

出國報告（出國類別：實習）

# 電力資源規劃模型與能源服務商業模式研習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：曾泓祥 綜研所企劃助理研究專員  
楊宗霖 綜研所企劃控制專員

派赴國家/地區：日本/東京

出國期間：111年11月17日至111年11月24日

報告日期：112年1月18日

# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

電力資源規劃模型與能源服務商業模式研習

頁數 31 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人事處/陳德隆/ 2366-7865

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曾泓祥/台灣電力公司/綜研所企劃控制專員/ 2360-1266

楊宗霖/台灣電力公司/綜研所企劃控制專員/ 2360-1252

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：111 年 11 月 17 日至 111 年 11 月 24 日

派赴國家/地區：日本/東京

報告日期：112 年 1 月 18 日

關鍵詞：電力資源規劃、碳中和、再生能源憑證、能源服務、能源管理系統

內容摘要：

面對我國 2050 淨零排放目標，本公司作為國營綜合電業，有必要了解國際電業與能源研究機構如何規劃未來能源轉型路徑、推動再生能源交易發展，以及透過能源服務商業模式提升用戶用電品質與電業經營績效。日本與台灣同處東亞地區樞紐，高度仰賴能源進口，再生能源發展條件相近，而日本電力市場已開放售電業自由競爭，且積極布局能源管理系統、氫氨能等前瞻技術，蒐集日本能源管理案例、2050 碳中和趨勢、電力資源規劃模型建構、再生能源憑證發展等相關資料，有助於強化本公司 2050 淨零排放路徑規劃，研擬再生能源、氫氨能等前瞻技術發展策略，協助導入能源服務技術與商業模式。因此，學習日本成熟的政策經驗與策略規劃，有助於我國落實能源轉型與電業革新，邁向臺灣 2050 淨零排放之終極目標。

# 目錄

一、	實習簡介與日程.....	1
二、	實習內容.....	2
	(一) 日本聯齊科技 NEXTDRIVE 株式會社.....	2
	(二) 三菱綜合研究所(MRI).....	4
	(三) 亞太能源研究中心(APERC).....	12
	1. 2050 淨零排碳電力結構規劃研討.....	13
	2. 亞洲地區再生能源憑證發展趨勢交流.....	19
	(四) INFORMETIS 株式會社.....	24
三、	心得建議.....	26

## 一、實習簡介與日程

因應我國 2050 淨零排放目標，本公司有必要了解國際電業與能源研究機構如何擊劃未來能源配比、推動再生能源交易發展，以及透過能源服務商業模式提升用戶用電品質，蒐集前述資料將有助於我國落實能源轉型與電業革新，以及接軌國際碳中和趨勢及永續發展潮流。

依據本公司 111 年度「能源與電力經濟整合模型之應用」以及「企業經營管理策略與前瞻科技應用規劃」母計畫之規劃，參加有關電力資源規劃模型與能源服務商業模式之研習，精進電力經濟模型與電力需求面用戶行為分析之技術。

「電力資源規劃模型與能源服務商業模式研習」實習工作內容包含：(1)觀摩 NextDrive 公司交流日本家庭能源管理之成功案例；(2)觀摩三菱綜合研究所(MRI)交流 2050 碳中和相關議題；(3)觀摩亞太能源研究中心(APERC)交流電力經濟模型建構方式及瞭解東亞地區再生能源憑證之推廣；(4)觀摩 Informatis 公司交流 NILM 技術、電業於家庭照護之應用。本次出國行程如表 1 所示。

本次實習成果包含：(1)蒐集日本電力市場概況與電力規劃模型資訊，如電力市場管理與交易、發電競價模式及購電組合；(2)蒐集東南亞地區再生能源憑證發展現況與未來應用展望；(3)蒐集日本能源用戶服務(如 HEMS、NILM 技術)之發展與應用概況，作為我國未來售電業業務發展之參考；(4)蒐集日本電動車參與 VPP 試驗相關案例，探討再生能源如何透過 V2G 技術達成削峰填谷。前述成果有助於未來本公司在電力市場順利運行，提升本公司競爭力。

表 1 出國行程表

時間	地點	機構名稱	詳細工作內容
111.11.17			往程(台北→東京)
111.11.18-20	東京	NextDrive 株式會社 三菱綜合研究所 MRI	觀摩 NextDrive 公司並交流能源用戶服務應用及電動車相關議題。 與三菱綜合研究所(MRI)交流 2050 碳中和相關議題。
111.11.21	東京	亞太能源研究中心 (APERC)	2050 淨零排碳電力結構規劃研討及亞洲地區再生能源憑證發展趨勢交流
111.11.22-23	東京	Informatis 株式會社	交流 NILM 技術及電業於家庭照護應用
111.11.24			返程(東京→台北)

## 二、實習內容

### (一) 日本聯齊科技 NextDrive 株式會社

聯齊科技 NextDrive 為 2013 年成立的台灣新創公司，主要業務為開發家庭及商用智慧能源管理系統 HEMS 閘道器、感應器等 IoT 解決方案，並於 2017 年 1 月在東京都港區設立 NextDrive 株式會社，主要經營項目包含：(1)開發和應用「IoE(Internet of Energy)平台服務」，實現分散式能源設備的數據取得和遠程控制；(2)利用 IoE 平台開發並提供「能源數據應用服務」；(3)公共事業(電力、瓦斯、水)和智慧設備相關服務業者的「委託開發」業務。本次拜訪 NextDrive 株式會社的人員為：石聖弘社長、日本事業推進室室長小長井 教宏、分析師蕭名秀。

「Ecogenie+」IoE 能源物聯網平台為 NextDrive 在日本的事業核心，主要功能包含：(1)收集連網的各式能源設備、整合家中能源資訊，協助用戶更聰明的節電；(2)透過連結家中 IoT 裝置，實現更舒適、安全、安心的生活；(3)即時資訊的可視化；(4)適當的管理與控制；(5)運用各式裝置數據，發展應用服務；。

NextDrive 開發兩種產品：「Atto」(圖 1)與「Cube J」(圖 2)，安裝於家庭住宅，經設定後可蒐集各式家用電器及能源設備相關數據，傳送至 NextDrive 能源聯網平台，整合分析用電情形，協助用戶聰明用電、節能減碳，同時發展數據增值應用服務。

「Ecogenie+」能源物聯網平台如圖 3 所示。



資料來源：NextDrive

圖 1 Atto



資料來源：NextDrive

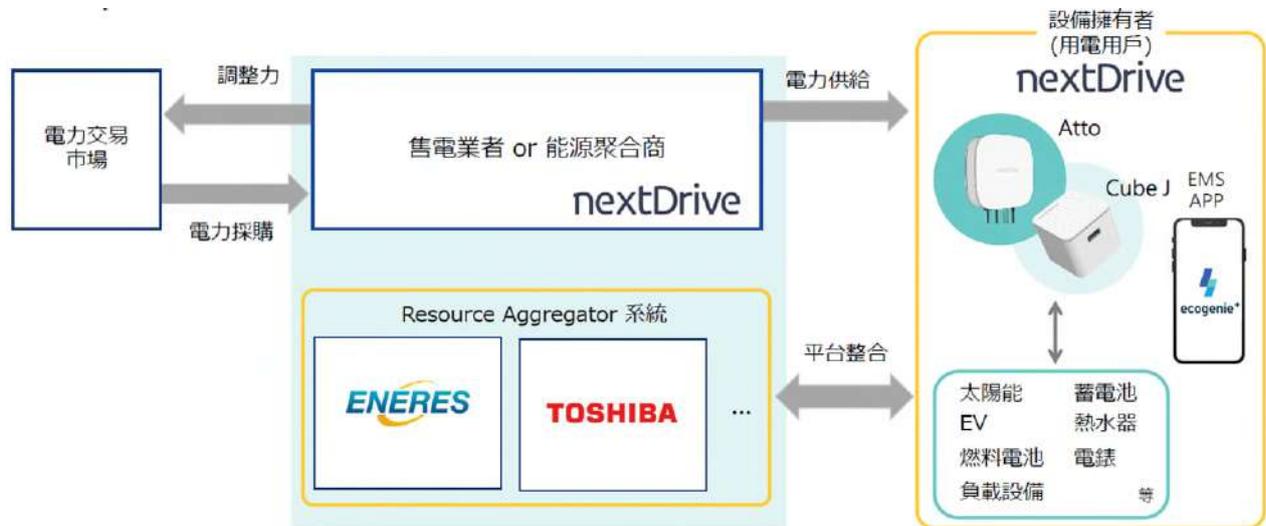
圖 2 Cube J



資料來源：NextDrive

圖 3 「Ecogenie+」能源物聯網平台

NextDrive 透過「Ecogenie+」能源物聯網平台，發展能源數據應用服務，在日本參與相關商業服務及實證計畫。在日本國家級能源資源整合商業(Energy Resource Aggregation Business, ERAB)示範計畫中，NextDrive 作為資源聚合商(Resource Aggregator)的角色參與電力市場交易，調節電力市場並採購電力能源，滿足用戶用電需求，其中也與 ENERES、TOSHIBA 等資源聚合系統商合作進行平台整合。能源資源整合商業應用案例如圖 4 所示。



資料來源：NextDrive

圖 4 能源資源整合商業應用案例



圖 5 NextDrive 株式會社與台電公司交流會後合影

## (二) 三菱綜合研究所(MRI)

本次拜訪 MRI 的人員包含：海外事業部首席顧問飯田康(Yasushi Iida)、經營創新部電力與能源組專案經理長谷川功(Isao Hasegawa)與顧問鈴木響子(Kyoko Suzuki)、政治經濟中心主席研究員志田龍亮(Ryusuke Shida)博士。

會議首先介紹我國國家發展委員會公布之「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」以及「台電公司具體的減碳策略規劃」，接著由志田龍亮博士簡報「2050 碳中和對日本社會與經濟之影響」，最後綜合討論時間主要向 MRI 專家請益對我國政府 2050 淨零政策與本公司減碳策略之建議，期盼借鏡日本經驗與 MRI 研究成果，從整體社會部門的角度，規劃出更為穩健的脫碳路徑。以下則詳細介紹本次拜訪所獲取的重要經驗與政策啟發：

### 1. 長期脫碳轉型目標已成為全球共識

2022 年 2 月烏俄戰爭爆發導致全球能源價格高漲，連帶拉升日本國內批發電價(圖 6)。能源安全議題成為歐洲各國關注的焦點，除了能源供應多元化、提

高天然氣與煤儲存量之外，加速再生能源發展搭配儲能系統也是提升能源自主的重要解決方案。尤其，全球已有超過 130 個國家承諾達成碳中和，而長期脫碳轉型勢必對社會結構帶來巨大的轉變，其衝擊影響必須審慎評估。

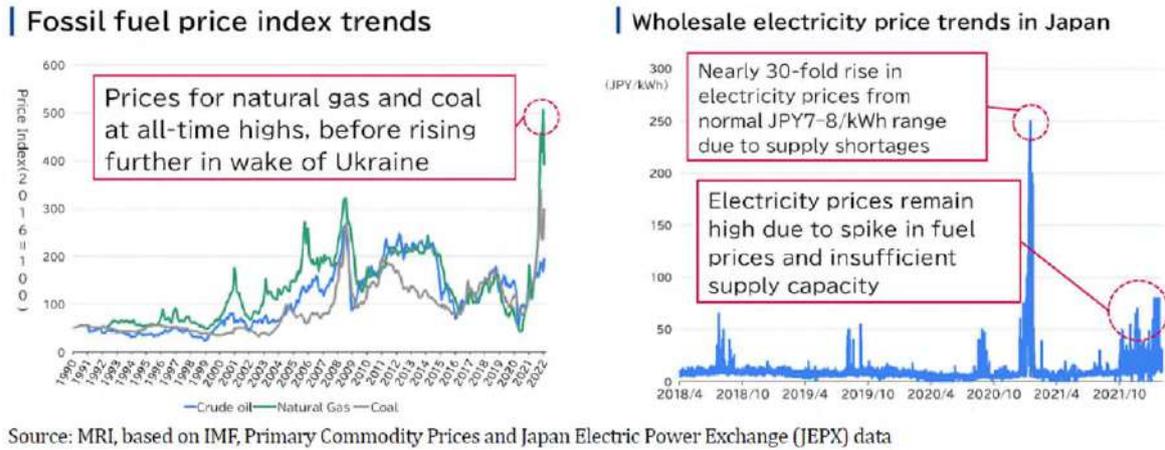


圖 6 國際燃料價格與日本批發電價趨勢

## 2. 行為改變與技術創新之相互搭配是穩健達成碳中和的關鍵

2018 年全球能源供給約  $600 \times 10^{18}$  焦耳、再生能源占比未達 20%，綜整各大能源研究機構預估未來全球碳中和情境，依照再生能源占比（Y 軸）與主要能源供給（X 軸），可大致區分三個主要碳中和路徑：(1)能源供給低碳化、能源消費持續成長；(2)主要仰賴積極節能；(3)權衡能源消費與經濟成長，主要能源供給微幅減少(如圖 7 所示)。

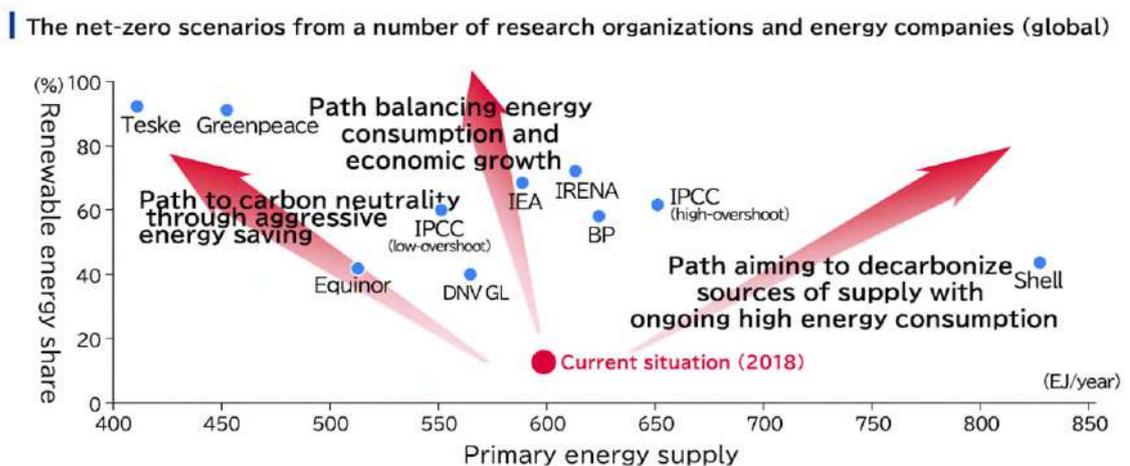


圖 7 全球三個主要碳中和路徑

基於上述全球能源趨勢，日本同樣以達成碳中和為終極目標，MRI 依照需求面行為改變（Y 軸）與供給面技術創新（X 軸）規劃出四個情境：情境一依照日本現行規劃持續減碳，在需求面行為與技術均未進步下，無法達成 2050 碳中和目標；情境二主要透過節能、降低資源使用與消費達成 2050 碳中和；情境三主要透過供給面技術創新達成 2050 碳中和，而能源消費持續成長；情境四則同時兼顧行為改變與技術創新，並強調電力部門淨零碳排時程。如圖 8 所示。

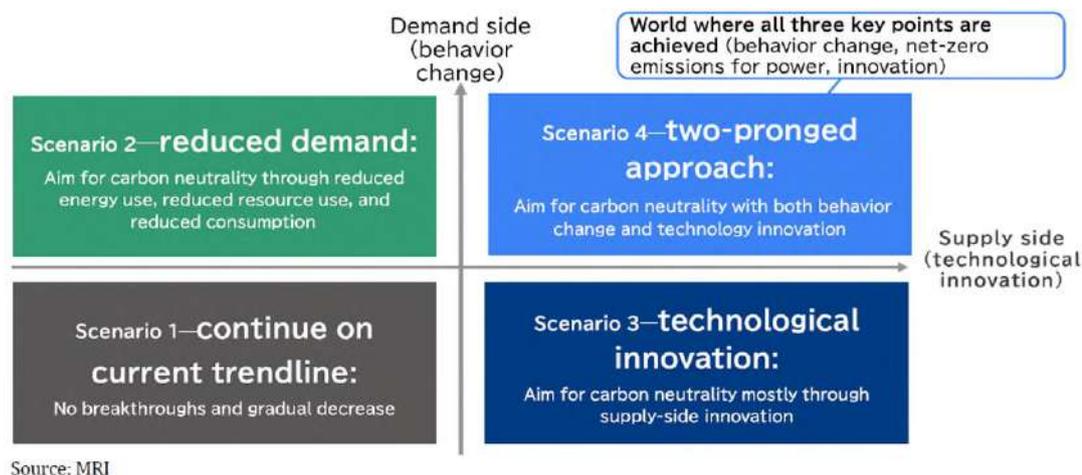


圖 8 MRI 規劃之日本碳中和情境

四個情境的差異主要在於溫室氣體之減排量與減碳成本。情境四同時達成行為改變、電力淨零與技術創新，乃社會達成碳中和目標之最理想情境，相較於 2013 年水準，2050 年最終能源消費減少 54%，溫室氣體減量 90%，剩餘溫室氣體則須仰賴負排放技術（如 CCUS）；2022 至 2050 每年平均實質 GDP 成長率為 0.06%，相關數據均為四個情境之冠，如表 2 所示。此外，為因應再生能源大量併網，並確保電力供需平衡，火力發電機組的存續與脫碳是必須面對的課題，例如導入氫氨燃料混燒技術。

表 2 MRI 規劃日本碳中和之情境比較

	情境一	情境二	情境三	情境四
行為改變	×	✓	×	✓
電力淨零	×	△	✓	✓
技術創新	×	×	✓	✓
2022-2050 年均 實質 GDP 成長率	+0.01%	-0.13%	+0.10%	+0.06%
最終能源消費 (vs. 2013 levels)	-34%	-50%	-48%	-54%
GHG 減排量% (vs. 2013 levels; before CCUS)	-48%	-83%	-89%	-90%

### 3. 產業結構變化將影響資源流動與人力資源策略

MRI 首先以能源供需資源模型(TIMES)為基礎，依照四個情境不同的總體經濟架構、能源消費與能源技術等參數，分析日本工商業、住宅、交通與電力部門之能源供需結構，以及能源與經濟安全。接著，再以投入產出經濟模型(Input-output table)評估不同情境下之經濟與就業影響，其中產業關聯效果包含：實質產出、附加價值、就業人口等，如圖 9 所示。

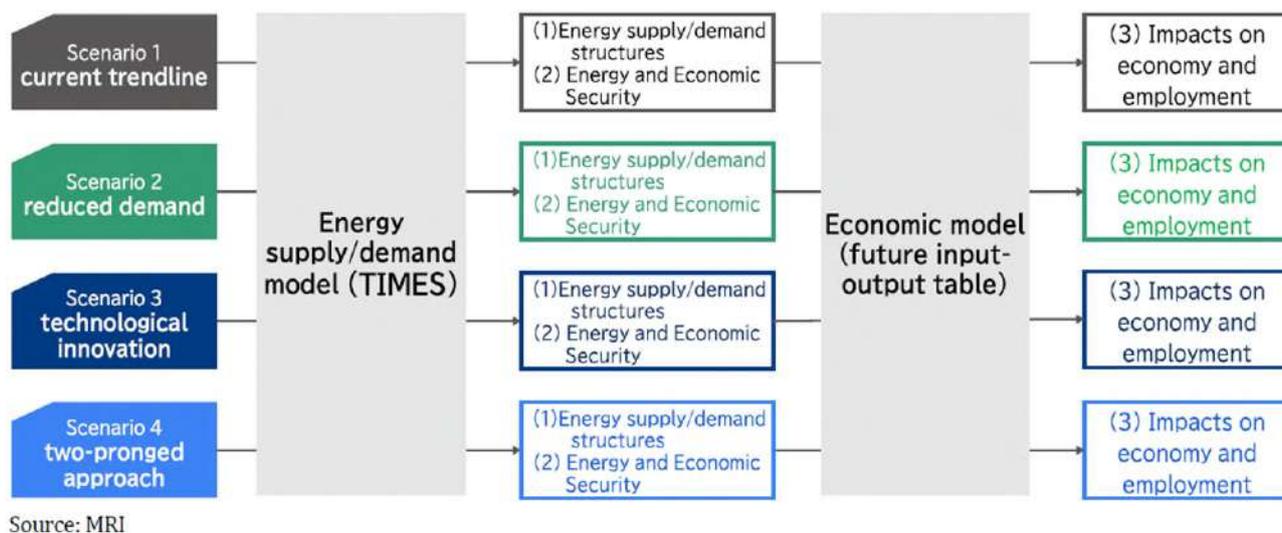
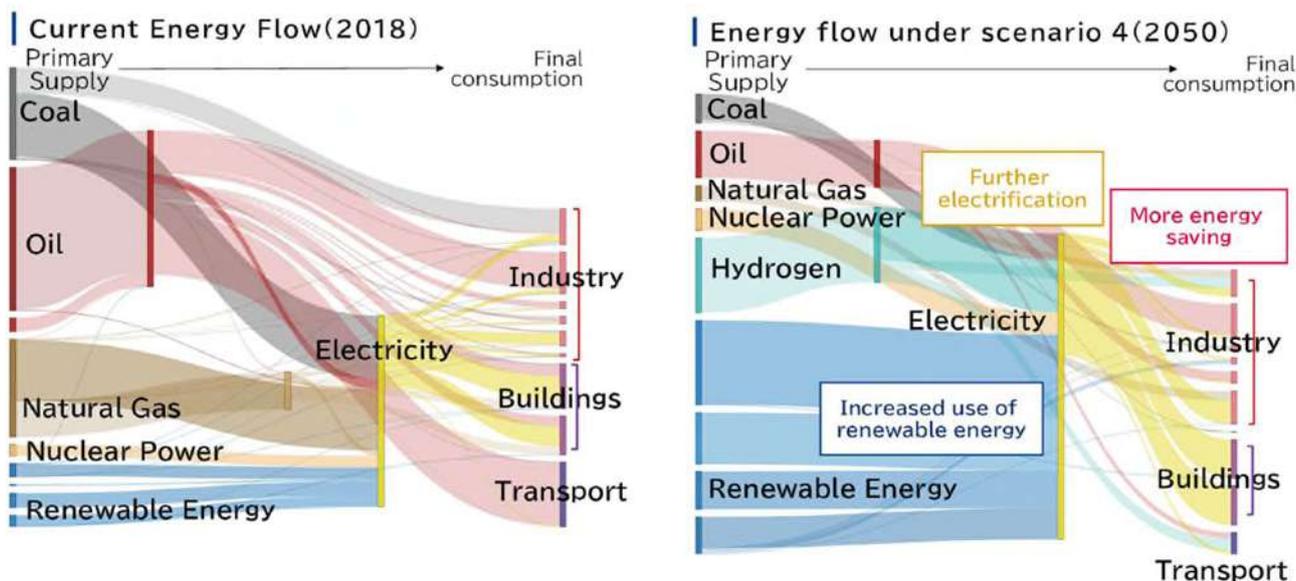


圖 9 能源供需資源與投入產出經濟模型架構

透過能源供需資源模型(TIMES)比較現行(2018 年)與情境四(2050 年)之能源供需結構，可以觀察到三個現象：(1)目前化石燃料占整體能源供給的 80%，2050 年則是低碳能源占 80%；(2)受惠於需求面節能與能源效率提升，2050 年最終能源消費降至目前水準的一半；(3)在電氣化趨勢下，目前電力占最終能源消費約 26%，2050 年將成長至 52%，如圖 10 所示。



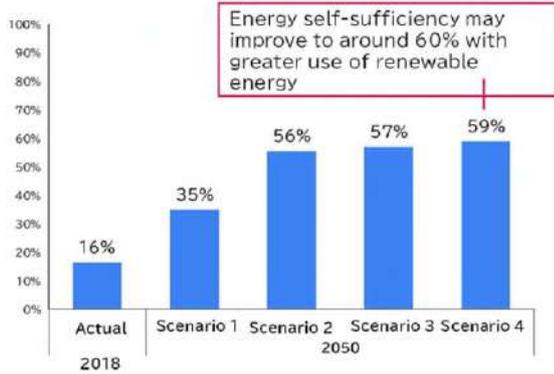
Source: MRI estimates; actual figures taken from Total Energy Statistics from the Agency of Natural Resources and Energy  
 Vertical axis: 100% = total primary energy supply

圖 10 2018 年與 2050 年碳中和情境之能源供需結構比較

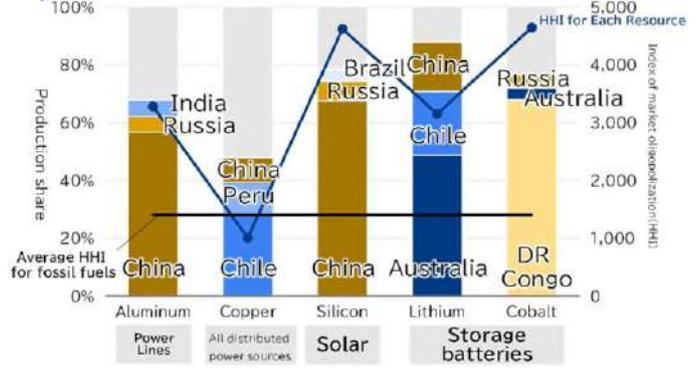
日本缺乏化石燃料資源、長期仰賴進口，若發展再生能源與核能等低碳能源，有助於提升能源自主。目前(2018 年)日本自產能源占 16%，2050 年碳中和情境、大量使用再生能源情況下，自產能源占比可接近 60%，如圖 11 所示。

儘管日本未來「能源自主(energy self-sufficiency)」有望提升，卻不全然代表達成「技術自主(Technology self-sufficiency)」。因為達成碳中和的過程需仰賴更多的資產，包含：輸配電線路、再生能源設備、儲能電池等，上述設備的建置需仰賴特定資源(例如：鋁、銅、矽、鋰、鈷等)，而這些稀有金屬及礦物資源由少數特定國家(例如：中國、俄國、印尼、智利、祕魯、巴西、澳洲、剛果等)掌握，如圖 11 所示。因此資源流動與循環經濟將是日本必須面對的重要課題。

## Energy self-sufficiency



## Production share of carbon neutral resources and market oligopolization

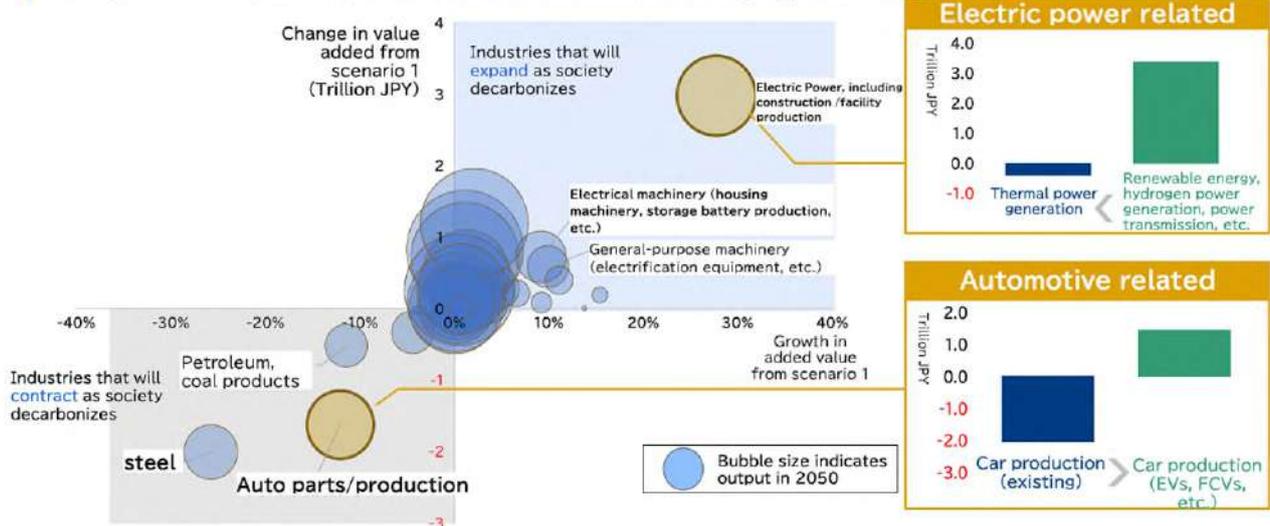


Source: (Left) MRI estimates, (right) MRI, from the U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries and BP, Statistical Review of World Energy 2021<sup>6</sup>

圖 11 能源自主程度與碳中和相關資源分布

脫碳可望為日本經濟帶來正面影響，其外溢效果將因產業而有所差異，產業結構將產生巨大轉變，例如：發電與電力設備業將擴張，附加價值增加 3 兆日圓、成長率達 30%；而傳統汽車產業附加價值將萎縮近 2 兆日圓、負成長率超過 10%，其他負成長的產業包含石油及煤製品業、鋼鐵業等，如圖 12 所示。

## Change in value added between scenario 1 and 4 (including ripple effects)



Note: Comparison of scenario 4 with scenario 1, includes ripple effects

Source: MRI estimates, based on the Input-output table for analysis of next-generation energy system for 2015 from the Institute for Economic Analysis of Next-generation Science and Technology and Advanced Collaborative Research Organization for Smart Society (ACROSS) at Waseda University. Value added calculated as the total of direct effects + primary ripple effects + secondary ripple effects.

圖 12 碳中和情境之各產業附加價值變動

再者，穩健轉型至脫碳社會的基礎，在於就業轉移至有人才需求的新興產業，人力資源發展策略必須在脫碳的過程中長期培養新興產業所需的技術與創

新能力，例如數位能力。此外，為了降低高消費者物價（包含電價）對個人財務的負面衝擊，政府必須面對如何公平分配社會負擔之重大挑戰。

#### 4. 行為改變需仰賴更為完善的資訊揭露

行為改變是邁向脫碳的第一步。儘管安裝再生能源發電設備能夠有效減少碳排放，MRI 問卷調查顯示，企業與消費者仍沒有動機採取必要減碳措施，主要原因為需花費高額的初始成本、現有設備限制以及不清楚改善措施的潛在效果等。因此，提供完善的資訊揭露與選項具有促進行為改變的潛力。

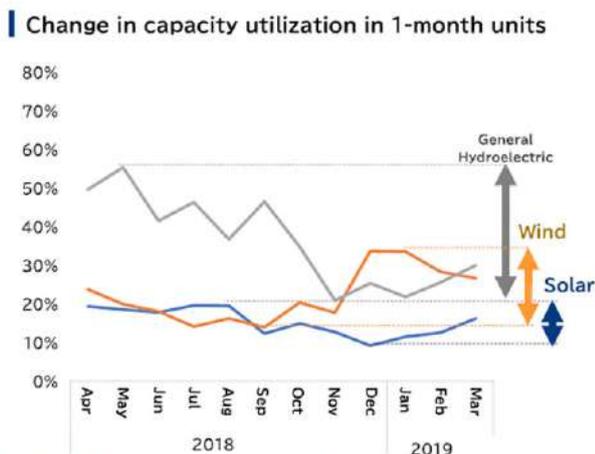
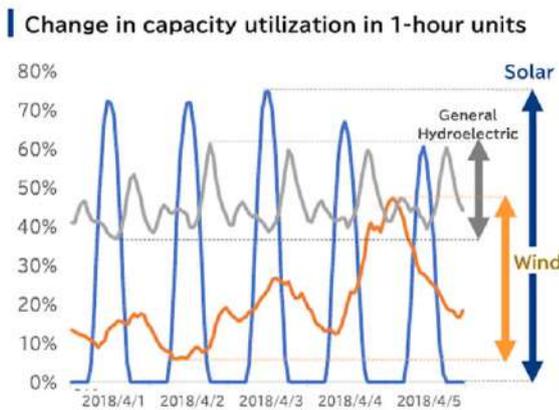
#### 5. 核能扮演與再生能源相互搭配的角色

近期能源市場波動與 2030 年減排目標設定，重新喚起日本對核能議題的討論。MRI 認為政府必須明訂將核能發電納入長期能源發展策略，並維持核能發電之技術、人才與創新研發。在創新研發方面，除了提升核能安全外，核能發電的使用必須與大規模再生能源相互搭配，例如負載追隨、製氫與熱利用等技術。此外，也需要制定相關配套措施，降低對核能發電相關企業的不信任，例如改善產業結構與公司治理、真誠與利害關係人溝通等。

#### 6. 需要假設未來資料量體增加與自然災害的發生

隨著數位轉型與社會發展，資料量體呈現指數型成長，科技必須持續演進以滿足能源消費需求增長。再者，分散式電力系統架構需要仰賴資料傳輸與發電相互搭配，讓有額外電力需求的區域以及再生能源發電過剩的區域相互連結。

氣候變遷導致風災、水災與地震的發生機率提高，而再生能源發電受氣候因素影響程度大，日本在邁向脫碳的過程中也必須考量自然災害的發生。由圖 13 可觀察不同時間粒度下的再生能源容量因數變化，太陽光電出力的日夜變化程度大，每月變化則相對穩定；相反地，水力發電每小時規律變化且變異程度小，月份別則受枯水期影響，季節變異程度大。



Source: MRI, based on data from actual area supply/demand by general power transmission and distribution companies and power survey statistics from the Agency of Natural Resources and Energy

圖 13 小時別及月份別之再生能源容量因數變動量

因此，為了解決再生能源間歇性問題，因應氣候風險並提升電力系統韌性，日本必須建構多元的發電組合，避免過度依賴單一能源。例如在面對日常情況與特殊緊急狀態下，以儲能電池調和短期的系統參數變動；建構低碳合成燃料（如氫氨）的儲存與運輸體系，預先因應長期能源短缺問題。

## 7. 讓碳中和成為日本新的競爭優勢：跨領域整合是關鍵

碳中和將對日本社會及產業經濟帶來深遠的影響。首先，對能源資源的需求增加可能引發地緣政治風險，產業結構轉變會直接衝擊就業市場與政策。其次，資料量體擴充導致能源供不應求，可能阻礙碳中和與數位轉型的進程。這些議題超越傳統垂直整合能源產業與政府部門所能掌控的範圍，日本必須積極研擬跨領域整合的相關計畫。

在日本邁向碳中和的過程中勢必面臨諸多的挑戰，包含：目前產業結構製造業 GDP 占比相對高、國家能源主要來自火力發電、國內缺乏零碳能源供給、適合發展再生能源之土地有限、自然災害頻繁發生等。然而，其他國家也會面臨相同的問題，若日本能夠有效克服這些問題，除了創造新商機與國際競爭優勢外，也可幫助其他國家達成碳中和目標。面對這一波不可逆的碳中和浪潮，日本產官學界之利害關係人必須共同合作，將碳中和的衝擊轉化為新產業競爭優勢。



圖 14 MRI 與台電公司交流會後合影

### (三) 亞太能源研究中心(APERC)

亞太能源研究中心(Asia Pacific Energy Research Centre, APERC)在東京於 1996 年 7 月成立，係依據亞太經濟合作會議(Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC)1995 年 11 月於大阪經濟領袖高峰會通過之行動議程，並由日本政府出資營運。成立宗旨為促進亞太經濟體對全球、區域及成員國之能源供需趨勢、能源基礎建設發展、能源政策的理解。

本次拜訪 APERC 的研究人員包含：Alexander IZHBULDIN、Thanan MARUKATAT、Asmayati Bt Ab Manan、PHUNG Quoc Huy、李志超等，以及本公司訪問研究員吳宇軒。

本研究交流會議由吳宇軒擔任主持人，議程如表 3 所示。上午討論議題為電力資源規劃模型，首先由楊宗霖介紹整合資源規劃 (Integrated Resource Planning, IRP) 模型於我國電力部門達成 2050 淨零碳排之分析應用，接著由主任研究員 Alexander IZHBULDIN 分享 APERC 展望報告架構中電力模型之應用。下午討論議題則為再生能源憑證(Renewable Energy Certificates, RECs)，首先由曾泓祥介紹我國再生能源憑證

之現況與未來展望，再由 Thanan MARUKATAT 分享六個東南亞經濟體之再生能源憑證發展現況。以下則詳細介紹本次拜訪 APERC 所獲得的研究知識與經驗：

表 3 APERC 與本所交流議程

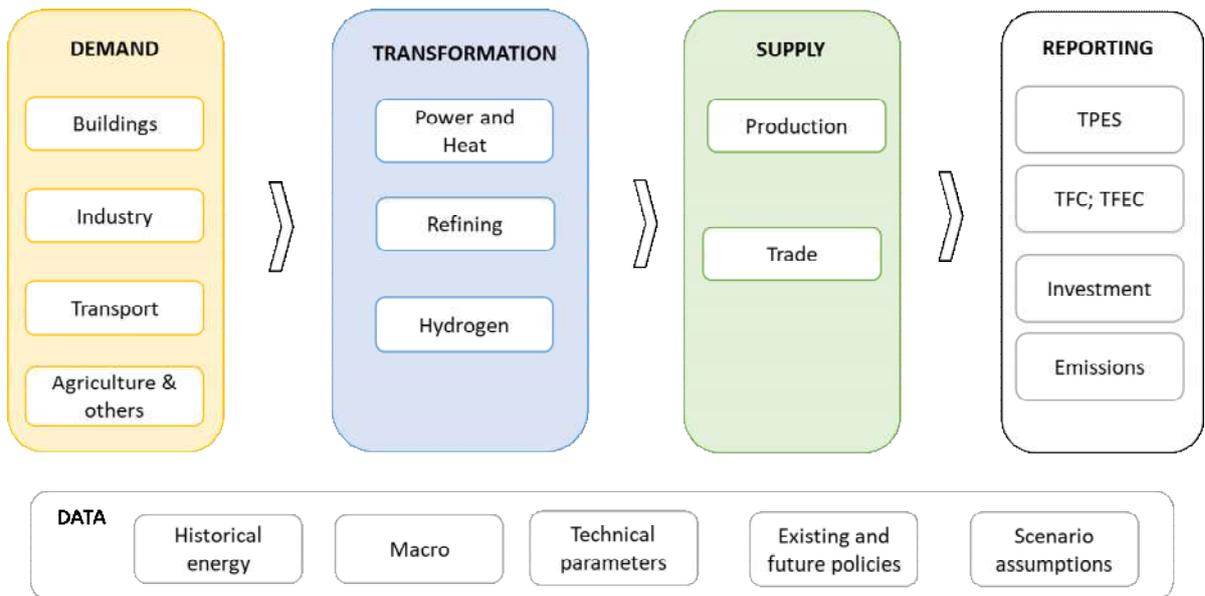
Time	Topic	Briefer
10:00-10:30	Integrated Resource Planning for 2050 Net-zero Emission in Taiwan	Yang, Tsung-Lin
10:30-11:00	Power model in the APERC Outlook modelling framework	Alexander IZHBULDIN
11:00-12:00	Discussion	
13:30-14:00	Current System and Future Prospects of Taiwan Renewable Energy Certificate	Tseng, Hung-Hsiang
14:00-14:30	The Implementation of Renewable Energy Certificates (RECs) in Six APEC Southeast Asia Economies	Thanan MARUKATAT
14:30-15:30	Discussion	

## 1. 2050 淨零排碳電力結構規劃研討

### (1) APERC 總體模型架構與電力模型

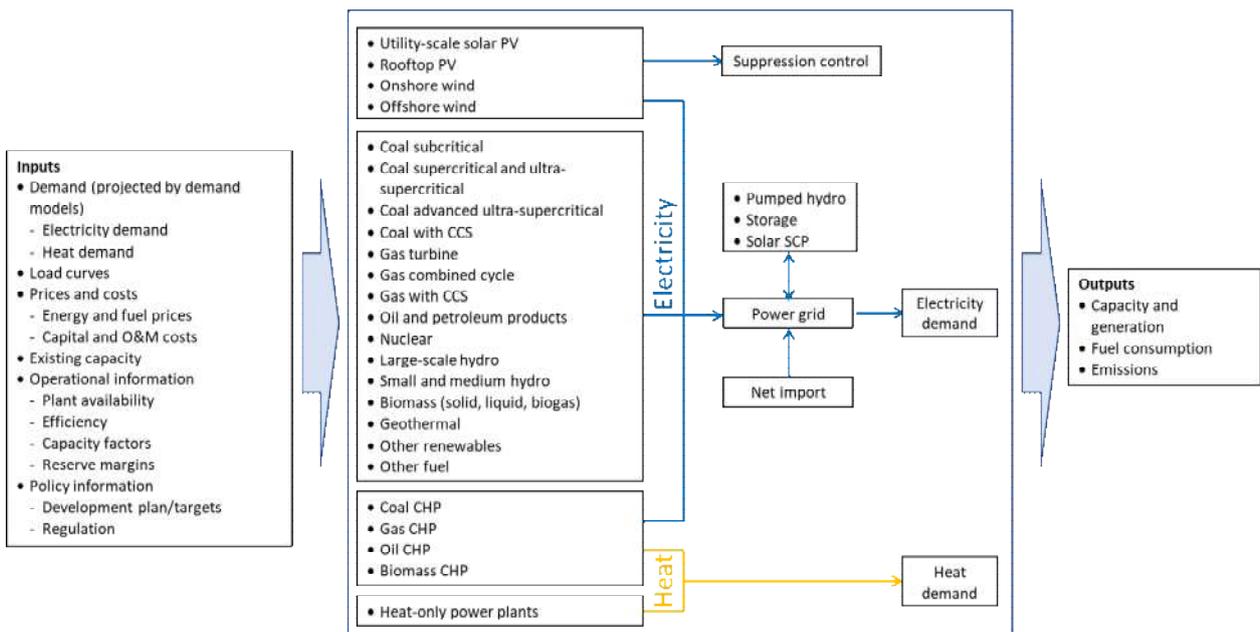
APERC 能源供需模型屬於 Bottom-up 由下游能源需求端向上求解之架構，總體能源需求部門別包括：建築、工商業、交通、農業等，經由電力、熱能、燃料煉製、氫能等能源類別，轉換至上游的能源供給(生產與交易)。APERC 能源供需模型所需投入的相關資料，包括：能源供需實績值、總體經濟數據、技術參數、現行與未來政策、情境假設等。APERC 總體模型架構如圖 15 所示。

APERC 電力模型目標函數追求成本最小，涵蓋亞太地區 21 個經濟體(亦即 21 個電力系統)，模型架構如圖 16 所示。投入參數包含：電力與供熱需求、負載曲線、能源與燃料價格、資本支出與運維成本、現有裝置容量、容量因數、備轉容量率、政策資訊等，模型產出結果則包含：裝置容量與發電量、燃料消費量、碳排放量等。其中考量的發電技術包含：太陽光、風力、火力機組搭配 CCS、生質能、地熱、儲能等。



資料來源：APERC

圖 15 APERC 總體模型架構



資料來源：APERC

圖 16 APERC 電力模型

## (2) APERC 能源供需展望報告第 8 版重點摘要

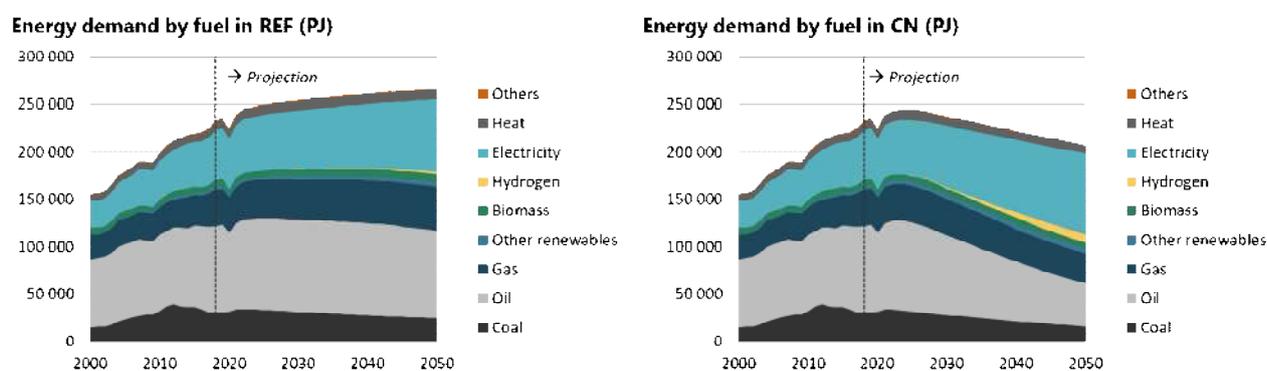
APERC 運用上述能源供需模型工具，分析亞太地區 21 個經濟體之能源供需現況與未來發展趨勢，並設計兩個能源供需情境：參考情境(Reference, REF)與碳中和情境(Carbon Neutrality, CN)，如表 4 所示，評估亞太地區達成 2050 碳中和目標之路徑，相關研究成果出版於展望報告第 8 版，供 APEC 會員國參考。

表 4 APERC 能源供需情境設計

	參考情境(REF)	碳中和情境(CN)
定義	參考目前趨勢與現行政策	假設每個 APEC 經濟體之減碳路徑
目的	作為碳中和情境(CN)的比較基準	評估能源相關部門之淨零轉型目標
假設	依照現行政策趨勢朝未來推估	考量能源效率、電氣化、行為改變、燃料替代、CCS 等技術進步
限制	依照現行減碳策略方法及政策趨勢作為假設	不考慮非能源部門對 CO <sub>2</sub> 之影響

資料來源：APERC

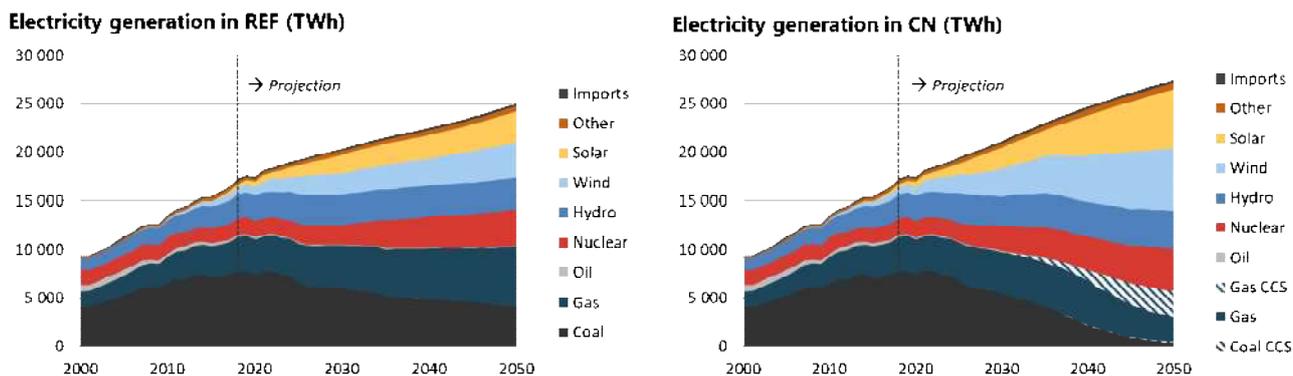
受新冠肺炎疫情影響，2020 年能源需求均呈現跳空缺口，其後又回復正常水準。在參考情境下，總體能源需求緩步成長至 2050 年達 250,000 拍焦耳(PJ)，而傳統化石燃料(天然氣、石油、煤等)仍維持超過 150,000 拍焦耳(PJ)的水準；相對地，在碳中和情境，受惠於能源效率提升與電氣化趨勢，2050 年總體能源需求下降至近 200,000 拍焦耳(PJ)，其中傳統化石燃料(天然氣、石油、煤等)下降至 100,000 拍焦耳(PJ)的，主要由大幅成長的電力需求所替代。如圖 17 所示。



資料來源：APERC

圖 17 能源需求情境比較

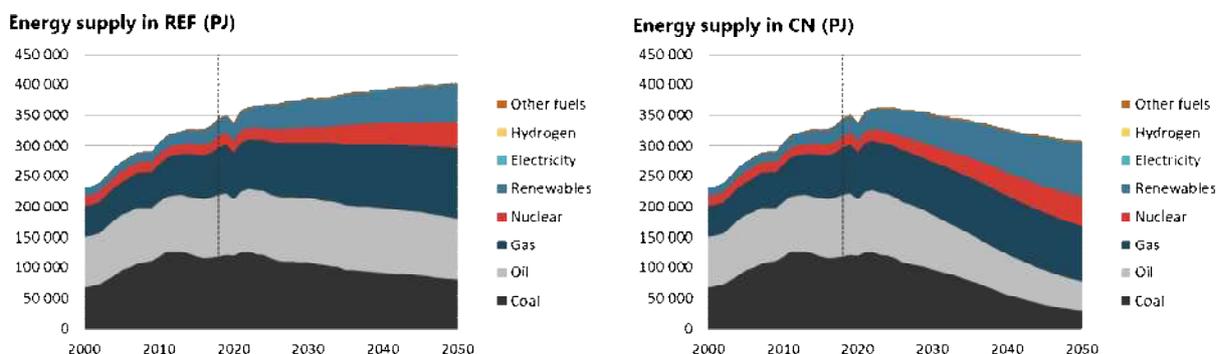
隨著未來建築與交通運輸部門電力需求增加，不同情境之發電組成與能源配比將有所差異，如圖 18 所示。在碳中和情境下，以太陽光電及風力發電的成長最為顯著，而天然氣機組選擇搭配 CCS，逐步替代燃煤發電，可有效降低碳排放量，亦可提供電能平衡與輔助服務，維持電力系統穩定運轉。



資料來源：APERC

圖 18 發電組成情境比較

能源供給部分，兩個情境均顯示：隨著燃煤供給逐年減少，天然氣供應逐年增加。石油供給部份，參考情境之石油供給至 2050 年呈現持平，相對地，碳中和情境下，隨著亞太地區及全球石油使用量下降，石油供給則逐年降低。綜觀 2050 年亞太地區能源供給，化石燃料仍扮演確保能源安全之重要地位，供給量仍高，參考情境維持在 300,000 拍焦耳(PJ)，碳中和情境則超過 150,000 拍焦耳(PJ)，佔比均超過 50%。如圖 19 所示。

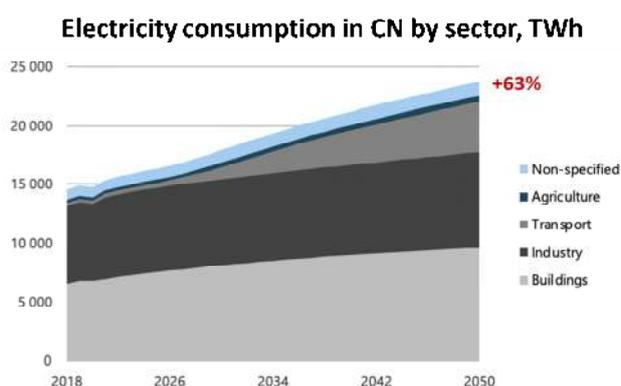


資料來源：APERC

圖 19 能源供給情境比較

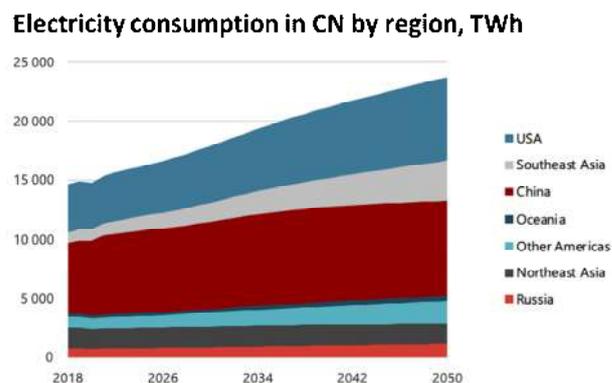
### (3)APEC 電力部門模型結果

目前亞太地區電力消費量約 15,000TWh，若要達成 2050 年碳中和目標，則電力消費需成長 63%，約 24,000TWh。其中，運輸、建築、產業部門之電力需求成長幅度分別為 44%、33%、17%，可見碳中和情境下電動載具之市場滲透率顯著提升，如圖 20 所示。從亞太地區各個國家區域來看，每個區域之電力消費均有所成長，其中有 84%成長集中於美國、中國及東南亞等三個具有廣大消費群眾的區域。相對地，東北亞地區(包含日本、韓國等)之電力消費成長則不顯著，如圖 21 所示。



資料來源：APERC

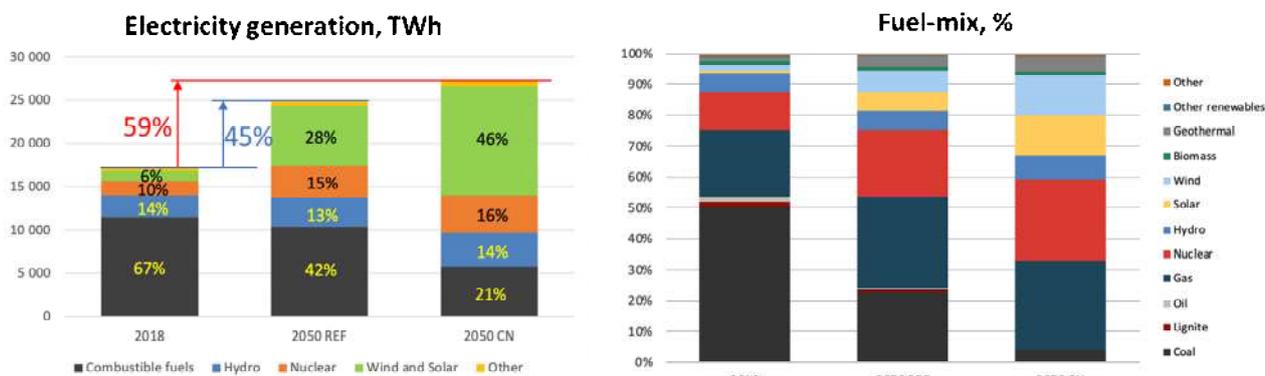
圖 20 碳中和情境之部門別電力消費



資料來源：APERC

圖 21 碳中和情境之區域別電力消費

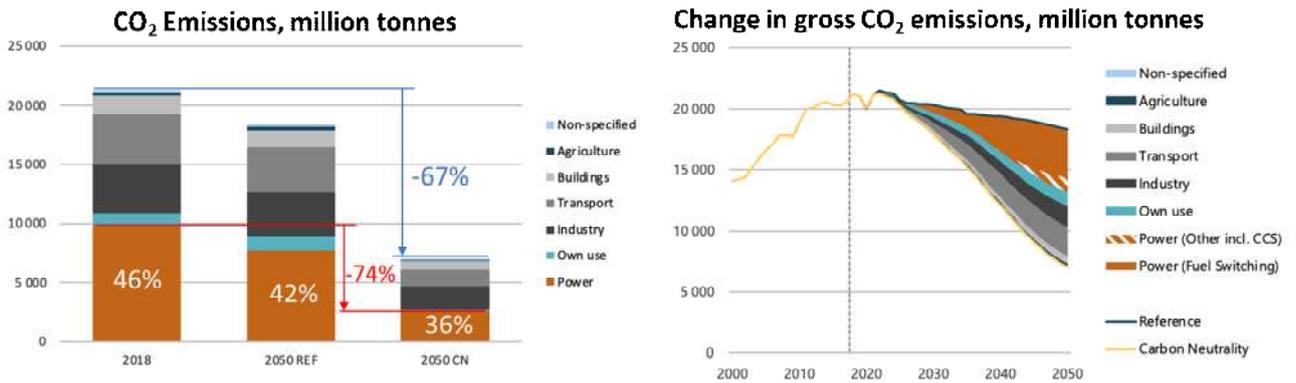
相對於 2018 年亞太地區總發電量，2050 年參考情境發電成長 45%、碳中和情境發電成長 59%，均超過 25,000TWh。其中，以風力及太陽光電成長幅度最大，發電占比達 28% (REF)、46% (CN)，而火力發電佔比降至 42% (REF)、21% (CN)。化石燃料主要由風力及太陽能、核能、水利、地熱能取代，如圖 22 所示。



資料來源：APERC

圖 22 亞太地區 2018 及 2050 年發電占比與燃料占比

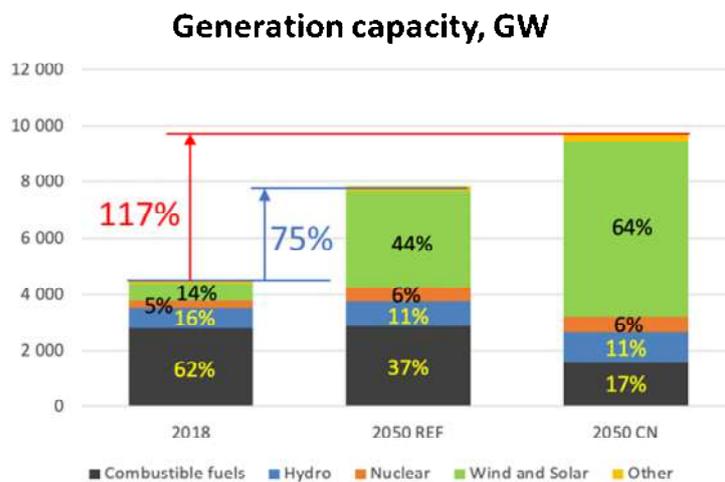
碳排放量部分，2018 年電力部門碳排放量約 10,000 百萬噸，佔總排放量 46%，2050 年則可降至 42% (REF)、36% (CN)。其中，電力部門有 80% 的減碳來自燃煤發電量下降，改由天然氣取代，如圖 23 所示。



資料來源：APERC

圖 23 亞太地區 2018 及 2050 年部門別碳排放量

相對於 2018 年亞太地區總裝置容量，2050 年參考情境裝置容量成長 75%(近 8,000GW)、碳中和情境裝置容量成長 117%(近 10,000GW)。其中，以風力及太陽光電成長幅度最大，裝置容量占比達 44%(REF)、64%(CN)，而火力裝置容量佔比降至 37%(REF)、17%(CN)，如圖 24 所示。因此，整體機組平均容量因數，由 2018 年的 42%，降至 2050 年的 36%(REF)、32%(CN)。



資料來源：APERC

圖 24 亞太地區 2018 及 2050 年裝置容量情境比較

#### (4) 小結

APERC 能源供需模型從能源需求端出發，可分析農業、建築、交通運輸、產業等整體經濟部門之能源使用概況，在碳中和情境下，評估 2018 至 2050 年的能源供給情形，包含化石燃料、核能、再生能源、氫能的使用。

然而，APERC 能源供需模型的分析應用仍有一些挑戰與限制，有待未來持續精進，包含以下幾點：

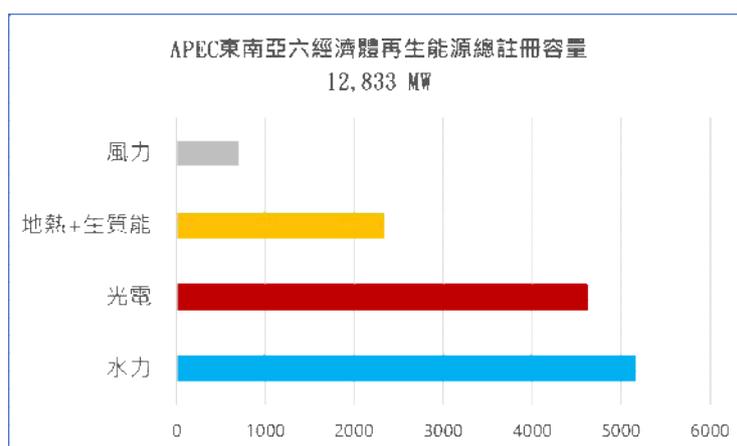
- A. 電力需求及負載預測具有高度不確定性，需要持續滾動調整。
- B. 風力與太陽光電除了計算建置成本外，未來也必須考量併入電網之相關費用以及規模經濟之問題，以反應再生能源實質成本。
- C. 尖峰負載需求由再生能源發電供應。
- D. 電氣化取代化石燃料，以及再生能源取代傳統火力發電，兩者發展進程之相互影響。
- E. 從依賴傳統化石能源轉向依賴關鍵金屬礦物，乃能源安全重要議題。
- F. 電網可靠性議題，包含儲能系統與電動車的角色、備轉容量等，以及需量反應涉及用戶行為改變，有益於負載抑低與碳中和需求，未來均需納入模型考量。
- G. 未來 APERC 能源供需展望報告第 9 版的具體精進方向，包含：模型時間粒度細緻化(由 12 個區間：3 個季節\*2 種典型日\*2 個時段，進步至 36 個區間：3 個季節\*2 種典型日\*6 個時段)；模型化 CCS、氫能發電、儲能電池與電動車等電力技術。

## 2. 亞洲地區再生能源憑證發展趨勢交流

APERC 近期研析並正在準備一份有關東南亞地區再生能源憑證(Renewable Energy Certificate, REC)報告，其目的在於分析東南亞六個 APEC 成員國(印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國和越南)的新興再生能源憑證市場發展概況，並介紹 REC 市場的成效及挑戰。

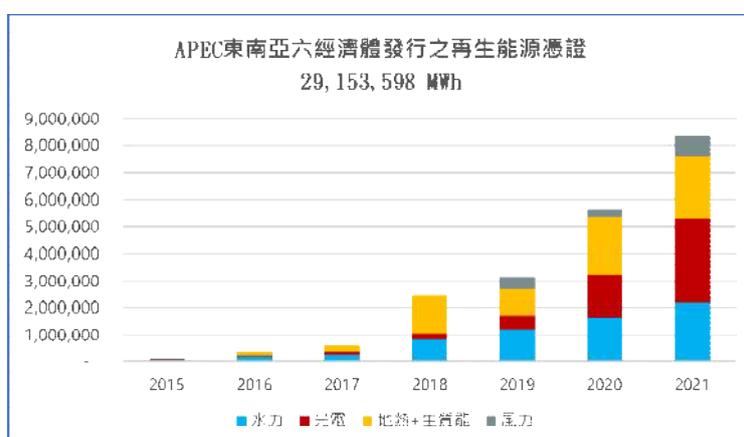
在上述 APEC 東南亞六經濟體中，再生能源憑證 REC 的重要性逐漸增加，由於越來越多企業希望達成 RE 100 的目標，對於 REC 的需求日益提升；再生能源業者則希望透過增加 REC 的供應，尋求額外的收入來源；此外，政策制定者認為 REC 可以促進再生能源投資，據以實現經濟體的脫碳化目標。

APEC 東南亞地區再生能源憑證市場於 2015 年陸續開始發展，截至 2022 年 7 月，APEC 東南亞六經濟體再生能源總註冊容量為 12,833MW，如圖 25 所示，占比仍未達總再生能源裝置容量的 3 成。而再生能源憑證的發行總量已超過 2,900 萬 MWh，如圖 26 所示，且近年呈現指數型增加趨勢。



資料來源：APERC

圖 25 2022 年 7 月 APEC 東南亞六經濟體再生能源總註冊容量



資料來源：APERC

圖 26 2022 年 7 月 APEC 東南亞六經濟體再生能源憑證總量

APEC 東南亞六經濟體的再生能源憑證 REC 主要透過兩家公司：GCC(Green Certificate Company，1999 年創立，為第一個 I-REC 發行機構)、APX(Automated Power Exchange，2022 年 8 月 1 日由 An Xpansiv Company 收購)來認證、發行和追蹤，由 GCC 發行之 REC 會在 I-REC<sup>1</sup>平台交易，而由 APX 發行之 REC 則在 TIGRS<sup>2</sup>-APX 平台進行交易。本次交流中 APERC 主要分享印尼、越南、馬來西亞以及泰國四個經濟體之現階段研究成果，介紹東南亞地區再生能源憑證發展現況及挑戰。

### (1)印尼

印尼的 REC 市場為自願性市場，REC 發行單位包含 GCC(I-REC 平台)和 APX(TIGRS-APX 平台)，截至 2022 年 7 月，印尼的再生能源總註冊容量約 1.5GW，

<sup>1</sup> International Renewable Energy Certificate，國際再生能源憑證

<sup>2</sup> TIGR，Tradable Instrument for Global Renewable，全球再生能源交易工具

REC 累積發行 430 萬張。在 REC 機制方面，TIGRs-APX 平台從 2020 年開始銷售電證分離(Unbundling)之 REC，其特點為註銷快速且註銷後不可交易；I-REC 平台從 2018 年開始接受註冊，但因沒有當地發行單位，以 GCC 作為 REC 發行單位，透過 I-REC 平台也可公開交易電證分離之 REC。

APERC 觀察到 REC 制度在印尼面臨的挑戰包括：①未有明確的市場規範、② PPA 合約下發電業者對 REC 所有權之潛在爭議、③如何避免重複計算與宣稱 REC、④產生的 REC 可以在國內外銷售，不易監管。

## (2)越南

越南的 REC 市場為自願性市場，REC 發行單位包含 GCC(I-REC 平台)和 APX(TIGRs-APX 平台)，截至 2022 年 7 月，越南的再生能源總註冊容量約 2.9GW，REC 累積發行 680 萬張。在 REC 機制方面，公用事業和發電設備擁者可透過 I-REC 平台或 TIGRs-APX 平台直接參與 REC 市場，電證分離 RECs 則透過 I-REC 平台公開交易。

APERC 觀察到 REC 制度在越南面臨的挑戰包括：①未有明確的市場規範、② 監管制度並未提及以 FiT 模式進入電證分離 REC 市場時所產生電力的環境屬性應如何處理、③以及如何避免重複計算與宣稱 REC。

## (3)馬來西亞

馬來西亞的 REC 市場為自願性市場，REC 發行單位包含 GCC(I-REC 平台)和 APX(TIGRs-APX 平台)截至 2022 年 7 月，馬來西亞的再生能源總註冊容量約 2.3GW，REC 累積發行 400 萬張。

在 REC 機制方面，馬來西亞於 2017 年推出的 myGreen+計畫，馬來西亞國家能源有限公司 (Tenaga Nasional Berhad, TNB)的用戶可額外支付每度 8 美分的費用以取得再生能源電力，TNB 頒發綠色消費者證書(Green Consumer Certificate, GCC) 給參與 myGreen+計畫的用戶，2021 年 11 月馬來西亞政府推出綠色電力關稅(Green Electricity Tariff, GET)計畫以取代之前的 myGreen+計畫，TNB 用戶可透過 TNBX(TNB 的子公司)額外支付每度 3.7 美分的費用以取得水力或光電，並獲得 mREC(Malaysia REC)，mREC 可透過馬來西亞綠色屬性追蹤系統 (Malaysia Green Attribute Tracking System, mGATS)進行市場交易。

另外 2019 年沙勞越能源公司 (Sarawak Energy Berhad, SEB) 在 TIGRs 註冊處發行 REC 並推動 REC 市場平台交易，目前在 APX 平台總註冊容量僅約 100MW，與

I-REC 總註冊容量約 2,000MW 相差甚遠。

APERC 觀察到 REC 制度在馬來西亞面臨的挑戰包括：①不只有一個 REC 採購平台、②年度 GET 額度低於實際需求、③只有 TNB 的用戶可以透過 GET 專案購買 mREC、④GET 專案下 mREC(電證合一)的價格高於在 REC 市場購買電證分離 REC 的價格。

#### (4)泰國

泰國 REC 活動始於 2017 年，其 REC 市場亦為自願性市場，REC 發行單位包含 GCC(I-REC 平台)和 APX(TIGRs-APX 平台)，截至 2022 年 7 月，泰國的再生能源總註冊容量約 3.9GW，REC 累積發行 650 萬張。在 REC 機制方面，再生能源發電設備的註冊和 REC 發行，可透過 GCC 和 EGAT(泰國電力局)管理的 I-REC 平台註冊及發行 REC (圖 27)，或透過 APX 管理的 TIGRs-APX 平台註冊並發行 REC。

APERC 觀察到 REC 制度在泰國面臨的挑戰包含：①未有明確的市場規範、②產生的 REC 可以在國內外銷售，監管不易、③EGAT 同時是發電業者也是 REC 發行者，導致球員兼裁判。



資料來源：APERC

圖 27 泰國於 I-REC 平台註冊處之 REC 機制

表 5 APEC 東南亞六經濟體 REC 市場比較

	印尼	馬來西亞	菲律賓	新加坡	泰國	越南
市場類型	自願性	自願性	自願性	自願性	自願性	自願性
累積註冊再生能源容量 單位: GW (總計 12.8)	1.5	2.3	1.4	0.8	3.9	2.9
累積發行 REC 數量 百萬 REC (總計 29.1)	4.3	4.0	6.3	1.2	6.5	6.8
REC 發行和追蹤系統	• GCC • APX	• GCC (TNBX) • APX	• GCC • APX	• SPX • APX	• GCC • EGAT • APX	• GCC • APX
交易平台	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX • mGAT	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX

資料來源：APERC

APERC 於交流中亦分享對於東南亞經濟體 REC 市場的初步觀察：①認為每個經濟體都應建立 REC 市場相關法律框架和治理機構，以確保 REC 市場在適當的管制下發展；②應建立健全的會計核對系統，確保 REC 的完整性及避免重複計算；③REC 市場的健全發展可促進對於再生能源發電的額外投資；④六個經濟體之間 REC 交易與東協電網發展的關連性仍有待後續研究；⑤已簽訂 PPA 之再生能源發電業者與國有公用事業之間的利益衝突尚需解決。

除了交流東南亞地區 REC 發展經驗外，APERC 亦介紹日本現行三種不同的再生能源屬性憑證：①綠色能源憑證(Green Energy Certificate, GEC)、②J-Credit、③非化石證書 (Non- Fossil Certificate, NFC)，並依照是否參與 FiT 方案分為 FiT-NFC、Non FiT-NFC，如表 6 所示。該系統對於市場參與者來說相當複雜，因為每種憑證都有各自的發行規範、方法和使用條件，然而為了吸引更多資金流入，一個市場出現多種環境屬性憑證系統來滿足不同的需求是很正常的情況，彼此之間並非相互競爭，而是相輔相成。

另外在 2021 年國際再生能源憑證標準(The International REC Standard, I-REC Standard) 與國家發行人組織 Local Good 合作發行日本的 I-REC，若再生能源發電設備並未取得 GEC、J-Credit 或 FiT-NFC 等 REC 憑證，則可以申請 I-REC，若是屬於 Non FiT-NFC，也可以申請 I-REC。I-REC Standard 希望透過 I-REC 的發展，促使日本在投資和支持再生能源推動的自願性市場上能夠更進一步。

表 6 日本再生能源憑證種類

	綠色能源憑證(GEC)	J-Credit (Renewable)	FIT - NFC	Non FIT-NFC (再生能源/非再生能源)
標準制定機構與發證單位	日本品質保證機構JQA	經濟產業省 (METI)、農林水產省 (MAFF)、環境省 (MOE)	資源能源廳 (ANRE)	資源能源廳 (ANRE)
類型/資格	獲得 JQA 認證的發電設施	J-Credit計畫認證委員會認可的發電設施	發電設施被政府認證為FIT費率之設施	非FIT之使用非化石燃料的發電設施
技術	太陽能、風力水電、地熱能、生物能源	太陽能、風力水電、地熱能、生物能源	太陽能、風能、中小型水電、地熱、生物能源	太陽能、風能、水力、地熱、生物能源、核能等
自用/電網電力	主要自用	主要自用	併網	併網
購買方式	從發行機構購買	J-Credit 秘書處拍賣, J-Credit 所有者或經紀人銷售	透過日本電力交易所拍賣 (JEPX)	透過日本電力交易所 (JEPX) 拍賣, 雙邊合約
追蹤資訊	所有者名稱、序列號、發電量、發電週期、發電技術、發行日期、供應商名稱	信用 ID、項目編號、項目運營商名稱、地理區域、項目概況、項目類型、認證期、認證量、可再生電量	設施 ID、設施類型、設施名稱、發電機名稱、發電量、認證日期、委託日期、設施位置、分配金額	設施 ID、設施類型、設施名稱、發電機名稱、發電量、認證日期、委託日期、設施位置、分配金額
買家	企業、地方政府等	企業、地方政府等	零售商 (零售商可以代表企業客戶購買 NFC)、經紀人和電力用戶。	零售商 (零售商可以代表企業客戶購買 NFC)

資料來源：APERC



圖 28 APERC 與台電公司交流會後合影

#### (四) Informetis 株式會社

只野(Tadano)社長原先隸屬於 Sony 之研究部門，於 2013 年以 NIALM 技術為核心，成立 Informetis 公司。NIALM 全名為「非侵入式家電負載監測」(Non-intrusive Appliance Load Monitoring)，是一種藉由分析住宅中的總電壓和電流的變化來推斷住宅中使用哪些電器以及其個別能源消耗的技術。

Informetis 因其產品優異表現，配合東電公司因應日本電力自由化、擴大事業領域

之策略，在 2017 年與東電合作推出「遠處亦安心」之服務。在本次交流拜訪之前，已與 Informetis 簽訂保密協議(Non-disclosure agreement, NDA)，交流期間 Informetis 提供之文件、談話內容皆亦被 Informetis 要求保密，故交流內容不便陳述於本報告中。



圖 29 Informetis 與台電公司交流會後合影

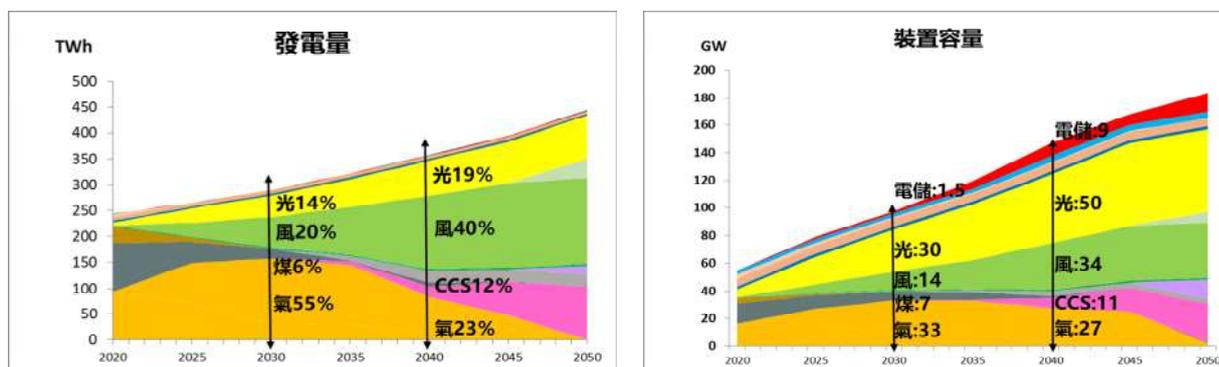
### 三、心得建議

根據國家發展委員會公布之「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，確立非電力部門(包含建築、運輸、工業等)及電力部門於 2050 年達成淨零排放之終極目標，然而對於期間各階段之減碳目標、具體手段與路徑規劃，尚有諸多內容需加以充實、凝聚社會共識。

隨著國內經濟發展與電氣化之影響，用電需求之成長勢必對電力部門造成龐大的供電壓力，同時電力部門碳排放占全國總碳排放量之大宗，電力部門除了需要滿足其他部門的電力需求外，也必須負擔一定程度的減碳義務。因此，我國電業達成淨零碳排之路徑與時程必須格外審慎評估，提出兼具技術可行性、成本有效性與社會公平性之電力資源規劃。

本次與 APERC 交流電力資源規劃模型部分，APERC 能源供需模型為 Bottom-up 架構，涵蓋 21 個亞太地區經濟體之各個能源需求部門，由於所分析的國家與部門別眾多，參數廣度大且資料粒度較為粗略。相對地，本所的 Taiwan-REGEN 模型屬於 Top-down 架構，專注於分析我國電力部門，儲能電池、CCS、氫氨能等各項發電技術模型參數更為精細，時間粒度為小時別。因此，我國未來能源結構分析結果也有所差異。

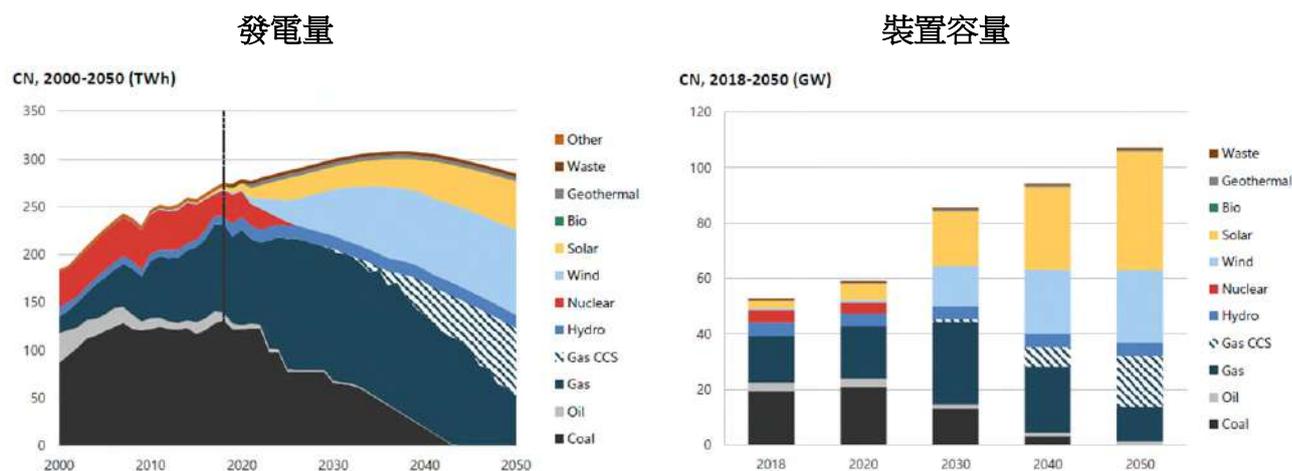
依據本公司目前電源開發規劃，並以 2030 年電力部門減碳 20% 為中期目標，2030 年裝置容量為：燃氣 33GW、燃煤 7GW、風力 14GW、太陽光電 30GW，目前規劃之儲能需求 1.5GW 足以因應 2030 年之能源規劃。2030 年發電占比為：燃氣 55%、燃煤 6%、風力 20%、太陽光電 14%。2035 年起燃煤與燃氣機組開始加裝 CCS，2040 年加裝 CCS 之機組合計達 11GW，發電占比為 12%。既有燃氣機組剩 27 GW，發電占比降為 23%。此一發展路徑係以 CCS 逐步取代傳統火力機組。同時，加速發展再生能源，2040 年離岸風力發電裝置容量達 34GW，發電占比為 40%；太陽光電則增加至 50 GW，發電占比為 19%。因應離岸風電與太陽光電大量併網，2040 年電池儲能需求增至 9GW，Taiwan-REGEN 模型分析結果如圖 30 所示。



資料來源：TPRI

圖 30 Taiwan-REGEN 模型分析結果

APERC 模型之台灣分析結果如圖 31 所示，在電氣化趨勢下 2030 年電力需求有顯著的成長，但隨著人口負成長、能源效率提升、技術進步等因素影響，2040 年以後發電量呈現逐年下降至 300TWh 以下。相對地，Taiwan-REGEN 模型發電量則逐年成長至 2050 年，超過 400TWh，主要原因在於本模型專注於電力部門技術情境分析，電力供給必須滿足電氣化趨勢下負載需求(外生給定)逐年成長。同樣地，在 2050 年裝置容量部分，Taiwan-REGEN 模型約 170GW，高於 APERC 模型的 110GW。



資料來源：APERC

圖 31 APERC 模型之台灣分析結果

燃煤部分，APERC 模型 2040 年以後燃煤機組全數除役；Taiwan-REGEN 模型則選擇加裝 CCS，延長燃煤機組的生命週期。燃氣部分，2050 年 APERC 模型發電占比約 43%，其中約二分之一為燃氣 CCS 機組，剩餘燃氣機組仍存在碳排放問題；Taiwan-REGEN 模型則全部加裝 CCS。

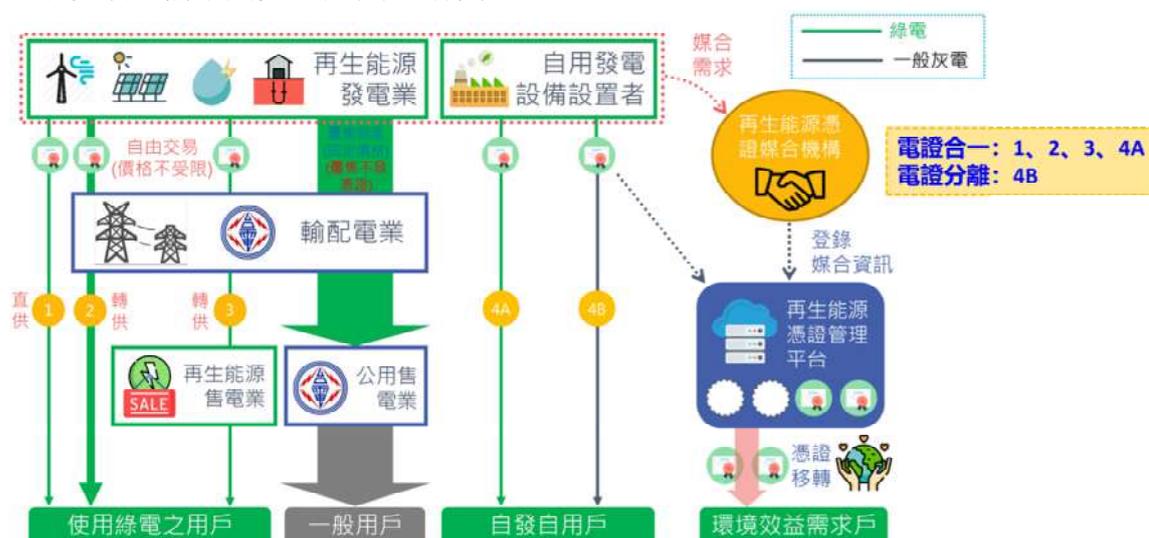
再生能源部分，APERC 模型 2050 年太陽光電與風力發電占比合計約 49%；Taiwan-REGEN 模型太陽光電與風力發電占比則超過 50%，對再生能源發展潛力較為樂觀，同時也進一步考量電池儲能、氫能專燒發電、氫能儲能等前瞻技術的可行性。

綜合以上分析，兩模型的目的及出發點有所不同，進行過於詳盡的數據比較並無實益，但是若從模型結果的大方向來看，我們與 APERC 研究人員可以相互交流討論，了解模型架構的優劣，以及數據結果差異的原因，有助於日後雙方進行電力資源規劃模型研究時，修正模型參數與情境假設，讓模型結果更具參考價值。



圖 32 致贈 APERC 交流同仁紀念品

本次與 APERC 交流我國及東南亞地區再生能源憑證發展概況，可以明顯感受到我國與東南亞地區對於 REC 的不同態度，我國對於 REC 管制較為嚴格，絕大部分為電證合一(bundled)憑證，僅少部分為電證分離(unbundled)憑證，電證合一 REC 可透過(1)直供<sub>1</sub>：再生能源發電業直接輸送綠電供用戶使用、(2)轉供<sub>2</sub>：再生能源發電業透過台電輸配電線路輸送綠電供給用戶、(3)轉供<sub>3</sub>：再生能源發電業透過台電輸配電線路將綠電售予再生能源售電業，再由再生能源售電業售予用戶、(4)自發自用<sub>4A</sub>：自用發電設備設置者自用所生產之綠電等四種方式獲得 REC 認證，而電證分離 REC<sub>4B</sub> 僅由自用發電設備設置者透過再生能源憑證媒合機構的媒合，於再生能源憑證管理平台將 REC 憑證移轉給環境效益需求用戶，如圖 33 所示。



資料來源：經濟部標檢局

圖 33 我國再生能源憑證取得方式

本次交流 APERC 主任研究員 Asmayati 對於我國再生能源憑證制度相當感興趣，因為我國有別於國際電證分離模式之趨勢，而是採用電證合一模式。另外在馬來西亞，用戶可以自由選擇要購買電證分離的 I-REC 或是電證合一的 mREC，雖然購買 mREC 有諸多不便(包括需先成為 TNB 的用戶參與 GET 計畫，再取得 TNB 子公司 TNBX 發行 mREC，且 mREC 價格高於 I-REC)，但用戶仍可以依照需求選擇想要購買的 REC。馬來西亞對於 REC 的開放態度也反應在 REC 發行總量，雖然我國與馬來西亞同樣於 2017 年開始推動再生能源憑證發展，相較於馬來西亞 2021 年 12 月再生能源裝置容量約達 8.9GW，我國同期雖有 11.6GW(2022 年 9 月則為 13.6GW)，但截至 2022 年 7 月，馬來西亞發行總量約 400 萬張 REC，我國卻僅發行約 157 萬張 REC，顯示雖然我國政府立意良善，惟電證合一制度對於再生能源憑證的蓬勃發展可能有所影響。

本次與 APERC 交流獲益良多，對於日本及東南亞地區再生能源憑證發展現況有更深入的了解，同時也感受到我國對於推動再生能源憑證發展的態度仍顯保守。日本除了本土發展的再生能源屬性憑證外，也積極引入 I-REC 標準，將 I-REC 制度引進日本，致力於擴大日本再生能源憑證的市場；而東南亞地區選擇直接與國際接軌，透過 GCC、APX 分別引入 I-REC、TIGRs 制度，雖然發展階段 REC 市場仍有不少問題需要解決，但經過陣痛期調整後有機會追趕先進國家的腳步，反觀我國短期內並無開放電證分離 REC 的打算，雖然現階段有利於監管 T-REC 的發展，但已有供不應求的情況，未來隨著國際減碳趨勢及規定，用戶對於再生能源憑證的需求增加，恐更加難以滿足。面對 2050 淨零排放議題，我國主管機關需有更積極之作為，才能協助相關利害關係人因應未來艱困的挑戰。

能源商業服務模式研習部分，2016 年 4 月日本開放低壓用戶購電選擇權，完成售電業自由化後，因智慧電表的普及與第三方售電服務業的興起，競爭焦點已集中在讀表服務自由化(liberalization of metering service)。質言之，電力公司以外的其他業者，可以把電力服務透過各種組合行銷的方式，在市場上爭取電力消費者的認同與購電。有鑒於此，傳統大型公用事業(例如東京電力 TEPCO、關西電力 KEPCO 等)為了提升售電業市場競爭力，紛紛投入能源服務技術研發與商業模式應用，與 NextDrive、Informetis 等業者相互合作，提升用戶用電品質，創造更多數據加值應用服務，透過智慧能源管理及資料分析最佳化控制，實現家庭與企業的「善用每一度電」，同時達到能源轉型與淨零碳排的目標。

準此而論，現階段台電公司仍為售電市場的獨佔廠商、服務全國用戶，必須開始思考引進先進電力需求面管理技術與商業應用服務，精進顧客關係經營與管理，真確了解用戶需求與服務體驗，嘗試與其他產業(尤其是 IoT 資訊服務業)進行異業合作，推

出數位化的智慧能源服務，提出多角化經營的商業模式，及早因應未來電業自由化之異業競爭。

在企業文化見習方面，NextDrive、Informatis 均屬於新創公司，本次拜訪均由社長親自接待，介紹公司的經營現況與展望，可以明顯感受到社長與公司成員一同工作的活力與衝勁，企業文化自由且開放，樂於接受前瞻思維、承擔藍海市場的機會與挑戰。相對地，三菱總合研究所(MRI)則比較偏向日本傳統的企業，組織架構龐大、具有科層化的體制，會議交流過程較為正式，也準備完整的文獻資料進行討論，從日方座位安排與報告發言順序，可以明顯感受到長官與下屬、前輩與後輩之間的關係。

綜上所述，本次的日本東京實習參訪了四個電力企業與研究機構，除了吸收日本電力市場相關專業知識外，更重要的是與日本電力企業主、公司成員、研究人員進行深度的交流訪談，了解雙方在企業文化與外部電業環境之差異，建立長期穩定的交流管道，有利於本公司與國際接軌。未來當我們面臨技術研發、商業創新、市場環境變遷等問題時，能夠持續溝通互動，借鏡日本的相關經驗，研擬適合我國環境的解決策略，這即是出國實習計畫最重要的目的與價值所在。

## 參考資料

1. MRI (2022), Social and Economic Impacts of Carbon Neutrality in 2050. Tokyo, Mitsubishi Research Institute.
2. APEC (2022), APEC Energy Demand and Supply Outlook (8th Edition). Tokyo, Asia Pacific Energy Research Centre.
3. REI (2022), Renewable Electricity Procurement Guidebook (English Edition). Tokyo, Renewable Energy Institute.

# NDKK 日本事業介紹

2022年11月17日

NextDrive株式會社

## 「善用每一度電」

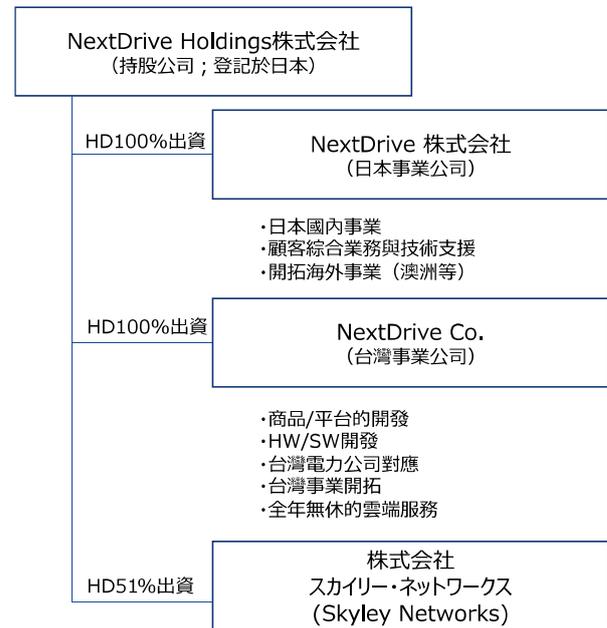
NextDrive 是以提供 IoE (Internet of Energy) 一站式平台為主要的公司。透過智慧能源管理及資料分析最佳化控制, 實現家庭與企業的「善用每一度電」, 同時達到能源轉型與淨零碳排的目標。

# nextDrive

## 集團概況

創業	2013年於台灣創業
據點	台灣（台北・新竹）、日本（東京）
員工人數	130+人（集團總人數）
集團架構	NextDrive Holdings株式会社（2020年12月創立：日本） NextDrive株式会社（2017年1月創立：日本） NextDrive Co.（台灣） 株式会社スカイリー・ネットワークス（Skyley Networks）
URL	<a href="https://www.nextdrive.io">https://www.nextdrive.io</a>

## 集團架構



nextDrive

3

## Management Team



**Jeryuan Yan**  
NextDrive HD 代表取締役  
NextDrive Co. CEO  
NextDrive KK 代表取締役



**Shawn Shih**  
NextDrive HD 取締役  
NextDrive KK 代表取締役社長



**Fumitoshi Keino**  
NextDrive HD 取締役  
NextDrive KK 取締役副社長



**Martina Yi**  
NextDrive Co. CMO



**Raymond Chen**  
NextDrive Co. AVP



**Michihiro Konagai**  
NextDrive KK 執行役員  
Business推動部 部長



**Terry Li**  
NextDrive KK

nextDrive

4

## 公司簡介

### 概要

公司名	NextDrive株式会社
所在地	東京都港区西麻布3-19-22
代表人	代表取締役社長 石聖弘
持股人	NextDrive Holdings 株式会社 (100%)
集團企業	NextDrive Co. 株式会社スカイリー・ネットワークス (Skyley Networks)
員工人數	NextDrive株式会社 29名 (集團總計130名)

### 企業理念・主要事業

#### 企業理念

## 「善用每一度電」

#### 主要事業

- 開發和應用「**IoE平台服務**」，實現分散式能源設備的數據取得和遠程控制
- 利用IoE平台開發並提供「**能源數據應用服務**」
- 公共事業（電力、瓦斯、水）和智慧設備相關服務業者的「**委託開發**」業務

nextDrive

5

NextDrive的事業願景

## 以 IoE 平台為核心，實現「點」和「面」的能源管理

- 為實現脫碳社會，NextDrive 透過分散式能源聯網（Connectivity）的 IoE 平台，實踐「點」和「面」的能源管理。

### 「點」的能源管理

對消費者的能源進行全面管理



導入太陽能、蓄電池、電熱水器、電動車等的場域，透過不同能源設備組合的智慧能源管理，最大化利用再生能源，並使能源成本最小化。

### 「面」的能源管理

與「地區」和「市場」連動的管理※

地區微電網

將家庭，企業等場所設置的蓄電池、電動車以及設置於地區電網的蓄電池進行群體管理與控制，提供調整電力與供應電力，實現地區微電網

供需調整市場

Demand Response

### NextDrive 能源聯網 (IoE) 平台

分散式能源資源（用電設備・發電設備）

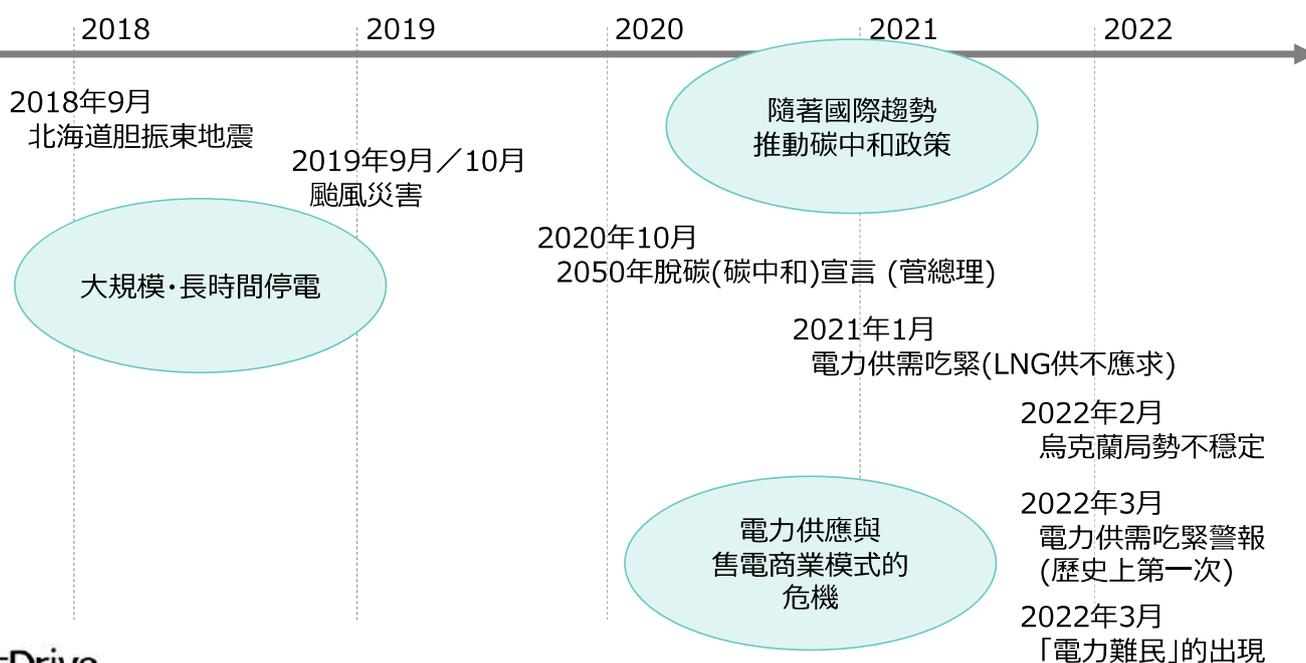
nextDrive

※未來希望能與其他平台業者進行開放性合作

6

# 日本市場的趨勢與機會

## 日本能源業界面臨許多變化，正確實地進行 4D (自由化、數位化、脫碳化、分散化)



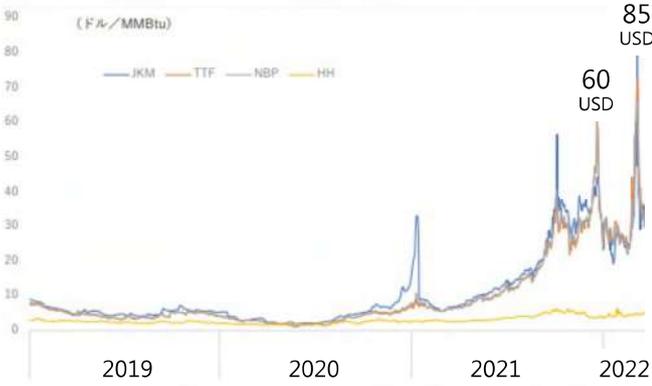
## 國際能源市場的高漲已常態化

- 全球碳中和趨勢導致針對石化能源業界投資縮小
- 烏克蘭局勢長期化

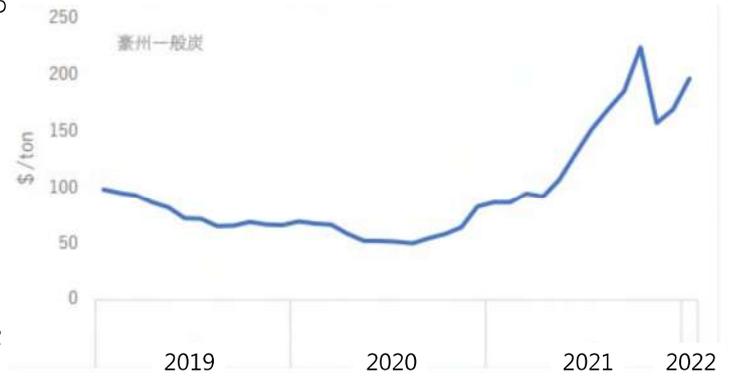


屬結構性變化，將會常態化

### 國際市場 LNG 價格



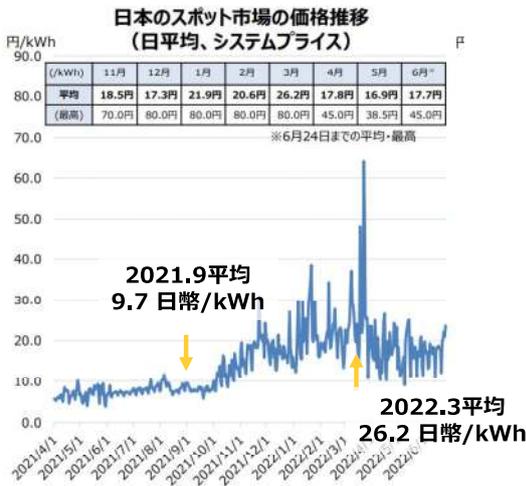
### 澳洲煤炭價格



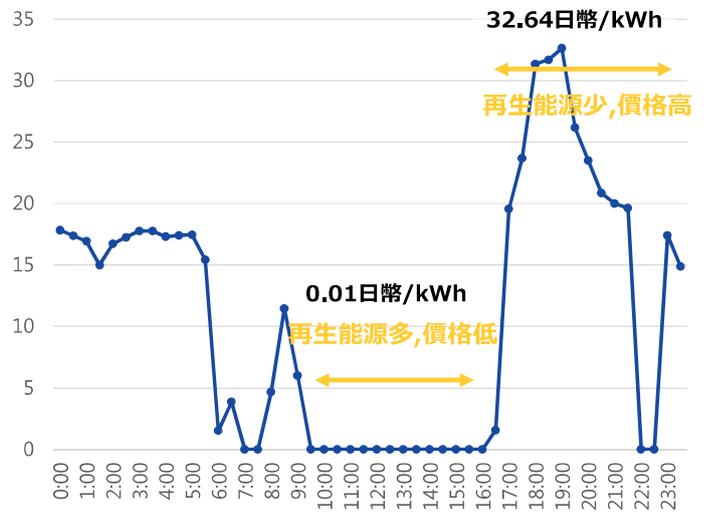
## 日本電力交易價格漲3倍，白天與夜間的價差幅度大約30倍

- 受到國際市場的變動，日本電力交易價格大幅上漲。
- 再生能源佔比提高導致白天與夜間的交易價格的差距拉大

### 電力市場交易價格



### 電力市場交易價格(2022年8月28日; 東北)



## 能源轉型帶來的新商機

### 能源業界的4D

**Deregulation**  
(自由化)

**Digitalization**  
(數位化)

**Decarbonization**  
(脫碳化)

**Decentralization**  
(分散化)

### 新商機

- 自由化之後發展的售電業商業模式面臨轉型。從過去的削價策略轉變成加值策略。
- 太陽能發電設備之外，儲能設備，電動車等分散能源設備越來越普遍。
- 智慧電表普及之外，各種能源設備的數位化也有相當的進展。
- 隨著再生能源導入越多，電力價格的波動越來越大，用電用戶可以透過調控來減少能源成本。

應用聯網的能源設備與資訊，  
創造新服務的同時亦能實現穩定供電

## NextDrive 在日本的事業核心

分散式能源聯網 (Connectivity) 的 IoE 平台「Ecogenie+」

# IoE(Internet of Energy)平台 「Ecogenie+」

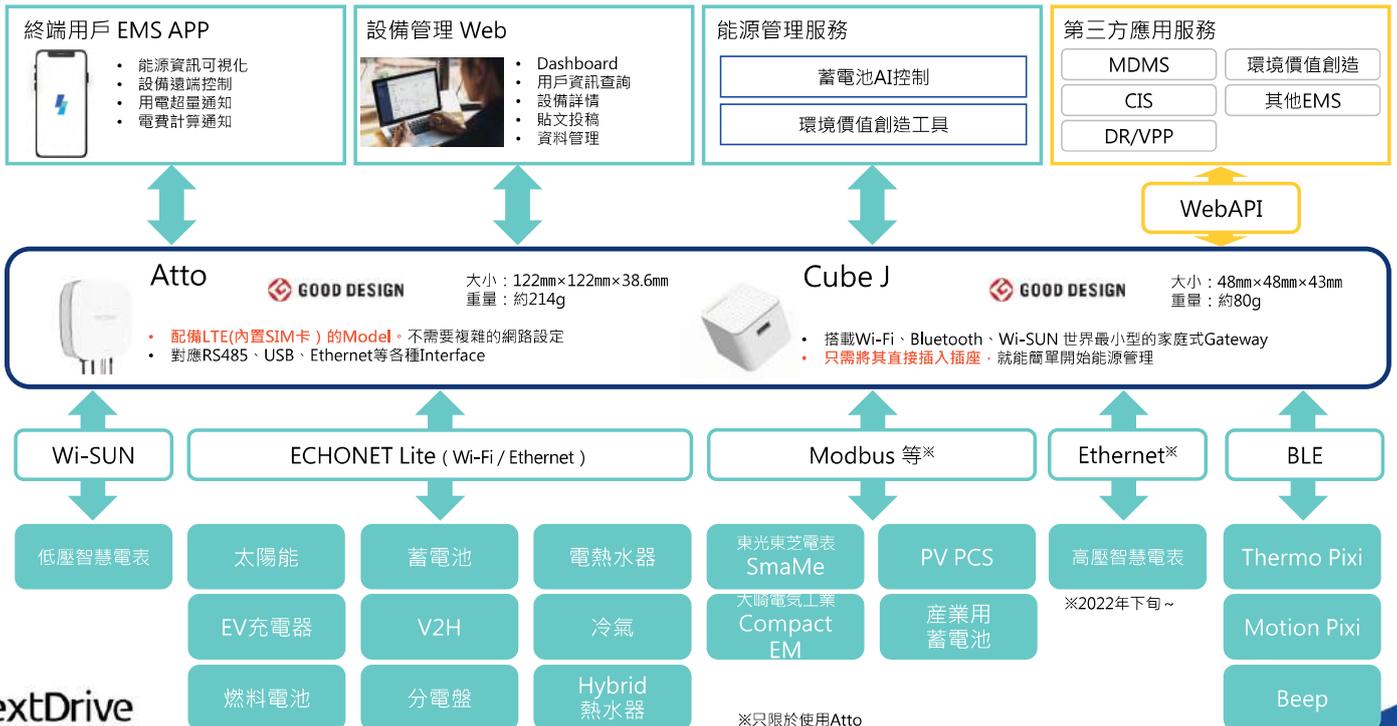
能源設備的**連結**、  
即時資訊的**可視化**、  
適當的**管理與控制**



nextDrive



## NextDrive 能源聯網 (Connectivity) 平台

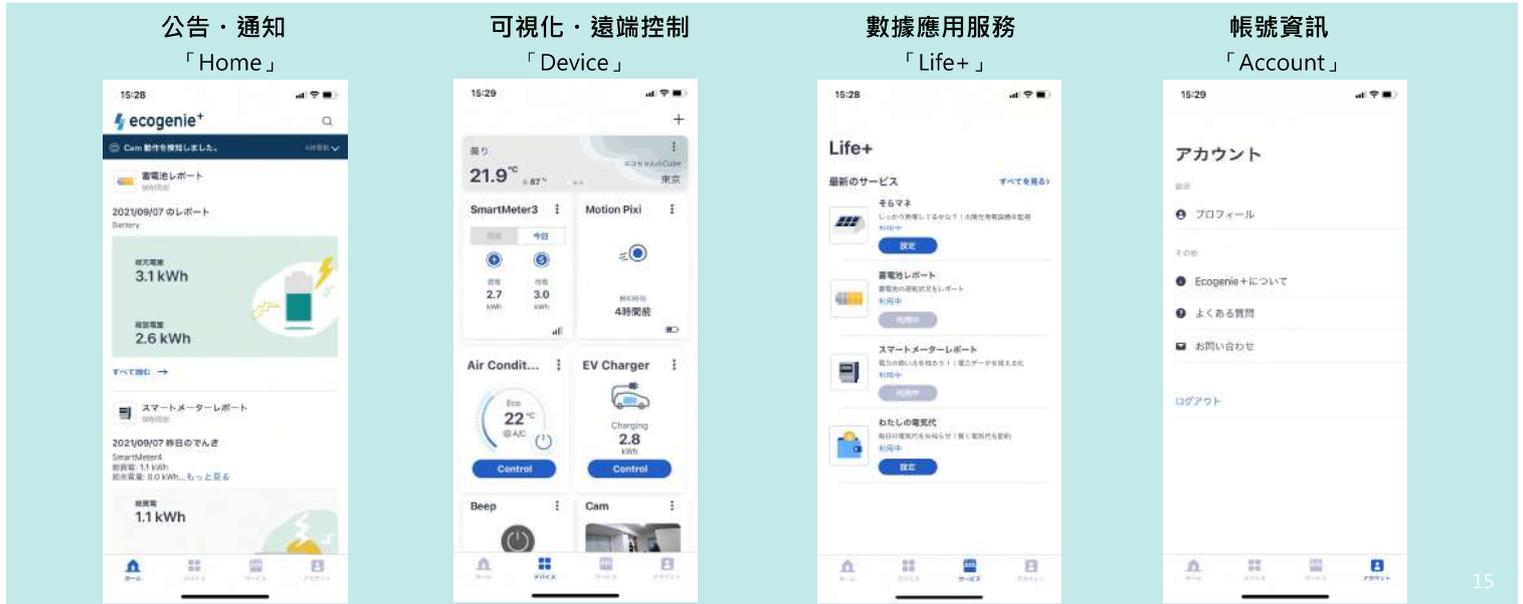


nextDrive

## 「能源」 × 「可視化・遠端控制」 × 「數據應用服務」



- 「Ecogenie+」
  - 收集連網的各式能源設備、整合家中能源資訊，協助用戶更聰明的節電
  - 透過連結家中 IoT裝置，實現更舒適、安全、安心的生活
  - 運用各式裝置數據，發展應用服務



15

## LTE版 Gateway 「Atto」



- ENL認證號碼：2021年10月19日  
GZ-000720(Release L)  
GZ-000721(Release L)  
GZ-000798(Release L)

CPU	ARM Quad-Core Cortex-A7
RAM	1GB
EMMC	16GB
安全晶片	Infineon OPTIGA™
Wi-SUN	ROHM BP35 C0 Module
Wi-Fi	802.11 (a/b/g/n/ac)
Bluetooth	BLE 4.2
LTE	Nano SIM內藏
I/O	RS485 1Port · USB2.0 TypeA 2 Port
Switch	Reset Switch(tactile switch)
LED	Red /Green 2色 * 3
溫度環境	-10 ~ 60°C
大小	122*122*38.6mm
重量	214g
認證	Echonet Lite /Telec/VCCI

## Wi-Fi版 Gateway 「Cube J」

- 小巧、時尚的設計重新定義HEMS的形象
- 將 HEMS 與 IoT Gateway 合為一體



 **GOOD DESIGN**



ENL認證號碼：2021年10月19日

QZ-000062

GZ-000676(Release L)

GZ-000719 (Release L)

MZ-000189(Release L)

GZ-000799(Release L)

nextDrive

CPU	ARM Quad-Core Cortex-A7
RAM	1GB
EMMC	16GB
安全晶片	Infineon OPTIGA™
Wi-SUN	ROHM BP35 C0 Module
Wi-Fi	802.11 (a/b/g/n/ac)
Bluetooth	BLE 4.2
I/O	USB2.0 TypeA 1Port
Switch	Reset(tactile switch)
消費電力	2.5W
LED	Red / Green / Blue 3色
溫度環境	0 ~ 40°C
大小	48×48×43mm
重量	80g
認證	Echonet Lite / PSE/Telec/VCCI

## NextDrive 在日本參與之商業服務及實證計畫

透過 IoE 平台發展「能源數據應用服務」

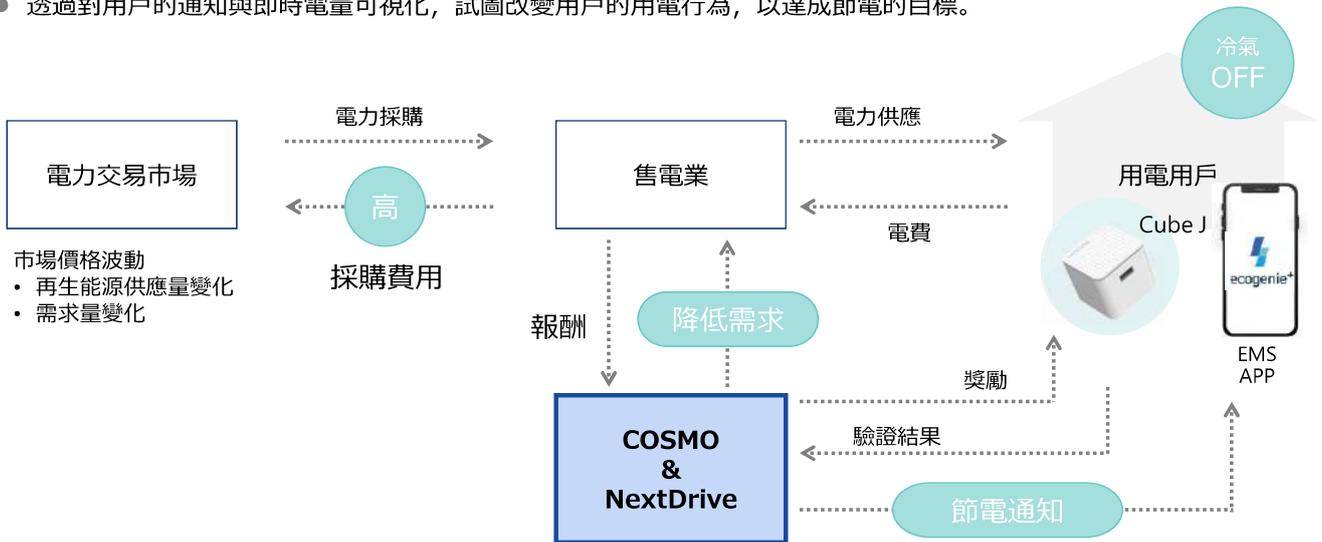
## NextDrive 在日本參與的服務領域



## Demand Response (需量反應) 服務



- 在福島縣執行針對低壓用戶(一般家庭)之需量反應服務。
- 透過對用戶的通知與即時電量可視化，試圖改變用戶的用電行為，以達成節電的目標。



## 區域性脫碳計畫 (政策名稱：脫炭素先行地域)

- 日本政府為了達成2050年碳中和目標，2022年開始推動「區域性脫碳計畫」的政策。
- NextDrive 協助鳥取縣當地的區域性能源服務公司 Local Energy，實現鳥取地區的「Zero Carbon City」計畫。

### 計畫名稱

「為了實現 Zero Carbon City, 推動非躉售型再生能源的地產地消與跨行政區域之排放量管理」



### 計畫期間

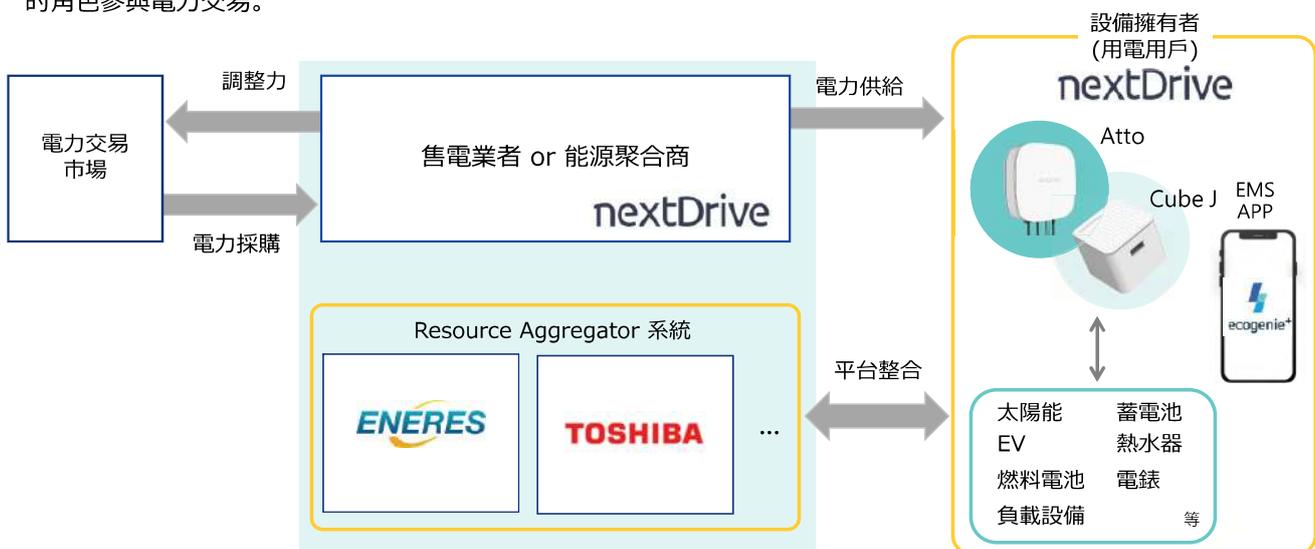
2023年度～30年度

### 計畫內容

- 非躉售型太陽能發電設備建設與營運
- 大規模蓄電池建設與營運
- 電力資訊整合平台之開發與營運

## Resource Aggregation Business

- 在日本國家級ERAB(Energy Resource Aggregation Business)示範計畫裡，NextDrive 作為 Resource Aggregator 的角色參與電力交易。



nextDrive

# Power model in the APERC Outlook modelling framework

Alexander Izhbuldin, Senior Researcher

Exchange Meeting on Electricity Model & RECs APERC and TPRI, November 21, 2022



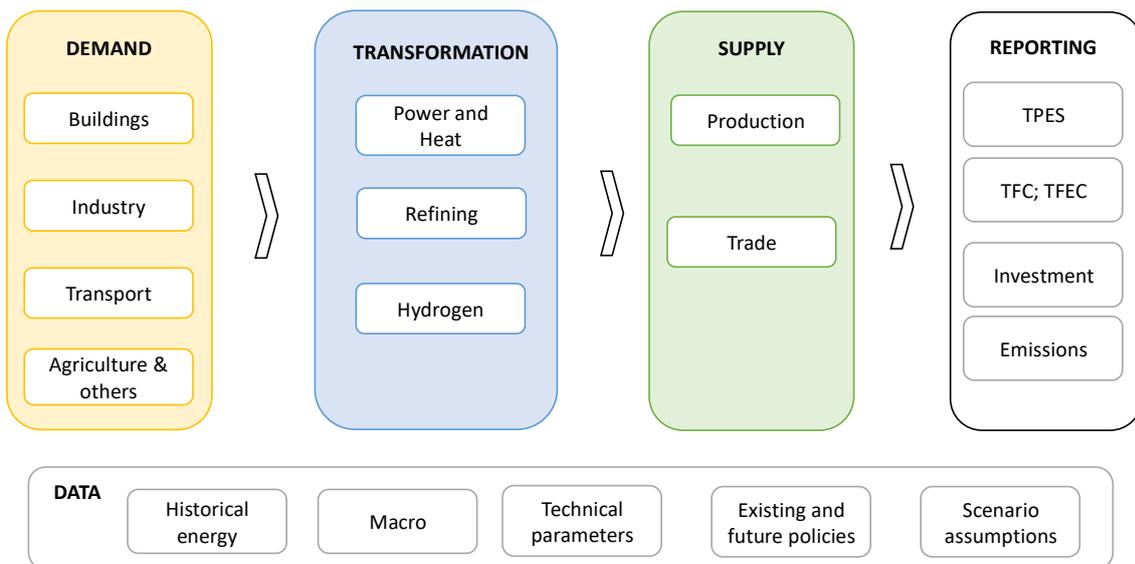
## Contents

- APERC modelling framework and the Power model
- Key messages from the APEC Energy Demand and Supply Outlook 8<sup>th</sup> Edition
- APEC Power Sector in the APEC Energy Demand and Supply Outlook 8<sup>th</sup> Edition
- Conclusions

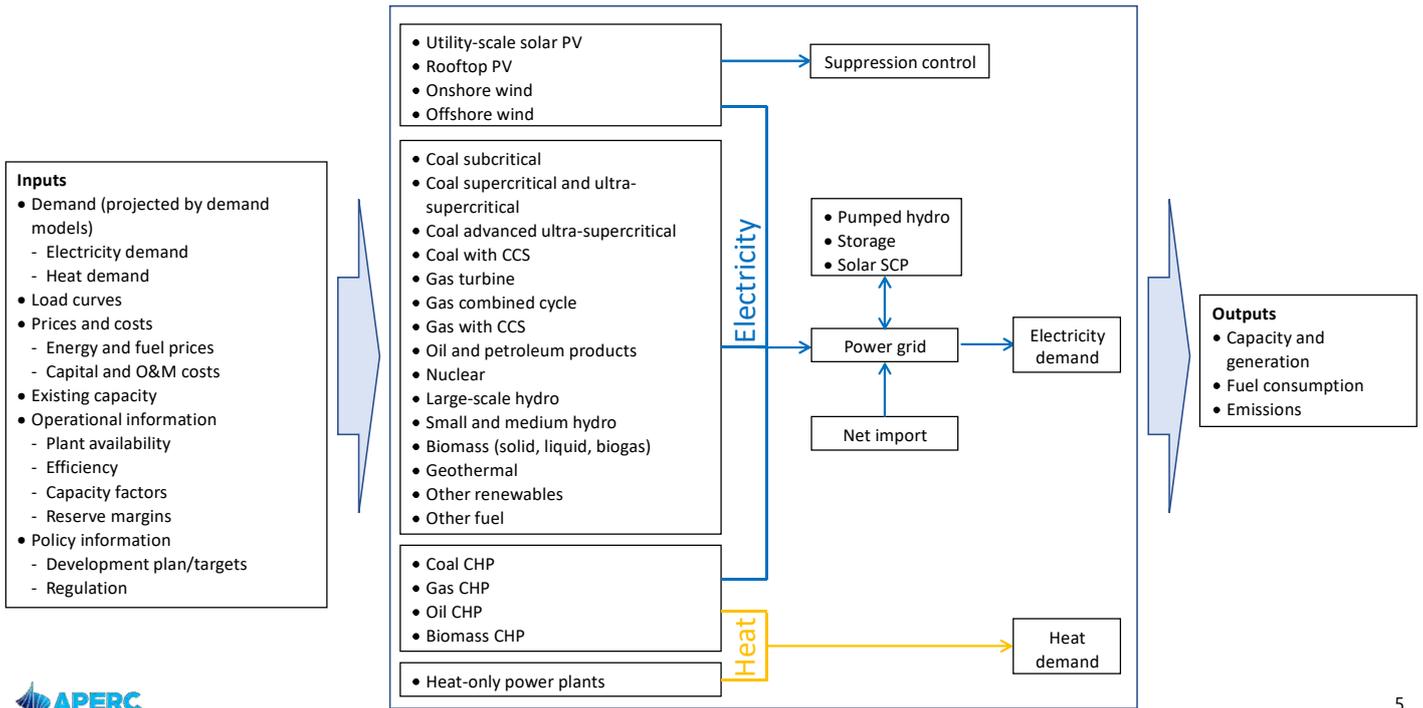
## APERC modelling framework and the Power model



## Energy demand and supply modelling framework



# Power model (1)



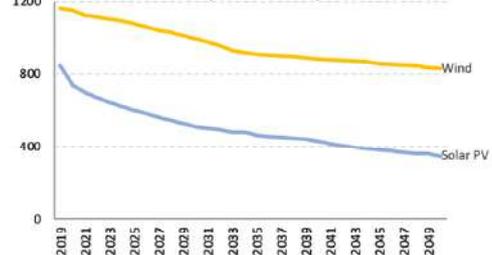
# Power model (2)

- Open Source Energy Modeling System (<http://www.osemosys.org>)
- Cost optimization model
- 21 APEC economies – 21 power systems (no regional breakdown within the economies)
- Time representation in the model – timeslices (fractions of the year)
- In the 8<sup>th</sup> edition 12 TS: 3 seasons, 2 day type, 2 daily time breaks

### Key Assumptions for Selected Power Generation Technologies

	Coal SC/USC	Gas CCGT	Nuclear	Solar PV	Onshore wind
Capital cost [USD/kW]	1900 -3700	740 –1200	1500-6600	Figure	Figure
Lifetime [year]	40	40-50	40-80	20-40	30-40
Average CF [%]	73%	78%	90%	17%	30%
CO <sub>2</sub> Emission [million tonne/PJ]	0.0961	0.0561	-	-	-

### Average Capital Cost of Wind and Solar PV Power Plants (USD/kW)



## Power model (3)

Data sources:

- EGEDA database <https://www.egeda.ewg.apec.org>
- National Statistics and documents (programs, strategies)
- International organizations
  
- <https://globalsolaratlas.info/map>
- <https://globalwindatlas.info/>
  
- And any information available



**Key messages from the APEC Energy Demand and Supply Outlook 8th Edition**



## Scenarios

	Reference (REF)	Carbon Neutrality (CN)
<b>Definition</b>	Recent trends and current policies.	Hypothetical decarbonisation pathways for each APEC economy.
<b>Purpose</b>	Provides a baseline for comparison with the Carbon Neutrality scenario.	Additional energy sector transformations that support decarbonisation objectives.
<b>Key assumptions</b>	Current policies and trends continue.	Increased levels of energy efficiency, electrification, behavioral changes, fuel switching, and CCS deployment.
<b>Limitations</b>	Assumes that recent trends, including relevant decarbonisation measures continue.	Does not consider non-energy impacts on CO <sub>2</sub> or removal.

*Note: does not represent APERC's recommendation or advocacy for a pathway or set of policies.*

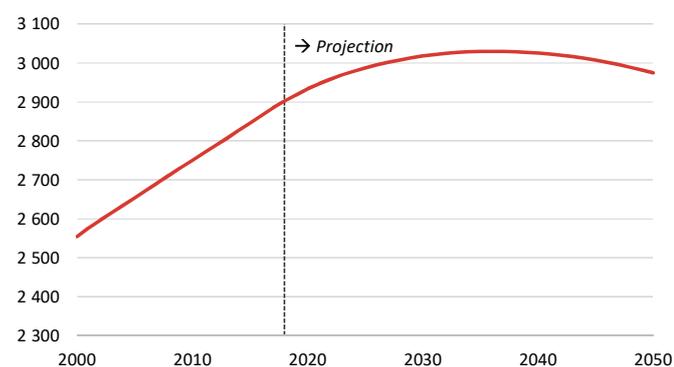
*The analysis was performed prior to March 2022 and does not include current disruptions to international energy markets.*



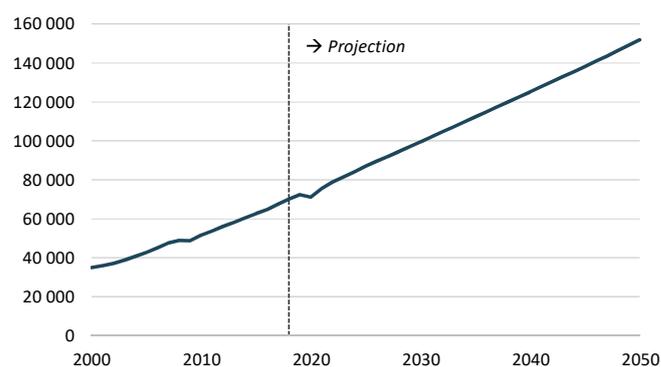
9

## Macroeconomic assumptions

**Population in millions**



**GDP in billion 2018 USD PPP**



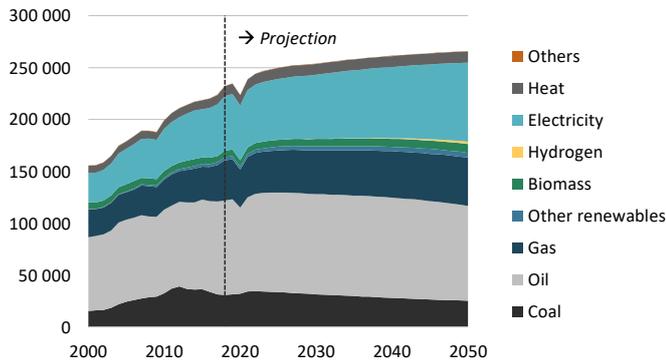
- Macroeconomic trends are expected to drive energy demand through 2050
- Trends vary by APEC sub-region and economy



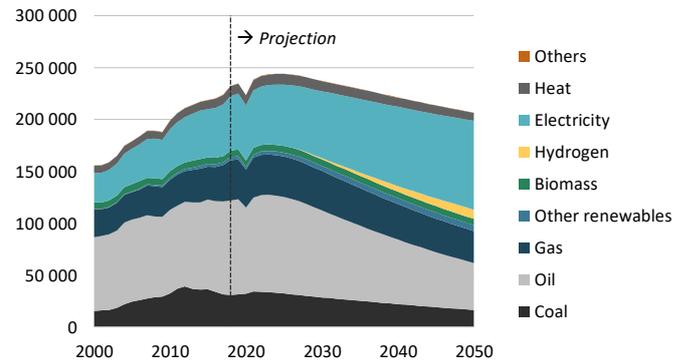
10

# Energy demand decouples significantly from economic activity

Energy demand by fuel in REF (PJ)



Energy demand by fuel in CN (PJ)

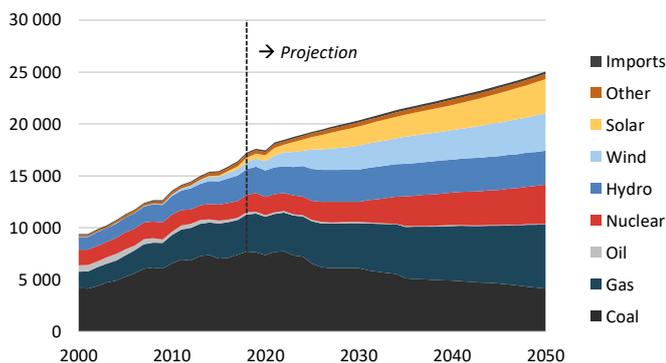


- Energy efficiency gains and electrification lead to energy demand being almost one-quarter lower by 2050 (CN vs REF).
- Substantial fossil fuels demand remains even in CN.

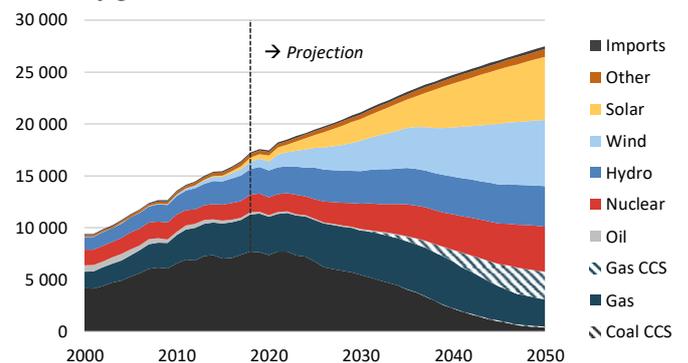


# Electricity demand is increasingly met with generation from wind and solar...

Electricity generation in REF (TWh)



Electricity generation in CN (TWh)

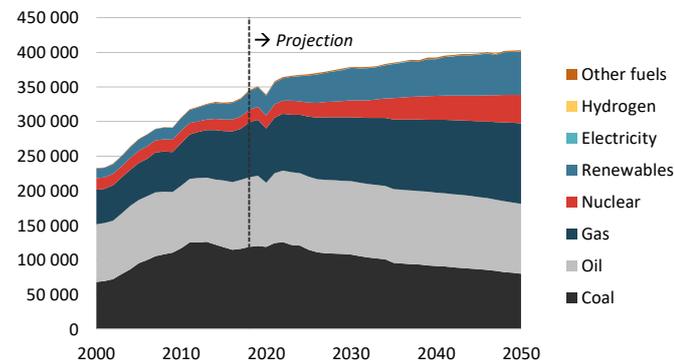


- Growth in electricity generation to meet increased buildings and transport demand.
- Natural gas substitution for coal continues and provides balancing and ancillary services to the electric grid.

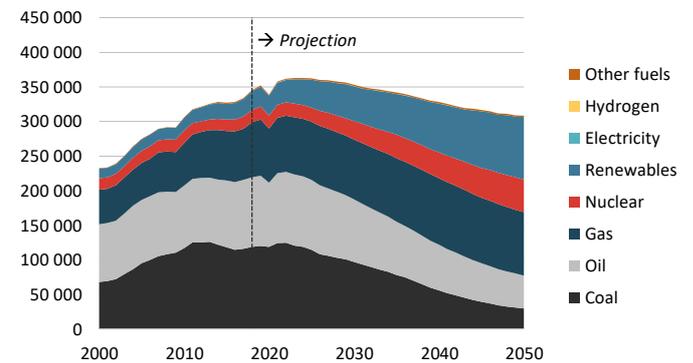


## Yet, fossil fuels remain a large share of APEC energy supply

Energy supply in REF (PJ)



Energy supply in CN (PJ)



- Natural gas supply increases in both scenarios as coal declines.
- Oil supply is level in REF and declines in CN as APEC and global oil use declines.



## Summary

- Energy demand decouples from economic growth
- Increased efficiency and electrification reduce demand
- Wind and solar generation grow
- Fossil fuels remain
- APEC on track to meet its energy goals
- Need both energy and emissions intensity reductions
- Oil and gas security remains a concern in CN
- Electric grid reliability is a challenge with increased wind and solar power generation

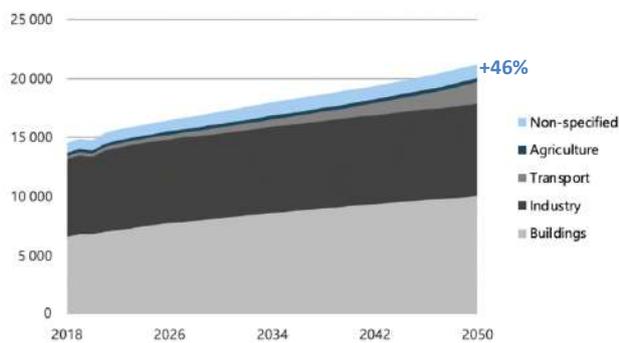


## APEC Power Sector in the APEC Energy Demand and Supply Outlook 8th Edition

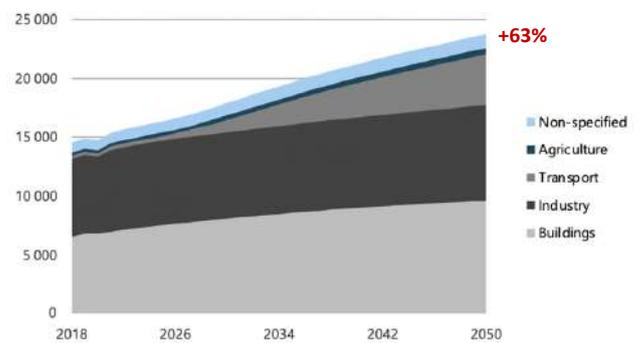


### How much electricity will APEC need on the way to carbon neutrality?

Electricity consumption in REF by sector, TWh



Electricity consumption in CN by sector, TWh



- APEC will need a lot more electricity: +46% in REF and +63% in CN
- End-use sector contributions to growth through 2050:

Reference:

- Buildings 52%
- Transport 23%
- Industry 18%
- Other 7%

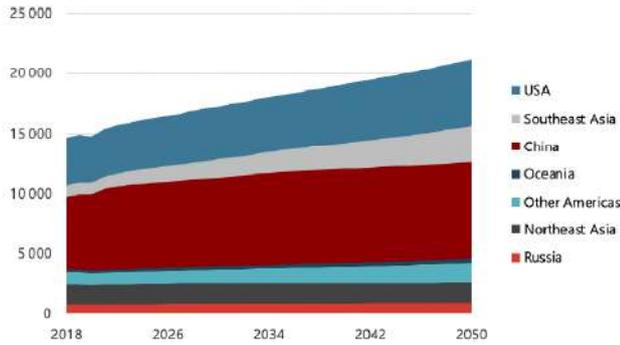
Carbon neutrality:

- Transport 44%
- Buildings 33%
- Industry 17%
- Other 6%

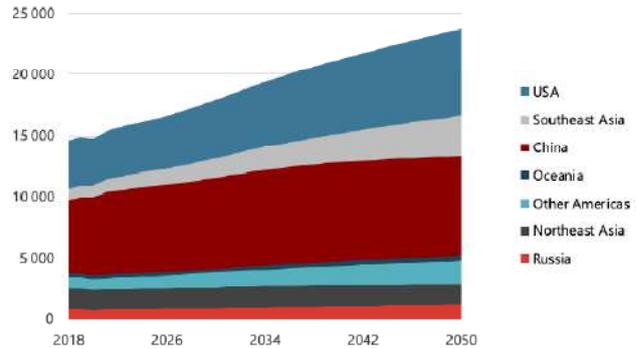


# Regional breakdown of electricity consumption

Electricity consumption in REF by region, TWh



Electricity consumption in CN by region, TWh

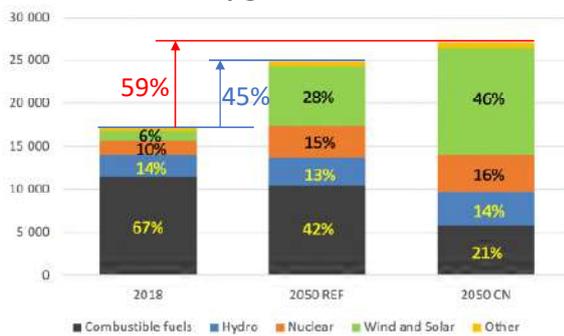


- The increase in electricity consumption will be distributed unevenly among regions
- 84% of the increase in consumption will be concentrated in 3 regions: USA, China and Southeast Asia
- China and the USA will remain the largest consumers
- Electricity consumption in Southeast Asia will increase by more than 2.5 times. SEA will become the 3rd largest consumer region in APEC
- Electricity consumption in Northeast Asia not expected to increase

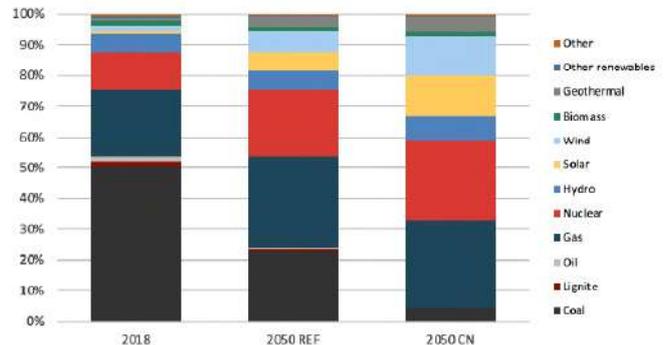


# Electricity generation and fuel-mix in the power sector

Electricity generation, TWh



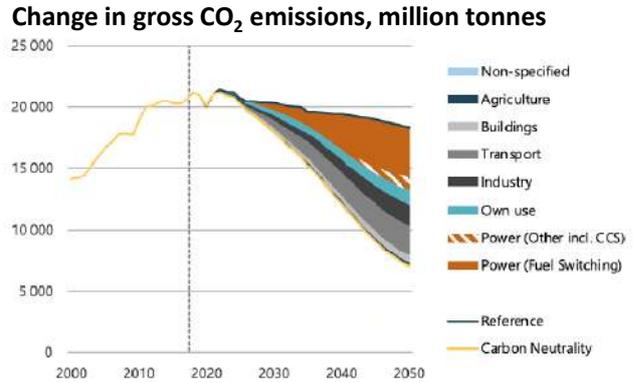
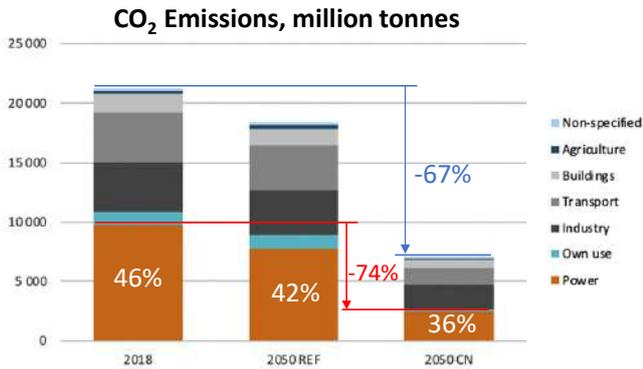
Fuel-mix, %



- Wind and solar generation increases more than 7-fold in REF and 10-fold in CN
- Wind and solar shares increase from 6% to 28% (REF) and 47% (CN)
- Fossil fuels share decreases from 67% in 2018 to 42% (REF) and 21% (CN)
- Fossil fuels replaced by wind, solar, nuclear, hydro, and geothermal



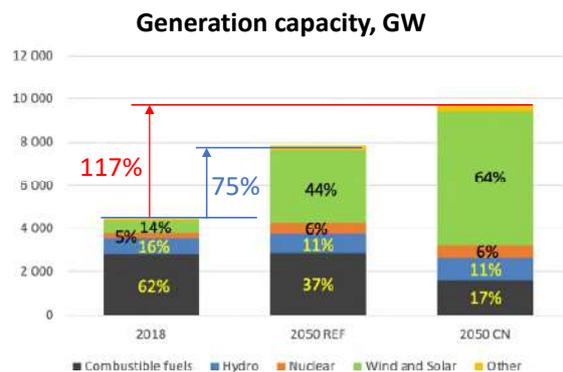
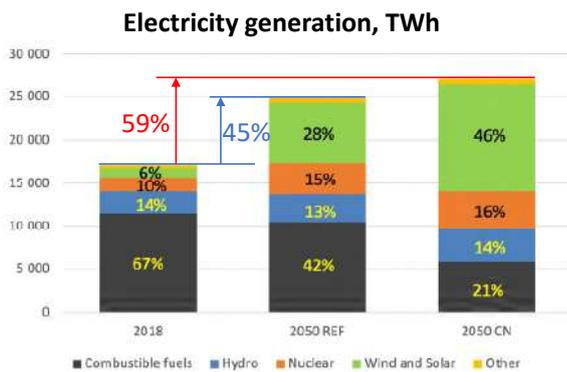
# CO<sub>2</sub> Emissions



- In CN, CO<sub>2</sub> emissions from the power sector fall by 74%
- Power sector share of CO<sub>2</sub> emissions falls from 46% in 2018 to 42% (REF) and 36% (CN)
- Reduced coal-firing accounts for 80% of reduced emissions



# How much generation capacity will APEC need?



- In CN, a 10-fold increase in wind and solar generating capacity is required
- The share of renewables generating capacity increases from 14% to 44% (REF) and 64% (CN)
- The average capacity factor declines from 42% in 2018 to 36% in REF and 32% in CN

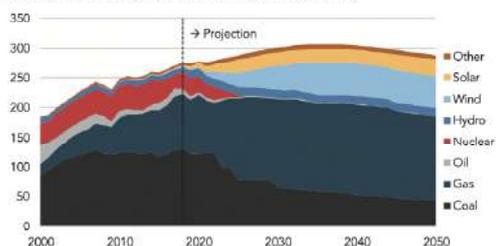


# APEC Power Sector in the APEC Energy Demand and Supply Outlook 8th Edition



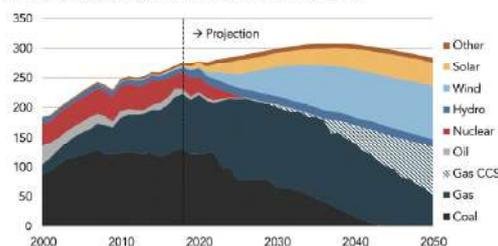
## Electricity generation

Figure 18-13. Electricity generation in REF, 2000-2050 (TWh)



Sources: EGEDA, APERC analysis.

Figure 18-14. Electricity generation in CN, 2000-2050 (TWh)



Sources: EGEDA, APERC analysis.

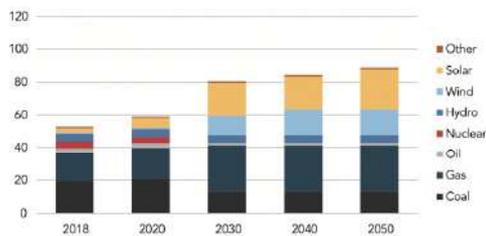
- ▶ As a result of electrification trends, total electricity generation steadily increases until the 2030s in REF and CN. After the 2040s, electricity generation declines slightly more in CN than in REF.
- ▶ In REF, generation by coal power plants is gradually reduced in proportion. On the other hand, it is phased out rapidly for carbon neutrality by 2050 in CN.
- ▶ Meanwhile, gas power generation remains a stable resource in both scenarios. Renewables rapidly replace nuclear power and then reach a balance in proportion with gas power consumption.
- ▶ Specifically, concerns about the risk of nuclear disaster have made people more cautious about using nuclear power in both scenarios. The assumption here is that nuclear power operations will cease by 2025. In December 2021, there was a referendum regarding the commercial operation of the fourth nuclear power plant, and then the issue of restarting was rejected.
- ▶ The government is pursuing an energy transition strategy to achieve 20% renewable energy generation by 2025. In particular, wind and solar are the primary sources of renewable energy.

- ▶ CN assumes that CCS technology will be gradually applied to gas power plants in the future. In this scenario, CCS with gas exceeds unabated gas-fired generation by 2040.
- ▶ The expansion of EVs will consume more generated electricity. In REF, about 17 TWh of electricity will be used in 2050, about 6% of total electricity generation. In CN, about 41 TWh of electricity will be consumed in 2050, about 14% of all generated electricity.



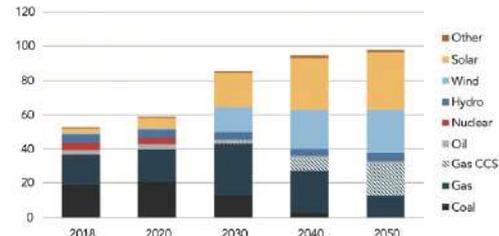
## Generation capacity

Figure 18-15. Generation capacity in REF, 2018-2050 (GW)



Sources: EGEDA, APERC analysis.

Figure 18-16. Generation capacity in CN, 2018-2050 (GW)



Sources: EGEDA, APERC analysis.

- ▶ The power sector in Chinese Taipei has significantly relied on imported fossil fuels, such as coal. However, in CN, coal power will be phased out by 2050 to support carbon neutrality.
- ▶ As Chinese Taipei currently adheres to the non-nuclear policy, by 2025, all nuclear power plants will be closed, and there won't be any nuclear generation capacity.
- ▶ In both scenarios, the capacity of renewables in the generation mix significantly increases by 2050, displacing the shutdown nuclear power plants.
- ▶ In particular, the government in Chinese Taipei plans to expand offshore wind power to a total of 15 GW of capacity from 2026 to 2035. From 2026 to 2031, it will release the development capacity up to 9.0 GW as the first stage. This increase in renewables capacity will bring greater generation capacity in CN than in REF towards 2050.
- ▶ Gas power: abated and unabated, will become an important power source for Chinese Taipei in the future to ensure a stable power supply while considering the reduction of greenhouse gas emissions like CO<sub>2</sub>.

## Conclusions (1)

### Challenges

- High uncertainty in forecasting demand for electricity
- The real cost of wind and solar power, considering integration into existing power grids (dispatchable and variable power are different products) and scalability issues
- Providing peak load with renewables
- Displacing fossil fuels vs displacing fossil-fuel fired generation capacity by renewables
- From dependence on fossil fuels to dependence on critical minerals
- Grid reliability issues (storage, BEVs as a storage, reserve margin)
- Demand respond

## Conclusions (2)

For the 9<sup>th</sup> edition:

- Exploring 36 TS: 3 seasons, 2 day type, 6 daily 4 hours time periods
- More precise modelling of the own use of electricity, including CCS
- Modelling of battery storage, including Evs
- Use of H2 for electricity generation in importing economies



25



# Thank you.

<https://aperc.or.jp>



# The Implementation of Renewable Energy Certificates (RECs) in Six APEC Southeast Asia Economies *(Preliminary Result)*

November 2022



## Outline

1. <i>Background</i> .....	<i>pg.3</i>
2. <i>REC in developed market</i> .....	<i>pg.5</i>
3. <i>REC in Southeast Asia</i> .....	<i>pg.10</i>

# APERC is preparing a report on RECs in Southeast Asia

## Importance of RECs in APEC Southeast Asia economies

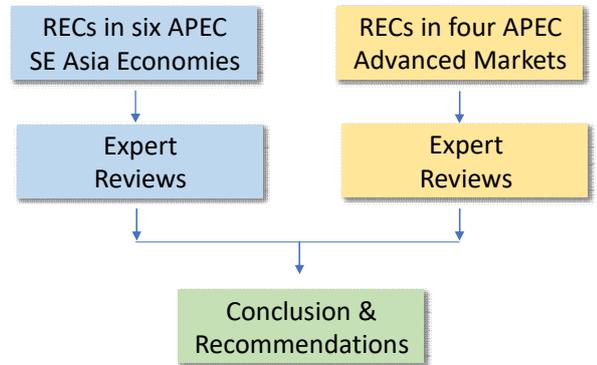
- **Consumer** → Increase of RECs demand from **corporates wishing to meet RE-100 targets**
- **Producer/Generator owner** → Increase of RECs supply from renewable power plants to **seek an additional source of revenue** streams
- **Policymaker** → RECs are identified as a **policy lever to boost investment in renewable energy** to meet economies' decarbonization targets

## Purpose of this report

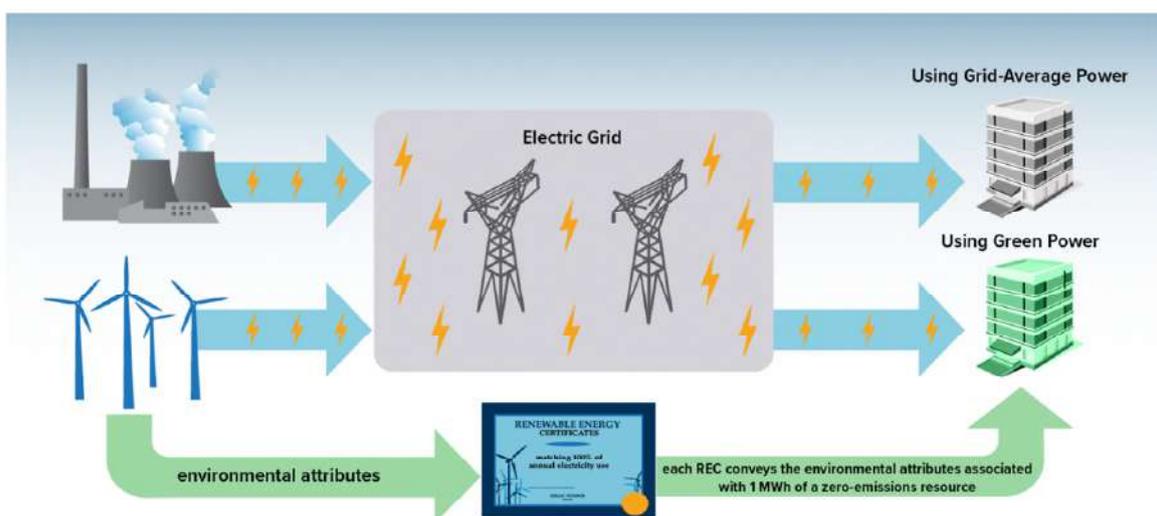
- To **describe and analyze the emerging REC markets** in six APEC economies in Southeast Asia (Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand, and Viet Nam)
- To present the authors' **observations regarding the effectiveness and challenges** of RECs markets

## Value of the report

- Provides an examination of RECs markets in the six APEC economies
- Describes how RECs markets are currently implemented in detail
- Examines RECs in selected APEC-developed markets to learn from their success and challenges
- Identifies key challenges and provides recommendations for sustainable development of RECs markets in six APEC economies in Southeast Asia



## REC How it works?



- Renewable energy certificates (RECs) represent the attributes of electricity generated from renewable energy sources.
- The attributes are either bundled or unbundled from the physical electricity, and the two products—the attributes embodied in the certificates and the commodity electricity—may be traded separately



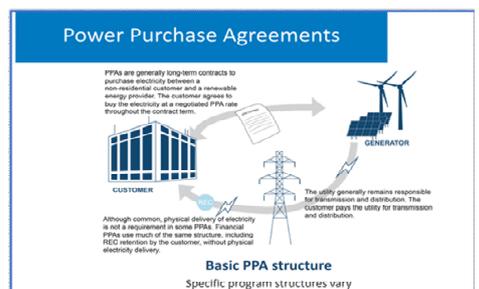
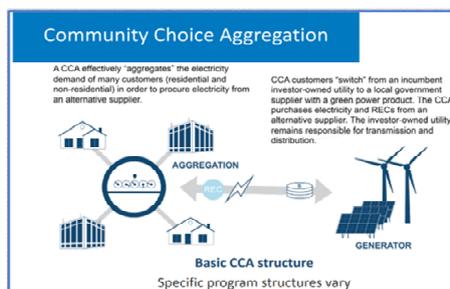
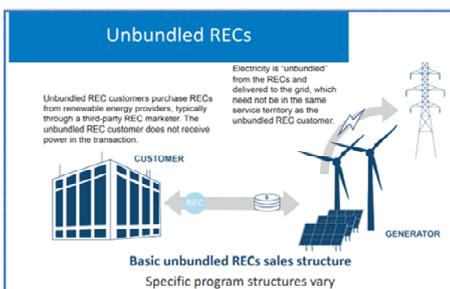
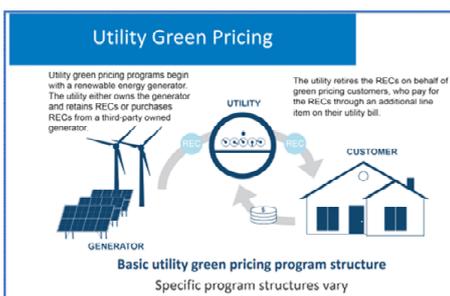
# Comparison of RECs in 4 Advanced Economies

	U.S.A.	Japan	China	Australia
Types of market and certificate system	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Compliance market</b> for utilities and LSEs</li> <li>• <b>Voluntary market</b> for retail electricity consumers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GEC</b>: for owned generation and consumption</li> <li>• <b>J-Credit</b>: targeted for voluntary electricity customers to promote EE, fuel switching, carbon sink</li> <li>• <b>NFC targeted</b> for electricity retailers to meet 44% non-fossil target by 2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GEC</b> for large-scale grid-connected solar and wind.</li> </ul> <p>(It is the only certificate in China to claim for the RPS target (launched 2019))</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LGC</b> - Large Scale Generation Certificate</li> <li>• <b>STC</b>- Small Scale Technology Certificate</li> </ul>
Estimated market size	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compliance 258 TWh (2020)</li> <li>• Voluntary 192 TWh (2020)</li> </ul> <p><b>Total 450 TWh</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEC 0.6 TWh</li> <li>• J-Credit 1 TWh</li> <li>• NFC 20 TWh (compliance market)</li> </ul> <p><b>Total 21.6 TWh</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>8 TWh</b> (2017) (tbc)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 44 million LGC (TWh) (large generator)</li> <li>• 46 million STC (TWh) (small generator)</li> </ul> <p><b>Total 90 TWh</b> (tbc)</p>
Trading and tracking system	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Different system in each region (currently 10 systems being used)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEC: tracked by JQA (Japan Quality Assurance Organization)</li> <li>• J-Credit by J-Credit auction (online)</li> <li>• NFC by JEPX (Japan Energy Power Exchange)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Using online China's Energy Trading System (ETS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• National system (tbc)</li> </ul>
Key challenges	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nationalized REC system and market</li> <li>• Disaggregation of REC attributes for other environmental claims</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limited availability of RE and certificates</li> <li>• Confusion and difficulty of the certificate acquisition process</li> <li>• Attributes not fully conform to international standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disaggregation of REC attributes for other GHG claims such as NOx</li> <li>• GEC attributes not fully conform with international standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disaggregation of REC attributes for other environmental claims</li> </ul>



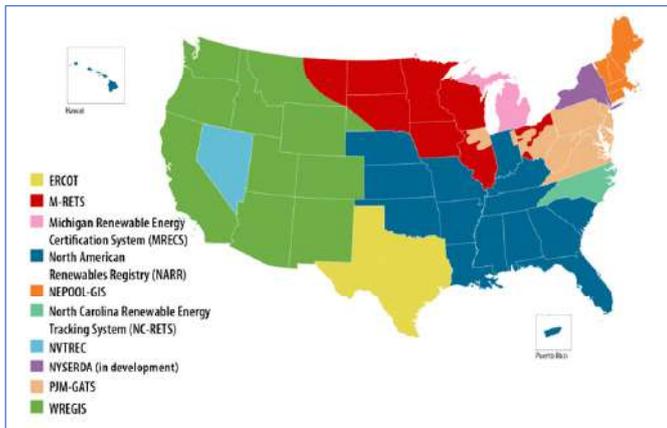
## RECs in the US

- REC Schemes :



# RECs in the US

Different RECs Tracking Systems in the US

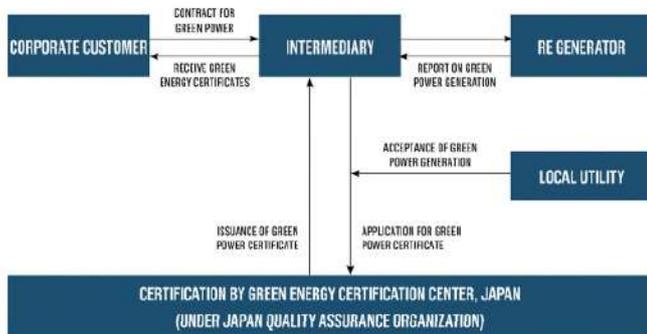


- RECs markets are regulated at the federal and state level, the DoE and USEPA play key supporting roles.
- Regional REC tracking systems are used both in compliance and voluntary market.
- Coordination among regional tracking systems is essential to avoid double accounting for inter-region trades.



# RECs in the Japan

Certification Process For Green Energy Certificate



J-Credit (Renewable) Scheme



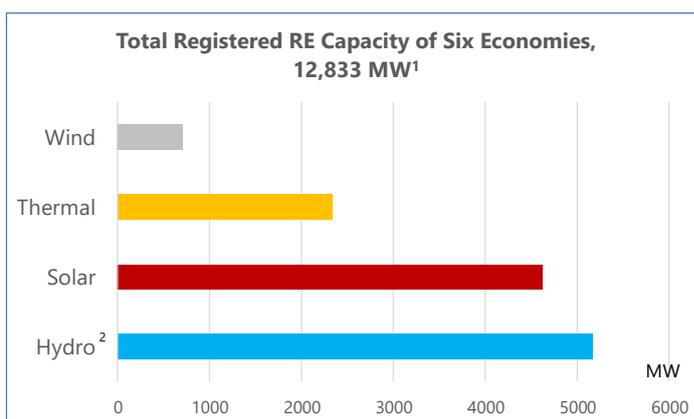
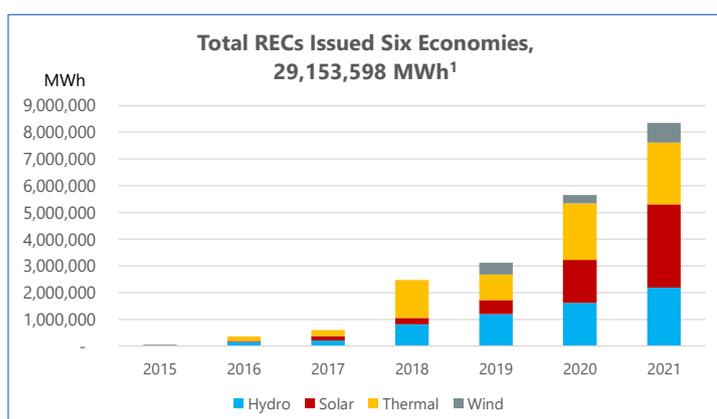
- Three types of renewable energy attribute certificates: (EAC is measured per 1 kWh in Japan )
  - Non-Fossil Certificates (NFC),
  - Green Electricity Certificates (GEC),
  - J-Credits (renewable energy generation).
- The system is quite complicated for the market participant as each certificate has its own specification for issuance, method, and condition to use.



## RECs in the Japan

Details	Green Energy Certificate (GEC)	J-Credit (Renewable)	FIT - NFC	Non FIT-NFC (Renewable/non-renewable)
STANDARD SETTING BODY & ISSUER	JQA	METI, MOE and MAFF	ANRE	ANRE
TYPE/ELIGIBILITY	Generation facility accredited JQA	Generation facility accredited by J-Credit Scheme Certification Committee	Generation facility certified as FIT facility by the Government	Generation facilities using non-fossil fuels without FIT
TECHNOLOGY	Solar, Wind Hydro, Geo-thermal, Bioenergy	Solar, Wind Hydro, Geo-thermal, Bioenergy	Solar, Wind, small & Medium Hydro, Geo-thermal, Bioenergy	Solar, Wind, Hydro, Geo-thermal, Bioenergy, Nuclear and others
OWN USE/GRID ELECTRICITY	Mainly Own use	Mainly Own use	Grid connected	Grid connected
PURCHASING METHOD	Purchase from issuing body	Auction by J-Credit Secretariat, Sales by J-Credit owner or broker	Via auction in Japan Electric Power Exchange (JEPX)	Via auction in Japan Electric Power Exchange (JEPX), bilateral contract
TRACKING INFORMATION	Owner name, Serial number, Generation amount, Generation period, Generation technology, Date of issuance, Supplier name	Credit ID, Project number, Project operator name, Geographical area, Project overview, Project type, Certified period, Certified amount, Renewable electricity amount	Facility ID, Facility Type, Facility Name, Generator Name, Generation Output, Certified Date, Commission Date, Facility Location, Allocated Amount	Facility ID, Facility Type, Facility Name, Generator Name, Generation Output, Certified Date, Commission Date, Facility Location, Allocated Amount
BUYERS	Corporates, local governments, etc	Corporates, local governments, etc	Retailers (Retailers can buy NFCs on behalf of the corporate customers), Broker, and Electricity user.	Retailers (Retailers can buy NFCs on behalf of the corporate customers)

## Overview of RECs in six APEC economies in Southeast Asia



Notes: 1-Data from I-REC and APX reports, July 2022  
2-Biomass and geothermal combined

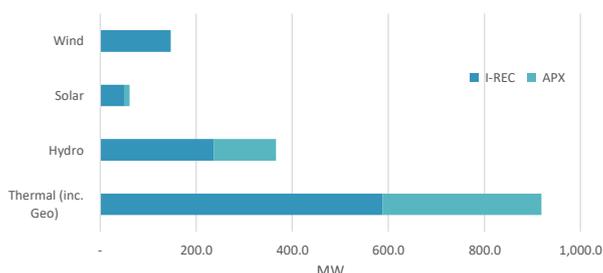
- Demand side, RECs markets in APEC Southeast Asia started around 2015 and are growing exponentially.
- Supply side, the registered capacity of 12.8 GW is well under 30% of the total aggregated RE capacity (45.8 GW<sup>3</sup> in 2019).

## Comparison of RECs in six APEC economies in Southeast Asia

	Indonesia	Malaysia	Philippines	Singapore	Thailand	Viet Nam
Type of market	Voluntary	Voluntary	Voluntary	Voluntary	Voluntary	Voluntary
Cumulative registered RE capacity, GW (total 12.8)	1.5	2.3	1.4	0.8	3.9	2.9
Cumulative number of issued RECs, million RECs (total 29.1)	4.3	4.0	6.3	1.2	6.5	6.8
RECs issuance and tracking system	• GCC • APX	• GCC (TNBX) • APX	• GCC • APX	• SPX • APX	• GCC • EGAT • APX	• GCC • APX
Trading market	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX • mGAT (national)	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX	• I-REC • TIGRs-APX

## RECs in Indonesia

Total Registered RE Capacity in Indonesia (MW)

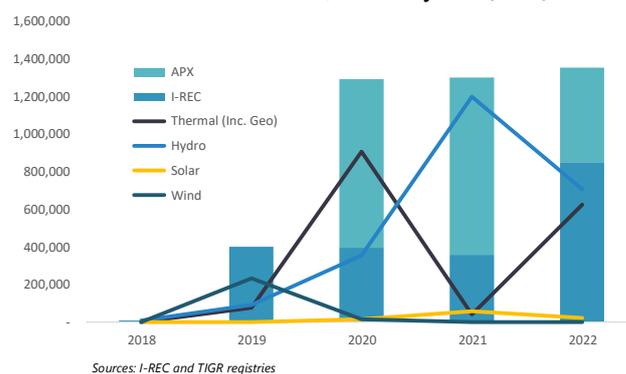


Sources: I-REC and TIGR registries

### REC Market

- REC market in Indonesia, voluntary market.
- REC Issuer: APX (TIGRS) and GCC (I-REC)
- The total capacity of renewable energy registered in IREC Standard and TIGRs APX until 2022 was around 1.5 GW, with total accumulative RECs issues 4.3 million.

Total RECs Issued in Indonesia, 2018 - July 2022 (MWh)



Sources: I-REC and TIGR registries

# RECs in Indonesia

## REC Mechanism

### TIGRs –APX:

- In 2020, Utility started selling unbundling REC (TIGRs APX).
- REC is retired immediately and can not be traded after.

### I-REC :

- Since 2018, several renewable generations registered under I-REC.
- No local issuer, GCC as REC issuer.
- Unbundle RECs are traded openly via I-REC platforms.

## REC Issues and Challenges in Indonesia :

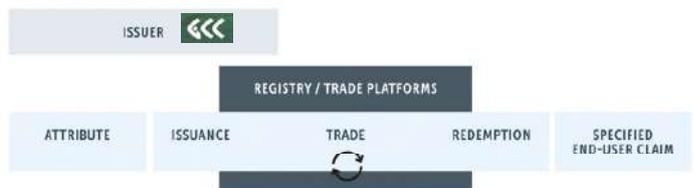
- The market has not been regulated for clear implementation in the country. (ex. RPS, renewable under FiT, REC Fund, development new RE generation)
- Potential dispute on REC ownership from generator under PPA.
- Challenge in avoiding double claims and counting.
- REC generated can be sold inside and outside the country

## PLN Unbundled REC scheme



Sources: PLN.

## I-REC Energy Attribute Certificate Market

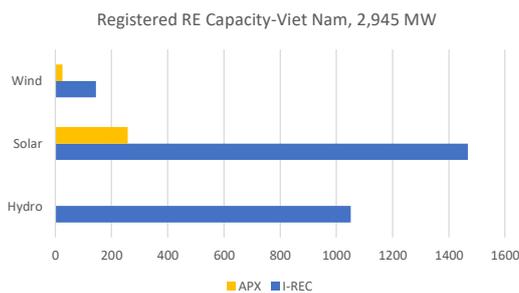


Sources: Adopted from IREC.



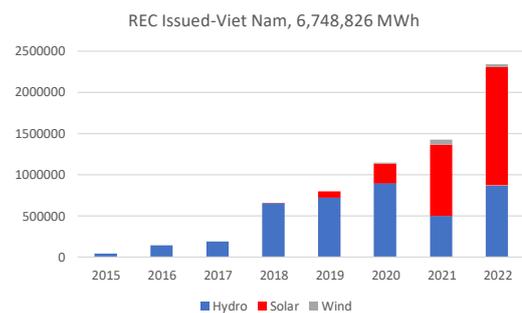
# RECs in Viet Nam

## Total Registered RE Capacity in Viet Nam (MW)



Sources: I-REC and TIGR registries

## Total RECs Issued in Viet Nam, 2018 - July 2022 (MWh)



Sources: I-REC and TIGR registries

## REC Market

- REC market is voluntary.
- REC Issuer: APX (TIGRs) and GCC (I-REC)
- The total capacity of renewable energy registered in IREC Standard and TIGRs APX until 2022 was around 2.9 GW, with total accumulative RECs issues 6.7 million.



# RECs in Viet Nam

## REC Mechanism

- Utility (EVN) and generator owners participate directly in the REC market through I-REC or TIGRs platform.
- Unbundle RECs are traded openly via I-REC and TIGRs platforms.

## REC Issues and Challenges in Vietnam :

- The market has not been regulated for clear implementation in the country.
- Genco with FIT enter the unbundling REC-market, as regulation does not mention how the environmental attributes of the generated electricity are to be treated.
- Challenge in avoiding double claims and counting.

## I-REC Energy Attribute Certificate Market

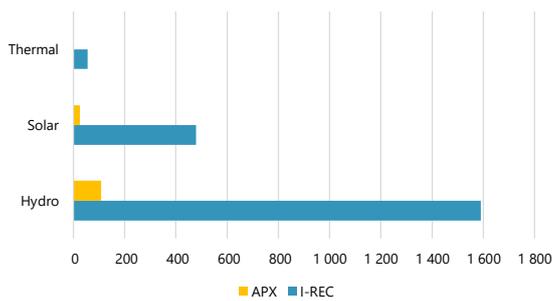


Sources: Adopted from IREC.



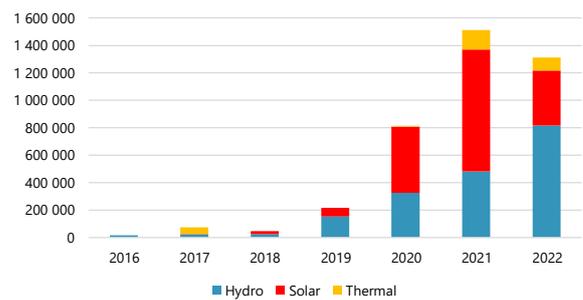
# RECs in Malaysia

Total Registered RE Capacity in Malaysia (MW)



Sources: I-REC and TIGR registries  
 Note: The total registered RE capacity excludes the capacity registered for myGreen+ scheme.

Total RECs Issued in Malaysia, 2016-July 2022 (MWh)



Sources: I-REC and TIGR registries

## REC Market

- REC market in Malaysia, voluntary market.
- In 2017, the myGreen+ scheme was introduced.
- In 2021, the myGreen+ scheme was replaced with Green Electricity Tariff (GET) based on the I-REC registry.
- In Sarawak, SEB launched the REC market platform under the TIGRS registry in 2019.



# RECs in Malaysia

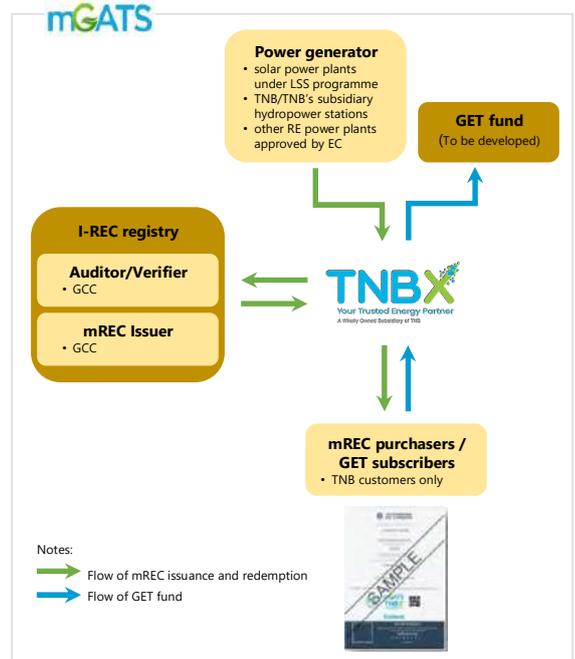
## REC Mechanism mGATS

- TNBX, as a registrant under the I-REC registry, publishes annual RE generation and annual GET quota.
- GCC issues mRECs to TNBX based on the annual total electricity generated.
- TNB customers can buy REC through TNBX, and TNBX retires mRECs at the I-REC registry for the customers.

## REC Issues and Challenges in Malaysia :

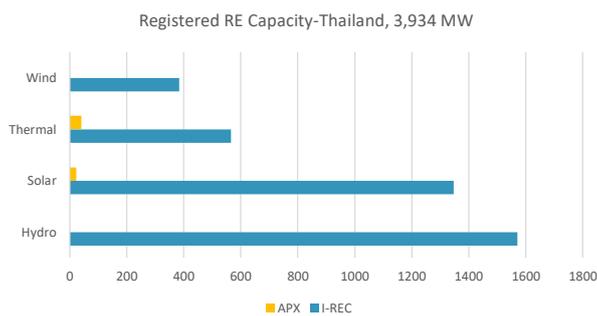
- More than one platform for REC procurement in Malaysia,
- Annual GET quota is lower than demand.
- Only TNB customers are eligible to purchase mREC under GET program.
- The price to purchase bundled mREC under the GET program is higher than unbundled REC in Malaysia's REC market.

## mREC mechanism under mGATS platform

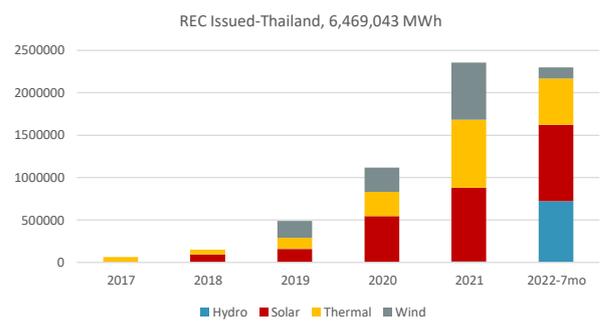


# RECs in Thailand

## Thailand Registered RE Capacity



## Thailand Number of Issued RECs



Sources: I-REC Report and TIGR Report

## REC Market

- The REC activities in Thailand started in 2017, voluntary market.
- As of July 2022, registered RE generation capacity of 3,9 GW, total REC 6,5 TWh (34% solar, 25% biomass, 24% wind, and 17% hydro).



# RECs in Thailand

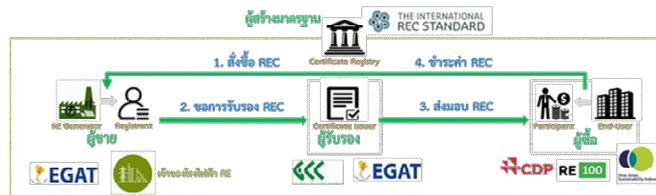
## REC Mechanism

- registration of RE generation devices and issuance of RECs are managed by both I-REC (GCC and EGAT) and TIGRS (APX)
- Both bundled and unbundled REC is available in the Thai REC market.

## REC Issues and Challenges :

- The market has not been regulated for clear implementation.
- REC generated can be sold inside and outside the country.
- EGAT as Generator owner and issuer at the same time.

REC mechanism under I-REC Registry



Process :

1. Buyer REC (Participant) notifies REC purchase request to REC seller (Registrant).
2. REC sellers receive REC audit and certification from EGAT (Issuer).
3. EGAT delivers certified RECs to REC buyers through the I-REC registry system.
4. The REC buyer pays the REC fee to the REC seller.

Sources: EGAT



## Preliminary observations regarding RECs markets in Southeast Asia economies

- Each economy should establish a legal framework and governance body for its RECs market
- A robust accounting and reconciliation system should be established to ensure integrity and to prevent double-counting
- When established in a balanced and pragmatic manner, a RECs market can encourage additional investment in renewable energy generation capacity
- The interaction of RECs transactions across six economies and the development of an ASEAN power grid needs further study
- The conflicts of interest between renewable generators with PPA and state-owned utilities need to be resolved



## DISCUSSION



21



**Thank you.**

**Read the report at**

**<https://www.aperc.or.jp/reports/outlook.php>**



## Annex \_ Carbon Offsets vs REC

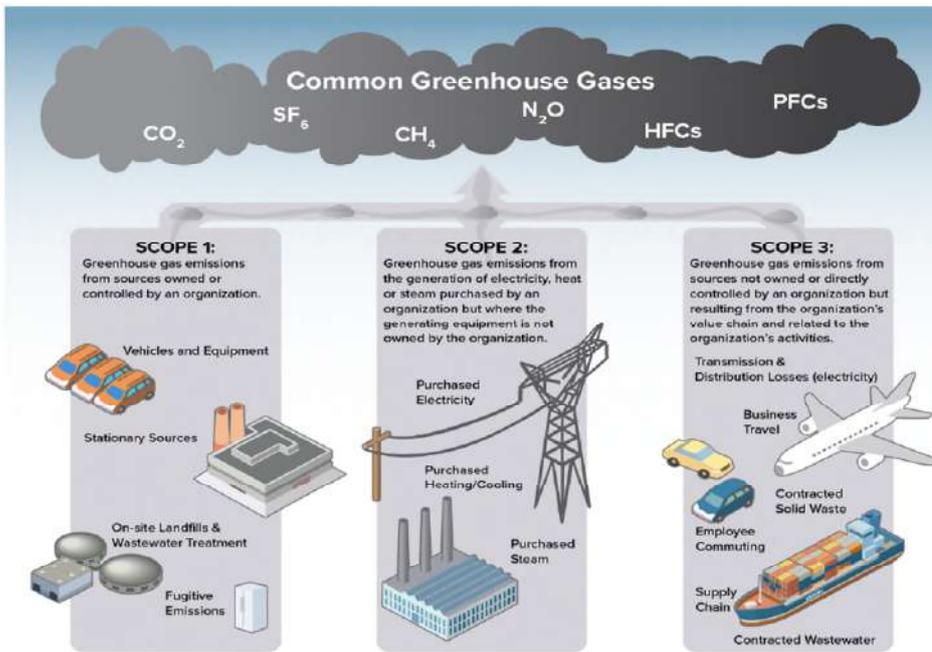


Figure 1. Common Sources of Emissions by Scope

 [https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-03/documents/gpp\\_guide\\_recs\\_offsets.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-03/documents/gpp_guide_recs_offsets.pdf)  
Guide to Purchasing Green Power | US EPA

23

## Annex \_ Carbon Offsets vs REC

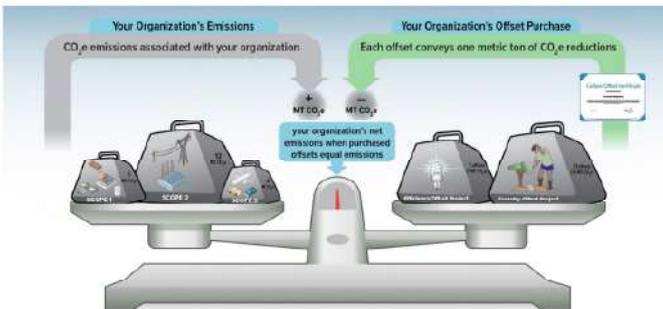


Figure 2. Offsets

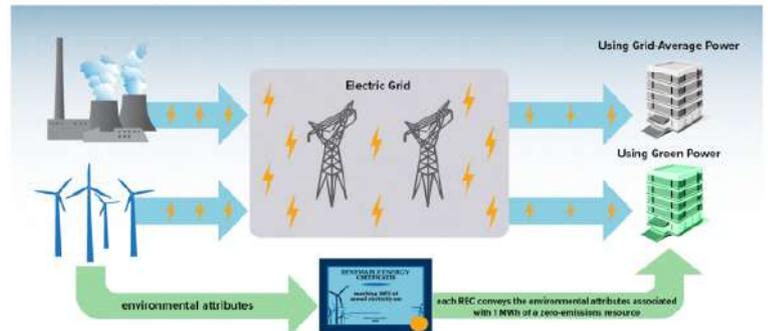


Figure 3. RECs

•**Offset** : [used to address direct and indirect GHG emissions](#) by verifying global emissions reductions at additional, external projects. Offsets (verified emissions reductions) are subtracted from organizational emissions to determine net organizational emissions

•**RECs** : [used to address indirect GHG emissions associated with purchased electricity \(scope 2 emissions\)](#) by verifying use of zero- or low-emissions renewable source of electricity. RECs (MWh of renewable energy) are used in the calculations of gross, market-based scope 2 emissions based on the emissions factor of the renewable generation conveyed with the REC.

## Annex \_ Carbon Offsets vs REC

To begin, this tables summarizes some of the basic differences between offsets and RECs.

Basic Differences	Offsets	RECs
<b>Unit of Measure</b>	Metric tons of CO <sub>2</sub> or CO <sub>2</sub> Equivalent	Megawatt hours (MWh)
<b>Source</b>	Projects that avoid or reduce greenhouse gas (GHG) emissions to the atmosphere	Renewable electricity generators
<b>Purpose</b>	Represent GHG emissions reductions; provide support for emissions reduction activities; and lower costs of GHG emissions mitigation	Convey use of renewable electricity generation; underlie renewable electricity use claims; expand consumers' electricity service choices; and support renewable electricity development
<b>Corporate GHG Inventories and Reporting</b>	Reduce or "offset" an organization's scope 1, 2 or 3 emissions, as a net adjustment	Can lower an organization's gross market-based scope 2 emissions from purchased electricity
<b>Consumer Environmental Claims</b>	Can claim to have reduced or avoided GHG emissions outside their organization's operations	Can claim to use renewable electricity from a low or zero emissions source

Basic Differences	Offsets	RECs
<b>Additionality Test Requirements</b>	Required. Each project is tested for additionality to ensure that it is beyond business as usual. Tests include legal/regulatory, financial, barriers, common practice and performance tests. The combination of tests that is best suited to demonstrate additionality depends on the type of project.	Not required. Project additionality is not required for a renewable energy usage claim or to report use of zero-emissions power.