

維格納等¹⁹²⁷著

原子能研究

新中國出版社發行



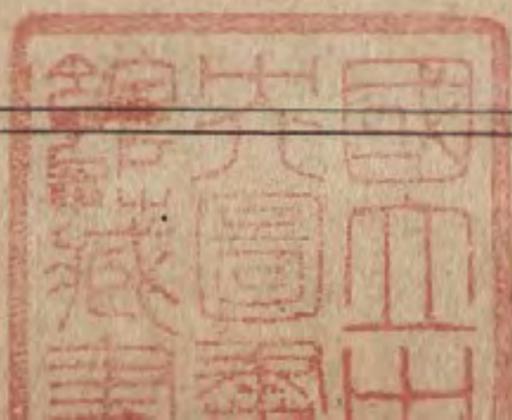
由國家圖書館數位化、典藏

原 子 能 研 究

維 格 納 等 著

新 中 國 出 版 社 發 行

民 國 三 十 七 年 一 月



原子能研究

(實售 元)

著者 維格納 等

譯者 賀光中 等

發行者 新中國出版社

南京白下路二七九號
電話二四五〇八號

印刷者 新中國出版社印刷廠

中華民國三十七年一月初版

原子能研究 目錄

緒言.....一

科學與文明.....三

原子時代之基本知識.....七

原子彈的威力.....一五

原子能與星辰.....二五

新動力.....三〇

新武器.....四〇

原子彈是無法防禦的.....四六

原子時代的空軍.....五三

95574
M1977

37
35

025115 4 2382

不宣而戰的新技術	六四
危機是怎樣迫切	七〇
原子武器競賽及另一途徑	七九
這一切是如何造成的	八九
檢查制度能否遏止原子軍備競爭	九八
原子能的國際管制	一〇四
出路	一二〇
存亡攸關	一二三

附

比基尼原子彈試驗報告

錄

本書原作者介紹

封面圖：比基尼島原子彈試驗爆炸情形。（參閱本書「比基尼原子彈試驗報告」）

緒言

A. H. Compton 著

人類之使用原子火力爲不可避免之事。科學和工藝之世界性的發展是社會進化的主要現象。原子能的釋放只是這進化中戲劇性的一階段。它是人類克服自然改造世界的計劃之一部分。

沒有人可以遏止原子時代的降臨。在當日的兩大壁壘中。一爲保護自己獨立而戰，一爲擴充勢力而戰，新能力將爲誰所獲得，頗引起人的焦慮。倘若新力量不幸落在後者的手中，全世界都有被征服的危險。自衛的動機激發科學家積極研究，使原子能的利用早一二十年實現。新火力便這樣落在審慎負責的同盟國手中。

廣島的炸毀使舉世警覺，知道戰爭若不廢除，更大的災難勢必降臨。但是除恐懼之外，原子能的利用還帶來改造人類生活的希望。橫在面前有兩條大路，任我們選擇：（一）以大公無私的立場，調整社會的現狀，使戰爭不再發生。（二）重蹈國民自衛的覆轍，走向衝突和災難之路。

人類對於上述兩條大路將選擇那一條趨勢雖已明顯，但是詳細辦法則尙有待許多問題的廓清。在我們制訂聰明的工業立法或計劃以前，必須先對原子能的真實可能性有正確的認識。原子能在軍事方面將有什麼供獻，在日常生活方面，將給人類什麼希望，保障世界安全的國際協議，其實際可能性又怎樣，都是立法計劃的先決問題。

本書目的即在解答上述諸問題。執筆諸人都是原子核能問題的專家，對於原子能的實際應用各有顯著的貢獻。他們都是原子能工業方面的領導者。討論原子能軍事效能的諸氏自開始便注意到原子彈的發展，直接考察其效能。討論其政治影響的諸氏對此問題都有多年的研究。

本書所舉關於原子能一國管制或國際管制的建議，雖只是建議者個人的意見，不一定代表全體的意見，但都是熟悉內幕的專家精思熟慮的結果。我們希望這些建議能幫助我們認識問題的各項，使我們明瞭各國都有犧牲一部分主權以謀問題的解決之必要。

原子能的適當處理，無疑的是人類所遭遇的空前重大問題。我們對於這本書將幫助找出一個智慧的答案，樹立永遠的和平，和改良人類的的生活，懷抱着莫大的希望。（賀光中譯）



科學與文明

N. Bohr 著

原子的崩離，可以發散出大量的能；此種由原子崩離而產生能的現象，乃是人類資源上的一個真正革命。這一革命使得每一個人的心頭，不禁想起一個問題：物理科學的進步，究竟會把文明導至何種境界？人類控制自然力一天天的精到，這對於人類的幸福，已經有無限的貢獻，在將來其貢獻甚而還要更大。然而，很明顯的，人類也盡其所能產生一個極端可怖的破壞力量，要是人類的社會不作一番調整工夫，使自己和當前的危急局面相適應，這個破壞力量可能成爲致命的威脅。人類文明所遭遇的挑戰，從來沒有像現在這麼嚴重的。人類的命運，將完全靠着它自己是否有能力攜手合作，避免他們所共有的危險，收穫科學進步所結的美果。

科學的起源，是經驗的累積以及經驗的系統化，經驗從生存競爭中得來，它使得我們的祖先把人類從其他蕃居在這地球上的動物中提升到現在的地位。在一個具有高度組織的社會裏面把各種工作分門別類，而科學研究的本身，就可以自成一種職業，甚而在這樣一個社會裏面，科學的發達和文明的進步，依然保有最密切的關係的。自然，實際的需要，依然是促使科學研究的一個動力，但是我們很難得說各種有功於文明的技術發展乃發端於爲學問而學問的研究而來。科學研究不知有國界之分，一個科學家所遺留的作品，別的科學家繼之研究，而且這個科學家常在世界的遙遠部份，原來科學家久已把他們自己看做兄弟一樣，同爲人類的理想攜手並進。

這許多事實在發明原子一事中顯得特別顯著，比在任何其他科學的領域中還要顯著。原子發明的影響是遍及全世界的，是牽涉到每一種實際的事物的。大家都知道，把物質分析到最後，其構成分子便是

原子，這一觀念的根源遠溯之於古代的思想家，他們要找到一點根據來解釋物質組成的規律，此種規律，由於自然現象的研究，更加顯得清楚，變化盡管多，規律依然有。文藝復興以後，科學進到一個極發達的時期，在物理學和化學中，原子理論的地位，漸漸變為重要，雖然在半世紀前大家還是公認我們的感官不夠精密，無法直接證明原子之存在；然而，現代的技術發明出許多極精緻的工具，得到這許多工具的幫助，實驗的技術也有了進展，不但過去的限制因此消除，甚而原子內部的結構，也有了極詳盡的報告。

科學家更發現，所有原子的全部數量幾乎都集中於一個核心，這一發現的影響最為普遍，這不但使我們明瞭化學元素之特殊穩定乃是由於原子核的不變（在普通的物理媒介之下），而且使我們開闢出一個研究的新田地；原子核的本身在特殊情形之下，可以造成崩離的現象。這種使元素根本變質的方法，在性質上和猛烈的程度上，根本與化學的反應不同。基於這許多方法的研究便引出一連貫的發現，最後大規模原子能的放射乃得呈現於我們的面前。這種進步乃是幾十年來的成就，這種成就，得力於國際的合作實在不少。全世界的物理學家可說已經混成一個小隊，要分別出在這小隊裏面各工作者的各別貢獻，乃是一件比以往更為困難的事。

這幾天來（本文係一九四五年八月上旬所寫，其時美國正在日本廣島長崎二處初試原子彈之威力——譯者註）在大家面前呈現出各種殘忍的現實，無異疑的這許多殘忍的現實使得許多人，都去想像那些恐怖的情景，這許多想像，自然有其可欽佩之點；然而，最要緊的還是把各種幻想來和我們所面對着的實際情勢作一比較。完成破壞的方法，並不如預測的那麼容易的，科學的研究明白的告訴我們要用原子核的崩離來產生富有蹂躪性的爆炸力，需要一番極辛苦和極精密的準備。這裏面牽涉到物質原子組織的變化。此種變化極為奧妙。威力之大量發揮乃基於研究所得之經驗，然而研究極精微的效果，祇有用最

精巧的儀器，才能看得見，所產生大量威力的驚人成就，事實上除掉盡最大的努力去研究外，還需要一個巨大的工程計劃，這個工程計劃，就是顯示近代工業發展的潛能。

在過去，每一個人都可以在自己的身旁拾一塊石塊保衛自己，我們現在不但和這一塊石塊保衛自己的時代離開得遠遠的，我們甚而已經能入一個連集體防衛的方法，都完全不够應用的時代。我們沒有辦法抵禦新的破壞力，現在的問題端在全世界是否能夠合作來防止那種無益於人類的能。要達到這一目的，國際的管制是需要的，然而產生新的凶猛武器需要一個偉大的和特殊的努力，同樣的國際的管制，也祇有用同樣偉大，同樣特殊的努力才能獲得，國際間的一切事業，除非定下規則來，總不免要發生不良的惡果。然而，事實是異常明顯的，如果科學的報導不完全公開，一切國際事業的國際監督不成立，國際管制是不能發生效果的。

目前大家爲了保障本國的利益，都覺得有豎立障礙物的必要了；然而，這些障礙物，却妨礙了共公的安全，它是不能抵禦這空前的危險的。所以要科學的報導完全公開，國際事業的國際監督成立，取消這些爲保衛本國利益而有礙於全體安全的障礙物，實有其必要。自然，處置目前的危局，需要所有國家的善意；然而，我們一定要承認我們現在是正在對付一個足以致文明於死地的打擊。世界各國都一致表示世界安全的需要，然而，要是他們不能合作在一起，他們是不能夠保衛人類的基本權利的。因此，現在大家應該憑着最大的熱忱去覓取足以達成世界安全的鞏固基礎，除此辦法外，應付目前的危局似乎不能夠再想出一個另外更好的辦法了。這件事非常重要，如果大家能夠在這件事上，獲得意見的一致，那末，一定有貢獻於彼此的相互信任，以及彼此的和諧相處，然而，此種貢獻的限度，也很難給它一個過份的估計。

擺在我們前面的是一件極偉大的工作，在這件工作上，這一時代的人，對其後代兒孫負有極大的責

任，在這件工作上，全世界的科學家都得貢獻其最有價值的勞力，不但科學的相互構通可以使各不同國家的個人聯繫在一起，而且整個的科學界都必將以其最大之努力，使得更多的人都能充分地了解目前的危機，以其最大之努力訴之於人道，使之注意於大家已經提出的警告。科學家已經奠定科學新發展的基礎，足以使人類文化自由發展的文明狀態，應該盡力保持。科學家已經參加了使此種文明狀態得以保持的決定性工作，這種科學家祇要有機會總是準備協助，解決目前人生所遭遇的厄難，幾世紀來科學始終維護着一種理想，人生便值得那麼一種理想的。（邵鼎勛譯）



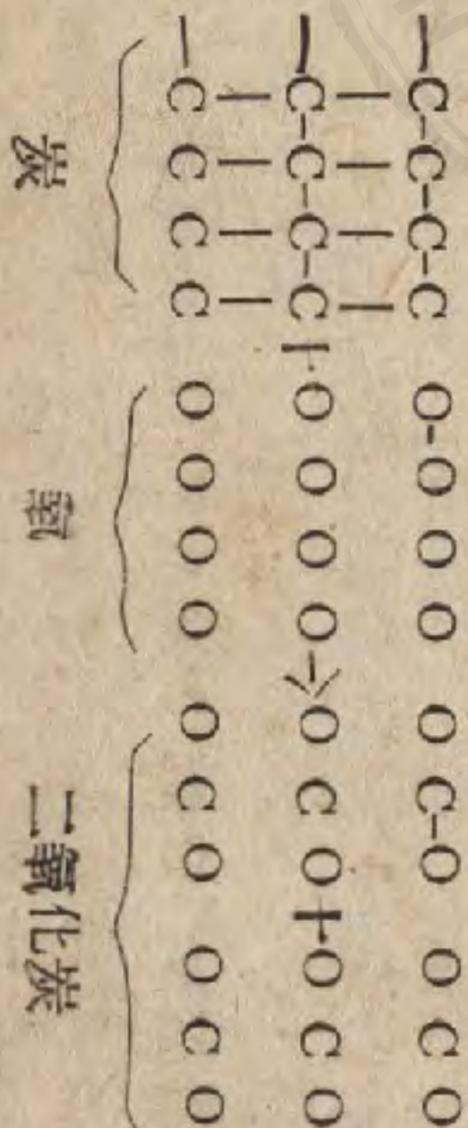
原子時代之基本知識

E. P. Wigner 著

設計製造一具蒸氣機和配備一種炸藥，雖不是人人所能的事，但是應用的理論和事實，却為人所熟悉。本篇目的在灌輸一些關於原子的基本知識，不在敘述任何製造原子彈的工程學理。今日原子爆炸物對於國際關係的影響，比普通炸藥深刻。在最近的將來，原子能可能成為世界一切動力的源泉。那時有關原子能的知識也會普遍成為常識。即在目前，我們對這些事實如能有更親切的認識，也可以幫助我們對內政外交各問題樹立較妥當的見解。

原子反應與普通化學變化

首先應該檢討的是原子能的特性問題。燃燒一磅煤所放出的熱可以使七百磅水的溫度升至華氏表十八度，而燃燒一磅鈾則能使二十萬萬磅水升至同等溫度。若以鈾與同量的硝化甘油來比，後者燃燒所放出的能量變為熱後只能使一五〇磅水升至同等溫度，威力如此懸殊。原子作用歷程是否和普通化學作用根本不同？答案是：普通化學作用只改變原子的排列，不影響原子本身，至於原子作用，則改變原子本身。如煤在空氣中吸收氧氣而燃燒，煤中炭原子的排列拆散，與氧氣合成另外一種新結合，即二氧化碳是。我們用 C 表炭原子，用 O 表氧原子，煤燃的變化便可以寫成



上面的化學變化只變更原子的排列，不變更原子的數目。即是變化只把炭原子從結晶中拉出來使和氧原子結合而已。

若改燒炸藥硝化甘油，所不同的只是煤需要空氣中的氧以助燃，而硝化甘油則已具備所需要的成分，無須他物助燃。

原子作用就完全是另一回事了。它是本身的變化。原子彈的爆炸可以用鈾 $235 \rightarrow 141$ 的公式來表示。這就是說：鈾已遞變為碘和鉍，一種極稀有的元素（鈾亦可以變為其他成對的元素）。原子爆炸可以說和普通化學作用絕對相反。中古世紀的煉金術士枉費幾百年心血，追求元素的遞變，毫無結果，於是製出元素不變原理，現在這原理又被新原子學所否定了。

以上所講的，當然不能說明原子能為什麼大於普通化學作用，原子能來源之問題，雖最前進的科學家亦茫然不得其解。

愛因斯坦的著名公式 $E=mc^2$ （能量E等於質量乘光速的平方）告訴我們原子彈爆炸後所放出的能量等於鈾二三五的質量減去碘和鉍的質量，再乘光速的平方。這是由基本關係推出的一條極有用的法則。不過這個公式沒有說明為什麼鈾二三五的質量比碘和鉍相加的質量要大約千分之一。一般地講，當基本性質起了重大變化時，如一個元素遞變為另一個或兩個元素，我們認為應該有能量產生，而這能量當然比僅影響原子排列的普通化學變化所產生的能量來得多。我們目前只有這個解釋。

愛因斯坦的公式告訴我們在任何作用中，所有參加作用的原子質量如已知，放出的能量便極易推算。例如鈾遞變為氙時，放出的能量要比原子彈所放出的大七倍（原子彈的作用為分裂作用）。同時這個公式又指示所有作用中力量最大的要算最後沒有遺物存在的毀滅作用。其公式為： $C \rightarrow$

這事我們以後還要提到，但是現在就可聲明，能衡量的毀滅作用，目前只是科學家的夢想而已。

還有其他常見的原子作用，就是輻射。自然界的重元素如鈾、釷等，和一些人造元素都有這種現象。例如碘和鈷是穩定元素，但是由鈾分裂產生的碘和鈷，便有放射性。有放射性原子射出其中一部份物質後，變成另一種元素，有時有 γ 綫夾雜於放射質點中，此種射綫與 α 射綫相像，但輻射能更強，貫穿力更大。

這些放射質點和射綫前進的速度，係由原子內部原子核律決定。它不受外界溫度壓力的影響。我們平常所用的半化期（Half-life）就是某物質蛻變到一半所需要的時間，到半化期之末，所餘物質為原來的一半，到了四個半化期之末，所餘物質就只有原來四分之一，餘類推。

同位素和同位素的分離

普通化學和原子作用還有不同的地方，值得我們一提，這和同位素的現象很有連帶關係。同位素都是不同形的同一元素。因為普通化學作用完全相同，所以同位素是否能從同位素混合中分離提出，很久不能解決。

因為同位素只是同一元素的不同形態，所以化學符號完全一樣。其差別在質量不同。如鈾二三五是鈾的一種同位素。而鈾二三八又是另一較重同位素。因為他們的普通作用完全相同，所以化學特徵無分別的必要。譬如所有同位素的燃燒就都是一樣。

原子作用便不如是。同位素原子作用的不同，一如不同元素化學作用的不同。舉例言，鈾二三五很容易發生原子作用而鈾二三八便很難發生這種作用，所以鈾二三八不能用以製造原子彈。

我們這裏應該注意同位素分離的重要和困難。譬如我們需要一種特別活潑的物質，便須於許多同位素中下一番選擇工夫，——鈾二三五就是這樣選擇出來的活潑物質。但是我們如要把鈾二三五從普通鈾

中分離出來，那便極其困難了，正像從煤和泥土的混合物中，把泥土洗去，而煤不被沖掉一樣。

爲什麼原子作用從前未被發現？

原子作用既能釋放巨大能量，這事何以早未發現？日常生活中原子作用何以不甚明顯？

磷一當我們想燃燒煤時，必須先將煤的溫度提升至幾百度。在着火點下的燃燒即使在進行也不容易察覺。原子作用所釋放的能量既超出煤所釋放的遠甚，自然需要極大的預熱來引發。地球資源有限，不能供給偌大的需要，但是太陽和星辰核心中就有能引起原子作用的高溫度，而太陽幅射的源泉也就是原子能。地球上的能量既全來自太陽的幅射，我們可以說原子能是生命的基礎，也是一切能的來源。

磷一類的元素，着火所需預熱極低，所以火柴只須一擦，便能着火。但是火之所以很晚才被人類發現，原因在大自然中極少未經化合的磷。即使本來存在少許，也應在人類未發現前早已燒光。

中子可以視爲一種原子序數是零的元素。它在普通溫度之下可以和任何一種元素發生作用。中子爲英國物理學家查德威克發現只是最近的事（一九三二）。中子之所以稀少，正和磷一樣。它很容易和其它元素發生作用，所以偶爾發生後很快便消逝，大自然中也就不容易見到它的蹤跡。

以上便是我們過去不知有原子作用，直至最近能大規模地引發後，才略有所知的原故。中子活動力極大，只要和其它原子接觸，便起作用而消逝。至於不牽涉中子的原子作用，那必須有極高的溫度始能引發。

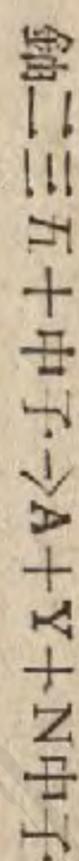
連鎖作用

在一九三九年以前，大多數物理學家，基於上面所述的事實，都認爲原子能（嚴格地講是原子核能）的利用是一件很渺茫的事，因爲中子產生後立即被其它元素吸收去。而欲用 α 爲方法引發原子作用，

只有利用寒冷系統中的熱速質點之一法。這種速質點或為放射質的產品，或為磁性加速儀或樊德格拉夫發電機等複雜儀器所產生。

一九三九年德國科學家哈恩和斯特拉斯曼發現一種用中子引起而能在平常溫度之下進行的原子作用。這作用和平常用中子引起的一樣，就是中子被吸收，但也有不同處，就是本身產生中子。

產生的中子假使比吸收的中子多，那末，這作用不但能於普通溫度之下進行，並可成為中子的源泉。哈恩和斯特拉斯曼所發現的就是所謂分裂過程，公式如下：



共式中N代表每次分裂所產生的中子數，I和Y稱為分裂「碎片」，因為是鈾二三五分裂所產生的。鈾二三五不但能分裂成I和Y，並能分裂成許多對其它元素。

上列作用中的要點，就是N比一大。實際上N大約是二。現在我們如果有一塊鈾二三五或一塊任何其它吸收中子分裂的分裂原質，我們能以兩種方法加以利用。

原子彈

拿一塊鈾二三五或任何其它分裂原質，我們可以加入一個中子。這中子將和鈾發生作用而產生兩個中子。這兩個中子將再和鈾發生作用而產生四個中子。依此類推，第三次作用產生八個中子。第四次十六個，第十次一千多個，第二十次一百萬個，第三十次十萬萬個。每次中子引起的的作用供給下一次的子，每次的中子總數為上次之一倍，這樣一直到所有的鈾都變成碎片和中子為止。這便是原子彈，而鈾的變成碎片和中子也就是原子彈的爆炸。

原子作用所產生的碎片有等於溫度一萬萬萬度的速度。鈾二三五分裂所生出的能足以使直徑大於半

英哩之空氣球的溫度提升至水沸點。實際上，爆炸所產生的破壞，將超出這氣球的範圍。

原子彈內中子的生命週期只有十萬萬分之一秒，而上述之整個過程只需要一百萬分之一秒便能完成。製造原子彈的主要困難在雖釋放龐大的能量但仍須保持鈾二三五之塊狀不令分裂。同時做到所有中子都被鈾吸收的一點。

中子發生器

第二種利用分裂原質的方法是先讓中子數目增加至某預定程度，然後停止是項增加。停止中子增加的方法很多。舉例言，可以加入一種能吸收新生中子之一半的物質，這樣每次只有一半中子能引起鈾二三五的分裂。每次中子數既較鈾原子分裂數大兩倍，每次淨得中子數將永不變。換言之，分裂作用的速率無論快慢，將恆常不變。至於快慢則將取於停止中子增加之預定程度。實際上，停止增加的預定程度很低，所以鈾二三五極微量的用掉也需要幾個星期，這和原子彈的一千萬分之一秒便有天淵之差了。

這樣地進行連鎖作用將有兩項效應：（一）速率恆常不變的分裂過程能產生可以供給有用目的之熱能。（二）無論我們用那種元素吸收中子，總有中子待其吸收。

第二項的重要不減於第一項。大多數原子核於吸收一中子後便獲得放射性，因此每一鈾二三五原子的消耗將產生一放射原子。我們既能用九十二種元素之任何一種來吸收多餘的中子而操縱連鎖作用，那末就造出許多種不同的有放射性原子。這點很能顯示中子之寶貴：每一個中子都能引起原子作用，使任何原子或中子變成有放射性的原子。正是這樣，所以我們應該避免浪費鈾二三五去製造原子彈，因為鈾二三五所能產生的中子都因爆炸而喪失無餘。

製鎂廠

以上二節都含有極重要之假定，就是製造原子彈或中子發生器必須先有大批可分裂的原質。當然，我們可以把鈾的兩個同位素分開，提出純鈾二三五。但這很不經濟。如果我們可以應用天然的鈾（即鈾二三五和二三八的混合物），整個程序費用便要便宜得多。

我們固然可以用鈾二三八阻止中子數的增加，但這無異決定以鈾二三八為吸收中子的元素。那末，我們所有的不是一個中子發生器而是中子發生器和中子消耗器的組合。鈾二三五是中子的源泉，鈾二三八是中子的歸宿。那末，除掉作用所產生的能量外，應無其它收穫。而實際並不如此。因為鈾二三八吸收中子產生一種新物質鈾二三九，它經過自動放射後，衰變為另一新元素鎂。鎂也可以分裂，所以可用於原子彈中，也可用於另一中子發生器中。這樣看來，鈾二三八和鈾二三五的混合在一起，使我們不得不採用鈾二三八為中子吸收物並不是一件不幸的事。

以上所述的製鎂廠是一座非常的工廠，它製造鎂，同時也產生能量。這能量便是 $\frac{1}{2} \times 10^{10}$ 瓦。過程中同類產生中子的分裂過程中所生的。

華盛頓的製鎂廠是人類大規模製造新元素的具體表現。製鎂所需成本比用同位素分離法製鈾二三五的成本低廉得多，何況更有分裂過程所產生的能量未計算在內。在很近的將來，我們可能製造無限量的鎂，足夠製大量原子彈之用，或用於其它和平有益之途。毫厘千里，選擇須要慎重。

天然鈾雖能使起連鎖作用，但不能爆炸。原因在中子倍增的速度不夠。鈾二三八自動地控制連鎖作用，吸收中子，以致中子總數不能增加。實際上，要想使中子數略有增加或甚至使不減少，還須施以種種技巧。技巧中最重要莫過於緩和中子的速度，使從分裂時的高速度回返到原值的小分數，（從每秒

鐘一萬英哩的速度回到每秒鐘一英哩的速度)。但雖用盡技巧，亦不能使天然鈾系統中的中子倍增獲得製造原子彈所需要的速度。

其它原子作用

由於上面原子物理學的考察，我們可以窺見其它原子作用的實現。最爲人所知的是：(一)釷同位素(^{232}Th)間的作用。和(二)毀滅作用。它們比分裂作用所產生的能量要多——毀滅作用所產生的能量較分裂作用所產生者不止十倍。這兩種作用的將來如何？不太重要。分裂作用雖能大規模地供我們利用，我們不相信在很近的將來有其它原子作用可以利用。有人建議利用分裂作用產生高溫度，以引發其它作用一如用磷火引發其它物質燃燒一樣。有人建議用分裂炸彈使大氣或海洋燃燒。但是目前無須恐懼，大氣的燃燒不過是拙笨的妄想而已。至於毀滅作用，目前實驗室中還極少發現，甚至尙未發現。當然，我們要謹防過於保守，免踏過去譏笑鈾連鎖作用者的覆轍。但我們須注意在性質根本不同之原子作用發現前很可能有威力相等之其它(如生物學上之)新發現。

我們是否因其它作用希望微小而感覺歉然？這大可不必。目前現成來源極富豐，足以供給我們所需要的能量，無須再向其它更豐富的來源尋求。目前的來源能滿足任何合理的——和若干不合理的——能量需要。(賀光中譯)

原子彈的威力

P. Morrison 著

一椽小小木頭蓋的房子，門是開着的，像是一個教堂市場上的貨攤。我們坐在這間小房子裏面靜聽一個日本參謀少校的報告。這個參謀少校是從東京派來的。環繞在我們四周的大地是一片漆黑；戶內海邊上的九月，樹上的樹葉，是掉得赤裸裸了。美國陸軍考察團的先遣部隊來到了廣島研究原子彈投下後的威力。在第五軍老總司令部的礮台地面上，碎石子裏面，當地長官爲我們準備好一個談話會，這裏我們會見了一些人，他們是親眼見過第一個原子彈丟下後所造成的災難的。那個少校很年輕，而且很嚴肅。他說得很慢，小心翼翼地像希望別人能替他好好地翻譯，清楚地，瞭解他所說的話。他所描述的那個故事是有一聽的價值的，這是一個原子彈第一次擊潰一個國家機構的故事。

八月六日那天是星期一。時間大約是早晨七點一刻。日本的預行警報網發覺敵機有向本洲南部進擊的一樣，它的目標無異疑的是戶內海之港。警報發出後，許多城市的廣播都停止了。其中廣島便是一個。進襲的飛機飛近了海岸，飛得很高。將近八點鐘的時候，防空人員多判定敵機的數目很少——或者不到三架——於是空襲警報發出了。廣播電台照例的警告全國老百姓，叫大家如果超級堡壘真的在天空中發現，最好還是躲避到隱僻的地方去好。然而除掉幾架偵察機之外，始終沒有見到敵機的影子，八點十六分，日本廣播公司東京區管制人員發現廣島站已經被炸，他想用另外的一個電話線恢復廣播，但是終告失敗。二十分鐘以後，東京的鐵路電報中心站也發現廣島以北的電報主線失去作用，從廣島城十哩內的小火車站發來一個報告，說是廣島發生極可怕的爆炸，這報告是非官方的而且很模糊。參謀總部防空司令部從各方面接到了這許多報告；軍方迭次招呼廣島要塞的軍用無線電台，但是始終沒有答覆。廣島

確已發生了什麼事情。於是司令部的人便弄得莫明其妙；他們明知道並沒有大隊的敵機臨空，他們也明知道那時在廣島並沒有很大的炸藥庫。

參謀本部召見那個年青的少校，叫他立刻架着軍用機飛往廣島，降落視察受災情形，並且攜帶可靠的消息飛回東京報告。防空司令部總覺得不會有嚴重的事情發生。一九四五年八月的日本，大家似乎都有些神經失常，各方傳來幾個正確的報告，便掀起一片可怖的謠言。少校到達飛機場，架着飛機離開了地面，向南飛行。飛了三個鐘點，距廣島還有一百哩。少校和駕駛員看見一大片烟雲，從南方起來。原來在一個明朗的下午，廣島正在焚燒。少校的飛機進了廣島上空，他們抱着一顆將信將疑的心，在城的上空繞了一個圈子。他們看見一塊很大的峭壁還在燃燒，這就是廣島城熱鬧中心區所留下來的僅有遺物。他們飛過一片軍事地帶，想降落下來，但是下面的設備已經完全炸得精光了。飛機場變成一片荒涼。廣島城以南三十哩的地帶是吳港，這是一個極大的海軍基地，可是早已經被美國的海軍艦隊轟燬了。少校就在吳港的飛機場降落，他極受當地海軍官員的歡迎，因為他是第一個從東京派來擔任救助的任務的官方代表。吳港的海軍人員親眼看見廣島的爆炸。各水手們的貨車曾派去援助那個遭罹奇災的廣島城。但是因為道路被可怕的火焰阻塞了，水手們不能不退了回來。有幾個難民從城北倉惶逃出。他們的衣服和皮膚都被燒焦了。他們口述爆炸的故事：爆炸的激烈程度是不可思議的，這故事是帶有幾分歇斯的里亞性的。他們說：街道上括着大風；頹垣瓦礫和尸體到處都是。每一個逃生的人都覺得這一次的大爆炸祇是一枚炸彈造成的，這一枚炸彈，似乎一直命中了他們的房子。參謀少校聽了之後，似乎有一個最艱難的責任，落在他的身上。他組織了大約二千名的水手，分爲幾隊，向廣島城進發。他們到達廣島的時候，天已傍晚。他們是進入廣島城的第一隊救護人員。

少校忙了幾天的工夫。鐵路綫修復了，他把逃出來的人一直向北運送。廣島以北四十哩的地方是濱

田，這裏有一個規模宏大的海軍醫院，廣島炸後的第一部火車，就是從濱田開來的。濱田的海軍醫院立刻擠滿了病人，凡是可以移動的供給品也完全用盡，於是火車又把受傷的人再向北運。直至沿途各地的醫藥材料完全用盡為止。有許多難民要在火車裏面坐了二十四個鐘點，才得到達一個有醫藥設備的地方。東京幾乎動員了幾百哩以外的醫院，在廣島設立傷兵治療處。一架飛機一個炸彈竟把四百萬住民的廣島城化爲日本戰時經濟的特殊地點；廣島城要消費多多少少的綑帶，需要多多少少的醫生；然而，從廣島運出來的祇是一些燒壞了的人，一些斷腿拆臂的人。廣島它的爆炸故事使得日本島上其他城市爲之喪胆。

在毀滅市鎮的科學中，各專家發明了一個概念；這個概念最能描述廣島的災難，同時也最能描述任何一個城市經歷原子彈轟炸的災難。這概念就是飽和的觀念，飽和的意義，非常簡單；假使你打一個人或者襲擊一個城市，你的對方一定保衛他自己。他也要打你，他也要向你投擲碎片，他會去撲滅火焰，他會去救護受傷的人，他會去修復房子，他會在露天的機器上蓋上一層雨布。你打他打得愈凶，他保衛他自己也保衛得愈利害。但是假使你用壓倒的力量一舉而把他擊垮，他就沒有辦法保衛他自己。他被打暈了。當砲台盡忙着發放高射砲的時候，當救火人員正在忙着救火的時候，你的攻擊或者可以再加激烈些，沒有什麼損害；因爲他正在盡力搶救自己，他沒有辦法用更大的力量來抵抗更大的損害，於是保衛便達到了飽和點。

原子彈是一件使保衛達到飽和的優良武器。它的爆炸範圍，極爲廣大，它要毀滅的對象可以毀滅得毫無遺留，它的襲擊，可以供敵人沒有時間作準備；因此，它的力量是壓倒的，防禦是不可能的。廣島有卅三個現代化的救火站，但其中有廿七個被原子彈炸得毫無用處。四分之三的救火員，或則被炸死，或則被炸受重傷。在同一時間裏面，受災的地帶差不多有百千處起火。這麼許多火頭怎麼能控制得住呢

？在一分鐘裏面，差不多有幾十萬人同時受傷。管理公共衛生的醫藥人員，在他自己的屋底下葬送了性命。助手被炸死，助手的助手也被炸死。軍隊的指揮官，他的副官，他的副官的副官，以及參謀部的任何一員，都一起被炸死。二百九十八位已經登記的醫生祇有三十個還有力量去看護還沒有被炸死的人。將近二千四百個護士和侍者中，祇有七百個是在準備做炸後工作的。這樣，受傷的人怎能受到好好的看護呢？怎麼能作有秩序的撤退呢？供給城中心區的電力分站被炸毀了，鐵路被斬斷了，火車站擊得粉碎而且燒毀了。電話和電報總局也被炸得殘破不堪，城裏的醫院祇留下一個，其餘都被損毀得很慘，但就是這一個，也不能遮避風雨，——縱然鋼骨水泥是依然矗立着的——沒有屋頂，沒有隔板，沒有窗門。外城各區好像沒有什麼損失，但是那裏的老百姓已經沒有力量營救別人，他們缺少領導，缺少組織，缺少食糧和住所。超級堡壘曾經把許許多多的日本城市炸成一片荒涼，在超級堡壘的驚人空襲下，日本防禦早經證明其不夠；但在原子彈的威力下，日本的防禦則到了完全飽和的程度。直到第二枚原子彈投下長崎時，日本的救護組織更加表現得不行，大家簡直就放棄不幹了。

一個廣島的官員向炸後的廣島城揮着手說：「這一切的一切都是一個炸彈炸掉的！真受不了。」我們瞭解他的意思。過去，超級堡壘從馬里亞納羣島揚威於日本上空，也會在所有的日本城市上散下了一把火焰。但在那時候，至少總還有一個警報。當政府宣佈空襲正在進行時，那天晚上的大板住民雖然過着地獄的生活，但你在名古屋却可以安安穩穩地睡覺。因為一千架轟炸機的空襲是隱蔽不了的，空襲的形式總是那末一套。每一天每一個城市總有幾架美國飛機光臨；這許多飛機，有的是攝照片的，有的是測量氣候的，有的甚而是故意騷擾騷擾的，從來沒有用一架飛機來毀滅一個城市的情形。然而，現在情形却大大地不同了，任何一架飛機的來臨，都可以使整個的城市化成灰燼。現在每一城市都得日以繼夜的放出空襲警報，飛機到達禮帳上空，遠在千里處的馬關居民，即就必須戒備，即使祇有一架飛機，也

同樣要戒備。這確是受不了的。

假使戰爭再度來臨，這一定是一次原子彈。在這次原子戰爭中連放警報的機會都要沒有。祇要一枚炸彈就可以毀滅像印第安那波里 (Indianapolis) 這麼大的城市，或者像下麥赫登 (Lower Manhattan) 電報山 (Telegraph Hill) 馬里納 (Marina) 海得公園 (H. de Park) 和南岸 (South Shore) 這麼大的城市。飛機載來了炸彈，炸成無數處的火焰，而且是傾刻之間的，像這樣的一種情形，有什麼方法可以防衛呢？要消滅飛行中的炸彈方法，自然很多，但沒有百分之一個是有效的，就是一個炸彈所造成的結果，我們也很艱難揣摩。在新墨西哥荒地上試驗時，我們曾經見到過，我們也曾經想像過，並且估計過一個城市所蒙受的損失。不過以往都是試驗，在廣島和長崎的地面上，這纔是第一次證明原子彈的威力。

廣島的建築和街道，美國人是很生疏的。毀壞的情形雖也攝成照片，但是我們所感覺到的，依然非常抽象，而且太遙遠。但是假使我們能夠設想，這個原子彈是落在美國人民所熟知的城市上的，我們對於炸後情景的瞭解自然比較清楚，比較正確。我在廣島親眼見到過許多可怕的情景，同時也聽到過許多可怕的情景。我將以一個美國城市為例重新描述一遍。不過，我所說的，決沒有過份的地方，請大家不要不相信。我所描述的故事是相當保守的，沒有把原子彈的威力故意加上一點。我祇是描寫一個原子彈的威力，但是假使原子戰爭一旦爆發，原子彈可能有廿個投下來。你們的城市，也是一個投擲原子彈的目標。

新澤西的海邊，預行警報塔發出了警告，說是有敵機進襲模樣。警報放過了，時間是十二點零七分。來襲的究竟是什麼東西，工作人員莫明其妙。電話電報網一概停頓了，他們顯得非常焦急。幾分鐘以後，他們接到戰地廣播公司的一個模糊報告，才知道是怎麼一會事。其中有一個人挪着照相機跑到外面，他在正午的太陽光底下，向北眺望一縷極大的烟雲，他曉得這縷烟雲是一定要起來的。整天的括着西

北風。有一件事是非常有趣的：載着播音的那一段雲也在報告首次空襲的防空裝備上飄過，站上輻射表的記錄表示：輻射綫的分量並沒有礙處，但在照像軟片上已經蓋上一層濃霧。

空中爆炸的高度大約是半哩。剛剛在靠近格雷姆賽公園（Gramercy）第三弄（Third Avenue）和東第二十六條街（East 26th Street）之角上。顯然的，這次轟炸並沒有已經選擇好的特殊目標，不過是炸麥赫登和它的住民而已。火焰把在戶外的紐約人都嚇得跳了起來，從康納島（Cohen Island）起至范柯蘭公園（Van Cortlandt Park）止。在同一分鐘裏面，爆炸震動了整個的城市，幾百萬人民都能隱約地知道所發生的是什麼事情。

靠近爆炸區的地方是不可思議的，從河的西岸至第七弄，從方街區之南以至第三十條街的中間，所有街道都充滿了已死和將死的人。坐在公園靠近椅上的老人，並不曉得發生了什麼事情，他們朝向炸彈的一邊大半燒成焦黑。在這一區裏面男人的衣服定被燒破了，婦女的顏色是紅得可怕，她們那被燒得漆黑，急急忙忙奔回家吃午飯的小孩子，也都被燒死了。無數的磚瓦以及赭色的石級在兩河之間，密層層的砌成一堆，搖搖欲墮。欄杆，走廊都翻倒在街上，玻璃窗隨風搖擺，時而進時而出。泥灰把房客散得滿頭。舊地板和樓梯在一陣巨風下完全不見了，餘下來的祇有幾堵大牆來做家的標記。距離爆炸較近的地方，一點東西沒有留下來。五層樓的老磚屋，其間的許多街道上塞滿了碎石子，沒有辦法跑得過去。在房子已經炸去的基地上堆滿了炸後的殘物——活着的人的貨物。這一大堆是毫無用處的東西，從這一大堆上還冒出一縷縷的白烟。火焰到處都是，火焰舐着毫無用處的殘物，徒使受傷的難民感到一陣一陣的傷心，提不起脚跟來逃避，徒使救護團的工作格外緩慢，他幾乎是暈倒了。

高層的建築物比較還能站得住。從第十四條街直到中區，所有的高層的站一起，都被炸得零零落落。踏級飛光了；脆弱的地板，舊花樣的欄杆都倒在下面的街道上。祇有鋼骨架子大部份還是完整的。靠

近第二十三條街的房子，甚而主要的架子也沒有了。直立的柱子已經歪曲了，但還留在鋼骨上，就是在這裏，生命的損失已經相當的可觀。一列火車以最快的速率向北翻倒，翻倒在第二十條街第二弄上。全城的火焰似乎在殘破的物件上開始焚燒，幾個鋼骨水泥的汽車間和倉庫，直立在道旁，但是一陣大風括過，把內部也弄得殘破不堪。繼之而來的是火焰，火焰常常能完成這件工作。

大的建築並沒有被毀滅，因為它們沒有一個是接近爆炸區的。但是，他們並不是沒有一點損害。那個高聳着的市塔（*Market Colliery Tower*）就是受損害最凶的一個。鋼骨部份一直到頂頭都沒有受損傷，雖然它已歪曲得非常利害。第十層樓的牆已全部倒在街上。從第十六層樓以上的內部隔板，全部沒有了。甚而地板也不在。祇留下第二十層樓蜂窠狀的一部份建築。後來聽說有五十多個人想盡力從斷片中爬下來。根據路易斯醫院（*St. Louis*）的紀錄，有十八個是受輻射熱死的。當炸彈爆炸時他們都在這座房子的高層上。在第十層樓以下的人大致上並沒受到致命傷。他們即使有傷處，也是被玻璃碎片所弄破的。住在房子南邊的人，有幾百個是受輻射熱死的，死的時候是在二三個禮拜以後。在他們之中有一個著名的航空機械師，他站在第一層樓的南邊，一根鋼樑後面，靠近窗門。在炸彈爆炸時，他曾竭力設法使自己不受閃光的傷害。他參加救護團勇敢地工作了一天。六點鐘的時候，他患了惡性的嘔吐症，使得他不得不在斐爾達爾斐亞（*Philadelphia*）求醫治療不可。但在十二天以內他就死了。死前他正在為空軍作報告，研究空軍力量對鋼骨破壞的程度。

帝國州（*Empire State*）的建築，因為遠在一哩之外，所以很少受損害。廣播建築和它的尖頂已一掃而光。窗門已搖動了，輕的隔板，破壞得很利害。甚而比較高幾層樓的玻璃外牆也是如此。起重機被一根倒下來的怪樑所壓壞。許多人都陷在許多不能動的卡車裏面。紙以及窗簾都被火焰燒焦，並且延燒至所有朝向爆炸區的辦公室。火焰過了一天多才被熄滅，炸後的幾個月，那個高聳着的塔，似乎尚屹立在

毀滅區上邊。但除了最低一層外，其餘一概沒有什麼用處了。這房子住客的處境，並不如鋼骨水泥之佳。有許多已經在設立在走廊裏面以及最下五層樓裏面的治療所中醫治。有許多已經送到警察部的公墓中去了。

城市的地下部份比較安全，當變壓器的支站被毀，麥赫登的下東區電力發生障礙時，下地道的電力還是可以恢復使用。雷客辛登格子（Lexington Grating）不見了。接近炸區的街上都是一些大洞，使IRT的交通停頓。總水管破壞了，一部分水管都隨水流到外面。然而下地道內的客人和船員，大部份都逃出的，在第三十四條街的進口處，因驚慌過度而自相踏死的人有幾百之多。一列火車將近終點時，也被炸得七零八落，有許多人在地下一直向北走到柏老克斯（Brook），他們並不相信他們是一步步的走近炸彈的地方，在大廈最基層的人們看見電燈一起熄滅，非常的驚駭，他們祇感到地的震動，牆灰的掉落，但不曉得有這樣一個大的爆炸。

貝勒否醫院（Bouverie Hospital）靠近爆炸區——約距半哩——情形極慘，那道長磚牆不見了，祇有幾個病人還是活着的，醫生和護士都來不及將已經準備好的急用物品救出來，火焰衝進廢墟，接下來這一幕實在難以形容，貝勒否之被炸，使城區的救護隊受了很大的打擊，振濟工作因此延緩了一時。

也有許多人是極倖存的，也有許多人是富有偉大的英雄氣概的。這許多故事說起來似乎不可信靠。有一個吹造玻璃管的學徒，他正沿着雷格辛登向南走到第二十四條街。他親眼見到這一個大爆炸，可是他却在一座大廈的轉角處躲避下來。巨風曾經把他吹倒在一條寬闊的街上，不過沒有重的物品壓在他身上，因此他逃出時並沒有受到重傷。他日以繼夜的工作；把受重傷的人搬到城北去，把壓在瓦礫下的人拖出來。他離開爆炸區雖然不到幾碼，但他並沒有受到輻射熱的傷害。在這一城市中離開輻射熱如此之近而還能活着不受重傷的，祇有他一個人；在醫院治療後而恢復健康的人不到一千人，但在這些人裏面

，離開爆炸區最近的也就是他一個人。

在這許多故事裏面最慘酷的要算是受輻射熱而死的人。這許多死難的人遠至公衆圖書館，或者警察總局的隣近。但是大部份都由第五弄（Fifth Avenue），第十或第十一弄到三十弄等街而來。他們有許多很僥倖，他們大多數都能從火焰中和倒塌的房屋中逃出，在他們周圍的人，沒有辦法脫足，但他們却能從場的店屋下，從弔起的講壇下，從地窖的樓梯下，匍匐而出，縱然受了傷，總還是活着的。有幾個會親眼看見那個巨大的火焰，感覺到地板的毀滅。但他們都能在十分鐘以後，從斷垣碎瓦中逃出。有許多人坐在汽車裏面，當汽車被衝到牆邊時，他們還能從汽車裏躍出，並且將已死或將死的同伴也拖了出來，誠如他們自己所說的，他們確是幸運極了。有許多人沒有受傷，確是富有戲劇性的。像那個航空機械師就是一個例子。但是他們都死了。他們在炸後的三個星期裏面，死在斐爾特爾斐亞的醫院裏，辟脫斯堡（Pittsburgh）的醫院裏，洛乞斯脫（Rochester）的醫院裏，和路易斯的醫院裏。他們死於繼續不斷的內部流血，他們死於急性的中毒症，他們死於慢性的流血症。他們的病，似乎沒有什麼東西可以治療。他們的最後一秒鐘既不是慢的，也不是很快的，可是一定要來臨的。他們的數目比較的少——關於他們的調查數字，醫生曾經爭論了幾個月，但是二萬個却是可以確定的，而且可能超出這一數額。

原子彈可以爆炸二次，受原子彈再度爆炸的人即在遠處亦同樣受苦。房子，辦公室很有系統的慘被炸毀，並且遠至第五十七街和富爾登市場（Fulton Market）甚而越過兩條大河，每一幢房子都不見了磚頭，不見了牆壁，不見了死尸。在麥赫登島上，完整無損的窗門是不多見的。成千成萬的人面部扎着綑布，這表示他們的臉已被玻璃碎片打傷了。可是，他們的生命還是存在的，他們被損毀的東西慢慢地修復起來，沒有工作做的人離開了那塊在第二十道街上的峭壁。交通的恢復，電話電力，水力各種設備的修理對於整個城市的經濟生活都有影響。這次的破壞使整個紐約城的元氣完全喪失盡了，十分之一的住

民喪失了性命，十分之一的財產被毀滅。這許多都足以使紐約城衰退了一半。大家都以遷地爲良，盡量使自己忘記了過去的一切。

統計數字並不十分正確的。不過，大約有三十萬人被炸死，這是大家都同意的。由志願警察隊及請來的陸軍隊所埋葬或火葬的，最少有二十萬人，其餘的仍舊留在瓦礫場中沒有掘出，或者已經燒成灰，化成氣了。受傷的人也有相同的數目，他們擠滿了東部的醫院，把長島 (Long Island) 和新澤西 (New Jersey) 上面的許許多多避暑地，都變成醫鎮。

八百萬人民中，沒有一個人是沒有他的故事的，其中有一個故事非常出名的：有一個人從中央公園猴子籠的柵子間張望炸裂的情形，於是在他那紅褐色的臉上，印上一層白色的柵子影。放射性使格林威的村民 (Greenwich Villagers) 苦了好幾個禮拜，各專家想從這裏收集許多放射性的紀念品。現在也有許多人從許多炸後的房屋牆上或壁紙上找到燒焦的模型，真是無獨有偶了。

一個原子彈就這樣地苦了整個的紐約城。我所描述的這個故事祇有一點是不實在的：爆炸不會像在日本一樣，祇掉下來一兩個。他們掉下來可能幾百個甚而幾千個。即使我們能够使百分之九十的飛機失去作用（用什麼方法現在還不曉得）其餘的數目依舊還是很多的。假使炸彈一旦離開了手，假使我們不去學習怎樣合作，使科學有益於人類而非有害於人類，那末我們祇有一個確定的前途，在這地球面上人類所寄居的城市，一定是要全部毀滅的。（邵鼎勛譯）

原子能與星辰

H. Shapley 著

將來的歷史學家提起原子能，一定能很確實的指出它於二十世紀前半葉開始被人利用，而對於星球開始放射原子能，只能大約指出在紀元前三十萬萬年。不過年代雖不能確定，而放射的事實是無可懷疑的。太陽和其他星辰的釋放和利用原子能，在二三十年前我們還沒有成功鈾原子的人工分裂時，早為天體物理學家所公認。

在這本描述新原子時代之源泉性質和責任的書中，星辰中原子遞變一問題是值得提出的。理由不外星辰中的原子遞變和原子能釋放是對宇宙基本認識的關鍵。合理的宇宙開始論必須建立在質能關係之上，并能隨時隨地解釋質能之關係。至於我們對星辰中原子分裂的智識，說也奇怪，還是由考察地球岩石中之動植物化石得來的。

事實是這樣的，天文學家早已開始估計太陽所放出的陽光總額：他們知道地球表面距離太陽表面是九千二百餘萬英里，他們能算出地球上每方哩每秒鐘受到多少太陽輻射能，他們又知道射到地球上的只是太陽放射總額的二十萬萬分之一，由此推算總額便很容易。單就太陽射到地球上的光和熱能言，為數已經驚人，總額更不必提了。於是十九世紀初葉之天文學家，便替太陽耽心這樣的消費會把儲能很快地用盡，因而提出太陽能源的問題。

最初之假說是太陽自己燃燒，如同煤塊在火爐中燃燒（氧化）一樣，這假說始終未被科學家採納。第二個假說比較高明，它主張太陽熱能是由流星和彗星隕落於太陽上摩擦碰撞所生。後來海門赫茲一派又倡導收縮說，以為太陽向冷空放射熱能而漸漸冷卻，結果氣體集聚於中心，表面收縮，收縮的結果，

將位能變成輻射能，至使太陽溫度增高，而大量的熱輻射得以維持。收縮說後來由於化石的研究和放射現象的研究證明不完全妥當，於是鈾分裂和原子能釋放說應世而出，成爲星辰經濟學之重要因素。

地質學家一向是細心的觀察者。他們到處發現動植物化石，并證明爲年代久遠的生物遺跡。過去地質學家因誤信十力世紀神學家的創世紀說，把太古期定在比較近的數十萬年前。後又改定爲數百萬年前，但亦不過臆度而已。及至自然放射現象發現，始能精確地算出太古時期和我們的距離。貝克萊居禮等發明鐳和鐳、釷、錒、鈾的放射現象後，一八六九年又發現鈾能丟掉一粒 α 質點自動地——人工分裂是最近的事——分裂爲一較輕元素，並測知這種自動分裂作用自有地球以來即已存在甚或較地球的年齡還要久遠。後來學者又注意到自然放射的副產品，——高速度質點和強度輻射——知道原子核蘊藏着極大的內力，可以利用，於是由理論而實際，人類便步伍星辰的後塵踏上原子時代的坦途。但這都與本文無關。就本文的立場言，鈾的最有趣特徵，在能用以測量岩石之年代。鈾因自然放射而衰變爲鉛氦二元素。含鈾岩石中鉛和氦的成分愈多，證明放射作用愈長久，亦就是證明岩石年代愈遙遠。於是新地球化學家得利用新證據解除地質學家和古生物學家的束縛，把動植物之生存年代予以根本的修正，以適應地質變化與生物發展的需要，和侵蝕沉澱之實情。不過，一波未平，一波又起，地質學難題的解決轉造成天文學家的不安。

太陽既爲星辰之一，關於太陽活動的一切，應可適用於任何星辰。舉例言，我們如能解決太陽的能源問題，整個恆星世界能源問題便亦解決。太陽如果收縮，其他恆星也應收縮。但收縮假說與地球上含炭層中鳳尾草化石歷史極其悠久的發現不無抵觸。換言之，地球表面有悠久歷史的發現，使太陽能源的假說有修正的必要。這便是化石收藏家和研究岩石放射的化學家無意中所發現的重要事實。

目的原在研究某一問題，因而發現更有價值之另一事實，這被稱爲「偶然發現」。偶然發現雖是常

有的事，而能發生重大的影響，莫過於星辰私生活的揭露。地球化學家和古生物學家因研究岩石中鉛、汞的成分比例和植物化石之組織而偶然發現地球表層歷史的攸久，使天體物理學家不得不放棄收縮說，改向原子學中尋求太陽能源的解釋。結果促成原子物理學的驚人發展，和原子時代之提早實現。科學各部門關係的密切和互相輔助，此為最明顯的例證。

就科學家在這方面的努力言，一九〇四年著名宇宙原始論家瓊斯提示高溫度電子和質子能因亂撞而消滅，并釋放若干能量。（時在中子發明二十五年前）。翌年，愛因斯坦發表狹義相對論，學術界始有完善的數學工具，可以計算物質完全毀滅或一部份毀滅所釋放的能量。根據新物理學，物質能力并無分別，物質一克能量一爾格是二而一的異形同實物。

根據愛因斯坦的公式，物質一克的毀滅可以釋放九個十之二十方爾格，而貝泰計算質能等值原則下物質毀滅所釋放的能，告訴我們一英兩物質之毀滅釋放的能等於布德且廠一個月的動力生產。

天文學家以為星辰內部的物質原子不斷變成放射能，抵達地球的太陽光和星光便是這能的一部。在這種毀滅的歷程中，太陽每秒中喪失質量四百餘萬噸，但因質量碩大仍能持續放射數萬萬年，所以古生物學家所需要之數萬萬年生物必需陽光亦不難供給。實際上，太陽和星辰無須將所有物質完全毀滅，他們只須將質量的百分之一變為能便已足敷應用，而大多數星辰實際上也不過毀滅質量的百分之一，把最輕元素氫變成次輕元素氦，同時把一小部分質量變成放射能。

在若干星辰內部，溫度過低，氫氣的遞變不能實現。在這種情形之下，星辰核心的輕元素氫、鎂、鈹、硼可能發生遞變，協助星辰產生能量。

太陽中心之溫度在攝氏表二千萬度以上，而表面之溫度則只有攝氏表六千度。幸而太陽核心溫度不直達地球，不然生物是不能生存的。生物之能生存，全靠太陽周圍大氣的屏幕作用，把太陽放射的強度

減輕。

我們須知，原子遞變為地球上生命繼存之基本條件。有了副產之輻射，才能使氣，水和岩石保存適合生物進化的必須熱度。我們之所以能著書暢論原子時代之特徵，或閱讀這類的文章，都是太陽中原子遞變之所賜。我們人類之所以能在宇宙中佔有現在所佔之地位，也要靠天體中原子的遞變。

氦的合成和能的副產，對地球上生命之影響既如此重大，我們似有一述太陽中天體化學過程之必要。太陽中的氦原子並不由四個高速度氦原子直接合成，這中間還須經過幾個階段，幾個遞變，然後可以產生氦和輻射。先是由炭原子吸收一個氦核變為一種比炭重的氮同位素，這同位素極不穩定，於是自動發生輻射而變為炭之較重同位素（註一）。新的炭原子又吸收一個氦核變為氮的更重同位素，這枚催化炭原子便這樣連續地吸收四個氦核，發出四次輻射，然後分裂成平常炭原子和氦。結果是氦燃料在炭爐中燒成氦灰，同時把原子能釋放。氦核四枚之總質量比氦核之質量大，多餘約百分之一的物質便依照愛因斯坦每克九萬萬萬萬爾格的等價原理變作輻射。

星辰自存在數十萬萬年以來，便這樣依靠炭的催化作用將宇宙中最多的氦變作氦和其他質量較大結構較複雜的元素。隨着新觀察和新學說的發展，我們對於星辰中原子活動的理解當然也會隨着修正。以上所述是天體物理學家和原子物理學家十數年來研究之結果，在這方面供獻最大的要推貝泰博士，他也是本書執筆人之一。

星辰中的原子能變化只限於輕原子，而地球上的人工原子分裂則限於九十二位元素中之最重者。最近已發現更重元素數種，第九十三位已倣效鈾鈷根據天王星木星定名的辦法，根據海王星之拉丁名定為鏷。最近發現的第九十四位鏷便是根據一九三〇年才發現之冥王星定名的。只有第九十五位九十六位二種，因當時未有新星發現，所以未根據星辰定名，否則想也不能例外的。

星辰中原子能大規模釋放的作用不限於星光的持續放射，日冕等若干特殊現象也可以歸諉太陽表面或近表面處原子的分裂。而新星，尤其是不常見的超級新星，在宇宙原子能諸問題中更值得注意。普通星辰內部之壓力，溫度，幅射密度和化學成分都有密切關係，星辰之特殊狀況便由它們共同維持。就是星辰在變質爲能時，也不能違背某種平衡條件，不然便會有嚴重條件發生的可能。太陽這一類的星辰似乎很能保持內部的平衡，所以雖有週期脈動或體積大小之變更或表面溫度的變更也能不失却各部的平衡。但是超級新星則不然。新星內部突起變動，打破生產分配間之平衡，於是發生猛烈的不祥的爆炸，星辰的表面迅速地開始膨脹，表面溫度也隨着上升，在數小時內光度急遽增加至太陽光度一萬萬倍以上。爆炸有時歷數日，有時數小時即已。爆炸後原址有時發現星雲。著名的金牛座蟹形星雲現已證明是公元一〇五四年七月四日超級新星爆炸的遺跡。當時的歷書紀載空中突生一極大新星，光度超過天空中任何星辰，但瞬息即滅，新星消滅七百年後，遠鏡始於原址發現類似星雲之物。在一〇五四年新星消逝的所在，現在遺留一不規則星雲，最新遠鏡告訴我們這星雲爲一仍在膨脹的氣聚。這便是處置原子能不得當，玩火自焚的結果，可以作爲殷鑑。（賀光中譯）

註1、參閱 Goldbag Andallor 原子星辰和星雲， Atiel Philadelphia 1940。

新動力

G. Young 著

在廣島被炸以前，人雖不知有原子彈，但早已知有所謂原子動力。人們常提到「釋放原子能」的一天，並用小說描寫他們的幻想。一九一四年出版之韋爾斯的「解放之世界」就屬於這一類（題名是否恰當，是另一件事）。

原子能終於在期待已久的世界出現了。實際上，我們只須翻閱一本「驚人科學叢書」，或類似的刊物，便能相信科學家須着實努力才能趕上小說中科學家極普通的成就。讀過科學小說的人，無不認為科學發展太慢，令人失望。只有原子能在破壞方面的發展能不負小說家的期望。至於和平方面的發展，那又不及遠甚了。

本文對象為原子能所能供給的有用動力，不過不能作詳盡的討論。大戰中絕少有人注意到原子能的和平用途，所以我們須要經過不少的時間和努力，才能在這方面獲得清晰的認識。

許多重元素（如鈾、釷）核，都能發生分裂作用。一磅元素之分裂所產生的能量等於一千四百噸煤或九百噸汽油的燃燒，或一萬三千噸三硝基甲苯的爆炸所釋放的能量。根據愛因斯坦的質能等值公式（ $E=MC^2$ ），一磅物質的毀滅所釋放的能量等於一百五十萬噸煤燃燒所釋放的能量。如此看來，分裂作用只把物質質量的一千一百分之一變成能量。所以利用原子分裂作用產生動力仍是一件極不徹底的事業。

上面已經說過，分裂作用把原子核分為大小一樣兩塊，以極高速度向不同方面駛去。釋放能的大部分成為碎塊的動能，及至碎塊因四周物質阻礙漸漸遲緩停頓，動能又變成熱能。碎塊各有電荷，如果能用電場使之停頓，動能也可以不變成熱而變成電。這在理論上雖屬可能，但實際上所獲得的仍是熱而

不是電。

分裂爆炸除把原子核分成兩塊外，更放出 α 射線和 β 中子。中子因為沒有電荷，能穿入大塊物質，所以可以視作 α 射線以外的另一種「放射」。中子和 β 射線都能破壞生物組織，所以分裂動力源不能沒有屏蔽。分裂源雖然和鐳源一樣地把能量百分之幾變成危險的放射，但是分裂放射不是單純射線而是 α 射線和中子之放射。所以比較更難對付，需要更厚重的屏蔽。譬如鉛能停止 α 射線，但是不能停止中子。水能緩和中子的速度，使易被吸收，但是不能停止 β 射線。輕薄屏蔽將是原子動力方面最有價值的新發明，可惜不像有實現的可能。

分裂塊靜止後，吸收電子，成為兩個新原子核。新原子核不穩定，經過數次放射和遞變，和鈾一樣發出質點和 β 射線，然後放射性才漸漸消失。所以分裂墩堆在初排成時，雖然沒有放射性，但是作用連一開始，放射性極強的分裂塊便源源產地產出，所以必須添置屏蔽和冷卻設備。

原子動力廠

分裂連鎖作用表現特殊的臨界尺度現象。過少的原料，無論如何不能引起連鎖作用。質量增加到臨界尺度時，作用便開始。原料質量愈大，作用愈強，原料減少，作用也跟着減殺，當然，分裂單位必須尺度適當，過小不能引起作用，過少不容易操縱。操縱的方法很多，最簡單的是從分裂系中取出一小塊原料或加入一小塊原料，藉以操縱原料的尺度，間接影響分裂的速度。

臨界尺度的原因在作用的連鎖性。每一個原子核爆炸所釋放的中子能引起另一個原子核的爆炸。實際上，因分裂而放出的中子並不個個引起新的分裂。一部分中子因被吸收失却作用，另一部分中子在未被吸收前早已逃出分裂系的範圍。分裂系愈小逃逸中子的分數愈大。我們如果要叫分裂作用按照等速進

行，分裂系的尺度應該適當，務使每次分裂所放出的N個中子中有一個中子造成新的分裂，其它中子或逃逝無蹤，或被吸收失却作用。

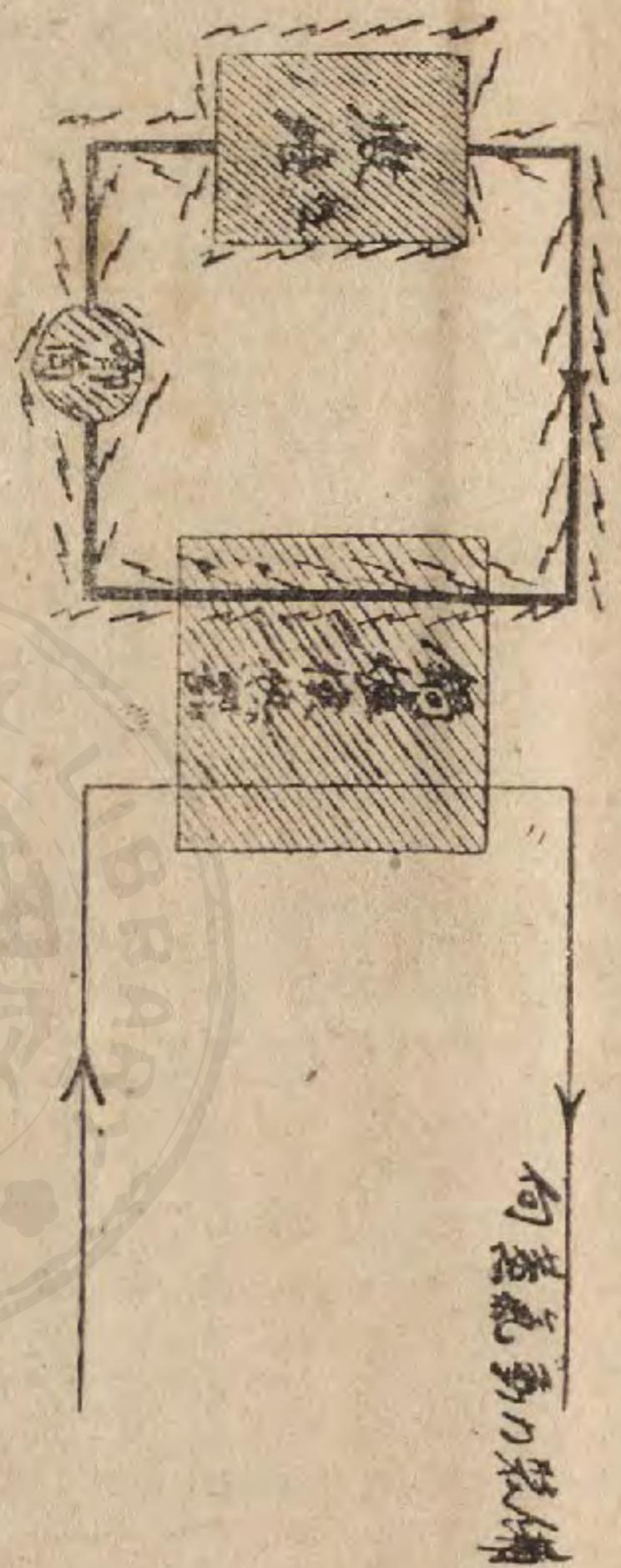
以上是作用墩堆不能不有臨界尺度的緣故。固然，我們可以用種種方法減少必需的有用原料，但是總不能使它減得太少。所以用一小粒原子燃料推動一量火車頭是完全沒有根據的幻想。

減少所需要有用原料之另一法是摻入輕元素，如炭、鈹或氫，使高速中子遲發，以便增加碰撞的機會，而引起新的分裂。有時，引起作用或不引起作用不在質料的多少，而在質料的種類。譬如，我們無論用多少天然的鈾也不能引起連鎖作用，但是，只須加入上述緩衝劑，便能引起這種作用。在計劃的初期試驗者不斷地堆積各種質料，目的在決定如何佈置鈾和緩衝劑，使作用最大。連鎖作用組織之所以稱為墩堆，就是這個緣故，雖然有時是精確設計的組織。

原子燃料，如鈾之類，不需要空氣作用或其它化學原料作用，便能產生熱能。原子作用如果以高度進行，我們須把熱移開，否則墩堆有鎔化的危險。在漢福德鎂廠，熱能不是所需要的，以用冷却唧管導入哥倫比亞河。如果需要熱力產生動力，那我們便要把它從墩堆中導入熱機。原子動力的應用大概需要一定型式的熱機。所以，在性能方面，我們不必期待什麼新奇的發展。三數磅鈾所釋放的能量固然能够推動瑪麗皇后號郵船使橫渡海洋，但是所必須經過發能裝置的重量絕對不止三數磅。

現在所用的連鎖作用裝置或墩堆多由天然鈾和石墨緩衝劑組成。小塊石墨鑿有距離相等的小孔，內置小型鈾棒。鈾棒附近有圓形槽道。置冷管，吸收鈾棒的熱，把它帶走。橡嶺的低級墩堆用氣冷，漢福德的高級墩堆用水冷。冷劑都來自近處，經過墩堆，攜帶熱能回返所從來處。鈾棒用鋁皮包裹，不使接觸冷劑，在漢福德廠石墨也用鋁皮包裹，不使和水接觸。

以下簡圖是三種能產生機械力的設備。

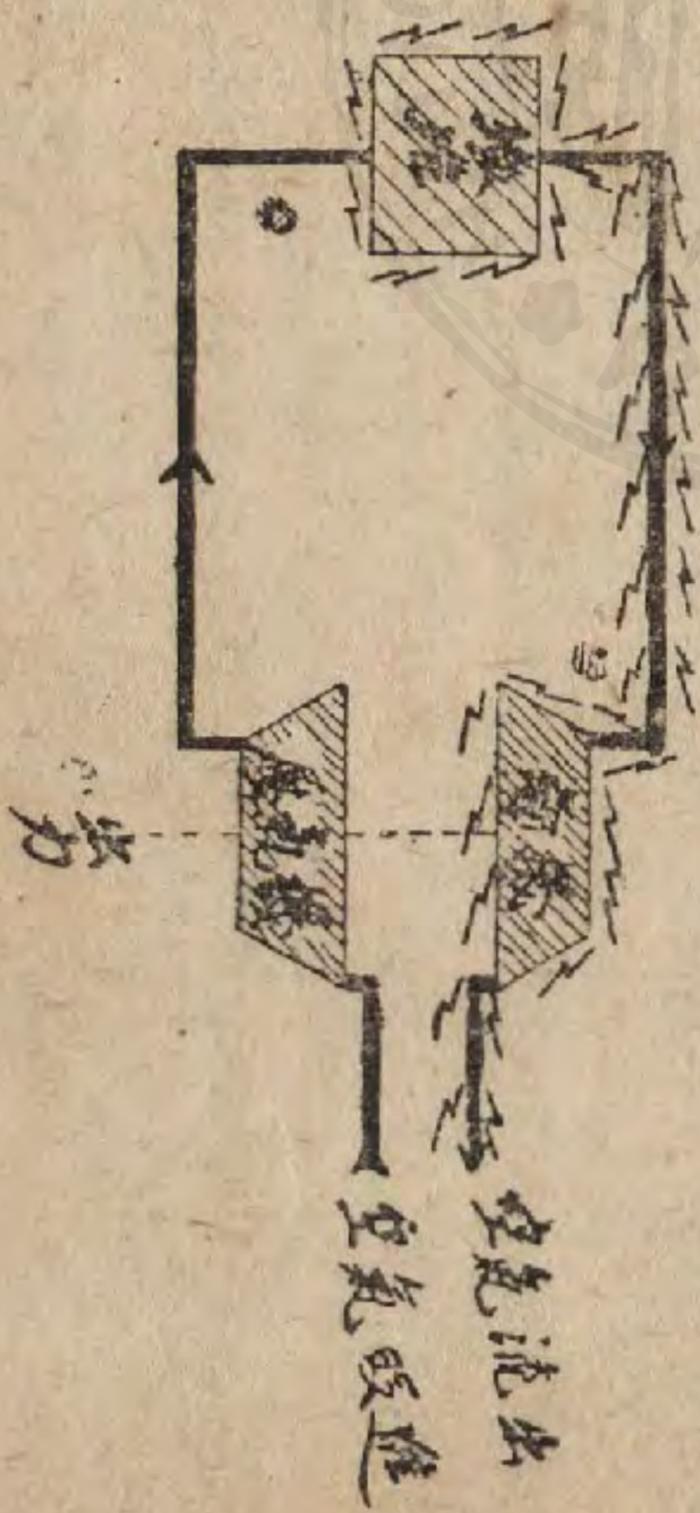


第一圖示由橡嶺式堆改造的氣輪機裝置。因

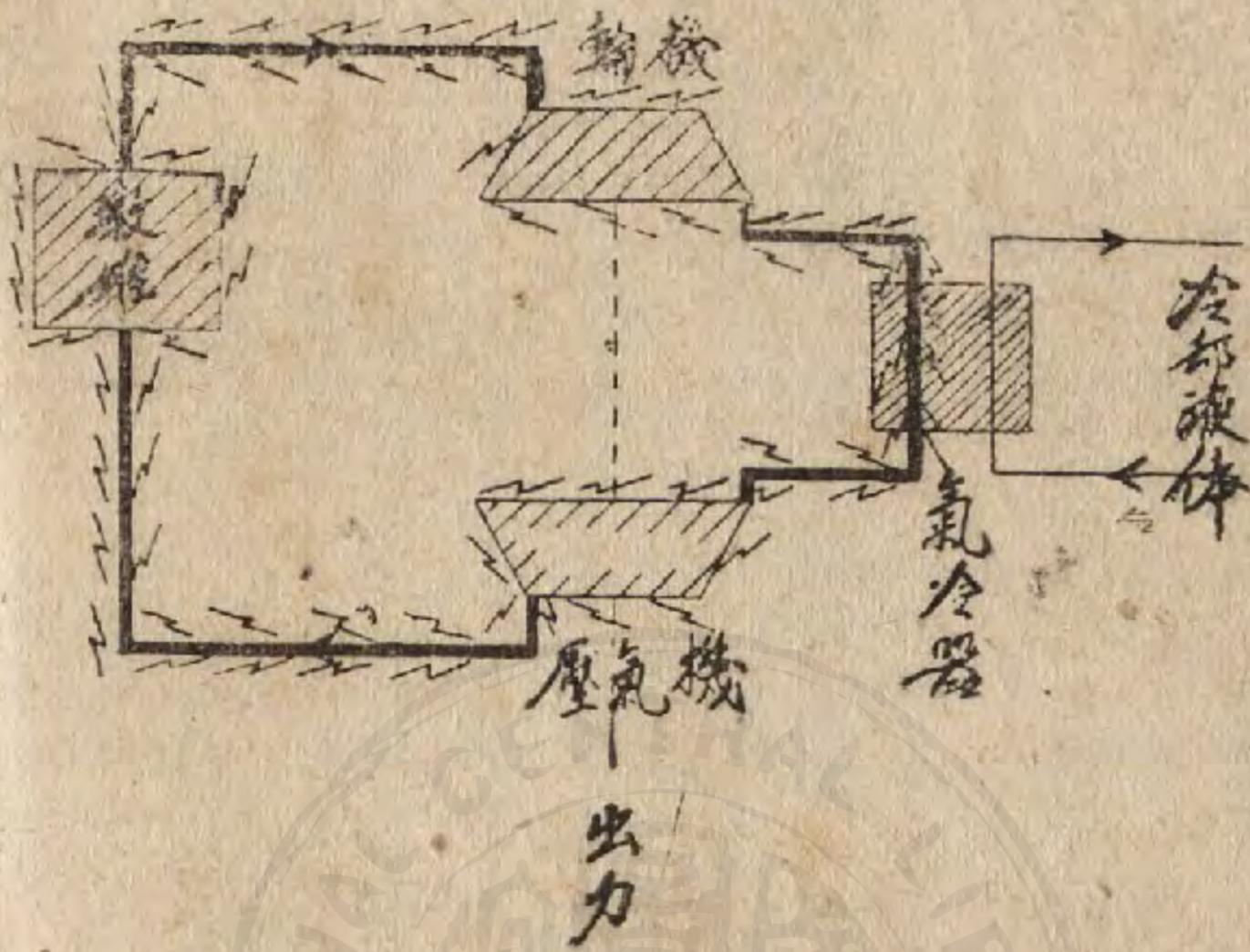
堆改造的氣輪機裝置。因為空氣在接觸中子之後獲得放射性，所以必須適當地處置，（譬如用巨大排氣管把空氣放出）。排氣管是否能把有放射性的空氣放出，會影響裝置的出力。圖中的曲線示空氣有

放射性的部分。我們可以看出輪機也在放射範圍內，所以必須能在放射環境之下工作。裝置的工作條件之一是墩堆把氣溫提昇至相當高度。現行墩堆還不能作到這一步，因為，在高溫度之下，石墨和鋁將被空氣浸蝕。改良墩堆，使能在高溫度之下工作，是產生有用動力的先決條件。

第二圖示循環系統式裝置。這種裝置能使用氦一類的不氧化物質，同時也不需要解決排氣管放氣問題。氦的使用能減低堆電路的放射狀態。不過現在需要一個換熱器，而壓氣機現在也在放射範圍之內。裝置當然可以改良，使包括



再生機，壓縮中間冷却器等，以增加作用的效率。



第三圖中冷却器把熱導向動力裝置鍋爐。液體汽動力裝置能在低溫度之下工作，不像氣輪機裝置必須高溫度，所以能供給動力而無堆堆溫度過高之弊。

目前的漢福德水冷廠在極低溫度之下工作。冷却法的改良，如改用鎔化鈾或鎔化鈉等鎔化固體冷却劑，將使漢福德廠在高溫度下也能工作。

我們又可以使堆堆直接汽化重水或輕水推動蒸汽機。困難點在使堆堆能經受鍋爐的壓力，和解決氣泡對於堆堆的影響問題。

經濟學和原子動力的將來

原子能的和平用途是近來最被討論的問題。樂觀的，悲觀的，各種不同的預測和估計都被提出。

有人會問：原子能不過是一種新能源，何以能引起偌大的騷動。地球上的陽光、風、瀑布、潮汐、和其它許多的自然現象，何一不是動力的浪費？以目前的燃料消費率言，煤

的供給可以持續數千年，這超出過去技術文明的年歲甚遠，也將超出未來文明的壽命，如果我們不能找出適當辦法處置原子能所引起的問題，油田雖然日漸乾枯，但是從煤中可以提出汽油，由糧食製成的乙

醇也可以用作燃料。如此看來，我們似乎不需要什麼新能源。

實際上，我們所需要的不是一般的能，而是可以操縱的能。落在地上的陽光儘管超過每方碼一匹馬力，不能幫助人移動一塊石子。除非用許多聚光鏡和鍋爐組成一個複雜的裝置，陽光是不能被人利用的。其它所謂「免費」的能源，除水力外，都不能例外，它們所供給的能量不能抵償裝置的消費。

煤和汽油等燃料並不是「免費」的。燃料的集中、提鍊，運輸，都需要人工和設備。這應算在基本費用之內。使燃料變成動力也需要人工和設備。這便是使用費。

我們可以從日常生活中的汽車費用看到基本費和使用費的比例。商用卡車的運輸費中，只有百分之十用在購買汽油，餘下的都歸入使用費項——包括折舊、利息、給養、保險、修理、牌照、租用汽車間等——表一可以證明燃料並不是主要的費用，所以即使煤和汽油真是「免費」的，我們的費用也減少不了多少。

表一 普通都市用戶電費表

（本表引自巴納、愛倫握德、希爾施費爾所著熱力工程學，一九三三年版，一〇五四頁）

類	別	每仟瓦小時之費用（單位一分）
發電費（包括燃料）		〇・四七
發電廠之固定費用（包括利息折舊等）		〇・七八
傳遞和分站的工作費		〇・一六
傳遞和分站裝備之固定費用		〇・三三
分站用戶間分線之工作費		〇・二九

分發裝備之固定費用

一·四五

管理、會計、查表、修理等費

一·八〇

用戶電表上之電費

五·二八

原子燃料的基本費用現在尙未公布，原子動力廠也尙未設置，我們無從比較原子動力（燃料費和使
用費）和其它動力的費用。

在戰前，每磅天然鈾的價值是美金一元八角。每磅未分離之鈾二三五的價值是二五〇元。相等能量的煤值八千元，相等能量的汽油值三萬元。必須手續（如精製、提煉、同位素的分離）的費用如果不太大，就燃料成本言，鈾還可以和其它燃料互爭一日之長。

就使用費言，原子動力廠需要其它普通蒸汽機或氣輪機所有的設備，惟一不同之處是燃燒室或置燈處改置墩堆。此外更須解決其它動力裝備所無的放射問題和屏蔽問題。所以原子動力廠的費用可能比普通燃料廠低，也可能高出遠甚。

表二示美國機械力的平均產量。動力廠的大部分出力為電，其三分之二來自燃料廠，三分之一來自水電廠。

在汽車工業方面，原子動力不能和其它動力競爭。原因是屏蔽設備過重（數十噸），和作用連鎖單位所需要的分裂質料成本過高。大火車頭可以裝載屏蔽設備，所以是能用原子動力推動的最小輸運器。船隻和動力廠當然能够使用原子動力，不過須顧及燃料成本，工作費用，衛生和安全問題。

表二 美國機械力平均產量

類別

百萬仟瓦

汽車、飛機	二五
火車	七
船隻	三
動力廠	二五
總額	六〇

表三示礦物燃料的平均熱能產量。全人類現在所需要的熱能，如果都由煤來供給，每年需煤應在三
十萬萬噸左右。這將使煤藏在二千七百年內用盡。美國燃料的百分之四十用於產生機械力，百分之二十
用於非工業取煖，百分之四十用於工業加熱，（實際上變作機械力的只是百分之四十的一小部分）。這
樣看來，美國燃料的大部分都用在供給熱，不在供給動力。將來大建築當然可以用原子能烘熱。此外不
放出煙氣也是原子能裝備的優點。

表三 平均熱能產量

	美國（百萬什瓦）	世界（百萬什瓦）	比例
煤	五〇〇	二〇〇〇	二五
汽油	三〇〇	五〇〇	六〇
天然燃氣	一〇〇	一一〇	九〇
總額	九〇〇	二・六一〇	三五

原子能的另一優點是燃料本身的輕便。在偏僻地區，運輸困難，不能使用重燃料時，原子能可以供
給需要的熱和動力。缺少油和煤的國家也可以用原子動力廠發電，供給所需要的動力。不過在上述各點

未成爲事實以前，經濟學家和工程師尚須努力研究。類似問題一日不解決，原子能管制問題便一日模糊不清。我們希望當局能够把所有有關情報公布，使專家得早日開始研究。

燃料的重量對於運輸器的影響也極重大。假使船隻的載煤或載油重量超過原子動力裝備的屏蔽重量，改用原子動力可以減低船隻的全重量，又使用原子動力的船隻或飛機可以作長途航行，無須加油。

原子能的另一優點是不需要氧氣和不放出燃燒氣體。原子動力裝備可以在閉塞之處工作：如地下，水底潛水艇中，或空間火箭中。這優點很可以抵償各方面的缺點，解釋專家之熱心和努力。

地殼的鈾藏很豐富，不過究竟有多少可以供人使用，還不能斷定。就蘊藏的能言，戰前已知的高級鈾礦只等於已知煤藏的七千二百分之一，（見表四）。如果我們的鈾藏只限於此，我們不應該把它浪費於可以用其它燃料代替的用途。無疑的，地球上已秘密展開大規模的鈾藏競爭，目的在獵取更多的復礦。這也是原子能時代的一種特殊現象。

表四 其它估計

地球上之人口 二〇萬萬

美國人口 一萬三千萬

一個人之能額
 美國 七〇〇〇〇瓦
 世界 一〇三〇〇〇瓦

人體新陳代謝所需之能
 休息時 一〇〇〇瓦
 急走時 三〇〇〇瓦

一個人所需要之全能量 三十萬萬仟瓦

觸地太陽能

一百七十萬萬萬仟瓦

地下煤藏

八萬萬萬噸

地殼藏鈾二三五

二萬萬萬噸

煤藏陽光等值

十五天

鈾二三五陽光等值

三萬年

已知鈾二三五陽光等值

三分鐘（賀光中譯）



新武器

J. R. Oppenheimer 著

「原子能之釋放構成一個新的力量，這個新的力量太具革命性了，殊不能以舊觀念去觀察。」以上引自一九四五年十月三日杜魯門總統在下院關於原子能的演辭。美國總統這段話很能代表對原子能問題之世界影響作過深切考察者的信念。他們相信新武器將使國際政治發生基本和深刻的變化。美國總統這段話，常被人們引用，但是它的技術根據究竟何在？原子彈在本次大戰中原只是戰略轟炸技術之推廣和完成，它何以竟能發生偌大根本影響？很少有人知道。

原子武器現已以可怕的新姿態出現。它又是新能源。所以也能改變人類控制能源的能力，同時改變人類在世界上所造成的物理環境。可怖和新穎，這兩種富於刺激性的特徵，已深刻地影響人們的感情，變更人類對自然界的看法，和對自己在自然界中之地位的看法，而增加對原子武器之興趣。這兩種特徵，對人類此後將慎重處置技術進步所引起之嚴重問題，可能有決定關係。但是原子武器之根本特徵，一不在出現的突然，二不在利用新能源，而在破壞力的巨大，在破壞的經濟和簡便，也在人類此後必須有更有效之新方法統制新能之一點。

任何革命的新事件，必須已為人類所經驗，才能發生有效的影響。原子能釋放之所以是革命的發現，原因不在技術的改變和破壞力的增高，是人類向所未見，而正在我們因過去歷史的教訓早已深知這些改變和增高意義之重大。現在讓我們略述造成新穎的三個因素。那就是一，原子武器是新能源。二，原子武器是科學作用之新表現，三，原子能是新破壞力。

新能源

我們從煤木和油中所獲得的能，都來自太陽光。太陽光經過光合作用後變形儲藏在有機體中。燃料經燃燒後還原到光合作用以前的簡單的安定物質。水力亦來自太陽，太陽能因蒸發水氣，變為位能，位能又因水之下墜，變為動能。生命所需要的能都來自有機物，而有機物則由吸收太陽的水和二氧化碳所合成。所以除潮力和太陽輻射無關外，所有人類能利用的能都來自太陽。

太陽能即原子核能。在溫度密度很高和太陽內部，氫核和炭氮碰撞而產生氦。這種變化全靠太陽核心二千萬度高的溫度，而太陽核心之所以能保持這樣高的溫度，全靠太陽之引力能制止太陽因膨脹而冷卻。氫的遞變，在太陽是自然的現象，而在地球上則過去迄無人建議實現大規模的氫核遞變，藉以取得能量。

原子武器和核電抗器所釋放之核能的來源與上面所說不同。它可以說是偶然的。重元素核不如普通元素（如鐵等）核穩定，但世界上為什麼仍有重元素存在，這問題至今尚未獲得圓滿解答。重元素的原核只要受到輕微的刺激便分裂為兩個較輕原子核，這是本次大戰爆發前不久發明的。鉛比較穩定難分裂，所以存在於地球上，至於更重的元素便不穩定，容易分裂。它們之所以存在於地球上，都是偶然的。鈾只須吸收一個中子便可以分裂，而鈾二三五和鎂的分裂，更因產生大量中子，能於適當環境之下，造成另一核子之分裂，輾轉發生一種連鎖作用，將潛伏物質中之大部分能量釋放。據我們所知，這種分裂只有人類所製造的原子武器和大墩堆可以造成。它是人為的，不是宇宙中之自然現象。

我們知道，爆發時之分裂炸彈的內部是一個獨一無二的場所。它的溫度比太陽核心溫度還要高，它充滿中子， β 射綫，分裂塊，電子等強烈輻射和平時不見於地球上之物質。那裏的壓力比大氣壓力高出

萬萬萬倍，簡單地說，原子武器實在可以够得上稱新穎二字。

科學作用的新表現

物理世界基本知識之應用，能够這樣快地把人類生活的物質條件改變，可以說是恆古未有的奇跡。在一九三八年，我們還不知道分裂的可能。據我所知，那時并無一人知道鐳的存在，或製鐳的方法。一九三八年以後的急遽發展，係因戰爭的臨近，英美政府的果決，技術的進步，和人民的團結所促成，而尤應歸功於科學家對改變人類生活條件之密切的熟慮的和意識的努力。

科學家因為參預原子彈之祕密，所以對過去和將來的努力不能不負責任。這本書也不外是這種責任心的表現。更有一點，比較有建設性，但微妙不為人注意，就是，除所發現之事物不論，而只就發現的方式言，科學家都是人文主義者。就方法，價值和所追求的客觀性言，科學是人類所共有的。所以科學家對原子能和原子武器時代的看法，比較寬大。經驗、努力、和估價之相同使各國科學家結為一體，同一國男女因利害關係結為一體一樣。科學家於國家團體外，自然地結成一個學者團體，以超個人超國家的立場，尋求物質世界的真詮。

純粹國民的福利和安全觀念現已證明不能解決原子武器問題。科學家和政治家都一致承認必須更將科學家之精神貫入問題當中。美國總統的演辭和三國外長會議的宣言，都特別提出國際親睦和科學自由之重要。這不是說科學的合作將解決所有國際問題，也不是說科學家對問題之解決將佔過分重要的地位，而是說各國應效法科學家，排除一己的私利，採取共同之步驟。科學精神并不新奇，而應用於國際關係便是新奇。

新破壞能力

在本次大戰中，美國投擲炸彈一磅之費用是美金十元。依此計算，五萬噸炸彈之投擲費用將是十萬萬元。破壞力和五萬噸普通炸藥相等之原子彈的成本雖不詳，但至少比炸藥成本低數百倍，甚至低一千倍。就同等效率言，原子彈之成本遠較普通炸藥低廉。所以原子彈的出現能於不增加人工成本之條件下，把破壞力增高，把破壞費用和被破壞損失間早已動搖的均勢打破。

炸藥炸毀之面積比爆炸力更容易表現炸藥之破壞力。以原子彈言，破壞面積和爆發力的三分之二成比例，而和釋放之能量不稱。所以原子彈的爆炸威力或只等於同等毀街彈或更小投射器的五分之一。但是高熱度之殺傷作用可以裨補爆發力之不足（如廣島長崎之例）。殺傷作用和釋放之能量成正比。它隨着武器的威力增長。

新興原子武器工業將來之技術發展將是怎樣，這裏似乎應該略予討論。據我所知，目前并無人建議未來原子武器之單位尺寸會縮小，同時維持或減低每單位破壞面積之成本。在另一方面，被提出而已經初步審查的，有將每方英哩破壞費用減低十倍或更多，而同時增加武器單位威力的建議。這種威力十倍之武器，當然限於極大目標，如大紐約等的毀壞。

對於爆炸後的原子放射——中子和β射綫——有特殊效應，這點很引起注意。即使在數星期後原子核放射仍有致死的作用。不過就廣島長崎兩地言，因輻射而致死者究竟不多。至於將來情形如何則又不可知了。經濟方面的討論，應包括一切原子破壞的可能對策，如疏散、攔截等。城市和工業區之疏散，目的在避免破壞，同時增加敵人破壞的費用。至於攔截方法效能之改良問題，已由里德納予以比較詳細的討論。就目前的情勢言，我們以為攔截之技術儘管發展，也難變更原子破壞之費用。戰鬥人員，海軍

人員和某種堡壘，當然也是原子武器攻擊的目標，但是最易發揮破壞力的，還是在實行戰略轟炸，轟炸居民和工業。在本次大戰中，英美能毅然對德日居民施行大規模轟炸，並投擲原子彈一事，已將我們對於未來戰爭中可能不使用原子彈的希望幾乎完全打消。

我們對於原子破壞將來的費用和發展，目前無從作詳盡之估計，原因除上述諸點外，更有數點無暇討論。原子破壞費用顯然和參加原子武器競爭諸國之技術和軍事計劃有密切關係。不過數字雖無從估計，其將比任何過去其他武器經濟，則可無疑。我的估計是，原子武器將能使破壞費用至少減低十倍，多可一百倍（參考亞諾德將軍的估計）。所以就經濟之立場言，恐怕只有生物戰爭可以和他比擬。

如此看來，原子武器之發明確將造成人類破壞能力性質上的大變易。最明顯的是，過去人民和政府多不願消耗大部份精力財力於戰爭準備。這種情形因原子彈成本低廉已不復存在，所以我們不能保證各國人民和政府不在積極準備戰爭。我以為我們應該毅然決然地禁止使用新破壞力，竭力避免國際戰爭，並採取必要措置以期達到此目的。

最近有人提出未來原子武器可能因引發原子核作用使整個地球毀滅，或不再適於生物之生存。就我們目前所知言，這種恐懼并無技術上之根據。原子武器不能把整個國民或人類毀滅。不過我以為人民能這樣地明瞭原子戰爭對於攻守雙方之影響，也可以幫助防止戰爭之實現，因為原子彈雖不能將整個人類毀滅，但危機并不因此削減。使用國雖能獲致少許利益，但究不能抵償整個人類之損失。

原子彈帶來的破壞力之增加，已使國家利益和國際利益輕重判然。共同利益和安全應在一國利益和安全之上。保障安全之方法，如果只建築在一國防禦之上，是不能持久亦絕不可靠的。國家之真正安全，只能建築於共同努力之上，這在本書其他各章都有詳細的討論。共同努力也不應該視作三數國家增強本國國防之手段。很明顯的，我們必須犧牲保護一國安全的一國國防措置，因為一國安全的陳舊形式已

不再適於共同安全——原子時代之唯一的安全——了。我們希望人類將來紀念原子武器，是因為它能消滅戰爭，是因為它「使我們不得不拋棄過去的舊觀念」。（賀光中譯）



原子彈是無法防禦的

L. N. Ridenour 著

本文目的在研究我們對於原子彈攻擊是否有積極的防禦方法，所根據的便是這次大戰在積極防空方面所給我們的實地經驗。首先應該討論的是我們是否有把原子彈擊落下來的必要，就是說，是否另有其他特殊對付方法，使原子彈不爆炸，或在距離目標遙遠的地方爆炸？

對於這一點，很多權威和類似權威，包括美國國會海軍委員會，曾發表公告，暗示有特殊對策的可能。這是危險的，因為容易引起疏忽和懈怠。老實說，原子爆炸物或原子彈是沒有特殊應付方法的。任何爆炸物，無論是舊式火藥，三硝基甲苯，或原子爆炸物，在爆炸機構發動後是要爆炸的。這道理雖很簡單，但在衆說紛紜的今日似有重申的必要。

相信原子彈有特效對付方法的人們，並非存心引人入歧途。他們多是自己對於問題認識不夠，於是由於已誤而轉誤他人。他們的出發點是：原子彈任何重要設備，如彈的爆炸機構，或攜彈飛機的駕駛機構，既不能不具備某種形式，我們便可以用種種方法加以干涉。這出發點是對的，不過對方的設備倘若不完全像我們之所預料，我們的對策便歸無效了。

譬如廣島長崎的兩顆原子彈，預定是在一千五百英尺高處爆炸的。方法是把導火線接連在普通氣壓計上或雷達高度計上。雷達高度計的原理是計算發出電波被地面或海面射回所需要的時間，然後根據這時間計算所在的高度。所以敵人如果使用雷達高度計，我們可以放出干涉電波，擾亂敵人的高度計算，使原子彈在比預定更高的地方爆炸。

使敵人的原子彈在載運機內爆炸，或在天空極高處爆炸是不可能的，因為敵人一定有嚴密的防範設

備，防止類似事件的發生。這種設備使導火線在飛機內絕不發生任何作用，必須炸彈投下經過相當時間後才引起爆炸，目的在增加飛機的安全，並擊破對方提前爆炸的企圖。所以任何干涉雷達高度計的企圖，只能收局部的效力，因為原子彈已離地很近，仍能發揮它的破壞威力。如果更不幸地，敵人不用雷達高度計而用普通氣壓計，那我們便毫無方法對付了。

最近發明的新武器都是設計簡單效力直接，所以除中途截擊外，別無適當應付方法。德國的V-1火箭便是極明顯的實例。V-1在推進時有磁性羅盤操縱，有氣壓高度計調整高度，降落後有迴轉輪盤使之轉灣。最初英國人在V-1殘骸中發現無線電零件，以為V-1用無線電操縱，於是引起能加以干涉的希望。後來證明火箭裝有簡單發報機，目的在向海峽電波定向站報告路程和英國的風向，所發現的無線電零件只是發報機的零件。有人主張人工製造一龐大磁性感應圈，可以變更地球的磁場而影響V-1的磁性羅盤，使火箭轉向而不能擊中目標。計算證明強有力的人工磁場不是我們現在所能辦得到的，即使真能實現，所給予羅盤的影響也極其輕微，使火箭只有極小的偏斜。所以除掉用戰鬥機或高射礮把V-1擊落外，我們更無其他對付方法。

德國的V-2更要使英國感覺棘手了。所有對付V-1的方法，如用戰鬥機和高射砲轟擊，對V-2都顯然不適用。後來蘇軍在瑞典檢視降落的V-2試驗箭也發現無線電設備多處，於是便以為V-2是用無線電操縱的，所以當V-2開始在倫敦降落後，軍工專家便冒險乘機在上空飛翔，希望能截獲無線電操縱的信號以使用無線電攪亂，結果證明V-2並非由無線電控制，而是直接由大礮射出，射出後並不加以控制的，於是軍工計劃家又慘遭失敗，知道除非獲得勝利結束戰爭外，別無他法可以對付V-2。現在勝利雖已實現，但使當時V-2箭頭裝有原子爆炸物，則英國本土早已毀滅，不及等待勝利的來臨。一般人喜歡幻想一種類似宇宙線的射線或能流，由防守方面射出，將距離遙遠的火箭中途擊毀。這

不是不可能的。但是很簡單的計算告訴我們，這樣擊毀一隻火箭，將耗費設備所在地的一切動力。而敵人既絕對不只射出一隻火箭，他既必用大批火箭轟擊，於是這種幻想的終為幻想又很明顯了。

再以化學爆炸物言，五十年的經驗告訴我們，用放射設備或其他無綫電設備使彈藥爆炸的方法至今還未發明，在化學爆炸物方面既是這樣，在原子彈方面當然也不能例外。

由前面幾點和我們所知的原子彈特徵看來，我們對原子彈沒有什麼特效的對付方法極為明顯。退而求其次，我們是否可以對攜原子彈的飛機積極防禦呢？我們可以用雷達發覺它的存在，監視它的活動，用預測計預算它可能的行程，然後在它距離目標還遠的地方在中途把它截住擊落。但是這種防禦的效力仍是極小的，這可由本次大戰的經驗和未來技術發展的預測予以證明。問題應分四點研究：（一）發覺，（二）識別，（三）行程預測，（四）攔截。

（一）發覺當然要靠雷達，因為雷達可以在任何光綫和氣候環境之下工作。目前最敏銳的雷達可以發覺距離兩百英哩高四萬英尺的重轟炸機。防禦原子彈之雷達設備的有效範圍應包括整個上空，又雷達設備除裝在沿海和邊界重要地點外，也須設置於內地，因為長程飛箭能採取高角度的彎曲路線，射入雷達不易偵察的幾百里高處，偷過沿海防禦的檢查，然後在內地落下。所以在防護聖路易時，除掉沿海邊界處應有雷達外，聖路易的附近也應該裝置這種設備。

雷達雖能發覺二百英里外的投射器，但只是發覺而已。適當的保護需要活動範圍二百五十英里的雷達多架，二十四小時不停地工作。每一設備由雷達五具組成，以防臨時發生障礙或損壞，每一設備約二百人管理，耗費一百五十萬美金。所以我們要常期預備五萬人和三萬七千五百萬美金，這樣我們對於敵人原子彈的發覺才可以有相當的把握。

（二）第二點是敵友的識別。在本次大戰中，聯合國軍工專家會計劃每一隻船或每一架飛機上都裝

一架敵友識別器，用密碼和陸地互通信號，後來因爲不見功效，所以在聯軍登陸法國後就棄置不用。在太平洋方面，飛機比較疏散，所以繼續試用，但是在最緊要的時候，總不能完成所負的使命。

在將來的防禦設備中，除雷達探視和警戒機構外，敵友識別器應佔極重要的位置。敵友識別器一定要迅速可靠，即使在飛機充塞工作困難的情況之下，也能分辨敵友，不使敵機混入。最後一點極難辦到，因爲敵友識別器遍布全國，它的祕密也就不容易保守，敵人對於它的詳細設計沒有不遲早知道因而設法逃避的。

將來民用飛機限制在劃定區內行駛，這無疑的對於雷達的空中監視，將便利不少。但無論識別信號怎樣靈巧，民用飛機的充塞將使識別問題極難解決。

國家既使以巨額經費投入雷達事業，使敵友識別設備準確可靠，能在一二百英里遠處辨別原子彈或攜彈飛機，我們還須乘它們距離目標尚遠時將它們擊毀。在本次大戰中，對付敵機的武器不外戰鬥機和高射礮，轟擊的指導原則不外由敵機過去的航程預測它未來的航程。航程的預測，在高射礮用電氣核算器，在戰鬥機或由駕駛員自己預測，或由地上雷達預測後隨時通知駕駛員。航程預測設備既然隨着攔截設備轉移，我們應該先研究未來的攔截武器應該是怎樣的。

本次戰爭的教訓是，有人戰鬥機和高射礮都已落伍不適用。這原因在駕駛員而不在飛機。急遽的轉灣產生超過六個G的離心力——地心加速力的六倍——使駕駛員視覺減低甚至神智昏迷，更急遽的轉灣將使他血管爆裂，五臟脫離而死。所以飛機速度愈是增高，飛機的靈活愈是減低，這對於躲避礮彈的擊中和衝擊的準備動作，都有決定的關係。所以有效的高速度攔截機一定不用人駕駛，因爲無人飛機能作任何速度之急遽轉灣，只要機身堅固不散裂。

使用高射礮當然比較簡單。缺點是礮彈速度有限，不能擊中高速度的敵機，況且有人飛機雖不能急

遽轉灣，但非不能轉灣，礮彈則一經放出，只有遵循一定的射程前進，任何轉灣也不能做。高射礮彈既不靈活，它的效力全要看離開礮口後能否迅速地擊中目標，不予以躲避的機會。

高射礮的電氣預測器雖能根據目標過去的航程推算它未來的地位，但效力是有限的。第一是推算建立在敵機中途不轉向的假說上，第二是推算不能顧及礮彈放出後敵機的種種躲避動作。

拿速度一小時五百英里的活動目標講，當它看出地上高射礮彈發出時如能作離心力六個G的急速轉向，在十三秒鐘後礮彈抵達時，它已離開原來位置十四英哩半了。活動目標的速度倘若更大，或突轉更猛烈，它當然更容易安然越過地上的礮火。解決這問題的惟一辦法當然是減少礮彈的行走時間，換言之，就是減少礮彈和敵機間的距離，或增加礮彈的速度。但是我們即使用最堅固的金屬鑄礮，也不能使礮彈超過每秒鐘幾千英尺的速度。而原子彈威力的可怕使我們不能只顧到縮短礮彈飛機間的距離貿然讓它臨近，使重要區域和防空設備都冒被炸毀的危險。

地上防空礮火力被限制的原因，除敵機推進的迅速和駕駛的靈巧外，更有則關係礮火的本身。計算錯誤的原因有時是觀察的不够，有時是預測的欠準，有時更有種種其他原因。在本次大戰中，當V-1型火箭未出現前，防空礮火的威力始終在有效無效之間。後來V-2型火箭出現，防空礮火便直截了當宣告破產。所以在未來大戰中，我們對敵人的飛機火箭，大可不必枉費氣力，夢想用高射礮擊落了。

有人戰鬥機和高射礮火既不適用，軍工專家可能設計一種以高速度發出後能自動轉向自動找尋目標的投射器。我們可以想像這投射器由高射礮發出後，利用普通火箭設備或其它設備向前推進，利用雷達或其它目標找尋器直向目標碰撞。這種投射器一定已在研究中，甚至在製造中。現在已經發明一種使高射礮投射器接近目標才爆炸的接近導火線。此外投射器的前部也可裝置爆炸物，以增加爆炸的猛烈。

以上是可能積極防禦的素描。我們如果耗費許多精力，財力，裝置一個雷達網，並非不能發覺來襲

的敵機。我們如果詳細計劃一種敵友識別設備，也可以分辨敵友，不讓敵機隨運輸機混入我們的領空。我們更可以計劃一種有效防空火箭或投射器，把來襲的敵機和原子彈擊落。這些雖然不一定都能實現，但很有實現的可能。那麼我們是否仍舊堅持原子彈無法防禦呢？

問題既提出，就應該有答案。答案是：任何戰爭的開始，或戰爭新階段的開始，永遠是珍珠港事件的重演，換言之，就是襲擊者佔絕對優勢。在過去使用普通炸彈的戰爭中，甲方雖能出其不意，予乙方以重創，但是乙方仍能繼續抵抗，甚或轉敗為勝。在使用原子爆炸物的原子戰爭中，無論乙方準備如何充實，先下手的甲方，只要狡黠，現實和果決，就能一舉把乙方殲滅。

珍珠港事件便是攻不備者勝的明顯例證。島上的簡單雷達設備在事先既會發出警報，守方如果有適當的警備，不難把攻者擊退。珍珠港的陸海軍將領並非故意疏忽，情願把自己的前程送掉。但是進攻者既能自由地選擇進攻時間和目標，防禦者便非無懈可擊，所以終為所乘。

守方即使在得到警報後能有相當準備，情勢仍是不利的。英國在一九四三年冬便已知道德國準備用「V-1」火箭轟擊倫敦。英國對於「V-1」的性能和構造早有詳細情報，並存細研究過對付方法。但是到一九四四年七月「V-1」開始在倫敦降落了。事實證明英國的準備全不適用。在最初的幾個星期內，「V-1」有百分之三十五擊中倫敦，八個星期以後，便只有百分之九抵達目的。幸而德國所用的是「V-1」，如果所用的是原子彈，那麼百分之九的擊中也能在一天之內把整個倫敦毀滅，何況第一天擊中的竟多至百分之三十五呢？當安特威伯防禦戰展開時，盟軍對德國的「V-1」已經有很詳細的認識。我們根據倫敦的經驗，知道高射砲應當如何佈置，如何使用。但是在「V-1」開始降落的兩星期中，防禦效力不過百分之五十七，第三星期才漸漸增加到百分之九十。在本次大戰中，到處可以看見這種防禦力初期薄弱的現象。一九四〇年大批德國飛機開始轟炸英國，英國起初很感到應付的困難，後來防禦能力增強，德國的飛機

始不敢日間出現而改於夜間轟炸。英國雖能把敵機擊退，但是所受的損失已很可觀。後來英國改良飛機的夜間操縱，德國飛機損失愈多，終於放棄轟炸英國的企圖，但是英國所蒙受夜間轟炸的損失又很可觀。英國雖能兩次把開始的挫敗變為後來的勝利，但這不能歸功防禦的堅強，只能感謝德國沒有原子彈。如果德國開始就能用原子彈攻擊，開始的挫敗便是永遠的滅亡。

總結上述有關原子彈積極防禦諸事，可得下列數點：

- 一、我們並無特殊方法能使原子彈在距離目標遙遠處爆炸。
- 二、雷達檢波網在原則上雖能發覺原子彈和攜彈飛機，但在實行上要消耗國家極大的人力和物力。
- 三、雷達檢波的最大困難在敵友飛機的識別。這需要計劃一種精巧有效的識別方法，同時需要厲行民用運輸機的交通管制。

四、原子彈或攜彈飛機既能以超聲速推進，攔截投射器至少應有同等速度。所以攔截投射器不能再是人駕戰鬥機，或尋常高射礮彈。新攔截投射器的製造需要長時間的設計和龐大的財力。

五、無論我們對原子彈襲擊的防禦怎樣充實，最初的效率一定有限。攻擊者見懈便擊，結果是防禦者防不勝防。我們既不能預料未來大戰中的攻勢是怎樣的，當然無從計劃最適當的戰略防禦。所以平時的防禦訓練是無用的。

六、在戰爭開始，防禦力薄弱時，原子襲擊即使不把目標完全消毀，至少也能造成百分之十的破壞。在攻擊者用轟炸機轟炸時，這是得不償失的。在攻擊者使用化學爆炸物或火箭等無人駕駛投射器時，這是否可以持久，在經濟方面頗成問題。而在攻擊者使用原子彈時，百分之十的破壞已把目標完全掃清而達到攻擊的目的。

七、結論：原子彈是無法防禦的。（賀光中譯）

原子時代的空軍

H. H. Arnold 著

「我們認爲欲保障文明世界，使免於科學知識破壞作用之害，只有防止戰爭再起一法」。這話引自一九四五年十一月美總統杜魯門，英首相艾德禮，加拿大金總理的聯合聲明。這聲明坦白地承認空軍破壞力的低廉化和簡易化。在原子彈未出世以前，都市中心已常遭受到大規模的空襲，文明的存亡那時已全在握有空權的少數人手中。而自原子彈發明後，情形更加嚴重。所以目前世界最迫切的問題，便是戰爭人力的如何國際管制。在管制力量尚未建立以前，美國空軍的任務，厥在發揮空軍能力，保護國家的安全。此外聯合國憲章既規定空軍應常備若干人力以應國際聯合執行部的隨時調遣，美空軍自應隨時準備以便增加保衛的能力。以下便是對這問題的檢討。

原子爆炸所造成的最大變化是減低破壞的成本。在本次大戰初期，用燃燒彈和猛烈炸彈把整個城市破壞早已成爲事實，而英國科文特里的毀滅便是明顯的例證。戰爭時間，戰略轟炸的效果效率劇增，及至轟炸日本時，已成爲有利的軍事手段。但是最後出現的原子彈，效率遠超過其他方面的進步。這可由經濟的立場舉例說明。

美國的B-29式機可以視爲戰略轟炸技術改進的具體實現。在一九四五年底，美國第二十航空大隊開始以每方英哩三百萬美金的代價不斷的破壞日本工業中心。這三百萬的數字包括海上陸上所有支援轟炸設備。不包括因日本投降而未完成的空軍擴充之巨額投資。原子彈的成本雖沒有正式公布，但是我們可以暫用奧本海姆博士每枚一百萬美金的估計，加上輸送費二十四萬元，包括轟炸機測候機和偵察機的往返飛行費，每枚的成本應是一百二十萬美金。廣島被毀區大四、一方英哩。長崎被毀區大一、四方英

哩，平均爲二、八方英哩。這二、八方英里的破壞，使美國消費一百二十四萬元，是每一方英哩的破壞代價不到五十萬元，可見用原子彈轟炸至少要比普通炸彈經濟六倍。實則長崎地形特殊，原子彈大部炸到空地，損失輕微，又長崎所投擲的只是第三枚原子彈，將來原子彈效力，只有日益增強，所以原子炸彈炸毀每一方英哩的成本一定在五十萬美金以下。

戰略轟炸的目的，不是破壞城市，而是削弱敵人的軍力，減低它的鬥志，使它不得不投降。像本次大戰中之德、日兩國便是明例。在德國，油源和交通的破壞都是致命的打擊，聯軍所給予德國的損失雖不如轟炸城市的大，但實能使整個德國戰爭機械癱瘓，而提早登陸作戰的效果。

原子彈的出現既減低破壞的代價，敵人軍事工業的完全消毀於是可以實現。再用數字說明，一九二三年東京大地震中，破壞的面積是一萬一千畝，財產的損失，總計二十七萬萬五千萬美金，是每一方英哩的破壞損失爲一萬六千萬美金。當時東京每一方英哩的價值既不比B-29式機轟炸時高，美國所付的轟炸代價既只是每方英哩三百萬元，美國所給予敵人的損失應爲自己耗費的五十倍。這比例雖然可以代表美、日兩國的戰費，但日本所遭受的破壞不全有軍事上之價值，因爲在價值一萬六千萬元的損失中，大部分爲不影響戰事的私人產業和建築。但是剩餘的有軍事意義的破壞也比美國的破壞費用大六倍，而就文明的全盤損失言，日本的損失比美國的破壞費用大五十倍。原子彈出現後，破壞費用既減低六倍，它加予敵人的損失應是成本的三百倍。換言之，在未來的戰爭中，使用原子彈者能以一元之耗費，換取敵人三百元之損失。

由上面五十和三百的比例，我們可以感覺到破壞的容易和空力的可怕，必須設置一國際組織消滅空戰。在過去，兩國在陸上交戰時，雙方的損失不會超過戰場上的人力物力總數，而在今日，則全國的整個人力物力已受到原子彈的威脅。在過去，戰爭能消耗一國若干年的收入。而未來的戰爭，則將連資本

一併消耗。以上關於攻守損失比例，是用金錢數字計算，目的在使讀者易於明瞭。實際上，除金錢損失外，還有生命自由等及其他文明價值，所以結論總是：未來空軍造成破壞太容易了，爲使人類避免是項破壞，實有國際合作之必要。

空權的增長

爲欲明瞭本問題起見，我們應該略一檢視近來空力的增長。在第一次世界大戰中，空軍在戰略上的作用極其輕微，在第二次世界大戰的戰場上，空力的戰略效果開始有決定性。它破壞敵人戰爭機構，使不能繼續在陸地抵抗。在東戰場上，日本面臨被B-29式機炸成焦土的危機於是只得投降。在這方面，空權更是具有決定性的。空軍威力的增長，可由攜帶炸彈噸數略見一斑。

第二次世界大戰歐洲戰場

年

美國空軍炸彈重量

一九四二	六、一二三噸
一九四三	一五四、一一七噸
一九四四	九三八、九五二噸

第二次世界大戰太平洋戰場

一九四二	四、〇八〇噸
一九四三	四四、六八三噸

一九四四

一四七、〇二六噸

一九四五

一、〇五一、七一四噸

一九四六

三、一六七、三一六噸

（註：一九四五，一九四六年之噸數，不包括原子彈，但包括美國所準備投而因日本投降，未投之炸彈數量。）

原子彈的用於軍事用途和使用於太平洋戰場，極容易使我們忽略重要的一點，就是，在B-29式機還未向廣島投擲原子彈前，日本的情勢已經絕望了。我們不願抹煞原子彈的效果，但實際上日本早已失去制空權，所以無法持續抵抗。它對我們的轟炸或砲擊，都沒有有效的抵抗，因此不能防止都市和工業區的炸毀和船隻的封鎖。日本的投降早已不能避免，它最遲在一九四六年內可以實現，原子彈的出現，正好給日本以投降的藉辭而已。在德國，空軍能力迅速地向着另一方面發展，因為制空權始終在聯軍手中，德國不能使用有人飛機轟炸倫敦，所以轉向空中武器方面找出路，結果製成V-1噴射推進膨脹爆發的無人駕駛新武器，和V-2前者向平流層發展的自然產品。盟軍在法國登陸後，德國不得不放棄使用V-1，但是所加予盟軍的損失和防禦費用遠過於自己的消費。

美國空軍攻擊力的增強有三個因素，這應為任何計劃所顧及。

一、量的增大

飛機產量和陸上空軍部隊都大量的增加，這已為人所共和，無庸費辭。

二、空力器具質和效率的改進

空力的最重要器具是飛機，電子設備，爆炸物和原子彈。質的改進不是一踢而就的，它需要不斷的研究和改善。性能改善的結果，是B-29式機的航程為歐洲任何轟炸機的三倍而費用只當其半。第一圖說明飛機速度航程和載彈量的增加。三者在此時雖已不斷的增長，到了戰時增長愈益加速，這包括新式樣的製造和研究的發展。就實際言美國在珍珠港事後只不過改善已有的飛機式樣，並沒有製造新的模型，本次大戰中，美國所用的戰鬥機都是戰前設計的。我們倘若事先就開始積極研究發展新式樣，一定會減少美國人力的犧牲。事實所給予我們的教訓是，我們的研究在平時應該繼續，尤其因為未來的戰爭是原子戰爭。

三、空中武器使用效率的增強

訓練的改良和新武器知識的普遍，使作戰效能大為增加。以一九四三年到一九四五年言，中間不過兩年，炸彈轟炸的準確，幾乎增加一倍（見圖二）。原因除技巧的進步外，更有制空權的獲得，和德國戰鬥機數目的減少。又一九四三年到一九四五年間，美國飛機的飛行分量也增加不止一倍（見圖三）。原因是敵人抵抗力的減低，和飛行團組織的有效。

空權的將來

在第二次世界大戰結束前，每一架B-29式轟炸機投擲原子彈一枚，能造成三百架飛機所造成的破壞，所以美國空軍第二十大隊，如果全隊使用原子彈，在一天之內，對日本工業所造成之破壞，將比美

國所有 B-29 式機在整個歐戰期間所造成的破壞爲大。破壞的面積，將等於日本重要城市六十八座的百分之四十二，而生命的損失則將爲二十一萬，等於美國最大城市十二座的人口。根據奧本海姆氏的估計，原子彈大規模製造後的成本，將減低至不到二萬萬美金。而這在戰時又不是一樁太大的開支，所以幾天或幾個星期不斷的轟炸，會使日本帝國的所有工業中心完全消滅。如果德國能提早發明原子爆炸物，使用於 V 式武器中，同樣的命運也會降臨到英國。目前 B-29 式機的最長飛程爲八千英里，在最近的將來一萬英里的不着陸飛行當屬可能。這在戰略上的重要，我們只要略一觀察地圖便能明瞭。因爲飛程的增加已使北半球所有重要文明中心都可能由任何一個空軍強國予以破壞。

瞻望前途，讓我們略一研討 A-1 火箭的發展。德人以轟炸英國本土的火箭，大部由燃料構成。其速度爲每小時三千四百英里，射程二〇〇哩，重十四噸，攜帶炸藥一噸。德人更計劃有長程子母火箭一種，由大型火箭攜帶一較小火箭，以每小時二千五百英里的速度向前推進，行至中途，小型火箭自動以一小時五千八百英里的速度繼續飛行，於是又前進五百英里。子母火箭能使 A-1 火箭射程增至三百英里。此外又有航程增至三千英里的百噸級火箭。這種射程的驟增，全繫於彈道。火箭噴出後，跳躍地離開低氣層而進入平流層（有如石頭在水面的跳躍），然後滑翔而下。這種技術，倘應用於兩級以上的子母箭，能使射程無止境地增加。不過單是射程的增加，而不能對指定目標作有效地和經濟地破壞，是沒有戰略價值的。

爆炸物輸送——（或平時郵件器材旅客的輸送）至指定地點問題的圓滿解決，須在設計火箭怎樣由砲口發出外，更顧及到如何引導火箭在平流層的飛翔。A-1 飛行於引導和操縱限於開始飛行六十六秒間的十二英里中。每二百英里射擊的平均誤差是四哩，這百分之二的差誤對於轟擊如倫敦大小的城市是無關緊要的，但是這差誤倘發生在飛行三千英里的火箭，便產生六十哩的平均誤差。換言之，火箭六百

隻中將只有一隻能擊中華盛頓大小的城市，那便不無考慮的必要了。爲欲達到射擊的準確起見，必須：

(一) 算出火箭路綫的應有修正，(二) 根據計算出的修正，變更火箭的路綫。目前利用雷達已能使離操縱站一百英哩的準確性增爲一哩離操縱站六百哩的準確性增爲三哩，而以後的準確性當能增加不已。至於火箭航程的變更關鍵，在無翼型火箭不外利用噴氣設備使火箭偏轉，在滑翔和跳躍型火箭則不外利用普通的操縱面。我們可以斷定火箭的性能會因研究和發展而改善，一如飛機性能的改善。

在原子彈未出世以前，長程火箭因爲箭身的笨重和火藥載量的有限，所以並非嚴重的威脅。就是子母火箭，亦因不經濟——破壞一方英哩的費用如不超過，至少也等於敵人所受的損害——而使用被限制。但火箭頭如改裝原子爆炸物，破壞作用將遠超過一切費用，火箭雖增裝任何複雜引導或操縱設備仍舊極爲合算。

Δ 的防禦，在大戰期間，始終未解決。就理論言，雖能由地面噴射火箭，將其攔截，但實行的困難始終未能克服。而二級子母火箭和其他進攻武器將在短期內更加改良則可以無疑。

噴射推進是走向將來的路綫之一。飛機的速度和高度的限制，因螺旋槳的廢除而取消。飛機性能的限制大半來自速度鄰近聲速時所產生的壓縮現象。圖一中速度曲綫的上升，所以不及其它各線的上升，原因即在此。現在噴射推進飛機既已實現，聲速不再是飛機速度的極限。幾年後可能有超聲速飛機飛翔於平流層中。以這種飛機爲藍本的無人武器之可能性，至少將不低於 Δ 的可能性。

將來的需要

我們面臨着空中武器射程速度和破壞力的增高，不能再採用純粹守勢，必須以攻爲守，方能獲得適當的保護。我們如果不幸遇着強敵，能把我們的工業機構完全消滅，而他自己的工業，全部無恙，那我

們的敗績便已決定。所以我們守禦的第一要點，便在受到敵人嚴重的打擊時，能有還手報復的能力。這需要相當多的武器，和武器之戰略的分布，然後在敵人破壞我們的工業時，方能予以同樣的破壞。

對於原子武器最好的防禦，當然是採取强有力的管制機構和保障辦法，以便制止原子武器用於軍事用途，同時保全人類文明的價值。不過在管制機構還未成立以前，美國不得不有適當的空軍政策，以資防禦。我的任務便在討論這種政策，這也是任何愛好和平的美國人所不能避免的職責。爲預防敵人先給我們以打擊起見，我們應把還擊的能力發展到極點，使敵人不敢冒昧嘗試。在最近的將來，攻的空權既能擊破敵人的防禦，肆意破壞，所以必須先有足以自守之良好防禦，而後得啓發原子戰爭，進攻他人。否則敵人不還手則已，甫一還手便已不能收拾。良好之防禦，包括敵人轟炸機和無人武器的監視，識別和攔截。

重要的消極防禦是將主要戰時工業疏散或遷移地下。美國因爲工業在戰時未被破壞，所以是列強中工業最集中的國家。其他國家的工業，因多少受到戰爭的影響，有爲避免破壞而早即疏散的，有於破壞後重建時疏散的，形勢均比美國爲優。不過疏散亦有兩種：一種疏散，目的在使工業不因一二原子地雷的爆炸而解體。這種疏散在開戰以前便應完成。一種疏散使我們在戰爭期間能保護自己的工業，以便敵人用原子彈來攻時可以還攻。在原子武器出現後的世界中，威脅性最大的莫過於普遍疏散和築堡。這事一旦實現，便昭示世界第三次大戰業已不遠。不過我們不但要準備參加原子戰爭，並應該準備作不用原子彈破壞城市之戰爭。這在乍聆之下，雖能使人驚異，但實際上必須如此。在未來戰爭中，城市可能不爲原子武器所破壞，原因並不在對破壞的厭惡而在對敵人用原子武器還攻的戒懼。在過去絕無擁有犀利武器而藏匿不用的，何況原子彈早已使用，並已將毀滅帶給日本呢？但有下列各點，使我們相信無原子彈戰爭仍有發生的可能。在過去，陸軍造成之破壞多是單方面的，占優勢的國家可以肆意破壞對方，無

須顧慮對方的報復。自原子爆炸物和火箭等空中武器發明後，破壞成本的便宜和適當防禦的不易，使將來破壞敵人城市之侵略者，其自國城市亦被敵人破壞。所以任何國家不敢貿然放出第一枚原子彈，招致敵人之報復，以至兩敗俱傷，同歸於盡。又計劃戰爭之國家，目的多在奪取敵國工業和經濟財富，因是可能限制原子彈之使用，以免將所窺伺的財富悉數消滅。

歷史中雖不見有持有犀利武器而不用之例，但確有不盡量發揮其破壞力之例。歐戰中之毒瓦斯便是明證。在兩次大戰中，雙方都很少使用毒瓦斯，而德國之所以不使用者，畏懼對方的報復應為理由之一。巴黎羅馬等不設防城的不被毀滅，也是極好的例證。又如瑞士雖未加入德義軸心，但並未為軸心國所侵，一部分理由是瑞士如果一旦自行炸毀其鐵道山洞，勢將影響德義間物資的運輸。

以上例證，並非說明所有持有原子武器的國家，都將因畏懼報復而自動不使用新武器，祇是說明在原子彈破壞都市時的情形如何複雜混亂。所以國防的建設雖應以原子武器為主，但不能只以原子武器為對象，其他陸海空力均應顧及，何況在主要的原子破壞已完成後，戰爭並不即告結束，其他兵種或將先後加入作戰，所以我們的建軍計劃仍須建立於兵種均整的原則上。

除掉原子戰爭外，散播疾病的生物戰爭也可以占同樣的重要地位。凡上所論關於原子戰爭的各點，多適用於生物戰爭。

未來的空軍為欲完成其任務起見，必須具備下列六點：

一、除原子彈爆炸物外，須有最新式空軍人員，最新式有效武器。反攻的空軍兵力應為現存的，而不應臨時動員組織之。

二、有廣大有效的情報組織，隨時報告外交關係惡化或戰事爆發的消息。

三、有研究和發揚機構，足使我們的設備最新最前進。在此方面最當注意者，是切勿以安全法令之

類防止科學家的研究，而失去應付未來危機的能力。

四、有龐大工業，可以供給戰時生產。

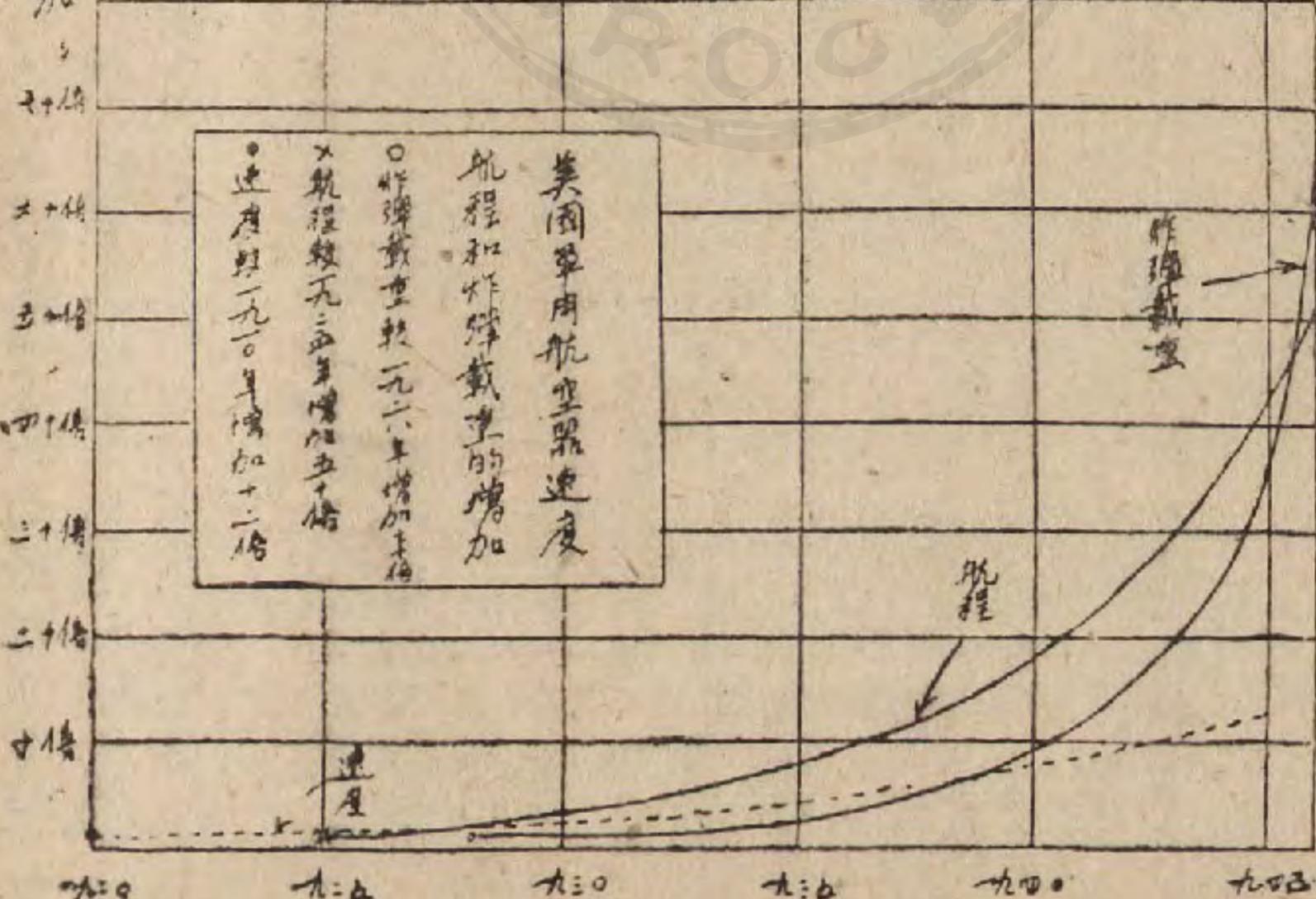
五、有能配合國防組織之全體戰爭新概

念。

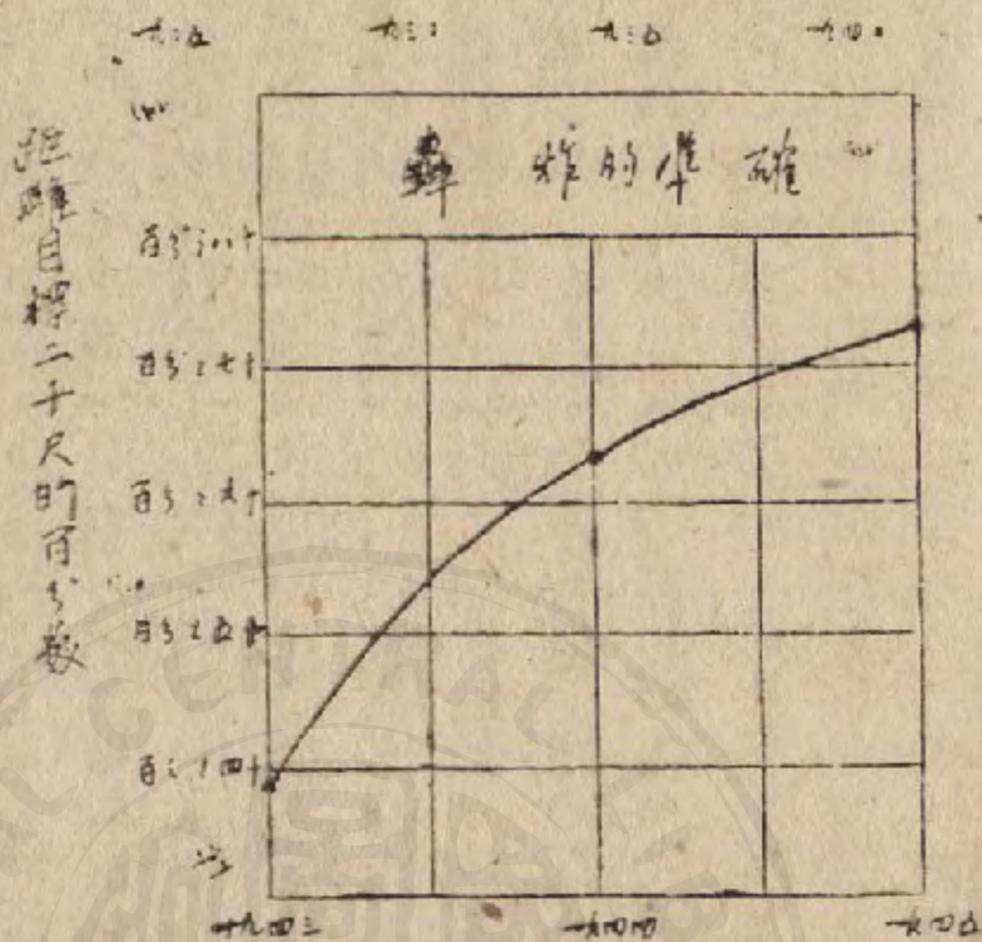
六、有戰略的基地。

以上分析，是就適當國際管制和保障尙未成立前，空軍仍應積極準備保衛國家的情形言。未來戰爭將是怎樣地可怕，已由原子爆炸物和最厲害的其他爆炸物的威力比較證明。未來戰爭中，既使作戰雙方制止使用原子彈，普通炸彈的發展和威力的增加，亦足以毀滅世界。所以無論未來大戰中落在我們頭上的是原子彈或是普通的猛烈炸彈，所造成的慘劇一樣的是不堪設想。世界各國的戰鬥破壞力已大到不容繼續使用的程度了。各國應猛自省惕，決定團結合作，使戰爭不再見於人世。（賀光中譯）

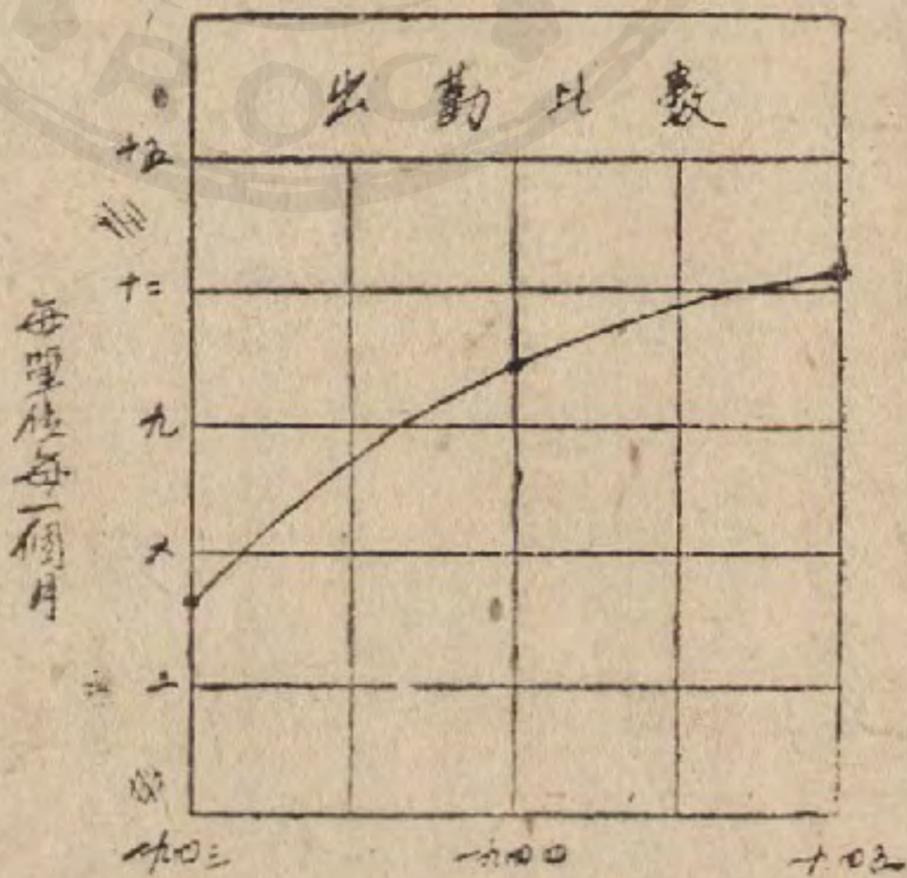
航程與載重增加



(圖一)



(圖二)



(圖三)

不宣而戰的新技術

F. J. Condon 著

一九一六年的某一天，紐約下游港口，曾發生過劇烈的震動。裝載三硝基甲苯與正克酸的幾輛貨車與一艘駁船，在輸往俄軍隊的途中發生了爆炸。這次黑湯姆（Black Tom）地方的爆炸事件，是破壞行動中典型的成功嘗試，也是全面戰爭祕密戰術的模範，德國政府的特務人員，曾暗中將小型定時炸彈，埋藏在滿載的車輛中間，將裝運的高度爆炸物全數炸毀。這樣，裝備不良的帝俄軍隊，就在幾個精細而又果敢的人手裏，吃了一次很大的敗仗。

挪威的盧康（Rjukan）擁有世界上最低廉的水力發電，所以以電解水提取氫氣的工業十分發達，這個規模宏大的盧康廠電解池裏留剩的殘餘，無意間竟發現到重水素極爲豐富。將這許多殘餘重加提煉，便從而獲得純粹的重水，這種重水可以作爲生產鏷（Plutonium）之用。當納粹從事這種殘餘物的再提煉時，英國當局——大概是擔心軸心國手裏擁有原子彈——就和挪威地下軍商量對付辦法。英國政府對這許多英勇攻擊重水工廠的挪威破壞者，予以武裝與鼓勵。重水製造廠的構造與目的既如是特殊，它在位置上的必具條件又受如是的限制，如能將這個工廠加以破壞，就可使德國製造重水，從而製造鏷與炸彈的能力，打上一個老大的折扣。

上述兩個例子，可以顯示出十分重要的戰時破壞的大部原則。破壞者手頭不能有龐大的機器，或成噸的炸藥；他祇能偷偷的幹，將他的破壞工具藏在袋裏，或荷在背上。在原子彈時代以前，破壞者祇有兩條路可走，他可以將隨身帶來的爆炸品，破壞一處小而重要的目標，或是將這小量的彈藥，引發敵人彈藥中所儲藏的能。盧康或黑湯姆事件——就是毀滅十分重要的小目標，或是不穩定爆炸物的大規模集

中地點。舊式的破壞者，都是容易摧毀這兩種對象的。

也就爲了這個緣故，上述兩種目標四周都加以警衛。小的目標，就因爲它小，也就容易予以特別與嚴密的保護。哨兵在橋上巡邏；總統有衛兵跟隨；進入橡嶺（Oak Ridge）的車輛均須加以搜查。裝載炸藥的車船也可以護衛，而軍火工廠或倉庫，既與平民住宅區遠離，又和其他容易爆炸的化學品集中地點隔絕。當一船或一列車爆炸品抵達一個港口起卸時，總是繞上曲折的路線，停泊在一個荒僻的所在，如此即使不幸發生爆炸，損害也可以儘量減少。芝加哥那次災禍，由於一船海軍軍火莫名其妙的爆炸，可說是這種意外爆炸的一個例證。那一次在當地工作的人員死了好幾百，幸虧地點偏僻，遠離市塵，總算沒有一個平民死傷。

即在原子彈時代，特務人員依舊未能擺脫其職業上的傳統限制——那就是他所攜帶的有形工具，必須依舊很小。不過這再也不是產生小的破壞了。以後再也不必艱辛備嘗，必俟近一個容易摧毀的目標，始能完成其重大破壞。他再也不必潛心研究蹣跚來往的衛兵習慣，再溜過去在發電機旁邊放上幾磅三硝基甲苯與藥綫。該·福克斯（Guy Fawkes）再也不必將火藥直接放在國會下面。一個特務人員在其隱藏處所配造的普通大小的原子彈，一旦爆炸，即可將一英里內的房屋一掃而光。在一個普通小西瓜大小的容積裏，即可儲藏二萬噸以上舊式高度爆炸物的能。一個破壞者所施的破壞，較諸第八空軍以最大努力，在十次空襲中加諸德國的損害，更爲重大；而在十次空襲中，還得損失二百架重轟炸機與二千個飛行員。

所以我們不要再設想特務人員，是要怎樣特殊人才方能担任。在將來的戰爭中，或許在戰前疑雲密佈的幾個月裏，破壞份子的活動將極佔重要。關鎖的大門以及嚴密的護衛，對他已不成爲威脅。一個目標，如果要安全的話，必預週遭繞以至少半徑這一英里的安全區域，在這安全區域之內，必須絕對沒有

一個可疑的人員與事物。任何一所屋子，對它週圍的威脅，可能像是一座最大的火藥庫一般。二萬噸的三硝基甲苯，可以隨便藏在一家糖菓店的櫃檯底下的。

這並不是故意危言聳聽。當然，一小塊原子炸藥，必須再用其他機械方法配合起來，始能製成一個原子彈。某種化學爆炸物，週圍發生大量泡沫，叫作一種「硬度」的東西必須用到。美國政府現在對一切詳情還是嚴守着秘密，不過我們知道這種造成的炸彈，可以適合B-29型飛機的炸彈架，我們還可確定炸彈的整個重量，大概不出一噸重光景。那可以在外形上包裝成一隻目錄櫃或豎立式鋼琴的樣子。

在某一種距離之內，是不是可以由炸彈的發射作用，來偵察其所在呢？在參院的報告裏，曾有人詢及現在是否已發明某種科學儀器，可以用來偵查藏在華盛頓一處地下室裏裝載原子彈的正確箱子，洛勃脫奧本哈茂（Robert Oppenheimer）的回答是：「有的，這是一種儀器。那便是起螺絲釘的傢伙，偵查員可以用這機件，不憚煩的開了一箱又一箱，直到他找到了炸彈為止」。奧本哈茂並沒有開玩笑。鈾二三五與鎂確是放射少量的放射綫，但用來作為炸彈的笨重金屬的硬度，早將這種微弱的放射性吸收掉。原子爆炸物發射的中子，特別富於滲透性，但炸彈的構造，即在其爆炸以前祇讓少數中子存在，整個設計即在防止中子的脫逃。這種炸彈如用木箱裝好，那就像放在隔室，可以安然逃避檢查者的耳目。我們必得承認這個事實，在一座大城市裏的任何區域，隣近任何重要建築物或工廠地方，在任何可以放下一隻目錄櫥的房間裏，如有人下個關禍的決心，即可秘密安置一個可以殺死千萬人，將一英哩內普通建築物化為灰燼的炸彈。我們除非在國內每一城市，每一工廠，每一機關，每一民居的每一房間，詳盡無遺的搜遍每一匣子，箱子或一具大型無線電收音機櫃子裏的每一樣東西，在搜索過程中碰到它，摸到它，否則便無法搜查出這個炸彈來。

請想像一下在這個無法消弭戰爭的世界上，警察必須面對這種困難事實的尷尬處境罷！格羅夫斯將

軍 (General Groves)，在他出席參院原子能委員會說明以前，曾被詢及國際搜查與控制的可能性。這位將軍因為要確定沒有人私造原子爆炸品，證明國內除橡嶺與漢福特 (Hanford) 兩處大原子工廠以外，再也沒有破壞和平的非法膺造，勢必侵犯到團體與個人的合法祕密，他就爲了這點感到老大的困惱。顯然他還沒有考慮到另一方面。在缺乏適當國際偵查與管制的今日，他顯然沒有想到這種需要會逼使聯邦偵緝局 (FBI) 的一個偵緝員，去翻箱倒篋的搜查每一個小姐的衣箱，每一位太太的碗櫥，每一個商人的目錄櫃，每一所工廠的工具室，美國的每一隻角落，至少六十天要檢查一次。這兒是一個值得担心的侵犯合法祕密的問題！

但是這種國內檢查的繁重步驟還是不夠的。一個炸彈帶進國內，可用下列的兩種方法。原子爆炸物，現在還祇能在一種大規模的，費用鉅大與容易指認的工廠裏製造，但它一樣可以由特務人員零零碎碎的私運進來，炸彈的其餘部份，則在國內用一間普通工廠的材料製成。還有，原子爆炸品的材料，還可以先造成冠冕堂皇的東西，諸如打火機、鎖匙、錶盒或皮鞋釘子之類。除非用 X 光吸收法來仔細檢驗其密度，否則便不能和其他金屬辨別出來。這兒重又用得着警察制度了。在這個國有原子武器的不安定世界上，每一個入境的外國旅客所攜帶的每一枚金屬，都得用精細與懷疑眼光去檢查。

即使如此，我們還是沒有獲得安全的保障。另一個將原子彈從國外運入的方法，是將一個已製成的原子彈雜有輸入美國的某種顯然無害的貨物項目裏。懶懶地躺在勃洛克林 (Brooklyn) 船場的一船裝載裏，等待一個擔憂的國家舉行 X 光檢查貨物時，如藏有這樣一個炸彈，可以殺死成千成萬的生命，與破壞這個船塢。如果用一架飛機裝載這種炸彈，飛近一處大規模的國際航空站的跑道時，它可以一舉將這航空站，旅客以及附近幾方英哩地方毀滅。空中旅行的速度與便利，再也不容你對一隻海外運來裝一架打字機的箱子，作緩慢而細心的檢查。祇要一隻這種箱子，就可裝載一種威力足以摧毀巴拿馬運河的機

件了。

原子時代破壞效率的進步，破壞力量最近增加的集中性，這兩個因素構成可能的不宣而戰。炸彈製造者的標記，以及安置炸彈人員的姓名，一瞬間即在一種可怕的原子火球裏同歸於盡。這兒也就潛伏了可怕的蓄意挑釁的可能性。在一個舉全力發展原子武器的猜忌世界裏，一個第三國家，可以在其他兩個猜忌甚深的國家中的某一國，安置一個炸彈，來挑撥起一個戰爭。這種在戰時算是愛國行動的陰謀，這兒將發展到頂點無疑；但這並不是什麼幻想，這是一個我們能够做到的一種可怕的後果。

這並不是說，用上述方法潛運原子彈進來所造成的破壞，即可決定戰爭的勝敗；我們並不是指用破壞或內應的方法，即能在戰爭中獲勝。那並不需要；因為火箭已能達成這種任務。組織一個破壞網，冒製造戰爭的危險，來安置少數這種祕密武器，若果有一個計劃執行錯誤，後果顯然是嚴重的。不過這兒還有一個未決定因素在。如果你的國家亦從事競造原子武器，你願不願一視同仁的瀏覽一下這個城市，你屋子周圍鱗次櫛比的其他屋子呢？任何一所屋子，都可能隱藏一顆炸彈。在一次新戰爭的開始，當然不單包括投擲可以投射的武器，還包括在重要目標地點潛行埋置炸彈的爆炸，以求必能摧毀目標，那在長射程武器可能是辦不到的。政府的建築物勢將坍塌，大規模的交通運輸將受毀壞，然陸空運輸港埠均將失去效用，重要的工業區域遭受攻擊。這一切，不論空中投下的炸彈是否能中目標，勢必同時發生。我們將永遠無法獲悉是誰幹的，是誰安置，私運或運輸這許多炸彈的。我們如果要保護自己，避免這種可怕的可能事物，就得將今日國際旅行與貿易的迅速便利，退倒至帆船時代，還得消耗很大的人力在守衛，巡邏與偵察上。

我們的總統，因為日夜要有人緊隨防護，據說頗感痛苦。但是將來的總統，除非經過嚴密搜查附近與每個人所攜藏的東西以後，否則永遠不敢與國人在二英哩以內見面時，他將怎樣羨慕現在的總統呢？

這許多可能性，在我們知道如何製造原子彈以前，——以及正在製造原子彈以防不測將來的今日，早就預見到了。像其他各章所作的考慮一樣，本章祇針對一個事實。我們不能在一國擁有原子武器的世界裏，在軍備裏尋求國家安全。我們的成功，祇能刺激其他像我們一樣不願戰爭國家的野心與猜忌。如果一個國家武裝了，所有的國家都必會武裝起來；如果所有國家，在這原子世界裏都同樣武裝起來，每一國家都能輕易摧毀另一國家時，戰爭祇能視爲一種防疫步驟。它的爆發變成無法避免的了。

結論是直截了當的。我們不能讓我們的世界，給許多真實問題，以及許多不安定與猜忌所困擾，捲進一種直非言語所能形容的瘋狂情形裏，同時又確有那麼的真實情形，使你可以在報紙的照片上看到。一種原子武器的競爭，必須由國際原子能管制來加以防止。破壞份子是不容易找出來的，所以製造原子彈的工廠，必須設法使其永不存在。（唐錫如譯）

危機是怎樣迫切

F. Seitz與H. Bethe合著

美國人談起原子彈政策，老愛用「保守秘密！」這句口頭禪。但這立刻連帶發生了兩個重要問題：世界上果真有秘密這一回事嗎？如果有，我們能够像保持諾曼第灘頭陣地的登陸地點一樣機密嗎？

這個問題的第一部份可以立刻回答。某種基本科學事實與生產技術的知識，尚握在英美兩國手裏，未被全世界普遍知道。這許多事實與技術，即是生產純粹輕鈾（鈾二三五）與鎂，以及用這許多材料製造原子彈的機器設計與構造。

我們如果承認第一個答案正確無訛，我們立刻可以看到第二部份的答案，對於決定我們的外交政策，有着重大的意義。我們如果無法在一定期限內，例如四年或五年，壟斷製彈的技術，不向外洩的話，我們便得分外注意我們的外交政策，而不是我們國防程序的其他因素。否則我們將在一個敵視的世界裏，一個比人類產生地的太古森林中更易大量的突然死亡的世界裏，感到孤立隔絕。但在我們能够回答第二個問題以前——即是別的国家獲得製造原子彈的必需知識究需多久——我們必需分析我們自己的發展歷史。

使今日原子彈畢竟於成的原子分裂程序，是德國在一九三八——三九年冬天發明的，美國最早獲悉是在一九三九年正月。這是美國改進製彈活動的開始日子。幾經改良實驗，直到一九四五年七月十六日，第一顆原子彈方試驗成功。從最初發現，到最後施用的六年又半時間，多少可以分爲三個截然不同的時期。

第一時期。第一時期自一九三九年正月止，迄一九四二年正月止，那就是大約在珍珠港被襲時期。

這可稱作摸索時期。這個時期中許多問題必需解決：第一，設計檢驗連鎖反應作用可能性的實驗上技術，以及實施必需的實驗工作諸純粹科學問題。第二，問題集中在如何羅致勝任的人才與充足的經費；第三，當事實仍很渺茫的時候，如何持續舉國注意於勿墜的問題。這個時期的工作，最需要既有優異天才，復有堅定意志的人物。值得注意的是，就在這個時期，這種工作是由幾個比較小的團體，在幾個大學裏進行的，特別是哥倫比亞大學，潑林斯登大學和加利福尼亞大學，由美國幾個最優秀的科學家領導工作。直到在理論上確定連鎖反應作用可能時，這個時期才告終止。

第二時期。這個時期自一九四二年正月，至一九四四年正月左右。活動的範圍擴大了，而且從純粹研究工作轉移到第一個連鎖反應單位的建立，和大量生產分離原料工廠的設計。建築大規模的工廠，或由其他工廠承包一部工作的合同也訂立了。示範工廠已建立起來，生產了少量——幾格蘭姆——的動力原料。這許多工廠也是用作求取進一步知識，作為建立大規模生產工廠的設計參考的。三種不同的工廠發展起來，一個作生產鎂之用，其他二廠用來分離鈾的同位原素。這三種方向不同的發展是視為必要的，因為那一種方法可以成功，那一種可以在最短期間內成功，當時還完全無法知道。這當然在工業上與科學上化費了許多額外的努力，也是化費了許多額外的費用，在這第二個時期，洛薩拉莫斯原子彈實驗室建立了，炸彈的設計亦於焉開始。

第三時期。最後一個時期從一九四四年正月起，至一九四五年夏天止，在這一時期，製造炸彈原料的大工廠完成並且工作起來。發展過程已從研究與示範階段，進而至於大規模製造。生產的原料即可用來試驗，以決定炸彈的大小與其他性能，原子彈的設計也完成了。就像在生產程序發展中所遭遇的問題一樣，原手彈研究工作，又給必需作多方試探的事實阻延了一下。最後，在一九四五年七月，舉行了實地試驗，以測驗炸彈一般的可能性與實際設計的是否健全。

現在我們可以簡略的敘述這問題了：除掉英聯合王國參加這種研究者外，其他國家要經過上述三個時期的每一時期，究要多久呢？軸心國家可以置諸勿論。最重要的國家無疑是蘇聯與法國，但中國或阿根廷（或南美國家）或許亦是值得考慮的。還有，像瑞典或瑞士等工業高度發達的小國，或會以其全部工業力量，作此同樣目的的追求。

不用說，這許多國家，就像美國以前一樣，是渴望知道原子彈的究竟的。一個國家是否配得上洞悉其中底蘊，是另一個問題，在這個強烈國家主權的世界裏，戰爭的準備總是爲了潛在與常是將來的意外事變，在國際沒有管制原子彈辦法的今日，不用說，蘇聯會設法在最短期間內發明原子彈，將其大部資源移作此種用途。法國已公開聲稱，正在開始建立製造原子彈的計劃，以撒哈拉沙漠作爲將來試驗場所，而她的初期規模，比較美國整個第一時期（一九三九——一九四一）且遠爲宏大。

我們承認了渴欲知道祕密的心理，我們就可以再談到需要的科學人才的供給。美英兩國當然羅致了當今世界上最傑出的科學人才的大部分。此外，這種人才在過去六年中間，有着很好的工作環境。這兩個事實說明了爲何在六年半中間，美國成功了原子彈的製造。如果其他國家或其他國家集團，像美國一樣在一九三九年同時開始研究，我們無法斷定可以比美國成功得更快。在另一方面，說美國在每一時期所完成的東西，別國無法趕得上，也是說不通的：第一，蘇聯與法國都擁有優異的人才。第二，我們應該知道在第一與第二兩個時期，即是獲得大部進步的時期，主要的工作是在少數人手裏；換句話說，許多科學家並不是一個主要因素。外國所以在一九三九年至一九四五年，並沒有獲得如何重大成就的理由（如果事實是這樣！），那幾乎可以斷定他們不能或是未能將全副精神物力放在上面的緣故。蘇聯正以不全的裝備，作生死存亡之戰；法國被佔，德國，可能是快要成功的了，但是以爲一九四一年與一九四二年的戰爭業已獲勝，所以並沒有怎樣熱心去作這種曠日持久的研究工作。

原料的供應問題又怎樣呢？在美國，最初的研究工作，是由幾間大學既有普通設備來着手的。其他國家亦可以找到這種便利。示範工廠，相當於第二期進展的，需要比較大量的原料，特別是鈾。這種礦物可以在捷克的聖，約契米柴爾（St. Joachimsthal）找到相當數量，蘇聯、瑞典與挪威都有，更不必說比屬剛果的豐富蘊藏了。我們可以隨便下一結論，凡有從事這種發展的國家，爲示範工廠覓取足夠的原料，將毫無困難。

以鈾到處都有的性質而論，我們不相信像蘇聯那麼面積龐大的國家，竟會不易發現足夠的蘊藏，作爲將來大量生產之用。這個問題，在幾個較小國家的炸彈生產量上，或許是一個阻礙；但是那並不阻止它們作示範工廠式的研究工作，而這種研究是導向成功的製造的——或可懸賞購求結果。如果一旦鈾成爲國家生存最重要的物質，勢必比黃金更貴，以國家的觀點來說，開採很低級的礦苗，也就變成獲利的事業。從商業上來說，黃金從百萬單位的礦砂中淘出來，祇佔〇、三；但地球表層所含平均鈾儲量，相信可比黃金多上二十倍左右，即百萬單位中可佔六單位。

至於工業生產能力，上述國家都很發達。它們生產規模，的確趕不上美國，但二十億元的經費，較之它們五年的國家歲入，並不算怎樣一個過鉅的數目。此外，我們就要在下面論到的，即是我們如再依法泡製一次，費用可能節省許多。

芝加哥大學的勞倫斯，克林博士（Dr. Lawrence Klein）曾搜集了一些資料，顯示瑞典——以一個可能製造原子彈的最小國家作例——在一九二五至一九三〇年間，其工廠與設備的每年平均總產量（即是非消費品），爲三萬萬五千萬元。產量大部用來更換舊的工廠與設備，但在需要作爲戰爭準備時，這個因素可以即刻改變過來。在美國從事軍火生產的幾年當中，目的是充分供給聯合國軍隊以武器，而不是像往常的替換舊工廠與舊設備。瑞典，在生產原子炸彈的行動中，也可以不惜資金以求達到目的。

瑞典如以全身從事，每年可能平均化費二萬萬元，繼續五年之久。在她一九二五——一九三〇年的產量裏，這會吸收她百分之五十七的生產工廠與設備的能力，總生產能力祇有百分之十，用來生產各種貨物與用品。這種百分比，和美國，英國，蘇聯，德國等所需要的戰爭能力相比擬，當然不啻小巫之見大巫。如果瑞典真的需要原子彈，這種程序將是一種頗為簡單的定單。

許多美國人相信，蘇聯雖能大量生產，但他們的工業在質的方面是落後的。本文作者願指出一個例證。蘇聯曾在戰爭期間實施一個大規模製造坦克計劃，而且大量生產的坦克，照作者的意見，可和德國最好的出品媲美，比美國的修門式（Sherman）更勝一籌。以技術與產量來說，蘇聯製造坦克程序所作的努力，一定和美國製造原子彈的相彷彿。

至於估計外國生產原子彈需要多少時間，我們不單要將其資源和本國的比較，還得將兩國的開始時期作比。現時任何一國開始作原子彈研究，開始時即比美國在一九三九年所擁有的知識為多，消息的兩個主要來源是，第一，炸彈性能的知識，與體積相當小，易於空中運輸；第二，史密斯（Smoyer）報告中，曾洩露某幾種頗為專門的資料。

我們先說知道了炸彈性能知識的便利。有了這種知識，不啻說上述三個時期中第一時期許多摸索與懸揣的精力時間，都變成了不必要。這樣，在開始時即可集中全力，並可大規模的進行。在美國研究的第一時期，大部精力是用在求取科學上的協助，與經濟上的支援，現在這許多都可以省却。現在再也不必依賴優異天才的想像與判斷。即使普通的科學家，都能知道其中包含的因素。還有，現在可以將程序的三方面同時開始，以減少整個時間。現在再也必等待第一期研究的結果，再決定在第二第三兩時期上化費多少精力物力。

再以史密斯報告而論，這篇報告對於工作可以順利推進的一般方向，提供了詳細的定性的報導。例

如關於鎂的生產，史密斯報告便敘述到，試驗的人可以用天然鈾與一種石墨調節器，來產生一種反應電堆，甚至吸收中子與減低效果的水，在過程中亦可作為一種冷卻器用。報告中又接着說到，在反應作用時所生產的鎂，可以用化學方法游離，其純度可以作為製造原子彈之用。這個報告並沒有講到工廠中所用管子的大小，也沒有詳細描述化學游離的方法。不過，即使是比設計原計劃的天才差得很遠的科學家，有了正確知識的幫助，也可以將這空白的一頁填滿起來的。

在最近一次科學家會議的宴席上，一個並沒有參加原子彈研究的優異物理學家，他閱讀了史密斯的報告以後，即能對另一物理學家描述他們想像的鎂的生產方法，以及原子彈普通的容積等等。他所懸測的，和未發表事實的符合程度，真是令人驚異不置的。目前外國每國至少有二十五個科學家從事研究，他們一樣可以從史密斯報告，獲取所想知道的東西。

同樣重要的是，三個不同的程序，任何一個都可以達到成功的報導——用連鎖反應作用來生產鎂，用電磁方法來游離鈾二三五，以及用播散方法來游離等。現在任何一國用這種知識來着手進行，即可決定那一種程序代價最廉，最適合其本國工業上的便利。這在金錢上就可以節省許多，可能將必需的費用減低至十萬萬元以下。因為一切工作集中在一起，工業與科學上的努力，也就節省了許多。

有了現在可以獲取的一切知識，結果可以省出多少時間呢？當然，時間縮短得最多的，當推第一階段。這個時期，在美英科學家中間，需要三年功夫，其中大部時間，他們既無多大經濟上的援助，又沒有最後成功的知識。現在有了史密斯的報告，又有經濟的援助，像法國的烏怡(Auger)與約立脫(Joliot)，蘇聯的凱畢薩(Kapitsa)，朗都(Landau)與法朗開爾(Frenkel)諸優秀科學家，也會像美國一樣，需要同樣的期間來完成同一階段，是難以想像的事。這一時期有兩年功夫儘够了。

關於第二階段，立刻開始示範工廠的計劃，我們可以說一點都沒有危險。目下或許還弄不到這種單

位生產的詳細資料。無論如何——譬如，如果決定生產鏷而不是游離鈾二三五——現在都知道要用大量的鈾與石墨。結果，這許多原料的準備工作，可以即刻開始。這兒，史密斯報告又有很大的用處，因為它指出某種製造鈾金屬的頗為簡單的程序，已經成功地在加以利用——這一個事實，在美國的研究過程中間，會化上好久時間才建立起來。如果選擇一個游離方法，作為最適當的程序，也可以作成類似的準備工作。在這兩種情形之下，即可選定一處示範單位的最後地址，一切供給這種單位的必需準備，即可着手進行。這樣，或許在第一研究階段後一年，指明了示範單位所需要的範圍，這許多單位，即可以工作起來。

再談大規模製造問題，所有適用於示範工廠生產的一切原理，也都可以在這兒應用。提煉鈾與石墨這類原料的適當地點，可以和示範單位的相同工作一起進行。或許由鈾游離鈾的一種化學程序的過程，會發生某種阻礙，因為這一種程序要在示範工廠已經生產充分的原料後方能獲得。在這一階段，工業的高度發展最關重要，其他國家因為在量上或質上較美國稍遜，或許需要較多的時間。即使如此，我們將這時期算作兩年，即美國所需的加倍時間，可能仍舊估計得過高。將完成第一第二兩期所需三年的估計，再加上這筆數字，我們可以下一結論，五年中間即可製造鏷或鈾（或兩種）了。當然，祇有擁有適當鈾資源的國家，方能實現最後的製造。

最後，我們要談到最重要的原子彈設計與構造問題。設計工作可以在程序上很早就開始，多半比美國的進展要早一些。在第一第二兩時期所獲悉的基本知識，經過示範工廠階段，即可供給炸彈體積與爆炸方法的必需知識。依照我們的估計，這種知識可以在第四年上得到，這時即可完全明白炸彈的理論，製造工廠也可以開始製造真正的原子彈了。至於事前所作的炸彈設計，在製造原料與生產成品階段中間，不致會發生什麼重大延擱。最多不出一年。所以在原子彈完成以前，一共是六年功夫——我們雖將他

國較低的工業生產能力，在估計上多加上一年，還是比美國所需的全部時間爲少。

這樣，我們可以看到，他國在美國同樣的時間裏，可能較美國進展的超過一倍。史密斯的報告，因爲提到其他科學家必會碰到的某種程序的必然成功，特別饒有價值。最重要的是，美國整個計劃是成功的。即使原子彈還沒有露面，美國計劃中有三個大工廠，外形既迥不相同，機械亦不一樣，這三大工廠都在繼續工作，表示這是三個不同的成功程序的事實，不久便會給別國知道。史密斯報告中許多最不完備的部份，即可從其他證據推論得到。當第一顆原子彈投在廣島的時候，主要的祕密洩露了，主要的未知部份也就得到了補充。

這兒估計的所需時間，有許多因素可以將其減縮。舉一個例，我們還多少抱有成見，以爲他國從事此種工作，效力將不及美國，這種看法可能完全是錯誤的。還有一點我們必須牢記，一個從事這種工作的國家，在事實上已獲得的成就，或比其表面上顯露出來的事實爲多。最後我們應該永遠記住，他國的天才科學家或會設計遠較美國爲優的方法，那些方法可以大大的縮短時間；上述估計，是以一個外國全盤抄襲美國來作根據的。

歸結起來說，我們便可獲得下述的結論：任何一個有決心的國家，可以在五年中間重複做一遍我們的工作。懷疑的與國家主義的人，或者會說這種推論對我們的外交政策並沒有多大影響，因爲在五年中間，我們又比現在進步，外國是否已擁有我們現在的知識，那就無關重要的了。

也有兩個有力的反對論調，反對這種看法。第一，在五年之內，外國實際上超越美國是完全可能的。第二，我們即使擁有比他們更具威力的原子彈，我們的優越地位也將大爲削弱。因爲不幸的事實是現時的原子彈威力極大，如果有效的與大量的使用，一天之內即可將美國高度集中的工廠地帶毀滅。我們兵工廠裏儲存的更有威力的原子彈，除非用來防止進襲，否則便沒有什麼價值，這看來祇是一種遙遠的

可能性。有了這種炸彈祇能說敵人害怕我們的報復，而且有一種禁止性的效果。不過，如果歷史給我們什麼教訓的話，也就是這種害怕報復的心理，從來沒有防止過戰爭的發生，如果一個敵國決定迅速進攻，並全力使用原子彈，他們迅速獲勝的機會是很大的。（唐錫如譯）



原子武器競賽及另一途徑

I. Langmuir 著

美國現在已擁有原子彈，而且正在積儲可以用來製造原子彈的原料。這個計劃年需五萬萬美元的經費。英國亦已宣佈計劃製造原子彈。莫洛托夫在十一月六日聲稱：「我們也將有原子能與其他的許多東西。」

這樣開始的原子軍備競賽，使各國都發生了不安全感。但是聯合國人民所祈求的，則是將來的安全，而不是其他。所以原子能與製造原子武器原料的國際管制，今日也就最感迫切。如果管制辦法沒有擬出，唯一的另一途徑，像一切以前的武備競爭一樣，原子能的軍備競爭的發展，祇能在下一次戰爭中方告終止。

「原子軍備競爭階段」：我想將這種軍備競爭的連續階段試加分析。在第一階段，祇美國單獨擁有原子彈，並將原子彈積儲起來。其他國家正在準備製造這種炸彈。在這一時期中間，美國的地位是安全的。在第二階段，有一兩個其他國家已經開始生產原子彈，那時美國積儲數量之夥，實際上已可用來毀滅一個敵國的所有城市。在這一時期，美國的地位還是比較安全的。到了第三階段，許多國家都擁有毀滅任何敵國城市的充足炸彈。在這一階段，一切國家都沒有安全可言。因為任何一國的攻擊，必然會受到報復，一種猝發攻擊的便宜也就大部份消失。

如果原子軍備競爭，繼續一個相當長的時期，多半會有許多發明，使炸彈的生產成本大為減低，或是設計成功猛烈千倍的新型炸彈。依照估計，以現時一萬枚的原子彈，即可毀滅幾乎美國所有的城市。毀損的範圍，將達十萬方里，即大約相等於美國面積的百分之三。

在軍備競爭的第四時期，原子彈或遍佈全國的放射毒素，實際上可以毀滅國家的整個面積，這樣就無法作有效的報復。在這一種戰爭中的戰勝國，必須十分嚴密的統治全世界，確定不致於受到其他國家原子彈的危害。原子軍備的第四階段，如果讓其進展到那種程度，將使大多數國家陷入極度的不安。一個自以爲準備得最充分的國家，爲避免全面毀滅的危險，幾乎會被逼來發動一次戰爭的。

各國經過這四個軍備競爭階段的速率，不單要看原子彈生產上所有的困難如何克服，極大部份還得看他們的動機：即是各國究以多大的努力，來達成其目的。

使其作此種努力的刺激不外兩種：第一、尊嚴問題；第二、極度的不安全感。這種不安全感多半將視國際情形而消長。美國現時是唯一擁有原子彈的國家，這一事實，即是說明在軍備競爭的初期，其他國家都得大部依照其瞭解與解釋美國意志而行事。一九四五年十一月十五日，杜魯門、阿特里與金氏三人聯合聲明，也就特別饒有意義，聲明裏述及美國，聯合王國與加拿大，應該「有種發言權。」

「蘇聯的可能原子發展」：除美國而外，英國與加拿大兩國，當然是可以最先製造原子彈的國家。邱吉爾已經說過，「英國將儘速製造原子彈，並儲藏在安全地點。」

但是擁有一萬萬九千五百萬以上人口，面積相當於九百萬方里的蘇聯，也自然是擁有鉅大人力與原料的資源的。在一九三四——一九四〇年間，蘇聯並沒有像別國那麼採取綏靖政策，却埋頭於一種以防衛爲目的的大規模軍事準備計劃。他們明知那會使生活水準降得很低，他們還是照樣幹下去。德國與美國的軍事專家，起初都將蘇聯的軍事準備，予以過低的估計，但是他們後來都給紅軍將德軍自史達林格勒逐回柏林的力量而驚奇起來。蘇聯能建造極好的飛機，他曾多年保持着世界長程飛行的紀錄。上一章已指出蘇聯製造的坦克，其效率更高出於德製與美製坦克。

像美國那樣原子彈計劃的費用，和蘇聯在最近這次戰爭上所化費的準備費用相比，簡直不算什麼一

回事。原子彈和同樣威力的其他武器比較，成本大概要便宜十倍光景，甚至一個大規模生產原子彈計劃的全部費用，也會比蘇聯通常用在陸海軍上的爲少。

蘇聯人民是一種強壯、粗率與具有拓荒者精神的民族，他們頗以這次戰爭獲得的成就而自豪。所以尊嚴問題多半會刺激他們學習去控制原子能的知識。如果國際局勢發展到他們愈感不安全時，我相信蘇聯即會發動一個遠較任何國家爲大的製造原子彈計劃。蘇聯可以像在對德戰爭準備時一樣，來動員他的資源實現這一個計劃，將其百分之十或二十的能力，用在一個五年計劃或十年計劃上，在戰爭以前，美國在純粹科學研究上，祇動用了國家收入的百分之〇、〇四，在工業研究上用去百分之〇、二五。在戰爭期間，整個研究費用，包括原子彈計劃在內，才升至百分之一、五左右。

這一種大規模的計劃，蘇聯的效率起初大半會是很低，但是像他們從事的一切大企業一樣，當他們的計劃進展下去，效率便會很快的與逐步的增加。他們已十分習慣於大工程。當作者最近在蘇聯時，便聽到有個化費近一萬萬美金之鉅的示範工廠將近完成，作爲以養氣替代空氣的一個大鼓風爐的繼續使用。在這個工廠設計以前，曾作多次實地試驗，證明某一種大小的鼓風爐如用養氣替代空氣，產量可以增加五倍光景。現在正在考慮改善蘇聯整個製鋼業的二十億美元計劃，完成後可節省許多製鋼鐵的費用。

如果軍備競爭繼續下去，作者相信在三年之內，蘇聯即可達到第二階段（即是他們可以開始生產原子彈時期）。自此以後，蘇聯原子彈的積聚，必能比美國更快。他們在這一種競爭裏，佔有下列各點便利：

- 一、蘇聯有廣大的人口，他們可以召集起來，他們是願意爲了長期國防計劃，犧牲其生活水準的。
- 二、他們有一種特別的鼓勵制度，使工業生產效率迅速的增進。
- 三、他們沒有失業問題。

四、他們沒有罷工。

五、他們對純粹與實用科學，有着深切的認識，對於科學極為重視。

六、他們已經計劃一種科學程序，較之其他國家猶在考慮的，規模遠為宏大。

「蘇聯的科學家」：由於上述那種鼓勵方法，以及世界至今沒有管制原子彈機軸的事實，蘇聯因此可以展開大規模製造原子彈的速度，最後須端視其訓練科學家的能力。蘇聯現在共有七百九十所大學，學生數量並不因戰爭而減少，仍在逐步增加中。他們相信教育方法已有很大的改進。例如我曾聽到在戰爭中間，他們訓練的熟練工人，遠不要以前所想像的那麼長的時間。

即使如此，許多人還是相信蘇聯並沒有充分的科學家，也沒有訓練科學家的教育便利，更沒有在合理時間內建立原子彈工業的充分熟練工人。例如格羅夫斯將軍，在出席參院原子能委員會解釋時，就說蘇聯要造原子彈，得化上二十年至六十年之久。

一九四五年六月，我在莫斯科與列甯格勒參加蘇聯科學院建立二百二十週年紀念的集會時，曾有機會略悉蘇聯科學發展的某幾部門。

在大歌劇院裏舉行的，出席人數達三千光景的科學院全體會議，集中於宣讀蘇聯及其他國家的科學歷史的論文，以及有廣泛普通興趣的專題。一百多個外國科學家，曾被邀參加這種集會。我們在莫斯科與列甯格勒的十八天，大部時間是化在與這學院的七十八團體中的科學家討論上。我曾參觀過幾處科學團體，特別是關於化學的和物理的方面。蘇聯科學家都自由的談到他們的工作，並讓我自由參觀他們的實驗室。他們那種友誼態度，以及他們潛心研究科學的熱忱，使我獲得很深的印象。他們都在依照科學家所計劃的問題進行工作，不受什麼不當的政治管束。事實上，他們能够在戰爭期間進行科學工作，如換了美國，便將變成不可能的了。他們的工作大部是久遠性質，多半是給戰後工業發展，樹立健全基礎

的計劃。他們能够使應該參加軍隊的人緩役，來參加這種工作。

在我遇到的人們中間，他們顯然都有種需要長期和平與安全的願望。他們的計劃即說明了他們所希望與所相信的是可能的。在一九三四——四〇年中間，蘇聯國內充滿了不安全的感覺，照他們說，他們都預感到德國侵略的危險。到了一九四五年六月，因爲不安全時期業已終結，他們感到了老大的安慰：對軸心國戰爭已經獲勝。他們預備在殘破區域着手修理重建工作，同時希望建立將來的生活水準，能够像美國一樣高，或甚至超過美國，純粹與實用的科學，在這種程序上佔有一個重要的地位。科學院的建築近來曾加以修理與改善，我還看到一個新建築物的圖樣，比現時的那座至少要大上五倍或十倍。

科學家在蘇聯社會上的崇高地位，以及他們有消夏別墅與汽車等等的享受，都是鼓勵國民努力作領袖的方法。在這次科學院的會議裏，蘇聯政府會頒發了一千四百份獎狀：例如，十三個科學家會獲得社會勞功英雄的最高勳章，一百九十六名獲得列甯勳章，這種勳章，連莫洛托夫還是在最近幾個禮拜前才獲得。那是莫斯科新聞會發表了一篇「科學爲人民服務」題目的文章，原文有這麼幾句話：

「……科學家從沒有像在蘇聯那麼受到國家的重視，與社會的尊崇。……」

「……國家供給科學家以最大的生活上的享受，與工作上的便利，並且保證他們身故後，他的家庭仍可過一種安適的生活。……」

這個科學院會議，在歐洲戰爭結束後才一月光景即行開幕，可說是異乎尋常的。款待的豐盛——例如在克林姆宮舉行的，史達林親自出席，由莫洛托夫邀請的一千一百人的大宴會——即可表示蘇聯人士對科學是如何的重視。在所有的演說裏，都強調科學的國際性質。演辭裏提到全世界的科學家，永遠是相互合作的，國家的敵視態度對他們並不發生效用。他們希望各國在其他方面，也能像科學一樣，會同樣學習合作的方法。

八月裏對日使用原子彈一事，對蘇聯人士必定是一個很大的震駭。大部的蘇聯人士會覺得，他們業已得的安全重又突然消失，他們又像在一九三四——一九四〇年間一樣，陷於不安全的情形中。我相信在莫斯科會議以前，所以不能和蘇聯達到國際上的協定，都是由於他們對將來安全感到失望以後的一種自然反應作用。

蘇聯對美國保持原子彈，視為一種「神聖的託付」的疑慮，我們如設身處地作下列的自省時，即可更加了解蘇聯：如果美國過去沒有作原子彈研究，而在戰爭將近結束時，蘇聯沒有對我作適當的磋商，就在柏林投下了原子彈，美國現時的輿論又將怎樣呢？如果在投降後幾個月，蘇聯政府宣佈這種神聖託付的原子彈，已有相當的積儲，美國所感覺的不安全感，會因此而完全釋然嗎？

「蘇聯協調的基礎」：十一月十五日的宣言，提供了一種希望，即是通過聯合國組織，可以建立「一種相互信任的空氣，在這種空氣裏，即可從而獲致政治上的協調與合作。」

一種合作，與最後世界控制原子彈的基礎，可以先考慮下列普通可以協調的事情來着手：如沒有一個國家希望征服世界，各國都希望安全，沒有失業問題，提高勞工待遇，以及一般人民都能過較高的生活水準。許多其他可以協調之點，都不難找到。

世界管制有許多嚴重的困難。我們必須估計到美蘇兩國，並不怎樣採相互了解。美國不喜歡蘇聯政府的形式，蘇聯也不喜歡美國的。蘇聯不喜歡美國的罷工與失業，美國不喜歡蘇聯的統制報紙輿論。蘇聯在美國的報紙上，發現許多記載都是假的，但美國人顯然願意相信這許多文字。蘇聯報紙將他們對美國所有不喜歡的東西，全歸罪於資本家，富豪，或小資產階級的統制。蘇聯說祇有他們才有真正的民主政治，但美國人則說他們根本就沒有民主可言。

許多國家在他們的政治形式上，根本就不相同。但他們都同意各國在其疆域內有自由選擇其政府形

式的權利。關於在征服與解放國家裏建立的政府，最近曾引起了許多齟齬。

美國的一般政策，已在四大自由與大西洋憲章裏指出。一九四一年正月，羅斯福總統所給予的四大自由的第一個，即是一在世界各處有言論與新聞的自由。」在羅斯福總統與邱吉爾首相所擬的大西洋憲章裏，共包括八個條款。第二條述及，英美「希望凡有國土的變動，都得依照該關係國人民自由表達出來的願望。」第三條是，他們「尊重各國人民有選擇其政府形式的權利。」以及他們願意「看到以前曾強被劫奪的主權與自治，重行恢復到合法人的手裏。」

美國人有種普遍的信念，那種信念使其他國家很難與美國合作，那就是世界問題可以用口號，或是理想的原則來解決，甚至那對於實際情形，真的格格不相入的時候，依舊那麼堅信着。將美國某種意見施諸他們所造成的困難，可以從美蘇兩國對於民主政治與新聞自由意義的懸殊上，獲得瞭解。

蘇聯人士談到民主政治時，往往喜用一種標準的成語。一九四五年十一月三日，V. 蒲希科教授（V. Puzhiko）在蘇維埃新聞上發表的一篇「蘇聯民主政治」的下列數段，即是一個最好的例證：

「在小資產階級國家中，不會有真正的民主政治——即使在那許多憲草裏，訂明有這許多權利的國家也不會有。如果一個社會有雇主與雇工的分別，就不會有平等可言。……如果印刷所、紙張甚至會堂都握在小資產階級手裏，勞工即不會有言論、新聞或集會的自由。……」

「另一方面，在蘇聯國內，政府的一切權力全握在人民手裏，由人來剝削別人的制度已告消滅，勞動者並沒有階級。社會主義的經濟給予民主的權利與自由。……人民間的種族與階級仇恨，現在都已給友誼所消除與替代，而科學與文化已為人民服務。」

我們相信巴爾幹國家與日本的人民，應該有民主的政府，蘇聯似乎也同意這點。在日本，美國實施的是按照美國本國的模型，但美國人却不同意蘇聯在巴爾幹被征服與解放的國家，設置依照蘇聯民主觀

念的政府形式。如果我們要和思想不同的國家廝混一起，我們便不能堅持我們的自由與民主概念，必須在各地通行無阻。這種事情需要妥協與聰明的政治家作風。它們不是用空洞的口號可以解決的。

新聞自由是美蘇兩國另一歧異點。下列是莫洛托夫在一九四五年十一月六日，所作十月革命廿八週紀念報告的一段：

「蘇聯制度之力量，在其與人民密切的一點上。蘇維埃民主政治與議會式民主政治不同，在性質上是確乎符合衆望的。所以作爲一個新型國家的蘇聯，和舊式國家的工作不同。這樣，蘇聯的責任，諸如在精神上授蘇聯人民以維護世界和平的利益，在民族間建立友誼與合作的政治教育，都需要拿出一切力量，來防止一次新的侵略，以及法西斯主義死灰復燃的嘗試。……」

「蘇聯憲法是嚴禁在國家中間傳播憎恨，仇視等等的，就像我們報紙上嚴禁頌揚罪惡，劫奪與對人施行強暴。在蘇聯民主政治之下，這種『限制』是視爲很平常的事情，就像不幸在某些其他國家相反的將這許多罪行視爲自然一樣。在某些國家裏面，言語與新聞自由至今還解釋成這樣，即是法西斯主義屠備的奴隸，在恣意作侵略與法西斯主義肆無忌憚的宣傳時，甚至可以不必戴上假面具。」

顯然蘇聯對於新聞自由的觀念，和今日美國的截然不同。按照四大自由的第一條款，我們當然不能要求美國式新聞自由，可以放諸四海而皆準。如果美國式的自由可以施之於日本，蘇聯人就不懂爲什麼他們對這問題的理想，不能施之於巴爾幹國家。

美國往往不信任蘇聯的新聞，因爲那是由政府控制了，但是美國竟無法辨認許多歪曲的新聞，甚至由宣傳機構惡意的介紹到美國的報紙裏來的東西。最好的一個例子是，美國報紙上的記載，曾經國務卿史退丁紐斯在舊金山會議上引用，即倫敦波蘭流亡政府的十六個代表，曾被蘇聯邀往開會，抵達後即遭逮捕與審訊。這種消息後來由史退丁紐斯否認。美國駐蘇大使哈立曼曾告訴我們，蘇聯並沒有邀請這

十六名波蘭人出席參加會議，而是在波蘭境內因爲分發軍械，作爲反抗蘇聯事而逮捕。作者曾參加過幾回這十六名波蘭人的審訊。我相信蘇聯的審判是公允的。許多人獲釋了，判得最重的是十年監禁。被告會以反抗蘇聯的行動而自傲，有一個被告還說，如在必要時幫助波蘭獲得黑海的出口，他是願意對蘇作戰的。我在美國從沒聽到有誰對這原本僞造的故事，以否認。那或許是發表在不觸目的地方。這種不公允的作風，在美國對蘇關係上，產生一種很壞的影響。

由於美蘇兩國對於民主政治及新聞自由不同觀念所造成的麻煩結果，兩國政府如能舉行坦白的商談，是十分需要的。美蘇兩國缺乏相互的了解，是由於很少人民到另一國去旅行。史諾（E. Edgar Snow）最近指出蘇聯境內祇有二百六十名美國人，而在美國也只有二千名蘇聯人士。兩國間旅行便利，即可對其有很大助益。莫洛托夫在十一月六日的致詞中，曾表示這種往來的願望，那是值得高興的消息。他說：「諳悉他國的生活，對蘇聯人民當然有好處，那還可以開拓他們的眼界。」

蘇聯如能取消美國報章雜誌在蘇聯流通的禁令，美國聽任蘇聯文字在美國報紙上轉載，將可獲致兩國較好的關係。我們必須記住，美國如有人談蘇聯談得太多，或贊同蘇聯的設施，即有受議院非美國活動委員會「偵查」的危險。蘇聯最近邀請新聞記者參觀蘇聯佔領區一舉，是極最有希望的象徵。

十一月十六日宣言裏曾作一項建議，各國應該交換科學家與科學情報。蘇聯在一九四五年六月開始這種行動，邀請一百二十位外國科學家到蘇聯去，將科學工作的全部情報送給他們。

蘇聯將這許多重要科學文件，大部用英文與俄文發表。他們在蘇聯，甚至在西伯利亞的學校裏，已開始教授英語。蘇聯國民都有讀書的癖好，一旦他們能夠閱讀英文的書籍報章，即可向較好的瞭解邁開一大步。

「檢查問題」：交換科學家是給有效的檢查方法，作一種預備功夫，而真正有效的檢查方法，或許

需要。效的世界性管制。齊拉特博士(Dr. S. J. S. J.)在以後一章裏，會詳細的討論到，不過我在這兒想指出幾個特殊之點。

如果各國都對安全有種誠摯的願望，我相信對有效的檢查制度，就會有普遍的固執要求。這可以包括鈾的來源的檢查，當然也包括檢查用來製作原子能材料的工廠在內。

伯納、勃洛第(Bernard Brodie)（其所著原子彈與美國安全一文，曾由雅魯大學國際研究會發表）曾指出了這點，烏萊博士(Dr. Urey)曾在參院原子能委員會上說明時再度強調過，如果製造鈾二三五或作爲力量用途的鎂的大工廠並不存在，檢查就可以便利很多。

我們從核子反應作用所獲得的新學問，其對於承平時代的最大貢獻，或在其間接的影響，使科學加速進步，導使生物學、化學與物理學諸方面的偉大發明。這許多貢獻可以一個或二個電堆，作小量的放射物生產來獲得。大規模的利用原子力量，即會包括可以迅速用到原子炸彈上去的原料生產。這就會產生很嚴重的檢查問題。至於以原子能力在商業上用作替代煤與油的用途，比之於將會造成原子彈存在的危險，在未來的許多年中，兩害相權取其輕，將是一種無關重要的事。

所以，如果證明真正無法達到有效的世界管制，以及必需的檢查，還是將一切原子彈，一切製造原子彈的大工廠，和一切鈾二三五與鎂的原料儲藏，全部加以毀滅來得合式。

曾有人提議，未用的原子彈應該交由聯合國安全理事會保管。原子彈的保留，很難想出有什麼有用的目的。原子彈並不是一種警察的武器。

要是依照按步就班的程序，最後能夠有效的管制原子武器，全世界的信任心就會增高，那時即可有一種機關存在，其他武器也就可以管制了。將來我們就可以將原子彈的發明，視爲人類終止一切戰爭的發明。（唐錫如譯）

這一切是如何造成的

H. Urey 著

十九世紀發明了大量生產的原理與技術。在這一世紀中間，特別是在美國，作為和平用途的大量生產方法，有了改進與開展，直到今日，美國人所用的東西，幾乎無一不是用大量生產方法生產出來的。如果沒有這種方法，美國就不會有那麼高的生活水準；用了這種方法，世界各國祇要有合理的資源就可以獲得很高的生活水準。在這一世紀內，許多科學上與機器上的發明，都是用來提高人民生活水準的。不幸的是，在另一方面，大量生產方法與科學上的發明，也用在戰爭上。爲了將這許多方法與發明，應用於某一指定的目的，我們必須有一個實驗它們的機會。第一次世界大戰，給大量生產以適應戰爭目的的第一個機會。但那在大量毀滅的技巧上，祇能算是一種初級課程。第二次世界大戰給了高級課程的機會，到戰爭終止，這許多功課都完全學會了。現在我們有科學上的知識，機械上的技能與經驗，以及工業上知道如何在真正大量生產的基礎上發動戰爭。將來戰爭和過去的那個戰爭不同之點，就像一輛新式的汽車和T型福特舊車，或是一匹馬與木輪車一樣。從破壞的觀點看，將來的戰爭可以如此成功，文化的物質與人類基礎，簡直不會留存什麼。因爲現在包括原子彈與其他武器的美國科學與大量生產技術，一般人還沒有注意到。

我們這兒說到的特殊武器，包括飛機，無人駕駛飛彈(M-1)，火箭(M-2)和原子彈。外界還沒知道適用於投擲原子彈的其他方法，可能局部的發達起來。將來仍會有其他方法發明。在這次戰爭中間，祇用得B-29型來投原子彈，但這兩種武器配合起來作戰，已使日本忍受不住。將來這許多武器大量生產起來，會使全世界人民都忍受不了的。這並不是說戰爭不會來臨。那是說戰爭多半不會是長期的，

因爲它可以迅速與決定的完成大規模的破壞。

讓我們溫習一遍，我們今日看到的原子彈的事實，以及本書以上各章的內容罷。

原子炸彈，因爲在效果上無可比擬的增加，以致使已知與預測的一切防衛全歸無用，最好不要將它當作另一種武器看待。過去已明了許多新武器，而且在許多方面，它們的攻擊力量，較之防衛力量增加得很多。我們今日對原子彈的防禦力量，幾等於手執標槍與盾牌的羅馬武士，來抵禦配有機鎗的現代軍隊。在這幾年中間，用現代飛機帶來了原子彈所增加的攻擊便利，實比過去一千年所成就的爲多。這許多武器可以將我們現時所能設計的一切防衛完全毀滅。

本書第七章，李德諾博士（Dr. Richardson）曾詳細的檢討過防禦原子彈問題。可是依然有許多人相信，每一種武器總有一種防禦方法。這種動聽的規則常有一個例外。但這種說法是否正確呢？我們可以防禦子彈嗎？或許有，但是在上一次戰爭中間，就有許多士兵給子彈射死。有方法防禦潛艇嗎？是的，的確有。但在上一次戰爭，它們擊沉了世界上大部的船舶。有辦法可以防禦飛機嗎？當然已經知道防禦的方法，但在第二次世界大戰的重要戰役裏，祇有美國一國倖免於城市的嚴重破壞，或是幾近完全毀滅。關於坦克，海軍船隻，以及其他大大小小武器的類似問題，都可以作類似的答覆。

許多武器遇到了更有效的武器，就會在戰爭中給淘汰掉，不過祇要在戰爭中使用它們，不管防禦怎樣，以及它們造成破壞的能力有限，它們一樣可以造成實際上的損害。將來如果發明了比原子彈更富破壞性的武器，原子彈就不會有人使用，不過祇要使用它們的時候，每個爆炸的原子彈，就可以繼續毀壞許多方里的城市。或許有一個問題可以指出這個題目。我們能够想像像美國這樣一個國家，在將來會有這樣有效的防衛，可以決定不必再製造原子彈，因爲純軍事的理由，對原子彈的防禦，已使這種製造成爲不合宜。我想不會。如果將來不造原子彈，那必是爲了其他的理由，而不是防禦的效力所致。沒有軍

事的防禦可以存在，而且也不會設計出什麼來。原子彈能夠毀滅世界上的城市，如在另一次戰爭中使用，它們一定會這樣的。

這篇文章是假設在下一場戰爭中間，能夠有充分數量，與成本很低的原子彈來加以有效的使用。不幸的是，這兩個假設都是正確的，給予美國人以很高生活水準、汽車、電力廠、化學產品、電力計劃等的大量生產方法，來作費用低廉的原子彈大量生產是可能的。事實上，以武器的使用與生產而論，將來的戰爭要便宜許多，而從完成的破壞觀點言，那就是損失不貲了。即使是小國，如果他們竟是這種笨極的傻瓜，也參加這種致命的事業，一樣可以製造出許多原子彈來。他們多半不會，因為他們知道如果使用原子彈，他們就會整個的被毀滅掉。祇有高度工業化的國家或許不會認識這點，即是在這種武器前面，一切國家都是小而脆弱的。在這一次戰爭以前，許多小國都知道必須和隣國和陸相處。以原子彈的破壞力量，來和低廉的成本相比，各國必需都能友好相處才是。

這樣就會問到這個問題了：除英美而外，旁的國家能生產這種原子彈嗎？答案是：當然他們能夠。有什麼人類所發明的武器，能夠一逕單獨操在發明國家的掌握中呢？原子彈的製造，固然是一種巧妙與複雜的東西，但是坦克、飛機與其他主要的戰爭武器的製造，何嘗不巧妙複雜？美國現時是最大的工業國家，能夠而且確是比其他國家更迅速的製造這種武器。但是我們要說他國不能學習到一切製造的詳情，和事實上改進製造方法，這種假設是無聊的。英美人民果作如是想，那他們便是陷入最危險的幻想。

其他國家來設計這種武器要多久呢？估計各各不同。大部參加原子彈製造的科學家與工藝家，猜想是五年至十年之久；有幾個相信不用那麼多，有幾個則相信要超出這個年限。賽茲與倍斯博士在第九章裏，敘述了許多可信的理由，作六年或以下的估計。因為解決整個問題需要較多時間，所以我們希望外國製造原子彈期間，比上述估計為長，而不是更短。

有些人建議美國祇要在發展與製造原子武器上一路佔先，就可安全無慮。當然，美國可以在這方面佔先一個時期，但並不是永遠如此，因為別國一定會超過美國的——或許較我們所預料的時間為短。且讓我們將這建議更仔細的觀察一下。譬如美國在原子彈的數量效力上，超過其他國家，那對我們又有什麼好處呢？我們準備在適當期間來攻擊他嗎？在這種攻擊以後，我們必須用陸軍來佔領這些國家，藉以防止其將來製造原子彈。全世界百分之七的人口，就得用來鎮壓全世界其餘的人口。即撤開其他的考慮不談，我們若完全了解這種鎮壓的責任與困難，就不見得會自願的去走這條路。

再過一些時候，到其他國家獲得可以毀滅美國城市與其他重要目標的充分原子彈時，美國便會置身於毀滅那一國城市的處境，不論我們擁有毀滅其目標一次以上的原子彈，這對我們仍沒有好處。一旦將可能敵國的一切重要軍事目標摧毀以後，剩餘的原子彈即毫無用處。假使我們假想敵國擁有摧毀美國軍事目標的充分原子彈，我們怎末能够比這敵國佔先呢？原子彈是不同的，它可以充分製造，來完全毀滅任何一國的一切主要城池的居民，以及一切可能的目標。將目標再毀滅一次，或是將人民再屠殺一次是不可能的。所以最後我們在一次原子能戰爭中，不能期望超過別國的。

我們試再談防禦步驟，特別是將城市分散與遷至地下。這彷彿是所有建議中，惟一有效的防禦方法，但這祇是一種減輕方法，一種緩和攻擊力量的方法。依照第二次世界大戰的標準，實際上將住宅區、工業區與運輸機構分散開去，費用將屬不貲。工業所以常常在現在的地址，那都是因為有其經濟上的便利，諸如自然的運輸便利，電力或原料的取給方便等，如將工廠遷至遠處，即會減低美國工業制度的效率。在許多製造程序中間，集中常常有極大的便利；因為那對於許多工業是必需的。

城市分散所引起心理上的問題是極重大的。我們許多人，或者是佔大多數，爲了這個或那個理由，都喜歡我們現在生活的地點與情形，雖則你和我或許會不懂爲什麼是這樣。分散城市會很直接的影響我

們每一個。要一致通過這樣一個計劃，將永遠不會得到一致的意見，多半是決定祇能取決於僅僅的大多數，而一個決心的少數團體，會強烈的反對這項決議。有許多建議這種分散工作，應該在十五年內完成，這樣看來時間太短了；不過在我們所面對的威脅之下，我們還是可以決定完成它。執行時候，或許需要一個獨裁制度。結果，那仍舊不是一種確定的與決定的防衛，因為如果一個下了決心的敵人，獲得某種較大的原子彈，可以破壞我們的經濟，也一樣可以毀滅我們的人民。原子彈是一種極有威力，與成本很低的武器，將來可能變成威力更大，成本更輕的。

危險的工廠或許可以移至地下，但是又爲了什麼目的呢？這不會防止地面上人民的毀滅，如果軍事工廠與機構不能保護一國的同胞，它們又有什麼用處？又爲什麼要防止它的毀滅呢？如果海陸空軍及原子彈不能保護一國人民的生命財產，還有誰來管軍隊是否能保護其自身呢？

這本書的主要目的，是在討論原子能在軍事上的威脅，而不是它在承平時代的用途，但這種可能用途，仍帶有軍事使用的意義。至於反射原料作爲醫療上的用途，可以不必從具備大量分裂性原料，如鈾二三五或鏷的大工廠裏獲取。原子能工廠才需要這種充分原料，來製造原子彈。這許多用來製造原子彈原料沒有找出的改變用途，也就比較上容易，因爲所有化學工廠都損失多少原料，而每廠的損折率各不相同。如果決心虛僞的使用這種工廠，記錄也就可以比較容易作僞。這裏需要一種更廣泛的檢查制度，藉以防止工作中工廠的原料轉用，而不是防止這種工廠的建立。這轉用的可能性，並不能在全世界人民方面，培養一種信任，這對世界管制原子彈的信任十分重要，應該盡一切方法來促成其實現。正當管制方法如能獲得，信心亦已建立，那時才能考慮動力工廠的使用。

且讓我們來簡單的加以考慮，如果基於合理的信任的世界管制沒有建立以前，任何一國都沒有設立大規模原子能動力工廠，究有什麼損失？第四章會將這種情形詳加檢討，我們從這種討論裏，確實不能

說服別人，現時立即利用原子能力，在經濟上有什麼極大重要性。無論如何，原子能力將最先也是最合邏輯的在沒有能力資源的地點應用——例如加拿大北部，亞馬遜河流域，以及其他這類無法找到油與煤的地方。船舶可能利用原子能力，以免加添與裝儲燃料，不過，在最近的將來，或許並不會是怎樣的經濟的。

消耗原子能的多半是海軍艦艇，而不是其他船舶，因為經濟因素對它們並不重要。不過，如果我們建造與使用這種海軍艦艇，我們就是決定準備作其他戰爭。在邏輯上講，那時我們就應該決定製造更大的更好的原子彈，因為我們如用海軍船隻，或其他作戰武器來威脅他國時，他國就會使用原子彈。原子能如用在海軍艦艇上，這個世界必然會溜回到原子彈軍備競賽階段，整個問題回到原子彈的攻擊與防禦了。管制原子彈必然無可避免會走上管制一切武器的路，若果想像祇管制原子彈製造，仍舊讓戰爭用別種武器爆發與繼續下去，直到爲了終止一切戰爭，原子彈才出來問世，那是一種傻想法。祇有澈底消弭戰爭，方能防止它們的使用。特別是海軍艦艇的利用原子能推動機器，會使用原子能控制趨於綜錯複雜，而且幾乎可以不必說，那必然會減低管制上必需的信心程度的。

大動力工廠如能延期利用原子能，即可使原子彈的控制比較容易。這是來完成這種最滿意目的的小代價。但同時可以不必延期放射原料的利用。

「自由與原子軍備競賽」：美國公民都以他們享有個人的自由而誇傲。從這合衆國肇建以來，即由歌曲與演辭來加以頌揚。在美國獨立宣言裏，第一句就提到它。在全國一切公開集會的公開致辭裏，也都不斷的引用到。但那一逕是不完美的，因為有時許多人的生活，在人口中的某些部份，終身都受到這種原則的破壞。但是以美國人口與歷史而論，美國人的個人自由，在整個人類歷史上，代表着這種自由的最大的部份。

這種情形的造成，實緣於許多環境使然。美國早期開拓者的傳統，後人應該是念念不忘的。在政治上講，美國人的自由，從英國大憲章開始。但是美國人獲取自由，比歐洲的兄弟較速較大。極大部份原因，是因爲美國有廣闊的大西洋與外界隔絕，不慮外來的侵略，甚至在美國長期而削弱國力的內戰裏，美國仍能解決自己的國內問題，而沒有被一個外國所擊滅。

由於運輸的進步，特別是空中運輸的發明與進展，美國所賴海洋保衛的遺世獨立情形，業已消失。現在這因素不復存在。在這個世紀裏，美國已兩次被逼派遣其子弟在歐洲與亞洲作戰，以保衛本國與本國的重要利益。其他類似地位的國家，像加拿大、澳洲與紐西蘭，都有同樣的情形。

近代飛機與原子彈的到來，世界各國的一切自然防衛，均突告消滅，河流、山嶽、海洋，現在已無防衛的價值，將來也永遠不會。由於這許多防衛的消滅，美國的自由將受到嚴重的威脅，事實上，這種威脅業已開始。在開端時期，我們已經知道本國武力的擴張情形。今日我國的人民與議員，就都不清楚這種武力的擴張情形。製成的原子彈有多少數量，我們不知道，而這許多原子彈是代表一種相等於一支海軍，一支龐大陸軍或一支龐大空軍的軍備。甚至國會都不知這種武力的擴展情形，這種武力代表對他國的一種威脅，對於美國和其他國家的關係上，具有重大的影響。

如果原子軍備競賽繼續下去——那已經在進行中了——美國的公民對於這種重要問題的知識，將愈來愈少，最後必須盲目接受少數有權力的人，來作有關大眾事情的決定。美國人民既不知道這種軍備的大小，他們就得信任他們以前所選舉的，在華盛頓的人物的重要決定。騎馬報告重要消息的使者，這種場面很快就會在公共場合出現。梅、約翰生法案（MAY-JOHNSON BILL）沒有在國會作正式宣讀，就得企圖獲得通過的嘗試，是值得注意的。這兒是作戰部起草的一個法案，那建議將原子能的一切管制，移到少數人手裏，這幾個少數人可以加以保護，用最嚴厲的處罰辦法來支持安全條例，使他們的行動不致受

大眾的刺探。如果國會通過這個法案，或任何類似的法案，就會經總統簽署生效，這樣美國人民的神聖權利，便會遭遇到第一次的驅逐。梅、翰約生法案實際在意圖上是類似的；結果是將德國議會的權力，移入希特勒一人之手，當然在一次舉動裏，不會就完全毀滅代議政府的。許多人都弄不明白這個法案的廣泛與悲慘意義。這是我們代議政府，與我們憲法權利法案一種結束的必然開始。

這類事情爲什麼會發生的？回答是可怕的。原子彈對於世界各國人民，是這麼一種嚴重的威脅，把握這問題的瘋狂與不顧死活方法經過已建議過。如果軍備競賽繼續下去，這類事情會更多的發現。我們害怕起來，我們破壞了科學的自由。我們害怕別的國家，不肯宣佈我們製成原子彈的數目。我們怕這類炸彈偷運進我們的城市裏來，於是我們必須採用祕密警察，來偵察這種炸彈。我們擔心城市會被襲，會不顧城市與鄉村二地人民的願望，強迫城市人民疏散到鄉村去。我們害怕外來的猝發攻擊，會將國會的宣戰權移入一個人手裏，這一個人，不論他是誰，就會愛好這種權力。他會變成一個獨裁者。絕對的權力必然地會腐敗。

世界各國都會發生同樣的傾向，結果是對什麼地方都害怕得不得了。但在世界各國中間，工業最發達的國家，也就是最可能被原子彈攻擊，也是最易受損害的國家。終止世界第二次大戰的武器，同時也是終止了美國的國防。它們還威脅到我們的自由。

但是爲什麼對這許多恐怖發抖呢？我們不應該強有力的把握這個局勢，採取攻勢嗎？美國可以和世界上許多國家同盟，來征服其餘的國家。美國若採取這一着，那就得供給許多人與原料。這需要一種很大的努力，而且要蒙受很大的犧牲。假設美國如此幹了，且獲得最後的勝利，他將是世界上被人最爲仇視的國家，這種仇恨可能繼續一世紀或以上。在這一世紀的長時間內，美國必須時刻提高警覺，提防被征服地方的叛亂。美國人會變得十分野蠻，因爲征服永遠是如此的。這並不是一個滿意的解決，我們的

傳統又是像今日的樣子，那是不能獲得人民來貫徹工作的意志與決心的。雖則解決原子彈的一切方法都是困難的，但我相信這是一切方法中最不可能的一個。

原子彈的問世，造成人們思想上無窮盡的紊亂，這種紊亂逐漸蔓延更多的人士，因為他們也知道這種武器的一切錯綜複雜關係了。這許多事實造成了什麼？

現在全世界人民，已擁有超越以前體積與破壞力量的武器。這種武器的存在，及其生產方法的知識，將永不會失去。那永不會再被湮沒無聞的原子彈可以大量製造——且用費極廉。現在還沒有有效防衛方法。實際上它們能夠毀壞我們所能想像的東西。對原子彈深抱恐懼，就會破壞我們的自由。如採取攻勢與企圖統治全世界，那就得毀壞我們與好幾代子孫的整個生活。

世界歷史上的文化，已興替多次。我們都能回憶巴比倫帝國，上古埃及歷史與羅馬帝國諸先例；西半球上也有英喀斯（Incas）與馬揚斯（Mayans）的例子。我們可以預料將來也可以看到這種興衰的。現在工藝的戰爭，是歐洲文明所發展的，美國人當然也是其中一部分，那結果或許會造成西方文化的整個崩潰。在利用原子彈的世界大戰裏，很可能將一切國家與人民，削弱到將來無法生存的地步。不但美國自己的文化，會給這種大量生產的武器所毀滅，即全世界今日的文化，都會倒退與貧弱許多個世紀。

這一切造成了人類在歷史上，永未遇到的最危險的處境。（唐錫如譯）

檢查制度能否遏止原子軍備競爭

L. Szilard 著

列強間過去之利害衝突可能重演，遇衝突不能和解時並無適當國際組織能判定雙方之是非曲直，強制執行其決議。不過，在國際組織未成立以前，利害衝突仍能以直接交涉之方式公平處理，只要有法律原則和公正原則為列強所公認。但是目前並沒有這樣的公認原則。列強間之交涉都在武力掩護之下進行。是以不能不羣趨向強權政治，致使整個世界蒙受戰爭的威脅。

在這種環境之下，原子彈之出現更增多戰爭的機會。只要列強間有兩國——譬如美國和蘇聯——大量地屯積原子彈，雙方雖本無戰爭之意，而結果戰爭極易爆發。

在目前之情況下，就是說，在不變更聯合國機構一般組織之情況下，我們避免原子軍備競爭危險的能力究竟如何，便是本文討論的對象。

美蘇如能同意禁止兩國境內屯積墩堆和製造原子彈，其它列強，至少必須合作的其它國家，可能自動接受這種辦法，採取一致行動。

美蘇兩國和其它國家如能立即協議一種辦法，同時制止協議被破壞，原子武器競爭可能為之延遲。但是，除非有國際機構能強制列強遵行協議之所規定，協議仍有隨時被破壞之可能。

協議應規定辦法，予附屬於聯合國機構之國際組織以檢查權。有效的檢查方法很多，雖不免各有缺陷，但是如能同時施行，亦可以增加破壞協議的困難。

礦石檢查

在本次大戰中，功效卓著的空中測量，對於發現採礦和其它不公開工業活動，將是很大的幫助。採礦事實發現後，可以從空中追蹤礦苗，斷定其目的地。低級鈾礦需要大規模地開採，所以容易從空中發覺。即使偽裝，亦難逃過紅外線的偵察。高級鈾礦雖於被發覺後仍能秘密開採，因為需要鑽石數量不大，但是開採如在偏僻區進行，空中測量仍能發覺，發覺後，負責檢查的國際組織有權委派檢查員就地覆查一切可疑活動。至於開採工作在人烟稠密區進行時，那更難逃避居民的耳目而保守秘密了。

地球上所有鈾礦的地質總查勘——包括含鈾千分之一至萬分之一的鑛床——將為擬定檢查全世界鈾鑛適當辦法前的首要工作。

工業設備的檢查

發覺製鈾二三五設備和製鑍設備不是一件難事。鈾二三五的製造需要龐大的動力（煤、油、或電）所以不易祕密，尤其是製鈾廠集中在非工業區時，它們如果分散在人烟稠密區，更難保守祕密。

鑍的製造，因為產生大量熱能，需要冷卻（用水或其它設備），冷卻設備形式特殊，易於識別，因而推斷製鑍廠的存在是不難的。建造階段的製鑍廠極易發覺，開始製造階段的尤其容易發覺。因為設備比後來複雜。

技術人員的監視

以上所討論的限於機械的檢查。欲避免軍備競爭，必須於監視原子彈之製造外，同時監視同原子戰

爭一樣可怕的其它侵略戰技術。所以包括大規模屠殺新技術的全體檢查，需要新的不太機械的檢查方法。科學家工程師和技術人員行動的監視能使任何危險活動甫一開始便被察覺。這便是工作人員監視的基本目的。

監視者當然要在科學方面有相當造詣。有科學和工程學修養的大學畢業生，熟悉巡視國語言，經數月的專門訓練，便可充當。

每一檢查員須和指定工作區內之科學家和工程師三十人發生關係。當然，這些科學家和工程師可以將某一樁事隱匿不使檢查員知曉，不過檢查員即使不能偵察出他們所隱匿的是什麼，至少能發覺他們有所隱匿。照這三十與一的比例計算，有十萬科學家和工程師從事高等戰爭準備工作的高度工業化國家，將需要國際組織派三千多人監視檢查。以每一工程師平均工作三十年計算。全世界科學家和工程師的活動只需要大學畢業生出校後服務一年便能監視。至於科學家和工程師言行的詳細記錄，當然是檢查工作之一部分。

我想多數大學畢業生會歡迎被派往外國巡視，藉以增廣學識經驗。有效檢查的心理條件，很明顯的，是檢查者不能只是警察人員。換言之，是他於採集情報工作之外，更須負傳播原子能知識的任務。許多大學畢業生可以乘在外國之便，教授本國語言，或本國比較擅長之專門學問，使聽眾對於本國亦有粗淺的認識，因為聽眾中將有不少須派往各國充檢查員的。

公民和檢查

我們如果以大國為對象，檢查的範圍愈廣，避免原子軍備競爭之問題愈易解決。

原子彈的威脅是空前的威脅。原子彈是人類幻想應用在無生物方面的自然結果。至於其出現所引起

的新問題，除非我們再應用人類幻想於人的行爲，是無法解決的。因爲問題是空前的，所以我們對於解決的企圖不免有奇異之感。至此我們須先討論原子彈問題所引起的人與人之間的關係問題。

爲欲具體地討論這個問題，我們可以再以美蘇兩國爲例，同時討論不用外國檢查員，而由兩國科學家 and 工程師共同担任檢查之辦法是否可行。

科學家或工程師並不和社會共同體隔離，他們有和社會其他份子同樣的義務——尤其是同樣的對祖國的義務。我們可以假設美蘇之間已協議禁止製造原子彈，——不過兩國仍保有破壞協議的能力，我們也可以假設在協定簽署成爲法令後，美國總統召集所有國內科學家和工程師，請其宣誓把境內任何違反協定的祕密活動報告國際組織。倘若間諜法案已經修正，不再包括純粹科學或技術的情報，不論是否有關國防，我相信大多數美國科學家和工程師將踴躍地響應美總統的呼籲。

蘇聯科學家是否將出於同樣行動，我個人因爲對他們只有間接的認識，所以不敢斷定。不過，我以爲人與人間的分別，尤其是科學家與科學家間的分別，只是程度的，而不是性質。我不相信美蘇兩國科學家之間有根本的不同。

在這裏，我們似乎應該更詳細地討論上述檢查制度如何能獲得各國信任的條件。國際組織的成立，因爲能加緊各國科學家和工程師間的密切合作，很明顯的，能增加該制度的效力。原子能事業只是建築於共同合作上的大規模事業之一。在這種合作之下，我們應該設法使每一個科學家或工程師都有機會於工作期間攜眷在外國居住若干年。這可以有兩種作用。第一、能使科學家或工程師超出狹義的對本國忠實範圍，培養廣義的對人類之忠實。第二、科學家和工程師攜眷脫離本國法律管轄，可以向國際組織報告本國違反協議的祕密行爲，而無危及本人安全和家屬安全之憂。他們如果願意常在外國，國際組織應該負責實現他們的志願，並予以工作的機會，使能有相當收入維持其生活。

當然，沒有科學家或工程師願意久留外國。實際上，在一種合理的檢查制度之下，協議的破壞很難實現。它應被視作巨大的災難，足以導引列強走向廢除協議，競軍和戰爭之路。科學家和工程師應本此立場把向國際組織報告本國破壞協議之祕密活動，看做個人的不幸，不可和破壞協議所引起的世界之不幸同日而語。

科學家和工程師如能自由地公布破壞協議之行爲，亦可以減輕一般人對他們明知有這種行爲不敢洩漏的懷疑。種懷疑雖大半無根據，但在政治緊張之時，能使列強懷疑外國科學家之態度，因而廢除協議。

主張強權政治的國家無不希望改變權力之平衡，藉以謀取某種利益。所以當有利可圖時便不惜出於廢除協議之一途，尤其在能夠超過對方之生產，或在對原子彈有較大抵抗能力時。不過，如果廢除協議後需要長時間之準備，始能製成大批原子彈，廢除的意思也會比較淡薄。

大批原子彈的製造時間，少爲六個月，多則三年，須看當廢除協議時境內是否已有和平用途的原子動力廠，和是項工廠之限制嚴厲與否。所以我們如果在這十年或十五年之內拋棄變原子能爲電力的企圖，也可以減少破壞協議的機會。這在美國固不難實行，但是對於天然資源不太豐富，比較需要電力的其它國家，到是一種不小的犧牲。

長期計劃的必要

我們不能爲保護安全永久禁止原子能和平用途的使用。上述協議只是救急的手段，我們終須覓一較妥辦法代替之。上述辦法固然極有價值，能解除原子軍備競爭的威脅，因爲除非列強破壞成言，戰爭是不會興起的。我們如果於禁止原子彈外，同時廢除其它侵略戰爭武器，如長程轟炸機，大艦隊，登陸船

隻，列強戰爭之危機更將遲延相當時日。聯合國機構卵翼下之和平制度可以暫時生效。但是，這種辦法終不能保持和平於永久。

檢查制度可以暫時廢除一種戰爭——列強實行強權政治，在武裝和平之下活動的自然結果。第一次世界大戰可以看做這種自然結果的戰爭，是可以用上述辦法避免的。但是德國有意發動第二次世界大戰便不能歸入此類。所以上述辦法即使實行，戰爭仍有隨時爆發的可能。

原子軍備競爭的遏止使我們獲得短期的蘇息，並給我們樹立世界共同體的機會。我們如果不把時間用在這方面，我們的努力將等於虛擲，最多不過使下次大戰延遲幾年。戰爭愈晚爆發，其猛烈可怖性愈大。當前的問題不是我們能否在二十世紀終了前實現世界政府，因為這是可能的，而是能否不等待第三次大戰之教訓成立之。我們應該造成一種環境，轉變衆人的思想，使他們感覺到世界政府的不可少，如同現在許多人相信第三次世界大戰不可避免一樣。

安全方面和警察方面的工作是世界政府已實際存在的決定點。到了那時，列強再不能自由廢止協議。到了那時，退出世界政府不但成爲非法的事，並且實際上也不可能。

長期計劃之討論將超出本文的範圍。我之所以提到它，是因為我不相信我們能够避免原子軍備競爭的危機，除非在片時蘇息的短期計劃外，我們同時準備長期計劃，成立世界政府。因為我們如果要避免原子軍備競爭，必須在保障安全的和平制度未成立以前，先行放棄我們的原子彈和製彈設備。這雖是冒險的行爲，使我們敢於這樣冒險的，是我們已漸漸接近永久和平問題之解決的信念。

原子能的國際管制

W. Lippman 著

三國外長會議，曾經提出如何「管制原子能以爲和平之用」的問題。現在，讓我們就這個問題加以討論。

我的任務祇是就現有之政治，法律，及制度的常識範圍以內研究解決這一問題的各種方法。首先我們必須承認，大規模的破壞技術進步得太快，政治科學上或政略上却沒有一點新發明。我們從未研究如何把我們的智慧以及我們的道德力量發揮在建設的工作方面。我們現在所有的政治科學祇是前於原子時代的政治科學。現代化的全民戰爭是可怖的，其可怖性或者會促使人們從事於政治的研究和政治的實驗，然而我們現在所應用的知識，却無一而非已經存在的。

然而我覺得，解決問題的政治原則是有的；至於這一時代的人類是否願意應用這些政治原則，乃是另外一個問題，這一另外的問題有其絕對的重要性。不過，在我們沒有把解決問題的原則弄清楚以前是不能立即開始檢討這一另外的問題的。如何說服人類接受解決問題是一個實際上的困難，在我們沒有看清楚大家應該接受的是一些什麼之前，這一困難頗不容易消除。

我相信大家都會同意：問題的難解處在乎如何「想出有效的防衛用監察或除監察以外的方法來保護循規蹈矩的國家抵制侵犯規律因循規避的行爲。」貝爾納斯從莫斯科回來時曾說過：

「防衛一事，應求之於委員會對於本問題每一方面以每一步驟之建議。此爲過去所期望亦爲今日衆所共知者（聯合國大會所成立之委員會）。誠然，問題之根本，在乎如何設置此等必要之防衛。」

這是非常明顯的，國際間的法律祇有當防衛的力量有效時才會有效。簡單的說，基本的問題在乎如

何實施各國政府所決心簽訂的國防協定。因爲，如果大家不相信國際協定是會付諸實施的，他們一定不遵守這許多國際協定，各國以及各國的人民均注意於本身之存亡，除非所有能够產生這些武器的國家能保證不越規範，可說沒有一個國家願意規規矩矩去守法的。

宣言和議案無關於實施國際協定之方法，但可能有其作用而且常常有其極大的作用；他們具有啓發，教訓，鼓勵以及顯示將來的作用。但他們不是法律——即使每一個人都會簽署——此時此地，我們都與國際協定之成立有關係，而此等國際協定將具有世界法律的力量和功效。至於如何實施實有考慮之必要；我們祇能够草擬我們相信可以實施的法律。的確，將來是否有一個國防政策而不是一個國家政策的問題，要看我們能置何種信念以及何種信用於國際協定之實施爲轉移。

在任何一個國家中，很少的人相信戰爭或戰爭的重要武器是能够用各主權國間的普通條約管制起來的。在一九一九年和一九三九年之間，各國簽訂了許多條約，批准了許多條約，各主權國答應裁減軍備，維持和平，排除戰爭爲推行國家政策之工具；同時他們也會簽訂了許多相互保護和互不侵犯的條約。但是，這許多條約並沒有防止二十世紀中第二次戰爭的恐怖。他們既不爲侵略國家所遵守亦不爲循規蹈矩的國家所推行。因此，時至今日，大家對於同樣性質的條約已不能再予信賴。不管條約的語文如何嚴正，條約的內容及程序如何特殊及廣泛，再也沒有人會相信他們是有效的了。

然而，很明顯的，除掉某種性質的國際條約以外，我們不知從何開始討論我們的問題。假使我們覺得除掉當代的主權國所能批准之條約以外，其他國際性的建議是不能採取的，那末我們就必須就此條約問題加以討論。因此，我們必須研究以往所訂之條約何以有缺點；假使我們的診斷是對的，次一步便是如何去想出補救的方法。

就我們所知，我們要所有的國際協定及所有的國際法有效，祇有當各主權國家願意強迫別的主權國

遵守或有能力強迫別的主權國遵守之時。執行國際協定或國際法，除掉遵守條約的國家有對侵略國作戰的準備，沒有別的有效辦法。這是一個顛撲不破的道理，所謂「次於戰爭」的手段亦復如此，——所謂「次於戰爭」的手段即指斷絕外交往來，斷絕商務往來，及封鎖等是。比較緩和的處罰之所以有其作用，祇因為每一次於戰爭的手段都能感來愈缺少戰爭的性質。這一套手段，從召回大使開始，最後可能發生全體性戰爭的結局。任何一種制裁方法的有效無效，都要看這制裁的後面是否有更嚴厲的處罰。日本所發動的滿洲事件，意大利所發動的阿比西尼亞事件，德國所發動的奧國事件，以及第二次大戰中的西班牙阿根廷事件，都是一些極好的例子，最初的制裁之所以毫無效果，完全由於各遵守條約的國家沒有準備應用戰爭來做最後的制裁。

用主權國制裁主權國來執行國際協定，這就是我們所一向曉得的集體安全。我們不能信賴此類性質的國際協定——沒有一個國家會得信賴此類性質的國際協定。為什麼如此？這因為補救的方法並沒有比病症高明的緣故：愛好和平的國家必須挑出全體性的戰爭以期防止全體性戰爭。這一補救的方法如此粗俗，如此浪費，而且常常如此的可厭，愛好和平的國家實在有些不願意去使用他。

我們必須把這點弄清楚，因為關係相當重大。大家常常說集體力量的威脅足以防止任何國家採取引向戰爭的步驟。要是威脅具有實在的作用，而不是一種虛張聲勢的姿態，那末這道理是對的。因為，在侵略國統治者的心目中，不存一點懷疑，他們相信別國國家是動員了，裝備是齊全了，訓練是精到了，各條約約束國家之將訴之於全體性的戰爭乃是一個毋待討論和毋庸猶豫的問題。然而這許多條件，在和平時未必有此準備。因為在每一侵略行動的初期，負有維持集體安全的國家總覺得問題並無切身關係。我們當可憶及一九三一至一九三二年間的滿洲事件，一九三五年之阿比西尼亞事件，一九三六年之西班牙內戰，一九三六年之萊因地帶之被佔，一九三七年之巴納號事件。在這許多侵略事件之初，要是有意

防止戰爭，集體安全必然有效。然而，事實適得其反：各愛好和平的國家都覺得問題無關於本身之利害，不願作全體性戰爭之準備。因此，各愛好和平國家之不願意作戰，不啻給侵略者以鼓勵，他們的集體威脅一折八扣地變成了集體的虛偽恫嚇。

集體威脅之是否有效果要看此一威脅是否能澈底的實現。而威脅之澈底實現便是最後的訴之於戰爭。事實上，這並不是執行國際協定的方法，這不過是一個最後不得已的辦法，當協定的信賴心完全消失，世界和平大為撼動之時，各愛好和平國家始乃被迫聯合作戰以求生存。

當問題的嚴重性不大，與各大國的生存無關，集體安全的方法是不被會應用的；因爲在此種情形下警察所感到之困難一如盜賊所感到之困難。執行法律的國家勢必蒙受相當的損失。雖然最後能獲得勝利，但勝利的代價也相當可觀，竟或不在破壞法律的國家之下。因此，集體安全的方法不是像實驗室中一樣經常可以應用的方法。當一個外科醫生被請了去裁割病人的脚，假使他一定要割去他自己的手，那末外科手術就會從此絕跡，假使一個警察去逮捕盜賊時必須經過一場格鬥而致毀滅了自己的房子，那末誰也不願再去執行法律。人們決不願意爲了烤一隻猪而燒壞了自己的倉廩：我必須重申一遍，集體安全的方法太粗俗了，太浪費了，太不可靠了，他是不能普遍地使用的。

集體安全獲取和平時，其方法乃爲喚起無辜的大衆以消滅無辜的大衆。世界秩序是不能根據此一原則來建立的。這一原則決不能獲得文明人的擁護，至少不能獲得民主國家人民的擁護。民主國家的人民尊重個人，明辨善惡，認清責任，他們覺得這樣才是公正的精義。

漢密爾登說過：「法律的破壞，而必繼之以戰爭的狀態。武力的實施，而必成爲迫人服從的工具。如是，則無一慎重之人敢以破壞法律自娛」。我們過去從集體安全方法中所得的經驗，證明漢密爾登所說的話何等正確。

在本文之首，我曾說過解決問題的政治原則是有的，並無了不起的神祕。一當我們瞭解用集體安全的方法來執行法律和協定是一件再蠢笨不過的事時，所謂政治的原則就不難自明。政治原則的要義在乎轉變國際協定的對象，這對象不是主權國而是個人；要把法律實施在個人身上。

在我們這一時代中，國家的主權如此至高無上，國家主權的理論解釋得那麼武斷，研究得那麼深奧。然而，即在這樣一個時代的國際事件中，我們的政治原則也不算新奇。這是一個大家早應祈求的原則，早應運用來「擴大法律秩序」的原則。

美國憲法的作者，曾經應用此一原則以期補救一七八一年同盟諸州的無法律和無秩序的狀態。他們在聯邦（Federalist）中把這一原則解釋得很清楚。在政治科學的領域中，如果有一個稱得上已經證明的發現的話，這個發現便是這個原則，就是實施法律不以國家為對象而以個人為對象的原則。因為，法律的實施如果以個人為對象，就不會遭遇「有組織的和集體的反對」。凡是有組織的和集體的反對都由於法律以國家為對象所召引而來，因為國家可以命令人民服從。

漢密爾登認為如果有一個「最高的監理權力」——這就是我們所要建立用來防衛大規模破壞的新武器的——「我們必須決定把許多足以形成一個同盟和一個政府的特殊相異之點融和進這一計劃裏面；我們必須把聯盟的權力（可說是聯盟國的監理權力）擴張到各聯盟國的所有公民。

在討論這一原則和今日之世界問題的關係時，我們不要把他和「政府」一詞混為一談，談到政府便聯想到一面世界的旗幟，一個世界的執政者，一個世界的立法權，一個世界司法制度，一支世界軍隊，一羣世界警察，以至於偵探，視察，稅務員等等。這許多工具可能完全合意的，可能有幾個是合意的，也可能沒有一個合意的；我所要堅持的一點乃是：我們現在不需要討論他們，或者我們簡直不必討論他們。因為拿個人作為執行法律的對象一原則立刻可以應用起來，固無須有世界政府的特殊機構。

這一原則最能適用於原子能的管制問題。三國外長會議曾同意建立一個委員會担任原子能的管制。這問題在「如何作有效之防衛以制止侵犯協定和規避協定之冒險行爲」。所謂協定即是「作和平用途的基本科學情報之交換」，「管制原子能使之用於和平的目的」，「消滅各國對於原子武器以及其他大規模破壞的武器的競賽」。

這許多規則都將論及各國國內的無數個人，這是非常明顯的。科學家，技術人員，工業家，行政官吏，稽查員，法官，立法者，軍隊司令官，外交家，以及國家的統治者都必須遵守這些規則。他們都得負違犯或規避這許多規則之責。要是他們被迫違犯或規避這許多規則，他們有權要求保護。

假使人類要信賴多數人所服從的法律，那末大家所同意的法律必須成爲所有地方的最高法律，一切前前後後的國家律令都必須服從世界法律。拒絕接受這許多道理的國家最好不要在這一條約上簽字。因爲他的簽字是虛偽的，他所簽訂的條約決不爲他自己的法律所維護。因此，在引用這一原則之時首先我們必須建立一個清晰的標準，即是：事實上是否有一個很好的情景使防衛有效。我們可以相互約定：任何國家如果不以國內的立法手續，把條約中的規則變成國內法律之一部份，則此國家認爲未曾批准此項條約。

然而，這樣還是不夠的。因爲條約要求管制原子能的法律是世界一律的，於是聯合國就可以規定每一個個人都有保護這一法律的資格，在無論那一個盟國的司法領域以內，他都要負起責任。這樣任何一個違犯法律的人都不得要求其本國政府之保護。他是一個盜賊，任何聯合國的會員都有權逮捕他，審判他，處罰他。假使他提出辯護說他的行動是根據其本國政府高級官員的命令，那末要求那個政府提出說明或調查，這不算是一個非友誼的行爲，而是一個業經建立的權利。要是那個政府拒絕說明，這自然是他背叛聯合國。困難的問題——這種情形在任何一個文明的社會裏面都得發生——端在是否要用戰爭的

手段來鎮壓背叛。假使局勢演變到此一地步，叛變國的領袖當以戰爭罪犯起訴，一旦被捕，照例審判，處罰。

凡是科學家，工業家，行政人員，或者樂於遵守法律的官員，要是任何一人爲其本國政府所強迫，他們都得訴請聯合國保護。假使他在逃亡中，聯合國將設法收容。假使他被關閉在集中營，他的戚友將此消息報告聯合國的任何一個政府時，聯合國可以要求該國將案情說明。

要是是一個人忠於國家而必違犯世界法律時，則此人已無忠順國家之責任。任何人得揭發其官吏蓄意違犯世界法律的陰謀。此人如此做法不能謂其不愛國；事實上，他乃是真正愛國者。他之善意揭發其官吏之陰謀，正如在美國揭發蓄意反抗權利法典之陰謀，或爲反抗權利法典而劫掠財政之陰謀一樣。這許多蓄意違犯世界法律的官吏是一些奸臣賊子，是一些罪犯強盜。檢舉他們的人是國內外遵守法律的公民。這些公民要是爲了嚴守法律以致蒙受危險時，他們有着守法國家的權力作靠山，有着人類的良心作後盾。

假使這一原則可以應用來擴大在世界法律下的秩序範圍，那末他也特別適用於如何有效地管制原子能的問題。管制原子能的協定，截至此篇付印爲止，並未成立。但是協定的性質和目的却早在一九四五年十一月十五日杜阿金宣言（Truman-Atlee-King Declaration）中和莫斯科會議的公報中提出。我以爲最大的關鍵在乎此項協定如何遵守與如何實行。

擬訂中之協定旨在限制原子能之發展及其用途專爲和平之目的。這意思是：從純粹的研究和發掘礦物起以至武器之製造爲止，其間每一階段中，決不許有所秘密；因爲一有了秘密，一個政府或一個黨派，便可乘機使用原子能於協定所禁止的目的，因此清查和監視的工夫必須充分，免得循規蹈矩的國家反受威脅與襲擊之苦。事先必須要有充分的報告，以便守法的國家足於採取防止和自衛手段的時間。這並

不是說任何人都要懂得製造原子彈，而是說任何一個政府都不准作製造原子彈的準備，除非他已獲得其他政府的同意，或是國際法律所允許的。

因此，條約的內容應該直接求得主權的取消，直接摧毀任何政府保守發展原子能的秘密的實際權力。國家的秘密是用國家法律，檢查制度以及奸民的定義來保守的，把洩漏秘密的人嚴厲處罰，秘密就不致洩漏了。因此，聯合國的會員如果能同意相互監視的權利，他們也必須同意保守國家秘密之主權並非至高無上，檢查制度，以及奸民的定義是無效的，是不健全的。

在幾乎絕對主權的國家中，即在戰時，要秘密之絕對不洩漏，乃是一件不容易的事，而且是不完全的。我們所討論的協定，如果訂結起來更加可以使秘密之不容易保守，特別是在平時。這一協定可以使得政府官吏也覺得保守國家秘密之不合法，任何人將視揭發不軌行動為正當，為榮耀，為並非輕率之舉動，他們都得將此不軌之行動報告於監察人。

蒂勒博士（Dr. Sillard）過細研究第十二章中的監察問題。這裏或者可以再加一點，在協定中，防止有效監察的禁令也認為非法，國家協助監察人乃是正當的，並非犯罪行為，個人願意遵守世界法律，他一定能夠獲得所有守法國家聯合力量的擁護，我們不必假定守法國是完全要信賴聯合國的監察人的，他們維持外交機構，新聞業務，新聞記者，營商人員，旅客，傳教士，以及學生等散佈了整個的世界。將來或者會有另外一個希特勒產生，把一個反希特勒的份子拘禁起來或者秘密地把他解決了，這在理論上是可能的，但事實上却相當困難。

我們很有理由相信國際科學家們都將擁護我們所討論的國際協定。這許多國際協定將承認各科學家傳統，使各科學家的傳統變成合乎法律，並且予以保護；國際協定將增加各科學家的權威，敦請他們來做他們所需要做的事和一定願意做的事。原子能的發展如果缺少了科學家，便不行；所以科學家在戰略

上佔據一個極端重要的地位，他們是任何一個國際管制組織的當然維護者。不但正式監察人員所提出報告，各科學家有下結論之資格，即所有新聞業務所提出的報告，各科學家也有下結論的資格。

我們的協定之所以為健全的法律，不但由於這一協定的目的正當，而且由於這一協定能够使許多科學家以及技術專家，各循自己的興趣以達成其理想。執行解放人類之法律易，執行約束人類之法律難，像這樣一類的協定乃是運用個人的自由來規範國家的獨裁主義的。

凡此種種都非不可能。祇要我們把條約建立在一個基本的原則上，使條約的規定之權利義務不但為國家而且為個人。否則，協定將不能成為法律，祇是一紙宣言而已。條約之遵守全仗各主權國之忠實履行，條約之執行有賴於各國蓄集體安全之名義作發動全體性戰爭之準備。

然而，我們的結論縱然健全，要是我們祇在理論上說原子武器是可以如何如何的管制起來的，那末我們的結論依然不見得有實際上的重要。因此我們應該另外擬一裁減軍備的計劃。一九一九年至一九三九年間的經驗告訴我們，部分的裁減軍備是不足以防止戰爭的，徒然使相信部分裁減軍備的國家蒙受欺騙。我們不要光是關心原子戰爭，我們應該關心一般的戰爭。我們曉得第三次大戰爆發之時即有良好制度去約束原子彈之使用，此種制度也要被人全部蔑棄。各大國間萬一不幸再來一次戰爭，原子武器甚至比原子武器更為可怕的武器必將出現。當戰爭爆發之時這些武器雖付缺如，但在戰爭結束之前總可製造得出來。

因此，在評議管制原子能之特殊計劃時，我們必須研究此等計劃對於創立世界和平秩序的關係。我們既討論過那個原則是適宜於原子能的管制的，那末我們應該看看這一原則會不會影響聯合國和聯合國的機構。相互符合是重要的；一個祇為管制原子能而不為維持和平的世界法律是不能存在的。

然而，這也不致有什麼衝突的。相反地，管制原子能的方法實為基本原則的具體應用，這個基本原

則乃是聯合國以暗示和暗示的方法所建議者。我曉得許多擁護舊國聯和新機構的人作另外的想法。但是，聯合國在事實上已拒絕集體安全的方法，要是他們已採取了執行協定和法律的方法，這方法便是創建一個足以統治個人的國際秩序。

聯合國機構的憲章並未明顯表示不能採用對侵略國作戰以求取和平的觀念。憲章上規定「採用集體手段以鎮壓破壞和平者乃是聯合國的目的之一」，憲章又賦權予安全理事會「在必要時得採取海陸空力量來維持或恢復國際和平與安全」。

然而，凡此種種都被五大國的否決權抵消了。集體安全的方法不能合法地應用來抵抗未經其同意的大國。這無異說集體安全的方法是永遠不能應用的。因為沒有一個國家會願意賦權予其他國家來對抗自己的。而且否決權又保衛了其他的國家來抵抗集體的壓力，祇有那些極弱小，極不重要因而配不上做大國的盟國或大國的尾巴的國家才不受否決權的保障。

因此，當聯合國起草憲章時，他們在事實上（雖然不是在理論上）已否定集體安全的方法。有許多入認為這是一個國際的反動行為。我們必須盡全力來廢除否決權，來建立集體安全的原則。我相信把他們一定要重新考慮他們的地位。一九一九年美國拒絕簽字國聯盟約，原因是她不願牽入建立和平的戰爭。國聯會員於一九三一年和一九三六年在對日本和意大利事件中，亦不願履行義務。一九四五年之聯合國憲章設為集體安全之方法而訂，蘇聯將直接了當的不予批准，美國之不批准，亦大有可能。

各大國之拒絕集體安全，並不能說他們是國際的無政府主義的。他們之所能如此做，並不是因為他們是大國，而是因為他們看到直接可以牽入集體安全所發生的後果的緣故。他們之所以如此做，並不是由於他們念頭的錯誤，而是由於方法本身的錯誤，——因為這方法太粗俗，太浪費，太不可靠，並且太不公正，是不能來執行國際條約的。

要是不把憲章作一次革命性的修正，集體安全的方法是不能用來管制原子能或其他目的的。有許多
人主張：要是協定和法律的後面還有制裁，那末否決權必須取消。但是這種主張不啻將此世界中法律秩
序的一線希望一概否定了。如謂沒有另外的執行方法，從此便沒有執行的方法，那末這一世界將永遠沉
淪在各主權國的無政府狀態中。

但是事實上，假使我們把聯合國看成一個動的世界社會，那末就可以發覺一件事實，即是：在過去
二十五年中各大國雖拒絕集體安全制度，但他們却採用了另外一個方法，這個方法便是我們剛才所討論
的，拿個人做法律的對象，由個人負起破壞和平違犯國際法和國際條約的責任。

此種責任現在是極莊嚴地並且公開地宣佈了。這一責任事實上已為所有的聯合國所承認，因為大家
都已參加戰爭罪犯之逮捕，起訴，審判，執行的工作。法官傑克遜（Mr. Justice Jackson）在其紐倫堡
審判的開幕詞中，有云：「要法令的力量和對付國際間的盜賊行為相當，便得採取最後的一個步驟。這
一最後的步驟便是使各政治家對法律負責」。傑克遜的道理並沒有一個國家提出抗議。不但如此，各國
的言行且皆符合於傑克遜的道理。傑克遜獲得英蘇法三國同僚的允許，繼續的往下說：「讓我來說清楚
吧！這次的法律是第一次在德國侵略者頭上應用，然而這一法律應該能應用於任何其他國家的侵略行為
。要使這一法律有作用，他應該有處罰其他任何國家的侵略行為，在座的各國也得包括在內」。

我們說過聯合國採用否決權以拒絕集體安全的原則，但我們不要以此誤解聯合國的真正原理。「
犯罪的主體是人」，「祇有制裁及到個人，制裁才能有效地執行」，這一原則，聯合國是容納的。紐倫
堡之審判並非臨時倉卒之作。牠有其本時代歷史之根源，牠乃是經過二次大戰演變的作品。牠也和普通
法律的初期一樣，完全是經驗的，未經編纂的。但牠的權威並不次於憲章。聯合國的基本法律不應祇限
於憲章，紐倫堡之法律亦應完全計算在內。

聯合國承認傑克遜之意見，傑克遜說：「個人本身犯罪或教唆別人犯罪，或參與別人的組織犯罪，均須個人自己負責。個人對劫掠行爲負責的原理早爲國際公法所承認，有其鞏固之基礎。這就是非法的戰爭。要國際公法有助於和平之維持，這一個人負責的原則是必要的，而且也是合邏輯的。國際公法的對象祇是國家，所以執行法律時，非用戰爭不可，因爲祇有用戰爭才能壓服一個國家」。

我們回顧過去，在第二次世界大戰中，人與人之間的關係上，確曾發生一個革命性的進展。人種越過了所謂現代的界綫，不復僅囿住於主權國之內；世界國家已經開始作首次之形成。這件大事非盡由於原子彈之發明，雖然原子彈之發明可以促使這件大事之加速演變。因爲在洛斯阿拉摩、廣島、長崎之爆炸以前，早有決定性的變化了。

這件大事也跟其他的歷史事件一樣，並非故意設計策劃的產品，而是一串經過實驗後的結果。聯合國之所以成爲同盟，因爲他們先先後後都是一些侵略政策下的犧牲者，他們爲了生存被迫作戰。他們覺得所付出的勝利代價太大了，無論如何要有一個永久性的聯合，來鞏固和平的基礎才行；除此之外，別無良法。然而，當他們羣集敦巴登橡樹和舊金山擬訂憲章時，他們又覺得要基於集體安全制度來維持國際秩序乃是不可能的。因爲他們都是主權國，要以主權國的名義來和主權國作戰，他們是不能參加的。不過，大家也不要以爲聯合國就此陷入泥淖。相反地，這一事實證明了大家走在承認世界秩序是不能不由主權國創立的。全體一致的原則雖非出於故意，却妨礙了聯合國奠定世界秩序的工作。

不過，他們也已開闢出一條導入世界秩序之路。他們對於一切暗殺和殘暴的行爲提出警告，暗殺和殘暴的行爲並非偶然的事件，而是納粹主義的整個計劃，是戰爭的實際行動。同盟國必須處罰對戰爭直接負責的個人，他們並不處罰國家的整體，而直接處罰違犯條約，違犯戰爭法，違犯國際法的個人，紐倫堡的審判自然並不如現在所寫的這麼簡單。我們與他本身也沒有什麼關係，如果有人提出質詢：在起

訴書中，所有的被告是否真正犯罪，我們的結論依然不發生影響。被告可以提出辯護，因為他們並沒有犯法，他們所違犯的法律乃是事後創立的，不能追溯既往。然而，這仍然不失其為聯合國的法律，除非我們把合法政府所簽字並批准的法律權威一概否定了。

個人負責的原則不能說是一個新的理論，不能說是文明人所未曾見過的。我相信這是一個既有的傳統學說。主權國的主權本是人民的最高法律，故主權國至高無上的理論，乃是一個異端邪說，這個異端邪說在十九世紀末期和二十世紀初期，雖間有提出辯難的，但確曾盛極一時。

威爾遜總統首先評擊這一異端邪說的理論和前提。他提出評擊的日期是一九一七年四月六日，他要求國會承認美國已與德皇政府處於戰爭狀態。他說我們不與德國人民作戰而是與德國「統治階級」作戰。有多少德國人被判處犯罪，並非緊要之事；一當宣佈敵國的人民並非全部犯罪，則國家主權至上的理論便立刻暴露其裂痕。

威爾遜總統在諸文中所倡議的原則後來搬到凡爾塞和約上，因為同盟國「公開的控訴德皇威廉第二違犯國際道德和條約尊嚴的重罪」。

但在一九一九年各國不願把這一事實定之為學說，並不作實施這一原則之準備。

到了一九四五年，他們又應出了這一原則。不過他們經過三番二次的宣言，正式表明他們將應用這一原則之後，然後再照實做去。在一九四二年一月十三日即是德國被擊潰的前二十八個月，同盟國會舉行九國會議，此次會議，就其戰爭目的一項中加上負責戰犯的處罰，此項處罰皆經過司法程序，不論是犯教唆之罪，抑或直接犯罪，抑或在任何方式下參加犯罪，都在處罰之列。此項宣言獲得聯合王國、英國殖民地、蘇聯、中國、印度、以及美國的同意，這許多國都以觀察者的地位參加。後來他們又迭次作同樣之聲明，從此等聲明中，乃產生戰爭罪犯的檢舉。

當聯合國作首次檢舉罪犯並予判罪之時，理論和實際的演變又超越這次戰爭的罪犯之外。在紐倫堡的程序中，他們提出一個原則不但德國罪犯要受此次法律之約束。即將來一切侵略者都要受同一法律之約束。如是聯合國又採用形成「一個世界同盟和世界國家的不用之點」。

我們回顧過去，便可推測將來。聯合國的機構並非如舊日之國聯，給否決權弄得懦弱無能。他具有世界國家的因素，直接地創立一個以個人為對象的法律秩序。

這個世界國家的創立，快到什麼程度，以及好到什麼程度，司法、立法、行政，三個機構究為如何，現在誰也不能去證明。我們也許會完全失敗，而陷於無政府的狀態。過去所發生的事不一定再會發生。但是我們可得而言的一點——這是一個最重要的結論——就是世界國家的潛能乃為聯合國所固有。我說他固有，因為是聯合國的目的，也是聯合國為要達成世界永久秩序所要遵循的邏輯。世界國家之為聯合國所固有，正如橡樹藏於橡樹子裏面一樣。並不是所有橡樹子都會發芽滋長變成橡樹的，自然有的落在多石的土上，有的為野獸所吃掉。但是，假使有一顆橡樹子成熟，它決不致變成麥或者變成蘭，一定是一根橡樹。這就是「機體裏面所固有的」。在此種意義中，蘊含在聯合國中的不是第二個國際聯盟而是一個世界國家。

我們承認了這一事實，是對以後的事件都有重大的影響。因為人們想些什麼，他們便會做些什麼，他們所想的就會把他們所有的能力都激發起來和組織起來。這決不是一個抽象的東西，而是他們行動中的一個動力。觀念往往動搖整個的世界，改變整個的世界。

世界國家的計劃便是一個觀念。可是這個觀念並非老是不變的，雖然二千年來，祇少從斯圖亞派的哲學家的理論時起，人類早已在想像那個大同的世界了。但是人類也常常幻想一些不能實現的東西——例如，人類能飛，或任何人不應該做奴隸等是。在奴隸制度取消以前，在飛行技術告成以前，有不少的

東西必須發生，必須經驗到，必須發明出來。人類的大同世界亦復如此。在世界的領袖民族未能達成一個世界國家以前，有不少的東西必須發生，必須經驗到，必須去學習。

時至今日，古代的理想經過大家這次的轉變，事實上又已變成一種觀念；除掉這一觀念之外，沒有別的門徑來公斷戰爭的罪犯，沒有別的門徑可以建立有效的防衛來抵制從事大規模毀滅的武器，沒有別的門徑可以執行國際法律。解決最迫切的實際問題，建立更擴大的和平秩序都要依靠同一基本觀念。我們應該毫不躊躇的承認這一觀念，採用這觀念來建設人類的秩序。

宣傳的力量不足以改變人心，爭取他們的贊助；祇有真理才能改變他們的心，獲得他們的擁護。我們不需要假定所有的國家以及此等國家中的所有人民，都會立刻一致的有建立世界秩序的熱忱，在大多數人沒有被說服以前，少數必須首先說服。各主權國間之縱橫捭闔，相互爭衡的局面，尙要維持一段很長的時間，不過在這種局面下有一個新的事件可以插入，這便是美國人民以創建世界國家爲其外交政策的目標之決心。

這一事是可以做到的，因爲美國人已經曉得獨立生存之不可能，對於在各強國間稱霸已毫無興趣，同時也不相信這樣的作法會有什麼好處。美國人相信要奠定安全，必須要有一個法律平等的世界秩序，在一個主權均勢的局面下是不會有安全的。美國人願意將美國的力量供獻出來以期創建一個世界國家，這也就是美國人的理想和美國人的利益。

如果美國的外交政策拿這一點來做動力，這對於人類影響是何等的重大。此時美國之力量已達頂點，至少她已暫時擁有世界上最凶暴的武器。當此時會，如果美國能够把標準提高，許許多多的國家都會聞風響應，在另外的國家裏面，同情我們的人民也會逐漸增多。

再沒有像我們現在所有的這樣一個好機會了；雖然，如果我們不捉住這個機會，這個機會必然轉瞬

消逝。我們可以運用我們的軍事優勢使我們的理想征服整個的世界。我們的理想是爲全人類的，不是爲美國一個國家的。領土問題，資源問題，以及其他足以消滅戰爭奠定和平的問題，依然可以一個個的來討論。文明人和野蠻人的鬥爭是不會終止的。但是如果我們能够以創立世界國家自任，外交上的期望和假定將如何的不同；初期的步驟雖然是小規模的而且是艱難的，但如此做去，在國際事件中一定會產生一個新的方位，在人類的生命過程中，一定會有一個迫切的目標。（賀光中譯）



出路

A. Einstein 著

原子彈之出現已使每一個城市的居民受到威脅，有隨時死亡的可能。人既自稱為智慧的動物，便應該找尋出路，不能讓這種情形延長下去。不過，對於歷史產生的傳統社會政治制度，究竟應該犧牲到什麼程度，方能達到安全的目的，一問題，各方面的意見至今不能一致。

第一次大戰以後，國際糾紛的解決常呈特殊之現象，由列強共同設立一國際法庭，根據國際法，以謀是項糾紛的和平解決。此外更成立一國際會議性的政治工具——國際聯盟——用國際談判的形式，致力於維持世界和平之工作。至於用武力解決糾紛一事，會員國也已全體議決應視作非法。結果，不但不能維持和平，反而培養一種安全的錯覺，種下後來的失望，因為最好的法庭，如果沒有執行能力，是等於虛設的。普通法庭是這樣，國際會議也是這樣。任何國家，只要有相當的軍力，或經濟力量，很容易行使爆力破壞空洞的國際安全之整個組織。徒憑道德的制裁，是不足以維持和平的。

現在剛踏上試驗階段的聯合國機構，可能就是我們所迫切需要的可靠的安全機構。不過，它目前還只是精神的力量，而我以為這是不夠的。

更有其它原因，使當前的情勢尖銳化。每一個國家，無論怎樣反對戰爭，只要感覺到有捲入戰爭之可能，便不能不於公民教育中，尤其於青年教育中，增加技術訓練和軍事訓練二門，同時灌輸一種國民的虛榮，以便戰事起時，每一個公民都能立刻成爲拱衛祖國的優秀軍人。這對於使國際安全組織成爲道德的權威一事，當然是莫大的障礙。此外，更有技術的因素，使戰爭之危險日益迫切。近代新武器，尤其是原子彈，已增加攻者的優勢，使守者不利。可能的結果是負責任的政治家亦將被迫發動預防戰，以

資自衛。上述事實都極其明顯，所以我認爲只有一條出路。

任何國家不免和外國發生糾紛。是項糾紛，應由國際法庭合理地裁判解決。

國際組織必須自己有能力制止任何國家發動戰爭。

有了這兩個條件，我們才能稍微安心，不至被原子彈擊中，此爲原子，在大氣中解放。

就目前的政治趨勢言，我們不必妄冀上述條件能于三數年內實現。雖然是這樣，我們仍須盡力使之早日實現，不能再等待歷史的自然發展。因爲我們一日不能建立超國家的軍事安全，前述因素便能引導我們，甚至必然引導我們，走向戰爭之路。我們如果不決然地公開研究如何削弱各國的軍力，使成爲超國家機制的軍力，那我們即使沒有權力的欲望，也會因恐懼突被攻擊，走上戰爭的險途。

我不蔑視問題的困難，不過有一點我相信，就是在大家都明瞭沒有更好的方法解決目前之危機以後，問題便有解決的可能。現在讓我試述可能解決安全問題的四個步驟。

一、由列強互相檢查製造攻擊兵器之方法與設備，交換有關技術和科學情報，以便減少各國的憂懼和猜忌。在蘇息期間，我們應該準備更澈底的措置，因爲最後的目的是使所有武力非國家化。

第一步驟是實行其它步驟的先決條件。不過，我們也不可過於樂觀，不可相信第一步驟實現後，安全便已建立。在這階段的各國，仍能持有作戰武器，祕密準備戰爭。所以，在未來大戰未爆發前，各國仍將致力於軍備競爭。真正的安全是不能和軍隊非國家化分開的。

二、由各國互相交換軍事專家和科學家技術人員，準備軍力之非國家化。人員之交換，應有詳細計劃規定之，目的在使各國的武力悉數成爲超國家的武力。國家軍隊是國民虛榮的最後重鎮，所以超國家軍隊的建立，和新兵的招募訓練，會使國家主義絕跡。又軍事技術人員之交換，因爲減少襲擊的危險，同時將減少各國間的猜忌，奠定軍事資源國際化的基礎。

在這第二階段，最大強國可以草擬超國家之安全機構和仲裁委員會的工作計劃，同時，立法詳細制定仲裁委員會對於會員國之義務，職權和限制。這種工作完成後，可以決定上述二機構的成立與維持條件。在列強對於上述幾點同意後，世界大戰才能保證不再發生。

三、上述二機構，現在可以開始工作了。國家軍隊的遺跡，可予以解散或改由超國家機構統御。

四、在獲得最強國的合作後，可以試請世界各國悉數加入超國家組織，惟須出於自願，不得強迫。

有人會感覺本大綱給予列強的地位過於重要。我對問題之看法着重實現的迅速，庶不至於問題本身所有困難外，更招致其它困難。我們如果先從最強國下手，由它們先成立初步協議，工作或者比較簡易。因為代表過多，意見便不免分歧。這絕非迅速實現初步協議的辦法。即使初步協議已告成功，當前的工作仍需要大家的聰睿和容忍。這除非深切明了危險的迫切是不能實現的。（賀光中譯）

69720



存亡攸關

美國科學家聯合會

這是一本非常的書。它由許多人執筆寫成，所以有時重複，有時意見不一致，正像科學家和科學家，非科學家和非科學家，國內國外，意見常不一致一樣。原子彈的威力已在七個月前暴露於世界，而在七個月以後的今日，人們對於解決這存亡攸關的大問題，還沒有一致共認的基本原則。這充分表現情勢的嚴重，同時，暗示能使人類滅亡的軍備競爭已在積極地推進。

我們應當遏止原子武器競爭。這本書的唯一目的在幫助遏止原子武器競爭。這本書雖然不能提供解決的辦法，滿足最迫切的需要，但是執筆諸人能一貫地把問題全盤提出，不謀而合地認清問題的性質，提供幾點，作為衡量任何解決辦法的標準。這樣，問題便已解決大半。因為我們所怕的不是意見不一致，而是意見混亂，不是對治的不完備，而是對治的不切題。我們讀過這本書後，應該對原子能問題的各方面，有明白的認識。執筆諸家的意見雖不一致。但是對於基本看法則無異議。就是：

一、原子核能問題已使我們面臨空前的危機。

二、科學不能減少當前的危險，所以，問題已由科學的領域轉移到政治的領域，並且將永為政治的問題。

三、原子核能問題是世界的問題，不是一二國所能單獨解決的。

我們——美國科學家聯合會的會員——準備討論解決辦法的幾個因素，提供幾種行動的軌範。不過有一點我們認為應該特別提出，就是原子彈引起的恐懼雖然大，原子能釋放引起的希望更大。原子核能的釋放，是物理學發展的自然結果，建造紐約市，和漢福德製鎂廠之複雜社會的自然產物。新力量對於人類的意義將是怎樣的，我們現在無從窺見。不過我們根據科學家的信念，和二十世紀公民的經驗，敢

斷定這意義是重大的。新力量將本着自己的生命力增長發展不已。

這本書再三地告訴我們，我們如果不能適應新力量的增長，社會將為所毀滅。

原子核能之釋放已使被可怕的戰爭摧殘之世界面臨選擇之途，每個國家都能有原子能，但是在戰爭未絕跡的世界，任何國家不能有原子能。

只有一條出路，新力量之發展，必須由各國共同促成，否則，任何國家不能繼續存在。新力量可以說是我們的公敵。我們應該化敵為友，這是辦得到的。我們知道鈾的性質是怎樣獨特，製造和管制的技術是怎樣新穎。在這方面，我們越是不為正在使世界分裂的舊國家主義衝突所束縛，越是能有美國的成就。過去都誤於把原子能的管制和保障看做私有的和靜的問題，其實原子能的統制，由各國單獨實行是靠不住的，如果改交國際組織處理，那便簡單自然了。更進一步，國際管制的成功就是消滅戰爭的成功，因為原子能的共有和原子戰爭的防止，將使戰爭絕跡。

解決的辦法應該具備什麼特徵？我們雖然限於篇幅，不能一述其梗概，但是可以提供幾點，作為衡量任何建議和計劃的標準。

第一是，美國的責任將非常重大。因為單獨製造原子彈和最先使用它的就是美國。基於總統歷次的聲明和橡嶺製造廠的事實，我們在控制原子彈方面，有處於領導地位的必要。任何計劃，除非承認美國的特殊義務，除非建立在美國對這問題的認識比任何國親切，忍耐比任何國大的原則上，是不能成功的。因為原子彈是「美國造」的。

第二是，一九四六年和此後一二年的意義極其重大。問題的解決不是一踢而就的。它需要長時間的計劃。現在已是開始計劃的時候了。當問題新發生，原子能和原子能的發展還未普遍時，問題最容易圓滿解決。我們幸勿失掉良機，讓原子能無限制地增長發展。任何計劃，如不包括立刻實行的步驟，都沒

有認清問題的性質。我們必須立刻行動，因為時間並不充裕。

第三是，問題的解決將產生新權利和新法律，但它不只是形式的。解決的辦法應該具體化，應該有一定的機構，充足的經費，和聰明幹練的工作人員。機構的最後形式雖不能預測，但須有初步組織顧慮到機構的生長和發展。最主要的是避免機關化，因為技術和組織應該富於伸縮性，否則便僵木無用。沒有具體的改變不用工作人員的建議，和官僚化廣設機關把問題分裂的建議，都沒有成功的希望。問題既是活的，發展不已的，解決自然要因時制宜，不能閉門造車，預先制定。

第四點有關讀者之任務，是本書所未提及的。美國科學家聯合會會員都參加製造原子彈的工作。在一切還未公開時，只有他們知道原子彈的祕密。他們充滿着希望和恐懼，不斷地觀察，研究。現在，原子彈的威力公開了。廣島的瓦礫，讀者手中的這本書，都是公開的明證。除非讀者都感覺到問題的實在，有立刻行動的必要，問題是永不能解決的。美國人民有任何國民所沒有的責任和機會。我們要抓住機會，拿出誠意和聰明，善加利用。不要等到原子戰爭發生以後，人類已經滅亡，再追求無人享受的永久和平。

讀者諸君，你們能做些什麼？

在讀完這本書後，你們不要把它放置一邊。你們應該和朋友們討論。關於本書所例舉的事實和建議，你們的理解是否正確，將發生很大的影響。你們應該注意未來的發展，補充你們在這方面的知識。對於此後的實在情形，科學家不時有報告，由原子知識全國委員會出版，你們可以去函索閱（地址：華盛頓六、一六二一K路）。你們應該使參眾兩院的議員們知道你們已經深切明了問題的空前。解決的辦法不能離開新的觀念，你們應該督促他們本着這些新觀念，拿出勇敢和睿智，立刻解決當前的原子彈問題。因為時間是短促的，而人類存亡攸關。（賀光中譯）

附錄

比基尼原子彈試驗報告

從第四枚和第五枚（可能是最後一枚）原子彈在比基尼投下到現在已有一年多了。在九十七艘原子彈的靶子艦中，十四艘沉沒在比基尼人跡罕至的礁湖中。其餘的艦隻現在停泊在瓜加林、珍珠港，以及太平洋沿岸的美國海軍船塢中，其中許多靶子艦上的放射性仍舊很強，船員們不能居住在船上。一年來，參加比基尼試驗的科學家們繼續不斷的計算儀器上記錄下來的結果，研究那經過了原子彈而仍舊生存着的動物。他們的工作還沒有完成，但已有相當成績。

「愛勃爾試驗」（Test Able）在一九四六年七月一日上午九時零三十四秒開始。原子彈從 B-29 型飛機「台美之夢號」（Dave's Dream）上投下，目標是在漆成紅色的戰艦「尼伐達號」上空幾百呎高的某一點。實際上原子彈在航空母艦「獨立號」與前日本巡洋艦「佐川號」之間爆炸，離開目標有一千五百呎到二千呎。原子彈爆炸所發生的大風把水壓低了好幾呎。在兩哩外，一艘軍艦突然起火燃燒。五艘沉沒，三艘重創。

「培甘試驗」（Test Baker）在七月二十五日上午八時三十五分舉行，原子彈懸在第六十號登陸艇之下的水中。在爆炸的一刹那，礁湖中發生了一片鉅大的亮光，六十號登陸艇則停留在這亮光的上面。水柱升到空中有一哩高，一片波雲從水柱的底部升起，除了少數幾隻船艦之外，其他所有的艦隻都沉浸在有毒的放射性水霧中。九艘船沉沒，八艘重創。

「愛勃爾試驗」和「培甘試驗」證明了什麼？對於原子彈能有效的攻擊船艦這件事，沒有人是會懷疑的。問題是在到底有多大效力。從觀察的結果，知道「愛勃爾試驗」那次的原子彈，使全部在一千碼以內的船艦沉沒或重創。至於「培甘試驗」，則結果並沒有如此容易的測算出來。就和預料那樣，在原子彈附近船艦的船身，就像受到劇烈的轟炸那樣破裂。但那從水柱基部射出來的廣大的放射性水霧，表示了原子戰爭中一種新的可怕的可能性。如果當時在比基尼一切船艦上的人員完全齊全，則「培甘試驗」那枚原子彈將殺死三萬五千個海員。如果這樣一枚原子彈在大風時投在紐約，將有兩百萬人死亡。

當原子彈在比基尼投下時，靶子艦上裝滿了各種實驗用的動物。在「愛勃爾試驗」中，各船中一共裝了二千零三十隻鼠，一百七十六頭山羊，一百四十七頭豬，一百零九隻鸚鵡和五十七隻鸚鵡，分置在各船中的甲板上、艙房、駕駛室、機房間、砲塔等裏面。從這些動物身上，參加比基尼試驗的科學家們，竭力的設法想獲得那無窮的關於原子彈的知識，以便知道原子彈的效力到底有多大，知道原子彈對於船上的海員們可能發生什麼影響。

在「愛勃爾試驗」中，有些動物就如本來預料的那樣，直接被原子彈的爆炸和熱力所殺死。其他有些動物則後來因原子彈放射性所產生的各種影響而死：身體內部的震傷、出血、因白血球的破壞而生傳染病等。生存着的動物中大約有一半被送到美國的實驗室去再加研究。「培甘試驗」中的原子彈所殺傷的動物遠不止此數。那些比較大的動物中，只有二十隻豬留存在兩間船上的手術室中。這些豬因為有部分的掩護，所以沒有受到原子彈第一次放射能的作用，但當船艦浸在有放射性的水裏面時，這些豬就慢慢地受着好幾噸這些水的作用。十四天之後，所有一「培甘試驗」中的豬全都死了。

報紙上所稱比基尼試驗中的「女英雄」——第三一一號豬，這母豬對於這次猛烈的爆炸竟毫不在意。在「愛勃爾試驗」之前，三一一號豬被鎖在前日本巡洋艦「佐川號」船上一位軍官的盥洗室裏。在「佐

川號「沉沒後，人們發覺這母豬竟不屈不撓地在礁湖中游泳。後來這豬被送到貝德斯達（Bethesda）的美國海軍醫藥研究所去與其他動物一同研究。這豬現在還沒有死，只是不能懷孕，可能是爲了原子彈的影響。

這些經過比基尼試驗而存活下來的動物，現在仍舊在貝德斯達和其他的實驗室中被詳加考察。華盛頓的美國國家健康學會曾飼養一種有患癌病傾向的鼯鼠，使它們受到比基尼原子彈放射性的作用，看這放射能對於它們遺傳的疾病易感性有什麼影響。這些鼯鼠被很熱心地研究着。因受到放射作用而瀕死的山羊則給它們注射配尼西林和輸血。海軍方面的科學家們把這些動物救活了，希望能觀察出放射作用緩慢影響的情形，例如癌和白血球病。

在到比基尼去的各種專家中，有一羣海洋學家與地理學家，以前從沒有一片陸地和海洋曾受到這許多專家學者的研究。他們由萊維勒（Roger Revelle）海軍中校率領，繪下了比基尼礁湖和珊瑚礁的地形圖。當他們在「培甘試驗」之後離去時，關於比基尼的礁湖和海流的圖，繪得比大部分美國的港口還要詳細。他們同時完成了關於比基尼生物狀態變化學的一個重要研究，即考察比基尼的各種生物與其環境間的平衡關係。得到了這部分知識之後，將來又可派遣考察團到比基尼，去考察原子彈怎樣的攪亂了這種平衡關係。

第二次到比基尼的考察團現在正在進行工作，他們詳細的再重行調查上次已經調查過了的事項。這調查團的目標之一，是企圖解決一個傳統的科學問題，即珊瑚礁是怎樣造成的。一九四六年的考察團，從深水爆炸的回聲記錄中知道比基尼是建立在三個大地層上的。一九四七年的考察團則正在鑽鑿到二千呎深的地底下去，要確知這三個地層到底是什麼地層。

對於那些在「培甘試驗」時排列在比基尼礁湖中的船艦，現在仍在加以研究。其中一些船艦已航過

了太平洋而進入舊金山和普吉特海峽的海軍船塢。有些在「培甘試驗」時曾受到致命的放射性水霧沖洗的船艦，現在仍舊含有危險性，人們不可在船上停留到八小時以上。原子彈爆炸後含有放射性的碎片，有許多黏附在艦隻的船身上，所以海軍方面現在正在試驗用噴沙器和酸類來把這些碎片括去。這種括去的工作異常困難，因而可以想像得到在將來的原子戰爭中，海軍方面將遇到多麼艱難的問題。在工作了一段相當時間後，每個在船上的人員必須要洗澡，然後用「賈格探測器」來檢查，看他們身上是否還帶着有放射性的碎屑，這種經常的小心提防，表示原子彈所產生的放射性物質，較之大規模的毀滅是一種更危險的威脅。（原文載一九四七年十二月八日 *Life* 雜誌）

本書原作者介紹

緒言

本文作者康姆頓(A. H. Compton)是聖路易華盛頓大學教務長，爲宇宙射線研究之權威，亦爲一九二七年諾貝爾物理學獎金之獲得人，氏嘗主持芝加哥冶金實驗室工作，迭有發明，對原子能計劃之實現供獻極大。

科學與文明

本文作者波爾(Niels Bohr)是丹麥人，一向研究原子核。對於原子時代的產生，貢獻極大。他在一九二二年獲得諾貝爾獎金的時候，年紀才三十七歲。一九四七年他逃出了納粹的勢力圈，來到美國。他在美國研究的計劃中，又佔據了極重要的地位。現在他已回到丹麥去了。

原子時代之基本知識

本文作者維格納(E. P. Wigner)爲美國普林斯頓大學之物理學教授，爲促成美國政府援助原子彈計劃之最有力者，亦爲最早研究連鎖作用堆物理學之一。一九四二年後主持芝加哥冶金實驗室之理論物理學工作。

原子彈的威力

本文作者莫里遜(P. Morrison)現任康乃爾大學物理學教授。他在芝加哥及洛斯亞拉摩斯兩處的原子彈計劃中甚爲賣力。第一顆原子彈投落廣島以後，他曾受陸軍部之邀請，到日本去考察原子彈的威力。

原子能與星辰

本文作者沙勃雷(H. Shapley)爲美國著名天文學家，現任哈佛大學天文台台長。氏在天文學方面之著述極多，本文則介紹星辰中之原子遞變。

新動力

本文作者楊格原(G. Young)爲美國奧理維大學數學物理系主任，於一九四二年三月即參加芝加哥冶金實驗室工作，研究漢福德工廠之設計問題。

新武器

本文作者奧本海默(J. R. Oppenheimer)戰前教授物理於美國加利福尼亞大學，爲美國理論物理學權威。大戰時，氏主持新墨西哥羅斯阿拉摩斯實驗室之工作，現在加利福尼亞工藝學院。

原子彈是無法防禦的

本文作者里德諾(L. N. Ridenour)曾主持美國麻城工藝學院雷達實驗室之雷達研究。一九四四年氏在歐洲任斯巴茲將軍之雷達顧問。本年返賓夕佛尼亞洲立大學任物理學教授。

原子時代的空軍

本文作者亞諾德將軍(H. H. Arnold)自一九一九年即加入美國空軍。一九四三年三月至一九四六年二月為美國空軍總司令。本文為氏在任內之最後報告。

不宣而戰的新技術

本文作者康頓(E. U. Condon)生於新墨西哥州的阿拉麻戈多(Alamogordo)。自一九三三年迄一九四五年，曾任衛斯丁霍斯研究實驗所(Westinghouse Research Laboratory)副主任，現任國家標準局主任與參院原子委會顧問。一九四一至一九四三年，他曾在各種鈾委會中工作。

危機是怎樣迫切

本文作者小弗雷特烈克，賽茲(Fredrick Seitz, Jr.)現任卡內琪工藝學院物理系主任。一九四三年秋，曾參加芝加哥大學冶金實驗室工作，研究有關漢福特製鑠工廠諸問題。

漢斯·A、倍齊(Hans A. Bethe)本在杜必剛大學任物理講師，於一九三三年希特勒執政時代被解聘。一九三五年改任康乃爾大學物理學教授。在戰爭期間，彼曾主持洛薩拉莫斯(Los Alamos)理論物理工作。

原子武器競賽及另一途徑

本文作者歐文·朗慕(Irving Langmuir)美國最卓異工業科學家之一，一九三二年曾獲得諾貝爾化學獎金。現任通用電器研究實驗室副主任。一九四五年，曾應邀出席蘇聯科學二百二十週年紀念。

這一切是如何造成的

本文作者哈羅特·烏萊(H. Vrey)因發現重水素，在一九三四年獲得諾貝爾化學獎金。一九四〇年六月任鈾委會委員。從那時起，他就在哥倫比亞指導用離心分液法與氣體擴散法，來分解鈾二三五的設計工作。他現在芝加哥大學。

檢查制度能否遏止原子軍備競爭

本文作者席勒德(L. Szilard)原籍匈牙利，希特勒上台後離德赴英之牛津。一九三九年氏在哥倫比亞大學所作之實驗奠定鈾計劃之科學基礎。氏為促成政府幫助該計劃之最有力者。現在芝加哥冶金實驗室工作。

原子能的國際管制

本文作者李普曼教授(Walter Lippman)是美國的名政論家，他在紐約論壇報特約撰稿已有十五年之久，他所寫的书很多，學問淵博，持論公正，頗能代表美國一部份的輿論。

出路：本文作者愛因斯坦(A. Einstein)為諾貝爾獎金之獲得人，亦為最著名之物理學家。一九三九年氏致函羅斯

福總統略述原子能之各種可能性，於是美國政府遂決定實施鈾計劃。

對





國立中央圖書館

595.78

8545

書碼

登錄號碼 025115



7
5
89