱力，尤其是用鋁和鎂的工業以及電化 (Electrio Chemistry) 工業。從反面來看，引擎和熔爐製造業，汽車工業，却要感到無事可作的痛苦，火車運輸的收入，照以往情形估計，將因煤運減少，要損失百分之四十（火車自用煤費約為收入百分之九）；但是，由於一般工商繁榮，它可以多運較高級的貨物。

(五) 原子能將能引起第二次工業革命

歷史上已有過工業革命，即用水力和汽力來代替人力。但是若原子能的動力和熱力一旦用在工業上，將引起更大的一次工業革命，其意義遠遠的超過第一次工業革命。

不過，人類雖然已經發現了原子能可以應用，但是若要具體的應用到各個工業部門，那還需要相當的時間，一年、十年、以至若干年。社會進化本來是很複雜的，動力和熱力不過只是其中的兩個因素，雖然可以說是兩個很重要的因素。

歷史告訴我們：每一個發明要達到最大的成功，總得二十多年，有的要到三十五年（這是說模型試驗算起，到最成功的商品上市為止）；推廣應用的範圍，還得十幾年。

一個發明需要這麼多年才能到廣泛應用，可是，每件發明專利權却只有十七年，對於基本的發明，這未免顯得為時太短，例如動力和熱力，我們就應該起頭津貼發明家，一直到成功為止，吉爾哥爾法案（Kilgore Bill）曾規定政府資助辦法。爲了製造原子彈美國聯邦政府已支出二十萬萬元（美金），爲了原子能底工業應用，政府還應該再支出許多錢。

我們現在有修改專利法（美國）的必要，原來的專利法

顯得太古老了，實質上差不多有二三百年未嘗改變過。

原子能的發明是基本的，是艱難的，而且也是很危險的，需要政府繼續熱烈地支持和資助。這樣偉大的發明不應該拒絕私人發明家和企業家參加，他們若是參加，提供新的意見，那麼，政府應該實質的鼓勵他們。但是我們也不主張把原子能的研究作為大家爭利的對象。

(六) 社會將要加速度地進步

因為科學上不斷的發明，特別是在使人可以省錢用動力和熱力上。社會已經起了不少的變化，這是發明所造成的效果，這樣的效果將因原子能的發明而更加重，社會將要加速度的進步。

我們且不可忽視「原因和效果」的意義。原子能動力底效果並不是在飛機會藉着原子能底動力而飛行，而是在原子力推動的飛機是超過而又不同於我們所習見的飛機。至於火車，無論是新法用電氣，或是舊法用煤來發動，其差別有限，不可根據這類的事實來評原子能。

原子彈已經參加作戰，但是原子能還沒有在工業上應用。假設我們不深加研究，原子能底應用恐怕是遙遙無期，假設我們不管制原子能，它恐怕要為害有餘。這是需要我們考慮的。我們來看原子能要發生什麼效果。

農業，將因原子能供給動力和熱力而大大的進步，甚至連手用的農具也可以用原子能的動力，因而將要減少耕馬底用途。這一定會改變農業的面目：第一，用綜合的製品或礦產代用品來代替原有的農產物；第二，以無土種植（Hydroponics）來代替用土壤生產的農業。

原子能發射的時候，它的中子雖然可以減少人體的白血球，但是另外却有更大的用處：治療積病很深的癌症，調節空氣，發射紫外線，取消煤烟，吸收塵埃，而且還可以幫助物理學家來研究任何有放射能力的金屬原子。

因為用原子能而交通方便，又因為恐懼原子彈，城市的人口將要廣為分散。

原子能底熱力如若非常便宜，那時將要用熱水來鎔化火山石而成為公路。

假使專利法不加修改，那麼，大的企業所得到於原子能的利益要多於較小的企業。

（七） 國民要選擇統治者來善用原子能

科學的地位因而更為提高；科學教育也要因之而更推廣，每個人都能懂得科學，並且相信科學家必須管理事務。

政府將因此而擔負新的責任，它製造並保有原子能（可怕的而又有用的），因而權威大增。

經濟繁榮和社會福利也要大大的促進。不過要有一個假設：國民要本着良心來考慮怎樣選擇他們的統治者，叫統治者合理的使用原子能，而不是來打仗。

——完——

原載美國觀察報九月號

現代文獻 創刊號 35. 4 1. 出版

勾適生 譯



原子能在醫學上之用途

美國 R. D. Evans 著
王 普 譯

(1)

十二年以來，核子物理學家已能在實驗室中製造原子能，方法即使普通化學元素之穩定原子轉變為同元素或異元素之人工放射原子，轉變時有為量不足使用之原子能緩慢釋出。物理學家破壞原子之實驗在全世界許多實驗室中舉行，彼此合作，一致企圖對於自然作進一步之了解，由此種實驗已產生一種新的科學工具，即人工放射性，在科學與技術之各部門中已有其廣大之應用。

生物學家同醫生們曾很快的看出，生物學同醫學上有若干問題可以用這種新的工具來解決。物理學家於核子物理學各項基本問題研討之外，曾抽暇與各種生命科學（醫學及生物學等）之研究者合作，對於生活之進程序作根本之檢討。物理學家與生物學家組成混合的研究隊，人工放射性在他們的手中成就了若干醫藥上的發現，並發展了若干新醫療的技術，已有成千成萬之生命因此而獲救。

在193幾，當這些發明陸續出現之際，原子能之應用並不會引起政治家和國會中委員會之注意；然而祇由醫學進步，原子能所拯救之生命已多於在廣島和長崎所犧牲者，乃毫無誇大之實際情形。

對於原子之本性須先略有所了解，吾人始能明瞭其所有之用途，比如說，對於醫學研究上之用途。在近代的科學活動中，祇有工程師所處理之事務，其大小不難爲人類腦筋所領略。一人之高度，一橋樑之長度，一渦輪之重量，或一汽車之速度，凡此皆吾人不難由五種基本官覺以領略其大小也。

此一領域乃介在天文學家所須處理之領域及核子物理學家所須處理之領域之中間。在一方面，天文學家所用距離質量及時間之鉅大，與日常生活之經驗比較，至使吾人不能領略其限度。在另一方面，即原子物理與核子物理之領域，所用尺度之渺小亦使吾人不易了解。

原子之體積微小，而爲數殊多。一杯水所含之原子爲數約20,000,000,000,000,000,000,000,000個。假定使此杯水之每一原子放大成爲一沙粒之大小，即其直徑爲一毫米，則此一杯之水若使展佈於地球之海陸全部面積上，將包裹地球厚達600呎以上。

原子之大部爲無所有之空間，每種化學元素之任一原子俱有帶正電荷之原子核，體積微小而密度極大，於核外相當之距離有少數之電子環繞之，其情形略似各行星之環繞太陽。而這些次原子微粒，即核與其周圍之電子，其體積更小，直徑不過原子直徑萬分之一。祇有其最外層之電子與普通化學和生物化學之反應有關係。內層各電子以及原子核對於外層（或原子價）電子之化學活動或生物化學活動殆不受何影響，雖當各種非原子轉變之最急烈爆炸，亦無影響。

一種爆炸代表能量之突然釋放，依物理學之定義，凡能變爲功者稱爲能量。吾人每日均利用許多形式之能量。近代之汽車代表一組之機構及附件，此組機構對於各種形式能量之轉換及應用爲一特別明顯之例。汽油中之化學能由燃燒在唧筒中變爲熱能。活塞將此熱能轉換爲機械能，用以推動路上之車輛或轉動發電機以產生電能。電能在電燈中變爲光能，在無線電收音機中變爲音能，在除塵機及電扇中變爲機械能；在蓄電池中變爲化學能。

此外尚有他種形式之能，質量本身即爲能之一種形式。454 克之質量受重力引向地球之力爲一磅。質量爲可稱物質之基本性質。距今四十年前，愛恩思坦由理論解釋質量與其他各種能之數量的等值。質量代表吾人最高度集中之能量形

式。若能將一磅之物質（即 454 克之質量）完全轉換為電能，即可由此得出 12,000,000,000,000 瓦特小時之電能，為量多於 1939 年全美電力場每月輸送之總量。若與汽油或煤比較，此部能量較燃燒一磅汽油或煤所發生之能量或工作大百萬倍。

在核子物理實驗室中，質量之轉換為機械能或動能，以及各種能之轉換為質量，在數十年來已成為日常的程續。惟我們不知如何將一定質量完全轉換為各種能。各種最好的反應祇能使開始時所用物質之質量稍行減少。

雖在原子彈中經過分裂作用之原子，其原有質量亦不過損失千分之一。在含有質量能與他種能互相轉換之大多數核反應中，其使反應部份之質量減少之量當不到千分之一。蓋因參加轉換之原子永不能完全毀滅，祇不過變成他種略輕之原子或裂片，質量之減少僅為原有總質之一微小部份。普通化學反應中所放出之能量，例如燃燒汽油所放出之能量，較之在核反應中所放者不過百萬分之一而已。

在化學中，一元素之定義如下，凡物質之不能以普通化學程續分解為較簡之物質者稱為元素。普通為大家習知之化學元素為氫，硫，鐵，金，鎳，鈾等物質。在 1940 年以前，有 92 種元素。自該年起，由鈾核之轉變，產生了另外兩

種人造元素，鈾 (Np) 與鐳 (Pn) 。

自然界最簡單之原子爲普通氫原子，其構造爲一單獨「質子」(帶正電之微粒)作成之核和惟一之電子(帶負電之微粒)。第二個原子爲氘之原子，其核含有一質子和一中子(中和之微粒)，在氘原子中亦祇有一個電子，故原子量雖爲普通氫之二倍，但化學性質與氫完全相同。

因各種原素之化學性質係由電子之數目和排列決定，這兩種氫原子之品性完全相同，故稱爲「同位素」；同位之意即在門德雷業夫之化學元素週期表中佔同一位置。若干元素僅有一種穩定同位素，其他如錫之穩定同位素多至十種。

自然界最複雜之核爲重而常見之一種鈾。此核中含有92個質子，故鈾之原子序數爲92，中和之鈾原子含有92個電子。此核又含有146個中子，使核中之微粒共達238個；故常見一鈾之原子量爲238——自去年八月六號以來，凡讀報者莫不熟悉此一原子量矣。

(2)

鈾也像其他數種重元素，例如鈾和鐳，非完全穩定之核組織，可能是因爲牠那過大的重量和複雜。由鈾核分離而排除一裂片，即變成更近於穩定之組織；此分出之裂片名爲 α 粒。這種趨向穩定的勢力作成重核之 α 放射性。那高速度

的 α 粒在核轉變實驗中作為射彈，有很大的用處，當 α 粒由其原子核分裂而被逐出之際，由悉心之測量得知蛻變產物之總質量較鈾原子之質量為小，所減少之質量變為被驅出 α 粒之動能（運動之能）。

另有其他重核顯示其他種類之核轉變，而趨向於較為穩定之狀態。例如有一種稱為RaD之鉛放射 γ 粒，此鉛為鐳之衰變產物，發現於鈾礦中，在這種情形下，核中一中子變成一質子，若果所發生者僅為如此之轉變，結果必在核上出現一正電荷。

但此時僅產生一種符號之電荷，此種可能為物理學數種保持定律之所不許，依物理學定律祇許有相等而相反之電荷同時產生。故當中子變為質子時，吾人必期待同時產生一單位之負電荷——即一電子。最初引起此種轉變者為過多之核能量，該部能量此時即交付於電子，此電子被驅出核與原子之外，以相當大之動能運動。此時亦然，各產物之總質量較原來原子之質量為小，其差變為裂片之動能。

有些核經過一基本放射轉變更藉電磁輻射之出發而釋出核能，此種輻射在基本性質上與光及X光相似，是謂之X光線。

在一自然放射物質如鐳，質量繼續的緩慢的轉換為蛻變

微粒及 α 線之動能，其轉換之快率非吾人所能改變。此種原子「射彈」係以極大速度射出，對於他們所經過之任何原子均發生損害。

數十年前發現這些輻射線對於急速生長之肌肉組織如毒瘤較對於普通之肌肉組織更有損害力。根據這種發現，鎊與其他放射物質早就應用於毒症之治療。用以毀滅毒瘤肌肉組織之能量確切為原子能，即微量之核質量緩慢轉換為蛻變輻射動能時所釋出之能量。

今已創造若干電學儀器，對於一組放射原子所發出之蛻變粒可一一數計之。因蛻變粒通過空氣或其他氣體以高速運動時將若干氣體原子擊破，使成爲一自由電子和游子（即帶正電之原子殘餘），吾人即可藉此作測量。這種帶電微粒之存在使氣體成爲電導體。故靈敏之電學儀器，例如蓋革米勒之計粒管，可以報告微粒之存在，在真空管放大器之外輸電路中各粒顯示爲電的脈動。

現在使用之檢查儀器對於化學物質微量之測定，若該物質有放射性，其靈敏程度爲以前所夢想不到；蓋因用此種儀器可單獨數計各原子，並不需要像用化學天平秤量那樣須積聚若干億萬之原子以得一最低限度可秤之量。

遠在1913年，海維西（Hevesy）和潘乃斯（Paneth）已發現，放射物質RaD之化學性質與鉛完全相同；而且，RaD與鉛相混合時，不論用何化學方法不能將兩者分開。就歷史言，此為同位素存在最早之證明，因RaD實為鉛之重同位素，具B放射性。

此兩研究家不能將RaD由鉛分出乃瑣細而重要之科學進步。此事和基本科學邊境上其他許多微細進步一樣，集合起來便代表吾人了解自然和征服自然向前進展之波浪。

此兩研究家曾發現，可加入微量之RaD於鉛RaD之放射測定非常靈敏，因此可用RaD之測定作為鉛量存在之精確測量標準，雖在活潑的化學或生物反應發生之後，依然可用為鉛量之測量標準，當時他們曾舉行悉心計劃之實驗，應用放射「追尋劑」（tracer），以後他們同他們的學生施用放射劑追尋法於以下各項問題之研究，即鉛之生物化學作用，化學反應之機構，膠液表面吸收，以及其他多種物質之性質。

原子序數在81及92中間之各元素共有39種自然發生放射之同位素，所有這些同位素均在含有兩種放射母體釷和鈾之各礦物中發現。然而這些化學元素中祇有三種具有穩定同位素，此三種元素為銻，鉛，鋳，原子序數各為81, 82, 83。

由於此種原因，放射劑追尋法之實際應用在最初僅限於

科學之若干領域及若干問題，即與銻，鉛，銻有關係之領域及問題——直接或間接與其他化學元素相連合，而這些化學元素與那三種須起化學反應。這雖然是嚴重的限制，但曾用這三種元素不可稱之微量進行了許多重要研究。

距今十二年以前，在1934年之初，居禮 (I. Curie) 同九禮歐，(E. Joliot) 宣布了他們偶然的發現，有三種輕元素氮，磷之同位素可由人工製造。他們曾研究 α 粒所引起之核反應，由此種研究偶然得出上列之發現。在那時磁電譜速器已發展成十分強大而頗可靠之研究工具。應用磁電譜速器及其他原子破壞工具，物理學家在幾年內發現所有一切化學元素均可使之轉變，而一切化學元素放射同位素可以由人工製造。到1940年，88種穩定化學元素之放射同位素已發現 370 餘種。

這些同位素中殆有半數是由富生產力磁電譜速器製造。用中子充射彈轟擊穩定化學元素為製造放射同位素之有效方法，已知370種放射同位素中有200種以上是由中子射擊穩定元素得出。在原子彈的設計中曾發展出一種「鈾堆」，放射物質之最大產量是由鈾堆得出，此諸放射物質中包括上述那些元素。

在生理上有關重要之元素如炭，硫，磷，鐵，碘等，此

諸元素之放射同位素一經能應用，醫學界人士立即聯合習物理之同僚施用此無上靈敏之放射劑追尋法，以解決動植物生理學及病理學上各式各樣未能明瞭之謎。放射追尋劑之應用有偉大之特點，質言之，此法係使吾人標出少數原子而追隨之，不論在染病或正常部份，雖經過最複雜之代謝作用，吾人依然可追辨之。例如一鼠之門牙上之琺瑯中有磷原子，那麼究係數月之前已經存在之磷原子呢？抑為最近某次所領牛乳中之磷原子呢？用放射追尋劑吾人可以辨別之。

有了放射劑追尋法，醫學界人士已獲得一種靈確無比之新分析工具。此法已成為目前各科目廣泛應用各種分析技術之一，但其由來乃係物理學基本研究之副產物。所謂各種分析技術即包括大家習知之方法，如分析天平，顯微鏡，X光綫，光譜儀，電子顯微鏡以及其他種種。

每種人造放射同位素（與天然存在者相同）一經造出，即以一定之快率蛻變，此種快率完全由其本身之內部組織而定，事後不論施以何種化學或物理方法均不能改變其蛻變之快率。有些放射同位素有非常長之壽命，已成放射原子之數目蛻變一半所需之時間每以千年計。另有些放射同位素之「半壽週期」為數年，或數日，或數時。更有若干，其半壽週期不過數秒，此種放射同位素以其半壽週期太短促，對於長

時間之追尋試驗不能使用，祇爲物理學所重視。而吾人所引爲欣幸者，即大多數化學元素至少有一半壽週期相當長之放射同位素。

(4)

在戰爭期間，一組美國物理學家與美國及加拿大各醫學中心的生物化學家，血液學家，和醫生們組成混合研究隊，用放射劑追尋法解決了長期保持淨血問題，保持的情形並能經受空運的折磨而輸送到遙遠的各戰場。

當戰爭開始時，有許多血液儲備所在進行工作，人血在安全的注射於病者或傷者之前儲存於所中，爲期可長達五日。對於若干戰爭受傷者，對於某些震感之防禦和治療，需要用淨血注射。自預備隊取給這種血，因爲種種理由，殊不相宜；對於太平洋戰場特別不相宜，其理由之一卽有傳染各種熱帶病之危險，例如未被發現之瘧疾。軍隊需要一種存血之防腐溶液，加於新取之淨血，最短須在二十一日內保持其美滿合用。

美滿保存之血有決定性的檢查，卽注射之紅血球存留於病人之血脈循環中而能輸送氧氣至各「體素」（組織）。檢查一劑經過保存之血是否合用時，須能分辨病人自己之紅血球和注射得來之紅血球，故需要一種無傷於貯藏之紅血球之

檢查方法。鐵之各種同位素被採用應付此項需求。

檢查方法如下：使微量之錳轉變為鐵之一種放射同位素，其半壽週期約為五年。將轟擊過之錳靶交付給放射科學隊中之化學家，他們先使錳靶溶解，加數毫克之普通鐵，而後用化學方法分出少量之鐵，此鐵中附着有鐵之放射同位素。

於此須特別聲明，放射追尋劑之原子於放射轉變之前，在品性上並無異狀，其化學性質與同元素之他原子完全相同。放射同位素實際是些間諜，混在同元素之普通原子中，令人無法辨識，而後來却清楚的表明其所隨從之普通原子之行動。

化學家既得到數毫克附有放射同位素追尋劑之鐵，他倆遂將此鐵製為檸檬酸鐵氫。經過消毒後，交付給科學隊中之醫務人員，他們將少量此種酸液注射於志願的餽血人。這些餽血人以注射之鐵作成血紅素，與新生紅血球結合而進入他們體內循環的血液中。這樣一來，餽血人之紅血球附有放射的鐵原子，即其紅血球之血紅素之分子中含有放射之鐵原子

然後由餽血人取500c.c. 之血，許多種化學防腐溶液可用此血加以考察，即於此血中加入任何一種化學的防腐溶液，在預定適當之溫度下，保存一定之時間後，將此血給病人注射，注射後立即開始由病人取血，每隔一定時間取少量之

血，以爲檢查之用。以很靈敏之蓋革米勒計粒管測量放射原子所發出之輻射。

所注射之紅血球，如何殘留於病人循環的血中，有一直接測驗法，即測病人循環血中放射性之強度。一美滿注射之「國定標準」，特爲此種工作所製定者如下，注射後，至少在四十八小時內所注射之紅血球須有百分之七十留於病人之循環血中。事實上曾經發現因貯存或運輸而損壞之紅血球，於注射後最初兩小時左右由病人之循環血中取出。

用這些方法，淘汰了許多不良的防腐劑，由此選出一種防腐劑稱爲 ACD-I，遠超出軍隊方面之所需求者。

(5)

恰好在戰爭使基本研究停頓之際，另外二組科學家正完成**炭**氫化合物代謝作用之初步研究。吾人認爲炭氫化合物成單純之糖進入血中，過剩之量變成澱粉肝糖而儲存於動物之肝臟中。這種肝糖作成一種儲糧，在飢餓之際可因需要而復變爲血糖。在這種變化中，肝酵素和胰臟所分泌之胰島素有重要功用。

使放射炭原子附着於炭原子，用此炭原子作成乳酸鈉，將乳鈉輸進若干動物體內。附着放射原子之乳酸鈉輸進後，由化學反應作成肝糖，化學反應進行之詳細情形可用放射法

檢查各該動物肝中新成之肝糖知之。實際發現之情況却較以前認定者複雜多多。動物體中有二氧化碳由血脈帶到肺中，向外呼吐，事實上曾能證明，新成肝糖中大部分炭原子實由此種二氧化碳而來。

這些和其他許多代謝作用的實驗，近來發現有生命的軀體中各分子間有非常普遍，迅速，而廣，之轉換與互變，酵素平衡或穩定狀態之反應在軀體各部時常發生。研究一常態動物或生物在平衡狀態下代謝作用之情形，同位素追尋劑為惟一方法。在研究進行之全部時間內，熱均衡和氮均衡全可嚴格的保持着。

這種作法是一大進步，若吾人明瞭以前關於代謝作用的知識多半係由反常態下舉行之實驗得來，那麼對於這個進步便能加以重視。以前必須使用帶病或變毒之生物；或所有之生物有若干體素(組織)或器官已被除去。曾須輸給反常或非自然之化合物，或進特備之食品，該食品中對於所測驗之物質被過度增加或過度減少。在以往，這種實驗之結果是必然的破碎不完而且互相矛盾，由今日看來實不足怪。

生理學和生物化學之全部領域，今日正藉這種放射劑追尋法有力的幫助重新加以檢討。在若干情形，新得之結果與舊日承認之觀點相反。由這些新結果清除了不少無用的材料

，也得出了若干充分的理由，屏除許多舊日觀察中兩歧的或抵觸的解釋。新結果正在奠定一種穩固基礎，在此基礎上生物化學和生理知識可以迅速而調諧的進展。

維他命 B. 已由放射硫製造出來。對於維他命 B. 之儲存，利用，排洩施行研究，由此已證明在人體中每二十四小時內有百分之十的維他命 B. 被破壞。以如此確定的明證為根據，藥劑在人體營養中之時間和效力之興衰均可在更較科學的基礎上規定出來。

甲狀腺對於生長和體熱之調整有其基本功用。甲狀腺之主要內分泌稱為甲狀腺素，含有多量之碘。此種化合之代謝作用對於甲狀腺功用之正常進行，似甚關重要。在數處實驗室中，藉助放射碘加以研究，已進行數年之久。無機碘之轉換為甲狀腺中之二碘甲狀腺液，並由此物更形成甲狀腺素，已經各就正常甲狀腺和病態甲狀腺進行精密之追尋。

正常和病態甲狀腺均在碘輸進後數秒鐘內由血液中提取之，推過活潑的，毒性的，或增生的甲狀腺，其取用量特別大。正常的和增生的甲狀腺之取用碘，若碘劑之量微小，其所取用者為每劑之大部分。在患毒性甲狀腺腫者，某甲狀腺對於由口輸進之碘化鈉，若每劑中之碘之總量不過一毫克，取用之量可多至一劑之百分之八十。

用X光作輻射治療時，X光由受光組織之若干原子中將一部分電子擊出，並使電子以高速進行。這些高速電子（副電子）即與周圍組織細胞中其他原子相作用，被這些副電子所穿行之細胞因此受到強烈損害的或致命的效應。這就是X光治療中所含物理現象之精義。

惟放射同位素所發出之 β 線亦為高速電子，就物理意義言，這種電子與X光所產生之副電子無所區別。故若放射同位素之 β 線倘能充分豐富，以產生輻射效應，對於治療亦能應用。由於磁諧速器和鈾堆（為用於原子彈而創製者）之使用，現在能得到放射同位素作充分強之輻射源。

像上文所述，在人類患甲狀腺腫之場合由口輸進之微量碘劑迅速的集中於甲狀腺。用碘之放射同位素時，準確限制其數量，便能使甲狀腺受到與X光治療同樣效力之輻射量。

當然，用此方法可以輸進較大量之輻射劑，因X光輸進此等量時則不無困難。應用X光治療甲狀腺時，X光線在達到甲狀腺以前必須通過皮膚和上層組織及神經，此時常須限制輻射劑以免使上層各組織受到不可恢復之損害。而放射碘之輻射劑由甲狀腺本身之內供給，對於周圍各組織殆無所影響。這種工作雖然還在試驗的階段，對於患甲狀腺腫者已有兩次得出良好的結果，放射碘為惟一之治療方法。

由於放射磷之應用，數年前曾發現輸進之磷劑起初集中於發生血液的各中心點，這種發現已作成治療某些患血病體質的基礎，重要的為白血病和真性的紅血球增多病在美國各大醫院已治療過許多這種病人，既得的結果指明了對於真性紅血球增多病，放射磷為現時惟一完滿的療法。對於白血病，雖有數種療法可以生效，但迄無根本的療法；放射磷就是那些生效的療法之一，此法至少可與其他已知的方法同樣有效。

(6)

放射同位素在醫療上之應用開未來研究之廣大領域，此種醫療所需要者不過尋出某種分子在身體中能集中於需要輻射之患病組織。得出此種分子之後，僅須應用充分強之放射同位素以製造之。尋求這種合用之原子之最好方法自然是用放射同位素，以較微細之量而具有追尋劑應用之特徵。

在這一切醫療應用中，我們明顯可知，實際用於各組織之輻射能為放射原子所發蛻變微粒之動能。放射同位素大多數是由核子轟擊作成其原子中所儲之原子能即是此種轟擊之結果。此質量能以後在放射蛻變之際轉換為有用之輻射能。

放射同位素中原子能之緩慢釋放在醫學研究和疾病治療上將有許多而不同之應用，實可預卜。對於營養作用之檢討

對於藥材之品性和改良，對於各種麻醉劑之功用情形，對於毒症之生長和治療，以及對於昆蟲傳染病之傳播方式，在在需要根本之研究。

對於多種化學元素放射同位素之適當供給，現有廣大需要。此種廣大需要將迅速的激動起工業上之生產。在最近的將來，這些物質應當商業化，使各種實驗室均可自由購備。有幾個著名的電學儀器公司正開始製造各種專門的檢驗用具，供給購用。這種器械應當十分可靠，使技術員和其他人們對於所用之複雜電路具有最低之經驗即可穩妥使用之，應使這些儀器差不多能像家庭無線電收音機一樣普遍使用。

工作人員的問題在現時較為困難。到目前為止，這些新技術最成功的應用是在物理學家和其他科學家合組工作隊的手中出現，我們現在需要若干兼通的博士。他們能在物理學和其他科學間作為溝通的橋樑，他們知識之廣博，使他們在現在及將來之混合研究隊中適於作中堅份子。現時這種人才甚為缺乏，這種缺乏是教育上的多數缺點之一，這些缺點全由我國在戰爭期間使有才智的男女青年們中斷了他們的科學訓練所逐漸形成。原子能之新工具已完備於手邊，可為和平中無限之用途。但工作人員由於戰爭之愚蠢已失掉了他們不

可補償的時間 •

(完)

譯自美國「大西洋」雜誌1946年一月號



原子彈的秘密美國能保守嗎

閣下如查看一下參與研究原子彈的人們的名單與國際就可以明白把原子彈當作「秘密」以爲可以完全保持在美國手中的理論是多麼愚蠢，下面列有一部分科學家的名字。一般科學門外漢看了也一定會了解科學世界實在是出人意外地國際性的。各國科學家之間並沒有什麼設防的國界，其不設防的情形也許比美國與加拿大之間的邊境還要實在。

有人對原子彈存有某種大希望，實在把問題看得太簡單了，要知道美國雖然在製造原子彈的工廠與實際知識上佔先，但是在科學理論的範圍裏，原子彈實在算不了什麼秘密？同時今天也沒有科學方法可以防止人們發現原子分裂的方法。

請看下面的名單：

盧則福爵士 (Lord Rutherford) 是原子彈研究中非常偉大的人物，他第一個試析？原子，只是沒有成功，他是英國人，已經去世。

居禮夫婦，今天原子彈研究的工作都與他們的發現有關，她是波蘭人，他是法國人，他們都已去世。

其餘的都還在世。

愛因斯坦 (Albert Einstein) 是原子學說基本理論的開創人，他生於德國，最近才入美國籍。

波爾 (Neils Bohr) 此人是原子與「重水」研究的著名創始人，他是丹麥人。

一九三九年在柏林確實擊開了原子的三位是女科學家麥提納 (Lise Meitner)，現今在蘇聯的諾貝爾獎金得主，奧討韓安 (Otto Hahn) 與斯塔司曼 (F. Strassmann) 都是德國人，德國人的所以不能用到他們的發現就因為納粹在科學上也抱狹仄的國家主義，施行了反猶太人的暴行的緣故。

勞厄 (M. Laue)，這人是德國人，世界著名的物理學家，現在蘇聯。

尤里歐 (Joliot) 法國人，研究原子的卓越的物理學家，一九三九年他獲得與麥提納相同的發現，也許他現在有了更多的發見。

喀畢雄 (Kapitza)，蘇聯研究原子物理著名人物，現在還在研究。

費爾米 (Enrico Fermi)，義大利人，他正像逃離德國希特勒暴政的科學家們一般，因不滿墨索里尼的獨裁，逃到美國，他是決定美國製造原子彈計劃的三四主要物理學家之

一〇

施拉持 (Leo Szilard) 匈牙利人，和費爾米一樣也是草擬原子彈計劃的主要科學家之一。

自然這是一部分原子專家的名單，美國也還有許多美國生長的科學家。

但是最值得注意的是：這些專家們已自成國際聯盟，原子彈之類大發現猶同閃電，不分界域，光耀全球，因此要想使這些科學家不為全人類而為一國工作，那簡直是白日做夢。

——完——

原載基督教科學一言報

現代文獻 創刊號 35, 4. 1 出版

鈾 鐳 與 國 防

王 普

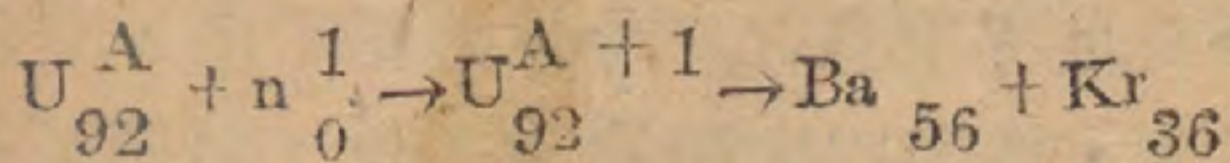
鐳是世界上最貴的物質，以前每克要值美金七萬元至十萬元。自1929年以來世界之需求減少，又加拿大於1930年發現大宗的鐳礦，生產增多，鐳價曾經暴跌。近因磁電加速器所製造的人工放射物質，在醫學治療上可以代替鐳的應用，鐳價遂益趨於低落。現在的市價為每克兩萬五千元美金。雖然一再落價，以一克之重而當美金兩萬五千元，這樣價格還是高出世界上一切的物質。至於鐳的應用，就目前說，猶不出三種：（一）在醫學上供治療毒瘤之用。（二）在工業上塗於鐘○羅盤等物體的表面，使於黑暗中照視。（三）在科學上為核子物理和化學研究所需要。其價格之所以高昂，是因為產量太少，正是『物以罕而見珍』。總計世界上已製出的鐳，約為一千克。每年的產額不過數盎斯（每盎斯為28克）。自歐戰『捲土重來』，或為安全計，或為美國所購買，製就的鐳大部份已經流入美國，美國為防其流出，遂把牠包括於1941年2月5日美總統頒佈之禁止輸出的禁令。不過這事乍一看，很容易想到『拜金國』的政治家站在經濟的立場上有此

舉動。但稍一考慮，即知其非是。美國國防開支數目，龐大的『駭人聽聞』，即令全世界千克之鐳全量集結於美，其經濟價值不過兩千五百萬元，就美國國防開鎖上說，這個區區的數目是可以忽略的。所以為『國防需要』而禁鐳外輸，必在經濟立場以外，另其其值得如此皇皇的原因。而這原因似乎又不在上述三種應用之內。吁嗟曖昧兮，究胡為而禁鐳？

鈾和鐳同時被禁止，若明瞭其所以禁鈾，則禁鐳的原因可以一言而喻。鈾是化學週期表中最末一位元素，即其原子量為一切元素中最大的。其質量雖重，但價格却不太貴，牠在自然界的存在，大部份成爲氧化物。其氧化物共有五種，最著的就是鈾鐳瀝青 (Pitchblende)；鈾鐳瀝青的主要成分為 U_3O_8 ，其中所含之純鈾能達95%，每磅之價約美金兩元。要是用經濟的觀點來解釋禁鈾，那顯然是不合於事實。比較合理的解釋為：美國禁鈾輸出令是鈾核分裂能應用的預約券！

關於鈾原子核的分裂，科學上曾經介紹過，德國韓安 (O. Hahn) 和斯塔司曼 (E. Strassmann) (圖一) 應用中子射擊鈾核，結果由此化學的解放。分析得出鋇來。他倆於1938年的年終，將這出乎意表的結果公布於世。這消息先傳到丹麥鮑爾 (N. Bohr) 研究所，繼傳到美國，傳到美國是1939年一月底。大西洋兩岸的物理家便於最短期間，先後用物理方法證實了上項結果。自從這時起，世界若干物理家，尤其是美國擁有優良遵備的物理家，就像春花下的蜜蜂，忙得『手抵足胼』。當這分裂消息傳到麥提納 (L. Meirner) 教授時，她即刻同鮑爾研究所的符端適 (O. Frisch) 根據鮑爾氏『液滴核型』，加以解釋，謂中子射於鈾核所形成複核，因受中子的衝擊發生劇烈的顫動，顫動結果至使複核分裂，成爲大小相似的兩個『裂片』，韓安和斯塔司曼所得出的鋇即

兩個裂片之一。這個解釋若用核子物理的寫法寫出，即：



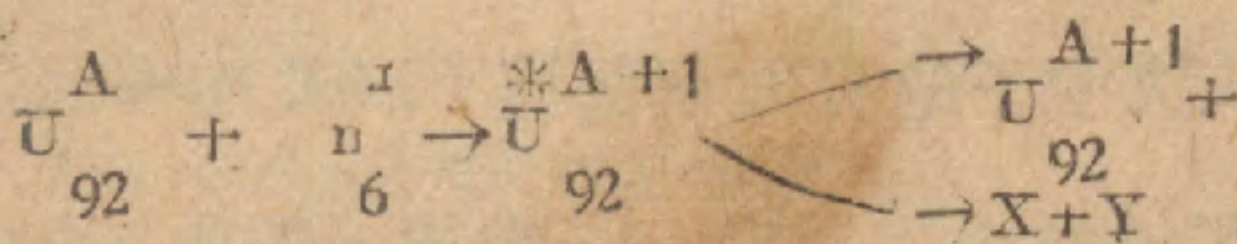
A 代表鈾核的質量數。按此理論，當鈾核分裂之際，同時有極大的能量隨之放出。這部能量可由鈾核及兩新核（兩裂片所作成）之緊束分數或結合能算出。符瑞適計算的結果約為二百兆電子伏。維也納的物理家由實驗推算裂片在游化室所釋放的能量，得出百七十兆電子伏；還有別人由熱量測定也測得與此數近似的結果，若一個鈾核的分裂，放出如此其鉅的能量，假定能夠把一磅鈾全分裂，那所放的能量即可與燃燒二百萬磅的煤相當；換個說法，一磅鈾所儲的能量，如果因分裂於剎那間放出，其轟炸力相當於兩千萬磅的炸藥。如此說來，作鈾核分裂試驗，豈不危乎險哉？不但要將實驗室連同工作人瞬間化為烏有，周圍數百里內亦莫不痛遭『池魚之殃』。然而這種慘劇何以迄未發生？那是因為普通所用的鈾太『濕』的緣故，這裏所謂『濕』，即是說普通的鈾所含『連環反應』（Chain Reaction）的核太少，大部份的核不能輾轉相燃。這連環反應的意思，即若甲核為外來的中子所分裂，在分時須產生中子以射乙丙丁等核，使之分裂。乙丙丁等在分裂時，須產生中子以射他核，使之分裂；如此輾轉增加起來。凡利用射擊引起核反應，必須射中了核纔成；而射擊命中的準度却非常的小，比黑暗中用石子投擊大柳樹上寒蟬還難中的，所以非靠連環反應不為功，若沒有這種反應，鈾核分裂能大宗的產生是沒有希望的。理論和實驗都告訴我們，鈾核分裂時確實有中子隨之產生。這就是有了發生連環反應的先決條件。在這條件下。而連環反應還不能

發生，必是因為普通鈾所含窒息的『濕』核太多。於是我們要問：普通鈾中究含有若干連環反應的『乾』核？再進一步，這種『乾』核能否使與『濕』核分開？這也就是下文要說明的。

鈾在自然界的存在，有三種同位素，即： U_{92}^{234} U_{92}^{235} U_{92}^{238}

。普通鈾中這三種核都有，牠們的比較量為 $\frac{1}{17,000} : \frac{1}{139} : 1$ 。

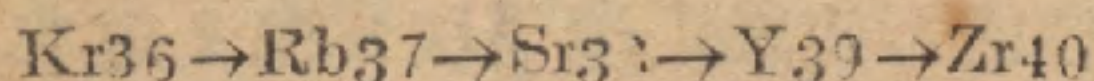
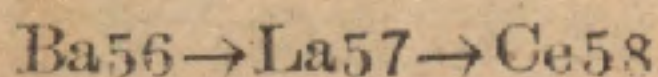
中子射鈾反應頗為複雜，一則因這三種同位素，對於同樣中子射擊所生的反應不同；二則因為所用中子的能量不同時，即同一種鈾核所生的反應也不相同。再回到鮑爾的理論，中子射於鈾核，先形成一激發狀態的複核；視激發的程度如何，這複核有兩種可能的轉變：一即中子被『逮捕』，而放射了線；一即複核分裂。分裂作用可看作特殊的蛻變。普通的蛻變是複核放射一二質點，變成新核；鮑爾以液體表面的蒸發作用比擬這種普通蛻變；在這裏這種蛻變並不須討論，故上述變化可表示如下；



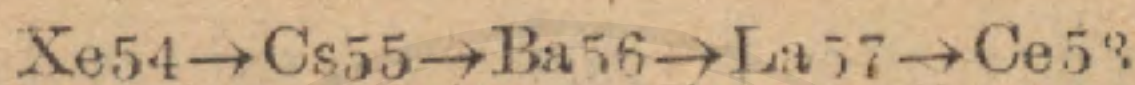
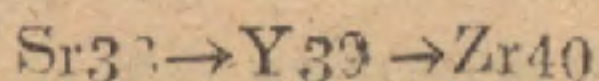
U_{92}^{A+1} 代表所形成激發狀態的複核；X，Y 代表兩裂片。

複核的分裂有極多的可能，因此生出許多不同的新核；這些新核又是不穩定的，繼續發生蛻變。就前文麥提納所指明的

那個例子說，Ba和Kr可以有以下的蛻變：

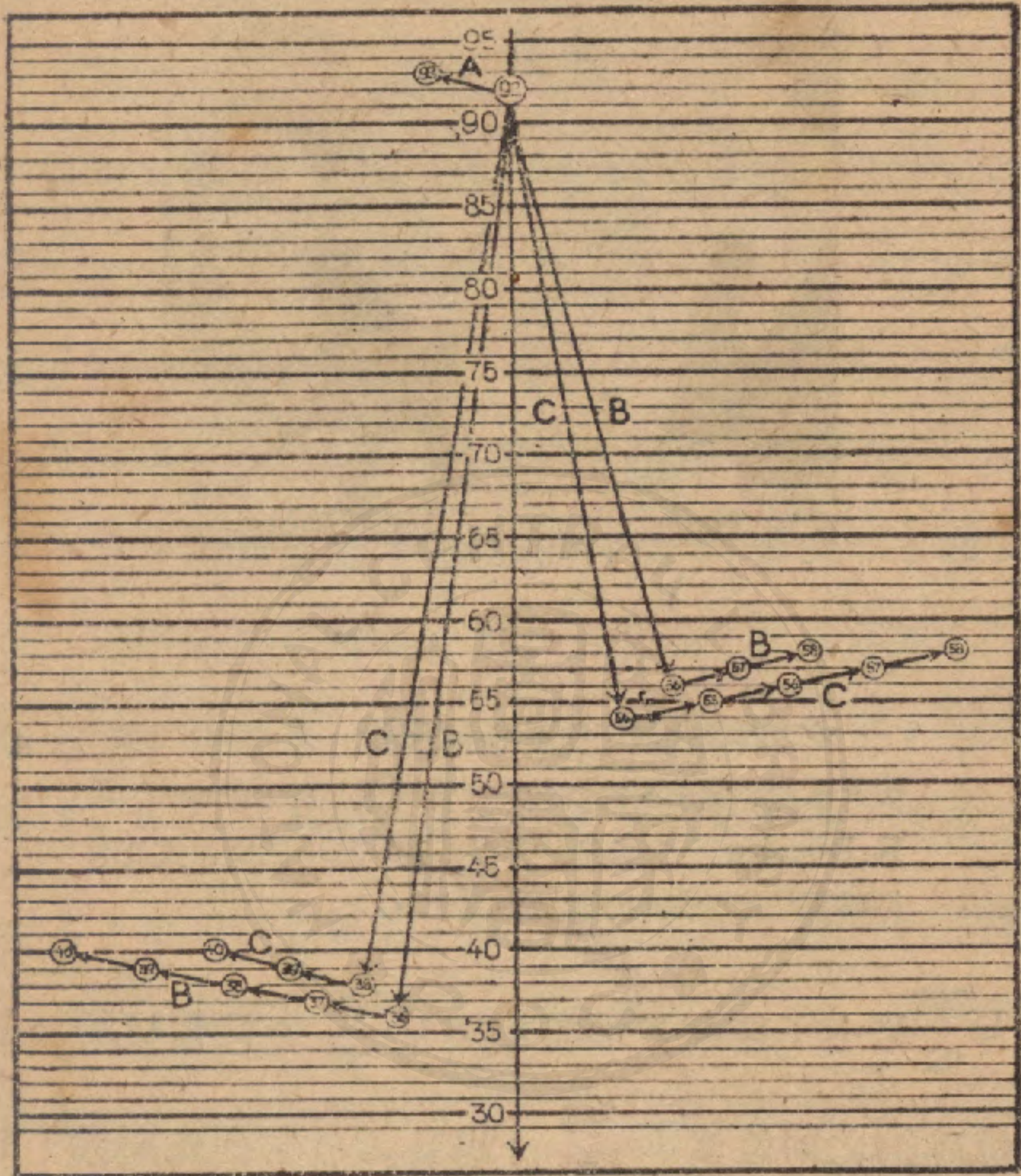


若複核分裂時不成Ba和Kr，而成爲Sr和Xe；這兩種物質就可有以下的蛻變：



兩年以來，這種檢定裂片的工作，結果特多，以上述兩例爲代表，可見一斑。這兩種分裂及裂片的蛻變，連同逮捕所或的『超鈾元素』用下圖（圖三）表示出來，便可一目了然。

繼費爾米(F. Fermi)之後，悉心研究中子射鈾者要算麥提納；她有一重要結果，即所用中子的能量爲二十五電子伏時，鈾核與中子發生共振吸收作用；其吸收斷面爲 $1200 \times 10^{-24} \text{cm}^2$ 。當分裂現象證明以後，美國哥倫比亞大學的物理家（圖四）求得鈾核分裂對於熱中子的有效斷面爲 $2 \times 10^{-24} \text{cm}^2$ ，對於快中子的有效斷面僅 $0.1 \times 10^{-24} \text{cm}^2$ ；並證明分裂作用對於熱中子遵守 $\frac{1}{v}$ 定律，即中子的動能愈低，分裂的效率愈高。以此結果與麥女士的共振吸收相比較，可知

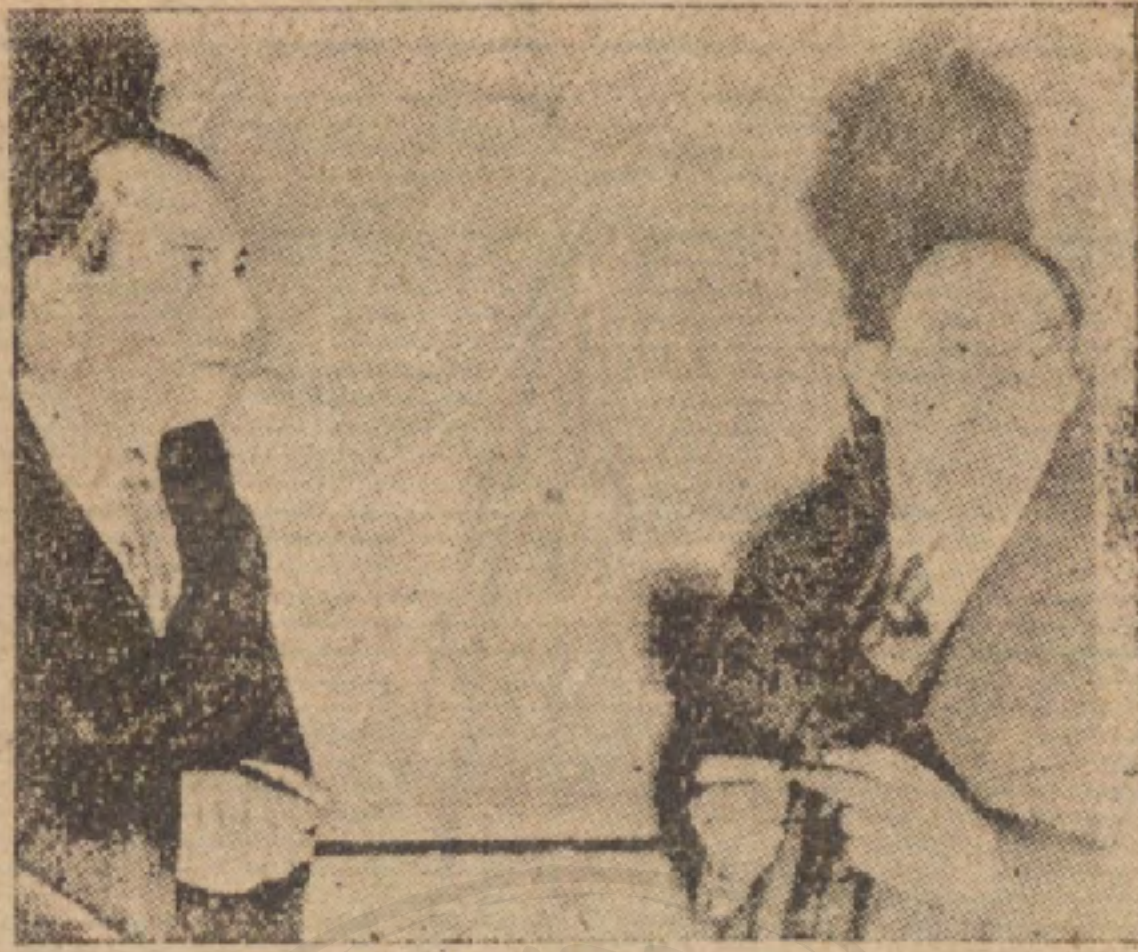


第三圖：鈾核'分線變化

- (1) A代表超鈾元素之作成
- (2) BB代表上文所述第一種分裂
- (3) CC代表上文所述第二種分裂

3

共振吸收並不引起鈾核分裂。因為共振中子所造成的複核，其激發程度尚不足使之分裂。麥由理論指明，這共振吸收是



第 四 圖

右方為當代核子物理泰斗費爾米，現任美國哥倫比亞大學訪問講座，與該校物理實驗室主持人丹寧 (J. R. Dunning) 討論鈾核分裂問題。圖中三反應式及兩圖線實已把分裂的理論完全闡明。

由於 U_{92}^{238} 將中子逮捕，形成複核 U_{82}^{289} 。此複核於放射 γ 線後，造成鈾之同位素 U_{92}^{238} ；再經 β 放射而成所謂「超鈾元素」。這種共振作用既不引起分裂，那麼慢中子所發生的分裂必係另種作用。鮑爾也主張共振吸收是發生於 U_{92}^{238} ；並由理論斷定，慢中子分裂是由於複核 U_{92}^{239} 不能維持其統一。快中子的能量在 0.5—2.5 兆電子伏中間，亦可使鈾核分裂，鮑爾說這是由於複核 U_{92}^{239} 。故快慢中子所引起的分裂，乃發生於不同的鈾核。這個論斷，已經實驗證明了。這實驗

並同時證明了 U_{92}^{235} 是「乾」核，即是可以發生連環反應的鈾核。作這實驗者名叫聶爾 (A. Nier)，『一舉成名天下聞』，可為這年末「而立」的青年博士稱讚。他在敏奈索答 (Minnesota) 用質譜儀攝得純 U_{92}^{235} ，帶到紐約，與哥倫比亞大學的物理家共同得出上述結果。這一來對於鈾核分裂能實際應用，發出不少的曙光！美國禁鈾外輸，顯然是受了這些新發明的啟示。鈾核的分裂，是以中子的射擊為最有效；中子的產生可分人工中子源和天然中子源。 ^{238}Pu 是作天然中子源的要素。韓安發現分裂所用的中子，即利用鐳十釷製成。對於分裂能的產生，若將鈾比作鎖，鐳便是鑰。保留鎖者，必同時保留鑰，故美總統將鈾和鐳一併禁錮。鐳也是製造中子所需要素之一，因此便更進一步，於同年 2 月 25 日再頒命令，禁釷外輸；這可看作前令的補充，但禁鈾的原因却不是單純的，釷與銅所作的合金，輕固而富彈性，對於飛機製造及若干工業至關重要，這事當然也是後一禁令的重要原因。

鈾核分裂能施於實用的曙光，雖然已在照耀着，但實際⁵的困難甚多。一切同位素的分離，都是極端困難的工作。聶爾所分離出的 U_{92}^{235} ，僅祇十萬萬分之一克。按現在的技術，盡其能事，也祇得這樣『微乎其微』。而那連環反應却非

大宗的 U_{92}^{235} 不能實現。若所用的鈾爲量不多，大多數中子容易飛射鈾外，逃逸無蹤；鈾核雖乾，還是不能輾轉燃着。上邊已說過，同位素分離工作異常困難，怎樣超越這種困難，以製取大宗的 U_{92}^{235} ？這個難題已够科學研究陣上的戰士們絞腦汁的了。更退一步說，即令這難題已獲得解決，並有了大宗的 U_{92}^{235} ，今使慢中子向之一射，啊！偌大的能量突然爆發，豈不是「一發而不可收拾」？！星火燎原，明哲「千古」！這個統制問題又怎樣解決呢？

鈾核分裂剛發現的時候，那絕大能量的應用，已爲大家所注意。筆者記憶尙新，分裂方經證實，美海軍方面兩次召集紐約和華盛頓的物理家，協商其應用，並擬定相當的計劃，旋因應用似非短期間所能實現，遂作罷論。1939年以來，美國報章雜誌頻傳：德國政府責令其核子物理家及化學家專致力於鈾能應用之研究。自分裂爲美國及丹麥證實，德國科學家迄未發表此種研究結果，即原創見人韓安亦『噤若寒蟬』。同時德國在這方面工作的人員，雖在服兵役年齡者亦多未入伍，足證美報所傳不爲無因，他們既在工作，偏又不肯發表研究結果，能不令急於『知彼』的人們深感不安？這種疑慮很可促成美國的禁令。即令那張『預約券』短期內不能兌現，把自己家裏的鈾和鐳『凍結』起來，不是免得爲他方

利用，致貽『太阿倒持』嗎？美國的科學家也不後人，早有『國防程序商權會』的組織，在美京加奈奇學院院長卜適（Busch）領導之下，廣為延攬，積極工作。該會中學者如雲，專家如雨，就物理一門說，有專用高電壓機者，有創製磁電加速器者，有擅長同位素分離者，又有專門高壓力與專門低溫度者。著名核子物理家幾網羅無遺；國立標準度量衡局早成『軍需秘庫』，若干核子物理實驗室，又變作『國防禁地』！既為國防而研究，結果焉能公佈？由此可知鈾核分裂能的研究競賽，早已焉能公佈，由此可知鈾核分裂能的研究競賽，早已走上秘密的途徑，以前若干認為不可能的事，科學已使之實現，這種例多不勝舉。分裂能的應用確有其困難，然而既有許多科學將士在那裏爭先恐後的努力，誰能說這些困難終不能超渡？羅斯福的預約券便是一種昭示，昭示我們：鈾能的應用為期不遠。

由此立刻連想到一個問題，即鈾和鐳的出產在世界上分佈如何？在尋求這個答案以前，有一件事要說明，便是鐳和鈾的關係，鐳和鈾在放射學中屬同一蛻變系，即所謂鈾鐳系。我們也可以說，鐳是鈾的『化身』，鈾經過五次『轉世』，即成為鐳。鐳再經過九轉，變成鉛。故鈾礦的所在，也就是鐳礦的所在。在鈾與瀝青及其他礦中，鐳和鈾的比率永遠

小於1與3.4兆之比。鈾礦在世界上的分佈，大致如圖五所示，主要產地是德國，非洲比屬康溝（Congo），英國和美國。德國捷克邊境尤阿溪姆谷（Joachimsthal）的鈾礦，極為著名。開採最早，惟出產量有限，每年所製成之鐳，尚不敷德國自己的需要。比屬康溝所產鈾礦質地特別純良，便於採治，產量為世界第一。1922年以前世界需要之鐳殆全賴美國供給，自該年起比礦開始採治，美國產量頓減，頻於停頓。從此世界之用鐳，大部份仰給於比。國際元素協理委員會即創設於比京，世界著名放射學家十數人為委員，前任主席為英國物理大師盧瑟福（Rutherford），盧氏故後，未悉繼任為誰。英帝國的鈾礦，除英格蘭之康瓦爾（Cornwall）所產近在本島外，其餘散處他洲，遠在錫蘭島，印度，緬甸，澳洲及加拿大，惟除加拿大產額特別豐富外，其他各處均為量甚少。加拿大的鈾礦發現甚晚，1930年拉斌（Gilbert La Bine）在大熊湖（Great Bear Lake）尋獲巨量鈾礦，1933年設廠於侯坡港（Port Hope, Ont.），起首採治，兩地相隔一千四百餘英里，夏季利用水運，他季則賴飛機，將鈾礦由大熊湖輸送至侯坡港；因大熊湖地近北極圈，氣候凜冽。交通困難。1936年計運鈾礦四百餘噸，平均每月煉治20噸，每10噸『濃礦』（Concentrated ore）可治得一克之鐳。1936年後產量更有

增加。全加拿大各地合計，每年約可製鐳兩盎斯，佔世界第二位，僅亞於比屬康溝。美國的鈾礦分佈頗廣，產於偏西部



第 五 圖

世界鈾礦之分佈（圖中○代表發現鈾近之鈾礦，位置不甚確定）

克羅拉都州 (Colorado) 者最著，東部沿海數州亦有所產。1923年以來克羅拉都州之採冶無形停頓，近因鈾鹽類之需求增加，該州鈾礦採冶又轉積極。在蘇聯境內，東部貝加爾湖附近，西方列寧格勒區，早有鈾礦發現；1937年又宣稱在島拉山尋獲廣大新鈾礦。其採冶情形，缺乏參考，其他法，葡，瑞典，挪威及南美數國雖有所產，但為量甚少。總覽世界鈾礦較銅礦之蘊藏尚富，分佈情形尤稱普徧。於此更有一切要

問題，即我國究有無鈾礦？觀於上圖（圖五），此礦僅發現於新疆邊陲，本部似無所有。惟因我國對於放射礦物迄無詳細之探查。北平研究院曾有所進行，但結果未布露。上圖未載祇代表尚無所發現，並不代表探查後的結果，筆者曾徵求數方面的意見：輔仁大學嚴池（A. Jaesch）和卜樂天（W. Brii11）兩教授以爲我國地大物博，各礦俱有，鈾礦不至獨缺；中國地質學泰斗李四光博士則謂我國西南部極有發現可能。僅併誌於此，以爲有志者之參考。美國爲國防而禁鈾錒外輸，我國科學界對於國內鈾錒礦，亟須進行探查，開闢資源而利國防。

參 考 書 籍

1. Phys. Rev. 1939—1941
2. Nature 1939—1941
3. Naturwiss. 1939—1941
4. Scientific American 1939—1941
5. A. Gockel: Die Radioaktivitat von Boden. Quellen.
6. Mellor: A treatise on Theoretical & Inorganic Chemistry.
7. Mineral Yearbook (U.S.), 1937
8. F. Beyschlag & others: The deposits of the useful minerals & rocks.

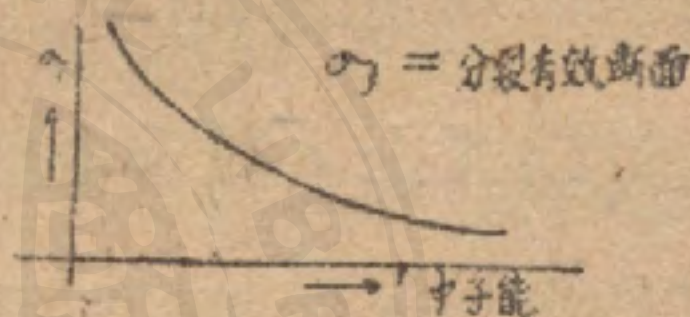
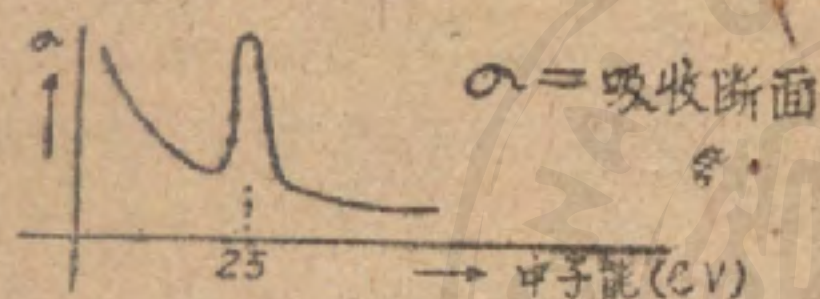
1. 參閱錢入元：重核分裂。本刊第XXIV卷（1940）第12期876—885頁。

又拙作：核子物理之新頁。本刊第XXIII卷（1936）第314—317頁。

2. 麥提納為著名女作家，奧國籍，奉猶太教。與韓安同出鐵德哥廷根大學，在柏林威廉化學院與韓為形影不離的研究伴侶。德奧合併後，遷居瑞典。韓分析得鎖時，她已在瑞典，符瑞適是她的外甥，在學業上受他的誘掖不少。斯塔斯曼是麥與韓的助理，分裂發現後，已享盛名。

3. 麥所得之結果若用圖線表示即：

哥倫比亞大學的結果是：



這兩結果顯是不相符合。

4. 參閱拙作：中子源，本刊第XXIV卷（1940）第483—490頁

5. 參閱蘇盛右：同位素分離之持展望。本刊第XXIV卷，第15—219頁

原子彈與世界政府

大科學家愛因斯坦 (Albert Einstein) 作

譯自一九四五年十二月號『讀者文摘』

原子能的發明並沒有帶來一個新的問題。它祇使解決現有的一個問題的工作愈益迫切。擁有極大力量的國家：一日存在於世界上，戰爭也就一日無可避免，這是原子彈發明前就有的事實，所不同的僅在於戰爭的破壞力而已。

以原子彈為武器的戰爭或許將使三分之二的人類死亡。然而世界的文明却不致被肅清，因為還有倖存的人能運用思想，還有相當書刊留下來足使人們重新開始研究，文明必有恢復的一天。不過，我們亟應防止這種戰爭則是顯而易見的事。

我並不主張原子彈的秘密應給與蘇聯或聯合國機構。我不主張它應給與任何國家或國家的集團。在現在這個無政府狀態和敵視國家的衝突危險下，公開原子彈秘密的決定祇有加速各國的軍備競走。如果我們要防止另一次世界大戰，我們就要制止擴張軍備的工作。

原子彈的秘密亟應交由一個世界政府保管，同時，美國且應立即宣佈它準備將此項秘密交與世界政府。這個政府應由美英蘇三強設立，並祇准三強保持強大的軍事實力。三強應將其全部軍事實力交與這個世界政府。事實上祇有擁有強大武力的三強才能使設立世界政府的工作易於進行。

爲了英美兩國悉原子彈秘密而蘇聯不知，三強應請蘇聯首先草擬並提供這個世界政府的憲章。此舉將囊助我們消弭蘇聯人民不信任的意識，因爲他們早已覺得原子彈秘密主要是防止他們獲悉的。顯然地，第一份憲章並不是這樣就算是世界政府憲章，可是至少那樣將使蘇聯人士覺得世界政府將確保他們的安全。

假使這個憲章的談判工作，由美英蘇三強各派代表一人負責，那末這就不失爲一個高明的辦法，他們當然可帶顧問出席，然而這些顧問應爲純粹解答提詢問題的人而毫無建議或發表意見的餘地。我相信三個人就能完成擬具適合需要並將爲三強一致認可的憲章工作。六七人以上或許就會失敗。

三強採納世界政府憲章後並應邀請各小國加入世界政府。它們應有不參加或退出的自由，然而在我看來他們要參加。它們自然也應有建議修改憲章內容的權利。可是無論各小國參加與否，三強都應負起組織世界政府的職責。

這個世界政府有過問軍事性質的事的全權，此外它僅有一個權限，那就是干涉一國因少數黨壓迫多數黨而引起醞釀戰事的不安定的權限，像目前阿根廷和被班牙的情形，世界政府即應起而干涉，放任主義應即拋棄，因為拋棄它是維護和平工作之一。

除非三強內政都已走上同樣的自由之途，設立世界政府的工作就不應一再延緩我們不需要一個壟斷軍事力量和改革三強國內機構的世界政府。它應是個促使三強互相諒解合作的組織。

我怕不怕世界政府的苛政呢？當然我怕。然而我却更怕那即將到臨的另一次大戰和接踵而來的多次戰爭。無論什麼政府都難免有某些缺點，然而一個世界政府總比原子戰爭好得多。我相信假如世界政府未經三強獲得協議而宣告成立，這末它的危險性定然很大，因為惟有一國以強大武力克服反對國後戰爭始能告一段落。

現在我們佔有了原子彈秘密。我們不應失去它，同時，這也就是我們不願將它交與蘇聯或聯合國組織的原因，否則我們就有失去它的危險。然而我們要儘速澄清局面，使人們瞭解我們保守原子彈秘密的動機；實則我們並非為自身的實力着想，我們希望組設。世界政府，建立世界和平。

我相信有人贊同世界組織是我們的最後目的，並認為這是順序漸進的工作。某些步驟的問題有時是採取這種步驟後才發生的，我們繼續保守原子彈秘密而忽略了消弭人們猜疑的工作。於是這個步驟的自身就給沒有原子彈秘密的人帶來了恐懼和疑忌。結果各國的外交關係也將因之而日趨惡化。因此當那些一時採取某一步驟而認為已走近世界和平的人自鳴得意時，實際上他們正在助使戰爭早日到臨，我們不能浪費時間地一味這末幹。如果要避免戰爭，我們就要即速完成消弭人們猜疑的工作。

原子彈的秘密不久即將漏露，人們說他國的財力够不上研究原子彈，然而祇要重視原子彈研究工作的國家有足量的人力物力和決心，他們就具備了研究和製造原子彈的全部條件，

我並不以原子彈發明家自居，我所幹的祇是間接的工作。真的，我並沒有預料到它將在我們這一代發明，我僅僅相信理論上它是可能的。這種理論終於變成事實，最初漢恩氏在柏林偶爾發見原子分裂，後來他自己無法研究出它的原理。正確地研究出原理的是米特納氏，他逃出德國把這種新發見給與丹麥物理學家保爾，其後保爾就把它帶到美國來。

我不相信偉大的原子科學新紀元是『組織』科學和有組

織研究的產物。我們可以組織一個團體從事研究怎樣運用已發明的科學原理的工作，然而有組織的研究却不能發明原理。祇有一個自由的單獨研究的人才能發見新原理，你認為一個科學家的組織能完成達爾文氏的種種發明工作麼？

我也不相信美國的私人的大機構將是原子能發明的媒母，美國政府應保守原子能的秘密，這並非爲了社會主義國家正想要它，而是因爲它是美國政府發明的一同時，我們如果輕輕地把這份人民財產轉與任何人或任何團體，那是不近情理的事。

預測原子力將於何時用爲生產的事是不可能的。現在所曉得的僅限於怎樣使用大量的鈾，人們不能預料使用小量的鈾而推動汽車或飛機的事於何時實現。同時，人們也不能預料何時將有一種較普通的物質起而代替鈾而用爲動能。這種物質或將爲原子量極大的元素，爲了這種元素多是游離的，它的數量當也不多，大部這種物質一遇放射性光能後就告消滅。是以原子能的發明對人類雖將有莫大貢獻，可是我們仍不能期以很短以時日。

我不善言辭，也沒有喚使大部世界人士認識建立世界政府問題的迫切的奢望。是以我願介紹一位談鋒很健的人給大家，他著有一册名爲「和平分析」的書，他就是萊弗斯氏，

他的言論簡單扼要而有力。

在今日，原子力並非人類之禍而是人類之福。它也可能現出應有的姿態而造福人羣，它可能使人類相互間的關係臻於密洽的境地並致力重建毫無恐懼壓迫的世界新秩序。

他又說：「世界上最困難的事情，就是要用革命的方法來應付革命性的事實。管理原子能這件工作的成功關鍵，學於人類是否有能力超越那些在戰時和平時能够改造環境機械發明。我們不能够忘記，歷史的最終決定力量還是精神和文化的力量。第二次世界大戰重複證明了這一條生史的原則，由於原子能的發現，曾經一時造成或紛亂的思想，因此造成了一個以機械條件來觀察世界的趨勢。

蕭持威爾繼續說，雖然聯合國憲章在各國批准後而成了「大地的法律」，但是原子彈落在廣島長崎却又引起了一個困難的問題：聯合國憲章究能否與原子能匹敵？然而，幸運的是修改憲章需要還不致於引起憲章本身效力的爭論。

物理學家，尤其是參加創造原子能武器的科學家們，第一次破天荒地關切他們所解放出的潛伏能力的影響，並且開始注意政治家的意見，而希望和這批公共事務管理上富有經驗的人合作和領導。

「這兩種人物的聯系，和兩種偉大技術——管制物資和

處理人事的技術——的合作，正在全國普遍地發展着，它必將產生重大的影響。這影響不僅及於科學家，而且會及於各地的公共輿論。這正是第一個最有希望的，非官方對於原子能的反應。」



原子彈與世界政府

美國韋爾士 (Sumner Welles)

戚祐烈譯自一九四六年一月號大西洋月刊

(作者為美國外交家及史學家，曾於一九三七年任副國務卿職，在其任內，對拉丁美洲之善鄰政策，多所建樹，該文係分析批評大科學家愛因斯坦對世界政府之建議，愛氏原文載於一九四五年十一月號大西洋月刊，其中文譯篇，已見本刊第十一卷第二號，請讀者參閱。)

I

在大西洋月刊十一月號裏，愛因斯坦教授曾對我們討論原子彈問題所當遵循的路，給了我們有力和緊迫的忠告。

愛氏在原子能的發展上，曾是個重要角色，同時在促成原子彈的製造過程中，也曾顯露頭角，他身為美國公民，其他美國人對他的成就，都很驕傲。我很抱歉，對他那篇文章裏的觀點和忠告，不得不提出檢討，但我不能不如此作，因為我相信，許多承認他的言論為科學界的權威的人，很容易信任他在國際政治上，也同樣是個內行的指導者。

原子的威力，藉原子彈落於廣島，初為世人所知，同時

該種發明之製造秘密，僅限三強政府所有的假設已把整個的世界，覆上了一層疑猜和恐懼的毒霧。

原子彈確實以歇斯特里症的方式，驚動了全球的人民。

在美國國內，它曾強化了昔日號稱『孤立派』的人們的信念。他們認為政府除了採取偏狹自私的政策，以保持軍備優勢及扶助帝國擴展，別無良策。

它也推動了『理想派』的人們下了這樣的結論：由五十一國的同意所建立的聯合國機構一切偉大的成就，需要立刻削減，他們相信一個『新鮮的起始』(Fresh Start)乃刻不容緩之事，因為在他們眼中『新鮮的起始』總勝過『堅難的磨練』(hard grind)。

普林斯頓大學物理系主任斯密士教授誠懇的說過：原子能的發展引起許多問題，需要於最近的將來解答，這些問題，並非技術問題，乃是政治與社會問題。同時，這些問題的解答，能影響全人類許多的年代。

愛因斯坦教授對這些問題所提議的答案，可以於少文中的下列部份，簡略的看出：

『原子彈的秘密亟應交由一個世界政府保管，同時，美國且應立即宣佈它準備將此項秘密交與世界政府。這個政府應由美蘇英三國設立，因為祇有該三強保有強大的軍力，三

強應將其全部軍力，交與這個世界政府，事實上，祇有擁有強大武力的三強，才能使設立世界政府的工作，易於進行。

因爲美英兩國洞悉原子彈秘密而蘇聯不知，他們應請蘇聯首先草擬並提供這個世界政府的憲章……

三強擬就世界政府憲章並採納後，應邀請各小國加入世界政府，它們應有不參加的自由，但在我看來，他們一定參加，…可是無論各小國參加與否，三強都應領頭來組織這個世界政府。

愛氏在後面又說：『用軍事力量籠斷來建立的世界組織，三強國內的機構，不需要變更。他們祇需在草擬憲章時，找出方法來使不同的機構諒解而達到合作。』

以愛氏的觀點，事情的解決，便那麼簡單，他顯然是相信他的提議是應當採用並且可以實行的。

我們只是想問他的建議是否可以實行並且是否需要。

我個人認爲在目前這種意見根本不能見諸實行。還得加上一句，在他那種表達的形式裏，這提議是否需要也成很大的問題。

II

愛教授所以這樣想，是因爲他假定蘇聯政府會同意一個擁有最高軍力的世界政府，所以他說蘇聯政府可首先草擬這

個世界政府的憲章。

至於蘇聯政府目前所能擬定的憲章的性質，預測一下，也是一件有趣的事。

我只能想像蘇聯將同意加入一個世界政府，如果經英美贊同，立下一個他維埃社會共和國式並以莫斯科為首都的世界聯盟的憲章。我決不能想像蘇聯會參加一個以其他基礎建立的世界政府。

愛氏所理想的那種性質的世界政府決不能運行，除非它擁有全權監督每一與國的軍備的力量，除非每個政府都願開放其國土之每寸以及所有的實驗室及工廠於國際監督之下，除非每個參加國政府都願服從世界政府當局對其政府每件行事加以調查，內政外交財政都包括在內。

我們不需說明：上列任何條件，都將整個破壞現有的蘇維埃制度，從我們對蘇聯政策所有的知識，以及對附於共產主義蘇維埃式的根本動機之瞭解，我們有全權相信不但現在的蘇維埃政府同時俄共產黨員之全體，均不能承認有一天他們的制度會被抹殺，因為這個制度已有二十八年的歷史，乃是付了很大的犧牲才建立的，我們有許多的理由相信，除非蘇聯能統治這個世界政府，阻碍任何可以弱化其對內對外政策之可能它決不會參加這個世界政府的。

至於美英二國將怎樣呢？

爲了易於辯論，我們假設美國多數人民皆將情願參加一個建於類似他們自己的聯邦憲法的世界聯合國，至於英國人民也可能情願放棄其特有政府方式，雖然這個政府對他們有利，並且證實了適於他們特殊的需要，而來參加這個世界聯合國。但是，如果我們假定英美都願意參加一個蘇維埃社會共和國式的世界聯合國，那簡直的幻想，因爲這種聯合國，結果一定會把漸漸演進來適合其國家需要之個別政府解體，並且會取消安格魯撒克遜民族認爲神聖的可愛的個人自由原則——在美國方面，這原則是包括在權利宣言中。

我認爲愛氏的主要錯誤，是在他承認『用軍事力量籠斷來建立的世界組織，三強國內的機構不需要變更』我認爲起草世界政府憲章的三強，若想『找出方法來使不同的機構諒解而達到合作』，根本沒有成功的可能。

III

在愛氏的提議裡，還有一點使我驚訝。他聲言在賦予他的世界政府許多權利之外，還加上對少數人壓迫多數人並且造出導入戰爭的不安狀態的國家之干涉權。他承認在蘇聯確是少數人機政，但他說如果他生爲俄人，也必會使自己適合於這個條件下。

如果我澈底明白了他的論點——我想我明白了——那就是說：少數統治在世界任何國度裏都爲不公，蘇聯則除外，因此他才提議應當授予世界政府以干涉世界任何國家之權，其目的在樹立一個世界政府內主要強國認爲滿意的政府或制度，但蘇聯則不在干涉之列。

蓄然啦，這個觀點與第三國際之古典論點近似，就是說少數人如果有共產信仰，則可賜以管理之權，至於這個哲學所產生的邏輯，卽是確定少數共產黨員有用清算及恐怖來統治反對多數黨，直到後者被迫加入共產陣線爲止的權利，此類似證是不缺乏的。

這篇文章引起了愛自由的民族目前所遭逢的一個最嚴重的問題。就是說：決心以全力保持其個人自由的英語民族，他們肯接收一個外來高權干涉其國內生活的世界秩序嗎？例如代他們決定應當如何被治，其個人自由應當減少至何等程度，倡異議的少數人或多數人的意見，是否有機會傳達出來等。

我完全同意：除非參加新國際組織的國家，情願擬定並決心支持其政府行事標準，一個和平的世界根本不可能。這些標準必需包括宗教及政治自由之保障，同時得到經濟安全之機會，必需對有關國人無差別保證之，國際組織必需從旁

監督，使各種保障得以實現。

反之，像愛氏所提議的干涉各獨立國之內政，其目的純爲強予以政府標準方式或特殊政治哲學，則將使世界之國家，受三強之獨裁，化人民爲卑下之奴隸。自由的世界決不能以此觀念建立之。多數聯合國，所以戰爭軸心國而得到最後勝利，其目的正是爲了要阻止這樣一個世界的建立呀！

烏拉圭共和國以前對國際組職爲一最開明最進步之國家，最近關於干涉權問題，曾公佈了一件提案。因環境之特殊，其提案之應用，僅限於西半球所能發生的問題。不過該提案裏面所包括的基本原則，則可實行於全球。

許多年來，烏拉圭政府即對任何國單獨干涉他國之內政所引起的惡點，站在前面高呼，它承認如果美洲任何共和國之內部發生糾紛，而結果其國人之個人自由受了摧殘，西半球之和平必受威脅。它說：『不干涉政策需以下列之基礎應用之，必使它不至像個護身盾，在它後面可以不斷犯罪，違犯法律，隱藏軸心國的差人，欺騙了應盡的義務』。

它所以勸告，只有在任何美洲政府廢止了其公民之自決權以及享受個人自由權，因此即破壞了條約義務並危脅新大陸各民族之最高利益時，各美國共和國始有本公共同意發動共同行動之可能。

美洲共有二十一個獨立共和國，純粹的國際民主存立於美洲國際制度中，最小國與最大國享同一之權利，所以如烏拉圭政府所提到的情形，即便存在於某一國內，其餘二十國之共同行動想來扶助任何大國之自私利益或培植侵略及單獨統治之路，決不能實現。

因此如果，在聯合國組織之內，防止侵害個人自由之力量，僅握在小國佔絕對多數之大會手中，而不在為大國包辦之安全理事會手中，則只為了三強或其中一強之利益而干涉之危險可以避免。

IV

凡參加過預備聯合國憲章的人，都承認建立聯合國組織所表現的現代奇蹟。

在那裏，各民族的特性，偏見，背後的目的，自私的野心，以及偶爾有的五十民族盲目的猜疑，都一齊作祟，不過這些衝突之點，到最後都和解了，以前國際聯盟的經驗，都已實現，國際組織之機構終於築成了！

不管科學界的新發展如何，只要世界各民族決心不讓它失敗，這個機構一定能工作下去。

沒有一個政府或少數人會對聯合國憲章完全滿意。但大多數人都具有這樣一個堅強的希望，如果在戰後過渡的幾年

中，和平能够維持，特別是主要衝突能够避免，那麼聯合國憲章就能漸漸的改進，使聯合國組織更近似世界聯合政府，更真似國際民主之代表機關。

我堅信各國所當走向的目標，是一個根據法律及真實代表國際民主原則之最後的組織。但是使該目標最安全最迅速達到的方法，決不能在愛氏的提議中找到，反而在上議員韓治（Hatch）的言論中可以找到，他說：『我們當利用我們目前所有的機構，在我們走向以法律而不以武力維繫的世界最後的目的的路上，應盡最大的努力來改善它，增補或更改一切必需的條文。』

愛教授說：『我相信有人強贊同世界組織是我們最後的目的，但認為這是順序漸進的工作。某些步驟的問題有時是採取這種步驟後才發生的。我們繼續保持原子彈秘密而忽略了消弭人們猜疑的工作。於是這個步驟的自身就給沒有原子彈秘密的人帶來了恐懼和疑忌，結果，各國的外交關係也將因之而日趨惡化。因此當那些一時採取某一步驟而認為已走近世界和平的人自鳴得意時，實際上他們正在助使戰爭早日到臨』。

最近美國總統，英國首相，及加拿大首相關於原子彈問題，有所提議，不管其中有何種弱點及缺陷，至少它提供出

最近組成的聯合國組織對此問題有裁判權，代表所有聯合國政府的大會於一月中集會，它準能並且應當執行裁判權，如果用意在此，準可找出個有效的解決方案。

在他肯定漸進等於戰爭中，愛教授所忽略的：就是從既有的事實看來，除了順序漸進，直到存在於世界各國間的互相恐懼及疑猜完結時，別的方法簡直不可能。再者，除了等到世界各國，特別是在聯合國組織內合作的三強，漸漸地發現其相互之恐懼與疑猜毫無正當的理由時，這些恐懼及疑猜，怎麼能夠完結呢？

若說原子能之發出，對人類從事重建世界秩序之時間縮短，那很可能，但是，只有他們攜手前進，而於前進之途中，將每件獲得使之堅固，他們才能達到目的。

從任何方面看：自勝利以來的國際關係，都是日趨惡化的最大理由，就是事前沒有世界人民與政府可以合作的機關或組織存在及運行。如果現在的聯合國組織於勝利之前早在運行，那麼今日的惡化就可避免過去。人類目前唯一真正的希望，是置於聯合國組織以及各政府使之急速工作之志願與能力上，我們在戰爭時期已經看出，每當政府需要合作來抵抗毀滅他們便能夠同意，即使他們為主權政府，並且爲了使同盟有效，不必放棄他們保有的主權性格。

在我心目中，如果現有聯合國組織，能為所有的參與國利用至最大限度，它就應該為世界重建，人類進步及國際和平立下基礎。假使我們不試驗一下便拋棄了它，那麼我們便是故意拒絕一個現存的工具，利用它我們便可達到上述的目的。

在目前的情況下看，去年六月在舊金山會議未經採納的聯合國憲章，眼前又需努力得到大家的採納，像這樣有效的工具是否能得到同樣數目的政府的批准，還很可懷疑。而愛因斯坦教授反提議將這個偉大並且有意義的成功拋棄。而使各國政府努力得到五十一國的同意，成立一個我們敢說美英蘇三國人民決不能同意的一個世界政府。

如果今日全球的人，皆放棄了聯合國組織，他們將陷入無望的混亂中，因為新鮮的信賴決不能從混亂中生出。

世界政府就是第一步

即便是受歷史邏輯和時事論壇支配的人們見到世界政府的重要，也要點首表示贊同說：『當然，世界政府是目標；不過我們不能一蹴而就，必須逐步漸進』。

這樣的意見忽略了原子炸彈所引起的問題之迫切。現在無所謂走向世界政府的第一步。世界政府便是第一步——在有任何處理其他問題（經濟的和社會的）的機會以前，必須先實行的這一步。那些經濟和社會問題將繼續存在，若想在某種組織下企圖解決這些問題，主要的是在國際間成立法律，而不是訂立條約。

各方面的建議紛紛，不說「禁止」，「廢除」，「管制」原子彈，就說「保守秘密」。科學家，政治家「工業家和評論家公開討論的結果，下列幾種事實似為大家所公認：

三五年以內將有數個國家能製造原子彈。目前尚無抵禦原子彈的可靠方法。國際管制原子研究或原子彈製造不能實施，因為只有各國對於工業和軍事絲毫不守秘密，任憑其他國家自由加以偵察（那是很難想像的），國際管制纔能有效。祇要國際間有戰爭的危險存在，一定有些國家設法阻止國

際團體視察或監督牠們的實驗室以及各種工業。

祇有一種方法可以產生安全而避免原子彈的毀壞，這種方法就是保障紐約省和加利福尼亞省（非原子彈製造者）使牠們不被屯尼西省和華盛頓省（原子彈製造者）所毀滅的安全方法。這種安全是一種共同的無上尊嚴的法律秩序所賦予；其他任何『安全』皆不過一種幻想而已。

凡人之天才所能想出的武器，以至於原子彈，那武器的本身並無危險，祇有武器落到若干獨立國家的手中時，纔變成了危險的東西。由此可知，危險的根源不在於原子能，而在於獨立的國家。

五千年的歷史已經證明，同樣權能的社會組織相接觸之際，戰爭即隨之發生。人類祇有在法律管理下纔有和平可能——而且還須是一個單獨的法律系統。

在我們這個時代，助相接觸而不斷相摩擦的社會組織便是各個國家。所以那問題已十分清楚的規定出來：我們如何能防止國家間的戰爭？

一般的信仰是我們必須成立『某種國際組織』以管制戰爭。數百年來，我已試驗過各種的國際組織，而我們仍然堅持世界秩序可由爭權利而不爭義務的會議方式達到。舊金山憲章既未講釋世界戩禍的原因，又未指明真正自由的途徑，

仍用國際條約企求和平的老調來誘惑人類。

和平由法律——而不由聯合國組織

在無任何法律系統的社會中，誰也不能信任法官，律師或法庭，即令那法官和律師是最有名望而公正的人，一樣無人信任。一個社會中的各分子祇肯服從一件事，那就是服從法律。這麼法律在國際間尚未出現。國聯和聯合國組織都不是這種法律的立法機關。

欲將和平基礎樹立於若干獨立國家政府之一致決議上，（在目前即以五強之一致決議為基礎）實無異『緣木求魚』。歷史毫無疑義的證明：世界和平的真正危險永遠是由各強國之一發出。十分顯明的，在國際會議中一個強國必不投票反對自己的利益。故對於任何重大爭端，安全理事會得不到一致的決議。這樣爭執發生時，其他國家所能採取的途徑不外閉目容忍，使滿州事件，奧國事件，西班牙事件，捷克事件重新排演——不然，即戰爭。

祇要各國家繼續保有各自的絕對主權，欲求各強國間關係的調整，不能沒有發生戰爭的危險。除非把各國家融合為更高的組織，直接表顯一切人民的主權，國家單位間的衝突絕對不能避免。

在現時關於世界組織的各種計劃中，一切的權利，一切

的決定，一切的動作，一切的立法皆繼續操於各國政府之手。這樣獨立國家湊合的組織，不論彼此的地位是否平等，必不能防止下次戰爭。

美國國務卿。蘇聯外交委員長，和英國外交部長之在聯合國安全理事會中舉行會議，或者在該組織以外舉行三國外長會議，那有何區別？不論在那一場合，他們總是那三個獨立國家的忠實代表；不論在那一場合，最後的方案還須取決於華盛頓，莫斯科，和倫敦。這些代表祇能達到妥協，或成立條約，面無權制定施於各該國家的各個人民的法律。目前世界的危機並非與以前兩樣的新式危機，其解決之道也與以前所用者一樣，即將彼此衝突的社會單位融合為一個更高的法治秩序。在今日的美國，市有市政府，管轄各城市人民間的關係；省有省政府，管轄各省中的關係；又有聯合政府。管轄聯合國中的關係。因為有這三級的政府組織，和平存在於各城市中，存在於各省中各城市間，存在於聯合國中各省間。

現在我們面臨迫切的需要，即解決美，蘇，英，以及其他各國家間懸而未決的衝突。按照既往的經驗，這個問題祇能由設立第四級的政府而獲得解決——即建立民主立法，行法，司法機構管轄屬於各國的人民間的關係。

不論吾人願要與否，管轄即將以某種形式而來臨，蓋因我們目前的國家政治機構是十八世紀農業時代遺傳下來的，二十世紀高度融合的工業在這種機構中不能發展。我們現在所趨向的這種變化，就已經過的最大多數的情形說，總是極端痛苦而流血的動作。普通總是由征服而強制施行於人；僅在少數情形，曾由勸說，同意，聯合，而達到那種改變。

所以世界的政治統一很有可能將由征服而出現，然而勸說和同意在少數情形（北美合衆國和大英帝國）曾完成了那種改變，這種事實證明；不經再度戰爭而達到該目的確有可能。所以值得大家奮鬥力爭的祇有政治的目的。

注重目標——勿注重困難

世界聯邦政府的觀念太新穎，而未經嘗試，人類的思想對於這種觀念自然不免有所顧慮。首先想到的是種種的困難，而不是主要的目標，因此關於枝節問題發生許多無益的爭辯，分散了我們的注意力，使主要問題因此不能得到充分的檢討。我們必須明瞭，這些枝節問題須在各民族對於主要目的同意之後，加以檢討和處理。

有人舉出人口的數字，用由此引起的疑懼以轉移我們的目標。我們怎能讓中國和印度以其衆多的人口在世界的議會中超越我們呢？

而事實並不是那樣，中國和印度從來未要求祇以人口之多寡作為代表的標準。在任何的世界政治組織，代表權必將由實際所負的責任決定，還要以實際權能，工業力量，教育程度為標準。

但是——人民要知道——我們怎能授權外國人由他們決定們的國民是否派到海外去作戰呢？

這個問題完全無意義。在一世紀中，我們的國民已兩次出國作戰，而那兩次戰爭的發動完全是由德國和日本決定的。我們不能說美國或英國曾『自由取決』是否應派其國民作戰。事實上，今日各個國家都是排演無可奈何的傀儡戲，牠的動作都是因『外國』動作的威脅而出於萬不得已。我們的任務正是要在法律下把世界組織起來，使公民的和平存在得到保護，一種警察軍自然包括在內，因為任何法律的權能全看執行的如何。然而設立國際警察軍而不先設立一世界立法機構則無意義。

世界政府是否將毀壞各民族集團呢？

那却適得其反。今日實際正在破壞各民族集團的却是那國家組織。祇有法制秩序可以消除國際戰爭，可以保全各民族和民族文化的繼續存在。一種世界法制秩序不但絕不危害民族的和文化的差別，而是今日保持並繼續發揚這差別的先

決條件。若英格蘭和蘇格蘭不曾聯合，那麼不是蘇格蘭人已經剷除了英格蘭人，便是英格蘭人已經剷除了蘇格蘭人，其情況正像羅馬人之毀滅 Carthage，和匈奴人之毀滅羅馬。在大英帝國中，蘇格蘭人在傳統上和性格上較聯合以前任何時更蘇格蘭化，而英格蘭亦更英格蘭化。

這話好像有些玄妙（似非而實是），而實際上祇有在全世界的法制秩序下纔能滿足愛國主義或孤立主義之要求。不過在今日的所謂「孤立政策」中，有其深刻之錯誤，一個人何處可以「逸世而獨立」？在熱帶之森野亦必無世外「桃源」，毒蛇猛獸之侵襲，須日夜加以防範。惟在有安全保障的文明城市中，一個人纔能有孤立生活，靠着法律和警察保障其身體安全與各種權利。在現在各國林立的世界中，一定無一個國家能安全的度其孤立生活。

又有懷疑家提出質問：若我們仍不能因此消除革命和內戰時，用國際政府防止國際戰爭又有何意義可言？

這就等於有人拒絕割治急性盲腸炎，因為割治後也許再患肺炎。

我們必須永遠記着，對於生活和社會種種問題並無萬應聖藥，祇能用各別的藥方治各別的病症。我們這個時代的特症就是各獨立國家間劇烈摩擦，由國際戰爭的慘痛方式表現

出來。這種特症必須施以治療。不管人類社會未來發生何種災難，這種特症也必須早加治療。

最有力的反對意見自然是那麼許多「名流」的言論：『人民對於世界聯盟尚無接受的準備啊』。

我們不能不引為奇怪，他們怎麼知道人民尚無準備。他們是否曾提倡過世界聯盟？他們是否自己相信世界聯盟？他們曾否向人民解釋過戰爭由何而起並且何為人類社會的和平機構？又是否人民瞭解了這問題之後曾拒絕解決並決定不要由法律和政府所造成的和平而寧要由國家主權所造成的戰爭？在這個問題的答案以前，誰都無權冒稱知道人民尚無準備。

俄國參加嗎？

在國家組織中，渴求安全是帝國主義發生的主要原因。在羅馬時代，無人曾須要一個帝國，無人曾需要戰爭，那時羅馬人僅企望保持他們的生活，但羅馬邊界上的野蠻人妨害他們，他們企圖安全的深切願望迫使他們開拓邊疆，征服當時所知的世界。

今日在背後推動蘇聯和美國政策正是這種力量。這兩個國家均確信他們自己文化的優越，他們各有廣大的領土，不需要伸張。他們懇切的願望是不受妨害，是要安居樂業。

但是地球正在縮小，各洲間的草原和海洋已不是安全的疆界。所以欲求安全，不得不建立巨大的軍力，擊敗並征服其敵國。因此我們看見美國爲了安全，吞併千里以外的海島，又看見俄國也爲了防禦的理由，開拓疆界。

彼此指斥爲帝國主義是沒有用的，這兩個國家都誠懇的相信他們的行動是企圖安全的方略——那和確信優越軍力在他國手中將危害和平，而在自己手中是和平保障一樣的誠懇。

有些政治家說：談論蘇聯與英美兩勢力間有戰爭的可能性是一種罪惡。我却相信，不談論這種可能性倒是罪惡。世界各民族必須知道那驅使他們走向可能衝突的力量，這種衝突與共產主義或資本主義，單獨主義或集團主義無關。那是不融合的主權相接觸時不可避免的衝突。我們即便能够請一位共產黨坐在白宮或在蘇聯建立純粹美國式的民主，而情形必依然不變。

無數的文明人民——溫和，忠厚，勤勉，在一個主權中可以和諧的享受其生活——正被欺騙威逼參加無意義的戰爭。不論交涉，『善意』，或盼想如何殷切，必不能改變這種途徑。祇有人民認清那驅使他們走入衝突的是什麼，始能以剷除和救藥。

在下次戰爭以前我們創立世界政府的機會如何？機會不大。假使我們真使民主的民族明瞭了這問題，若我們向蘇聯建議請牠參加一個共同的政府組織，蘇聯是否將接受？我相信那個回答是否定的。有無可能？或有可能。然而捨此惟有另一途徑——再一次世界大戰，個人自由因此完全消失，成爲全體主義的國家，美國式的或俄國式的——我們在該途徑中必須擔當的動作，那就不容有猶豫餘地。

若戰爭，可怕的戰爭，在美國所領導的和蘇聯所領導的兩組獨立國家間一定要發生，那麼至少使此戰爭成爲內戰。讓我們不要爲基地，領土，威信，邊疆而戰，讓我們最低限度成立一個世界聯盟，爲信念而戰。

目前我們能作什麼？

由法律達到和平，我們如何着手？

最無濟於事的是作成若干繁瑣的計劃，充世界政府的憲法草案。這樣作法祇能妨碍進展，若當民主政治發軔之初，即草擬一民主憲法作爲民主政治的典型，並提付世人通過接受，那末在世界任何地域我們必永不曾出現一個民主國家。

歷史不是那樣演進。

民主政治的開創者當時所採取的辦法較此殊爲賢明。他們先製成少數基本原則，激動人民的觀感，發揚人民的熱誠

，人民根據此種觀念授權於代表，創設機構，化理想為實施，締造永久的法制秩序。

憲法（新民主秩序之基本法律）之討論不在人民接受基本原則並授權於代表之前，而在接受與授權之後，所以民主政治在今日表現為若干系統，枝節懸殊，而導源於相同之基本原則。

美國之民主政治與英國之民主政治不同。法國之民主政治與荷蘭不同，瑞士之民主政治憲法與瑞典之民主又大有差別。枝節雖異，但皆為民主政治之實施方式，表現同一之基本社會思想，即為五十年前所瞭解之民權。

關於一個世界民主法制秩序之創造，吾人尚未達到形成具體思想之階段，基本原則尚未製成，由理想到實現有五個階段顯然可以看見：

1. 觀念之具體化，各原則之宣示。
2. 主義必須廣為宣傳，採取耶教；民主政治及其他教義所用有效的宣傳方法。
3. 選舉代表，授權代表實施各該新原則。
4. 討論進程序為各代表之職責；釐定組織世界政府之章則，以阻止國際戰爭。
5. 憲法之初步一經完成，多數解決方案殆可見諸實行

這是歷史進行的程序，便是十八世紀成立民主憲法的途徑。

對此實不須氣餒，在我們現在的世界，有大量流通的報紙，電影和無線電廣播可以到達全世界的文明人民，這和平原則和世界法律的宣傳運動，不十年即奏凱旋之歌。

創立世界政府的運動，須自世界各方發動。這樣的人民可以找到，實無問題。1945年十一月二十三日英國外交部長貝溫在下議院所作歷史性的演詞中，表明他的憂慮：在舊金山的成就『是否再度使人民失望』，他說：

『我覺得我們被慘酷的驅向這條道路：我們需要重新檢討創立世界議會的目的，世界議會直接由世界全體人民選舉，參加聯合國的各政府，對於全世界人民負責；全世界人民製定他們所願接受服從並且實行的世界法律。我願意同任何人，任何黨，任何國坐在一起，設法製定一種世界議會的憲法，本着一個單純的目標——即和平目標。』

這事沒有捷徑。人民必須明瞭這問題的意義，人民必須決定他們是否需要和平；人民必須使代表發揮其意志。現在的各國政府永遠不會自行發動所需要的制度改革。我們不要忘記我們是生活於民主政治，我們須經過辯論勸說的民主程續以達成我們社會的改革，選舉人一旦明瞭了問題的意

義而堅持其意志，則其代表人的態度自然隨之轉變。

無疑的，假使有另一行星上的居民突然降落於地球，而以征服地球相威脅，則我們這小世界上的各個國家必立即聯合一致。那時我們必忘記了一切可笑的國際爭吵，而甘願在一種法律管理下求生存。我們能確知那原子世界大戰的啟示對於文化並且對於人類不是一個同樣的威脅嗎？

防止下次世界戰爭的時間已極迫促。不論何人，凡相信國際法律和政府者，必須勸說另外十人發生同樣信仰，此十人更各勸說十人——立刻從事。核子物理家已解釋過，原子能是由所謂連環反應釋放出來。一個原子分裂了所釋放出來的微粒更分裂其他原子，如此輾轉進展。思想力量也以這樣連環反應的方式爆發起來。

我們必須勸說多數報紙採取聯邦觀作他們的社論政策，這種報紙愈多愈好。聯邦觀還必須時時藉無線電和電影傳播，必須使此問題在閑談，集會，舞台等處處加以討論，世界法律之能普渡衆生和迫切需要必在各教堂加以講述，政治和社會事業之世界化必須在各級學校施行教授。凡吾人所選任之公務員必須預先宣明衷心奉行由法律建立和平以防止下次大戰的大政方針。

一種不可抗拒的民衆要求必須儘可能迅速的使在各國流

傳。並當兩國以上的人民已明白表示其願望時，聯盟即須開始。理想的解決自然是全世界的人民同時被說服，不過這種理想的解決不見得可能。即便祇有最低限度的兩個國家，聯盟必須儘可能提早辦理，因為事實的勸說力遠非理論所及。毫無問題，國際融合一旦開始，其吸引力之大必使越多的國家參加，終至達成聯合世界政府。

若我們自己真誠希求一汎世的法制秩序，並且熱烈的開始進行創立政府組織，我們沒有理由說俄國將固執的拒絕參加。假定有任何困難俄國不願參加，那就不必相強。但是我們不要使我們的行動依別人那「莫須有」的行爲爲轉移。

若我們忽然以別人所稱道的第一步認爲滿意，則和平不能實現矣。每當我們的外交部長們或政府領袖們開會並且決定保留，暫時擱置，政府公報便歡欣鼓舞的向世人宣稱：『這是個有希望的開始，這是到達目標的第一步。』我們必須瞭解和平的真諦，我們必須交付和平的代價，不然，我們將永無和平。

所以那問題是：在學校，教堂，集會，出版，電影，無線電中，對於這種新信仰，新政治觀，應作如何的努力？這種新信仰到達實踐的形式，非有够多的人民瞭解之，信賴之不可。



物理學家復員

美國 I. I. Rabi 原著

載美國「大西洋雜誌」1945年10號

作者簡介：拉比 (I. I. Rabi) 為美國著名物理學家，1898年生於奧國，童年入美，1919年畢業於康乃爾大學，繼在哥倫比亞大學得哲學博士學位，現任該大學物理學教授兼物理系主任。1939年以原子和分子之射電頻率片譜，獲得美料學協進會之獎金；計美金千元。後以發明共振方法記錄原子核之磁性，榮獲1944年之諾貝爾物理學獎金。在戰爭期間，氏任麻省理工學院 (M. I. T.) 輻射實驗室之副主任，為發展雷達 (Radar) 之主要指導人。

(1)

大約五年以前——1940年十一月六日——我離開了哥倫比亞大學的實驗室和教室，和來自其他各地的物理學家共同發展新武器的秘密研究。在本文與讀者相見之前，我希望能返回——能早日歸去，主要是受原子彈之賜——我的實驗室，再與學生們和同仁們聚首一堂，重新恢復曾被那應「軍備之召」而中斷的畢生事業。

在戰爭爆發之前，這些物理學家差不多永遠未曾致力於那些可直接稱爲立時實用的問題。他們是在貫注全力於發明和理解物理世界中的各項定律，納於明確的，一致的，合理的體系，並且時常納於具有數學形式體系，他們將研究的結果用最坦白直接而迅速的方式相互交換，他們把這種交換看作他們所奉行的法典。培植後起的科學家——也是他們那「任重而道遠」之工作的主要部份——和他們的研究工作有不可分離的連繫。

然而在此次大戰中至少有兩種最不平常而最可怕的武器，即雷達和所謂原子彈，正是這夥人們負了大部份責任所發明和實際發展出來的。有些人只讀過或想過無線電用具在和平中有益的應用，我用「可怕」兩字來形容雷達可能使他們覺得詫異。不過日本的船員在深夜曾親切認識我們軍艦準確的砲轟，德國人民飽嘗轟炸而飛機遠藏於層雲之上，視而不見的雷達是他們不共戴天的仇敵，他們對於雷達所給他們的神出鬼沒的恐怖和威脅是隨時隨地可出爲誓証。雷達之製造非常容易，形狀千變萬化，任何武器襲擊價值和準度可因雷達而非常的增高，凡了解其性能者對於其潛勢力之大無不感覺惴惴不安。

站在這兩種武器創造者的立場上，我要承認我們很坦白

的覺得愉快，同時也感到恐懼，而當我們細想我們在戰時努力所得的效果時，更感覺到困惑。我們所以感到恐懼是深深的認識到——這種認識無人比我們更為深切——一種非常巨大的破壞力，現在以非常實際的形式存在着。這樣說，我並不是表示我們助成這新武器的人們現在充滿了一種罪惡或追悔的感覺，這些戰爭工具是我們所支配的科學和知識的自然結果，實際也是不能避免。在這次戰爭中我們的敵人以最卑劣的方式攻擊我們，這些武器的確曾幫助我們在這次苦戰中獲得勝利。

物理學家從戰時工作回到實驗室和教室，懷念着一個和平的新時代，重新瞻望他們科學的前途。從這次戰爭的教訓中，我們知道他的科學，正如他所瞭解者，祇有在不為戰爭或戰爭威脅的環境下進行，物理學家已變成戰時資財，其價值之高，只有和平得到保障國家社會才允許他在他自己安靜的生活中追求科學知識，追求那啟發和激動人類並引人入勝的科學知識。

由此可知，因為在這次戰爭中努力所得的成就；物理學家已處於一種窘困不安的境地，蓋侖略。牛頓，法拉第，馬克士威，吉勃士（Gibbs），盧則福，邁克爾遜，愛因斯坦的傳統繼承者被稱譽為救世主，他將給人們一個新世界，在

此世界中有新式的工業，擴大的經濟，人人安居樂業，而設備之美滿，一按電紐，無不立致，他也同樣受到若干深思遠慮的人們熱烈的攻擊，他們判決他為現代的博蘭根斯坦 (Frankenstein 在美國傳說中以詭譎危險著名)，希望把他幽禁起來，直到我們嚴肅的明瞭人在原子時代應如何生存為止。

工業正企圖把物理學家從他治學的「桃源」引誘出來，用雪白的銀子並供給無限的科學設備和多數的助手為餌；工業在這種企圖上已有相當的成功。同時我們新生的軍隊正在建築宏大的實驗室（其中任何一個都能容納我們現時能得到的而真正訓練有素的全體物理學家），希望延攬容納多數科學人才、這些人才既能繼續他們的科學研究，並且還能無悖於文官任用委員會的各種條例，那些條例用意雖善，對這些軍事僱員則為完全不可能。

紐約時報建議，將科學家集中於若干宏大的研究院，牠很癡情的想像這些研究院具有工業性格，用一些較各科學家本人更明瞭諸重要問題的賢達人士作監督和董事，由這種安樂的人間地獄，似乎可能產生治毒瘤或傷風的特效藥，也許能產生火箭快艇，使伏案困倦的速記員於週末到月球作消遣旅行，諸如此類的事，藉以增進人類的福利。不過這位淵博的新聞作家抱着科學萬能的幼稚信心，於科學創造的真諦毫

無瞭解，顯然相信相對論或量子力學可由指令而產生，換言之他顯然相信若果華盛頓要人由某種卓越的靈感覺得這些理論有必要，而能說服預算審理局長使之相信用款結果不至虛糜國帑，那時憑一紙命令即可使此種高深理論產生。他太幻想了！

各大學希望物理學家復員回校滿足學生的需求，教育文化機關的領袖們已明白看出，若果最好教授因軍事或工業實驗室之優渥待遇而脫離學術界，下一代科學家的命運必甚悲觀。

物理學家之感覺不安，不僅由他們不慣那樣爲人所寵愛，而是由於他們認識（五位物理學家就有四位承認這種認識）過去五年中除某些技術的發展對於以後的研究或可有用以外，物理科學的進步實在過於平庸。

在戰前使物理學家絞盡腦汁而在實驗室晝夜鑽研的許多深奧的問題依然擺在面前，物理學家復員歸來，他所研究的問題在能够再趕上時代之前，並沒有大量的文獻須要消化，因爲他自己的積塵的文獻冊中實含有他那問題的最後的文字。

持懷疑論者注意到原子彈和雷達，很可能發問說：在過去五年中，物理學家作的若不是物理學，他究竟覺得自己作了些什麼呢？也許要忿忿然的質問說：物理學家認爲那樣的

重要而又那樣不切實用的問題是什麼？他們那些問題距實用之遼遠，甚至多年戰爭期間緊張的研究工作始終並未有何接觸，究竟是些什麼？

這都是很深刻的問題，要回答這些問題，物理學家必須就他那科學的兩方面加以解釋。第一是創造的智力活動，這種活動力使我們對於自然現象的了解不斷的向外推廣；第二是工業活動，應用科學知識和理解的結果以滿足人類在物質上的需求和幻想。第一方面是物理研究的本體，第二方面是物理研究的旁系，稱爲工業技術的承繼。若果物理科學本體的進展停滯，工業技術的承繼便頃刻罄其所有。在這些戰爭的歲月中，工業技術的承繼已利用到搜刮無餘的很度，只有物理科學再前進，工業纔能再加開拓。

在過去，物理研究總比重要的工業應用要早五十年。例如法拉第對於電磁感應基本原理的實驗較電工的興起早了半世紀。現代的工業研究室在數目上，範圍上，和素質上的增長，以及工業學校的長足進展，使工業應用極逼近於科學發現，這種情形可由核子物理學看出，核子物理尙是幼稚科學，已完成了原子彈。

自然定律的根本的不可預測性超出吾人經驗之外——過去的偉大發明皆爲例證——，以其不可預測，使科學研究成

爲一種探險行爲，質言之，即向未知的境界作探險行動。對於真正的科學研究，若要先定出一個以實用爲目標的詳細程序，那就等於要畫一張地圖，既無人曾至其地，而且根本不知是否確有其地。純正的科學除了滿足人類的求知慾以外，不能其他任何目的。

(2)

雷達和原子彈是應用已知的事實和原理，擬成有計劃的研究和程序所產生的兩個結果。原子彈是二十世紀物理學的產兒，雷達在原則上是十九世紀物理學和二十世紀工業技術相配合的結晶。雷達比較易於了解，因爲雷達是無線電的「義子」，我們對於無線電大家都很熟悉。

在十九世紀末葉，德國赫芝（H. Hertz）曾由實驗表演無線電電波之存在，得到了成功。此種無線電波早經馬克士威所預言，他根據法拉第的電學實驗，曾寫出一列數學式說明無線電波的各種性質，實際那些性質和可見光的性質除波長有差別以外並無不同。馬克士威雖曾雖言這種電波的存在，但對於如何使之產生則無所表示。而赫芝偉大的發現證明可見光不過是無線電波無限長的光譜中一段特別的波長，並且證明所有這些電波均由電荷的運動而產生。

赫芝對於科學知識的供獻使許多不相連屬的現象，包括

光，無線電波，和電荷的運動，發生奇妙的融合——融合成一種全部無線電技術的知識工具。無線電技術和學理的更形發展那是由於電波的製造，齊制，和檢查。隨後接連不斷的若干燦爛的發明曾給予我們無線電報，無線電話，和無線電廣播，最後又有那些每日接續的無聊的廣播節目。佛萊斯特 (De Forest) 三極真空管的那件發明，其效果之卓著殆可列為古今最大發明之一。現代各項發展中能不用三極真空管者為數已太少矣。

雷達已暗含在赫芝最初的實驗中，但迄無實際發展，直到為防範飛機之突然襲擊需要一種新的察報裝備，雷達才有了實際的發展。假定防守部隊令戰鬥關起飛及殲陣截擊來襲的敵方轟炸機共需要一刻鐘，那麼在戰事初爆發之際一個參戰的國家察報敵機來襲的安全地帶最低限度是75哩（飛機以每小時300哩之速度，該距離不過是15秒鐘的行程），這樣一個偵察敵機來臨的裝備顯然需要晝夜防備着，並且不論天氣如何。許多人在不同的國家中工作，為秘密的壁壘所隔絕，對於此問題差不多同時得到了人體一致的解決。從這一點上，人們也許要相信，那個問題並非特別深奧困難。

雷達的原理在戰前已為科學界所共知。科學天才集中於雷達技術方面的發展使之在短促的幾年中有了極大的進展。

這種發展主要是由於短無線電波的製造和應用，電波愈短，愈可作成濃密的光柱，雷達觀察下的物體由此可得到高度的清晰。換言之，陸軍方面不但要知道飛機之將至，還要知道飛機的數量，形式和性能，海軍方面則要知道雷達光柱所觸不可見及不能判明的目標究係一艘舢板，抑為一隻戰艦，或僅為突出海面的岩石。用雷達支配高射砲描準，那是第二步（尚守秘密的）進展。

物理學上有一基本原理，即要製造狹細的無線電光柱，發報機上的天線必須較電波半波長大若干倍。在美國各商業無線電台的近側都可看見龐大的天線裝置，要想避免這樣的巨大天線裝置，必須利用盡量短的波長。減短天線的需要是十分迫切，蓋因雷達要裝在像驅逐艦那樣小的艦船上，以及戰鬥機的小機身內。從普通架在兩竿之中間的天線，現在已進步到像探照燈一樣的天線，其大小和一個大號菜盤差不多。

(3)

由電視上移來而使用適用於雷達的是陰極光線管，波之回響在管之幕上顯示形象，使用雷達的人可一望而辨識。最後戰時所裝備的雷達已能在75哩外攝取機羣的照片，或在三萬米厚的層雲上繪出下面城市的地圖。

總之，現在的雷達有些像電視，不過幕上新顯目標之像

是由無線電波傳遞，而非由光波準播。與普通之光波不同，無線電波非人目所能見，而且能穿過很厚的雲層，煙氣和霞霧。雷達技術在未來的應用有兩個方向：從地上，和從空中。在第一種情形，雷達使我們看空中的飛機，不論飛機是在黑暗中，或霧中，或遠在許多哩以外。我們很可相信將有一天飛機至不能尋得降落地點而「失事」。

將來各民用機場的指揮塔必能使大霧中失迷方向的飛行員明瞭他所望的方位，並引他到安全的降落地點。還不祇如此，有雷達裝備的人在地面上將能指揮飛機的行動而不需駕駛員的幫助。一個在地面上的人既能告訴一個望不見的駕駛員如何動作，再稍加進展，即可達到不用人力而祇用機械指揮飛機的行動，由民用航陸的觀點看來，雷達可增加航空安全，減少生命的喪失。但讀者同時也可想像那些可怕的可能性，無人飛機，飛彈，火箭。和噴射推進機等各攜帶着原子彈循不可見之光線而飛至預定目標。讀者祇要想像自己是置身於目標線上，立刻感覺到這世界的渺小，幾無藏身之地。

地上具有透視眼睛者仰觀天空無所不見，而較此種可能性為可怕的是雷達將來在第二方面的發展，即在天空中的人可自上方偵察我們，而知悉我們的一舉一動，任何大小的目標更很少能夠逃避雷達的眼睛，即處於最僻靜海洋中船舶也不

能逃避高空偵察機的檢查，卡車在夜間行動也同樣不能不在遠處的雷達幕上留其記錄。雷達世界的國家將不能有何秘密；工業技術最進步的國家和落伍的國家比較，其間形成極大的差別，最進步的國家可以極輕而易舉的將那落伍的國家消滅。

不過若作為一種和平時期的用具，飛行的雷達將有極廣泛的用途。飛行人員可以很容易而準確的繪出世界上未經開闢廣大區域的地圖。一切河渠，山嶽，以及不可通行之森野均可自上作鳥瞰，層雲煙霧皆不能障蔽。凡駕駛員飛過之處，們隨時隨地能看見目所不及的地形。此後將沒有像『明視零度』(Visibility Zero) 這樣的事物；雷達即變成飛行員們他精細的航空地圖。

我們曾經說過，任何武器的產生都有隨而俱來的抵抗方法，雷達亦非例外，然而吾人千萬不可因此而遂懷有安全的念頭，祇有感受到新武器的衝力之後，發展對策的工作纔能開始，而近年來武器發達之快，使有效的防衛方法非常落後。進攻較之防守更為有利；過去數年的戰績業已證明，機械方面極輕微之差別即每能決定一場戰爭之勝負。

(4)

原子彈的故事講起來和雷達不同，第一，原子彈所用的

原理，雖最富科學思想的人也還覺得新奇，第二，這許多原理和物質構造的本身有密切關係。在 1919 年英國盧則福（Rutherford）第一次完成了氮化爲氦的人工轉變，物理學家因此對於物質構造有了一種新認識，要瞭解原子彈的故事必須從這種認識入手。

以多次實驗和精密數學推算爲根據，科學家們形成了下列的意見，而這種意見一經形成，迄無任何發現使之改變，這意見即一切物質全由原子組成。每種化學元素各有其自己的一種原子。從氫到鈾，各元素的原子量依次增大，原子本身的構造亦逐漸複雜，但結構的情形對於一切元素却彼此相似。每一原子有一個中樞部份或原子核，差不多包含這個原子全部質量（重量）。原子核帶正電荷，體積極小——僅有一時的萬億（萬萬）分之一若干電子環列核外，皆帶負電荷，受核之正電荷強烈的吸引，作環繞運動，一切的電子均非常輕微，其電荷和質量彼此完全相同。就全體看來，一個原子和我們的太陽系大致相似，原子核如同重大的太陽，周圍環繞的電子如同行星。但有下列之不同，太陽系之行星彼此絕不相同，在原子中萬有引力幾無影響，而電力却異常鉅大。

環繞原子核的電子數目全由核電荷的強弱決定。核電荷爲電子電荷的一個整倍數，惟核電荷爲正電，而非負電。核

所帶的正電荷有若干個單位，其外就有若干個電子。故就全體言之，一個原子為電性中和，蓋因核的正電荷與各電子的負電荷彼此為量相等。要準確規定一個原子之大小，在以前頗不容易，在今日依然如此，但普通說來，大約一億（萬萬）個原子可排一吋長，即每個原子較原子核大一萬倍。

化學元素間的差別惟視原子核所帶電核的多寡，因此亦即視核周圍質子的數目，大多數的化學元素不祇有一種核。同一化學元素有不同的核質量（原子量），而其正電荷完全相同，這種變化稱為同位元素或同位素。

各種元素及其同位素的質量約等於氫核質量的一個整倍數。氫原子為一切元素中最簡單者，其核僅帶一單位之正電荷，故祇有一電子環繞於外。此氫核在科學上非常重要，故曾賦與一特別名稱——質子。質子質量與電子質量之比為 $1840:1$ ，兩者的電荷為量相等，質子帶正電，電子帶負電。

就觀察所及，化學元素普通經億萬年而穩定不變，穩定不變之意即鐵永為鐵，氫永為氫，並不變為別的物质。但有少數例外，其中仍以鐳為最著名。鐳為一種金屬，毫無外力影響即自動轉變為另一種元素。稱為鐳射氣，係一種氣體。在轉變過程中，鐳放射出一個氫原子核，稱為 α 粒。鐳分裂

為鐳射氣和氦(α 粒)，這種分裂係在原子核本身以內發生。

鐳自動轉變時所射出之 α 粒已經證明為氦原子核，即元素週期表中第二種元素，並曾證明 α 粒具有二正電核，而質量則約為質子質量之四倍。因由鐳核分出而帶正電核， α 粒受鐳射氣原子核鉅大電荷之強烈排斥產生極大之速度，故攜帶着大量的動能（運動能）逃出。

因為知道鐳及其他數種元素能自動分裂（即蛻變），故物理學家曾斷定原子核皆為複雜的組織，由一些未知的單位組成，並認為有很大希望可能由人工使之轉變。惟當物理學家企圖以人工引起轉變時，雖最強烈的電火熱度亦不曾使任何核發生變化。然而在1919用 α 粒為快彈以克服核正電荷之斥力，盧則福曾將 α 粒直接射入氮核，而使氮核變為氧核。

盧則福由人工所完成之轉變是值得悉心加以研究的，因為較為複雜的元素氧係由兩種較簡單的元素氮（ α 粒）和氦造成。由這一個實驗，物理學家得知不祇 α 粒可由原子核發出，質子亦能由原子核發出。

(5)

原子核是最奇特而饒興趣的東西。彼此強烈排斥的若干單位之正電荷包含於非常微小的空間內，而原子核普通却是非常穩定的組織。若祇受各正電荷間強烈的排斥力，原子核

應當立即炸裂。物理學家因此曾經斷定，必定有些未知的強大引力維繫這些反對性的成份，使之團結一體。這究竟是什麼力，如何生產，一直到現在還是物理學上一個最大秘密。因為科學家未曾明瞭維繫原子核的力量，所以他們對於一核反應究竟釋放多少能量也不會能夠明瞭。

計算一核反應所釋放的能量，其算法不是由核子物理實驗發出來的。這種算法的發現正是一個有趣的例證，證示一門科學中不同的發展可以如何的配合成一個完整的組織。1905年愛因斯坦對於鐘錶之本性（時間之測量）和光速之奇特的劃一性（在彼此有相對運動的兩坐標系上所測量的光速結果相同）作一個普遍的檢討，由此種檢討，發表了狹義相對論。算作這狹義相對論直接得來的一個推論，他又曾宣佈了質量和能量的等值原理。

就我們的需要情形，我們可以這樣說：按照愛因斯坦的理論，若一個系統（例如一原子核或一組之原子核）中在能量方面有一變化。則在質量方面必有一完全確定的相當的變化。若果能精確測量一原子核最初的質量和一反應所生各物質的質量，那質量上的差別就立刻告訴我們那反應所釋放出的能量。

1919是凡爾塞條約簽訂之年，也是盧則福由人工轉變元

素的實驗成功三年。1939是世界第二次大戰爆發之年，也是鈾核分裂發現之年。核子物理發展的故事由1919年一直躍至1939年。而介乎兩次大戰中間的二十年是物理學史上最革命的時代。愛因斯坦廣義相對論的實驗證明，和我們的空間、時間以及引力觀念的完全革新皆在這時期中成立。

在這個期間，興起了一門驚天動地的學問，名爲量子力學。這門學問使我們對於原子和分子的內部構造有了完全的數量的認識，後來並將物理和化學「一爐共治」，熔成一門科學。量子力學在科學方面，哲學方面，和精神方面的含義，連同牠對於舊因果律的擯棄，當代的研究還迄未能澈其底蘊，尤未能爲當前的學術界所熟知。

在這科學和平發展的短促時期內，實驗方面最大的進步是在原子核的研究方面，最著名的事蹟是1932年英國物理學家楷迪克（Chadwick）對於中子的發現。實驗使原子彈爆炸的就是中子。中子爲一種嶄新的微粒，爲物理學上前此所未有。質量較質子質量略微大一些，是一個赤裸的原子核，無正電荷，因此也就沒有環繞於周圍的負電子。因其賦性中和，故不受原子外圍各電子的影響，用作射擊原子的快彈時，祇有原子核本身能阻止牠或偏轉其行程；因此中子能輕易的穿入數吋厚的鉛或其他高密度的東西。

這個偉大的發現纔使物理學家起始明瞭原子核的組成。

我們現在認為原子核係由中子和質子構成，中子的數目普通多於質子。兩種化學元素，例如氧和氮，其差別在於核中質子的數目不同，核電荷即由質子的數目決定。兩種以上的原子若核中所含的質子數目相同而中子數目不同，他們的化學性質是一致的，像上文所解釋過的，那叫作同位素。有些元素，其同位素可多至十二種。鈾元素在最近以前曾被認為所有一切元素中之最重者，並認為是元素週期表中之最末者，牠有三種重要的同位素，質量為238，235，和234。每一種同位素的電荷相當於92個質子，92個質子以外的質量由中子補充。

以中子為研究原子核的實驗工具，最先認識那種力量的是意大利的費爾米（Fermi）和他的學派。因中子無電荷，進入原子核時沒有強烈的電力排斥他。事實上，使原子核團結的引力可將中子拖入原子核中。當一個中子進入原子核時，其影響之嚴重，好比是月亮碰撞到地球。原子核受此打擊，發生強烈的震動，若中子因碰撞而被原子核所逮捕，其震動情形尤為劇烈。能量發生很大的增加，必須有法使之消散；而消散的方式很多，都非常有趣。

繼費爾米之後，全世界的物理學家以中子轟擊原子核的

遊戲，爲之風起雲湧。中子很容易得到，只要有一個社會福利基金會捐助數千元的款項就可購置或租用相當數量的鐳鹽，使與粉末狀的鈹相混合，即作成輕便的中子源，形式微小，易於攜移。其中子係由鐳之快 α 粒使鈹分解而產生。後來，磁電諧速器（Cyclotron）變成一種更強大而更易管制的中子源。

中子的發現引起一串可歌可詠的事蹟，成爲原子彈的前奏曲。1934左右費爾米和實論伙伴們開始研究中子炸裂鈾核和被鈾核逮捕的效應。他們的實驗結果十分費解。當時曾假定由核反應所產生的元素普通較鈾的原子量和電荷爲大，惟對此現象未能作合理的一貫的明確解釋。這個問題繼續的阻困各科學家，直到1939年初德國韓安（Hahn）和司塔斯曼（Strassmann）披露說：銀是中子轟擊鈾時生產之一。

對於物理學家緊密聯絡的小世界，韓安和司塔斯曼披露的效力遠非克龍堤（Klondike）（Klondike）在加拿大之西北端，其地有鉅大金礦。金礦的發現所能比擬。全世界的物理學家立時都開動了他們的磁電諧速器，他們的蓋革計粒管，以及他們的游離測粒室，繼韓安和司塔斯曼發現之後，檢討這個問題的論文到1939年終已達一百篇左右，凡科學論文必須先作些實驗或作些計算，然後纔能寫作，若就此點加

一考慮，可知一百篇論文實非小數。

爲什麼會這樣熱鬧呢？答案很簡單：以前所觀測的核分解不過放出一個 α 粒，或一個質子，或一個中子，而鎔之由核反應出現却是一件大不相同的事。鎔較鈾質量的半數稍大些。繼此實驗立時得出的結論是說：中子被逮捕的結果，鎔分成質量相差不多的兩個核，每核有一個很大的正電荷，約爲40。這個結論很快的就由實驗證明了。兩部分的電荷都很大，故各以鉅大的動能而分飛。這種變化依照生物學上細胞的分裂稱爲核分裂。核分裂時所釋放的能量不難由愛因斯坦所宣佈的質量變化和能量變化等值的原理加以推算。兩裂片質量之和小於鎔原有之質量，其差即能量的釋放。

核反應所釋放的能量被證明爲二億電子伏特，以與化學反應所釋放的能量比較，化學反應普通不到5電子伏特。故核反應所釋放的能量比較兩原子作化學反應時大四十千萬倍。物理學家對於這種實驗所蘊蓄的意義，當時就親切認識了。茲舉一例，我當時由哥倫比亞大學休假，住在普林司頓大學，丹麥大理論物理學家波爾教授來自歐洲，帶來了韓安和司塔斯曼實驗的消息，這「口報」較正式刊佈消息先到。次日早晨我回到哥倫比亞，把這件新聞告訴我的同事費爾米，他這時早離開了意大利參加哥倫比亞大學任教。當天晚間他已

在思考：若使一千克的鈾發生分裂、其噴射的火力有如何大？當時全世界都發生了同樣的情形。原子彈的競就開始了。

(6)

在原子彈實現之前，爲那二十億元必須先行解決的問題有三：(1) 是否鈾的三種同位素都能分裂？如果不是都能分裂，其中何者最爲重要？(2) 在劇烈分裂之際，是否有中子放出？如果有之，平均有多少？(3) 不能分裂而剩下的同位素是否吸收相當多的中子？

正像關於原子彈發展經過的官方報告所指出的，1940年所知道的祇有U (235) 是重要的，各種速度的中子均可使牠分裂；又某種速度的中子爲U (238) 所逮捕後產生U (239) 。此時還知道：每一分裂所放出中子的平均數目在1到3中間所產生的中子大多數是決中的。這些事實在這次戰爭中對於我方非常有利，因爲由這些事實知道原子彈的實現雖是可能，但需費之鉅非敵人所能製造。這個論斷的理由如下：

若在分裂之際有一個以上的中子放出來，一個鈾核分裂所產生的中子便足夠擊破一個以上的其他鈾核，如此輾轉進展，增大爆炸效力，產生所謂「連環反應」。然而若果每一分裂所產生的中子少於一，或者中子通過鈾時爲某種變化過程所吸收而不再發生分裂，那麼這種連環反應就像燃潮濕的

木材一樣，轉瞬即行熄滅。我們顯然可以知道，鈾塊必須相當的大，使中子在逃出鈾塊之前能夠碰到可分裂的鈾核，實行牠的分裂工作。還有一個重要之點，即中子必須使連環反應很快的進行，在那鉅大能量的釋放將全彈炸散之前，能有充分的時間令鈾的大部分發生分裂。

我方殊為幸運，原子彈非極龐大的耗費不能製造。各種鈾同位素的混合物普通是很大的鈾塊；在這種鈾塊中， $U(235)$ 僅佔 140 分之一。 $U(238)$ 佔鈾塊中 100 分之 99.3，牠吸收中子，因此能使反應停止。要製造原子彈，需用純粹的 $U(235)$ ，而且數量相當大。由大塊鈾使 $U(235)$ 和 $U(238)$ 分離，以前絕無人試過，那是一件特別困難而非常費錢的工作。照和平時期的想法，必定因費用浩大而稱為不可能。但是我們的幸運就在這一點上，與別的國家不同，我們有的是人力，金錢，和時間去從事這種工作。假使那豐量的 $U(238)$ 是原子彈的重要原料，那麼我們的市城必定早在我們參戰以前被毀滅了，因為我們的敵人雖然缺乏資源，但對於一切的可能都十分清楚。

原子彈的另一方面發展更為神奇莫測。 $U(238)$ 逮捕一個中子為 $U(239)$ ，與其他數種原子核一樣，有自動增加正電荷的特性。這個增加由兩個連續的步驟發生，其變化

過程主要的是形成電子的產生。電子由原子核射出，原子核就變成一種完全新的元素，即鐳（Pu），質量為239，電荷為94，不再是鈾的電荷92。這種新元素在地球上未曾發現，完全是一種新的創造。科學家曾猜想，鐳也能分裂，可作為原子彈的新材料，這種猜想後來證實了。鐳較比U（235）有一優點，因牠和U（233）是完全不同的元素，因此一旦造成之後，可用廉價的化學方法使牠與U（238）分離。

像我們這個國家，我很慶幸有賢明的袖袖能「見義勇為」，撥龐大的款項供給製造這種新元素之需。這種新元素的製造是用中子射擊U（233），一個原子又一個原子的造成，而那時並不確知這種手續可以成功，也不知道鐳是否可用於原子彈。雖然大多數的人們，當這大功告成的時候，覺得那種努力是值得的，但我們很可想像，若果這個冒險不幸失敗了，那些反對撥款的人們是何的忿懣啊。

（ 7 ）

我在上文曾說過，受戰事的影響：雖然技術方面有長足進展，科學的進步很是有限。若干科學家和工程師把盛大的工業，高超的技術的，卓越的見識，和透澈的想像互相融合，完成了些有科學價值的偉大無比的事業。我之說科學無大進步，我的意思並不是要低估他們的能力和成就，其實對於

這些能力和成就更不應當低估。科學知識的廣大領域因他們的努力有了開拓和密接，威力空前的新科學工具在他們的實驗中鍛鍊成熟了。祇要負責供給經費的人們都肯繼續負擔，而不堅持其發號施令的亂加指導，我們回到純粹科學研究的時候，利用這些戰時所發展的新技術，大可有一日千里的進展。

物理學家在1940年曾開始進行而尚未解決的一些基本科學問題，我在這裏不妨加一回顧。例如，自從荷蘭昂乃斯（Onnes）發現超導現象，二十五年的時光已經過去了。簡單的說，他發現有些金屬，例如鉛，冷卻到絕對零度以上數度時，突然失去一切的電阻，毫無殘餘。在這種溫度，若電流在一金屬迴綫上一經開始，即永無休止。何故？因為我們清楚的瞭解構成普通電阻的各種因素，這個問題就越發令人困惑不解。有人懷疑昂乃斯的發現究竟是一種深奧的現象？還是一個偶然的現象？除非這個問題得到解決，我們關於金屬傳電的一切觀念都成了疑問。如果有人能製造一種無阻力的電導綫，那事對於電工上的效應便會引起一個革命。

在科學方面，核子物理學的大目標一直是要解釋維繫原子核的力，若干中子和質子集聚於核中，雖有各質子間強大的電斥力，而竟能維繫一體，這種維繫力須有解釋。物質所

以能以平常狀態而存在那是由於這種原始的力，牠與重力和電力不同，重力和電力都遵守反平方定律，（即兩力心間之力與兩心力間之距離平方成反此例）這種原始力實為一種極短距的力；僅在原子核的限度以內發生作用，過此限度即突然減消。日本的科學家湯川（Yukawa）已有一建議，謂這種未知的力可能是與一種新微粒有關係，這微粒的質量介乎電子和質力中間。這種粒子——「重電子」（mesotron）——確已在宇宙光線中發現了，牠本身已變成一個很有趣的研究對象。

重電子出現的情形很可受職業魔術家的歡迎。就表面上，像宇宙光線中存在的迅速運動的質子和空氣的主要成份氧和氮相碰撞時，即產生重電子。但不能說重電子是這些核或宇宙綫質子所放出；好像是在劇烈碰撞之際有一種創造作用使之生產出來。這現象是十分的新奇，就我們所知，甚至有若干種重電子，新生重電子的質量所代表的能量是取給於質子的動能。重電子本身看起來是很實在的，其電荷和電子電荷相同，質量約為電子質量之二百倍。在威爾遜雲霧室中，重電子產生良好的，正確的，可見的路跡，完全證明其確切的，實在的，具體的存在。然而在百萬分之一的瞬間即「化為烏有」，祇留下一個很平常的電子和些短波的光能類似

X光。

關於重電子和原子核的根本性質有上述那些的發現和未決的問題，那些發現與問題代表初時分立的觸鬚，那些觸鬚所包圍的就是將來物理研究饒有興趣的領域。在戰爭期間，這些方面的進步非常有限。

再進一步，物質是由小的單位組成，那是一件事實；這些小單位包括電子，中子，或者其他尚未發現的微粒。有人便會發問：為什麼電子都一樣？電的組成為何由幾種確定的單位，像電子者，不多不少？也還有一種正電子（簡稱正子）存在，是加利福尼亞大學安德生（Anderson）所發現，其時約與中子發現的時間相同。除了牠的電荷是是正當以外，其他一切性質和電子完全相同。一個正電子和一個負電子（即普通的電子）可以相結合而共同毀滅，因此而產生的惟有短波輻射，像X光，輻射之能量是按愛因斯坦的質量與能量關係式所應有者。反過來，輻射也可以毀滅而產生正負電子偶。不論如何或何處生產，正負電子總具有恰好相等的電荷和質量，這又是怎麼一回事？光（電子的輻射）的這種性質是雷達研究所未曾涉及者。

若回顧1923年以前的時期，好像我們那時是生活在一個簡單的，不識不知的世界。我們當時祇有電子，質子，和光

。物質的一切可觀測的性質都要用這些因素互相的作用來作解釋。後來前後接踵的發現了正子，中子，以及多種重電子。這些粒子在以前沒有人曾經想到。對於這些粒子中任何單獨的一個，我們都能得出直接的實驗效應；在這種意義上，這些粒子都是真實的。但另外有一種粒子，如果不曾存在，我們就須去創造牠。這種粒子名爲「微中子」(Neutrino)，因爲牠被賦予的性質特殊，迄今尚無人能創始一種可以觀測牠的實驗。

物理學家採用一種記賬的方法，因爲要得到收支平衡，需要微中子補充虧空。在物理學家的「流水賬」上至少有四個「賬頭」。這四項在總賬上各須收支相抵；若收支不相抵，則物理學家之生活失其意義，自然現象亦即無有規律。那四個賬頭是自所謂四個保持(不滅)定理而來。其中第一個爲電荷保持定理，是說：電荷的總量保持不變，若果某處有一新的正電荷出現，則亦有同量之負電荷出現以保持平衡，正負電子偶之互相毀滅對於總電荷無所改變。

第二個保持定理爲大家現在已熟習的能量不滅定律，這個定律說：若能量或質量以一種形式消失，必以他種形式復生，與原量相等。其他兩保持定律動矩保持定律和自旋矩保持定律——不像上述兩項那樣習見，但重要性却完全相同。

我們久已知道，在某些放射過程中，例如 $\text{U}(239)$ 之由連續放出兩個電子而變為鎂，最後三個保持定律均不能符合。變後產生物（即轉變成原子核，放出之電子，和輻射）之能量，質量，和自旋矩的各總和與變前原子核所有者不相平衡。我們不願放棄這些既有的保持定理，而假定另有一微粒——幸賦美名曰微中子——與電子同時發出，分沾能量，動矩，和自旋矩，而使賬目得以平衡。

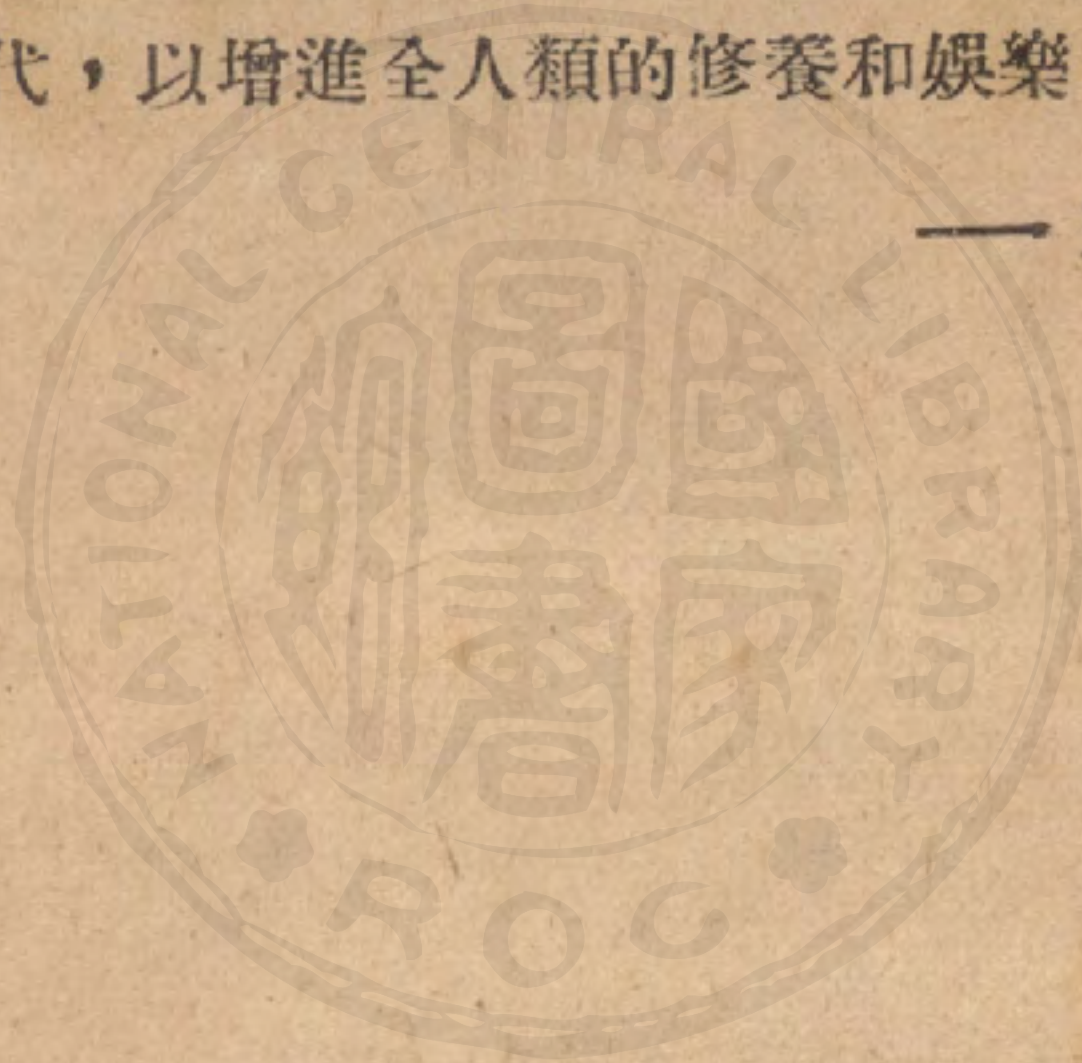
我們不否認，所有這一切也許是些科學的幻像，但這種推想常常變成事實。祇有未來的研究可以決定，微中子究將長此隱形於虛無縹渺中乎？抑將在實驗中現其廬山真面目乎？

對這些問題以及其他若干同樣深刻而基本的問題，我們現在沒有解答。雷達和原子彈的發展差不多和這些都不相關連。若物理研究繼續進行，答案一定都可得出，而且很可能是從最想不到的來源得到答案。分裂變化即曾由化學分析發現；正子在各處均由宇宙光的研究中發現。各種發現一旦得出，反覺得奇怪何以早未看見。在自然現象的研究中，我們人類是非常近視的動物，即最淵博精明而有創造力的人也祇能看見很近的距離。科學研究是一種鉅大的探險工作，這其中詳細研究，毅力，靈感，和運氣各有其份。在這擁擠的世

界中，科學研究是留給人類自由精神的最後防線。

物理學家復員歸來重理舊業。他那些問題的回答不能成爲一切智慧和知識的終點；一個科學的謎纔經解決，兩個新謎繼之而生。我們祇是一個偉大科學傳統和美麗知識宮殿的承繼者。我們這一代的責任是把這宮殿更加美化，把最好的傳統移交下一代，以增進全人類的修養和娛樂。

——完——





原子能與原子彈刊誤表

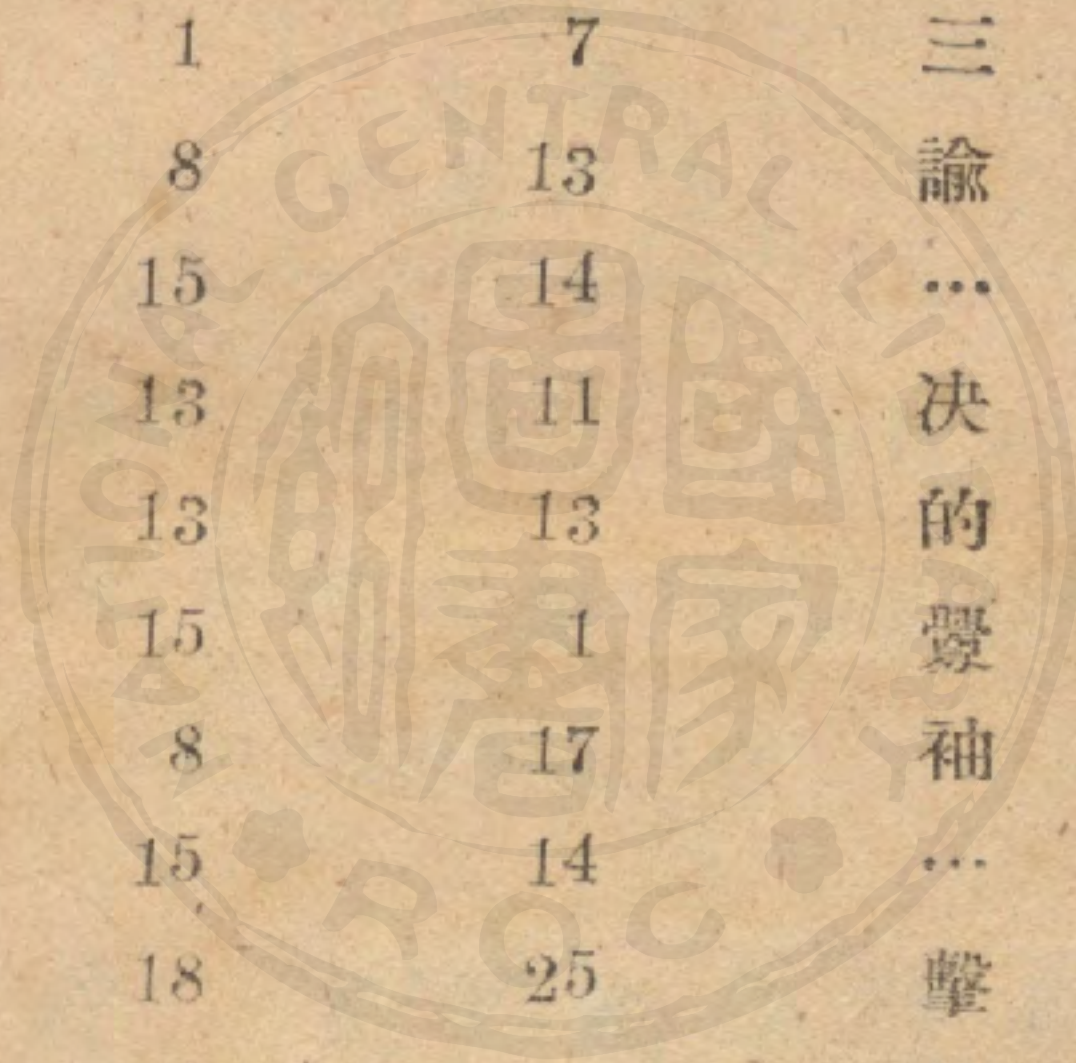
頁數	行數	字數	誤	正
序1	5	11	...	?
序3	3	26	一	一
3	1	5	與	與
6	4	3		時
7	7	19	進	追
10	1	25	訪	倫
10	18	19	料	科
14	11	17	葉	棄
15	7	25	巡	傷
23	3	1	利	科
24	9		District Projete	District Project
26	8	4	使	實
29	4	1	十	十
33	8	18	Leit	Leif
35	2	22	如	爲
36	11	23	下	...
39	5	19	閒	間
41	1	5	朝	朗
42	2	22	十	...
45	13	5	...	計
50	6	19	...	有
50	1,3	10	遠	...
51	10	24	輕	經

頁數	行數	字數	誤	正
54	5	16	放	狀
55	2	7	鈾	錯
55	3	14	鈾	錯
55	4	19	鈾	錯
56	5	8	輪	輪
57	11	8	o	a
58	14	3	d	r
58	14	26	Unlon	Union
64	3	9	口	U
65	2	5	續	續
65	7	18	...	程
65	9	4	口	U
65	11	5	口	U
65	12	22	口	U
66	1	7	存	在
66	6	26	口	U
70	14	13	興	與
71	2	3	度	...
72	11	15	口	U
75	1	23	口	U
77	1	1	九	...
77	4	28	祖	社
77	6	31	...	向
84	4	24	Hgdronies	Hydroponies
88	1	19	索	素

頁數	行數	字數	誤	正
88	10	3	功	力
93	7	8	料	科
94	3	3	興	興
98	19	3	...	酸
103	12	6	間	間
106	2	5	Aldert	Albert
108	9	2	○	錶
109	3	18	鎖	銷
109	5	10	其	有
109	6	3	又	又
109	19	9	此的解放	...
112	8	12	鳥	鳥
113	16	13	出	...
113	19	15	主	生
114	9	7	班	斑
114	9	26	或	成
118	16	1	「	」
119	8-9	17	由此一一公佈，	...
120	1	22	圍	團
120	5	26	治	治
121	17	25	島	島
124	17	7	興	興
125	6	7	...	洞
125	7	21	囊	襄
126	3	17	被	西

頁數	行數	字數	誤	正
128	17	7	以學生	的在歷
129	6	26	學生	」蘇當科
129	9	21	…	而目我
133	8	5	他蓄料	八科戰科
134	5	8	面自	限類有預
136	6	1	…	管
142	11	14	入料	
145	9	5	職料	
146	14	3	很頗	
147	6	2	…	
153	1	14	雖	
156	8	2	齊	
157	1	2		
160	8	18		
161	11	22		
162	4	19		
162	5	3		
162	15	17		
163	3	12		
163	6	1	D. Forcst	De. Forest
163	11	17	關	機
163	17	15	人	大
164	20	9	新	所
頁數	行數	字數	誤	正
165	1	15	準	傳

165	8	6	遞	處
165	9	26	驚	駕
165	12	12	陸	空
166	10	1	...	他
166	12	1	他	...
167	1	7	料	科
168	14	16	位	但
171	1	7	三	之
173	8	13	諭	驗
173	15	14	...	「
175	13	11	決	快
175	13	13	的	子
176	15	1	豐	領
177	8	17	袖	如
177	15	14	...	繫
178	18	25	擊	...
180	11	20	是	電
180	11	22	當	毀
181	15	17	殼	U
182	1	19	口	



出版者贈

對



世界科學社叢書

原子能論文選

全一冊

有著作權
不許
轉載翻印

民國三十五年八月初版

定價法幣1000圓

(外埠酌加寄費)

編輯者

世界科學社研究部

發行人

唐 嗣 堯

發行所

世界科學社發行組

(北平東城椿樹胡同二號)

電話東局(5)3418號

印刷所

世界科學社出版部印刷組



世界科學社印行

地址：椿樹胡同2號

9
33
~~50~~