

## 民進黨的新能源政策

### 壹、趨勢與挑戰

#### 一、迎接第三次工業革命

我們正處在能源體系轉型的關鍵時代，可再生的綠色能源正扮演著引領第三次工業革命的關鍵角色。放眼世界能源趨勢，過去以石油、煤炭、天然氣與核能為主的能源體系，正逐漸被太陽能、風力、地熱、海洋與生質能等綠色能源所取代；能源不再只是推動經濟成長的動力來源，綠色能源與節約能源本身就是帶動經濟發展的新引擎。這是一次能源科技產業的革命，也將啟動新的綠色生活型態。

1. 國際能源總署(IEA)預估<sup>1</sup>：2040年世界能源供給仍以化石燃料為主流，約佔60%(450情境) - 80%(目前政策情境)，核能佔比約為5% (目前政策情境) - 10.7% (450情境)，仍遠高於太陽能、風力、地熱與海洋能等之總量。
2. 2012至2040年之間，核能成長幅度高達157%(目前政策情境) - 261% (450情境)。能源政策越重視環保(450情境)，核能發展越快速。
3. 依國際再生能源協會定義，只有容量<20 MW的川流式小水力才屬再生能源。現有水電容量超過90%的大型水庫式水電不屬再生能源。目前生質能還是以燃木取火為主，現代化垃圾焚燒與生質燃料佔比極少。目前水力與生質能絕大多數都不屬於再生能源。

**表 1 不同政策情境下全球初級能源需求**

能源種類	2012	新政策情境		目前政策情境		450 情境	
		2020	2040	2020	2040	2020	2040
煤碳	3,879	4,211	4,448	4,457	5,860	3,920	2,590
石油	4,194	4,487	4,761	4,584	5,337	4,363	3,242
天然氣	2,844	3,182	4,418	3,215	4,742	3,104	3,462
核能	642	845	1,210	838	1,005	859	1,677
水力	316	392	535	383	504	392	597

1. International Energy Agency (2014), *World Energy Outlook 2014*, Table 2.1. p.56

生質能*	1,344	1,554	2,002	1,551	1,933	1,565	2,535
其他再生能源**	142	308	918	289	658	319	1,526
總需求	13,361	14,978	18,293	15,317	20,039	14,521	15,629
化石燃料佔比	82	79	74	80	80	78	59

1. 單位均為百萬噸油當量(Mtoe)
2. 「目前政策情境(Current Policy Scenario)」：指各國維持目前氣候變遷與能源政策不做調整，決策傾向於經濟優先。
3. 「新政策情境(New Policy Scenario)」：指各國採用新科技減少 GHG 排放，緩和氣候變遷，決策傾向於環保-經濟均衡。
4. 「450 情境(450 Scenario)」：指以 2100 年將 GHG 濃度控制在 450 ppm 以下，確保全球溫升 $<2^{\circ}\text{C}$ ，積極採取各種減排策略之情境，，決策傾向於環保優先。

**表 2 新政策情境下全球能源需求成長趨勢**

能源種類	2012	2020	2025	2030	2035	2040	複合成長率
煤碳	3,879	4,211	4,293	4,342	4,392	4,448	0.5%
石油	4,194	4,487	4,612	4,689	4,730	4,761	0.5%
天然氣	2,844	3,182	3,487	3,797	4,112	4,418	1.6%
核能	642	845	937	1,047	1,137	1,210	2.3%
水力	316	392	430	469	503	535	1.9%
生質能	1,344	1,554	1,675	1,796	1,911	2,002	1.4%
其他再生能源	142	308	435	581	744	918	6.9%
總需求	13,361	14,978	15,871	16,720	17,529	18,293	1.1%

2008年聯合國倡議「全球綠色新政」(Green New Deal)，呼籲各國積極擴大綠色投資、加速發展綠色經濟、促進綠領就業，綠色能源蔚為世界主要工業國家的

能源政策發展趨勢。美國於2009年提出8,000億美元（約新台幣24兆元）之綠色經濟復興計畫；歐盟於2009年提出「20-20-20」氣候能源目標，並投資1,050億歐元（約新台幣4兆元）發展綠色經濟；日本政府規劃於2015年前將綠色經濟規模擴大至100兆日圓（約新台幣30兆元）；韓國則預計在2014年前投入107兆韓元（約新台幣3兆元）推動綠色產業發展；中國2010年通過「十二五計畫」，將投資5,143億美元（約新台幣15兆元）於綠能產業。

1. 以全球推動綠最成功的德國為例，2013年德國再生能源收購費用總計10,121億元台幣，但發電量1,490億度<sup>2</sup>，只佔德國(6,332億度)24%、全歐盟電力需求(32,644億度)的 4%。以此推估，歐盟如要達到2020年再生能源供電20%的目標，未來每年就必須投入4.6兆台幣。
2. 德國供電量約為我國2.5倍，以用電規模類比，我國要達到再生能源供電20%目標，每年再生能源收購費將達3,600億元，相當於每年電費總額的60%。

再生能源種類	供電量 (百萬度)	收購金額 (百萬歐元)	收購金額 (億台幣)
水力	6,154	511	204
沼氣	1,824	64	26
生質能	34,945	6,440	2,576
地熱	130	32	13
陸域風力	62,190	6,103	2,441
離岸風力	7,398	1,414	5669
太陽光電	36,595	10,739	4,296
總計	149,236	25,303	10,121
總發電量	632,000		
供電占比(%)	23.6		

歐盟委員會（EC）於2012年通過「成長任務：歐洲帶領新工業革命」（Mission Growth: Europe at the Lead of the New Industrial Revolution）的提案，提出以「綠

2. Bundesministerium für umwelt naturschutz und reaktorsicherheit, *Zeitreihen zur Entwicklung der Kosten des EEG*, Table 5.1.

色經濟力與人力資本知識力」作為基礎動能，整合「新技術」與「新能源」，發展再生能源、分散式供電系統、能源儲存、智慧電網與智慧運輸等技術與產業。這份長期經濟規劃與發展的路線圖，企圖讓歐盟揮別過度仰賴石油、煤炭、核能的舊工業發展模式，進入永續發展的「後碳時代」。

在第三次工業革命的架構下，綠能科技是提升國家競爭力與經濟發展的關鍵。國際能源總署（IEA）預測，2016年前再生能源將取代天然氣躍居第二大電力供應來源，彭博社（Bloomberg）則預估至2030年再生能源將占全球總發電裝置容量的50%、占總發電量將近40%，顯見綠色能源將是下一階段全球發展趨勢，綠色科技將是下一波全球經濟的主力，綠能產業勢將成為驅動全球產業復興的新引擎。

1. 本段曲解 IEA報告內容：(1)目前水力都是大水電，不屬再生能源；(2)目前生質能>99%屬於傳統生質能(焚燒原木)，不屬於現代意義的再生能源。扣除大水力與傳統生質能後，太陽能、風力、地熱與海洋能等之總量仍低於核能。
2. Bloomberg推論不符國際能源業界估計，根據IEA資料，即使全力發展再生能源，到2040年所有最廣義再生能源總供給量只佔全球能源需求量的30%。如果扣除大水力與燒柴析薪的原始再生能源，符合再生能源協會定義的再生能源只佔全球能源需求量的10%。
3. 更何況如果再生能源占全球總發電裝置容量50%、總發電量佔比可達40%，相當於容量因數為80%。但全球風力機組容量因數只有25%、太陽光電只有14%，彼此明顯矛盾。

臺灣資通訊產業與製造業的厚實基礎，讓臺灣在2010年瑞士國際管理學院(IMD)的各國運用綠色科技創造競爭優勢潛力評比中名列全球第六，亞洲僅次於日本。臺灣應充分發揮這項優勢，積極發展綠能產業，並將優異的技術與製程挹注於電業改革與重整的基礎建設中。臺灣必須迎上這波新工業革命，掌握未來數十年「綠色成長」（Green Growth）的契機。

## 二、氣候變遷與核電災害危機

人類社會正面臨文明化的巨大衝擊，全球氣候劇烈變遷正考驗人與環境共存的

智慧，是國際社會最關注的議題之一。聯合國於1988年成立「政府間氣候變遷專門委員會」（Intergovernmental Panel on Climate Change），並於1992年通過「聯合國氣候變遷綱要公約」（United Nations Framework Convention on Climate Change）；1997年公約之締約國通過「京都議定書」（Kyoto Protocol），以平均低於1992年排放量5.2%的水準，針對各主要溫室氣體訂出各國之減量標準。京都議定書已於2005年正式生效，迄今共有191個國家與歐盟成為簽署國。氣候變遷議題已正式進入各國的政策議程。

1. 雖然2012年京都協議書簽署國家總體排碳量比1990年減少8.9%，但減碳最大貢獻來源是經濟轉型國家(EIT，主要是東歐國家)因經濟衰退而驟減約50%排碳量。扣除EIT因素後，能源使用排碳量還增加4%<sup>3</sup>。
2. G7工業國中加拿大、美國、日本等3國排碳量增加；排碳量減少的4國都擁有或購入大量核電：英國(20%)、德國(18%)、法國(75%)與義大利(自法國購入10%核電)。(如下圖)
3. 國際研究顯示核能是減少碳排放重要措施：
  - (1) 聯合國跨政府氣候變遷研究小組(IPCC)<sup>4</sup>：第5次報告。
  - (2) IEA<sup>5</sup>：《Energy Technology Perspective》
  - (3) 歐盟<sup>6</sup>：戰略能源科技計畫(SET-Plan)
  - (4) 全球經濟與氣候委員會<sup>7</sup>：《The New Climate Economy Report》

---

3. United Nations Framework Convention on Climate Change (2014), Data for greenhouse gas, Data by gas and Data by sector. 資料如附

(1) GHG有6種，最主要的是二氧化碳(CO<sub>2</sub>)與甲烷(CH<sub>4</sub>)。能源部門的排碳績效以CO<sub>2</sub>的減量為主。

(2) LULUCF(Land Use, Land use Change and Forest)主要是農林業的土地調整，對農業大國有利，但與能源使用無密切關係。對台灣並無顯著影響。

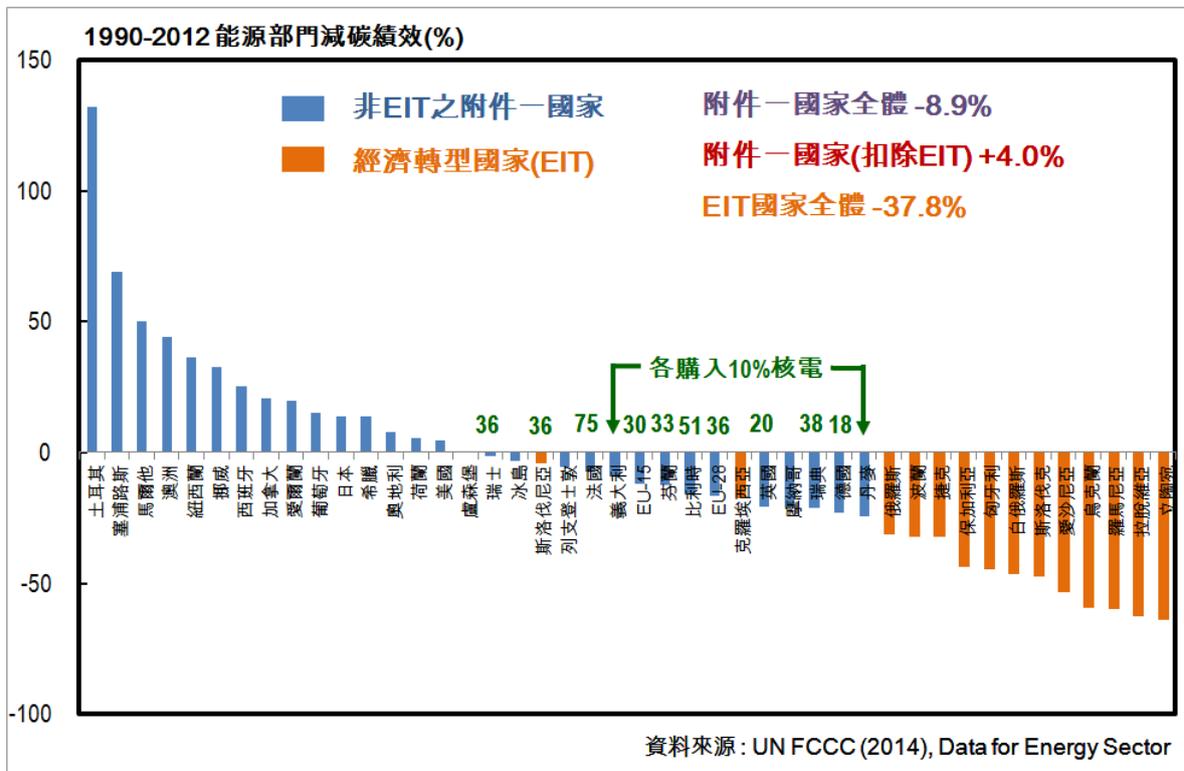
4. Intergovernment Panel of Climate Change AR5 (2014), Working Group III - Mitigation of Climate Change, Chapter 7 Energy Systems, p.4, p.76

5. International Energy Agency (2012), Energy Technology Perspective 2014

6. European Union (2014), Communication from the Commission - Sixth National Communication and First Biennial Report from the European Union under the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), p.348

7. The Global Commission on the Economy and Climate (2014), The New Climate Economy

- (5) 英國2008年最新能源政策<sup>8</sup>：《*Meeting the Energy Challenge – A White Paper on Nuclear Power*》
- (6) 日本2015年最新能源政策<sup>9</sup>：《長期エネルギー需給見通し骨子》



行政院於2009年公布「永續能源政策綱領」，提出「二氧化碳排放減量於2025年回到2000年」的目標，亦即平均每年需減量300萬公噸以上。這個減量任務，知易行難。2010年臺灣二氧化碳排放總量為2.46億公噸，至2011年的排放量卻不減反增至2.51億公噸，增加了500多萬公噸。因此，透過開發潔淨能源提高能源自主性以取代石油產品的依賴；同時降低火力發電的配比；並進行高耗能、高排放的能源密集產業轉型，是為無可迴避的選項。

全球能源環境體系，也因屢屢發生的核電災害而轉向。1986年蘇聯車諾比核災

*Report - Synthesis Report, p. 26 Figure 5*

8. Her Majesty Government Department for Business Enterprise & Regulatory Reform (2008), *Meeting the Energy Challenge – A White Paper on Nuclear Power*.
9. 經濟產業省·資源エネルギー庁(2015), 長期エネルギー需給見通し骨子.

是人類發展核能發電的分水嶺，此後全球每年商轉的核電廠呈現銳減趨勢。2011年3月日本福島核災更引發了全球的核電政策大轉彎：日本政府凍結14座核電機組興建計畫；德國預計於2022年、比利時將於2025年、瑞士於2034年完成全面廢核；美國暫停核發新核電廠執照與暫停擬延長運轉的執照更新審查。同時，世界各國積極投入綠能發展，並訂定高門檻的綠色指標：2020年美國與日本的再生能源發電比重將達25%、歐盟達20%、德國達35%，放棄核能轉向綠色再生能源的政策已成為國際主流。

1. 截至8月20日，全球有31國438部營運中核能機組；另有16國67部興建中核能機組。全球使用核能國家，只有德國明確廢核，瑞士與比利時廢核時程都以營運期限60年為準。
2. IEA估計2040年全球核能發電容量比目前將增加57%-161%，發展核能才是國際主流。沒有核電的阿拉伯聯合大公國、越南、白俄羅斯、沙烏地等都興建新機組，各國核能動態說明如下表。
3. 日本2014年宣布重啟核能政策，目前共有22部機組申請再起動審查，其中3座電廠5部機組已通過審查。川內電廠已於8/11重啟。根據2015年最新能源政策規劃，2030年核能占比20%-22% (相當於45部機組)，2030年日本再生能源目標22%-24%，並限制太陽能發電不超過7%。
4. 美國有79部機組已經獲得延役60年，另有5部機組興建中。國際並沒有放棄核能。

表 3 全球主要國家核電使用情形

國情	國家	使用情形
發生過核災的國家	美國	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 美國走過三哩島事故繼續發展核電：</li> <li>2. 美國是全世界最大核能發電國家，目前有 100 部核電機組，2013 年核能發電量 7,890 億度，供應該國近 20% 電力，核能是第 3 大電力來源<sup>10</sup>。1979 年美國遭遇三哩島事件，核管會（NRC）著手大力整頓核安，結果大幅改善核能電廠可靠性與安全性。透過性能提升，幾乎增加 10 部機組的發電量，而且已有 79 部機組獲得核管會同意可以營運 60 年<sup>11</sup>。</li> <li>3. 目前美國正在興建 5 部機組：Summer-2、3 號機；Vogtle- 3、4 號機，與 Watts Bar-2 號機。</li> </ol>
	烏克蘭	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 烏克蘭走過車諾比核災仍繼續發展核電：</li> <li>2. 烏克蘭目前有 15 座核電機組，2013 年核能發電量 780 億度，供應該國 44% 電力，核能是最大電力來源<sup>10</sup>。該國車諾比電廠 4 號機曾在 1986 年發生核能史上最嚴重事故，但同廠其他機組在事故後仍持續運轉，3 號機直到 2000 年才停役。</li> <li>3. 目前 15 部機組中有 9 部都在車諾比事故後才開始運轉，仍有 Khmrlnitski- 3、4 號機正在興建，預計在 2015 年開始發電。</li> </ol>
	日本	<p>日本走過福島核災重啟核電：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2010 日本有 54 座核電機組，核能發電量 2,924 億度，供應 30% 電力，核能是最大電力來源<sup>10</sup>。</li> <li>2. 2011 年 3 月，日本遭逢人類史上第 5 大規模地震，伴隨的超大規模海嘯造成福島第一核電廠 1-4 號機發生嚴重核子事故，但日本雖暫停核電廠運轉、但並未放棄核電。事故後大間-1 號機、島根-3 號機仍繼續興建、2012 年大飯電廠重新運轉、2014 年 4 月政府宣布重啟核電政策<sup>12</sup>。</li> <li>3. 日本已經強化核管組織並制定更完備的核安法規，核電廠完成改善後就可以申請重新啟動。目前有 22 部機組申請，已有 5 部通過審查，川內電廠已於 2015 年 8 月重新啟動。</li> <li>4. 日本核工業也向韓國輸出壓力容器、並計畫向約旦與越南輸出核電廠等計畫。</li> </ol>

10. International Atomic Energy Agency (2014), *Power Reactor Information System*.

11. Nuclear Regulatory Commission (2014), *Fact Sheet on Reactor License Renewal*.

12. 經濟產業省(2014), エネルギー-基本計画.

曾明定 廢核時 程的國 家	德國	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 福島事故前德國有 17 部核能機組，平均發電量約為 1,100 億度，核能是第二大電力來源。2011 年德國推翻廢核政策，計畫將運轉中核電廠延役 10 年<sup>13</sup>。但福島事故發生後倉促廢核，並將 17 部運轉中核能機組停役 9 部，目前仍有 8 部營運中機組，供應德國約 16% 電力<sup>10</sup>。</li> <li>2. 2014 年核能發電量 918 億度。</li> <li>3. 德國雖積極推動再生能源，但目前只能以火力發電而非再生能源來替代核能。結果是每年增加 1 億噸二氧化碳排放與每度台幣 12 元的昂貴電價，約為台灣電價 4 倍。</li> <li>4. 德國為發展再生能源支付高昂的「再生能源附加費」，2014 年附加費總額超過 1 兆台幣<sup>14</sup>。德國政府最近承認廢核的能源政策代價超過 1 兆歐元(40 兆台幣)<sup>15</sup>。</li> </ol>
	比利時	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 比利時有 7 部營運中核能機組，2014 年核能發電量 321 億度，供應該國 52% 電力，核能是最大電力來源<sup>10</sup>。</li> <li>2. 福島事故後，比利時雖然計畫在 2025 年廢核，但政策仍保有彈性空間，授權聯邦能源管理局可以在能源供應面臨風險、或能源價格大幅波動時提出政策調整建議，經內閣決議後調整。比利時的廢核時間表是根據最新的 Tihange-3 號機營運 40 年期限訂定(1985 年運轉)，但更早運轉的 Doel 電廠 1、2 號機早已獲得 20 年延役許可。</li> </ol>
	瑞士	<p>瑞士宣布廢核卻讓電廠延役：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 瑞士有 5 部營運中核能機組，2014 年核能發電量 264 億度，供應該國 38% 電力，核能是第二大電力來源<sup>10</sup>。</li> <li>2. 福島事故之後，瑞士國會於 2011 年 9 月 28 日表決通過逐步廢核提案。宣示 2034 年前全面放棄核電。瑞士的廢核時間表是根據最新的 Leibstadt 機組營運 60 年期限訂定(1984 年運轉)，因此所有機組的營運期限都是 60 年。該國最早的 Beznau-1 號機已經運轉 47 年，確定將延役至 2029 年。</li> </ol>

13. 德國政府原子能法第 11 次增修條文《*Elfte Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes*》，國會於 2010 年 12 月 8 日通過，同月 14 日生效。

14. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2014), *Zeitreihen zur Entwicklung der Kosten des EEG, Tab. 5.2 An Anlagenbetreiber gezahlte EEG-Vergütungen seit 2000*. 2014 年再生能源收購總額為 253 億歐元，以平均匯率 40.2 元台幣/歐元推估，相當於 10,121 億元

15. Frankfurter Allgemeine Zeitung (2013), *Umweltminister Altmaier: Energiewende könnte bis zu einer Billion Euro kosten*, (2013/02/19).

核能政策結合綠能的國家	瑞典	<p>瑞典為世界第一個重返核能的前廢核國家：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 瑞典有 10 座營運中核能機組，2014 年核能發電量 623 億度，供應瑞典約 42% 的電力，核能是該國最大電力來源<sup>10</sup>。</li> <li>2. 瑞典是全球第一個宣布廢核政策的國家，早在 1980 年就舉辦公投廢核，關閉 Barsebäck 電廠、並計畫以再生能源取代核能，經長期努力證明不可行。瑞典憑藉深厚的工業實力，大幅提升核電機組發電容量，而且所有機組都延役 20 年。</li> <li>3. 2009 年瑞典宣布廢止非核政策：「我國正式廢止廢核政策，禁止興建新核電廠的法案也同時廢止。」<sup>16</sup> 並於 2010 年立法允許興建新的核電機組<sup>17</sup>。2005 年瑞典在公民投票獲得超過 80% 民意支持後，確定在 Forsmark 核電廠設置世界第二座高放廢料處置場，預計在 2025 年營運。</li> </ol>
	芬蘭	<p>芬蘭支持核能確保能源安全：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 芬蘭有 4 座營運中核能機組，2014 年核能發電量 227 億度，供應芬蘭約 35% 的電力，核能是該國最大電力來源<sup>10</sup>。</li> <li>2. 由於傳統能源完全依靠進口，64% 的煤炭、100% 的天然氣都依賴俄羅斯，確保能源安全成為能源政策首要目標。芬蘭長期支持核能。目前有 Olkiluoto-3 號機正在建廠，還有 Olkiluoto-4 與 Hanhikivi-1 等 2 部機組取得建廠執照。1999 年芬蘭計畫在 Olkiluoto 核電廠內設置高放射性廢棄物處置場，獲得所在地 Eurajoki 市議會高度支持，國會也在 2001 年以 159：3 懸殊比數通過，成為世界首座高放處置場址，預計在 2020 年左右完工啟用。</li> </ol>

16. 瑞典政府於 2009 年 2 月 5 日公佈能源政策白皮書《A Sustainable Energy and Climate Policy for the Environment, Competitiveness and Long-term Stability》其中直言：「目前氣候變遷才是環境問題的焦點，因此核能在可見的未來還是瑞典電力供應中重要的一環。」並宣示廢止非核政策：「我國正式廢止廢核政策，禁止興建新核電廠的法案也同時廢止。」(The Nuclear Phase-Out Act will be annulled. The prohibition against new construction in the Nuclear Activities Act will be lifted.) 並宣佈「當現有機組繼續營運至其經濟壽命終點後，政府將逐步核准興建替代機組的建廠執照。」(Permission must be given to gradually replace the existing reactors as they reach the end of their economic life.) 但政府現階段不會對核能業界提供直接或間接的協助。
17. 2010 年 6 月，瑞典國會通過《核子活動法，Lag om Kärnteknisk Verksamhet, SFS 1984:3, The Nuclear Activity Act》第 5.a 條修正案（即禁核條款：5 a § Tillstånd att uppföra en kärnkraftsreaktor får inte meddelas., No licence to build a nuclear power reactor may be issued.），允許興建新核能電廠。但還是設有「只在現有廠址興建、以取代現有營運中機組為主，且機組總數不超過 10 部」的限制條件

歐洲主要國家	英國	<p>1.英國計劃興建 10 部核電機組： 英國有 16 座營運中核能機組，2013 年核能發電量 579 億度，供應 17% 電力，核能是該國第三大電力來源<sup>10</sup>。</p> <p>2.英國擁有北海油氣田，燃氣發電曾達 50% 比率，但隨著油氣資源耗竭、憂心氣候變遷衝擊國土安全、與風力發電無法大量供電，英國在 2007 年能源大辯論之後重新大力推動核能。</p> <p>3.英國計畫在 2030 年前興建 10-12 座新機組，增加核電占比到 40%；並計畫在 2050 年前再新建 10 座核電機組。2012 年英國同意興建 Hinkley Point C 電廠新建 2 部機組<sup>18</sup>，未來政府將逐步釋出 8 處廠址供電力公司建廠。</p>
	法國	<p>法國使用核能電價歐洲最低：</p> <p>1. 法國有 58 座營運中核能機組，居世界第二位。2014 年核能發電量 4,160 億度，供應 77% 電力，核能是該國最大電力來源<sup>10</sup>。雖然現任政府宣布減低核電佔比，但確定只除役最老舊的 Fessenheim-1 號機，但損失容量可完全由興建中的 Flamanville-3 號機替代。</p> <p>2. 法國已確定對各機組延役。法國是歐陸最大電力出口國，2013 年就向宣稱廢核的德國、義大利與瑞士輸出近 480 億度電力。法國電價每度低於台幣 6 元，是德國一半；法國每人碳排放量（每人每年 5 公噸），也是德國一半，是歐洲碳排放量最低的先進經濟體。</p>
	俄羅斯	<p>俄羅斯有 9 部興建中機組與 14 部計畫興建機組：</p> <p>1. 俄羅斯有 34 部營運中核能機組，2014 年核能發電量 1,690 億度，供應全國 19% 電力<sup>10</sup>。目前還有 9 部興建中機組。2007 年政府規劃分階段擴大興建核電機組，計畫在 2020 年達到核能發電量 3,530 億度目標，是 2004 年的 2.5 倍，屆時核電佔比將擴大到 23 %。</p> <p>2. 俄羅斯持續發展核能發電，除 9 部興建中機組外，還有 14 部計畫將興建機組，該國並積極發展海上浮動式反應器、快滋生反應器與小型反應器等新科技。</p>
亞洲主要國家	南韓	<p>南韓持續發展核能：</p> <p>1. 南韓有 24 部營運中核能機組、5 部興建中機組，2014 年核能發電量 1,492 億度，供應全國 31% 電力，核能是第二大電力來源<sup>10</sup>。南韓將核能列為國家策略性支持產業，規劃 2030 年核電占比目標為 29%。</p> <p>2. 並積極推動自主設計與拓展海外市場。興建中機組都是自行設計與製造的第三代反應器。並在 2009 年成功向阿拉伯聯合大公國外銷 2 部最新型的 APR-1400 機組。</p>

18. British Broadcasting Corporation (2012), *Hinkley Point nuclear station: License granted for site*, 2012/11/26.

	中國大陸	<p>1. 中國是世界核電發展最快速國家。1991 年以前中國沒有核電機組，但 2015 年 8 月已經有 24 部機組，2014 年發電量 1,306 億度<sup>10</sup>。目前還有 28 部興建中機組與 31 部確定興建機組。僅在海峽對岸福建省，已有寧德與福清電廠共 5 部機運轉、另有 5 部興建中機組，核電規模已超過台灣<sup>19</sup>。</p> <p>2. 核能是中國期望減緩碳排放與能源進口快速增加的戰略性能源。福島事故發生後，中國曾暫停興建新機組並提升核安標準。在 2012 年通過《核電中長期發展規劃》與《核電安全規劃》後繼續興建<sup>20</sup>，預計在 2020 年有 83 部核電機組，總發電容量 8,000 萬瓩，約為台灣的 16 倍，成為僅次美國的世界第二大核電國家。中國也積極輸出核能技術，協助巴基斯坦與英國興建核能電廠。</p>
美洲主要國家	加拿大	<p>加拿大持續發展核能：</p> <p>1. 加拿大有 19 部營運中核能機組，2014 年核能發電量 1009 億度，供應全國 17% 電力，核能是第二大電力來源<sup>10</sup>。雖然 60% 電力來自豐富的水力，但加國向來重視核能發展，不但研發特殊的重水式反應器 (CANDU)，還將核能列為國家「潔淨空氣策略」重要的選項之一。</p> <p>2. 由於 CANDU 反應器具備線上更換燃料能力，因此機組容量因數非常高，但每隔 30 年必須大修並延役，目前已有 7 部機組獲得延役。此外已有 Ontario、Bruce 等電力業者計畫興建 7 部新機組，已向加拿大核安會(CNSC)申請建廠。</p>
	阿根廷	<p>阿根廷興建先進小型反應器：</p> <p>1. 阿根廷有 3 部營運中核能機組，2014 年核能發電量 53 億度，供應全國 4% 電力<sup>10</sup>。其中 Atucha-2 號機從 1981 年開始興建，在 2014 年 6 月完工發電。</p> <p>2. 阿根廷近年開始積極發展核能，2014 年開始興建自行設計的小型反應器 CAREM 25，計畫拓展國際市場。</p>
產油國家	阿拉伯聯合大公國	<p>阿拉伯聯合大公國興建 4 部核電機組<sup>21</sup>：</p> <p>阿拉伯聯合大公國為生產石油及天然氣的大國，但居安思危，即使 2011 年日本發生福島意外，該國仍於 2012 年開始興建 3 部核能機組（為韓國輸出 APR-1400 型），並未受到福島影響停止發展核能腳步。</p>

19. 2015 年福建省寧德核電站、福清核電站共 8 部機組陸續商轉，規模將為台灣 1.6 倍。

20. 中國政府網(2012), 國務院通過《核電安全規劃》和《核電中長期發展規劃》, 2012/10/24。該次國務院常務會議對於核能發展的重要結論包括：(一)穩妥恢復正常建設。合理把握建設節奏，穩步有序推進。(二)科學布局項目。“十二五”時期只在沿海安排少數經過充分論證的核電項目廠址，不安排內陸核電項目。(三)提高準入門檻。按照全球最高安全要求新建核電項目。新建核電機組必須符合三代安全標準。

21. World Nuclear Association (2014), *Nuclear Power in Saudi Arabia*.

22. World Nuclear Association (2014), *Nuclear Power in Vietnam*.

	沙烏地阿拉伯	產油國沙烏地阿拉伯：計畫興建 16 部核電機組：沙烏地阿拉伯是世界最大產油國，也與阿拉伯聯合大公國一樣選擇核能做為未來主要能源。該國計畫在 2030 年之前投資 800 億美元興建 16 部核能機組，並計畫在 2015 年舉行第一座核電廠的國際招標，預計 2022 年完工發電。
新興國家	越南	越南計畫興建 10 部核電機組：越南規劃在 2030 年之前興建 3 座核電廠共 10 部機組。2009 年國會決議在福亭興建首座核電廠，規劃設置 4 部機組，採用俄羅斯壓水反應器，預計 2023 年後發電。第二座核電廠設在永海，也規劃與法國合作設置 4 部機組，。第三座核電廠計畫興建在越南中部，目前尚未確定廠址 <sup>22</sup> 。

臺灣也認知到建立非核家園的必要性，2002年通過的「環境基本法」第23條明示「政府應訂定計畫，逐步達成非核家園目標」，將此目標列為政府制訂能源政策的法定要求。2009年，臺灣更進一步通過「再生能源發展條例」，透過擴大使用再生能源以促進國家永續發展。2011年福島核災加強了臺灣民眾對核電的擔憂，「非核家園」與「棄核轉綠」不僅依法是政府施政目標，更是大多數民意所趨的臺灣未來發展願景。

### 三、臺灣能源的現狀與挑戰

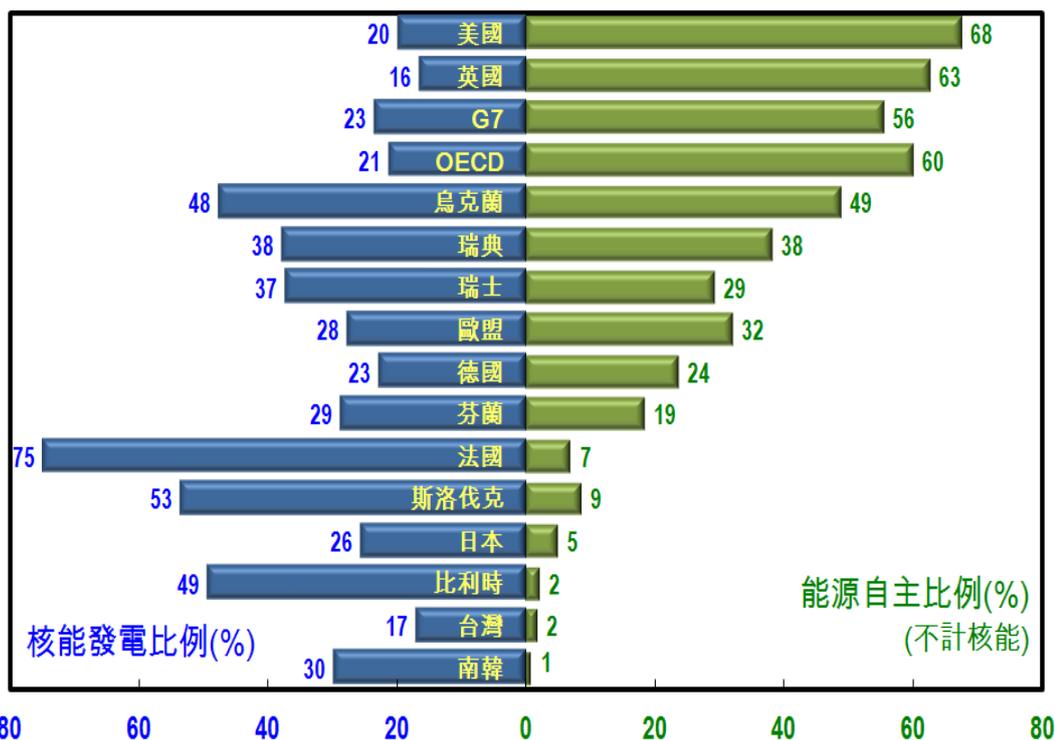
#### 1. 能源自主率低

臺灣的能源自主率極低，近20年來臺灣的進口能源依存度皆超過97%、進口石油依存度皆超過99%、核能鈾礦100%皆依賴進口，進口天然氣依存度也從1991年的70%攀升到2012年的98%，煤炭自2001年後也全部依賴進口；自主生產的再生能源卻甚少被利用。

世界先進國家能源自主率越低，核能佔比就越高。台灣是全球先進經濟體中，能源自主率最低、沒有外國電力供應、核能佔比卻最低的國家<sup>23</sup>。

---

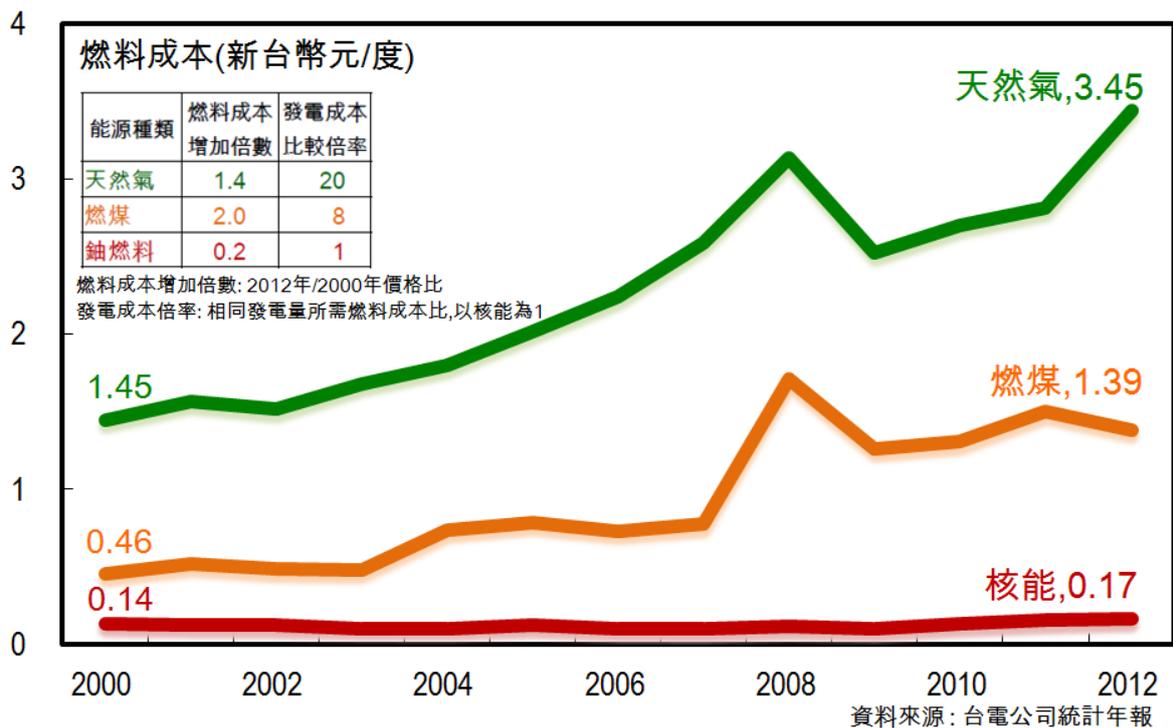
23. 根據 British Petroleum plc. (2011), *Statistical Review of World Energy 2011* 資料繪製。



資料來源：BP Statistical Review of World Energy 2011, 統計至2010年

2011年能源進口支出突破2兆大關，超過中央政府一整年的總預算。2012年能源進口占國民生產毛額（GDP）的14.55%，為10年前的4倍；能源進口值占總進口值比率達25%，能源進口負擔極重。

1. 近年來國際能源飆漲導致我國能源進口金額激增，這是國際面臨的共同難題，但我國能源進口金額增幅遠高於其他國家，就是因為過度依賴燃氣發電進口天然氣所致。下圖說明近年我國發電燃料成本變動情況。
2. 2000-2012年間，我國燃煤成本增加3倍、天然氣增加2.4倍，但核燃料只增加1.2倍。在國際能源價格飆漲期間，我國仍能維持較穩定電價正是核能的關鍵貢獻。
3. 2000-2012年間，我國煤碳進口量成長1.4倍、天然氣進口量成長2.9倍、核能持平，因此燃煤進口總金額增加4.2倍、天然氣進口總金額增加7倍、核能進口總金額增加1.2倍。由於進口天然氣92%用於發電，因此大量使用天然氣正是造成我國進口燃料金額暴漲最主要原因。



臺灣的能源消費主要集中於工業部門，能源對外依存度過高，導致產業獲利易受國際原物料價格震盪與供給短缺影響，造成能源安全與經濟發展的嚴重威脅，也大幅侵蝕臺灣經濟活動的獲利率。

## 2. 能源使用效率低

臺灣的能源政策向來以服務工業發展為主，不合理的能源價格結構，形成我國能源密集產業比重偏高的結構，造成我國能源效率使用不佳，能源生產力偏低。

2011年我國各部門能源的消費結構為：工業部門39%、住宅與服務業部門各11%、運輸部門12%、電力部門7%、農業部門1%、非能源消費19%。在工業部門內，化工、水泥、鋼鐵、造紙等能源密集產業所消費的能源占全國製造業消費總額的50%，但其創造的國內生產毛額(GDP)比重卻不到製造業GDP的13%，對全國GDP的貢獻亦低於4%。這些高耗能產業，惡化了我國能源生產力偏低的問題，能源使用效率也因此難以有效提升。

1. 高耗能產業GDP佔比有經濟部新聞稿(查詢中)

2. 政府推動能源密集產業耗能設備之能源效率管理。近年來國內能源使用效率每年提升均超過2%，改善幅度優於美、法、日、韓等國。

3. 2005-2012年我國電力密集度優於世界主要國家<sup>24</sup>。

面對能源使用效率低的問題，政府的節能政策卻本末倒置，沒有積極從能源消費比率最大的工業部門節能著手，導致節能與提升能源效率的成效不彰，是為臺灣追求永續發展的阻礙。

1. 我國近年工業部門電力密集度降低幅度優於國際主要國家<sup>25</sup>。

2. 我國工業部門具體節能措施如能源會議資料<sup>26</sup>。

## 3. 能源供給效率低

臺灣能源生產與經營長期由臺電、中油等少數公司壟斷，缺乏競爭的結果使臺灣的能源供給效率低落，阻礙臺灣能源產業的經營創新與效率革新。

---

24. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 1-2-3-1-001G、1-2-3-2-001G

25. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 1-2-4-1-002G

26. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 1-2-4-1-006G

在石油與天然氣部分，中油煉油設備老舊，煉製效率較低，加上油氣採購效率差，進口成本偏高。

在電力供給部分，臺電的發電效率愈來愈差，輸配用電效率也因智慧電網布建進度停滯不前而缺乏效率。臺電的燃煤電廠2011年每度電比1995年多用了17%的煤；跟民營電廠相比，燃煤與天然氣發電每度也都須多耗用約10%的燃料。

1. 所有火力電廠會隨營運日久設備效率自然下降。機組更新時，採用當時最新技術，自然效率較高。目前台電正進行燃煤機組全面更新，採用最先進的超超臨界機組，完成後平均效率將超過45%。
2. 94年台電公司全火力發電機組毛熱效率（LHV）為40.94%，103年全火力發電機組毛熱效率已提升為43.35%，居於世界主要綜合電力公司領先地位。

[[http://www.taipower.com.tw/content/new\\_info/new\\_info-a58.aspx?LinkID=5](http://www.taipower.com.tw/content/new_info/new_info-a58.aspx?LinkID=5)]

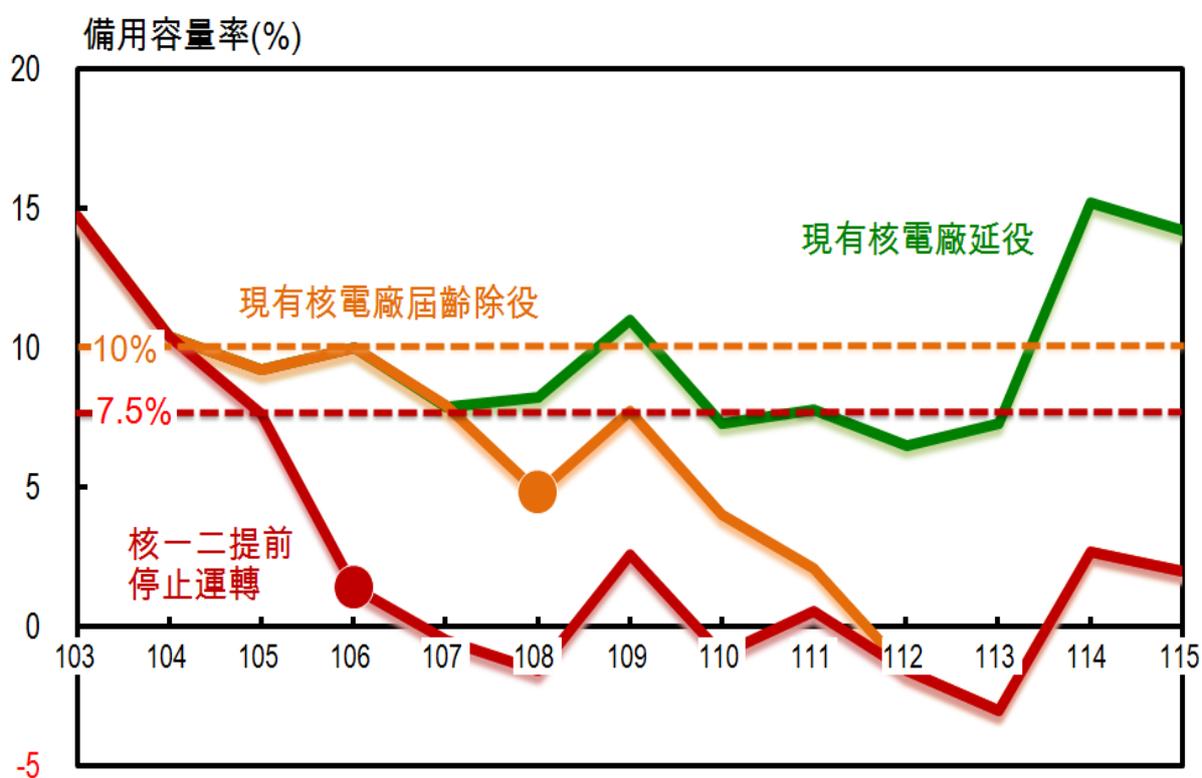
再者，臺灣的電力系統屬於大型集中式的系統，透過變電系統與長距離高壓電線輸配至用戶端，傳輸過程中造成大量的電力耗損，且難以快速追蹤用電負載變化來調整發電量而造成浪費。

台電公司在7項重要經營績效指標比較，其中「線路損失率」(4.1%)、「每戶停電時間」(17.5 分/戶/年)、「每員工售電量」(909萬度)、「火力廠熱效率」(43.35%)、「CO2排放強度」(0.498公斤碳/度)、等6項指標均排名全世界前半部。 [[http://www.taipower.com.tw/content/new\\_info/new\\_info-a58.aspx?LinkID=5](http://www.taipower.com.tw/content/new_info/new_info-a58.aspx?LinkID=5)]

此外，臺電嚴重高估電力需求與備用容量率，造成電廠投資過剩、電力浪費。臺灣的備用容量率規劃值，在2005年以前為20%、2005-2011年為16%、2012年起調降為15%。事實上，若備用容量率高於10%，臺灣就不會缺電；備用容量率高於7.4%就不會有限電危機。

1. 備用容量率：指系統在各發電機組正常發電情況下，可提供之最大發電容量，與每年最大用電量(小時)之差額，再除以每年最大用電量(小時)。

2. 機組可能因歲修、故障或氣候因素(再生能源特別嚴重，如風力機在夏天、太陽能在夜晚、水力在枯水季節)，系統無法隨時提供負載需求。
3. 以103年為例，備用容量率預估為10.4%，但7月2日備轉容量率僅1.9%，差距就達8.5%；104年迄今備轉容量率低於7.4%日數超過44天，如果備用容量率設為7.4%，今年停限電日數就是44天。
4. 再生能源會造成系統發電容量虛胖，風力、太陽能、水力平均容量因素約27%、14%與30%，遠低於核能與燃煤的85%-94%、燃氣的55%。系統中再生能源佔比越高，彌補再生能源的備用容量就需要更多。
5. 105年後台灣備用容量率長期偏低，即使現有核電廠延役，未來10年都有6年低於7.4%；如果屆期除役，未來10年有8年低於7.4%；如果核一二廠因用過燃料無法暫儲而提前停止運轉，預估105年後即全部低於7.4%。停止核電運轉等於提前缺電。(如下圖)



依台電10405案推估，假設所有目前推動之電源開發計畫均如期完工，且再生能源運用極大化

#### 4. 綠色能源使用率極低

臺灣的能源體系過度依賴核能與化石能源，潔淨、自主、可再生、充滿潛能的綠色能源使用率極低。臺灣能源供給集中度偏高，2012年煤、石油、天然氣等化石能源占了總能源供給量的90%、核能占了8%，生質能、慣常水力、太陽能、風力等多種再生能源合計僅占2%，對綠色能源的開發並不積極。

更諷刺的是，臺灣是全世界節能與綠能設備生產大國，卻幾乎不生產綠色電力。臺灣的LED光源產量全球第一、太陽能電池產量全球第二、大型風力發電機產量全球第八；然而，2011年再生能源發電量僅占3.56%，其中風力發電0.59%、太陽光電發電量甚至只有0.03%。

1. 國際風機製造商版圖穩定，各廠家早已建立完整供應鏈。國內只有東元電機可以生產2 MW風機，其他廠商只能供應部份零組件，沒有完整產業鏈，2014年總產值只有9.8億台幣，只占當年全球產值1,000億美元的0.03%。技術層次更高的離岸風機完全掌握在外商手中，台灣廠商只能代工製造部份非核心的零組件。
2. 台灣太陽能產業雖占全球第2名，但2012-2014年每年淨利率均為負值，早已淪為「電子慘業」之一。未來面臨中國大陸強勢競爭，前景未必樂觀。
3. 台灣LED產量雖居全球首位，但全球產能嚴重過剩，從2012年的過剩30%到2014年的70%，獲利率快速下滑<sup>27</sup>。
4. 台灣再生能源發展受地狹人稠等自然條件限制，與再生能源產業規模無關。就如沙烏地是世界最大產油國，卻也不是石油最大消費國一樣。

政府低估再生能源潛力，開發的努力不夠，綠色能源使用率低，不但對於環境生態與國民健康造成危害，更導致臺灣隨時籠罩於核能災害風險之中，扼殺綠色能源發展潛力，錯失產業轉型之契機。

1. 再生能源屬於不穩定補充電源、核能屬於穩定基載電源，兩者在電力系統角

---

27. 玉山投顧(2014), 產業秩序重整，耐心等待 LED 旺季來臨。2014年9月

色不同，不存在相互取代問題。台灣再生能源發展受自然條件限制，發展潛力有限。

## 2. 台灣再生能源發展潛力與限制(1)-水力發電

### 1. 台灣水力發電潛力已近飽和

(1) 我國慣常水力發電量受水情乾枯影響變化極大。民國91-93年平均只有30億度，100-102年平均為50.3億度，供電並不穩定<sup>28</sup>。

2. 我國水力發電95%以上屬於大型水庫貢獻，真正屬於再生能源的川流式小水電貢獻極低。川流式小水電因落差較小、再加上台灣河川豐枯季流量變化懸殊，發電量將遠低於目前大型水電設施。考量水力發電工程常受環保因素影響、且我國主要河川水力均已開發，整體發展已近飽和<sup>29</sup>。

### 3. 我國未來水電潛力受全球暖化影響

(1) 根據國科會估計，未來台灣冬季(枯水期)降雨可能減少，但夏季(豐水期)降雨增加。但夏季降雨更集中在颱風期間，基於防洪考量，無法充分利用降雨優勢。豐枯水季降雨量差距持續擴大，將影響水力發電穩定<sup>30</sup>。

(2) 百年來台灣全島平均年降雨日數已顯著下降，豐枯水季差距擴大等因素將嚴重限制水力發展潛力<sup>31</sup>。

4. 能源局預測台灣地區水力發電潛能至多比目前多10%，因此發電量推估至多約55億度/年，占當年總需電量1.5%<sup>32</sup>。

---

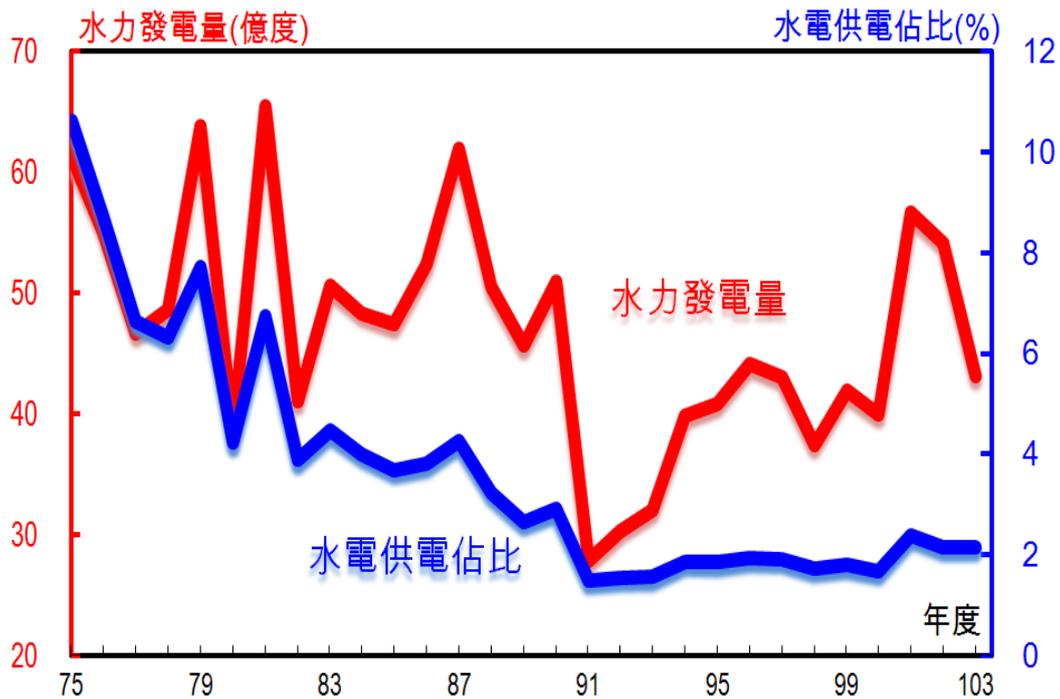
28. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-5-3-001-2.

29. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-5-2-001G、2-1-5-3-001G

30. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-5-3-001-3、3-1-1-1-034-7

31. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 3-1-1-1-034 -6.

32. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-5-3-001G



### 3. 台灣再生能源發展潛力與限制(2) - 太陽能發電

#### 1. 台灣日照時數明顯減少影響太陽能發電潛力

統計顯示全台大部分地區日照時數普遍減少。百年來台北地區平均日照時間從1,648小時/年降至目前1,431小時/年，減幅13%。太陽光電發展最迅速的中南部減少更多，台中、台南各減少400、460小時，特別是夏秋季最顯著，由於夏季是用電高峰，日照時數減少將影響太陽能發電潛力<sup>33</sup>。

2. 台灣103年太陽能發電量3.4億度，佔總發電量0.13%。雖然政府推動太陽能發電2030年目標量由原本310萬瓩倍增至620萬瓩，即使未來發電效率隨技術進步可緩慢提升，但考慮前述日照時間減少趨勢與太陽能板效率衰減因素，整體發電效率估計仍維持14%左右，年發電量至多約76億度，占當年總需電量2.1%<sup>34</sup>。

3. 以上政策目標已經涵蓋全台所有房屋屋頂與地面54平方公里土地<sup>35</sup>，在地狹人稠的台灣已屬太陽能發電的極限。

33. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-1-2-005-1

34. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-1-2-004G

35. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-1-3-003G

#### 4. 台灣再生能源發展潛力與限制(3)-風力發電

##### 1. 風力發電只能微幅支援夏季用電高峰

(1) 102年我國陸域風電總容量為61.4萬瓩，發電量約16.4億度，佔總發電量0.65%。夏季是我國傳統用電高峰，卻是風電供電能力最弱時段，如圖1。民國99-101年度風力平均供電量占電力需求0.6%，但夏季風電供電量只佔電力需求的0.3%，只能微幅支援用電高峰<sup>36</sup>。

(2) 103年7月15日全國用電創下歷史高峰。當日尖峰負載時，風電供電占比為0.0013，全日平均為0.00051。當日尖峰風電容量因數為0.072，平均為0.025<sup>37</sup>。

2. 臺灣環島一圈全插滿風機，才能取代一座核四廠：即使不考量風力發電穩定性及供需失調的問題，如果以陸上風電取代核四（每年發電193億度），以101年風力發電裝置容量約57萬瓩、年發電量14億度計算，則約需建置804.2萬瓩的風電裝置容量。以102年的風力發電機設置成本推算，大約需要花費新臺幣4,584億元，共需設置3,496座風機（每座裝置容量2,300瓩），其數量幾乎可以繞臺灣一圈，實務上並不可行。再加上目前已有許多風力機附近的居民強烈抗爭，抱怨噪音、眩光乃至影響風水問題，因此未來要大量推廣風力發電，也有相當的困難。

3. 陸域風力發電潛能有限，2030年總發電量約24億度：能源局預估我國陸域風力發電潛能為120萬瓩，但因優良風場均已開發，剩餘風場效益較低，如下表。再加上台灣強風日數有明顯減少趨勢，影響風電效益<sup>38</sup>，預估2030年陸域風電總發電量約24億度，佔當年總需電量0.67%。

4. 離岸風電雖效益較高，但發電成本昂貴，且我國較適合發展離岸風電之西南沿海、新竹外海與東南沿海，都正好位於颱風主要路徑上，每年有高度風險遭受颱風侵襲，效能將受嚴重影響，如圖2<sup>39</sup>。本次蘇迪勒颱風侵襲，台中不在颱風主要路徑，卻造成6支風機折斷的案例就是證明。

5. 2030年我國離岸風電總容量政策目標為300萬瓩，即使以發電效率39%估計，發電量約102億度，佔當年總需電量2.8%。

---

36. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-2-2-004-1

37. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-2-2-004-2

38. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-2-3-003-1

39. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-2-2-005-1

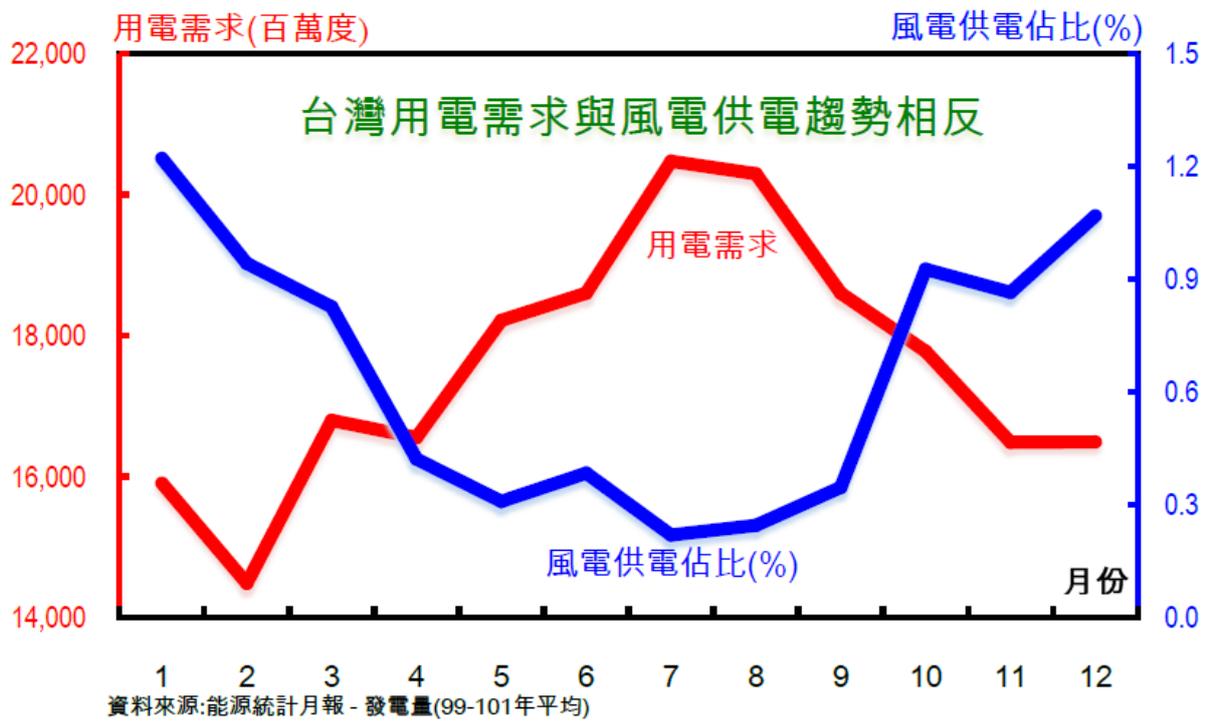


圖1 我國用電需求與風電供電能力相反

容量因數(%)	2012	2015	2020	2025	2030
陸域風機	28.2	26.0	22.7	21.2	19.8
離岸風機	-	41.9	39.3	38.5	38.5

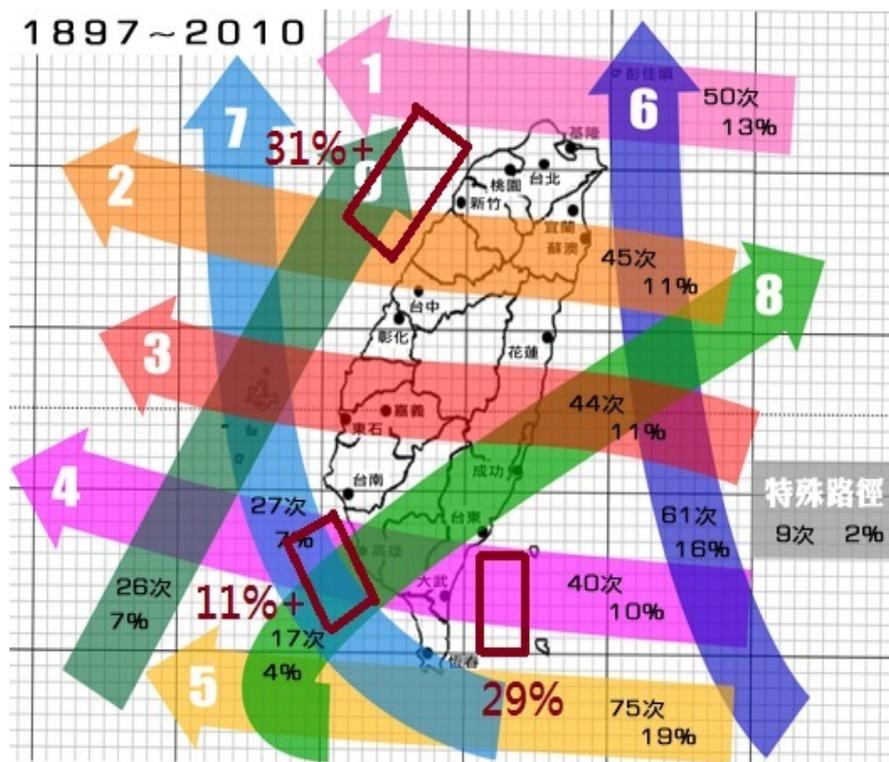


圖 2 我國主要離岸風場皆在颱風侵襲主要路徑

## 5. 台灣再生能源發展潛力與限制(4) - 生質能

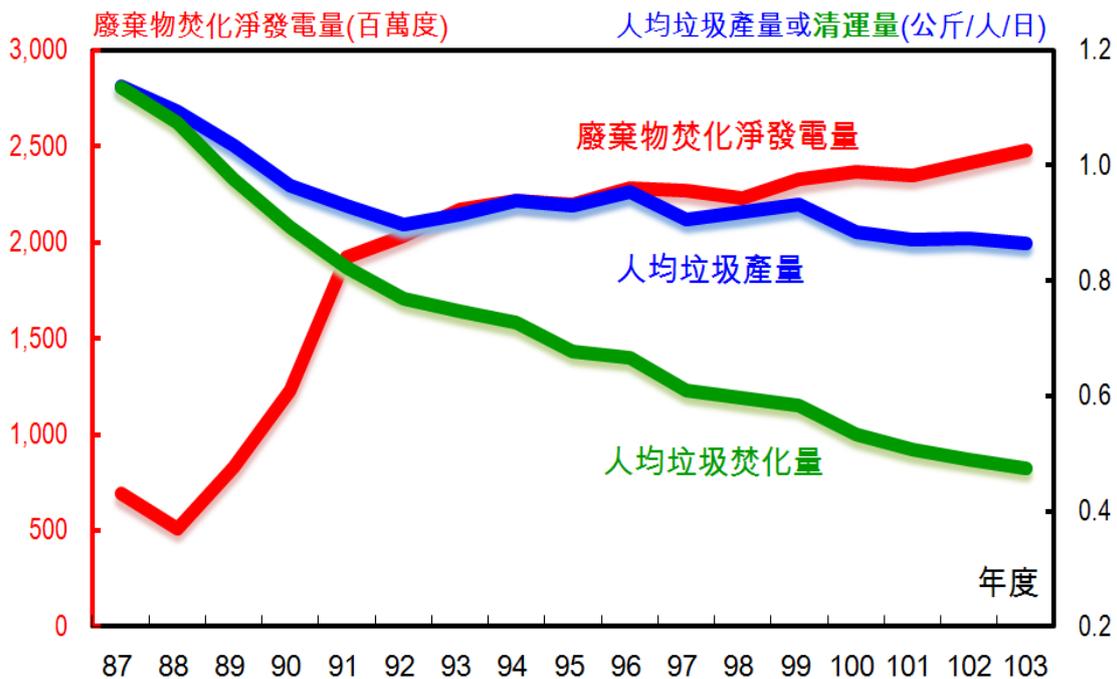
1. 國際再生能源都是傳統生質能如鑽木取火、析薪烹飪，生質能發電佔比僅 1.5%<sup>40</sup>。
2. 台灣生質能主要為廢棄物焚化發電，裝置容量62.9萬瓩，102年發電量31.4億度，是唯一可穩定供電的再生能源；生質物發電裝置容量雖佔11.1萬瓩，但發電量只有2.6億度<sup>41</sup>。
3. 民103年台灣地區共產生740萬噸垃圾，其中清運處理者共319萬噸，各種再利用與資源回收者共421萬噸。垃圾處理以焚化為主，佔96%。我國近年推動資源回收成效良好，87至103年人均垃圾產量減少1/4，資源回收率增加到48%，致近年廢棄物焚化總量與發電量均趨飽和，如下圖。目前焚化的垃圾已有1/3

40. IEA 估計 2010 年全球生質能發電佔全球總發電量 1.5%。Internal Energy Agency (2012), *Technology Roadmap - Bioenergy for Heat and Power*.

41. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-4-2-001G

屬事業廢棄物。未來事業廢棄物比重持續增加。92-103年垃圾焚化發電量只增加15%，94年之後發展即已飽和。以此推計2030年廢棄物焚化發電量至多不超過40億度，佔當年總需電量1.1%<sup>42</sup>。

- 雖然先進生質能發電計畫以生質燃料(顆粒燃料、生質煤)形式，於汽電共生或燃煤機組混燒，但仍停留在可行性評估階段，目前並無實際應用案例。



資料來源：行政院環境保護署, 環境保護統計年報, 廢棄物管理

### 台灣再生能源無法取代核能、且每年供電總成本相差 1,100 億元

- 根據政策目標，即使我國盡全力發展再生能源，2030 年總發電量仍只有 334 億度，姑不論此目標不易達成，以 310 億度較為可能，但仍少於現有核能發電量 400 億度，無法取代核能。
- 103 年我國再生能源(風力+再生能源)發電成本為 5.11 元/度 [(綠電附加費率 2.64 元/度)+(台電售電成本 2.47 元/度)]
- 以各種再生能源躉售價格推估 2030 年再生能源總購電成本為 1,415 億元，平均成本為 4.6 元/度(還原至目前幣值);102 年我國核能發電成本為 0.95 元/度，兩者每年成本差異至少 1,103 億元。

42. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-4-3-002-1

再生能源	2013 年		2030 年		購電 價格 (元/度)	購電 成本 (億元)
	發電容量 (萬瓩)	發電量 (億度)	發電容量 (萬瓩)	發電量 (億度)		
水力發電	208.1	54.2	220	55	1.4	77
太陽能發電	39.2	3.4	620	76	7.0	532
地熱發電	0	0	20	13	4.9	64
生質能	74.1	34	95	40	2.8	112
風力(陸域)	61.4	16.4	120	24	2.6	62
風力(離岸)	0	0	300	102	5.6	571
總量	382.8	108	1,375	310		1,415
平均成本(元/度)						4.6

## 5. 能源政策目標錯亂、前後矛盾

馬政府的永續能源政策以每年6%的經濟成長來規劃建立穩定的能源供應系統，同時也宣示，2025年二氧化碳排放量回到2000年的水準。前述兩個有關經濟與永續的政策各自宣示，卻未同時提出降低高耗能產業比例與發展高質化低耗能的產業政策。以目前耗能偏高的產業結構，經濟成長率與能源需求率將同步成長，必定無法達成降低能源需求與環保減碳的目標。

此外，針對能源的長期佈局，民進黨政府於2008年上半年即規劃並通過能源國家型計畫，擬統籌國科會（上游研發）、經濟部（中游技術、下游產業）、環保署（環境永續）等部會有關能源的計畫，加強上、中、下游研發連結，佈局再生能源科技與產業之發展。但馬政府自2008年接手至今，部會間的整合協調不佳，產業發展、環境保護、前瞻科技研發，仍各自發展，未見有效統整。2009至2013年投入的300億能源科技預算，見樹不見林，成效不彰。

## 貳、核心價值

### 一、綠色經濟

因應傳統化石能源與核能鈾礦逐漸耗竭，各國皆須及早佈局新的能源戰略方向與新興綠色產業。國際的趨勢是：以能源政策驅動經濟發展、提升產業競爭力、創造新綠領就業機會，並達到向節能生活型態改變的目標邁進。我們必須為經濟發展與繁榮奠定新的能源基礎，摒棄舊的能源思維，掌握發展綠色能源與節約能源的關鍵時刻，全面啟動綠色經濟革新。

## 二、永續發展

永續發展係指必須既滿足我們當代的需求，又不損害後代需求的發展模式。為了達成永續發展的目標，世界各主要國家的趨勢是即早採取以綠能為主軸的新能源政策，在追求經濟發展的同時，兼顧環境永續的需求。臺灣透過新能源政策建立經濟與環境永續的發展模式已經刻不容緩，唯有建立在綠色能源上的經濟與生活模式，才能如岩上之屋般屹立不搖。

## 三、能源自主

能源自主係指一國的能源供應能擺脫對外依賴，以在地自主生產的方式，價格合理、穩定且充足地獲得國家所需的能源，使國家不會因國外能源供應短缺而影響到經濟生產、社會生活與國家安全。在傳統能源供應不穩定、全球經濟情勢不穩定、區域地緣政治不穩定的時代，確保能源自主是國家發展的重要支柱。我們必須用國安層次的戰略思維，提高能源自主性，確保能源供應的自主與穩定。

## 參、政策主張

### 一、節約能源

#### 1. 提升能源使用功效

提高能源使用功效是節約能源最直接有效之工具，同時也促進能源自主與永續發展。積極推動節約能源概念之普及，獎勵節能設備與綠建築之建置，擬定國家節能之具體措施與分年計畫，並訂定各部門的節能目標與期程，有效落實。

1. 我國GDP自2001年至2012年期間呈現持續成長趨勢，相較之下能源密集度(產生一單位的GDP所需的能源消費量)持續下降，尤其近5年(2008~2012)能源

密集度年平均下降2.92%，經濟成長與能源消費已有明顯脫鉤的趨勢<sup>43</sup>。

2. 近年(2008-2011)我國能源密集度(每單位GDP所需之初級能源總供給，單位toe per thousand 2005 USD)平均每年下降3.72%，相較英國(-2.41%)、德國(-2.09%)、日本(-1.91%)、美國(-1.96%)、澳洲(-1.59%)、法國(-1.30%)、南韓(0.93%)，我國能源密集度下降幅度優於前述國家<sup>44</sup>。

## 2. 調整產業結構，降低能源需求

積極推動能源密集產業分年逐步轉型，逐年降低對高耗能產業之補助與優惠，推動綠色經濟與智慧生活相關產業，以調整產業結構來降低能源消費之增長，達到能源需求與經濟成長脫鉤之目標，建立環境永續的發展模式。

## 3. 發展節能技術與產業

加強節能減碳技術之研發，使節能科技與相關應用成為我國能源產業具國際競爭力之重要基礎。持續獎勵補助節能相關產業，使節能產業成為我國經濟發展的新成長引擎，並創造更多高質化的就業機會。

1. **節能遠比想像艱難。**日本最新能源政策是以節能、發展再生能源與重啟核電等3大策略來達成調整能源配比與減碳目標。

- (1) 其中節能目標 10.7%，但最主要原因卻靠日本人口自然減少。日本人口從 2007 年開始負成長，近年減幅更明顯。預估 2030 年日本人口將從目前的 1.27 億減少至 1.17 億，減幅高達 9.2%。換言之，假如人口相等，則 18 年總共只有 1.5%的節能績效，效果極其有限。

- (2) 雖然總體能源需求減少 10.7%，但電力需求反而微增，與其他工業化國家能源越來越倚靠電力的趨勢一致。

- (3) 日本沒有特別的產業調整政策，也沒有放棄高耗能產業。2013-2030 年間粗鋼、石化、水泥與紙業等四大傳統耗能產業的產量，預估分別只有 +9%、-16%、-10%與 0%的變化，年均變化量低於 1%。

---

43. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 1-2-1-2-001G.

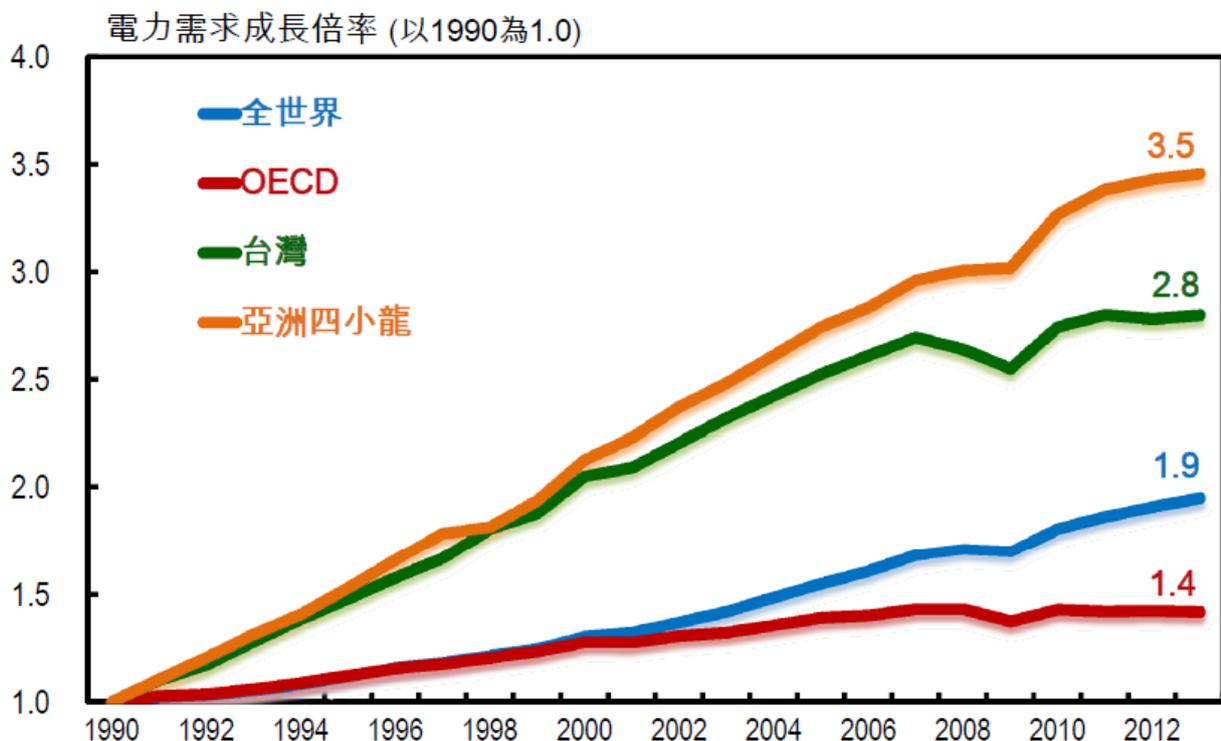
44. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 1-2-1-2-004G

## 2. 電力零成長不是常態

(1) 統計資料顯示除非遭遇金融海嘯(2009)或經濟嚴重蕭條，幾乎沒有電力零成長的現象。也沒有國家為追求電力零成長而放棄經濟發展。

(2) 過去20年OECD國家全體、全世界、台灣或我國主要經濟競爭對手-亞洲四小龍的用電成長倍率分別為1.4、1.9、2.8與3.5倍<sup>45</sup>。

3. 未來我國整體電力需求預估仍將以每年2.29%溫和成長，總用電量將從2013年的2451億度成長至2030年的3601億度<sup>46</sup>。



## 4. 推動合理能源稅費政策

降低對高排碳與高耗能產業之能源價格補貼，逐步將能源使用之外部成本內部化，促進能源價格合理化，落實使用者付費與污染者付費原則，並獎勵綠色能源應用與綠色生產。

45. 各國電力需求數據依據 British Petroleum plc. (2014), BP Statistical Review of World Energy June 2014 中 Electricity generation.

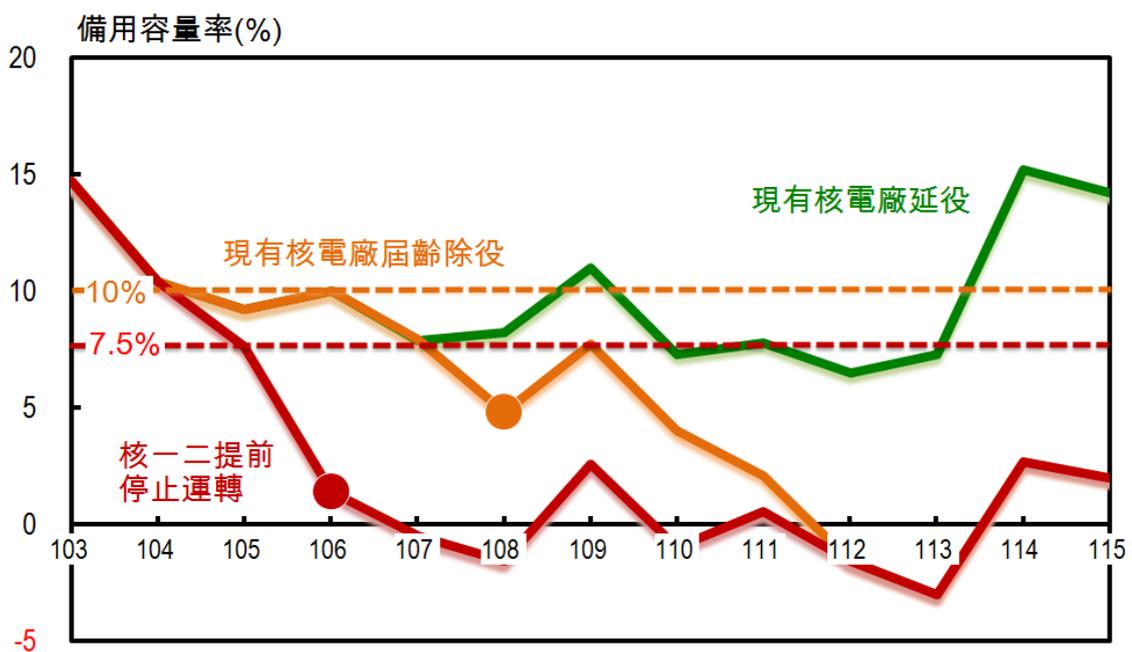
46. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 1-2-3-3-001G.

## 5. 電力備用容量率調降至10%

調降電力備用容量率目標值至10%，遏止電力設施投資過剩造成浪費，並確保供電可靠性。合理推估尖峰電力負載預測值，並據以擬定電源開發規劃，兼顧電力供應之效率與穩定。

1. 電力設施規劃以因應尖峰用電需求為主，但如尖峰與平均負載相差太大，就代表負載管理較差，國際間以負載率(平均負載÷最高負載)評估系統負載管理效能。一般先進國家約在55%-65%之間，104年我國力系統負載率已達73%，遠超過其他國家。如美國(59%)、義大利(61%)、日本(67%)、法國(55%)、英國(66%)、加拿大(66%)，僅次於南韓(76%)，績效已相當優異。
2. 機組可能因歲修、故障或氣候因素(再生能源特別嚴重，如風力機在夏天、太陽能夜晚、水力在枯水季節)，系統無法隨時提供負載需求，因此必須預留餘裕。
3. 再生能源會造成系統發電容量虛胖，風力、太陽能、水力平均容量因素約27%、14%與30%，遠低於核能與燃煤的85%-94%、燃氣的55%。系統中再生能源佔比越高，彌補再生能源的備用容量就需要更多。譬如德國，2013年再生能源裝置容量占全部容量43%，但發電量只佔23%，造成大量設備投資

的  
浪  
費



依台電10405案推估，假設所有目前推動之電源開發計畫均如期完工，且再生能源運用極大化

4. 105年後台灣備用容量率長期偏低，即使現有核電廠延役，未來10年備用容量率都低於10%，因此設定10%為備用容量率限制並無意義。

## 二、提升能源供應效率

### 1. 能源供應去壟斷化、分散化、微型化、在地化

啟動臺灣能源體系的重整與革新，將能源供應去壟斷化、分散化、微型化與在地化，透過能源供需管理機制，增進能源生產與使用效率，並減少集中式能源供應結構的大規模故障風險。

1. 電力設施微型化、分散化將增加發電成本，也等於汙染源擴散。在台灣電源開發逢電必反現況下，推動有其困難。
2. 再生能源之風電、太陽光電屬低壓電系統，本來即用於地區供電。但再生能源的間歇不穩定，仍將用傳統能源彌補，反而造成資源更大浪費。

### 2. 提高現有發電機組效率

臺電部分電廠機組已嫌老舊、發電效率不彰，應加速進行老舊電廠發電機組之更新，以更先進之發電機組提高能源效率，並達到降低二氧化碳排放量與減輕環境污染之永續目標。

台電已推動燃煤機組更新。

### 3. 佈建智慧電網與電表，提高輸、配、用電效率

發揮臺灣資通訊與電機電子的技術優勢，建構完善的智慧型電網與電表，促進饋電及變電系統升級，提供大規模分散式電力供需調控所需的基礎建設，降低輸電損耗、平衡負載供需、提高用電效率，改善臺灣的經濟型態與生活方式。

1. 台電早已實現部分智慧電網核心技術，如輸電系統自動故障偵測、自動隔離、故障修復、自動復電、與裝設大用戶智慧電錶，供電覆蓋率超過60%。小用戶的智慧電錶價格昂貴且用電佔比較低。

### 三、發展綠能

#### 1. 落實再生能源發展條例立法精神

落實再生能源發展條例立法精神，完成相關子法的訂定，並運用各式配套政策工具，積極開發再生能源，排除再生能源發展之障礙，創造綠色能源市場，提供民間投資於綠色能源產業的誘因與信心。

#### 2. 結合在地特色，發展綠能產業

臺灣各地皆具備發展綠色能源產業的在地特色與天然優勢，應鼓勵地方結合在地特色、優勢與需求，發揮臺灣發展綠能產業的世界級優勢，發展綠能科技與產業，促進綠色在地經濟。

#### 3. 綠色能源20-20方案

積極建立綠色能源應用計畫與策略方案，提升再生能源發電（太陽能、風能、生質能、地熱能、海洋能等）比重。至2025年，臺灣的綠色能源發電量占總發電量的比率達20%、創造20萬個綠領就業機會。

#### 4. 綠色能源電力優先併入電網

為鼓勵綠色再生能源發電之發展，應比照各先進國家的制度，提供綠色能源電力優先併入電網之保障，經營輸電與配電業務之電力公用事業，就再生能源發電負有併聯與收購責任，並提供用戶購電選擇權。

### 四、科技創新

#### 1. 建構能源科技創新體系

強化公民參與，形成國家能源、環境與經濟整體策略的共識，建構能源科技創新體系，優化能源科技創新決策平台與治理機制，提升臺灣能源科技的創新動能與競爭力，重新打造新智慧生活所須的能源科技架構。

## 2. 推動能源科技創新與應用研發

以節能與綠能科技為主軸，推動先進能源技術研究及其應用之研發創新，積極發展自主核心技術與標準，並藉由技術差異獎勵引導新能源技術進入能源供需體系，建立領先全球的能源技術與產業。

## 3. 提升新能源系統整合應用與技術服務能力

結合臺灣資通訊產業的技術與產業優勢，全方位發展新能源的系統整合應用與技術服務產業，透過能源與資通訊科技匯流，在綠能、節能與智慧電網等技術服務領域擴大臺灣科技優勢與產業競爭力。

## 4. 發展區域利基型能源科技

發展區域利基型的能源科技，構築結合在地資源條件、技術優勢與產官學策略合作聯盟的能源科技研發與人才培育體系，加強在地研發基礎建設，塑造區域創新產業聚落，育成符合環境永續的在地產業與經濟。

# 五、能源事業革新

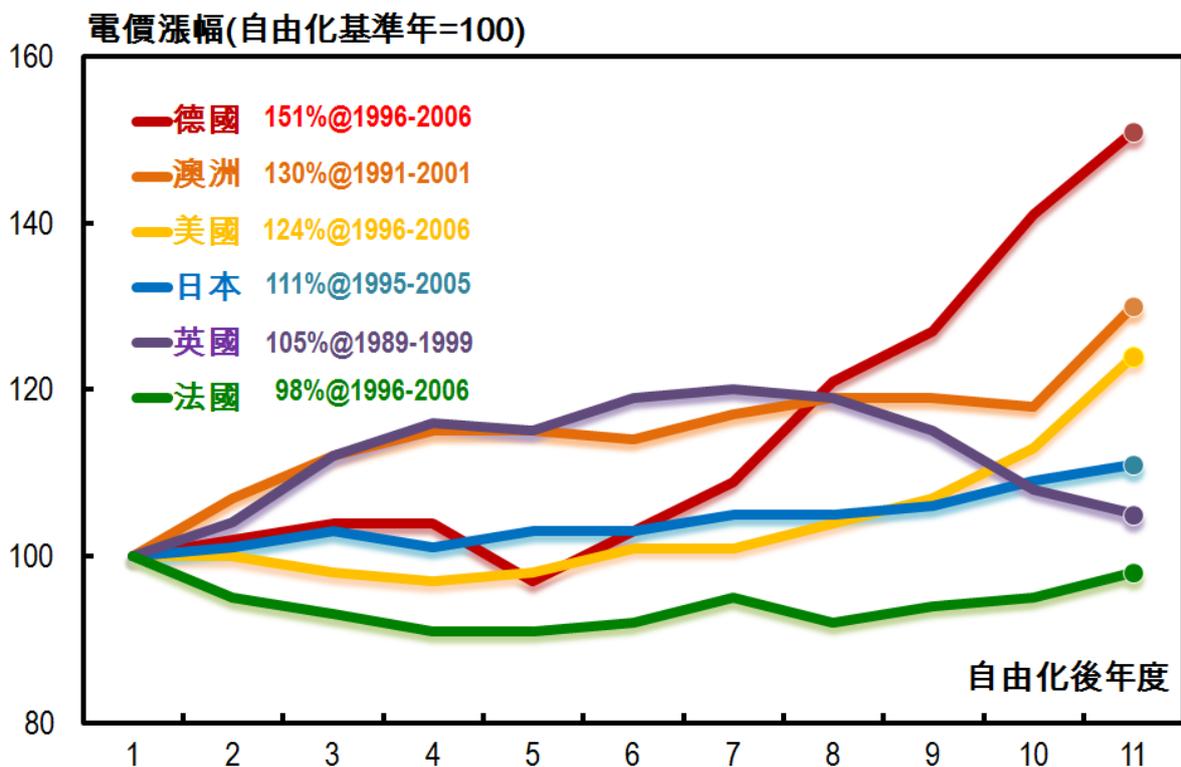
## 1. 重整並改革能源市場

打破全國性綜合電業與油氣聯合寡占之壟斷結構，創造能源事業之公平競爭環境，提升能源事業之服務品質與經營效率，建立多元化、分散化、微型化、在地化、潔淨化的能源供給體系，提升人民福祉，消弭再生能源發展之障礙。

1. 根據世界各國電力自由化經驗，電價必定上漲，增加民眾負擔，下圖顯示主要國家電業自由化後平均電價增加狀況，只有以核能為主的法國電價還

比自由化前低，其他國家都比自由化前高，而且變動幅度加劇<sup>48</sup>。

2. 以上各國自由化後10年電價都沒有經歷2005年開始的能源價格飆漲階段，如果考慮能源飆漲，德國電價漲幅已超過2.1倍。
3. 我國所有發電用燃料都來自進口，購量微小而且來源重疊性高，根本沒有議價空間，也沒有自由化透過市場競爭造成價格差異的空間。只要比較已自由競爭的油品市場，價格漲跌幅度與時間相同，民眾如何獲得自由化利益。
4. 另一方面，2005-2012年國價能源價格飆漲期間，由於台電是國營事業，政府可以要求台電凍漲吸收能源價差，是台電2800億元虧損主因。自由化後如果能源價格再上漲，就必須立即全數反映在電價成本，增加全民負擔與企業成本變動。



## 2. 建立強而有力的獨立監管機制

設置獨立之能源公用事業監理委員會，資訊透明公開，訂定能源價格調整機

48. International Energy Agency, *Energy Prices and Taxes*.

制，防止壟斷之聯合行為。設置電力調度與電業監理委員會，以監管輸配電公共性、維護無歧視且公平之輸配電機會、確保電力系統安全與穩定。

### 3. 確保弱勢優先與社會正義的能源供應體系

確保弱勢地區與群體合理使用能源之機會，滿足其能源需求，投入公共資源建設能源管線與供應設備之基礎設施，協助偏鄉弱勢群體購置更新節能設備，使能源供應體系符合社會正義。

## 六、非核家園

### 1. 立即停建核四廠，現有三座核電廠不延役

立即終止核四電廠興建計畫，核一、核二、核三廠不延長運轉年限並如期完成除役作業。儘速制定「非核家園推動法」，具體落實「環境基本法」明定之「非核家園」的法定目標。

### 2. 落實核電廠安全監督

借鏡日本福島核災後世界各國及組織之應變標準與經驗，立即啟動現存核電廠之安全查核、壓力測試後，再決定必要之補強或提前除役，以確保非核家園實現前核能設施的運轉安全。

1. 台灣地質結構不易發生大海嘯，陸上與附近海域斷層最長約100餘公里，所引發地震規模有限。福島事故後模擬分析結果顯示，各核電廠廠址高程遠高於全世界各處大規模海溝斷層所能造成的最大可能海嘯溯上高程，現有設計已具有安全性。
2. 我國核電廠原本即較日本福島電廠多出6重防護優勢。福島事故後，我國進行核能安全總體檢與國際標準壓力測試，國際專家認定我國核能電廠符合國際核安標準，即使發生類似福島天災，亦可安全無虞。
3. 我國核電廠已根據福島經驗建立後備與救援電源、後備與救援水源、用過燃料池救援，並完成救援資源之整備。並將增建緊急應變中心、圍阻體排氣過濾器等與防海嘯牆，並完成耐震補強工程，可提升耐震能力1.6-1.8倍。
4. 我國已發展「斷然處置措施」，一旦遭遇超大型複合式天災，在輻射外洩之

前，立即注水冷卻反應爐，避免輻射污染與民眾大規模疏散。

5. 我國有完整核子事故緊急應變體系，已規劃疏散、掩蔽等民眾防護計畫。

### 3. 強化核災緊急應變機制

全盤檢討現行核子事故緊急應變機制，擴大核電廠「緊急應變計畫區」範圍，強化核災應變設施與資源之整備，平時演習的狀況想定必須符合核災時大規模疏散與複雜多變情境的需求。

1. 在源頭上，防範事故的發生—避免安全設備喪失功能，強化抗地震、防山洪、耐海嘯的能力，包括新增後備移動式電源車、規劃後備水源、新增後備器具、修訂作業程序及人員訓練等。
2. 若前述新增設備器具仍無法有效控制核子事故的發生，核能電廠會以避免大量放射性物質外釋為首要任務，在最短時間內啟動「斷然處置程序」，即使放棄核電廠，也不讓輻射大量的外洩。
3. 在防災法規面上，修正核子事故緊急應變法與子法、訂定公共給水及水庫原水輻射災害防救業務計畫、審查台電公司民眾防護分析及規劃檢討報告及核定地方政府之區域民眾防護應變計畫，並結合國家防救災體系，建立複合式災害應變機制等。
4. 在防災實務面上，重新進行緊急應變計畫區檢討、強化民眾預警通知能量、建立國家碘片儲存庫、規劃預防性疏散與接待學校、強化陸海空域輻射偵測能力、簽定台美事故支援合作意向書及海峽兩岸核電安全合作協議等；以強化災害發生後之預警通知、室內掩蔽及疏散收容等防護措施。

### 民進黨版能源政策弱點

先進國家能源政策必須兼顧環境永續、經濟可行與能源安全等3面向。

DPP版能源政策弱點在於：

1. 忽略技術可行性(許多口號性技術即使在先進國家都還在概念階段)

- 1.1. 分散式能源在技術可靠度、經濟效益與規模距離實用都很遙遠，且仍然無法解決國內對於電力設施的鄰避效應
- 1.2. 先天不穩定的再生能源如何穩定供電
- 1.3. 如何抑低尖峰負載
- 1.4. 如何降低線損率
- 1.5. 如何透過智慧電網達到節能目標(智慧電網只能在佔25%的家戶與商業用電上節約一小部分離峰電力，對於用電量75%的工業用戶或各部門尖峰用電並無節能實質意義)。
2. 沒有經濟可行性與替代成本估算(只有口號，沒有具體數字)
3. 誇大綠能對國內產業的經濟效益(太陽能與LED早已是連年虧損的慘業，風電只能生產低附加價值的次要零配件)
4. 誇大綠能發電量，且遠水救不了近火，2030年目標無法解決2016年困難
5. 忽視我國電力系統備用容量率即將面臨長期偏低事實與對經濟民生的衝擊
6. 沒有訂立國家減碳目標，也沒有量化基礎說明如何在沒有核電情節下達成減碳目標。
7. 非核後的台灣能源安全更脆弱，如何補強毫無論述。

## 附錄1 - 日本新能源政策

表 1 統計 2010-2014 年日本總用電量、電業年排碳量與發電用燃料費變化情形。2011 年日本因福島事故影響暫停核能機組運轉後，為滿足用電需求，不得不啟用早已封存、效率較低的老舊燃煤與燃油機組，使得火力發電比例從 64% 暴增到 2014 年的 90%。同期電業總排碳量從 3.74 億噸暴增為 4.74 億噸，4 年間累計增加 3.87 億噸，平均每年增加 1 億噸。發電業燃料費則從 3.6 兆日圓增加到 12.9 兆日圓，平均每年增加 5.5 兆日圓。財務省指出大量採購化石燃料是日本從 2010 年 6.63 兆日圓順差變成 2014 年有 -12.8 兆逆差的主要原因<sup>49</sup>。

表 1 2010-2014 年日本用電量、電業年排碳量與發電用燃料費

年度	總用電量 <sup>50</sup> (億度)	火力發電 比例(%)	電業排碳量 <sup>51</sup> (億噸-CO <sub>2</sub> )	發電燃料費 <sup>52</sup> (兆日圓)
2010(福島事故前)	10,638	64.2	3.74	3.6
2011	10,188	74.9	4.39	5.9
2012	10,115	88.8	4.86	8.4
2013	9,943	88.5	4.84	9.2
2014	9,745	89.7	4.74	12.9
2011-2014 累積量			+3.87	+22.0
2011-2014 平均量	9,998	85.5	+0.97	+5.5

日本大量進口天然氣替代核能發電，也造成亞太地區天然氣價格暴漲。圖 1 比較 2000-2014 年美國(本土管輸氣)、德國(主要來自俄羅斯管輸氣)與日本(進口液化天然氣)價格。三者趨勢在 2011 年後明顯不同，當美國、歐洲氣價減低或平穩之際，日本天然氣價卻節節升高，去年甚至達到歷史最高紀錄。2010-2014 年日本發電業燃料費增加 3.8 倍，電價也開始從 2012 年大幅調漲。同期家庭電價

49. 財務省 (2011-2015), 平成 22-26 年分貿易統計(速報)の概要。

50. International Energy Agency (2015), *Monthly Electricity Survey*.

51. 經濟產業省·資源エネルギー庁(2015), 日本のエネルギー-2014.

52. 經濟產業省·資源エネルギー庁(2015), 長期エネルギー需給見通し骨子(案)関連資料。

平均漲幅 19.4%，工業電價平均漲幅 28.4%，嚴重影響日本經濟發展。

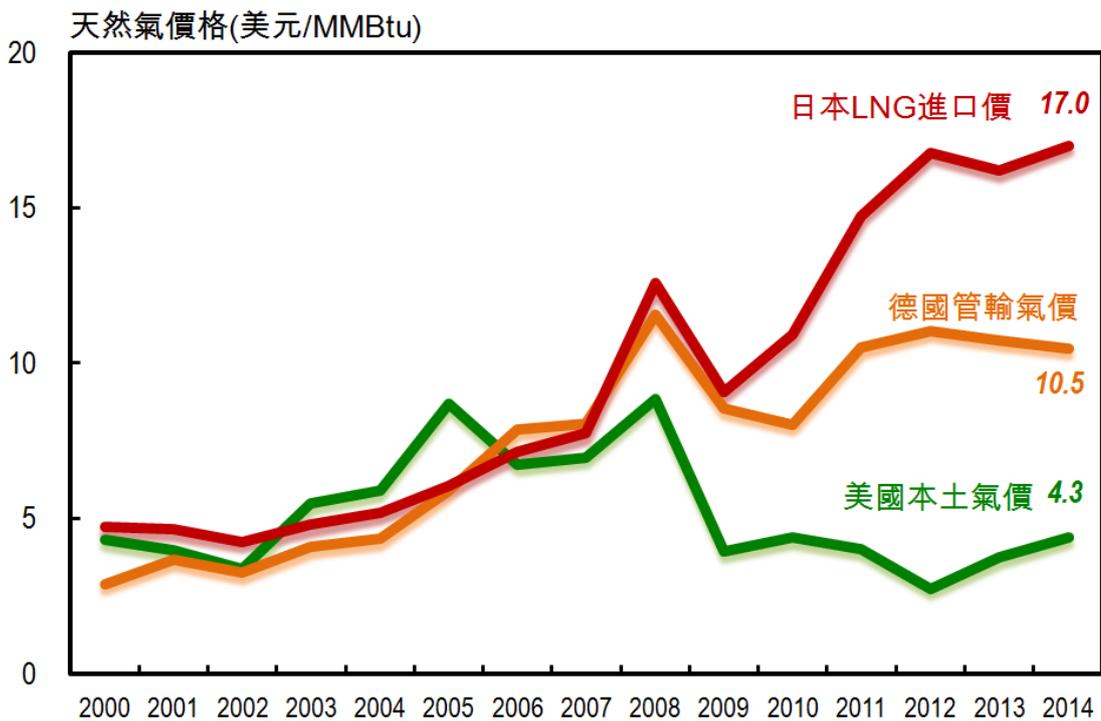


圖 1 2000-2014 年日本、歐洲與美國天然氣價變動

我國燃氣發電量約占全系統 1/3，日本大量進口天然氣也連帶嚴重影響我國燃氣發電成本。根據統計，2010-2014 年我國燃氣發電的燃料成本從 2.72 元/度增加到 3.57 元/度，增幅 31%<sup>53</sup>，是台電公司同期發生鉅額虧損的主要原因之一。

福島事故後，執政的民主黨政府承受相當壓力一度推動廢核政策，2012 年 9 月提出「革新能源環境戰略」，宣布以 2030 年代核電歸零為政策。主張「盡早實現核電歸零」政策：嚴格限制核電廠運轉 40 年、核電廠必須通過安全確認後才得以再啟動、以及不增設新核電廠等策略，但仍允許島根-3 號機和大間-1 號機等 2 座機組繼續興建，造成政策與實務之間矛盾。此外，核電歸零政策基調也引發日本能源經濟研究所(IEEJ)與所有大工商團體一致反對。最後內閣會議決議改為「未來能源政策將參考相關的地方政府和國際社會議論，持續進行修正」一語帶過。

大力開發再生能源是民主黨政府另一項重要能源政策，日本對再生能源收購的制度與我國雷同，是以固定價格收購 20 年。根據經產省統計，2012-2014 年的再生能源收購金額從 1,900 億日圓(每家庭平均為 1,000 日圓)增加為 6,500 億

53. 台灣電力公司網站，天然氣發電成本。

日圓(每家庭平均為 2,700 日圓)；今年預估將達到 1.3 兆日圓，相當於每家庭負擔 5,400 日圓/年(1,400 台幣/年)。

雖然再生能源收購金額增加 3.4 倍，但同期裝置容量只增加 0.5 倍。原因與我國一樣，較便宜的水力與陸域風力都已開發飽和，新購入的都是較昂貴的太陽能。經產省預估，單單目前已簽約、但尚未發電的容量一但開始售電，收購總金額就將高達每年 2.7 兆日圓，相當於每個家庭要負擔 11,200 日圓/年(相當於 3,000 台幣/年)，長久以往將對日本的經濟產生嚴重負擔。

2012 年 12 月政黨輪替，自民黨安倍晉三總理於 2012 年 12 月 21 日就職記者會公開表示，重新檢討民主黨政府不再增設核能機組的能源政策，自民黨會制定包括重啟核電的新能源政策。經產省茂木大臣指出，日本政府將尊重原子力規制委員會對於確認核能發電安全所作出之專業判斷，由政府負起包括向地方說明，以及決定核電廠再啟動之最終判斷責任。

安倍首相決定在確保核安情況下將重啟核電廠，但也承諾今後將努力降低對核能的依賴。他將建構「3E 能源政策」(即確保能源安全(Energy security)、提升能源經濟(Economic efficiency)與環境友善(Environment))，將包括核能在內的所有能源組合納入。

今年底聯合國氣候變遷綱要公約簽署國(UNFCCC)將在巴黎召開 COP-21 會議，為回應全球要求設定國家中長期減碳目標的強烈呼聲，日本政府在 4 月底宣布「長期エネルギー需給見通し-2030」的能源政策草案<sup>54</sup>，希望在 2030 年能達到以下目標：

1. 能源自給率應從 311 地震後的 6%，恢復震前的 25%。
2. 能源部門碳排放減量目標比 2013 年減少 22% (同期美國減量目標為 18-21%、歐盟為 24%)
3. 總能源需求(Total energy consumption)必須比 2013 年減少 10.7%，達到 3.26 億公秉油當量(326 Mkt<sub>oe</sub>)。其中 28%為電力，72%為熱能。2030 年初級能源(Primary energy)適當配比規劃為：石油(32%)、煤碳(25%)、天然氣(18%)、再生能源(13-14%)與核能(10%-11%)。
4. 電力部門(Power Sector)總需電量為 9,808 億度，比 2013 年增加 142 億度。總發電量估計為 10,650 億度，考量供電穩定，系統基載電源(baseload)以 56%為規劃目標，最佳配比為：燃氣(27%)，燃煤(26%)，

---

54. 經濟產業省·資源エネルギー庁(2015), 長期エネルギー需給見通し(案)

核能(20-22%)，水力(8.8-9.2%)，太陽光電(7%)，生質能(3.7-4.6%)，風力發電(1.7%)，燃油(3%)與地熱(1-1.1%)，詳如圖 2。

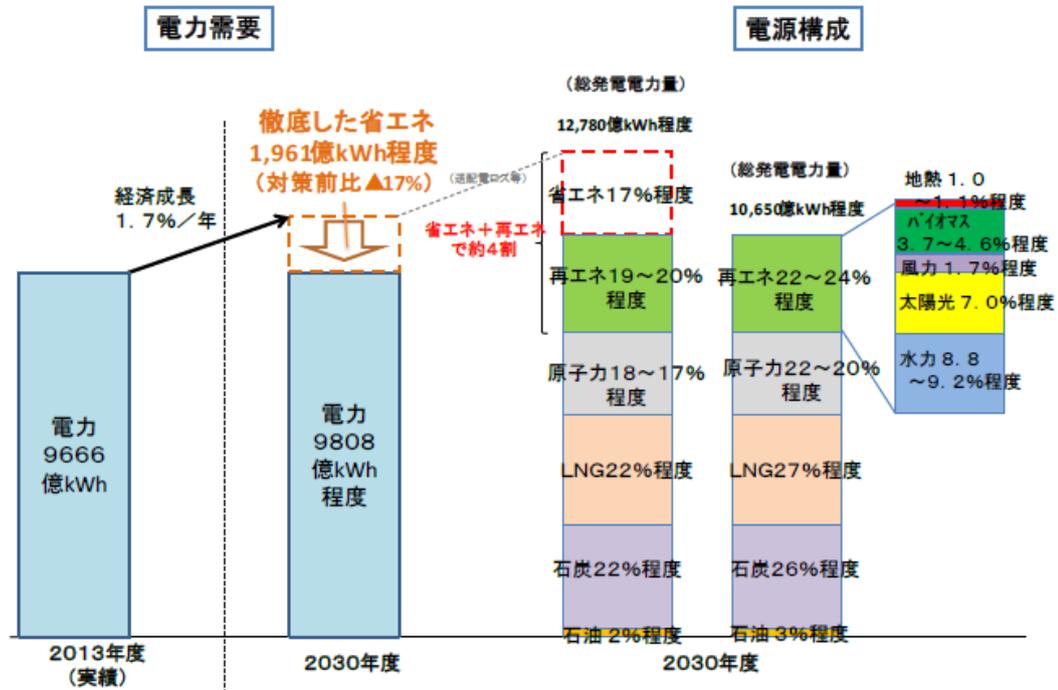


圖 2 日本新能源政策下 2030 年電力配比

日本新能源政策背景說明如下：

4. 新能源政策是以節能、發展再生能源與重啟核電等 3 大策略來達成調整能源配比與減碳目標。

(1) 節能目標 10.7%，但最主要原因卻靠日本人口自然減少。日本人口從 2007 年開始負成長，近年減幅更明顯。預估 2030 年日本人口將從目前的 1.27 億減少至 1.17 億，減幅高達 9.2%。換言之，假如人口相等，則 18 年只有 1.5% 的節能績效，效果極其有限。

(1) 雖然總體能源需求減少 10.7%，但電力需求反而微增，與其他工業化國家能源越來越倚靠電力的趨勢一致。

(2) 2013 年日本再生能源總發電量約 160 億度(大水電約 840 億度並不屬再生能源)，約佔總發電量 1.7%，平均收購價約 25 日圓/度。日本希

望在 2030 年將再生能源佔比提高到 22%-24%，但其中大水力還是佔 8%以上；嚴格來說，再生能源佔比只有 15-16%。由於昂貴的太陽能發電佔比最大，導致再生能源收購價約 24 日圓/度，幾乎與 2013 年相等，如表 2。

- (3) 重啟核能是平衡收購再生能源沉重經濟負擔、提升能源自主率與基載電力比率、達成減碳目標的最佳方案。新能源方案中核能佔比 20-22%，相當於目前 43 部可營運機組與 2 部興建中機組(總容量 4,294 萬瓩)全部重新起動。

表 2 2013 與 2030 年日本再生能源供給目標

能源種類	2013			2030		
	收購價 (日圓/度)	發電量 (億度)	收購金額 (億日圓)	預估收購價 (日圓/度)	發電量 (億度)	收購金額 (億日圓)
大水力 (非再生能源)		840			840	
小水力 (再生能源)	14-25	9 <sup>55</sup>	約 180	17	99-141	1,900-2,900
生質能	13-39	32	620	16	394-490	6,300-8,300
風力	36	49	940	23	182	4,200
太陽能	32-37	71	約 2,200	31	749	23,000
地熱	26-40	0.06	2	17	102-113	1,700-2,000
再生能源總計	25(平均)	161	約 3,940	24(平均)	1,526-1,675	37,200-40,400

5. 日本沒有特別的產業調整政策，也沒有放棄高耗能產業。2013-2030 年間粗鋼、石化、水泥與紙業等四大傳統耗能產業的產量，預估分別只有 +9%、-16%、-10%與 0%的變化，年均變化量低於 1%。
6. 雖然強調發展燃料電池汽車產業，並以每年 10 萬輛為銷售目標，然而

55. 經濟産業省・資源エネルギー庁(2015), 固定価格買取制度情報公表用ウェブサイト,表 C 買取電力量及び買取金額の推移(固定価格買取制度における再生可能エネルギー発電設備を用いた発電電力量の買取実績について)

18 年累積銷售數量也只是現有 7,500 萬輛汽車的 2.3%。雖然強調加速邁入氫能源時代，推動分散式燃料電池供電，卻沒有說明產氫所需的大量能源究竟從何而來？

以上事實告訴我們，即使先進國家的產業轉型都有極大困難，更何況工業技術能力遠遜於日本的我國，向節能社會邁進所面臨多重現實困難有待克服。

### 重啟核能是日本最務實的能源政策

安倍政府深切了解過去幾年因福島事故停止其他核能機組營運對日本的深遠影響，因此上任之初就宣布重啟核電的能源政策。重啟核電可以確保能源安全、履行國際減碳承諾，也能大幅提升經濟競爭力，未來日本核電仍為佔比第 3 高的低碳能源，並與燃煤成為最主要的穩定基載電源。

能源經濟性是新能源政策核心議題，日本政府此次提出新能源政策時針對核能安全與經濟性、核子事故風險成本等各界關切焦點進行詳細評估，結果顯示 2030 年時核能發電成本約為 10 日圓/度，仍然低於所有傳統火力電源與再生能源，如圖 3。核能成本項目分析如表 3。特別注意的是，由於新核安標準已大幅降低核子事故風險，核子事故風險成本只有 0.3 日圓/度，而且核後端營運整體成本約為 1 日圓/度，均遠低於環保團體宣稱的費用。

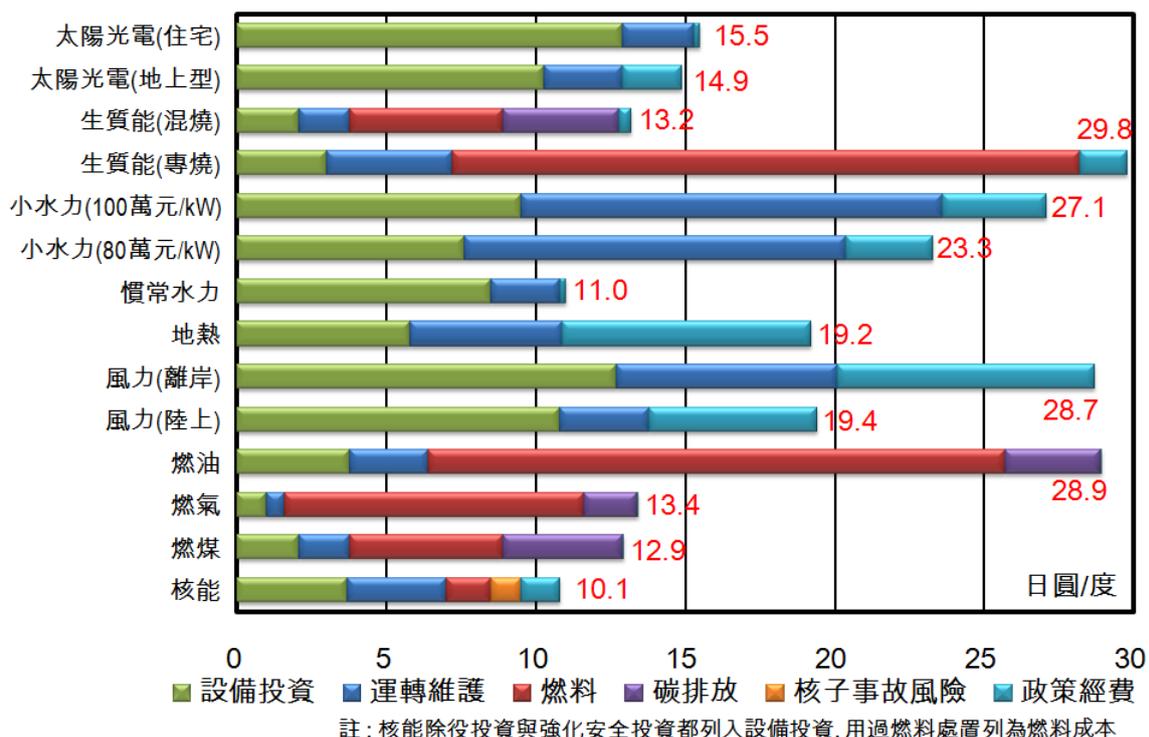


圖 3 2030 年日本各種能源的發電成本

表 2 日本新能源政策中核能成本分析

成本項目	平均金額 (日圓/度)	說明
1. 設備投資	3.7	現有機組建廠投資 37 萬圓/kW (2.7 日圓/度)、符合新核安標準需增加投資 0.6 日圓/度、電廠除役成本 0.4 日圓/度。 新核安標準可將嚴重核子事故風險降低至 1/12,000 爐年
2. 運轉維護	3.3	維護保養(建廠成本 2.2%)、各項雜費(84.4 億元/年)
3. 燃料費	1.5	核燃料成本(0.9 日圓/度), 用過燃料再處理+高放廢棄物處理處置(0.6 日圓/度)
4. 核子事故風險	0.3	核子事故損害費用(9.1 兆元/4,000 爐年)
5. 政策經費	1.3	根據《電源三法》提供之立地交付金、技術研究發展、其他行政費用等，合計約 3,400 億日圓/年
總計	10.1	

## 附錄 2 德國廢核代價

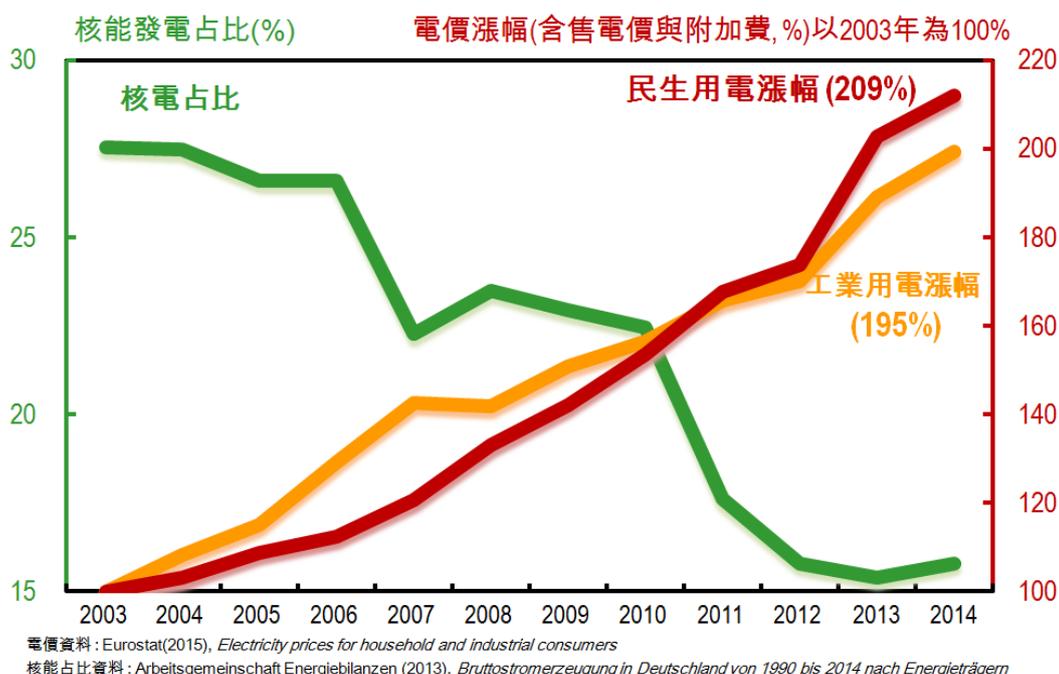
### 1. 福島事故後倉促廢核

- (1) 德國在1999年首度宣布廢核政策，因嚴重影響經濟遂在2010年福島事故前夕立法通過現有核電廠延壽8-14年。
- (2) 2010年德國有17部核電機組，發電佔比約23%，發電量約1400億度。福島事故後再度宣布廢核，並停止8部機組運轉，核能發電量降至900-1000億度。其餘9部機組自2015年起逐步停役，至2022年全部停役。2015年6月 Grafenrheinfeld 機組停止運轉，目前仍有8部機組營運中。

### 2. 廢核導致電價暴漲

2003-2014德國核能發電量減少680億度，佔比從28%下降至15%，同期工業與民生電價分別大幅上漲95%與109%。原因包括：

- (1) 使用燃氣發電部分替代核能(增加210億度)，但同期德國進口氣價增加近2.5倍。
- (2) 再生能源增加1,100億度，但再生能源收購金額增加10倍，達10,121億元。
- (3) 由於低成本的核電減少，減低德國面對化石燃料上漲與昂貴的再生能源增加所造成的電價結構衝擊因應能力。

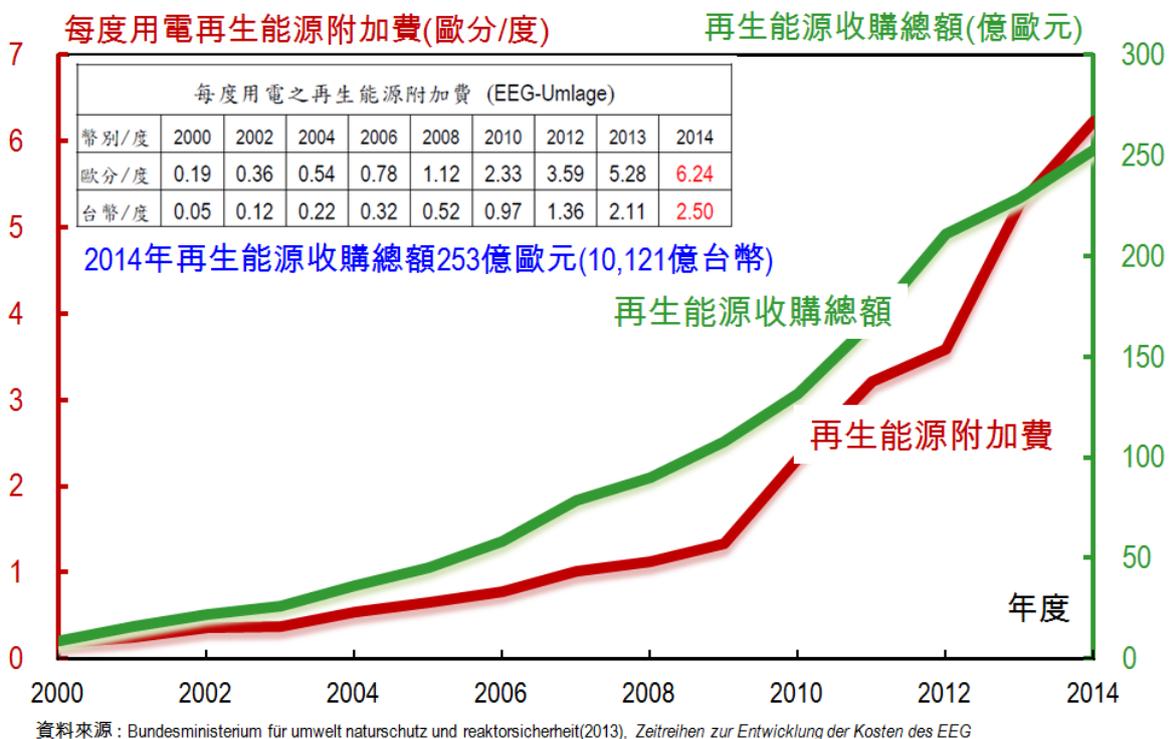


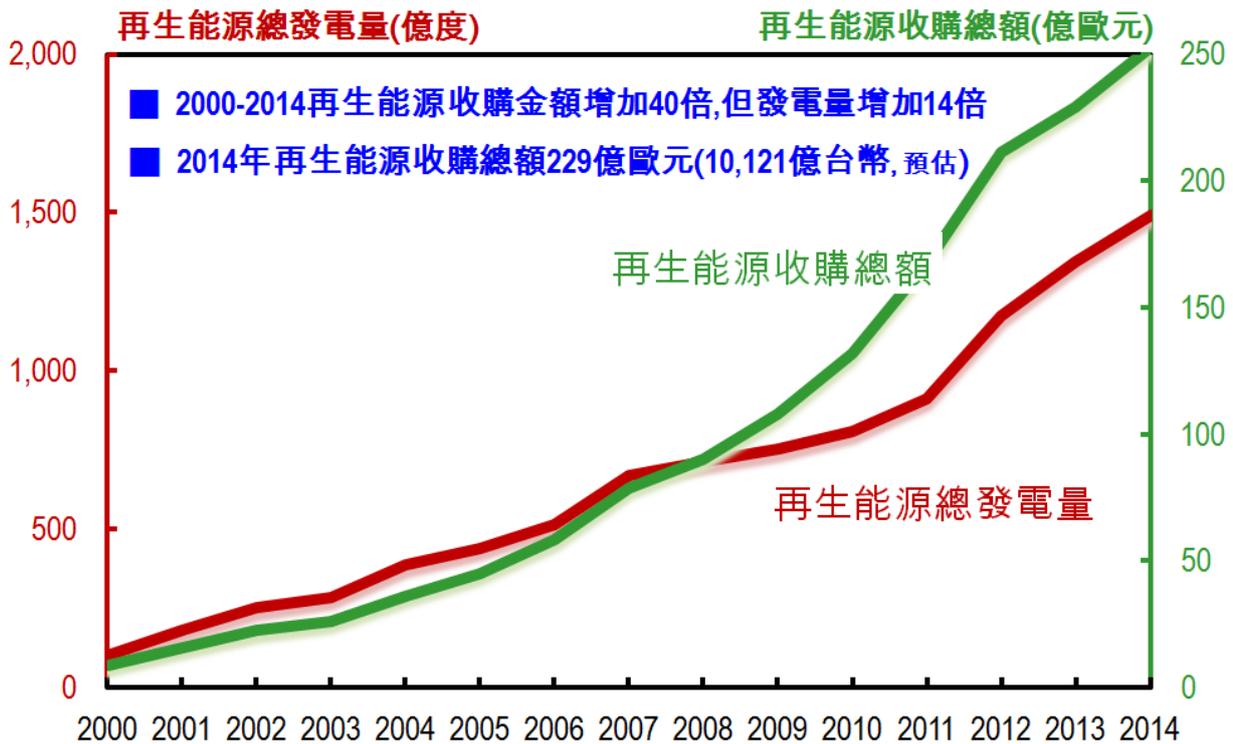
### 3. 收購再生能源導致電價暴漲

- (1) 德國以再生能源替代核能。電力業者以躉購費率向再生能源業者購電20年，再以附加費形式完全轉嫁予終端用戶。2014年德國以1兆台幣收購1,500億度再生能源，平均成本6.7元台幣/度。當年再生能源附加費2.5元/度，已是台灣電價8折。
- (2) 從2000-2014年德國再生能收購費用增加40倍，但發電量只增加14倍，關鍵就是收購太多昂貴的太陽能發電。

### 4. 還沒完成廢核大業，德國電價就已是全歐最貴

- (1) 歐盟統計局(Eurostat)資料顯示：2014年德國民生用電價格(不含附加費)為23.27歐分/度，加上附加費6.24歐分/度，為29.51歐分/度，是歐洲最貴民生電價。
- (2) 德國工業電價(不含附加費)為8.44歐分/度，加上附加費6.24歐分/度，為14.68歐分/度，僅次於全部使用火力發電的塞浦路斯，是歐洲第二貴工業電價。





資料來源：Bundesministerium für umwelt naturschutz und reaktorsicherheit(2013), Zeitreihen zur Entwicklung der Kosten des EEG

## 5. 再生能源比重過大不適合獨立電網

- (1) 2013年德國再生能源供電佔比24%，因其不可調控，為減低系統調度壓力，必須向鄰國賠本輸出多餘電力。
- (2) 德國以歐陸整體電網為基礎發展再生能源，即使如此，2011年大大小小停電次數累計都高達20萬次。

我國為島嶼型獨立電網，再生能源比重過高時可能導致供需不平衡，嚴重影響用電品質。

## 6. 用火力替代核能，16年減碳努力白費

- (1) 核能屬於基載電力，替代核能的不是再生能源而是燃煤(包括煙煤與褐煤)與天然氣電廠。
- (2) 在不同火力發電配比下，分析廢核替代情境顯示每年將增加7,000萬-9,000萬噸碳排放。
- (3) 德國從福島事故後3年間碳排放已經增加4,100萬噸。廢核將增加9,000萬噸碳排放，相當於回退到1997年水準；16年減碳努力等於白費。

## 7. 台灣能承受廢核後果嗎？

- (1) 牛津大學學者直言德國能源轉型政策就是一場豪賭。法蘭克福匯報專訪德國環境與自然資源部長Peter Altmaier時，後者坦承能源轉型政策代價可能超過1兆歐元(40兆台幣)。
- (2) 德國電力系統規模是台灣2.7倍，兩國核電比例相當(都是18%)。假如德國廢核代價是1兆歐元(40兆台幣)，台灣就需要15兆台幣，等於我國102年國內生產毛額。

附錄：解構核電神話，邁向非核家園

壹、臺灣承擔不起核災的風險

一、核電廠發生事故的機率與規模比馬政府與臺電宣傳的高很多

2011年 3月11日，日本東北大地震導致福島第一核電廠發生7級（最嚴重等級）核災，此複合式的災害造成超過1萬5千人死亡，將近20萬人無家可歸，再次喚醒世人對核能安全的疑慮。然而，除了福島核災、耳熟能詳的1979年美國三哩島核電廠事件，以及1986年蘇聯車諾比核電廠事故外，核電意外發生頻繁，核災的頻率比我們所想像中的還高。

1. 311地震是日本史上最大規模地震並誘發最大規模海嘯，迄今死亡與失蹤人數共有18,465名<sup>1</sup>，雖發生福島核子事故，但沒有任何人因該事故而死亡。

英國《衛報》公佈了一項統計資料，顯示人類在1951年首次運用核能發電，至2011年福島核災發生的這60年期間，歷史上至少發生了33次嚴重的核能事故與事件，意即平均不到兩年就會發生一次嚴重的核子事故；更令人驚訝的是，《衛報》這份報告也指出，國際原子能總署（IAEA）並沒有詳實記載核能意外的完整紀錄。

該份報告顯示，33次嚴重核能事故中，有6件發生在美國，5件發生在日本，英國與俄羅斯則各有3件，全球33個曾經或現在使用核電的國家中，有超過半數（17個國家）發生過嚴重核能事故，且事故發生的頻率愈來愈密集，過去30年來發生了21次，其中9次集中於2000年之後。這些趨勢顯示出，即使是最現代化的國家仍無法遏止核災的發生；福島核災的教訓更

---

1. 警察庁(2015), 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置, 統計至 :2015/8/10.

凸顯，現今世界上幾乎沒有任何一個地方擁有足以對抗自然力量的能力。

- 1 所謂 33 次事件中，應先扣除第二項(2011 年日本女川電廠自 311 東日本大震災後停止運轉，根本沒有發生任何異常事件)。
- 2 其餘 32 件發生原因與影響如表 1。其中與民用核能電廠有關者 15 件(47%)；屬軍用或實驗反應器者 8 件<sup>2</sup>(25%)；屬燃料再處理或製造廠者 6 件<sup>3</sup>(19%)；屬醫療或工業射源管制疏失者 3 件(9%)。後 3 類與民用核能電廠基本無關。
- 3 與民用核能電廠有關 15 件：
  - (1) 8 件屬運轉人員操作錯誤或設備故障所致，以國際核子事故分級表(INES)(表 2)判斷，屬於第二級(偶發事件)以下者 5 件；其餘案例即使有輻射洩漏也局限於廠房內，並未外洩至廠外環境，不致影響民眾健康。以上輕微偶發事件(incident)並非事故(accident)。
  - (2) 發生輻射外洩者 7 件，屬輕微外洩者(INES 第 4 級以下事件) 4 件；屬嚴重外洩者(INES 第 5 級以上事故) 3 件。即 1979 年美國三哩島事故、1986 年前蘇聯車諾比事故與 2011 年日本福島事故。

這些歷史的教訓，一再告訴我們，沒有百分之百的核安，只要有核電，就有發生核災的高風險。

- 
2. 軍用與實驗用反應器因目的不同，安全系統設計通常不如民用核能電廠嚴密，且使用之核燃料鈾濃度遠高於民用核電燃料，故整體安全性不如後者。
  3. 用過燃料再處理製程常有需添加高濃度硝酸或高化學活性之有機萃取劑等步驟，故操作有其風險。軍用或 MOX 燃料製造廠因處理高濃度鈾-235、鈾-239 等會發生核反應的物質，須嚴格管制其臨界質量(critical mass)，操作亦有風險。一般民用電廠核燃料製造都不會使用前述製程。

表 1 英國衛報所列 33 次核能電廠核子事故原因說明

項次	年	地點	國家	核設施分類	INES 分級	是否有工作人員傷亡	是否有輻射外洩	是否影響民眾健康	說明
1	2011	福島	日本	民用核電廠	7	×	○	×	超大規模複合式天災(地震+海嘯), 導致1-3號機爐心熔毀, 雖導致大規模輻射外洩, 但總量僅為車諾比事件1/10, 9萬民眾疏散, 但無人因輻射原因傷亡
2	2006	Fleurus	比利時	醫療器材照射廠	4	×	×	×	醫療器材照射廠員工輻射超暴露, 沒有輻射外洩
3	2006	Forsmark	瑞典	民用核電廠	2	×	×	×	廠外電力系統故障導致1號機安全急停, 沒有發生事故或輻射外洩, 沒有影響環境
4	2006	Erwin	美國	軍用燃料製造廠		×	×	×	製造軍用高濃度核燃料時, 操作不慎傾倒鈾原料, 沒有輻射外洩, 沒有影響環境
5	2005	Sellafield	英國	用過燃料處理廠	3	×	×	×	用過燃料再處理廠廠內洩漏, 沒有輻射外洩, 沒有影響環境
6	2005	Atucha	阿根廷	民用核電廠	2	×	×	×	操作設備時傾倒重水污染人員足部
7	2005	Braidwood	美國	民用核電廠		×	○	×	管路破裂導致氫污染廠外地下水, 未影響民眾健康
8	2003	Paks	匈牙利	民用核電廠	3	×	×	×	燃料清洗時發生護套破損
9	1999	東海村	日本	燃料製造廠	4	○	×	×	人員操作疏忽導致高濃度鈾溶液發生臨界, 3名員工輻射超暴露, 2名死亡, 沒有輻射外洩, 沒有影響環境
10	1999	Yanangio	秘魯	工業Ir-192射源	3	○	×	×	廢棄工業用Ir-192射源造成1人超暴露, 與核電無關
11	1999	Ikiteilli	土耳其	醫用Co-60射源	3	○	×	×	廢棄醫療用Co-60射源造成18人輻射超暴露, 與核電無關
12	1999	志賀	日本	民用核電廠	2	×	×	×	停機大修進行控制棒測試時操作錯誤, 3隻控制棒抽離爐心導致臨界, 但無輻射外洩
13	1993	Tomsk	俄羅斯	軍用再處理廠	4	×	○	×	因操作錯誤壓力蓄積而破壞儲槽, 約100居里放射性物質外釋, 但未影響民眾健康
14	1993	Cadarache	法國	實驗反應器	2	○	×	×	拆除Rhapsody實驗反應器鈉儲槽時, 殘存的鈉蒸氣與酒精混合後爆炸, 造成4名工人死亡(工安事故)
15	1989	Vandellos	西班牙	民用核電廠	3	×	×	×	發電機發生火警旋即撲滅, 沒有輻射外洩

項次	年	地點	國家	核設施分類	INES 分級	是否有工作 人員傷亡	是否有輻 射外洩	是否影響 民眾健康	說明
16	1989	Greifswaid	德國	民用核電廠		×	×	×	安全系統電纜短路發生燃燒旋即撲滅，沒有輻射外洩
17	1986	車諾比	俄羅斯	民用核電廠	7	○	○	○	運轉人員違反安全規定進行實驗，導致石墨大火與大規模輻射外洩，造成史上最嚴重核子事故；31名搶救人員因輻射超暴露而陸續死亡，放射性碘導致後來發生6,000例甲狀腺癌，其中15人死亡。
18	1986	Hamm-Uentrop	德國	實驗反應器		×	○	×	運轉人員排除系統故障時，不慎損壞燃料輸送管路，造成輕微輻射外洩，未影響民眾健康
19	1981	敦賀	日本	民用核電廠	2	×	○	×	16噸放射性廢水不慎排入海中，未影響民眾健康
20	1980	Saint Laurent des Eaux	法國	民用核電廠	4	×	○	×	單一燃料束損毀，極微量輻射外洩，未影響民眾健康
21	1979	三哩島	美國	民用核電廠	5	×	○	×	1. 機械故障使運轉人員誤判情況，導致2號機爐心部分熔毀，發生輻射外洩，但未影響民眾健康 2. 三哩島1號機迄今營運績效良好
22	1977	Jaslovske Bohunice	捷克	民用核電廠	4	×	×	×	運轉人員更換燃料時，未將覆蓋的吸濕紙撕除，導致燃料冷卻不足而損毀，沒有造成輻射外洩
23	1969	Lucens	瑞士	實驗反應器		×	×	×	燃料鎂合金護套腐蝕，堵塞冷卻水管路導致部分燃料損壞，沒有輻射外洩。
24	1967	Chapelcross	英國	民用核電廠		×	×	×	2號機1束燃料因石墨碎片堵塞而過熱，造成燃料護套破損，1969年修復並恢復營運至2004年，沒有輻射外洩
25	1966	Monroe	美國	民用核電廠		×	○	×	管路破裂導致氫污染廠外地下水源，未影響民眾健康
26	1964	Charlestown	美國	軍用燃料製造廠		○	×	×	製造軍用高濃度燃料時，因人員操作錯誤導致臨界事故發生，1名操作員因輻射超暴露死亡，但沒有輻射外洩，也沒有影響環境
27	1959	Santa Susana Field Laboratory	美國	軍用反應器		×	×	×	污染部分廠區，但沒有輻射外洩至廠外環境
28	1958	Chalk River	加拿大	同位素生產反應器		×	×	×	人員操作時發生1束燃料破損並著火事故，火勢立刻撲滅，沒有輻射外洩至環境

項次	年	地點	國家	核設施分類	INES 分級	是否有工作 人員傷亡	是否有輻 射外洩	是否影響 民眾健康	說明
29	1958	Vinea	南斯拉夫	實驗反應器		○	×	×	實驗用反應器操作時因輻射警報器故障導致6人超暴露, 1人死亡, 但沒有輻射外洩
30	1957	Kyshtym	俄羅斯	軍用再處理廠	6	×	○	×	儲槽破損導致輻射洩漏, 與民用核電無關
31	1957	Windscale	英國	軍用反應器	5	○	○	×	石墨釋放能量時(Wigner energy)引發火災, 2人火災受傷死亡, 有部分輻射外洩, 但未影響民眾健康
32	1952	Chalk River	加拿大	實驗反應爐	5	×	○	×	研究用反應器NRX發生部分燃料損毀事故, 約1萬居里放射性物質外洩, 經2年清理後重新啟用至1992年

國際核子事故分類表

等級	準則1	準則2	準則3
	廠外衝擊程度	廠內衝擊程度	安全防禦之衰減程度
7級最嚴重意外事故	極大量放射性物質外釋:造成廣泛性民眾健康及環境之影響		
6級嚴重意外事故	發生顯著放射性物質外釋:造成須全面施行區域性緊急計畫		
5級廠外意外事故	有限度之放射性物質外釋:造成須部份施行區域性緊急計畫	嚴重核心或放射性屏蔽毀損	
4級廠區意外事故	輕微放射性物質外釋:造成民眾輻射曝露達規定限值程度	局部性核心或放射性屏蔽毀損之狀態或工作人員接受致命性曝露	
3級嚴重事件	極小量之放射性物質外釋:民眾輻射曝露尚未達規定限值之程度	發生嚴重污染或工作人員超曝露導致急性健康效應	接近發生事故狀態，喪失安全防禦功能程度
2級偶發事件		發生重大污染或工作人員超曝露	發生潛在安全影響之事件
1級異常警示	無安全顧慮		發生功能上之偏差
0級未達級數	無安全顧慮		

資料來源：原子能委員會

## 二、核電廠一旦爆炸，汙染範圍比想像的大很多

### 1. 核災汙染土地，輻射物質殘留時間超過**300**年

「銫-137」是核災可能洩漏的輻射物質中影響最嚴重者，半衰期長達**30**年，完全衰竭至少需要**300**年。輻射塵中的銫-137主要沉降在土壤和海水中，透過食物鏈或經由呼吸進入人體內，對健康的影響分布於全身肌肉，量多時即破壞細胞，造成罹患癌症的高風險，甚至有遺傳效應，破壞敏感的生殖細胞，嚴重影響下一代。

1. 銫-137雖然物理半衰期長達**30**年，但主要危害來自體外輻射暴露，只要離開汙染區稍遠就不受影響。如果食入體內，由於其生物半衰期(在體內因新陳代謝殘存一半活度所需時間)只有**55**天，很容易排出體外，並不會對身體造成太大輻射劑量。日本福島事故至今，還沒有發現有人食入銫-137案例。
2. 與銫-137相同化學性質的鉀-40，是分布最普遍存在的天然放射性核種，其物理半衰期長達**12.5**億年，輻射能量是銫-137的**2**倍，全球表土平均活度約**185,000**貝克/平方公尺<sup>4</sup> (相當於車諾比事故所謂「汙染區」銫-137活度的**5**倍)，海水約為**12** 貝克/公升，連每個人體內都有**4,000**貝克以上，影響遠比銫-137重要，但從未有人體因自然存在的鉀-40而受傷害的案例。

### 2. 車諾比核災，汙染**40%**的歐洲（約**108**個臺灣的面積）

車諾比核災將平均含有銫-137達**37,000**貝克/平方公尺（Bq，本文關於貝克之面積單位皆為平方公尺）的地區被視為「汙染區」，超過**55,000**貝克的地區被視為「強制疏散區」。根據**2006**年國際原子能總署（IAEA）的調查報告指出，車諾比核災汙染區包括：俄羅斯、白俄羅斯、烏克蘭、瑞典、芬蘭、奧地利、挪威、保加利亞、瑞士、希臘、斯洛維尼亞、義大利、摩爾多瓦等

- 
4. 自然界土壤都含有鉀-40，平均濃度約 **380** 貝克/公斤。在計算土壤對於人體的輻射劑量時，通常在 **30** 公分深度以下土壤，因為遮蔽效應不會影響人體。土壤平均密度約為 **1600 kg/m<sup>3</sup>**。所以，每平方公尺土壤含有鉀-40 活度= $380 \text{ (Bq/kg)} \times 1600 \text{ (kg/m}^3) \times 0.3 \text{ (m)} = 185,000 \text{ Bq/m}^2$  (約值)，相當於 **5** 居里/平方公里 (**5 Ci/km<sup>2</sup>**)。

13國，汙染區面積超過19萬平方公里（約5.3個臺灣的面積），其中，最遠的挪威距離車諾比1,700公里（約4.3個臺灣長度）；而強制疏散區的面積則達到1萬平方公里（約1/3個臺灣的面積）。

## 1. 生活中輻射無所不在，並非接受輻射就會罹癌

- (1) 自然界中充滿各種放射性物質，如土壤有鉀-40、鈾-232、鈾-238 等，空氣有鈹-7、碳-14、氬-222 等，水中有氫、鉀-40 等。這些放射性核種造成每年平均約 2.4 毫西弗(mSv)的天然背景輻射。最普遍的鉀-40 物理半衰期(放射性核種活度衰變至原來一半所需時間)長達 12.5 億年，輻射能量是銫-137 的 2 倍，在全球表土平均活度約 185,000 貝克/平方公尺，相當於車諾比事故所謂「污染區」銫-137 活度的 5 倍。
- (2) 人體並非受輻射暴露就會罹癌，而是罹癌風險可能增加。數十年流行病學研究證實世界許多高自然背景輻射地區居民的罹癌率與一般人相同甚至更低<sup>5</sup>。
- (3) 從日本核爆生存者長達 60 年實地追蹤，即使瞬間接受 100 毫西弗劑量(相當於 40 年天然背景輻射劑量總和)，長期罹癌機率也沒有顯著增加<sup>6</sup>。
- (4) 國際輻射防護委員會(ICRP)103 號報告強調：「終生累積接受 100 毫西弗以下劑量，並沒有任何器官或組織會表現出功能損傷的臨床症狀<sup>7</sup>。」聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR)報告指出：「在 200 毫西弗劑量(相當於一生接受天然背景輻射劑量總和)水平之下，全世界長期流行病學調查並未找出具體的輻射傷害證據<sup>8</sup>。」

## 2. 我國核電廠沒有車諾比與福島事故顧慮

5. T. Iwasaki (2009), *Trying to elucidate the Effects of Low Dose Radiation*, CRIEPI News No. 451.
6. National Research Council Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation (1990), *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation : BEIR-V*.
7. International Commission on Radiological Protection (2007), *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103*. Ann. ICRP 37 (2-4).
8. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000), *UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly*.

- (1) 車諾比電廠使用前蘇聯設計的 RBMK-1000 型石墨反應器，而且沒有圍阻體設計。石墨反應器容易引起火災，1957 年英國 Windscale 軍用反應器就曾發生大火，此後西方已很少使用。
- (2) 銫元素具有較高蒸氣壓，在嚴重核子事故發生時，較容易因高熱環境而逸散到環境中。如果圍阻體保持完整，就被冷卻而保留在圍阻體內。車諾比事故因石墨大火延燒 10 天，而 RBMK 型反應器又沒有圍阻體設計，所以爐心約 30-40%銫-137 外洩；福島事故時圍阻體大致保持完整，只有 1%左右的銫核種外洩，總量只有車諾比事故的 1/10 左右。三哩島事故時圍阻體完整而且噴灑冷卻系統正常運作，銫核種沒有外洩。
- (3) 由於我國採用西方標準的輕水式反應器，沒有石墨的危險。又有強化圍阻體設計，並已規劃裝設圍阻體排氣過濾系統(Contaminant Vent Filter)，因此沒有車諾比事故的顧慮。
- (4) 另一方面，福島事故肇因於超大規模海嘯侵襲、缺乏救援所需的緊急電源與水源，再加上救援決策紊亂所致。我國核電廠有多重備援電力與水源設置，又有水密廠房保護冷卻水泵免於海嘯侵襲，都優於福島電廠現有設計。事故後又已完成各項強化改善措施，並規劃「機組斷然處置措施」，可在必要時完成反應器注水作業，避免重蹈救援決策紊亂的覆轍。國際核能專家認為福島事故不致在我國發生。

### 3. 食物中銫-137 造成輻射劑量只有天然鉀-40 的 1/10

- (1) 各國訂定食物中銫-137 活度標準極為保守。一般魚體中含有 100-300 貝克/公斤的天然放射性物質鉀-40，可知日本規定魚類銫-137 活度為 100 貝克/公斤，並不會對人體造成健康影響。
- (2) 根據日本政府調查，事故後半年在福島縣、東京都、宮城縣等地市場流通的食物中銫-137 每年造成的體內輻射劑量約為 0.02-0.002 毫西弗，還遠低於天然放射性核種-鉀-40 所造成的 0.2 毫西弗體內劑量<sup>9</sup>。

### 4. 數據膨風，誇大車諾比核災污染範圍

---

9. 厚生労働省(2012), 食品中の放射性物質の新たな基準値。

- (1) 文中稱「活度超過 55,000 貝克/平方公尺」為「強制疏散區」，是故意以錯誤數據誤導民眾。車諾比事件的「強制疏散區」，指事故發生初期分 2 次疏散最接近電廠的 Pripyat 鎮民與附近居民約 116,000 人。
- (2) 文中所稱「強制疏散區」其實是「管制居住區」(strict-control zone)，指土壤中銫-137 活度超過 555,000 貝克/平方公尺(相當於天然背景輻射一半)的地區，目前仍有約 27 萬人居住<sup>10</sup>。而且土壤銫-137 活度限值還故意縮水 10 倍以誤導民眾。「管制居住區」面積約 2,440 平方公里。
- (3) 西歐如上奧地利、Salzburg、Carinthia 雖然發現較高活度地區，最大值從 33,000 - 59,000 貝克/平方公尺（自然背景 1/3 到 1/5）不等，但平均值卻只有 200 貝克/平方公尺（自然背景 1 萬分之 1）。

### 3. 福島核災污染日本**8%**的國土（約臺灣面積的**84%**）

日本《朝日新聞》指出，福島核災讓日本高達**8%**國土（約**84%**臺灣面積）的土壤中，銫含量超過**1萬**貝克；日本文部科學省**2012年3月**的調查報告，在福島縣大熊町（即福島第一核電廠所在地）檢測出**910萬**貝克的超高濃度銫含量，**100公里**外的枋木縣那須塩原市檢測出**15萬**貝克，**200公里**外的千葉縣流山市檢測出**63,000**貝克，**215公里**外的東京都葛飾區檢測出**42,000**貝克。如果核災發生在核四，以直線距離計算，**215公里**相當於從核四廠到阿里山的距離！

#### 1. 誇大福島核災污染範圍

日本文部科學省於 2012 年 3 月 1 日發布福島事故後全國土壤中銫-134、銫-137 與銀-110m 等核種活度濃度分布調查<sup>11</sup>，結果顯示：

---

10. European Commission, International Atomic Energy Agency & World Health Organization (1996), *One Decade After Chernobyl International Conference: Summing Up the Consequences of the Accident*, pp 571, Vienna.

11. 文部科學省(2013), ガンマ線放出核種(セシウム 134、137、銀 110m)の核種分析結果(第 2 次分布状況調査).

- (1) 銫-137 造成劑量超過每年 1 毫西弗地區，在全部 1016 處中只有 19 處(2%)，這些地區都在福島縣境內(換算面積約 76 平方公里)。
- (2) 文中「栃木県那須塩原市」(15 萬貝克/平方公尺)，年平均輻射劑量只有 0.4 毫西弗<sup>12</sup>，是天然背景輻射值的 1/6。

換言之，福島核災外釋的銫-137所造成的輻射劑量高於天然背景輻射劑量的區域，最多只有日本國土面積的1/13,000，文稱「福島核災污染日本8%國土」顯與事實不符。

## 2. 污染地區輻射劑量率快速下降，面積顯著減少

- (1) 福島事故後污染地區輻射劑量率快速下降，目前約為事故初期的 1/5<sup>13</sup>，如下圖。
- (2) 根據多次空中偵測紀錄顯示，福島核子事故污染地區輻射劑量率也呈現快速下降趨勢，污染地區面積明顯減少，如下圖<sup>14</sup>。

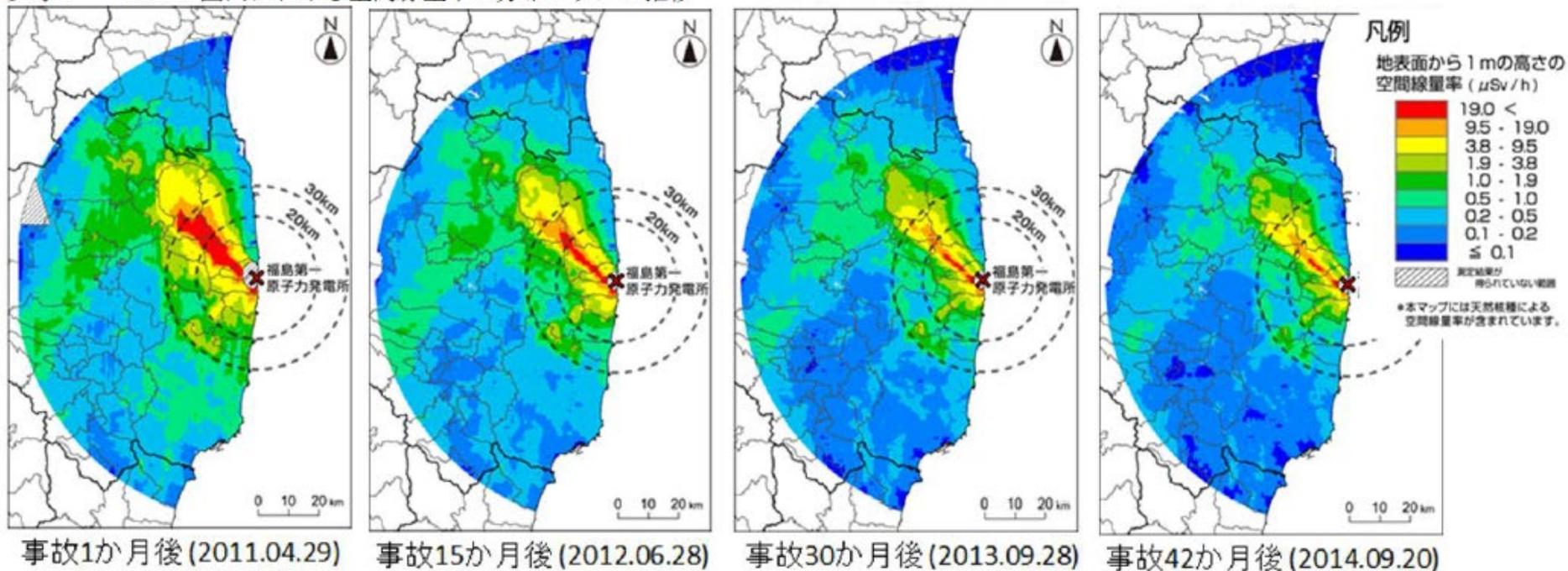
---

12. 前述文獻根據國際原子能總署(IAEA) TECDOC-1162 計算栃木県那須塩原市為 20 毫西弗(50 年累積)，平均每年為 0.4 毫西弗。International Atomic Energy Agency (2000), *Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency*, TECDOC-1162, pp193, Vienna.

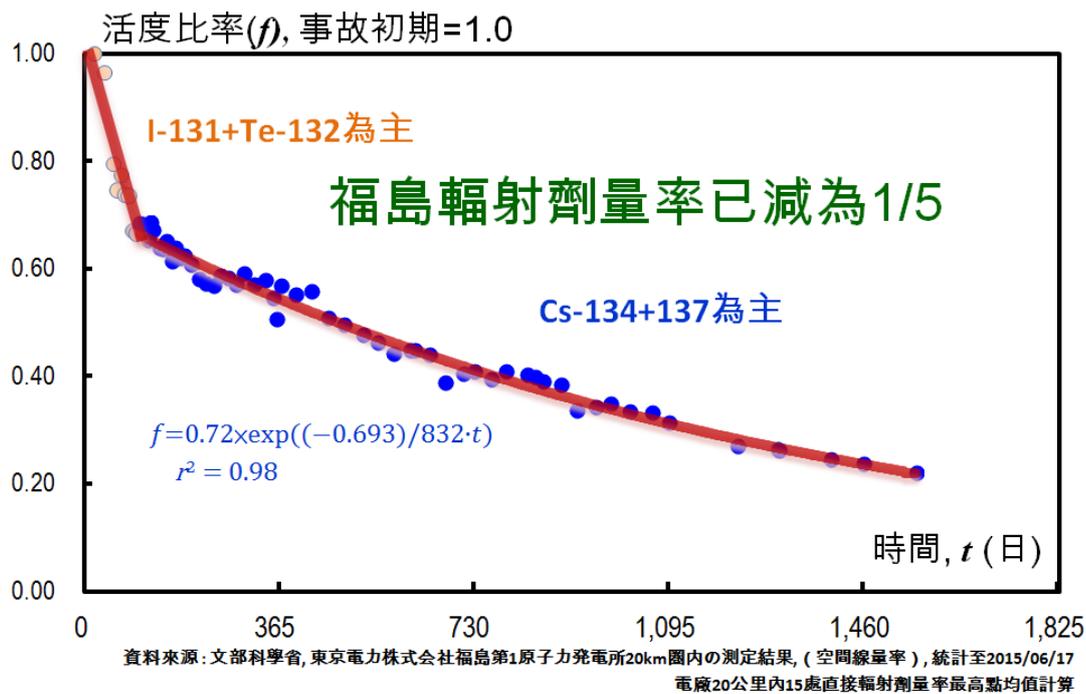
13. 文部科學省(2015), 東京電力株式会社福島第 1 原子力発電所 20km 圏内の測定結果(空間線量率)，統計至 2015/06/17。電廠 20 公里内 15 處直接輻射劑量率最高點均值計算。

14. 文部科學省(2015), 福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について，計測日期：2014/9/20.

参考1 80 km 圏内における空間線量率の分布マップの推移



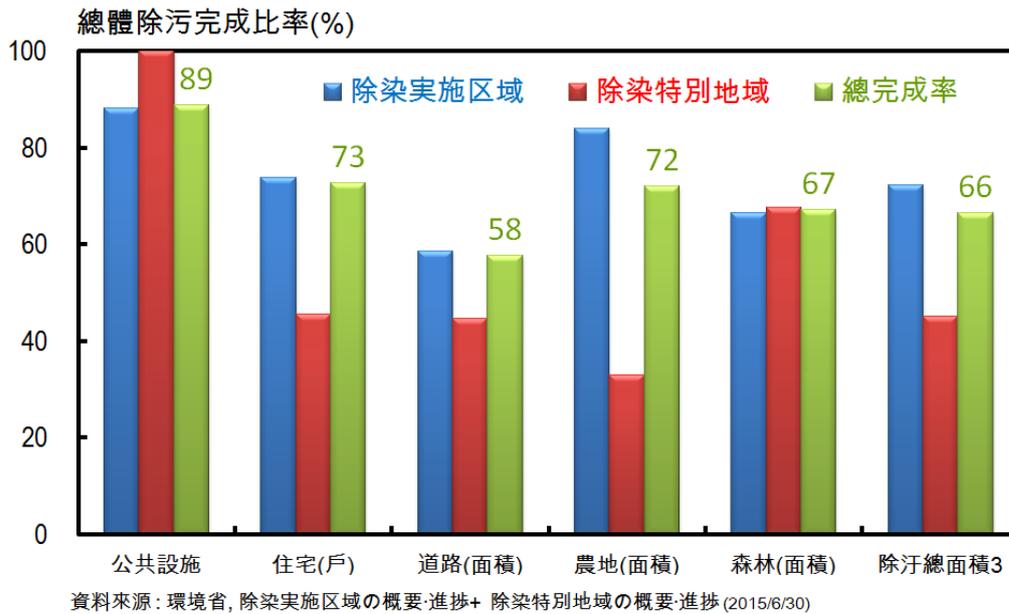
資料來源：原子力規制委員会 (2015), 福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について



### 3. 福島善後除污工作進展順利

福島事故後，日本政府通過《放射性物質污染對處特措法》，自2012年起積極推動災區除汙與環境復原作業。因此福島不可能面臨如車諾比事故後遺留廣大污染土地長期無法善後的困難。福島除汙作業進展順利，截至2015年6月底總體除汙進度已達2/3<sup>15</sup>，預計2017年可完成除汙工作。

15. 環境省(2015), 国直轄除染の進捗状況の概要, 與汚染状況重点調査地域における除染の進捗状況調査(第12回), 統計至: 2015/6/30。



### 三、核能電廠爆炸的除污費用是天文數字

#### 1. 美國三哩島核災損失千百億

1979年3月美國賓州三哩島核電廠發生部分爐心熔解災害，除了導致一個機組直接廢爐、電廠經營者破產外，後續的清理費用更高達數十億美元（相當於數百至數千億新臺幣）。

1. 三哩島-2號機清理作業從1979年開始、至1993年結束，清理與除役費用為9.7億美元<sup>16</sup>，約為一般機組除役費用2倍。
2. 三哩島電廠經營者Exelon電力公司是全美最大電力公司，旗下有14座核電廠23部機組，從未因三哩島事故而破產。該廠1號機前仍在營運，且績效極佳，早已獲得核管會延役20年許可，可營運至2034年。
3. 三哩島事故後，除氣態氬-85、氙-133之外，根本沒有洩漏到環境，對於電廠周圍居民的健康影響微乎其微。事故後美國能源部(DOE)、環保署(EPA)、核管會(NRC)、健康部(Department of Health & Human Service, HHS)、美國農業部(US Department of Agriculture, DoA)、美國總統特別調查委員

16. The New York Times (1993), *14-Year Cleanup at Three Mile Island Concludes*, published on Aug. 15, 1993.

會(The President's Commission, 所謂的Kemeny報告)、疾病管制中心(CDC)、國家癌症研究中心(NCI)、賓州保健部(Pennsylvania Department of Health, PDH)等單位都曾對事故所造成的環境污染、人體健康影響、癌症發生率等作過廣泛研究,各項研究結論摘述如下:

- (1) 在三哩島電廠周圍半徑 50 哩(80 公里)內,當時共有居民約 220 萬人。沒有任何人發現有急性輻射效應(Acute radiation syndrome)。
- (2) 廠外居民所接受的最大個人輻射劑量,小於 0.1 侖目(小於法規限值的 5 分之 1)。
- (3) 居民的平均輻射劑量,小於 0.0015 侖目,是法規限值的 300 分之 1,天然背景輻射的 150 分之 1。
- (4) 由於上述健康效應遠遠低於任何流行病學調查的可信範圍,所以美國國家癌症研究中心非常確信:「三哩島事件對於附近居民的癌症發生率,沒有任何增加。」

### 三哩島事故研究報告結論摘錄

調查機構與文獻	主要結論
美國核管會(NRC) NUREG-0558 <sup>17</sup>	1. 半徑 80 公里內 2,200,000 人口的集體劑量約為 3,300 人-侖目(33 人-西弗)。
NUREG-0600 <sup>18</sup>	2. 民眾最大個人輻射劑量,小於 0.1 侖目(小於法規限值的 1/5)。
NUREG-0636 <sup>19</sup>	3. 民眾平均輻射劑量,小於 0.0015 侖目,是法規限值的 1/300,天然背景輻射的 1/150。
NUREG-0637 <sup>20</sup>	

17. Nuclear Regulatory Commission (1979), *Population Exposure and Health Impact of the Accident at the Three Mile Island Nuclear Station*, **NUREG-0558**.

18. Nuclear Regulatory Commission (1979), *Investigation into the March 28, 1979, Three Mile Island Accident*, **NUREG-0600**.

19. Nuclear Regulatory Commission (1980), *The Public Whole Body Count Program Following the Three Mile Island Accident*, **NUREG-0636**.

20. Nuclear Regulatory Commission (1980), *Report to the Nuclear Regulatory Commission from the staff Panel on the Commission's Determination of an Extraordinary Nuclear Occurrence*, **NUREG-0637**.

NUREG/CR-1250 <sup>21</sup>	
美國總統特別委員會報告 <sup>22</sup>	1. 三哩島事件外洩的放射性極低，不可能增加額外的癌症。 2. 無法觀察到任何增加遺傳疾病或新生兒畸形的可能。
賓州衛生部(PDH) PDH-1 <sup>23</sup> PDH- 2 <sup>24</sup> PDH- 3 <sup>25</sup> PDH- 4 <sup>26</sup>	1. 3582 名居住在電廠半徑 16 公里內孕婦，無論在早產、新生兒夭折各方面，均無增加跡象。 2. 嬰兒甲狀腺機能、死亡率均完全正常。 3. 研究電廠半徑 20 公里內，7924 名癌症死者，完全無法自流行病學調查發現與 TMI 事故的關聯性。
美國環保署 EPA600/ NUREG-0738 <sup>27</sup>	未發現任何動、植物的異常現象。
賓州農業部 PDA <sup>28</sup>	1976 至 1982 年各種農作物產量毫無異狀。
美國國家癌症研究中心 Jablon, S 等 <sup>29</sup>	1. 無法發現電廠附近居民有較高的致癌風險。 2. 電廠正常運轉，造成的輻射劑量遠小於天然背景輻

- 
21. Nuclear Regulatory Commission (1980), *Three Mile Island - A report to the Commission and to the Public*, **NUREG/CR-1250**.
22. 美國總統特別委員會報告(1979), *The President's Commission on the Accident at the Three Mile Island, Staff Reports of the Public Health and Safety Task Force to the President's Commission on the Accident at the Three Mile Island*.
23. Pennsylvania Department of Health 1 (1981), *Impact of TMI Nuclear Accident Upon Pregnancy Outcome, Congenital Hypothyroidism, and Morality*.
24. Pennsylvania Department of Health 2 (1985), *Cancer Mortality and Morbidity Around TMI*.
25. Pennsylvania Department of Health 3 (1984), *TMI Nuclear Accident and Pregnancy Outcome*.
26. Pennsylvania Department of Health 4 (1993), *Cancer Incidence and Mortality in Pennsylvania 1986-1990*.
27. US Environmental Protection Agency (1980), *Investigations of Reported Plant and Animal Health Effects in the Three Mile Island Area*, **EPA600/NUREG-0738**.
28. Pennsylvania Department of Agriculture (1983), *Crop and Livestock Annual Summary, "Annual Summary Report of 1976-1982*.
29. Jablon, S., Hrubec, Z., & Boice, J. D. (1991), Cancer in populations Living Near Nuclear Facilities -A Survey of Mortality Nationwide and Incidence in Two States, *JAMA*, **265**, 1403.

射，因此不可能產生可見的效應。

## 2. 蘇聯車諾比核災的控制與清理成本仍是持續填補中的無底洞

1986年4月，蘇聯車諾比核電廠發生最嚴重等級的核災爆炸，除了造成數十萬人的傷亡外，核災處理費用更是看不到頂端的天價。烏克蘭政府指出，20年來，烏克蘭每年以10%的國家預算來清理除污，核災處理支出迄今總金額約1,800億美金（約5.4兆新臺幣）。白俄羅斯政府估計車諾比核災後30年間，白俄羅斯的損失高達2,350億美金（約7兆新臺幣）。由於車諾比核災現場尚未清理完畢，覆蓋反應爐的大型石棺也必須不斷重建，車諾比核電廠災變的清理除污仍然是烏克蘭與周邊國家沈重的經濟負擔。

車諾比事故善後與清理費用目前沒有確實數字。根據2005年國際官方報告內容分析<sup>30</sup>，受事故影響最嚴重的烏克蘭、俄羅斯與白俄羅斯官方資料顯示，投入相關費用總額約為70億(1991-2005年)、50億(1991-2005年)與60億(1991-2005估計)美元，合計約180億美元，平均每年約12億美元，但事故初期(1986-1990年)每年費用應該較高。歐洲重建與發展銀行(EBRD)於2008年資助約6.4億美元，協助興建車諾比廢反應爐護罩。根據實際支出分析，不可能如文中所述將近4,000億美元。

## 3. 日本福島核災動搖國本

2011年3月11日，東日本大地震引起海嘯讓福島第一核電廠發生大規模的核災。日本經濟研究所保守估計，福島核災每10年的後續處理成本可能高達20兆日圓（6.3兆新臺幣），且需數十年才能處理完畢。法國輻射防護暨核子安全研究所（IRSN）在2013年3月公布的報告指出，如果法國核電廠發生類似日本311福島那樣重大且難以控制的核災事故，恐造成7,600億歐元（約30兆新臺幣）的損失。

1. 福島事故後各國核能電廠都已大幅強化核安，根據日本最新能源方案推估核子事故損害金額為9.1兆日圓/4,000爐年，相當於每度核電增加成本0.3日圓/

---

30. International Atomic Energy Agency, FAO, The World Bank, UN-OCHA, UNSCEAR & WHO (2005), *Chernobyl: Looking Back to Go Forward*, pp.260, Vienna.

度(0.08台幣/度)<sup>31</sup>。福島事故後日本積極進行除汙工作，目前總體除汙完成率已達66%，進展相當順利，因此核子事故損害金額已可合理推估。

2. 國際對於各種能源外部成本已有成熟可靠估計模式，關於核子事故損害金額皆列為核電外部成本估計要項之一。2003年歐盟發表ExternE報告<sup>32</sup>，核能外部成本為0.24-0.74歐分/度(0.1-0.3台幣/度)，遠低於燃煤(1.8-15歐分/度)、燃氣(0.5-3.5歐分/度)、燃油(2.6-10.9歐分/度)與再生能源之生質能(0.1-5.2歐分/度)與廢棄物發電(1.5-9.2歐分/度)。[能源會議資料：2-2-4-1-003G]
3. 福島事故後，法國學者Rabl估計核子事故損害平均金額為0.79歐分/度(0.32台幣/度)，仍然遠低於最可能替代核能的燃氣發電(1.22歐分/度，0.49台幣/度)<sup>33</sup>。[綠色公民行動聯盟提供][能源會議資料：2-2-4-1-003-2]
4. OECD/NEA研究顯示<sup>34</sup>，綜合考量人類健康、生物多樣性、空氣汙染物、輻射物質與氣候變遷等因素，核電外部成本為0.21歐分/度(0.08台幣/度)，遠低於燃煤(2.7歐分/度)、燃氣(1.4歐分/度)、與再生能源之太陽光電(8.9歐分/度)與生質能(0.7-2.0歐分/度)。[能源會議資料：2-2-4-1-003-4]

#### 四、核災嚴重影響食品安全

##### 1. 輻射物質進入食物鏈，汙染食物安全

「世界衛生組織」(WHO)於日本福島核災後，於官網公開表示，核子或輻射緊急事故發生後，輻射物質會汙染食物，蔬果等食材或動物飼料的表面，會受到來自空氣或雨水的輻射物沉澱汙染而具有放射性。隨著時間累進，輻射會滲入食物內部，因為放射性核種(radionuclide)會透過土壤轉移到農作物和動物內，或滲入河川、湖泊和海洋中，導致魚貝類吸收放射性核種。

---

31. 經濟産業省・資源エネルギー庁(2015), 長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告(案), p.48.

32. European Commission (2003), External Cost: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport, p.13.

33. Rabl, A. and V.A. Rabl (2013), External costs of nuclear: greater or less than the alternatives? *Energy Policy*, **57**, pp. 575–584.

34. OECD/NEA (2012), *Nuclear Energy and Renewables- System Effects in Low-carbon Electricity Systems*, p.119.

福島事故射雖然外釋的放射核種造成農作物與海洋的短暫汙染，但因土壤與海水有大量與放射核種相近化學性質的鉀、鈉、鈣、鎂等，不但可以減緩動植物吸收放射核種，也能加速動物新陳代謝，大幅減低輻射汙染程度<sup>35</sup>。

日本調查各類食品中放射性物質含量<sup>36</sup>，結果顯示：福島事故後第一年輻射超標率只有0.88%，到第四年(2014)只有0.17%。民眾透過飲食所造成的輻射劑量只有劑量限值(1 毫西弗/年)的0.2%以下。

## 2. 車諾比核災25年後，仍檢測出污染食物

銻-137的半衰期長達30年，且會在環境中殘留多年，繼續對食物和食物生產造成危害。綠色和平組織（GREENPEACE）於2011年4月發布一項調查報告，指出即使車諾比核災已經過25年，但在車諾比鄰近的兩個城市中，仍檢測出銻-137超標的食物，被認為是不適合居住的地區。

## 3. 福島核災2年後，仍有44國禁止進口或加強檢驗災區食品

福島核災發生後，福島縣與茨城縣的牛肉、牛奶、菠菜、啤酒與稻米被驗出超標輻射值。福島核災9個月後，知名品牌「明治奶粉」被檢出含有每公斤30.8貝克的放射性銻，這批奶粉的生產地是遠在距離福島核電廠將近200公里外的埼玉縣。2011年8月，美國研究人員在距離日本9,650公里的美國加州聖地牙哥附近，檢測到15隻帶有微量銻137與銻134的黑鮭魚，這些黑鮭魚的輻射污染濃度，是前幾年加州外海黑鮭魚的10倍。

## 水產物汙染減低現況

1. 日本政府雖在事故初期一度放寬漁產品飲食放射活度限值(500 貝克/公斤鮮重)，但也立即宣布受影響地區農牧漁產品管制生產(出荷制限)，東北數縣漁民也自發性配合政策停止捕撈漁產(操業が自粛)。

---

35. 農林水產省(2012), 水產物における放射性物質について。

36. 厚生労働省 (2015), 食品中の放射性物質の対策と現状について

2. 隨放射性核種逐漸擴散稀釋，目前漁產品污染狀況已獲大幅改善<sup>37</sup>，政府於2012年4月將漁產品飲食放射活度限值縮減至100貝克/公斤(國際正常標準)並逐漸解禁，目前只有宮城、福島與茨城3縣約40種魚類仍管制捕撈，國際也沒有發現日本外銷魚產品超標案例：
- (1) 魚體放射活度明顯降低，漁產品輻射合格率從福島事故剛發生時的75%進步到2015年的接近100%合格(13,300項樣品只有20項不合格)。漁體內沒有輻射的比率從30%成長到最近的85%以上，證明漁產品污染狀況已大幅改善。
  - (2) 分析受污染的漁種屬性，不論全國各地或福島縣內，幾乎所有洄游魚類、貝介類、與大多數底棲魚類體內放射活度在事故一年後都低於標準值；目前只有極少數底棲魚類偶爾可能超標<sup>38</sup>。由於底棲魚類移動範圍很小、而且垂直沉積不明顯，只要劃定適當範圍停止捕撈就沒有誤食風險。
4. 國人關心的秋刀魚、黑鮪魚、烏魚等皆屬隨黑潮、親潮移動的洄游性魚類，潮流邊緣距離福島電廠超過200公里，如以每8公里濃度下降100倍估計，放射性核種對潮流海水的影響極低。何況這些洄游魚類游動速度極快，穿過相關水域時間極短，影響低微可忽略。
5. 厚生労働省估計<sup>39</sup>即使每年食入30公斤銫總活度(銫-134+銫-137)100貝克/公斤的魚肉，輻射劑量也只有0.074毫西弗，相當於自然背景輻射3%。雖然銫-137的輻射半衰期長達30年，但在人體內容易因新陳代謝排除體外，大約每隔53天就會減少一半濃度(生物半衰期)，因此造成體內輻射劑量很低。
6. 美國研究<sup>40</sup>顯示：受2011年日本福島事故極低微污染的黑鮪魚等海產可以安全食用。因為這些海洋動物體內來自福島事故的輻射含量遠比食物中天然含有的輻射濃度還低數百倍。作者發現：食用200克在2011年8月在美國加州附

---

37. 農林水産省，各都道府県等における水産物放射性物質調査結果，統計至2015/8/31。

38. 農林水産省，水産物の放射性物質調査について，統計至2015/8/27。

39. 厚生労働省(2012)，食品中の放射性物質の新たな基準値について，2013/03 發布。

40. Nicholas S. Fisher et. al. (2013), Evaluation of radiation doses and associated risk from the Fukushima nuclear accident to marine biota and human consumers of seafood, *Proceedings of the National Academy Sciences of the United States*, **110** (26) pp. 10670-10675.

近捕捉的受福島污染金槍魚所攝入的輻射含量，只有吃一根香蕉所含天然輻射含量的5%。

日本福島核災發生至今超過2年，2013年2月底，福島核電廠附近海灣所捕獲的魚類仍檢驗出超標5,100倍的銫含量，甚至是前年底的2倍。包括臺灣、中國、南韓等44個國家和地區仍繼續實施停止進口或要求提供相關證明等限制措施；歐盟則於2012年底宣布所有福島生產的食品和飼料必須提交檢驗證明的措施。

## 五、核災污染傷害健康與生命

### 1. 車諾比核災對人體健康造成不良後果，死亡數目難以估計

2003年聯合國架構下的8個單位共同成立了「車諾比論壇」

(The Chernobly Forum)，於2005年和2006年發表了兩份報告，指出車諾比事件直接死亡人數共達4,000人；世界衛生組織則提到47名救災人員死於強烈直接輻射，9名兒童死於甲狀腺癌症，也估計在嚴重污染的3個地區(俄羅斯、白俄羅斯、烏克蘭)，受到高度輻射的690萬人中，約有9,000人會死於癌症。

歐洲綠黨認為車諾比論壇的報告過於保守，並於2006年提出報告，估計有3萬至6萬人因此核災而死於癌症，其中有18,000至66,000名白俄羅斯人罹患甲狀腺癌。因大部份固態腫瘤(如乳癌、攝護腺癌)的潛伏期可達20至60年，部分患者目前可能尚未發病，估計將有93,000人死因與車諾比核災高度關連。

### 1. 數據灌水，誇大車諾比事故死亡人數與健康影響

- (1) 車諾比事故經 25 年長期研究，已有嚴謹完整結論。車諾比事故輻射暴露族群，國際原子能總署(IAEA)依輻射劑量可分為：重度輻射暴露員工、輕度輻射暴露員工、疏散區民眾、限制居住區現住民與污染區現住民等 5 大族群。人數與輻射劑量統計如下表：

車諾比事故輻射暴露族群分析

類別	說明	人數	累積劑量 (毫西弗)	年平均劑量 (毫西弗/年)
----	----	----	---------------	------------------

重度輻射暴露工作人員	事故初期現場搶救人員	237	2,000-16,000	短期暴露
輕度輻射暴露工作人員 (Liquidators , 1986-1989)	事故後善後清理人員	600,000	100	短期暴露
疏散區民眾 Evacuees from highly-contaminated zone (1986)	Pripyat 鎮附近居民	116,000	33	短期暴露
管制居住區現住民 Residents of “strict-control” zones (1986-2005)	居住於銫 137 活度 >55.5 萬貝克/平方公尺	270,000	>50	>2.5
汙染區現住民 Residents of ‘contaminated’ areas (1986-2005)	居住於銫 137 活度 >3.7 萬貝克/平方公尺	5,000,000	10-20	0.2-0.4

- (2) 截至目前為止，IAEA確認與輻射有關死亡者共有28人，都屬於重度輻射暴露員工，並排除其他21例死因與輻射關聯性<sup>41</sup>。但該文故意混淆視聽。
- (3) 甲狀腺癌是目前唯一可歸因於車諾比事故所造成的民眾健康影響。事故迄今約有6,000例甲狀腺癌發生，但死亡案例為15例。甲狀腺癌非屬致死癌症，可以手術治療，一般癒後良好。
- (4) 關於「車諾比事件死亡人數共達4,000人」，明顯歪曲IAEA報告原意<sup>42</sup>。原文

41. International Atomic Energy Agency, WHO, UNDP, FAO, UN-OCHA, UNSCEAR & World Bank (2006), Chernobyl’s Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine, Second revised version , pp.55, Vienna. 該報告第 14 頁，原文為：「Among these workers (指重度輻射暴露員工 237 人), 28 persons died in 1986 due to ARS (28 人死於急性輻射症候群，即死亡可歸因於輻射). Two more persons had died at Unit 4 from injuries unrelated to radiation (2 人於事故時受傷而死，並非輻射原因), and one additional death was thought to have been due to a coronary thrombosis(冠狀動脈血栓，即心臟病). Nineteen more have died in 1987–2004 of various causes; however their deaths are not necessarily — and in some cases are certainly not — directly attributable to radiation exposure.(1987 至 2004 共有 19 人因各種原因死亡，但皆不可歸因於輻射。)」

42. 前揭報告第 15 頁，原文為：「The international expert group predicts that among the 600 000 persons receiving more significant exposures (liquidators working in 1986-1987 (輕度輻射暴露員工), evacuees (疏散區民眾), and residents of the most ‘contaminated’ areas (限制居住區現住民)), the possible increase in cancer mortality due to this radiation exposure might be up to a few per cent (癌症死亡率可能因輻射暴露而增加幾個百分點). This might eventually

係指受輻射影響最顯著的60萬人(包括：輕度輻射暴露工作人員、疏散區民眾與限制居住區現住民等)的終生罹患致死癌症風險可能會增加幾個百分點。(這群人預估會發生100,000例致死癌症，其中約4,000例可歸因於輻射)應正確解讀為：即使受影響最嚴重的族群，輻射罹癌風險也只有自然罹癌風險的4%，不能歪曲解釋為4,000人死於車諾比事故。

- (5) IAEA報告結論係基於世界衛生組織報告(2006)，結論明確指出除輕度輻射暴露工作人員因劑量較高(100毫西弗)罹癌風險可能略增外，沒有證據顯示民眾罹癌風險升高<sup>43</sup>。
- (6) 歐洲綠黨對於車諾比事故死亡人數的誇大報告，未經國際學界同儕審查，不具客觀正確性。
- (7) 該文惡意扭曲UNSCEAR-2011報告結論。該報告結論明確<sup>44</sup>指出：「即使在嚴重汙染的三個地區(俄羅斯、白俄羅斯、烏克蘭)，也沒有證據顯示會增加民眾罹癌風險。比對輻射較高與較低區域民眾的罹癌風險，前者並沒有增加。」「民眾在車諾比事故所受的輻射劑量太低，不可能找到罹癌風險增加的證據。」

---

represent up to four thousand fatal cancers in addition to the approximately 100 000 fatal cancers to be expected due to all other causes in this population.(在 10 萬例致死癌症中增加 4,000 例)」

43. World Health Organization (2006), Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes, Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group "Health", pp167, Geneva. 旨揭報告第107頁結論原文：「Epidemiological studies of residents of areas contaminated with radionuclides in Belarus, Russia and Ukraine performed since 1986, so far have not revealed any strong evidence for radiation-induced increase in general population mortality, and in particular, for fatalities caused by leukaemia, solid cancers (other than thyroid), and non-cancer diseases.」
44. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2011), *Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Reports to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II Scientific Annexes C, D, and E*, pp. 219, New York. 旨揭報告第 185 頁 D273 段原文：「At present, there is no persuasive evidence of any measureable increase in the risk of all solid cancers combined or breast cancer for the general populations of the three most affected republics. There appears to be no pattern of increased risk in those areas with high levels of radioactive deposition compared to those with low levels, and no difference in rates with time for areas with different levels of radioactive disposition.」  
旨揭報告同頁 D274 段原文：「Assessments, based on the follow-up to date and using the findings from the study of the survivors of the atomic bombings and other studies, would suggest that the doses received by the general population after the accident were too low to yield sufficient statistical power for studies to be able to detect any increase in the risk of all solid cancers combined, had there been an increase.」

## 2. 福島核災的災區民眾罹癌風險較高，民眾身心狀態每下愈況

2013年2月28日，世界衛生組織首次發表了福島核災健康風險評估報告，指出「根據年齡、性別和距離核電廠遠近的數據分析，的確顯示核污染最嚴重地區的居民罹癌風險較高。」

此外，日本NHK電視台於2013年3月發布了一項針對1,006名福島核災災區區民的調查，有36.3%的民眾認為311後健康狀況產生惡化，災區居民每天出門的比率下降了12.5%，幾乎不出門的比率增加了7%；災區居民的身心狀況，包括：失眠、無精打采、菸酒量增加、藥物依賴、血壓等身心狀況更是較前一年每下愈況，這些症狀在40歲以上的民眾中普遍非常顯著。

1. 311 東日本大震災迄今，全日本死亡、失蹤者約 18,465 人，但沒有 1 人因福島核子事故而受害。震災後避難民眾高峰達 48 萬人，迄今仍有 22 萬人滯留在外，福島核子事故並非疏散避難主要原因（福島核災疏散民眾約 9.5 萬人）。

### 2. 民眾健康影響極輕微

截至目前，日本已調查超過 45 萬名福島縣民劑量<sup>45</sup>，平均劑量約 0.8 毫西弗，相當於 4 個月的自然背景輻射。99%以上民眾劑量低於 1 年的天然背景輻射劑量，這種劑量不可能引起輻射健康效應。

世界衛生組織（WHO）於 2013 年 2 月發表福島事故民眾與救災員工健康風險評估報告<sup>46</sup>，綜合前述報告與現有各種資料摘述如下：

(1) 除福島縣影響最大的浪江町及飯館村兩區域外，其他地區沒有觀察到終生罹癌風險的增加。浪江町及飯館村兩地，只有男嬰白血病(風險由 0.6% 微增至 0.64%)、女嬰乳癌(風險由 5.53%微增至 5.89%)、女嬰甲狀腺癌(風險由 0.77%微增至 1.29%)等 3 種特定癌症罹患風險可能會些微增加，其餘癌症風險並未增加。甲狀腺癌並非致死癌症，患者可以甲狀腺手術切除配合服藥治療，癒後通常良好。

(2) 沒有民眾發生輻射病變，更沒有民眾因輻射因素死亡，也不會影響胚胎

---

45. 福島県県民健康管理調査検討委員会(2015), 第 19 回福島県「県民健康管理調査」検討委員会資料別冊 (2015/5/18 召開)。

46. World Health Organization (2013), *Health Risk Assessment from the Nuclear Accident After the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami Based on a Preliminary Dose Estimation*, pp166, Geneva.

發育及妊娠。

- (3) 福島縣居民的輻射劑量不足以影響胎兒發展，也不會導致流產，或增加先天性缺陷及認知功能障礙風險。
- (4) 日本其它地區民眾不會有額外罹癌風險、也不會增加健康風險。
- (5) 7 名東京電力員工或包商因海嘯溺斃或固有疾病發作死亡，死因完全與輻射無關。

3. 聯合國原子能輻射效應科學委員會(UNSCEAR)最新研究結論也支持世界衛生組織的結論<sup>47</sup>。聯合國報告特別強調：

- (1) (福島事故)一般民眾輻射劑量非常低，不預期會發生健康效應。
- (2) 主要健康影響來自心理與社會壓力，包括地震海嘯與核子事故的巨大衝擊、對於輻射的恐懼與羞辱感。
- (3) 福島事故輻射造成成年民眾全身有效劑量約10 毫西弗(終生)。這種劑量範圍不預期會增加罹癌風險。
- (4) 保守估計嬰幼兒甲狀腺劑量為 100 毫西弗(終生)，只有以模式推估時甲狀腺癌發生案例可能微增，無法在實務上認定受輻射影響。

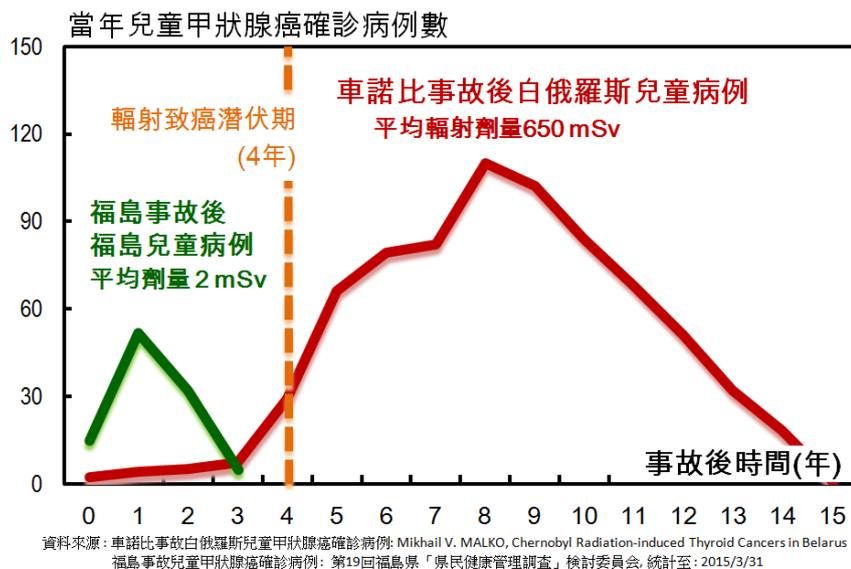
4. 目前發現的甲狀腺癌案例，可合理排除與輻射關聯

- (1) 根據福島縣「縣民健康管理調查檢討委員會」自事故後對福島 18 歲以下民眾進行的 29 萬例甲狀腺檢查，結果顯示 99.3% 民眾正常，只有 0.7% 因甲狀腺結節或囊腫需要複檢。但甲狀腺結節或囊腫是非常普遍的內分泌疾病，並非甲狀腺癌，且絕大多數都屬良性。美國研究顯示甲狀腺結節盛行率遠高於本次調查結果。
- (2) 輻射暴露造成的甲狀腺癌，除劑量要夠高外，還需經過 3-4 年的潛伏期<sup>48</sup>，病例才會逐漸增加。福島事故迄今發現的甲狀腺癌案例的輻射劑量只有車諾比事故案例的 1/300，且發病時間集中在潛伏期內，2015 年已大幅減少。明顯與醫學經驗不符，可合理排除與福島事故關聯性。

---

47. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2014), *Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2013 Reports to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume I Scientific Annexes A : Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami*, pp. 308, New York

48. Yuri E. Nikiforov (2006), Radiation-induced thyroid cancer: what we have learned from Chernobyl, *Endocrine Pathology*, **17**, pp307-318.



#### 4. 震災關聯死來自社會歧視的壓力，並非核災影響

- (1) 311 大地震是日本百年來最大自然災害，導致約 18,500 人死亡失蹤、近 40 萬棟房屋嚴重毀損的慘重災情，由於受到嚴重災情驚嚇，災民普遍產生災後壓力症候群的現象，進而逐漸腐蝕健康，甚至可能導致身體惡化而死亡，這些間接因震災因素死亡者，日本稱之為「震災關聯死」。
- (2) 截至 2015 年 3 月底，「震災關聯死」累計 3,331 人<sup>49</sup>，其中 2,746 人(82%)集中在震後第一年；最近半年已減少為 8 人。2011 年底震災無家可歸民眾總數有 33 萬人，因核子事故而移居民眾約 10 萬人<sup>50</sup>，因此「關聯死」主因應屬震災而非核災。福島核災後，日本媒體以極不友善態度在災民心靈傷口抹鹽，造成社會普遍歧視災民，這種行徑引起世界衛生組織(WHO) 聯合國原子能輻射效應科學委員會(UNSCEAR)的強烈批判。
- (3) 關於「震災關聯死」的認定，日本律師聯合會承認：基於「認定工作涉及到發放弔慰金等對受災群眾的支援活動，因此盡可能得大範圍開展『關聯死』的認定工作」的觀念，各自治體所實行的審查標準有相當大的差異，福島縣認定最寬鬆超過 90%，但其他地區通常不超過 50%。

49. 復興庁(2015), 東日本大震災における震災関連死の死者数.

50. 復興庁(2015), 全国の避難者等の数.

## 六、臺灣地狹人稠，核電風險籠罩大部分國土

### 1. 發生核災，千萬人淪陷

1986年蘇聯車諾比核災疏散方圓30公里，約40萬人。日本福島核災疏散方圓30公里，約17萬人。美國國務院建議福島核電廠半徑80公里內的僑民撤離，五角大廈宣布核電廠周遭80公里區域為禁區。英國極具權威的科學期刊《Nature》雜誌指出，以福島核災半徑30公里的疏散範圍為標準，全世界現役核電廠中，有3座圈內人口超過400萬人，臺灣就占了2座。同時，臺灣也是全世界唯一將核電廠建於首都圈的國家，核一、核二、核四距離台北市皆不到30公里。

1. 即使福島電廠有3座機組發生嚴重核子事故，但輻射外釋總量仍只有車諾比事故的0.1倍<sup>51</sup>，即使圍阻體發生破損，仍將絕大部分輻射物質滯留在廠房內，估計只有1%的銫-137外釋。
2. 福島事故後，我國增加多項安全防措施，如必要時採取斷然處置措施，寧可犧牲反應爐也要避免民眾大規模疏散。並已規劃設置圍阻體排氣過濾系統，再將輻射強度降低1000倍。
3. 世界各國對於核子事故民眾防護區域絕大多數都在8公里之內。超過8公里的只有德國等5國，連地廣人稀的美國最遠也只有16公里。美國國務院的撤僑建議並非基於輻射防護專業意見。
4. 核子事故過程是漸進的、有時序性的，不像地震或土石流災害瞬間發生，一般都有足夠時間進行民眾防護措施。以福島事故為例，最快也需要1天，我國各核能電廠附近8公里內人口約3-8萬人，疏散應無困難。如果任意擴大防護區域，不但會增加應變處理亂度、更會降低防護行動的有效性。
5. 英國《自然NATURE》雜誌在福島核災發生後一個月(2011年4月)針對核電廠半徑30和75公里內人口數進行統計分析：在電廠周圍30公里內的人口數，以巴基斯坦的Kanupp排名第一(約820萬人)，我國核二廠(550萬人)居次，核一廠(約470萬人)第三。這篇文章只是強調人口密度只是眾多風險考量因素之一，但沒有客觀固定的指標可以用來判斷個別電廠的風險剖析(risk profile)，因此不可能做危險排名(danger ranking)。

---

51. International Atomic Energy Agency (2015), *The Fukushima Daiichi Accident Report by the Direct General and Technical Volumes*.

- (1) 人口密集地區對電力需求自然較高，因此很多核電廠都鄰近大都會。Nature期刊指出，世界上半徑30公里範圍內超過100萬人之核電廠就有21座。例如緊鄰香港(707萬人)只有13、14公里的廣州深圳大亞灣、嶺澳兩座核電廠就有6部機組、距離紐約(839萬人) 38.4公里的Indian Point核電廠，密度更超過我國，該廠半徑75公里的人口甚至還超過1,730萬人。
- (2) 該篇文章也指出，核能電廠安全與否的真正關鍵是「安全文化」(culture of security)，也就是維護與訓練的品質、經營者與員工的能力、管制監督的嚴謹性。依國際原子能總署(IAEA)公布資訊顯示，我國核能機組能力因數在世界核能國家中名列前茅，整體核能營運績效表現在世界平均水準之上。
- (3) 我國依據美國核能法規，以最嚴格標準執行核電廠廠址選擇與設計，以過去歷史最大地震強度及海嘯高度並預留相當大的安全餘裕作為設計基準。福島核災後，我國核電廠安全總體檢也把歐盟、日本及美國等安全標準，均列入我國安全強化方案中。

若以國際原子能總署建議的80公里疏散圈為標準，核一、核二疏散圈內的人口將超過千萬，基隆市、新北市、臺北市、桃園縣、新竹縣、新竹市等北部縣市無一倖免。

國際原子能總署從未建議以80公里為疏散圈，只建議5公里內可採取預防性疏散措施<sup>52</sup>；5-30公里居民先採取室內掩蔽。

另一方面，原能會卻根本不願正視核電廠威脅千萬人的現狀，刻意大幅低估核災緊急應變範圍。即使福島核災近在眼前，馬政府也僅將核電廠「緊急應變計畫區」範圍，從5公里小幅上修至8公里，連日本福島核災管制區所劃定的10公里禁止進入的範圍都不到。何況說，風向往往決定撤離範圍，例如：距離福島核電廠30公里外的相馬郡飯館村，因風向的關係，輻射污染超過鄰近鄉鎮，全鄉7千居民被迫撤離，且返鄉之路遙遙無期。

---

52. International Atomic Energy Agency (2007), *Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency*, Safety Guide No. **GS-G-2.1**.

福島核災是因為發生超大型複合式天災，以我國地質條件分析，無論是活動斷層長度或海岸地形，都不足以發生類似福島事件的超大型複合式天災。

我國核電廠原即有5重防災優勢，核安總體檢後又新增「斷然處置措施」及防海嘯牆興建規劃，總計較福島一廠多出7重防災優勢。國際專家亦認定我國核能電廠符合國際核安標準，即使發生類似福島天災亦可安全無虞。

1. 五重防災優勢因應天災衝擊：台電公司在日本福島事故之後，就立刻檢視各核電廠現有設備應付超大型天災的防護能力，檢視結果發現我國核電廠較福島核電廠多出5重防護優勢，尤其是後備電源、水源與防海嘯措施，更是我國核電廠因應超大天災的關鍵優勢。
2. 斷然處置措施阻絕核災發生：日本福島核災事故雖由超大型複合式天災(海溝型地震引發之大海嘯)引起，但決策程序僵化拖延等人為疏失也是主要原因。因此，我國在汲取福島核災的經驗之後，特別建立了「斷然處置措施」，也就是一旦遭遇超大型複合式天災，在有輻射外洩的可能性前，立即執行注水冷卻反應爐措施，如果生水池的水不夠，就注入海水，以防止燃料棒裸露或發生氫爆。換言之，我們寧願犧牲一座核電廠，也不會讓核能電廠有任何發生核災的機會。因此，類似福島的核能災變並不會在臺灣發生。
3. 強化多重防護，確保核能安全：除了「斷然處置措施」外，台電公司已完成數十項再強化措施，未來各廠還將增設防海嘯牆、圍阻體排氣過濾系統與隔震建築等多項設施以強化事故應變能力。
4. 台電確保核安努力，國際專業肯定：101年2月世界核能運轉協會(WANO)專家團來臺評估我國核能電廠執行安全防護總體檢成效，認定已經符合國際核安標準。102年3月原能會邀請經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)專家團來臺評估我國核電廠進行壓力測試結果，結論認為：類似福島電廠型態事故所經歷的後果，將不可能發生在臺灣的核電廠。

## 2. 發生核災，臺灣沒有安全飲用水

福島核災時，距離福島電廠250公里外的東京出現自來水輻射劑量過高，不宜孕婦、嬰兒飲用之情形。若以此標準檢視，幾乎所有臺灣重要水庫大壩半徑

250公里內，均有核電廠，且所有核電廠都在石門、翡翠、新山、牡丹水庫80公里內。

1. 日本厚生労働省調查<sup>53</sup>，福島核子事故發生當季共檢測26,426項飲水樣品，其中98.3%樣品沒有檢測出任何放射性核種，只有12項有短半衰期放射性碘超標，合格率超過99.95%。事故發生1個月後已經沒有任何樣品檢測出放射性物質。福島核子事故對於飲水安全影響極輕微。
2. 經濟部為因應嚴重核子事故發生時所可能導致水庫水源區污染狀況，已於100年9月公告實施「公共給水及水庫原水輻射災害防救業務計畫」、「主要供水水庫管理單位為因應輻射污染監測措施」及「自來水事業因應輻射污染淨水廠監測措施」等應變計畫與必要行動；提供民眾飲水及生活用水的管控依據。

## 七、臺灣的核災應變計畫與演習都是紙上談兵

### 1. 臺灣的核災應變計畫忽略了複合性災難的應變複雜度

從表面上來看，我國有一套堪稱完整的核災緊急應變體系，涵蓋了核災應變的法規、組織與程序。但實際上，這套緊急應變計畫只是紙上談兵，一旦真正發生核災，根本無法發揮效果。舉例來說，目前對於民眾撤離疏散流程，是經由電視、廣播、警報、巡迴車通知民眾，讓民眾到集合點集合後，再到收容所安置。這個傳統方式看起來頗有條理，但核災若伴隨停電、道路中斷導致無法有效通訊，民眾要怎麼知道核災發生的訊息？

1. 我國「核子事故緊急應變法」已明確規範民眾防護行動，並已藉實際的演習行動證實民眾防護作為的可行性。另外，福島核子事故之後，我國核電廠已強化後備電源與水源的準備。同時，更設置了「斷然處置」措施，即使廢棄電廠，也會確保爐心不會熔毀，類似福島事故及民眾疏散情況在臺灣不會發生。
2. 即使超大型天災會在瞬間發生，但核子事故有其演進時序，不會立即惡化。福島電廠在3月11日下午14時即遭受海嘯襲擊，但1號機是第2天才發生事故。但當地半徑10公里內民眾早已在停電、道路嚴重破壞的惡劣狀況下

---

53. 厚生労働省(2013), 水道水中の放射性物質に関する検査の結果.

完成疏散。

3. 台電公司已建置完善的民眾預警系統，透過專屬廣播系統、電視插播、警察巡迴廣播、市內電話、手機簡訊廣播、網路報導等多層次、交互覆蓋方式有效克服各種困難，提供相關訊息。

## 2. 臺灣的核災演習不確實，根本無法發揮實兵驗證的成效

目前臺灣核電廠的緊急應變範圍皆為8公里，有數萬人需要疏散；但原能會每年一次的核災演習都只挑核電廠周邊幾個村里的數百人參加。演習區以外的絕大多數村里、居民都沒有演習經驗，一旦核災來臨，居民在驚慌失措下根本不知道該怎麼辦。

此外，小型演習跟大規模疏散在物資調度、人員訓練、應變程序等層面都不一樣，原能會連「多久能調度到接送巴士？」、「巴士的運量多少？」、「如何疏散？」、「疏散道路會擁擠導致動彈不得嗎？」、「是否有足夠的輻射防護衣？」、「移動式除污設備有多少？可供多少人除污？受污染者要等多久才可以完成除污？」等基本問題都不清楚，演習又怎麼能達到實兵驗證的效果？

1. 因應日本福島事故之衝擊，我國於2011年10月重新公告核能電廠「緊急應變計畫區」之範圍擴展至8公里，同時也實施8至16公里範圍內的民眾防護規劃。台電公司委託交通大學於101年12月依據人口、車輛與道路資料之蒐集與分析、各電廠「緊急應變計畫區」集結點位置、收容所與疏散車輛需求、各電廠疏散路線之規劃、以及「緊急應變計畫區」路網疏散時間調查，完成海陸、路、空三路的調查結果，並已做為地方政府的「區域民眾防護應變計畫」施行參考。
2. 當「核子事故中央災害應變中心」下達緊急應變計畫區內之民眾掩蔽、服用碘片、或疏散指令時，地方災害應變中心將立即啟動巡迴廣播車、電視、電台廣播及村里民政廣播等系統，並配合各核電廠鄰近地區所設置的預警設施，告知民眾應採取的必要行動。各項民眾資訊傳播系統及其功能已在歷次的廠內、外之核安演習，以及地方政府所舉辦的里民疏散演練中，確認可滿足民眾資訊傳播之需。
3. 核子事故過程是漸進的、有時序性的，不像地震或土石流災害瞬間發生，一般都有足夠時間進行民眾防護措施。以福島事故為例，最快也需要1天，我國各核能電廠附近8公里內人口約3-8萬人，疏散應無困難。

### 3. 臺灣的核災演習無法應對多變的真實核災情況

原能會官員指出，在美國，參與演習單位與人員對核災演習的劇本與想定狀況事先並不知情，參演人員完全依照核能管制委員會當場所下達的狀況臨機應變。但臺灣核電廠的核災演習，則是採劇本事先公開、參演人員依劇本設定的流程與方式演練，充其量只能讓參演人員對核災應變有基本的概念，無法賦予參演人員具備足夠的經驗與信心來應對核災複雜多變的真實情境。

## 八、臺灣缺乏足夠的核災應變醫療資源

### 1. 距離核四廠最近的輻傷急救責任醫院都在超過30公里外

除了核電廠的醫護室，臺灣目前有19家輻傷急救責任醫院，病床總數不到2萬床、加護病床不足2,000床。核一、二、三廠8公里範圍（現行緊急應變區）內醫院僅有4所醫院（北部為金山醫院，南部為恆春旅遊醫院、南門醫院、恆春基督教醫院），而核四廠最近的責任醫院則是距離約35公里的衛福部基隆醫院與基隆長庚醫院，已超出車諾比與福島核災的30公里逃命圈範圍。

### 2. 核電廠所在的縣市，每萬人醫師數排名墊底

2012年新北市與屏東縣這兩個臺灣核電廠所在縣市的平均每萬人醫師數皆為14人，與其他縣市相比，排名倒數第五，明顯墊底，顯見臺灣核電廠所在縣市境內的醫師資源嚴重匱乏。

1. 三哩島事故、福島事故與車諾比事故都沒有民眾因罹患輻射疾病需就醫之案例。在車諾比事故中，只有134位第一線救災人員曾發生急性輻射傷害，其中28人因輻射劑量過高而死亡，其餘人員均陸續痊癒。
2. 衛生福利部早在90年即建置核災緊急醫療網，已在南部與北部建立二級以上共19家的核災急救責任醫院。當「核子事故中央災害應變中心」啟動應變機制時，地方衛生主管機關立即通報核災急救責任醫院待命收治傷患，並利用緊急醫療管理系統，掌握醫院收治傷患之最新情形。核災急救醫療分為三級，一級為各核能電廠醫務室，二級為地區醫院或區域醫院，三級為醫學中心。
3. 國內核災急救責任醫院現有之醫療資源包括急性一般病床16,103床、加護病

床1,756床、一般隔離床156床及骨髓移植隔離病床31床；足以擔負緊急醫療之需。

## 九、臺灣缺乏足夠的核能污染除污設備與設施

### 1. 碘片庫存量僅夠一日，由誰發放權責不明

原能會與國防部於2012年8月完成「國家碘片儲存庫」建置，採購約40萬盒碘片，其中約32萬盒存放於陸軍33化學兵群（桃園龍崗），約8萬盒存放於陸軍8軍團（高雄旗山）。發生核災時每人發1盒、2天量，8公里範圍內提供26萬盒碘片、8公里外提供40萬盒；亦即現行庫存量將於核災當天用盡！而根據衛福部的報告指出，國內藥廠於必要時可緊急生產每日25萬人份的碘片，此數量仍無法足額供應核電廠周邊20公里範圍內的需求；如果按照日本福島核災於21小時後撤離半徑20公里內居民來計算，屆時被撤離的災民將被迫暴露於高致癌風險下而毫無防護。何況說，如何運送與能否及時發送到居民手中仍有相當疑慮。

1. 核能事故緊急應變不是只有服食碘片或疏散兩條路，必須視事故狀況、氣象條件與應變動員等選擇最佳策略。

### 核能電廠應變整備規劃

整備規劃區別	預警系統	碘片	演習	輻射偵測	集結、疏散收容規劃
預防疏散區 (3公里範圍內)	1. 建置核災專用預警警報系統 2. 民政村里廣播系統	每位民眾預先發放2日份	辦理民眾防護行動應變演練	預先規劃偵測站及路線	執行防護相關作業(含接待學校規劃)
緊急應變計畫區(8公里範圍內)	1. 建置核災專用預警警報系統 2. 民政村里廣播系統	每位民眾預先發放2日份	辦理民眾防護行動應變演練	預先規劃偵測站及路線	執行防護相關作業(含接待學校規劃)
防護準備區(8~16公里)	結合民防警報系統	國家碘片儲存庫集中庫存方式保管，視需要分發	辦理觀摩及必要演練	預先完成輻射偵測佈點規劃及路線圖	以掩蔽為優先、結合天然災害之收容規劃作整備

## 2. 除污車僅9台，每小時最多進行1,020人次作業

全臺核生化除污車目前配置9台（原僅有1台舊式除污車，2011年與2012年分別新購1台與7台新式除污車）。舊式除污車1台每小時可進行60人次除污作業，新式除污車8台每小時可進行90至120人次除污作業，全臺灣的除污車總計每小時最多只能進行1,020人次的除污作業。

1. 我國設有「核子事故緊急應變法」，發生核子事故時將依事態分別成立地方或中央災害應變中心與各種附屬組織，執行緊急應變作業，並可在事故惡化前啟動各項應變工作，包括預警通知、室內掩蔽、服用碘片及疏散收容等防護措施。依目前規劃，桃園以北收容場所達956處，可收容超過42萬人。
2. 當民眾疏散指令下達時，民眾所需自行攜帶之物品均屬輕便型的個人用品；與其它災害例如地震及水災相類似。有關輻射偵檢、飲食、醫療、安全防護以及災情相關訊息服務等，均可在民眾抵達防護站或收容所之後立即獲得供應。倘須服用碘片，居住在核電廠鄰近的民眾已備有每人2日份的存量，或亦可至當地衛生所領用。
3. 統計福島事故45萬民眾輻射劑量，平均劑量為0.8毫西弗，相當於4個月天然背景輻射劑量。只有1名民眾接受最高15毫西弗劑量，這種劑量仍不會導致傷害。

## 十、「斷然處置」措施無法防止核災，處置不當更會引發氫氣爆

### 1. 不可能有「故障時保證安全」的核電廠

馬政府與臺電極力保證臺灣核電廠的安全，正如日本政府與東京電力公司（東電）也曾極力向日本人保證福島核電廠非常安全，但福島核災的出現，徹底粉碎日本政府和東電的「故障時保證安全（fail safe）」的神話。

「斷然處置」措施是經過國內、外的安全分析及專家論證；保證了此項措施之可行性。我國各電廠已建置作業程序書，並藉由人員訓練、設備及人員測試、及緊急計畫演習；確認斷然處置的可信度及可行性。台電公司多次利用國際場合提出斷然處置措施，均獲得肯定與認同；斷然處置是必要的，而且提供了核

電廠快速反應之行動，以避免爐心毀損。

福島事故後，世界各國包括美國及瑞士的核電廠均陸續提出類似斷然處置措施；以移動式注水設備將淡水或海水注入反應爐之安全作為。

美國耶魯大學的災難研究專家培羅（Charles Perrow）教授早在1984年就從三哩島核災的研究中指出，對於核電這種高風險的複雜系統，不可能存在完美的安全設計。核電廠系統之龐雜與操作之不易，使其可能發生的意外事故情境組合高達數十億種，遠遠超出設計者所能預先設想得到的；一旦實際出現的故障情境不在設計者的預想範圍內，或是第一線操作人員無法理解與應付災難變化的情勢，都將引發浩劫。培羅教授的先見之明，之後在俄羅斯車諾比核災跟日本福島核災得到驗證。

## 2. 「斷然處置」措施只是畫餅充飢，處置不當恐造成更大災難

日本福島核災的慘痛經驗近在眼前，馬總統仍然信誓旦旦地宣稱臺灣不會發生福島等級的核災，因為在核電廠發生反應爐溫度過高造成爐心熔毀前，會採取提前將爐心減壓、緊急灌水降溫的「斷然處置」措施，把核電廠廢棄掉。馬總統或許不知道，想要把核電廠「斷然處置」沒那麼容易，災害的故障情境更不是臺電所預想規劃的那麼簡單。

如果馬總統口中的「斷然處置」措施有辦法防止福島核災的發生，難道核電技術遠較臺灣進步的日本不懂得採用而眼睜睜看著福島核電廠釀成巨災？實情是，日本即使有馬政府的「斷然處置」措施，福島核災同樣會發生。

國立清華大學動力機械系彭明輝教授指出，根據臺電的報告，「斷然處置」措施要生效，必須滿足5個過度保守的前提假設：1.高壓注水系統可以持續運轉至少一個小時、2.冷卻水管路沒有洩漏、3.直流電供電正常、4.儀器顯示正常、5.相關的電磁閥都沒有損壞。然而，日本國會福島事件調查委員會的調查報告顯示，這5大前提在福島核災中都不成立，根本不可能挽救福島核災。

台灣核能電廠完全符合以上條件，可以順利執行斷然處置：

1. 福島事故證實設有高壓注水系統(RCIC)的 2、3 號機分別持續運轉超過 72 小時與 36 小時。
2. 執行安全注水的兩套安全停機路徑，其儀控盤面的耐震能力均達安全停機地

震(SSE)，而管路本身更經評定強化具有 5/3 倍 SSE 的耐震能力，可以因應超大地震而不損壞。

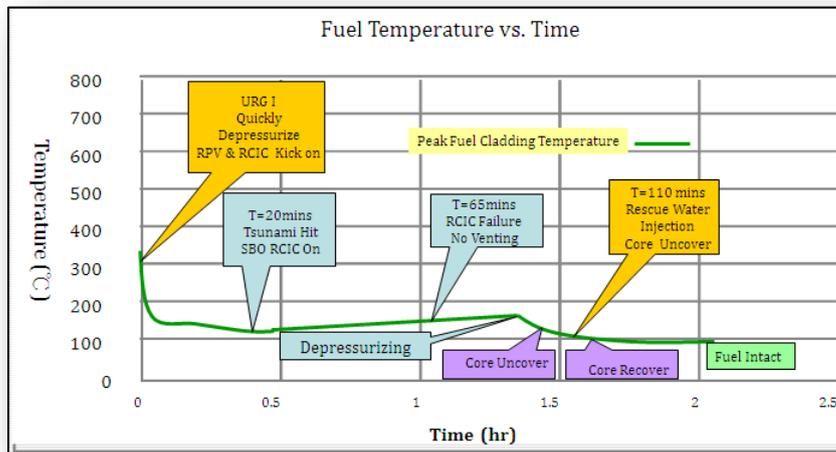
3. 各設備所需的直流電也具有 SSE 抗震能力，除已擴充其容量，可因應 24 小時操作所需直流電力；更有移動式柴油發電機可以為電池持續充電，長期提供直流電力。
4. 控制室運轉人員應變所需之反應爐壓力、水位等重要數據，可不經由儀表，可用量測儀器於控制室內直接加壓讀取數據。
5. 執行反應爐洩壓的安全釋壓閥上的兩個電磁閥及儀用管路系統均具有 SSE 抗震能力，只要其中之一可用，就能有效操作安全釋壓閥，控制反應爐洩壓，讓各種低壓注水水源可以立即注入反應爐。
6. 此外開啟安全洩壓閥所需的儀用壓縮空氣來源除原有的儲氣槽外，亦備妥氮氣瓶及空壓機，可持續不中斷供應壓縮空氣，操作開啟安全洩壓閥

尤有甚者，日本人之所以不敢貿然在事發的第一時間直接引大量海水灌注核電廠「斷然處置」，是因為一旦操作不當，將提前引發爐心熔毀與氫氣爆，造成更大災難。根據馬政府版的斷然處置措施，燃料棒頂部將短暫露出水面一個小時，爐溫即達華氏1,400度，離華氏1,500度的氫爆點只有不到8%的差距，只要出現像是水管接頭漏水等預想外的狀況，就可能發生爆炸。

1. 斷然處置措施是在電廠失電全黑的狀況下，利用反應爐邊降壓、邊補水，以及其後之急速降壓以引入多元、可靠的低壓注水來移除反應爐內的熱量，讓反應爐最終處於冷停機安全狀態的緊急操作程序。
2. 斷然處置措施啟動的第一步驟即是降壓補水，降壓可主動開啟安全釋壓閥，而且祇要 16 只安全釋壓閥中之 1 只洩壓即可；補水則由蒸汽推動的高壓注水系統執行，只要反應爐壓力高於  $10 \text{ kg/cm}^2$ ，這個系統都可有效執行注水。
3. 斷然處置措施的降壓分兩階段：(1)在斷然處置措施設備列置期間，先使用 1 只安全釋壓閥將反應爐壓力緩慢降到  $15 \text{ kg/cm}^2$ ；(2)執行注水時，先使用自動洩壓系統(ADS)，同時開啟 16 只安全釋壓閥中之 7 只，將反應爐壓力快速降到接近大氣壓力。
4. 洩壓時由於爐水大量閃化帶走汽化熱，燃料棒護套表面溫度會急速下降至  $350^\circ\text{C}$  以下。再由低壓注水系統以最大流量快速注入反應爐，確保核燃料護套

最高溫度小於華氏 1,500 度，並讓反應爐最終維持在低壓力與低溫度之冷停機安全狀態。以上降壓失敗機率非常低。

作者所謂「斷然處置措施」提前引發氫氣爆實為謬論，如果天馬行空臆測「斷然處置措施」一定失敗，則失去理性討論的空間。



圖、斷然處置措施洩壓注水程序之燃料棒護套表面溫度

斷然處置措施中的洩壓注水概念，早已引入最新一代核電廠設計，如有 7 部建造實績的 AP1000 型機組，就在圍阻體內設置相關水源與管路，一旦發生事故時立即啟動，進行快速降壓注水。

「斷然處置」措施只能在極為有限的故障情境下發揮效果，但福島核災的經驗顯示，核災的故障情境是複雜且往往伴隨著地震海嘯等複合型災難而來，要預先設想所有的故障情境組合根本不可能。

日本三一—福島核災國會事故調查員田中三彥來台時也指出，東京電力嘗試過各種方法斷然處置，如果當下知道爐心熔毀，早就灌水了，正是因無法取得確實數據，才不知該怎麼做決定。「能不能切實執行？很難回答，但這就是斷然處置最大的問題。」而且，「就算保住爐心，也無法保護人民」。

馬政府想用「斷然處置」措施一招打天下：「有斷然處置措施所以不會發生核災、不會發生核災所以緊急應變措施不夠也沒關係。」這是何其惡劣的心態與作法。請問馬總統跟臺電，一旦核電廠發生事故，畫餅充飢式的斷然處置措施不可行，紙上談兵式的緊急應變計畫又無法井然有序地實施，屆時是要把整個北臺灣或南臺灣的國土跟人民「斷然處置」地廢棄掉嗎？

1. 原能會審查核電廠「斷然處置措施」已指出：台電公司各核電廠在民國100年底前已備妥並整備大量、多樣化的移動式設備(包括電源、水源、水泵等)，以因應嚴重事故，並經原能會審查確認。另台電公司為具體妥善應用上述設備，乃提出斷然處置措施，並著手進行各核電廠之模擬分析，根據各機組之設計與運轉特性，分析各種事故情況時必要採取之釋壓和注水時機與操作條件，確認控制爐心水位和維持燃料溫度在特定溫度之下的可行性，以便機組在緊急狀況時，能透過果決斷然執行反應器釋壓與注水程序，避免爐心熔毀及放射性物質大量外釋，使環境和民眾受到事故的影響可以減到最低。
2. 原能會肯定台電公司提出斷然處置措施之做法，但仍必需經過嚴謹的專業審查程序來檢視該措施的有效性與完備性；同時原能會也要求台電公司須參考國際核能業界整合緊急運轉程序書、嚴重事故管理指引及大範圍廠區受損救援指引指引，並納入多機組且超過設計基準之廠外事故，實施多樣化具彈性的策略(FLEX)的做法，確認斷然處置措施能與既有相關程序書相互融合、相輔相成。
3. 台電公司斷然處置措施已於國際學術期刊發表<sup>54</sup>。經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)專家來台檢視核電廠壓力測試，認為這項措施是因應嚴重事故領域的技術優點，並可處理喪失所有反應器供水系統、電廠全黑、超出設計基準之地震及海嘯的緊急狀況。103年2月世界沸水式反應器業主組織(BWROG)專家來台針對斷然處置進行同行審查亦認同其價值。

---

54. Liang, K. S. et al. (2012), The ultimate emergency measures to secure BWR plants under an accidental condition with no designed power or water supply, *Nucl. Eng. & Design* **253**, pp. 259-268.

## 貳、核電不安全

### 一、天下沒有絕對安全的核能電廠

#### 1. 以人類目前科技，根本沒有絕對安全的核能電廠

核電工業發展至今僅數十年的歷史，許多安全上的技術難題都還沒有克服。行政院原能會對於「核能安全」，採用的是國際原子能總署（IAEA）的定義，是指：「能夠防止或減輕事故的後果，避免工作人員、民眾及環境受到輻射傷害的適當運轉狀況」。這個定義，反映了國際原子能總署也不敢保證在某種條件下，核災事故絕對不會發生，只能用事後損害控制的概念來定義核能安全。

#### 2. 馬總統所謂的確保核安，也不能保證核電絕對安全

雖然馬政府一再重申，沒有核安就沒有核電，會在確保核四安全無虞下才准予運轉。但依照國際原子能總署與原能會採用的定義，馬政府所謂的確保核安，並沒有保證核四不會發生核災，只是在發生事故的時候，會防止或減輕事故的後果。「沒有核安就沒有核電」只是玩文字遊戲來欺騙國人罷了。

#### 3. 核電風險太大，沒有任何人或組織可以保證核電廠安全無虞

不只馬政府與臺電的保證都是假的，國際上曾經有許多支持核電的個人或組織試圖評估核電廠的安全風險，甚至說「核電廠運轉的事故風險比搭飛機還低」。然而，國際上曾出現幾份核電廠的風險評估報告，都無法獲得核電發展組織的背書。事實上核電廠的事故風險比想像高，且一旦發生事故，其傷害遠比飛機事故大幾十萬倍。核災風險來自核電廠的設計與管理、天然災害、人為操作疏失、戰爭破壞等。因此，國際上沒有任何國家的核能管制機構或國際核能組織，會替他國的核電廠出具相關安全認證；此清楚顯示「安全的核電」實際上並不存在。

## 核能是安全紀錄最佳的能源工業

1. 據統計1954-2015年全球共發生494次空難，有53,338人喪生<sup>55</sup>；同時期全球發生3次核子嚴重事故，共有28人死亡。核電安全性遠超過航空業。
2. OECD 統計1969-2000年各種能源工業事故肇因分析與直接生命損失<sup>56</sup>，結果

---

55. Flight Safety Foundation, Aviation Safety Network.

56. Organization for Economic Cooperation and Development Nuclear Energy Agency (2010), *Comparing Nuclear Accident Risks with Those Other Energy Sources*, Table 2, p35.

顯示：32年來全球共有1,768 起關於各種能源使用所導致的重大工安事故，共損失76,427條生命，如下表。因使用化石燃料導致之全球間接人命損失約250,000 例並未列入統計，核能是世界最安全的能源。

OECD分析各種能源每產生87.6億度電力之生命損失率

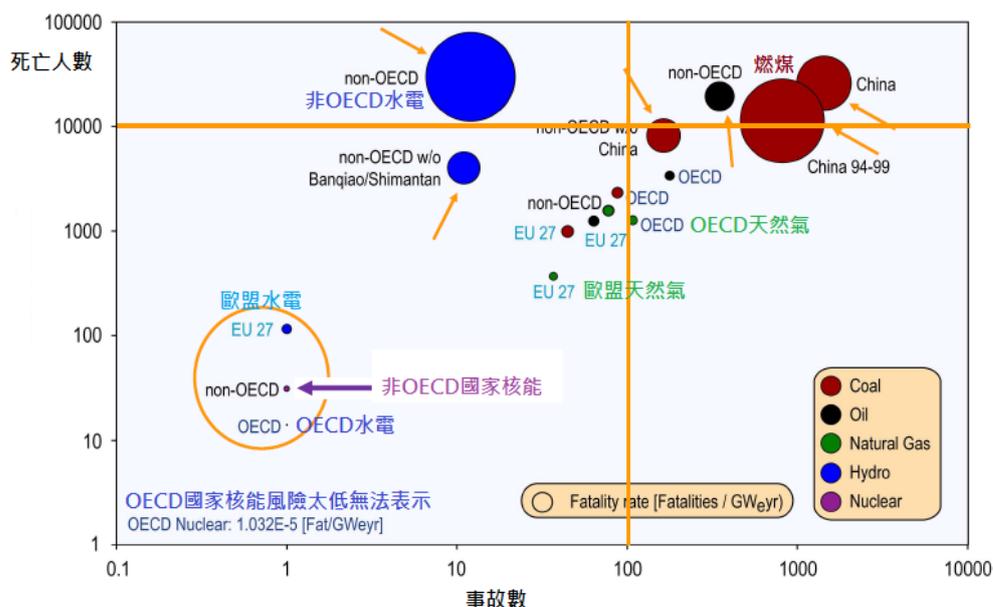
能源形式	重大事故數 (起)	死亡人數 (人)	死亡率 (人/87.6 億度)	死亡率為 核能倍數
燃煤	1,119	20,276	0.455	71
石油	397	20,218	0.435	67
天然氣	135	2,043	0.096	15
液化石油氣	105	3,921	3.536	549
水力	11	29,938	3.952	613
核能	1	31	0.006	1
總計	1,768	76,427		

3. 瑞士Paul Scherrer Institut 統計<sup>57</sup>各種能源發電過程嚴重事故的發生次數與死亡人數顯示，無論是OECD國家或非OECD國家(指前蘇聯車諾比事故)的核電風險都在最低區域。
4. 美國太空總署論文<sup>58</sup>指出，以核能發電取代傳統火力電廠，已經拯救180萬人的生命。這些核電廠在未來40年內，還可以再挽救700萬人生命。天然氣發電防止二氧化碳及拯救生命的效果不如核能，核能發電所拯救的生命數目遠大於可能威脅生命的數目。

---

57. Stefan Hirschberg and Peter Burgherr (2013), *Methods and results of assessing energy-related severe accident risks*, p32, in OECD-NEA Workshop on "Approaches to Estimation of the Costs of a Nuclear Accident," Paris, France, 28-29 May 2013

58. Pushker A. Kharecha, James E. Hansen (2013), Prevented Mortality and Greenhouse Gas Emissions from Historical and Projected Nuclear Power, *Environ. Sci. Technol.*, **2013**, 47 (9), pp 4889–4895



## 二、臺灣的地質地理環境不適合蓋核電廠

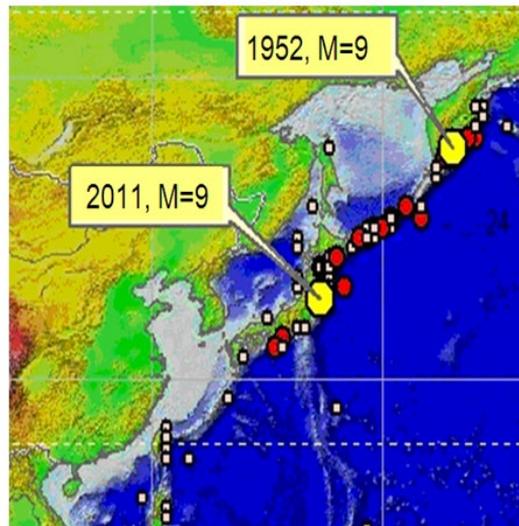
### 1. 臺灣的地質破碎、充滿活動斷層、發生大規模地震的機率高

臺灣位於環太平洋地震帶，本身即是板塊碰撞下產生的島嶼，造山造陸運動迄今仍在激烈的進行中，引發臺灣旺盛頻繁的地震活動，也造就臺灣斷層密布的不穩定地質環境。核一廠、核二廠、核四廠所在的臺灣東北部地區，因受沖繩海槽擴張作用影響，屬淺層震源活動地帶，發生大規模地震的機率高，並伴隨有地熱與火山活動現象。

臺灣地震觀測史上規模最大的地震，即是1910年發生於基隆外海規模達8.3的地震，大約是921大地震的32倍；1867年基隆外海發生規模7的大地震，甚至引發海嘯，造成嚴重災難。

1. 台灣地質結構不易發生大海嘯：海溝斷層發生錯動是造成海嘯主要原因，斷層長度越長則地震規模越大；斷層位置與海岸線平行，則海嘯直接衝擊海岸，容易造成嚴重傷害。引起日本311大地震的東北外海斷層錯動長度達500公里，產生規模9的超級強震；又因福島電廠附近海岸線與斷層平行，所以海嘯衍生之災情極為嚴重。
2. 台灣陸上與附近海域斷層最長約100餘公里(車籠埔斷層)，所引發地震規模有限。台灣附近過去500年尚未超過震矩（或稱地震矩，Mw）規模8的大地震。但311大地震央-三陸沖，在過去100年就發生3次震矩規模超過8.0的超大型地震，兩地受地震影響不可同日而語。

- 文中所謂「1910年發生於基隆外海規模達8.3的地震」，係採用「徐式地震規模， $M_H$ 」，不是國際慣用的震矩規模( $M_w$ )或芮氏規模( $M_L$ )，換算約當芮氏規模7.3<sup>59</sup>，因震源深度200公里太深，不會影響我國核電廠安全。
- 台灣外海斷層如東部琉球海溝與台灣東、北海岸並不平行；馬尼拉海溝只有北端與台灣南端海岸小部分平行，所以台灣核電廠不易遭受大海嘯侵襲。



圖例

- 震央位置 (1530-2011)
- 地震規模
  - $M_w \geq 9$
  - $9 > M_w \geq 8$
  - $8 > M_w \geq 7$

## 2. 臺灣的核電廠皆位於斷層帶上

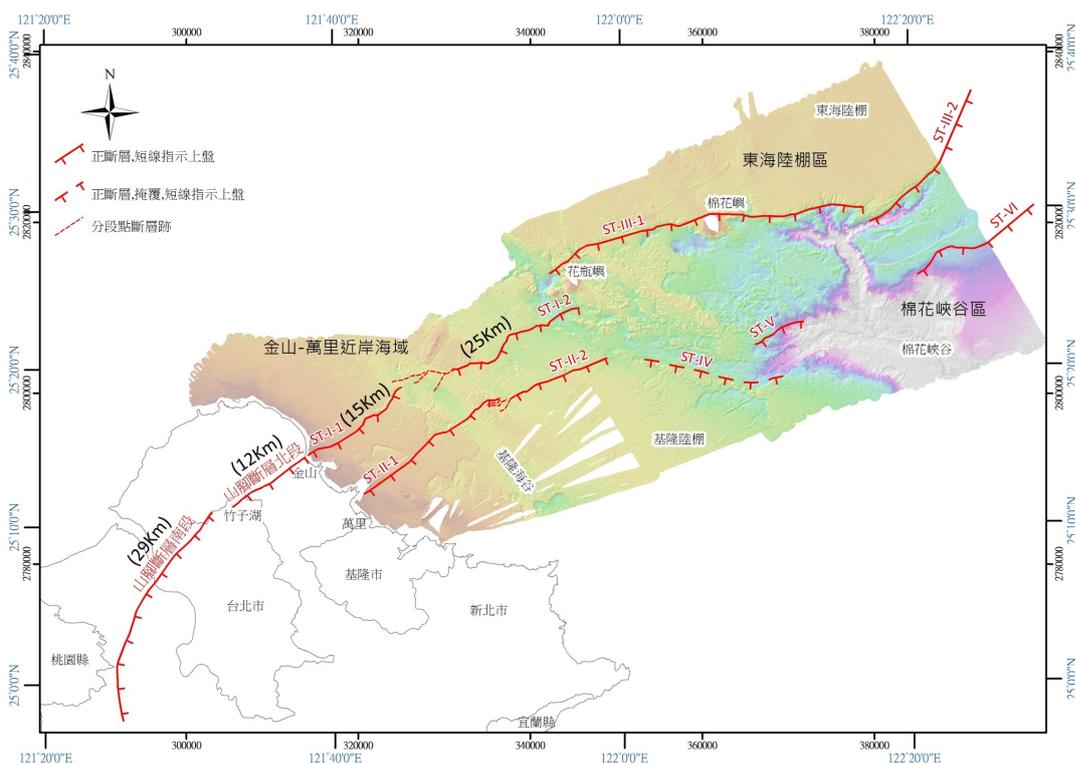
臺灣的核電廠都緊鄰發生強震機率高的活動斷層。其中，核一、核二廠分別距離山腳斷層7公里、5公里，核三廠距離恆春斷層僅1.5公里，皆不符合臺電的核電廠選址規定：距廠址8公里內不能有長度超過300公尺的活動斷層。山腳斷層位於臺北盆地正下方，長度達80到120公里，若全部錯動，可能引發規模7.5至7.8的大地震，已經高過當初核一廠跟核二廠設廠時的防震標準。恆春斷層則在2010年由存疑性斷層改列為第二類活動斷層，核電廠遭遇大地震的風險遽增。顯示這幾座核電廠在選址時，根本沒有嚴謹完整地做好地質調查。

### 1. 山腳斷層與恆春斷層是2007年之後才由中央地質調查所確定為第二類活動斷

59. 鄭世楠、王子賓、林祖慰等(2010), 台灣地區地震目錄的建置(II), pp. 483-502.

層(1萬-10萬年曾活動)。美國核能法規雖有選址時如發現廠址8公里內有長度超過300公尺的活動斷層，則不建議選用的建議，但不排除透過工程方法強化耐震餘裕。福島事故後，美國、日本都有多座電廠透過工程強化耐震實例。

2. 我國已於103年完成各電廠安全停機注水路徑之設備、管線與結構之耐震補強工程，核一二三廠已大幅提升耐震能力1.6-1.9倍。
3. 最新詳細地質調查結果顯示，山腳斷層至少可明顯分為3段，最長一段約50公里。根據全國長期地表位移速度變化觀測顯示，我國核能電廠所在地區位移速度只有全國平均值的1/4以下，山腳斷層、恆春斷層近期相當穩定，沒有異常活動跡象<sup>60, 61</sup>。
4. 但基於確保核安考量，各核電廠耐震補強工程是以山腳斷層、恆春斷層分別長達114公里與41公里的保守假設進行設計。不能把基於安全的保守工程設計與實際地質證據混為一談。



至於興建中的核四廠，日本地質學者鹽坂邦雄2010年赴核四廠區勘查時發現核四廠位於海陸斷層帶上，核四重建碼頭與澳底漁港間有南北走向的複數斷層帶，「枋腳斷層」更與核四原子爐爐心距離不到2公里，核四廠位於斷層正上

60. 經濟部中央地質調查所(民 102), 台灣之活動斷層分布與地表變形觀測.

61. 經濟部中央地質調查所(民 103), 核能電廠的區域地質概況

方。對此，臺電公司迄今仍以十幾年前的舊資料表示「核四廠半徑40公里附近區域並無任何活動斷層」，不願正視環評瑕疵而重做嚴謹的地質調查。

### 1. 核四廠附近 8 公里內沒有發現活動斷層<sup>62</sup>

(1) 國際普遍認定「活動斷層」定義，是 1 萬年內曾活動的斷層，但核能法規採取更嚴格定義，認定 3.5 萬年內曾活動者皆屬「能動斷層」。

(2) 核四廠附近的龍洞、屈尺、澳底、枋腳等斷層與附近海岸小斷層，都是距今 300 萬至 80 萬年前產生，都不是活動斷層且未來再活動機會很低。

<sup>63</sup>

(3) 本區域最年輕的枋腳斷層也至少 45,000 年沒有活動跡象。

### 2. 核四反應器廠房間低速帶不是斷層、也不會再活動

(1) 台電早在 1982 年就發現上述低速帶，並於 1994 年委請中國地質學會全面複查。調查結果顯示此低速帶沒有延伸性也不連續成帶，更沒有延伸到反應器廠房基盤。

(2) 這些低速帶都是很早期(數百萬年前)的地質現象，都與後來的大地應力無關。未來沒有再度活動的可能性。

### 3. 核四汽機廠房間 S 斷層不屬能動斷層

(1) 台電在 1998 年即發現上述地質現象；並在 102 年經地球物理探查、地質鑽探等調查，顯示該構造已知延伸約 2,000 公尺，定位為平移斷層中的左移斷層並帶正斷層分量，改稱 S 斷層。

(2) 經多個樣本以碳-14 定年結果顯示 S 斷層至少 43,500 年沒有活動過，不屬於活動斷層。

## 3. 臺灣是全世界唯一將核電廠建於活火山旁的國家

核四廠址半徑80公里海域內，有70幾座海底火山，11座是活火山，最近的活火山（龜山島）距核四廠僅20公里。這些海底活火山有活躍跡象，一旦大規模噴發，引起大地震與海嘯，核四廠將有嚴重災情。

---

62. 經濟部(民 103), 核四計畫之地質與海域調查進度、顧問費支用及 102 年度預算運用明細  
專案報告, 立法院第 8 屆第 5 會期經濟委員會第 3 次全體委員會議

63. 中國地質學會(民 83), 核四廠址及鄰近地區之地質複查及評估, 期末綜合報告.

## 龜山島及海底火山不影響核四安全

1. 龜山島火山活動跡象已經明顯衰落<sup>64</sup>。龜山島如果噴發，對蘭陽平原影響遠超過核四廠<sup>65</sup>。
2. 龜山島噴發，無論火山灰飄散、誘發之地震規模、或海嘯高度都不致影響核四廠安全<sup>66</sup>。
3. 龜山島以東 50-100 公里海底火山規模甚小，且位處 1500m 深海，體積很小且歷史上並無噴發記錄，即使噴發也屬於正常性的海底小型岩漿活動，研究結論述明「若噴發，應不會造成太大的災害。」<sup>67</sup>

### 4. 核四廠遭受海嘯襲擊的風險極高

海嘯是核電廠安全上的巨大威脅，日本福島核電廠的嚴重災變，即是由日本東部外海大地震所引發的海嘯所造成。

面對海嘯的威脅，臺電公司總是表示臺灣不會發生超大海嘯，並以國科會2011年8月的模擬研究，說明「核能電廠不會受到海嘯的侵襲」。但臺電引用的這份報告，僅以海溝、斷層引起的地震海嘯為主，不包含其它海嘯源與暴潮情境，所使用的二維模擬模型亦不夠精確。

根據經濟部中央地質調查所的報告，位於臺灣東北部外海的琉球海溝，是臺灣附近海域可能產生規模超過8地震的板塊隱沒帶之一，若發生大規模的斷層錯移就有可能產生大地震並引發海嘯。

1. 美國國家地質資料中心(NGDC)全球海嘯資料庫<sup>68</sup>資料顯示：大型海嘯發生原因有90%以上與地震誘發相關。研究顯示只有淺層地震(震央深度淺於60公里)才可能誘發海嘯。山崩型或火山型海嘯一般為局部影響，對於遠處造成重大

---

64. 莊文星、張卯生、陳汝勤 (民 102), 由火山活動後期噴硫氣現象之盛衰談大台北地區火山再噴發的可能性評估, 台灣礦業, 65:1, 頁 1-18。

65. 宋聖榮(民 96), 東北角的火山島-龜山島, 地質, 26:3, 37-48 頁.

66. 蔡義本、許樹坤(民 89), 龜山島火山活動及其危害性探討

67. 經濟部中央地質調查所(民96), 大台北地區特殊地質災害調查與監測—地熱流與海域火山活動調查與監測 (4/4) 研究報告

68. National Geophysical Data Center, *Global Historical Tsunami Database*.

影響的機率很低。

2. 文中所稱隱沒帶地震是台灣東部地震帶特徵，但東部地震帶恰好被琉球海溝分隔，成為我國北部核電廠重要的質屏障。
3. 台電對於核四廠海嘯防範向來慎重，國科會2011年<sup>69</sup>模擬只是再度驗證即使發生超大規模地震，核四廠附近海嘯高度都遠低於廠址設計高程(12公尺)。核四廠安全分析報告的結論(8.1公尺)遠比國科會分析(最大3.4公尺)保守很多。
4. 國科會報告中特別將琉球海溝分為3種震源，地震規模保守假設為8.5-8.7，核四廠址海嘯高度僅0.3-3.3公尺。原因就是琉球海溝(東西向)與核四附近海岸(南北向)垂直，琉球海溝反而成為核四廠防範海嘯最重要的天然屏障。
5. 為更周全防範海嘯侵襲，台電公司已規劃在核四廠興建防海嘯牆，可有效防範14.5公尺高度超大規模海嘯。

#### 我國核能電廠防海嘯設計 (公尺)

項目	核一廠	核二廠	核三廠	核四廠
安全分析報告最大海嘯高度	10.7	10.3	11.0	8.1
電廠廠址設計高程	11.2	12.0	15.0	12.0
國科會數值模擬海嘯高度	2.8	2.5	10.0	3.4
興建防海嘯牆後抗海嘯高程	17.0	17.0	19.0	14.5

此外，原能會2012年8月出版的「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討方案」，要求臺灣依據美國核管會NTTF建議事項重新評估海嘯危害，其中包括：地震型、山崩型、火山型等三種海嘯的影響，並須進行「古海嘯證據」(Paleo Tsunami Evidence)的調查，但臺電公司迄今仍未調查。

1. 美國核管會對古海嘯的調查，屬額外要求，並非屬核准電廠運轉的強制要求，原能會是比照美國的作法要求台電。政府亦已指示國科會對核四廠古海嘯紀錄進行調查，台電公司將全力配合辦理。

---

69. 行政院國家科學委員會(2011), 潛在大規模地震引發海嘯對核電廠之影響.

2. 古海嘯調查必須對台灣附近海域進行大範圍全面海域地質調查。我國地質界經驗與數據均不足，且唯一可執行本項作業之「海研五號」調查船不幸於103年10月在澎湖外海觸礁沉沒，致調查工作延後。

## 5. 臺灣4個核電廠全部位於高危險區

福島核災發生後不久，美國《華爾街日報》指出，以全球各個核電反應爐的地理位置與地質資料，測定每座核電廠的地震風險。在全球400多個運轉中以及100多個規劃完畢或興建中的反應爐中，有全球有16座核電廠共37個（包含已運轉或興建中）核反應爐座落於高危險區，臺灣4座核電廠的8個核子反應爐全數上榜，且包辦了前六名。相較於311大地震後造成嚴重災害的福島第一核電廠僅被列為第二危險群，被列為第一危險群的臺灣核電廠，危險性無庸贅言。

1. 華爾街日報報導只根據地震頻度與廠房離海岸距離就認定我國核電廠危險，根本忽略我國與日本地質結構不同，也不了解機組安全設計不同、我國有7重優於福島電廠的安全措施，明顯不符科學求真求實精神。
2. 台灣地質結構不易發生大海嘯：海溝斷層發生錯動是造成海嘯主要原因，斷層長度越長則地震規模越大；斷層位置與海岸線平行，則海嘯直接衝擊海岸，容易造成嚴重傷害。引起日本311大地震的東北外海斷層錯動長度達500公里，產生規模9的超級強震；又因福島電廠附近海岸線與斷層平行，所以海嘯衍生之災情極為嚴重。
3. 地震規模的大小和斷層活動的長短有絕對關係，斷層長的地區，就可能發生大地震。台灣陸上與附近海域斷層最長約100餘公里(車籠埔斷層)，所引發地震規模有限。台灣附近過去500年尚未超過震矩（或稱地震矩，Mw）規模8的大地震。但311大地震央-三陸沖，在過去100年就發生3次震矩規模超過8.0的超大型地震，兩地受地震影響不可同日而語。
4. 地震規模差1，能量相差32倍，因此日本311地震釋放能量是台灣921地震的126倍。台灣因斷層長度短，發生如日本311規模9的大地震之機率極低<sup>70</sup>。
5. 我國核電廠原即有5重防災優勢，核安總體檢後又新增「斷然處置措施」及防海嘯牆興建規劃，總計較福島一廠多出7重防災優勢。國際專家亦認定我

---

70. 中國工程師學會(2014), 台灣是否會發生規模9之地震?

國核能電廠符合國際核安標準，即使發生類似福島天災亦可安全無虞。

### 三、臺灣核電廠的設計、興建、營運問題叢生，充滿危機

#### 1. 臺灣的核電廠防震係數不如水庫

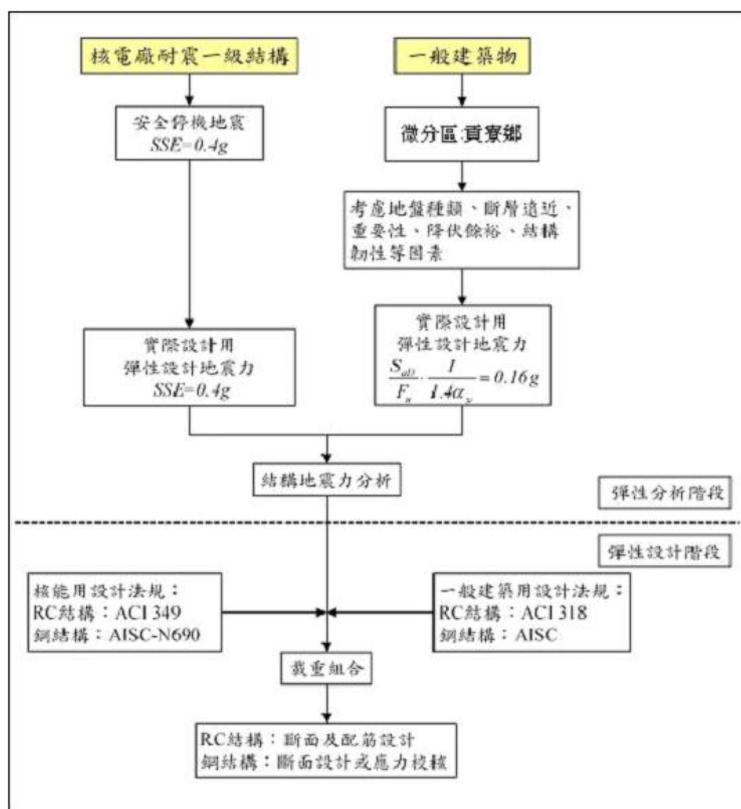
一般而言，建築防震係數0.25g（g為地表重力加速度）到0.4g，可預防震度6級的地震，大於0.4g可預防7級以上強震。臺灣的核電廠的防震係數分別為核一廠0.3g，核二、核三、核四廠0.4g，遠低於美國與日本核電廠超過0.6g以上的防震係數。臺灣核電廠的防震係數之低，甚至連水庫都比核電廠耐震，翡翠水庫的防震係數為0.4g、南化水庫0.4g、牡丹水庫0.41g、曾文水庫0.42g、烏山頭水庫0.43g、美濃水庫0.49g。

1. 核能電廠耐震設計遠超過一般建築。台電設計核能電廠時考量廠址特定地質條件，開挖至堅實岩盤，將廠房建構在岩盤上，以減少地震危害。核電廠結構耐震要求在安全停機地震(SSE)發生時仍能維持正常功能。故實務上結構各部位構材之應力需仍小於規範容許值，亦即仍處於彈性範圍 (elastic range)，且局部構材亦不得有永久性變形之現象。由於SSE係以岩層基盤為準，換算在地面層時，耐震設計值會高出約1.6-1.7倍，說明如下表：

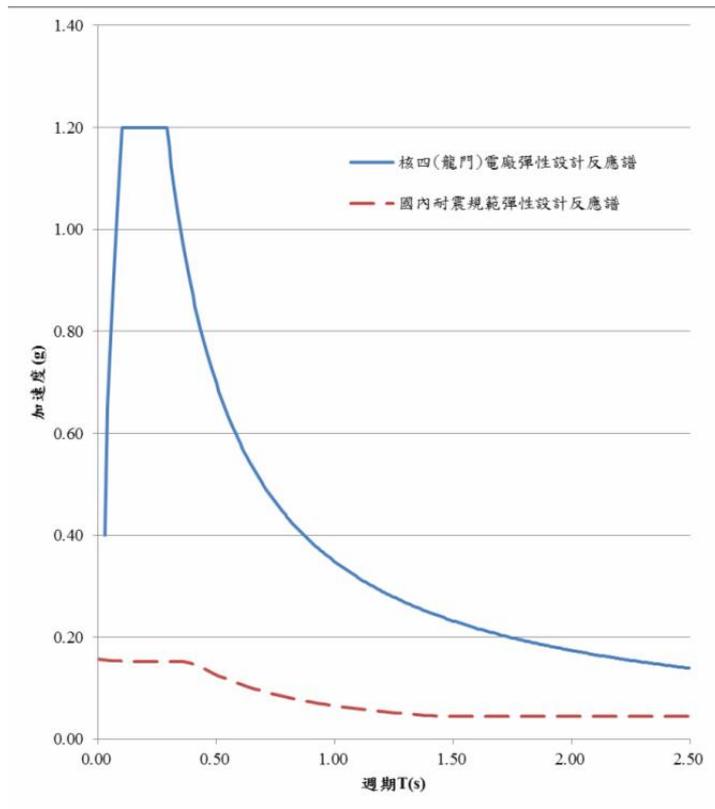
廠別	基盤耐震值	地面層耐震值
核一廠	0.3 g	0.51 g
核二廠	0.4 g	0.53 g
核三廠	0.4 g	0.51 g
核四廠	0.4 g	0.66 g

2. 一般民間建築物耐震設計所依據之國內法規「建築物耐震設計規範及解說」，其耐震設計基本原則係使建築物結構體在所考量之地震發生時容許產生塑性變形，以結構體本身既有之韌性容量來吸收地震能量。故一般建築物係先將規範規定所考量之地震力依結構韌性容量等因素予以折減後，作為其彈性設計地震力，以為後續結構分析及構材斷面設計之依據。

3. 最粗略比較核四廠房與一般建築耐震設計<sup>71</sup>，核四廠房至少高出 2.5 倍。如果再考慮結構物週期對應彈性設計反應譜之放大因素(，以及後續依據相關核能法規進行分析及設計時之部份細節規定如：三向(兩水平一垂直)地震需同時作用、人造地震建立過程及規定、地質特性及參數之詳細調查、土壤-結構互制(Soil-Structure Interaction)作用之考量及細節、岩盤至建物基礎間之地震放大效應、土壤特性之不確定性及非線性因素、分析模型建構過程及細部考慮、分析方法之適用性及比較、動力反應振態組合、載重組合特殊項目等等規定，核電廠耐震結構更遠超過一般建築。
4. 國內水庫係根據經濟部水利署「水利建造物檢查及安全評估技術規範－蓄水與引水篇」進行設計。兩者設計目的、設計規範與方法都完全不同，不能相提並論。



71. 中國工程師學會(2014), 核能電廠結構設計如何耐強震?



## 2. 臺灣核電廠違規事件層出不窮，核安問題屢遭監察院彈劾糾正

福島核災發生後，日本國會指派了一個獨立的調查委員會，歷時半年後提出詳盡的檢討報告。報告中直指人為疏失是福島核電廠之所以發生嚴重核災的主因，調查委員會主席黑川清在報告的序言中寫道：「日本也或多或少發生過一些核電廠的事故。在多數情況下，都在不透明的組織中被掩蓋掉了。日本政府與日本最大的電力公司東京電力站在一起，不斷歌頌著核能的安全，不斷強調日本不會發生核災，一路走來始終如一。而日本的核電廠就在沒有防備之下，迎接了311這一天。」

在淡化事故、歌頌核能安全部分，臺灣政府與臺電公司同樣不遑多讓。但臺灣的核電事故卻同樣一再發生，一點也不能令人對臺灣的核電安全有信心。根據原能會的統計，自1989年迄今，核一廠共發生127件違規事項、核二廠177件、核三廠169件，就連尚在興建中的核四廠都有44件，監察院歷年對臺電公司就核安事件的彈劾、糾正案也不勝枚舉，僅過去5年就通過11項彈劾糾正案。

1. 根據原能會資料<sup>72</sup>，從89年-104年各廠全部違規次數共127次，除3件外，全部為4、5級輕度違規。

廠別	次數	年均值
核一廠	31	1.94
核二廠	20	1.25
核三廠	33	2.06
龍門廠	43	2.69

### 3. 臺灣的核電廠都曾發生嚴重的違規事故

除了違規事件層出不窮外，臺灣3座運轉中的核電廠，也都曾因人為疏失發生多次嚴重的違規事件，沒有釀成巨災，是天佑臺灣。舉例如下：

1986年核一廠2號機為了打破世界連續運轉記錄，造成長達56天的廠外連續放射性物質空浮事件，原因是隔離閥破裂。此事件引發全廠大撤退，一般管制區輻射劑量達背景值的百萬倍，汽機間變成高輻射區。事後，核一廠「保健物理日誌」等相關資料文件失蹤，之後尋獲部分文件，但有關空浮大撤退的資料被撕掉。

1. 1986年核一廠2號機廠房內確曾有部分地區發生空浮，但空浮發生後，保健物理人員即要求該地區工作人員暫時離開現場，經佩戴適當的呼吸防護裝具後，並在保健物理人員嚴格輻射防護管制下始得再進入工作。但從未發生所謂「全廠大撤退」事件。
2. 當時核一廠「保健物理日誌」並未遺失，經查閱電廠該段期間之空浮記錄，均未達到該廠作業程序規定全廠疏散人員之最低空浮濃度。

2001年核三廠對外超高壓輸電線路跳脫導致一號機停機，內部緊急柴油發電機也無法作用供電，讓核三廠陷入電廠內部完全失去電力的「全黑」狀態超過15分鐘，造成臺灣核電廠最嚴重的事故，若非編制外的柴油發電機幸運啟動，恐

---

72. 原子能委員會(104), 歷年違規事件統計圖, 統計至 104 年 7 月底

怕會惡化成福島核災等級的事故。根據監察院的糾正報告，此事故肇因於臺電公司一連串的人為疏失與廠區設計失當，且臺電公司在事發時沒有依照緊急應變緊急計畫準則立即通報原能會，延遲通報，也違反規定。

1. 本案係核三廠外 345 kV 超高壓輸電線路先遭逢楓港-恆春地區季節性鹽霧害而故障跳脫，導致 1 號機控制廠房開關箱高壓套管因鐵磁共振現象破壞絕緣才導致火災，事故初始原因並非核三廠本身因素。
2. 核三廠 1 號機開關箱因廠外因素故障之前，反應器已停止運轉，事件期間爐心冷卻系統運轉正常，事故期間燃料沒有發生異常狀況、更沒有輻射外洩。事件全程僅 2 小時。
3. 負責緊急供電的 1、2 號柴油發電機雖然故障，但備用的第 5 號柴油發電機隨後啟動供電成功結束事件。
4. 事故後台電公司立刻更換受鐵磁共振影響之斷路器絕緣套管，在起動變壓器二次側加裝突波吸收設備、改善匯流排故障復歸邏輯、斷路器絕緣特性量測項目檢討等措施。十餘年來再無發生類似現象。

2011年與2012年核二廠兩個發電機組接連發生震驚世界的底座錨定螺栓斷裂事件。錨定螺栓是核電廠中最不容易損壞也不該損壞的零件，全世界核能史上，只有臺灣的核電機組出現錨定螺栓斷裂，福島核災發生時，錨定螺栓仍然牢牢地把反應爐鎖在地基上。事發後，政府和臺電公司不僅隱匿此一重大事故達3周之久，且在沒有把事發原因與後續影響都弄清楚的情況下，就決定只換掉斷裂的螺栓並重新啟用發電機組，根本就是拿臺灣人民的性命當賭注。

1. 核二廠一號機反應爐支撐裙板內外側共有 120 支錨定螺栓，主要功能係將反應爐底部支撐裙板固定在鋼筋混凝土基座上，而反應爐各項組件之重量係靠鋼筋混凝土基座支撐。
2. 台電公司於 101 年 3 月 23 日大修期間執行目視及超音波檢測，結果發現支撐裙板內側有 1 支螺栓斷裂，2 支接近斷裂，4 支有輕微裂痕。其餘 113 支螺栓超音波檢測合格。
3. 核二廠立即通報行政院原子能委員會，並成立專案小組處理相關問題、並洽請國外原廠奇異公司及貝泰顧問公司協助。最後依照奇異公司提供之檢修計

畫，更換 7 支錨定螺栓。最後再次針對所有的 120 支螺栓，進行超音波檢測，檢查結果均符合。

4. 本案破斷的起始肇因為建廠初期露天環境之階段性腐蝕，加上當時施工方法不夠先進，造成的應力集中或表面缺陷，又因螺栓為敏性材料，此三種因素同時存在時造成應力腐蝕龜裂，而施工過程造成應力集中或表面損傷為隨機之行為，且於施工過程結束後，此瑕疵即已定形。
5. 另建廠期間反應爐槽安座後之初期，裙板錨定螺栓處於露天的階段性腐蝕環境，於後續環境改善後，其對螺栓造成的腐蝕影響即消失。因此，螺栓裂紋初始成長機制於施工結束及環境改善後即停止。

#### 4. 台電擅自變更核四廠的設計與興建方式，絕對不能運轉上路

核電廠這種大型且系統複雜的工程項目，都是採取統包建廠的方式，從設計、設備採購、施工品保、運轉測試，到保固維修，都交由同一家得標團隊整廠負責，在驗收完成後再整廠移交委託建廠的電力公司商轉營運。

1. 國際上愈先進的產品，本來就會採用不同高科技廠商所擅長生產的零件做整合，核四廠雖然各個部份分別有負責的廠商，但同樣有統包商負責整合。
  - (1) 現代科技的生產結構重視專業分工：現代科技的生產結構，任何一項產品絕對不可能是由單一廠家所獨立完成。3C 產品如此、重大工程建設如捷運、高鐵亦是如此，更何況如核四量體如此龐大複雜的工程。核四主要設備的核能蒸汽供應系統由奇異公司負責提供，汽輪發電機系統由三菱公司提供，核能廢料處理系統由日立公司提供，各依專業分工負責執行。日本柏崎刈羽電廠 6、7 號機也是 ABWR，其主要設備也是由日立、東芝及奇異公司提供，其專業分工與核四廠的情形相近。
  - (2) 核島區與常規島區之間的介面嚴密整合：核四廠主要有「核島區」（含核能蒸汽供應系統與控制廠房等）及「常規島區」（含汽輪發電機等系統）兩區塊，其中核島區由奇異公司負責整合設計，常規島區自民國 98 年 11 月改由益鼎公司聯合美國 URS 公司負責整合設計。核島區與常規島區之間的介面整合由台電、奇異與 URS 公司聯合負責，因此核四廠整體規劃是具有嚴密的整合性，核四廠並不是拼裝車。

但是，臺電公司卻打破國際慣例，核四廠不採統包興建，卻由沒有獨立建廠經驗的臺電公司自行承擔統包的整合工作與風險。在取得美國奇異公司設計圖後，自行採購設備、自行低價發包給經驗薄弱的顧問公司來監督、自行把各項工程分包給各個營建廠、自行設計驗證測試流程、自己進行試運轉，更要命的是臺電公司擅自變更設計達1,536項，其中44項沒有獲得原設計廠商美國奇異公司認可。結果是：不同設計間相互干擾衝突、設備規格特殊舉世罕見、工程混亂問題百出、系統龐大複雜無法整合，核四廠變成一台亂改設計、結構鬆散、缺乏整合、品質拙劣、無法保證安全的大拼裝車。

1. 台電公司自行變更設計修改共1536項，這些設計變更均未影響安全功能，且已全部經過奇異公司審查同意，並重新發行修改後圖面。台電公司依奇異公司之設計圖施作，且依既定品質、品保程序檢驗後始能結案，並由奇異公司負設計責任，設計修改審查的嚴謹程度與初始設計電廠時相同，可以確保安全。

## 5. 核四工程，危機四伏

不僅運轉中的三座核電廠大小事故不斷，興建中的核四廠也是危機四伏。根據原能會的資料，核四工程共有512件違規事件，包括17件重大違規事件、46件一般違規事件、449件注意改進事件；最嚴重的工安事件包含臺電屢次未經正常審核程序即自行變更設計、3次淹水事件，以及測試期間發生全黑事故達28小時。核四工程從設計、發包、採購、施作、監工、品保、驗收、工期、試運轉等各環節遭到監察院多次糾正，並爆發多起貪瀆收賄事件，核安只是空話。尤有甚者，核四的施工與監工人員對核電安全毫不在意，舉凡施工工人把裝了尿液的保特瓶順手嵌進反應爐與燃料池中間的剪力牆上、放任廠商以不符輻射安全規範的防水產品取代抗輻射導線管、反應爐圍阻體的剪力牆被承包商擅自截斷，都讓人對核四的安全不放心。

1. 從88年至104年，原能會對核四工程所開立違規事項中，目前僅有3項待結案。依原能會「核子設施違規事項處理作業要點」，「注意改進事項」不是「違規事項」且無安全顧慮，通常為提醒或建議台電公司改善。
2. 關於鋼筋外露截切與圍阻體牆面嵌寶特瓶事件

- (1) 均已是96年即完成之歷史舊案，早在原能會現場監督見證下完成改善。
- (2) 圍阻體牆面嵌寶特瓶事件發生於2號機，1號機已通過「一次圍阻體結構完整性檢測」「一次圍阻體洩漏測試」，驗證圍阻體結構符合設計要求，耐震強度無虞。

核四興建工程問題百出，連核工專家也不敢背書。2011年7、8月，原能回核四安全監督委員會兩度決議，若臺電公司不改善核四的重大工程錯誤，將建請核四直接停工。同年9月，由於監督委員們提出的安全建議沒有被重視，謝得志辭去原能會副主委與核四安全監督委員會主席職務，副主席與多位監督委員也紛紛求去。

## 6. 「國際認證」也無法確保核四安全無虞

馬政府說，會請國家專家來檢測，核四廠確認安全無虞後才會運轉。這個「核四強化安全檢測小組」的成員包括45名核一、核二、核三廠的工程師，以及12名美國奇異公司人員組成，根本就是球員兼裁判，怎麼可能自己判自己出局。所謂的核安檢測，根本就是在演戲。

1. 依美國核能法規，新建核電廠商轉前必須經完工後測試(PCT)、試運轉測試(Pre-OP test)與啟動測試(Startup test)等3階段合格後即可正式運轉。我國為強化民眾對於核四廠安全信心，在法定程序外，特別進行多項強化安檢測施，使核四安全符合國際最高標準。

- (1) 在試運轉測試階段集合45名資深工程師、12名GE國外資深工程師等，成立「強化安全檢測小組」，主要執行「系統移交再檢視」(重新審視全部系統移交文件完整性與結果並再進行全部系統「現場履勘」確認設備施工符合要求。)與「試運轉測試再驗證」(於系統試運轉測試期間執行現場監督驗證作業)。
- (2) 經濟部另邀請國內外專家組成「核四安檢專家監督小組」全程監督審查。
- (3) 台電邀請世界核能發電協會(WANO)進行同業審查與技術支援任務(TSM)
- (4) 原能會對於多項重要測試皆全程參與共同見證。

2. 核四廠1號機安檢作業自102年4月1日起，至103年7月25日結束，歷經16個月。已全數完成126個系統再檢視及通過231份試運轉程序書測試再驗證，包括6大主軸：「安全停機功能」、「安全注水及冷卻功能」、「重要發電功能」、「圍阻體包封功能」、「整廠儀控系統」以及「周邊支援系統」等。核四廠透過安檢作業，完成有關設計施工問題的改善與解決，進而完成全部系統的功能整合測試。103年7月30日「核四安檢專家監督小組」總結會議，確認核四廠1號機符合安全設計規範要求。
3. 參與核四安檢作業單位眾多，且均為高級資深專家，更有國內外專家共同監督，相關過程透明公開，完全無所謂演戲問題。

此外，馬政府宣稱，核四安全檢測小組的結果，將由「WANO和NRC的實地監督查核」，但這個宣稱也是幌子，同樣無法保證核四安全無虞。首先，世界核能發電協會（WANO）是核電營運互助協會而非安全規範管制組織，其審查內容跟核安無關；第二，WANO的審查結果屬於商業機密，只提供給臺電，連原能會都拿不到；第三，福島核電廠2009年才通過WANO的同業審查，還是發生核災。至於NRC作為美國官方的核能管制單位，依照不替他國認證核電廠安全的國際慣例，不可能為核四提供認證背書，頂多寫幾條改善建議，之後就算不幸出事，也不必負認證責任。

1. WANO(世界核能運轉協會)是核能界最重要的國際組織，致力於提升安全文化與營運績效，其同業評估團隊由各國資深專家組成，審查建議對各廠提升核安有極重要意義，近30年全球核安大幅提升就是明證。
2. 福島事故肇因於超出設計基準的超大型天災，這是日本電廠設計與法規要求問題，與WANO原有評估範圍無關。但福島事故後，WANO立即加入「工程設計」部門的同業評估，並將評估範圍從營運中電廠擴及興建中或測試中電廠。2012年WANO對龍門電廠進行技術支援與評估作業，對於試運轉作業順利完成有相當幫助。

#### 四、核廢料尚無最終處理設施，百萬年劇毒禍留子孫

##### 1. 核廢料處理不慎將釀巨災

核能發電將產生大量具放射性的廢棄物，如何處置這些核廢料，在技術上仍是無解的難題。核廢料可分高放射性核廢料與低放射性核廢料。前者指的是使用過的核子燃料或其經再處理所產生的廢棄物，放射性強且半衰期長。低放射性廢棄物主要來自電廠運轉期間受放射性污染的設備、零組件、工具、廢液殘渣等，放射性較低且半衰期亦較短。

這些放射性核廢料在衰變的過程中會釋放出輻射能，人體若不慎遭到過量的輻射線曝照，遭到破壞的細胞將導致基因突變，並提高致癌的危險性。目前面對這些殺傷力很高的核廢料，人類科技只能依賴核廢料的放射性隨時間而降低的特性，將核廢料妥善隔絕在人類生活圈之外，靜待其放射性衰減至可忽略的程度。為了達到這個目的，核廢料的最終處置方法，都是尋找穩定的地質環境，透過多重障壁的方式將核廢料層層封裝、阻絕。一般而言，低放射性核廢料必須隔絕300年才可以確定其穩定性。至於高放射性核廢燃料的處置時間則長達至少數萬年，在這數萬年間，不能發生地質錯動或人為疏失等天災人禍，否則都將釀成巨災。

## 1. 生活中輻射無所不在，並非接受輻射就會罹癌

- (1) 自然界中充滿各種放射性物質，如土壤有鉀-40、鈾-232、鈾-238等，空氣有鈹-7、碳-14、氦-222等，水中有氫、鉀-40等。這些放射性核種造成每年平均約2.4毫西弗(mSv)的天然背景輻射。
- (2) 人體並非受輻射暴露就會罹癌，而是罹癌風險可能增加。數十年流行病學研究證實世界許多高自然背景輻射地區居民的罹癌率與一般人相同甚至更低。再從日本核爆生存者長達60年實地追蹤，即使瞬間接受100毫西弗劑量(相當於40年天然背景輻射劑量總和)，長期罹癌機率也沒有顯著增加。
- (3) 國際輻射防護委員會(ICRP)103號報告強調：「終生累積接受100毫西弗以下劑量，並沒有任何器官或組織會表現出功能損傷的臨床症狀。」聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR)報告指出：「在200毫西弗劑量(相當於一生接受天然背景輻射劑量總和)水平之下，全世界長期流行病學調查並未找出具體的輻射傷害證據。」

## 2. 無論高階或低階核廢料處置技術都很成熟

- (1) 國際已有成熟的低階核廢料處置技術：國際對於低階核廢料處置多採淺地層處置(如法國、日本、美國)、海床下處置(瑞典)，或坑道式處置(德國)

等。自 1959 年起，已有 40 個國家陸續啟用 104 座低放射性廢棄物最終處置場，目前仍有 34 個國家，77 座處置場皆安全運轉中，技術成熟<sup>73</sup>，而且沒有影響環境事件發生。

(2) 經濟合作開發組織 (OECD) 在公元 1991 年發表之報告顯示，高階廢料處置及安全分析技術均已具備<sup>74</sup>；國際原子能總署 (IAEA) 亦於 2001 年指出，高階核廢料採深層地質處置技術可行<sup>75</sup>。

(3) 國際已有成熟的高階核廢料處置技術：國際間對於高階核廢料處置皆採用深地層處置，將高階廢料貯存於抗腐蝕的包封容器內，周圍襯以吸收核種能力極強的緩衝材料，再處至於地下數百公尺深度的堅固穩定母岩中，達到與環境隔絕目的。

(4) 國際已有 2 處申請興建的高階核廢料處置場：芬蘭核廢料管理處置公司 (Posiva) 已獲得政府及國會的核准，在 Olkiluoto 地區建造用過核子燃料最終處置場，預訂 2022 年開始營運。瑞典於 2009 年經公民投票選定 Forsmark 為過核子燃料最終處置場，預訂於 2015 年開始興建處置場，2025 年開始營運。值得注意的是，兩國最終處置場址公投時，當地民眾支持率都超過 80% 以上。

**3. 我國有適合之高階核廢料最終處置之潛在母岩：**依原子能委員會核定的「用過核燃料最終處置計畫書」，我國可能處置母岩為花崗岩體、中生代基盤岩、泥岩為較具潛力之處置場母岩，經初步確認我國確有足敷處置場面積需求之岩體，即台灣本島確實存在潛在處置母岩<sup>76</sup>。

#### **4. 核廢料處置場不會影響環境與民眾健康**

(1) 我國蘭嶼貯存場自民國 71 年啟用迄今持續進行環境輻射監測，依據歷年環境樣品的輻射偵測及分析結果，蘭嶼地區輻射劑量遠低於自然背景的 1/2,500 以下<sup>77</sup>。

---

73. 行政院原子能委員會(2015), 世界各國低放射性廢料處置場現況統計表.

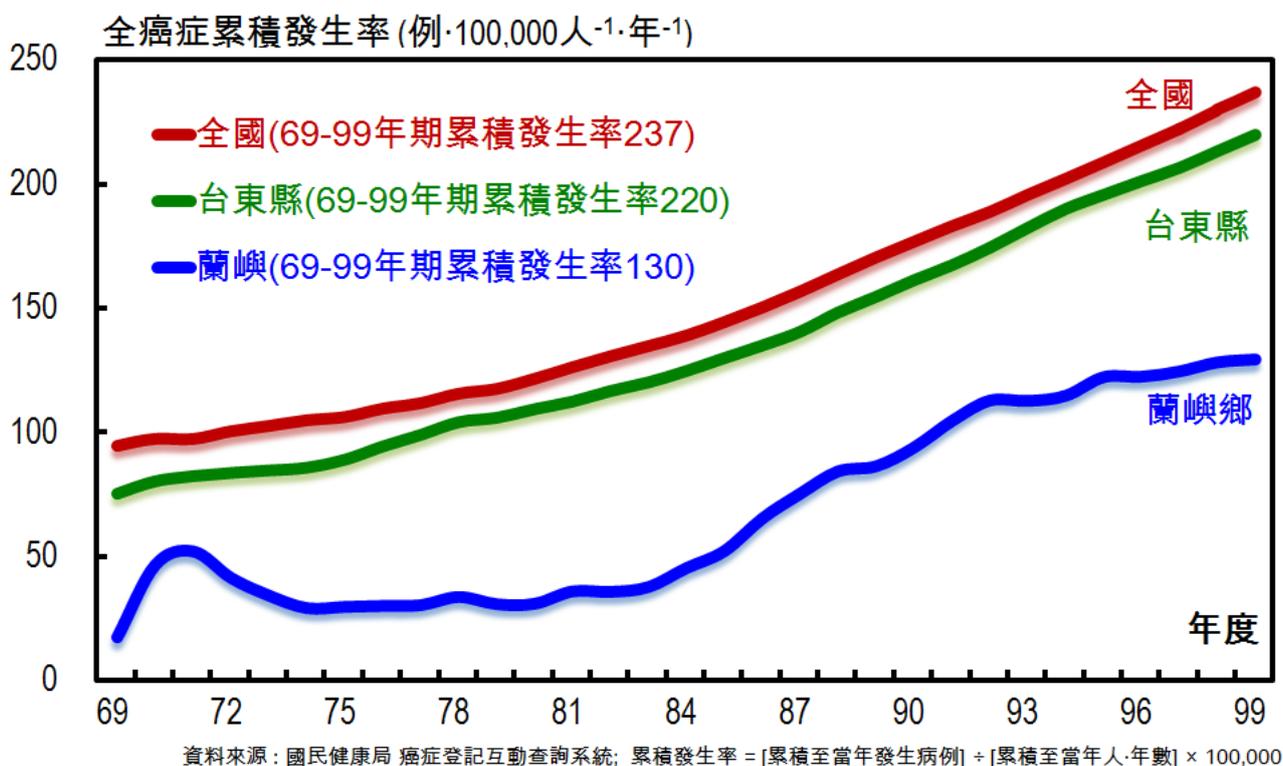
74. Organization of Economic Cooperation & Development (1991), *Review of Safety Assessment Methods: A Report of the Performance, Assessment Advisory Group of the Radioactive Waste Management Committee*.

75. International Atomic Energy Agency (2003), *Scientific and Technical Basis for the Geological Disposal of Radioactive Wastes, Technical reports series No. 413*.

76. 經濟部(民 99), 我國用過核燃料最終處置初步技術可行性評估報告.

77. 行政院原子能委員會輻射偵測中心(民 72-103), 台灣地區核能設施環境輻射監測季報.

- (2) 蘭嶼居民沒有癌症異常增加現象：根據我國癌症統計資料<sup>78</sup>，比較全國、台東縣與蘭嶼鄉從 69-99 年全癌症累積發生率，顯示蘭嶼居民癌症發生率還低於全國與台東縣，並無異常現象。

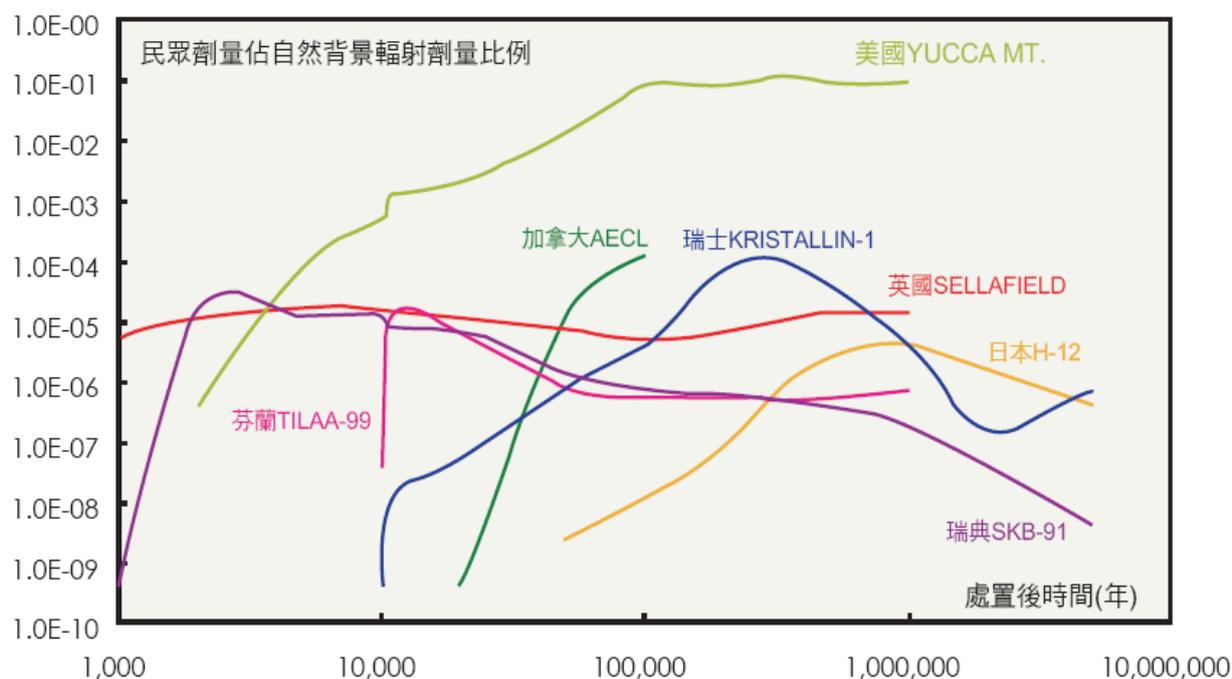


## 5. 高階核廢料處置場對民眾劑量只有自然背景輻射的萬分之一

- (1) 深地層處置是目前高階核廢料最安全可行的方式。除了瑞典與芬蘭已分別選定 Forsmark 與 Olkiluoto 為場址外，先進國家早已透過數十年的地質調查逐步確定潛在場址或已展開地下驗證工作，如美國的 Yucca Mountain、加拿大的地盾區域、法國東的 Bure、比利時的 Mol、瑞士 Grimsel 等，相信未來十年將會有明顯成果。「核廢料難處理」的謊言即將被打破。
- (2) 各國根據潛在場址特性多已處置場設計與初步安全分析，結果顯示除美國 Yucca Mountain 處置場外，處置後民眾劑量最高不會超過自然背景輻

78. 衛生福利部國民健康署，癌症登記互動查詢系統。

射劑量的萬分之一<sup>79</sup>。



## 2. 各國都沒有高放射性核廢燃料最終處置的商轉經驗

### 2.1 世界尚沒有任何正在商轉中的最終處置場

鑑於高放射性核廢燃料對人類與生態環境的危害深遠，國際原子能總署於1995年發布「放射性廢物管理的基本原則」，除保證安全與環境永續外，亦要求核廢燃料不應造成後代子孫的不適當負擔。然而，即使過去數十年來世界各國為核廢燃料的最終處置投入大量時間與資源進行研究，世界各國對於高放射性核廢燃料，迄今仍然沒有經過實際運轉的技術與方案，可以證實核廢燃料的最終處置係安全可行且不會造成後代子孫負擔。即使是美國、瑞典、芬蘭、日本、法國等先進國家，對於核廢燃料最終處置方案仍充滿疑慮。

參考前項。

---

79. Japan Atomic Energy Agency (1999), *H12: Project to Establish the Scientific and Technical Basis for HLW Disposal in Japan*.

## 2.2 瑞典最終處置場設置計畫不斷推延

瑞典經過多年的選址與研究，終於決定在福斯馬克（Forsmark）的穩定地層裡興建一座可以安全儲存10萬年的最終處置場。然而，瑞典科學家對此計畫仍充滿疑慮，導致瑞典政府對此計畫的興建與營運期程不斷延後，開始興建從2005年、2009年、2012年、2016年，延後到2019年；開始運轉時間從2014年、2017年、2020年，延後到2025年。目前，這個最終處置場計畫只進行到第一輪審查階段，什麼時候可以獲得興建營運許可，短期內恐怕還沒有答案。

### 1. 高階核廢料處置場建場程序嚴謹正是實踐世代正義的具體表現

- (1) 高階核廢料處置場建場程序一般而言必須經過地質調查、公民投票接受、環境影響評估、興建地下實驗室驗證處置技術、完成安全評估、申請建場執照，核准後才能動工興建，完成後需再申請運轉執照，最後才能正式營運，通常都需要數十年時間。嚴謹周全正是對環境與後代子孫負責，實踐世代正義的具體表現。
- (2) 僅就地質調查一項工作，就必須經歷全國普查、區域調查與場址調查等3階段，以瑞典為例，從1977年開始全國普查，一直到2009年通過公民投票選定場址，為期長達33年，靠得就是耐心與誠心，溝通與尊重。

### 2. 瑞典、芬蘭建場時程沒有延宕

- (1) 瑞典在2009年由居民公投確定Forsmark為處置場址，就在2011年3月申請建場執照。根據瑞典法律，安全評估由輻射安全局(STUK)審查，環境影響評估與土地利用則由國土環境法院負責審查。為求慎重起見，瑞典還委請OECD/NEA的國際專家團進行同業審查。OECD/NEA於2012年完成審查，對於計畫給予高度讚賞。SKB預估在2019年可以取得建廠執照。
- (2) 芬蘭的Olkiluoto處置場目前進展相當順利。Posiva在2012年底提出建廠執照申請，並按原訂期程順利完成公聽程序後於2014年提送安全評估報告，目前正由政府審查中，預定2015或2016年取得建廠執照，2020年完工運轉。

## 2.3 美國取消最終處置場興建計畫

美國唯一的高放射性核廢燃料最終處置場「雅卡山（Yucca Mountain）核廢料掩埋」興建計畫，在歷經20年、花費90億美元（約新臺幣2,700億）後，歐巴馬總統在2009年決定終止該計畫。此外，美國環保署在2005年遵照美國聯邦法院的裁

定，依照美國科學院的建議，將核廢燃料最終處置輻射防護基準從1萬年改為1百萬年，美國能源部若要設定核廢燃料最終處置場，必須確保在地震、火山活動、氣候變遷與封裝體腐蝕等情況下仍能安全處置1百萬年，這已遠超出人類預測評估的極限。

1. 美國Obama政府在2009年擱置Yucca Mountain處置計畫並非技術原因，而是屈從內華達州競選大樁腳參議員Harry Reid的壓力(時任參議院民主黨鞭)，以能源部停撥相關預算方式進行。但事後遭受各家電力公司集體訴訟，損失金額高達230億美元<sup>80</sup>。
2. 美國科學院從沒有建議最終處置場輻射防護基準從1萬年改為1百萬年，也從沒要求必須確保在地震、火山活動、氣候變遷與封裝體腐蝕等情況下仍能安全處置1百萬年。美國環保署也只規定高放最終處置場需要確保10,000年安全<sup>81</sup>，這些規定從1982年立法以來沒有更改。
3. 美國核廢料技術審議委員會(US Nuclear Waste Technical Review Board)分析結果認定：因為Yucca Mountain場置場址位於地下水不飽和層(unsaturated zone)，且處置場環境溫度長期高於水的沸點，所以不存在潮解條件，廢料容器表面也不可能出現因為潮解導致的腐蝕<sup>82</sup>。

#### 2.4 芬蘭最終處置場計畫還在蓋，營運執照只有百年不到

芬蘭在1995年啟動廢核燃料最終處置計畫，並於2000年選定在奧爾基洛托(Olkiluoto)核電廠所在地興建安卡拉(Onkala)最終處置場，預計2022年起開始商轉。安卡拉核廢燃料最終處置場從2004年開始進行地質鑽探與挖掘工作，並於2012年底向芬蘭政府申請處置場的興建執照，目前正在等候建築許可。芬蘭宣稱安卡拉最終處置場可以將核廢燃料有效阻絕10萬年，但預計核發的營運執照卻只有到2120年，只有百年不到，根本不足以證明該處置場有辦法需時長達數萬年的「最終處置」。

---

80. US Government Accountability Office (2009), *Nuclear Waste Management: Key Attributes, Challenges, and Costs for the Yucca Mountain Repository and Two Potential Alternatives*.

81. US Environmental Protection Agency (2014), *Environmental Radiation Protection Standards for Management and Disposal of Spent Nuclear Fuel, High-level and Transuranic Radioactive Wastes*. **40 CFR Part 191**.

82. World Nuclear Association (2004), *News Brief 04.32*.

所謂營運執照(Operation License)是指處置場開始接收廢料到完成所有處置作業的時間，與廢料處置後的期限毫無關係。高放廢棄物採深地層處置，必須經周延嚴謹的地質調查、地下實驗室的實地驗證、保守審慎的安全評估來確保處置作業的安全可靠，當然不會以營運執照的期限保證處置安全。

### 3. 核廢料是臺灣選擇使用核電的無解難題

截至2013年1月為止，核一、核二及核三廠所產生的高放射性核廢燃料，不包括儲存桶、填充物等重量，累計有3,321公噸，預計3個核電廠運轉40年總計將產生5,048公噸，如果核四運轉，核廢燃料還會增加2,666公噸到7,714公噸。低階核廢料目前累計約有20萬桶，每桶的容量約208公升。如何處置這些核廢料一直是臺灣無解的難題。

#### 3.1 低放射性核廢料無處可去

大量的低放射性核廢料，從1981年開始「暫時堆置」在蘭嶼的核廢料貯存場內，直到1996年蘭嶼停收核廢料，才轉而就地堆置在核電廠內。這些「暫時貯存」的低放射性核廢料，由於最終處置設施的選址遲遲無法確定，何時能夠解決最終處置的難題仍沒有具體的方案。

1. 國際已有成熟的低階核廢料處置技術：國際對於低階核廢料處置多採淺地層處置(如法國、日本、美國)、海床下處置(瑞典)，或坑道式處置(德國)等。自1959年起，已有40個國家陸續啟用104座低放射性廢棄物最終處置場，目前仍有34個國家，77座處置場皆安全運轉中，技術成熟。
2. 國內目前低放廢棄物總量約13.5萬桶(每桶體積0.2立方公尺)，其中10萬桶貯存於蘭嶼，其餘3.5萬桶貯存各核電廠現代化貯存庫內，所謂「就地堆置」完全不符事實，如下圖所示。這些貯存庫是世界上最現代化貯存庫，外牆鋼筋混凝土之厚度高達80公分，可有效阻隔輻射線，結構設計也已考慮防震，符合安全設計。庫內有空調設備，可防止貯存庫內廢棄物桶腐蝕，廢棄物桶進出均採電腦化管控，減少工作人員輻射劑量，貯存庫還設有集水池以收集污水至廢水處理系統處理，不會對外排放，且貯存庫設置有高效率之排氣過濾設備，經自動化之連續輻射監測系統偵測合乎規定後排放，不會影響電廠周

邊環境及民眾之健康。



核一廠內低放廢棄物貯存庫



核二廠內低放廢棄物貯存庫



廠內低放廢棄物貯存實況

3. 經濟部於101年核定公告「台東縣達仁鄉」與「金門縣烏坵鄉」為建議候選場址<sup>83</sup>，惟兩地縣政府均未同意辦理公投。台電公司持續辦理民眾溝通工作，並期台東縣公民投票自治條例早日完成，以利公投之推動，於公投選出候選場址後辦理投資可行性研究及環境影響評估，並俟審查通過後，陳報行政院核定場址。目前兩處場址初步設計均已完成，達仁場址可能採隧道式處置、烏

83. 經濟部(民 101), 低放射性廢棄物最終處置設施建議候選場址公告, (中華民國 101 年 07 月 03 日, 經營字第 10104604770 號函)

坵場址可能採海床式處置，兩處場址處置面積皆小於1平方公里，即可處置我國所有核電廠營運期間與除役拆廠廢棄物。

### 3.2 高放射性核廢燃料束手無策

至於毒性強、半衰期長的高放射性核廢燃料，政府根本就沒有可行的最終處置方案。臺灣從核電廠運轉開始，就將核廢燃料全部儲存於廠內的冷卻池裡。由於始終無法解決最終處置的問題，原本設計只能存放20年容許量的冷卻池，卻裝了超過30年累積的核廢燃料。臺電解決廢燃料池爆滿的方法，是縮小廢燃料束間間隔，讓核一廠廢燃料池中的廢燃料棒數量成為原先設計的2.2倍、核二廠為1.7倍、恆春核三廠為2.8倍。這樣的處理方式，恐將造成廢燃料棒產生的熱能無法散去，導致爆炸與輻射外洩的危機。雖然瑞典、芬蘭等國已經開始規劃興建核廢燃料最終處置場，但都沒有實際運轉的經驗可以借鏡。況且，臺灣的地理地質環境很難找到穩定的地層興建核廢燃料的最終處置設施；臺電的核廢燃料最終處置技術可行性報告也坦承「阻絕時間的尺度可能須高達數萬年，已遠超過所有已知人工設施的使用期限或經驗」。

1. 國外核能電廠用過燃料池貯存格架擴充並不罕見。我國核一二廠貯存格架擴充均依美國法規進行完整安全評估，並經原能會審定，確認不影響用過燃料熱傳功能。因此沒有「廢燃料棒產生的熱能無法散去」問題，更不會「導致爆炸與輻射外洩的危機」。
2. 原能會審查「我國用過核燃料最終處置初步技術可行性評估報告」，確認台灣具有處置用過核子燃料之初步技術能力，並認為花崗岩、中生代基盤岩、泥岩為較具潛力是目前較具可行性之潛在處置母岩<sup>84</sup>。目前初步確認我國確有足敷處置場面積需求之岩體，即台灣本島確實存在潛在處置母岩。
3. 經查「我國用過核燃料最終處置初步技術可行性評估報告」全文沒有「阻絕時間的尺度可能須高達數萬年，已遠超過所有已知人工設施的使用期限或經驗」字樣。
4. 高放廢料本來就採用「多重障壁」概念設計，除了防腐蝕包封容器、阻絕核種與地下水遷移的緩衝物質等工程障壁之外，還有地質母岩作為自然障壁，這就是採用深地層處置的理由。目前我國高放廢料處置係參考瑞典KBS-3設

---

84. 行政院原子能委員會(民99), 我國用過核燃料最終處置初步技術可行性評估報告審查報告。

計，僅銅質包封容器壽命即可達十萬年。

5. 自然界很多案例證明適當的地質條件與工程設計可以長久安全保存核廢料：

- (1) 1972年法國在加彭共和國奧克魯(Oklo)鈾礦區，發現天然核反應爐遺跡，曾持續進行約200萬年的核分裂反應，估計產生5.4噸分裂產物及1.5噸銻和其它超鈾元素。調查顯示，放射性核種在20億年間遷移不超過3公尺，足證深地層處置可有效阻滯核種的移動<sup>85</sup>。
- (2) 其他關於銅質容器、緩衝材料等都有考古例證

核廢料處置各種天然類案例表

國家	材料	經歷期間	狀況概述
芬蘭	銅	5,000 萬年	在含硫酸鹽之地下水環境
中國	古墓	數千年	木炭與白膏泥，保屍不爛
匈牙利	柏樹林	800 萬年	埋在黏土地下層
加彭共和國	天然反應器	20 億年	5.4 噸分裂產物與 1.5 噸銻在地層中只移動數公尺

過去，政府與臺電公司對於核廢燃料的處理問題，總是胸有成竹地表示核廢燃料的最終處置技術已經大致完備，並提出將於 2016 年選址、2031 年開始處置作業的規劃。如今，30 年過去了，核廢燃料的最終處置場仍然懸而未決。行政院 2013 年 4 月又改稱，臺電公司規劃於 2055 年前完成核廢燃料最終處置場，也不排除境外處置等方式。顯然地，馬政府對於核廢燃料最終處置仍然沒有解決方案，打算把核廢燃料這個為害長達數萬年的毒物丟給後代子孫永遠負擔。

1. 芬蘭、瑞典都已確定高階核廢棄物最終處置場址，逐步邁入施工階段，預計 2020 至 2025 年陸續啟用。我國對用過核子燃料將採最終處置，規劃於 2055 年前完成高階核廢棄物最終處置場，同時也不排除尋求國際合作處理或境外處置之機會。
2. 各國對於高階核廢棄物處置非常嚴謹慎重，因此選址作業需要長時期周密評估。未確定最終處置場址的國家，一般先採用乾式貯存設施暫存用過核子燃料，相關技術成熟且國際應用普遍安全無虞。台電公司正積極推動核一、

---

85. 經濟部(民 99), 我國用過核子燃料最終處置計畫時程規劃與檢討報告.

二廠用過燃料乾式貯存設施的興建，核一廠的貯存設施即將進入測試階段。

## 第參篇 核電沒有比較便宜

### 1. 馬政府低估核電成本

為了蓋核四，馬政府跟臺電一貫的說法是：「核電最便宜、不蓋核四電價會漲40%、核四停建將犧牲臺灣的經濟發展」。臺電在核四建廠說帖中表示，現有三座核電廠的建廠投資已折舊攤提完畢，所以2011年每度電的成本只有0.69元，包含0.17元的後端營運費用。興建中的核四廠，每度電的平均發電成本約2元。

事實上，臺電從建廠、運轉、除役、核廢料處理到核災風險預防等各個環節都刻意低估核能發電的成本。如果把核四廠不斷追加的鉅額興建預算、被低估的營運及維修成本、缺口高達上千億的除役經費、支出期間長達數萬年的核廢料處置帳單，以及會動搖國本的核災預防與清理賠償費用等核電廠的真實成本算進去，核能發電的單位成本遠遠超過馬政府和臺電所宣稱的低價。

馬政府宣稱核電的價格最便宜，其實是把多項成本低估或隱藏起來；至於這個被低估的價格與實際價格間的價差，最終還是由納稅人與我們世世代代的子孫支付。

1. 我國營運中核能電廠歷年發電成本如下圖，核能均為最低。103年總發電成本0.96元/度，遠低於其他發電方式。
2. 核四廠目前總投資額2,838億元，但已完成1號機試運轉測試工作，如非103年宣布封存，俟原能會核定後即可裝填燃料發電。核四建廠成本較高，主要受民進黨政府停建/復建政策搖擺影響。監察院調查指出：核四貿然停建導致工期延宕44個月，總損失1,870億元<sup>86</sup>。
3. 核能發電投資與火力電廠投資策略不同，核能電廠全壽期成本有60%-70%是建廠投資，運轉後其他成本很低；火力電廠正好相反，建廠成本不高，但燃料成本佔了60%-85%。假如國家有極豐富能源，當然不需要建核能電廠；但我國能源全部仰賴進口，受國際能源價格波動影響，當然以核能最佳。

---

86. 監察院(民 101)，101 財正 0004 號糾正案。

4. 任何能源成本估計均分為內部生產成本與外部社會成本兩部分，我國核能內部生產成本(包括核廢料後端營運與強化核安投資)最低已能確認，國際權威研究皆顯示：核能外部成本(包括：核子事故賠償與除汙與民眾健康效應等之預估成本)仍然遠低於各種化石燃料。說明如下：
- (3) 國際對於各種能源外部成本已有成熟可靠估計模式。2003年歐盟發表 ExternE報告<sup>87</sup>，核能外部成本(包括核子損害金額)為0.24-0.74歐分/度(0.1-0.3台幣/度)，遠低於燃煤(1.8-15歐分/度)、燃氣(0.5-3.5歐分/度)、燃油(2.6-10.9歐分/度)與再生能源之生質能(0.1-5.2歐分/度)與廢棄物發電(1.5-9.2歐分/度)。
  - (4) 福島事故後，法國學者Rabl估計核子事故損害平均金額為0.79歐分/度(0.32台幣/度)，仍然遠低於最可能替代核能的燃氣發電(1.22歐分/度，0.49台幣/度)<sup>88</sup>。
  - (5) OECD/NEA研究顯示<sup>89</sup>，綜合考量人類健康、生物多樣性、空氣汙染物、輻射物質與氣候變遷等因素，核電外部成本為0.21歐分/度(0.08台幣/度)，遠低於燃煤(2.7歐分/度)、燃氣(1.4歐分/度)、與再生能源之太陽光電(8.9歐分/度)與生質能(0.7-2.0歐分/度)。
  - (6) 福島事故後各國核能電廠都已大幅強化核安，根據日本最新能源方案推估核子事故損害金額為9.1兆日圓/4,000爐年，相當於每度核電增加0.3日圓/度(0.08台幣/度)成本<sup>90</sup>。
5. 核子事故發生並非確定事件，但化石燃料發電目前並未管控二氧化碳與其他汙染物排放，造成各種環境與民眾健康影響，卻是確定事件。美國太空總署研究指出，核能發電取代傳統火力電廠，已經拯救180萬人的生命。這些核電廠在未來40年內，還可以再挽救700萬人的生命。
6. 後端基金是根據核能發電量每度提撥0.17元，截至104年8月底淨值已達2,500

---

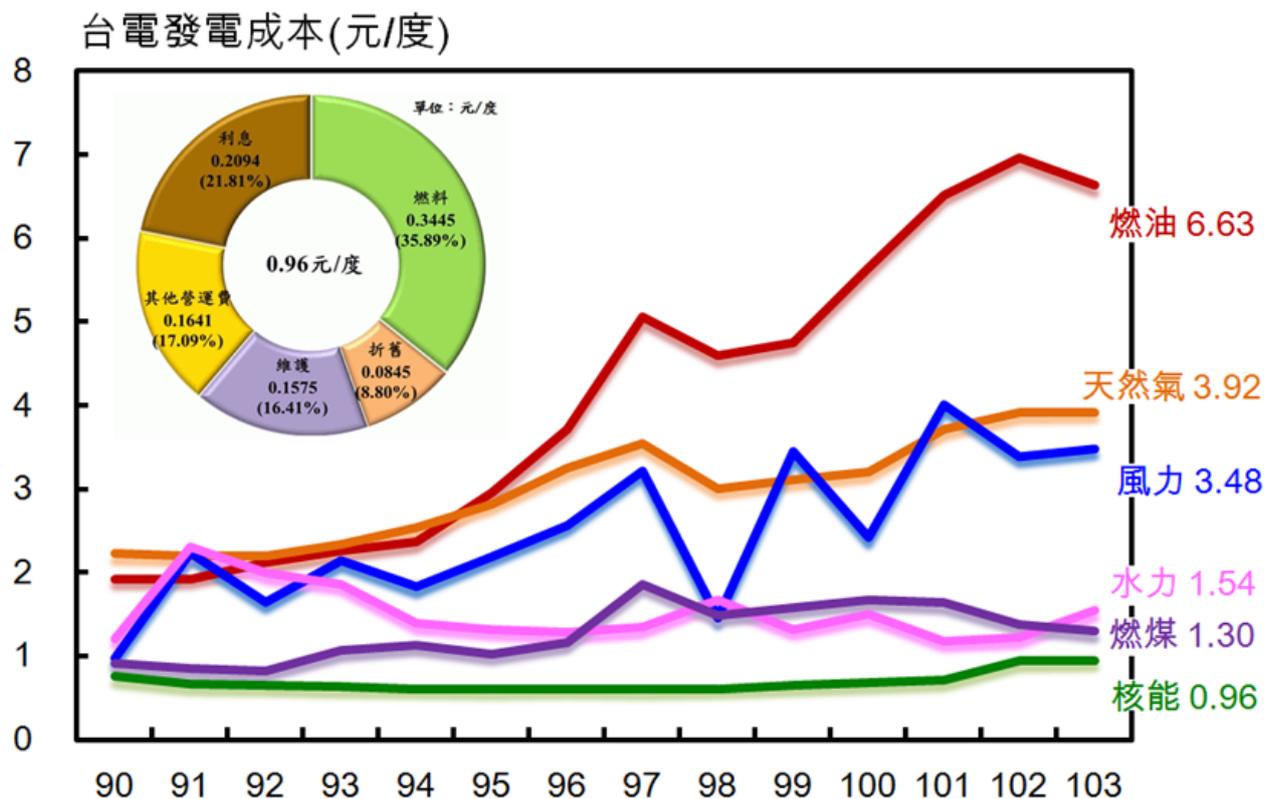
87. European Commission (2003), *External Cost: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport*, p.13. [能源會議資料：2-2-4-1-003G]

88. Rabl, A. and V.A. Rabl (2013), External costs of nuclear: greater or less than the alternatives? *Energy Policy*, **57**, pp. 575–584. [能源會議資料：2-2-4-1-003-2]

89. OECD/NEA (2012), *Nuclear Energy and Renewables- System Effects in Low-carbon Electricity Systems*, p119. [能源會議資料：2-2-4-1-003-4]

90. 經濟産業省・資源エネルギー庁(2015), 長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告(案), p.48.

億元。我國後端營運總費用為3,353億元，兩者相差850億元。由於我國核能電廠至40年正常營運期限預估可發電量還有約2,725億度，加上10年孳生利息並沒有財政缺口。



## 二、核四興建費用是天價

### 1. 核四要運轉，至少還要上千億預算

核四建廠的預算從1982年核定的1,697億新臺幣歷經多次追加，目前已經超過2,838億，未來至少還要再追加400億才有辦法運轉。如此一來，核四興建費用將超過3,200億元，是原訂計畫預算的1.9倍。雖然臺電公司信誓旦旦地說這是最後一次追加預算，但核四廠的安全地雷卻愈來愈多，恐怕不是400億就夠填滿核四這個錢坑無底洞。

#### 1. 核四廠目前總投資額2,838億元，其中有800億屬於累計利息。目前1號機已完

成試運轉測試工作。如非103年宣布封存，俟原能會核定後即可裝填燃料發電。核四建廠成本較高，主要受民進黨政府停建/復建政策搖擺影響。監察院調查指出：核四貿然停建導致工期延宕44個月，總損失1,870億元<sup>85</sup>。

2. 以目前利率水準估計，核四延後一年發電，總成本將增加50億元，核四預算如果繼續追加，主要就是政治因素干擾而非技術因素。

攤開臺灣核電廠的建廠帳簿，可以發現核一、核二、核三廠的實支預算對核定預算的倍數分別是：2.3、2.9、2.7倍。照臺電公司的說法，核四廠預算不斷追加是因為興建期間歷經國際原物料上漲、提升防災能力所致，那核四興建實支預算對核定預算的倍數不會比沒有這些因素的核一、核二、核三廠還要低。如果用核一廠的2.3倍來算的話，核四廠的興建經費將達到3,903億元！

	核定預算	實支預算	倍數
核一廠	128億	295億	2.3
核二廠	220億	630億	2.9
核三廠	358億	974億	2.7
核四廠	1,697億	?	?

表3：臺灣四座核電廠核定預算與實支預算比較表

資料來源：《新黨反核四白皮書》、臺電公司。

## 2. 核四是世界上造價最貴的核電廠之一

即使真的只花3,200億，這個數字也已經讓核四廠成為世界上最貴的核能電廠。目前世界上已經完工、和核四反應爐同型的改良型沸水式反應爐（ABWR）共有4部機組，都在人力物價成本比臺灣高的日本，但這四部機組的單位建造成本都比核四低。

表4：改良型沸水式反應爐（ABWR）機組造價表

機組名稱/商轉年	裝置容量	興建總額	平均每瓩
----------	------	------	------

日本柏崎刈羽電廠6、7號機 / 1997	271萬瓩	7,807億日圓	95,956元新臺幣
日本濱岡電廠5號機 / 2005	138萬瓩	3,600億日圓	86,957元新臺幣
日本志賀電廠2號機 / 2006	136萬瓩	4,250億日圓	104,320元新臺幣
臺灣核四電廠1、2號機 / --	270萬瓩	3,238億新臺幣	119,926元新臺幣

註1：日本三座核電廠的興建總額資料，取自臺電公司核四說帖。

註2：日圓兌換新臺幣匯率3元

#### 與核四廠相同機型之各國造價成本比較

機組名稱	商轉年	完工年的投資總額	建廠單位成本 折合美金/瓩
柏崎刈羽電廠 6/7 號機	1997 年	日幣 7,807 億元	3,415 元 (¥/USD = 84.29)
濱岡電廠 5 號機	2005 年	日幣 3,600 億元	3,095 元 (¥/USD = 84.29)
志賀電廠 2 號機	2006 年	日幣 4,250 億元	3,713 元 (¥/USD = 84.29)
島根電廠 3 號機	已完成試運轉， 尚未燃料裝填	日幣 4,600 億元 (已投入之建廠成本)	4,121 元 (¥/USD = 84.29)
核四廠 1、2 號機	確保安全無虞再 商轉	新台幣 2,838 億元 (101 年核定投資總額)	3,563 元 (NTD/USD=29.5)

### 3. 核四興建預算不斷增加，發電成本不可能不增反減

行政院在1991年通過的核四可行性研究報告中指出，2000年核四運轉後25年每

度電的平均成本為2.703元。在那之後，核四興建預算已經從最初的1697億倍增到超過3,000億，政府卻仍宣稱核四的發電成本低於每度電2元。在營運維修費用、核後端費用，乃至於核災賠償保險費用都沒有降低的情況下，怎麼可能興建費用倍增了，發電成本還會不增反減？即使單以興建成本來看，2000年時的2.703元經過物價指數調整，2012年時的價格就已經超過3元，核四發電成本怎麼可能低於2元？

1. 1991年核四可行性評估是將全部建廠成本以25年提前攤提完畢，且當時貸款利率高達10%。目前計算以40年全壽期攤提、利率僅1.5%。目前建廠費用2,838億中有800億是累計建廠利息，扣除後實際工程投資只有2,000億。即使以2,838億元計算每度電力分攤建廠經費，1991年版計算值為目前的2.05倍<sup>91</sup>。如以核能建廠投資費用占總成本60%估計，1991年版估計總成本比目前實際狀況多1.2倍。以此估計，核四均化發電成本低於2元/度相當合理。
2. 但因核四封存後，建廠利息每年增加50億元，成為核四成本最大變數。

### 三、臺電低報核電廠的營運及維修成本

核電廠除了建造成本很高，運轉與維修成本也很高。國際上極具權威性的普氏能源資訊社（Platts）2011年針對美國33個核電廠的統計顯示，2009年不含燃料費的核電運維成本為每度電1.6美分（相當於0.48元新臺幣），加上燃料費用的話，整體運維成本為2.18美分（相當於0.66元新臺幣）。

相對於此，臺電公司的資料顯示，2011年核電成本一度電0.69元，包含提列0.17元的核後端準備、0.14元的核燃料費。如此算來，即使不計鉅額的建廠成本，臺灣核電的運維成本只有每度電0.38元，居然比美國還低！

不合理之處在於，臺灣的核電廠燃料、技術、設備、材料都仰賴進口，營運維修也因此必須繳付高額費用請原廠施作，核二廠僅更換6顆錨定螺栓就必須花將近1億元，臺灣核電的運維費用怎麼可能比美國還低，臺電公司顯然低報核電廠的營運及維修成本。

---

91. 如以貸款金額 1697 億，25 年還款、利率 10%估計，總還款金額為貸款金額的 2.73 倍。如以貸款金額 2838 億，40 年還款、利率 1.5%估計，總還款金額為貸款金額的 1.33 倍。兩者總還款金額相差 2.05 倍。

維護費用與該國人均GDP(物價與人工費用)有密切關聯。2011年美國人均GDP為4.98萬美元、台灣為2.15萬元，美國是台灣的2.3倍，理論上台灣核電廠運維成本應該是美國40%。但因設備、材料部份仰賴進口，因此台灣核電廠維護成本略低於美國是正常的。

#### 四、核電廠除役成本比建造成本還高

核能電廠除役所需的時間與金錢，都比建造高。美國與核二廠規模相仿、機組相同的錫安（Zion）核電廠，花了5年的時間建廠，在運轉25年、停機12年後，準備用10年來拆除；除役所需的經費同樣是建廠的兩倍：超過10億美元（約300億新臺幣）。

Zion電廠1968年興建、1973年商轉、2009年開始除役。1968年與2009年的消費物價指數(CPI)相差6.2倍<sup>92</sup>，所謂「除役所需的經費同樣是建廠的兩倍」毫無意義。由此預估，同期除役費用約為建廠費用的1/6甚為合理。

日本目前正在除役中的普賢核電廠，從動工到商轉花了7年，但從停止運轉到拆除完成卻要26年的時間，要將土地復原到建廠前狀態的時程則是無法估計。在經費部分，日本花了685億日圓興建普賢電廠，卻準備花750億日圓來除役，除役費用是建廠費用的1.1倍。

普賢電廠是實驗型快滋生反應器，與普通輕水式電廠除役完全不同，兩者沒有比較基礎。

臺灣政府為目前三座核電廠估算並準備的除役經費是675億，僅占3座核電廠建造費用1,899億的35.5%。臺灣核電廠若要除役，屆時恐怕還是要請美日廠商協助，除役費用絕對沒有比美日便宜的道理。就此而論，政府跟臺電對核電廠除役的費用低估超過上千億。

國際對於商用核電廠除役費用早有成熟公式可預估。依據 OECD/NEA分析核電

---

92. US Department of Labor (2015), CPI Inflation Calculator.

廠的除役費用：沸水式平均除役費用約 420美元/kWe；壓水式約320美元/kWe<sup>93</sup>。據此估算，我國三座核電廠除役費用約需新台幣591 億元<sup>94</sup>，目前核能後端營運基金所估算之除役費用新台幣675 億元應屬合理範圍。

## 五、核廢料處理的天價帳單將債留子孫

核廢料處理不僅是安全與技術的難題，也是選擇核電後必須面對的經濟難題。核電的廢棄物可分為低放射性的一般廢棄物與高放射性的核廢燃料，其處理的方式與成本不同。

在低放射性廢棄物部分，根據核後端基金的估算，目前運轉中的三座核電廠，包含地方回饋金在內的處理總費用為426億元。

至於半衰期長達2萬4千年的高放射性核廢燃料的最終處置成本，則是無可估算的天價。根據臺電的技術報告，使用過的核廢燃料將採多重障壁的深層地質處置，將核廢燃料放置在300至1,000公尺深的地底下阻絕數萬年。在這數萬年的處置時間裡，必須確保地質環境的穩定不變動、核廢料包封容器不腐蝕、處置場有效隔絕地下水的滲入，以及有效管理不發生人為疏失等，如果一個環節出問題，就必須重新建設處置場或是重新封包核廢料。這還要花多少錢？

6. 高放廢料本來就採用「多重障壁」概念設計，除了防腐蝕包封容器、阻絕核種與地下水遷移的緩衝物質等工程障壁之外，還有地質母岩作為自然障壁，這就是採用深地層處置的理由。目前我國高放廢料處置係參考瑞典KBS-3設計，僅銅質包封容器壽命即可達十萬年。
7. 自然界很多案例證明適當的地質條件與工程設計可以長久安全保存核廢料：
  - (7) 1972年法國在加彭共和國奧克魯(Oklo)鈾礦區，發現天然核反應爐遺跡，曾持續進行約200萬年的核分裂反應，估計產生5.4噸分裂產物及1.5噸銻和其它超鈾元素。調查顯示，放射性核種在20億年間遷移不

---

93. OECD-NEA (2003), *Decommissioning Nuclear Power Plants: Policies, Strategies and Costs*, OECD/NEA 統計分析核電廠的除役費用，該費用包括拆廠、廢棄物處理、保全 與維護、廠址清理及計畫管理等。

94. 依據台灣電力公司網站所列核電廠裝置容量，乘上 OECD-NEA 所分析之平均除役單價而得。其中，核一、二廠皆為沸水式核電廠，總裝置容量為 324.2 萬瓩，核三廠為壓水式核電廠，裝置容量為 190.2 萬瓩。

超過3公尺，足證深地層處置可有效阻滯核種的移動<sup>85</sup>。

(8) 其他關於銅質容器、緩衝材料等都有考古例證

核廢料處置各種天然類案例表

國家	材料	經歷期間	狀況概述
芬蘭	銅	5,000 萬年	在含硫酸鹽之地下水環境
中國	古墓	數千年	木炭與白膏泥，保屍不爛
匈牙利	柏樹林	800 萬年	埋在黏土地下層
加彭共和國	天然反應器	20 億年	5.4 噸分裂產物與 1.5 噸銻在地層中只移動數公尺

目前世界上只有芬蘭正在安卡拉（Onkala）興建一座容納5,500公噸核廢燃料的最終處置場，預計從2022年起正式營運96年；如果沒有天災人禍等意外，這96年內的處理總成本高達30億歐元，相當於1,155億新臺幣。至於96年之後的數萬年的處理費用根本沒有，也無法估算。

政府為三座核電廠運轉40年所產生約5,048噸的高放射性核廢燃料之最終處置僅提列1,382億元。這筆錢，即使沒有無天災或人為意外，約略只能處置100年。100年後呢？政府從一開始就沒有計在核電成本裡，打算以拖待變，把這天價的帳單丟給後代子孫負責。

根本誤解高放廢料處置程序。高放處置場完成營運後即行關場，經過一段監管期(一般約數十年至一百年)後即解除管制。

## 六、馬政府根本就沒有把核災的風險算進核電成本裡

人類核電史上3次重大核災的例子可知，如果不幸發生核災，清理賠償的費用高達數千億至數十兆元。雖然從經濟的觀點，我們不可能要求政府或核電設施經營者預先提撥這筆鉅額費用，但我們必須要求經營者為核災風險購買保險，以防萬一；像是工廠投保火災險或地震險，該保險費用會被算在產品的成本裡。然而，核電廠風險重重，臺電公司從來沒有為核電廠的核災風險投保；政府也從來沒有要求臺電把核災風險算進核電的成本裡。

不但如此，臺灣政府為了鼓勵發展核電，更免除核電設施經營者大部分的賠償責任。如果發生核災，臺電公司根據〈核子災害損害賠償法〉，最多只需負擔42億新臺幣的賠償責任；剩下的鉅額賠償與復原支出，都將由全民買單。

實際上，考量核災損失的巨大與核災風險之高，國際上沒有任何保險公司願意承做核災損失的全額賠償保險，顯然在風險的評估上，核電在經濟效益上是極不划算的。

1. 三哩島事故沒有賠償金，清理、除汙與除役費用約10億美元
2. 車諾比事故損害金額約180億美元(1991-2005年)，平均每年約12億美元
3. 福島事故後日本估計核子損害金額約9.1兆日圓/4000爐年，相當於0.3日圓/度電。
4. 核子事故發生風險極低，但核電實質利益全民共享：
  - (1) 核電實質利益全民共享：截至104年7月，我國6部核能機組已運轉201爐·年，如以運轉期限40、60年估計，剩餘運轉年限分別為39爐·年與159爐·年。以103年發購電成本估計，核能每年提供400億度電力，每年節省全民600億元電費支出<sup>95</sup>。未來可繼續供電2,725億度(營運期限40年)或10,725億度(營運期限60年)，經濟利益期望值分別為4,088億元與16,088億元。
  - (2) 核子事故發生風險極低：如以日本核子損害金額約9.1兆日圓/4,000爐年估計我國6部核能機組剩餘運轉年數事故風險，則風險成本期望值分別為229與952億台幣。經濟利益/風險成本比值分別為17.8與16.9。

## 七、臺電公司所提撥後端基金根本不夠

核能電廠終止運轉後，還有拆廠除役與核廢料處置等長期性工作，為了有經費實施這些後端營運作業，政府從每度電中預收0.17元作為後端作業基金。臺灣現有三座核電廠在40年運轉的期間中，總計將提列3,353億元。其中，用於核電廠除役的費用為675億元、核廢料處理與地方回饋金為2,678億元。根據經濟部 and 臺電的說法，跟其它國家相比，每度電提列0.17元已屬中上水準。然而，對於臺電公司所提撥的核後端營運基金是否一定足夠，政府跟臺電始終無法保

---

95. 103 年度台電公司平均發購電成本為 2.47 元/度，核能發電成本為 0.96 元/度，節省電費支出 = (2.47-0.96)×400 億 = 600 億元。

證。

政府無法保證核後端營運經費無虞的原因很簡單：為了讓民眾誤以為核電最便宜，政府嚴重低估核電廠除役與核廢料最終處置的費用。若根據美日的除役經驗，臺灣核電廠拆廠的預算少算了上千億，這還不包括土地復原的成本。至於更棘手的核廢料最終處置，所需經費更是高到無法估算。

我國後端營運費用攤提率介於 0.14~0.18 元間，與世界上其他主要核能國家相較差異不大，居中上水準，並無預算不足問題。

	國 家					
	美國	瑞典	瑞士	西班牙	芬蘭	我國
攤提率(美厘/度)	1	3.2	9.43	3.4	3.54	5.56
除役拆場	×	○	○	○	×	○
低放廢料處置	×	○	○	○	×	○
高放廢料處置	○	○	○	○	○	○

表5：臺灣核電廠後端營運總費用估算

單位：億元

項目	費用
電廠除役	675
低放射核廢料最終處置	376
蘭嶼檢整及蘭嶼減容除役	11
高放射核廢料中期貯存+ 最終處置	1,772
廢棄物運輸	238
地方回饋	281

資料來源：核能發電後端營運基金管理會

肆、核四停建，臺灣不缺電

一、台電的備用容量率太高，電力投資過剩

### 1. 臺灣備用容量率的目標與現況

我國自1991年起將備用容量率訂為20%，但1991年至2003年間，備用容量實績值皆遠低於法定值。由於電力系統規模大幅成長與技術進步，發電機組之大修排程均可避開夏月尖峰負載期間，因此合理調降備用容量率仍可滿足發電端可靠度之要求。

民進黨執政時期，2005年行政院長謝長廷於行政院院會裁示，將備用容量率目標值從20%降至16%；在民進黨第二任執政時期（2004年到2007年）備用容量率實績值大都相等目標值，顯示本黨對於全國電力規劃與執行掌握獲得良好成效。

2008年國民黨執政後，每年的備用容量率實績值皆超過法定目標值，2009年甚至更高達28.10%之譜！若根據監察院2012年1月的調查報告，「閒置之電力容量若達裝置容量之1%，代表約有百億元之電力設施閒置」估計，2009年就浪費了納稅人荷包將近1,200億元，2009至12國民黨執政4年間已浪費納稅人將近3,100億元。

1. 我國屬於島嶼型獨立電力系統，備用容量率參酌國際經驗規劃為15%，低於15%就可能有缺電的風險。比較同為獨立電網的英、韓等國，我國備用容量率相當，但與日本相比偏低。若核四廠無法順利商轉發電，預估自104年以後系統備用容量率將降到10%左右，而自107年核一、核二、核三電廠陸續除役後，備用容量率更將低於6%。
2. 就我國過去經驗統計，當備用容量率低於10%時，就可能有缺電風險；低於7.4%時，則限電幾乎無法避免。如民國79-85年間，我國電力備用容量率皆在10%以下，總計限電次數高達43次，其中83年更高達16次，對產業及民生都造成相當大的衝擊。
3. 電力需求與經濟發展習習相關，未來經濟成長無法事先精確推估，尤其我國是以外銷為導向的經濟體系；電廠非一般商品，無法於需要時於市場中立即取得，在鄰避效應下，電源開發劃短則需時9年，長則達12年以上。故實績備用容量率無法維持與法定值相同。
4. 電廠一旦完工發電後，可持續運轉30-40年，故2009至2012國民黨執政4年間已浪費納稅人將近3,100億元之說法不正確。2009年適逢國際金融海嘯，故備

用容量率達28.1%。但2011年立即降至20%，2014年再降至14.7%。今年備用容量率雖估計為10.4%，但4月至今已有35天備轉容量率低於6%。假如106年核一二廠提前停止運轉，我國將長期發生缺限電威脅。

5. 由於近期新加入發電行列的機組效率較高，新機組替代較高發電成本之機組，所減少節省的燃料費將抵減備用容量偏高所增加的折舊等固定費用，甚至讓整個供電成本下降。

2012年6月15日，經濟部召開「油電經營改善小組」會議，決議臺電備用容量率從16%降到15%，且未來每年都須檢討備用容量率目標值。

表6：我國歷年備用容量率實績值與法定值比較

年度	實績值(A)	法定值(B)	閒置電力容量 (A-B)
1994	4.8%	20.0%	-15.2%
1995	4.7%	20.0%	-15.3%
1996	5.6%	20.0%	-14.4%
1997	11.0%	20.0%	-9.0%
1998	7.7%	20.0%	-12.3%
1999	12.5%	20.0%	-7.5%
2000	12.6%	20.0%	-7.4%
2001	13.2%	20.0%	-6.8%
2002	16.0%	20.0%	-4.0%
2003	14.6%	20.0%	-5.4%
2004	20.2%	20.0%	0.2%
2005	16.3%	16.0%	0.3%
2006	16.1%	16.0%	0.1%
2007	16.2%	16.0%	0.2%
2008	21.1%	16.0%	5.1%
2009	28.1%	16.0%	12.1%
2010	23.4%	16.0%	7.4%
2011	20.6%	16.0%	4.6%
2012	22.7%	16.0%	6.7%

資料來源：經濟部能源局，中華民國100年能源統計手冊。

## 2. 政府高估電力負載，導致備用容量偏高

檢討近年實際備用容量率大幅超標的主因，在於電力負載預測的高估，導致電源開發規劃不當，進而造成過度投資。若將經濟部能源局歷年《長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》中的尖峰負載預測與該年度實際值比較，即可發現對於電力需求皆為高估，且高估了0.5座至1.5座核四廠的裝置容量。監察院2012年1月的調查報告便點出臺電「球員兼裁判」的狀況，指出臺電著重由供給面解決備用容量率的問題，所以就會一直蓋電廠，並以每年約2%至3%的電力成長預估，而經濟部能源局委託臺電執行負載預測的作為，「其客觀性容有質疑，實應委由非據以為電源開發之臺電公司外之第三者來執行」。

電力需求伴隨經濟發展而增加，及興建電廠需時甚長，電力建設必須領先其他產業，故當2000-2008年政府在規劃推動各項經建發展計畫時，並未對外宣示2008年會發生全球金融海嘯，及之後的歐債危機等影響我國經濟發展等重大事件，即在政府假設未來經濟仍穩定持續成長下時，未來電力需求推估當持續成長，電源開發計畫當持續推動。換言之，若政府能事先於2002-2004年期間揭露2008年會發生全球金融海嘯，或來得及延緩新興計畫的推動。

### 表7：歷年尖峰負載預測值與實際值差異

資料來源：經濟部能源局歷年《長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》。

	2009	2010	2011	2012	
實績值	3,101 萬瓩	3,302 萬瓩	3,379 萬瓩	3,308 萬瓩	
預測時間	2008年 12月	預測值 3,505 萬瓩	3,629 萬瓩	3,782 萬瓩	3,935 萬瓩

	相差幾 座核四	1.5	1.2	1.5	2.3
2010年 2月	預測值	—	3,443 萬瓩	3,559 萬瓩	3,681 萬瓩
	相差幾 座核四	—	0.5	0.7	1.4
2011年 1月	預測值	—	3,599 萬瓩	3,657 萬瓩	3,770 萬瓩
	相差幾 座核四	—	1.1	1.0	1.7
2012年 4月	預測值	—	—	—	3,444 萬瓩
	相差幾 座核四	—	—	—	0.5

### 3. 備用容量率低於10%，才有可能限電

合理的備用容量率設定必須達到確保「供電可靠度」，同時避免「電力設施投資過當」兩項目標。監察院2012年1月的調查報告資料顯示，自1990年代以來，臺電對於「合理」的備用容量率主張反覆不定，最低為10%，最高為20%，以備用容量率增加1%的投資成本100億元來看，最高與最低所影響的投資成本差距就達到1,000億元。

實際上，行政院、經濟部及臺電公司都承認，就我國過去經驗統計，若備用容量率高於10%，臺灣就不會缺電；備用容量率高於7.4%就不會有限電危機。臺電公司不合理地拉高備用容量率規劃值的目的很簡單，就是恐嚇人民：如果不蓋核四，臺灣就會缺電限電。

表 8：臺電歷年對「合理」之備用容量率看法

年代，文件項目	合理備用容量率
1993年，長期電源開發方案	15%~20%
1997年，重新檢討國內電力規劃準則時之評估	15%~20%
2002年，系統最適供電可靠度與合理備用容量率之研究完成報告	14%~17%
2005年，供電可靠度與系統備用容量率之分析	13%~15%
2005年，臺電函經濟部能源局	10%
2010年，臺電系統規模之合理備用容量率研究報告。	15%

1. 備用容量率主要是做為未來長期電源開發規劃之用，該水準的訂定除需滿足供電可靠度要求，外尚需因應新興計畫延後商轉及景氣循環與氣溫造成用電突增等。
2. 備用容量率水準的訂定，當取決於國人所希望的供電可靠度水準及願意支付或可忍受的電價水準為前提，如歐美先進國家是以十年一天的缺電機做為為電源開發的基礎，而我國以一年發生0.365天的缺電機率為基礎。
3. 我國是獨立的發電系統，當電源發生短缺時，無法自外界獲得奧援；與國外相較，採15%的備用容量率水準是合理、可以接受的。

#### 4. 臺灣近年幾次大規模限電與備用容量率無關

根據經濟部能源局統計，臺灣自1997年後電源供應趨於穩定，且限電量皆為零，而1997年後幾次大規模限電與備用容量率並無直接關係。

1999年的729大停電原因是臺南市左鎮區第326輸電鐵塔，因連日豪雨沖刷致地土壤流失而倒塌，導致全國大停電，斷電範圍多達846萬戶（約臺灣4/5），為近50年來最大規模的限電。1999年的921大地震，導致南投中寮變電所傾倒，南北電網解聯，造成臺灣彰化以北超過2星期的大規模限電，影響650萬戶。

2002年的備用容量率為16%，照理限電機率微乎其微，不會因供電不足而限電。當年之所以發生508工業限電事件，根據監察院的糾正案文，其原因是臺電公司無視中油公司對天然氣不足的預警，事發時又因輕忽錯失黃金處理時效、調度管理失當，一連串人為疏失，最終導致天然氣供應不及而實施無預警工業限電。

表9：臺灣歷年供電量、限電次數統計表

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
備用容量率	11%	7.7%	12.5%	12.6%	13.2%	16%	14.6%	20.2%
限電數	0	0	3	0	0	2	0	0
年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
備用容量率	16.3%	16.1%	16.2%	21.1%	28.1%	23.4%	20.6%	22.7%
限電數	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源：經濟部能源局，歷年〈能源統計手冊〉；

臺電公司，2013，〈核四說帖〉。

## 5. 核四立即停建，臺灣不會缺電

核四廠共2座機組，其裝置容量為270萬瓩，約占全國總裝置容量的5.25%。以2012年為例，臺灣的備用容量率高達22.70%，不但超出法定的備用容量率16%多達6.7%，閒置的電力更相當於一座核四廠。即使沒有核四，臺灣不但沒有缺電、限電的問題發生，一年浪費的閒置發電量甚至相當於一座核四，可見立即停建核四，臺灣也不會缺電。

### 二、馬政府調個數字，不缺電變缺電

#### 1. 核四停建，臺灣會限電？

行政院最新的〈核能議題問答集〉表示，「如果不建核四2015年以後限電的風險將大幅增加：若核四廠無法順利商轉發電，預估自2016年以後，備用容量率將有好幾年低於10%以下，甚至有不足5%的情形」，並就我國過去經驗統計，當備用容量率低於10%時，就可能有缺電風險；低於7.4%時，則限電幾乎無法避免。

行政院的說法所依據的是經濟部能源局即將公布的《101年～110年長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》，如果核四興建且運轉，臺灣的備用容量率將穩定保持在設定規劃值15%上下。如果核四停建，隨著核一、核二、核三廠除役，臺灣將長期陷入限電風險的威脅中。然而，此說法並非事實。

更誇張的是，馬政府拿《101年～110年長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》當依據來恐嚇人民，但這份政府編列預算且過去幾年都在期限內公開的政府報告，本應於2013年上半年公布，但一年過去了，馬政府的經濟部能源局迄

今仍不敢公開正式報告讓社會大眾檢驗。能源局甚至把前一年的報告從網站上撤除，分明是作賊心虛。

1. 電力需求與經濟發展密不可分；審視過去，若無2008年的全球金融海嘯及後續的歐債危機等影響我國經濟發展的事件發生，就不會造成過去幾年電力過剩情形，但也所幸有該等事件的發生，才沒有今天核四封存而沒有造成輪流供電的情事發生，換言之，若沒有金融海嘯的發生，在需電孔急的情形下，當無核四封存之決策；至於未來，核四停建對電力供應影響為何，是否會造成缺電，端視政府如何制定未來我國的經濟發展藍圖及是否有足夠的時間因應。
2. 為因應國內外最新經濟發展情勢，電源開發方案係採每年定期滾動檢討，故核四對未來供電影響會受外在環境的變動而不同。

表10：臺電系統備用容量率估算：「101年～110年報告」版

單位：萬瓩

資料來源：經濟部能源局，2013，《101年～110年長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》。本資料係2013年4月3日經濟部能源局回覆林岱樺委員國會辦公室公函之附件。

註1：報告中核四廠一號機預計2014年5月商轉，淨尖峰能力為126.9萬瓩；核四廠二號機預計2016年5月商轉，淨尖峰能力為126.9萬瓩。但經濟部長2013年4月24日於立法院接受質詢時表示，因核四公投之故，核四若確定續建，最快2016年才能商轉。

註2：核一廠1號機預計2018年12月除役；核一廠2號機預計2019年7月除役。核二廠1號機預計2021年12月除役；核二廠2號機預計2023年3月除役。核三廠1號機預計2024年7月除役；核三廠2號機預計2025年5月除役。

年度	尖峰 負載	若核四興建運轉		若核四停建		備註
		尖峰 能力	備用 容量率	尖峰 能力	備用 容量率	
2011	3,379	4,054	20.6%	4,054	20.6%	
2012	3,308	4,008	22.7%	4,008	22.7%	
2013	3,392	4,024	18.6%	4,024	18.6%	
2014	3,520	4,106	18.0%	3,980	13.1%	核四1商轉
2015	3,675	4,105	11.7%	3,978	8.3%	
2016	3,823	4,385	14.7%	4,131	8.1%	核四2商轉
2017	3,938	4,502	16.8%	4,249	7.9%	
2018	4,045	4,517	13.2%	4,263	5.4%	核一1除役
2019	4,151	4,755	14.5%	4,501	8.4%	核一2除役
2020	4,256	4,833	15.4%	4,580	7.6%	
2021	4,356	4,899	14.7%	4,645	6.6%	核二1除役
2022	4,454	5,053	15.3%	4,799	7.8%	
2023	4,553	5,235	15.0%	4,981	9.4%	核二2除役
2024	4,650	5,306	14.1%	5,053	8.6%	核三1除役
2025	4,748	5,360	15.1%	5,107	7.5%	核三2除役
2026	4,843	5,331	14.7%	5,077	4.8%	
2027	4,940	5,667	14.7%	5,413	9.6%	
2028	5,037	5,818	15.5%	5,564	10.5%	
2029	5,136	5,708	15.3%	5,454	6.2%	
2030	5,236	6,014	15.4%	5,760	10.0%	
2031	5,333	6,062	15.6%	5,808	8.9%	

## 2. 不缺電？那就更改數據讓臺灣缺電吧！

上述行政院的说法看似合理，也有數據佐證，但如果我們攤開上一個年度的「長期負載預測與電源開發規劃」來做對照，就可以發現佐證「不建核四，臺灣會缺電」的相關數字，是馬政府與臺電為了興建核四「精心設計」而來的，一點都不合理。

比較經濟部能源局「100年～109年」（此報告之年度為民國，即西元2011年-2020年）與「101年～110年」（2012年-2021年）《長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》中與備用容量率有關數據可以發現，經濟部為了回應社會各界對其高估尖峰負載用電的批評，在「101年～110年」的規劃報告中將尖峰負載下修。照理來說，調降尖峰負載可以增加備用容量率，減少臺灣缺電限電的風險，但馬政府為了強行推動核四，居然把已經規劃好的電源開發方案刪除，造成淨尖峰能力減少的幅度比尖峰負載的幅度還大；在馬政府宣稱不建核四將會

發生限電的2018年，淨尖峰能力減少超過一座核四的量。也就是說，不管實際的情況怎麼樣，只要相關數字無法證明續建核四的正當性，馬政府就把手伸進去「調整」一番，再拿來騙民眾說「不蓋核四，臺灣會缺電」。

雖然「100年~109年長期負載預測與電源開發規劃摘要報告」已經低估臺灣再生能源的開發潛能，但即使如此，根據這份

報告的資料，就算停建核四，臺灣的備用容量率也都會高於7.4%的安全值，只要臺電善盡經營管理的責任，臺灣根本不會有缺電的問題。

換個角度看，不過一年的時間，馬政府對於停建核四後，臺灣用電負載與供電能力的估算差異如此巨大，從不缺電馬上變成缺電，又怎麼能相信他們對於幾年後估算是準確可信的呢？

表11：臺電系統備用容量率估算：「100年~109年報告」版

	100年~109年方案 (A)			101年~110年方案 (B)			(B) 減 (A)		
	尖峰負載	淨尖峰能力	備用容量率	尖峰負載	淨尖峰能力	備用容量率	尖峰負載	淨尖峰能力	備用容量率
2011	3,379	4,054	--	3,379	4,054	--	--	--	--
2012	3,444	4,026	18.0%	3,308	4,008	22.7%	-136	-18	4.7%
2013	3,569	4,038	13.0%	3,392	4,024	18.6%	-177	-14	5.6%
2014	3,703	4,175	12.7%	3,520	4,106	18.0%	-183	-69	5.3%
2015	3,845	4,314	11.6%	3,675	4,105	11.7%	-170	-209	0.1%
2016	3,976	4,625	16.1%	3,823	4,385	14.7%	-153	-240	-1.4%
2017	4,101	4,735	17.1%	3,938	4,502	16.8%	-163	-233	-0.3%
2018	4,221	4,900	17.5%	4,045	4,517	13.2%	-176	-383	-4.3%
2019	4,334	5,137	18.4%	4,151	4,755	14.5%	-183	-382	-3.9%
2020	4,442	5,194	17.5%	4,256	4,833	15.4%	-186	-361	-2.1%

	100年~109年方案 (A)			101年~110年方案 (B)			(B)減(A)			單
	尖峰 負載	淨尖峰 能力	備用 容量率	尖峰 負載	淨尖峰 能力	備用 容量率	尖峰 負載	淨尖峰 能力	備用 容量率	
2011	3,379	4,054	--	3,379	4,054	--	--	--	--	
2012	3,444	4,026	18.0%	3,308	4,008	22.7%	-136	-18	4.7%	
2013	3,569	4,038	13.0%	3,392	4,024	18.6%	-177	-14	5.6%	
2014	3,703	4,175	12.7%	3,520	4,106	18.0%	-183	-69	5.3%	
2015	3,845	4,314	11.6%	3,675	4,105	11.7%	-170	-209	0.1%	
2016	3,976	4,625	16.1%	3,823	4,385	14.7%	-153	-240	-1.4%	
2017	4,101	4,735	17.1%	3,938	4,502	16.8%	-163	-233	-0.3%	
2018	4,221	4,900	17.5%	4,045	4,517	13.2%	-176	-383	-4.3%	
2019	4,334	5,137	18.4%	4,151	4,755	14.5%	-183	-382	-3.9%	
2020	4,442	5,194	17.5%	4,256	4,833	15.4%	-186	-361	-2.1%	

位：萬瓩

資料來源：經濟部能源局，2012，《100年~109年長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》。

表12：「100年~109年」與「101年~110年」版臺電系統備用容量率估算比較  
單位：萬瓩

資料來源：經濟部能源局，「100年~109年」、「101年~110年」《長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》。

註：《100年~109年長期負載預測與電源開發規劃摘要報告》中的數據最多只規劃到2020年，但也足夠凸顯馬政府操弄數字的陰謀了。

### 3. 拿缺電限電恐嚇人民，臺電是慣犯

實際上，這已經不是政府第一次拿缺電限電作為興建核四的理由了。臺電公司在1991年的「核四計畫可行性研究報告」中指出，如果不興建核四廠，1999至2001年的尖峰負載時段將被迫採取限電措施。然而，事實證明即使沒有核電，臺灣自1997年以後就不曾因為備用容量率不足而限電。這次行政院又玩起操弄數字的把戲來恐嚇人民，這種政府已經不可信賴。

### 三、興建核四妨礙再生能源的發展

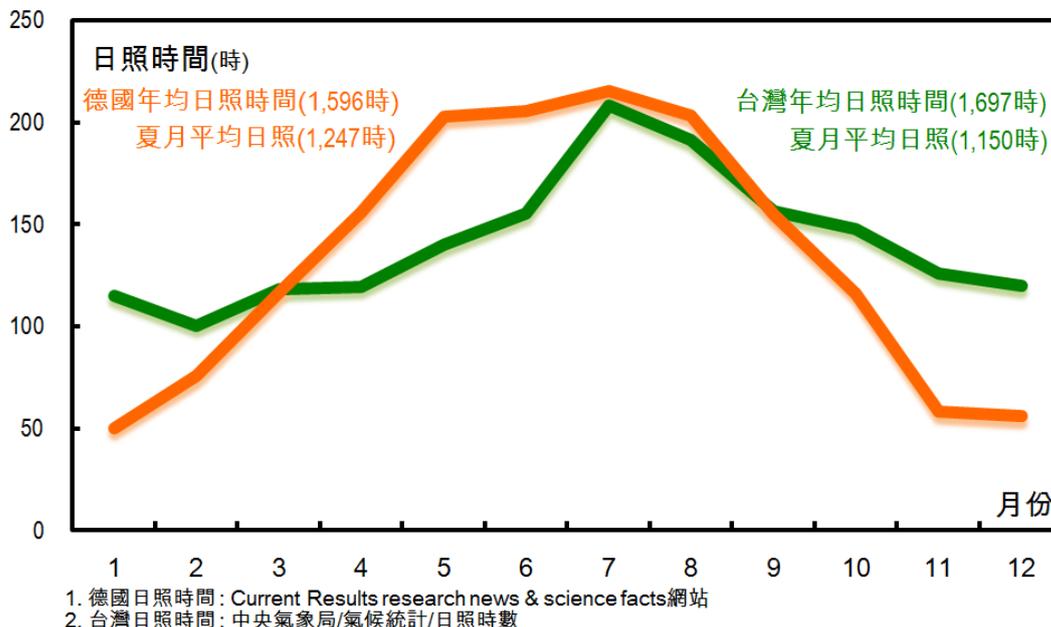
馬政府口口聲聲說蓋核四是為了替臺灣再生能源發展爭取時間，但實際上，馬政府自始至終都是用核能發電扼殺臺灣綠能發電的空間。核四一旦興建運轉，臺灣原本就已經高度超額的供電量與備用容量率膨脹，將使更多的電力被浪費掉、使高耗電的部門失去提高能源效率與結構轉型的誘因，更阻礙政府對再生能源發電的開發與利用。屆時，臺灣非核家園的代價將會更大，更難達到低碳家園的目標。

以德國為例，其之所以在日本福島核災發生後能立即關閉8座核電廠、宣布在2022年時完全廢核，而無需擔心電力供應不及與電價大漲的問題，正是因為其在車諾比核災後決心擺脫對核電的依賴，從1990年代開始大力實施電業改革、推動再生能源、提升能源效率及減少電力需求等多樣化的政策，到2011年時的再生能源已經達到20%的供電量。

反觀臺灣，根據經濟部的規劃，20年後的2030年，臺灣再生能源發電的裝置容量為1,250萬瓩的裝置容量、發電量356億度，只占總供電量3,147億度的11%。臺灣發展再生能源的條件比德國優異：風場比德國好、日照量比德國多，沒有道理德國的再生能源供電量可以在20年後達到20%，臺灣的目標卻只有德國實際達成率的一半。相對於德國政府的決心、作為與成果，馬政府「用核電換取再生能源發展」其實是「用核電扼殺綠電」的謬論罷了。

### 1. 請參酌本文 附錄2 – 德國廢核代價

### 2. 台灣太陽能發電條件不比德國好



(1) 上圖比較德國與台灣逐月等效日照時數，雖然德國全年日照時數比台灣少100小時，但在夏季用電尖峰卻多100小時，因此德國利用太陽能補助夏季尖峰用電的功能比台灣更好。

(2) 百年來台北地區平均日照時間從1,648小時/年降至目前1,431小時/年，減幅13%。太陽光電發展最迅速的中南部減少更多，台南減少460小時，特別是夏秋季最顯著，由於夏季是用電高峰，日照時數減少將影響太陽能發電潛力。

(3) 德國面積是台灣10倍，但用電量只有台灣2.5倍，2014年德國太陽能發電量佔比只有6%。假如台灣太陽能要達到德國水準，太陽能設置密度就要德國4倍，根本不可能。

(4) 2013年德國再生能源收購總金額高達1兆台幣，其中太陽能收購金額4,300億台幣，佔收購金額43%，卻只提供6%電力。大力發展太陽能就是德國再生能源收購金額暴漲最主要原因。

### 3. 台灣風力發電只能微幅支援夏季用電高峰

(1) 102年我國陸域風電總容量為61.4萬瓩，發電量約16.4億度，佔總發電量0.65%。夏季是我國傳統用電高峰，卻是風電供電能力最弱時段，如圖1。民國99-101年度風力平均供電量占電力需求0.6%，但夏季風電供電量只佔

電力需求的0.3%，只能微幅支援用電高峰。但德國風電恰好可以支援冬季用電高峰；因此風電是德國最大再生能源，發電量是太陽能的2倍。

- (2) 臺灣環島一圈全插滿風機，才能取代一座核四廠：即使不考量風力發電穩定性及供需失調的問題，如果以陸上風電取代核四（每年發電193億度），以101年風力發電裝置容量約57萬瓩、年發電量14億度計算，則約需建置804.2萬瓩的風電裝置容量。以102年的風力發電機設置成本推算，大約需要花費新臺幣4,584億元，共需設置3,496座風機（每座裝置容量2,300瓩），其數量幾乎可以繞臺灣一圈，實務上並不可行。再加上目前已有許多風力機附近的居民強烈抗爭，抱怨噪音、眩光乃至影響風水問題，因此未來要大量推廣風力發電，也有相當的困難。
- (3) 103年7月15日全國用電創下歷史高峰。當日尖峰負載時，風電供電占比為0.0013，全日平均為0.00051。當日尖峰風電容量因數為0.072，平均為0.025<sup>96</sup>。
- (4) 陸域風力發電潛能有限，2030年總發電量約24億度：能源局預估我國陸域風力發電潛能為120萬瓩，但因優良風場均已開發，剩餘風場效益較低。

容量因數(%)	2012	2015	2020	2025	2030
陸域風機	28.2	26.0	22.7	21.2	19.8
離岸風機	-	41.9	39.3	38.5	38.5

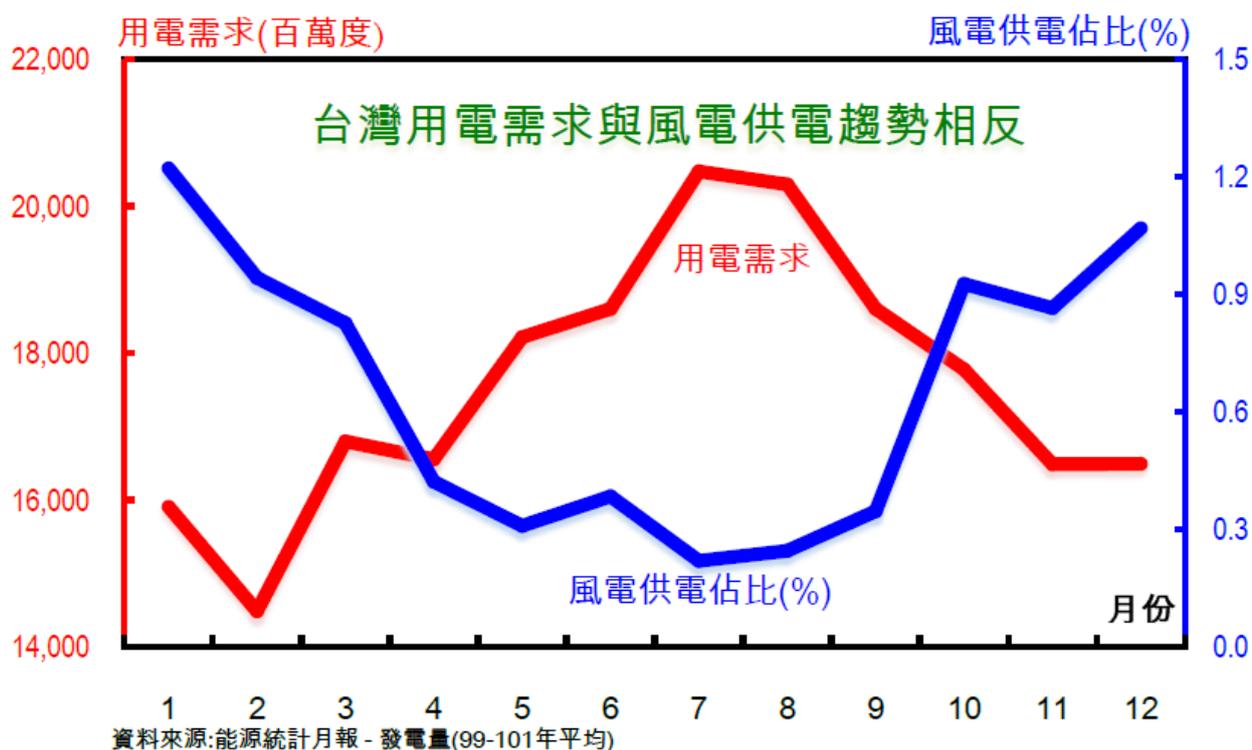
- (5) 台灣強風日數有明顯減少趨勢，影響風電效益<sup>97</sup>，預估2030年陸域風電總發電量約24億度，佔當年總需電量0.67%。

---

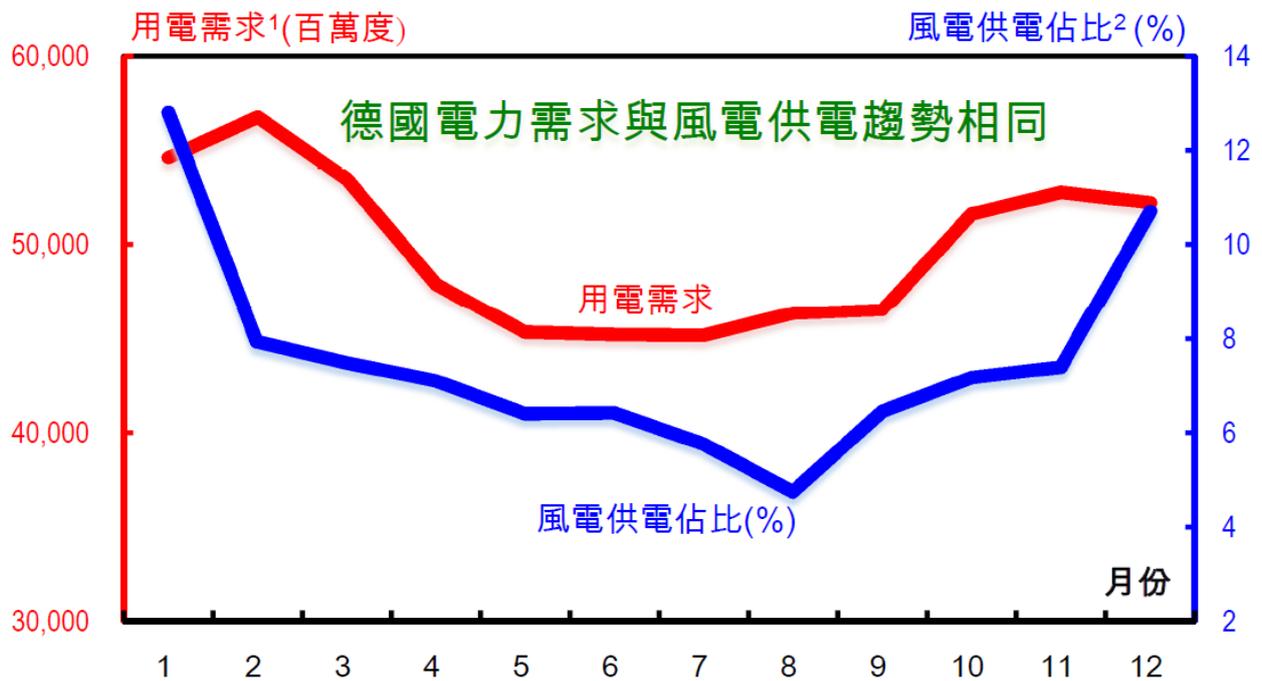
96. 經濟部(民 104)，全國能源會議背景資訊 2-1-2-2-004-2

97. 台灣氣候變遷科學報告工作小組(民 100)，台灣氣候變遷科學報告 2011(精簡版)，第 35 頁

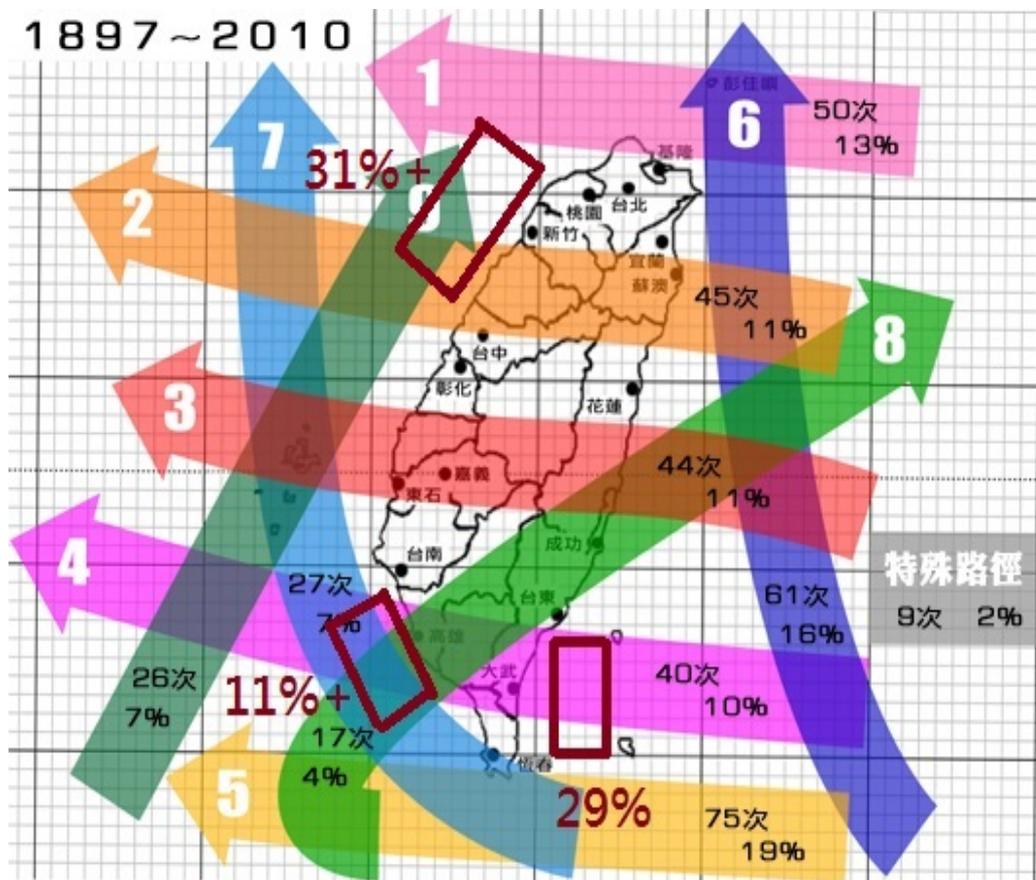
(6) 離岸風電雖效益較高，但發電成本昂貴，且我國較適合發展離岸風電之西南沿海、新竹外海與東南沿海，都正好位於颱風主要路徑上，每年有高度風險遭受颱風侵襲，效能將受嚴重影響，如圖2<sup>98</sup>。本次蘇迪勒颱風侵襲，台中不在颱風主要路徑，卻造成6支風機折斷的案例就是證明。



98. 中央氣象局(民 104), 颱風資料庫/侵台颱風路徑統計



1. International Energy Agency, Monthly Electricity Statistics 2012.  
 2. Fraunhofer Institute, Electricity production from solar and wind in Germany in 2012.



#### 四、政府必須就核四停建研擬綠能替代方案

任何重大的公共政策規畫，考量其不確定性，在可行性評估上，都必須提出具體合理的替代方案，核能電廠也不例外。以馬政府近期大肆宣傳的英國重啟核電計畫為例，英國下議院雖然提出興建5座核電廠的計畫，但由於居民的強烈抗議，英國下議院在計畫報告中亦強調，「公民的態度是興建與否的潛在障礙，新建核電廠的計畫需要人民的複雜理解」，但「政府也需要有無法興建核電廠的替代方案」，來達到能源安全與因應氣候變遷的目標。這個替代方案，最合理可行的就是再生能源發電。

然而，在興建核四這個案子上，國民黨就是只想蓋核四，並拒絕研擬任何可以確保電力供應與環境永續的合理替代方案。在1991年的核四可行性評估報告裡，臺電公司的核四廠替代方案有兩點：第一是三座幾乎不可能興建的超大型燃煤火力發電機組，第二就是沒有替代方案，恐嚇人民沒核四會限電。二十幾年後的今天，馬政府的恐嚇手法如出一轍：停建核四，不是改成燃氣火力發電廠讓電價大漲40%，就是電力供應不足被迫限電。至於更為合理可行的綠能替代方案，則是祭出推拖招數，無視臺灣再生能源的發展潛能與技術，只願擬訂一個很小規模的綠能發電增長規劃，一再強調臺灣沒有發展再生能源的本錢，機關算盡只為護航核四興建。

#### 五、臺灣有用再生能源取代核能發電的潛能

##### 1. 馬政府是臺灣發展綠能最大的障礙

馬政府一再唱衰臺灣再生能源發電的潛能，指其無法在短中期內取代核電，但實際上，臺灣有極佳的綠能發展優勢與潛力。

臺灣再生能源的發展之所以停滯不前，其原因並非民間部門沒有投資再生能源發電的意願與能力，而是政府與臺電公司百般阻撓綠能的發展。臺灣再生能源發展的最大障礙，不是臺灣沒有資源與技術，而是馬政府「擁抱核能、排斥綠能」的心態。

##### 2. 臺灣是節能與綠能設備生產大國

臺灣是全世界節能和綠能設備生產大國，太陽能電池產量全球第二、LED產量更是舉世之冠。

##### 1. 台灣太陽能產業雖占全球第2名，但2012-2014年每年淨利率均為負值，早

已淪為「電子慘業」之一。未來面臨中國大陸強勢競爭，前景未必樂觀

2. 台灣LED產量雖然居全球首位，但全球產能嚴重過剩，從2012年的過剩30%到2014年的70%，獲利率快速下滑<sup>99</sup>。

### 3. 臺灣有全世界最好的風力發電場域

臺灣西部沿海有世界級的優異風場，兼具陸域和離岸風力發電的良好潛能，但2011年風力發電量僅占全部發電量的0.59%。

[參考前頁。](#)

### 4. 臺灣太陽能發電的條件比德國跟日本還要好

在太陽光電上，臺灣南部的陽光強度與時間均優於德國和日本，但2011年太陽光電的發電量只占總發電量的0.03%。

[參考前頁。](#)

### 5. 臺灣的地熱資源豐富、發電潛能極大

地熱發電技術已經漸趨成熟，目前全球已經有13個國家發展深層地熱，日本已經發展了47年，菲律賓地熱發電的裝置容量超過全國總裝置容量的四分之一；但地熱能源蘊藏非常豐富的臺灣，在地熱發電的發展上卻遠遠落後這些國家。

1. 地熱雖然可以全天候穩定發電，但經評估臺灣淺層地熱潛能雖達73萬瓩，但可開發量僅約15萬瓩，相當於核四廠總容量的5.6%，且地點大多位於國家公園範圍內(如：大屯山)，開發限制較多<sup>100</sup>。
2. 深層地熱仍在研發階段，目前國際間尚無已商轉之電廠。綜合考量國內外技術進展、可開發潛能及成本效益等因素，再生能源開發緩不濟急，因此，再生能源於短期或中期尚無法取代核能發電量。

---

99. 玉山投顧(2014), 產業秩序重整，耐心等待 LED 旺季來臨。2014 年 9 月

100. 經濟部(民 104), 能源會議欸景資訊 2-1-3-3-001G.

## 6. 臺灣是全球最具海洋能發電潛力與資源的國家之一

臺灣四面環海，擁有豐富的波浪能量、東西部海域皆有流速快且穩定的黑潮通過、海洋溫差發電潛力被國際能源總署評為全球最佳。臺灣應跟上歐美先進國家的腳步，積極發展海洋能發電的技術與應用，設置商業化的海洋能發電裝置。

我國以波浪發電作為近程重點研發項目，中遠程發站海流與海洋溫差發電。目前國際沒有成熟之商業化機組可引進，我國又有颱風帶來巨大波能之安全性考量，因此需自行提升機組效能並強化安全系統<sup>101</sup>。

## 7. 推動生質能發電，帶動生質能應用產業的發展

生質能是指利用農林植物、海藻、沼氣及有機廢棄物所產生的能源。臺灣已經建立廢棄物與沼氣發電的技術與商業運轉廠，且未來仍有相當大的空間可供擴大利用。生質能發電具有多重效益，可以強化能源供應安全與貫徹資源永續利用，也可以帶動數百億的投資商機，有利於本土再生能源應用產業的發展。

1. 國際再生能源都是傳統生質能如鑽木取火、析薪烹飪，生質能發電佔比僅1.5%<sup>102</sup>。
2. 台灣生質能主要為廢棄物焚化發電，裝置容量62.9萬瓩，102年發電量31.4億度，是唯一可穩定供電的再生能源；生質物發電裝置容量雖佔11.1萬瓩，但發電量只有2.6億度<sup>103</sup>。
3. 民103年台灣地區共產生740萬噸垃圾，其中清運處理者共319萬噸，各種再利用與資源回收者共421萬噸。垃圾處理以焚化為主，佔96%。我國近年推動資源回收成效良好，87至103年人均垃圾產量減少1/4，資源回收率增加到48%，致近年廢棄物焚化總量與發電量均趨飽和，如下圖。目前焚化的垃圾已有1/3屬事業廢棄物。未來事業廢棄物比重持續增加。92-103年垃圾焚化發電量只

---

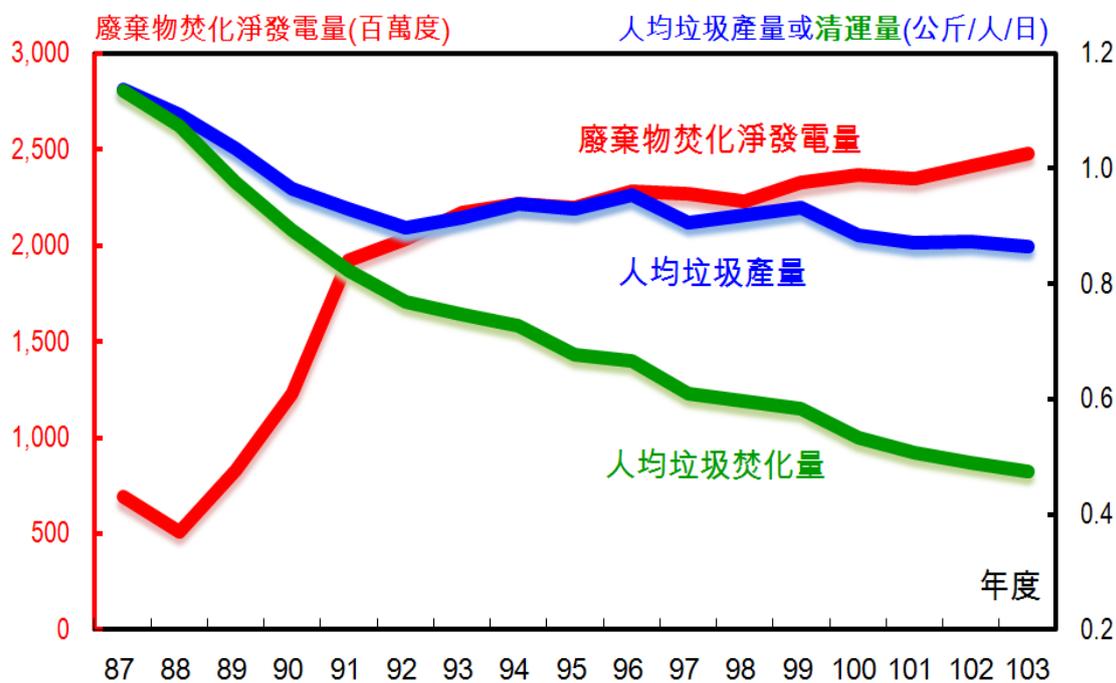
101. 經濟部(民 103), 能源產業技術白皮書

102. IEA 估計 2010 年全球生質能發電佔全球總發電量 1.5%。Internal Energy Agency (2012), *Technology Roadmap - Bioenergy for Heat and Power*.

103. 經濟部(民 104), 全國能源會議背景資訊 2-1-4-2-001G

增加15%，94年之後發展即已飽和。以此推計2030年廢棄物焚化發電量至多不超過40億度，佔當年總需電量1.1%<sup>104</sup>。

4. 雖然先進生質能發電計畫以生質燃料(顆粒燃料、生質煤)形式，於汽電共生或燃煤機組混燒，但仍停留在可行性評估階段，目前並無實際應用案例。



資料來源：行政院環境保護署, 環境保護統計年報, 廢棄物管理

### 8. 加速老舊火力發電廠機組更新，提升發電效率

臺電公司也清楚改善燃煤火力發電廠後的效益，目前也完成多座火力發電機組的更新，例如：採用更高效率的鍋爐與氣渦輪機複循環機組，不僅能提升發電效率，更有助於減少碳排放。政府若能敦促臺電公司加速機組的更新，採用最佳可行技術的效率機組，將發電效率只有35-40%的亞臨界更新為發電效率41-45%的超臨界機組（例如：林口電廠），甚至是發電效率達50%的超超臨界機組，亦可兼顧節能省碳與電力供應。

台電早已執行燃煤機組全面更新，使用超超臨界機組，發電效率可達45%。

104. 行政院環境保護署(民 104), 103 年環境保護統計年報, 廢棄物管理, 大型垃圾焚化廠操作營運情形

## 9. 用智慧電網減少電力耗損

現有大型發電廠多設於偏遠地區，必須長距離輸送到用電戶端，距離愈長，電網在輸配電過程中的線損也愈高。2009年到2011年臺灣電網的平均輸配線損率為4.76%，相當於核四一個反應爐的發電量。如果可以將現有電網透過臺灣擅長的資通訊技術加以智慧化，智慧電網技術可以改善線路損失率與輸配電效率，等同增加了相當數量的電力供給。

1. 線損是物理定律。103年台電線損率已經低達4.09%，優於全球主要國家<sup>105</sup>。
2. 電力設施微型化、分散化將增加發電成本，也等於污染源擴散。在臺灣電源開發逢電必反現況下，推動有其困難。
3. 再生能源之風電、太陽光電屬低壓電系統，本來即用於地區供電。但再生能源的間歇不穩定，仍將用傳統能源彌補，反而造成資源更大浪費。
4. 台電早已實現部分智慧電網核心技術，如輸電系統自動故障偵測、自動隔離、故障修復、自動復電、與裝設大用戶智慧電錶，供電覆蓋率超過60%。小用戶的智慧電錶價格昂貴且用電佔比較低。

---

105. 台電公司(民 104), 重要電業經營績效，國際主要電業之比較。