

能源技術展望2012

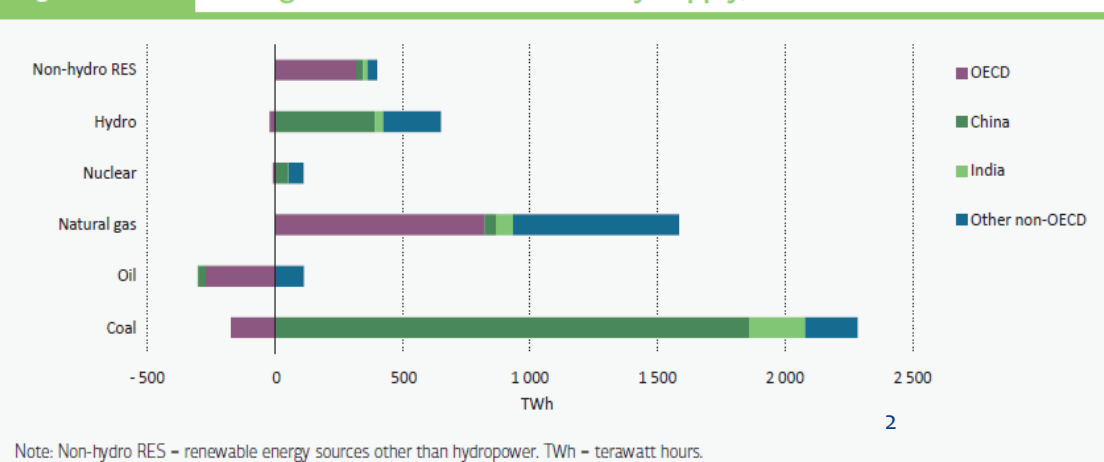
電力部門評析



前言

- * 在2DS情境(溫度上升不超過2°C)，電力部門減量潛力在2020年超過總減量的1/3以上，到2050年可達40%。
- * 途徑包含：提高發電效率、轉換為低碳燃料、增加再生能源發電、使用核能以及引進CCS。

Figure 1.2 Changes in sources of electricity supply, 2000-09



- * 從過去10年的趨勢來看，仍是以煤來滿足需求，但此趨勢必須改變，才有可能達成減碳目標。

討論標的

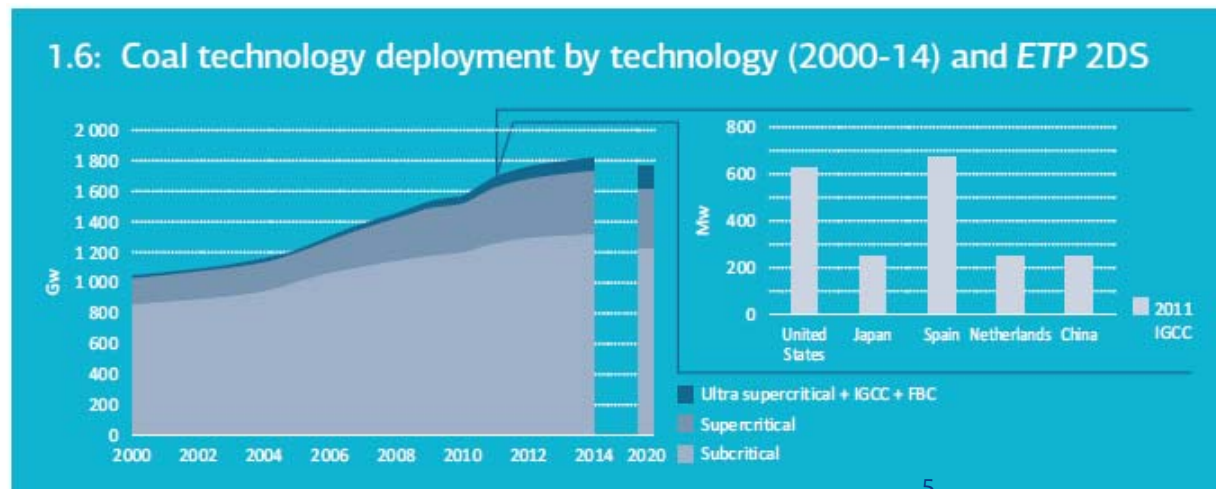
- * 高效率低排放淨煤技術
Higher-Efficiency, Lower-Emissions (HELE) Coal Technology
- * 核能
Nuclear Power
- * 再生能源
Renewable Power

HELE Coal Technology

- * 由於煤炭本身所具備的優勢，如低成本、可取得性，而普遍使用燃煤發電，儘管根據2DS情境，燃煤發電佔比會從2009年的40%下降到2020年的35%，但儘管呈現下降趨勢，燃煤發電仍扮演重要角色。
- * 另外在2DS情境下，煤的使用特性為高效率與較低的碳密集度。
- * 在此先定義何謂HELE Coal Technology，包含
 - * 超臨界粉煤燃燒supercritical pulverised coal combustion (SC)
 - * 超超臨界粉煤燃燒ultra-supercritical pulverised coal combustion (USC)
 - * 氣化複循環integrated gasification combined cycle (IGCC)
- * 若考量CCS在短時間內無法商業化應用，HELE將會是達成減量的重要手段。

HELE Coal Technology- SC USC

- * 從實績值來看，HELE佔燃煤新增裝置量的佔比已從2000年的1/4增加到2010年的1/2。
- * 雖然有增加趨勢，但在2010年新增的裝置量仍有一半是屬於次臨界技術(subcritical)

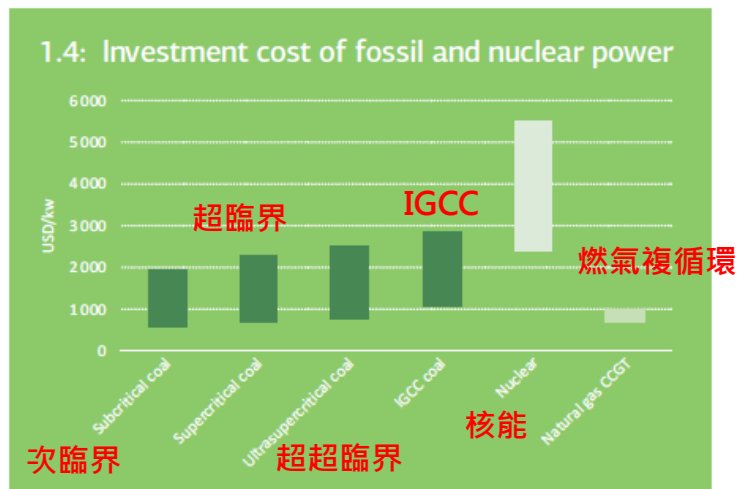


- * SC與USC裝置量佔比會從2008年的20%增加到2014年的28%，其中中國與印度就佔了一半以上。

註：2014年裝置量是根據2010年底的興建計畫所推算。

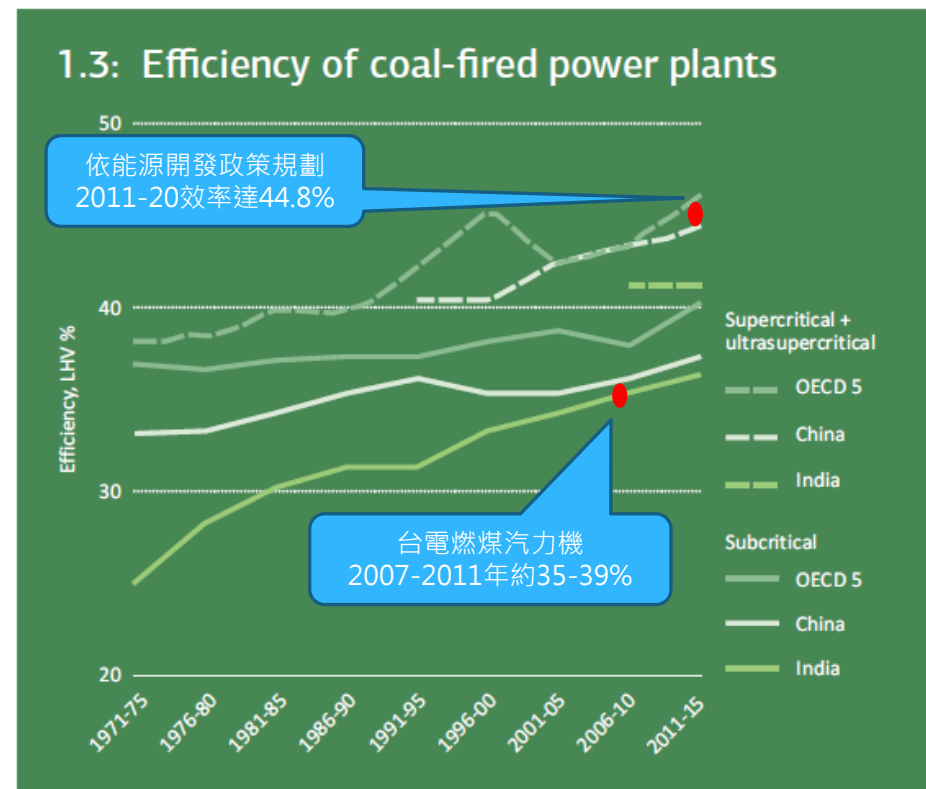
HELE Coal Technology-IGCC

- * 從長期來看，IGCC具有效率更高，減量更多的優勢，但由於成本因素，目前興建中與計畫興建的裝置量都非常的少。
- * 另從實際的運轉經驗看來，成本都往往遠超過預期，以美國印第安納州一座618MW的IGCC電廠為例，其成本從2007年的3,400 USD/kW一直增加到2011年的5,600 USD/kW。



HELE Coal Technology-Efficiency

- * 印度次臨界電廠效率大致上由1970年代的25%提高到2011年的35%；而OECD國家的超/超超臨界電廠效率在同一時期則是由38%增加到45%。
- * 原料的優劣、操作方式及日常維護狀況都會影響電廠效率的表現，以既有電廠來看，改善操作方式可以在不需資本投入下，而能達到節省能源與成本的效果。



7

註：OECD 5為美、英、德、澳洲及波蘭。。

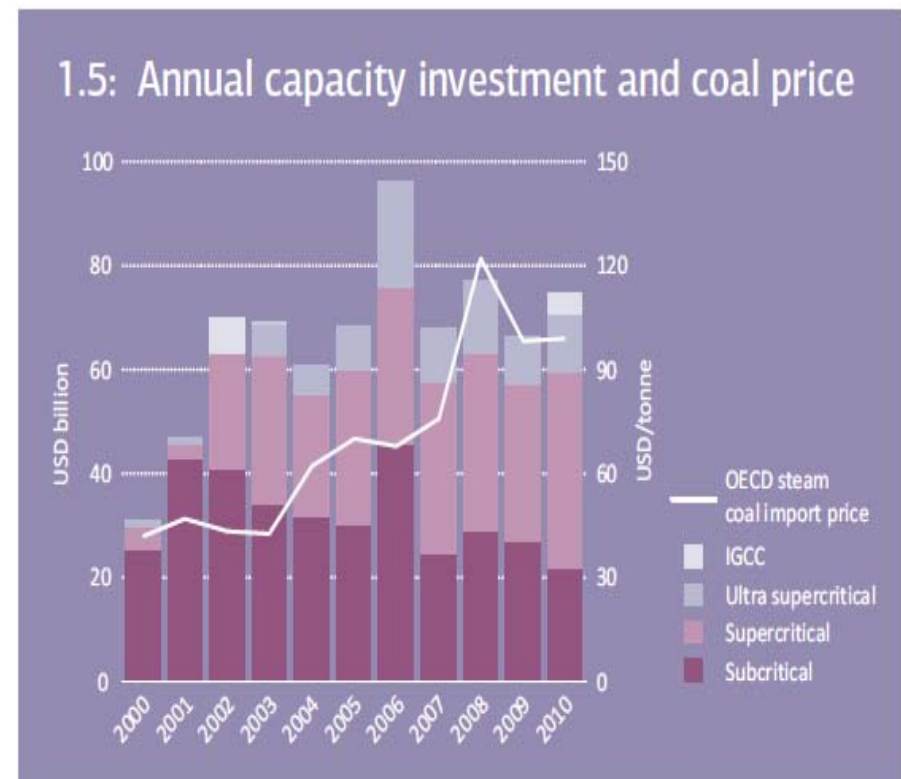
HELE Coal Technology- 近幾年發展情況

- * 從2000年起算，中國燃煤電廠裝置量增加了三倍，印度則是增加了50%，對煤的需求增加快速。
- * 但從2009年開始，則持續產生了變化，特別是中國與印度。中國到2011年超/超超臨界電廠裝置量是超過次臨界電廠(44GW VS. 23GW)，而且在政策引導下，對於核能與再生能源的擴大使用，已經稍稍減緩了燃煤電廠的興建速度。
- * 在2009年印度仍有25%人口是無電可用，為了滿足此大量潛在需求，於2011年新增了35GW(比2010年新增量多了三倍)。在2010年之前，新增電廠都是次臨界技術，而到2011年初步估計會新增8.5GW的超臨界與36GW的次臨界技術。

HELE Coal Technology-

煤炭價格與電價的影響

- * 如果煤炭價格上漲趨勢持續下去，可能會對於興建高效率電廠與提高既有電廠效率提供更大的誘因。
- * 左圖OECD進口煤的價格可視為國際平均煤價的代表值，其價格趨勢大概是從2004年的40 USD/噸增加到2011年100 USD/噸。



HELE Coal Technology-

煤炭價格與電價的影響

- * 但電價若維持低價趨勢，對於興建高效率電廠所需支付的額外投資成本，將會導致電廠營運時的利潤空間受到壓縮，甚至造成損失。
- * 以中國為例，煤價從2006年到2008年增加了50%，但由於維持低電價的政策，導致前五大的電力公司於2011年前五個月遭受19億美金的損失。這對於未來投資高效率電廠也會是一種潛在的挑戰。
- * 印尼於2011年10月也實施新的價格指標政策，使得大量進口印尼煤炭的國家成本增加，如印度。
- * 另外由於天然氣價格下降，排放管制法規(美國)及擴大使用再生能源(歐洲)，OECD國家已經漸漸將需求由煤轉成氣。

HELE Coal Technology- 未來擴充規劃

- * 二氧化碳減量政策、污染防治措施以及禁止低效率電廠興建措施對於減緩煤炭需求與減少燃煤電廠排放量都是非常重要的。
- * 各國相關措施與政策以及影響層面可彙整如下表：

國家	政策措施	目的與影響
中國	<p>十一五計畫：</p> <ul style="list-style-type: none">• 關閉小型與效率差的燃煤電廠。 <p>十二五計畫：</p> <ul style="list-style-type: none">• 煤炭產量到2015年產量上限為38 億 噸 ； 電 廠 裝 置 量 在600MW(含)以上技術必須是SC或是USC技術。• 宣示2020年會有國家級的碳排放權交易市場。	<ul style="list-style-type: none">• 2010年有70GW的小型與效率差的燃煤電廠關閉，2011年則有8GW。• 2015年必須讓碳密集度降低17%，到2020年必須降低40-45%。• 2011年已有六個城市或省開始洽談排放權交易制度，最早預計2013年會試行啟動。

HELE Coal Technology- 未來擴充規劃

* 各國相關措施與政策以及影響層面可彙整如下表：

國家	政策措施	目的與影響
印度	<ul style="list-style-type: none">• 在第12個五年計畫(2012-17)宣示超臨界技術至少佔新增裝置量的50-60%。• 第13個五年計畫(2017-22)所有新增電廠都必須是超臨界技術。燃煤電廠的能源使用必須接受監測與改善能源效率。	<ul style="list-style-type: none">• 造成超臨界技術電廠裝置量大幅增加。
印尼	<ul style="list-style-type: none">• 實施新的價格指標政策，使價格跟著國際價格連動。• 實行排放監測系統。	<ul style="list-style-type: none">• 導致大量進口印尼煤的國家成本增加。

HELE Coal Technology- 未來擴充規劃

* 各國相關措施與政策以及影響層面可彙整如下表：

國家	政策措施	目的與影響
歐盟	<ul style="list-style-type: none">將電力部門納入歐盟排放交易機制，前兩階段將90%以上的排放量依照過去排放量重新分配。在2013年第三階段實施前，100%的額度將全數可拍賣。	<ul style="list-style-type: none">在EU ETS制度下溫室氣體排放量相較於2005年將減少21%，排放權交易制度對於燃煤電廠減少排放量是存在誘因的。
美國	<ul style="list-style-type: none">美國環保署法規規定必須使用最大可行控制技術。	<ul style="list-style-type: none">雖然法規推行有所延遲，但新電廠基本上都已使用超/超超臨界技術，若再考量天然氣價格因素，會使得燃煤發電受到限制。

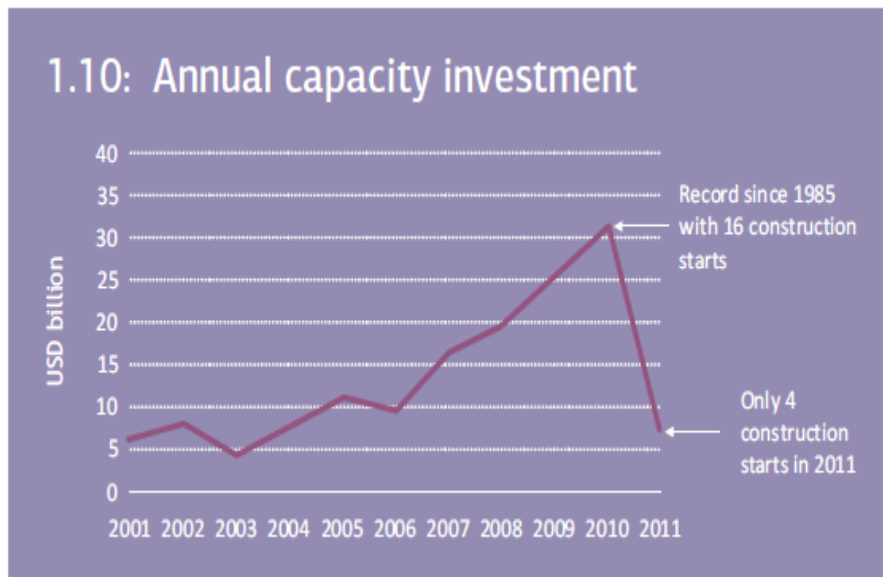
HELE Coal Technology- 未來擴充規劃

* 各國相關措施與政策以及影響層面可彙整如下表：

國家	政策措施	目的與影響
澳洲	<ul style="list-style-type: none">針對新電廠訂定效率標準，黑煤 (Black Coal) 為 42%，褐煤 (Brown Coal) 為 31%，排放交易預計於 2013 年展開。	<ul style="list-style-type: none">新電廠技術都屬於超/超超臨界。

核能 Nuclear Power

- * 在過去十年中核能機組有32座除役，也剛好有32座運轉上線，因此在過去十年內就大致上約維持440座。但從裝置量來看，約增加6%，這是因為大型機組的增加與既有機組裝置量擴充所造成。



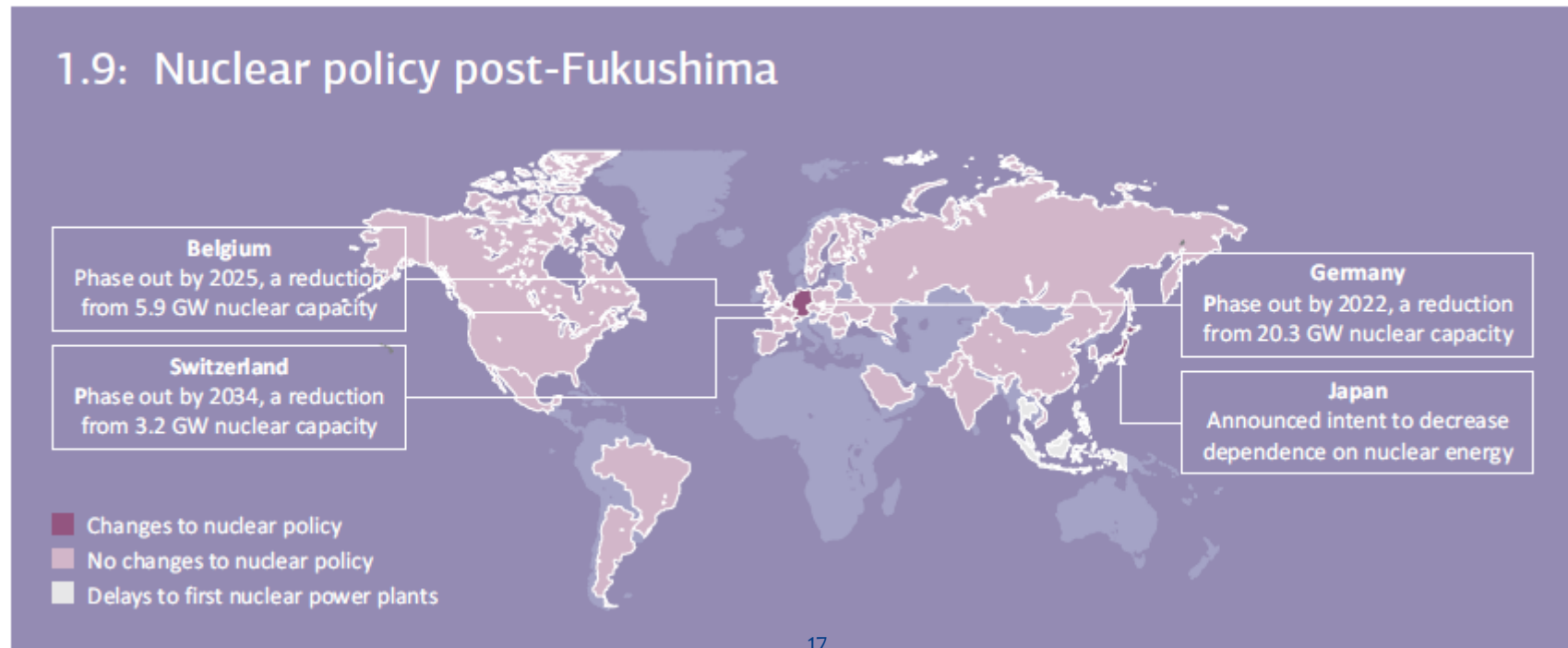
- * 而單從2010年來看增加原因有延役、功率提升、新增機組以及由於核能幾乎可視為零排放下所造成的競爭力(特別是考慮碳價格時)。2010年動工計16座，主要是在非OECD國家，時間最早是在1985年開始規劃。

核能 Nuclear Power

- * 核能發電興建成本與時間會隨著區域與技術的不同而產生很大的差異。
- * 以III/III+核能技術興建成本(隔夜成本)來看，在亞洲約為1,560 USD/kW到3,000 USD/kW，而歐洲則是約為3,900 USD/kW到5,900 USD/kW。
- * 以興建所需耗費的時間來看，最短可在4年內完工，最長則需要20年到27年，如羅馬尼亞，烏克蘭。

核能 Nuclear Power- 近幾年發展情況

- * 福島核災的影響，對於核能使用造成不確定性。



核能 Nuclear Power-

近幾年發展情況

* 福島核災的影響，對於核能使用造成不確定性。

態度	國家	重點摘述
沒有改變對於核能使用的意向	<ul style="list-style-type: none">Argentina 阿根廷, Armenia 亞美尼亞, Bulgaria 保加利亞, Brazil 巴西, Canada 加拿大, China 中國, Czech Republic 捷克, Finland 芬蘭, France 法國, Hungary 匈牙利, India 印度, Korea 韓國, Lithuania 立陶宛, Mexico 墨西哥, Netherlands 荷蘭, Pakistan 巴基斯坦, Poland 波蘭, Romania 羅馬尼亞, Russia 俄羅斯, Slovak Republic 斯洛伐克, Slovenian. 斯洛文尼亞(前南斯拉夫), Spain 西班牙, Sweden 瑞典, <u>Taiwan</u> 臺灣, Ukraine 烏克蘭, United Kingdom 英國, United States⁴⁸ 美國.	<ul style="list-style-type: none">在福島核災後沒有改變核能使用計畫。但是預期在未來推動相關核能使用計畫時，會因為對於安全上的額外要求、廠址與許可證申請以及大眾觀點，而造成的成本的上升。

核能 Nuclear Power-

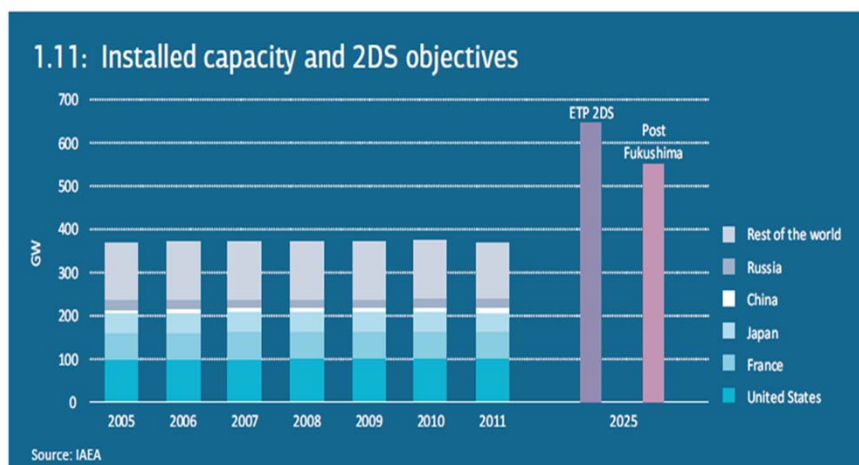
近幾年發展情況

* 福島核災的影響，對於核能使用造成不確定性。

態度	國家	重點摘述
改變對於核能使用的意向	• Belgium比利時	• 2025年進入無核電，減少5.9GW的核能裝置量。
	• Germany德國	• 2022年關閉所有核電廠，減少20.3GW的核能裝置量。
	• Japan日本	• 降低對於核電的依賴
	• Switzerland 瑞士	• 2034年進入無核電，減少3.2GW的核能裝置量。
延遲或修改第一座核電廠引進計畫	• Thailand 泰國 , Malaysia馬來西亞, Philippines菲律賓, Indonesia印尼.	• 延遲或修改核電引進計畫。

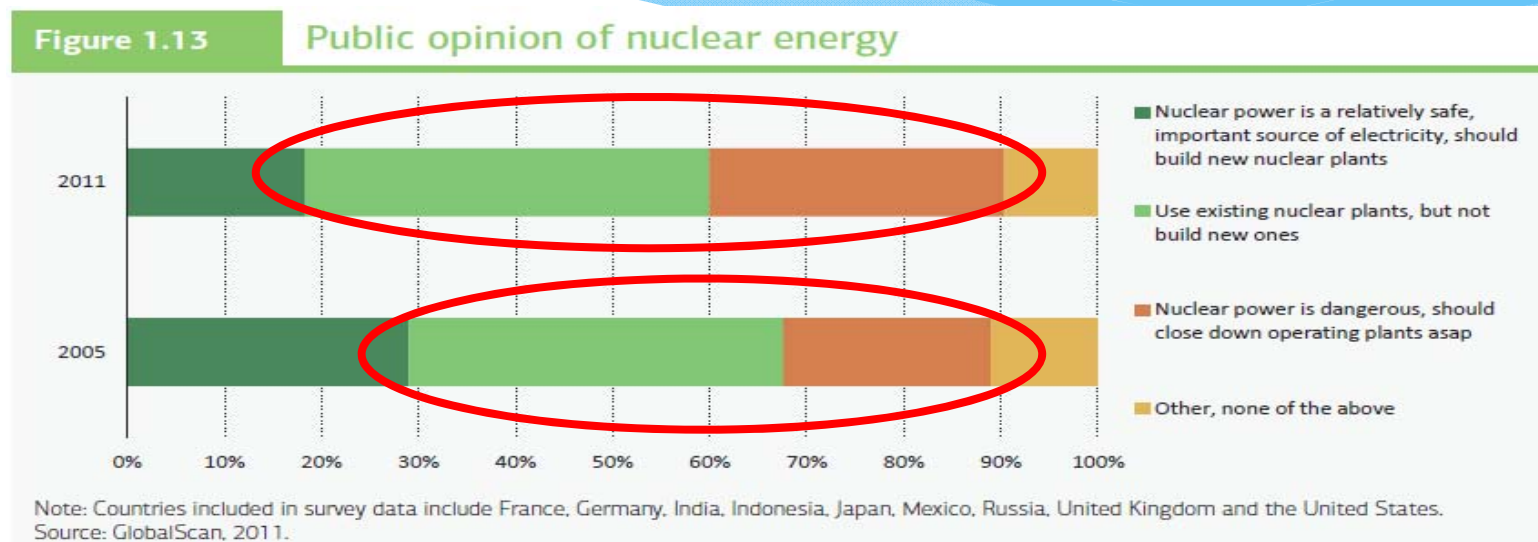
核能 Nuclear Power- 近幾年發展情況

- * 福島核災後，各國針對核電廠進行遭遇天然災害的壓力測試，目前在審查機關下的測試結果都顯示必須增加安全標準，因此需要更多的投資來改善安全性，特別是老舊核電廠。
- * 整體來說，這類的安全檢視將加速老舊核電廠的提早除役，既有核電廠的延役許可更難獲得，廠址與興建許可更難取得，延遲了新增核電廠的速度，增加大眾對於核電廠的負面印象。



- * 如果把德國等關閉核電廠納入情境，到2025年核能裝置量約減少了100GW，比例為福島核災前預測的15%。

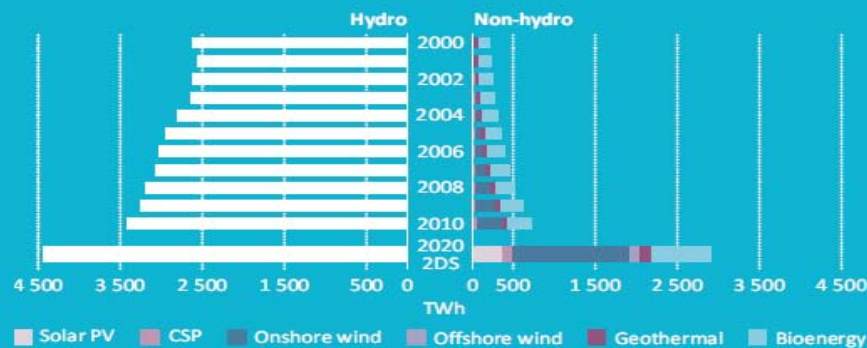
核能 Nuclear Power- 未來擴充規劃



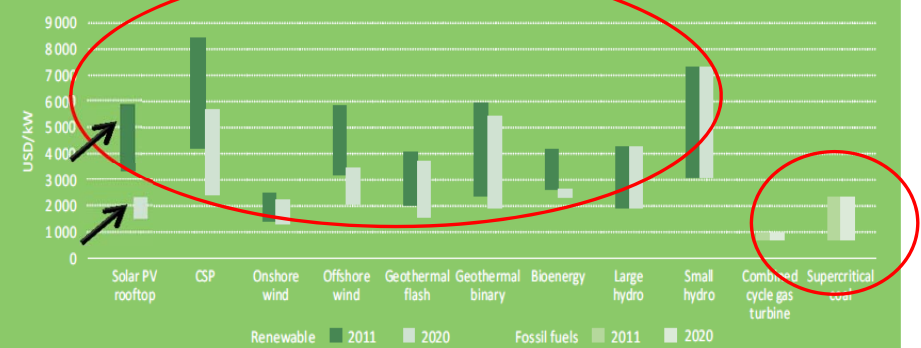
- * 福島核災後，大眾意見的轉變。反對既有電廠與新增電廠的比重由2005年的60%增加到2011的72%。
- * 為了達到核能使用的目標，必須盡力說服大眾，讓大眾認為核能也必須是電力結構中的一環。也有很多困難必須克服，如為了增加安全性之成本，延役許可，新電廠廠址與興建許可。政府與電廠經營者也必須增加決策的透明度，以及危機處理機制。另外也要存在獨立有權的監管機構。

再生能源Renewable Power

1.17: Renewable power generation and 2DS



1.14: Technology investment costs, 2011 and 2DS objectives



- * 近十年裝置量年平均成長率達13%，非水力再生能源更因為一開始的裝置量很小，成長速度更快，近五年成長了2倍。
- * 再生能源發電量在2010年約佔總發電量的3%。

- * 再生能源成本仍較傳統火力發電來得高。
- * 但再生能源成本趨勢是呈現下降的，特別是Solar PV。

再生能源Renewable Power- Solar PV and CSP

* Solar PV成長最快但集中

- * 從2000年到2011年由於政策引導，Solar PV是成長最快的再生能源，年平均成長率約40%。但是值得注意的是，這些成長是集中於小部分市場，如德國，義大利，美國及日本。有些具太陽能潛力的地區，如非洲與亞洲部分地區，則必須增加裝置速度，才有辦法達成2DS情境。

* 聚光型太陽能發電(Concentrated Solar Power, CSP)

- * 第一座商轉電廠為1980年代，地點在美國，目前仍運轉中，但後續發展計畫則停滯在1980與1990年代。西班牙為全球領導者，與美國合計約佔全球2011年的90%。擁有運轉中電廠的國家有阿爾及利亞，摩洛哥和義大利，中國、埃及、印度、伊朗、以色列、約旦、墨西哥、南非和阿拉伯聯合大公國等國家有相關發展計畫。但由於經濟衰退以及PV成本較低等負面因素，都會延遲CSP計畫的發展(如美國將部分CSP發展計畫改變成PV發展計畫。)

再生能源Renewable Power- Onshore & Offshore wind

* 維持成長、具競爭力-陸域風力

- * 陸域風力若維持過去10年年平均成長率27%的速度增加，便可在2020年達成2DS情境的目標。陸域風力可算是最具成本競爭力的再生能源，假設風力可維持穩定，陸域風力便不需要任何補貼或政策支持下，還可以維持競爭力(如紐西蘭與巴西)。中國、美國、德國以及西班牙在過去十年中新增了很多裝置量，發電量也增加很多。

* 投入更多研究-離岸風力

- * 離岸風力屬於新興技術，還需要投入更多的研究發展，如海上平台，大型風機，才能使得成本下降。很多國家對於發展離岸風力充滿企圖心，如英國於2011年5月宣布投入3.17億美金來建立技術研發中心，其中包含離岸風力技術研發中心。中國與德國則將離岸風力發展列為政府優先施政措施。未來幾年內離岸風力技術發展將決定這項技術是否可以成功。

再生能源Renewable Power- Geothermal & 其他

* 獨特性與風險而受限-地熱

- * 地熱發電從2000年到2010年年平均成長率約3%。使用地熱發電佔比較高國家有冰島(25%)，薩爾瓦多(22%)，肯亞(17%)，菲律賓(17%)，哥斯大黎加(13%)。2010年以美國地熱發電量最高，有170億度電。
- * 若存在可利用的高溫地熱資源，其發電成本是具有競爭優勢的。話雖如此，地熱並未完全發揮其潛力，其發展趨勢也遠低於2DS情境應該要有的發展。由於地熱的獨特性與其風險，地熱的應用仍是侷限於少部分的國家。

* 其他-受成本與可取得性

- * 固態生質能、沼氣、可再生都市廢棄物及生質燃料從2000年開始維持穩定成長，年平均成長率約為8%。這些再生能源大致上與2DS情境的發展方向一致，惟其發展將會受到成本高低與生質能可取得性的影響。

再生能源Renewable Power- Hydropower

* 重要條件-水力

- * 水力發電約佔2010年再生能源發電的82%。從2000年到2010年年平均成長率約3%。中國、巴西、加拿大、美國與俄羅斯為全球水力發電的領導者。而以總發電量佔比來看，最高為巴西佔80%，次高為加拿大佔60%。
- * 假設目前計畫中的興建計畫都順利執行，未來十年內，水力發電裝置量約可增加180GW(比現有裝置量增加25%)，而中國與巴西就佔了1/3，印度則是裝置量最大。
- * 確保這些計畫順利執行與完工是達成2DS情境的重要條件，但是為避免有些計畫延遲或是取消，仍必須規劃相關配套措施。

再生能源Renewable Power- 近幾年發展

- * 投資金額超過傳統化石燃料

- * 2011年對於再生能源來說是相當活躍的一年，該年度對於新再生能源電廠的投資為2,400億美金，超過傳統化石燃料電廠的2,190億美金。這對於再生能源發展來說是相當正面的。

- * 經濟復甦與政策延續性

- * 歐洲與北美由於經濟復甦較為緩慢，這對於不同國家間的再生能源影響也有所不同。若該國對於再生能源發展有長期、具成本效益的政策實行，則該國再生能源發展則較不受經濟衰退影響。相對的，若該國老是重新思考再生能源的發展策略，則投資者將會喪失信心。

再生能源Renewable Power- 近幾年發展

* 中國風力發展迅速

- * 2010年中國風力發電發展迅速，到2011年底大約新增了63GW，但是其中只有47GW有與電網併聯，中國目前正努力改善此情況，但無論如何，風力發電的重心由OECD國家逐漸移轉至亞洲(特別是中國)的趨勢是無庸置疑的。

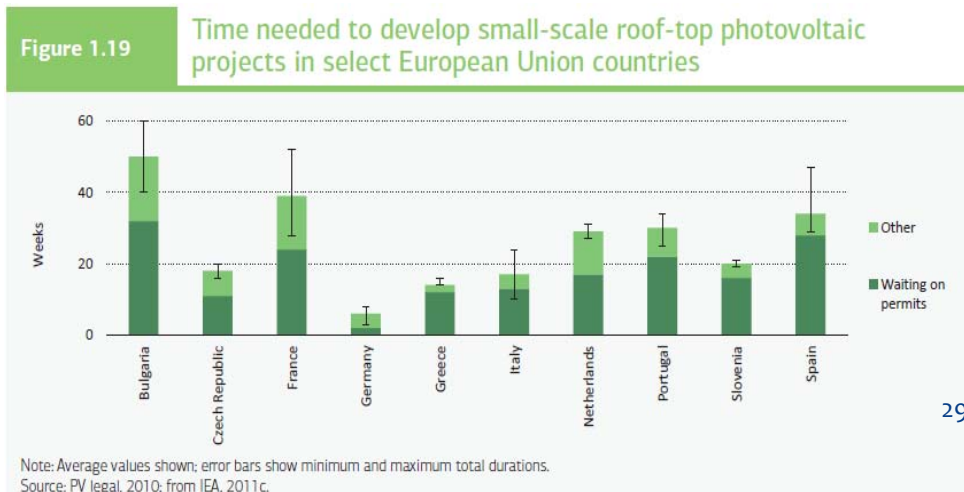
* Solar PV發展-收購費率與爭論

- * 該年新增裝置量為27GW，相較於2010年新增的17GW增了近60%。Solar PV快速成長的背後因素在於政策鼓勵下較高的收購費率，再加上系統建置成本逐步下滑，造成很吸引人的投資報酬率。
- * 而這種透過政策支持下的迅速發展也引發的正反兩方對於是否應調降費率，或是設定裝置量上限等議題發生不少爭論，這些不確定性將會降低投資者的信心。

再生能源Renewable Power- 未來擴充規劃

* 政府政策與作為應具有以下特性：

- * effective and efficient policy design確實有效的政策設計：全球大約有超過80個國家實施再生能源政策，如饋電躉購機制(feed-in tariffs)，可交易綠色權證(tradable green certificates)，投標(tenders)，租稅誘因(tax incentives)以及補助等等。這些政策必須有效降低再生能源成本，維持投資者信心以及保持適度政策行政成本。
- * Smooth planning and permitting processes流暢的規劃與許可程序：



- * 計畫限制與延遲，政府部門公文往返所耗費的時間都是投資者必須增加的成本，開發計畫許可取得的時間在各國間差異很大。
- * 左圖除了德國以外，取得開發計畫許可所耗費的時間大概佔一半以上。
- * 對於離岸風力，CSP等技術來說，簡化規劃與許可流程更是重要。

再生能源Renewable Power- 未來擴充規劃

* 政府政策與作為應具有以下特性(續)：

- * Broader environmental management and public acceptance環境管理與民眾接受度：若缺少民意支持與永續發展概念將會延緩再生能源技術發展。以水力發電為例，水力開發計畫在1990年代由於環境與社會問題而放棄。CSP也類似，發展CSP有利的地點是在半乾旱區，而CSP又必須使用水資源，因此水資源應用與管理對於CSP計畫開展就非常重要。事實上，有很多的潔淨技術也面臨這樣的問題，如CCS，生質燃料等。
- * Grid integration and priority access電網整合與優先調度：要讓再生能源的電得以進入電網，並利用工具讓再生能源的電被優先使用，如調度優先權。
- * Market diversification市場多元化：發展應該集中於少數國家，應推廣至具潛力之國家，如PV。
- * Continued support for innovation and RD&D持續投入研究發展：地熱，離岸風力及CSP則需要在持續投入資源進行研究發展。

小結

- * 燃煤發電將以超/超超臨界技術來扮演減量角色，IGCC因成本考量，不確定性仍高。此處與我國能源開發政策的規劃方向相同。另價格與排放法規管制也會產生影響。
- * 燃煤電廠效率我國能源開發政策目標至2011年至2020年新設電廠需達44.8%，此效率值比中國目標略高，但低於OECD國家。
- * 核電在福島核災後，預估未來發電佔比會下降。另最重要的是大眾想法，首先便是增進民眾對於核電的信心。
- * 再生能源發展迅速，但過於集中。應繼續在具潛力區開發，如solar PV。
- * 應對於再生能源技術持續投入研究發展，特別是CSP，離岸風力以及地熱。