

# 環境與能源

## 共創「低碳節能、安全永續」的環境

臺灣由於環境與自然資源的過度利用，環境敏感地區長期遭受破壞，近年來自然災害因氣候變遷而加劇擴大，造成對民生安全的重大影響。建立潔淨家園、循環零廢社會、低碳節能經濟、安全國土規劃及永續發展教育，應為臺灣未來最主要的目標。因此，必須落實國土規劃，加強監督及塑造具避災、減災及防救災能力之安全社會；各項經建發展計畫，要確實考慮環境資源之限制條件，以達環境共生；能源價格應發揮誘導全民有效使用能資源的正確觀念，建立循環型社會；並持續推動永續發展教育，培養全民勵行高品質、低耗能及永續平衡之生活、生產和生態環境。

召集人：駱尚廉

撰稿人：陳亮全 鄒倫 駱尚廉

歐陽嶠暉 蕭代基

(撰稿人按姓氏筆畫排序)

## 目錄 環境與能源

壹、潔淨永續家園	
一、現況檢討 .....	211
二、問題分析 .....	218
三、設定目標 .....	219
四、提出建議 .....	220
貳、循環零廢社會	
一、現況檢討 .....	222
二、問題分析 .....	224
三、設定目標 .....	225
四、提出建議 .....	226
參、低碳節能經濟	
一、現況檢討 .....	229
二、問題分析 .....	236
三、設定目標 .....	238
四、提出對策 .....	238
肆、安全國土規劃	
一、現況檢討 .....	240
二、國土與城鄉計畫的問題分析 .....	241
三、提出建議 .....	244
四、設定目標 .....	248
伍、永續發展教育	
一、現況檢討 .....	249
二、問題分析 .....	252
三、設定目標 .....	254
四、提出建議 .....	255

## 壹、潔淨永續家園

藍天綠地、青山淨水，永續家園是國民期待的生活環境，而創造愉悅、宜居、生態、安全的家園，則有賴政府與民間的共同努力。

生活環境品質之階段性目標，依國家發展層次分為，在開發中國家以污染防治為指標期，而進入已開發中國家，則以生活品質的提升為指標，到了全球化的舒適環境品質及環境資源指標期，則是永續發展和永續安全的最高指標等三個階段，而我們則正跨在環境品質指標的三個階段中，即要達到環境污染的改善，同時追求生活環境品質的提升，並創造永續發展和永續安全的階段，期待能以綜合性的策略，有所突破，以創造潔淨永續家園。

### 一、現況探討

#### （一）臺灣環境負荷現況和分析

臺灣地區面積狹小，在土地面積三萬六千零六·一八平方公里中，高程在一百公尺以下，適於人口居住及從事生活、生產活動的土地面積約僅30%，再加上各種資源的缺乏及各種天然災害頻繁，卻擁有二千三百多萬人口在積極從事各種生活及生產活動，其對於環境負荷之重，在單位土地面積上所承受的人口、交通工具、工廠數、畜牧數、能源消耗等，以密度而言，幾乎皆居世界第一位，且仍不斷上升中（表1），環境負荷日趨深重，其衍生的環境污染問題，廢氣、廢水、噪音、廢棄物及二氧化碳等，更是不易克服。

#### （二）空氣品質

空氣品質之良否，係以綜合空氣污染指標（PSI）表示。空氣污染指標為依據監測站當日空氣中之PM10（不包括粒徑大於10微米之懸浮微粒）、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳及臭氧濃度，換算該污染物之副指標值，再以當日各副指標值之最大值為該測站當日之空氣污染指標值。空氣污染指標PSI在50以下為良好程度，50~100為普通程度，

表1 2008年各國環境負荷比較

國家	人口密度 (人/平方公里)	工廠密度 (工廠數/ 平方公里)	豬隻飼養 (頭/ 平方公里)	機動車輛 (車輛數/ 平方公里)	初級能源消耗 (噸油當量/ 平方公里)
臺灣	633	2.14	184	572	5
韓國	488		99	177	5
日本	338	1.14*	26	232	4
德國	230	0.12*	74	149	4
英國	252	0.06*	20	133	5
美國	32	0.04*	6	26	8
臺灣/ 各國比較 (倍數)	1.3~19倍	1.6~53倍	1.9~31倍	2.5~22倍	0.6~1.3倍

\*：本部分為1998年資料

101~200則為對健康不良影響，201~300屬非常不良，大於300則為有害健康。

依據全臺灣地區在五十七個監測站的監測結果，PSI大於100之日數，歷年已有顯著的改善，從一九八四年的16.44降至二〇〇八年的2.97。歷年監測重要變化階段及近年之PSI值如表2，顯示空氣品質近年已大幅改善，但仍有局部地區和特定污染物之污染。

造成空氣污染之排放源包括工業、商業、營建道路、車輛及其他，依二〇〇八年懸浮物總排放量以營建道路最多，工業次之。硫氧化物以工業占最多，氮氧化物則以車輛最多，工業次之，非甲烷碳氫化合物以工業最多，車輛次之，一氧化碳以車輛最多，工業次之，鉛排放量則以工業最多。

### (三) 環境音量

臺灣地區人口密度高，道路交通活動多，其產生之環境噪音，影響居住生活安寧，所以噪音為每年環保陳情案件中最高者。

表2 空氣污染指標PSI大於100之日數

年別	1984	1989	1992	1993	1994	1999	2004	2005	2006	2007	2008
PSI (%)	16.44	16.16	11.32	8.18	6.99	5.11	4.60	4.46	4.16	4.02	2.97

環境音量之監測分成四類管制區，依早、日、晚、夜四個時段監測，在臺灣地區一百五十三個監測站中，在二〇〇八年超過「一般地區環境音量標準」、不合格時段有六十二個時段，不合格率10.13%，而以夜間的16.99%最高。

近年來由於環保意識的提升，期望安寧舒適的生活環境，以致噪音之陳情案件日增，政府也擴大噪音管制範圍，並建立管制策略，以期達成居住環境安寧及國民健康，並將低頻噪音納入管制，以期減少低頻噪音。依二〇〇八年統計噪音陳情案件四萬零九百三十九件中，以娛樂營業場所的33.87%最多，其次為營建工程30.53%及工廠的11.15%。

#### (四) 水體水質

臺灣地區人口密度及工廠密度高，畜牧業發達，各種污染源排出之廢污水，又因承受水體受降雨之特性，水量豐枯不均，非雨季時流量低，稀釋能力不足，以致水體呈現不同程度的污染。

##### 1. 各種水污染源的削減狀況

臺灣地區造成水污染的主要來源包括來自生活污水、事業廢水及畜牧廢水，歷經政府多年來的積極管制事業廢水及畜牧廢水及民間配合，其污染排放量已大幅降低，已削減該兩項總產生量的78%。

唯生活污水，因公共污水下水道建設的遲緩，即使近年政府在加速建設，公共污水下水道的普及率目前仍低於20%（以平均每戶三人計算），以致仍有大量的生活污水未能收集處理而排放，為造成水體污染的主要原因，目前生活污水的削減率僅達34.6%。表3為現階段各種水污染源BOD產生量及削減率。

表3 各種水污染源BOD產生量及削減率（2008年）

量 (BOD噸/日)	生活污水	事業廢水	畜牧廢水	合計
產生量	918	1075	664	2657
排放量	601	244	242	1087
削減率 (%)	34.6	77.3	73.5	59

表4 近年列管河川污染情形

年別	總計 長度 (公里)	未(稍)受污染		輕度污染		中度污染		嚴重污染	
		長度 (公里)	%	長度 (公里)	%	長度 (公里)	%	長度 (公里)	%
2006	2,933.9	1922.7	65.5	263.3	9.0	573.2	19.5	174.7	6.0
2007	2,933.9	1811.7	61.8	233.2	7.9	692.7	23.6	196.3	6.7
2008	2,933.9	1912.3	65.2	264.9	9.0	632.2	21.5	124.5	4.2

## 2. 河川水質

臺灣地區中央管河川二十五條，縣管河川二十七條，列管河川總長共2,933.9公里，依河川水質污染情形，分為未(稍)受污染、輕度污染、中度污染及嚴重污染，則近年河川污染情形(表4)雖已有顯著改善，但依二〇〇八年調查，仍有總長一百多公里處於嚴重污染狀態，此等河川皆為人口聚居之下游河段，包括淡水河系(16.2公里)、北港溪(26.5公里)、朴子溪(2.6公里)、急水溪(13.3公里)、鹽水溪(8.4公里)、二仁溪(14.3公里)、阿公店溪(23.2公里)、高屏溪(3.5公里)及東港溪(3.8公里)。而未(稍)受污染之河段，則長期維持在河川總長的65%左右，得以保護河川上游自來水水源。

## 3. 水庫水質

臺灣地區各種供水量中有約26%的水源來自水庫，唯因集水區地形陡峻、地質脆弱、雨量集中致自然崩塌及沖刷力大，再加上集水區過度的開發利用、林業及產業道路開墾、畜牧飼養及觀光遊憩區的開闢等，造成大量土石流入水庫影響有效容量，另污染物排入水庫，導致水庫中自營性生物或藻類的繁殖、死亡，消耗水中溶氧，即所謂優養化。優養化程度依所含營養物質的多寡，依卡爾森(Carlson)優養指數(CTSI)小於40為貧養，介於40至50為普養，大於50為優養。依據近年就二十一座主要水庫之調查結果，呈優養之水庫已由最高的二〇〇三年的十一座降至二〇〇八年的六座(表5)，顯示水庫集水區經由離牧政策及污染源管制，已有明顯的成效。

表5 近年水庫水質概況

年別	監測 水庫數 (座)	貧養 (CTSI < 40)		普養 (40 ≤ CTSI ≤ 50)		優養 (CTSI > 50)	
		(座)	(%)	(座)	(%)	(座)	(%)
		2006	20	1	5.0	11	55.0
2007	20	2	10.0	13	65.0	5	25.0
2008	21	2	9.5	13	61.9	6	28.6

說明：監測水庫共21座，1999年起至2006年阿公店水庫未監測，2007年鏡面水庫疏浚未監測。

#### 4. 地下水質

依據經濟部水利署統計，二〇〇八年臺灣地區總用水量185.7億立方公尺，其中抽用地下水約58.3億立方公尺，約占全部總用水量的31.4%，顯見地下水在水資源利用之重要性。

全臺灣地區地下水質監測井數共四百二十五井，監測項目包括一般項目及重金屬共十八項，另單環及多環芳香族碳氫化合物各二項及十六項、農藥八項，皆訂有監測基準及管制值。

依據近年對一般項目及重金屬共十八項之監測，其地下水監測值低於地下水污染監測基準之比率比較如表6。

由表6中可看出地下水質之改善有逐年明顯提升的現象，而其不合格者多為因地質特性影響之鐵、錳為主，對用水之直接影響較低。

#### (五) 廢棄物

##### 1. 生活廢棄物

臺灣地區在過去數十年經濟發展下，曾衍生廢棄物問題，造成嚴重的環境負荷。在一九九七年每人每日垃圾產生量曾高至1.14公斤，唯自一九九八年起政府推動垃圾處理新策略，不再強調末端處理，而朝減

表6 近年地下水質低於地下水污染監測基準比率

年別	2003	2004	2005	2006	2007	2008
比率 (%)	88.8	90.4	91.3	91.3	91.6	92.0

表7 近年全國垃圾清理概況

年別	垃圾清運量 (萬公噸)		每人每日 垃圾清運量 (公斤)	
		增減率 (%)		增減率 (%)
2006年	503.27	-8.89	0.61	-9.30
2007年	487.32	-3.17	0.58	-3.64
2008年	437.42	-10.24	0.52	-10.81

少資源消耗、抑制源頭廢棄物產生並強調回收再利用之前端管理，提倡綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再利用、再使用等方式，逐步朝向垃圾全回收、零廢棄之目標。政府於二〇〇五年提出「垃圾全分類、零廢棄行動計畫」，在全民配合下，依二〇〇八年調查，每人每日產量已減為0.52公斤，且每年仍持續減少中，如表7。

垃圾清運後必須作妥善處理，以防止發生二次公害，而妥善處理率也自民國一九九二年的66.87%，逐漸上升至二〇〇八年的99.99%（表8），主要係因大型焚化爐陸續完工啟用、推行資源、廚餘、巨大垃圾回收等成果的貢獻。而資源回收率也呈逐年上升，至二〇〇八年已達32.83%。

## 2. 事業廢棄物

事業廢棄物包括工業廢棄物、醫療廢棄物、營建廢棄物、農業廢棄物及學校和國防等單位廢棄物，其性質差異很大。

事業廢棄物在八、九〇年代曾造成嚴重社會問題，唯近年來在政

表8 近年全國垃圾處理方式結構比

單位：%

年別	總計	資源回收	巨大垃圾回收再使用	廚餘回收			焚化	衛生掩埋	其他		垃圾妥善處理率
				堆肥	養豬	其他			一般處理		
2006	100	27.23	0.37	1.46	5.85	0.06	53.81	11.00	0.22	0.17	99.77
2007	100	30.20	0.39	1.81	6.45	0.05	54.36	6.33	0.41	...	99.59
2008	100	32.83	0.58	2.17	6.87	0.05	54.38	3.10	0.01	...	99.99

表9 近年事業廢棄物產生及處理量 單位：公噸／年

項目 \ 年別	2006	2007	2008
產生量(公噸)	16,483,940	17,888,919	17,656,253
處理量(公噸)	15,458,049	16,542,333	15,902,646

註：產生量=委託共同處理量+自行處理量+再利用量+境外處理量+暫存量  
處理量=委託共同處理量+自行處理量+再利用量+境外處理量

府推動「資源回收再利用推動計畫」下，雖產生量仍持續上升，唯處理量也逐年大量上升（如表9）。但每年仍有一百多萬噸尚未妥善收集利用及處理。

## （六）環境衛生及毒性化學物質管理

### 1. 飲用水水質

臺灣地區（含金、馬）自來水普及率截至二〇〇八年已達92.62%，但仍有少數偏遠地區使用簡易自來水，為確保飲用水的安全，各級環保機關皆定期對飲用水水質進行檢測。自來水部分之檢測結果不合格率則自一九九〇年的1.83%逐年降低至二〇〇八年的0.66%。簡易自來水部分經改善設備及保護各水源後，其不合格率雖逐年降低，但二〇〇八年不合格率仍達5.53%（表10）。

### 2. 毒性化學物質管理

依據環保署毒性化學物質分類、分量管理，截至二〇〇八年底已公告二百五十八種毒性化學物質之管理事項。另為加強毒性化學物質流向追蹤，進行具生物濃縮性或不分解性毒性化學物質流布調查工作。

環保署為因應加強毒性化學物質危機處理，籌組民間毒災聯防組

表10 歷年飲用水水質抽驗檢驗結果

年別	自來水			簡易自來水		
	檢驗件數 (件)	不合格件數 (件)	不合格率 (%)	檢驗件數 (件)	不合格件數 (件)	不合格率 (%)
2006	10,087	48	0.48	377	77	20.42
2007	9,888	42	0.42	264	25	9.47
2008	9,943	66	0.66	253	14	5.53

織，二〇〇八年底已籌組完成五十九小組，納編八百二十八間廠家加入聯防。另完成毒災應變動員作業系統及建立毒災通報體系，並自二〇〇六年起成立環境毒災監控中心、毒災諮詢中心及北、中、南七個環境毒災應變隊，提供毒性化學物質災害相關防救與毒理資訊、事故現場支援應變及協助善後復原技術等服務。

截至二〇〇八年底已取得列管毒性化學物質許可運作之業者五千六百二十一家，各級環保機關對已取得許可運作之業者查核一萬四千六百二十家次，取締八十七家次，取締率0.60%。另對未取得許可運作之業者查核三百五十二家次，取締八家次，取締率2.27%。

## 二、問題分析

綜合前述臺灣環境現況，分析臺灣的環境問題，包括：

(一) 因土地狹小、人口密度高、工業持續發達、畜牧業發展、運輸大眾化不足、交通頻繁以及能源消耗量大等，所衍生的單位土地面積的環境負荷過大，其所排出的各種污染源造成空氣污染、噪音、水污染、飲用水水質不合格、生活垃圾尚可再加強回收資源化及飲用水安全環境問題。

(二) 近年空氣品質雖已有大幅改善，但造成空氣污染的PSI仍待改善，主要指標物為懸浮微粒及臭氧，前者為因各種工程施工、工廠排氣及每年的大陸沙塵暴所造成，後者則為工廠或機動車輛排氣及揮發性有機物質，因光化學反應而形成。部分地區因排放污染源多且量大，造成局部地區特定污染物嚴重污染。

(三) 環境噪音，主要來自交通運具、工廠、娛樂場所及營建工程，又因土地使用分區管制欠佳，致商住混雜之影響，而以營業場所最為主要。

(四) 水體水質污染，近年來在污染管制方面，尤其事業廢水及畜牧廢水兩方面已獲管制，但因污染量密集而承受水體流量偏低，缺乏稀釋能力，致在污染排放量集中之雲嘉南地區，河川仍呈嚴重污

染。至於生活污水，因公共污水下水道建設的遲緩，在尚未普及人口聚居之市鎮周邊，河川皆承受生活污水的污染。

(五) 部分水源集水區，因各種不當大量的開發，導致天然災害土石流並帶來污染，影響水庫有效容量及水源水質。

(六) 生活廢棄物垃圾在推動資源回收、廚餘收集，朝向垃圾全回收及零廢氣之推動下，已大為減量，並持續減量中，甚具績效，垃圾的妥善處理率也已達99.99%，甚具成效。

(七) 事業廢棄物尚未徹底從源頭減量，雖已訂定各種事業廢棄物減量率、再回收率及各種措施，但各種產品生產尚未納入生命週期之概念，工廠尚未從源頭設計、製造至回收再利用作全面性之規劃，以促進源頭減量及資源有效循環利用。每年六、七百萬頭的養豬，也尚未朝向乾式畜舍設計、回收豬糞作為資源及能源，以減少固體物及廢水之排出，為造成南部地區河川嚴重污染之主要來源。

(八) 飲用水水質問題包括自來水及簡易自來水，其不合格原因在自來水多為用戶水塔未定期清洗，而簡易自來水則為消毒不足所造成。

(九) 整體形塑優質的生活環境品質，則有待推動生活環境清潔、潔淨能源綠色生活、低碳運具、資源循環零廢棄、循環型社區之發展。

### 三、設定目標

依據我國環境基本法第一條宣示：「為提升環境品質，增進國民健康與福祉，維護環境資源，追求永續發展，以推動環境保護」，顯示提升環境品質、增進國民健康與福祉，為國家環境保護之目標。

政府自一九八七年頒行「現階段環境保護政策綱領」至民國九十一年頒布「環境基本法」以來，除在傳統環境問題方面，空氣品質及垃圾減量和妥善處理，已有顯著的成效，其他皆有待更積極推動。而新興的全球性環境問題，如資源再生、溫室氣體減量、綠色生產、綠色

消費，則有待策畫加速推動，茲提出具體策略：

（一）強化全民的環境危機，形成減輕環境負荷的共識，進而達到人人參與珍惜資源，提升生活保護品質。

（二）著眼全球，力行節能減碳的生活、生產、維護生態平衡，創造安全、舒適的環境，追求永續發展。

#### 四、提出建議

為達成潔淨永續家園，前瞻未來，提出下列具體措施：

（一）推動資源的合理利用，持續減低生活、生產廢水、廢氣、廢棄物的排出，以降低環境負荷。

（二）提升空氣品質，改變及發展利用低污染的燃料，工業密集區以總量管制排氣，以防治空氣污染。鼓勵利用大眾運輸工具，減低移動性污染。加強都市及環境綠化，以淨化空氣品質。

（三）改善水環境，減低事業單位水資源耗用及廢污之排出。加速推動污水下水道建設，有效防制水體污染。

（四）提升自來水品質，確保飲用水安全。依水源水質特性，改善淨水設施，提升供水品質。減少供水之漏損率，推動節約用水及回收再利用和以價制量，發揮水資源有效利用。

（五）加強生活垃圾減量及廢棄物之分類回收。工業生產納入生命週期概念，從源頭設計、製造進行廢棄物減量化，達到綠色生產及綠色消費。畜牧業推廣改善乾式畜舍，全回收豬糞尿為資源，並集中處理回收能資源。

（六）確保水土平衡，嚴禁高山、林地山坡地之開發，以涵養水源，防止水土災害。改善貪婪習性，疏導對高山蔬果及檳榔和高山茶葉之需求，以保育山林。限制山坡地不當耕作，獎勵轉作造林。

（七）保護海岸線，管制不當開發利用，維護海岸棲息地之生態平衡。限制海岸地區超限開發利用，尤其是超抽地下水，提供多元新興水源，以防止地盤持續下陷。加強海岸防堤設施之籌建、保護，共同維

護人民之生命財產安全。

(八) 嚴禁廢水、廢棄物之排放污染土壤，確保土壤及地下水之安全。禁止使用具殘留毒性之肥料、殺蟲劑。持續長期監測土壤及地下水水質，以維護萬物之母土壤的健康。

(九) 因應全球環境變遷，喚起全民體認只有一個地球的意識。參與保護地球活動，減低溫室氣體的排出。

(十) 全民環保，確立與環境共生之生活、生產方式，建構節約、保育型的生活社會，厲行環境清潔、潔淨低碳，共創潔淨永續家園。

## 貳、循環零廢社會

### 一、現況檢討

#### (一) 歷史沿革

工業革命後，人類的生產與消費活動激增，各種自然資源的使用與廢棄物的產生快速增加，形成「大量生產、大量消費、大量廢棄」之資源消耗型經濟社會，雖然為人類社會帶來富饒與便利之物質生活，但也造成環境與資源之過度利用，致環境品質下降。

資源再利用的歷史進程，從過去廢棄物清理污染控制等基礎化設施，轉移至回收利用、減廢減容及污染預防最適化，未來更將朝向清潔生產、循環產業及循環經濟等邁進。近年來，已出現廢棄物乃是錯置的資源等觀念，並提出適切作法。管理上，除了將傳統中間處理及最終處置設施朝向重視低危害、高效率處理方式，更要強化源頭管理，提高廢棄物循環再利用比例，提升資源使用的效益；技術上，不斷地研擬廢棄物資源化之研發技術，並經由源頭減量（Reduce）、再使用（Reuse）、回收再利用（Recycle）以及資源再生（Recovery）的過程，使整體環境朝向永續發展的目標邁進。

#### (二) 國際及大陸發展趨勢

一九九二年六月聯合國地球高峰會議將「永續發展」列為二十一世紀重要議程之一，強調全球應重視國際環保公約，共同努力朝向永續發展的目標。

日本於二〇〇〇年六月公布施行第三個環保相關基本法——「循環型社會基本法」，計畫透過各項措施，實踐於二〇一〇年達成廢棄物掩埋量從每年七千四百萬噸減少至三千七百萬噸，二〇五〇年降至三百七十萬噸，最終完成廢棄物零排放。二〇〇七年六月，日本環境省鑑於環境負荷超出了環境容量，頒布「二十一世紀環境立國政策」，通過3R（Reduce、Reuse、Recycle）實現可持續資源循環，制定「東亞循

環型社會構想」，促進產品生命週期資源利用率和污染物減排，構建一珍惜資源社會經濟體系；推動資源利用效率目標制定和評量，並在G8會議上推動3R策略。

經濟合作發展組織(OECD)於二〇〇一年提出「永續物質管理」(Sustainable Material Management, SMM)之概念，希望成為各國訂定環境相關政策時之共識與努力目標。

中國發展循環經濟更為積極，大致經歷了理念宣導（二十世紀末至二〇〇二年）、國家決策（二〇〇三年至二〇〇五年）和試點示範（二〇〇六年至二〇〇九年）三個階段，從二〇〇九年一月一日起，「循環經濟促進法」正式實施，開始進入全面推進階段。

### （三）臺灣現況

臺灣是一個地小人稠、能資源缺乏之國家，半世紀前，臺灣從百廢待興的廢墟中重新屹立，開創出有史以來成長速度最快的黃金三十年，並以所得分配的顯著改善獲得舉世青睞，被視為經濟奇蹟。然成長過程全拜資源的利用及貢獻，而今帶來的不僅是資源耗盡的危機，其苦果更是伴隨大量廢棄物產出，其種類眾多且成分複雜，部分廢棄物甚至具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康及環境衛生。在兼顧資源及平衡人類之需求條件下，如何有效管理廢棄物及加強循環再利用，已成重要課題。

隨著國際間對於永續發展相關議題的關注，臺灣亦於二〇〇〇年完成「永續發展推動綱領」之研擬，其中明定廢棄物管理以零廢棄為最高指導原則。「廢棄物清理法」於二〇〇一年十二月修正公布後，責成各中央目的事業主管機關加強事業廢棄物之再利用。目前在內政部、財政部、經濟部、教育部、交通部、衛生署、農業委員會及國家科學委員會等八部會，已發布所管事業之事業廢棄物再利用管理辦法，事業要將其事業廢棄物自行或送往再利用機構作為原料、材料、燃料、工程填料、土地改良、新生地、填土(地)等用途。

另為達成促進資源永續發展與兼顧環境保護及經濟發展的目的，特別在二〇〇二年七月制定公布了「資源回收再利用法」，其條文內容除規定需強制再利用之事業外，並納入輔導及鼓勵之機制，包括投資抵減及獎勵表揚之相關措施等，將使資源回收更具積極正面意義。

## 二、問題分析

### （一）資源未能永續管理，致超限使用環境資源

資源未能有效利用，造成浪費；未去毒化，造成環境污染，終歸因於未能落實永續資源管理。

自然資源投入及環境污染處理之成本常被低估，尚未建立完整資訊，因為資訊的不足，資源生產的環境開發成本未完整計入國家資源帳。現今資源的過度消費造成之損害，將會由未來子孫承擔。

### （二）全球能源資源稀缺問題日益嚴重，造成近年各項天然資源價格上漲，甚至影響產業生存發展

資源能源的日益短缺，造成價格上漲，對人類生活與生存所造成的影響是全球性的，不分地區，期間或有先後之別，但絕對無法倖免。臺灣為資源進口國，因資源短缺而價格上揚，造成產業成本增加，甚至無法生存，更是不容小覷。

### （三）廢棄物回收再利用體系成效仍需加強

政府推動回收再利用體系上，仍有源頭減量成效不彰、推動資源回收再利用成效有限、資源回收再利用缺乏經濟誘因、再生產品之流向追縱管理機制薄弱等問題待克服。

產業部分，目前廠商投入研發較少，技術層次及品質有待提升；中小企業缺乏營運策略規劃能力，因應國際趨勢變化能力不足。

經營環境上，國內技術及市場資料庫尚未完整；國內再生產品市場小，競爭激烈，難以達到再生技術重複使用及量產經濟規模；再生產品品質不穩定且成本高，較不具市場競爭力；再生產品市場侷限於國內

市場，產業規模小；目前國際銷售網路未建立，造成個別廠家行銷能力薄弱。

#### （四）歐盟實施相關環保指令（WEEE，RoHS），影響國內製造產品之輸出形成國際貿易障礙

國內是電機電子產品之主要生產國，歐盟地區所公告之廢電機電子設備指令（WEEE）、有害物質限用指令（RoHS）以及使用能源產品生態化設計指令（EuP）的實施，對於我國產業造成直接之衝擊，影響業者的商機與輸歐之貿易總量。RoHS 指令對產業鏈之衝擊，主要為限制有害物質之使用，促成材料的新變革。為了研發對環境更友善的材料，廠商原料成本短期內可能提高，且必牽動製程的改變。EuP生態化設計指令主要的精神，為以能源使用之產品，均需以生命週期的思維進行一系列對環境造成衝擊的評估，使國內廠商將面臨龐大之量化及盤查作業。

#### （五）大陸積極推動循環經濟，規劃資源再生區，限制稀有金屬出口，臺商及國內產業需妥善因應

大陸積極推行循環經濟策略，循環經濟試點數量和範圍正在迅速增多和擴大，覆蓋了二十七個省市和眾多行業，呈現出全面實踐的態勢。另規劃產業園區，即是希望物質使用效率達到最高，讓資源有效利用，符合經濟效益。鑑於資源日益稀缺，稀有金屬被視為戰略物質而限制出口，臺商及國內產業需妥善因應。

### 三、設定目標

#### （一）建立最適生產、最適消費、最少廢棄之循環經濟型社會

提倡以綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，建構資源永續循環社會，逐步達成廢棄物之全回收、零廢棄之目標。

## （二）提升總體資源生產力，訂定相關指標及目標

資源循環使用是提升資源生產力的重要一步，因為可減少資源的淨消耗率，目前包括日本與歐盟各國均使用之資源生產力有關指標，如每單位資源消耗所創造之GDP（GDP/DMC，DMC Domestic Material Consumption），作為推動資源永續使用之進程追蹤指標及目標設定。

## （三）促進產業永續經營，掌握國家重要戰略資源

臺灣過去以發展高開採、低利用、高排放之傳統產業為主，因天然資源匱乏且廢棄物處理成本日益升高，未來應發展低開採、高利用、低排放且無害化之循環經濟產業，以提高效率為核心，在不影響經濟發展前提下，追求資源利用最大化，廢棄物排放最小化，推動資源循環型社會，達到節約資源，改善生態環境的目的，步入永續發展之軌道。

廢棄物常隱藏可觀之重要金屬及其他關鍵物質，臺灣廢棄物輸出入政策，攸關部分臺灣關鍵產業的發展，應審慎制定國家策略，並積極推動回收資源處理技術。

## 四、提出建議

為配合「資源永續利用」、「零廢棄」的國際趨勢，提升資源生產力及達到廢棄物零廢棄之目標，分別從法制面、技術面及執行面著手，推動各項工作：

### （一）法制面

1. 制定中央、地方政府、企業及國民之責任義務，中央政府規劃「循環型社會」形成之基本及整體政策，地方政府依中央政府政策，規劃區域政策，企業與國民配合政府政策實行3R（Reduce、Reuse、Recycle）政策。

2. 積極推動「廢棄物清理法」與「資源回收再利用法」二法合一，界定廢棄物與資源之差異性，以達成廢棄物產生量最小化及再利用量最大化之零廢棄物目標。

3.強化源頭減量及資源回收再利用規範，限制或禁止使用物品、包裝或容器之材質、規格，建議與歐盟電機電子設備中有害物質限用指令同步限用。建立資源化產品國家標準，促成國內可再生營建資源市場機制產業化之發展，創造經濟效益。

## （二）技術面

1.提升廢棄物處理技術，加強各項污染物處理技術之研發及引進，逐步減少廢棄物以焚化和掩埋方式處理，持續追求以最低成本達成去毒化之目標。

2.鼓勵資源回收再生技術研發，並落實研發技術的移轉。輔導廠商進行資源回收再生技術的建構，協助鞏固內需市場。

3.推動物質流分析及生命週期管理技術，將物質流分析及生命週期分析納入政府部門及事業部門運作機制中，得以有效進行物質管理，確保經濟效益與環境品質得以兼籌並顧。

## （三）執行面

1.掌握物質流向，建立資源帳，用物質流觀念藉以調整未來廢棄物處理模式，達到永續發展的目標。

2.提供經濟誘因，促進業者投資，如提供購置設備優惠貸款，辦理獎勵表揚活動，針對再生資源再使用、再生利用技術開發優良及實際再利用、再生利用之成果績優事業，給予獎勵等。

3.強化資源再生市場機制，如建立再生產品驗證體系，提升資源化產業之經營體質及管理，強化並擴充資源化產業資訊服務網，提供完整市場及技術資訊，並輔導企業界進行產品環境化設計，提高資源再生產品之利用。

4.提升資源化產業之專業人才與技術培訓，協助輔導產業與學術研發單位合作，針對關鍵性技術進行研發或從國外引進。

5.海外市場行銷，協助調查蒐集各地區再生資源市場資訊，並建立歐、美、日及中國大陸資源化產業資料庫。推動海內外發展資源化技術

及產品與相關團體交流，並與國內外相關廠商組成策略聯盟，以順利進入國外市場。



## 參、低碳節能經濟

二〇〇八年至二〇〇九年發生了全世界在過去五十年中僅見的兩大危機：能源危機與經濟金融危機。造成能源危機的原因為：能源需求旺盛、能源供給有限，能源價格因而遽升到前所未見的高度。而經濟金融危機的起因則是：信用劇烈收縮，消費、投資、就業、物價隨之劇烈地收縮，百業俱廢。這兩個危機的影響遍及全世界，且在時間上、空間上也約略重疊。但如此的重合並非偶然，兩者關聯密切，經濟的擴張間接鼓勵能源高速消費和環境過度利用的結果，造成對經濟成長的反制現象。

此外，能源高速消費的同時，也挑起了另一個全球性的危機——氣候變遷的危機。氣候變遷的問題是目前最主要的全球性環境問題。如前述所言，經濟的成長鼓勵能源的高速消費，進而製造出大量的二氧化碳，造成全球氣候異常，影響生態環境。因此，能源危機與氣候變遷的危機是長期的、全球性的問題；二〇〇八年上半年的超高油價及其後的經濟大崩頹是個警訊，標示了能源消費、環境利用、經濟成長三者相互伴隨、相互剋制的危機。

由上述可知，經濟成長與氣候變遷問題都是非常長期的問題，主要根源都是化石能源的消費，因此，推動節能減碳、達到低碳節能且能適應氣候變遷的社會，成為了目前全球各國共同的首要課題。

臺灣的經濟活動和能源消費深受世界的能源使用、環境演變、經濟發展的影響，因此，以下首先簡述全球能源與環境的現況、歷史，其次探討目前臺灣能源及環境問題，然後說明能源環境危機的根源，最後討論面對能源環境危機，達到低碳節能且能適應氣候變遷的社會的對策。

### 一、現況檢討

#### （一）全球現況與歷史趨勢

化石能源（石油、煤炭、天然氣）是目前世界上最主要的初級能源供給來源，其占比在二〇〇六年時達世界初級能源供應的80.9%，其中僅石油就占34.4%。一九八〇年代中期到二〇〇三年，當時認為化石能源相當充裕，有利可圖的石油蘊藏量繼續增加，油價低而平穩；除了一九九一年波斯灣戰爭前後外，實質油價不超過每桶四十美元（以二〇〇八年幣值計算）。大約從二〇〇三年起，石油的世界需求量（圖1）超過產能擴充的速度，於是石油和其他化石能源的價格因而急遽並持續地上升。二〇〇四年時，原油的最高單日現貨價格為每桶三十七·六六美元<sup>1</sup>，二〇〇八年七月時則達到歷史最高點，每桶一百二十六·三三美元<sup>2</sup>（圖2），五年之內，油價的漲幅接近340%。

化石能源的消費製造出溫室氣體，而溫室氣體又會造成地球暖化，進一步引起環境災害與生態變遷。二〇〇六年時，全球溫室氣體的排放量有82.3%來自於化石能源的消費。且直到二〇〇七年為止，絕大部分的已開發國家的溫室氣體排放量仍然持續增加，遠高於一九九〇年的水準，與一九九七年的「京都議定書」規定（以一九九〇年為基準，「附件一國家」必須在二〇〇八年到二〇一二年之間，將其溫室氣體的排放量降低5%）相違。

## （二）世界能源需求與供給

### 1. 金融危機之後

金融泡沫破裂之後，經濟崩頹；二〇〇八年八月之後，能源價格驟降，至十二月三十一日時，原油的單日價格跌至每桶三十三美元<sup>3</sup>左右（圖2）。原先迫在眉睫的能源危機看似過去了，其實不然。在不考慮能源的限制下，人口龐大的新興經濟體還有二十年以上高速成長的時

註釋：

1. 名目價格，未考慮通貨膨脹的調整。
2. 名目價格，未考慮通貨膨脹的調整。
3. 名目價格，未考慮通貨膨脹的調整。

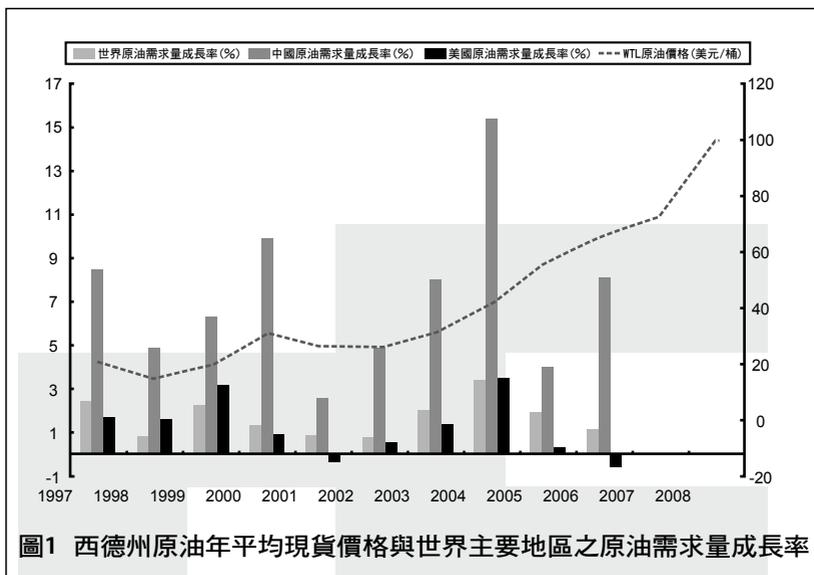


圖1 西德州原油年平均現貨價格與世界主要地區之原油需求量成長率

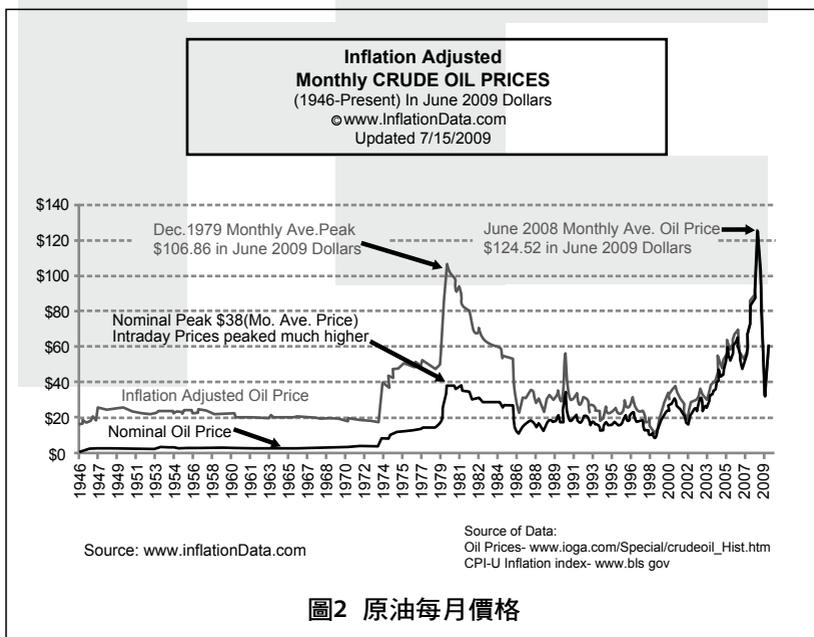


圖2 原油每月價格

間，故在經濟復甦之後，所得成長所誘發的緊迫能源需求會再度回來。國際能源總署（IEA<sup>4</sup>）預估，到二〇三〇年時，人類的初級能源供給仍將以化石能源為主（石油占31.1%、煤23.4%、天然氣21.8%），再生能源無法取代化石能源的作用。是故，能源是否會日漸稀少，將視石油產能增加的速度能否追得上石油需求增加的速度而定。

## 2. 石油生產的高峰已來了嗎？

美國的地質學家M. King Hubbert 及普林斯頓大學的地質學家Kenneth S. Deffeyes皆認為，原油年產量的分配型態有如鐘形曲線，先上升、後下降。普林斯頓大學的地質學家Kenneth S. Deffeyes預測世界的原油產量將於二〇〇七年前後達到高峰，嗣後便逐漸減少<sup>5</sup>。

雖然有人指出，若考慮經濟誘因對生產與消費的影響，則原油年產量的分配型態不必然是鐘形曲線<sup>6</sup>。例如IEA的「二〇〇八年世界能源展望」的預估，在二〇〇七年到二〇三〇年之間，世界原油的生產量（以每日百萬桶為單位）平均每年將成長1.1%；若加上天然氣凝析液（NGLs）和非傳統石油，則其成長率為1.3%。不過，IEA的「二〇〇八年世界石油市場中程展望」（2008 Oil Market Mid-term Outlook）另指出，鑽油業和煉油業需要數年的前置時間才能大幅度地擴充產能，而石油業者在前幾年對產能擴張的投資較少；故在二〇一三年之前，產能的

註釋：

4. IEA（2008），"2008 World Energy Outlook", OECD.

5. 請見Marion King Hubbert (1956), "Nuclear Energy and the Fossil Fuels: 'Drilling and Production Practice', Spring Meeting of the Southern District, Division of Production, American Petroleum Institute, San Antonio, Texas: Shell Development Company. 與Kenneth S. Deffeyes (2006), "Beyond Oil: The View from Hubbert's Peak", Hill and Wang.

6. 參見Robert K. Kaufmann and Culter J. Cleveland (2001), "Oil Production in the Lower 48 States: Economic, Geological, and Institutional Determinants", Energy Journal, Vol. 22, No. 1 : 27-49；以及M. Pesaran and H. Samiei (1995), "Forecasting Ultimate Resource Recovery", International Journal of Forecasting, Vol. 11, No. 4 : 543-555.

7. IEA預估：在二〇〇八年到二〇一〇年之間，石油的每日全球產能平均每年增加1.5~2.5百萬桶；到了二〇一一年到二〇一三年之間，每日產能平均每年只能增加一百萬桶。

增幅將偏低<sup>7</sup>。此外，根據英國石油公司（British Petroleum, BP）最新一次的報告推估<sup>8</sup>，二〇〇八年底的全球石油、煤和天然氣之R/P比率<sup>9</sup>（reserves-to production ratio）分別為42、122及60.4年，顯示全球所可使用的能源已所剩不多。不幸的是，近年來新興國家（如中國和印度）的快速發展，持續增加了能源的消費，因此化石燃料的R/P比率將會較推估值還少。

上述的重點是：不論石油產量的分配型態為何，石油終會有一天達到生產高峰，然後下滑，油價必然快速升高，國際貿易與世界經濟必定會再度面臨極大的壓力。所以，人類能否在化石能源生產的高峰到來之前，找到便宜實惠的新能源以取代之將是解決能源危機的關鍵所在。

### （三）臺灣的能源與環境現況

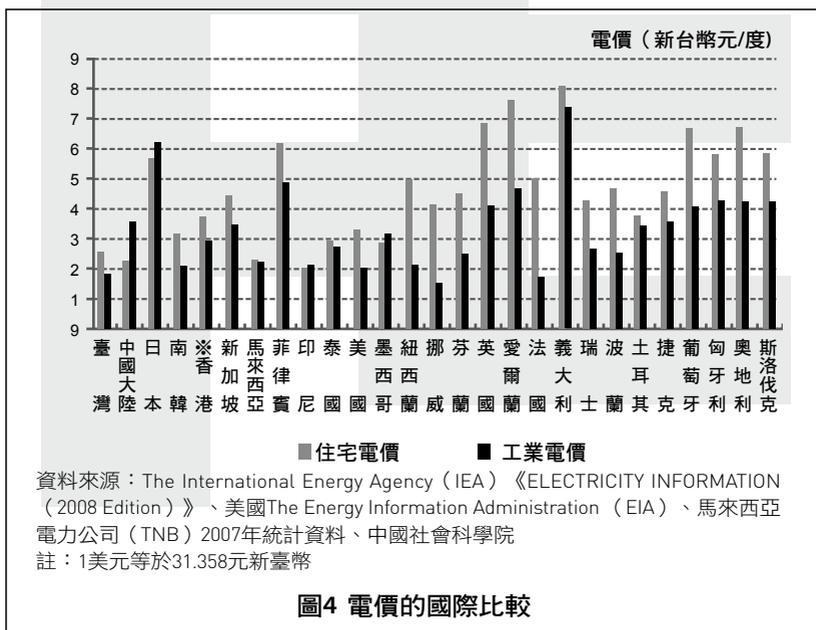
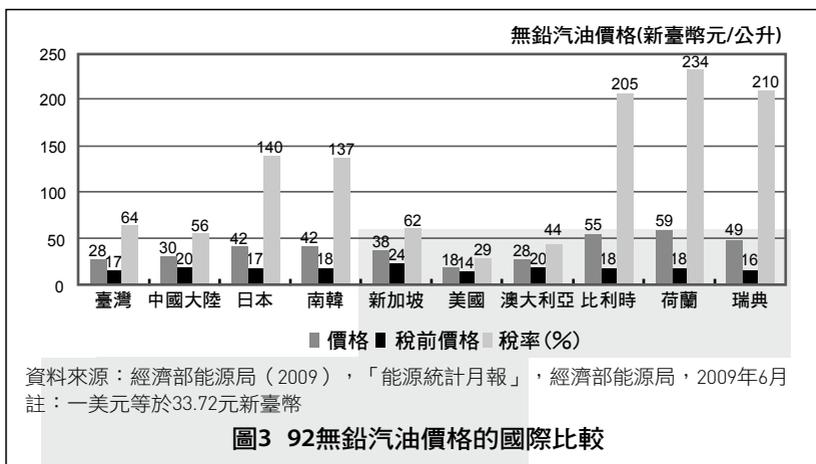
我國在能源供給的結構上，自產能源貧乏，但長期採取低能源價格政策，以致使用效率偏低。我國進口能源的比例，由一九八四年的88.8%，上升到二〇〇七年的99.22%，顯示我國對國外能源供給的依賴程度加深，能源安全堪慮。二〇〇四年以來，由於國際石油供給成長率低於需求成長率，各國對能源爭奪已進入高峰期，此一競爭態勢，明顯提高我國能源供應的成本與風險，進而衝擊國家安全與經濟民生。

除此之外，由於經濟快速發展與能源價格長期偏低（圖3及圖4），使得我國在節能減碳以及經濟成長的表現，相較於先進國家及鄰近主要競爭對手國家而言，有很大的差距。以油價與電價為例，我國住宅電價約日本的一半，低於日本、美國、南韓、香港、新加坡；工業電價更低，不但少於日本電價許多，也低於南韓、香港、新加坡、馬來西亞、菲律賓，更不用說與歐洲國家相比的情況了。油價方面，以92無鉛

註釋：

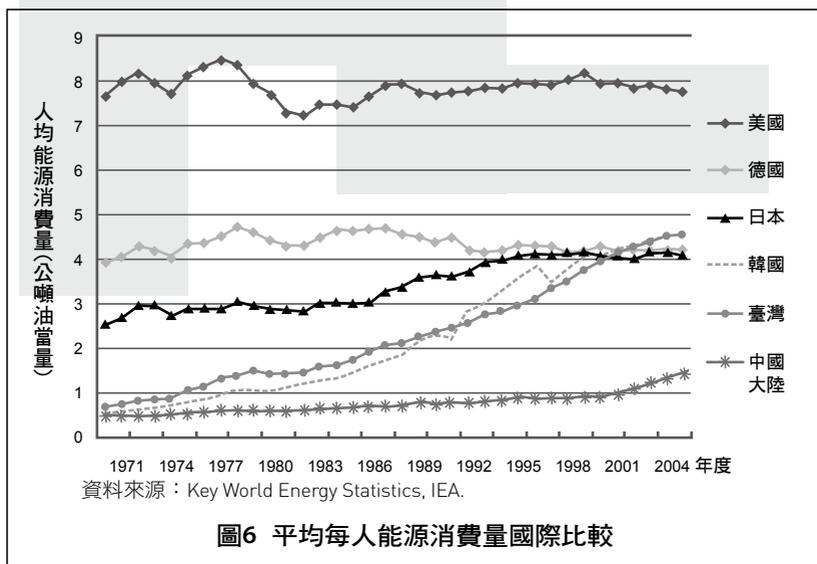
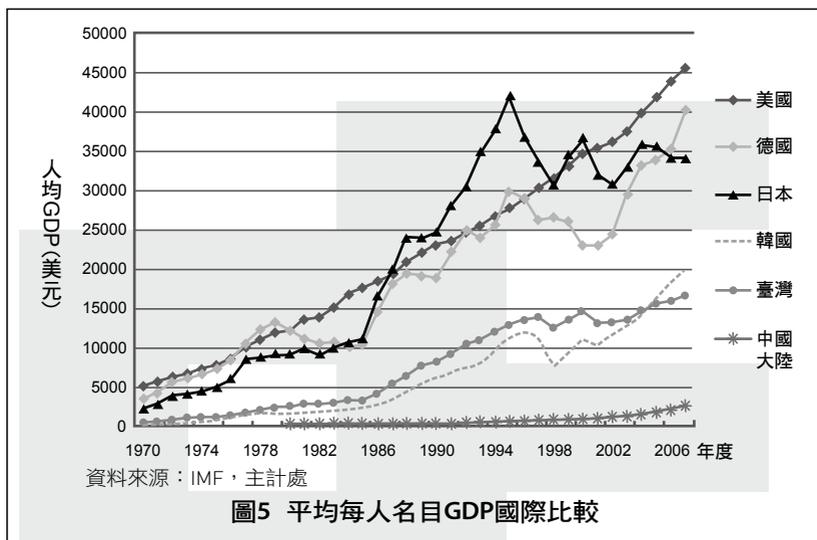
8. British Petroleum (2009), "BP Statistical Review of World Energy—2009", <http://www.bp.com/statisticalreview>.

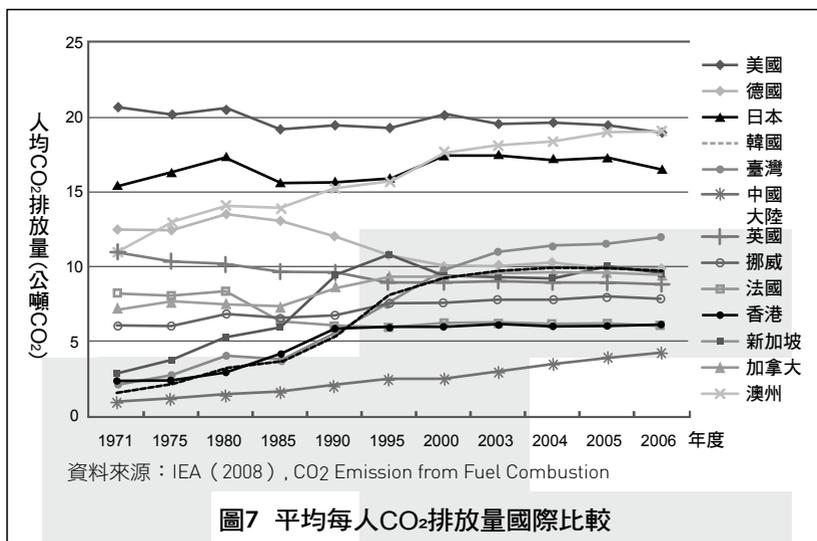
9. R/P比率 = 某時點證實的化石能源蘊藏量 / 當年開採量。



汽油為例，我國的92無鉛汽油於二〇〇九年底約為二十九元，比中國大陸及其他國家都還要低，只比美國高。致使我國對能源的需求有快速上升的趨勢，雖然我國人均GDP低於德國、日本及韓國（圖5），但自二

○○○年以來人均能源消費量卻高於這幾個國家，且上升趨勢明顯大於上述各國（圖6）。在此情況下，自二○○二年起人均CO<sub>2</sub>排放量（圖7）





成長快速，只低於美、加、澳洲這三個地大人稀的國家，但是相較於日本、韓國、中國大陸、英國、德國、挪威、法國、香港、新加坡等國家，排放量都高出很多，顯示我國在節能減碳方面的表現並不好，消費者與製造業之能源消費量偏高、使用效率偏低，鼓勵耗能運輸與產業的發展，不利高能源效率技術的採用，也造成環境危機。

## 二、問題分析

### (一) 所得誘發者

過去幾年石油需求遽增、油價遽升的關鍵原因是：強勁的經濟成長，誘發了大量的消費面與生產面的能源需求。二〇〇三年到二〇〇八年間，美國的經濟成長率每年平均有2.4%，臺灣每年平均為4.06%，中國則高達10.69%。同一期間內，OECD國家的人均能源消費量成長率約0.5%，非OECD國家則高達約3.8%，全球的成長率約2%，單單中國的石油消費增長量就占全球石油消費增長量的約30%。值得注意的是，在此期間內，相較小國的臺灣之人均能源消費量成長率卻已達1.75%，超

過OECD國家的人均能源消費量成長率，且接近全球的成長率。

## （二）經濟泡沫誘發者

二〇〇三年到二〇〇七年之間，得力於真實的生產力成長，以及受益於資產價格超額膨脹所帶動的假性的「財富效果」，使得的世界經濟一片榮景，進而帶動了美國與世界各國的一般性消費和能源消費。

## （三）能源價格誘發者

所得成長、經濟泡沫與能源的價格長期偏低，使得許多國家的經濟結構、產業結構、運輸系統、空間發展等等都缺乏節約能源與自然資源的設計，長期地大量消費資源與化石能源，且不改善能源效率、不發展替代能源。一九八〇年代中期後，臺灣與世界各國的能源效率均進步不多，能源密集度一直偏高。

能源價格長期偏低的因素大約有四：

- 1.一九八〇年代和一九九〇年代時，世界的原油產能擴充較快。
- 2.能源的價格機制長期遭受扭曲：臺灣與許多新興市場國家對能源的價格常設上限，隱性地補貼能源消費；對能源商品的某些互補性商品之消費也提供公共補貼，例如公共道路或公共用地的免費停車。
- 3.能源市場的失靈：使用耗竭性能源會減少後代子孫的使用機會，並且排放溫室氣體，也對環境產生其他的副作用。但在臺灣和許多國家，能源的市場價格多不完全包含能源消費的外部成本，我們降低後代子孫的福祉，免費使用環境，能源的消費因而過多，溫室氣體的排放也因而過多。
- 4.政府失靈：當市價不能完全反映能源消費的社會成本時，政府常常坐視不理；當市價可以準確地反映能源消費的某些真實成本時，政府又常常干預價格機能。

能源的價格遭受扭曲、市場失靈、政府失靈所產生的結果是：能源享受私人化、能源成本社會化。

### 三、設定目標

對人類整體而言，經濟成長的極限不在於金融泡沫，而在於能源、資源和環境的實質限制。而能源與環境的危機是全球性、長期性的問題，非透過短時間或區域性的方法可解決。整個地球是一個半封閉的系統，它不如地方性的經濟體，能源不足時可透過國際貿易來換取，遇有地方性的污染，也多少可藉人口遷移來解決。但是，地球無法與別的星球進行貿易或移民來解決能源短缺及全球性的污染問題。因此，對地球而言，經濟成長持續的必要條件是：人類持續找到新的能源來代替舊的能源，其關鍵在於是否有新技術將人們原本不知如何利用的能源、資源，便宜地轉換成可利用的能源、資源。

### 四、提出對策

目前，我們所面臨兩種「馬爾薩斯限制<sup>10</sup>」，分別為能源限制及全球暖化對全球生態的威脅。兩限制的根源正好相同：化石能源的高速消費使其加速能源耗盡的風險，以及增加溫室氣體的排放，使得地球快速暖化。因此，若要避開此困境，關鍵同樣在於人類能否盡速找到可無限供應且低碳的新能源以取代化石能源。

由於技術進步的方向和速度難以預料，且當前能源環境危機背後的主要因素為市場扭曲和市場失靈，故最有效的危機解決之道即為矯正這兩個問題。而其關鍵在於：提升行動的誘因，人只在他必須付帳時，才會精打細算。根據誘因的原則，關鍵的對策有四：

(一) 讓能源價格自由浮動，不訂上限，以使能源稀少的訊號能透過價格傳遞出去，讓人們有誘因根據使用資源的代價來調整其能源消費量。

註釋：

10.馬爾薩斯(Thomas Robert Malthus, 1766-1834)人口論：一個(沒有國際貿易的)自給自足的經濟體在資源充裕時，每人糧食充足，人口快速成長；人口增多以後，資源逐漸耗損，有限的技術進步又無法助其找出新資源以為代替，可用資源的總量因而減少，每人分配到的糧食因此而減少，人口也隨之減少，最後文明倒退回基本的維生水準。

(二) 徵收能源稅或溫室氣體排放稅(碳稅)，以反映能源消費的外部成本。在能源與環境危機來臨時，價格自由化和開徵能源稅可調整經濟結構與運輸系統，使人們有誘因節約能源與減少溫室氣體排放量，並去尋找代替能源，研發新能源。同時，有了能源稅的收入，政府也可以調降所得稅率，以增加勞動與投資的誘因。

(三) 不補貼任何新舊能源的銷售或使用。有人以為，以公共資金對新能源提供價格補貼是發展替代能源的直接方法。價格補貼等於政府代替市場選擇能源商品，其所選定者是不是恰當的代替品，事前不得而知。但是，補貼特定的企業之後，受補貼的企業與整體產業規模必定擴張，未受獎者所能獲得資源必受排擠，不利於新能源開發之競爭。而事先代市場選定得勝者，使其銷售受保障，也會抵銷受獎者和其競爭對手的研發誘因。最後，政府將資金用於補貼特定企業，便無餘力調降所得稅。

(四) 將公共資金投資於(但也僅限於)市場失靈之處，尤其是基礎研究和能源科技的研發。

技術進步的方向和速度的難以預料；因此，能源稅和研發補助不保證人類社會最終能避開能源與環境的「馬爾薩斯限制」。但是，這些工具可以提供普遍的誘因，讓人們在現有的科技水準之下找出省能減碳的方法，並且互相競爭，去開發新科技，尋找最有潛力的替代資源。臺灣的經濟活動和能源消費雖對全球的能源消費、環境利用、成長的極限難有決定性的影響，不過當前的能源與環境危機是全球性的，沒有任何一國能夠獨自應付，因此，各國必須各盡其力，臺灣也不例外。

## 肆、安全國土規劃

### 一、現況檢討

#### （一）從莫拉克颱風談起

近年來，一方面由於氣候、水文等大自然環境因素的變遷，另一方面則由於都市化、產業開發等人文社會環境變化的影響，導致臺灣發生災害的頻率提升、規模增大，整體社會與個人生命、財產遭受愈來愈嚴重的威脅。而二〇〇九年八月侵臺的莫拉克颱風造成了超過七百人死亡、失蹤，以及龐大的財產損失，就充分反映了前面所述臺灣整體環境與災害變化的事實。然而，從此次颱風所引發包括坡地、土石流、淹水、橋梁道路與維生線系統斷裂毀損、河海堤潰壞、農林漁牧受創、居民倉皇避難離家等十分複雜、複合的災情，以及因嚴重淹水、大規模崩塌、道路寸斷而形成的孤島問題，或是河川沿岸合法房舍基地被掏空流失等災情的特徵看來，極端氣候、降雨型態改變固然是災害形成的主要原因，然而不同的土地使用內容與強度、建築或公共設施所在區位的選擇，亦即人們各種活動所在空間之規劃更是災害發生、災情擴大的重要因素。換言之，過去形塑、提供民眾生活、工作環境的國土與城鄉規劃的工作，是否已無法因應前述自然與人文社會環境的變遷，以致臺灣整體空間環境日益脆弱，甚至危險化的結果？而今後的國土與城鄉要如何才能面對前述因子的改變及其可能引起的衝擊，實在是一項十分重要且需迫切思考的課題。

為回應前述課題，本文嘗試從近年國土災害的變遷與趨勢，來檢討目前國土與城鄉規劃、發展的問題，爾後基於這些問題分析，分別就基本原則與策略兩方面提出如何達成國土與城鄉安全、防減災規劃之建議。

#### （二）近年災害的變化趨勢

臺灣由於所處的地理區位、所在島嶼的地質構造、地形等因素，

自古以來就是颱風豪雨、山崩地滑或是地震搖動等天然災害頻發的地方，然而若加上前述自然與社會經濟環境的變遷，不只是去年莫拉克颱風造成的嚴重災情，臺灣近年來發生的天然，甚至人為災害已呈現了下列的變化趨勢：

- ◎大規模災害發生的頻率日益升高
- ◎災害的損失，尤其是經濟損失趨於大規模化
- ◎災害種類及其內容趨向多樣化與複合化
- ◎災害成因十分複雜，難以單一對策或措施進行防治與應變搶救
- ◎災害的不確性提高，已非過去常用的防治手法所能因應

## 二、國土與城鄉計畫的問題分析

針對前述日益大規模化、複合化，而且成因十分複雜，不確定性也不斷提升的災害趨勢，若要達成有效的災害防減、降低災害損失的目的，現有的國土與城鄉規劃及其執行機制實存在諸多問題。

### （一）國土計畫法尚未存在，相關法令制度分散

目前作為國土規劃依據的「國土計畫法」尚未由立法院審議通過，亦即國內尚未有整套、完整的國土計畫法制，因此有關國土與城鄉規劃的安全、防減災的考量仍必須遵循其他各種的相關法規，例如水利法、水保法、都市計畫法、建築技術規則、山坡地開發辦法，甚至規範災害防救的災害防救法等。然而這些相關法規大多是從其立法的本位觀點對國土安全、災害防減課題制訂部分的條文或規定，以致內容常是片斷或是不夠周全，例如水保法乃對河川較上游的山區坡地之水土保持進行規範，而水利法則對平地的中下游河段執行災害管理，真可謂「一河多制」。而在都市計畫相關法制中，較具體規定都市安全與防減災規劃者，僅為都市計畫通盤檢討實施細則第七條所訂的「都市計畫通盤檢討時，應就都市防災避難場所、設施、消防、救災路線、火災延燒防止地帶等事項進行規劃及檢討」。如此片斷與局部的各類法規條文實很難因應前面所述愈來愈複雜、愈趨大規模化與複合化的國土與城鄉災害。

(二) 各類災害的防救分屬不同主管機關，對於整體國土的防減災規劃缺乏整合、協調的單位與機制

上述諸多災害防救法制的相關業務分屬各個不同主管機關，例如主要河川的堤防、抽排水站等防洪設施的規劃設計屬經濟部水利署管轄，而建設堤防或抽排水站的土地使用劃定與管理，則屬內政部營建署或地方政府城鄉發展局，至於地方河川的堤防或排水站建設與維護管理歸給地方政府的工務單位。總之，各類災害的主管機關分散於各部會、各局處，而且其間分工負責、少有互動，缺乏整合、協調的機制，以至於容易發生都市發展占用了河川用地等現象；因此，涉及事務更為複雜的國土計畫之協調、規劃與推動，就很難執行、推動。

(三) 國土與城鄉的安全、防減災規劃常是個別、片斷，尚少整體性、綜合性的考量與計畫

由於前面所提，國土與城鄉安全、防減災的相關法規制度及其業務分屬不同主管機關，因此即使有安全與防減災的規劃、設計也常是個別、片斷的。例如工務或水利工程部門重視的是堤防、抽排水系統、坡地防護工程等防災設施設備，但颱風、豪雨的預測、雨量的預報、預警則屬中央氣象局，而土地利用管制又另屬營建署系統或地方縣市政府，這三者之間常有其本身的權責、自訂的作業標準與方式，而且常是個別作業，因此很少或很難將其整合成一體，更遑論要形成有共通思考、互成體系的綜合性國土安全與防災的計畫。

(四) 國土與城鄉安全防災規劃所需之知識、資料、資訊尚待彙整、建置，相關的技術有待加強

以往個別災害或個別防救領域已累積有其專業知識與技術，但整合性、涉及國土與城鄉整體的災害防減規劃之相關知識、技術卻未建構完全，甚至可說過去規劃界經常操作的規劃方法與流程中，很少涉及防災、減災面向的檢討分析與實際作業，例如已執行多年的環境影響評估對於重大災害事項的評估就未納入；而在傳統土木學門對於防災工程之

知識與技術已達相當水準，但對於災害損失的預估及非工程（如規劃、經濟、社會）的防治對策則相當陌生，因此要作整合、綜合性的國土與城鄉災害防減災規劃確實有其困難。

而更根本的是在災害防減規劃上，或甚至做為其基礎的災害脆弱性分析或災情模擬所需要的許多資料或資訊，目前還有所不足，或分散各相關單位，或分別有其規格而不易互用；總之，為進行國土或城鄉防減災規劃必要之資料、資訊或方法、技術，都急需彙整、建置。

#### （五）規劃人員對於安全、防減災之認知與警覺不足

對於國土或城鄉之安全、防減災的課題，除了規劃方法有待加強外，此一領域的規劃人員所持有的專業認知亦有所不足。由於過去的專業學習經驗，已使相關的規劃人員擁有其個別的學術知識與技術，但對於國土與城鄉防減災之總體性認知則十分薄弱。甚至，由於過去較少面對超出預期或異常的各種環境狀況，這些人員對於安全或災害的警覺性甚低，例如一般的國土或城鄉規劃人員絕大多數都認為或假設既有的都市防洪對策已足以因應萬一發生的水災，而未再講求萬一發生水災時，應有的災害減緩對策，充分顯現其對災害的警覺有所偏低。

#### （六）既有國土與城鄉發展重視開發利用、經濟建設，而不重安全與防減災的需求

由過去國土與城鄉的發展經驗，或是目前執行的國土規劃業務來看，其主要的考量幾乎全在於如何開發建設、促進產業發展，重視的是如何有效利用土地而非保育。另外，從很多實際的土地使用狀況來看，也是經濟產值遠重於安全與防減災，例如海岸地區的養殖產業，常因大量抽取地下水而導致地層下陷，因此每逢颱風豪雨，甚至較高的潮位，就很容易引起海水倒灌，甚至因排水困難，以致形成淹水長達好幾個月的災情。安全問題從前述這些計畫與實存的各種現象，凸顯出從一般的民眾到握有決策權利或影響決策的政府官員、民意代表對於安全、防減災之重視都還十分薄弱。

### 三、提出建議

從前面兩節有關近年臺灣大規模自然災害的變遷與未來可能的趨勢，以及國土與城鄉規劃、發展在安全防災議題上的問題之剖析結果可知，針對目前的國土與城鄉的規劃勢必進行改善、補強，才能面對今後可能發生的自然災害，持續提供國民安全、舒適的生活、工作與休閒的場所；而本節即嘗試對於可能的改善方案予以檢討彙整、提供作為日後進一步推動國土與城鄉安全防災規劃時的參考。而本改善建議將分成基本原則與策略建議兩項加以說明。

#### （一）基本原則

基於災害防救的基本理念，以及對國土與城鄉計畫的認知，在檢討國土與城鄉的安全與防減災規劃議題或其改善對策時，應持有以下幾項原則：

1.國土與城鄉之安全與防減災規劃之定位，在於減少或降低環境中可能導致災害的因子或條件，換言之，其重點在於分散或降低環境風險；一般認為災害防救應包括減災、整備、應變與重建四個階段，而就國土與城鄉規劃而言，其重點應在於災前減災或是災後重建階段的事項。而且，所謂減災的工作乃針對可能促成災害發生或導致災情加重的原因進行處置。因此，對於國土與城鄉的安全防減災規劃就是要能掌握環境中可能導致重大災害的因子、環境條件，並予以設法減少、分散或消除。而如此的作為若能與萬一發生災害時的應變救災害作為相互配合，將可使災害造成的損失降到最低。

2.安全與防減災規劃的檢討、擬定，必須基於地區自然環境與人文社會的特性，以及可能發生災害的類型、規模等；由於災害具有空間、時間等特性，其災情內容及規模等會因時、因地而異，因此安全與防減災的規劃不能全國一致、無所差別。亦即進行安全與防減災規劃或研擬對策時，必須確實掌握對象地區的自然與人文環境的條件，並對可能發生的災害類型、災情內容，甚至可能造成的規模等予以分析、模擬；而

基於其結果方可研擬出具體、可行的計畫或方案。

3.安全與防減災的規劃內容，應包括硬體與軟體不同面向的考量：如前面所述，近年以及未來的災害趨勢將朝向多樣化、複合化發展，其成因也愈來愈複雜，因此其對策與解決措施絕非單一面向的方法或技術可以達成。換言之，有關國土與城鄉的安全、防減災計畫，需要包含過去較為重視並已經累積一定水準以上的技術與防減災工程，同時也必須增強考量社會、經濟或規劃管理等非工程的策略與方法。

4.安全與防減災規劃與對策不僅要因應災害的現象，而且要解決形成這些現象背後的結構性問題：國土與城鄉的安全與防減災規劃不僅在於對災害本身的對策考量，而且要深入了解災害形成背後，屬於結構性的問題，例如可能是由於土地利用計畫出了問題，或是相關的法規制度不周全的影響，才會導致環境災害不斷發生；而這些結構性問題就是國土與城鄉規劃所必須面對與解決的問題。

5.安全與防減災是一種科學，其解決的方法、策略也必須充分利用不同領域的科學研發成果：很多災害研究屬於自然科學，而災害防減則涉及了其他更多，例如工程、社會、管理以及資訊等領域的科學，而且還需跨領域相互整合，亦即災害管理就是一種綜合性的科學。因此安全與防減災方法策略的研擬、規劃必須以這些科學為基礎，充分利用這些科學的研發成果，才能有效提升其規劃內容或方法策略的品質、有效性等。

## （二）策略建議

基於前節所列的五項原則，以及思考未來環境災害可能的趨勢，並目前國土與城鄉規劃在安全防災上的問題後，本文試提出如後的數項策略，以作為日後進一步討論的參考。

1.分析國土與城鄉之環境脆弱度，進而製作、公布各層級與不同類型的災害潛勢與風險地圖，作為今後土地利用、國土與城鄉規劃的依據：過去，時會發生某些地區的開發建設導致災害的發生，或是大規模

災害發生時直接衝擊聚落、民宅，傷及民眾生命財產的事件。而為防止這些現象重複發生，相關單位應加強國土、城鄉的環境監測、調查，並有效彙整各相關機關、單位的既有（含災害歷史）資料，於一定期間完成資料庫的建置，並利用科學的方法等，進行全臺與各縣市的災害潛勢地區與風險地圖的繪製，進而將其結果，以適當的方式公布給相關單位及社會大眾，以作為日後國土與城鄉規劃、發展決策、土地利用開發等的重要依據。而如此也才能阻止在不應該建設的地方開發建設，或避免不斷提升國土與城鄉的脆弱性，擴大可能形成災害的規模。

2. 規劃、研訂綜合性的國土與城鄉防減災計畫及解決對策：目前臺灣並非完全沒有安全與防救災計畫，例如就洪水的防救而言，過去已完成許多的堤防、水壩、抽排水系統的規劃建設，也進行河川疏濬，甚至建立洪水監測、預警通報系統等。但相對於此，河川流域的兩旁，尤其是中上游地區卻還不斷的開發、建物逐漸向河川靠近，其結果不但下雨時逕流大量增多、洪峰集中，而且河川地被占用，河川斷面窄化、水流淤塞；甚至大量興建橋梁、橋墩羅列，其結果也會造成水流不順暢的現象。針對如此複雜的易致洪災的諸多原因，除了傳統的防洪工程與系統的建設外，尚需考量如何復育河川上游的涵水功能、降低沿岸地區都市化或土地開發的強度，設置可以泛洪或暫時蓄洪的調節設施，來抑住逕流量的增加，延長逕流時間，分散洪峰與水災之風險；同時建立洪水預警通報系統，以備萬一發生大規模水災時，能夠即時啟動應變救災，或是導入洪災保險等經濟手段的防救對策，來降低洪災對民眾可能造成的衝擊，加速災後的復原重建工作。而如此綜合性的洪災管理計畫與對策，將是日後國土與城鄉安全與防減災計畫的範本。

亦即基於前項所提的災害潛勢與風險地圖，包含軟體、硬體在內的綜合性防減災計畫，應涵括國土、區域、縣市、鄉鎮市區、社區與建築物等不同層級空間，以及交通、通訊、維生管線、緊急醫療、學校等各類公共設施、設備系統。而如此計畫的檢討、研訂與落實執行，將是

面對日後國土發展與快速環境變遷最重要與迫切的業務。

3.應盡速就安全防災、永續發展進行討論、建立共識，以利於國土與城鄉發展、土地利用取向之檢討與調整：雖然「永續發展」與因應「全球暖化、氣候變遷」被認為是二十一世紀最重要的議題，這些字眼也成為上至國家政策、下至民眾日常生活中經常出現的用語；然而就國土與城鄉的發展現況、現今社會的能資源的使用方式，或是未來全國的產業發展與土地利用計畫等各個面向來說，都尚未能符合永續發展所揭櫫的目標或內涵，也還無法充分反應節能減碳的需求。而環視世界部分在此議題較為先進的國家，例如荷蘭已為此議題投入龐大的人力與經費，進行國土的大改造計畫。而除了其綜合性、前瞻的完整計畫之外，值得重視的是，為了使計畫為全國國民所接受，研提出來的方案將來可落實執行，該國行政部門與計畫團隊在全國各地、各層級舉辦了千百場的說明、討論會，進行了無數次不同意見團體的溝通、協調，最後才完成此一國土改造計畫的大方案。

要談國土與城鄉的安全、防減災規劃之前，實應就今後臺灣整體的國土與城鄉發展、土地利用政策等，從產業經濟、生態、環保、防災等不同角度進行廣泛但深入的剖析、辯論、凝聚共識，並做成今後國土發展、土地等能資源利用的重大政策方針，昭示全體國民、向社會宣導，唯有如此才會促使全體社會對永續發展的重視與支持，國土與城鄉的安全、防減災計畫也才能被落實推動。

4.相關法令、制度的整合、補強與立法：如前所述國內已既存不少與安全防災相關的法規命令，但卻分散各處、未能相互搭配整合，而且這些法令制訂的時間較早，實未能充分反應近年來或未來氣候變遷可能造成的影響。而更重要的是，作為國土規劃最基本的國土計畫法草案尚未通過立法院的審議、立法。因此，一方面應盡速促使國土計畫法能夠完成立法、頒行實施；另方面，則應蒐集、整理既有的相關法令，有不合時宜者予以修正、不夠周全者予以補強或重新訂頒。尤其要劃定國土

與城鄉的災害潛勢或風險地圖，將會涉及土地的所有權，影響原有居住者等之權益，故需有周全的法規與配套措施。要規劃、實施綜合性的安全與防減災計畫，更會涉及相當廣面向的事項。因此，必須有完備的法令規章，才不至於窒礙難行。

最後為落實上列四項策略，本文認為尚必須同時強化以下三項的配套策施：

- 1.透過現地調查、監測或是災後勘查等，充實與建置國土安全與防減災規劃相關的資料、資訊。

- 2.有效運用防救災科技進行未來可能發生災害的情境、規模等之推估、模擬，並彙整、研發與安全、防減災相關的規劃方法或技術。

- 3.培訓與充實可以執行國土安全與防減災規劃之人員、人力。

#### 四、設定目標

經由以上各節，本文針對近年臺灣的國土災害之變遷、趨勢予以整理，然後基於這些災害的變遷趨勢，提出了目前國土與城鄉在安全、防減災規劃上的六項問題，爾後參照這些問題並考量城鄉發展的現實，整理提出相關改善建議的五項原則、三項策略及三項配套策施，來供給國土與城鄉在進行安全、防減災規劃時之參考。唯這些原則、策略及配套策施，都還不是具體、馬上可以執行的業務事項。因此，建議在近期內應該盡速針對國土或不同層級的縣市、鄉鎮，建置完整、可用的資料與資訊庫，並運用其來分析各地之脆弱性、製作適切條件下的風險地圖，以作為之後進行安全與防減災規劃的基礎。另外，由於國土、城鄉的安全、防災規劃涉及的事項、災害類別很多，很難同時全部執行，因此，建議應依災害的危害程度、可能造成災損的規模大小等，排定規劃的優先順序與時程進度，然後責成相關單位推動進行，如此才能在較短時間內達成整體國土與城鄉的安全與防減災的規劃目標。

## 伍、永續發展教育

### 一、現況檢討

二〇〇五年世界銀行曾有文指出（Natural Disaster Hotspots-A Global Risk Analysis），臺灣曝露於兩種以上天然災害之人口與面積的比例，均位居世界前茅。此表示，「美麗寶島」原本的環境條件就屬天然災害頻繁的區域，加上經濟發展與人口增加期間漠視環境不利的因素，造成環境超限利用的負荷，如今又面臨全球溫室效應與氣候的變遷，因此，出現颱風暴雨雨量強度及總降雨量屢創新高的情況，例如莫拉克颱風僅為中度颱風，但三天降雨量居然超過一整年的雨量，創下超過兩百年頻率的暴雨紀錄，造成上游大量土石崩塌及往下游運移，使南臺灣發生潰堤、淹水、山崩和土石流滅村的災情，重創經濟發展與民心士氣。

全球的科學觀察證據顯示，全球變遷的效應仍在加速擴大中，世界氣象組織（WMO）所發布的「二〇〇八年溫室氣體公報」指出，自一七五〇年以來，大氣中二氧化碳含量增加38%，占溫室效應成因的63.5%，二〇〇八年二氧化碳在大氣含量為385.2ppm，比二〇〇七再增加2ppm；二〇〇八年大氣中甲烷含量為1797ppb，比前一年增加7ppb，而工業革命前約為700ppb；二〇〇八年氧化亞氮大氣中含量為321.8ppb，比工業革命前高出19%。

影響所及，南極大冰原的邊緣崩解中，紐西蘭及澳洲外海漂來數百大型冰島；中國大陸地區出現嚴重大風雪的頻率變高，降雪期也提早；北極圈冰帽加速融化中，北極熊數量持續減少；亞馬遜河逐漸枯竭，二氧化碳釋放量大於吸收量；暖化的北極海床與西伯利亞冰凍層釋出水合甲烷（暖化效應是二氧化碳的二十倍以上），導致全球暖化更不可收拾；春天早臨，影響無法跟上腳步的野生生物，花、昆蟲及鳥類生理時鐘越來越錯亂，引發糧食生產減少及饑荒；海洋因為吸收大氣中的人為排放二氧化碳而酸化，破壞珊瑚礁與浮游生物等重要的食物來源等

等。美國五角大廈官員甚至強調全球氣候變遷，可能是未來最具威脅的國防保衛戰之一。

全球氣溫在過去一百年上升 $0.6^{\circ}\text{C}$ ，而且愈後期上升愈快，例如若把時間縮短到過去三十年，換算後的結果是一百年上升 $1.8^{\circ}\text{C}$ ，其中陸地升溫又比海洋快。相對之，亞洲地區平均氣溫的上升幅度普遍是全球較高的。臺大許晃雄教授指出，臺灣在過去一百年平均氣溫上升達 $1.1^{\circ}\text{C}$ ，增溫趨勢則是夏季比冬季明顯，夏季平均氣溫百年上升 $1.37^{\circ}\text{C}$ ，比冬季高 $0.5^{\circ}\text{C}$ ，暖化速率幾乎是全球的兩倍，氣象學者分析，此與都市開發速度密集所造成的熱島效應有關，對氣候暖化產生加乘作用。地球每增溫一度，大氣中水蒸氣就多出7%，使得對流現象劇烈化，帶來大雨增加、小雨減少的明顯變化。中央研究院劉紹臣主任分析臺灣降雨量資料指出，受到暖化效應的影響，年雨量雖尚無顯著的變化，但降雨時數明顯減少，尤其是每小時累積雨量低於五毫米的小雨次數大幅減少，平均降雨強度則增加20%，超大豪雨降雨增加一倍。另外，臺灣夜間空氣相對濕度也有下降趨勢，全年相對濕度超過90%的發生時數，從五百小時降到二百小時，尤其都會區高濕度發生機率更明顯減少，日月潭濃霧天數減少一半，從二百天以上減少到一百天。氣候變遷的效應使乾旱與洪災的頻率大增，不僅水資源面臨短缺的問題，洪水災害更成為政府未來施政最頭痛的問題之一。

根據已發布六年的「臺灣永續發展指標」資料，四十一項永續發展指標中，六年來指標值一直持續下降的就是二氧化碳排放量一項，從一九八八年到二〇〇七年，二氧化碳排放量上升達171%，平均每年成長5.4%，顯示我國對溫室氣體的排放量尚未獲得有效的控制。二〇〇九年聯合國氣候變遷峰會十二月七日在丹麥首都哥本哈根揭幕，同日美國環境保護署宣布將二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）、甲烷（ $\text{CH}_4$ ）、氧化亞氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）及六氟化硫（ $\text{SF}_6$ ）六種造成全球暖化的溫室效應氣體，裁定為危害公眾健康的氣

體，將以「清潔空氣法」進行管制，使美國政府首度有權限制汽車、電廠和工廠的溫室廢氣排放，對美國及全球經濟帶來更直接且迅速的衝擊。

我國尚在立法院待審的「溫室氣體減量法」，亦係針對此六類氣體進行減量措施。我國以二氧化碳作為溫室氣體之永續發展指標，主要係二氧化碳占我國溫室氣體排放總量的九成，最大排放源是工業與能源工業部門，兩者合計約60%；甲烷占總體氣體排放的2.4%，主要來自畜牧業；其他氧化亞氮及含氟類合計僅占溫室氣體排放總量的7%。因此，全球比較溫室氣體排放也都以二氧化碳排放量為指標，目前以排放總量排序，中國（6,028百萬噸，占全球20.8%）、美國（5,769百萬噸，占全球19.9%）、俄羅斯（1,587百萬噸，占全球5.5%）分別為全球前三名，臺灣則為全球第二十二名（276百萬噸，占全球1.0%）；但以人均排放量而排序，卡達、阿拉伯聯合大公國、巴林則為全球前三名（分別為58.0、30.0及28.3公噸CO<sub>2</sub>/人/年），美國為全球第八名（19.1公噸CO<sub>2</sub>/人/年），臺灣排第十八名（12.1公噸CO<sub>2</sub>/人/年），而全球為4.38公噸CO<sub>2</sub>/人/年。

德國波茲坦氣候衝擊研究院與可再生能源服務與創新公司Ecofys二〇〇九年十二月發布研究報告指出，「當前已開發國家與開發中國家承諾的減碳目標，根本達不到聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）設定的二〇一五年遏止全球排碳增長目標，更遑論依據八國集團的呼籲，在二〇五〇年將全球排放量減為一九九〇年時的一半」。同理，再檢視我國行政院「永續能源政策綱領」，我國二氧化碳減量期程在短期（二〇一六至二〇二〇年）要回到二〇〇八年之排碳量；中期（二〇二五年）要回到二〇〇〇年的水準；長期（二〇五〇年）減為二〇〇〇年的一半，相當於年排107百萬公噸（現排放量為276百萬公噸）。與全球各國比較，同樣是「減碳承諾緩不濟急」的問題，而且國際上是以一九九〇年為基準，但我國是以二〇〇〇年為基準，有十年的落差！目

前節能減碳也仍流於宣導或口號，成效不顯著。

## 二、問題分析

土地、勞動與人造資本為傳統生產所需之三要素，隨著經濟與產業之升級，技術進步之重要性日益被強調，勞動要素逐漸改稱為人力資本或技術資本。環境問題與能源危機出現後，土地要素再被擴大為包括所有自然環境存量及其再生系統的環境資本，並開始強調三要素間替代性與技術進步之重要，但須注意這三種資本間之階層依賴關係，例如人造資本須受限於環境資本，而人力資本之功能可能受限於人造資本與環境資本，只有環境資本具自動再生循環的能力。

環境資本的存量受到三個因素的影響：（1）環境污染——環境污染會降低環境資本存量及其提供服務的生產力；（2）知識與技術——知識與技術的進步，常促成新資源的發現與現有資源能作更新、更有效率利用；（3）政經制度——政經制度對環境資源管理與利用效率的提升或降低有非常重要的影響力。因此，改善環境政策工具、改善環境管理組織制度、建立環境資本的產權制度，以及提升環境認知與社會環保觀念等均可減緩環境資本衰竭的速度，增加永續發展的機會。

環境污染對環境資本的負面效果，以及改進政經制度所帶來的正面效果，是無庸置疑的，但對於技術創新替代的潛力，一直存有兩種不同的看法，有部分人認為科技的進步是有限度的，有些自然環境是科技無法替代的，例如沒有人知道如何修補臭氧層的破洞，能源的利用效率也不可能達到百分之百，任何物質都不可能百分之百地回收再利用，終究一定會成為廢棄物，甚至未能充分了解與掌控的科技創新反而加速破壞環境資本，因此不可再生的環境資源存量一定會逐漸減少與耗竭，可再生資源的恢復速率也可能趕不上耗損的速率。另外，部分的人則相信科技具巨大潛力，每當人類缺乏一種環境資源時，新的可替代資源隨即被發現，許多領域的每一單位資源產出量也可以不斷地提升，甚至沒有上限，物質與能源不能百分之百被利用的效率問題，因有太陽能、宇宙

能的生生不息予以補充，或者未來可能發展出後備技術，故永續發展仍是可能的。

由於環境問題乃人類行為所造成的，而人們行為多乃根據價格誘因的理性行為，而價格乃決定於市場或政府政策，因此，市場與政府政策是環境問題的最根本因素，市場與政府政策造成的價格誘因失靈現象分別被稱為市場失靈（market failures）與政策失靈（policy failures）。市場失靈之主要原因在於，外部效果與產權之界定不完整或沒有產權，使市場那隻看不見的手無法發揮正常的機能，因此經濟學家的政策建議為排放稅（費）（effluent tax, effluent charge）之課徵、排放權之交易與產權之界定等。

政策失靈主要由於代理問題（agency problem）與逐利問題（rent seeking）。代理問題的產生，乃由於代理人所考量的私人利益迥異於主人（所有的居民）利益，致使代理人不顧及主人的利益而聽從利益團體的逐利要求。逐利行為造成有利某些利益團體，但有害環境的政策，如投資獎勵、低利貸款、農業補貼、水價補貼、保護性貿易政策，這都是由於沒有環境方面的利益團體與其他利益團體相抗衡之故，或即使有此意圖，但利益團體的成員集中且誘因甚大，而將受環境影響的民眾聚集之成本甚大但誘因甚低的情況下，甚難發揮相抗衡的力量。針對這兩個問題，蕭代基等人認為根本解決之道在於，讓主人有誘因與能力去監督考核與獎懲代理人，使代理人的利益與主人的利益一致，才能促使代理人努力執行管理工作，符合主人的利益。

二〇〇二年底，瑞典皇家學會將諾貝爾經濟學獎頒給了卡尼曼（D. Kahneman），表彰他提出的「展望理論」（prospect theory），其要點包括：（1）人在不確定情況下的決策行為，有時候會喜歡追逐風險，有時則會回避風險；（2）在面對損失或不利情況時，有風險愛好的傾向，對於利得情況則有風險趨勢的傾向；（3）人所注重的損失與利得其實是相對的概念，重要的是相對於某個參考點；（4）一般人不喜歡

風險，因此會較偏好結果確定的選擇。

若以展望理論分析全球對溫室效應的努力，就可發現全球及臺灣民眾對溫室效應之不利影響，一直抱持著遲疑態度或認為「不可能在我這一代發生吧」，這就是「有風險愛好的傾向」；而對於節能減碳之有利環境的行為，又變成「不差我一個吧」的傾向。因此，心理的調適與永續環境教育是非常必要的。

二〇〇七年的諾貝爾經濟學獎頒給赫維茲（L. Hurwicz）、馬斯金（E. S. Maskin）及麥爾森（R. B. Myerson）三位，用以表彰他們為「機制設計理論」（mechanism design theory）的貢獻，其雖原為應用於勞資協商、課稅及政府公債等資產的標售系統設計上，但亦可具體應用在公共政策上，換言之，要達到某項政府政策之推動實效，不能光靠宣導或教育而已，一定要有「機制設計」或「配套措施」，讓民眾跟著這套機制走下去。缺乏機制設計及配套措施，不能有效導引節能減碳及落實碳足跡與水足跡之總量管制。

### 三、設定目標

勵行全民檢樸生活，推動產業節能生產，維護生物多樣性，打造一個人與自然和諧相處、有尊嚴及公義的生存環境，使人民免於自然災害的恐懼與痛苦，同時追求永續發展，確保現今與未來世代所有生命賴以維生的寶島自然系統，進而與國際間共同合作，維護一個可供生命持續滋養生息的地球。

跨代正義理念係主張現今世代與未來世代對資源享有同樣、平等的取得與使用機會，相關環境決策，應充分尊重與保障未來世代生存與發展的權利。基於跨代正義的理念，應重視環境資源的保育與潛在資源的開發，以確保資源的永續利用。

強調全民檢樸生活及產業節能生產，係永續發展乃社會共同的責任，是政府、產業界、民眾必須共同面對與承擔的。不論在個人的食衣住行育樂、消費習慣，或工廠的設計、營運、產品的產銷與廢棄物回收等，皆須改變與調整，以使得生產消費活動、生活方式與思考模式更趨

近對環境友善的方向。

## 四、提出建議

### (一) 推動永續發展與環境教育，培養全民符合時代需求之環境智能

終生的永續發展與環境教育，可協助民眾了解人類與自然環境的相互依存關係、自身的環境權益與義務，進而促使民眾藉由改變日常生活方式、思考模式、消費習慣，培養全民符合時代需求之環境智能。永續環境教育與環境觀點也應融入正規教育之課程中，從小加強環境相關知識與資訊的接觸，使國民置身於終生的永續發展與環境教育中。

### (二) 設計具效能的環境政策，誘導全民正確及有效使用環境資源

要扭正市場失靈與政策失靈，政府在設計各種政策時，一定要將環境因素納入考慮範圍，全面建立社會誘因結構，計算環境資源的影子價格與綠色國民生產淨額，用包含環境資源之成本效益分析決定可行的開發計畫與科技發展計畫。針對綠色建築、交通運輸、小規模綠色發電、裝省電照明、綠色電器採購與電腦關機、省水器材使用及減少肉食等環保生活實踐，都需要思考除宣導與鼓吹外之機制設計，誘導全民正確的消費習慣。例如節約利用水資源量，不能光靠節約用水的宣導，濱海地區、離島地區改為二元供水系統（即將消防用水及廁所沖水完全與民生用水分離，改用雨水、中水甚至海水供應），以降低自來水的供應量，自來水價格合理化，包括用水量減少使用之折扣價格、一般用水量之反映成本價格，及對浪費使用量的懲罰價格等，都可以如垃圾隨袋徵收政策一樣，迅速發揮機制設計的效果。

### (三) 健全民意參與機制及積極參與國際環保活動，提升全民的地球公民素養

環境權的落實，即應賦予民眾參與環境決策和知的權利。民眾與社區在環境決策過程中所扮演的角色應加以強化，環保相關資訊亦應公

開與透明化，使民眾關心環保、參與環保，政府的施政才能獲得民眾之支持與有效的監督。積極參與溫室效應、全球變遷、毒性物質管制、永續物質管理及各種永續發展與環境保護等國際環保活動，以維護賴以維生的地球環境，並讓我國現況與努力為國際社會知曉，進而積極培養學術團體與民間環保組織，參與各項國際環保公約會議及學術會議的能力，並善用國際環保組織、媒體、國際網路等，對我國推動綠色環保外交，均具積極正面的意義。

## 參考文獻

- ◎ 張添晉，「事業廢棄物減量與循環再利用」，財團法人中技社報告，二〇〇六年十二月。
- ◎ 行政院環保署，《環境白皮書》，二〇〇七年版。
- ◎ W. McDonough, and M. Braungart, "Cradle to Cradle, Rethinking the way we make things," 中國二十一世紀議程管理中心譯，《從搖籃到搖籃，綠色經濟的設計提案》，野人文化股份有限公司，二〇〇八年一月。
- ◎ 陳雲蘭，「百年來臺灣氣候的變化」，科學發展，四二四期，二〇〇八年四月。
- ◎ 行政院環保署，「臺灣環境品質目標分析及改善專案工作計畫」，二〇〇八年十一月。
- ◎ 中技社，「物質流評估」議題對政府之建言，二〇〇八年十一月。
- ◎ 行政院環保署，《環境保護統計年報》，二〇〇九年。
- ◎ 中技社，「永續資源管理座談會」，二〇〇九年六月九日。
- ◎ 周國梅，「中國循環經濟發展的進程與政策」，中技社九十八年度秋季環境與能研討會——兩岸低碳經濟與社會發展，二〇〇九年十月十三~十四日。
- ◎ 簡慧貞，「實現綠色經濟之碳市場機制」，中技社九十八年度秋季環境與能源研討會——兩岸低碳經濟與社會發展，二〇〇九年十月十三~十四日。
- ◎ 簡又新，「氣候變遷下環境與能源管理的機會與挑戰」，二〇〇九年環境與能源管理實務研討會，臺灣環境管理協會、臺北大學自然資源與環境管理研究所，二〇〇九年十一月二十七日。
- ◎ S.C.Liu, C. Fu, C. J. Shiu, J. P. Chen, and F. Wu, "Temperature dependence of global precipitation extremes", *Geophysical Research Letters*, 36, L17702, 2009.

## | 召集人簡歷資料 |

### 駱尚廉

最高學歷：臺灣大學土木工程學研究所環境工程博士

現職：臺灣大學環境工程學研究所特聘教授、環境污染預防與控制科技研究中心主任

經歷：臺灣大學土木工程學系副教授、臺灣大學環境工程學研究所所長、Stanford University 土木工程學系博士後、中華民國環境工程學會理事長、臺灣環境管理協會理事長

重要著作：《環境經濟分析》、《環境數學》、《自來水及下水道工程》、《環境工程》、"Water Quality Management in Asia"

| 撰稿人簡歷資料 |

**陳亮全**

最高學歷：日本早稻田大學建設工學專攻、都市計畫博士

現職：臺灣大學建築與城鄉研究所與土木工程學系暨研究所合聘專任教授、國家災害防救科技中心主任

經歷：行政院災害防救專家諮詢委員會委員、國家災害防救科技中心副主任、代主任、防災國家型科技計畫共同主持人、主持人

重要著作："The Application of seismic Risk-Benefit Analysis to Land use Planning in Taipei City"、「土石流潛勢區內居民疏散避難行為與決策之研究—以泰利颱風為例」、「易致災都市空間發展之探討：以臺北盆地都市水災形為例」

**鄒倫**

最高學歷：North Carolina State University 環境工程博士

現職：財團法人中技社環境技術發展中心主任、中央大學環境工程研究所兼任副教授

經歷：中國技術服務社環保科技中心副主任、工業局委辦「工業污染防治技術服務團」副團長、臺北科技大學兼任副教授、淡江大學兼任副教授

**歐陽嶠暉**

最高學歷：中國文化大學國家工學博士

現職：中央大學榮譽教授

經歷：中央大學土木工程系主任、工學院院長、教育部顧問室兼任顧問、環境保護小組執行秘書、行政院國科會環工學門召集人、中華民國環境工程學會理事長、臺灣水環境再生協會理事長

重要著作：《下水道工程學》、《都市環境學》

**蕭代基**

最高學歷：美國University of Michigan資源政策、經濟與管理學博士

現職：中華經濟研究院院長、中央研究院經濟研究所研究員

重要著作："On-Site Samples' Regression: Problems of Non-Negative Integers, Truncation, and Endogenous Stratification"、"The Resistibility and Shiftability of Depletable Externalities"、"The Impact of Global Warming on Agriculture: A Richardian Analysis"