

原子彈講話

著者 莫一庸



邁進出版合作社印行



邁進叢書之二

原

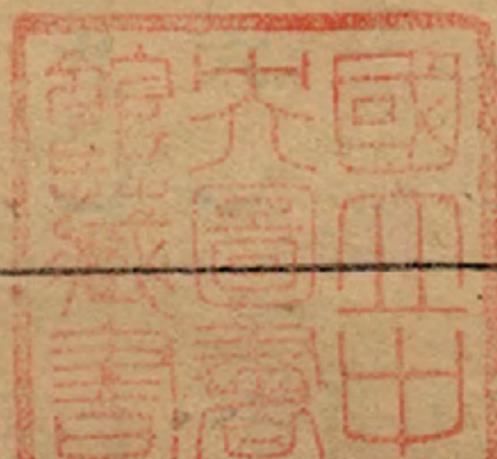
子

講

話

莫一庸著述

國立中央圖書館
館藏本





國立中央圖書館藏
國史館

目錄

小序

開講致詞

第一講

驚天動地的新聞

(一)

第二講

祕密製造的經過

(三)

第三講

果然最後成功

(六)

第四講

先由原子說起

(九)

第五講

原子能

(一二)

第六講

原子彈

(一六)

閉講詞

(二六)

36
23

— 1 —



南京 10660

025116

開齋

第六

第五

第四

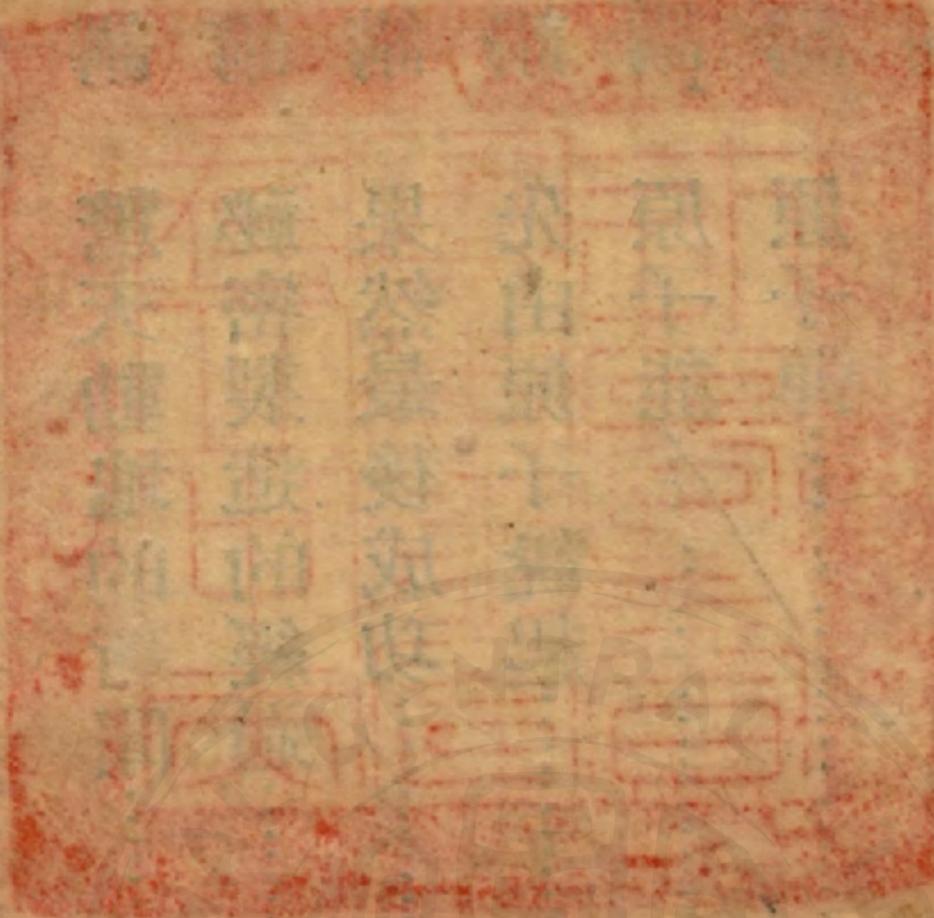
第三

第二

第一

開齋

小



() () () () () () ()
 () () () () () () ()
 () () () () () () ()

小序

近來歐美科學界的一般學者們，都趨向於編纂通俗科學讀物，或淺近的科學講述。這雖然是科學學術上的一種民主作風，但也因為他們在科學的質的提高上已經達到了一個相當的程度；所以不得不回轉頭來，再在量的方面，做一點普及的工夫。這些寫述科學通俗讀物的作者們，倒不是一知半解淺嘗輒試的人物，反而常是一些已經成名的科學專家或權威學者。如最近關於原子彈的通俗刊物，在美國就不在少數。當原子彈出現以後，美國政府即命參與原子彈製造工作的物理學家之一普林士頓大學 Princeton University 物理系主任斯邁史 Henry D. Smyth 寫了一本通俗讀物，名「原子能與軍事應用」 Atomic energy for military Purposes 對原子彈的基本原理及製造經過，述之甚詳（當然是在軍事當局許可限度之內），且甚淺近。還有由美國核子物理學家羅倫士 E. O. Lawrence 寫了一部小冊子，名「原子時代開始了」 The Atomic Age Opens 也是用極通俗的方式，闡明原子能的原理及其利用。這些事實，說明了在科學先進的國家，也還不絕的使科學走到民間去。那麼，在我們科學落後的中國，不消說這種工作，更是必須的了。

自從去年（一九三五）八月六日，頭一顆原子彈在日本廣島上空投擲之後，全世界人們為之震動驚愕。即在中国的每一角落，也傳遍了「原子彈」的名稱。但是原子彈是什麼？它的力量是怎樣來的？它是怎樣造成的？……這一些的問題，雖然在國內的報章雜誌都間有記載；但都零碎支離，不全不備，而未能有一較有系統的明白的敘述，也沒有一種刊物，專門作有條理的記載。以致有許多人仍然是模模糊糊莫明其妙，或者知其然不知其所以然。做一個廿世紀的人，對廿世紀劃時代的科學產物，仍得不着

一個明確的概念，這實在是太不應該了。作者不做，竟待這種現象，亟須糾正；乃不揣愚陋，冒昧地寫下了這纒的一本小冊子來。

這一本小冊子，是在「邁進雜誌」第一卷第一期至第五期上所登載的幾篇「原子彈講座」的講詞，加以訂正補充後集合而成的。這幾篇講詞，敘述着原子彈的誕生經過，轟炸效能，以及它製造的原理和方法。大部份的材料是搜集中外的報章雜誌，以及一些近代物理學和化學的名著得來的。但是爲着適合於中國社會的文化水準，和適應一般國人們的科學程度起見，便不得不將它通俗化起來。所以內面的取材，構思，行文，措詞等等，都極力避免艱奧和深僻。除必要的普通術語，和簡單公式，不可避免外；其餘所寫的，都是一些極易明白的科學常識。但是在這短短的三萬多字的短文裏，我們不難得到一個對原子彈很明顯的輪廓，和對原子能的一個簡略的報告。不過由於作者的淺薄和草率，有許多地方是不免遺漏和錯誤的。很希望海內專家和本書讀者們予以補充和指正；作者是衷心歡迎和感謝的。

這本小冊子，雖然是渺乎其小，當然算不得什麼巨著。但因材料之搜集、編配、剪裁和校訂，種種的關係，不得不靠許多朋友們的幫忙和協助，才能順利進行。如國立桂林師範學院靳爲藩先生，李世豐先生，附屬中學段武斌先生，廣西工業試驗所曾宗唯先生等，借給我許多有關原子能研究的書籍；桂林中學李培礎先生，廣西教育廳圖書室黃婉宜小姐，鍾其芳小姐等，借給我一些有關原子彈材料的報章雜誌；以及吾妻黎碧顏女士的鼓勵和譯文的校訂，都是使作者此書，得以順利編成，這是應該表示虔摯的謝意的！

卅五年八月十日 一庸序於桂林

原子彈講話

開講致詞

關於原子彈這個怪物，現在差不多成爲街談巷議婦孺皆知的事了，但是原子彈究竟是什麼東西？這件事情是怎樣發生？這個東西怎樣製造？它的原理是怎樣？發生的效力是怎樣？將來影響於世界文明，人類福利又是怎樣？這一些問題，恐怕就不是一般人都能了解的了。目前國內一般報章雜誌，雖然都零星片段的載了這一件事情，但却還沒有一種有系統的報道。以致一般人對於這件事，仍然是模糊不清，生在廿世紀的原子時代，對於這時代主要活動角色，不去認識認識，甘心做時代的落伍者，這實在是太不應該的事了。在下不敏，願將一已研究所得，作成系統的講述，設一個小小的通俗科學講座，內中共分六講，在這六講裏面，把上面所提出的問題，差不多總有了明白的解釋。但是我並不是參加曼赫坦計劃（Manhattan Plan）即美國這次祕密製造原子彈的一個大計劃。最初設計製造是在美國首都華盛頓郊外曼赫坦這個地方；又因爲這是哥倫比亞大學的原來名稱。這種工作，最初是哥倫比亞大學的幾位教授們來主持的，故名。）的主要人物——其實參加這個計劃而熟悉這個計劃的人，根本不夠一打；所謂「明白」的程度，是極有限的。不過根據已經公開的消息，和在學理上的探討，提出一個比較明白的報道。在這個科學落後的中國，不是一件沒有意義的事吧？

第一講 驚天動地的新聞

國立中央圖書館
館藏本

三十四年八月八日中國全國的報紙都記載着下面的幾段突然而至的新聞，跟着全國——不，簡直是全世界——便驚天動地的騷動了起來，這幾段新聞的內容是：

一、中央社重慶七日電：據美新聞處華盛頓六日電：美國陸軍航空隊，已對日本投擲含有較二萬噸炸彈尤大威力之原子炸彈；此項聲明，曾見諸杜魯門總統在白宮發表之文告中。此種能產生較以前最大炸彈超出二千倍爆炸力之炸彈，已於五日（日本及中國時間）向日本海軍基地廣島投擲。

二、據美新聞處訊，七日東京廣播：本日承認少數「B-29」式飛機昨日於廣島投擲原子炸彈。

三、據美新聞處杜魯門總統乘艦奧古斯達號上七日電：奧古斯達號巡洋艦上官兵，昨日於杜魯門總統突至艦上作戰室時，已得聞原子炸彈之消息。

四、中央社舊金山七日合衆電：日本官方對於原子彈之反響，謂此種武器堪稱為：「人類之毀滅者」，及社會正義之第一號公敵。

五、日本內閣應首相鈴木貫太郎之正式邀請，於八日上午（日本時間）開特別會議，內閣將聽取關於五日原子彈襲擊廣島之報告。

這一串烈火式的新聞，燃燒着每一個人的心，震撼着每一個人的靈魂。如是在辦公廳裏，在工廠裏，在課室裏，在商店裏，甚至在各家庭的會客廳裏，臥室裏，無論男女老少，都談論着這一突變的事件。興奮得大家忘記了工作，互相探討這一事件的原因和結果，互相猜詳這一怪物——原子彈——的構造和性質。本來在這個向來科學落後的中國，對於這個集現代科學大成的原子彈，實在是太神祕了，太奇特了！然而我們畢竟是廿世紀的人，我們對於這個廿世紀的科學產物，不能茫然不知，何況現在它是用在戰爭裏，它的效用已經促進了一個國家的慘敗和滅亡，也許它將來會消毀了地球，覆沒了人類；但也許在不久的將來，會創造出一個新天地來，造成了人類的天堂。生在這樣的一個大時代裏，不懂原子彈

，那才怪呢！

第二講 祕密製造的經過

頭一個原子炸彈廣島成了功，第二個原子炸彈長崎，也成了功，但是這成功，不是偶然的，他經過了許多科學家埋頭埋腦的研究，軍事家和政治家苦心焦慮的籌劃，用去了無數的金錢，經歷了無數的冒險，才能不鳴則已，一鳴驚人。然而它的祕密工作經過是怎樣的呢？這既然是一種祕密，我們當然無法知道它的真象，但是據公開發表的事實，却供給了我們以下的材料。

原來同盟國家研究原子彈想拿來做軍事上利器的動機，是遠在一九三九年（即民國二十八年）冬末的時候，那時美國總統羅斯福，已經知道使用原子力的可能，並且知道用鈾二三五（一種具有放射性的金屬元素，製造原子彈少不得它，可以製造一種破壞力極大的炸彈。）乃指派一政策委員會，祕密進行調查及研究，同時就在美國成立了陸軍曼赫坦計劃的機構（註同上）。在政府的監督之下，研究是開始了。一年之後，這個委員會，對運用鈾二三五的力量，已經逐漸增加自信。一九四一年曼赫坦計劃，已經是一件軍事政治上首要的事了。到了一九四二年六月，研究的工作，漸行複雜。乃將該委員會發展擴充，由英、美、加（即加拿大）三國共同組織，主持各項調查研究工作，並由美國陸軍部監督全部生產事宜，這整個祕密製造工作和計劃，可以說是世界史上最生動的工業完成狀態。爲了建立生產機構，在最初幾個月之內，利用了幾萬勞工成立了龐大的三個工廠，有兩個工廠，設在美國田納西州諾克斯維爾附近，佔地五萬九千英畝。這裏是有名的橡嶺，因爲工廠的建立，這裏人口達到七萬五千人，成了這一州內第五個大城。第三間工廠，設在華盛頓州的荒郊地帶，佔地十三萬英畝，（即曼赫特地方），是製造鈾二三五的中心。工廠的房子極爲巨大，裏面常發出極高的熱度，以致要用附近的哥倫比亞河水來

冷却它，結果弄到河水都熱了。上面這間工廠，設在華盛頓的理由，大部份是因為它的地點既與政府接近，易受監督，又因為相當荒僻，外面很少人知道，還因它附近有巨大的水電，可以利用，因為製造原子彈，少不了要用大量的電力的。

不久又在新墨西哥聖他斐城郊外洛杉拉摩斯地方，設立一特別試驗室，專管裝配該炸彈之技術問題，試驗室主持人，為韓恩（詳下）博士，並另有美國數著名之工業組合公司加入合作，甚至德國籍的專攻原子力研究的科學家，也收羅了來。

最初原子彈之設計工作，係由美國科學研究所與發展局主持，該局局長為布施博士。到了一九四三年羅斯福又指派一新的政策委員會建設在美國陸軍部監督之下，擴大設計工作，而由美陸軍建築工程師格羅夫斯中將完全主持。一九四三年冬復正式設立一聯合委員會，由英、美、加三國共同組織，內有美代表海長史汀生、布施博士，及哈佛大學校長柯南特博士，英國代表狄爾博士，及李威鄰；加拿大代表為軍火部長賀威。以後人事復有更動，並加派英、美、加科學家及科學顧問等參加，此外又設一委員會，掌此項武器之管理，及研討有關世界和平等問題！——這一點自然是表面文章，其主席為史汀生，委員則為國務卿貝爾納斯，前海軍部次長巴特，助理國務卿克萊，布施博士，柯南特博士等，並有科學人員多人助理。

為什麼原子彈的研究工作，發原於美國，又為什麼英國和加拿大都參加呢？原來在一九三八年時候，德國曾在挪威盧幹附近阿爾提克山中試驗原子彈，並設有研究工廠，挪威地下工作者，探得此消息，乃派人秘密入山偷探試驗情形；結果竟得端倪。乃復派少年九人，自盧幹潛往英國，向英政府報告一切，英政府接得此項報告驚喜異常，想即刻拿來試驗。但是那時正是德國攻擊英國最厲害的時候，情狀汲汲可危，英國的本土各地，又都遭受德國飛機轟炸的威脅，不能安全地進行任何科學研究的工作。所

以英相邱吉爾便與美國總統羅斯福，祕密商議把原子彈研究的機構放在美國，並約集加拿大的科學家和軍火商共同商酌，從事這項偉大而冒險的事件。美國和加拿大當然表示願意，如是在美國，成立了三國聯合研究原子彈的委員會。但是德國仍然在進行這種祕密武器的試驗，並且異常積極。如是英美科學家及陸軍部力謀設法破壞此種企圖。乃派遣飛機運送曾受科學訓練的傘兵前往盧幹附近降落，這些傘兵降落之後，即祕密困守阿爾提克山中，進行種種破壞德國試驗原子彈之機械設備。困在那裏有八九個月，備嘗辛苦和危險，因為在那一座山裏，人跡罕到，樹木陰森，每年有五個月不見日光，常發暴風。每使火車吹於軌外。但所派往的傘兵，機警幹練，卒之將此種設備加以破壞。後來被德國覺察其祕密，被大識破乃於一九四二年底，將已遭破壞之機器，移置他處。但又給美國重轟炸機，在途中予以轟炸，而全部被燬。德國遭受此種重大損失，遂一蹶不振。此後試驗原子彈之工作，乃為之停頓，所以後來英美研究原子彈工作，也異常的祕密。一方面絕不使任何參加工作者——除却主要設計人——知道整個製造過程以免洩漏機密。把整個龐大而複雜的機構，劃分得異常細微，每一個工作者，除掉本身所做的極小的一部份工作外，其他都無所知。因為這種極細的區分，好像與其他部份都全無關係一般。在工廠裏，成千萬的男女工人，恍如在黑夜裏工作，也沒有人來問他們解釋一切。工人們只見無數的原料運進工廠，但是好像從未見過有什麼東西製造出來。工人們只站立在機器的針盤邊或電鍵邊。但就在這同時在厚實三合土的牆壁後面，奇異的反應正在進行。工人們有時向人說笑，說他們是在做橡皮糖，因為他們只見有許多橡樹運進廠裏，但是也沒有一顆橡皮糖製造出來，因為他們根本就不知道在做什麼。全美國能全部了解曼赫坦計劃的人，不上十二個人。老百姓是更不消說了，祇要談及此事，立刻就有密報員或密探來傳去問話，公務員祇須稍稍透露一點消息，立即可以把他們調派到海外去工作。所以當廣島轟炸後的新聞傳到美國的時候，那些製造炸廣島的炸彈的工人們，也和其他的人一樣的驚奇，而不知道這個結

果，正是他們親手造成的。

不但如此，就是奉命去炸廣島的一批飛行員，在出發的時候，也完全不知道是什麼一回事，其中只有兩個人知道，一是海軍軍火製造技師派薩上將，一是砲手費萊比少將。有一個飛行員在爆炸後，才知道拋的是原子彈。所以當爆炸的一剎那間，有幾個富有長期經驗的飛行員，都不禁突然恐怖驚叫起來。由此看來，英美在製造原子彈過程中，是如何的提心吊膽，謹慎祕密的工作呵！

英美既然把德國試驗原子彈的祕密企圖全盤打破，才放心樂意專心深入研究，及設法趕工製造，以使此空前的殺人利器，早日成功。

第二講 果然最後成功

經過了幾年聚精竭力的究研，用去了二十萬萬以上的美元，動員了幾百個原子科學專家和至少六萬五千的熟練工人，卒之得到了最後的成功。到了一九四五年七月十六日頭一顆原子彈首次在新墨西哥市區外遙遠之荒地，作破天荒之爆炸試驗。先是於十四、十五兩日，做好一切準備工作，該彈全部儀器，放在一個鋼製的塔中，塔的周圍，設立觀察站數處。其最近者，位置於該塔以南約六英里的地方，該站設於木料與泥土的庇護所中。至控制試驗爆炸這個原子彈的設計主要人員，則在距離該塔約十英里的基地工作。另有若干工作人員，則在控制地點共同工作。當試驗的時候，天適大雨，然此與試驗工作，并無影響，故仍照原定計劃進行。在準備爆炸前廿分鐘，發出信號。此後經過每五分鐘，發出信號一次，直至最後五分鐘，各工作人員，異常緊張。到了最後一分鐘，再過十五秒鐘，尚差四十五秒鐘時，原子彈爆炸機構，即行接觸，隨有閃光發出，距離觀察站三英里之山隘，可現出顯著之輪廓。不久即有大而且久之咆哮聲，距鋼塔一萬碼（約二十華里）之外圍，竟有兩人被一種巨大壓力所撞倒，俄頃又有各色

烟雲上冲，高度達五萬英尺，烟雲即在半空中消散。當場見了火光的人，眼睛受了激刺，紅腫起來，有好幾天，竟自不能張開。當爆發時，二百五十里外之門窗，爲之震動，較之二萬噸炸藥之爆炸力，尤爲猛烈。

在這一次試驗成功，各工作者，驚喜異常。如是準備着用來在戰場上，顯一顯威風。那時德國已經投降，還有日寇在那里掙扎。美國陸軍部，乃決定用這個嶄新的玩意兒，來使日本的臣民，嘗一嘗戰爭的味道。乃於卅四年八月六日（美國時間），在日本廣島的上空，投下一顆殺人不見血的原子彈。當投落廣島上空時，據攝得之照片，僅見一片灰燼，外無他物。直至被炸四小時後，仍見高達四萬尺之龐大烟幕，掩沒全城。七英里外，遙見火光。僅其四郊，透露一部份火燄。并有光耀如月之閃光，遍蔽全島，數分鐘後，夾雜塵埃，烟幕即升於同濫層（距地約五萬尺）。該彈炸燬的面積爲四又十分之一平方英里，佔全城百分之六十，該彈重約二百磅（連附件），於是日上午九時十五分投擲，時天氣清朗。

這一次轟炸的結果，是將廣島所有的生物畜牲幾乎全部燒死斃命。死者被焚後，不辨原形，據當時調查所稱：「該城毀壞頗烈，平民在戶外及燒死在戶內者，均爲非常之壓力及熱力所悶斃。房舍及其他建築物，多被燬壞。所有建築物門窗，經已粉碎，屋瓦散於塵埃中，遍處皆爲洞穴。鋼骨水泥之防空室，亦多被燬。全城醫藥設備，亦被毀無餘，醫藥當局，束手無策。死傷總數十二萬九千人，死者計有二萬人。炸傷的人身上都脹起無數的水泡。被燬滅及被燒之房屋，總計四九、七五九所，倖免者，當不及千分之一；隔日火尙未熄。」據說這一顆原子彈的威力，等於出動二千架超級空中堡壘所投全數炸彈的破壞力，其在空中破壞力所及，爲五十立方英里，即在地方一英里高，周圍七英里寬的空間，都感受其破壞之威力。當炸廣島時，有一農夫見炸彈初落，由小而大，繼而受壓昏迷，不省人事，事後較炸拋擲數里外遠，醒後，幸爾無恙，但這個人是廣島居民中碩果僅存者的了。」

廣島上空第一顆原子彈表演所得的結果，已足使世人驚駭萬狀了。但接着八月九日美國的「胖子」轟炸機，又在日本長崎上空，投下了第二顆原子彈。這一次的結果，其效力也不弱於廣島上空的第一顆。所毀滅之區域，約有十平方英里，佔全面積百分之卅，幾乎包括該境內部之工業區。并直接炸中大三菱鍊鋼廠中心，所有工業目標，都成爲氣體。全城被炸傷亡者，共三〇六、五四五人，內死亡者佔七八、一五〇人，建築物被毀壞者一九、五八七所。據傳這個炸彈，與炸廣島者大不相同，其威力較炸廣島者猶大，發生之爆炸更多。根據這顆炸彈發生的結果，證明炸廣島之炸彈已不適用（惟因炸長崎時，事前已作一部份之疏散準備，故損失似略小。）廣島、長崎之被炸，到現在已經差不多一年，但今日仍有人民受轟炸威力之影響。整個之廣島與長崎，今日已成一片焦黃，而爲鬼氣森森之廢墟。今年廣島將無春天可言，百草不生，而樹幹亦爲焦炭。尤令人驚奇者，即水門汀之地面，亦因受熱融熔，而留有人之足跡。（人在上面已燒燬化爲灰燼）釀酒廠所存儲千萬玻璃瓶，已被高熱度熔爲液體流至低地形成玻璃池。日寇嘗了這兩顆炸彈的滋味以後，才知道不可再事抵抗，乃於十日（即炸長崎後第二日）以照會分致瑞士及瑞典政府，託其轉致中、美、英、蘇四國，表示願意接受波茨坦宣言，宣佈無條件投降。

同盟國的勝利，不是僥倖得來的。這完全是英美研究原子彈的努力的最後成功。所以日本駐瑞公使小野說是：「日本投降，完全是受了原子彈的影響。」日皇下詔曉諭臣民投降的詔書內，也說是：「受了這不可抗的新武器的威力，設不投降，必至全國毀滅」。但是日本的科學家也和德國一樣是早已知道原子的祕密和想設法製造利用原子能的武器。據報告日本的科學家，於一九三五年即着手研究原子能，但一直未有若何進步！這是同盟國的倖運！惟其研究原子能的裝備，倒很齊全。此種機器，直至去年十一月廿四日，才給駐同盟軍總司令麥克阿瑟元帥，予以毀滅，計被燬的研究原子能的裝備，有研究第一階段中分裂原子之用的機器五架，此機器小者係日本自造，大者爲美國貨，重至數百噸。該項機器，

小型的完全予以炸燬，較大者則折成零件，拋入大海，現在日本對原子能的研究，在最近恐怕是不可能了。

由此看來，現代的戰爭，完全是科學的競爭。科學落後的國家，簡直沒有參加現代戰爭的資格。現在日本雖然是無條件投降，但人類的戰爭迄未終止。第三次大戰，也許不久會突然的爆發，所以英美還在秘密的大量的製造這種怪物，以備不急之需（聽說現在已經有成千個的原子彈，製好存庫待用。）蘇聯的科學家也不甘落後，據聞已得悉原子彈之秘密，並且發現利用宇宙線（在空中由星球上放射性物質所放射出的一種原子能的射線），以造成新的殺人利器。回顧我們中國，科學幼稚得太可憐，莫說研究原子能的機構現在還是沒有。就是明白原子能是什麼，這樣的常識的人在國內恐怕也沒有幾多！但是世界是進步的，人家不能等着我們前進。我們若是承認自己的國家是四強之一的話，那麼對於原子能的研究，就要拿出全付精神，整個心力來應付它，才可以保障我們的國家，我們的民族將來不會崩潰與滅亡。

第四講 先由原子說起

上面三講所說的一切，完全是根據已透露的消息和已發表了的新聞，作一個比較有系統的報道，但是原子彈究竟是箇什麼東西，這一點還未曾說到；現在應該開始講到這個東西了，還是讓我們先由原子本身說起罷：

「原子」Atom 這個東西，本來在紀元前希臘時代的哲人德摩克利特士 Democritus 和伊壁鳩魯士 Epicurus，已經提出了這個名稱，並且已經意識到這個小東西是宇宙萬物之始，是一切物體的最小單位，是一種不可分的細小微粒，故名之為 Atom，因為 Atom 一字，在希臘文中，就是「不可分體」的意思。後來我們因它為萬物之原，如是把它譯成爲「原子」。當時德，伊兩氏等對於「原子」這個名詞

，不過只是一種預感，純粹是一個哲學的概念，絲毫沒有證實究竟世界上有不有這個東西。一直到了紀元後一八〇三年英國化學家道爾頓 John Dalton 氏，根據化學的變化，由學理上的研究，才創造出一種假說，稱爲「原子說」。這個學說，歸納起它的要點來說，包含着下面的幾個意義：第一，原子是元素的最小單位，同元素的原子性狀相同；不同元素的原子，性狀不同（現在世界上有九十二種不同的元素，就有九十二種不同的原子）。第二，相同的原子，互相結合，做成元素的分子 Molecule，不同的原子互相結合，做成化合物的分子。第三，原子本身，是不可分的，並且是不生不滅的。第四，原子與原子結合，完全是簡單的整數比：如一個原子與一個原子結合，一個原子與兩個原子結合或兩個原子與三個原子結合等（即一比一，一比二，或二比三等），絕沒有半個原子，或三分之一的原子互相結合的。不過這始終是一種假說，道爾頓當時並沒有看見原子，也不能量出原子有幾大，和稱出原子有幾重；對於原子本身，真實的形狀，也說不出個所以然。這些問題的解決，直到一八九七年英國的物理學家湯姆生 J. J. Thomson 創立「電子說」，說是原子由電子造成，原子並不是物質最小的單位，電子才是物質最小的單位，原子并不是不可分的。這才揭開了幾千年來人類對原子的秘密！——不，這簡直是揭開了宇宙間造物的秘密的祕密，原子彈最初的種子，便是在這時播下去了。但是這個理論，并不是驟然發生的，它經過了許多科學家的努力和實驗，才歸納得出這一個結論。

「新原子說」的發軔是在一八七八年美國物理學家克洛克斯 Sir William Crookes 發現真空管放電的現象，發覺有帶陰電的微粒，由管的一端的陰極金屬板上放出，這種帶陰電前的微粒，顯然是由陰極板上的物質的原子射出。如是意識到原子中，一定含有帶陰電荷的細小微粒。這種現象，是最初發現原子內有電子的一個有力的證明，很爲重要。自此以後，一般科學家才懷疑到原子不是不可分的東西，內面必定很複雜，至少含有帶有陰電荷的一種物質。後來才經湯姆生研究出這種帶陰電的微粒，是每一個原

子中不可少的成分，他叫它做「電子」Electron。當時他并且測定每一個電子的質量，等於一個最輕的氫原子的質量的一千八百四十五分之一。後來又發現有些元素，不止是可以放出陰電子，同時并放出帶陽電的微粒，到了一九一一年新西蘭的科學家路透福(Rutherford)，再作進一步的研究，才知道任何元素的原子，它的構造，并不簡單，它的組織恰似太陽系的結構一般，中心有一個核，外有若干軌道，每一軌道上有若干陰電子繞核而行。電子所帶的電荷為陰性，但核所帶的電則常為陽性，因為核是一種帶陽電的微粒（他叫這種微粒為質子Proton）和帶陰電的電子集合而成。不過帶陽電的微粒，多於陰電子；即陽電荷超於陰電荷，所以核通常是陽性的。但是核的外圍電子的陰電，恰和核所超出的陽電荷相中和，所以原子通常又都是中性的，即不覺得有電。最簡單是氫元素，它的核只為一個質子造成，外圍只有一層軌道，軌道上只有一個電子。原子的質量，集中於核，電子的質量太小，差不多可以不計的。原子外層軌道上的電子，常常可以放出，或者相反的，原子外層的軌道，也可以吸入其他的電子。如鉀和鈉，外層軌道上的電子，常易放出，而氫、氟等外層軌道，則常易吸收其他的電子，如鈉與氟相遇，則鈉外層一電子為氟吸入，而原子遂相化合，成為氯化鈉。凡是化合力強的原子，必定有很多種的化合物，就是因為它容易放出或吸入外層軌道上的電子。但是有些原子，是不易放出或吸入的（即外層電子已經滿足），如氮、氧、等，所以化合力非常弱，而不易有化合物。原子不只是在化合作用中放出電子，就是在高熱或通電的時候，也常常放出電子。普通的金屬，在高熱的時候，外層的自由電子極易流動或放出。如物理學上講的熱電效，就是這個原理。因為兩種不同種類的金屬聯結在一起的時候，在結合處加熱，則流出電子多的金屬流向流出電子少的金屬，結果便發生了電流，又如一條電燈線，當通以電流的時候，金屬線上金屬元素每一原子外層電子，便發生流動，而成為電流。關於電流，本頁開頭已說大

在上面所說，只不過略略說到了原子組成的大概，但是原子本身的構造，還未說得透澈和明白，現

在還須要加以敘述。說到這一點，我們不能不說到元素的放射性 Radioactivity，因為由元素的放射性的發現，才拆穿了原子內部的祕密，原子構造的真象，才大白於天下，原子彈的發明，才打開了它的大門！

最初是一八九五年德人羅琴 William Roentgen，發現在真空管內放射 X 光線的現象。這真空管內的陰極放射線，射到金屬板上所反射出來的一種光線。有極強的透射力，可以射穿許多不透明的物體，如金屬板，骨骼及膠之類。一八九六年法人貝奎爾 Henri Becquerel 發現用螢光或磷光的物體，亦同樣發出有透射力的光線。在一切物體中，當時發覺最容易放出透射線的，是一種含鈾的化合物，如硫酸鉀 $K_2SO_4 \cdot 2H_2O$ 之類。這種化合物所發出不可見的光線，可以令包有黑紙的映相片感光，這種光線當時無以名之，因為是貝奎爾發明的，所以就叫做「貝奎爾光線」 Becquerel Rays。這種光線，不但是有透射力，同時又可將驗電器的金箔帶電張開，後來他發現了這種帶電現象，是因為帶電器金箔，周圍的空氣分子微粒，給放射線電離化了的緣故。其後波蘭科學家居里夫婦 Mr. and Mrs. Marie Curie 發現在澀滯鈾鹽的殘渣中，提取了鈾出來之後，仍然可以發生透射線，並且透射力比較鈾化合物所發出者還要強。後來又由一種鈾鹽中，分析出一種物質也有強大的透射力，這種新發現的物質，居里夫叫它做鏷 Polonium（因為居里夫人是波蘭人，波蘭字為 Polonia）所以叫做 Polonium）。再後來又於鈾化合物中，分出一物，具有鈾化合物所發出透射綫一百萬倍的透射力，她叫這種物質為 Radium。鈾的發現，是居里夫人於一九一〇年發現的。她在鈾化合物分析出鏷的化合物，又把鏷化合物置入水銀電解槽內電解，鏷乃沉積於陰極的水銀槽底，將水銀蒸乾，便得純鏷，鏷的性質，和鎂鈣等相同。鏷的發現，是科學上一大革命。因為由它的研究，才拆穿了原子的祕密，才明瞭原子內部的真象，才知道原子的真正構造情形，也才有後來原子彈的發明。

爲什麼還有這樣大的透射力呢？因爲它有三種放射綫第一種叫做阿爾發綫（即 α 綫）ALPHA Rays，它完全是帶陽電荷的氦原子核，射出的速度每秒二萬英里。但是事實上它并未走二萬英里。普通射出來七八哩的距離時，即行停止。因爲它在射途中，衝擊着周圍的空氣分子，便消耗了它所有的動力，而將速度逐漸減低，以至於無。但是周圍的空氣分子，給衝擊後，其外圍的電子一部份逃出，而帶有陽電，也就變爲電離。阿爾發綫不但可以電離空氣分子，又可分解水，及將氧變爲臭氧和令氫氯化合成氫化氫。第二種放射綫叫做比特綫（即 B 綫）Beta Rays，這種綫的性質，和陰極綫相同；但是有成百倍的透射力和更快的速度（即每秒十八萬英里）。由此可知這種綫也完全由流動的陰電子造成的。它的質量只等於阿爾發綫粒子質量七千四百分之一。在電磁場中，受着電磁的感應，發生較強的屈折。這種綫射入水內一經遠，射入鉛內一耗遠，即完全被吸收，同時令吸收的物質，發生電離作用。鐳的第三種放射綫，叫做耿墨綫（即 γ 綫）Gamma Rays，這種綫和 X 光綫相似，但具有較大透射力，而不爲電磁場所擾亂，因而它既不是陽粒子，又不是陰粒子，而完全是一種反射光綫。

到了一九〇二年路透福說明鐳的原子是可以由放射的結果而崩裂而蛻變，又由蛻變的結果，而生出其他的新元素來。當時又有一些科學家，如倫綫 Rutherford 索地 Soddy 等，證明由鐳原子射出來的阿爾發綫，完全是氦的原子核。其後路透福又由鐳的放射綫中，找出一種氣體，他把這種氣體用液體空氣中冷卻，然後又把它拿來蒸發出來。這種氣體有極強的放射力，他叫它做鐳射氣 Radium Emanation。後來倫綫又把它分子量測定爲二二二、四定名爲氡 Radium，又叫做氡 Radon。

現在已經知道由鈾元素起，原子因放射崩裂的結果，蛻變而生出十二種的中間元素，一直可以變成爲鉛，它的變化過程可以表示於下：

程 度	元 素 名	原 子 量	放 射 物	所 需 時 間 (半 生 週 期)
開 始	鈾 I	二三八	氮原子核即阿爾法線	4.67×10^9 年
1	鈾 X 1	二三四	陰 比 電 子	24.6 日
2	鈾 X 2	二三四	陰 電 子	1.15 分
3	鈾 2	二三四	氮原子核	2×10^6 年
4	鐳	二三〇	同 上	6.9×10^4 年
5	鐳	二三六	同 上	1890 年
6	鐳	二二二	同 上	3.85 日
7	鐳 A	二二八	同 上	3 分
8	鐳 B	二二四	陰 電 子	26.8 分
9	鐳 C	二二四	氮原子核	19.5 分
10	鐳 D	二二〇	陰 電 子	16.5 年
11	鐳 E	二二〇	同 上	5 日
12	鐳	二二〇	氮原子核	130 日

上面所列的蛻變時間，是半生週期的時間，即是該元素的一半變為下列新元素所需的時間，這完全是一定的，現在我們還不能以人力來變更它，譬如鈾 1 變為鈾 X 1 需要 4.5×10^9 年（即四，六七〇，〇〇〇，〇〇〇年）但由鈾 X 2 變為鈾 2 則只需一·一五分鐘，我們不能變更它的快慢，只可以設法稍為阻礙它一下。這一點作用很緊要，在製造原子彈的原理上，是不可少的條件——以後再詳細說罷。

除了鈾和鐳之外，現在還知道許多金屬也是可以蛻變的。如鏷，錒，釷等，都是可以放出 α 、 β 、 γ 線，而變成爲別種新元素。

現在讓我們又重復談到原子構造上面來。由原子的蛻變我們知道原子并不是不可分的東西，而是可以崩裂放出許多物質，蛻變成爲其他的新元素。那麼原子的內部，當然是極複雜的了。最初據物理學家紐易士 Gilbert N. Lewis 的研究，說是原子中間爲一核，旁邊包圍若干電子，而做成一層一層立方形的殼。電子的數目隨着原子量而有不同。最輕的氫原子，只有一個電子，最重的鈾原子，則有九十二個電子。最內層殼上，只容兩個電子，有多則造成第二層殼，夠了八個有多則又成第三層殼，由此類推。總之最外層殼的電子，只能容八個，不足八個者，每易與其他不足八個的原子湊成八個，而成爲分子或鹽便是物質化合的由來。這種學說，叫做八隅說 Octet theory，又叫做立方原子說 Cubical atom Theory 或稱靜電子 Static atom。這是在一九一六年發表的，同時附和他的，還有郎麥爾 Langmuir，他們都說明原子是立方形，而電子在核的周圍，又是靜而不動的。但是後來據路透福的解釋，才說原子的構造和天體的構造一樣，中間有個核，旁邊有若干軌道，軌道上有若干帶陰電荷的電子，叫游電子。這游電子繞核而轉，速度很大，游電子的數目，各原子各有不同，最簡單的氫原子，只有一層軌道，一個電子。

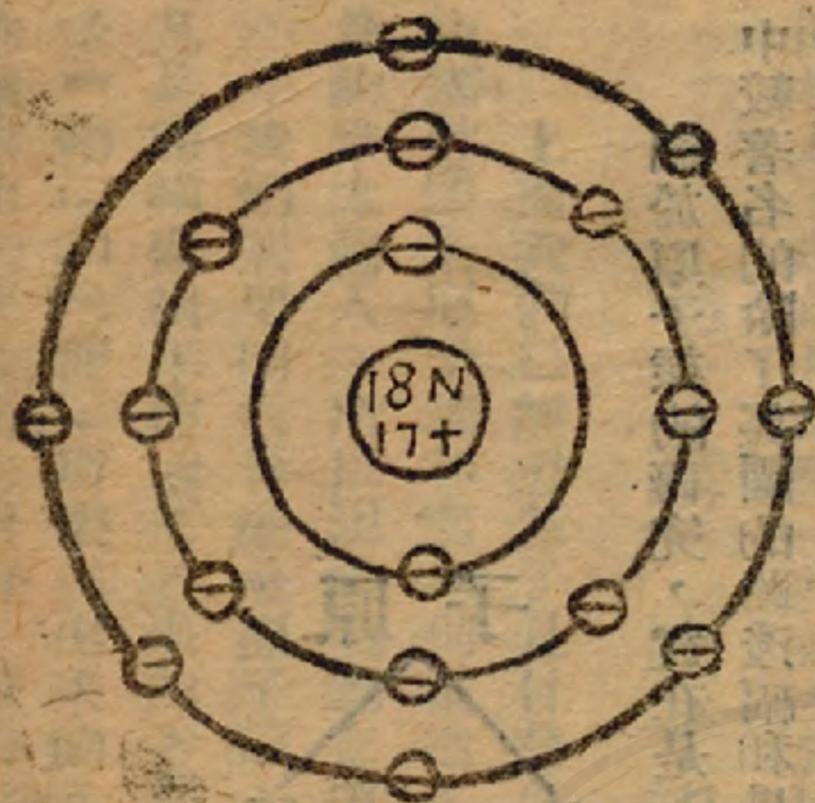
H	1	1						
He	2	2						
Li	3	2	1					
Ne	10	2	2.6					
Na	11	2	2.6	1				
A	18	2	2.6	2.6				
K	19	2	2.6	2.6.10				
Cu	29	2	2.3	2.6.10	1			
Kv	36	2	2.6	2.6.10	2.6			
Pd	46	2	2.6	2.6.10	2.6.10			
Ag	47	2	2.6	2.6.10	2.6.10			
Xe	54	2	2.6	2.6.10	2.6.10	1		
Pt	78	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10		
Au	79	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10		
Hg	80	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10	1	
Rn	86	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10	2	
Ra	88	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10	2.6	
Ac	89	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10	2.6.1	
Tb	90	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10	2.6.2	
U	92	2	2.6	2.6.10	2.6.10.14	2.6.10	2.6.4	2

上面是說明原子核外軌道上電子的分佈情形，現在再說到原子中間的核，最初是說它是由一種質子（帶一單位的陽電荷）和核電子（即在核內的電子，其性質與核外的電子同，也是帶有一單位的陰電荷，不過它緊附在核內罷了）組合而成，但後來又發現一種新質點，其質量幾與質子相同，但不帶電荷，是中和的微粒，名爲中子（neutron），其後并發現這種中子，在原子核中也含有證明爲核電子結合而成（即一質子與一電子結合成一中子）它的質量，比質子略重（即質子加電子之重量）這是英國化學家却

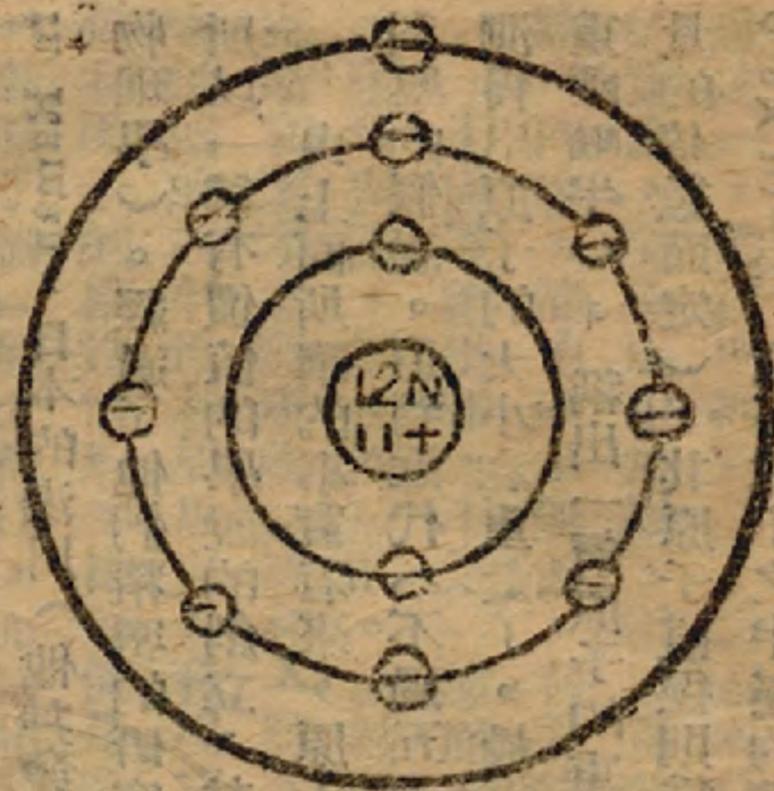
得威克 Chadwick 於一九三二年的發現。後來并經德、法科學家保特，W. Bartholomew, H. Bechler, 羅利歐特 F. Joliot 等相繼證實，而成爲日後製造原子彈的主要材料。

在上述的元素蛻變當中，有時并不照常態放出氦原子核或陰電子，而是吸收或放出中子。每一中子的質量爲 1，故其所成的新元素只增加或減少其質量，其外層電子數即原子序數不變，亦即其化學性質與物理性質不變。這種只變質量而不變性質的元素，叫做同位元素 isotopes。如氦有兩種同位元素，其原子量爲 3 及 4，氦也有兩種同位元素，原子量爲 3 及 4，氦有六種以上的同位元素，其原子量由 3 到 8。在上表中，鈾有兩種同位元素，很是重要，即一爲鈾二三九，一爲鈾二三五，（即原子量爲二三九和二三五的兩種鈾元素）前者爲鈾 1（即鈾二三八）吸收一中子而成，後者由鈾 X（即鈾二三四）吸收一中子或鈾二三八放出三中子而成。鈾二三五，極不穩定，而多放射及分裂，以放出巨量之能，後面所說的原子彈的主要原料，就是這個東西。

現在我們既然知道原子是由核和游電子構造而成，又知道中子質子構成核。那麼一切元素的原子結構便不難求出了。譬如鈉之原子量爲 23，則其一原子中應有中子及質子共 23 個（因每一質子或中子之質量恰當於一氫原子，氫之原子量爲 1，故質子或中子之量亦爲 1，23 個中子及質子，其量則爲 23；電子之量可以不計。）又因鈉之原子序數爲 11，故其游電子爲 11。其核內之質子亦爲 11，中子則爲 12。依上列公式求之，在第一層上的電子有兩個。第二層上有八個，第三層則只有一個。又如氯，其原子量爲 35，則其原子核中應有中子及質子共 35 個。其原子序數爲 17，故游電子爲 17 個，原子核內之質子亦爲 17 個，中子則爲 18 個。在第一層軌道上有電子兩個，第二層八個，第三層則爲七個。這兩種原子的構造情形，可用略圖表示於後，根據這種方法，其他種種原子構造的情形，便不難求出了。



氣 Ce



鈉 Na

N = 中子

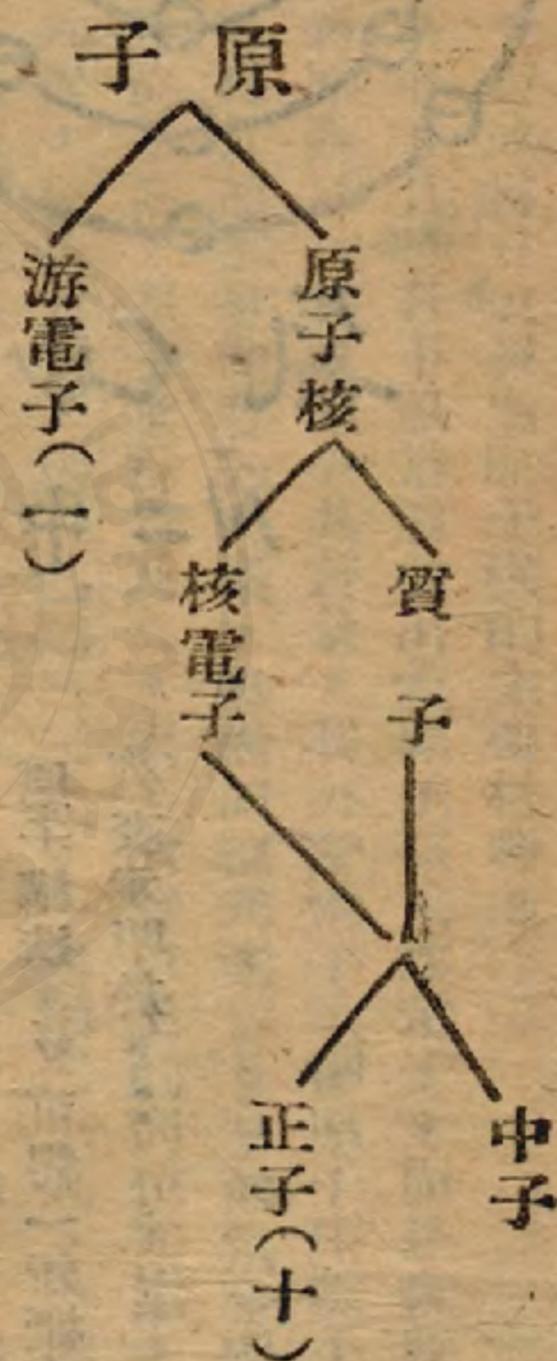
e = 電子

+ = 質子

原子是很小的，原子核和游電子更小，但游電子和核的距離却是很大。譬如以黃豆比喻核，以綠豆比喻游電子，則其內層軌道。距離其中心的核，却足足有一里遠，由此也可想見原子內部的空虛了。又因原子整個的重量。集中於核，所以如果我們能夠把任何原子核，密接壓合於一立方厘米之體積內，其質量當可超過一百萬噸，但事實上，我們是不能夠這樣做的。

最近美國物理學家密里根 R. A. MILLIKAN 及安徒生 C. D. ANDERSEN 在研究宇宙線中，又發現了正子 POSITION。其質量與電子相等，但所帶之電為陽電荷，後來并發覺在原子核內也會有它，所以最新的原子構造，又可得一新概念。為便於明瞭起見，試列表示明於下：

五七(十)



關於原子核的研究，實在是一種繁重的工作，經過許多科學家的心血勞力，才得有今日的結果，其中較著名的除了英國的路透福和丹麥的波耳外，還有奧地利的徐絡廷格 Erwin Schrodinger，匈牙利的海早雷 Hevsey，蘇聯的卡辟脫查 Peter Kapitza 和斯柯倍爾情 D. Skobelzgn，印度的拉曼 Chandrasekha Ra Raman，日本的湯川（他并發現了核的單位叫做重子 Mesatron）中國的王普等（曾在美國研究核子物理學）。經過了他們精密的研究，原子構造的真實情形，才大白於天下，原子核的祕密，才被戮穿。所以一種有價值的學說的創立，并不是一件頂容易的事呵！

由上面所講的事實看來，原子這個東西，在最初的時候，不過是一種哲學的思想，後來才變為一種科學的假說。直到近代（不過五十年間），才成為科學上一種實實在在的東西。現在我們已經有方法，測得出原子的大小和重量了。最近在美國薛文尼州巴篤耳氏 Dr. P. A. B. 實驗室，有一種稱原子重量的儀器（重兩噸半），稱出一氫原子的重量為 1.6×10^{-24} 克（其他的原子重量為氫原子量的倍數即以它的原子量的倍數而定），其原子直徑則為 1.1×10^{-8} 厘米，電子之重量約為原子之一千八百三十分之一，即 9.08×10^{-27} 克，電子之半徑約為 2×10^{-15} 厘米，比原子半徑小五萬倍，原子核的直徑，約為原子的萬

分之一，體積則約爲原子之百萬分之一，但其重量幾等於整個原子。故原子核的密度很大，即整個原子的重量，完全集中於核，電子重量比較甚小，可以不計。這樣看來，原子這個東西，到了今天，它的全貌和內容，簡直顯示無餘，科學的進步，真可算得一日千里了！

不過這種進步，不是一蹴而就，忽然而來的，它完全是經過了無數的科學家，日積月累，點點滴滴，苦心孤詣，創造而成的。總結說來，近代原子構造理論的創立，和事實的證明，最初還是要歸功克洛克斯和樂琴之發現陰極線和X線，由這裏才引起湯姆生發現電子而創立電子說，後來再由貝奎爾發現瀝青鈾礦的放射性和居里夫人發現鐳原子之蛻變而證明原子是可分的。又後來才給路透福和波耳說明原子核和原子的構造情形。接着便是許許多多的科學家，繼續的研究，和不斷的發明，以致完成了二十世紀「新原子論」的大創作，而開闢了利用原子能的一條大道路，震動全世界的原子彈，便也於是種下了它的根基。這真是兩千多年前，希臘時代創造「原子」名詞的哲人德摩克里特士等，所夢想不到的事呵！

第五講 原子能

上面我們已經把原子是什麼東西和它的構造情形說清楚了，但是還未曾說到原子彈的本身。我們要知道什麼是原子彈和它如何構造，必先要瞭解它的能力是怎樣來的；因爲原子彈的可怕，完全在它的能力的偉大驚人。所以現在我們在這一講裏，要把原子的能力說個明白。

我們若要明白什麼是原子能，就得要知道什麼是「能」Energy。：「能」在物理學上的簡單意義，凡是能夠做出工作Work來的，都叫做「能」。它和「物」Matter相對待。天地間的一切現象，完全是「物」和「能」所表現出來的。天地間的物質，雖有千千萬萬，但都是由九十幾種元素的單質或化合物造成的。天地間的能力，雖然形形色色，但也脫不了聲，光，電，熱，以及各種的輻射線和機械能。

現在我們所說的原子能，就是由原子核崩壞或蛻變的時候所發生出來的上面所述的各種的能。但是我們要知道這些能經常倒不是由原子核崩壞才發生的，而是由原子核以外發生的。如光能，據現在的研究所得，它是由原子核外圍軌道上的電子跳動的時候所發生的。每一電子由一層軌道跳至另一層軌道時，即發生光波。並且據近代物理學家布朗克 Planck 的研究，光能的單位是光量子，叫做「擴達」 Quanta。每一「擴達」的能量，並可由下列公式求之，即： $E = h\nu$ 。式中 h 是一常數，即為 6.547×10^{-34} 愛格秒 erg second。 ν 為光波的頻率，其單位以週計之。在一九一三年的時候，又由波耳氏求出一式，以算出每一電子由一高「擴達」的軌道（通常是外層軌道）跳至低「擴達」的軌道（通常是較內層的軌道）時所發出的輻射能（有時不一定是光能）其公式為： $E_2 - E_1 = h\nu = \frac{1}{2} M V^2$ 式中 h 與前式相同， M 則為電子之質量 V 即為電子跳動時的速度。由此觀之，光能當然是一種原子能，它通常是由原子核外的電子跳動時所發生的。以當我們燃燒一支蠟燭或劃着一根火柴的時候，也可以說是利用了原子能。因為這星星之火，正是由原子核的電子跳動時而發生的啊！

再說到電能，它也是原子核外圍的電子在軌道上移動或跳動而發生的。當原子外層電子有一部份移到別個原子的外層軌道上時，則前者帶陽電，後者帶陰電（即增加電子之原子帶陰電減少電子之原子帶陽電。）這種現象在靜電學上，物體帶電原理，都可以此解釋。譬如以貓皮擦玻璃，則貓皮帶陰電而玻璃帶陽電，就是因為兩者摩擦的結果，玻璃上外層的電子有一部份移入貓皮，前者減少電子所以帶陽電，後者增加電子，所以帶陰電。又譬如乾濕電池所發生的電能，也就是因為其中物質，在起化學變化時，甲物取得乙物的電子，甲物即增加電子，帶陰電，是為陽極（因為電流由此發出故稱陽極）乙物減少電子，帶陽電，是為陰極。（因為電流由此流入，故稱陰極）。再如由發電機所發生的電流，也就是因為由電磁作用激動金屬線上電子移動成爲電流，由此轉入金屬導線，再由金屬導線中，每一原子的外層

電子，逐一發生流動（即第一原子外層若干電子流入其隣近第二原子外層，再由第二原子流入第三原子，以此推移，便成電流。）所以發生電流的重要條件，是要有易於發生電子流動的金屬導線，否則無從發生電流。上述各種電能，都是由原子核外面的電子移動所發生。至於現代我們所常說到的無線電波，當然也是一種電能，它是由物質原子的原子核外面的電子跳動或振動時所發生，和發光的原理，其實一樣。不過當電子跳動或振動的頻率較大時，則發生電波，並且它的能量，也可以用上式 $E = hf$ 求出，所以電能也是一種十足的原子能。

現在再說到熱能，通常是由化學作用所發生的，如燃燒——即氧化作用——所發生的熱，就是由物質與氧化合時而發生的。如炭與氧化合時，生成二氧化碳及大量熱能，其化合方程式為： $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 80,360$ 卡。在這個式上表，我們可以知道一個炭原子和兩個氧原子化合成為一個二氧化碳的分子。這種熱能，便是由這些原子化合的時候而發生的，因能炭原子最外層的游電子只有四個，氧原子最外層的游電子，則有六個（再需要兩個游電子便可湊足八個電子而滿足了），如是兩個氧原和一個炭原子化合，恰可使外層原子湊足八個，而成為一穩定化合物——二氧化碳。（一切化學作用，都是外層電子湊合或分離的結果），當這外層電子移動化合的時候，熱便發生了。所以在這一種化學變化所發生的熱能（也有相反吸收熱能的），也可說是一種原子能。又如當一種物質溶解的時候，也常發生熱能，如硫酸溶於水所發生的熱能，就是因硫酸溶於水內的時候，先發生電離作用，成為兩種離子，即 H^+ 和 $SO_4^{=}$ ，就是因為 H 原子的外層電子，移到 SO_4 原子團，如是，H 為陽離子（因為減少陰電子）， SO_4 為陰離子（因為加多陰電子），熱能之發生（也有相反吸收熱能的），就是因為電子移動增減的結果，所以也可以說是一種原子能。再如輻射熱波，則為原子外層電子發生振動或跳動而射出的，更是一種原子能。

總括上面說來一切的光能電能和熱能，都可說是通常的原子能，而一向被我們利用着，所以原子能並不是一件很生疏的事情。不過這些能力是由原子核以外的游電子所發生的，是就極廣義的原子能來說的，現在全世界所宣傳的原子能，倒不是指這些，而是指由原子核崩壞蛻變時候的所發生的能力，這些能力，包含了光能，熱能，電能，聲能及一切的輻射能甚至於機械能。其力量大過任何方法所產生的能力。但是這些大量的能力是怎樣來的呢？且聽我慢慢道來！

在上一章裏我們已經知道原子核是每一個原子都有的。它的組織相當複雜，結合相當堅固，密度相當大，很不容易使它分解（即崩壞或蛻變）。因為它一分解，便變成別的原子，別的元素，完全同原來物質不同了。同時當它分解的時候，放出來的一些質子，電子，中子和正子（這些都是組成核的成分）往往有一部份消滅了，不見了。這些消滅了的物質，往那裏去了呢？我們在物理學上不是說物質不滅嗎？但這裏却發生了一個科學上的革命；即是說，在廿世紀進步的物理學說明物質是可以消滅的。消滅了的物質便變成了能力。如是一定量的物質變成爲一定量的能力，一定量的能力，也可以變成爲一定量的物質。這其間保持着一個平衡；即是宇宙間的物質和能力，可以互變，而其總值不變（即一定量的物質不見了必有一定量的能力代而與之，反之，一定量的能力不見了，必有一定量的物質產生出來。）這叫做「宇宙常住定律」Law of Conservation of Cosmos. 它修正了古典物理學和化學的：物質不滅和能力不滅定律。這個定律的證實，也是近代猶太物理學家愛因斯坦的傑作。他並且把物質與能力互變的公式，很簡單的演繹出來，就是： $E = MC^2$ 即 $M = \frac{E}{C^2}$ （ E = 能量， M = 物質之量， C = 光

速 = 3×10^{10} 厘米 / 秒）。由這個式子求出當一克之任何物質轉換爲能時，其能量爲： $E = 1 \times (3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20} = 3,000,000,000,000,000,000$ 厘米² / 秒²，即一克之物質全化爲能時，其力足以移動比其本身重量大九〇〇,〇〇〇,〇〇〇,〇〇〇,〇〇〇,〇〇〇,〇〇〇倍之物體，亦即一克原子之燬滅，可以發出與

燃燒數百萬噸之煤之熱力相當，其所產生之電力，照計算所得，可以供給全中國各大城市全年總消耗的電力而綽然有餘。又如一磅之原子燧滅，其力量可等於二萬噸之 TNT 炸藥之效力。故薄紙一張，如全化爲能，若以供飛機動力，可以飛繞地球數周；若以供火車爲動力，可以行走數千萬里。一滴水化而爲能，可以舉百萬噸之重物，自平地上升至喜馬拉雅山之常住峯。英國劍橋大學教授烏黎生 O. S. D. 伯當 R. E. D. 和路透福等曾以十萬伏特電壓加於真空放電管兩端使發電弧以電解氫原子，當氫原子崩壞——即其核化而爲能——時，一克之氫發出 6.0×10^{10} 爾格之能，與愛因斯坦之理論公式相差無幾。此後第拉克 P. A. M. Dirac 從實驗中證明原子內之正子遇着電子，兩者即同遭滅亡，而成爲兩個單位的輻射能（即光波或電波），每個輻射能具有五十萬伏特之能量。萊格納 R. Serber 又算出一顆氫原子的質量變爲能時，相當於二十八萬伏特之能量；與理論適相符。所以任何原子核崩壞或蛻變時，它放出來的質子，中子，正子和電子，必有一部份消滅變而爲能，其能量之偉大是不可以臆度的，所謂原子能的可怕，就在如此。

但是問題却來了，原子能既然如此偉大，是不是隨意可得呢？這當然不是一件容易的事。雖然在自然界有很多很大的原子能，如太陽這一個星球，每秒中都發出許多的原子能，它所發出熱力的幾萬萬分之一，已經可以使我們所處的地球上一切生物用之不盡，取之不竭。它的光能，照耀寰宇，無往毋屆。又如天空中的宇宙線，也是星球上的放射性物質所發出來的原子能。不過這些完全是自然的力量而不是人爲的力量。若要用我們人爲的力量來開發原子能，的確是一件移山倒海的事。不過人類畢竟是萬物之靈，自有他的獨特的聰明才智，不可能的事，往往變成可能。原子能既然可以由原子核得來，可以由原子核內面的一部份物質轉換得來，那麼，就設法打碎原子核好了（前面所說烏黎生氏所用的方法，用高壓放電來擊碎原子核，以取得其能，可算得是人爲的方法；但所費太大，設備太繁，太不經濟，是得不

價失之舉)。最近二十年來，世界上一般偉大的科學家們，便聚精會神，竭智盡力的想用極經濟，極簡便的方法來打碎原子核。結果居然有志者事竟成，原子核可以設法打碎（雖然仍是不大經濟和簡便，但較之以前進步多了！）原子能奔放而出，第一次出風頭的工作，便完成炸廣島長崎的原子炸彈，而促成頭戰八年的日本帝國主義無條件投降。但是原子炸彈是怎樣使原子核破碎而取得其能力呢？欲知其中詳情，還要且聽下回分解！

第六講 原子彈

在上面五講中，已經把原子彈第一次出現在世界上的經過情形，和原子本身的構造，以及原子能的來源，都一一說過了。現在在最後這一講裏，我們要說到原子彈的製造原理，原子彈的實際製造方法。當然到現在還是一種祕密，全世界完全知道這種祕密的人，恐怕還不到一打。但是它的製造原理，却是不難知道的一件事，稍爲學過物理化學的人，也很容易明白。懂得它的原理，那麼，它的實際製造方法，便也不難求得了。

在上面「原子能」那一講裏已經說過，原子能完全凝聚在原子核裏，假如我們能夠打碎任何原子核，便可以得到極大的能，如用來作破壞之用，其破壞的力量，是不可以想像的。如用來作爲炸彈，其威力可以大過最新式的T·N·T炸藥（註一）的三千萬倍。因爲在原子彈未發明以前，最利害的炸彈所用的炸藥，要算是T·N·T了。T·N·T是第一次世界大戰時發明的威力最大的一種化學武器。料不到第二次世界大戰發明了原子彈，它便變成了落伍的東西，可見科學進步，真是一日千里了。但是由T·N·T進步到原子彈，並不是一件輕而易舉的事情，因爲打碎原子核的工作，不同於製造T·N·T。以化學的化合或分解的方法，可以成事。原子彈的製造完全是一種科學上的革命，它不適用傳統的化

學的化合或分解的方法，而是用的新興的核子化學和核子物理學的極複雜極艱辛的工作，現在讓我們慢慢說來罷。

在最近三十年來，自從原子構造的祕密揭破之後，一般科學家，已經知道在原子核裏，蘊藏着有大量的能，如是大家企圖想把這種蘊藏着的能，開發出來，以資利用。最初也會想使用化學方法，以使原子分裂。但化學反應，僅能使原子核以外的電子層發生變化，却不能使原子核分裂，也不能使原子根本改變；所以得不到原子能。因為能的取得，是要使原子核分裂，和使原子根本改變的。光是用化學反應，是不能得到大量的原子能的。其後乃改用高速射綫（如 α 綫），穿透原子之電子層，而射擊原子核，然後才把原子根本破壞。所用的方法，隨着科學儀器之進步，而日有成就。最初破壞原子試驗成功的，是英人路透福（在前講裏已經提出）他將高速度射綫射擊種種原子而破其原子核如射擊磷鉛等原子可使其核放出質子，同時放出大量的能。一九三四年，德國密特教授，和日本長岡豐太郎博士，使用六十萬伏特的感應圈，在鐵與水銀電極間，施行放電，結果能使水銀原子蛻變為金。此後美國科學家瓦爾東 Cockcroft Walton 及羅倫士 E.O. Lawrence 等。用人工加速高連雙子 Deuteron（即重氫之帶陽電核），將一原子變為他一原子，如將鋰變為氦，碳變為氮。其後迭經各國科學家，埋頭研究，繼續發明多種方法，以轟擊原子使之崩壞，但因其方法太為簡陋，所轟擊的原子核分裂不十分完全，以致放出的能，不十分偉大，所以成就不了什麼大事情。至於原子能之發現，及原子彈之發明，則大部屬於德國科學家韓恩（又有作歐麥或韓安者）及奧籍女科學家梅提納（Lise Meitner）兩人的功勞。所以現在我們不得不把這兩位功臣，提出來敘述一下。

韓恩（Otto Hahn）一九四四年時諾貝爾化學獎金獲得者，隸籍德國。一八七七年三月八日生於萊茵河上游福蘭克佛城。現年六十八歲。幼時出身於哥根廷大學，與居禮夫人以後現在首屈一指的奧籍女物

理學家梅提納爲同學；當時共同發現銻元素(Po)。出校後，韓負笈加拿大就學於英國物理學大師路透福，梅則至柏林大學任蒲郎克(Mark Planck)之助教，嗣後兩人又同供職於柏林之威廉與會化學研究所，形影不離，凡二十餘年。韓爲院長，主持核子化學部，梅則主持核子物理部，以最新之化學，與最新之物理學，共同合作，而與巴黎之居禮學院遙相對映，自一九三五年起，氏開始研究中子射擊鈾原子之問題，所用之中子源，係以鐳或釷製成。用此種中子射擊鈾原子後，由蓋革米勒之計粒管，檢查其放射性。至一九三八年德國併奧，國社黨排猶之風愈烈，梅本奧籍之猶太人，乃不得不於一九三八年之夏，棄其畢生治學之地，逃往瑞典。當時居禮夫人長女，居禮愛倫麗(Irene Curie)及法國化學家薩維撤(Savitch)，已經指出中子射擊後的鈾原子核，能轉變成爲一種新放射元素，其他化學特性與稀土金屬之鐳，極其相似。韓與其助手士塔司曼(F. Stassmann)，獲此消息，乃更專心研究此項問題，一九三八年十月由化學方法分析射擊後之鈾，亦發現有放射性之鈾存在，并發現有銻之同族元素釷、錒、錒、釷、釷及氡等存在。這一突變的事實，頗令人注意。因爲鈾爲週期表中最重之元素，其原子量爲二三八，平時本身即具有放射性。放射後，可得三種同位元素，即鈾二三八、鈾二三五、和鈾二三九。再經數度之放射蛻變，終變成鉛(這在上講裏，是已經說過的了)。鉛之原子量爲二〇六(它是由鈾經過放射出八個氦核而成的。因爲一個氦核的原子量爲四。八個恰爲三十二，鈾的原子量二三八，減去三十二，恰爲鉛的原子量二〇六)但同時又放出銻的原子，發現銻的細粒，這件事實，狠爲奇怪，因爲是銻的原子量爲一三八，二三八減去一三八則爲一百。如屬放出氦核，當爲二十五個氦核，但事實上並沒有放出許多氦核，而且由鈾變成銻，中間還要經過許多元素但是現在除了銻外只還有氦。所以與既有一切核變方式不合。如是韓氏當時不能不有所懷疑，而未敢將實驗公佈。然經多次之分析，確屬有銻存在，而且對於銻之因中子而產生，事實俱在，又不容懷疑。韓氏只得將此情形函告避地瑞典之女友——梅提納，梅

又轉告丹麥波耳學院之符瑞適 (P. Fierich)，并進行研究。後來認爲鎂之由來，確係由鈾原子素分裂之結果（但後來證明爲二三五而非二三八），但與普通原子核蛻變情形不同，乃依照波爾所提倡之「液滴核型」原理，加以解釋，謂中子射擊鈾核之後，鈾核之表面張力不足以使此核維繫於一，因之分裂爲質量約略相等之兩部份，鎂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，約爲兩萬萬電子伏特。鈾原子核分裂時，原子核碎片按反作用定律，當有一部份前進，一部份後退。倘一鈾原子核受中子碰擊分裂，放出二個或更多的中子，這些中子，能復行碰擊其他鈾原子核，使之分裂，再行放出更多中子，如是繼續不已，能令所有鈾原子核，盡行分裂，對應之原子能，完全放出。這種現象稱之爲「連鎖轟炸」，這個原理，很爲重要，因爲有了這種現象，然後鈾核的分裂，才能完滿進行。鈾原子分裂後，動能產生多少，可以根據愛因斯坦的理論，即物質和能力的互變關係推算。所分裂成爲兩個原子核的質量的總和，不及原來的原子，因爲一部份轉化爲能力了（如由鈾二三五分裂成鎂和氦，鎂的原子量爲一三八，氦的原子量爲八十三總共不過爲二二一。但鈾二三五的原子量爲二三八，如是少去了一十七，這少去的質量，便變成了能力）。由原子核反作用而被放出的能量，是二萬萬電子伏特。但如化學作用所發出的能量，則不到五電子伏特。不過在鈾原子核分裂時，有三個問題，是要解決的。第一、是不是鈾的三種同位元素都能分裂？如果不是，三者之中，何者最重要？第二、在劇烈的分裂過程中，是不是有中子放出？如果有，大約是多少？第三、不能分裂的同位元素，是否吸收很多的中子？現在知道第一個問題的解答是，其他的兩種同位元素，都不易分裂，只有鈾二三五在各種速度的中子分裂作用中，最爲重要。第二個問題的解答，每次鈾原子分裂放射出來的中子，平均是一個到三個，多數有高速度原子核所產生的中子，再向一個以上其他的鈾原子核碰擊，如此循環不已，就產生所謂「連鎖反作用」，即「連鎖轟炸」。第三個問題的解答是，不能分裂的鈾原子爲鈾二三八，可以吸收中子

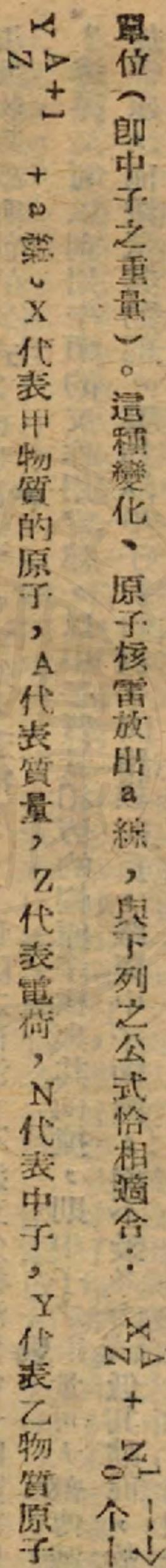
而令已分裂的原子重新結合，或由鈾二三八吸收了一個中子而成爲鈾二三九。韓恩與斯塔司曼，將上列種種結果，在一九三九年一月份的德國之「自然科學雜誌」公佈，梅提納與符瑞適則在英國「自然雜誌」發表。當此項消息正式傳到美國之前，美京卡奈奇學院 *Carnegie Institution*，與華盛頓大學，正於一九三九年一月底聯合召開理論物理學會會議。此會議本以討論低溫物理學爲題，到會者有理論物理學大師波耳，一九三八年諾貝爾物理學獎金獲得者意大利物理學大師費爾米 *E. Fermi* 以研究超導現象著名之倫敦教授 *London* 比利時之物理學家魯森斐爾 *I. Rosenfeld*。以上諸人，均相偕來自歐洲，又在美就近出席之物理學家，有葛莫孚 *G. Gamow*，戴樂 *H. Teller*，尤萊 *Drey* 等多人。波耳雖已知韓之發現，但雅不願宣佈其懷中祕聞。是日波耳到會較遲，及趕到會場，則知是項消息，已由魯森斐爾透露了出來。此老乃諄諄大講其「液滴核型」的原子分裂理論，此劃時代之發現，遂使全會極頂興奮而開動。核子分裂問題，於是乃代替低溫物理討論。費米爾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，以中子射擊鈾核，同時觀察是否有更強之游離粒子存在，卡奈奇學院即刻着手實驗。於是年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，與普通粒子之游離比較，恰爲巨型炸彈之於舊式爆竹。次日傳來消息，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。自此時起，全世界上若干物理學家，便紛紛起而注意。大家才知道中子擊碎鈾核，是取得原子能最妙的方法。而製造中子的原料是鐳和釷（即由鐳釷分裂以取得中子）所以

在上面消息露布之後，美國政府羅斯福總統，即於一九四一年二月二日，頒布禁止鐳輸出之命令，接着又於同年二月二十五日，頒布禁止鈾外輸命令，就是爲着想製造大量中子，以備擊碎原子核之需。但是中子這個東西，爲什麼又有這樣大的本領呢？且再聽我一一道來！

在上一講裏，已經說過中子是不帶電荷，質量等於一質子——即氫原子核——的細小微粒，它由本

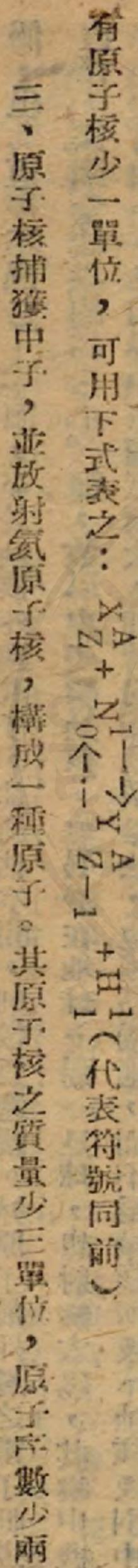
來的原子核射出之後，速度極大，極易衝破原子外圍之電子位壘，進入其他原子核，不像質子電子之帶電微粒，須具相當巨大能量，（因與其他電子或質子發生吸拒作用）才能衝破電子位壘。中子既易進入原子核中心，而原子核乃為中子及荷正電之質子之集合體，此種密集中子及質子之原子核，隨新中子之加入，其結構即起變動，或直接將中子吸入，構成為新原子核之一員。或驅出其他部份，而將原子核重新製造。據可靠之觀察結果，由中子射擊原子核，所引起的變化，不外下列三類：

一、原子核捕獲中子，構成被射擊物質之同位元素。換言之即原子核之電荷不變，其質量則增加一單位（即中子之重量）。這種變化、原子核雷放出 α 線，與下列之公式恰相適合：



。式中即表示當甲物質的原子加多（即捕獲）一中子時（中子只有一單位之質量，但無電荷。）構成了乙物質的原子較甲物質的原子多一單位，質量加1但電荷不變，惟同時放出 α 射線。

二、原子核捕獲中子，同時放射氦原子核，此種新原子，質量不變，但其原子序數（即電荷）較原有原子核少一單位，可用下式表之：



三、原子核捕獲中子，並放射氦原子核，構成一種原子。其原子核之質量少三單位，原子序數少兩單位（鈾二三八變成鈾二三五，就是屬於這種變化。）可用下式表之：

（代表符號同前）

這三種原子核的變化，大部份都放射正電子或負電子。電子放射具一定週期，雖中子之射擊中止，

其作用仍繼續存在，與自然界之放射物質相仿。在被中子射擊之各種已知元素中，最能引人注意的，是鈾元素。因為它的原子量最重，原子序數最大，原子核組織最複雜，其凝固的原子能亦最多。它本身具有高度的放射性，故較易擊破。而能較易獲得大量的原子能。但是中子射擊鈾核，也不是唾手可得的事，它是需要相當技巧的。因為鈾核在鈾原子中所佔的位置極小，鈾核算是在一切元素中最龐大笨重的一個，但其直徑不過 5×10^{-14} 厘米，至於鈾核外圍電子，其所佔空間，則較為遼闊。鈾原子最外層之電子軌道直徑，據測量結果約為 10^{-8} 厘米，故以中子擊鈾核，無異於在地球上踢一足球，想射擊太陽，其擊中機會，當屬極小。又因為中子速度極大，即使向着鈾核擊去，也極易飛過，而不為鈾核所吸（鈾核吸引中子，根據萬有引力原理，）所以一個條件，是要把中子的速度減低，使它容易接近鈾核，而不快快滑過，然後才易為鈾核所吸，以得擊中。但是怎樣才能使中子速度減低呢？必定先要把它的動能減低，因為

根據物理學動能的公式： $E = \frac{1}{2} M V^2$ 。可知E若減少，V也隨之而減。不過又怎樣減低中子的動能呢

？這裏又可以利用牛頓的反作用定律，以中子質量相仿的輕原子核與其衝撞，則中子之能量可大部傳遞於輕核，而減低其動能。譬如以中子射鉛板，因鉛核甚重，雖與中子衝撞，而不致多大減低其動能，故中子可射入半公尺厚。但以中子穿射石蠟片，因石蠟原子核頗輕，故足以吸收大量的中子動能，而減低其速度，使其射入只數厘米，即完全喪失其動能，而致停止。這種減低速度的中子，我們叫做「慢中子」。這種「慢中子」，在被射擊之原子核極近處停留較久，易於附著於原子核，使射中之或然率加大。故用中子射擊以引起原子核分裂時，有時在被射擊之原質內，混以輕核物質（最近通用重水或石墨粉。），俾原子核之蛻變，易於產生。不過有一種事實，我們要注意的，就是中子與中子本身，互相衝擊時，也可以互相減低速度，而變為慢中子。當速度較大中子，穿透鈾元素層，飛入附近空間；密度隨鈾核連

環分裂逐漸加大，所增加者因互相衝撞的結果，幾全部為慢中子。若慢中子逐漸增多，必至失其作用，而不能射擊鈾核分裂。故必須以一種物質，吸收此種剩餘的慢中子，使中子之產生，不致太快，亦不致太慢，而保持其正常的密度，並可使鈾核連環分裂作用不變其強度，保持其正常分裂狀態，且不致於驟然爆炸。這種吸收慢中子的物質，經阿特勒（Alder）和哈爾本（Hahn）的搜求，發現鎳吸收慢中子所用的時間較鈾核分裂放射中子所需之時間為小，同時吸收係數恆為常數，不因溫度變化發生變更（鎳亦具相同特性。）且其吸收之慢中子數目減少時，吸收作用亦隨之減少，而令慢中子增加。若慢中子數目增加，吸收作用隨之加大。使慢中子之數目減少；故極易達到一種平衡狀態；使放出與吸收之中子數目完全相同。這樣便可保持鈾核連續分裂不已。再有一件事情要知道的，就是要使中子增加擊中鈾核的機會，必定要把鈾核團團圍住在中子所射擊的地方，使它逃不出去，因為各鈾核的距離既相當巨大，中子與鈾核之衝撞機會極為稀少，只鈾元素層厚度較中子之平均自由路程為大時，鈾核與中子之衝撞始克開始，鈾核之分裂，始克產生。法科學柏零 F. Bohm，曾設想在一密度為四三之氧化鈾球體中心，置一中子源，計算該球體，因中子作用連環分裂時，所應具半徑，約為一米尺又三十釐。與此球體對應之氧化鈾質量，為四十噸。倘此球體外部，包以厚度為三十五釐之鐵殼或鉛殼，令一部份中子向內擴散，所需之氧化鈾質量可減至十二噸。如在氧化鈾內加適當之水，使中子變慢，球體半徑可減至六十五釐，氧化鈾十噸已足。如以鎳為中子源，以鈾二三五為鈾核原料，以重水或石墨為吸收中子之媒質，以輕核元素（如鎳、鉍等）為外殼，則球體之半徑，可減至二十釐以內，重量則在千磅左右，原子炸彈大約就是這樣裝置的一種東西。

原子炸彈最重要的原料，是中子和鈾二三五，中子的來源，是鎳和鈹，普通用鎳鹽和鈹的粉末混合，後者分解便生中子。產生中子的機器，叫做「原子衝擊機」或「中子發生器」。為羅倫士所發明（現

在又有一種衝擊原子的機器叫做「中子槍」(Neutron Gun)現在美國這種機器，有四十餘座，最大的一架在加里福尼亞洲的柏克萊 Berkeley 城的采特 Chabot 山上，這架衝擊機，有一萬萬伏特的高壓電，足以衝擊所不可見的電子，得到五千英哩的秒速，這些「加速度」的電子的貫穿能力，可以斷穿鋼鐵，有如刀切牛油一般，控制它必須在一百五十呎外的房間。現在原子彈上所用的原子衝擊器，配合着適當的鎘鹽和鈹粉，重量不過兩百磅。

鈾二三五的來源，是用散鈾 Uranium。內面除鈾二三五外，尚有鈾二三八和鈾二三九。鈾二三五只佔混合物中一百四十分之一，鈾二三八則佔百分之九十九、三，鈾二三五為中子所擊後很容易分裂為銀和氦。這銀和氦又產生一種力量，去分裂它們所遇到的其他鈾二三五原子。這樣繼續的活動下去，直到所有的鈾二三五都分裂成銀和氦為止。幸虧有鈾二三八存在，它是原子分裂道程中的一個搗蛋鬼，因為它非但不能像鈾二三五那樣活動去分裂另外的鈾原子，它反而將已分裂的鈾原子連結起來。這種鈾二三八，是一種抵銷原子，每一百四十一個原子中只有一個鈾二三五。這樣，當然鈾二三五的效能是極細微了。同時又因其餘的一百四十個鈾二三八的抵銷工作，這鈾二三五使毫無發揮它的漫無止境的連貫性的分裂力了。但是假使沒有鈾二三八的存在，或者它沒有抵銷性能，也許我們這整個世界，早已在第一次鈾二三五原子分裂力實驗成功的一刹那，已化為灰燼了。所以唯一阻止鈾二三五繼續分裂的方法，就是利用鈾二三八。鈾礦在世界上不多，產地也不普遍（但是在中國廣西境內倒發現了一些鈾礦。）所以價值很貴。美國為這次實驗原子彈用了廿萬萬美元（合仲中國法幣現值為四萬億餘元），也就可觀了。現在據原子彈的主要工作者波耳聲講，可以用鐵元素來代替鈾，可以節省許多的金錢並且節省了許多製選的時間因為鈾礦提出鈾元素，並不是一件易事，實在要費很煩複的手續。不過事實上，現在還是離不了用鈾，由鈾造成的彈藥重量不過十磅，連「中子發生器」共重也不過二百多磅比起「N.T」的炸彈，

是輕巧得多了。

現在我們對於原子彈的構造主要原理，大致已說明白了。但是它的實際製造方法因爲直到目前，還是一種軍事上的祕密，所以我們還是未能詳悉，不過據想像所得，它的結構，大概會是這樣：

彈的主要部份，是以鐵皮或鉛皮（或用錳鉍的合金）包裝金屬鈾和錒的混合粉末，做成彈身（或彈頭），而附以鑲鑿和敏粉的信管，即中子發生器。當原子彈由飛機中拋下目的地時，先在機內將信管裝配到彈身上，然後自動開放信管，使鑲鑿放出中子射入彈身內的鈾粉上，便發生分裂而有一連鎖轟炸，以致爆裂，大量的原子能，便奔放而出。如是發生各色的閃光，咆哮的聲音，高度的熱力，強度的電力，以及各種輻射線，而令周圍的物體，直接受到這些能力的影響，燬滅以至崩壞，并發生各種化學上的變化，如屬生物，則又發生生理上種種劇烈之變化。因爲原子彈不只是由它本身所發生的各種能力，可以摧毀一切，并且因爲它可以令附近的空氣分子發生作用：極端膨脹或壓縮，如是間接影響到距離相當遠的一切物體，感覺到極大的壓力或熱力，而受到相當劇烈的變化。所以當原子彈第一次在美國實驗的時候，有人距離炸彈爆裂中心數十里外，還受壓而震倒；百里外的建築物，其門窗玻璃也因受壓震動而破裂，這種空氣壓力，可以說是爲「空氣破片」所造成。說到這裏，我們又不妨把普通炸彈構成威力的條件說明一下，普通炸彈的構造，離不了三種重要部份，一是彈壳（或彈身），二是藏在彈壳內的彈藥，三是信管（或彈頭）。若要炸彈的威力大，第一個條件，要彈藥的爆炸力強，第二要彈壳厚而大，因爲這樣，它的破片才有力，炸的範圍才寬。第三就要信管的起爆藥靈敏，一着即炸。在原子彈未曾應用之前。爆炸力最強的是T·N·T一切強力炸彈都是用它。彈壳是一種合金，堅硬而易於裂爲鋒利之碎片，至於信管內的起爆藥，則多用雷汞。爲想炸彈發生大威力，所以盡量製造大而厚的彈壳，以容納巨量彈藥。但是彈壳越厚越大，便越笨重。飛機攜帶，就越感不便。所以舊式炸彈，彈壳的重量是有幾

麼的，太重就不能使用了。現在原子彈出世，彈藥用的是鈾二三五，其能力固然大過T。N。T。而其彈壳，雖然也不過是鉄和鉛（或錳）做的，但它并不是直接靠這種彈壳來摧毀目的物，而是利用其周圍的空氣，發生高熱和高壓成爲無數的「空氣塊」或「空氣片」（有時也相反而成爲真空）以摧毀目的物。即無異於以整個空氣爲彈壳，其厚自然無比，其大也就不可想像了。原子彈，威力之猛，這也是一個原因。

原子彈實際的製造方法，於此也可思之過半了。

閉講詞

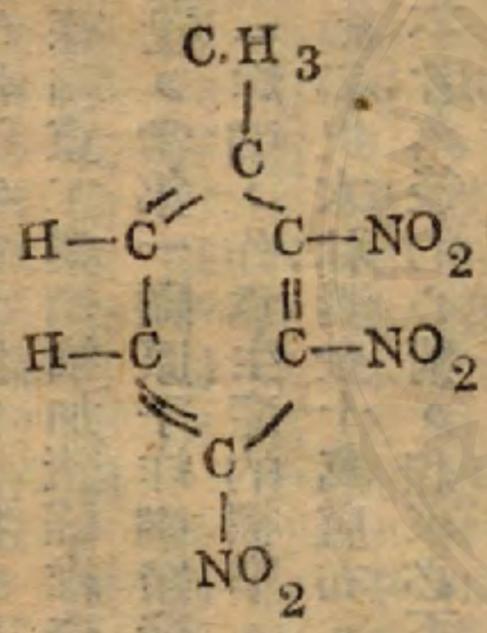
關於原子彈的製造原理及其方法，和它出世誕生的經過以及它所表現的面目和本領，我們知道的，僅是如此，再進一步的情形，我們就無從知道了。好在科學的進步，是一日千里絕不停的。科學的本身，就是真理，真理爲人人所共有，而不是爲某一部份人所私有。所以原子彈的製造，在今天或許是在軍事上是一種祕密，但在學術上則絕不是一種祕密；并且絕對不能祕密。因爲在大家研究追求之下，任何祕密，都是可以揭發的。信得過三五年間，原子能的應用就和現在的電力應用一樣，將成爲家喻戶曉的常識，原子彈將爲人所視爲極平常的東西。現在世界上的一些科學家，對於這種新工作，才是開始，此後的發展，當然是未可限量的。并且信得過，不只是揭發已有的舊祕密而已，必定還有其獨特的新發現。據說美國現在又已發明了比原子彈還利害的原子細菌。蘇聯已經發明了防禦原子彈的方法，並且他們自己也正在製造新原子彈。據說當五外長在倫敦舉行會議之際，蘇聯的原子科學家卡辟脫查（上文已介紹過），曾經以報告送達克林姆宮，說明防禦原子彈的方法，已告成功。主要防禦原子彈的方法，是利用宇宙線而使原子彈未達到目的物之前，先行自動爆炸。目前的防禦距離是九哩（一說是十二哩），但

是這距離將來可以加長。目前若干蘇聯工業中心，以及其他大城市，均已佈置了這種防禦。而各戰略要點週圍六〇至一〇〇哩之處，都已經配置了宇宙光機件。據說史達林已命令馬特茲柯率領廿四名德國原子科學家加工製造原子彈，并已命令蘇聯重工業領袖加蓋諾維奇，負責在兩年來製成新原子彈，六個月內完成對原子彈的防禦。另一個報告說，當第一顆原子炸彈爆發一月後，已經有好幾種原子炸彈交給蓋諾維奇檢驗，後來則決定以「第二號」炸彈，作為生產的標準。再有一個消息，說是蘇聯原子能科學家們德羅哈克，以發現鈾之自解方法而獲得史太林獎金十萬盧布。上述消息雖不確實，當然未敢遽予決定。但是蘇聯國家，對原子能的研究，不甘落後的心情，想來必不會是沒有的。原來原子彈的原理，是德國人發明，但是原子彈的製造，則是美國人的成功（許多科學上的發明都是如此）。現在英美國家還怕德國人再事復興，造成新式的原子彈，再來發動侵略戰爭，乃於這次大戰德國投降之後，若干德國科學家，尤其是核子物理學和核子化學家，押解到美國，名義上是作顧問，實際上却是監視他們，使他們不能為德國服務，轉而為美國效勞，至於我國目前專門研究原子能的科學家，則僅有留美學生王普一人，他曾於一九四四年在華盛頓和美國道地科學家羅伯特 Oppenheimer 共同研究原子能，并從事實驗。知道原子崩壞所產生之能，可以利用。他們曾經請求政府予以原子能應用於熱引擎及爆炸藥品的專利權。現在王氏已回國，居住北平，最近並聞中央已決定在北平設立「原子能研究所」，是則在中國也還有人參加這世界科學的競爭，不過我們還要多訓練些選手才是。

現在美國又在馬紹爾羣島作另一次新的原子彈試驗了（註二），不過為着人類的幸福，世界的安全，原子彈的時代，希望它趕快過去，應該把原子能應用到生產和建設方面。不久以前，聽說美國已經造成了一架原子能發動的汽車，但實際如何，無從得知，恐怕還只是一種宣傳，因為控制原子能的問題若還未能好好解決，則無從用之以為動力，若稍得解決，則不只發動汽車，一切的動力，都可以利用了。

又據去年（一九四六）倫敦每日見聞報稱：倫敦某公司，能做一高壓發電機，發生超又光，可變為正負電子，而成為各種原子，以產生某種物質。是則能力轉變為能力，又已得有證明。將來在人類中巧奪天工的事情，還多着咧！這樣說來，廿世紀現在正在中期，即已揭發宇宙之謎，而把物質和能力的質變突破，把宇宙最大的能力開發，這真是人類所夢想不到的事。然而事實俱在，不容懷疑，原子能大時代即將來臨，人類無窮幸福和澈底毀滅，都在這時由我們來決定。希望現代各國的政治家們，勿再鉤心鬥角拿科學來做侵略的工具，應該使一般科學家得以自由研究，為人類謀永久和平的幸福，為世界創造空前燦爛的文化。那麼炸廣島長崎的原子彈，一方面固然是促進了第二次世界大戰的結束，但一方面却啟發了廿世紀原子時代科學文明的開端。可咀咒的毀滅，過去了便由它去罷；值得歌頌的建設，出現就在不久的將來，我們大家黨要建設成功，應該學習愛因斯坦的成功要訣：工作遊戲和關起我們的嘴巴（註三）

（註一）T.N.T. 即 Trinitrotoluene 的簡寫，術名為三硝基甲綸又名黃色炸藥其方程式為 $C_6H_5 \cdot CH_3 \cdot (NO_2)_3$ 其構造式為：



T.N.T. 是第一次世界大戰時發明的威力最大的一種化學武器，一切猛烈爆炸藥，都

由它造成。

(註二)卅五年七月一日舊金山廣播比基尼珊瑚島訊比基尼島當地時間一日晨(即格林威治時間午後十時)試驗原子彈係由美國陸軍航空隊以B-29式超級空中堡壘投擲原子彈，轟炸試驗船艦七十三艘，原子彈係在目標上數百英尺上空爆炸者其火球及烟霧遠及十英里之高，海面水浪被激甚高，然後似一條河流傾斜而下，遮蓋該區域。當時有參觀試驗者四萬三千人，據此次試驗之領導者美海軍中將布蘭特宣稱，此次試驗甚為成功。

中央社記者宋德和隨美艦阿巴拉契安號比基尼島外七月一日專電：跋涉數千里鵝候數週之原子彈試驗觀衆，今日已見原子彈於遵照原定時間內發生爆炸，吾等係站於記者艦上觀看試驗，但爆炸發生時，離吾等座艦十八英里外之比基尼島及目標艦隻，均一無所見，吾人藉特製之黑眼鏡，先見首次閃光過處，猶如滿月自地平線起昇，即有龐大之白色蒸氣層在海面上空橘色火球周圍瀰漫四佈，而白色雲之高柱，立即射入空氣中，形成一龐然之草狀物，然後又消失於停留目標區上立之天然雲層中，爆炸聲到達十八英里外吾人耳際之時已過一百卅三秒鐘。天然雲層於數分鐘後，即告散失，此時僅見原子雲層之長柱草狀物該物邊際為白色，但中心則為灼熱之赤色，九分鐘後，見草狀柱之高度僅二萬四千英尺，遠不及以前三次之原子雲層，而其底層業已消失，因高空與底層處風向之不同，故草狀柱內之色澤變為橘色，而隨風向兩偏側。

美官方又在無線電中發表正式報告稱：受原子彈爆炸損害者，迄今有廿處，沉運艦二，傾覆驅艦三，重創美潛艇一及航艦獨立號一輕傷日式輕巡艦一，美重巡艦一，日主力艦長門號一，美主力艦希浦號及尼伏達號各一，美航艦薩拉多加號一油船一及登陸艦一。又

據稱：艦上所載之豬羊鼠類，已有豬羊十頭，鼠三百頭死亡，即備有十分之一被害。此次原子彈所引起之損害可分為四類，各類之性質均屬可怕，第一類為空中爆炸，此種爆炸可自外間突加可怕之壓力，使人體四週受壓或突成爲真空。第二類為水上爆炸，爆炸之威力，即傳入水中，可使海水沸騰。第三類為硬地爆炸，其威力傳於人類或目標物以站立之地面或其他物質上。第四類為放射爆炸，此乃起因於大量不可見光線之突然放射，予動物以致命之損傷。

中央社紐約六日路透電：白蘭第中將已訂廿五日在比基尼礁湖水中舉行第二枚原子彈試驗，將掀起一百英尺之浪潮，第二次全體演習，將於七月十九日舉行。

(註三) 愛因斯坦說假如 A 是代表成功，我可以說，成功要訣是可以公式 $A = X + Y + Z$ 表示的。X 是代表工作，Y 代表遊戲，但什麼是 Z 呢？那就是閉緊着你的嘴巴。

國立中央圖書館
館藏本

中華民國三十五年八月初版

原子彈講話

每冊定價國幣

外埠酌加郵運費匯費

著述者

莫一

庸

發行者

石玉

昆

印行者

邁進出版合作社

桂林市中心路一二九號之一

印刷所

建設印刷廠

桂林 桂東路

發行所

邁進出版合作社

經售處

各大書局

版權所有
翻印必究



9
36
23