

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

夏威夷潔淨能源及低碳產業發展 與推動成果考察報告

服務機關：行政院經濟建設委員會等

出國人員：黃萬翔副主任委員等 13 人

派赴國家：美國

出國期間：101 年 11 月 11 日至 11 月 17 日

報告日期：102 年 1 月

摘 要

美國能源部與夏威夷州政府於 2008 年 1 月 28 日簽署「夏威夷潔淨能源倡議」(Hawaii Clean Energy Initiative) 備忘錄，選定夏威夷州為示範州，目標為至 2030 年夏威夷州有 70% 以上的能源將由太陽能、風力、海洋能、地熱與生質能等再生能源供應，其中 30% 透過能源效率的提升、40% 來自當地產生的再生能源。

在夏威夷的能源政策之一是將公用事業公司的收入與波動的銷售價格分離，透過經濟誘因之提供，鼓勵電力公司增加再生能源的生產；另一個重要的政策方向是促進公共和民營部門的合作夥伴關係，由政府資助許多再生能源發展的成本。這樣的政策可吸引資金到夏威夷，對再生能源的生產商而言，透過長期購電的協議提供有保證的收入，同時藉此獲得低利率的長期性融資。

本次考察透過駐檀香山台北經濟文化辦事處的安排，分別請商業廳能源處介紹夏威夷潔淨能源及電動車之最新發展、Ormat 技術公司介紹地熱發電、夏威夷自然能源實驗室 (NELHA) 介紹海洋能源發電、太平洋生物柴油公司介紹最先進生質柴油工廠之運作及效益、Cellana 生物石油公司介紹微藻生質能源、Porton Onsite 公司介紹氫氣發電計畫等，此行收穫非常豐碩，足為我國未來發展潔淨能源之借鏡。

目 錄

第一章 前言	1
一、考察緣起與目的.....	1
二、參加人員.....	3
三、行程.....	4
第二章 夏威夷州簡介	5
一、地理位置.....	5
二、地形地質.....	6
三、經濟產業.....	7
第三章 夏威夷潔淨能源的最新發展	8
一、夏威夷的能源概況.....	11
二、夏威夷潔淨能源措施.....	13
三、夏威夷再生能源的未來發展.....	16
四、夏威夷潔淨能源創新的未來.....	17
第四章 夏威夷潔淨能源的實驗場域	19
一、地熱發電.....	19
二、海洋能源發電.....	20
三、生質能源.....	23
四、微藻生質能源.....	24
第五章 夏威夷的綠色運輸工具	27
一、電動車.....	27
二、氫氣車充電站.....	32

第六章 夏威夷環保建築與文化觀光.....	36
一、環保旅館.....	36
二、文化觀光.....	40
第七章 心得與建議.....	43
一、心得.....	43
二、建議.....	46
外館駐地新聞.....	51
誌謝.....	52

圖 次

圖 1	本團與駐檀香山台北經濟文化辦事處朱總領事為正等人合影	3
圖 2	夏威夷群島圖	5
圖 3	夏威夷大島 Mauna Kea 火山	6
圖 4	夏威夷豆或稱火山豆 (Macadamia nuts)	7
圖 5	夏威夷威基基海灘 (Waikiki Beach)	7
圖 6	副州長 Brian Schatz 向本團說明夏威夷潔淨能源之發展情形	9
圖 7	黃副主委、楊縣長、盧秘書長與副州長 Brian Schatz 合影	9
圖 8	能源處處長 Mark Glick 向本團說明夏威夷潔淨能源的最新發展	10
圖 9	本團團長黃副主委介紹台灣智慧能源城市發展情形	10
圖 10	夏威夷發電方式比例	11
圖 11	夏威夷交通運輸能源供應比例	11
圖 12	夏威夷與美國本土之汽油價格比較	12
圖 13	夏威夷的電價高於美國本土平均水準 3 倍以上	12
圖 14	夏威夷各島用電需求與再生能源潛力	13
圖 15	夏威夷再生能源歷年發展	14
圖 16	夏威夷油電混合及電動汽車擁有量	14
圖 17	夏威夷電動汽車充電站分布情形	14
圖 18	夏威夷電動汽車充電站各島分布圖	15

圖 19 夏威夷綠色就業機會	15
圖 20 夏威夷太陽能設備占建築支出的比率逐年上升.....	16
圖 21 夏威夷政府打算到 2030 年將實現 40%的電力來自再生能源的目標	16
圖 22 夏威夷各島間之距離與深度（評估設置海底電纜）	17
圖 23 夏威夷是一處作為測試潔淨能源新技術的最佳場所.....	18
圖 24 二元循環處理的發電方法.....	20
圖 25 夏威夷自然能源實驗室（NELHA）	21
圖 26 NELHA 具備離岸最陡斜坡等深線的優越地理條件	21
圖 27 全球海洋溫差發電潛力分布圖.....	22
圖 28 NELHA 工作人員向本團說明海洋溫差發電原理	22
圖 29 大島生質能源工廠.....	23
圖 30 生質燃料.....	23
圖 31 太平洋生物柴油公司經理 Jenna Long 介紹生質燃料處理流程.....	24
圖 32 應用海洋微藻所製成的產品	25
圖 33 海洋微藻繁殖池.....	25
圖 34 海洋微藻實驗室	25
圖 35 Cellana 生物石油公司白博士向本團說明微藻生質能源	26
圖 36 本團與夏威夷眾議院議長 Calvin Say 及參議院副議長 Donna Kim 交換 意見	27

圖 37 黃副主委與眾議院院長 Calvin Say 合影	27
圖 38 夏威夷議會停車場充電設施	29
圖 39 充電計費模式以信用卡方式計費	29
圖 40 停車場設置電動汽車充電站	30
圖 41 夏威夷媒體 Star Advertiser 報導本團參訪電動車	31
圖 42 利用太陽能及風力等再生能源產製氫能	32
圖 43 儲氫與儲能的範例	33
圖 44 Ford 車廠所開發的氫燃料電池車	34
圖 45 Porton Onsite 公司於珍珠港內設置之氫氣加氣站	34
圖 46 氫燃料儲存設備	35
圖 47 Kahala Hotel & Resort	36
圖 48 Kahala Hotel 之經理進行解說	39
圖 49 旅館內部的垃圾壓縮裝置	39
圖 50 資源物回收專區	39
圖 51 廚房廢油回收專區	39
圖 52 旅館內自設的迷你花園	39
圖 53 以地下水作為冷卻水的空調冷卻系統	39
圖 54 冷卻系統之排水經過跌水作用增加水中含氧量	39
圖 55 冷卻系統之排水作為旅館內海豚區用水來源	39

圖 56 玻里尼西亞大三角地域.....	40
圖 57 玻里尼西亞文化中心建築意象.....	41
圖 58 玻里尼西亞文化中心園區地圖.....	42

表 次

表 1	考察行程表	4
表 2	夏威夷與其他國家智慧電網合作專案	18
表 3	夏威夷商用電動車站分類等級	30

第一章 前言

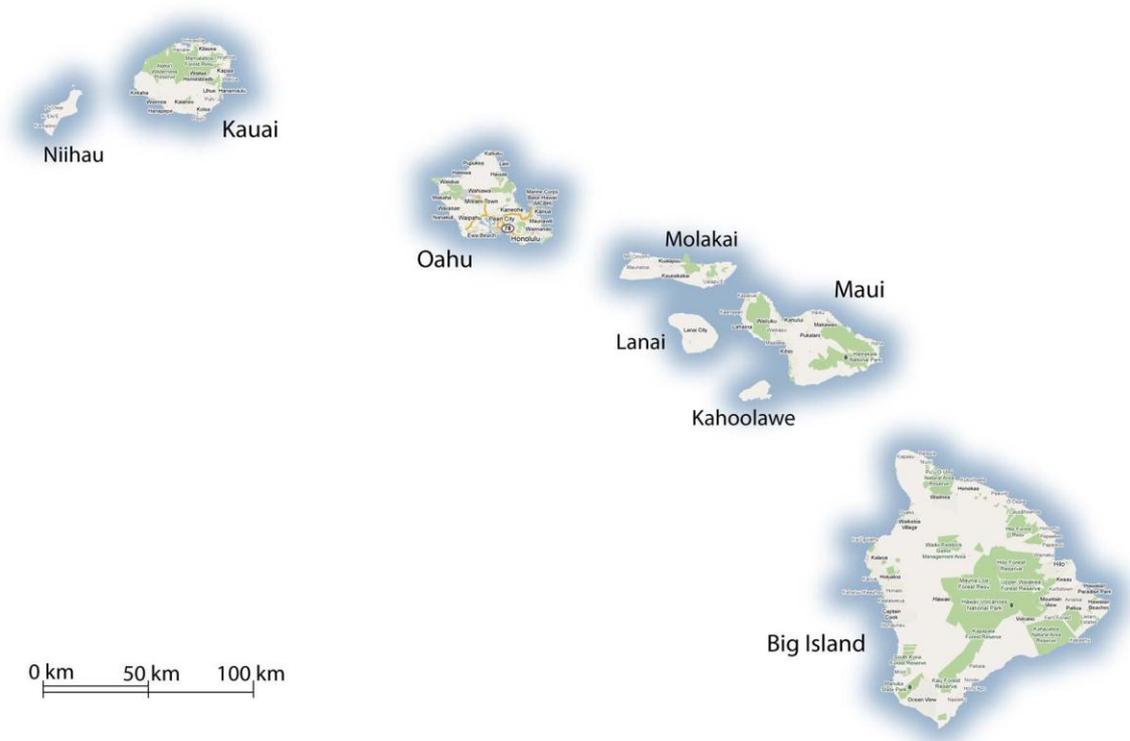
一、考察緣起與目的

為推動離島永續發展並加強島嶼間政策、技術及資訊等合作交流，本次離島業務考察以綠色能源、低碳觀光等產業發展為重點，期能作為我國離島發展低碳示範建設之參考。

經查美國能源部與夏威夷州政府於 2008 年 1 月 28 日簽署「夏威夷潔淨能源倡議」(Hawaii Clean Energy Initiative) 備忘錄，選定夏威夷州為示範州，目標為至 2030 年夏威夷州有 70% 以上的能源將由太陽能、風力、海洋能、地熱與生質能等再生能源供應。夏威夷州計有 137 個島嶼，其中 7 個主要島嶼有人居住，為促進各島經濟及能源發展，州政府依各島之地域特性及天然資源，積極推動「夏威夷潔淨能源倡議」，發展太陽能、風力、地熱、海洋資源及生質燃料等潔淨再生能源，所訂 2030 年達到使用 70% 潔淨能源之目標，其中將有 40% 係透過再生能源之利用及發展，另有 30% 來自能源使用效率之提升；該州推動潔淨能源發展政策、鼓勵措施、稅捐抵免、相關創新機制及成效，值得我國觀摩借鏡。

為了解夏威夷州政府對於潔淨能源、低碳觀光等產業之發展策略，以作為我國各離島推動低碳產業政策之參考，爰由本會邀集行政院、連江、金門、澎湖等離島縣政府共同組團赴美國夏威夷考察，蒐集低碳發展相關

資訊；本次考察透過外交部駐檀香山台北經濟文化辦事處的協助，拜會夏威夷副州長 Brian Schatz、眾議院議長 Calvin Say、參議院副議長 Donna Kim、州政府工商經濟發展與觀光事業廳（Department of Business, Economic Development and Tourism）、夏威夷電力公司（Hawaiian Electric Co, HECO）、夏威夷自然能源實驗室（Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA）、夏威夷自然能源研究機構（Hawaii Natural Energy Institute）及夏威夷再生能源開發公司（Hawaii Renewable Energy Development Venture）等，並於歐胡島（O’ahu）及大島（Hawaii）進行實地參訪考察。



二、參加人員

本考察團共計 13 人，包括：

團長：	行政院經濟建設委員會	副主任委員	黃萬翔
團員：	行政院經濟建設委員會	代理處長	邱阿朥
		組長	陳志銘
		專門委員	段玉鳳
	行政院經濟能源農業處	科長	楊琇雅
	連江縣政府	縣長	楊綏生
		參議	王忠銘
	金門縣政府	主任秘書	盧志輝
	金門縣政府交通旅遊局	課長	陳明伶
		技佐	曾南強
	金門縣政府環保局	稽查員	黃仁緯
	澎湖縣政府建設處	處長	葉國清
		科長	鄭啟聰



圖 1 本團與駐檀香山台北經濟文化辦事處朱總領事為正等人合影

三、行程

(一) 期間：101 年 11 月 11 日 (星期日) 至 101 年 11 月 17 日 (星期六)，共計 7 天。

(二) 行程概要：如下。

表 1 考察行程表

日期	行程
11/11 (日)	啟程：臺北→夏威夷檀香山 (中華航空 CI0018 班次)
11/12 (一)	參訪夏威夷綠建築及相關設施
	參訪低碳觀光、生態旅遊之政策、規劃及推動成效
11/13 (二)	拜會夏威夷州政府 (副州長 Brian Schatz)
	拜會工商經濟發展與觀光事業廳 (Department of Business, Economic Development & Tourism, DBEDT)
	潔淨能源台美雙邊交流 (CEPD/ DBEDT)
	拜會夏威夷州眾議院 (眾議長 Calvin Say)
	參訪電動車發展 (DBEDT)
11/14 (三)	拜會夏威夷電力公司 (Hawaii Electric Co, HELCO)
	參訪地熱發電 (Ormat Geothermal)
	參訪生質能應用 (Pacific Biodiesel)
	拜會夏威夷自然能源實驗室 (Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA)
	參訪海洋溫差發電科技推動成效
11/15 (四)	拜會夏威夷自然能源研究機構 (Hawaii Natural Energy Institute)
	拜會夏威夷再生能源開發公司 (Hawaii Renewable Energy Development Venture)
	參訪珍珠港聯合基地
11/16 (五)	返程：夏威夷檀香山→臺北(中華航空 CI0017 班次)
11/17 (六)	

第二章 夏威夷州簡介

一、地理位置

夏威夷州由 19 個主要的島嶼及珊瑚礁所組成（根據州政府的官方統計，共有 137 個島嶼，包括全部離岸小島及各個珊瑚礁周圍的獨立小島。）

整個島鏈從夏威夷島向西北方沿伸 1000 英里，從最西方的你好島（Niihau）到最南方的夏威夷島（大島，Hawaii）之間的 7 個島有人居住，土地面積 16,633 平方公里。主要城鎮包括了歐胡島（O’ahu）的檀香山（火奴魯魯，Honolulu）、大島（Hawaii）的希洛（Hilo）與科納（Kona），可愛島（Kauai）的利胡埃（Lihue）以及茂伊島（Maui）的卡胡魯伊（Kahului）。



圖 2 夏威夷群島圖

二、地形地質

夏威夷的地形與地質變化非常大，不論是從低地沙漠一直到高聳的山脈、或是從貧瘠的火山岩到熱帶雨林區，在夏威夷群島上均可以發現這些多樣性地貌。由於火山活動的轉移，最古老的夏威夷島嶼是位在西北部的可愛島（Kauai），而位在東南部的夏威夷大島（Hawaii）則是最年輕的一個島嶼。比較這兩個島嶼的地形就能覺察到兩者間之差異，可愛島上遍佈著蒼翠的雨林，還有納帕利海岸（Napali Coast）一帶飽經歲月磨礪的海岸懸崖；夏威夷大島則為崎嶇的熔岩地貌，以及至今仍活躍在夏威夷火山國家公園的基拉韋亞（Kilauea）火山¹。

夏威夷群島也是全世界位置最孤立的島群，距離最近的大陸地有 2,500 英哩遠，正因為這樣的孤立，也為夏威夷帶來保持生態完整的好處，動植物種類高達上千種，有 90% 以上的物種已在世界其他地方絕跡。地質結構亦是獨一無二，有全世界最活躍的活火山，也有最大的死火山—哈力卡拉（Haleakala）及最高（海拔 4,207 公尺）的摩納奇山（Mauna Kea，夏威夷語：白山）。

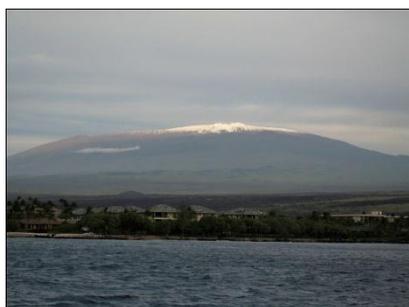


圖 3 夏威夷大島 Mauna Kea 火山

資料來源：http://en.wikipedia.org/wiki/Mauna_Kea

¹夏威夷觀光局網頁：<http://www.gohawaii.com/tw/statewide/travel-tips/geography>

三、經濟產業

夏威夷的主要產業為觀光旅遊業、貿易業、零售業、製造業與聯邦政府支出等。農業部分以生產蔗糖與鳳梨兩項為大宗，全盛時期年產蔗糖百萬噸以上，鳳梨年產量也曾高達 60 萬噸；此外，最主要的農作物為夏威夷豆或稱火山豆（Macadamia nuts）、可拉咖啡（Kona coffee）、木瓜、蕃石榴、檬果、香蕉、蘭花、熱帶花卉、蔬菜等各項經濟作物。夏威夷的經濟正處於重要轉型時期，旅遊業產值占全州國內生產總值（GDP）的 24%，逐漸取代農業而成為該州的主要產業，旅遊服務業的發展帶動了夏威夷各主要島嶼的經濟發展與人口成長。



圖 4 夏威夷豆或稱火山豆（Macadamia nuts）



圖 5 夏威夷威基基海灘（Waikiki Beach）

第三章 夏威夷潔淨能源的最新發展

本團於當地 11 月 13 日上午拜會夏威夷州副州長 Brian Schatz，先就如何加強台美雙邊潔淨能源合作廣泛交換意見，團長黃副主委首先說明本團考察主要目的，首先是推動新能源政策及因應氣候變遷災害減免已是國家當前重要政策，台灣已於 2011 年核定離島低碳島計畫，各離島地區目前正全面規劃發展低碳產業與再生能源；其次，我國在 2012 年與美國能源部（Department of Energy US）及賓州大學（University of Pennsylvania）共同合作，提出 APEC 智慧城市能源倡議（Energy Smart Community Initiative），並架構知識分享平台網站（Knowledge Sharing Platform, KSP），作為 APEC 會員國智慧城市經驗交流平台。另一目的則是觀摩夏威夷觀光產業發展，例如生態旅遊或低碳旅遊，由於夏威夷與台灣在地理位置與環境上甚為類似，未來或許有機會可以建立策略聯盟，促進台灣與夏威夷在觀光旅遊的互動。

副州長 Brian Schatz 首先感謝我團來訪，並表示對於受邀參加馬總統 2012 年就職典禮甚感榮幸，希望未來與台灣在潔淨能源與觀光產業能加強雙邊交流，他並說明夏威夷在 2008 年提出潔淨能源倡議，計畫在 2030 年達成 70% 的能源來自潔淨能源，其中 40% 為替代能源、30% 為提升能源使用效率；夏威夷在幾項產業的發展居於全美領先地位，例如使用太陽能熱

水器、架設太陽能板、風力發電等，並誠摯歡迎我國能組團參加 2013 年亞太潔淨能源高峰會議暨國際展覽（Asia-Pacific Clean Energy Summit and Expo），促進產官學各界交流。



圖 6 副州長 Brian Schatz 向本團說明夏威夷潔淨能源之發展情形

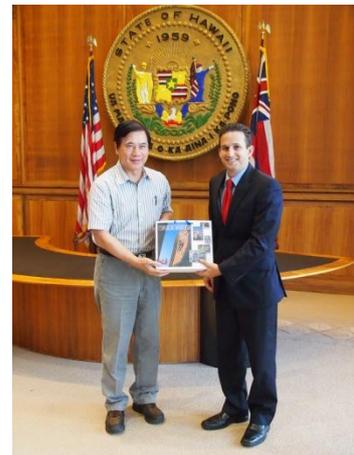
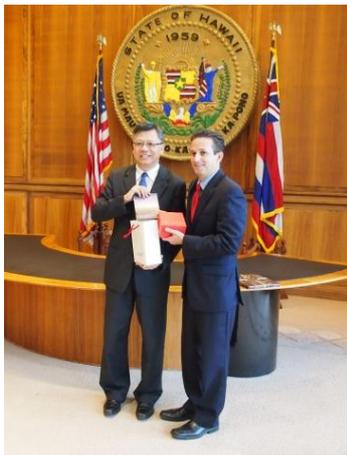


圖 7 黃副主委、楊縣長、盧秘書長與副州長 Brian Schatz 合影

本團隨後前往拜訪夏威夷州政府工商經濟發展與觀光事業廳，廳長 Richard Lim 親自歡迎我團訪問，簡要介紹夏威夷的文化、觀光與再生能源發展後，



即交由能源處處長 Mark Glick 說明夏威夷潔淨能源的最新發展。



圖 8 能源處處長 Mark Glick 向本團說明夏威夷潔淨能源的最新發展

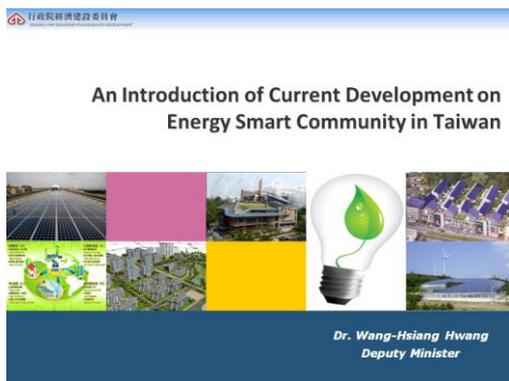


圖 9 本團團長黃副主委介紹台灣智慧能源城市發展情形

一、夏威夷的能源概況

夏威夷孤立於太平洋中，大部分的食物與資源必須依賴全球其他地區的供應，導致極高的能源成本，然而也因為此種「依賴」的特性，反而提供了夏威夷藉此重新定位能源基礎設施的機會，透過再生能源的發展來實現能源的獨立自主性。

夏威夷過去完全依賴石油發電，目前石油仍占 74%，再生能源僅 12%，政府希望 2015 年能提高至 15%；至於運輸燃料高達 99% 必須依賴石油，如何減少交通運輸對石油依賴是一個更大的挑戰，目前已開始建立普級化的電動汽車充電網絡作為基礎，同時也在開發數項生質燃料作為運輸燃料的供應來源。

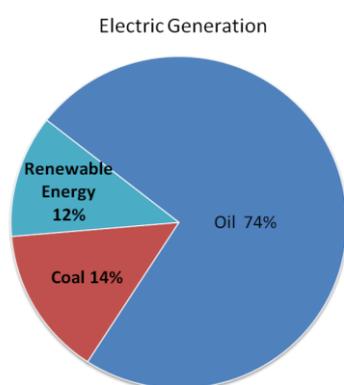


圖 10 夏威夷發電方式比例

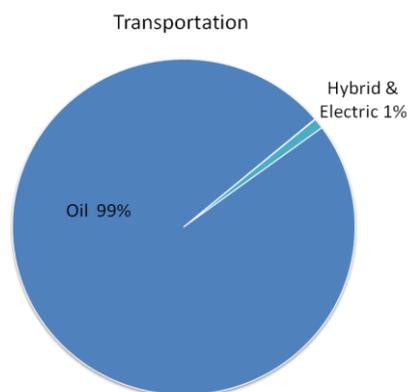


圖 11 夏威夷交通運輸能源供應比例

夏威夷的汽油價格位居全美最高，對大多數居住在夏威夷的居民而言是一種衝擊，然而卻也是讓他們可以認真思考更具燃料使用效率汽車的一種催化劑。在電價方面，夏威夷的電價高於美國平均水準的 3 倍以上，這對於經濟和居民而言是一項顯著的負擔，然而如此的高價格，也代表夏威

夷比起美國有著更為經濟可行的再生能源發展潛力。

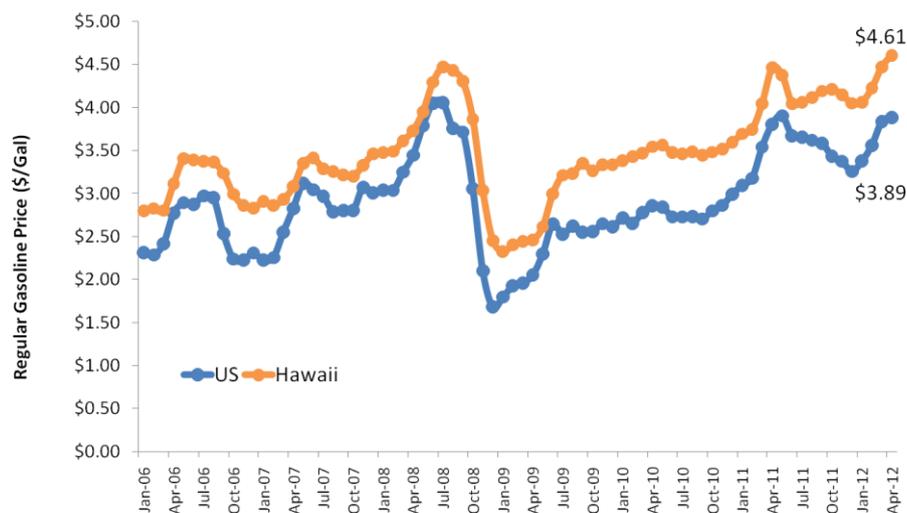


圖 12 夏威夷與美國本土之汽油價格比較

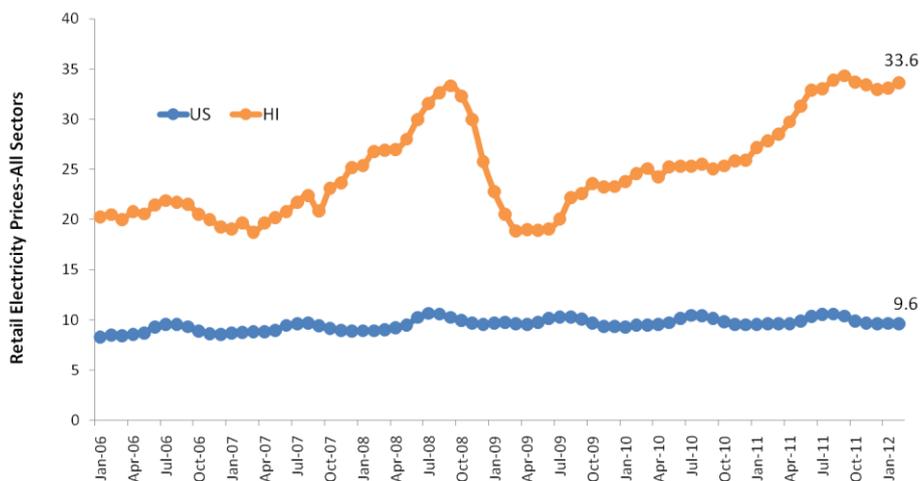


圖 13 夏威夷的電價高於美國本土平均水準 3 倍以上

夏威夷擁有得天獨厚的再生能源，包括太陽能、風能、地熱能、生質能；夏威夷幾個主要島嶼中，歐胡島占大部份的電力需求，因此夏威夷政府已計畫要興建海底電纜來連接各島嶼成為整合性的智慧電網。由於夏威夷的地熱生產成本（每瓩小時 KWH 的成本為 6~21 美分）遠低於其它再生能源或以石油為基礎的發電，因此未來要建立一條電纜將其他島嶼生產的多餘能量輸送至歐胡島。

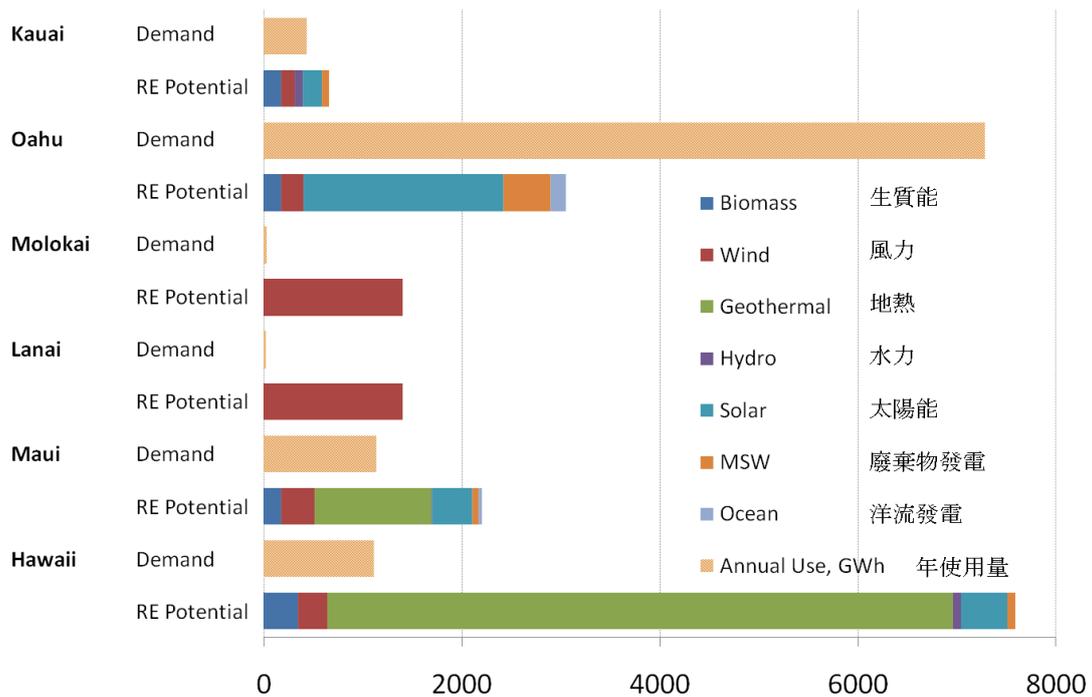


圖 14 夏威夷各島用電需求與再生能源潛力

二、夏威夷潔淨能源措施

夏威夷潔淨能源措施(HCEI)就是要設法減輕對石油的依賴，並以 2030 年達成 70% 潔淨能源的目標，其中 30% 透過能源效率的提升、40% 來自當地產生的再生能源。在夏威夷的能源政策之一是將公用事業公司的收入與波動的銷售價格分離，透過經濟誘因之提供，鼓勵電力公司增加再生能源的生產；另一個重要的政策方向是促進公共和民營部門的合作夥伴關係，由政府資助許多再生能源發展的成本。這樣的政策可吸引資金到夏威夷，對再生能源的生產商而言，透過長期購電的協議提供有保證的收入，同時藉此獲得低利率的長期性融資。

夏威夷與美國各州的比較：夏威夷潔淨能源措施已經顯示出成功的跡象，夏威夷在人均節能的投入為全美第 1，利用私人企業的資金支付所有的

設施改善，並接收改善所產生的能源節約；人均太陽光電產能與潔淨能源就業成長率均為全美第3。夏威夷再生能源的組合，包括風能、太陽光電、地熱和生質能等再生能源都將持續維持成長。

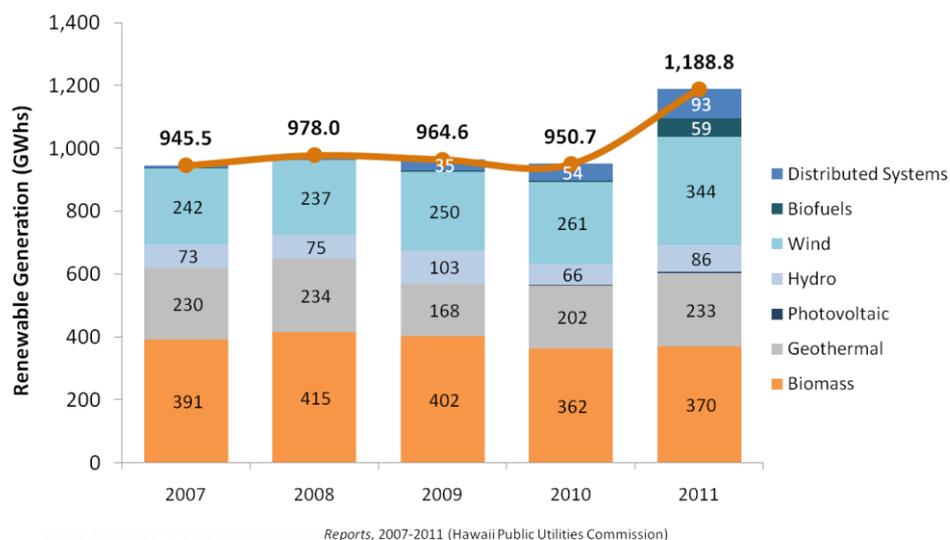


圖 15 夏威夷再生能源歷年發展

在交通運輸部門方面，建立一個電動汽車及其他替代性能源的運輸解決方案是夏威夷能源體系所要面對的挑戰，國家能源辦公室正在加快電動汽車與相關充電設備的佈署，以減少夏威夷對化石燃料的依賴。至 2012 年 9 月，夏威夷已有 216 個電動汽車充電站分布，在歐胡島、茂宜島、可愛島與大島，人均普及率居全美之冠。

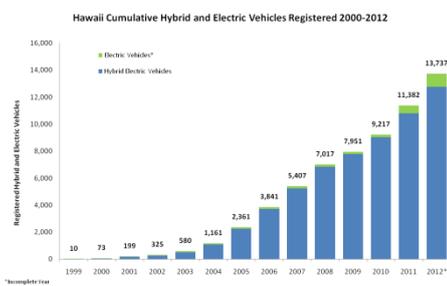
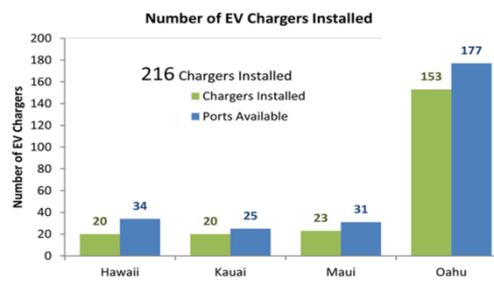


圖 16 夏威夷油電混合及電動汽車擁有量



Source: Department of Business, Economic Development & Tourism, September 2012

圖 17 夏威夷電動汽車充電站分布情形



圖 18 夏威夷電動汽車充電站各島分布圖

綠色就業機會：夏威夷在潔淨能源就業成長率占全美第 3，目前擁有 11,100 個潔淨能源就業機會，至 2012 年預計再增加 2,900 個綠色就業機會，雖然這個行業只佔經濟的一小部分，然其成長的速度比大多數行業還高，這可促進經濟類型多樣化，避免對旅遊業的長期依賴。

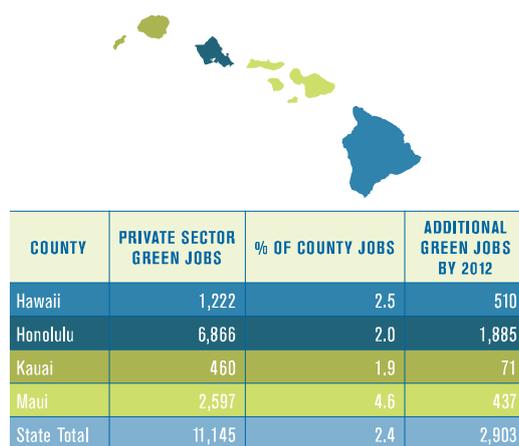


圖 19 夏威夷綠色就業機會

太陽能產業已經明顯影響到建築產業，夏威夷在 2012 年時，太陽能相關設備已占建築支出的 26%，這對低迷的房地產開發提供一個非常必要的刺激，建築活動在 2012 年第 1 季增加 40% 以上，有很大的原因是來自於太陽光電系統的推廣。

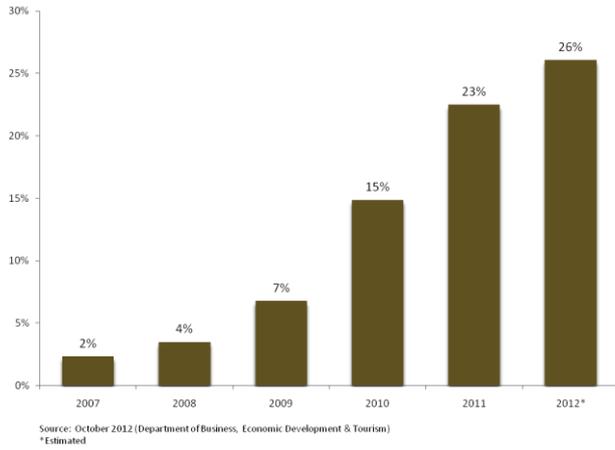


圖 20 夏威夷太陽能設備占建築支出的比率逐年上升

三、夏威夷再生能源的未來發展

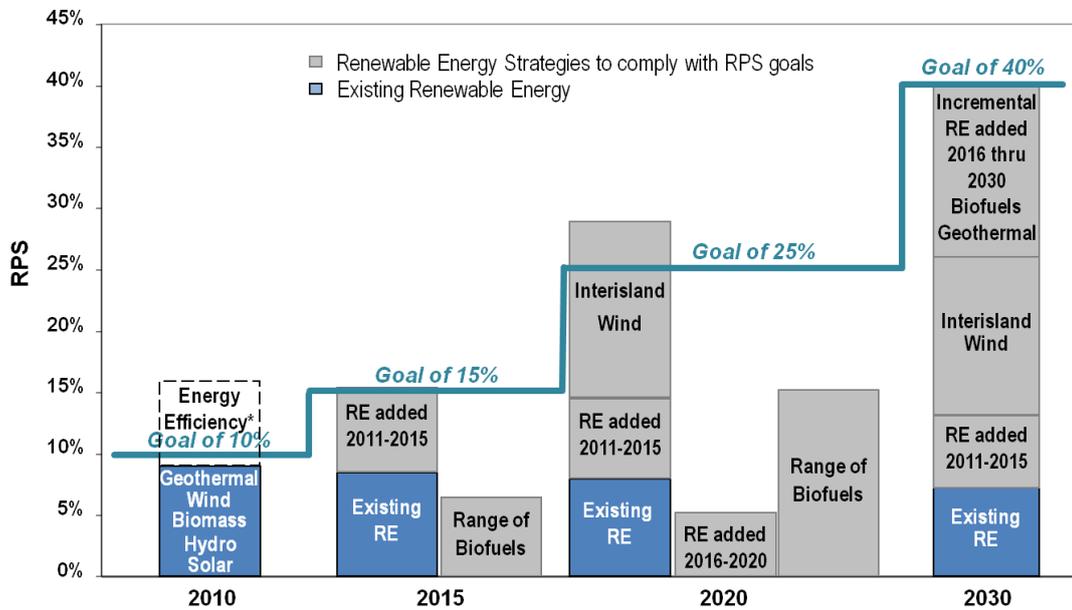


圖 21 夏威夷政府打算到 2030 年將實現 40%的電力來自再生能源的目標

從地圖上來看，除了可愛島以外，各島嶼之間的距離大概在 14 公里至 47 公里，除了可愛島與大島的海底深度達 3,319 公尺與 2,076 公尺外，其餘平均約 300 公尺的海底深度；夏威夷州政府於 2012 年通過立法同意夏威夷電力公司將海底電纜的費用附加於電費中，以確保電力公司有穩定的收入來源，同時提供長期的低利率融資。

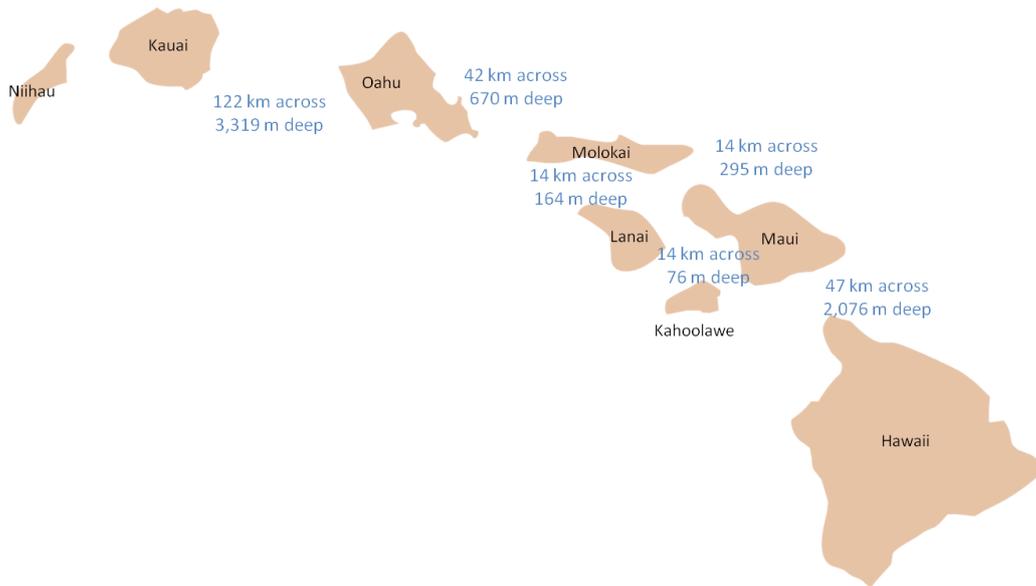


圖 22 夏威夷各島間之距離與深度（評估設置海底電纜）

四、夏威夷潔淨能源創新的未來

基於以下的原因，夏威夷具備充分條件作為測試潔淨能源新技術的最佳場所：

- （一）夏威夷有非常高的能源價格，此使得潔淨能源更容易產生良好的投資報酬率。
- （二）夏威夷有進步的政策可促進再生能源發展。
- （三）由州政府提供企業建立與許可之協助。
- （四）有機會與州政府及美國國防部一起合作。
- （五）除了夏威夷之外，很少有地方可以在相同的智慧電網下提供多樣性的再生能源。

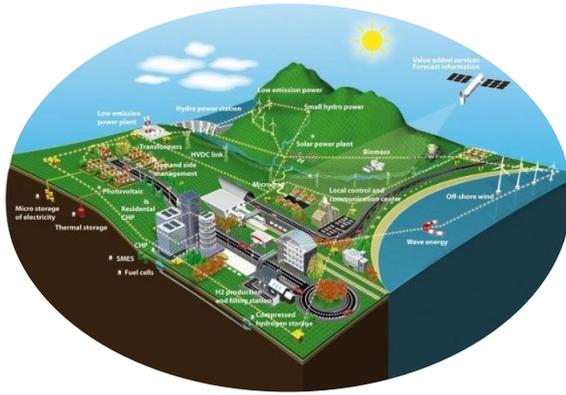


圖 23 夏威夷是一處作為測試潔淨能源新技術的最佳場所

目前夏威夷與韓國智慧電網機構正在討論簽訂備忘錄 (MOU)，共同合作推動歐胡島酒店智慧電網與電動汽車的專案計畫，該項目已經由韓國濟州島智慧電網專案發展出良好的商用建築能源管理解決方案。

表 2 夏威夷與其他國家智慧電網合作專案

Projects	Japan-US Island Grid Project	Korea Smart Grid Project (KSGI)	Maui Smart Grid Project
Island:	Kihei, Maui	Oahu (Proposed)	Wailea, Maui
Core Partners:	NEDO MECO	KSGI HECO	HNEI MECO
Project Type:	Demonstration	Demonstration	Research
Project Status:	Development	Development	Development

第四章 夏威夷潔淨能源的實驗場域

一、地熱發電

透過駐檀香山台北經濟文化辦事處的安排，本次考察請 Ormat 技術公司（Ormat Technologies, Inc.）介紹夏威夷的地熱發電；Ormat 技術公司成立於 1965 年，為垂直整合的地熱公司，致力於設計、開發、建設、生產和經營世界各地的地熱發電廠，在全球各地共有 20 多個國家，員工超過 1000 人；該公司擁有超過 40 年的經驗，主要是利用地熱和回收能源發電技術（涉及設計的渦輪機、熱泵以及熱交換器），提出對環境無害的電力解決方案，讓地熱能源轉化為電能，比傳統的地熱汽輪機廠更有效率。

地熱發電的過程就是把地下熱能先轉變為機械能，再把機械能轉變為電能的過程，其原理和火力發電的基本原理相同；不同之處是，地熱發電不像火力發電那樣需要備有龐大的鍋爐，也不需要消耗燃料，它所用的能源是地熱能。

Ormat 技術公司在工業應用的先驅是推動回收能源發電（REG），REG 電廠捕捉工業生產過程中未使用的餘熱，並將其轉換成電能，這些電能可以出售給電網或用於現場，沒有任何額外的燃油消耗。同時制定了專門的能量回收系統之天然氣管道壓縮機站的解決方案，這些將燃氣輪機驅動壓縮機的排氣餘熱，轉化為電能出售給當地公用事業公司；回收能源發電的電廠提供不間斷電源，使客戶遇到關鍵的停電或電網中斷期間的電力需求

得到滿足，這也使在電力需求高峰時間，減少付出額外的高峰電價。

本次考察「二元循環處理」的發電方法，係於地熱不足以將水汽化而僅能產生熱水的地區，應用熱交換方式，抽取地熱井的熱水將沸點較低之異丁烷或其它無毒性的化合物予以汽化，再用來推動渦輪機而發電，此法可更加擴大地熱的利用，此種渦輪機的推動是藉由氣態的熱化合物，而非氣態的水蒸汽所推動。

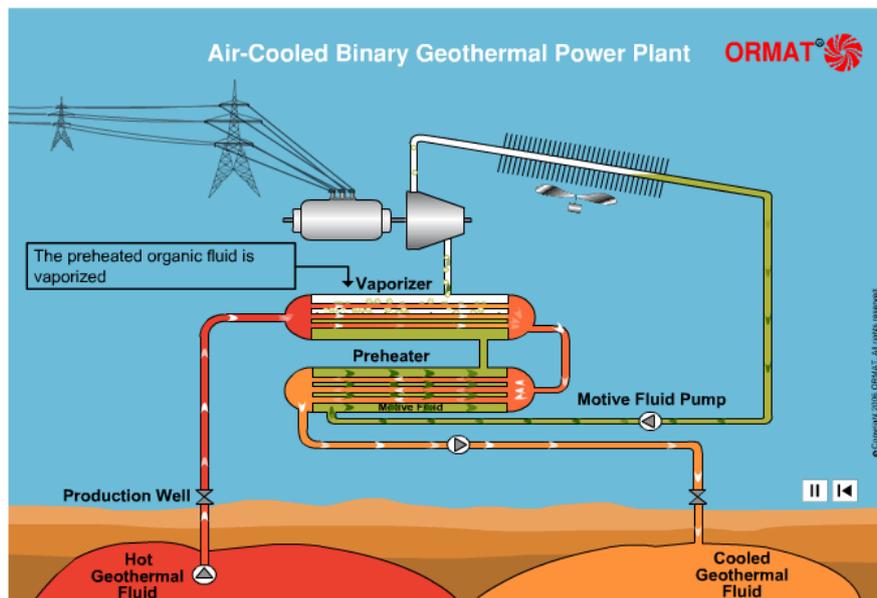


圖 24 二元循環處理的發電方法

二、海洋能源發電

透過駐檀香山台北經濟文化辦事處的安排，本次考察請夏威夷自然能源實驗室（Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA）介紹夏威夷的海洋能源發電；NELHA 是一個獨特、創新的海洋科學技術園區，屬於國家級機構，位於大島的西邊，園區毗鄰 Kona 國際機場，並具備離岸最陡斜坡等深線的優越地理條件，主要任務為研究與海洋有關的多樣化能源，

並以對環境無害方式提供教育、商業活動之資源及設施。



圖 25 夏威夷自然能源實驗室 (NELHA)

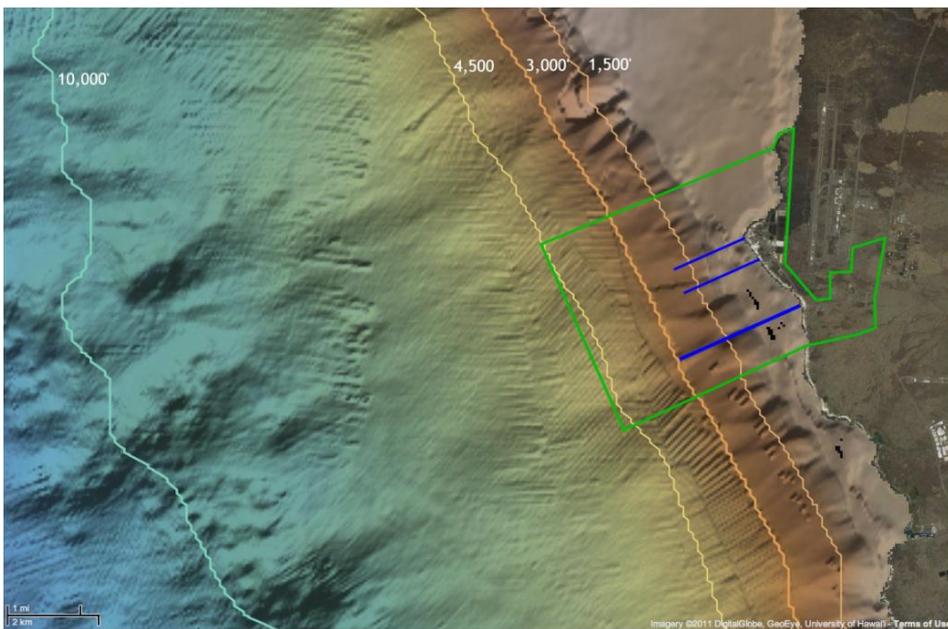


圖 26 NELHA 具備離岸最陡斜坡等深線的優越地理條件

海洋能源係指蘊藏於海洋中的再生能源，主要包括潮汐能、波浪能、海流能、海水溫差能等，海洋能源蘊藏豐富，但能量密度低，地域性強，因此開發困難並有其地理侷限性。本次 NELHA 介紹本團海洋溫差發電（Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC）的原理與設備。

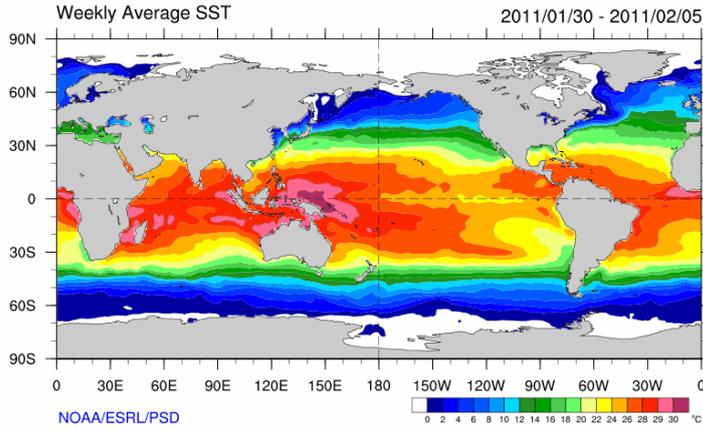


圖 27 全球海洋溫差發電潛力分布圖

由於深層海水與表面海水的溫度差異，海洋溫差發電（OTEC）就是利用深海冷水（約攝氏 1~7 度）與表層溫海水（攝氏 15~28 度）之間的溫度差，經轉換熱量而產生電力，屬於再生能源的一種；溫差越大，效率越高、成本越低。熱帶與亞熱帶地區，由於深層海水與表層海水溫差可達攝氏 25 度，因此效率最高，最適合 OTEC 發展。1979 年夏威夷群島 Kona 外海，由洛克希德公司建造 Mini-OTEC 海洋溫差發電實驗，成功產生 50 瓩的發電量；1980 年美國能源部正式建造發電量 1000 瓩的 OTEC-1 海洋溫差發電實驗廠。



圖 28 NELHA 工作人員向本團說明海洋溫差發電原理

三、生質能源

透過駐檀香山台北經濟文化辦事處的安排，本次考察請太平洋生物柴油公司（Pacific Biodiesel Inc.）派 Don Caffee、Jenna Long 二位經理介紹最先進生質柴油工廠之運作及效益。該公司在 1995 年時成立於夏威夷的卡胡盧伊（Kahului），起因於茂宜島垃圾掩埋場周圍有大量使用過的食用油難以管理，致使政府必須面對嚴重的環境和健康問題，該公司總裁羅伯特，金（Robert King）提出將廚餘垃圾轉化為生物柴油燃料的解決方案；生質柴油廠利用使用過的食油、黃油、豆油、棉籽油、芥花籽油、牛油和其他多種原料，自 1996 年以來，太平洋生物柴油公司業務已擴展涉及各個層面，從燃料作物研究、廢油收集、燃料加工、質量管理和分配、設計、建設和運營擴展等；公司於 1997 年開始提供多種生質柴油原料的技術開發，自成立以來，已在大陸、美國和日本建置完成 12 個轉換設施。



圖 29 大島生質能源工廠



圖 30 生質燃料



圖 31 太平洋生物柴油公司經理 Jenna Long 介紹生質燃料處理流程

四、微藻生質能源

透過駐檀香山台北經濟文化辦事處的安排，本次考察請 Cellana 生物石油公司（formerly HR BioPetroleum, Inc.）介紹夏威夷的微藻生質能源。該公司於 2004 年時成立於夏威夷，園區佔地六英畝，為一個合資興建與經營的示範工廠。海洋微藻是地球上被應用最多的植物，其應用於生產生物燃料的原料、護膚和個人護理產品的營養油、再生化學品和水產養殖業禽畜飼料等，同時也可減少工業排放的 CO₂。

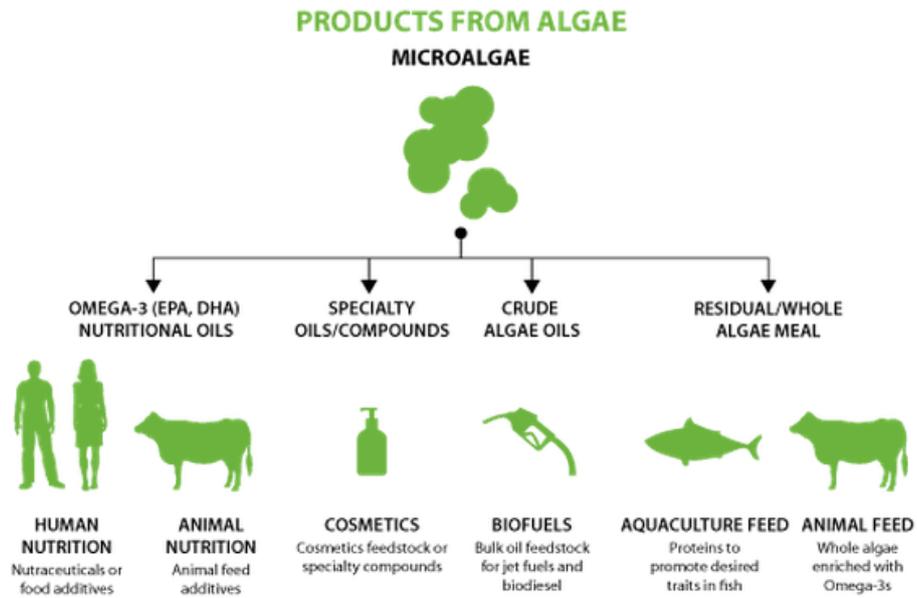


圖 32 應用海洋微藻所製成的產品

目前以殘餘藻類生物廢棄物作為魚飼料的試驗已通過測試，從處理藻油殘留量作為商業魚類飼料的替代品，而這些藻蛋白較一般植物性蛋白而言具備更高的質量，也可以使用其專利技術大規模生產高附加值的牲畜飼料，整個藻類富含 DHA、EPA（二種不飽和脂肪酸），也能生產健康的 Omega-3（脂肪酸）。



圖 33 海洋微藻繁殖池



圖 34 海洋微藻實驗室



圖 35 Cellana 生物石油公司白博士向本團說明微藻生質能源

第五章 夏威夷的綠色運輸工具

在駐檀香山台北經濟文化辦事處安排參訪電動車之前，我團先前往夏威夷州議會拜會眾議院議長 Calvin Say 及參議院副議長 Donna Kim，雙方就台灣與夏威夷雙方發展觀光交流，包括開闢「台北—檀香山」直飛航班。其後由商業廳能源處安排 Margaret Larson 女士介紹夏威夷各島電動車之發展情況，雙方互就電動車充電方式、成本及效益等資訊交換意見。



圖 36 本團與夏威夷眾議院院長 Calvin Say 及參議院副議長 Donna Kim 交換意見



圖 37 黃副主委與眾議院院長 Calvin Say 合影

一、電動車

為積極發展電動車，美國政府於 2010 年起針對民眾購買電動車可享有抵減 2,500 元至 7,500 元美元的聯邦政府稅，同時提供產業直接補助，期透過技術提升使電動車能迅速達到與汽油車價格、性能和實用性的一致水準，相關具體補助及投資計畫達 15 億美元，提供美國本土電池製造商生產高效率電池及其零組件，尤其是鋰電池技術，另提供 4 億美元作為插電式油電混合車的示範評估及推廣其他電力基礎建設，以及 5 億美元作為研發電

動車電池以外其他零組件，例如馬達。

夏威夷 2011 年的石油使用量約 5 億加侖（其中汽油 4.5 億加侖，柴油 0.5 億加侖），夏威夷汽油 1 加侖 4.2 美元（相當於每公升新台幣 33.3 元），消費者一年花費在交通油料費用上約 215 億美元。為配合夏威夷潔淨能源倡議，交通部門亦訂出 2030 年石油減少使用 70% 之目標，亦即減少石油使用量約 3.85 億加侖。而為達成上述交通部門目標，夏威夷州政府所訂策略如次：

- （一）加速電動車的發展，以減少石油使用量 0.75 億加侖。
- （二）擴大雙燃料車之替代車，以減少石油使用量 1.5 億加侖。
- （三）增進車牌效率標準，以減少石油使用量 1.2 億加侖。
- （四）減少車輛行駛旅程數，可減少石油使用量 0.4 億加侖。

由於電動車的發展係夏威夷州政府大力推動的能源措施之一，儘管必須面臨高價格、續航力及充電相關服務可及性等挑戰，但也因夏威夷州政府對潔淨能源的有利政策、符合電動車發展的市場特性（如每日 25 英里以下的通勤距離、氣候合宜且差異不大、高油價等特質）、智慧電網的示範推行、豐富的再生能源、觀光產業的搭配等多元機會，電動車廠紛將夏威夷作為推行先期市場的示範基地，使得夏威夷在電動車的推廣，不論是法制或政策上均位屬全美領導者角色。而夏威夷州政府就電動車所研議之相關政策措施如次：

- (一) 政府停車場及設施等提供電動車免費停車位。
- (二) 高效率的車輛專屬車道。
- (三) 每 100 個停車位至少有 1 個供電動車專屬使用並提供充電系統。
- (四) 於住宅區及商業中心普設電動車充電設備。
- (五) 大力推廣插電式電動車 (EV) 及插電式油電混合車 (PHEV) 等發展。

依據上述政策，夏威夷州政府工商經濟發展與觀光廳之能源處已規劃由能源基金 (ARRA) 投入 5 百萬美金於電動車相關計畫，包括購買電動車每台補貼 4,500 美元，每一充電站設置補貼 500 美元，以刺激市場需求，協助業者進入夏威夷市場，減輕電動車充電站設置成本資金負荷，並加速全島充電網的布置，以提升使用者的便利性。截至目前相關計畫成效：包括已有 455 台電動車、279 個充電設施獲得補助；同意 230 個 AC Level 2 的充電設施、6 個快充設備、設置 95 處充電站，目前夏威夷全境已有 224 處共 273 個充電柱及 6 處快充站。



圖 38 夏威夷議會停車場充電設施



圖 39 充電計費模式以信用卡方式計費



圖 40 停車場設置電動汽車充電站

在法規制度面，鑑於現階段尚未有標準充電模式，且受限於目前電池及充電技術，充電時間遠比傳統加油方式時間久，即使使用快充，充滿 80% 電力亦須耗時 30 分鐘，為加速充電站的設置，夏威夷州政府對不同營運模式已訂定並通過商用充電站設置指導原則、住宅區充電站設施線上申設等相關法令規範，30 個以上電動車租用車隊並訂定租用費率，另和日本訂有智慧電網合作計畫、與 Nissan 及 Mitsubishi 簽訂合作備忘錄等。

表 3 夏威夷商用電動車站分類等級

充電等級	充電時間	電壓 (伏特)	電流 (安培)	電力 (瓩)	設置成本 (美元)
AC Lever 1	慢，8-10 小時	120	15/20	1+	幾百美元
AC Lever 2	中，3-6 小時	208/240	40-80	3.3+	幾千美元
DC 快充	快，30 分鐘	200-600	40-80	25+	5-10 萬美元

Energy initiatives catch Taiwan's eye

THURSDAY, NOVEMBER 15, 2012 AT 8:02AM

(Honolulu Star-Advertiser) Hawaii's growing reputation as a global center for clean energy research and development has attracted another delegation of foreign officials looking to see what the state has to offer.

A group of 17 national and local government representatives from Taiwan are touring renewable energy facilities on Oahu and Hawaii island this week, laying the groundwork for a relationship that could lead to greater cooperation on research and development projects, said Hwang Wang-Hsiang, a senior government officials who led the delegation.

Taiwan's energy policy is similar to Hawaii's in pushing for greater use of renewable sources to reduce dependence on imported fossil fuels for energy generation, said Hwang, deputy minister of Taiwan's Council for Economic Planning and Development.

The delegation included officials from three island counties off the coast of Taiwan, he said. "They are what we call 'low-carbon' communities. Their environments are very similar to Hawaii," Hwang said through an interpreter.

The delegation's itinerary on Oahu included a presentation on electric vehicles by the state Department of Business, Economic Development and Tourism, a meeting with Lt. Gov. Brian Schatz and visits to the Hawaii Renewable Energy Development Venture and a hydrogen production and fueling facility at Hickam Air Force Base. A visit to Hawaii island Wednesday included scheduled stops at the Puna Geothermal Ventures facility, Pacific Biodiesel's new production plant and the National Energy Laboratory of Hawaii.

Taiwan's next step will be to send a delegation to attend the Asia Pacific Clean Energy Summit and Expo next year in Honolulu, Hwang said. "In the future we hope there will be more chances to work together with the state of Hawaii," he added.

Hawaii is involved in a variety of clean energy partnerships that have brought in more than \$50 million in research and development money to the state.

he largest of those is the \$37 million U.S.-Japan Smart Grid Project on Maui. The project, funded by the Japanese government-sponsored New Energy and Industrial Technology Development Organization, will demonstrate how solar, wind and other renewable energy sources can be integrated into an electrical grid.

There are two other smart grid projects under way on Maui funded by the U.S. Department of Energy. In addition, the state is negotiating a memorandum of understanding with the South Korean government for a project that would explore the use of "micro grid" technology in an area with a high number of hotels.

The fact that foreign governments are showing an increasing interest in Hawaii highlights the potential for investment in energy research and development to help diversify the state's economy, said Mark Glick, director of the state's energy office.

"It further establishes Hawaii as the world's leading test bed for clean energy, research, development and demonstration," Glick said.

"There are real investment dollars associated with that in several of the cases. There is also the benefit of sharing innovative technologies that can move us closer to our goals and being on the cutting edge. It's a real collaboration and mutual benefit in terms of knowledge learned," he said.



Delegates from Taiwan's Council for Economic Planning and Development looked Tuesday at an electric vehicle charging station at the state Capitol. Cindy Ellen Russell / crussell@staradvertiser.com [Honolulu Star-Advertiser]

圖 41 夏威夷媒體 Star Advertiser 報導本團參訪電動車

二、氫氣車充電站

本次參訪之氫氣車充電站位於檀香山珍珠港軍事基地內，由夏威夷先進交通技術中心（Advanced Transportation Technology）及空軍研究實驗室共同合作，其中 Porton Onsite 公司執行的氫氣發電計畫，係利用夏威夷當地豐沛的太陽能及風能，經由電解產生氫氣，氫氣再透過燃料電池發電，使用時只排放水，可減少溫室氣體與空氣污染排放。該氫氣發電可提供給美國陸海空三軍運輸器具使用，以降低對石油的依賴。

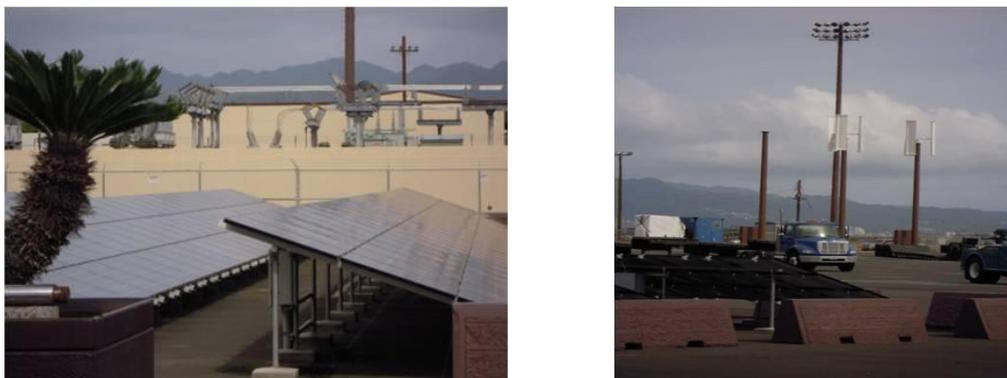


圖 42 利用太陽能及風力等再生能源產製氫能

氫氣是質量最輕且最普遍的化學元素，估計占有 90% 的原子數及 75% 的質量；導熱能力極強，同時高溫下相當活潑，與氧氣化合後可釋放出大量的熱能，為火箭燃料的主要成分之一，亦為未來具潛力的車用能源。由於氫為一種二次能源，提煉過程（如電解純水或化石能源等）需要消耗巨大能量，惟如以再生能源投入氫氣產製，非但不會對環境造成危害，燃燒過程中更不會出現二氧化碳，只有純淨的水，故氫氣是一個可永續供應的優質能源。

氫能現階段應用上尚須克服生產、儲存、輸送及應用技術障礙，然儲存氫氣可為儲存能量的一個好方法，以太陽能、風能或是離峰電力所產生的多餘電能雖可以用電池儲存起來，但也可利用電解水，將產生的氫氣儲存起來。以氫氣儲存方式來儲存電能的好處是：儲氫的能量密度比電池大、可儲存的時間長；氫氣的用途較多，不僅可透過燃料電池產生電能、透過爐具產生熱能，也可將汽機車加氫產生動能。

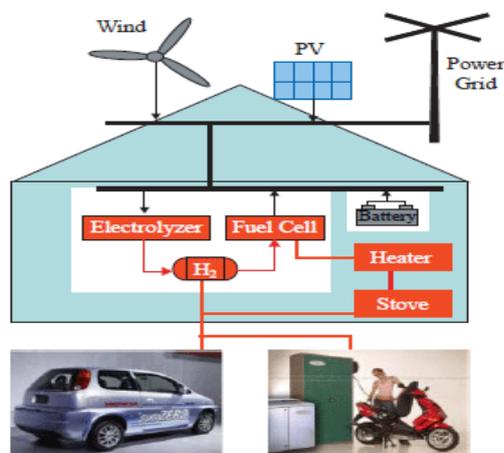


圖 43 儲氫與儲能的範例

氫氣車發展分為兩種，其中 HICEV 是以內燃機燃燒氫氣（通常透過分解甲烷或電解水取得）及空氣中的氧產生動力以推動汽車。另一種氫燃料電池車（Fuel cell vehicle-FCEV）則是以氫或含氫物質形成燃料電池，結合空氣中的氧產生電力，再以電力推動電動機，由電動機推動車輛。

現場所見係由 Ford 車廠所開發的氫燃料電池車，一台造價約 40 萬美元，一次充滿氫氣可行駛里程約 300 公里，現階段因尚屬實驗並未量產，成本上尚未具競爭性，惟相關發展已具有一定驗證成熟度。

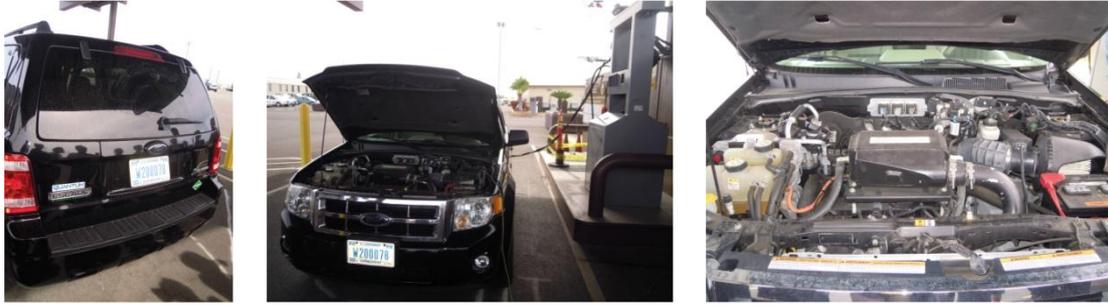


圖 44 Ford 車廠所開發的氫燃料電池車



圖 45 Porton Onsite 公司於珍珠港內設置之氫氣加氣站

氫的沸點很低（攝氏零下 253 度），單位重量的體積龐大，再加上安全問題，運輸的成本非常昂貴。遠地的傳輸須把氫氣加壓或液化後，以特殊的罐裝拖車運送。經過估算，加壓至 80 大氣壓力（atm）的氫氣，含有的能量只有等壓等體積天然氣的三分之一。一輛能裝載 2,400 公斤天然氣的罐裝拖車，只能載運不到 300 公斤的氫氣；液態氫的裝卸容量可以 5 倍於高壓氫，但液化過程非常費事，只適合短距離的運輸。

氫的密度很小，加上安全考量，儲存技術極為關鍵。氫可以用氣態、液態或固態化合物三種形態儲存，氫能源儲存可分為儲存在容器內或是儲

存在材料裡，儲存在容器內係以高壓將氫氣壓入容器內儲存，或是將氫氣液化後儲存在容器內；高壓氫氣儲存一般認為有安全上的疑慮，液態氫儲存則有蒸發洩漏與耗能的問題。

氫在常溫下是一種無色、無臭、無毒的氣體，甚至燃燒的火焰都是無色的，很不容易察覺它的存在，易燃燒和爆炸、分子量小、運動速度非常快、滲透性也最強，因此所有的管線或儲存槽的界面連接都須非常嚴謹，氫氣閥更需要特別設計，否則很容易產生漏氣問題。

為解決氫能在運輸、儲存及安全等各面向問題，Porton Onsite 公司在珍珠港基地內執行的氫氣發電計畫，包括氫能高壓、液化製程設備，以至儲能設施及加氣設施等，均透過不斷的研發投入，以期更為精進，朝更具效益性及商業化量產的目標邁進。未來努力目標係期能將氫氣煉製電解器，以至儲存過程中所需的冷卻器及加壓器等，建置於一大容器中，擴大其移動之便利性，俾利氫氣車及燃料電池等應用推展，以具市場效益性。



圖 46 氫燃料儲存設備

第六章 夏威夷環保建築與文化觀光

一、環保旅館

綜觀整個夏威夷，所有世界聞名的旅館品牌、最奢華的渡假村和 SPA，當然還有充滿魅力的精品旅館都可以在這裡找到，無論走到哪裡，都可以發現發自內心的阿囉哈精神，熱情、好客正是打響全世界的夏威夷品牌，在本次參訪的 Kahala Hotel & Resort 也同樣感受得到如此的氣氛。

(一) 飯店基本設施

The Kahala Hotel & Resort 在夏威夷是首屈一指的豪華渡假村，座落於距離 Waikiki 海灘大約 10 分鐘的靜謐海灘旁，擁有 306 間客房、32 間豪華套房、10 家獨立水療套房、4 個各具風格的餐廳，一個世界頂級的水療中心，以及最多可容納 450 人的宴會和會議設施等。

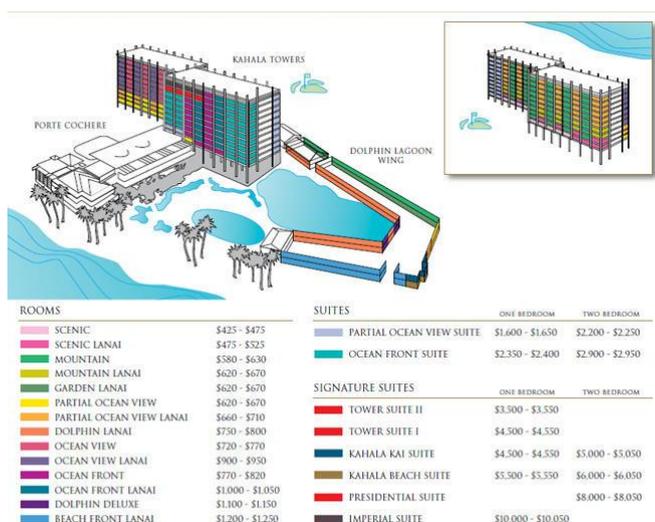


圖 47 Kahala Hotel & Resort

(二) 採行之環保措施

1. 客房：於相關設施採用省水裝置，降低旅客住宿時之耗水量，如淋浴用水藉由使用較為省水之蓮蓬頭，使每次用水量由 5 加侖降低為 2.5 加侖；馬桶沖廁由 3 加侖降低為 2.5 加侖、小便斗降低至 0.8 加侖。
2. 燈具照明：公共設施的照明以 5W 的 LED 燈泡取代 50W 的白熾燈泡，單一燈泡省電效率達 90%。
3. 一般垃圾處理：旅館之垃圾清除頻率為每週 2 次，為應付龐大的垃圾量，其內部自行設置垃圾壓縮系統，達到減容以貯存。
4. 資源回收：舉凡任何可再利用的物質，如玻璃瓶、塑膠瓶皆於收集後分類堆置，待一定時間後販賣給回收商。此部分較值得一提的廚房廢油，廚房廢油於收集後販售給回收業者作為提煉生質能源之原料。除此之外，旅館亦設置迷你花園，種植迷迭香、九層塔、薄荷等植物自用，而種植過程所需的營養成份，即來自旅館店內的落葉回收。
5. 污水處理：旅館本身並無設置污水處理系統，但其廢污水係排放至公共污水下水道系統，未直接排入周邊水體。

(三) 空調冷卻系統

空調系統所佔用的電力往往是旅館經營中最大的電力需求來源，如

何減少此部分的用電量，換言之，即可直接降低了營運成本。該旅館所使用的空調系統屬水冷式系統，在考察過程當中，此部分一直是旅館最自豪的設施；在水冷式系統的運轉過程中，冷卻水的主要來源為深水井，在夏威夷抽取地下水雖不需額外支付費用，但執照的取得仍然是必要的。

該旅館目前每分鐘所需的冷卻水用量約 4,000 加侖，相當於 15 公噸的水，而冷卻水使用後自冷卻水塔排放之溫度約為華氏 78~80°F，相當於攝氏 25~26°C。經過人工造景瀑布區的跌水作用（Overfall）後，提升其溶氧量，作為海豚區的用水來源，而海豚區的用水於使用過後則直接排入大海。

本次考察亦就該系統運作下可能衍生的問題提出詢問，彙整並經該旅館工程技術人員回覆如下：

1. 就循環的角度而言，在地下水的抽取量與海水經由自然過濾補充進入地下水的量相當之前提下，目前的運作狀態可視為一平衡的系統，且現階段並沒有所謂超抽、地下水鹽化或地層下陷的問題發生，未來是否會發生相關問題，尚無法予以明確之回覆。
2. 空調裝置配有二套冷卻系統，可配合維修保養作業交替使用。因夏威夷地下水水質狀況良好，故冷卻系統前端並未再加設一般認知所需的前處理系統（例如：過濾裝置...）。



圖 48 Kahala Hotel 之經理進行解說



圖 49 旅館內部的垃圾壓縮裝置



圖 50 資源物回收專區



圖 51 廚房廢油回收專區



圖 52 旅館內自設的迷你花園



圖 53 以地下水作為冷卻水的空調冷卻系統



圖 54 冷卻系統之排水經過跌水作用增加水中含氧量



圖 55 冷卻系統之排水作為旅館內海豚區用水來源

二、文化觀光

夏威夷是玻里尼西亞最北端的島群，玻里尼西亞 (Polynesia) 則是由位於太平洋中南部，大致在 180° 經線以東及南、北緯 30° 之間，由超過 1,000 個以上的島嶼所組成，島嶼多由火山島和珊瑚礁所組成，陸域總面積 2.6 萬平方公里，島嶼零星分布，人煙稀疏。

玻里尼西亞有三個端點，分別是北端的夏威夷群島、南端的紐西蘭及東邊的復活節島所構成一個大三角地域 (Polynesia Triangle)，南北相距約 7,600 公里，東西最寬處達 9,000 公里。除了三個端點外，區域內還包括薩摩亞、東加及法屬玻里尼西亞等主要島群，這些島上居住的多是擅長雕刻與舞蹈的玻里尼西亞人，因而形成一種特殊的玻里尼西亞文化。

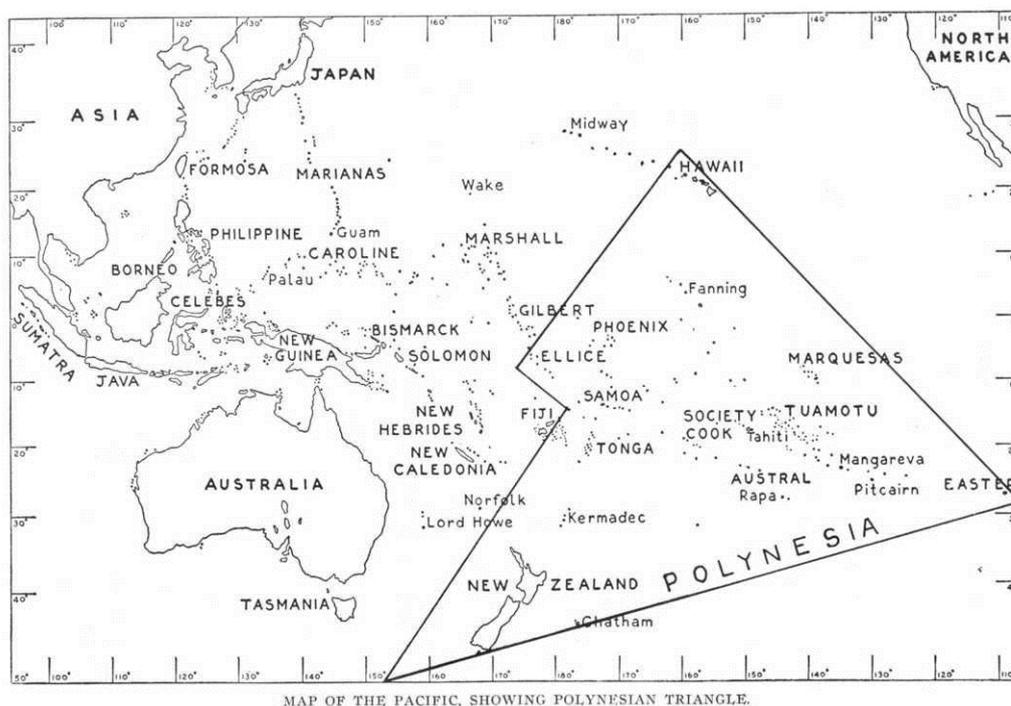


圖 56 玻里尼西亞大三角地域

夏威夷在文化與自然環境所具有的多樣性，為其提供了豐沛的觀光資源，因而成為世界首屈一指的觀光勝地，為瞭解大洋洲南島語族文化在觀光的發展，本次考察由檀香山台北經濟文化辦事處安排參觀玻里尼西亞文化中心（Polynesian Cultural Center, PCC），其成立於 1963 年 10 月 12 日，為耶穌基督後期聖徒教會（LDS 教會）所擁有的一個文化主題公園，館區位於夏威夷歐胡島的拉葉（Laie），佔地 42 英畝（17 公頃），近楊百翰大學夏威夷分校（Brigham Young University–Hawaii）。中心係為了保留玻里尼西亞文化資產而設立的非營利機構，是全世界最成功的文化主題體驗館之一，館區有 8 個模擬的熱帶村莊，表演及展示玻里尼西亞的各種文化、藝術及手工藝品，中心員工約有 1300 名，其中 70% 為楊百翰大學的學生，其提供獎學金給許多就讀於楊百翰大學夏威夷分校的玻里尼西亞族裔學生們，解決少數民族接受高等教育的問題。



圖 57 玻里尼西亞文化中心建築意象

館區內有 8 個主題村莊，分別是紐西蘭群島 (New Zealand)、斐濟群島 (Fiji)、夏威夷群島 (Hawaii)、復活節島 (Rapa Nui)、薩摩亞群島 (Samoa)、大溪地群島 (Tahiti)、東加群島 (Tonga)、馬克薩斯群島 (Marquesas) 等，每一個村莊都有本身文化特色的傳統建築、藝術及手工藝品，類似台灣的九族文化村。



圖 58 玻里尼西亞文化中心園區地圖

第七章 心得與建議

本次為期 7 天考察美國夏威夷潔淨能源、低碳觀光等產業發展之推動情形及成果，獲致如下心得與建議：

一、心得

(一) 夏威夷潔淨能源之發展經驗值得我國借鏡：

1. 夏威夷對於能源的自主性與我國相同，均是過份仰賴石油進口來滿足自身能源的需求，然因具備優異的自然環境條件，因此具有發展再生能源的潛力；夏威夷州政府自 2008 年提出「潔淨能源倡議」，積極推動太陽能、風力、地熱、海洋能、生質能等綠色能源，而且依據不同島嶼特性與自然條件，各自發展強項的綠色能源，夏威夷州現已被美國政府選定為潔淨能源示範州，訂定 2030 年達到 70% 使用潔淨能源的積極目標，其發展經驗值得我國進一步學習。
2. 夏威夷是國際著名觀光勝地，經濟產業結構除了以旅遊業作為 GDP 第一大主要來源外，緊隨在後便是實力雄厚的軍事工業，州政府發展綠色能源即與這二項核心優勢產業相互結合，並逐年增加綠色就業機會，目前潔淨能源就業成長率已占全美第 3，雖然這個行業只佔經濟的一小部分，然其成長的速度比大多數行業還高，此可促進經濟類型多樣化。

(二) 夏威夷潔淨能源採多元性發展：

1. 夏威夷擁有全世界最豐沛的地熱資源，隨著石化能源價格的持續飆漲，替代性或再生能源如地熱的開發利用也隨著越受重視，目前夏威夷設立的地熱發電廠，年發電量已經相當於太陽能、風力等綠色能源之發電總量，夏威夷州政府撥付充裕的資金協助相關技術的提升，或以較低廉之租金出租地熱區之土地予發電業者，由其建造地上物及安裝機組，並將生產的電力再轉售予電力公司，將地熱資源之應用推廣至商業規模層級。
2. 夏威夷位在太平洋中部，附近海域的表層海水溫度中年維持在 24°C 到 28°C 之間，在離岸 1.2 公里，水深 400 及 800 公尺處即可取得 10°C 與 5°C 的深海冷水，優越的自然條件讓夏威夷在 1979 年發展出全球第一座海洋溫差發電站，不但證明海洋溫差發電技術的可行性，亦顯示此項新能源有邁向商業化規模之可行性，臺灣與夏威夷同樣四面環海，緯度比夏威夷更為南邊，理論上應有更佳潛力發展海洋溫差發電。

(三) 夏威夷州政府制定電動車完善的配套機制：

1. 電動車充電基礎設施的完善：電動車的行駛距離比一般傳統汽油車較短，因此充電站的普及便利性，即為電動車能否成功運行的關鍵。夏威夷州政府規定每 100 個停車位至少有 1 個供電動車專屬停車位並提供充電系統；已通過的商用充電站設置指導原則，鼓勵業者

於公共區域、停車場、商業及購物中心等設立充電設備，以結合民眾生活，降低因充電等候所產生的不便性。

2. 充電系統標準統一有利充電站服務的推廣：為避免如手機業者就電池及充電器各自發展下，互不相容所造成的消費者不便及後續廢電池等環保問題，美國與電動車車廠及電力供應商，已就統一電動車充電插頭達成共識，未來電動車不論廠牌，任何充電站均可充電，以利電動車的發展。
3. 電動車初期補助政策有利降低購車門檻：電動車的發展除為能源與環保議題外，同時亦能帶動相關產業，刺激經濟及增加就業人口，如同其他新技術的開發或是新興產業推動過程中，仍須適度仰賴政府支持以貼近現有產品價格，使民眾有意願使用；夏威夷州政府於推動過程中，除聯邦政府所提供 2,500 至 7,500 美元的稅賦減免外，亦提供民眾購車每台 4,500 美元，及業者申設充電站每站 500 美元的補助，爰衡量政府財政負擔，於先導示範期給予適度補助仍有其必要。

（四）以環保概念為主軸設計的旅館：

1. 從 Kahala Hotel & Resort 所採行的各項環保措施，對照國內目前各部會針對環保旅館議題可能涉及各項政策，諸如資源回收、廢棄物減量、減少使用一次性盥洗用具、節約用水等，皆已有相關的措施

在推動，且其推展狀況並不遜色於本次考察之旅館。另一方面，國內在鼓勵國人自發性參與環保旅館的策略中，同時思考並建立相當的誘因促使消費者積極參與，如景點參觀優惠、商品折價等回饋措施，此部分在考察的旅館中並未由飯店人員主動給予相關的訊息。

2. 在旅館最自豪的空調冷卻系統部分，基於台灣係屬於水資源缺乏的地區，且各縣市亦有不同程度的地下水問題，故旅館抽用大量地下水作為冷卻用水來源的方式在台灣不一定可以適用，且超抽地下水可能造成的地層下陷、地下水鹽化等問題。

二、建議

(一) 我國應積極與夏威夷州政府合作引進綠能產業的發展，並增進地區交流機會：

1. 台灣有 99% 的用電必須仰賴能源進口，如何發展綠色能源，已經成為國家重要的議題；目前綠能產業已列為我國六大新興產業的重點發展項目，台灣可學習夏威夷州政府推動潔淨能源發展之具體經驗，藉由共同合作引進綠能產業的發展，並增進地區交流機會進而帶動我國在相關產業發展、創造更多就業機會及綠色經濟成長。
2. 夏威夷州政府每年均會舉辦「亞太潔淨能源高峰會及展覽」(Asia-Pacific Clean Energy Summit and Expo)，針對目前使用之潔淨能源系統與設備現況與未來商業化計畫之新技術開發、亞太地區各國再生

能源技術現況與市場需求、全球經濟中再生能源競爭力與經濟效益及產業發展現況等議題進行討論。我國應結合中央及地方政府部門、產業部門及學術部門共同組團定期參與，以確實掌握再生能源國際發展趨勢及各國公共政策對再生能源的發展政策。

(二) 我國綠色能源除了發展太陽能光電與風力發電外，亦應積極思考地熱、海洋能與生質能之可行性：

1. 位於環太平洋地熱帶上的台灣，理應有發展或應用地熱能量的良好潛力，然而卻因地熱水的酸性過高或蒸汽含量過少，故大都未能在發電上有所發展，為加速開發台灣地熱發電，有必要重新整修具發展潛力之清水地熱區的廢棄地熱井，同時研發更多大型地熱發電系統，以因應未來能源需求。
2. 台灣東部面臨太平洋，沿岸陡降，水深在離岸不遠處即可達到 1,000 公尺，海水溫差經年維持在 20°C 以上，加上有黑潮暖流經過，更有利於溫差的提高，為國際公認最有開發海洋溫差發電的潛力地區之一。未來可考慮就東部海域之廠址特性進行評估，並研擬先導型實驗電廠之系統及整廠之規劃與概念設計，同時進行經濟可行性、工程可行性、風險性評估及環境影響評估。
3. 台灣應考慮在不占用耕地、不消耗糧食與不破壞生態的原則下發展第二代生質能源；首先積極推廣休耕地的復耕，全面種植糧食、飼

料或能源作物以創造就業，活絡農林經濟，提高自主能源比例。同時恢復台灣的甘蔗產業，製造酒精作為燃料，不僅技術成熟，也有經濟效益；再者可以進一步利用剩餘的蔗渣（含豐富的纖維素）來生產纖維酒精，提高附加價值。在纖維素轉化成酒精技術上有所突破後，種植快速生長的纖維能源作物將更具優勢，因此，長期的目標則應發展纖維能源作物（如狼尾草、芒草、木材）以生產酒精，或高油脂能源作物（如白油桐）以生產柴油。

4. 開發適合本土發展的大型藻類如龍鬚菜、馬尾藻、石蓴等技術。配合水試所與各地區漁會及政府機構，充分開發在海洋水域養殖各種有應用需求與經濟價值的藻類養殖技術，以期未來藻類生質能源所需的生產原料可以不虞匱乏。
5. 如何徹底分解廢油中的水分及沉澱物為廢油回收關鍵技術所在，由於技術門檻高，造成國內業者不願意投入合格廢油回收商行業，政府相關部門應儘速建立輔導機制並提供足夠誘因，促使業者提高意願投入廢油回收技術的研發。

（三）我國具有發展電動車相當好的潛力，未來仍須強化下列工作以形成市場規模：

1. 電動車電池規格及充電介面標準的建立：充電系統的相容性或標準統一，有利充電站服務的推廣，可使電動車不論廠牌，在任何充電

站均可充電，如此可免除如手機市場早期電池及充電設備各自發展下，後續的整合問題。再者，我國國內市場有限，尚須著眼與國際市場的接軌，俾產生規模經濟並利業者長遠經營生存。

2. 考量市場效益，宜藉由示範案儘速確認充電站營運模式：不論 100 年 1 月 6 日已核定的經濟部「建置澎湖低碳島專案計畫」、環保署規劃中的「金門低碳島計畫」、交通部規劃中的「綠島及小琉球低碳島計畫」，考量觀光、低碳產業與再生能源的結合，均將電動機車推廣作為重點發展項目。其中經濟部以產業發展角度並著眼國外市場拓展，規劃以充電模式推廣；環保署則以消費者使用習慣及便利性，主張以電池交換模式取代舊有充電方式，並於 100 年 6 月 14 日，訂定發布「電動機車電池交換系統補助辦法」及「電動機車電池交換費用補助辦法」，前者已核定補助 2 家系統業者 4,500 萬元分別於新北市及高雄市各建置 30 個電池交換站；後者則預計補助 1 萬輛電動機車使用者之交換電池費用，每輛 1 萬元。

按電能補充分為一般充電、快速充電及電池交換等方式，依不同區域與使用需求樣態，宜搭配使用不同補充方式，如長時間可採一般充電，以節省成本；快速充電係為滿足緊急使用需求，至電池交換可用於都會區或城際間通勤，短時間補足長距離行駛之電能。除應規劃滿足使用者需求之商業模式外，仍應兼顧經濟規模效益及海外

市場的拓展，可藉由示範驗證，儘速確認充電站的商業推展模式。

3. 完善充電站法規制度的建置：配合政府推動電動車時程，須建立足夠充電站以滿足消費者需求，爰在法規上須訂定一套完整制度來規範充電站的設立及營運方式，從都市、非都市計畫有關土地取得級容許使用之部分、充電站的標準等級認證、收費計價所依據法規等，俾使業者有所依循。
4. 運用我國 ICT 優勢，建立通訊技術應用模式：有鑑國內具有資通訊產業強力後盾，未來可透過各種通訊技術應用模式的協助，針對消費者的充電時間習慣、使用地點、充電費用可接受程度等建立市場資訊資料庫，並進一步進行成本與計價的調配，作為市場經營與財務分析的資料來源；後續電動車市場擴大後，尚可作為充電費率調整、設置地點、政策補助推動，以及業者增設擴點和財務評估等參考。

外館駐地新聞



Portal of
Republic of China (Taiwan)
Diplomatic Missions

- Embassies and Missions Abroad
- News
- Activities
- About Taiwan
- Taiwan Today
- Periodicals
- Pictures
- Video



> PDA > Home > Sitemap > RSS > 中文版

Search Keywords Go [Advanced](#)

外館駐地新聞

Path: Home > 最新消息 > 外館駐地新聞

share [Print](#) [Forward](#) [Back](#)

中華民國潔淨能源考察團至夏威夷州參訪節能減碳倡議及低碳生態旅遊設施

Post Date: 2012/11/15



朱為正總領事與黃副主委及夏茲副州長合影

中華民國潔淨能源考察團一行14人11月13日在駐檀香山辦事處朱為正總領事陪同下，分別拜會夏威夷州夏茲副州長（Brian Schatz），眾議會議長余貴人（Calvin Say）參議院副議長金丹娜（Donna Kim），就台夏未來在潔淨能源及推動觀光產業發展雙邊合作交換意見。

中華民國潔淨能源考察團由行政院經建會黃萬翔副主委率團，團員包括連江縣長楊綏生，金門縣及澎湖縣等離島縣市代表籌組而成。訪問團此行之主要目的在實地瞭解夏威夷州政府於2008年推動之節能減碳倡議計劃在2030年達成70%的能源來自潔淨能源之作法，及美國免簽證於本月正式上路，雙方未來如何共同發展觀光產業。

離島建設條例將澎湖，金門，綠島及小琉球列為低碳島，其地理特徵與夏威夷鄰近諸島頗為類似，均具發展低碳島之優越條件。夏威夷州作為美國聯邦政府潔淨能源示範州，潔淨能源發展項目具多樣性，該團除拜會夏州商業廳聽取夏州政府能源簡報及發展電動車簡報外，並將參觀大島電力公司，Puna地熱發電廠，生質柴油廠，夏威夷自然能源實驗園區，夏威夷大學自然能源所，再生能源發展中心及氫氣車充電站等。

夏茲副州長熱誠歡迎該團訪問，並盼雙邊繼續加強潔淨能源合作，至盼我籌組代表團參加2013年亞太能源高峰會，與亞太各國分享我國發展潔淨能源之政策與經驗。

[Accessibility](#) | [Privacy Policy](#) |

Best viewed at 1024 x 768 resolution.
Copyright © 2012 Ministry of Foreign Affairs, Republic of China (Taiwan)
Tel: (002-1-613) 2315080 Fax: (002-1-613) 7626090

誌謝

本次考察團得以順利出國參訪，承蒙駐檀香山台北經濟文化辦事處朱總領事為正、黎副參事倩儀行前溝通與聯繫，夏威夷州政府工商經濟發展與觀光廳 Mr. Milton Kwock 及能源處 Ms. Veronica Rocha 協助行程安排，對於本次考察成果豐碩助益甚大。考察期間對於夏威夷州政府及各參訪單位的熱誠接待，林玉鐘教授及黃喜代小姐協助部分翻譯，謹致上所有考察成員最誠摯的謝意。