

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：開會)

智慧電網與綠色生產力高階管理論壇
**(Top Management Forum with Focus on Smart
Grids and Green Productivity)**

出國人 服務機關： 台灣電力公司
職 稱： 副處長
姓 名： 石吉亮 (898609)
出國地點： 韓國濟州島
出國期間： 104年11月16日至11月20日
報告日期： 104年12月16日
出國計畫： 104-085-1





出國報告審核表

出國報告名稱：參加「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇」

出國人姓名 (2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
石吉亮	副處長	台灣電力公司供電處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 _____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	

出國期間：104年11月16日至104年11月20日 報告繳交日期：104年12月16日

出國人員 自我審核	計畫主辦 機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.內容充實完備.
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5..建議具參考價值
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正,原因:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他 _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式:

報告人： 單位主管： 主管處主管： 副總經理：

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇(Top Management Forum with Focus on Smart Grids and Green Productivity)」

頁數 26 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

石吉亮/台灣電力公司/供電處/副處長/(02)2368-8916

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：104 年 11 月 16 日～20 日 出國地區：韓國

報告日期：104 年 12 月 16 日

分類號/目

關鍵詞：

亞洲生產力組織、APO、智慧電網

內容摘要：

亞洲生產力組織(Asian Productivity Organization, APO) 函請本公司參加於 104 年 11 月 17 日-19 日在韓國濟州島舉辦之「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇」。本次論壇旨在推廣 APO 目前在智慧電網能源管理技術的最新動態和發展趨勢，並鼓勵各會員國政府及電業在宏觀和微觀層面促進智慧電網之發展。

智慧電網與傳統電網運作模式截然不同，智慧電網係以智慧化方式結合電源、電網、消費端及城市活動等行為，運用廣泛分佈之分散型能源，便利客戶的參與並得到支持。

韓國政府已積極且雄心勃勃地將濟州島建立成為一個智慧電網試驗場域。該試驗場域將作為該國智慧電網技術商業化和產業出口的基礎。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

出國報告書審核表

出國報告提要

目錄

壹、緣起與出國任務	1
貳、出國行程表	1
參、「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇」議程.....	2
肆、心得與建議事項	4
什麼是智慧電網，為什麼它是必要的.....	4
日本再生能源和能源效率.....	6
韓國智慧電網政策.....	8
韓國能源效率管理.....	10
NEDO 在日本的智慧電網與智慧社區之進展	11
日本實現智慧城市之展望.....	14
夏威夷智慧電網的發展與政府角色.....	14
濟州島智慧電網與智慧電網研究中心.....	20
建議事項：.....	23
伍、附錄：	25

壹、緣起與出國任務

APO 屬亞洲區域政府間非營利及非政治性的國際組織，其目的主要係促進各會員國間的產、官、學、研等之合作交流，並提供研究發展、技術研討與管理服務等，藉以促進各會員國的經濟繁榮。APO 成立於 1961 年，我國是創始會員國之一，其秘書處設在日本東京，會員國現有中華民國、香港、日本、韓國、新加坡、菲律賓、印尼、印度、孟加拉、柬埔寨、斐濟、伊朗、寮國、馬來西亞、蒙古、尼泊爾、巴基斯坦、斯里蘭卡、泰國、越南等 20 個國家。各會員國皆是以該國的生產力機構(National Productivity Organization, NPO)代表參加，以共同促進與提升亞洲區域生產力。

APO 函請本公司推薦參加 104 年 11 月 17 日-19 日於韓國濟州島舉辦之「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇」。供電處兼負綜整本公司智慧電網推動事務，為能多了解亞洲區域智慧電網發展趨勢，奉莊副總經理核派供電處石吉亮副處長參加此次論壇。

貳、出國行程表

參加「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇」行程表

日期	訪問機構與研討會內容	地點
11 月 16 日	去程	台北→韓國金浦→韓國濟州島
11 月 17~19 日	參加「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇」	韓國濟州島
11 月 20 日	返程	韓國濟州島→台北

參、「智慧電網與綠色生產力高階管理論壇」議程

一、論壇時間：2015 年 11 月 16~20 日

二、論壇地點：韓國濟州島

三、論壇主席：洪淳直(Hong Soon Jick - KPC 會長)

四、論壇議程：

Day 1 : 17 November 2015, Tuesday	
Time	Agenda
08:30-09:00	Registration of Participants
09:00-10:00	Opening Ceremony <ul style="list-style-type: none">• Opening Remarks by Korea Productivity Center (KPC)• Welcome Remarks by Asian Productivity Organization (APO)• Introduction of Experts and Participants
10:00-10:30	Coffee Break
10:30-11:00	Introduction of APO activities and overall Program (APO)
11:00-12:30	Session 1 : What is Smart Grid and why it is necessary, Mr. Roose, Hawaii
12:30-14:00	Lunch Break
14:00-15:30	Session 2 : Renewables and energy efficiency in Japan, Mr. Takada, Japan
15:30-15:50	Coffee Break
15:50-17:20	Session 3 : Smart Grid Policy in ROK, Korea Electric Power Corporation(TBD)

Day 2 : 18 November 2015, Wednesday

Time	Agenda
08:30-10:00	Session 4 : NEDO's Smart Grid/Smart Community activities in Japan, Mr. Takada, Japan
10:00-10:20	Coffee Break
10:20-11:50	Session 5 : Smart-related development in Hawaii and role of Government, Mr. Roose, Hawaii
11:50-13:00	Lunch Break
13:00-14:30	Session 6 : Smart Grid Project in Jeju, Smart Grid Research Center in Jeju (TBD)
15:30-17:00	Site Visit : Smart Grid Center

Day 3 : 19 November 2015, Thursday

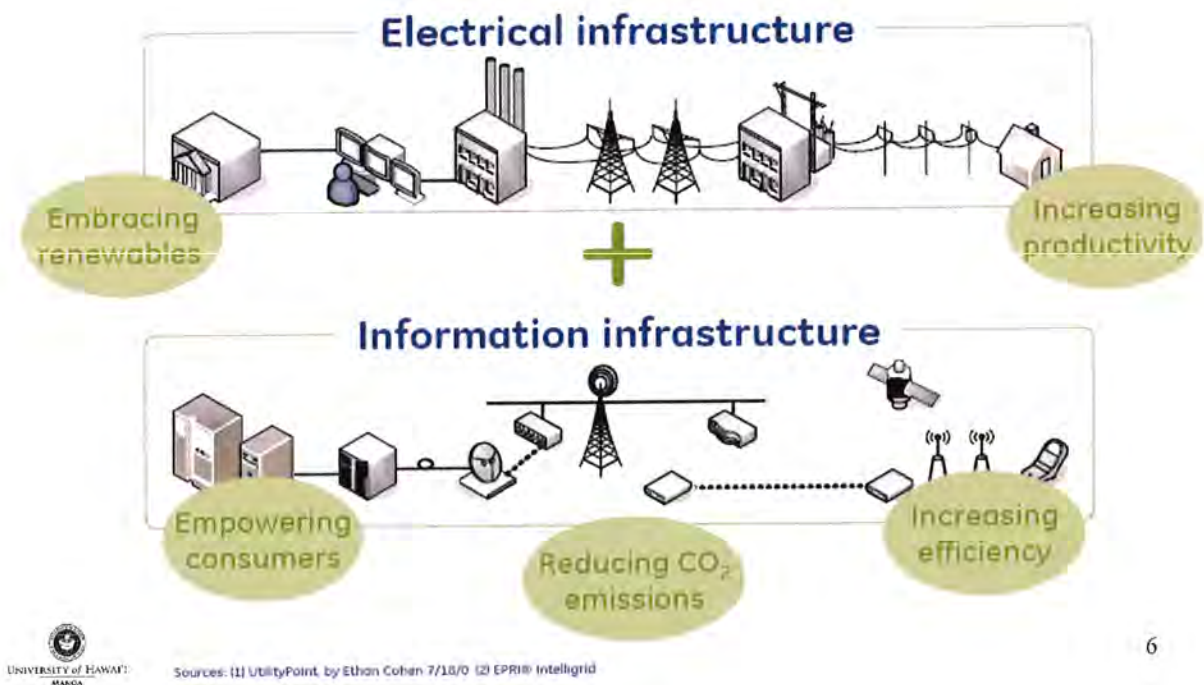
Time	Agenda
08:30-11:30	Group Discussion and Presentation
11:30-11:50	Coffee Break
11:50-13:30	Wrap-up, APO Certificates, Evaluation of program
13:30-15:00	Farewell lunch by APO

肆、心得與建議事項

本次論壇旨在推廣智慧電網的概念並鼓勵各會員國政府及電業在宏觀和微觀層面促進智慧電網之發展。議題共分六項，分別為：什麼是智慧電網，為什麼它是必要的、日本再生能源和能源效率、韓國智慧電網政策、NEDO 在日本的智慧電網與智慧社區之進展、夏威夷智慧電網的發展與政府的角色、濟州島智慧電網與智慧電網研究中心等。相關內容如下(圖表取材自論壇資料)：

什麼是智慧電網，為什麼它是必要的

智慧電網的基本概念是在傳統電網增加監測、分析、控制和通訊能力的進化電網系統，此先進的基礎設施和調度控制，提供所有資源與能源參與、整合管理成一個持續、可靠和符合經濟的能源供需系統(如圖一)。



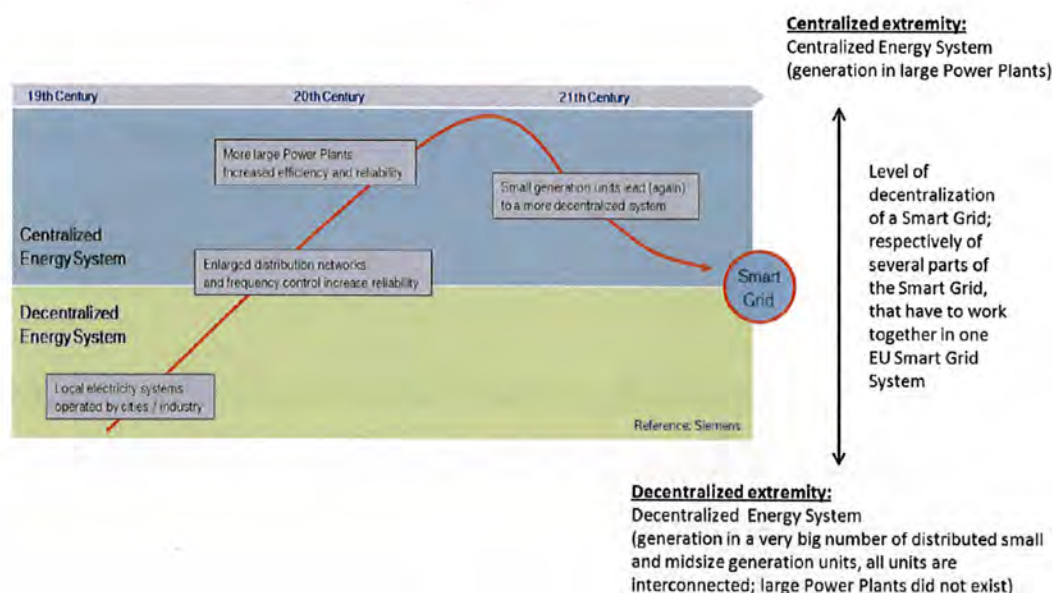
圖一 EPRI 智慧電網定義

電力是能源最普遍和最廣泛的使用形式，電力系統在應用上已有百年以上歷史。電力是現代化社會的基礎，其滿足工業、商業和住宅等方面不

斷增加的需求。但是，以往大多數發電所依賴的化石燃料，是目前環境二氧化碳排放的最大單一來源，其明顯影響地球氣候變化。為了滿足電力需求不斷增加但又兼顧減少二氧化碳排放以緩解氣候變化，我們需要的電力系統，必須轉變為符合持續、可靠、環保和經濟的方式來面對這些挑戰(如圖二)。

智慧電網必成為未來的世界主流，智慧電網具有需求響應能力，以幫助平衡電力消耗與供應，並發掘潛在的新技術將低碳能源納入電網，以提供更多的電力、滿足日益增長的需求並提高可靠性、供電品質及能源效率。智慧電網對環境的好處包括減少尖峰用電需求，整合更多的可再生能源資源，並減少二氧化碳和其他污染物排放。智慧電網它滿足四大電力需求：容量、可靠性、效率和可持續性。

The Power Grid is Changing



圖二 能源供應方式的改變

智慧電網不只是實用工具和技術，它也提供給消費者選擇能源使用的資訊和工具。智慧電網將使消費者參與一個前所未有的情境，例如，建置“智慧電表”，消費者將不再需要等待每月電費帳單才知道用了多少電，消費者可以擁有屬於自己的清晰和即時畫面，讓消費者看到自己用了多少

電，當消費者使用它並結合時間電價，這可讓消費者在電力費用最昂貴的時段減少電力使用，進而達到省錢目的。

智慧電網代表了一個前所未有的機會，將能源產業帶入可靠性、可用性和效率的新時代，這將有助於經濟和環境的友善發展。在此過渡期間，至關重要的檢測發展如技術改良、消費者教育、標準和法規的制定、資料訊息化項目之間的共享，以確保我們的智慧電網願景與利益實現。

日本再生能源和能源效率

2011年日本福島地震海嘯，造成核電廠巨大災變，日本政府下令停機檢查，將國內全部核電廠停止運轉，進入零核電狀態。但2012年5月，日本在缺電及龐大天然氣燃料費用支出的壓力下，日本政府再核准關西電力公司大飯（Ohi）核電廠重新啟動。至2013年9月，唯一在運轉的大飯核電廠再次停機檢修，日本又再度進入零核電時期。

日本國內核能機組供應日本大約30%的電力所需，核電廠停止運轉後，電力供應的缺口，都轉由燃煤、燃油、燃氣發電來供應，因此化石燃料發電由60%突升至90%。但是日本是缺乏自產能源的國家，約有84%的能源須仰賴進口，尤其是石油、煤炭、天然氣等幾乎全部依賴進口。進口能源的成本昂貴，使得電費漲幅高達20%，導致日本部分產業失去競爭力。

另一方面，京都議定書倡議「各國於2020年前需降低溫室氣體排放25%」，然而日本因零核電而大量使用傳統石化能源，導致2011年3月至2012年3月，溫室氣體排放量增加了17%。日本政府因此已考慮下修減碳目標由25%調為16%。因此，降低溫室氣體排放亦是日本能源政策考量的因素。安倍首相在2013年「輻射水污染」的記者說明會上表示，「日本在3年內，除了降低核電的占比外，還將全力加速發展再生能源及推動節碳政策」，顯現儘可能降低對核電依賴的再生能源與節能減碳，已成為日本能源政策的最大目標。

福島事件之後，一般日本民眾或企業對於「節能減碳」措施的配合度相當高，認為抱怨不如革新，高漲的電費，可以在減碳方面補償回來。有

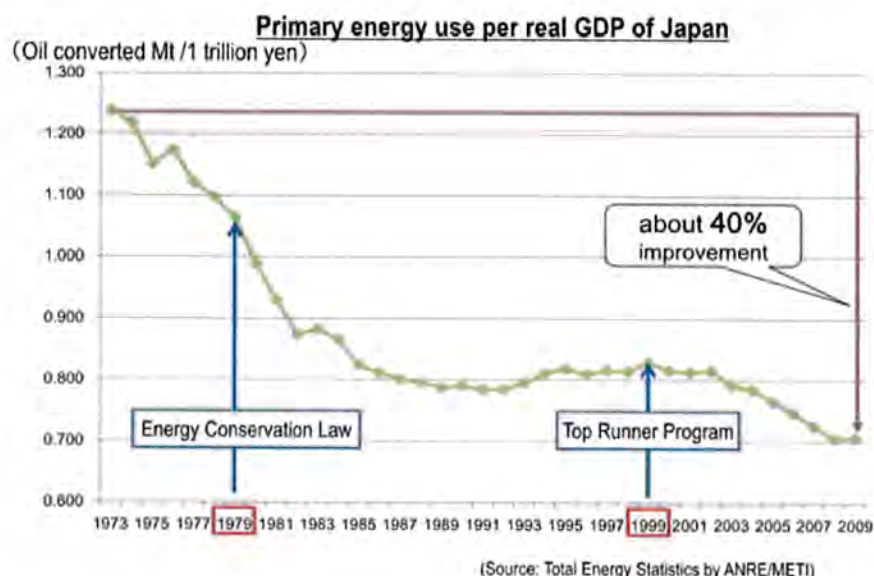
些日本網友也正面的相信電力不足反而是讓節能商機萌芽的時機。

提升能源效率是一個可同時解決各種能源政策目標的多贏策略，包括能源安全、氣候變化、競爭力、貿易平衡以及減少環境汙染等，為達到上述這些目標，一個國家的能源效率規劃須配合適當的策略，以有效落實節能減碳，日本自 1997 年以來，其能源效率提升約 40%(如圖三)。日本能效管理係由經濟貿易工業省 (METI) 依據日本能源基本法提出日本策略性能源計畫，其基本政策觀點為能源安全、環境保護及有效供給，隨後又加入以能源為基礎的經濟成長及能源工業結構的改造等新論點。

Improvement of Japan's Energy Efficiency



- Japan has improved its energy efficiency by about 40% since 1970s through continued efforts for energy conservation.
- The Energy Conservation Law was introduced in 1979, and The Top Runner Program started in 1999.



圖三 日本能源效率的提升

近年來，日本能源政策的主要目的在於穩定國內的能源供應安全以及因應全球氣候變遷。2007 年日本政府宣布「Cool Earth 50」倡議，以期在 2050 年前溫室氣體排放量減少至 1990 年的一半，並致力於 2020 年達成 25%之減量目標(相較 1990 年水平)以及在 2030 年能源效率提升 30%。促使現行 18%自我能源供給率及 26%自我製造化石能源供給率成長 2 倍，並使現行 38%能源自給率提高到 70%；提升零排放能源比率達 70%；住宅部門 CO₂ 排放減半；維持工業部門之效能在世界最高水準。

此外日本政府亦規劃制定新能源發展政策，其中在填補核電所帶來的

電力需求缺口，日本政府將推動用電節能措施，提高再生能源在電力供應組合的比例並實施再生能源固定價格收購(FIT)，以保能源安全和經濟成長並存(如圖四)。

Feed-in-Tariff scheme in Japan



Procurement price and period at July 2015- March 2016

Solar photovoltaic power generation	10 kW or more	10 kW or less	
Purchase price (excluding tax)	27 yen	33 yen	
Purchase period	20 years	10 years	

Wind power generation	20 kW or more	20 kW or less	Offshore wind power
Purchase price (excluding tax)	22 yen	55 yen	36 yen
Purchase period	20 years	20 years	20 years

Source: Adapted from data on Agency for Natural Resources and Energy web site

圖四 日本再生能源固定價格收購

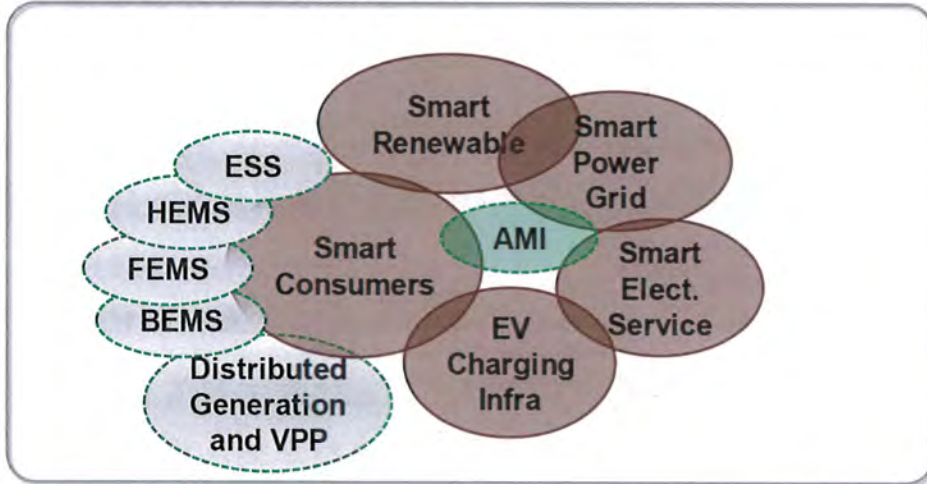
韓國智慧電網政策

韓國於 2009 年提出國家級的智慧型電網發展藍圖(如圖五)，以「建構智慧電網奠定低碳綠色成長基礎」為政策願景，該藍圖包括 5 項策略計畫：

- 一、智慧供電網 (Smart Power Grid)：發展重點在於使用電端與供電端電力資訊能雙向溝通，以及電力系統具備即時監控與自我防護能力。
- 二、智慧消費者 (Smart Consumer)：包括智慧電表的普及、新電價機制的建構及賦予消費者多樣化供電來源之選擇權。
- 三、智慧運輸系統 (Smart Transportation)：規劃重點在於建置電動車充電基礎建設與發展商業模式，南韓預計要在 2030 年前增設 27,000 處電動車充電服務場所。
- 四、智慧再生能源 (Smart Renewables)：發展重點為提升再生能源輸入大電網之穩定性、減少大電廠投資、發展儲能裝置，與發展商業化微電網。

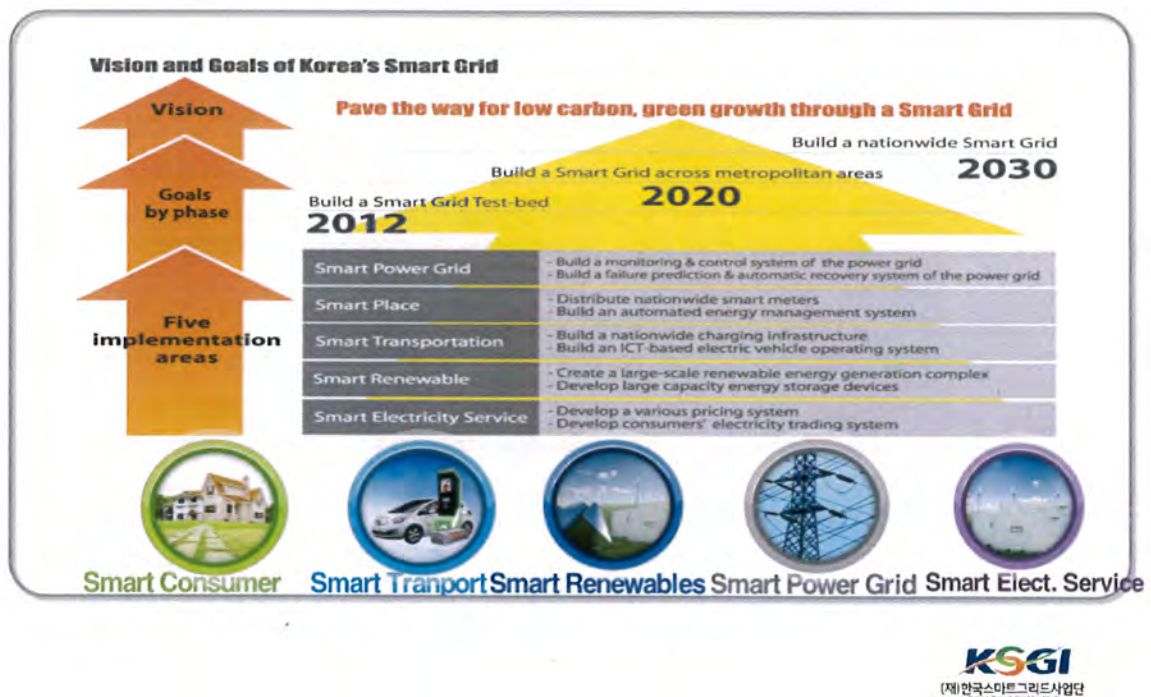
五、智慧電力服務 (Smart Electricity Service)：發展重點在於建構新的電力交易平台，同時發展因智慧電網而衍生出的新商機，並促進跨產業間之合作，以躋身全球重要智慧電網出口國。

Deployment Direction and Sectors



圖五：韓國智慧電網藍圖

韓國智慧電網佈建分三階段推動，第一階段（2010~2012年）為試驗階段，第二階段（2013~2020年）逐步推廣至涵蓋範圍較大之區域，第三階段（2021~2030年）完成智慧電網全國性佈建(如圖六)。



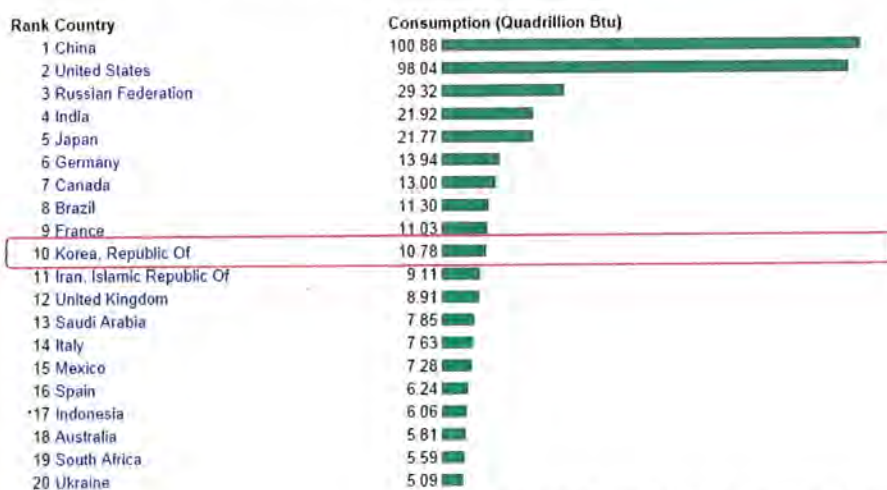
圖六：韓國智慧電網期程

韓國能源效率管理

韓國為全球第 10 大能源消費國(如圖七)，96%能源仰賴進口，其政府正推動綠色成長策略，而其綠色成長之能源政策包括：低耗能及低碳社會、無化石燃料社會、綠色能源工業化、能源自主及能源安全。各部門能效政策，分述如下：

- 一、工業部門：與高耗能產業協商能源及溫室氣體減量目標，並自 2007 年起實施能源查核；透過低利貸款或 ESCO 協助產業投資高能效設備。
- 二、交通部門：2006 年起提升新車平均油耗；新車、小巴士及小卡車設定新油耗基準及推動車輛能效標示制度；以稅賦減免及停車費打折誘因機制來推廣輕型車輛及油電混合車。
- 三、建築物：實施建築物能效認證；推動小規模 CHP 及區域暖氣系統；LED 照明 15/30 計畫，2015 年前建物照明更換為 LED 照明比率達 30%。
- 四、家電產品：推動能源標章、能效分級標示及產品容許耗用能源基準管制；透過獎勵優惠推廣高能效產品。韓國能源標章及能效分級標示推動以來，電冰箱整體能效提升 60%，冷氣機提升 21%，洗衣機提升 20%，成效良好。

- Ranked 10th in the world with energy-guzzling industry structure



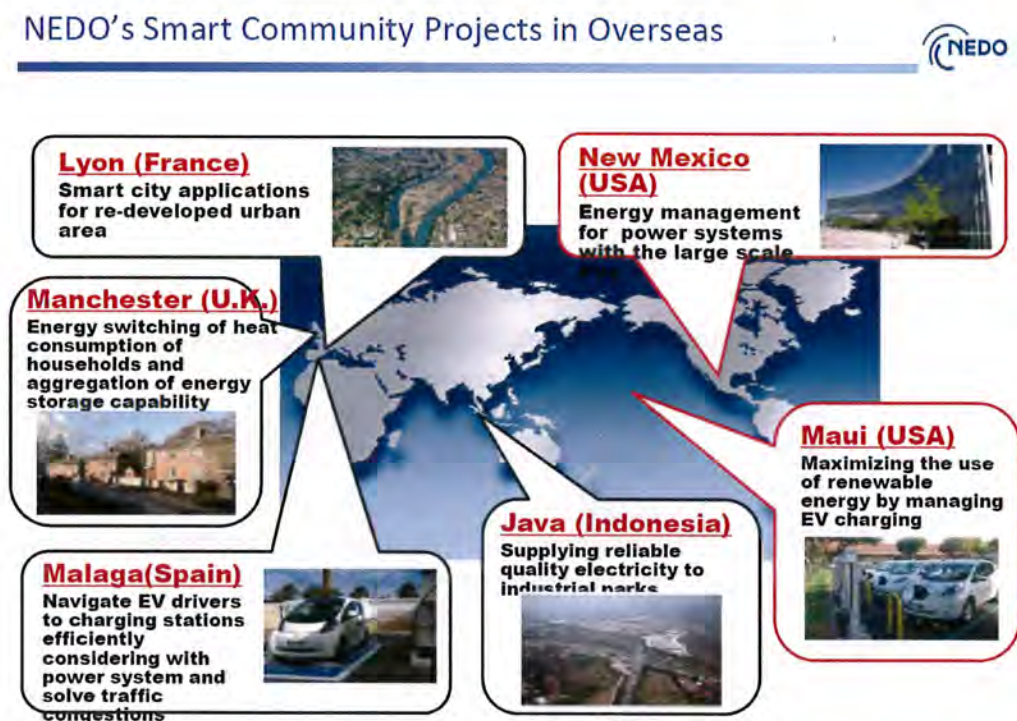
* Source: United States Energy Information Administration

圖七：全球能源消耗排名

NEDO 在日本的智慧電網與智慧社區之進展

日本智慧電網發展的主要領導者，包含：經濟產業省（METI）以及日本新能源與工業科技發展組織（NEDO）等兩大組織。經濟產業省主要負責日本境內的智慧電網示範系統建置，研究目標包含智慧家庭、能源管理系統、電動車、儲能系統等。NEDO 負責與國外相關研究組織合作，共同建置海外的智慧電網示範系統，海外建置地點包含美國、中國、法國、西班牙、英國，以及印尼等地(如圖八)。

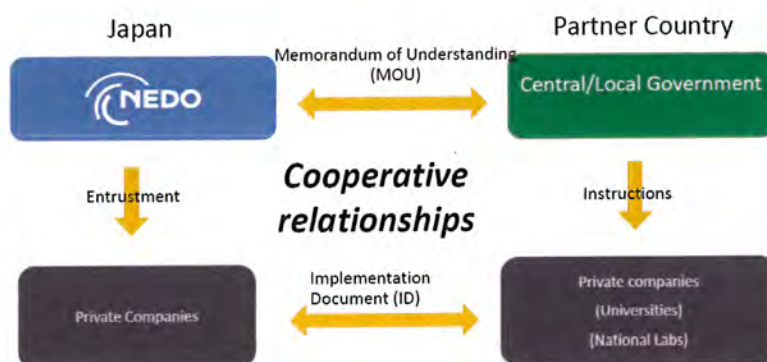
NEDO 是由日本官方以及民間集結資金、人力以及技術力組織而成，但是主要來自通產省，通產省中的資源能源廳、工業技術院以及基礎產業局共同管理。NEDO 本身並無研究人員，因此它是政府與民間企業間之中介機構，接受政府之委託或補助，委託民間企業或是技術研究組合作研發工作(如圖九)。目前的業務有 6 項事業，分別是：1. 新能源及省能源技術開發，2. 產業技術研發，3. 國際合作事業，4. 煤礦工業結構改善事業，5. 煤礦工業災害賠償事業，6. 酒精製造等(如圖十)。



圖八 NEDO 與國外共同建置海外的智慧電網示範系統

目前 NEDO 的業務中以新能源及省能源技術開發和產業技術開發為主，由於所從事的研發工作多屬基礎或是應用研究，而且多屬大型計畫，更具前瞻性，因此以由多家企業組成之研究組合來承接委託案件為多。NEDO 對於委辦案有 4 項責任，分別是審查委託計畫民間參予者的資格、監督委託案件之執行、管理及移轉委託研究計畫的成果、促進國際間產業科技之合作與交流。至於研發主題之決定大都由工業技術院指定而來，也有小部份是由通產省各廳各課對業者調查而來，或是來自 NEDO 本身之建議。

NEDO's role in Organizing a new project



圖九 NEDO 專案運作架構

NEDO's Technology Area

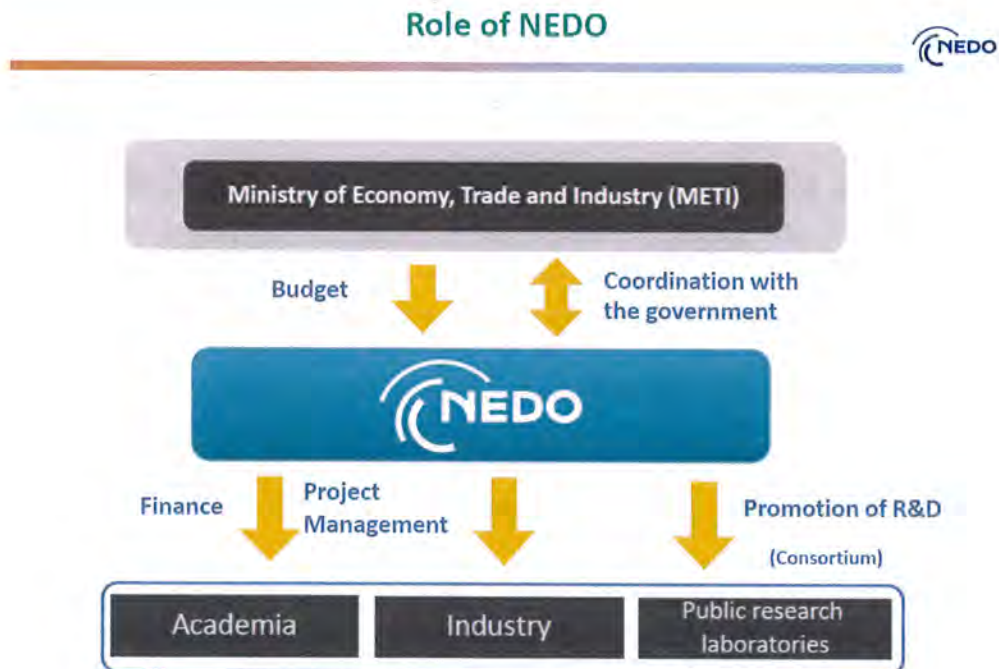


5

圖十 NEDO 技術領域

一般來說，NEDO 委託研發案件之執行方式有三種，分別是集中研究、各自研究以及折衷方式。集中方式大部份屬基礎研究，如原子、分子操作技術等，由參與企業各派人員集中在某一場地共同研究。各自研究則由參與企業或是團體依其專長各自研發其專長領域，再集結而成，屬於應用研究較多。至於折衷方式則有部份集中共同研發，部份各自研發。集中研發以在國立研究所內共同研發為多，因為是基礎技術而且也較需研發設備。

NEDO 是工業技術院非常重要的一個執行機構，凡有關新能源及省能源，產業技術研發均透過 NEDO 來執行，其中產業技術研發工作比重越來越大，所從事的產業技術研發包括基礎技術、應用技術、與大學共同研發，可行性調查，重要地域技術研發，創新型產業支援措施，智慧財產型創新研發，環保產業技術研發，研發成果實用化技術開發補助措施，培育研發技術人員等等。它的研發成果可以直接移轉給民間企業，也可以透過日本產業技術振興協會(JITA)來移轉(如圖十一)。



圖十一 NEDO 研發運作模式

日本實現智慧城市之展望

日本面臨能源缺乏、資源有限、人口少子高齡化等社會問題，如何提供低碳環保、資源無虞、社會安心、安全以及經濟負擔、醫療費減輕等是未來關鍵問題。從 311 福島核能事故發生後，大幅提高日本對於社會改變，能源供應等危機意識。對於能源依存度低之再生能源發展如太陽光電、風力發電等之期望增加。運用資訊通信技術及儲能技術能有效控制能源使用，提高再生能源的有效利用，以及提高能源的使用效率，智慧型電網系統是可解決方法之一種手段。要達到舒適之城市系統，不僅能源使用還包括交通運輸、醫療資訊、災害通報等，有必要進入智慧型的管理與控制。

智慧城市係一個舒適、安全與安心的社區利用資通技術(Information Communication Technology: ICT)，連結人民與社區，生活在一起，期望及早能實現。日本 NEDO 致力於推動智慧城市之發展，以技術發展示範計畫及提出適當建議，促進此期望被實現。

- (一)日本於 2014 年 4 月成立智慧社區聯盟(Japan Smart Community Alliance: JSCA)迄今共有會員 741 社區，包括政府機構、市府機構、大學、電力公司、研究單位、廠家等團體推動發展、標準化、建造藍圖、開發技術等工作。
- (二)日本與馬來西亞合作建置二個智慧社區實現綠色城市，日本參與之機構包括 NEC、NEDO、TOSHIBA、IBM、MEIDEN、三菱銀行等。
- (三)NEDO 將繼續扮演著政府與企業、製造業、電力公司、研究單位等機構之橋樑，推動智慧社區之實現。

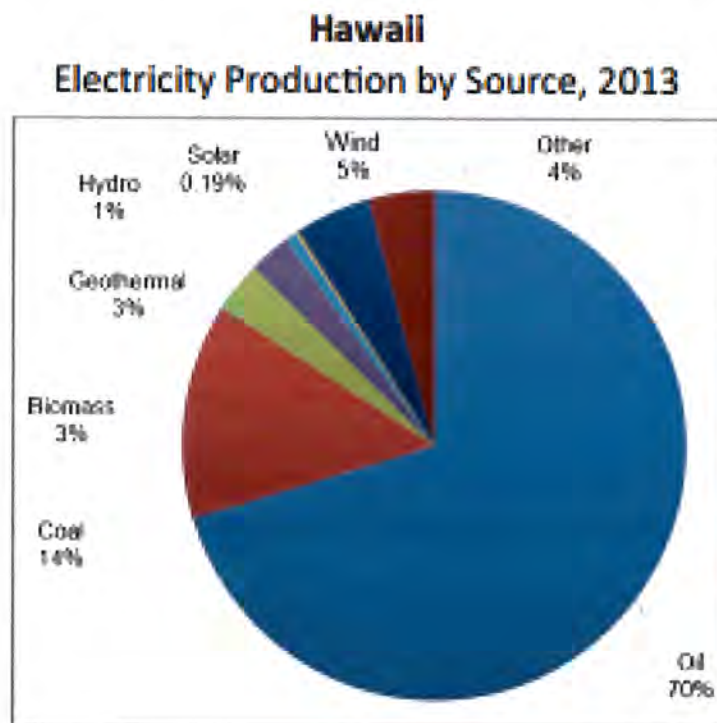
夏威夷智慧電網的發展與政府角色

根據國際能源總署(IEA)統計，石油占太平洋島國超過 95%能源使用量，依賴石油成為海島國家能源結構中最大的特徵。這些太平洋島國，不僅每年需花高額成本進口石油，當國際油價波動時，這些高度依賴石油的島國即為最大的受害者。在預期未來石油價格會繼續上漲的情況下，如何擺脫對石油的依賴，達成能源自主性，是這些太平洋島國致力達成的目標。

2012 年，開發中小島國家(Small Island Developing State)聯合發表巴貝

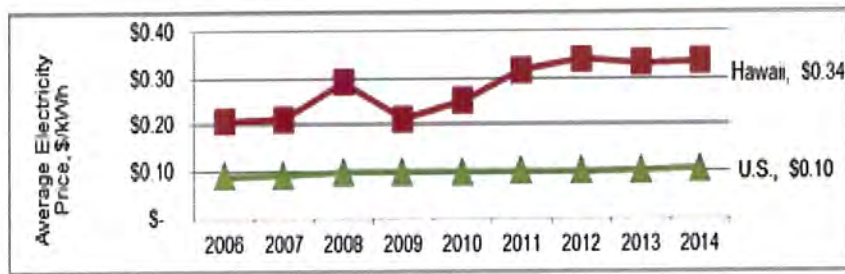
多宣言(Barbados Declaration)，宣誓擺脫石油依賴與發展再生能源在保護環境與消除貧窮上有其重要性，其中 20 個島國領袖更發表各國發展再生能源的目標與承諾。以下將介紹夏威夷能源轉型的過程。

夏威夷，總人口 140 萬，共有 6 個大島，為全美最依賴石油的一個州。夏威夷自 1898 年加入美國後便是重度依賴石油的地方，全島 90% 的能源供應來自於石油進口，供應夏威夷地面運輸、航空、發電之所需。夏威夷的能源環境與台灣有諸多相似的地方，因為同樣為海島、電網孤立、自產能源比例低、大量依賴進口能源。發電上則大量依賴化石燃料，石油與煤占總發電量 84%(圖十二)，導致夏威夷州人民需付出平均全美三倍的電價(0.34 美金/度)，居全美各州之冠。(圖十三)



圖十二 夏威夷各能源發電占比(2013)

Source: Hawaii Energy Facts & Figures(2015)

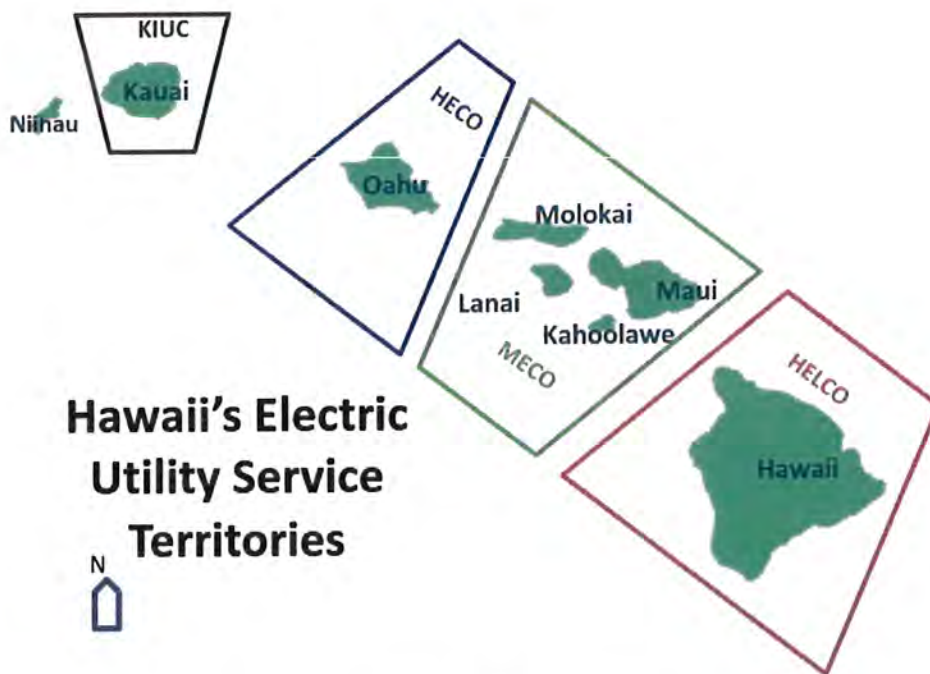


Hawaii's electricity prices are three times higher than the U.S. average.²³

圖十三 夏威夷電價與美國平均電價比較

Source: Hawaii Energy Facts & Figures(2015)

與台灣不同的是，夏威夷為電力自由化市場，電力建設與計劃由夏威夷公共事業委員會(Hawaii Public Utilities Commission)管理，夏威夷發電與輸配電業務由數家電力公司經營。夏威夷電力公司 (Hawaiian Electric Company)及其附屬公司(Hawaiian Electric light、Maui Electric)，與考艾島電力實業(Kauai Island Utility Cooperative)，彼此競合夏威夷州六個島的輸配電業務。(圖十四)



圖十四 夏威夷各電力公司服務分布

Source: Hawaii Energy Facts & Figures(2015)

先天不良的能源環境，讓夏威夷更積極地思考如何發展能源轉型。夏威夷擁有豐富的地熱、風力、太陽能、海洋能資源，極具潛力發展再生能源，且高電價使得夏威夷居民節能意願極高，夏威夷於 2008 年時提出更具野心的計畫-夏威夷潔淨能源方案(Hawaii Clean Energy Initiative)，透過再生能源發展與節能效率提升，目標 2030 年前達到潔淨能源 70%目標。

HCEI 70%的目標包含兩大層面：

- 一、節流：電力消耗量減少 30%。
- 二、開源：提升再生能源發電比例至 40%。

夏威夷以多元化的方式發展再生能源，而其中有些項目是原先在夏威夷便已有突出的發展，如地熱發電與生物能發電，夏威夷地熱資源豐富易取得，發電成本比燃油火力發電更低；而生物能的發展與夏威夷逐漸落寞的甘蔗種植有關，夏威夷政府鼓勵將荒廢的甘蔗園重新利用，種植甘蔗提煉生質酒精。另外，興盛的觀光產業所帶來的廢棄物發電也較早成為能源的一部份。除此之外，此兩種發電方式的容量因數高於 80%(表一)且較為穩定，因此可做為取代石油的基載電力。

再生能源項目	容量因數
生質能	80%
風能(歐胡島、夏威夷島、考艾島)	35%
風能(拉奈島、莫洛卡島)	40%
風能(Maui)	45%
地熱	96%
水力	44%
太陽能(屋頂式)	23%
太陽能(集中式)	24%
海洋能	35%

表一 夏威夷各再生能源容量因數

Source: Hawaii Energy Facts & Figures(2015)

風力、太陽能是近年成長最快速的領域，從 2008 年開始發展至今，已成為夏威夷最重要的再生能源來源，兩者合占總再生能源 54%。良好的自然條件與政策配套是太陽能與風力能在夏威夷快速成長的主因。夏威夷四面環海，位於信風帶，穩定且強勁的信風使風機平均容量因數可達 40%，熱帶氣候也使夏威夷有相對優良的太陽能發電環境。政策配合更是太陽能與風力發展的重要因素。除了高電價使分散式再生能源裝置具有價格上的競爭力外，其他相關政策如下：

一、 租稅優惠

除了美國聯邦政府提供家戶 30% 的太陽能裝置補助，夏威夷政府更對裝置提供 35% 的租稅減免，使一般家戶更負擔得起太陽能裝置費用。

二、 再生能源躉購制度(Feed-in Tariffs)

夏威夷自 2010 年起實施再生能源躉購制度，向個別再生能源發電戶提供 20 年固定價格的電力收購方案。目前全州所有計畫共收購 99MW 的電力。

三、 淨計量電價(Net Energy Metering)

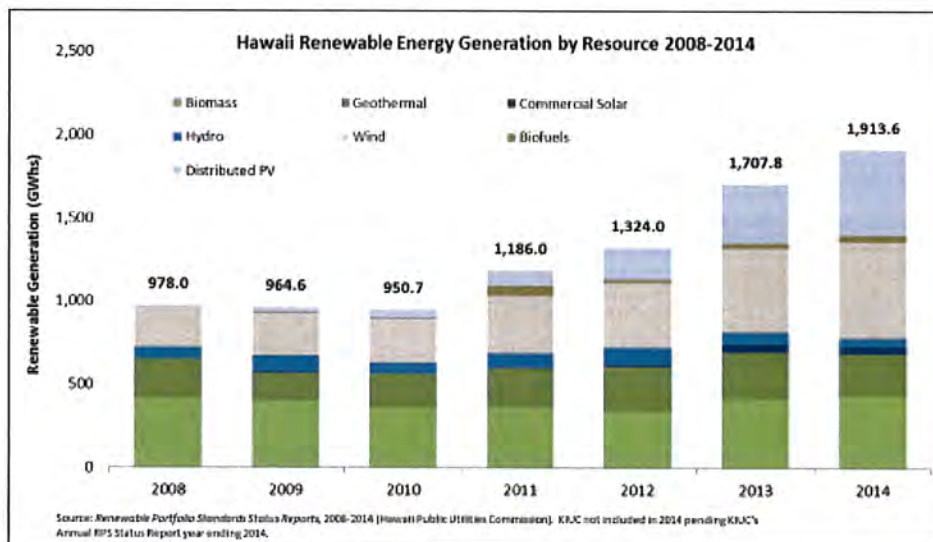
淨計量電價是指擁有再生能源裝置的消費者，可以於電費中扣除再生能源裝置向電網輸送的電力份額，若產生的電力超過實際使用量則可累計至下個月的帳單中。夏威夷 10% 擁有分散式發電系統的家戶採用此計價方式。

在相關制度配合下，風力與太陽能發電發展迅速，人民普遍樂意於居家屋頂安裝太陽能板，太陽能成為夏威夷再生能源成長最快的領域。自從 HCEI 通過以來，全島建設超過 40,000 部太陽能發電裝置，裝置容量從 2008 年 15MW 成長到 2013 年達 313MW(圖十五)，而太陽能裝置建設也成為夏威夷重要投資項目，創造了一年 4 億 7 千萬美金的產值。目前，夏威夷超過 10% 的家庭裝有太陽能板，夏威夷也成為全美人均太陽能裝置數最高的州。

太陽能裝置的普及使得分散式能源系統隨之發展起來，配合再生能源廠商的壓力，使夏威夷智慧電網建設工程加速。2013 年，夏威夷通過「電網現代化法」(Grid Modernization Act)， 明定「任何個人或生產單位皆有

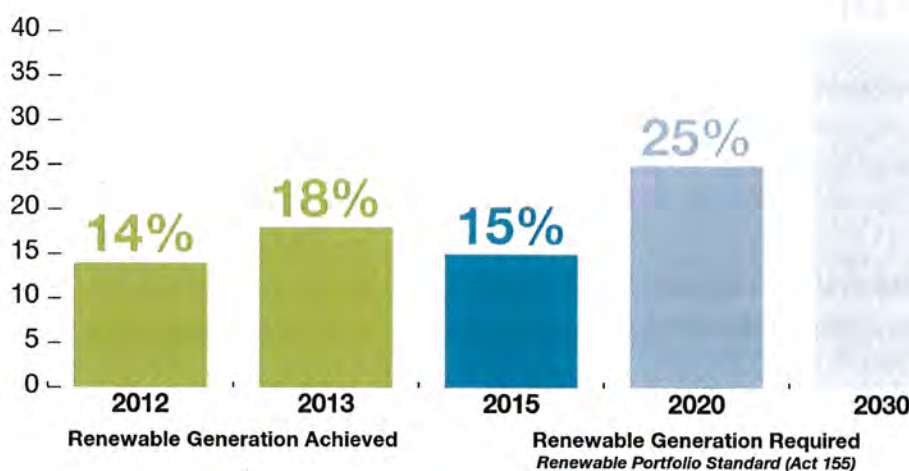
權利安全、穩定，且為價格合理，又即時地與夏威夷電力相連的系統」。另外，為使各島再生能源資源互補，州政府也計劃建跨島海底電纜，使各島電力資源互通。

在近年的努力下，夏威夷於 2014 年達成 18% 再生能源占比，減少 15.7% 的能源消耗，提前完成 2015 年達成 15% 再生能源的目標(圖十六)。



圖十五 夏威夷 2008-2014 再生能源成長圖
Source: Hawaii Energy Annual Report 2015

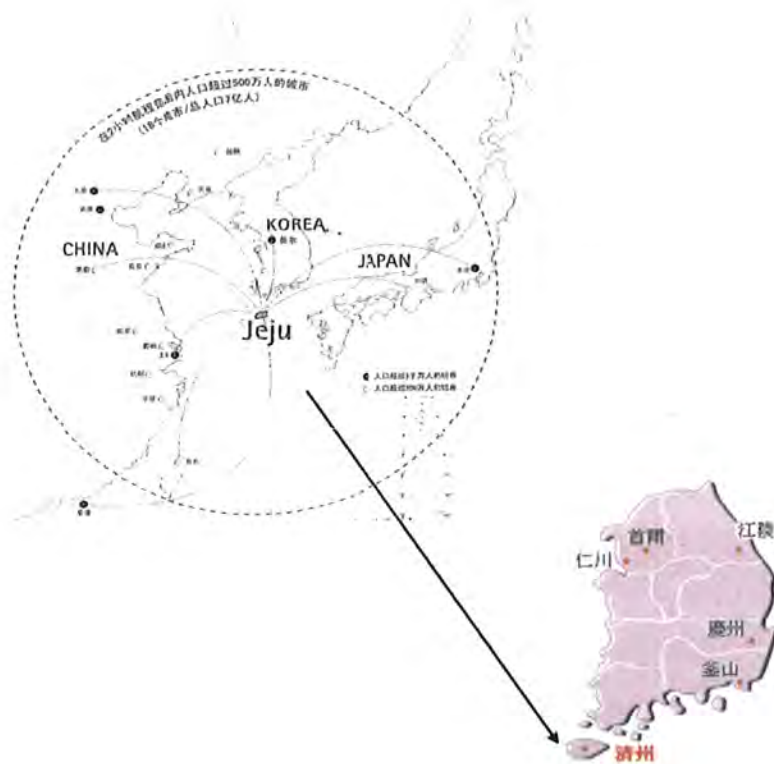
Renewable Generation for Hawaiian Electric Companies – Current Generation Achieved and Generation Required



圖十六 夏威夷 HCEI 各年度再生能源目標&實際值
Source: HECO 2013 Clean Energy Update

但是，夏威夷並不因此而自滿。電力僅占夏威夷 1/3 的石油消耗量，占石油消耗量更大比例在於夏威夷的交通運輸，包括往來頻繁的航空部門及地面運輸部門。由於 HCEI 進展迅速，2014 年夏威夷能源局正式宣布進入「HCEI 2.0」階段，將更著重在交通部門的石油消耗量減少及新能源研發。電動車、海洋能、節能建築、電網智慧化為這個階段的首要發展項目。從夏威夷電力公司近期提交給夏威夷公共事業委員會的目標可看出其龐大的野心：2030 年前，夏威夷要達到再生能源占比 65%，及電費減少 20% 的目標。

濟州島智慧電網與智慧電網研究中心

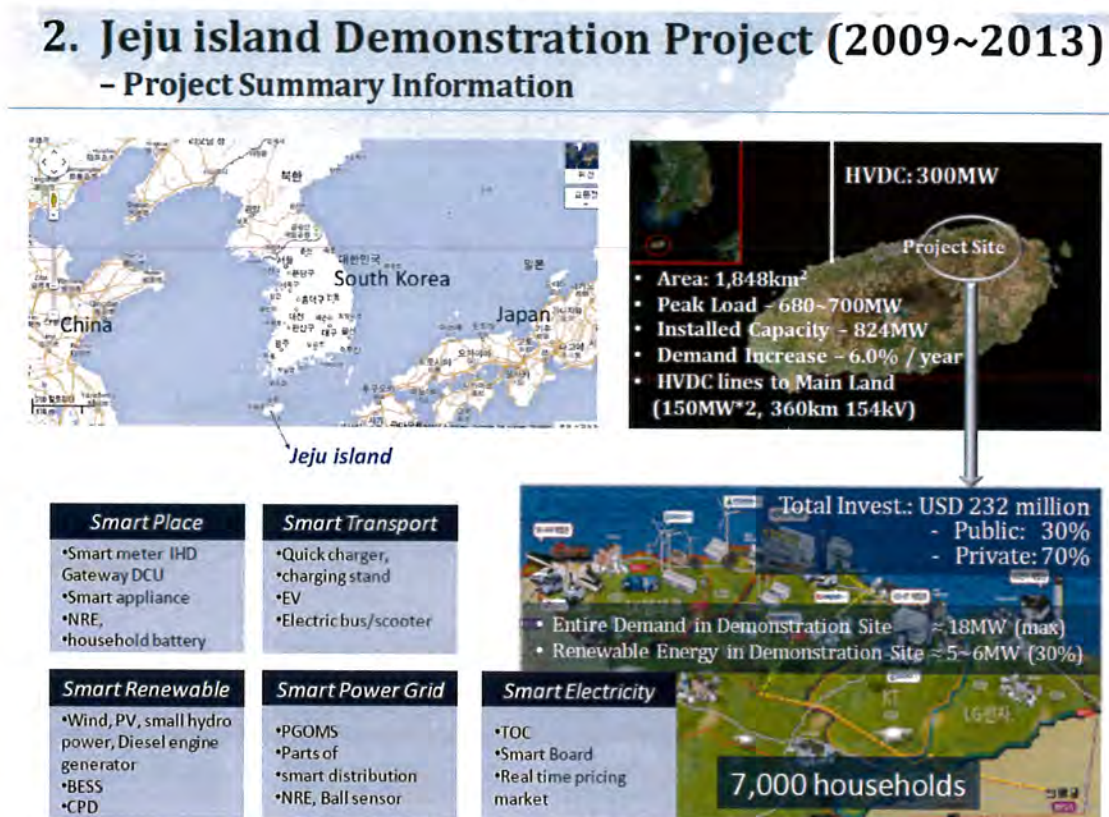


圖十七 濟州島位置圖

Source: Jeju Internation Free City Development Center

濟州島（圖十七）中央以海拔 1,950 公尺的死火山漢拏山為中心，是南韓的最高山嶽，四周分佈著 368 座休眠火山和海岸地帶的瀑布、龐大的柱狀玄武岩群，其地質是由堆積岩層、玄武岩、火山暗流及因火山活動而形成的火山碎屑岩等構成，屬於典型的熔岩洞窟地形。

智慧型電網為整合發電、輸電、配電及用戶的先進電網系統，其兼具自動化及資訊化的優勢，具備自我監視、診斷及修復等功能，提供具高可靠度、高品質、高效率及潔淨之電力，以滿足未來先進能源政策發展方向。南韓在總統李明博的大力倡導下，在濟州島開展著大規模的智慧電網實驗（如圖十八）。

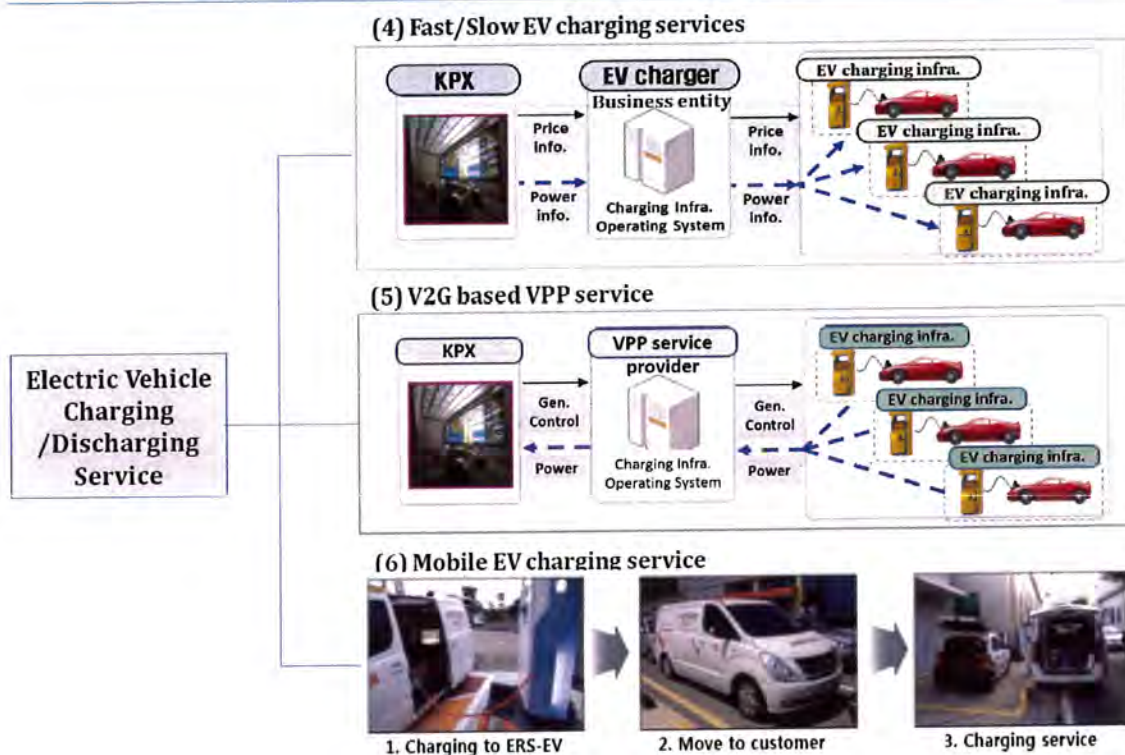


圖十八濟州島智慧電網實驗

南韓政府在濟州島設置 4 座大型風力發電廠，其中在東北方舊左邑地區，選擇 6,000 戶獨棟住宅及公寓構建智慧電網，除了電力業者外，並吸引包含 IT 大廠（如 LG 電子）、重工業者（如現代重工）及電信業者（如 SK 電信）等各類型企業共 168 家參與投資，從 2009 年開起舊左邑地區成為南韓唯一的環保能源示範區。智慧電網示範計畫，期程為 2009 年 12 月至 2013 年 5 月，其中 2009 年 12 月至 2011 年 5 月

前建置基礎建設，2011 年 6 月至 2013 年 5 月整合營運模式。預計投入預算約 200 萬美元（其中民間企業投資 170 萬美元）。透過在濟州島東北部建設智慧電網的測試，民眾可以實際體驗低碳和綠色生活，感受智慧電網所提供之各種低碳和綠色生活之服務與便利性，並大力支持政府所推動之計畫。以電動車的服務和能源管理系統為例，目前濟洲島設有 59 個電動車充電站，駕駛人只要使用 SMART CARD，就可以在充電站充飽電動車電力。一般慢速充電需要 4 個半小時，如果是快速充電，只需要 15 分鐘就可以充飽，費用只要一般汽油價格的 17%(圖十九)。

2. Jeju island Demonstration Project (2009~2013) - Business Models (2)



圖十九濟州島電動車商業模式實驗

另外為了推動與宣傳智慧電網，濟洲自治道政府同時興建一座智慧電網資訊中心(圖二十)，未來進一步透過與其他產業結合(如觀光、電動車、家電等)，讓南韓及世界各國民眾均能到濟州島來體驗智慧電網所帶來之便利，促使濟洲島成為一個低碳產業與觀光結合的特殊區域經濟發展區。依據南韓知識經濟部初步估算，若順利於 2030 年完成智慧電網佈建，預估將減少 2.3 億噸溫室氣體排放、每年平均創造 5 萬個就業機會，以及

在佈建過程中將累計創造約 2 兆新台幣之國內需求規模等直接效益；而在間接效益部分，主要包含能源效率提升及減少建置大型電廠等部分所帶來之效益，隨能源使用效率提升，將可減少能源進口，同時可節省大型電廠投資費用。南韓政府將透過詳實記錄設備的操作性能、民眾反應意見等，研究解決未來商業化過程中的各項課題。因此，目前濟州島實驗計畫的成果，將對於南韓智慧電網產業的未來有非常重要的試驗意義。



圖二十 濟州島智慧電網資訊中心

建議事項：

我國目前亦正推動智慧電網，以作為建構未來智慧電網之基礎。韓國亦已啟動智慧電網計畫，韓國經驗可供我國參考借鏡之處，歸納如下：

一、政策明確有利廠商投入

韓國由政府領頭，整合產官學研各方意見，快速提出明確且具系統性的國家級智慧電網發展計畫。因智慧電網係牽涉國家建設之新興產業，政策的明確制定使廠商有意願積極快速投入相關領域之技術開發與市場布局。

二、試點計畫之快速規劃與執行

電網升級牽涉供電穩定與安全，須經由縝密之規劃與測試才能逐步進行大規模佈建，能及早於適當之地點進行示範點測試，不但有利於廠商從中吸取經驗，也能將相關技術與解決方案技轉至其他國家，以創造市場。

三、獎勵政策

世界各國在能源效率管理上均以獎勵優惠作為其主要政策工具。日本規劃於 2020 年前提升次世代新車銷售量達到整體新車銷售之 50%，2030 年前更進一步達到 70%。韓國針對新車、小巴士及小卡車設定新油耗基準及推動車輛分級標示，並以稅賦減免及停車費打折誘因機制，來推廣輕型車輛及油電混合車。上述做法相當值得我國注意探討與持續關注，並可作為我國推動能源效率管理之參考。

伍、附錄：

參加成員名單：

No.	Name	filiation	Country
1	Mr. Md. Shahid Sarwar	Dhaka Electric Supply Company Limited (DESCO)	Bangladesh
2	Mr. Md. Zillur Rahman	Power Division	Bangladesh
3	Mr. Nimol Por	Ministry of Mines and Energy	Cambodia
4	Mr. Toch Sovanna	Ministry of Mines and Energy	Cambodia
5	Mr. Chi-Liang Shih	Taiwan Power Company	China, Republic of
6	Mr. Chun-Li Lee	Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs	China, Republic of
7	Mr. Kuo-Chen Li	Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs	China, Republic of
8	Mr. Jitendra Vishnu Kumar	Fiji Electricity Authority	Fiji
9	Mr. Karuppanna Gounder Kuppusamy	Tamil Nadu News Print	India
10	Mr. Romadhoni Sigit Prakoso	PT. Indonesia Power	Indonesia
11	Mr. Hadi Modagheh	Iran Energy Efficiency Organization	IR Iran
12	Mr. Chantho Milattanapheng	Ministry of Energy and Mine	Lao PDR
13	Mr. Asdirhyme Bin Abdul Rasib	Ministry of Energy, Green Technology & Water Malaysia	Malaysia
14	Mr. Mohd Haizad Bin Hussain	Matrix Power Network Sdn Bhd	Malaysia
15	Mr. Mohd Isa Bin Mohd Nafidah	Perbadanan Usahawan Nasional Berhad	Malaysia

16	Mr. Davaajav Vanchig	Darkhan Thermal Power Plant Joint Stock Company	Mongolia
17	Mr. Rajendra Malla	Nepal Chamber of Commerce	Nepal
18	Mr. Shyam Prasad Giri	Federation of Nepal Cottage and Small Industries (FNCSI)	Nepal
19	Mr. Julie-Anne C. Sernal	Philippine Department of Energy	Philippines
20	Mr. Redi Allan Bacuno Remoroza	National Grid Corporation of the Philippine	Philippines
21	Mr. Sunil Senarathna Kahanda	Ceylon Electricity Board	Sri Lanka
22	Mr. Yamuna Malkanthi Samarasinghe	Ceylon Electricity Board	Sri Lanka
23	Mr. Pantong Thinsatit	Provincial Electricity Authority (PEA)	Thailand
24	Mr. Nguyen Phuoc Quy Hai	Southern Power Corporation	Vietnam