

從國際再生能源發展趨勢看 台灣綠能產業推動策略 (初稿)

左峻德博士

台灣經濟研究院 研究一所

2018.12.11

產業整合推廣平台



Taiwan Small & Medium
Wind Turbine Association

台灣中小型風力機發展協會



Taiwan Fuel Cell Partnership

台灣燃料電池夥伴聯盟



Taiwan Smart Grid
Industrial Association

台灣智慧型電網產業協會



High Power Device Application And
Research Alliance

高功率元件應用研發聯盟



Taiwan Renewable Industry
Promote Association

台灣新能源產業促進協會



Taiwan Biomass Energy
Industrial Association

台灣生質能源產業協會



Taiwan Carbon Association

台灣精碳產業協會



Taiwan Organic Photovoltaic
Industrial Research Associations

台灣有機太陽能電池產研協會



Taiwan Association for
Superior Service Brands

台灣服務優良品牌協會



Taiwan Strategic Institute for
Environment and Resources

台灣環境資源戰略學會



Taiwan Industrial Competitiveness
Promotion Association

台灣產業競爭力促進協會



Taiwan Renewable Energy
Certification Associate

台灣再生能源認證產業發展
與推廣協會



Taiwan Green Energy Boat Industry
Association

台灣綠能船舶產業發展協會

台灣航太積層製造產業協會
Taiwan Aerospace Additive Manufacturing Industry Association

Taiwan Aerospace Additive
Manufacturing Industry Association

台灣航太積層製造產業協會

Taipei Fuel Cell Foundation

台北市燃料電池基金會



Taiwan Health Care Industry
Alliance

台灣健康醫療產業聯盟

報告大綱

一、國際再生能源最新發展趨勢

- 1.風能
- 2.太陽能
- 3.生質能
- 4.氫能與燃料電池

二、台灣綠能產業近程發展策略

- 1.強化國際合作，增進離岸風電產業競爭力
- 2.建置離島經濟型智慧微電網，開拓國際市場商機
- 3.恢復與擴大生質燃料供應，減少化石燃料使用
- 4.建立氫能供應體系，強化燃料電池產業發展
- 5.擴大再生能源基金規模與應用範圍，
強化產業競爭力(風能、太陽能、節能與綠色載具)

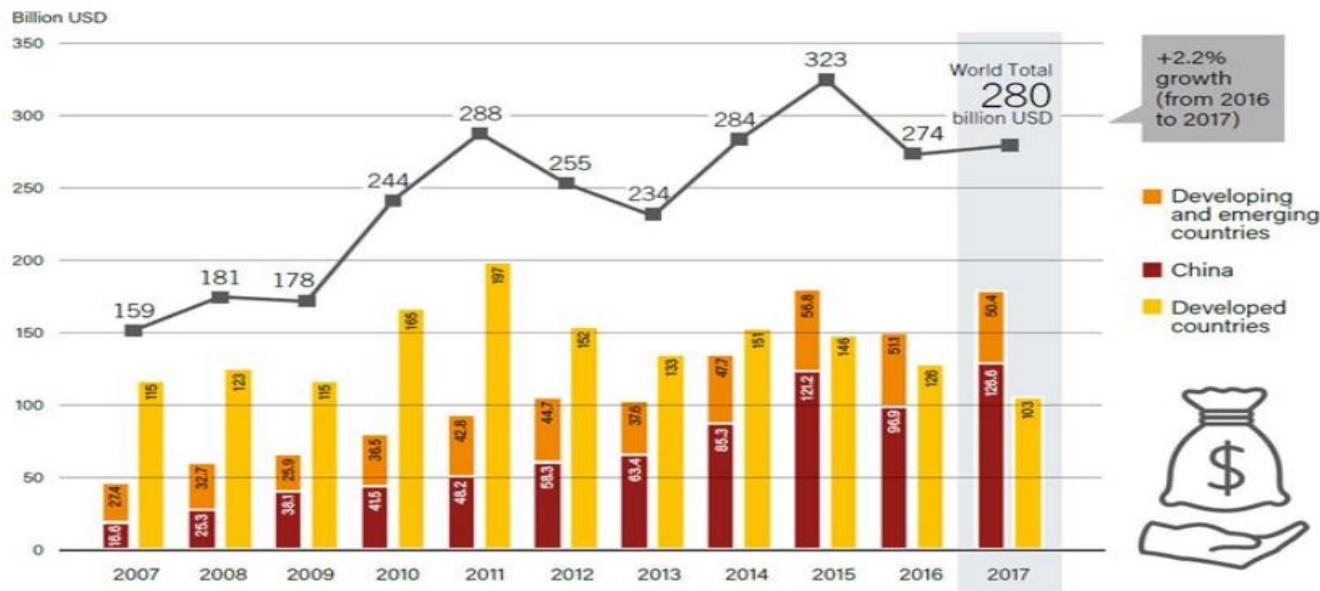
三、台灣未來再生能源科技選項

- 1.浮動式離岸風力發電
- 2.增強型深層地熱發電
- 3.黑潮洋流發電
- 4.淨煤技術

四、結論與建議

一、國際再生能源最新發展趨勢

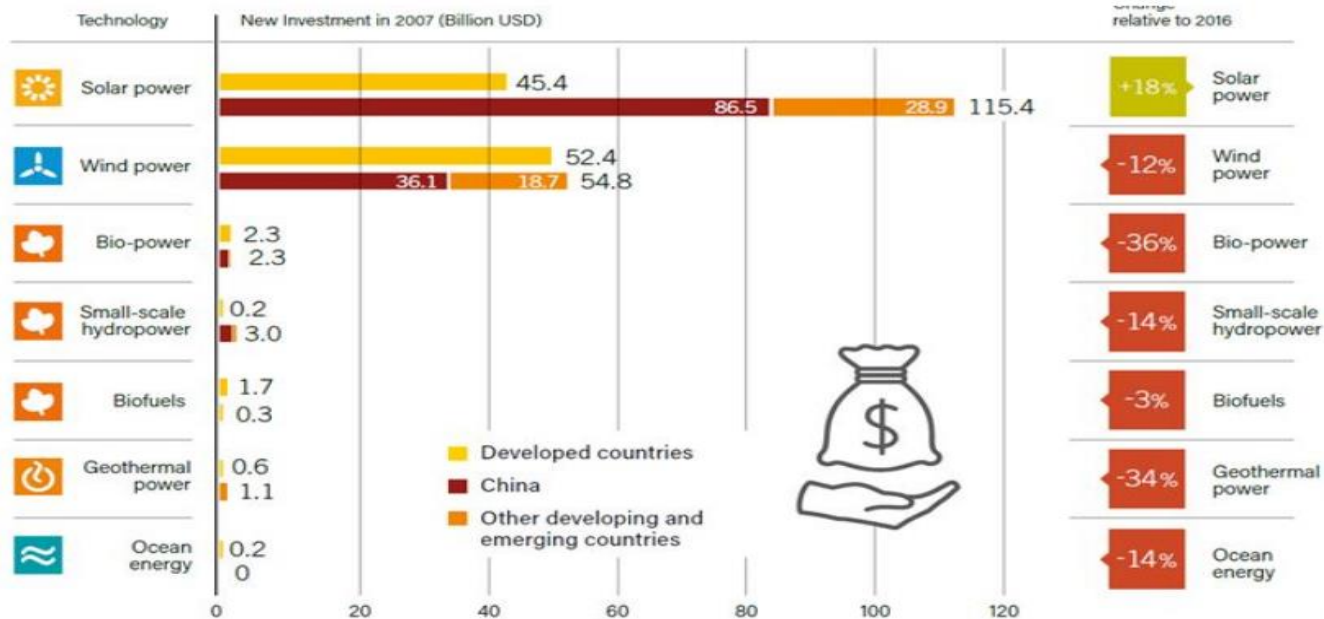
全球再生能源呈長期成長趨勢，其中中國大陸與開發中國家投資強勁



Note: Figure does not include investment in hydropower projects larger than 50 MW. Investment totals have been rounded to nearest billion and are in current USD.

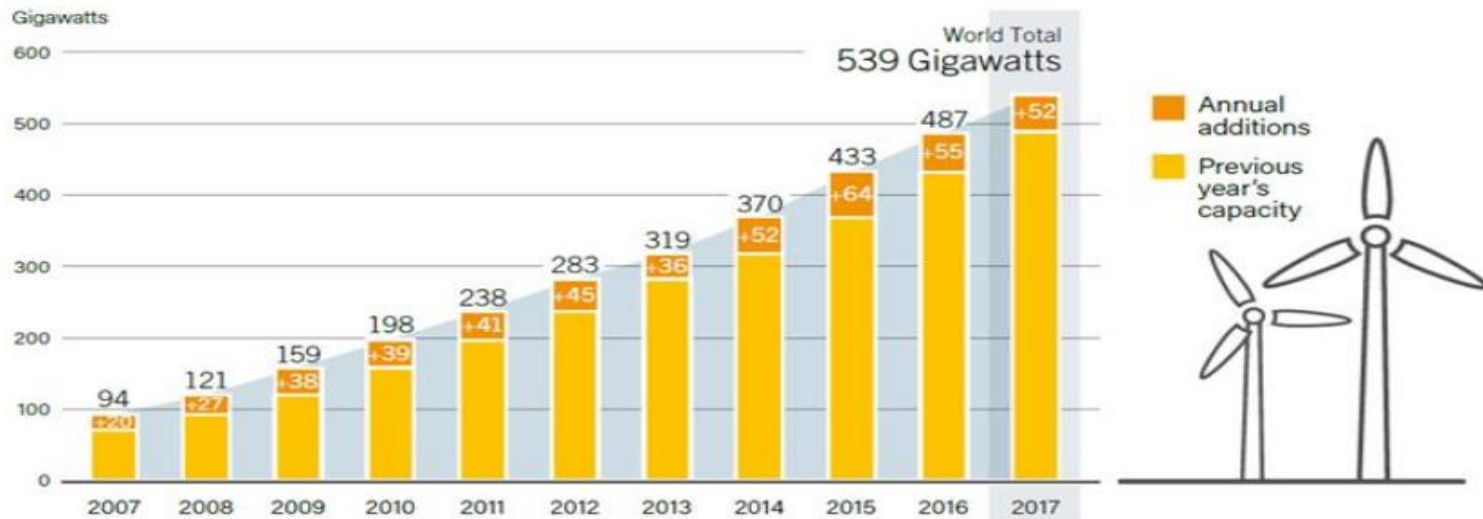
全球再生能源年度投資金額分佈

全球再生能源投資以太陽能為主，風能居次



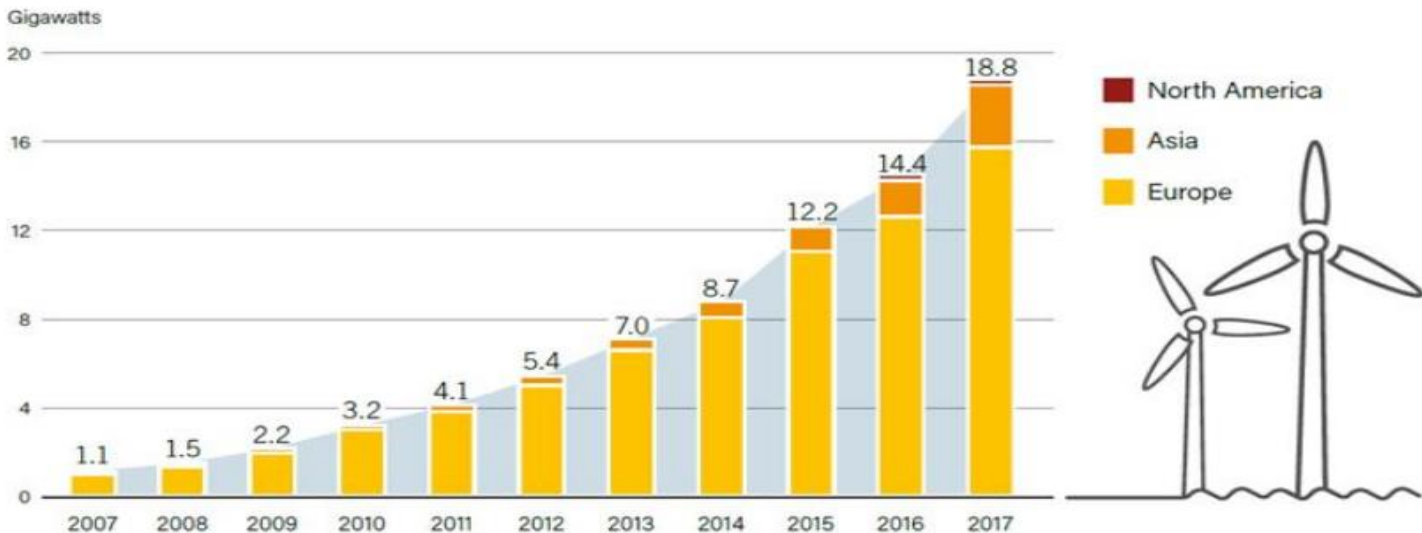
2017全球再生能源投資金額及技術分佈

2017年全球太陽能已累積裝置402GW



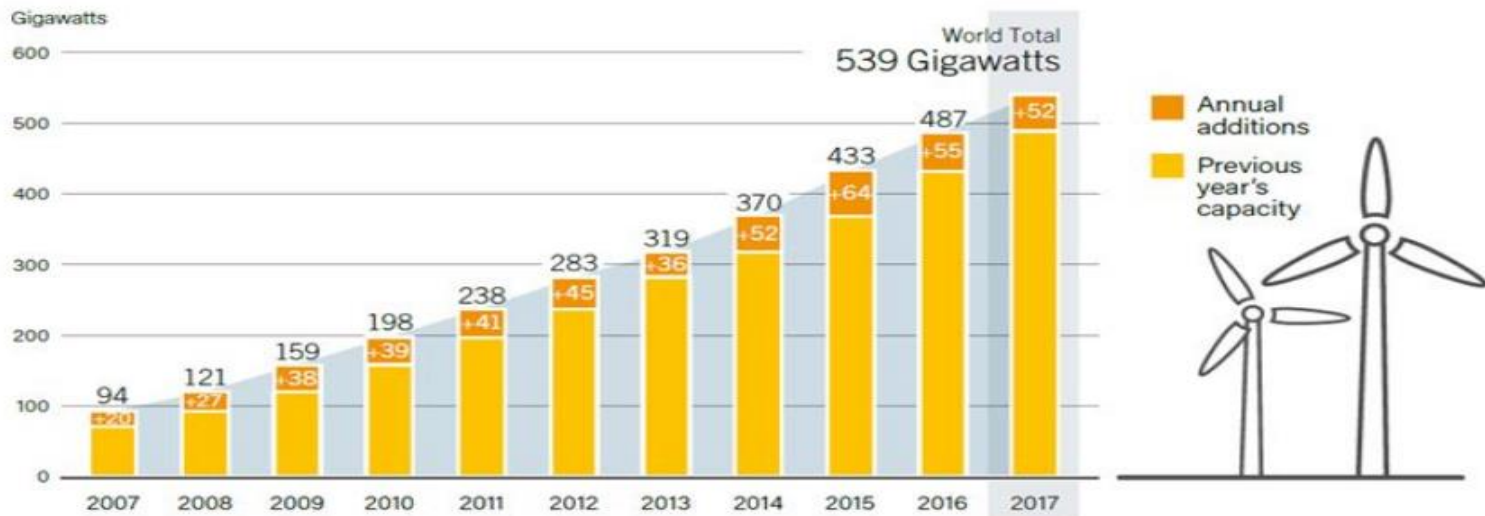
全球太陽光電裝置容量及年度成長量

全球太陽能主要裝置在中國大陸、美國、日本及德國



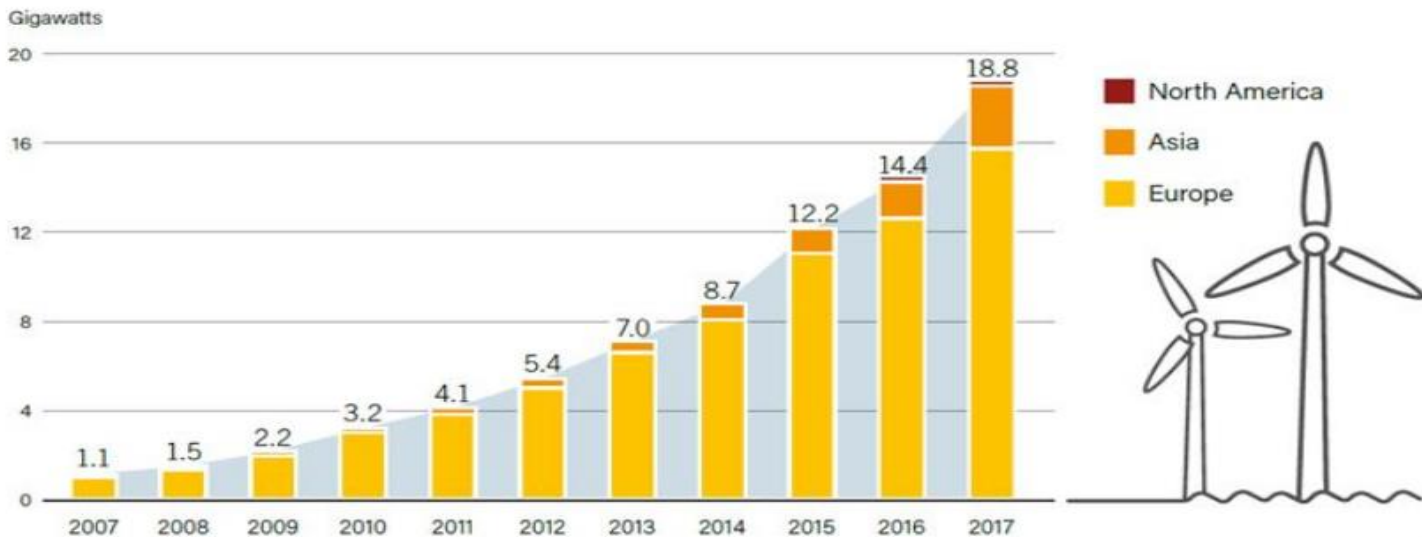
全球太陽光電裝置容量主要分佈區域

2017年全球風能已累積裝置539GW



全球風力發電裝置容量及年度成長量

2017年全球離岸風電裝置達18.8GW，主要在歐洲、其次在亞洲



全球離岸風力發電裝置容量及年度成長量分佈區域

■ 全球離岸風電發電產業之發展概況

□ 歐洲離岸風電發展目標

國家	離岸風電裝機容量目標
英國	2020年：10GW
德國	2020年：6.5 GW；2030年：15GW
荷蘭	2023年：4.5 GW；2030年後每年建設1 GW
法國	2023年：3 GW；2030年：6 GW

□ 亞洲離岸風電發展目標

國家	離岸風電裝機容量目標
中國大陸	2020年：5 GW
台灣	2025年：5.5 GW
南韓	2031年：10 GW
日本	2030年：10GW
印度	2022年：5 GW · 2030年：30GW
越南	2030年：6 GW(含陸域及離岸風力發電)

} 朝向發展浮動式離岸風力機

已有風機製造商

2017 年全球累計離岸風電裝置容量

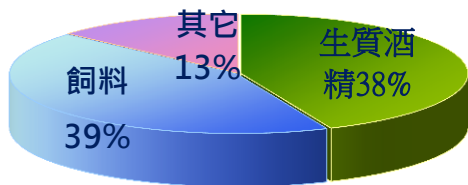
8,000 — MW ■ 2016 年累計容量 ■ 2017 年累計容量



全球生質能源產業發展概況

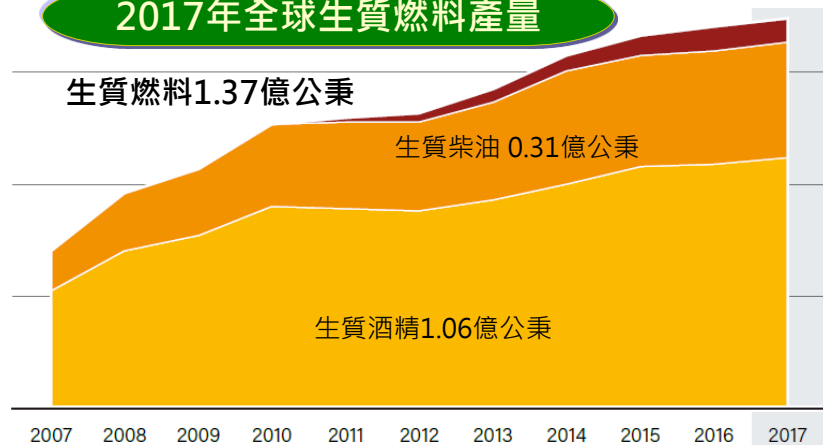
- 2017全球生質燃料產量達1.37億公秉，佔全球交通運輸燃料消費量3%，其中生質酒精為1.06億公秉、生質柴油0.31億公秉
- 2017年全球生質發電累積裝置量達122GW，佔全球發電量2%；生質造粒產量約30百萬噸，歐洲為全球最大生產地區 (REN21，2018)

2016年美國玉米用途分析



資料來源：USDA網站，台經院整理

2017年全球生質燃料產量



資料來源：REN21 (2018)。

主要發展國家政策和目標

- 推動中國家皆已訂定生質酒精中長程發展目標，目前約有15個國家實施強制添加，12個國家正推動添加生質酒精，主要以推廣**第一代生質酒精為主**，美國是唯一強制規範第二代纖維酒精使用量國家

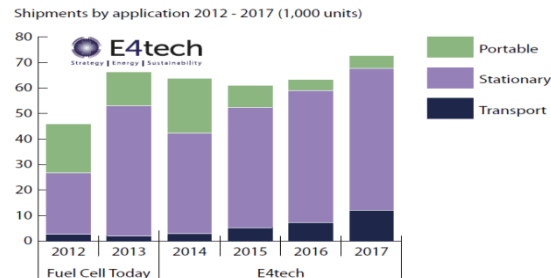
重要國家生質燃料發展政策與目標

國家	政策	國家	政策
美國 ^a	2012年生質酒精在運輸燃料佔4.6%；生質燃料2022年達360億加侖，其中纖維酒精佔160億，傳統生質燃料2015年達到150億後不再增加	比利時 ^j	E4和B4
加拿大 ^b	E5和B2	哥倫比亞 ^j	E8
巴西 ^c	E20和B5	哥斯大黎加 ^j	E7和B20
歐盟 ^d	2020年生質燃料在運輸燃料所佔比例為10%，其中以糧食為料源之生質燃料不可超過5%；各國生質酒精混合比自行規範	印度 ^j	B10
中國 ^e	已有9個省份實施E10，2020年全國實施E10；2015年液態生質燃料產量須達400萬公噸	越南 ^j	E5
印度 ^f	目前B10，預計2017年將推動E20和B20	馬來西亞 ^j	B5
泰國 ^g	2012年使用至少20%生質酒精及生質柴油替代運輸燃料，2021年每日酒精用量需達900萬公升 目前E5和B5	烏拉圭 ^j	E24和B1
澳洲 ⁱ	新南威爾士州:E4與B2；昆士蘭：E5	祕魯 ^j	B2和E7.5
		菲律賓 ^j	E10和B5
		南非 ^j	2015年10月E5
		韓國 ^j	B2.5
		日本 ^h	2017年50萬公秉化石運輸燃料須由生質燃料取代，2020年180萬公秉化石運輸燃料須由生質燃料取代

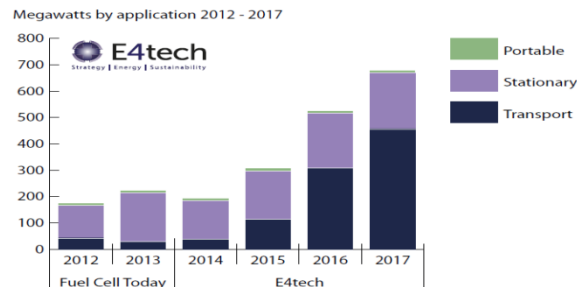
資料來源：a. IEA(2011), EPA(2010)；b. USDA(2013)；c. USDA(2013)；d. USDA(2013)；e. USDA(2012), USDA(2013)；f. USDA(2013)；g. USDA(2013)；h. USDA(2013)；i. APEC(2008), USDA(2013)；j. REN21 (2014)。

氫能燃料電池全球發展現況

- 根據E4tech報告指出，2017年全球燃料電池超過70,000套出貨量，略高於2016年之63,000套。於全球總裝置容量(MW)亦快速增加，自2016年的516 MW大幅增長至2017年約達670 MW。
- 2017-2018年以運輸型燃料電池出貨量增幅最大，出貨量約12,000套，相較2016年增長約4成以上，於裝置容量則累積約達455 MW，較2016年增長超過3成。此可歸因於運輸型燃料電池之需求越來越多且日益佔據主導地位。其中，豐田仍是最大的燃料電池車輛供應商。
- 2017年定置型燃料電池出貨量小幅增長增至56,000套，裝置容量亦增至214 MW以上，主要係因亞洲市場持續成長，包含南韓大型機組發電系統，及日本小型住宅用燃料電池系統，其中日本Ene-farm補助之CHP系統，約佔全球近50,000套出貨量。
- 可攜式燃料電池出貨量增長超過4成，自2016年約4,200套增長至約5,000套，裝置容量累積約達0.5 MW。其中包含myFC公司交付1,000組JAQ燃料電池充電器予中國電信公司。



2012-2017年國際燃料電池應用別出貨量



2012-2017年國際燃料電池應用別裝置容量

中國大陸氫燃料電池產業發展與政策現況

- 中國燃料電池政策以**運輸型之燃料電池車**為主要發展方向，**定置型發電**仍處於**技術驗證**階段，預計透過大規模氫的製取、存儲、運輸、應用一體化，實現**加氫站**的應用。

整體政策	根據十三五規劃綱要，將燃料電池納入新能源汽車，並實施《中國製造二〇二五》，計畫在關鍵基礎器件、燃料電池系統、基礎設施與示範三個方面加大研發和投入力度		
類別	運輸型-電動巴士為主/加氫站	定置型	製氫、產氫、加氫
產業發展 & 推動政策	<ol style="list-style-type: none"> 「中國製造2025」規劃於2020年實現5,000輛燃料電池車，使用於特定公共服務領域、2025、2030年至少興建300座、1,000座加氫站、2030年達100萬輛零污染排放車輛之目標 工信部發布《乘用車企業平均燃料消耗量與新能源汽車積分並行管理辦法》(簡稱雙積分辦法)，訂於2019-2020年新能源汽車積分比例為10%和12% 2016-2020年，燃料電池乘用車、輕型客車、大中型客車購置補貼人民幣分別為20萬、30萬、50萬，而加氫站補貼400萬人民幣(>200公斤氫/日) 	目前處於技術驗證階段，針對PEMFC、MeAFC、SOFC，分別設置輸出功率及壽命目標	2016年公布「 氫能與燃料電池技術創新 」目標於2030年實現大規模氫的製取、存儲、運輸、應用一體化，實現 加氫站 現場儲氫、製氫模式的標準化和推廣應用



國鴻氫能動力設於雲州市的加氫站






武漢泰歌氫燃料電池巴士

車輛類型	純電力續駛里程(R)	燃料電池系統額定功率(P單位= kW)	補助標準(人民幣)	技術要求
轎車	R≥300km	10 < P < 30	0.6萬/kW · 上限20萬	燃料電池系統額定功率與驅動電動額定功率比例不得低於30%
轎車		P > 30kW	20萬/輛	
輕型客車/貨車			30萬/輛	
大中型客車/中重型貨車			50萬/輛	



日本氫燃料電池產業發展與政策現況

日本政府已公布「氫能基本戰略」為整體發展政策並設定明確目標，**燃料電池車輛已於2015年開始商轉**，加氫站數量亦已建置逾100站，**定置型則以ENE-FARM家用型熱電共生發電系統為主力**，已建置逾25萬套，2018更建置世界最大等級(10,000kW)之**製氫工廠-福島氫能研究廠**，實現氫氣發電與現有LNG火力發電同等成本之目標。

類別	運輸型-燃料電池車/加氫站	定置型-ENE-FARM	產氫、氫能發電
整體政策	2017年公布「氫能基本戰略」，為實現氫能社會，提出2030年燃料電池汽車80萬輛、加氫站900座、家庭用燃料電池530萬台、氫氣成本30日元/Nm ³ 之目標。		
產業發展	<ol style="list-style-type: none"> 日本境內累積至2018年4月已有100座加氫站，2020年預計將建置160座加氫站、2025年320座、2030年900座 日本氫燃料電池車數截至2017年底為2,322台，燃料電池預計到2020年目標4萬輛、2030年約為80萬輛 	<ol style="list-style-type: none"> 日本Ene-Farm計畫在2018年6月已完成裝設25萬台住宅CHP燃料電池系統，預計2020年裝設140萬台、2030年530萬台 2020年實現PEFC(質子交換膜型)80萬日元、SOFC(固態氧化物型)100萬日元的價格目標 預計於2020年東京奧運上展示燃料電池發電機組 	<ol style="list-style-type: none"> 目前日本氫氣成本約為100日元/Nm³，預計於2030年達到氫氣成本30日元/Nm³ 氫氣發電實現與現有LNG火力發電同等的成本競爭力，12日元/kWh NEDO結合東芝Energy Systems、東北電力公司及岩谷產業打造世界最大級(10,000kW)製氫工廠-福島氫能研究廠，預計每年將使用可再生能源生產和儲存多達900噸的氫氣
推動政策	2018補貼分配： <ol style="list-style-type: none"> 燃料電池汽車130億日元 加氫站57億日元 燃料電池及加氫站的研發53億日元  <p>豐田(Toyota)-Mirai</p>	2017補貼分配：ENE-FARM共 89億日元  <p>Aisin ENE-FARM type S(700W) Tokyo Gas Integrated model(700W)</p>	2019年預計投入約 207億日元  <p>10,000kW福島氫能研究場示意圖</p>

南韓氫燃料電池產業發展與政策現況

- 南韓政府提出2030年前，將再生能源的占比提高至20%，並透過設定**可再生投資組合標準RPS**的方式，促使發電廠逐年提高再生能源發電占比，目前南韓**燃料電池總裝置容量已近300MW**。
- **五年計劃**以全國設置80座加氫站為目標，並投入**1,500億韓元**提升車輛之續航力、降低燃料電池車售價。

整體政策	提出2030年前，將再生能源的占比提高到20%，設定可再生投資組合標準RPS	
類別	定置型-燃料電池發電廠	運輸型-燃料電池車
產業發展	1. 截至2018年，南韓6家發電廠，燃料電池總裝置容量 近300MW 2. 再生能源憑證(REC)：燃料電池乘數最高，以2倍計算	1. 南韓政府「五年計劃」(2016-2020)， 全國將設置80座加氫站 之目標
推動政策	1. 若電力公司未達到該年度規定之再生能源發電量占比，將被罰款當年度再生能源的平均市場價格的50%  <p>59MW 京畿道綠色能源燃料電池公園</p>	1. 南韓政府「五年計劃」(2016-2020)投入 1,500億韓元 (約1.39億美元)協助國內車商提升電動車續航力、降低燃料電池車售價 2. 2013年7月至2016年6月投資 164億韓元 (約1,469萬美元)進行加氫站建設及燃料電池汽車之示範  <p>南韓現代(Hyundai)燃料電池車</p>

二、台灣綠能產業近程發展策略

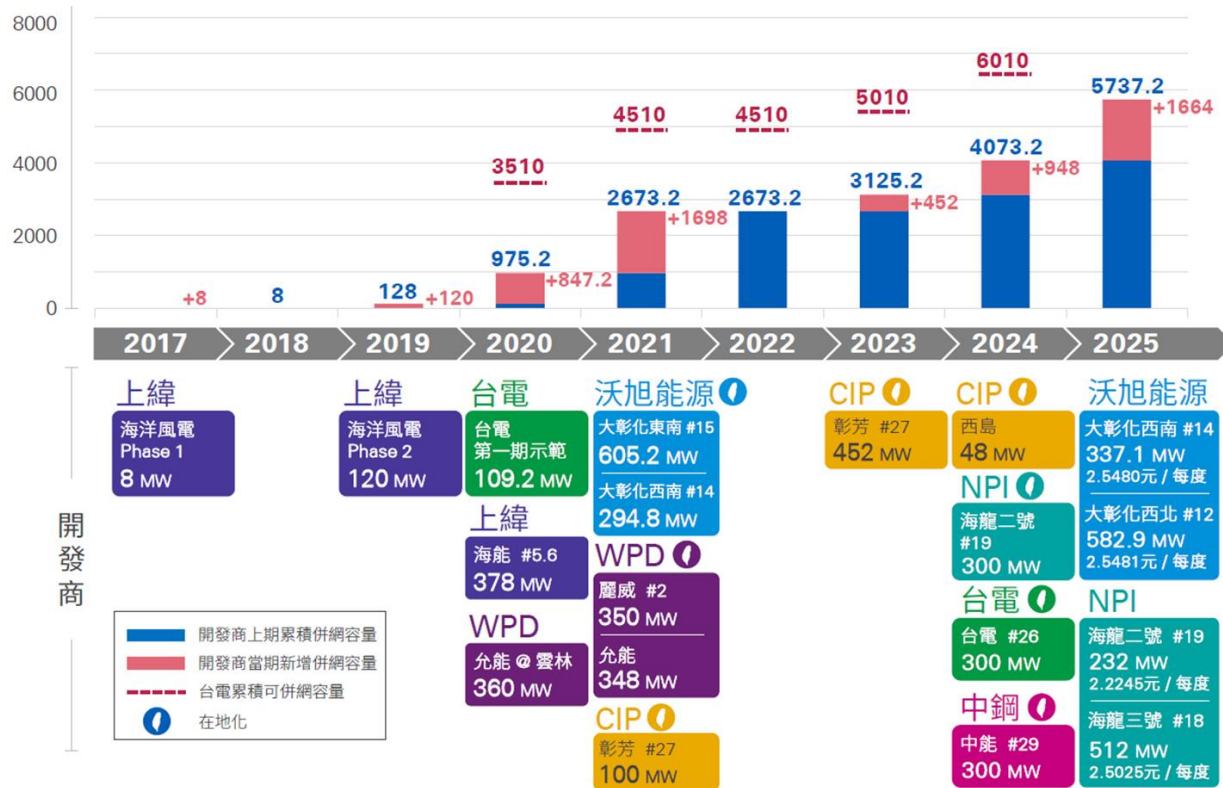
1. 強化國際合作，增進離岸風電產業競爭力

我國風力發電政策目標

- 行政院並於2016年10月27日通過推動方案，以太陽光電及風力發電為最關鍵的發展項目，致力達成**2025年再生能源發電占比達20%的目標**，
- 針對風力發電，經濟部已擬定「風力發電4年推動計畫」（2017-2020年），規劃短期厚植推動基礎，在4年內達成風力發電累計1,334 MW（百萬瓦）設置量，並建立中長期治本措施，優化設置環境，進而達成**2025年6.7GW（陸域1.2GW、離岸5.5 GW）的設置目標**，

台灣離岸風電發展現況

- 2018年4月已完成3.8GW遴選作業，6月完成1.7GW競標作業，吸引國際離岸風電開發商Orsted、CIP、WPD、NPI等來台投資。
- 2018FIT為5.8498/度
2019FIT暫定5.1060/度



■ 經濟部工業局離岸風力發電產業政策目標與策略

一、政策目標

推動離岸風力發電產業發展，建構產業供應鏈，搶攻亞太市場

二、推動策略

① **建立產業發展基礎設施環境**: 推動離岸風電產業園區，帶動廠商投資，形成產業聚落

② **推動建立產業供應體系**: 以市場誘因推動國際風電設備廠商來台，促使風力機製造、水下基礎及海事工程船舶製造等國內外業者建立合作關係，形成產業供應鏈

三、重點發展產業

① 離岸風力機組裝暨零組件與電力設施

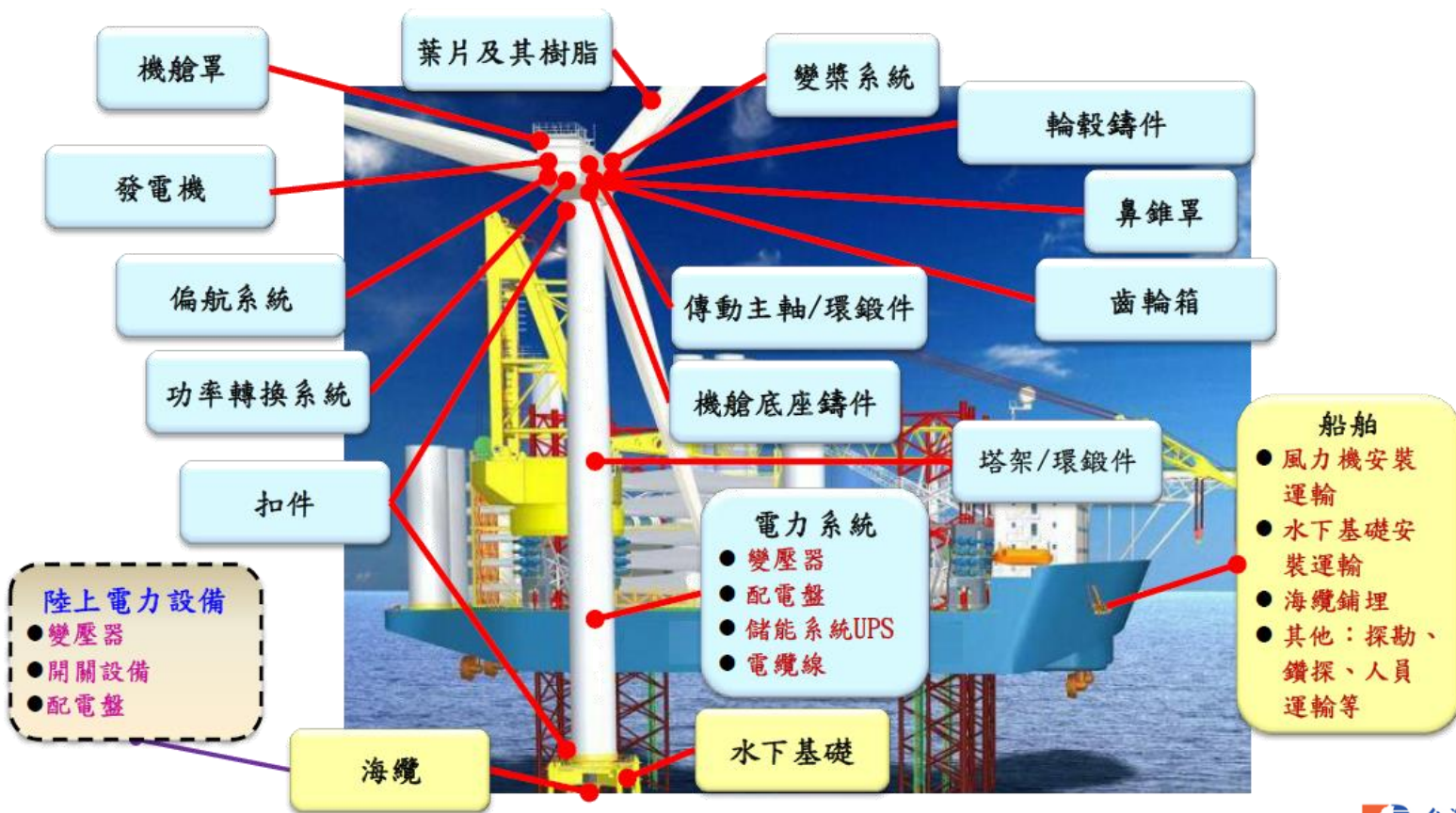
② 水下基礎製造

③ 船舶製造

■ 經濟部工業局考量國內業者技術成熟度，及國外業者規劃作法，歸納出產業發展項目與時程

前置期(2021-2022年)		第一階段(2023年)	第二階段(2024-2025年)
風力機組	塔架	塔架 機艙組裝、變壓器、配電盤、不斷電系統、鼻錐罩、電纜線、輪殼鑄件、扣件	塔架 機艙組裝、變壓器、配電盤、不斷電系統、鼻錐罩、電纜線、輪殼鑄件、扣件 齒輪箱、發電機、功率轉換系統、葉片及其樹脂、機艙罩、機艙底座鑄件
水下基礎	水下基礎	水下基礎	水下基礎
電力設備	變壓器、開關設備、配電盤	變壓器、開關設備、配電盤、海纜	變壓器、開關設備、配電盤、海纜
海事工程	1. 調查、鋪纜、探勘等施工及監造、船隻與機具規劃設計、安全管理。 2. 船舶製造：調查、支援、整理、交通、鋪纜類船隻。	1. 調查、鋪纜、探勘、塔架、水下基礎等施工及監造、船隻與機具規劃設計、安全管理。 2. 船舶製造：調查、支援、整理、交通、鋪纜、運輸、安裝類船隻。	1. 調查、鋪纜、探勘、塔架、水下基礎、風力機等施工及監造、船隻與機具規劃設計、安全管理。 2. 船舶製造：調查、支援、整理、交通、鋪纜、運輸、安裝類船隻。

離岸風力機系統、塔架、水下基礎、船舶製造產業鏈架構



國內離岸風機零組件廠商與國外風機系統商合作狀況

品項 \ 風機系統商名稱	MHI VESTAS	SIEMENS GAMESA
塔架	CS Wind集團(南韓)及金豐機器工業股份有限公司(台灣)(合約)	CS Wind集團(南韓)及金豐機器工業股份有限公司(台灣)(合約)
葉片	天力(MOU)	無
葉片樹脂	上緯(MOU)	上緯(合約, 供應海洋二期風場)
葉片碳纖維	台塑(MOU)	無
發電機	東元及芬蘭斯維奇(MOU)	無
偏航馬達	無	東元(MOU)
鑄件	永冠(評估中)	永冠(MOU)
低壓電纜	大亞、華新麗華(評估中)	信邦電子、大亞、華新麗華(MOU)
高壓電纜		華新麗華(MOU)
鑄件	永冠(評估中)	永冠(MOU)
機艙組裝	尚無	預計2021年
變壓器	亞力、士林(評估中)	華城、亞力(評估中)
鼻錐/機艙罩	先進複材(評估中)	丹麥商Jupiter Bach與先進複材合作(MOU)
配電盤	華城、士林(評估中)	華城(評估中)
扣件	春雨、恒耀(評估中)	春雨、恒耀(評估中)
不斷電系統	台達電(評估中)	台達電(評估中)

離岸風電開發商與國內供應商簽約情況

項目	供應商	下單開發商
離岸風力機	Siemens Gamesa	沃旭、達德、上緯
	MHI Vestas	CIP、中鋼、海龍(NPI&玉山)
水下基礎	世紀離岸風電設備股份有限公司可能與丹麥水下基礎製造商 <u>Bladt Industries</u> 合資成立「世紀銻特水下基礎公司」	達德、CIP
	興達海洋基礎股份有限公司	沃旭
水下基礎基樁製造	台朔重工、台船	沃旭
水下基礎設計	臺灣世曦工程	CIP
陸上變電站調查、設計或統包	中興工程	沃旭、CIP
	華城電機	CIP
	台灣汽電共生(星能)	沃旭
地質調查	環球測繪	達德、沃旭、CIP
海纜鋪設	穩晉港灣工程	沃旭、CIP(鋪纜船租賃)
漁業轉型環安衛訓練	宏華營造	CIP

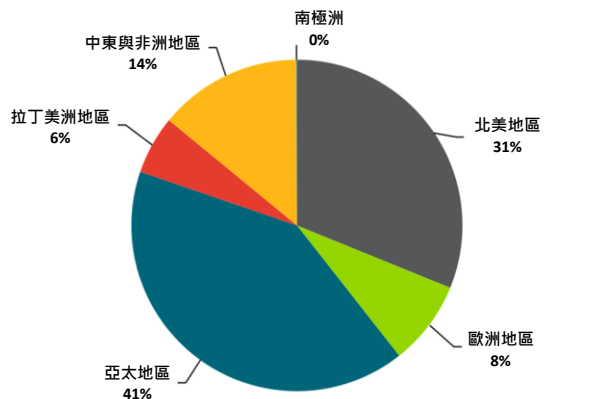
- 2018年我國已完成離岸風電5.5GW的遴選及競標作業，並朝 下一階段區塊開發規劃。我國設定2025年裝置5.5GW的目標與世界離岸風電主要設置的歐洲地區比較，德國2020年6.5GW，荷蘭2023年4.5GW，法國2023年3GW，或是比較我國鄰近的日本2030年10GW，韓國2031年10GW。台灣設定的目標已居世界前段班之列，同時遴選階段實施的固定20年躉售費率5.8498/度也是高出國際水平。
- 經濟部主管機關工業局、能源局及標準局等應加強協調，幫助國內廠商與國際離岸風電開發商加強合作，加速技術引進，擴大市場規模，才能培植國內離岸風電產業競爭力。

2. 建置離島經濟型智慧微電網，開拓國際市場商機

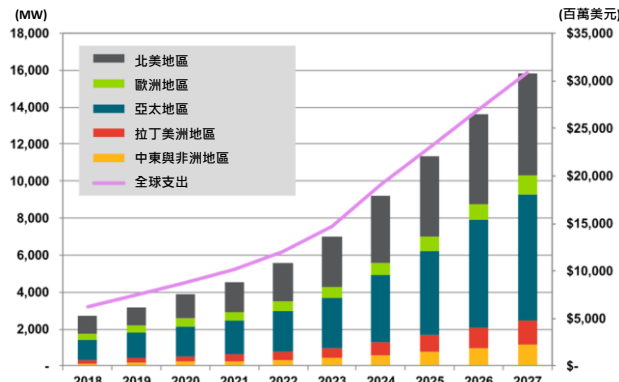
全球微電網系統市場概況與發展預測

- 目前全球共2,134處微電網系統案場，總裝置容量約達24,981 MW，其中38%為偏遠地區型應用。近期新增案場超過50%屬商業與工業型應用，另有32%屬偏遠地區電氣化的應用及救災工作對於電力的需求。由於近年來太陽光電和柴油機平均發電成本差距迅速縮小，新增案場中，以太陽光電作為主要發電設備的案場數量約為柴油發電機的2倍。

- 亞太地區及北美地區仍為全球微電網系統案場主要建置地區，中東與非洲地區則以較大的差距位居第三。但就案場數量而言，北美地區有1,105處，約為亞太地區的兩倍。



2018年第二季全球各地區微電網系統
累計裝置容量占比



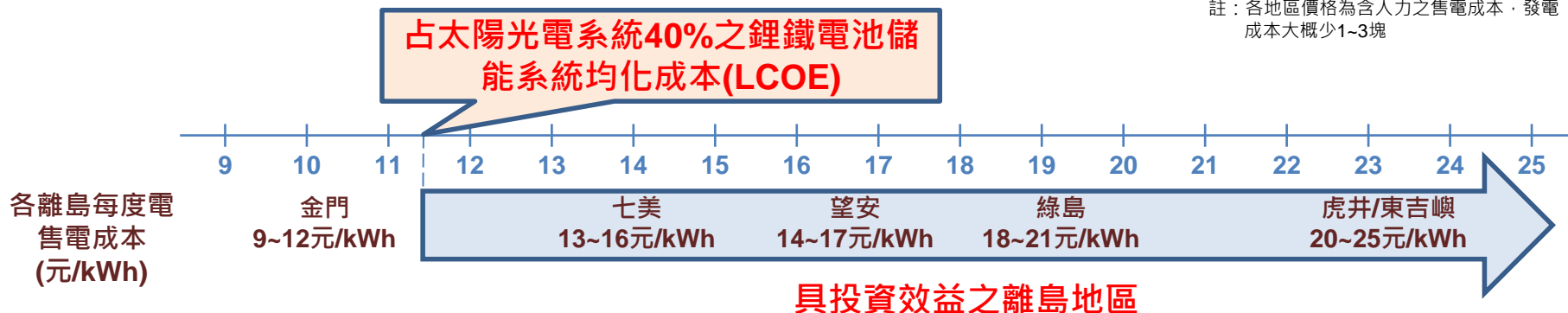
2018年至2027年 全球微電網系統
每年新增裝置容量與產值預測

台灣離島導入風、光、儲系統已具備成本效益

- 台灣主要離島發電裝置容量約295.4MW，以燃油發電與離島運費使離島發電成本高出本島許多，民國102年統計台電離島供電營運累積補貼共新台幣590億元。
- 計算台灣三級離島(東吉島)投資太陽光電與儲能混合系統的均化成本為每度電11.34元，可應用在柴油發電成本高於11.34元的離島地區，在金門的三級離島、澎湖群島、東部離島皆具有投資效益。
- 利用離島微電網提升系統整合技術，並帶動風、光、儲、機電產業、通訊、電力電子等設備產業，提收整體產業之附加價值。

離島售電成本	元/kWh
東吉嶼	20~25
七美	13~16
虎井	22~25
金門	9~12
望安	14~17
綠島	18~21
蘭嶼	18~20

註：各地區價格為含人力之售電成本，發電成本大概少1~3塊



台灣產業已具有導入能力與實績

風光儲微電網系統已應用於離島地區(例如南沙太平島、澎湖東吉島)，可提高再生能源滲透率，降低離島地區供電成本。目前已有國內業者將微電網儲能產品陸續推廣至國外鄉村或偏遠地區應用，例如大同與中興電工公司於緬甸、芬蘭、捷克等地設置太陽能結合儲能微電網系統。

南沙太平島微電網系統



南沙太平島微電網系統結合總建置容量40kWp太陽光電發電系統，附加612kWh儲能系統，並整合第一期120kWp太陽光電系統及島內既有四台柴油發電機組，整體發電效益將高達每年近19萬度。

澎湖東吉島智慧型微電網



島上既設柴油發電機、太陽能與儲能系統無法相互拼接，期望透過增設智慧型微電網設備與調控系統，並利用微電網能源管理系統，協助將島上已建置四年卻無法併網之太陽光電併接到以柴油發電機為基載的電網中，形成混合型供電系統，提升供電品質及穩定性。

緬甸鄉間地區微電網系統



緬甸奈比多近郊Tha-Yet-Pin及Pe-Taw-Gon兩地建置太陽光電模組式微電網，含10kW太陽能板與6kW打水系統。規劃利用微電網整合電網、儲能系統、柴油發電機和風力發電並達成控管以建立太陽能的飲用水和灌溉系統，而當有多餘的太陽能，也可提供家電使用。由於當地完全沒有電力基礎設施，微電網建置已大幅改善緬甸當地的衛生與生活條件。

台灣智慧電網示範場址

1 智慧電網控制中心與智慧家庭示範中心

地點: 大同大學
參與單位: 大同股份有限公司、國家科學委員會、教育部

2 大都會智慧環境系統示範

地點: 台北市民生社區
參與單位: 貿發會、台電東亞處、大同、康舒、Ecoment、EOD

3 廣電網及電動車示範場

地點: 231 新北市新店區中興路三段二號
參與單位: 統聯研究所、華星電電

4 先期配電自動化示範系統

地點: 台灣電力公司綜合電力研究所 (樹林)
參與單位: 聯智大業、亞力電通、台灣電力公司綜合電力研究所、華特科技、華城電通、聯正電通、大同

5 智慧區區海/交流混合型廣電網示範系統

地點: 中興電力工程口角 (桃園龜山)
參與單位: 中興電工、統聯研究所、耀能公司、長興科技公司

6 智慧環境系統與智慧反應系統

地點: 中市中央大學
參與單位: 中央大學、貿發會、大同、康舒、寶儀

7 區區結合式智慧型電網示範系統

地點: 行政院原子能委員會核能研究所(臺南)
參與單位: 統聯研究所、中興電工、台達電子、裕隆電能

8 智慧基礎設施示範場址(中興院區)

地點: 新竹縣竹塹鎮工業技術研究所
參與單位: 中興院區、工研院、玖龍電力資訊公司、藍委科技

9 淨水處理廠具運動力設備監控與節能管理系統

地點: 新竹科學園高汙水處理廠
參與單位: 研新所、新竹科學園高汙水處理廠、中政工程行

10 魚類族群管理系統

地點: 大湖發展信託
參與單位: 工研院、大湖發展

11 超精確優化操作示範系統

地點: 中國石化化學工業開發股份有限公司(橫濱)
參與單位: 工研院、中國石化化學工業開發股份有限公司

12 高科技製冰水系統最適化控制系統

地點: 台中中研科學園區中研西
參與單位: 工研院、友通

13 智慧區區供電系統示範場

地點: 國立中正大學二樓317室
參與單位: 豐利股份有限公司、東元、聯華證券股份有限公司、FuJian、台灣電力股份有限公司、北極光電力股份有限公司、瑞鼎證券股份有限公司

14 智慧家庭(節電)電控管理系統

地點: 國立成功大學的東門
參與單位: AEC、統聯科技、貿發會、研電通、華特科技、新豐科技

15 智慧電網系統與家庭能源管理系統示範區

地點: 能源島台南人船澳社區
參與單位: abover、康舒、聯華、貿發會、研電、遠傳、研電科技、大同、中興、康舒、士祥電通、台電、臺灣電力、桃園市政府、工研院

16 澎湖智慧電網示範場址

地點: 至福本島
參與單位: 能源局、台電公司、國研會、台灣大學、聯智大業

17 整合再生能源與配電系統社區示範運行

地點: 金門縣打鐵橋農林社區
參與單位: 中興電工、研力、台電、研電、研電、研電、研電、研電、研電

18 便利商店節能管理系統

地點: 全台之家樂寶便利商店
參與單位: 工研院、全家便利商店股份有限公司

推動國際智慧電網示範合作



芬蘭

合作廠商：大同公司、精英電腦

2016年完成於芬蘭科技研究院(VTT)OULU技術研究中心虛擬電廠及智慧家庭與建築能源管理系統示範，展示本計畫開發之智慧電能管理系統。2017年芬蘭科技研究院技術研究中心已與本計畫團隊簽署第二階段合作備忘錄，規劃以用戶群代表社區商業整合及購物商場開關控制為主題，針對物聯網通訊技術分別於台灣及芬蘭場域展開合作。

日本

合作廠商：中興電工、加百裕

2016年與日本當地企業合作示範家用型微電網系統，採自發電、自用電概念設計，並可保留部分電力供應緊急防災使用。透過微電網智慧化管理，可提高太陽能使用率，亦可配合時間電價調度能源，利用尖峰電價回售給電力公司，可幫助家庭用戶節電與創電並行。



捷克

合作廠商：大同公司

2015年爭取到捷克員工部計畫完成Trebíč第二科技學校獨立型微電網並參與捷克SMART City Pisek計畫，取得捷克政府資金成功推廣與展現團隊太陽能及電網系統整合能力。2016年9月底捷克科學院熱機研究所(IT-CAS)所與本計畫團隊(僅大同公司)簽署合作備忘錄，後續規劃出台灣共同提案，爭取捷克政府經費補助。

杜拜

合作廠商：大同公司

杜拜長期深受飲用水及農業灌溉等水資源問題困擾，2016年大同公司利用當地充沛的太陽能與高度之條件，於杜拜環境與水資源部之農業發展中心進行智慧型太陽能電網整合空氣製水機系統示範，藉由太陽能發電提供電力讓空氣製水機能汲取大氣中的水氣進而匯集成日常或是農業灌溉用水，以協助解決水資源之問題。

緬甸

合作廠商：大同公司

2015年於奈比多近郊Tha-Yet-Pin及Pe-Taw-Gon兩座村莊建置太陽能模組式微電網，本案利用微電網整合、儲能系統、柴油發電機和風力發電並達成控管以建立利用太陽能電力的飲用水和灌溉系統，顯著的改善居民生活及衛生品質並享受現代文明。本系統設置運轉後，當地居民已開始購買家電產品，電力需求逐漸增加，已經開始與當地政府洽談系統擴大需求。



馬來西亞

合作廠商：台灣電力公司、大同公司、健格、中興電工

本計畫促成台灣和砂朥越雙邊智慧電網技術發展，安排砂朥越電力公司與台灣公司及國內數十家相關產業辦理「台砂智慧電網技術交流」，2018年本計畫團隊與砂朥越電力公司簽約進行「Consultancy Study on Demand Response Program」，另洽詢饋線自動化、高低壓智慧電表、先進型微電網等合作計畫。



缺電地區的應用：智慧微電網【風、光、儲能 + wifi repeater(強波器) + 手機app】

中國大陸

合作廠商：中興電工

2016年推動深圳太陽能、儲能與燃料電池微電網機標示範，利用潔淨能源與儲能與儲能，可結合各種發電系統，例如可搭配太陽能板，運用太陽能發電提高經濟效益，進一步節省燃料和減少碳排放；當太陽能無法提供足夠能源時，可利用燃料電池提供輔助電力，應時補充太陽能電力不足，系統可與市電併聯供應負載電力需求，亦可獨立供電作為基礎電力。

合作廠商：中興電工、福美景點開發

2016年協助位於崇明島電力系統饋線末端的福美景場，完成於太陽能景觀溫室玻璃屋導入50kW微電網系統(含太陽能與儲能設備)，可避免於產能過低時，可能導致的跳電，該套微電網系統並已完成建置開始運轉維護工作並持續發展相關開發資訊。

菲律賓

合作廠商：大同公司

與菲律賓當地供電服務商合作，於南萊特省島島建立百kW級電壓等級13kV微電網系統，導入設備含太陽能、儲能系統、變壓器，提供白天電力使用，本案廠商已完成與菲律賓國家電力公司(NPC)及當地電力合作社(EC)合約簽署，並已展開建置工程，將於2018年底完工於當地進行供電服務。

印尼

合作廠商：健格

配合印尼偏遠地區電網建設，本計畫團隊與當地團體合作於印尼共同進行主要智慧電網示範計畫，2018年底可完成建置、展實技術及供電服務商業市場驗證，透過本示範商本計畫合作企業已於印尼當地簽署具相當規模的島島微電網商業合約。



- 分散式發電設備搭配儲能系統以建構智慧微電網(風+光+儲能+通訊)、為電力系統技術發展長期趨勢，亦為台灣智慧電網產業擅長領域。全球微電網商機鉅大，政府應提供商機媒合及綠能出口融資之協助。
- 隨著各地政府推動智慧城市的規劃，國內廠商已具備各式規格智慧逆變器之能力，可依據不同應用目標高效整合多種再生能源、儲能系統、燃料電池或柴油發電機等設備，開創住宅社區、商辦大樓智慧節能的商業模式。

3. 恢復與擴大生質燃料供應、減少化石燃料使用

台灣生質柴油應用推動策略

- 建議盡速提出B2恢復執行之規劃和時程，並改善生質柴油可能產生堵塞、熄火等現象之使用疑慮。
 - 建議環保署推動全國垃圾車優先使用B20生質柴油，以釐清生質柴油可能產生油管、濾網堵塞、熄火等現象之疑慮。
 - 建議能源局獎勵全國公車、農機具及柴油公務車恢復使用B2廢食用油轉型生質柴油。
- 實施B2政策，每年約可減少10萬公秉化石柴油消耗，相當於250萬桶進口原油。
- B2政策每年可減少27萬噸二氧化碳排放量。
- 過去國內生質柴油料源以廢食用為主，B2政策可解決廢食用油去化問題。



推動示範計畫

- 於雲林、嘉義及台南等縣之休耕農田推廣油菜、向日葵、大豆能源作物
- 設立示範工廠，與農民進行契作生產
- 由垃圾車、公車示範運行，逐步推展至桃園縣、嘉義市綠色城鄉計畫
- 2012年委託車輛中心進行B8先期示範運行，三家客運業者參與車輛適用性研究

台灣推動現況

- 生質柴油料源以廢食用油與進口棕櫚油摻配為主
- 已有11家工廠取得產銷執照
- 因受客運公會反映濾網堵塞以及車輛熄火問題，於2014年5月暫停B2政策，將待釐清問題與提出解決對策後再行推動



台灣生質酒精應用推動策略

- 建議推動生質酒精E3政策(30萬公秉)，可新增0.9萬農業就業人口，每年減少溫室氣體排放量41萬噸。
- 國內農業廢棄物最大潛量每年約535萬噸，評估可產製生質酒精最大潛能約100萬公秉，主要分布於中南部地區。若由中南部優先發展生質料源，評估每年約可產製40萬公秉酒精，足以供應E3所需。

國內主要農業廢棄物產量

料源	農業廢棄物總產量(公噸)	酒精轉換率(公升/公噸)	酒精潛量(萬公秉)
竹子	2,195,535	230	50.3
稻稈	1,732,016	226	39.1
廢木材	82,133	275	2.3
香蕉假莖	83,993	280	2.4
玉米稈	86,680	300	2.6
廚餘	932,351	15	1.4
蔗渣	53,623	260	1.4
狼尾草	54,171	178	1.0
蔬果批發市場	130,650	15	0.2
花卉批發市場	868	81	0.0
總量	5,352,021	-	100.1

中南部之生質料源資源

◆ 中南部之生質料源資源約可產製40.2萬公秉酒精潛能

- 台糖約耕、自營地與黃金廊道約可產製10萬公秉甘蔗酒精與3.4萬公秉蔗渣酒精
- 中南部稻稈116萬噸/年→26.2萬公秉
- 中南部廚餘(含蔬果、花卉)廢棄物45.4萬噸/年→0.53萬公秉

較易執行方案酒精潛能

較易執行料源	面積(頃)	料源產量(噸)	甘蔗酒精(萬公秉)	蔗渣酒精(萬公秉)	酒精潛能預估(萬公秉)
台糖約耕地	1,544	154,400	1.08	0.37	1.45
台糖自營地	5,931	444,825	3.11	1.06	4.17
黃金廊道	8,306	830,600	5.81	1.99	9.23
加總	15,781	1,429,825	10.01	3.42	13.42

台南市生質酒精示範計畫



註：廢木材潛量=廢木材(R-0701)+廢木材殘板(D-0701)+廢木材混合物(D-0799)。
資料來源：農業統計年報(2015)；全國事業廢棄物申報統計(2015)；環保署統計資料庫。

資料來源：農糧署(2014)、台灣農業統計年報(2014)、王國福(2012)。
註：中南部包含台中市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南市與高雄市。

4. 建立氫能供應體系，強化燃料電池產業發展

台灣氫能燃料電池產業發展優勢及策略

- 經濟部能源局自98年開始針對燃料電池產業進行「燃料電池示範運轉驗證計畫」，示範運轉設置總發電容量**超過712kW**。現行經濟部實施107-109年之定置型燃料電池發電系統補助，補助經費共1,200萬元。
- 台灣於燃料電池產業已**具備成熟完整之產業供應鏈**，台經院已協助推動國內基地台備用電力實際於偏鄉應用設置逾11處(國內現有8萬座基地台)，並推動建立**兩岸低壓金屬儲氫裝置共通標準**，促進兩岸市場共同發展，且台灣燃料電池摩托車以交換儲氫罐方式補給燃料，具安全性及補給便利性，同時可免除政府投入加氫站等周邊公用基礎設施之建置成本，為潛在商品化可能性之商業模式。
- 配合行政院2018年1月「再生能源發展條例」修正草案，規定契約容量800kW以上用電大戶須裝設契約容量至少10%為**綠電、儲能設備或購買再生能源憑證**之政策，燃料電池可作為用電大戶之穩定綠能自發電。
- 我國氫燃料電池產業未來發展策略主要為**微電網整合、緊急備用電力及用電大戶穩定供電及儲能**。

(一) 具備成熟完整之產業供應鏈：

康舒、保來得、宏進金屬、高力長期為Bloom Energy之SOFC關鍵零組件供應商



熱交換器、金屬表面噴塗、電源管理器.....

(二) 微電網應用實績：

峰景翠峰社區及茆爾社區設置示範場域
豐田通商引進中興電工的微電網燃料電池



新北智能生活社區

(三) 大型應用：

國際燃料電池大廠Bloom Energy已與台灣洽談用電大戶自發電等大型應用



MW級燃料電池

(四) 緊急備用電力實績：

NCC「強化行動通訊基地臺抗災電力備援」，全台已**完成11案建置**



三峽五寮市民活動中心
(20kW)

(五) 已建立兩岸低壓金屬儲氫裝置共通標準：CNS16078小型燃料電池車用低壓儲氫裝置試驗法



低壓儲氫罐

(六) 交通載具應用：應用於交通載具，如巴士、無人機、摩托車等



亞太燃料電池機車















微電網整合

緊急備用電力

穩定供電及儲能

低碳運輸

國內外氫能燃料電池商品化

產品類型	用途	萬元/kW (台幣)	備註	照片
運輸型	巴士	約13~14	<ul style="list-style-type: none"> 豐田-13萬/kW(https://goo.gl/NDZ3wn; https://goo.gl/LzFfBo) Van Hool-14萬/https://goo.gl/CwQeXU; https://goo.gl/EiPKdH) 武漢泰歌-未定價(http://whtiger.com) 	   <p>豐田-燃料電池巴士 Van Hool-燃料電池巴士 武漢泰歌-燃料電池巴士</p>
	無人機	約69.2	<ul style="list-style-type: none"> FlightWave+Intelligent Energy-69.2萬/kW(https://goo.gl/cJbwqa) 雷虎+Spectronik-未定價(https://goo.gl/wcA1oj) 	  <p>FlightWave-燃料電池無人機 雷虎-燃料電池無人機</p>
	摩托車	約4.16 (低壓、短程) ~18.5(中高壓、長程)	<ul style="list-style-type: none"> 亞太-4.16萬/kW(https://goo.gl/UCEnvE) Suzuki Burgman-18.5萬/kW(https://goo.gl/UK5HdR) 博研-未定價(https://goo.gl/Fqyv3z) 	   <p>亞太-燃料電池摩托車 Suzuki Burgman-燃料電池摩托車 博研-燃料電池摩托車</p>
定置型	常用電力	約16~25.5	<ul style="list-style-type: none"> Bloom Energy-16萬/kW (2015年) Doosan-25.5萬/kW(https://goo.gl/eeF8GP) 	  <p>Bloom Energy-燃料電池發電系統 Doosan-燃料電池發電系統</p>
	備用電力	約18.4~20(純氫型或 甲醇水型) 約40(含電解水產氫 系統)	<ul style="list-style-type: none"> 高力-18.4萬/kW(https://goo.gl/iERBq8) 鼎佳-18.4萬/kW(https://toplus-e.com.tw/list/12) 中興電工-20萬/kW(https://goo.gl/kokBAK) 美菲德-40萬/kW(https://goo.gl/5e8z7w) 	    <p>高力-燃料電池發電系統 鼎佳-燃料電池發電系統 中興電工-燃料電池發電系統 美菲德-燃料電池發電系統</p>

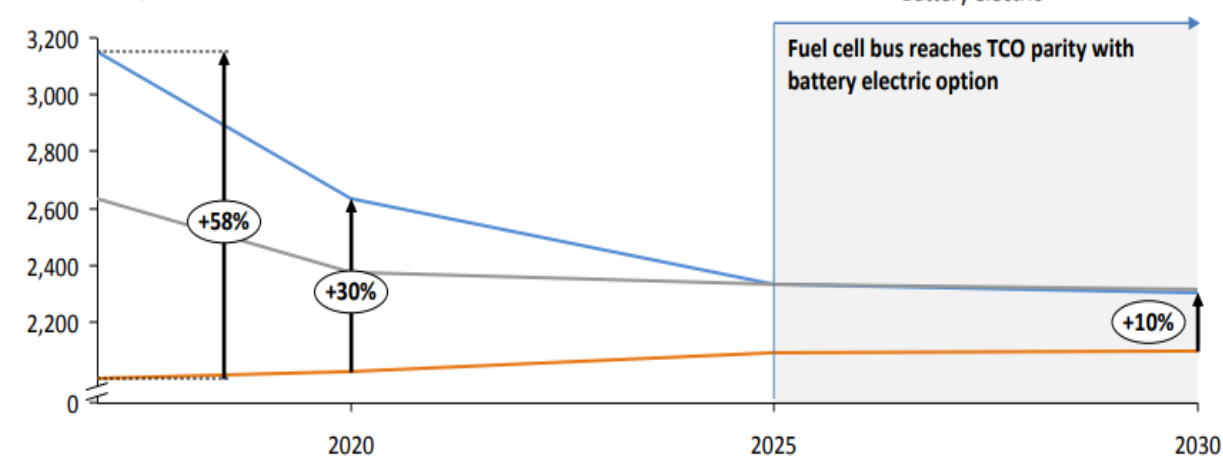
燃料電池摩托車為台灣領先全球開發
之交通載具應參考U-Bike模式朝共享
經濟模式推動

🚗 驅動方式 🔋 能量系統 🌫️ 碳排放量



Overall Total Cost of Ownership per bus by deployment year

Thousand € / bus



根據歐洲市場評估，
隨著零排放公車發展下，預計總體擁有成本(TCO)會顯著下降，
而預計到2025年燃料電池公車的TCO會與電動公車差不多，

註：總體擁有成本：被描述為資產購進成本及在其整個生命服務周期中發生的成本之和。
除了購買成本及服務本身成本外，加入其他成本之總和(安裝成本、財務成本、佣金、能源成本、維修成本、升級成本、轉換成本、培訓成本、支持成本、維持成本、當機成本、安全成本、生產力成本、風險成本、處理成本)

資料來源:Element Energy Ltd 2017

中央及地方政府推行電動客運補助方案

	交通部(中央)		新北市(地方)		桃園市 (空汙基金 專案)	台北市	台中市	高雄市
類型	甲類低地板-不含電池 (軸距逾四公尺之大客車)	乙類低地板-不含電池	甲類低地板電動車-含電池	甲類低地板節能環保公車	甲乙類電動大客車	甲乙類電動大客車	甲乙類電動大客車	甲乙類電動大客車
補助金額 上限	汰舊換新: 353.8萬台幣(49%) 專案汰換: 520萬台幣(80%)	汰舊換新: 200萬台幣(49%) 專案汰換: 250萬台幣(80%)	低地板: 500萬元(49%) 一般地板: 400萬(45%)	低地板: 430萬元(45%) 一般地板: 300萬(40%)	150/輛 (直接加碼)	1公里5元 的里程補助	電動公車 每公里60 元補助	50/輛 (直接加 碼)
其他補助	充電場站：30萬元/輛(補助基本電設施及必要土木 營建費用)，以充電場占總經費之49%為上限 車體加碼：50萬元/輛(環保署) 電池購置或租賃費用：100萬元/輛(環保署)							
最高補助	汰舊換新:533.8萬 專案汰換:700萬	汰舊換新:380萬 專案汰換:430萬	500萬元	430萬元	150萬元			50萬元
中央+地方 補助			汰舊換新: 1033.8萬	汰舊換新: 963.8萬	汰舊換新: 683.8萬 專案汰換: 850萬			汰舊換 新: 583.8萬 專案汰 換: 750萬

資料來源：監理服務網、各縣市政府

全台電動巴士現況

電巴總數量約347輛
全台北市區公車營運數量為10,265輛

新竹市:26輛
市區公車營運輛:83

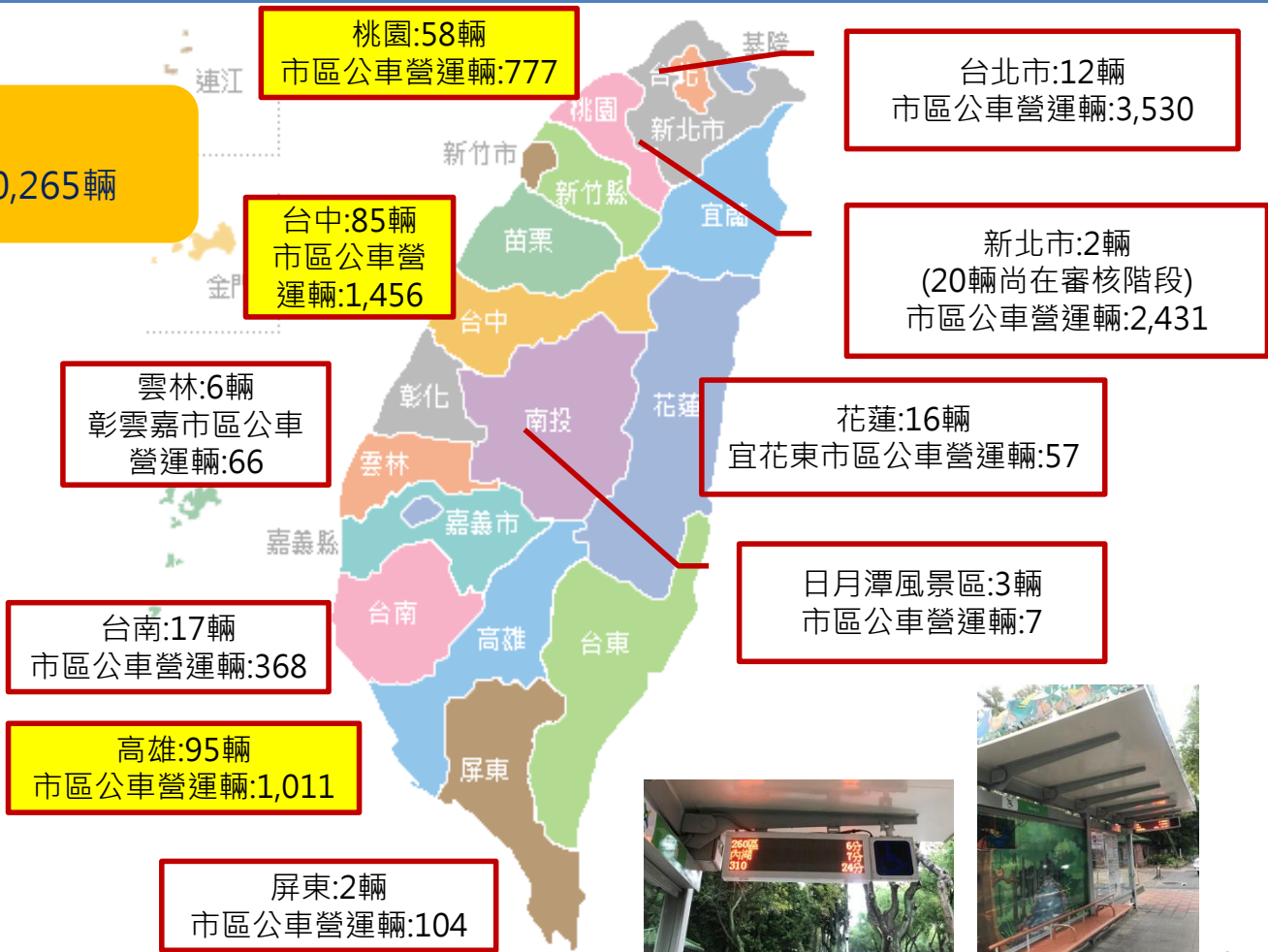
新竹縣:3輛
市區公車營運輛:13

苗栗縣:10輛
市區公車營運輛:10

金門:12輛
金馬澎地區市區公車營運輛:176

燃料電池巴士為大眾運輸工具，政府應從環保及扶植本土產業的角度予以支持，並結合智慧交通管理系統，積極推動國內、外市場

資料來源：交通部、低碳永續家園資訊網、各縣市新聞稿



5. 擴大再生能源基金規模與應用範圍，強化綠能產業競爭力(風、光、儲能、燃料電池、智慧微電網綠色載具)

再生能源與儲能(鋰電池與燃料電池)與智慧微電網之系統整合是分散式發電之主流趨勢，國內產業已歷經研究與示範階段，除了在國內有限市場積極推廣之外，亟需將整合型智慧微電網產品(風、光、儲能、燃料電池、智慧微電網)行銷國際。建議將再生能源發展基金的用途^(註一)可以擴大至國內廠商在海外行銷再生能源相關產品時予以協助。

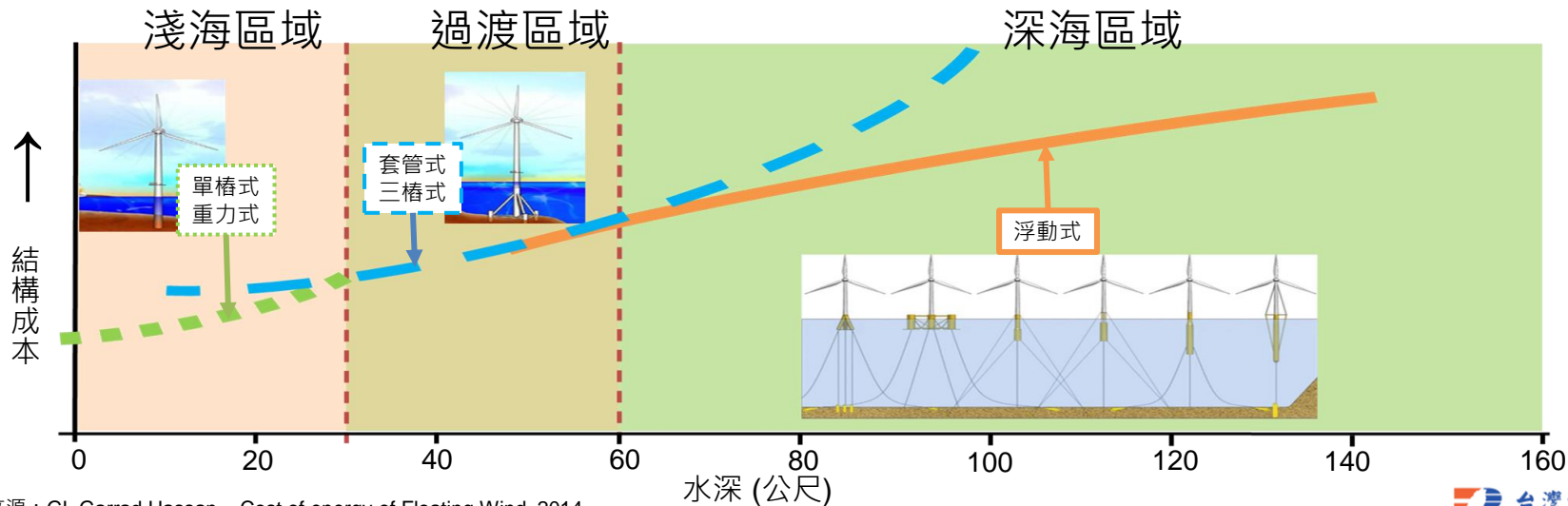
註一:再生能源發展基金收支保管及運用辦法第4條基金之用途第3款再生能源之示範補助及推廣利用。第4款經再生能源發展條例中央主管機關核准再生能源發展之相關用途

三、台灣未來能源科技選項

1. 浮動式離岸風力發電
2. 增強型深層地熱發電
3. 黑潮洋流發電
4. 淨煤技術

浮動式離岸風機為未來發展趨勢

- 離岸風力之開發於水深小於30公尺處之淺海區域，傳統的固定式基座仍然為主要的開發方法。
- 水深超過60公尺後，固定式基座之建設成本與工程難度隨海水深度而增加，此時浮動式基座將提供成本較低的開發方法。
- 過渡區域(水深30公尺至60公尺)可視場址條件，使用套管式/三樁式基座或浮動式技術，以最低的成本途徑來實現大規模的部署目標。



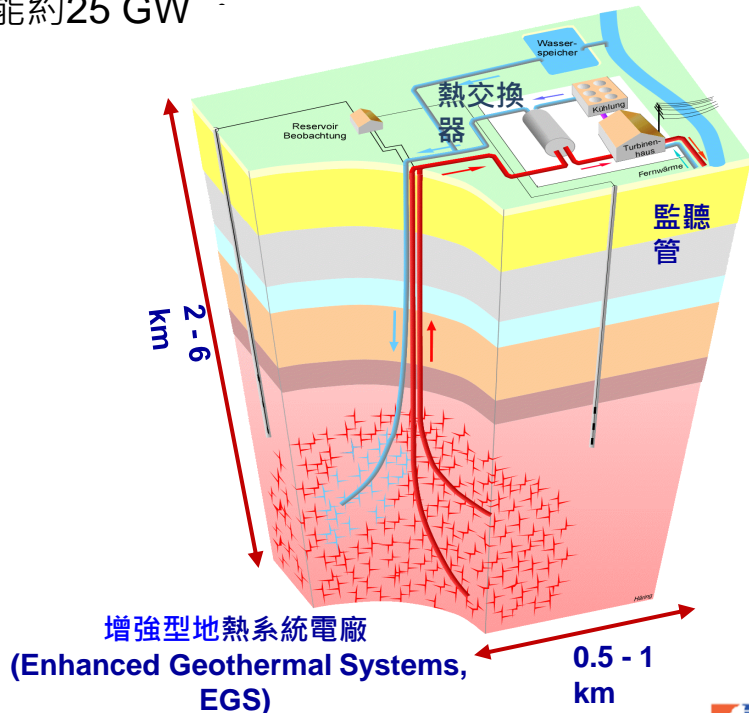
增強型地熱發電具有發展潛力

地熱區	溫度 (°C)	蘊藏體積 (km ³)	潛能 (MW)	可開發量推估 (MW)	可開發比例 (%)
大屯山	245	40	514	100	19.5
清水	200	6	61	22	36.1
土場	170	3	25	0	0
廬山	180	4.5	41	0	0
知本	170	3	25	0	0
金崙	160	6	48	0	0
瑞穗	--	--	16	0	0
合計	--	--	730	122	16.7

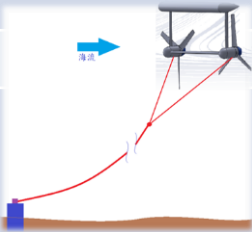
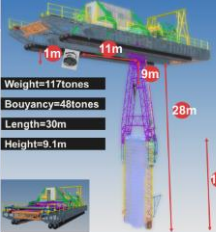
傳統型淺層地熱：

台灣傳統地熱發電潛能730 MW，考量限制開發因素(如國家公園、風景特定區、林業用地、地質災害敏感區)後，推估可開發量約122 MW，惟如部分風景特定區及林業用地可辦理變更編訂，樂觀推估可開發量約152 MW。

依據能源國家型科技計畫「增強型地熱系統」(EGS)概念，重新評估全島深部地熱，結果顯示台灣地熱發電潛能約25 GW。

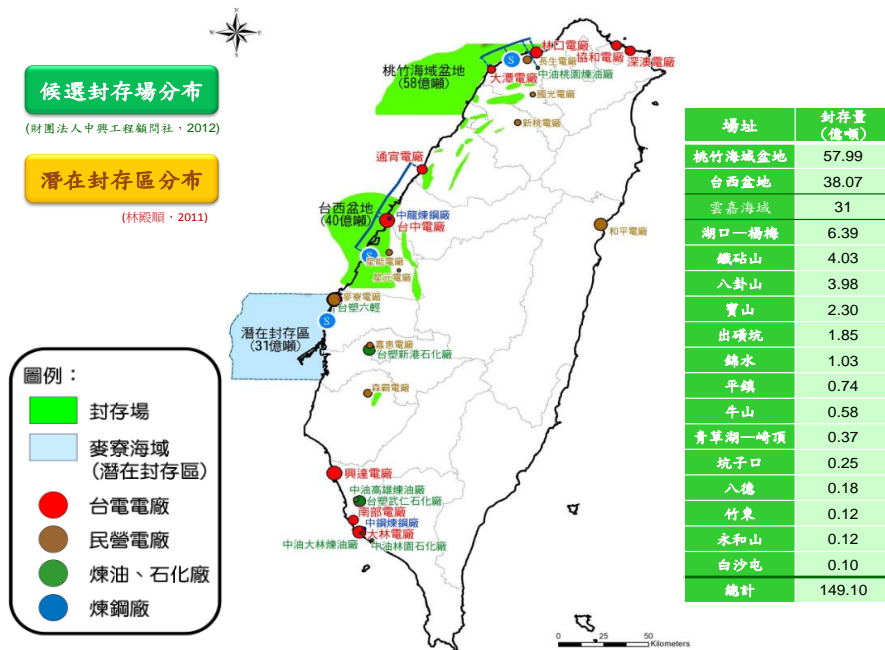


國內黑潮洋流發電技術值得關注

計畫名稱	產學合作-浮游式黑潮發電先導機組設計開發關鍵技術之研究	產學合作-舩級黑潮發電先導機組研發與實海域測試平台建置規劃
計畫負責單位	國立台灣大學 邱逢琛 教授	國立成功大學 陳陽益 特聘教授
業界配合企業	台灣國際造船股份有限公司	萬機鋼鐵工業股份有限公司
渦輪機型態	<p>水平軸直驅式發電機</p> 	<p>垂直軸沉水式永磁發電機</p> 
發展現況	<ul style="list-style-type: none"> ■ 完成浮游式黑潮發電系統構想 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 完成20舩機組實海域船拖試驗 ■ 進行模組式MW級機組設計
計畫目標	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建立浮游式黑潮發電渦輪機組系統設計與分析之關鍵技術 ■ 完成1/25縮尺(800W)模型轉子葉片單獨性能試驗及FKT渦輪機機組模型製作及整體性能水槽試驗。 ■ 完成1/5中尺度(20kW級)先導示範機組系統設計。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 開發深海錨碇技術，建置洋流發電深海基座系統。 ■ 建立國家級洋流能測試場，進行50舩機組發電試驗。

台灣擁有具潛力之二氧化碳封存潛能

- 根據3D 網格法評估，初步估計全台候選封存場址之有效封存量約 149 億噸 (含麥寮附近潛在封存區 31 億噸)。
- 國內所擁有之 CO₂ 封存潛能，除可在 2100 年前提供充裕的封存量之外，配合封存場址所處地理位置，周邊甚至極具發展碳捕獲與封存產業聚落之潛力。



四、結論與建議

一、台灣綠能科技產業近程發展

- 1.離岸風電已吸引國際知名開發商來台投資，政府應協助具有技術開發能力的國內離岸風電供應商與多家開發商合作，擴大市場規模，加速技術引進，培植本土產業之國際競爭力
- 2.再生能源、儲能與智慧微電網之系統整合是分散式發電之主流趨勢，也是台灣智慧電網產業擅長領域，政府及台電應儘速將高發電成本之離島電網轉為分散式綠能電網。從離島綠能電網之實績，爭取全球微電網之巨大商機，政府應提供商機媒合及綠能出口融資之協助
- 3.恢復與擴大生質燃料供應、減少化石燃料使用
- 4.燃料電池摩托車與鋰電池摩托車已趨成熟技術，應鼓勵共享經濟的商業模式。燃料電池公共汽車是大眾運輸系統不可或缺的一環，應從環保及扶植本土產業的角度給予輔導與獎勵，並爭取國內、外的市場商機
- 5.擴大再生能源基金規模與應用範圍，增加國內綠能佈建的補助並協助綠能產業爭取國際市場商機

二、台灣未來能源科技選項

針對浮動式離岸風電，增強型深層地熱發電、黑潮洋流發電和淨煤技術等未來能源科技選項，強化關鍵技術研發與先導示範，研究機構與產業界共同合作開發試量產技術，以促進發電成本下降，縮短技術進入市場期程。

三、綠能建設為國家基礎，不僅供應充足綠電，創造大量綠色工作，更為我國節能減碳以及國際市場商機提供鉅大貢獻。唯初期發展階段將面臨高風險，需要政府協助。建議行政院能源及減碳辦公室加強協調與管考跨部、會的綠能相關推動計畫，並大力支持擴大再生能源發展基金之規模與應用範圍。