

石油危機聲中 能源的新探討

李堂 荳

前言

雖然數年以前即有許多專家，根據世界石油的有限蘊藏量，以及隨着各國經濟活動的加速發展，石油耗費量的激速增漲，再加上複雜的中東政治情勢而預言：世界終將面臨石油短缺的危機。然而，却很少有人料到此「危機」的出現，竟如此地早，而其對未來整個世界經濟發展的影響，竟又是如此地廣泛而深遠。

人們在驚慌失措之餘，才注意到廉價石油的時代將一去不復返。同時也深深體會到，尚有許多其他種類的能源原本可供人類使用，但是却因為一直利於石油的廉宜和方便，而疏忽了對它們的研究與開發。

如今，石油不但來源減少，價格又飛躍地上漲，而對此一困境，各國無不竭力採取對策，以求亡羊補牢。除了在世界各個角落全面展開新油田的探尋和開採之外，又重新把注意力轉回到近年來已逐漸不再受人重視的煤以及油頁岩。並進而全力追求新能源的發展，例如：核能、太陽能、地熱、氫氣能等，以及其它新技術的研究與利用。以求永遠解決人類能源的「困擾」。

石油除了是方便的能源外，更是諸多化學工業的重要原料。實際上就人類已知的資源中，很少有任一單一的礦源能如同石油有着這樣廣泛多樣性的用途，如衆所週知者，近代的紡織、塑膠、化肥等工業莫不以石油為其主要原料。更何況，在最近的數年內，人類仍無法擺脫石油這種「能源」。因此，在石油缺乏聲中，但見世界各地加緊展開新油礦探採的熱潮，自日本北部經中南半島到印尼的蘇門答臘，乃至墨西哥灣，中南美洲，非洲西岸，以及北海水域，到處都有技術專家的緊急尋油活動。當然，這些活動除了必須投

下鉅額資金外，在時間上也需若干年才能有所收獲。

由於大家對石油問題討論已多，又因篇幅關係，本文將重點置於石油以外的各項新、舊能源的探討。同時，水力發電的開發，在世界大多數地區已近飽和狀態，而且它所涉及的技術問題亦很少再有挑戰性的發展需要與可能，因此，文中也就略而不談。

煤——短期內將以新面貌再被重用

人類使用煤已是古遠的事。長久以來就一直為動力主流的煤，由於其對環境的污染以及使用的不便，在一九五〇年代，就被發展僅僅廿多年的廉價、方便並且乾淨的石油和天然氣所取代，而淪為次要能源。但此次石油的短缺及價格的暴漲，使得各國莫不對於煤重新估量其價值。現在各大石油公司更已展開激烈的競爭，謀奪取各地煤礦的開採權①。事實上，煤是地球上蘊藏最豐富的化石燃料，據估計約有六兆七千億噸之多②，足夠人類使用幾世紀之久。雖然使用煤所涉及的問題很多，但以目前情況看來，其他能源如核能、太陽能、地熱、氫氣能等新能源的開發成功，都不是短短幾年內之事。因此，短期內人類能源危機的解除，顯非再借重於煤不可。如何將煤的使用加以擴大，而合乎經濟與商業化的原則，乃是當前各國迫切的研究課題。

煤的最大困擾在於直接燃燒時所造成的空氣污染，較之石油或天然氣嚴重甚多，同時開採時對環境亦造成了巨大的破壞，近代許多國家對於煤的開採及燃燒，都有種種的法律限制。所以在談到「重新再考慮」煤的價值時，一定要解決如何開採煤而不破壞環境，及如何燃燒煤而避免污染問題。因此，目前大家努力以求者，均為如何以經濟的方法，將生煤轉化的問題——也

就是由煤中提取較乾淨且效能高的合成油及合成瓦斯。

煤炭轉化的技術實際上已發展了將近半世紀之久，開始於歐洲，尤其是二次大戰期間缺油的德國，在技術上已有許多基本的突破。美國則為最近情勢所迫，才開始對此一問題大力研究，惟至目前為止，尚未脫離實驗階段。一般估計在一九八〇年以前，仍難有商業化的大量生產。

據美國猶他州立大學燃料工程系教授魏塞所作的實驗顯示，被處理的生煤數量與可轉化為液體燃料的數量幾乎相等：一百磅生煤可轉化成九十五磅的液體及瓦斯，其中包括三十磅的合成汽油，五磅的合成柴油，三十磅的焦油及三十磅的合成瓦斯。同時重要的是生煤轉化工廠也不會造成顯著的污染，而且還解決了生煤不便運輸的問題。

目前世界各國對於煤炭轉化的研究，是朝着三個目標推進：

- (一) 生產高熱值的氣體，以替代天然瓦斯，供一般家庭使用。
 - (二) 生產合成成品以替代發電用的石油、天然氣及原煤。此種合成成品具有較低的英熱值(BTU)，但有較高的生產率。
 - (三) 生產一系列由原油至汽油的合成油。
- 以下則就世界各地的情况，分別加以探討：

一、美國

美國煤藏極豐，約佔全世界的一半，據估計總有三·二兆噸，其中以現在的技術可開採的有三千九百億噸，足夠美國使用六百年。美國石油的蘊藏量為三百八十億桶，只可使用十·九年；天然氣則為二七八·八兆立方呎，可使用十一·八年^③。相較之下，難怪美國內政部長摩頓要說：「煤是我們手中的一張王牌。」

五十年前，煤供應全美國能源需求的四分之一，但到了一九五〇年，降低到三十八%，一九七二年更跌到十七%。這當然是因為較便宜、潔淨的石油與天然氣打入了煤的市場。據白宮的估計，一九七三——七四年冬季，美國各種能源消費所佔的比例將分別為：石油五十%，天然氣三十%，水力發電四%，核能一%，煤佔十五%。

由於石油的匱缺，今後美國對煤的開採必將急速增加。專家估計至一九八五年，由於供應煤的氣化及液化，以及全國電力消費的增加，屆時原煤的

需要量將是目前的三倍，達十五億噸之多^④。欲達成此一目標，煤業必須以空前的成長率開採。當然，反對煤礦開採的呼聲也是愈來愈高，因此各大煤礦公司目前正忙於遊說，以勸使聯邦政府大力協助他們，希望能延期實施空氣淨化法案，及放寬對露天煤礦的開採管制等，並努力發展更有效率的採煤新法。

關於煤的轉化問題，二次大戰後，美國曾將德國的研究成果帶回美國，但由於方便、廉價的石油及天然氣的打入能源市場，而使這方面的研究停滯下來。直到一九六〇年，基於石油及天然氣耗費的速度實在驚人，研究煤的機構才再次成立，那就是設於內政部礦物局的煤研究所(Office of Coal Research)簡稱(OCR)，由政府 and 工業界攜手共同合作。開始的前三年，OCR每年的經費預算只有一百萬美元，直到去年，聯邦政府關於煤轉化的研究預算也不過才五千萬美元，與核能的研究經費三億六千萬美元比較起來，便可以看出煤轉化研究一直未受重視。一九七四年新會計年度，聯邦政府關於煤的研究經費已大為增加，而達一億六千萬美元。

二、日本

這次石油危機帶給日本的教訓最為慘痛。因此對於任何能源，她都不遺餘力地加速去發展、爭取。煤的轉化研究自然是其主要的目標之一。據日本天然資源委員會的估計，如果以進口的煤轉化成的合成瓦斯來發電，每瓩小時的成本為四·一圓；用進口的石油來發電，每瓩小時則需三·六圓，比較起來，合成瓦斯並不算太貴。何況油價仍不斷地上漲，其未來的價格顯將不止此數，所以日本對於煤炭的轉化興趣極大。

日本全國煤的蘊藏量約一百九十二億噸，只佔世界蘊藏量的極小比例。由於日本的煤質不好，又受廉價石油的影響，煤產量已自一九六〇年的五千二百六十萬噸下降至一九七二年的二千七百萬噸，而需進口五千零六十萬噸^⑤。至於煤轉化的研究，目前已知日本通產省所屬的「煤炭科技研究所」宣佈在最近的二、三年內將設置使用合成瓦斯的發電廠，這個研究所一九七四年的預算是二億日圓。此外，「工業科技社」也計劃在一九七四的會計年度，以一億五千萬日圓研究煤氣化。工業科技社對煤氣化的研究開始於一九五七年，而後同樣由於廉價石油的打擊，研究曾一度中斷。

三、歐洲

一九七〇年代，歐洲共同市場九國中，只有英國與西德的煤產量每年都在一億噸以上，其中又以英國的煤在總能源中一直佔着重要的地位。而此次英國在遭到石油打擊的同時，又遭逢全國廿七萬煤礦工人要求加薪未遂，及拒絕逾時工作而罷工，致使煤炭產量劇減三〇%，英國電力有六成仰賴燃煤。目前供應發電用的煤儲量已極為緊迫，除非礦工加緊增產，否則強制性的節約措施將導致大幅裁員失業。

德國在戰前對於煤炭轉化的研究即已成就甚大，而為此項發展的最先進國家。當時德國最大的合成油工廠Leuna Work，現在東德境內。據西德專家的估計，如要建置一座類似的大規模工廠，約需投資二、三十億馬克，經過五、六年的時間。正如其科技部長所說的，基於將來對中東石油的依賴隨時有中斷的可能，合成油確有發展的必要。最近西德政府宣佈，在以後的四年中，將投資十五億馬克，發展煤液化的研究⑥。

東歐波蘭的煤業發展亦甚值得注意。十五年前，波蘭曾努力於煤業的現代化而被人嘲笑不已，因為當時人們都認為煤炭已是過氣的能源。但是能源普遍缺乏的今天，據波蘭官方的預測，一九七四年波蘭煤的出口將較去年增加一〇%，其中六〇%是輸往西方國家，可獲得二十億美元的外匯儲備。波蘭硬煤的出口居世界第二位，僅次於美國。去年其煤產量是一億五千七百萬噸，居世界第四位。波蘭的一位副部長可能於今年訪問美國，協商共同合作煤炭的轉化研究，並將出售給美國低硫煤二百萬噸，以供大湖區鋼廠之用⑦。

油頁岩——新的提煉技術已研究成

功

油頁岩的提煉亦可得到石油。世界油頁岩的蘊藏以美國為最豐富，據估計約有一千八百九十億桶，按照目前美國原油消耗的比率計算，可供美國使用三十二年。以往因為油頁岩的開採與提煉成本過高，引不起投資人的興趣，現在由於客觀條件的轉變，如同煤一樣，油頁岩再度引起人們的重視。而

石油危機聲中能源的新探討

且最新的提煉技術亦初步發展成功。舊的方法必須將油頁岩自地下挖出再行提煉，不但對環境造成破壞，成本亦高。去年十二月間，美國西方石油公司宣稱：一種突破性的新技術業已研究成功，此種新技術乃是將垂直蒸餾器直接鑽入地下礦層，用高溫將石油提出，而後抽出地面。不過這種新技術尚需要三、五年的時間，方能大規模地實際應用⑧。

核能——放射性污染仍是最大的威脅

脅

核能的發展距今僅有短短的三十年，但由於它在軍事上及在和平用途上的卓越地位，致使各先進國家莫不爭先恐後地從事對它的研究與利用。在破壞性方面，核子能的威力足以毀滅全人類，並使地球不再適合人類居住；但相反地，正由於它的能量竟如此巨大，一磅天然鈾分裂時所放出的能量約等於三百萬磅的煤，用在和平建設方面，它所提供的貢獻絕非其它能源所可抗衡的。核能的利用範圍非常廣泛，本文則僅就其作為燃料能源的問題加以探討。

原子核的分裂 (Fission) 與融合 (Fusion) 均可放出能。分裂核子所用的原料只限於原子質量較重的物質如鈾、鈷；融合核子所用的則為質量較輕的物質如氫。目前一般所謂的核能，通常都指核子分裂，因為融合核能的技术尚未發展成功。

國際原子能委員會在一九七二年發表全世界十二個國家共有五十座核能電廠運轉中；廿四個國家有一二三座新廠正在興建；另外正計劃籌建中的則有一〇八座。目前全世界業已運轉和正在設置中的原子爐裝置容量約為一年廿九萬megawatts，佔世界總電源供應的二〇%。世界經濟合作與開發組織 (Organization for Economic Cooperation and Development 簡稱OECD) 的能源專家在去年的報告中預測，至公元二千年時，OECD中的廿四個會員國的五〇%的發電將由核能負擔。由此不難看出，核能的出現和利用雖是極晚近的事，但其對於人類能源的供應已有成為主流的趨勢。

一、分裂核能的鈾原料供應問題

下面談談核能發展的幾項關鍵性問題

核能的發展極為迅速，爲了確保原料的供應，除了繼續探尋新鈾礦之外，更需要發展新的鈾濃縮技術。目前能够生產濃縮鈾（Enriched Uranium）的國家僅有美、蘇、英、法等。實際上，除了美、蘇之外，其他國家的生產量都太少，無法供應核能發電之需。美國的生產力很大，她所擁有的三座工廠每年可生產一萬七千噸 S W U（Separation Work Units 分離作業單位），足供目前世界其他地區的需要。不過，至一九八二年時，美國年產量將爲二萬八千噸 S W U，而屆時世界的需要量將增至四萬噸 S W U^⑨，因此勢必導致世界濃縮鈾供應的新情勢。

蘇俄濃縮鈾的產量從未發表，也就無法確定。然而，一九七一年開始，她却積極地展開「濃縮鈾的外交」。首先與法國訂立協定，迄今已供給法國約八十噸 S W U。最近又與西德訂立了三百噸濃縮鈾的加工協定。其目的顯然在圖謀粉碎美國的獨立市場，進而影響國際政治。

歐洲對於未來濃縮鈾的供應問題極爲重視，但到現在爲止各國在這方面尚無法密切合作。首先是法國倡導組織了 Eurdif，用傳統的氣體擴散法生產濃縮鈾（於一九八〇年可產八千噸）。而另一面，英、德、荷却合作共同開發一種尚在試驗階段的新技術生產濃縮鈾（宣稱於一九八〇年可產二千噸，一九八五年一萬噸）。據估計 E E C 至一九八〇年對濃縮鈾的需求約在一萬噸以下，因此屆時歐洲即可擺脫美國的供應而自給自足，但至一九八五年後，前述兩集團的濃縮鈾生產量將超過歐洲本身所需^⑩。

此外，目前尚在試驗階段的滋生式反應爐（Breeder Reactor）對於核能原料的供應也是一項極爲重要的突破。因爲此種反應爐除了產生熱能供給發電外，同時還可產生後一代的核子燃料，供應其他反應爐循環使用。所以美國原子能委員會將其「快中子滋生反應爐」列爲最優先的發展計劃，已投資七億美元從事此方面的研究。

二、放射性廢物的處理問題

馳名國際的物理學家——拉爾夫·拉普博士（曾參與第一顆原子彈的工作），他認爲美國在未來的十年間，「幾乎可以確定」將有一場「核子災難」。因爲人類除了二次大戰兩顆原子彈所造成的悲慘教訓外，對於處理核能所遺下的放射性物質的經驗實在太少，但隨着核能電廠的普遍設置，人類所

面臨的此種威脅必然是愈來愈大，而到目前爲止，科學家尚未替這些可怕的廢物找到任何得以安全存放數百年的理想「墓地」。

美國全國包括船隻上的原子爐在內，現在運轉中的共有二四一個，單是這些原子爐的廢物已足夠麻煩，再加上美國公司替國外裝置的許多原子爐所產生的廢物也要運回美國本土處理。據官方報導，全美儲藏中的放射性廢物現在共有八四·五百萬加侖（包括三十年來核子武器研究中所產生者；工業及醫藥研究所產生者；以及核能電廠所產生者）。美國原子能委員會（Atomic Energy Council 簡稱 AEC）估計一九八〇年時放射性廢物將爲二千四百公噸，至公元二千年時（屆時美國將有一千座核能電廠）更將高達三萬二千公噸^⑪。而科學家估計十年以後，對於這些廢物才有初步的安全處理技術及設備，目前運輸這些廢物同樣是棘手的問題。在這段時間內，核能電廠如此高速的發展，大量廢物必然隨之高速增加，一旦爆發了任何不幸，恐絕非常前人們所能設法彌補的。去年夏天，存放有六千五百萬加侖放射性廢物的儲放處 Hanford，發生十萬加侖的洩漏案，就是最足警惕的例子^⑫。

三、融合核能科技的突破

核能技術另一方面的重要發展就是氫彈所利用的融合核能，此等科技如能開發成功，則核能所產生的能量將幾乎是「用之不竭」。更何況，融合核能的原料幾乎可完全燃燒而無廢物產生。但這方面目前仍有許多問題無法控制和解決，因此其發展恐仍需二、三十年的時間。

世界各國核能電廠的發展情形大致如下：

一、美國

美國是核能發展的先進國家，目前美國運轉中的核能電廠計有卅七座，發電量共爲二千一百六十八萬瓩，佔總發電量的五%；籌建中的則有五十七座，至一九八〇年其發電量將達五千一百八十九萬瓩，將佔總發電量的二十一%。AEC 關於核能發電的長期計劃是，至二〇〇〇年時，將有一千座核能電廠，平均每座的裝置容量爲一千 megawatts^⑬。

二、加拿大

加拿大也是核能發展的重要國家之一。第一座加拿大CANDU (Canada Deuterium Uranium) 式的商業化核能電廠已於去年底裝置完成。CANDU式原子爐實際上是一種極優秀的新設計。例如它是以重水為減速劑，就可用天然鈾為燃料，而別的原型原子爐用天然水或石墨為減速劑，則需用濃縮鈾為燃料，這也是加拿大式原子爐價格低廉，可與化石燃料（如煤、石油）發電廠相抗衡的主要原因，因為濃縮鈾的花費很大。另外它是唯一可在原子爐運轉中進行更換燃料的型式，其他的原子爐都需關閉至少四十天，進行燃料的更換（任何型式的原子爐每年均需更換三分之一的燃料）。如用加拿大式的核能電廠發電，至一九八〇年加拿大將可節省化石燃料費用三億五千萬加幣。加拿大核能委員會估計至二〇〇〇年時，此種核能電廠將可達其所需電量一兆瓩的半數，自可節省為數可觀的進口化石燃料的費用⑭。同時，加拿大亦極力向海外推廣CANDU式的核能發電技術與設備。例如英國便是她希望合作的主要對象，而南韓、羅馬尼亞、墨西哥、巴西、巴基斯坦、印度、義大利、阿根廷等國也都是她正在爭取的顧客。我國核能電廠的設立也部份採用了加拿大式的技術與設備。

三、歐洲

歐洲共同市場對於核能的發展亦甚積極。目前英國的核能發電已佔其總電量的一〇%。法國政府亦決定自一九七六年以後所建立的發電廠均將採用核能，計劃至公元二千年時核能電廠將可佔其總發電量的一半以上⑮。

四、日本

「資源小國」的日本對核能電廠的發展更當不敢落人之後。去年底達成的日美核能協議中，美國答應出售給日本六十座原子爐，發電量共為六千萬瓩，其中有三十二座須於一九七八年裝置完成。日本在發展核能的同時，更注意到了鈾原料供應地區的分散，除獲自美國者而外，去年秋田中訪問法國時，便決定自一九八〇年開始，每年購買法國生產的濃縮鈾一千至一千五百噸SWU。去年十一月又與加拿大達成協議，於一九八三年以後的十年間，加拿大將供應日本電力公司四千萬磅的氧化鈾⑯。

太陽能——最潔淨的「永恆能源」

石油危機聲中能源的新探討

人類已知的能源中，太陽能當是最為「乾淨」而「永恆」。太陽能的研究開始於一九三〇年代，進展相當緩慢，主要原因乃在於人類對於其他能源的獲得一直頗為順利，也就不感有此迫切需要。但近來的能源危機，以及傳統能源對環境所造成的嚴重污染，促使人們重新注意到太陽能的研究和發展。

太陽能量的巨大出乎我們常人的想像，它在一秒鐘內所放出的熱能即超過人類有史以來所有消耗能量的總和。據一位美國科學家的估計，太陽向地球照射一天，就相當於燃燒五千五百億噸的煤，而這一些量的煤以美國當前的技術開採，至少需時一千年！

目前利用太陽能必須解決的重要問題有三項：（一）如何有效地將太陽能予以聚集吸收；（二）如何將所聚集吸收的熱能作適當的儲存；（三）所儲存的熱能以何種方式作最有效之運用。初期對於太陽能利用的研究，一直偏重於小規模的住屋裝置，聚集太陽熱用以煮飯、熱水及供應室內暖氣之用，但這些方法不合經濟原則。今後對太陽能的研究必須指向於設置大規模的「太陽田」，收集熱能後集中處理再輸送出去。因此，開發太陽能，廣闊的空間是首要的條件之一。同時，太陽能的利用與地區亦甚有關係，世界上最適合發展的地區是在赤道南北三十五度之間，包括美國西南部、撒哈拉沙漠、智利北部及澳大利亞中部，這些地區每年平均接受三千至四千小時的陽光，一天平均每方公分可產生三百至六百五十卡的熱量。

利用太陽能的一種最進步的觀念，是將一座龐大的太陽能收集站置放於圍繞地球的太空軌道中，因為那面是終年都有陽光照射⑰。目前美國的許多公司均依據此一構想而從事研究工作。利用太陽能的另一種方式是讓生長中的生物藉着光合作用「捕捉」太陽能，而後燃燒這些生物，或是由這些有機物中取得沼氣和燃料油，這種所謂生物學的改變方法也稱為「熱化」。實際上，美國環境保護機構已着手建一座熱化工廠，這種熱化工廠不僅將提供有價值的燃料，還可以處理都市中的有機垃圾。

目前世界上研究太陽能較為先進的國家是美國、澳洲、法國等。美國聯邦政府用於太陽能的研究經費已增加到每年一千三百二十萬美元，希望在爾後的十年裏，太陽能將可供應美國冷、暖氣及熱水設備所需的電源，這三種電源佔全美總電源的廿六%之多。據西屋公司太陽能研究部門宣稱，實際上的

進展可能更快，說不定只需要四、五年的時間^⑧。澳洲在太陽能的開發上，某些地方已具領先的地位，事實上，今天澳洲已約有一萬個家庭裝置太陽熱水系統。法國對於太陽能的研究亦頗具成就，法國科學家已在比利牛斯山的高處建立了一座全世界最大的太陽爐，以探測太陽的潛能及其如何供應工業之用^⑨。

目前，對於太陽能的控制和利用早已不再是理論問題，而是如何能尋出經濟方式將太陽的熱量轉變為大規模的工業用電，屆時，人類能源的困擾將可永遠消除。

地熱——將是成本最低廉的動力

一九〇四年，義大利工程師在義國北部的拉德羅一個長久聞名的「噴氣孔」區鑽了一口淺井，裝上一部小型渦輪發電機，就成了世界第一個地熱發電廠，現在該廠發電量已達三十萬瓩。半世紀以來，拉德羅發電廠一直是世界上唯一的地熱發電廠。直到一九五九年初，才僅有少數國家諸如義大利、紐西蘭、日本、墨西哥和蘇俄對地熱的發展予以重視。到了一九六〇年，美國太平洋瓦斯與電力公司方才利用地熱在北加州「大噴泉」區設立地熱發電廠，迄今發電量已擴充到八萬二千瓩。日本已開發利用的地熱區有松川、大岳兩區，至一九七五年，預計日本將擁有十六萬三千瓩的地熱電廠^⑩。目前全世界使用地熱發電的總電量仍微乎其微，大約僅有一百萬瓩。

專家們認為地熱的最大優點在於成本極低，可能是人類已知能源中最為廉價的，若能大量開發，將使人們發覺核能發電太不合算了。因為只要鑽探出地熱，而後裝上發電裝置，就可利用它永久發電。而地熱是與地球本身共始終的。地熱能的發展所遭遇的最大困難是探測問題與鑽深井到地球外殼的技術。十年前美國曾有一次國際科學合作鑽探地球外殼的計劃，可惜因國會杯葛詹森總統而未予批准。到現在為止，美國地熱的全部開發與經營還都是由私人投資從事者，政府毫無協助。

氫氣能——人類未來的希望

氫氣能在新能源的發展中，還停留在理論階段，但却是人類的一大理想。氫氣能之所以吸引着科學家們的注意，乃是基於它的各項別種能源所沒有的特性和優點：第一、氫的燃燒乾淨，絕不污染；第二、氫燃燒後成水，而氫又是由水中提取的，如此可循環使用；第三、氫可由路管輸送，較電力的運輸價廉，而且氫可常久貯存，毫無困難。

發展氫氣能所必須克服的問題在於如何廉價獲得氫，以及氫的包裝與儲存。因為氫的分子微小，能夠透過其他氣體都無法通過的地方。而且液體氫因為黏度太低更容易滲漏。同時，它極易引燃，容易造成嚴重的燃燒或爆炸。

直到一九七二年，氫氣能才引起專家們廣泛的注意，但目前仍未有任何國家撥出專款從事這一領域的研究。

結語

歷史上，阿拉伯人的佔據西亞地區，切斷歐洲人前往東方的交通線，曾是歐洲發現「新航路」和「新大陸」的重要因素之一。如今，阿拉伯人所引發的石油危機，毫無疑問又將迫使各工業先進國家找尋其它的「新道路」。因此可以料到：人類對各項「新能源」的研究和開發，必將因着此次「石油危機」的刺激而於短期內獲致不少成就，許多科技上的難題也可能及早達成突破。果真如此，對全人類而言，此次石油危機的出現，何嘗不是塞翁失馬！

註①：經濟日報，十二月卅一日（一九七三）。註②：The Japan Times 十二月三日（一九七三）。註③：U. S. News & World Report p. 59，十二月廿四日（一九七三）。本文所採用的資料是以目前的技術所能開採的。另 U. S. News & World Report p. 16 元月七日（一九七三）發表的數字，是包括可以新技術開採的礦產：石油：三千四百六十億桶，使用五十八年；天然氣：一千一百七十八兆立方呎，使用五十二年；煤：一·六兆噸，使用三千零九十四年；核能燃料（鈾）：一百六十萬噸，使用一百年；油頁岩：一千八百九十億桶，使用三十二年。

註④：International Herald Tribune，十一月廿二日（一九七三）。

註⑤：The Japan Times，十二月三日（一九七三）。註⑥：South China Morning Post，十二月一日（一九七三）。及 South China

Morning Post Business News p.14。元月十一日(一九七四)。註⑦
•South China Morning Post。元月四日(一九七四)。註⑧•U.S.
News & World Report p.16。元月七日(一九七四)。及經濟日報
(美聯道瓊社)。十二月九日(一九七三)。註⑨•太平洋經濟一九九期
。八月十五日(一九七三)。註⑩•The Times。十一月廿二日(一九
七三)。註⑪•U.S. News & World Report p.30。九月十日(一
九七三)。美國現運轉中的二四一個原子爐，其中一〇一個在核能潛艇
；五個在海軍；九十九個屬於AEC研究用；三十六個發電用。註⑫。
同註⑬。註⑭•U.S. News & World Report p.23。十一月廿六日

能源危機對日本政策的影響

劉令興

(一九七四)。註⑮•South China Morning Post Business News
p.12。十二月廿五日(一九七三)。註⑯•Sunday Business p.8。十
二月二日(一九七三)。註⑰•South China Morning Post Business
News p.14。元月十一日(一九七四)。及The Japan Times。十一月
廿八日(一九七三)。註⑱•South China Morning Post。四月廿六日
(一九七三)。此一觀念是由Dr. Peter E. Glarer 所提出的。註⑲
•U.S. News & World Report p.62。十二月廿四日(一九七三)
。註⑳•聯合報轉載前鋒論壇報。註㉑•經濟日報第二版，元月十三日
(一九七四)。及經濟日報譯自Fortune。十二月十五日(一九七三)。

自第四次中東戰爭爆發以後，O A P E C (阿拉伯石油輸出國聯盟)以
石油作武器，以世界各國對阿拉伯的友好程度作區分，分為友好國、中立國
、非友好國三類，將日本與美國、荷蘭、葡萄牙等諸國，列為非友好國
家，自十一月份開始，形將按月減產，而供應數字亦逐次減削，最初對日原
計劃案，十二月份減少百分之十五，元月份百分之二十五，若真至三月份，
減少至百分之四十五，則日本工業勢將全部陷於停頓，經濟完全崩潰矣。故
日本人稱乃有史以來，日本經濟最大之危機了。因日本之石油供應，百分
之九十九點七，由國際間輸入，阿拉伯石油國家，獨佔輸入額百分之六十
三點五，全部中東地區合計，則佔日本輸入原油百分之八十以上。日本按國
家細分，最大的輸入國為伊朗，佔百分之三十七點三，其次為沙烏地阿拉伯
，佔百分之十六點七，其次為科威特，佔百分之八點九。再合計中東諸地
區，共佔百分之十七點八。近年印度石油開發，對日本輸入大增，今年可
佔百分之十三。故日本的能源，可說全部依靠中東產油國家供給，因之十月
份後的工業成長率，遭受O A P E C國家的生產石油削減，日本的工商業，
立時呈現衰退現象，因工商業的萎縮，繼之物價高漲，物資波動，人心不安
，通貨膨脹，日幣貶值等各種經濟不良現象，日本物資普遍呈現量的不足，

形成所謂超高價時代。日本的石油消耗，佔世界百分之九點五，所謂能源超
消費國，而又因能源全無生產，又為資源超小國，二者相乘，使日本經濟，
兩個月間，由二十年來，經濟的直線上升，一變而為經濟的紊亂，故十二月
二十二日，日本田中政府，發表日本經濟緊急事態宣言，以為日本當前的經
濟狀態，已晉入空前危機時代，並步入一大轉變時代，日本為應付當前危機
，以及長期資源戰略，形成能源供應不穩定，日本的國家政策，應有全面的
檢討與改變，日本不論在經濟的基本態度、外交方針、財政設施、社會心理
，都應有新的施政方針，以求達成國民生活之安定，國民福祉的確保。

石油危機對工業的影響

日本經濟，因受阿拉伯產油國家供給限制之影響，故日本一九七四年之
實質經濟成長率，可能為百分之二點五，等於一九五四年，與韓戰結束後的
日本經濟成長的最低點百分之二點三，所以如此的日本經濟不景氣，可謂二
十年來所未有。首先是影響各種輕重工業的生產，首先是鋼鐵，鋼鐵因能源
不足，不得不從事減產，而石油不足，又影響海上運輸，間接使石砂的輸入