

碳中和關鍵課題

台灣首座負碳排放示範工廠

-加速達成我國碳中和目標

陳志勇** 王振乾*** 徐武軍****

**成功大學匯智綠色科技研究中心主任、前行政院科技會報循環經濟材料組首席評議專家、國發基金之投資評估審議委員會「化學與材料產業」技術審議委員、石化高值化推動委員會委員、中油公司前獨立董事
 ***南臺科大工學院院長、經濟部工業局/綠色工廠/CITD/再利用案審查委員
 ****前台灣合成橡膠公司業務副總經理、前菲力浦石油亞洲公司資深經理、前東海化工教授

氣候與環境正義，已是無法迴避的全球趨勢，
 更是下一世代的重要經濟戰略

315億噸CO₂全面歸零

主要工業國	碳中和目標	減碳量
歐盟	2050達成碳中和 2030減碳55%(1990基準)	2030減碳量達29.52億噸
英國	2050達成碳中和 2035減碳78%(1990基準)	2035減碳量達4.62億噸
美國	2050達成碳中和 2035發電零碳排 2030減碳50%(2005基準)	2030減碳量達37.1億噸
日本	2050達成碳中和 2030減碳46%(2013基準)	2030減碳量達6.49億噸
韓國	2050達成碳中和 2030減碳24.4%(2017基準)	2030減碳量達1.73億噸
台灣	2030減碳20%(2005基準) 2025減碳10%	2030減碳量達0.53億噸 2025減碳量達0.26億噸
中國	2060達成碳中和 2030達到碳排放峰值	2030年碳排放峰值預估達108-116億噸

世界銀行(World Bank) 2021年發布的最新《2021年碳價趨勢報告》：

- 碳定價**40-80**美元/噸，可達成「控制全球溫度升幅在**2°C以內**」的目標
- **<1.5°C**情境之下，碳價則在2030年需達**130-6,050**美元/噸

RE100：由企業自主提出的強烈需求，2024年前達成**100%使用再生能源**



2018年諾貝爾獎得主：耶魯大學經濟系教授William D. Nordhaus

「課徵碳稅」是控制CO₂排放量最關鍵的方法

美國前副總統高爾指出，相較於立場善變的政府，投資者才是領導大眾對抗氣候變遷的關鍵



全球碳中和強勁潮流-由國家到品牌商皆主動宣示

各產業龍頭品牌達成碳中和

樂高	2022
可口可樂	2040
Nike	2030減碳30%
Adidas	2030減碳30% 2050實現碳中和
Apple	2030所有供應鏈廠商達成碳中和
微軟	2030達到負碳排放
Google	2030
BMW	2030
豐田	2035
賓士	2039
BASF	2030減碳25%(2018)
殼牌	2030減碳45%(2019)
英國石油	2050
輝瑞	2030
嬌生	2030

國內供應鏈廠商碳中和目標

台積電	2050全部製造過程皆使用再生能源
聯電	2050達成碳中和
鴻海	2050達成碳中和
台達電	2030達成碳中和
寶成	2025達成「五年碳排零成長」(2019基準)
豐泰	2030減碳46.2%(2019) 2025減碳21%(2018)
台泥	2050努力達成碳中和
中鋼	2050努力達成碳中和
中華電信	2050努力達成碳中和
台塑	2025減碳10%(2018) ， 需減碳284萬噸 2025停產一次性民生塑料

品牌商碳中和策略

RE100再生能源

供應鏈廠商碳排盤點 達成零排碳目標

供應鏈廠商在品牌供應鏈壓力下，被迫跟進碳中和承諾

一支iPhone背後的零碳生存戰

危機就是轉機，更是商機
減碳壓力化為轉型的驅動力



碳中和策略



節能減碳、能源效率
(發電、工業部門)

抑碳



加速再生能源佔比
(需要中、長期儲能技術)

抑碳



工業導向的負碳排技術
(需要碳捕捉再利用)

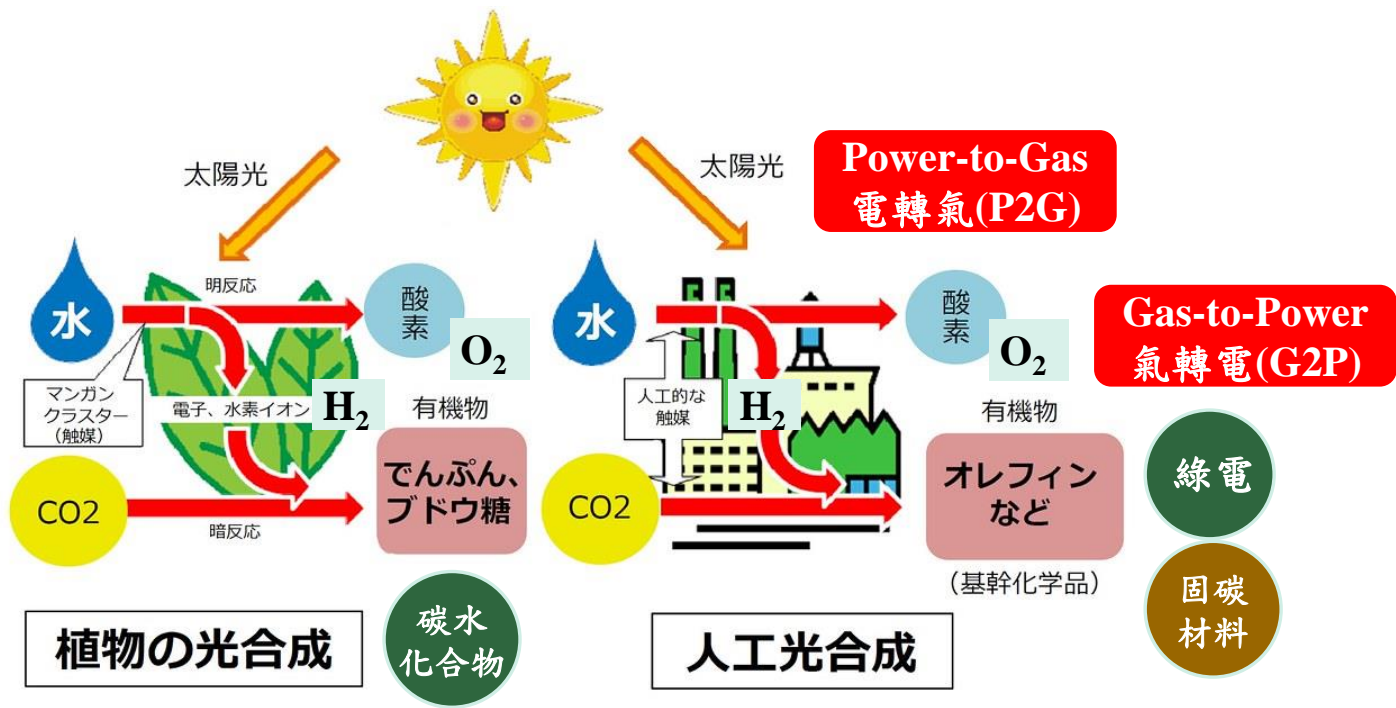
減碳



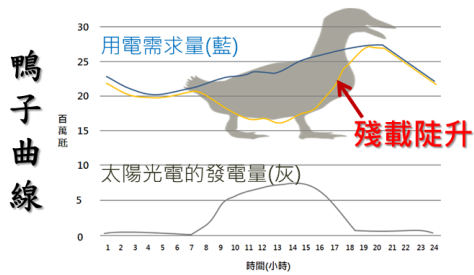
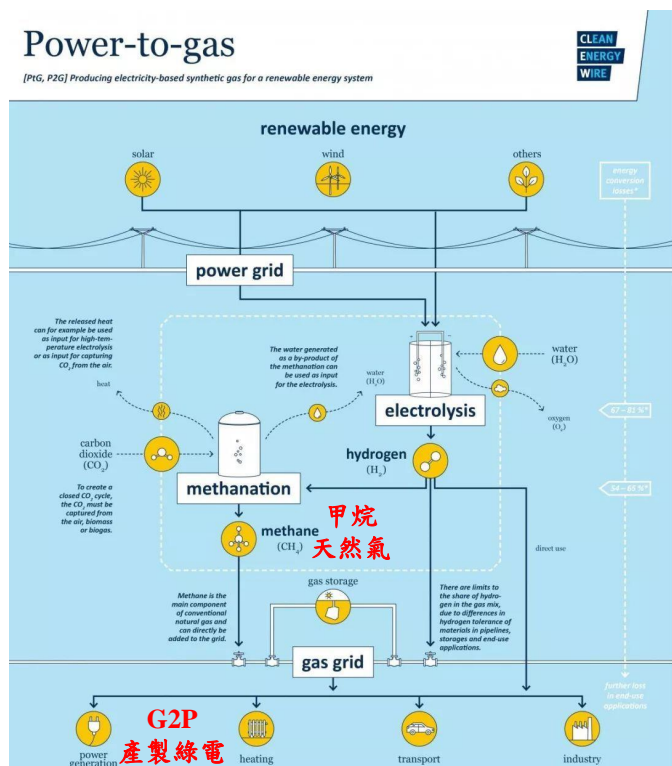
CO₂資源化
創造經濟價值、誘因

民生消費排碳
交通、糧食產品、工業產品/廢棄物
(落實循環經濟)

抑碳

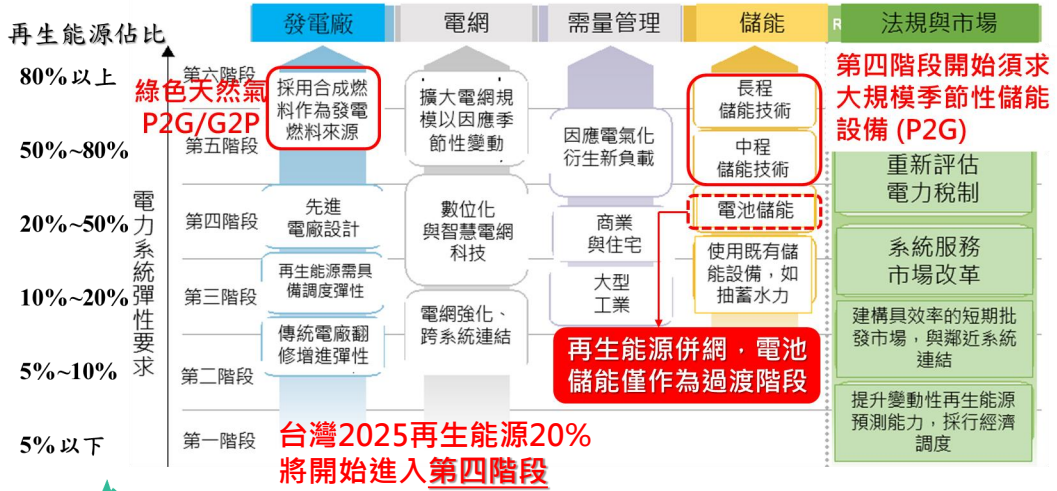


圖片來源：日本經産省



- 解決再生能源發展所遭遇鴨子曲線瓶頸
- 解決現有大規模儲能設備成本過高問題
- 達成大規模二氧化碳減量目標(碳中和)
- 以燃料電池、微渦輪、富氧燃燒等產製綠電

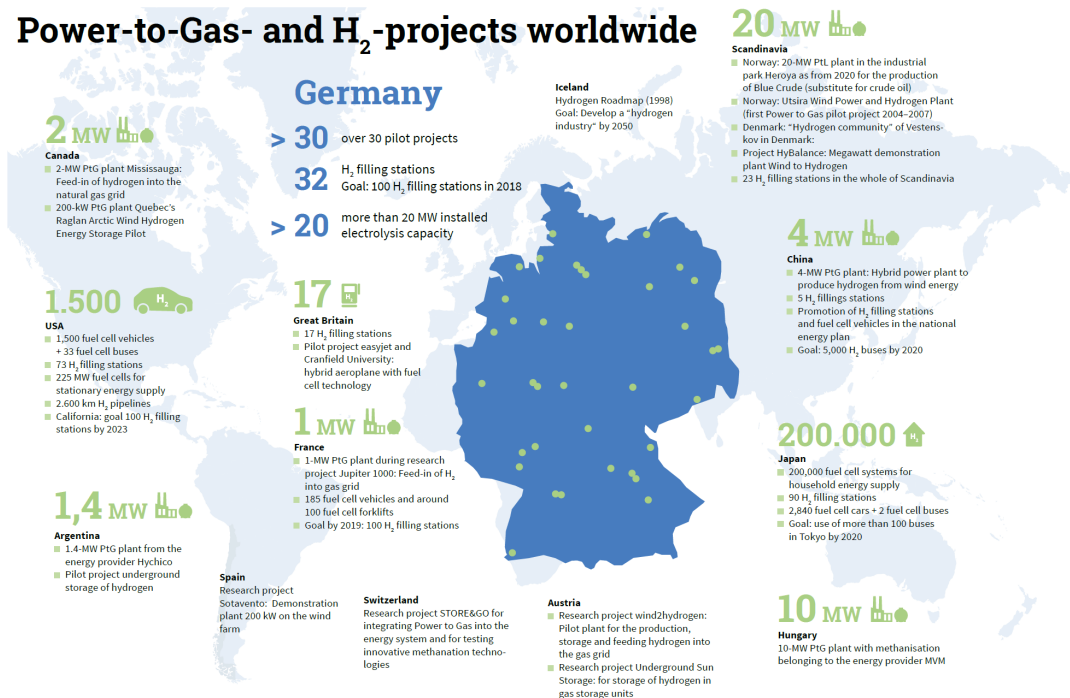
國際能源總署(IEA)再生能源併網六階段



Power2Gas是大規模廉價儲能的唯一方法

世界各國積極投入Power2Gas發展

Power-to-Gas- and H₂-projects worldwide



② 氫能與③ 燃料氫產業

- **氫能**：透過擴大引進，2030年將降到目前售價的1/3(30日元/Nm³)；產量目標為2030年最大引進300萬噸，2050年供應約2,000萬噸
- **燃料氫**：將推動燃煤電廠20%混燒技術示範，明確燃料氫的法律地位，實現燃料氫規範和燃燒設備 NO_x 排放標準的國際標準化



日本-澳洲合作-氫能供應鏈3.5億美元計畫

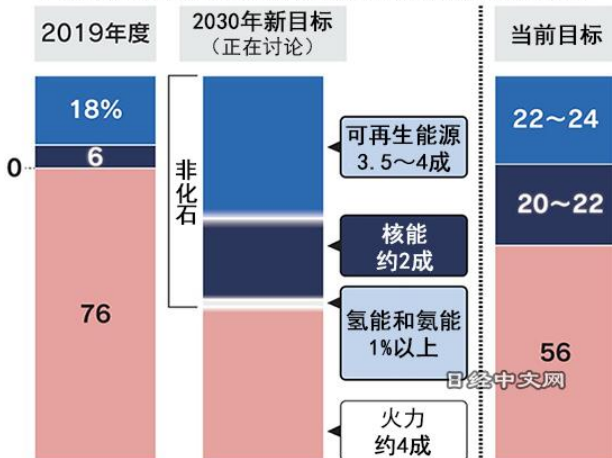
⑦ 船舶產業

推動氫、氨燃料零排放船舶技術開發
2025年啟動示範工程



日本2030年電力結構

日本力争使非化石能源占总发电量的比例达到6成

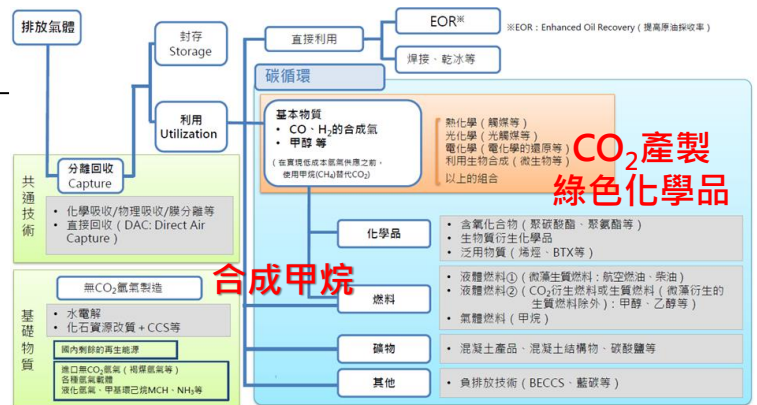


- **非化石來源電力 (約佔59%)**：
 - 再生能源：約36~38%
 - 核能發電：約20~22%
- **化石來源電力 (約39%)**：
 - 燃氣發電：約20%
 - 燃煤發電：約19%
- **新世代能源 (約佔1%)**：
 - 氫、氨燃料火力發電(預計2050占10%)
- 目前氫氣供應量為200萬噸/年，規劃至2030年達到300萬噸/年，2050年將達到2,000萬噸/年
- 2030年的氫需求量達300萬噸/年，2050年則將達到3,000萬噸/年

氫氣除發電用途外，另一用途在與CO₂合成甲烷替代天然氣

⑪ 碳回收產業與材料產業

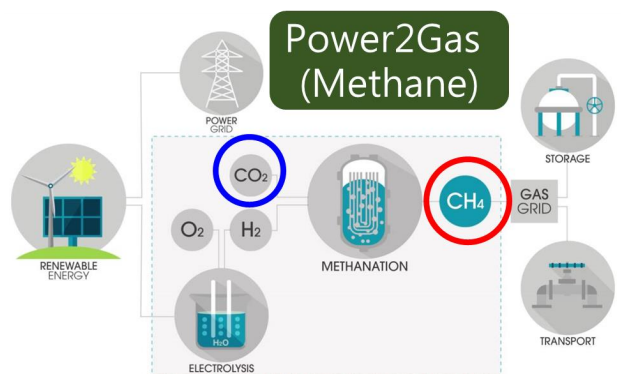
- **合成甲烷**：推進行合成甲烷實用化技術開發，目標是在2030年左右投入實際應用；二氧化碳和氫氣合成燃料方面，將在未來10年內集中開發和示範技術，力爭在2040年實現自立商業化
- **碳循環化學品**：將進行人工光合作用塑膠原料製造的大規模示範，以CO₂為原料的功能性化學品，將在2030年建立製造技術，2050年實現與現成產品同價



12

⑭ 次世代熱能產業

- **天然氣脫碳**：利用氫和二氧化碳合成（甲烷化）的合成甲烷和氫的直接利用等「下一代熱能」技術開發和社會實施，從供給側和需求側著手進行
- **供給端**：致力於技術開發，例如烷化設備大型化和提高效率。以合成甲烷替代天然氣，2050年前供應2,500萬噸合成甲烷，將都市瓦斯中使用的甲烷90%替換成再生能源製造之氫氣合成甲烷為目標

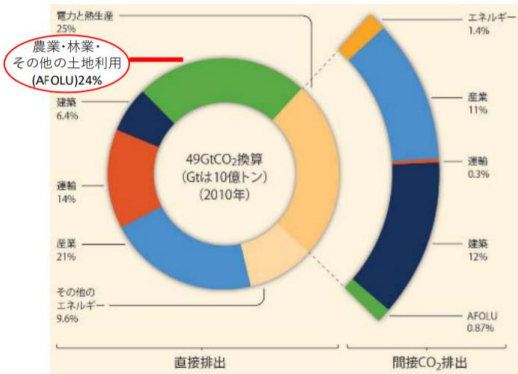


13

食材、農林業

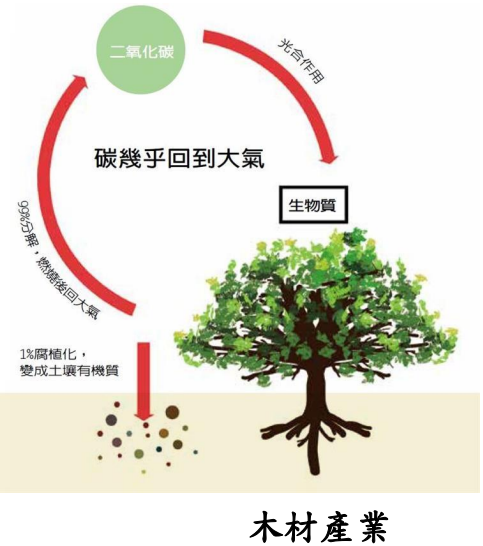
- 減少農業和畜牧業廢棄物產生的溫室氣體
- 努力在農業土地長期大量儲存碳等吸收源
- 加強森林和植物對二氧化碳的吸收和封存功能

■ 世界の経済部門別のGHG排出量



出典：IPCC AR5 第3作業部会報告書 図 SPM.2

全球農林業
溫室氣體排放量
佔比24%



14

臺灣綠色農業戰略-台灣糧倉風險與因應

風險&挑戰	因應&解決(負碳新農業)
氣候異常，不再風調雨順 水災、旱災頻繁	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雲嘉南大糧倉國家計畫。化零為整，朝經濟規模種植(大農)，以替代高碳足跡的進口雜糧 2. 高科技企業投資，引進AI、大數據、智慧生產等科技管理投入，提高並控制產量穩定價格，取得生產端與需求端雙贏局面 3. 發展農業碳權市場。讓企業購買農地吸收CO₂產生的碳權，抵銷營運時產生的溫室氣體。 4. 以負碳尿素產品雙管齊下，減少化肥(石油製品)碳排放量
疫情、病蟲害不斷，引發世界糧食供應鏈穩定與暢通	
單邊主義盛行，各國自掃門前雪	
小農非規模量產，產量與價格難以控制	
農產品進口，運輸、保存冷藏，碳足跡占一半	

農業可對固碳和增加碳匯作出重大貢獻

15

負碳農業

歐洲每年可透過土壤、森林與農產品儲存26億噸的CO₂

工作圈：負碳技術工作圈		發展階段：研發階段 示範階段 普及階段							
策略領域：碳匯		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
土壤碳匯									
強化土壤管理方式	建立土壤碳儲量之評估基準與分析技術，建置碳儲潛力分區圖						示範推動碳儲農業活動	推動增加碳儲農業活動	開發碳權交易商業模式
調整作物耕作模式	評估栽培作物耕作模式負碳貢獻度						示範栽培作物減少溫室氣體排放農法	推廣栽培作物減少溫室氣體排放農法	
開發土壤生物資源	盤點不同農業副產物田間碳匯效益						開發不同農業副產物適用之土壤微生物	運用土壤微生物進行田間試驗及法規制度調適	使用土壤生物資源促進農業副產物再利用率100%

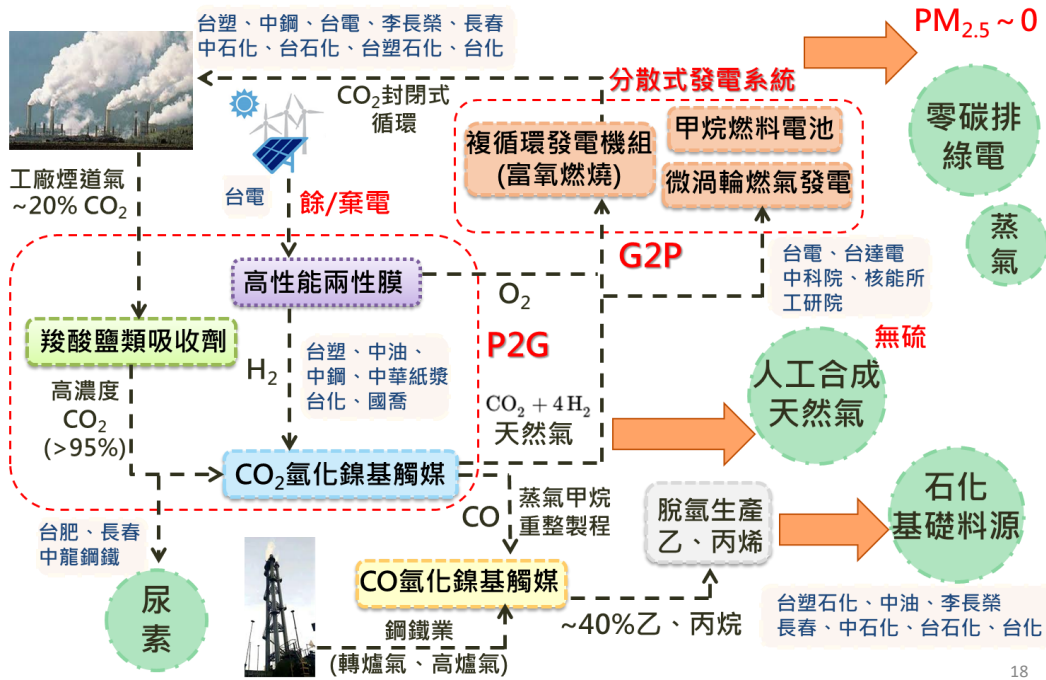
農委會研議要以碳匯（Carbon Sink）機制打造出「負碳農業」未來農民可將減碳的貢獻訂價，進一步販售給需要抵換的企業



農業碳權市場讓企業購買農地吸收CO₂產生的碳權，抵銷營運時產生的溫室氣體。農人可藉此取得額外收入，不必過於仰賴天候或農作價格。

美國愛荷華州農民出售玉米田的碳權於電子商務公司Shopify，成功賺取7.5萬美元

成大關鍵技術&市場應用

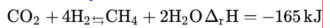


18

CO₂轉化甲烷具有潛力開發

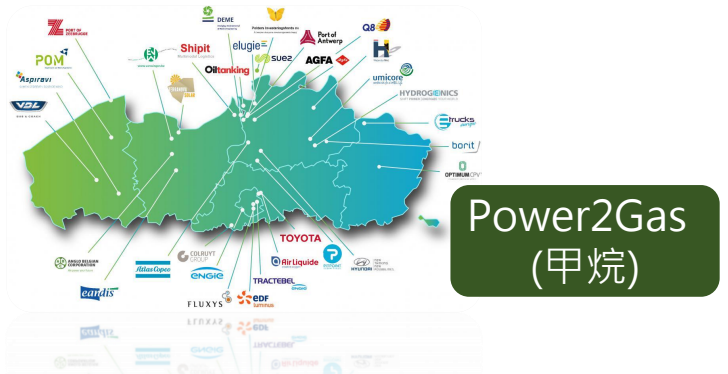
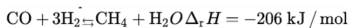
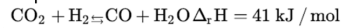
Fischer-Tropsch synthesis (methanation)

The methanation of carbon dioxide is an exothermic catalytic reaction and is typically operated at temperatures between 200°C and 550°C depending on the used catalyst.



觸媒關鍵

Two step reaction mechanism

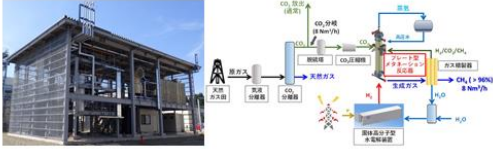


- **Audi** is Using Renewable Energy to Convert CO₂ into Methane
- **NASA** Converts 97% of CO₂ to Substitute Natural Gas Methane
- **Phillips 66** Converts 100% of CO₂ to Methane
- **Switzerland** Designs CO₂-to-Methane Industrial Plant and Process

19

CO₂捕提轉化再利用

日立造船株式會社在長岡磯山（新潟縣長岡市）建置二氧化碳生產甲烷先導示範工廠。從火力發電廠分離並回收CO₂，和電解水產生的氫氣反應合成甲烷。



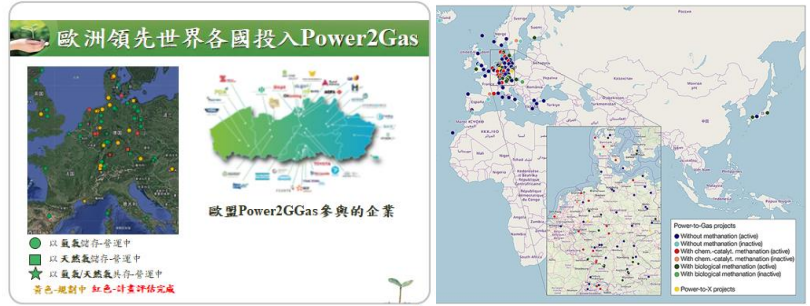
CO₂捕提轉化再利用

奧迪(Audi)公司在德國南部的Baden-Württemberg邦，建置規模6 MW的水電解產氫，通過光伏發電製取氫氣，再與二氧化碳重整製成甲烷(e-gas)，年產甲烷能力達到1000噸之P2G示範工廠。



CO₂捕提直接利用

美國公司 Global Thermostat，使用乾式胺系吸附劑作為吸碳海綿，從大氣中或電廠煙囪直接吸收CO₂。主要關鍵技術在於使用低溫蒸汽(85-100°C)進行脫附與收集，並產出98%純度二氧化碳，販售給水泥冶煉廠和煉油廠作為能源。



歐盟Power2Gas (P2G) 儲能

	容量(Wh)	設備成本 千日圓/kWh	能量密度	放電時間 單位
蓄電池	100K~100M	32~682	20~400	分~日
P2G	10M~1G	48~96	600	小時~月

成大先導工廠 (CO₂捕提→純化→烷化連續流程)



產氫
兩性膜

五組電解槽



CO₂捕提及純化單元
CO₂捕獲率>90%
60Kg/day



烷化反應單元
烷類轉化率>95%
甲、乙、丙烷

核心專利技術

觸媒顆粒



成大碳捕捉&關鍵觸媒產品優勢

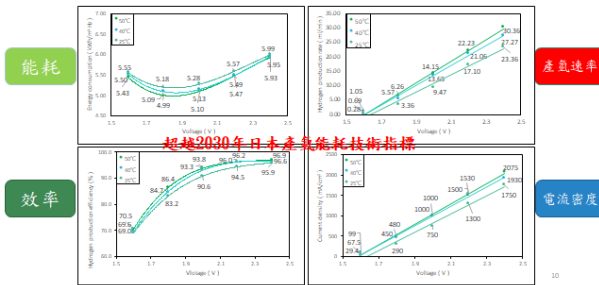
- 已建置從CO₂捕捉→純化→烷化整套流程的可運行先導工廠
- 烷化產品除甲烷(天然氣)外,尚有高含量的乙、丙烷(負碳排)
- 烷化於低溫、低壓反應,具**低能耗**優勢
- CO₂捕獲**成本**分析與現有高轉技術相較**減少30%**
- **關鍵技術、觸媒-100%自有研發**
- 一系列核心技術策略佈局(共24項),已取得14項台、中、美、德、英、法、日等國發明專利
- 觸媒產品FTO分析,具可自由實施性
- **先導工廠經第三方公正機構(工研院)驗證具功效**

產氫 兩性膜

五組電解槽



BPM 0.8M KOH 50°C



捕捉後的二氧化碳-須有規模經濟的出海口

煙道氣捕捉CO₂



化學吸收：醇胺類(主流)、碳酸鉀

吸附：沸石、活性碳(吸附容量不大)

薄膜：鈦、高分子薄膜(分離效率低)

低溫冷凝：(能耗很高)

CO₂可作為許多化學製品的原料反應

CO₂資源化

CCS
封存地底

國外技術成熟,但封存地點、安全性、地震穩定性仍具爭議

直接應用

製成乾冰
強化原油回收
微藻微生物養殖
碳酸飲品
蔬果種植

再製化學品

尿素(Urea)氮肥已商業化大量生產,佔再製化學品8成以上;惟全球用量有限

全球CO₂轉化
最具潛力
能源產品

綠色甲烷
石化基礎料源
(乙丙烯)

碳產業
生產綠色固碳材料
投資者：中油、中鋼、台塑集團
其它石化業

Hot!

再製化學品
佔全球排放量不到0.5%

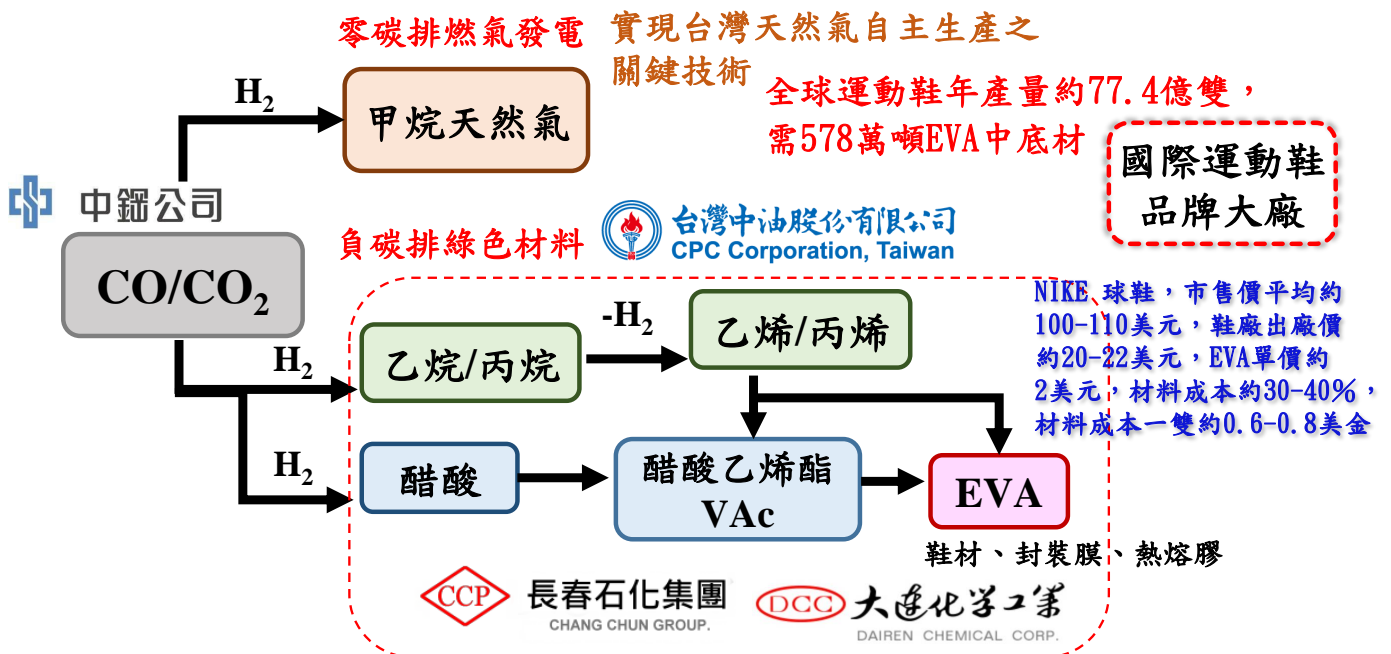
傳統上CO₂很少作為生產其他化學品之料源

CO₂捕捉轉化再利用

德國科思創 (Covestro) 在Dormagen新工廠，利用CO₂製造一種新型的環保多元醇，其中的二氧化碳含量約為20%。已初步設計為用於生產床墊和軟墊傢俱所使用的軟質聚氨酯泡棉。



中鋼、中油、長春、大連-鋼煉化一體



Nike Space Hippiie 04
NT4,500



以「生產廢料」作為材質製成，舉凡工廠生產後的邊角材料，以原本毫無用處要被丟棄的廢物製作出環保鞋款。

New Balance Vision Racer ReWorked
NT4,880



採用Spinnex纖維打造，將紡織工廠剩下的廢棄布料、切屑，加工再製球鞋。中底含有5%的EVA回收料。

Nike Cosmic Unity
NT4,500



再生材料占比達25%。中底採用標準泡棉材料結合10% Nike Grind 橡膠混合製成，鞋面99%是環保材質製成。

Nike Air VaporMax 2020
NT6,000



利用聚酯纖維、再生泡棉等再生材料製成球鞋，至少採用75%的可再生材料製成。

Adidas UltraBOOST Parley
NT6,880



以95%海洋塑膠廢料及5%可回收聚酯纖維製成，每雙皆使用11個回收保特瓶。

Braskem EVA-2021年春季拖鞋
售價 80USD



超過50%的Braskem EVA。該EVA由甘蔗渣→生質乙醇→聚乙烯，與VAc合成產製

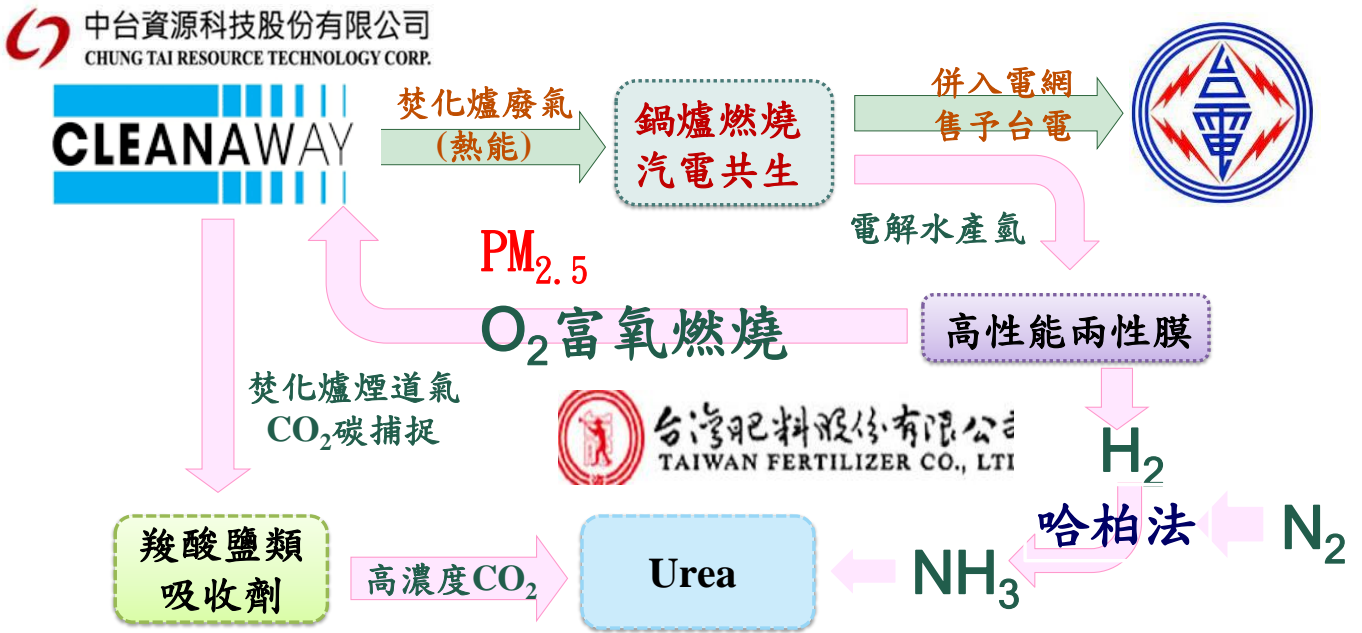
全球EVA 產能

紅色部分為: 2021~2022年在中國大陸&韓國的新產能
藍字部分為: 近期已開產

公司	萬噸/年	公司	萬噸/年	公司	萬噸/年
Braskem (Brazil)	17.4	新加坡TPC	8.0	盛虹 (斯爾邦)	30.0
Russia+India	5.3	泰國 IRPC (formerly TPI)	15.8	揚巴	20+10
Celanese	10.5	Petro-Rabigh	10.0	燕山石化	10.0
Europe其它	32.2	中東SIPCHEM (Hanwha JV)	20.0	山東聯鴻	10.0
Exxon Mobil (Europe)	34.5	韓國Hanwha-Total	46.0	北京華美	6.0
Exxon Mobil (USA)	18.1	韓國LG	27.5	北京東方	4.0
USA-其它(Westlake, Equistar)	16.3	韓國LOTTE	14.0	中媒榆林	30.0
DowDupont (USA)	14.9	韓國-現代 HYUNDAI	30.0	中化泉州	10.0
三井杜邦 (Japan)	12.7	亞/台聚 (USI)	26.5	浙江化	30.0
Japan其它(Sumi, ...)	55.7	古雷-USI (明年Q3量產)	30.0	湛江中科	10.0
		台塑 (台灣+寧波)	31.2+2.8	新疆天利	20.0

全球EVA產能約為669.4萬噸

可寧衛、中台-廢氣循環發電



負碳技術規模再利用	進口量(噸)	進口比例	合作團隊
尿素 (糧食的糧食)	~10萬	~100%	台肥、中龍鋼鐵、長春化工
人工合成天然氣產制綠電 (RE100)或當儲能載具	~1681萬	~99%	台電、台達電、台塑、工研院
乙、丙烯石化基礎料源 (替代原油裂解)	~4600萬	~100%	中鋼、台塑石化、台石化、李長榮 長春化工、中石化、台化、工研院

	容量(Wh)	設備成本 千日圓/kWh	能量密度	放電時間 單位
蓄電池	100K~100M	32~682	20~400	分~日
P2G	10M~1G	48~96	600	小時~月

三大關鍵核心技術

- CO₂捕捉／脫附技術
捕捉劑 醇胺(註)／有機鹽(化學安定高且成本低符合低碳環保的全球碳循環的趨勢)
能耗
- 產氫技術 **氫產業**
水解 電化學／電催化
能耗
- 再利用技術 以CO₂取代原油為料源 **碳產業**
可逆放熱化學反應 低溫反應
氫化反應
OXO反應
觸媒 低溫、高產率、高選擇性

(註)醇胺結構上含一級胺強鹼基，使其非常容易與酸性CO₂反應產生胺基甲酸酯，雖然此反應速率快且能達到CO₂去除率90%以上之效果。惟此程序有幾個缺點：第一是此系統會和煙道氣中的SO_x和NO_x產生副反應，使其無法完全再生(再生率約只有60%)；第二則是醇胺系列高溫解吸過程中，O₂含量會提高乙醇胺裂解會裂解產生裂硝酸鹽、亞硝酸鹽、硫酸亞胺鹽等有毒致癌物；第三是由於醇胺吸收CO₂的反應熱很大，故再生程序中進行逆反應所需的能耗亦相當可觀。

30

氫產業

國際能源署(IEA)-減碳路徑與作法

氫氣產業化為達成淨零排放必要方案之一

台積電先進製程的未來
藏在一座台南的氫氣廠

大幅提高能源效率與擴大再生能源，並發展諸多新興科技

- 超過400個技術類別(註1)，其中近1/3仍屬早期研發

回收氫氣發電
南韓去年啟用

- IEA指出四個技術方向達成淨零排放(註2)
 - 運輸、工業與建築電氣化發展，結合再生能源發電
碳捕獲再利用與封存系統(CCUS)，及其他負排放技術(例如 BECCS)
 - **氫能、低碳合成燃料**擴大應用範圍
- 低碳/零碳技術，逐步替代現有生產消費模式
 - **循環經濟、創新商業模式**等新興產業發展機會
 - **永續生質能**初期在運輸部門，長期在工業部門應用

資料來源：

1. IEA 能源部門潔淨技術指

2. IEA (2020), Energy Technology Perspectives 2020

3. CCUS (碳捕獲再利用與封存 · Carbon Capture, Utilization, and Sequestration)

4. BECCS (生質能源+碳捕獲再利用與封存 · Bio-energy with carbon capture and storage)

澳洲氫氣出口戰略-打造亞洲國家氫氣供應商

預計到2030年，中國、日本、韓國、新加坡的氫氣需求將達到70億美元



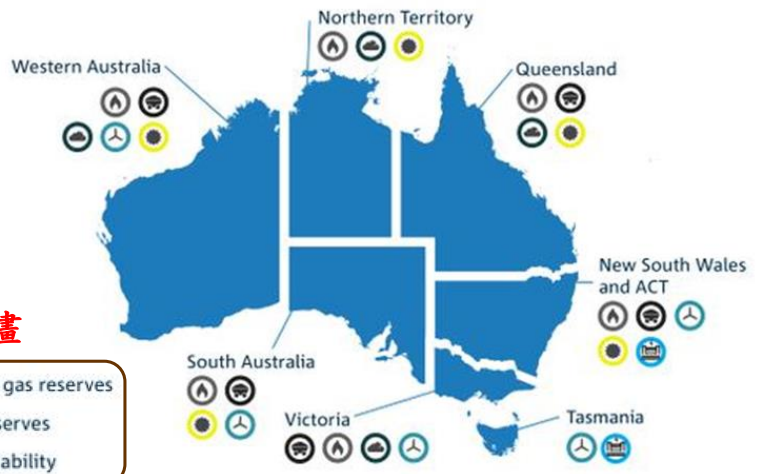
日澳政府合作-氫能供應鏈3.5億美元計畫

豐富煤礦(褐煤)、天然氣資源製氫

豐沛再生能源電解水產氫

- Natural gas reserves
- Coal reserves
- CCS capability

- Strong wind potential for electrolysis
- Strong solar potential for electrolysis
- Hydro potential for electrolysis



- 太陽
- 風力
- 水力
- 地熱

核能 (豐富鈾礦) 2019/12澳洲能源委員會呼籲在碳中和的前提下取消非核政策(未定案)

台灣氫產業

國際能源署IEA(2021)：氫氣產業化為達成碳中和必要方案之一

氫氣供應

短中期：工業副產氫

短中期：天然氣蒸氣重組氫

中長期：再生能源電解水氫

長期：進口液態氫

氫氣應用 (依據不同純度需求)

工業製程應用 (半導體EUV、煉油、煉鋼等)

定置型、移動型燃料電池 (工業發電用、儲能、車載、住宅用)

二氧化碳捕獲再利用(CCUS) (負碳排綠色材料、潔淨能源等)

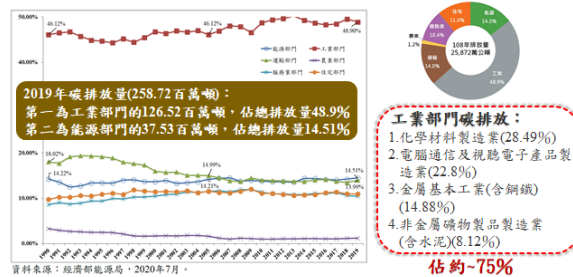
國內氫氣來源(工業副產品廢氫再利用)

台灣工業廢氫產量豐富，石化/化工廠有許多很高濃度的氫氣

產業	年產量(噸/年)	來源(預估值)
煉油廠製程尾氣	13,500	台塑、中油
煉鋼廠焦爐氣	95,000	中鋼
苯乙烯廠副產物	36,000	台化(~50%)、台苯(~25%)、國喬石化(~25%)
氯鹼廠電解副產物	45,000	台灣志氣(PPG)、華夏海灣、台塑(仁武、麥寮)鹼廠、台灣紙業、中華紙漿(450噸/年)
氣體公司	16,600	三福、聯華(12,600噸/年)，主要粗氫料源為石化廠
合計	206,115	可生產40萬噸甲/乙/丙烷，消耗110萬噸CO ₂ (甲烷25萬噸、乙烷7萬噸、丙烷7萬噸)

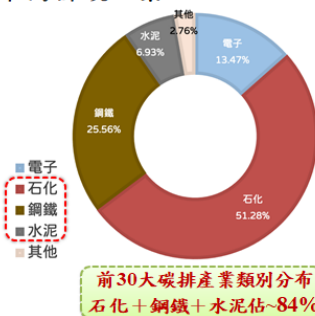
國喬氫氣年產能為1000萬立方米(893噸)。純度一般是99.9%以上，看客戶要求，可以達到99.999%。³⁴

國內各部門CO2排放量占比趨勢(含間接排放)



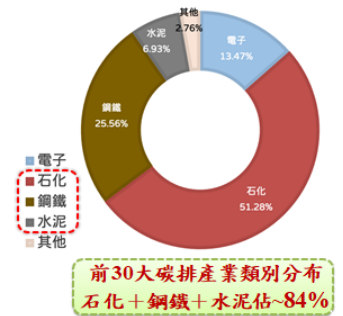
2019年高排碳企業

排名	公司名稱	產業別	排放量(MtCO ₂ e)
1	台塑化	石化業	27.52
2	中鋼	鋼鐵業	21.56
3	中鋼鋼鐵	鋼鐵業	9.04
4	台化	石化業	8.33
5	台塑	石化業	7.92
6	中油	石化業	7.73
7	台積電	電子業	7.7
8	南亞	石化業	5.87
9	台泥	水泥業	4.48
10	長春石化	石化業	3.33
11	亞泥	水泥業	3.09
12	群創	電子業	3.00
13	友達	電子業	2.35
14	中石化	石化業	1.91
15	長春人造	石化業	1.5
16	聯電	電子業	1.47
17	台灣英光	電子業	1.35
18	正隆	造紙業	1.34
19	大達化工	石化業	0.85
20	東和鋼鐵	鋼鐵業	0.8



2019年高排碳企業

排名	公司名稱	產業別	排放量(含間接排放) MtCO ₂ e
1	台塑化、台化、台塑、南亞	石化業(麥寮)	49.64
2	能源部門(主要為台電)	電力業	37.53
3	中鋼、中龍、東和鋼鐵、豐興、燄聯	鋼鐵業	32.71
4	中油、長春石化、中石化、長春人造、大達化工、奇美實業	石化業(非麥寮)	15.96
5	台積電、群創、友達	電子業	15.87
6	台泥、亞泥、幸福、潤泰材	水泥業	8.85



各高排碳企業(160.56MtCO₂e)之負碳排的解決對策

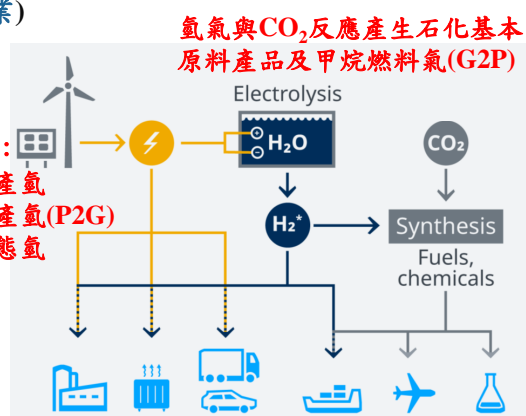
1. 麥寮石化業(台塑化、台化、台塑、南亞)：49.64 MtCO₂e

- 短期：
 - (i) 盤點以CO₂為料源之石化產品，轉成由煙道氣中捕捉的CO₂為料源製成固碳化學品(碳產業)
 - (ii) 盤點園區餘氫，將煙道氣中捕捉的CO₂轉化成石化基本原料產品(乙、丙烯)及甲烷燃料氣(碳產業、氫產業)
- 中期：利用園區汽電共生之電力與台塑公司鹼廠製氫(氫產業)
- 長期：利用麥寮港引進澳洲廉價的氫氣

2. 電力業(能源部門，主要為台電)：37.53 MtCO₂e

- 發展 Power to Gas(P2G) & Gas to Power(G2P) 做為儲能系統，提供穩定的綠電(碳產業、氫產業)

- 氫氣來源：
1. 工業副產氫
 2. 電解水產氫(P2G)
 3. 進口液態氫



截至2019年，全球已有94個 P2G project/pilots (1MW以下) 其中，38個為產製甲烷天然氣(green gas)

-POWER magazine (since 1882)

台積電減碳策略

Input

原物(材)料

- 要求供應商

電力

- 再生能源
- 氫能、氦能

- 利用綠能餘電電解水產生氫氣，再與CO₂反應生成甲烷天然氣(P2G)
- 甲烷天然氣可作為季節性儲能設備，產製綠電(G2P)

製程端

節能減碳

- 綠色製程
- 水電解產氫
- 氫氣回收再利用

氫氣發電，氫氣來源：

- 工業副產氫
- 電解水產氫
- 進口液態氫
- 製程回收氫氣

Output

不良品

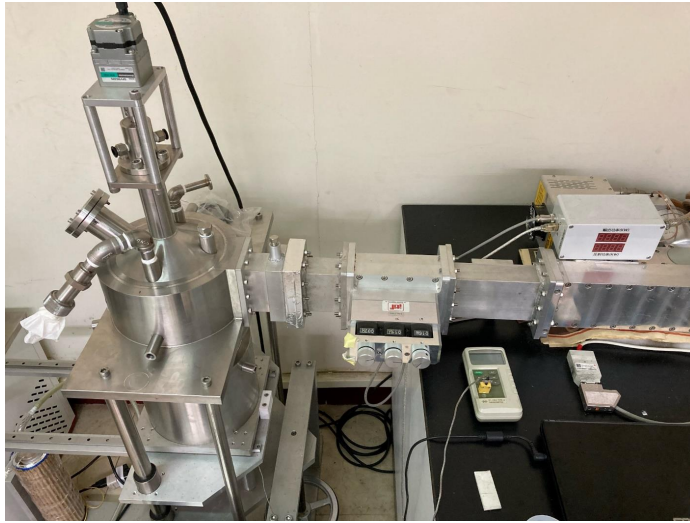
- 回收純化貴金屬
- 製成新靶材

廢棄物

中台、可寧衛：

- 以廢氣循環發電
- 電解水產氫
- 產製尿素

溶劑回收、污泥乾燥
 高能效、低耗能、低排碳



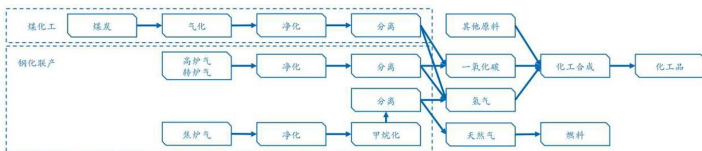
微波設備

3. 鋼鐵業(中鋼、中龍、東和鋼鐵、豐興、燁聯)：32.71 MtCO₂e

- 短期：利用剩餘合成氣發展鋼化一體產業(碳產業、氫產業)
- 長期：以氫氣或氨氣取代合成氣(氫產業)

4. 非麥寮石化業(中油、長春石化、中石化、大連化工、奇美實業等)：15.96MtCO₂e

- 中油：煉化一體產業(因應化石能源需求大幅縮短而轉型)
- 聯合中鋼及非麥寮石化業於大林蒲園區投資生產，由傳統以原油為料源之石化產業發展成以煙道氣中捕捉的CO₂為料源之固碳化學品(碳產業、氫產業)



原料成本
40%↓
原料來自副產氣



建置成本
30%↓
無須投資氣化、空分和水處理場等

30~40%
競爭力

例: 乙二醇
 煤化工5000元/噸
 鋼化聯產3500元/噸

大林蒲碳循環經濟園區規劃



鋼化聯產

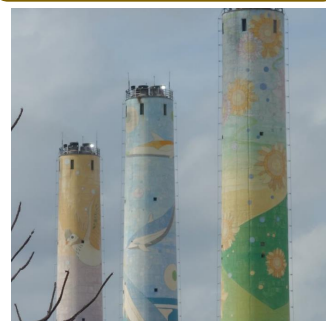
綠色碳源(CO₂/CO)循環材料

台塑、中鋼、中油、李長榮、
 長春化工、中石化、台石化、
 台塑石化、台灣化學纖維

澎湖P2G/G2P 零碳島規劃方案 建構零碳排亮點電力基地

- 行政院計畫2025年打造澎湖成為低碳島。100%綠能發電、以臺澎海底電纜工程將多餘風電送回台灣。因環團抗議工程延宕迄今。
- 目前澎湖風力發電共有106MW/HR(包含中屯9部風電、湖西鄉6部，以及規劃中風電)。以50%餘電(50MW)發展P2G，每天可產氫20噸、CO₂減量110噸(尖山火力發電廠)，合成甲烷40噸。

尖山火力發電廠
年碳排放量24萬噸



歐盟FCHJU 組織針對島嶼型經濟進行P2G示範計畫，除了應用於歐盟各國之島嶼社區，也可推廣至全世界的島嶼

創造甲烷年產值6.13億元
年減碳4萬噸，節碳收益1264萬

CO₂碳交易(歐、美、中、日平均): 315元/噸

自行車綠色公路



解決綠能光電用地
創造休閒運動空間

把綠能設施變成休閒設施的一部分，使休閒運動與綠能結合



總結

- 未來 10 到 20 年內，氣候變遷造成的經濟損失就像每 10 年發生一次新冠病毒大流行。
- 要解決氣候變化，就需要在整個實體經濟搞創新。
- 而實現溫室氣體零排放「將是人類所做過最厲害的事情」。
- 有能力建立起成功的零碳公司和零碳產業的國家，將會在未來幾 10 年中領導全球的經濟

低碳經濟的發展是需要付出成本與時間
低碳政策與行動的開展確是**刻不容緩**

We Make the Future Green

化危機(氣候變遷)為轉機
創造商機(經濟發展)

Thanks for Your Attention

