

IEEJ: October 2014, All Rights Reserved

(重點摘要)

亞洲/世界 能源展望 2014

- 中國•印度低增長情景及氣候變化問題的分析 -

IEE
JAPAN

October 2014

The Institute of Energy Economics, JAPAN

(Translated by Zhang Ping)

The Institute of Energy Economics, Japan © 2014

重點摘要

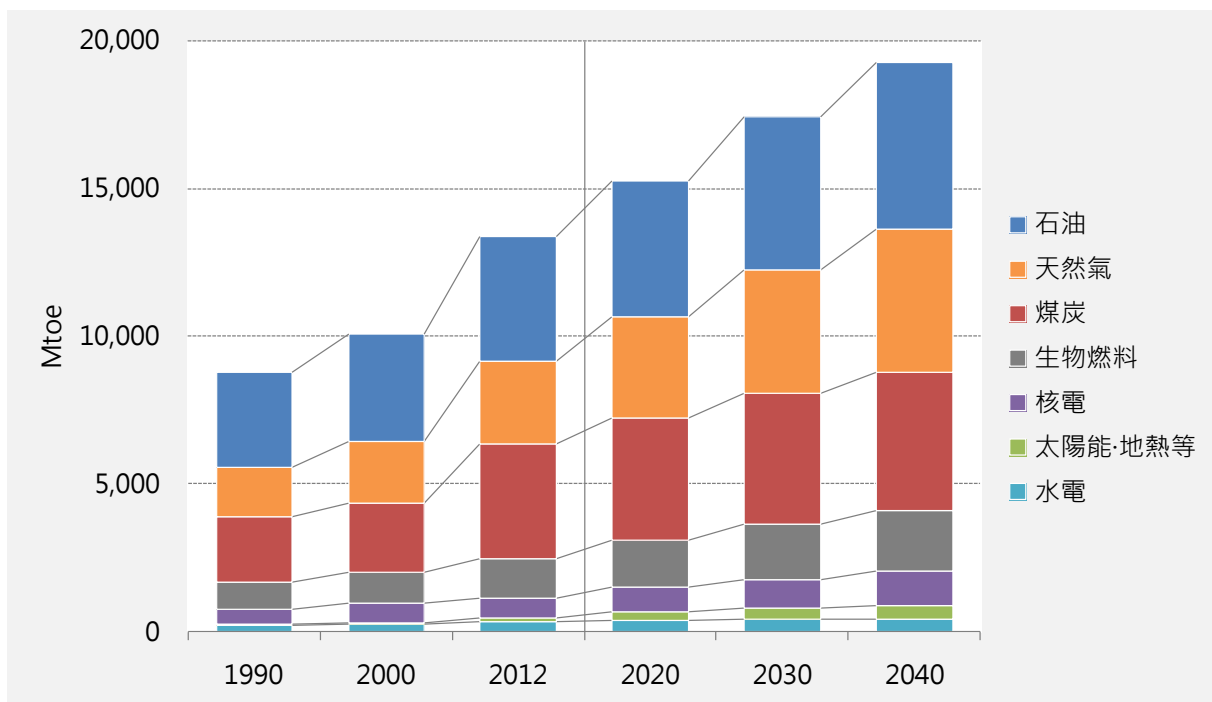
世界與亞洲的能源供求預測—基準情景

能源消費 28 年間擴大 1.4 倍。天然氣將取代煤炭躍為第 2 大能源

人類能源消費量今後將持續增加

世界一次能源消費量（在基準情景預測時）由2012年的13,371Mtoe（百萬噸油當量）到2040年將增至19,276Mtoe。這意味每年新增能源消費量達英國和愛爾蘭兩國的總合。能源消費的增長速度，雖然由於節能技術的進步將低於經濟增長速度，但此28年間預測也將達44%。

圖1 世界能源消費[基準情景]



現在，一次能源消費的82%為化石能源（石油，煤炭，天然氣），今後增量中的7成以上還將為化石能源。依賴化石能源的世界消費結構不會改變。

2012年的石油消費量為88.6Mb/d(百萬桶/天)，在以後的10年左右將突破100Mb/d，2040年將增至116.5Mb/d。其增量的27.9Mb/d相當於現在OPEC原油產量的90%以上。增量的三分之二，大約18.9Mb/d是由以汽車為主的運輸部門拉動的。2040年，石油消費的57%為運輸部門，15%為石化部門，石油製品需求將向汽油，柴油，石腦油傾斜。

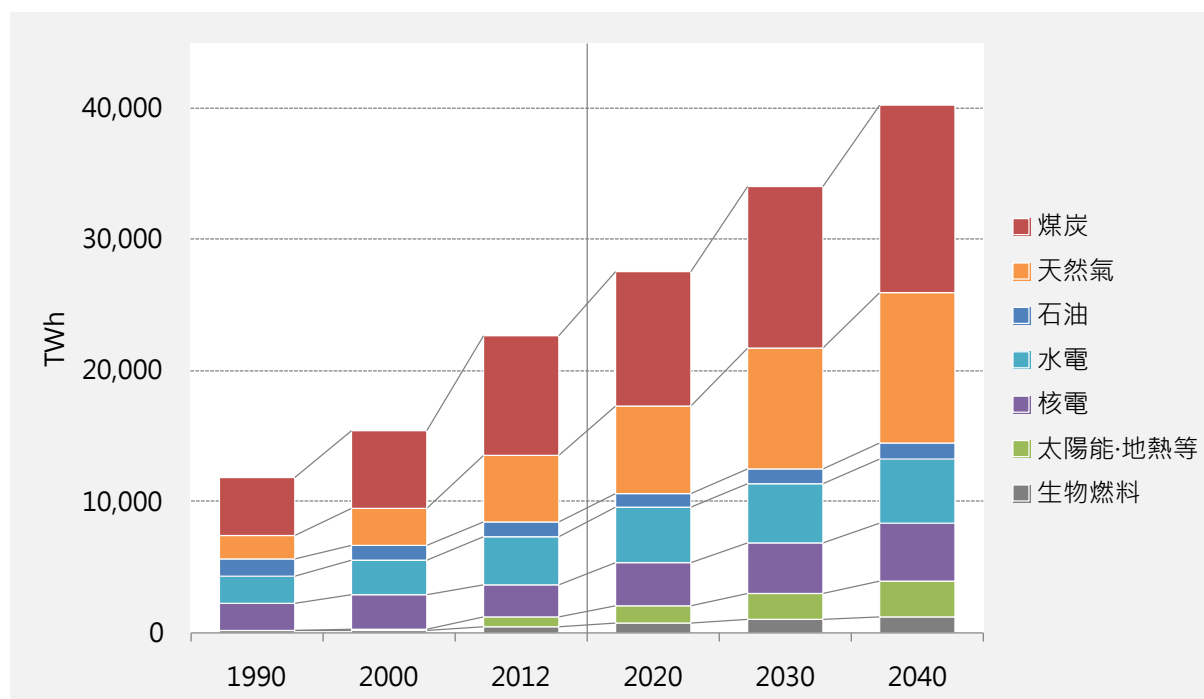
到2040年，天然氣的消費增長使其將超過其他能源躍升為僅次於石油的第2大能源。其消費量從2012年的3.44Tcm(萬億立方米)變為2040年的5.88Tcm，擴大到1.7倍。其中液化天然氣(LNG)的消費量從237Mt(百萬噸)增至548Mt。拉動其需求的最大引擎為電力部門，工業和民用也有顯著增長。另外地域的擴展為其特徵之一，2012年OECD及歐洲非OECD國家的消費佔世界的三分之二以上，到2040年其他地域的消費將佔總體的一半。在美國，天然氣在2030年就將超過石油成為最大宗能源。

同屬化石能源的煤炭卻與石油和天然氣呈現不太相同的增長趨勢。受中國工業生產動向的變化和能耗效率的改變以及能源替代等影響，象21世紀初那樣的消費激增的情景將不再出現。2040年的消費量預測為6,722Mtce(百萬噸標煤，1Mtce=0.7Mtoe)，28年共增加1,181Mtce比以往10年增加2,054Mtce的增速大幅下降。增量的大部分為發電用的動力煤，煉焦用焦炭的需求將呈微減趨勢。

可再生能源及核能將穩步增加

包括水電及生物燃料的可再生能源，到2040年的增量僅次於天然氣和石油達1,120Mtoe。逐步推廣的太陽能，風電等將比2012年擴大到3.4倍。到2040年全世界的發電量將達40,000TWh(萬億瓦時)，可再生能源發電量的比率將達22%。可再生能源增量的四分之一以上將是被發展中國家直接消費的，以薪柴糞便為代表的低成本生物燃料和垃圾廢料。

圖2 世界電力構成[基準情景]

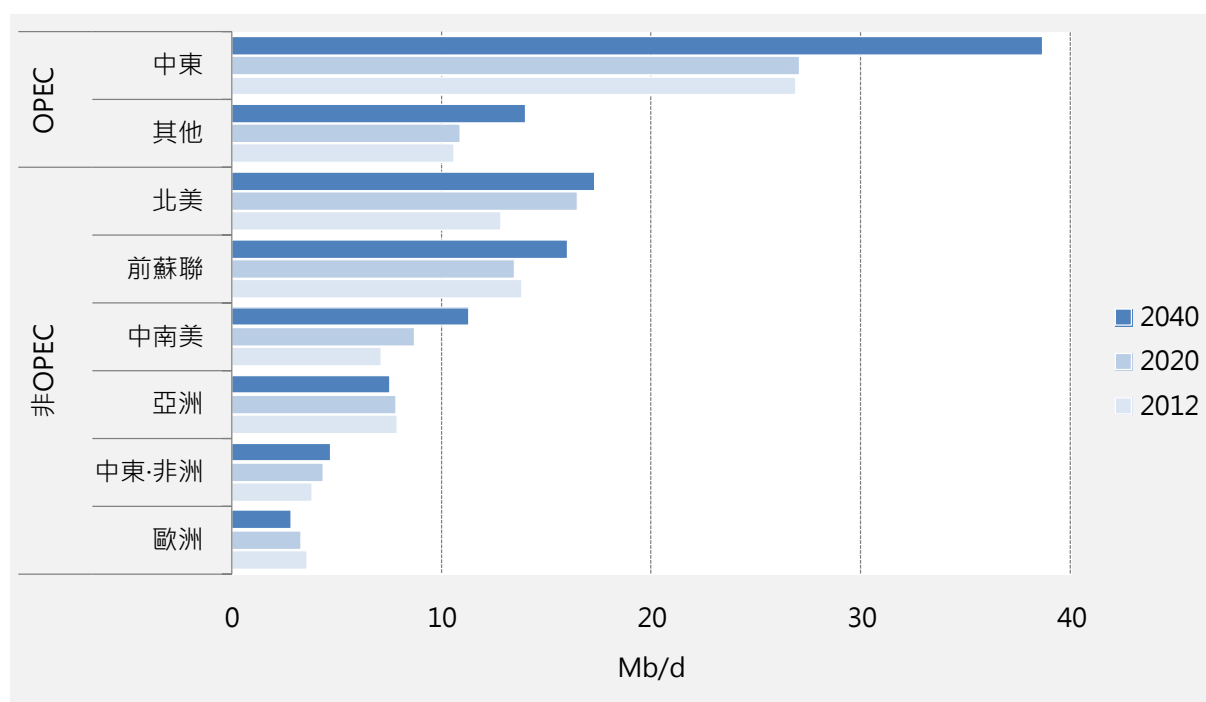


在各地域，核電均有所增加，核電廠從2013年的31個國家・地域，389GW（百萬千瓦）擴大到2040年的39個國家・地域，618GW。雖然俄國，韓國，中東等也在積極擴充引進，但增長最顯著的還屬電力需求增長最快的中國和印度等新興國家。

新興石油・天然氣生產國的崛起、不會降低傳統出口國的重要性

以頁岩油氣革命為代表的非傳統型資源及深海等極地開發為背景，有些地域被新列入，有些地域重新被列入重要的石油・天然氣生產國的行列。到2020年，南北美洲大陸的原油增產異常突出，儘管扣除OPEC成員國的委內瑞拉和厄瓜多爾，也要達到5.3Mb/d，佔世界純增量的93%。但其登場並不會使以中東・北非為中心的OPEC以及前蘇聯這樣的傳統出口國淡出世界能源市場的舞台。為彌補現存油田產量的減退，滿足持續增加的市場需求，傳統出口國所承擔的角色將比今天更為重要。這一點特別在預測期間的後半期更為明顯。2020年以後純增量的20.4Mb/d中大約有84%來自OPEC和前蘇聯。

圖3 主要地域的原油產量[基準情景]



今後能源貿易變得愈發重要

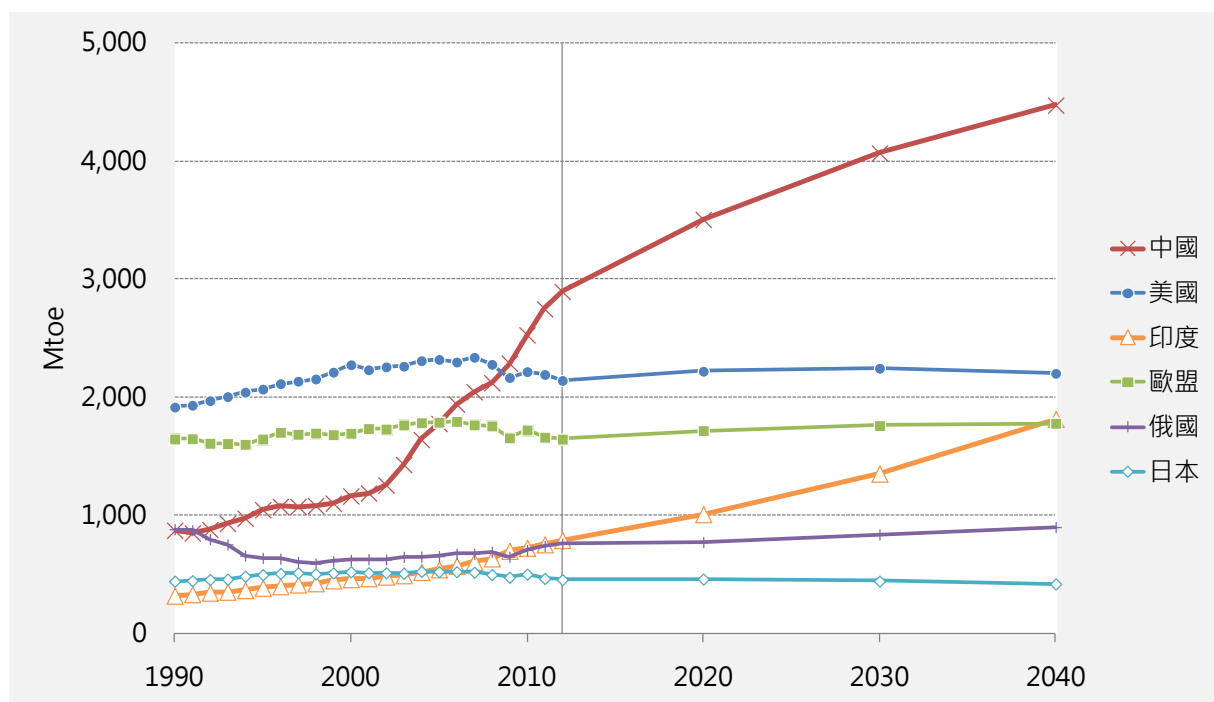
今後能源消費急速擴大的地域不一定是擁有豐富的化石能源資源的地域。為此，能源貿易變得更為繁忙。隨地域化原油貿易的進展，2040年主要地域間可供交易原油的比率為4成，與現狀差異不大。另一方面，國際交易量少於石油的天然氣，其地域間貿易比率會從14%上升到22%。現在能源作為最大的貿易商品，對許多國家（包括消費國與生產國）今後的政治和經濟都將持續產生重大影響。例外的是美國，由於油耗的改善及頁岩油的增產等因素使國內供求趨於平衡，到2040年將不再從中東進口石油。

中國・印度的能源供求及對世界的影響

拉動世界能源需求的中國・印度

中國是世界最大能源消費國，其消費量還在持續增長。到2040年將達4,474Mtoe，為第2位美國的2倍以上。其人均消費量已超過世界平均值，2040年將接近歐盟（EU）水平。亞洲另一大國印度的增長也很顯著。目前其消費量不到EU的一半，但2030年代後期將超過EU。按此勢頭2040年代將超過美國，一舉躍為第2大消費國。中國和印度為滿足激增的需求將更加依賴能源進口。2040年世界主要地域間貿易中，原油的45%，天然氣的40%將被這兩個國家所消費。

圖4 主要國家・地域的能源消費[基準情景]



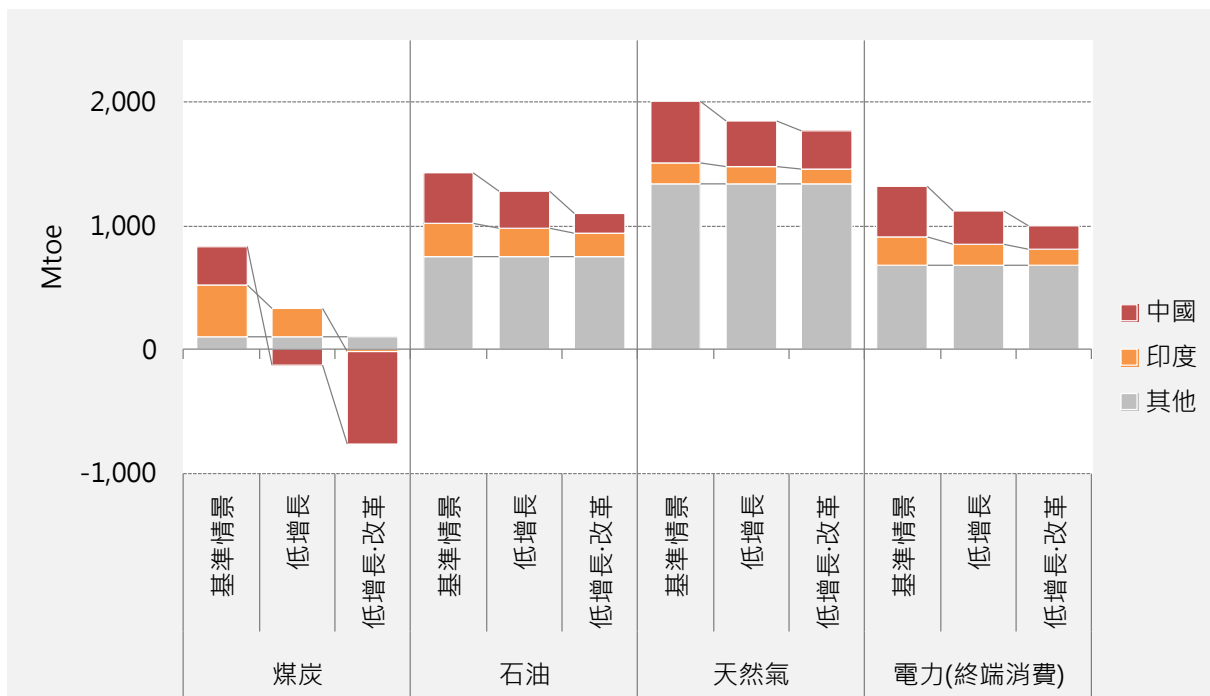
中國・印度的低成長將攪動世界能源市場

目前，中國面臨各種課題與挑戰。假如各種問題表面化，截止到2020年其經濟成長率將比基準情景預測的7.2%下調到6.0%，同樣整個預測期間也下調1.6個百分點僅有3.9%。基準情景條件下預測到2030年代後期其經濟規模（實際GDP）將超過美國，但在低增長情景條件下預測到2040年頂多達到美國的7成以下。隨著經濟成長的減速，能源消費的增長也會下降，成為緩和國際能源消費的誘因。但在社會改革停滯不前，偏重投資和出口的經濟構造持續不變的情況下，經濟成長的減速會帶來收入差距的擴大，就業機會的不足，放慢解決能源・環境問題的腳步等問題。可以展望通過推進結構改革，會拉動就業吸收能力強而且能耗低的服務業的增長，從而推進消費主導型經濟的轉換，在能源系統方面，低炭節能技術徹底被推廣普及，可在同樣低成長率的情況下使社會福利得到提高。

近年低迷的印度經濟很可能即刻走出低谷重回成長軌道。在基準情景預測中到2040年預定其經濟年增長率為主要國家之最達6.2%。但考慮到存在海外投資的外流，歐洲經濟的低迷以及中國經濟成長的減速，經濟・行政改革的停滯等風險因素，特將其成長率拉低1個百分點設定為5.3%。印度的經濟規模，按基準情景預測到2030年代中期超過日本，如按低增長情景預測到2040年只能達到略小於日本的水平。

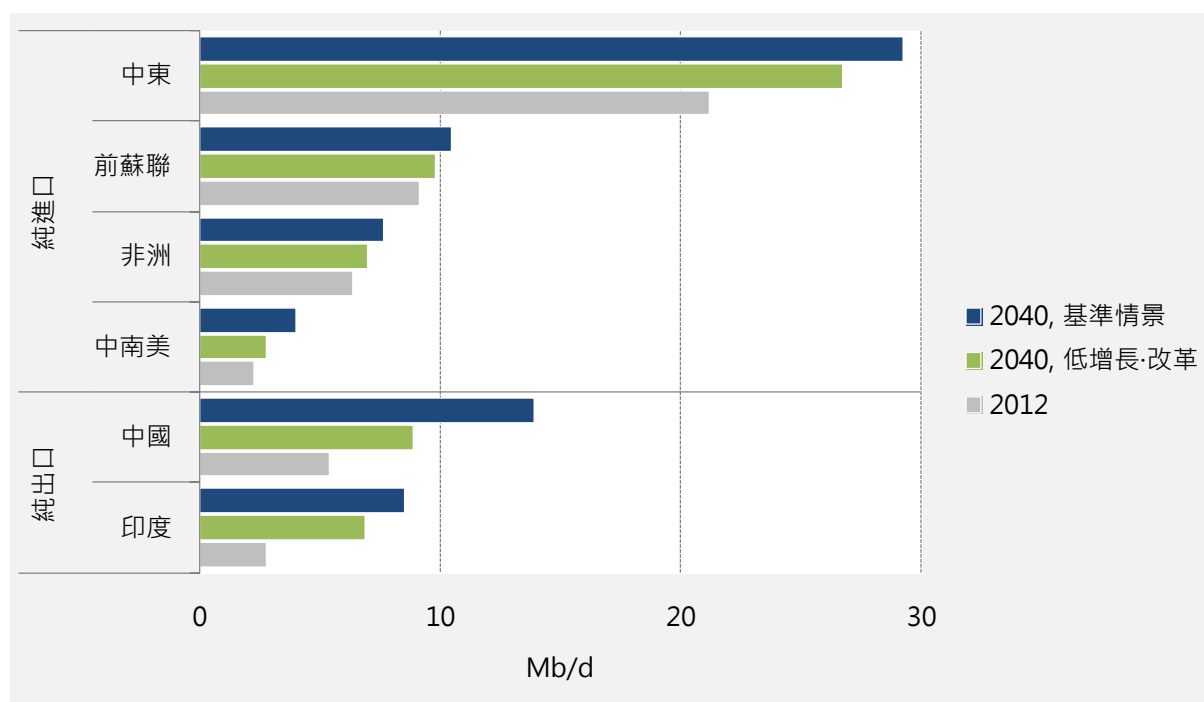
中印兩國到2040年的能源消費增量，按基準情景預測達2,206Mtoe，將超過現在美國和日本的總和。在低成長狀態中大力推進社會與能源消費結構改革的所謂“低成長・改革情景”下，預測消費增量為768Mtoe，壓縮了71%。從消費量的變化來看，兩國的能源消費結構中占主角的煤炭的變化最為突出，從對國際能源市場的影響來看，兩國進口依存度較高的石油和天然氣消費量的降低具有重大意義。

圖5 中國和印度的能源消費增量[2012-2040年]



中國・印度與同屬亞洲國家的日本相比，石油的進口途徑較為多樣化。儘管如此，兩國需求增長的減緩會給中東帶來顯著變化。到2040年，石油消費的增量比基準情景預測消滅6.9Mb/d時，其中2.5Mb/d要由中東減產來調節，相當於消滅該地區淨出口增量的31%。而前蘇聯地區的淨出口增量將縮小一半。天然氣也同樣，前蘇聯地區和中東的淨出口增量各將被壓縮3成。結果，與基準情景預測相比，中東經濟要被拉低5%左右，前蘇聯地區拉低4%左右。把中國和印度當作將來最有希望的銷路市場的能源出口國・地區，面臨必須促進出口對象國的更加多樣化問題。特別是世界第2大天然氣資源國，今後無望擴大向其主要市場—歐洲的石油・天然氣出口，看來也面臨著同樣的問題。

圖6 中國・印度的石油純進口及主要地域的純出口



“以迂為直，以患為利”（孫子兵法）

隨著中國・印度等許多新興發展中國家經濟的高速成長，其國民對生活水平的提高，社會的安定，政權的鞏固與強化有很高的期盼。另一方面，由於過於優先追求高增長，常會出現對尊重人權，保護環境，遵紀守法的輕視，結果誘發很多不如人意的現象。另外，高速經濟增長的同時基礎建設滯後，包括能源等社會服務不配套可能成為常態。

為實現中國政府規劃的可持續的和諧發展還有許多難題須克服。經濟社會如能從重視數量轉變為重視品質，在低成長情況下，也可以確保就業機會，減少能源消費，使PM_{2.5}的因素之一的硫化物的排放量減半，邁進發展與資源環境等方面可持續的高度社會系統。

在印度，基礎建設滯後為長期性的問題。相當電力需求1成的供電不足，2012年造成了相當全國一半人口，影響6億人的大停電。發電廠的增建遠不能滿足每年高速增長的需求。即使目前的經濟增長低迷持續到中期，也必須堅持基礎建設和行政體制的效率化改革，以備將來上升到長期經濟發展新階段。

關鍵在於能否變低成長“以患為利”。

低碳化與氣候變動對策—技術進步情景—

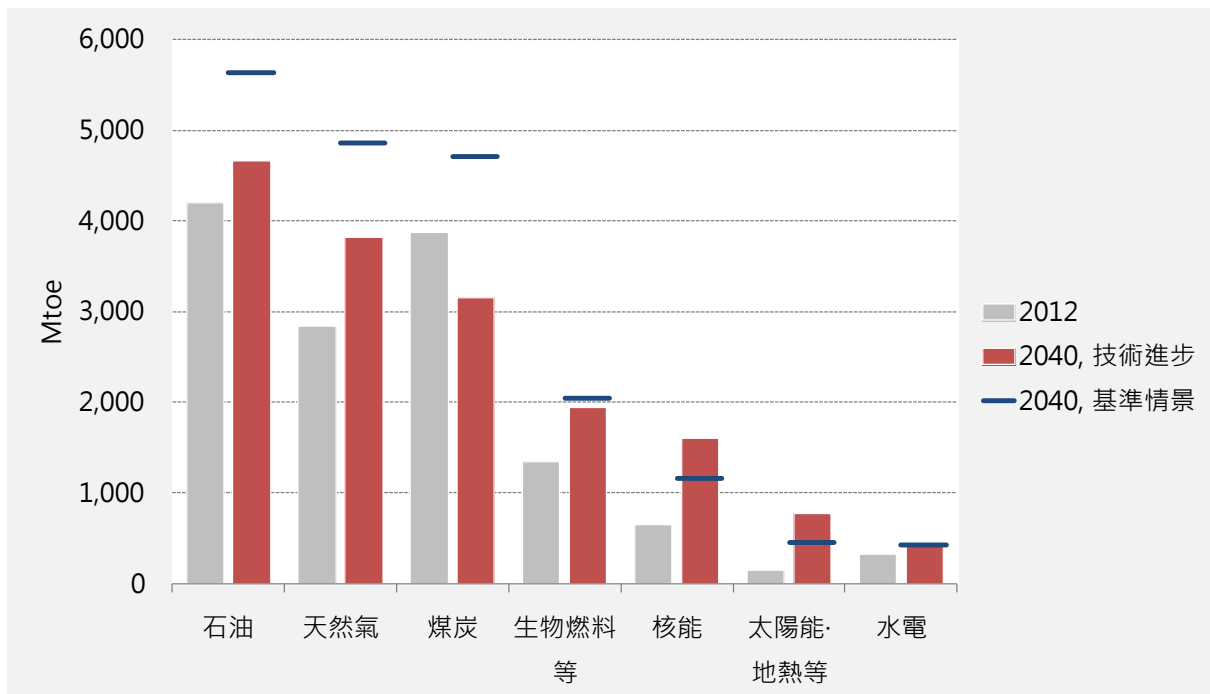
全世界能源使用效率化可節省相當中國目前年能源消費量

考慮到為加強能源安全保障和氣候變動對策，供求雙方能源技術的大幅度提高及推廣普及的“技術進步情景”預測結果，2040年世界一次能源消費量為16,374Mtoe，比基準情景預測消減15%。消減的2,902Mtoe已超過世界最大消費國中國現在的年消費量。

煤炭的消費量將越過峰值開始下降。2040年比現在要下降19%，為消費量減少最多的能源品種。石油消費2040年將達96.2Mb/d，與基準情景預測的116.5Mb/d相比增幅降低了很多。消減量的20.3Mb/d應相當於現在沙特阿拉伯和俄國的原油生產量。2040年天然氣的消費量為4.62Tcm，今後其增量會壓縮一半，比基準情景預測消減1.26Tcm，超過現在俄國和中東的生產量之和。

一方面化石能源被消減或減增，另一方面非化石能源中的核能，太陽能，風能等的增勢將更加迅猛。到2040年，零排放電源佔發電量的比率，世界平均將達一半，OECD國家達三分之二。生物燃料的利用將以運輸部門為中心有所增加，增量將超過現在阿拉伯聯合酋長國和卡塔爾的原油生產量達243Mtoe。另外，在發展中國家被家庭部門以傳統方式消費的生物燃料將比基準情景預測下降13%。

圖7 世界能源消費[技術進步情景]



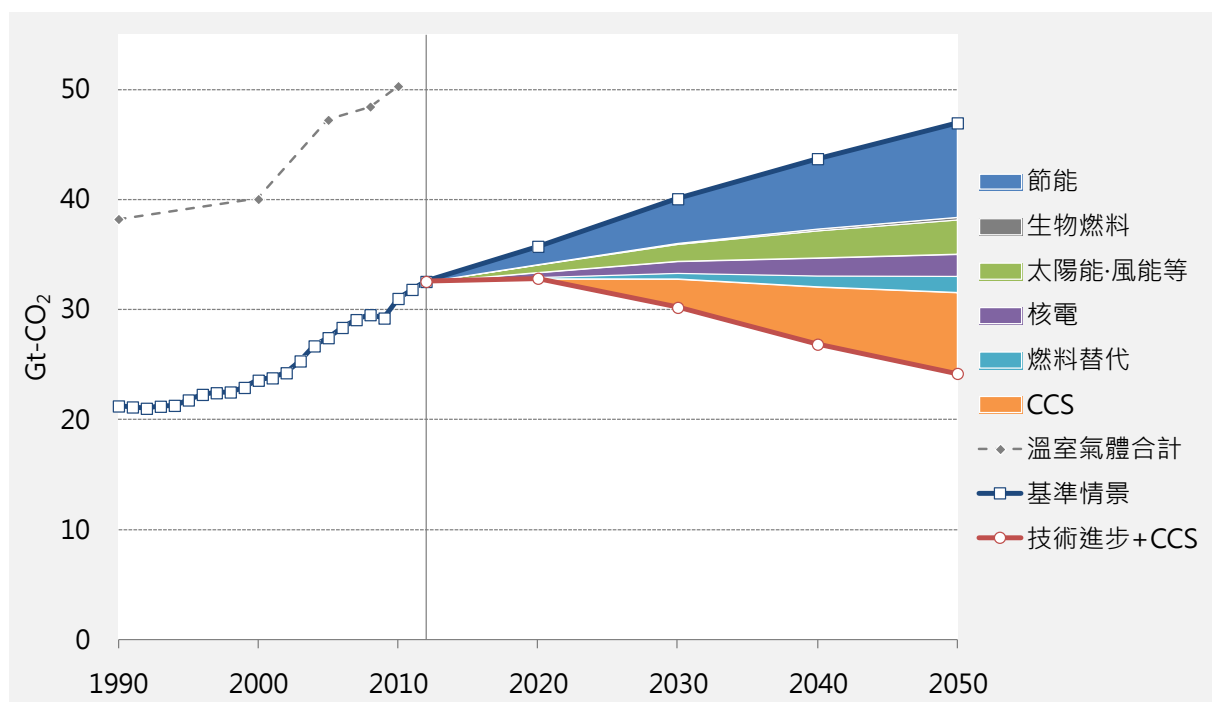
為了發掘如此巨大的節能低炭潛力，不僅要著力於先進技術的研發，還必須致力於降低價格改善其經濟可行性，並根據各地的需求在世界規模推廣普及。能源消費效率低，今後經濟規模快

速擴大的非OECD國家和亞洲國家的節能潛力各佔世界總體的三分之二和半數。故這些國家和地域成為世界能源系統變革的關鍵。

溫室氣體排放減半目標可望不可及

基準情景預測佔世界溫室氣體（GHG）排放的6成的源於能源燃燒排放的二氧化碳（CO₂）將會持續增加。其排放量2050年比2012年增加44%達47.0Gt。另一方面，技術進步情景預測今後不會有大幅度增加，保持不變或微降。如考慮火力發電和工業部門的二氧化碳回收・貯存（CCS）效果的話，2020年以後排放量會趨於明顯減少，到2050年達24.2Gt比1990年增14%但比2012年減26%。儘管如此，與GHG排放量到2050年比現狀減半的目標相差甚遠。

圖8 世界各種消滅因能源排放的CO₂對策的貢獻度[技術進步+CCS情景]



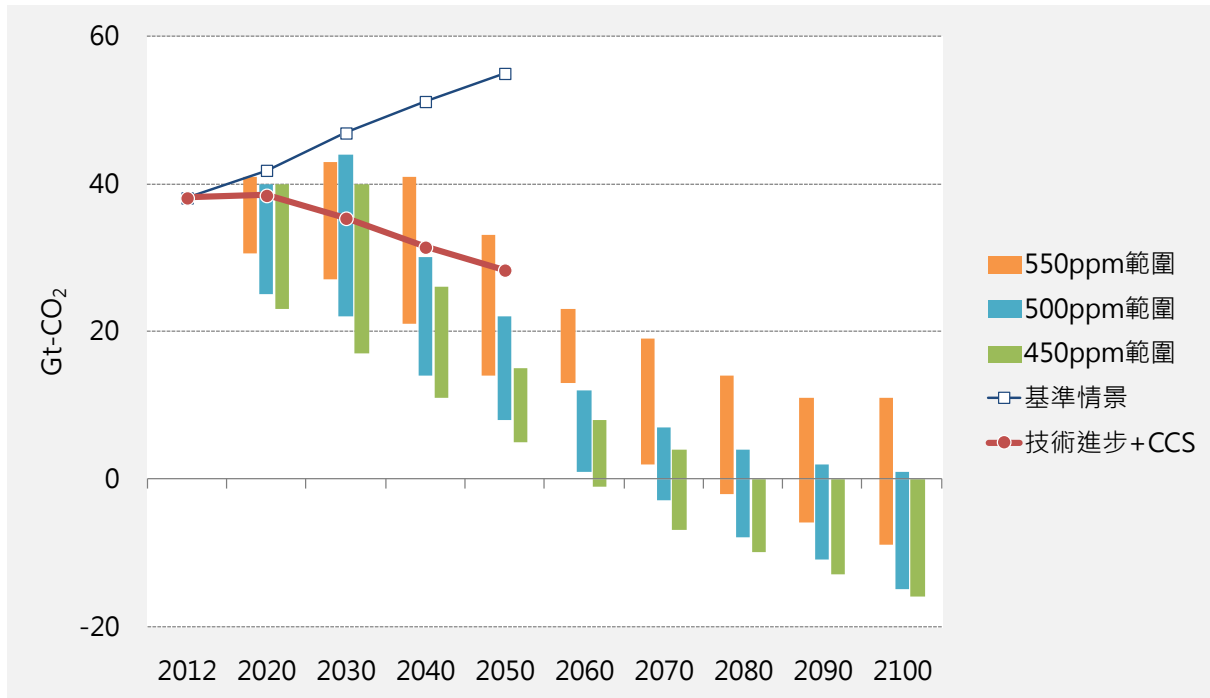
“目標達成以前需努力，看著自己的目標如願實現” (釋迦牟尼)

眾所周知，按照把由人為產生的GHG排放所引起的氣溫升高，控制在產業革命前的2°C以下的情景，到2100年大氣中GHG濃度用CO₂換算約為450ppm。此450ppm情景，是典型地把到本世紀後期，CCS加上生物燃料（BECCS）以及利用普及植樹造林做為前提的。但是，BECCS和植樹造林等吸收CO₂技術與手段的可能性及其規模卻是不確定的，面臨多種課題和風險。

應特別指出，2014年4月公佈的，關於政府間氣候變動小組(IPCC)第5次評估報告第3工作組報告書中闡明，控制氣溫升高低於2°C不限於450ppm情景。也就是說持續控制氣溫升高低於2°C的可能性，濃度在500ppm情況下，不超濃度時的概率為50%-100%，即使超濃時也有33%-66%的概率。此外，實施適當措施為前提，如允許升溫限度不是2°C而是2.5°C的話，550ppm情景（21世紀內不

超過2.5°C的概率為65%-80%) 也可成為選項之一。技術進步+CCS情景，排放途徑屬於550ppm分類，累積排放量則屬於500ppm類別。

圖9 世界CO₂排放與450ppm、500ppm以及550ppm情景的排放浮動範圍



注: 包含因能源消費以外的 CO₂

出處: IPCC 第 5 次評價報告書(第 3 工作會議) · UNEP “The Emissions Gap Report 2013” 等加工製作

如死守450ppm的話，國際間磋商，主要國家間的協調都變得很困難。結果，反而使控制氣溫升高更難實現。採用500ppm情景或550ppm情景為早期達成國際協議，擺脫困境的上策。目前可考慮強化防災設施，採用適應高溫的農作物，同時推進BECCS,二氧化碳回收利用(CCU)，太空光伏發電技術的開發，花時間慢慢回到低於2°C的情景。作為現實的氣候變動對策，除450ppm情景以外還應考慮各種選項。

緩解，影響，適應是相互關聯的，應統籌規劃。緩解費用，氣候變動造成的費用，適應費用的最佳平衡，高效控制氣候變動使其危害最小化是大家的期盼。其實緩解費用，氣候變動的影響，適應費用的之間的相互關係並不明確，故不可能得出一個最佳評估。此3種費用，特別是對適應費用的研究急需加強，同時需盡最大努力對各國對策的可能性進行研究。