

全球能源效率市場分析報告

—多以政策作為工具，提供制度上或資金上的補助獎勵

廖峰範

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

國際能源總署（International Energy Agency, IEA）繼去年首度發表「Energy Efficiency Market Report 2013」後，於2014年10月再次發表「Energy Efficiency Market Report 2014」。本報告內容為評估各國能源效率市場發展及其所面對之挑戰，並闡述分析全球能源效率變化趨勢，包括相關投資金額的成長情形，以及其今後所面臨之挑戰¹。本報告沿襲近來 IEA 對能源效率之角色定位，將其定位為「首要燃料(first fuel)」，強調能源效率市場還有尚未開發之龐大潛力²。此外，本報告延續2013年報告的研究成果，IEA 估算2012年能源效率市場總值達到3,100至3,600億美元之間，較2011年的3,000億美元增加。

一、前言

IEA 於2013年第一次出版「能源效率市場分析報告2013 (Energy Efficiency Market Report 2013)」，報告中指出全球對能源效率的投資，已逐漸形成能源效率市場，這個市場由需求者(能源效率投資者)和供應者(提供能源效率改善服務之個人、企業或政府)，所共同組成。雙方藉由參與節能投資活動各取所需，最後透過節能量的估算來評估節能效益成果。其中，節能政策和能源價格為影響能源效率市場的兩大

¹ 報告中針對加拿大、中國大陸、歐盟、印度、印尼、愛爾蘭、義大利、日本、韓國、荷蘭和泰國，共計11國之能源效率市場進行分析。

² IEA 將能源效率之角色定位在「首要燃料(first fuel)」，是根據1974年至2010年為止，各國對能源效率的相關投資金額不斷成長。以 IEA 成員國來說，2010年對能源效率相關投資項目金額，超過傳統化石燃料和再生能源發電項目。此外，IEA 成員國，奧地利、丹麥、德國、法國、日本、韓國、荷蘭、義大利、英國、芬蘭和美國，共計11國，於2011年時因改善能源效率所削減之能源使用量，高於該年歐盟的總能源消費量。

重要因素，政府可透過能源政策制訂，和重審能源價格補貼來達到影響能源效率市場，激發出新的節能技術，改變消費者習慣，提高能源效率及其投資需求，驅動能源效率市場。

2014 年新版報告中，評估 2012 年全球能源效率市場總值，評估結果顯示該年總值達到 3,100 至 3,600 億美元之間，且持續成長。對此，非經濟合作暨發展組織國家(non-OECD)將會具有最大節能潛力，其潛力來源於運輸部門的發展，估計相較於 2011 年，2020 年非 OECD 國之運輸量將會增加 90%。到 2020 年前，運輸部門之能源效率提升將可使燃料支出降低 400 至 1,890 億美元之間。

其中，車輛耗油標準(vehicle fuel economy, VFE)之制訂將影響深遠，至 2011 年為止已有 70%的市場採用此標準。巴西、加拿大、中國大陸、歐盟、印度、日本、墨西哥、韓國和美國都陸續要求，輕型汽車(light duty vehicles, LDV)需提升其能源效率，達到每 100 公里之耗油量需在 3.9 至 6.7 公升內。

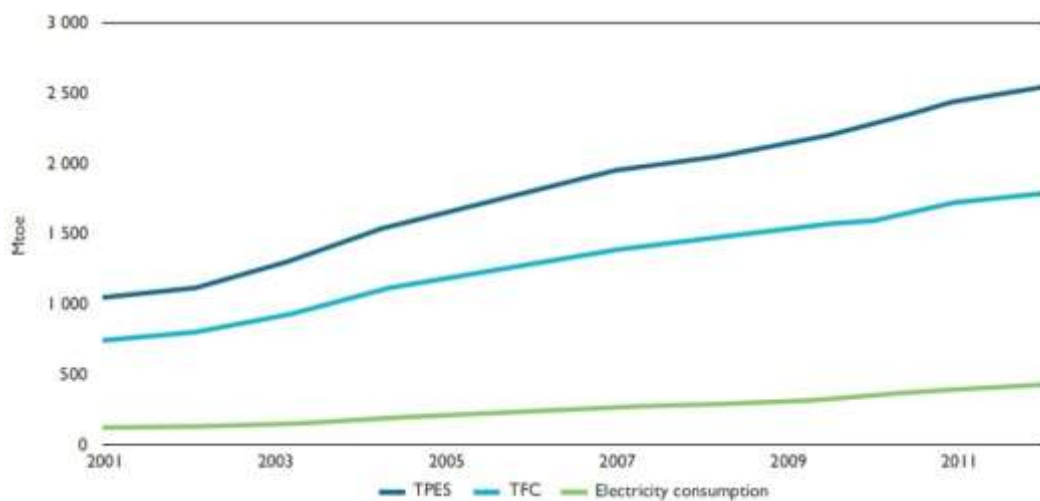
此外，本報告研究分析目前世界主要能源效率市場國家，了解驅動該國能源效率市場的關鍵因素，及其市場供應者和需求者為何。並預測該國能源效率市場今後走向，及其之後發展中可能遇到的挑戰。本告報藉由探討不同的三個案例，進一步了解各國政府與能源效率市場的關係。

二、中國大陸

作為世界最大能源消費國，中國大陸毫無疑問地將會是全球最活躍的能源效率市場之一。龐大的能源需求創造出許多能源效率服務機會，能源效率投資亦是中國大陸當前主要能源政策之一。中國大陸要求大、中型企業進行相關節能措施，訂定強制節能目標，以十一五計畫(2006 年至 2010 年)來說，這段期間內中國大陸對能源效率投資額總共超過 1,000 億美元。據 IEA 預測，十二五計畫期間(2011 年至 2015 年)中國大陸在能源效率領域之投資金額將達到 2,000 至 2,700 億美

元。

中國大陸作為近年全球經濟成長動力來源，於 2012 年的能源供應量已達 2,532 百萬噸油當量(Mtoe)，較 2001 年成長兩倍，且 2012 年的能源供應量已達全球能源供應量的 1/5，見圖一。不同於大部分國家，中國大陸大量的能源皆投入至工業部門，即便隨著經濟發展和人口成長，住宅和運輸部門的能源消費量大增，但其能源消費占比合計仍低於工業部門，工業部門占比遠高於其他任何部門，占能源總消費量的 47%，見圖二。



附註:

TPES(total primary energy supply)為初級能源總供應量

TFC(total final energy consumption)為最終能源總消費量

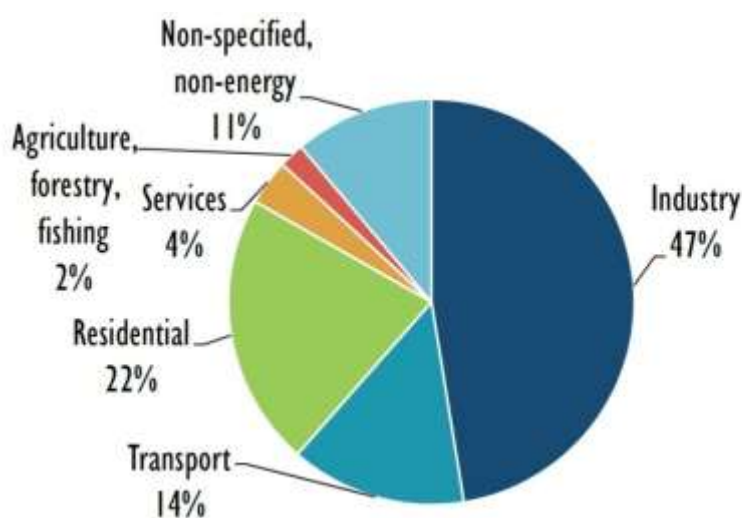
Electricity consumption 為電力消費量

資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

圖一、中國大陸能源消費成長曲線圖

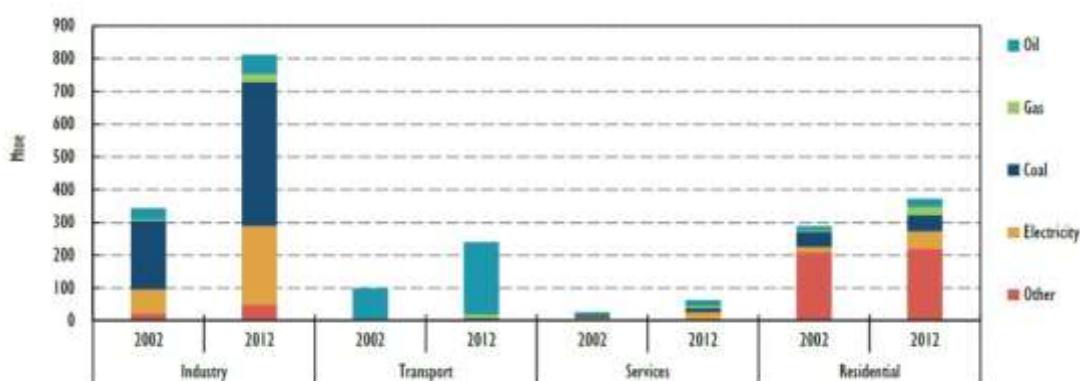
其中，煤炭是中國大陸能源消費結構中最主要的能源，從 2002 年開始煤炭一直都是中國大陸最主要之能源，它供應著工業部門的成長。鋼鐵業和水泥業為中國大陸工業部門最耗能的兩個產業，由於經濟發展和人口成長對住房的需求增加，鋼鐵和水泥作為建築的主要材料其需求量跟著水漲船高。中國大陸水泥業每年生產水泥總量占全球

60%，即便近年鋼鐵和水泥的產量過剩，中國大陸仍可藉由出口方式處理這些過剩產能，見圖二、圖三。



資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

圖二、2012 年中國大陸各部門能源消費量



資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

圖三、2002 年至 2012 年中國大陸各部門能源消費量及能源結構組成

據 IEA 的觀察，驅動中國大陸能源效率市場的關鍵因素是政府的政策及投資。中國大陸幾乎是世界上對能源議題最關心的國家之一，藉由五年計畫的推動，設定目標。目標主要可分為兩大類，強制要求各地方單位省、市乃至於縣政府遵行中央訂定之節能目標。此外，對各產業界亦有相關節能規範。到 2030 年前，若確實對建築、

車輛和器具設備進行最低能效管制(minimum energy performance requirements)，中國大陸在能源效率領域所省下的節能量將可達到 45 EJ³。

對於運輸部門，中國大陸需要面對近年運輸量大增所造成的能源效率及環境問題。其中，關於公共運輸的推動和更有效率的照明及重型車輛之空氣污染防治，皆為核心議題。目前，中國大陸打算提升已實施之車輛耗油標準(vehicle fuel economy, VFE)，於 2015 年將標準進一步提高。相較於舊標準，新標準於車輛燃油效率上之表現，平均較舊標準提高 2 公升/100 公里⁴。

中國大陸在鋪設高速鐵路上的進程飛速，以 2011 年來說，中國大陸高鐵總長約為 8,500 公里，根據推算 2016 年將可達到兩倍左右約 16,000 公里。高速鐵路的發展需要大量的資金投入，至今為止，中國大陸打算投入 1,400 億美元，繼續擴張高速鐵路網，於 2020 年將可聯繫十幾座大城市。相較於遼闊之高鐵系統，中國大陸在各城市內的捷運系統亦快速的發展，以 2001 年北京捷運建設來說，共耗費 10 億美元。2010 年為迎接世界博覽會(EXPO Shanghai 2010)，上海捷運系統之擴建共耗費 17 億美元。

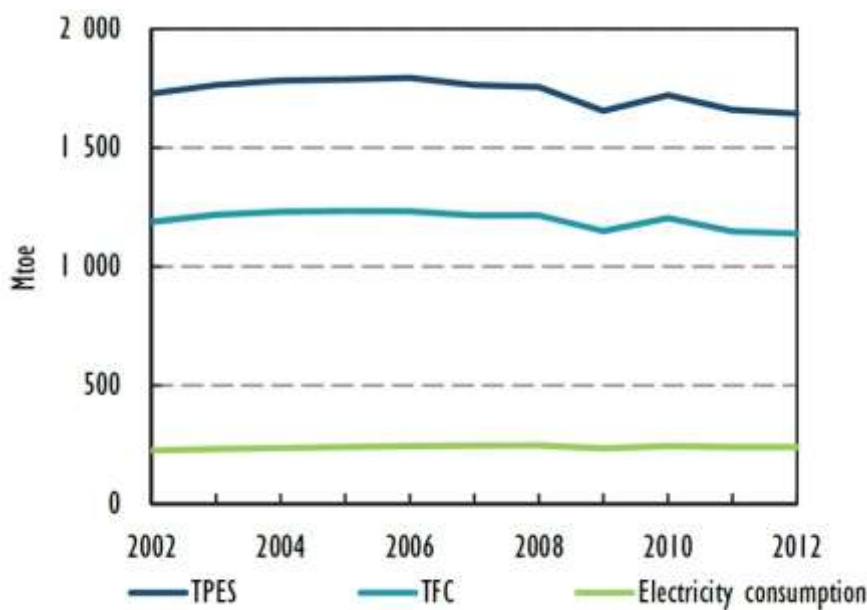
中國大陸在能源效率市場發展上受到的挑戰和其他國家類似，其中推動能源效率提升尚無可靠之商業模式，政府於能源效率之投資主要仰賴財政體系之收入。然而，目前中國大陸財政體系尚未健全，許多部分仍待改革。今後若要持續推動能源效率提升，除了政府外，民間之參與為可持續推動節能之動力來源。此部分將仰賴金融體系改革後，更低的交易成本和借貸成本。

³ 1 EJ=10¹⁸ 焦耳 (J) =23.88 百萬噸油當量 (Mtoe)

⁴ 根據 2009 年 1 月頒布之車輛耗油標準，車重在 1,090-1,205 公斤之車輛其能效標準為 8.1 公升/100 公里。車重在 1,205-1,320 公斤之車輛其能效標準為 8.6 公升/100 公里。車重在 1,320-1,430 公斤之車輛其能效標準為 9.2 公升/100 公里。預計在 2015 年上路的新標準則為，車重在 1,090-1,205 公斤之車輛其能效標準為 6.5 公升/100 公里。車重在 1,205-1,320 公斤之車輛其能效標準為 6.9 公升/100 公里。車重在 1,320-1,430 公斤之車輛其能效標準為 7.3 公升/100 公里。

三、歐盟

歐盟現由 28 個國家組成，其中多數成員國已推行節能政策多年。改善能源效率為歐盟現行主要政策，歐盟希望藉此提升能源效率達到降低對進口能源之依賴，並可提高工業生產力及競爭力。2008 年受到金融海嘯衝擊後，歐盟景氣正以緩慢的速度恢復，能源消費量也在 2005 年達到 1,234 百萬噸油當量(Mtoe)頂峰後逐年下降，至 2012 年降至 1,139 百萬噸油當量(Mtoe)，如圖四所示。



附註:

TPES(total primary energy supply)為初級能源總供應量

TFC(total final energy consumption)為最終能源總消費量

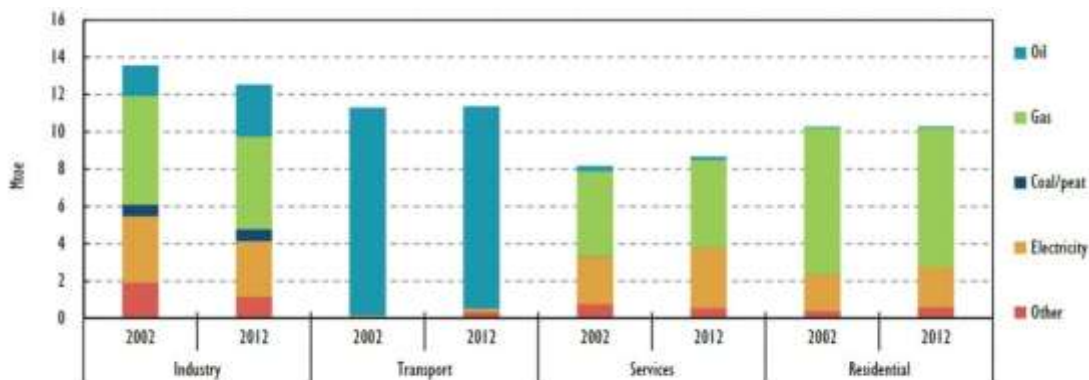
Electricity consumption 為電力消費量

資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

圖四、歐盟能源消費成長曲線圖

2012 年歐盟主要的能源消費為石油，約占最終能源消費量的 41.2%，其中 60%為運輸部門所消費。天然氣則占最終能源消費量的 22.7%，大部分為商業與住宅部門所消費。此外，電力占最終能源消費量的 21.1%，與天然氣比例相近，主要由商業、住宅和工業部門所

消費。最後，各部門之能源消費占比分別為工業部門 31.8%、運輸部門 26.9%、住宅 25.4%和商業部門 15.9%，如圖五所示。



資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

圖五、2002 年至 2012 年歐盟各部門能源消費量及能源結構組成

歐盟各國目前對於能源效率之短期目標設定為，於 2020 年前減少能源用量 20%。藉由各國推行之節能目標，於 2014 年至 2020 年間達成提升能源效率 20%。此外，除了建築部門之最低能效管制 (minimum energy performance requirements)，歐盟對於中央政府所在之建物另有節能要求，並研擬至 2015 年 1 月開始擴大管理範圍，從原先對象超過 500 平方公尺之建物，擴大到超過 250 平方公尺之建物。

為有效推動節能政策，歐盟透過各項基金之資金補助推動節能計畫，達成 2020 年之設定目標。其中，歐洲結構與投資基金(European Structural and Investment Funds, ESIF)於 2006 年至 2013 年間，對能源效率領域之投資金額達 56 億歐元，估計 2014 年至 2020 年投資金額將會上看兩倍。除了歐洲結構與投資基金外，尚有歐洲區域發展基金(European Regional Development Fund, ERDF)，其主要用於支援各國住宅之節能政策。目前該基金約有 4%之資金用於補助現有住宅。此外，對於歐盟各成員國於住宅領域之節能政策推動上，歐洲區域發展基金也扮演重要角色。例如，對愛沙尼亞(Estonia)之住宅節能政策補助 4,900 萬歐元、對立陶宛(Lithuania)補助約 2 億歐元，對法國社會

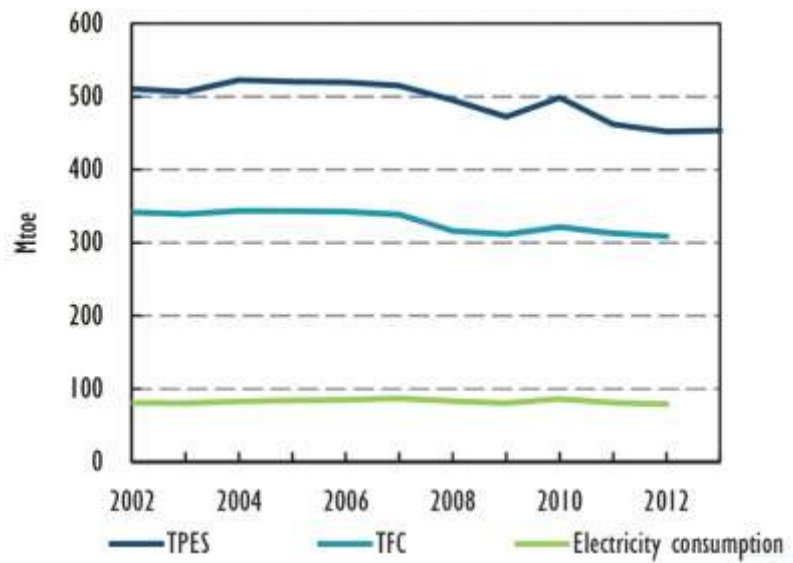
住宅政策補貼 10 億歐元。

在 2011 年由歐洲投資銀行(European Investment Bank, EIB)及歐盟委員會推出歐洲能源效率基金(European Energy Efficiency Fund, EEEF)，該基金主要目的在於活絡歐盟能源效率市場和再生能源市場，並提供借貸資金給各國之能源服務公司(Energy Service Companies, ESCOs)。該基金資金來源包括歐洲投資銀行、歐盟委員會、義大利國有銀行(Cassa Depositi e Prestiti)和德意志銀行(Deutsche bank)。至今為止，歐洲能源效率基金藉由投入 2 億歐元資金，企圖透過槓桿操作達成 6 億至 7 億歐元之投資，促進歐盟各國公私部門進行能源效率提升。

歐盟今後在能源效率市場之發展挑戰為，如何有效地融合各項基金和節能政策，達到相輔相成效果。目前，較少評論針對各基金對能源效率市場所產生之投資效益。歐盟畢竟不是單一個體，而是由旗下各會員國組合而成，長時間來看能源效率市場發展，除了仰賴財政上的支援外，也必須要考量到政治上的因素，這將會是今後歐盟發展能源效率市場的關鍵因素。

四、日本

日本自從 2004 年能源供應量及消費量均達至顛峰後，接著連年下降，近年來遭受大海嘯及地震等衝擊，使其能源政策方向大轉變，跟著影響日本能源效率市場之未來發展趨勢。2013 年日本能源總供應量(TPES)為 453 百萬噸油當量(Mtoe)，如圖六所示。



附註:

TPES(total primary energy supply)為能源總供應量

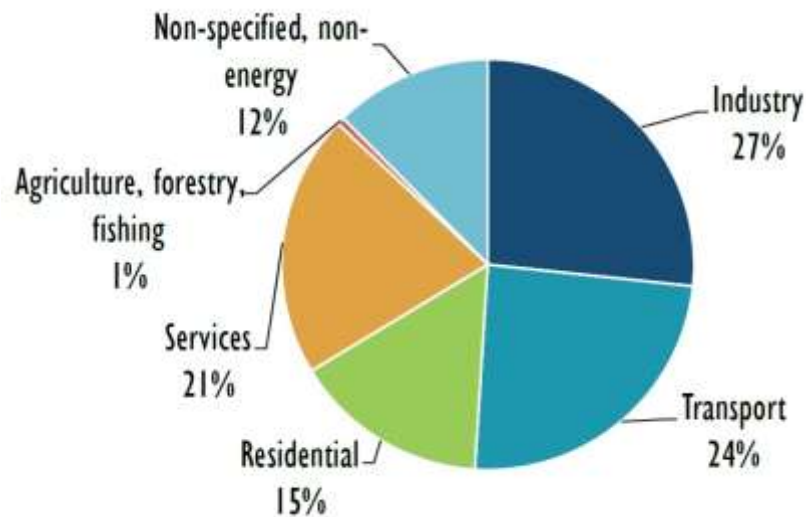
TFC(total final energy consumption)為最終能源消費量

Electricity consumption 為電力消費量

資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

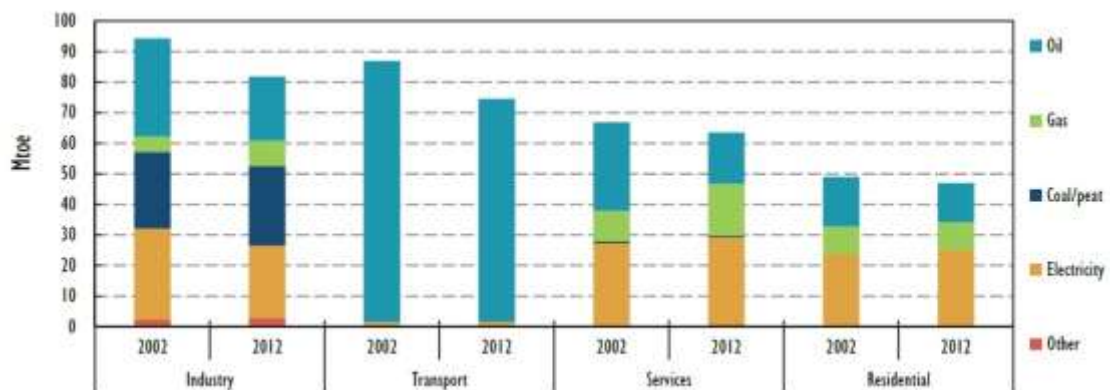
圖六、日本能源消費成長曲線圖

日本之能源結構主要以化石燃料為主，其中以石油為大宗，約占45%。另外，日本工業部門和運輸部門的能源消費量，共占總能源消費量的一半左右。然而，與十年前相比，工業部門的能源消費量少了12%、運輸部門降低了14%，服務業和住宅部門亦各自降低4%和5%，如圖七和圖八所示。



資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

圖七、2012 年日本各部門能源消費量



資料來源: IEA, Energy Efficiency Market Report 2014

圖八、2002 年至 2012 年日本各部門能源消費量及能源結構組成

1987 年至 2011 年，核能發電占日本發電結構中 30%。然而，2011 年「311 日本東北大地震」後，福島核電廠事故讓日本政府轉變方向，陸續將現有核電廠停機安檢，待政府進一步檢查確認其安全性後再做重啟與否決定。為填補這巨大電力缺口，日本只能以其它發電方式替代，其中火力發電為主要替代手段，其比例躍增至 86%，水力和其他再生能源總合僅有增加至 8%。由於日本大量進口化石燃料造成各電廠之營收急劇惡化，2012 年燃料之進口額即占總進口額 33%。

即便是改由火力或水力等其他發電方式來替代，然電力供應仍不及以前，由於電力短缺的問題，進而壓縮到各部門的用電。對此，藉由能源效率之提升將可適時紓緩此問題。既然無法短時間內增加電力供應，藉由改善能源效率降低對能源的需求，為日本政府採取之因應之道。相關節能行動並非核災後才開始採取，於核災發生前，日本政府已實行多年節能政策，據統計 2001 年至 2007 年日本能源使用效率提升 4%，總共降低 3% 的能源消費量。

能源安全議題為影響日本今後能源效率市場發展的重要因素，由於日本過度仰賴進口化石燃料，因而必須付出大量的外匯，且其風險性高。對此，作為 IEA 成員國中能源效率表現最佳之一的日本，必須延續自 1970 年代以來的作法，更加努力於能源效率領域上。其中，研發新的節能技術並將其出口至海外將是今後發展重點。

日本政府的政策為影響能源效率市場的重要因素之一。以照明來說，其電力消耗占日本總電力消耗的 16%。如果全日本都換上 LED(Light-Emitting Diode)燈泡，則一年將可為日本省下 92.2 TWh，相當於降低 9% 電力需求，等於 13 座核電廠的總發電量。日本於照明市場中最大之節能潛力來自於商業和公共部門，據估算若將其照明設備全部汰換成 LED，其節能潛力約有 54.5 TWh。

1998 年至 2002 年日本政府推動「21 世紀照明計畫」(21st Century Light Plan)，大力推動照明設備改成 LED。於 2009 年日本政府推動節能點數(Eco point)計畫，凡是購買政府認證之高效率節能產品，即可獲得相對數量之節能點數，一點相當於一日元，這些點數僅能用於購買節能產品上。由於這項計畫的推動再次擴大 LED 的市占率，成為主要之照明工具。2012 年 LED 正式被納入領跑者計畫(Top Runner programme)的產品清單中，成為日本政府推動高效率電器產品的一環。

日本 LED 產業能夠如此快速發展，除了擁有完整的上下游產業鏈和多家生產 LED 的國際大廠外，最重要的是政府的政策支持。日

受惠於自身在 LED 技術領域的領先，可以快速地改進技術，製造出更有效率 LED。然而，真正成功推廣，拉升 LED 市占率則需靠政府的政策支持。2013 年日本 LED 市場已達 52 億美元左右。

日本今後受到之挑戰，在於如何有效控制投入成本。由於福島核災帶來的衝擊太過巨大，逼迫日本政府修正能源政策，將核能發電於未來之發電比重逐年下調，並停止現有運轉之核電廠，待檢測合格後方能運轉，最新消息為 2015 年日本可能將會重啟核電廠。然而，核能運轉將會對能源效率市場產生負面衝擊，低成本的能源將會降低業者提升能源效率的意願。另外，日本目前於能源效率之表現上已高過大多數之國家，若要坚持改善能源效率則將面臨收益遞減的挑戰，其中能源效率逐步改善與其他國家相比將更加昂貴且不切實際。

五、結論

能源效率市場與政府政策息息相關，各國能源效率市場之推動，需要政策輔助與資金援助，若無一定程度獎勵或補助，民間各企業恐難決定進行能源效率之改善。以工業部門來說，民間企業能接受之能源效率改善，除了短期可快速回收之部分，如公共照明等，其餘涉及產品結構改變或製程之修改等，對業主來說皆有一定之風險，因而降低投資能效意願。對此，政府必須創造能夠吸引民間業者自主改善能效之環境，亦就是以政策作為推動之工具。

中國大陸，近年經濟增長放緩，導致部分產業產能過剩。對此，今後需求成長趨勢將偏向高品質或附加價值高之產品。此外，經濟改革將會是未來的關鍵，決定中國是否能成為真正地市場經濟國家，若改革成功對能源效率業者來說是一項利多，這將會促進能源效率市場之發展。

歐盟與日本雖為能源效率利用之模範生，然而，在未來推動源效率過程中，仍須面對自身結構性的難題。歐盟於能源效率推動上，以成立基金作為輔助各國能效發展之手段，此點可有效降低各國能效發

展程度不一的問題。然而，歐盟畢竟不是一個國家，需仰賴各歐盟會員國將歐盟標準內化成國內法，此點亦是歐盟未來推動發展能源效率市場之障礙。

日本在能源效率表現上一直受到肯定，然而，福島核災後日本政府被迫放棄原先規劃之能源供應結構。雖然日本在部分產業之能效利用率已達世界第一，但在電力供應受限的衝擊下，只能繼續提高能源效率，降低對能源需求。看似這將有利於能源效率市場的發展，實則礙於日本能效提升空間有限，今後發展之投資成本恐將大幅增加。再者，日本政府近來決定重啟部分檢驗合格之核電廠，亦會衝擊日本能源效率市場的未來發展。

最後，中國大陸、歐盟和日本之能源效率市場發展，皆須靠政府於背後支持，多以政策作為工具，提供制度上或資金上的補助獎勵。反之，若無政府之政策支援，各國能源效率市場能否持續發展，將成為未來能源效率市場是否成熟之判斷指標。

參考文獻

IEA (International Energy Agency), 2013, *Energy Efficiency Market Report 2013*.

IEA, 2014, *Energy Efficiency Market Report 2014*.