

工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

氫能、低碳的要求及未來展望

張文昇 博士

低碳與儲能技術組 組長

工業技術研究院 綠能與環境研究所

2024.07.12





氫能

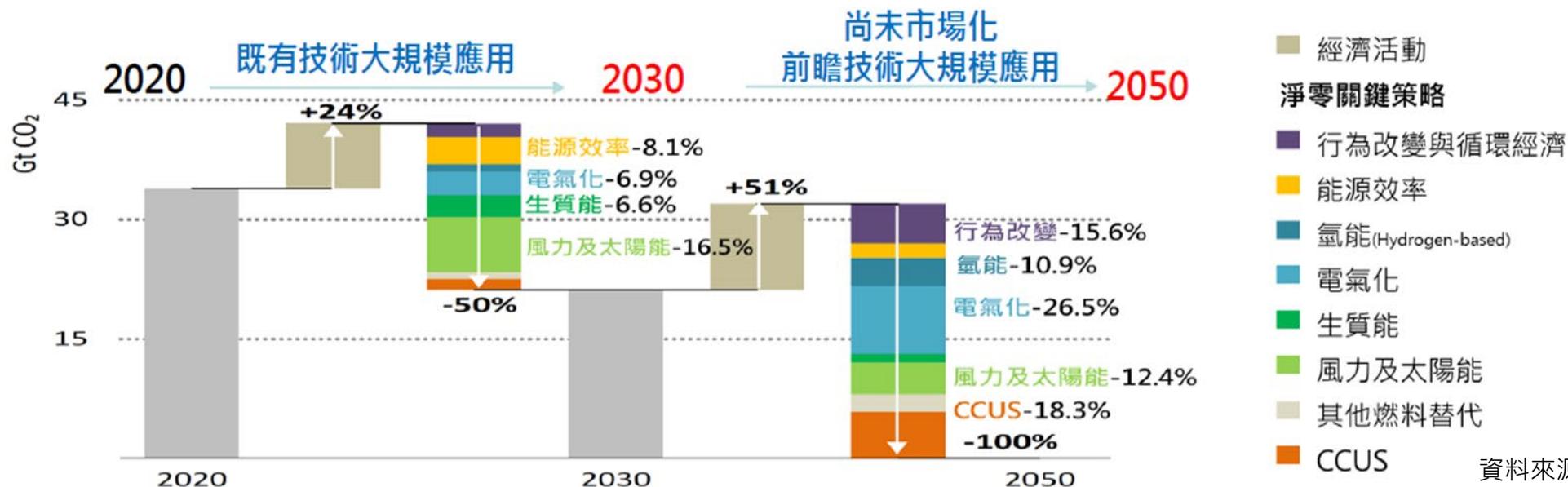
- 一、國際氫能發展趨勢
- 二、國際燃料電池產業現況
- 三、臺灣氫能發展現況
- 四、工研院2050氫應用技術藍圖



一、國際氫能發展趨勢 – 2050淨零趨勢

IEA「全球能源部門2050年淨零排放路徑」策略建議

- 淨零排放策略須考量未來經濟活動與人口成長所帶動增排效果，並規劃對應減碳措施
- 淨零情境關鍵策略選項：



資料來源:2021 IEA

一、國際氫能發展趨勢 - 減碳新契機，迎向兆元市場

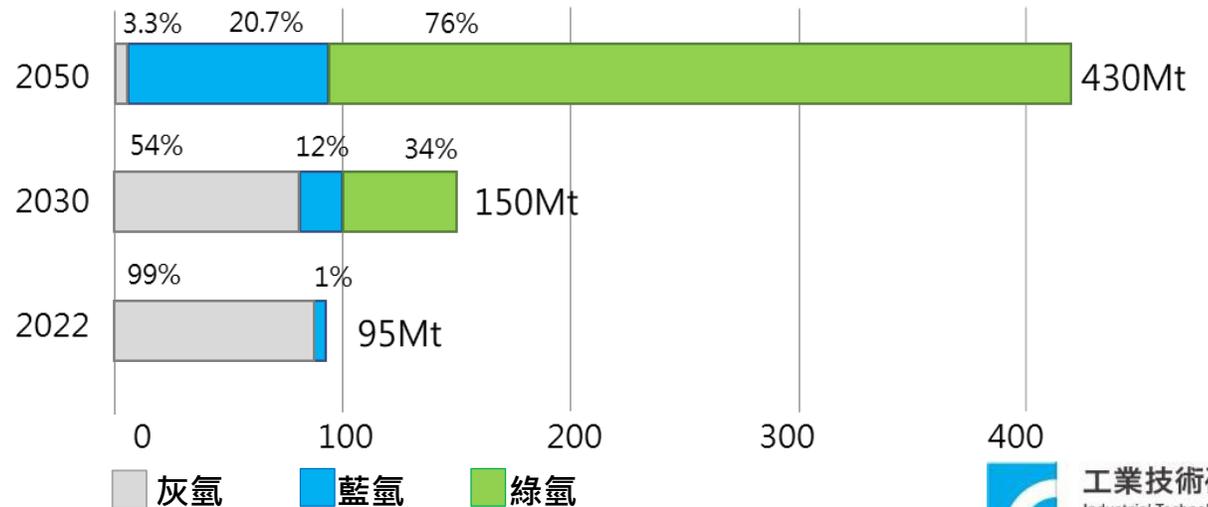
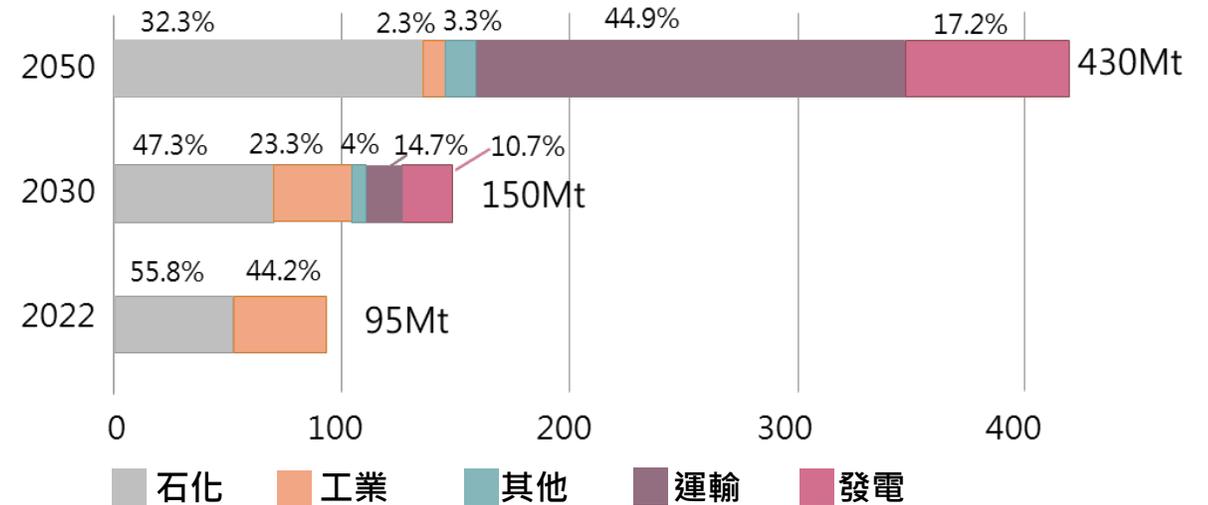
因應2050年淨零排放趨勢，IEA指出

■ 氫應用

2050年全球需求量为**430百萬噸**，
主要以**運輸44.9%**、**工業32.3%**及
發電17.2%為主

■ 氫供給

- 2050年供給以**綠氫76%**為主，**藍氫20.7%**為輔
- 2030年後**綠氫**供應達**34%**，近期以結合再生能源電力的高效率電解系統發展重點



資料來源：Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach-2023 Update

一、國際氫能發展趨勢 - 主要國家氫能發展趨勢與應用

■ 發展主軸可分為「技術領導者」、「自產自用」、「貿易樞紐」及「氫能出口」四類



- 日、韓為**氫能載具**技術領先、德國為**氫能發電及工業技術**領先國
- 著重**氫能技術研發**、制定監管框架與標準
- 氫能技術、產品出口 (電解、發電；載具、電解槽等)



- 為**強勢經濟體**，產業具競爭優勢
- 著重**補助與研發**，推動國內氫能產業之發展
- **發展國內區域潔淨氫能網絡中心**，運用自有**再生能源與碳捕捉技術**，自產自用



- 具**豐富天然資源** (太陽能、水力、風力等)，**可再生能源產氫出口**
- 著重**貿易關係、產地認證**，投入**藍綠氫生產技術研發與基礎設施建置**
- 實現**大規模生產**，**降低成本**以提升**出口優勢**



- 具**地理位置及港口優勢**
- 著重**發展港口海運、陸運等基礎設施**，**整合鄰近國家之氫需求**
- 強調**區域氫能貿易**，及**多元氫載體供應鏈布局**

一、國際氫能發展趨勢 - 重要氫能發展國政策目標

 **英國** 發展低碳氫能產業

年/類別	低碳氫發電量	能源占比
2035	85~125TWh	-
2050	250~460TWh	20~35%

 **荷蘭** 全球領先氫能港口及樞紐

年/類別	潔淨氫生產量能
2025	0.5 GW
2030	3~4 GW

 **韓國** 氫經濟領先國家

類別	發電占比	低碳氫供給售價
2030	2.1%	3,500韓元/公斤
2050	23.8%	2,500韓元/公斤

 **加拿大** 全球前3大潔淨氫生產國

年/類別	能源占比
2050	30%

 **美國** 區域氫能網絡中心

年/類別	潔淨氫生產成本
2030	1美元/公斤

 **法國** 綠氫之世界冠軍

年/類別	潔淨氫生產量能
2030	6.5 GW

 **德國** 全球氫技術主要輸出國

年/類別	潔淨氫生產量能
2030	10 GW

 **澳洲** 亞洲氫氣主要出口國

年/類別	潔淨氫生產成本
長期	2澳幣/公斤(目前4~6澳幣)

 **日本** 發電、產業、運輸全方位發展

年/類別	發電占比	低碳氫供給售價
2023	1%	30日元/Nm ³
2030	10%	20日元/Nm ³

 **臺灣** 發電、工業、運輸減碳應用為主

年/類別	發電占比
2050	9~12%

 **新加坡** 氫經濟樞紐

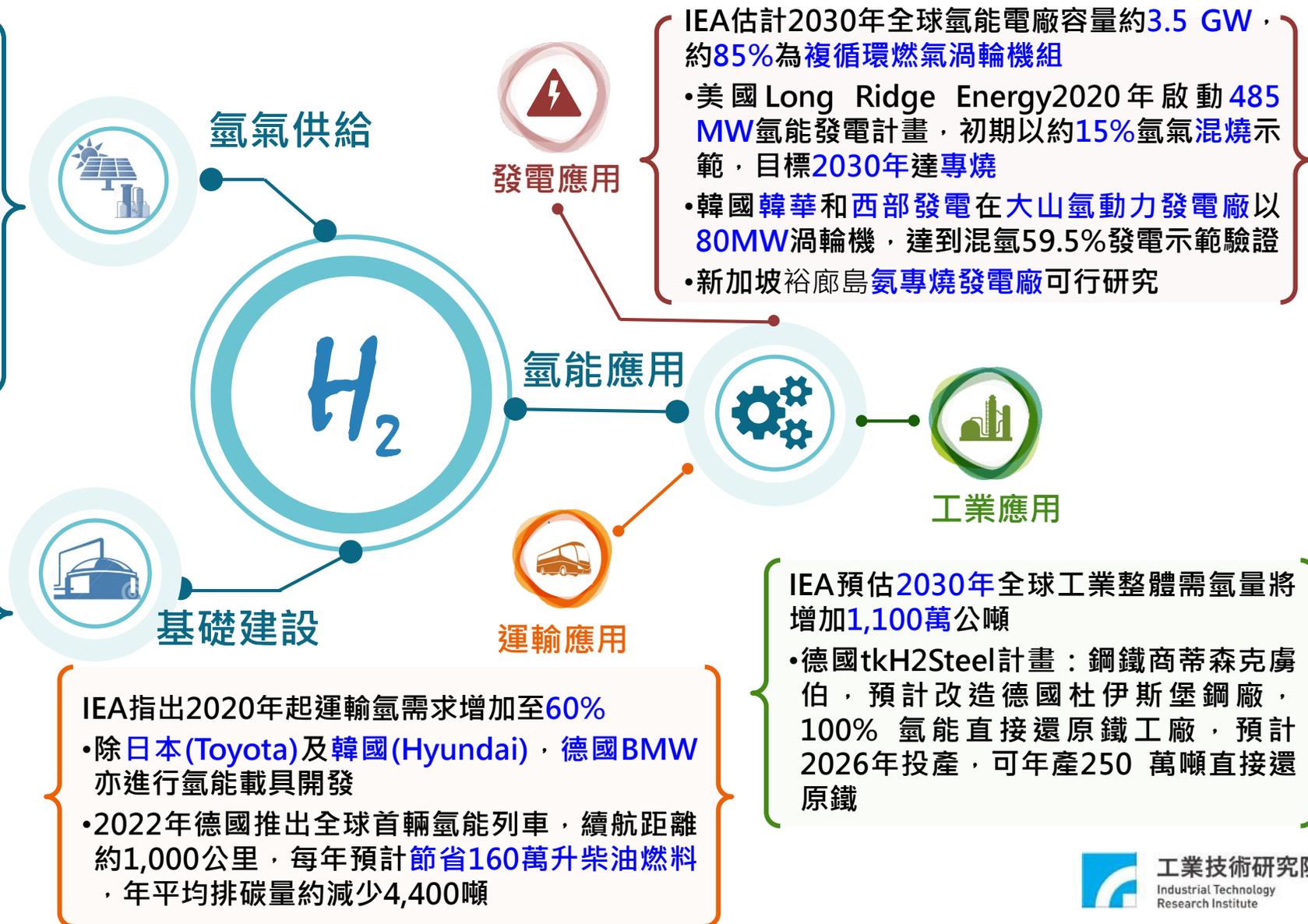
年/類別	發電占比
2050	50%

一、國際氫能發展趨勢 - 氫能發展現況

IEA統計，全球氫生產計畫780件，超過9成為綠氫生產，尚在進行可行性評估(42%)或僅提出概念(27%)的計畫約占7成，完成最終投資決定(FID)約占11%

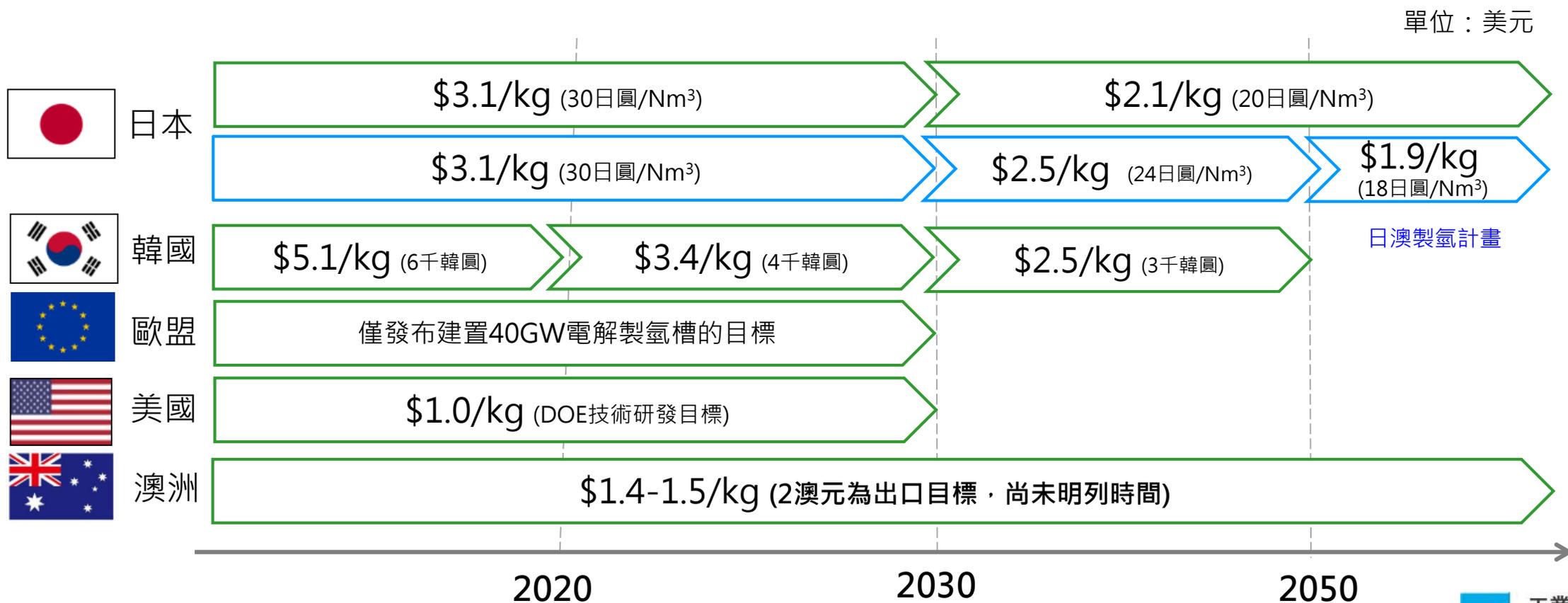
- 丹麥 HySynergy：MW級電解產氫，2030年達1GW
- Air Liquide：於荷蘭建置大規模再生能源與MW級電解系統，預計年產3萬噸綠氫

- 日澳HESC計畫：全球首例海上液氫運輸
- 日本千代田完成汶萊-日本MCH實證
- 日、韓採氫、氫多元布局策略，投入海外大型運輸技術開發及接收站建置
- 澳洲已規劃8個HUB，作為氫氣生產及出口基礎設施，目前為氫氣出口規劃量為全球最大
- 加氫站：至2022年6月已設置800座，已進入商業運轉階段



一、國際氫能發展趨勢 - 國際氫供應目標

- 多數國家發布氫氣成本目標的第一階段為**2030年**
- 各國**初期**以**副產氫**、**藍氫**與**綠氫**多方發展以求快速降低氫氣生產成本，**後期則以綠氫為主**



資料來源：2022 工研院氫能推動小組

一、國際氫能發展趨勢 - 氫能發展現況

- 為促進氫能市場發展，同時確保減碳效果，主要國家已朝向訂定**低碳氫**生產過程排放標準方式進行管理。
- 各主要國家間標準不一，後續仍需再調和，以利跨境交易。



一、國際氫能發展趨勢 - 國際低碳氫示範計畫布局重點

- 根據Hydrogen Council統計，全球已推出684個相關專案示範計畫
- 至2030年，開展的專案計畫投資額高達6,000億美元



61

大型氫氣製造：綠氫製造超過1GW；低碳氫製造每年超過20萬噸



332

大型工業用氫：煉油、綠氫、綠色甲醇、鋼鐵和工業原料



78

整合用氫：跨產業或跨應用的氫能專案



150

運輸用氫：火車、船舶、汽車和各類氫能載具

資料來源：
Mckinsey · 2023



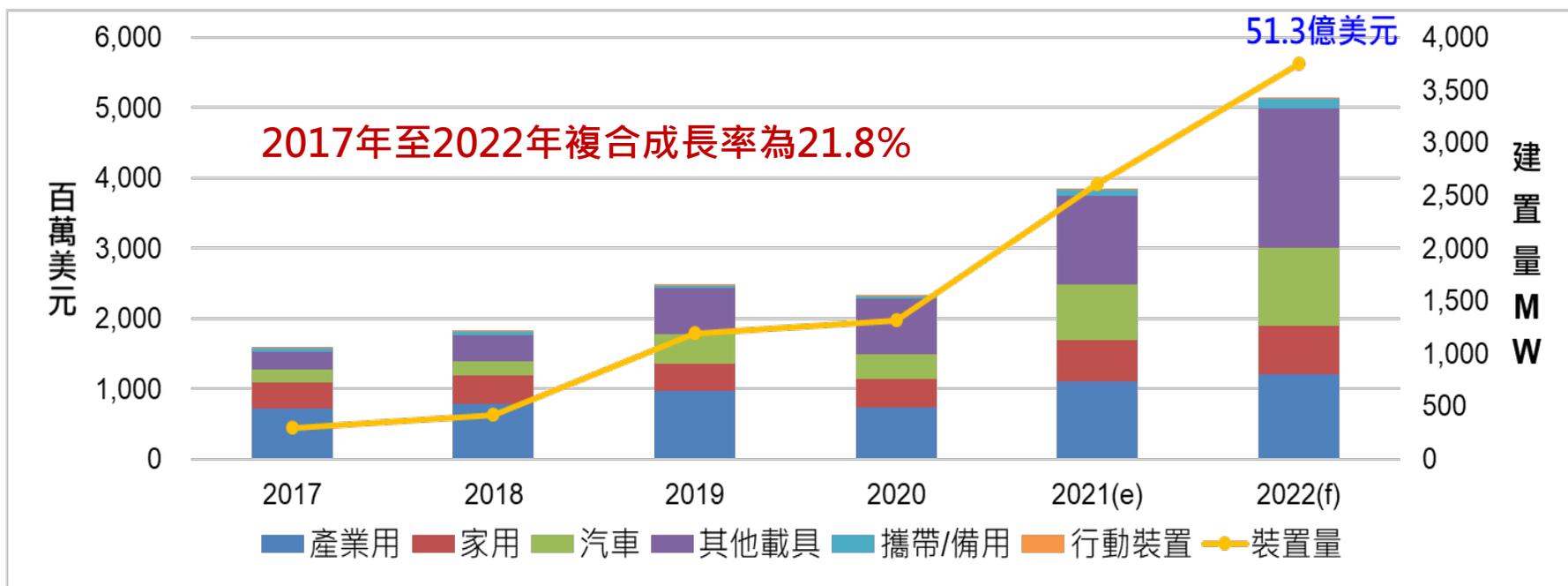
氫能

- 一、國際氫能發展趨勢
- 二、國際燃料電池產業現況
- 三、臺灣氫能發展現況
- 四、工研院2050氫應用技術藍圖



二、國際氫燃料電池產業現況

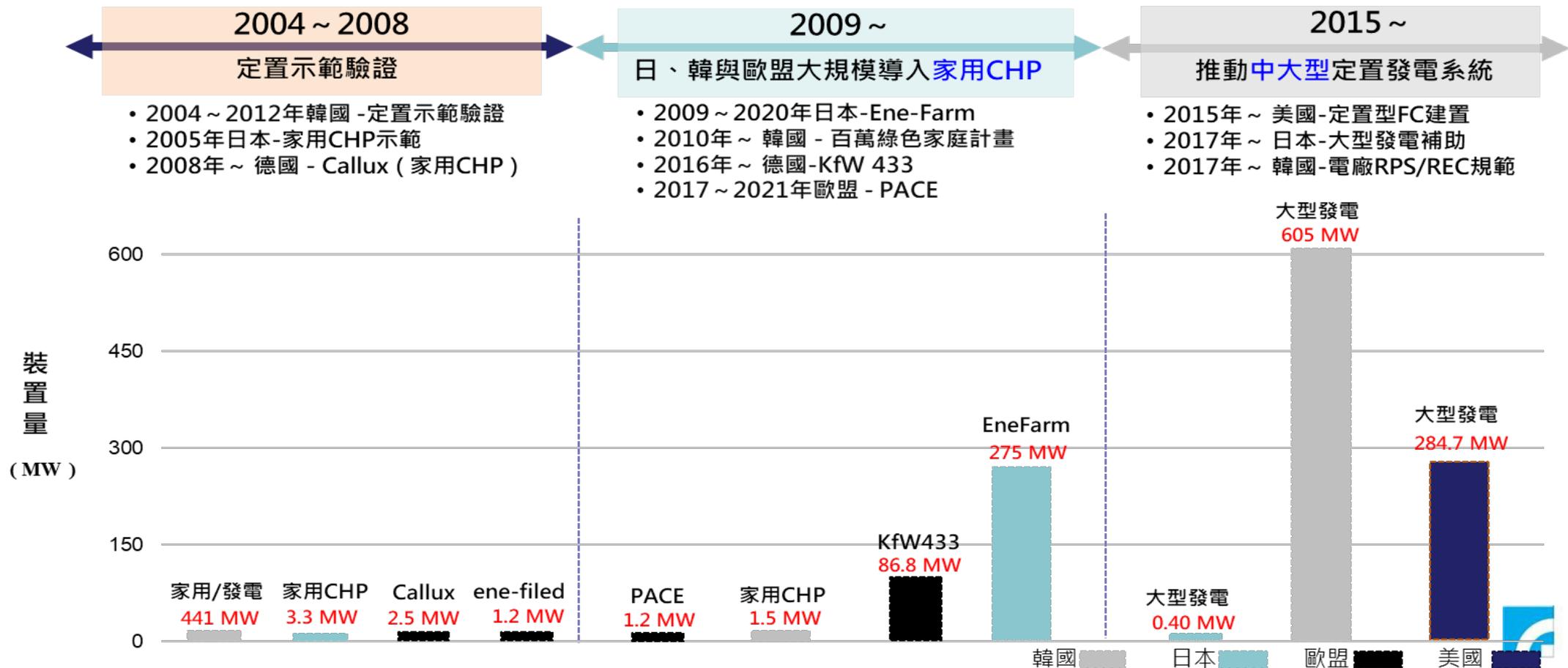
- 各國持續推廣定置型應用，2020年新增裝置量約**1,318.7MW**，其中定置型為**324.8 MW**
- 市場產值：2020年產值約23.1億美元，以**定置型發電為主**，**11.3億美元**，占49%
 - 產業用發電系統：7.4億美元(32%)，平均建置成本\$4,700/kW
 - 住宅用發電系統：3.9億美元(17%)，平均建置成本\$ 9,380/kW
- 市場預估：**2025年**產值約105億美元，新增建置量為**10,718MW**；定置型發電約**36億美元**、新增**788 MW** (產業用580 MW，住宅用208 MW)



資料來源：富士經濟 (2021)

二、國際氫燃料電池產業現況 – 定置型市場

- 各國於**獎勵措施**與**政策**推動下，定置型燃料電池設置量快速提升，邁向**商業化市場**
- 日本、德國與歐盟以**小型熱電共生**(Combined Heat and Power, CHP)應用較為**成熟**，近年日本、韓國與美國則逐漸朝**減碳效益較高之產業用CHP**與**大型發電**應用



二、國際氫燃料電池產業現況 - 載具、加氫站目標

- 日、韓具氫能載具領先技術，故國際載具發展仍以日、韓為首，其次為美國及中國

載具 (FCV、FC巴士) : 萬輛 加氫站 (HRS) : 座

 荷蘭 (荷蘭國家氣候協議)

年/類別	FCV	重型FCV	HRS
2025	1.5	0.3	50
2030	30	-	-

 韓國 (氫能戰略路線圖)

年/類別	FCV	FC巴士	HRS
2030	172	3	660
2040	275	4	1,200
2050	-	-	2,000

 美國 (美國氫經濟路線圖)

年/類別	FCV	重型FCV	HRS
2025	15	-	1,000
2030	120	-	4,300

 日本 (綠色成長戰略/氫能基本戰略)

年/類別	FCV	FC巴士	HRS
2030	80	0.12	900

 法國 (法國氫能部署計畫)

年/類別	FCV	重型FCV	HRS
2023(目標)	0.5	0.02	100
2028	2~5	0.08~0.2	400~1,000

 中國 (中國氫能源及燃料電池產業白皮書)

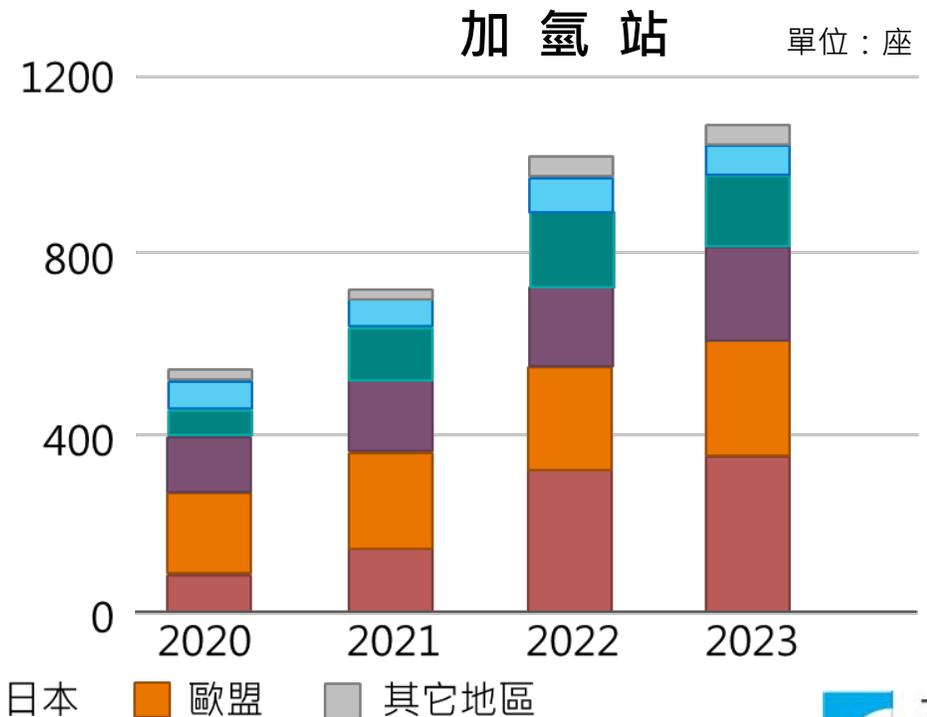
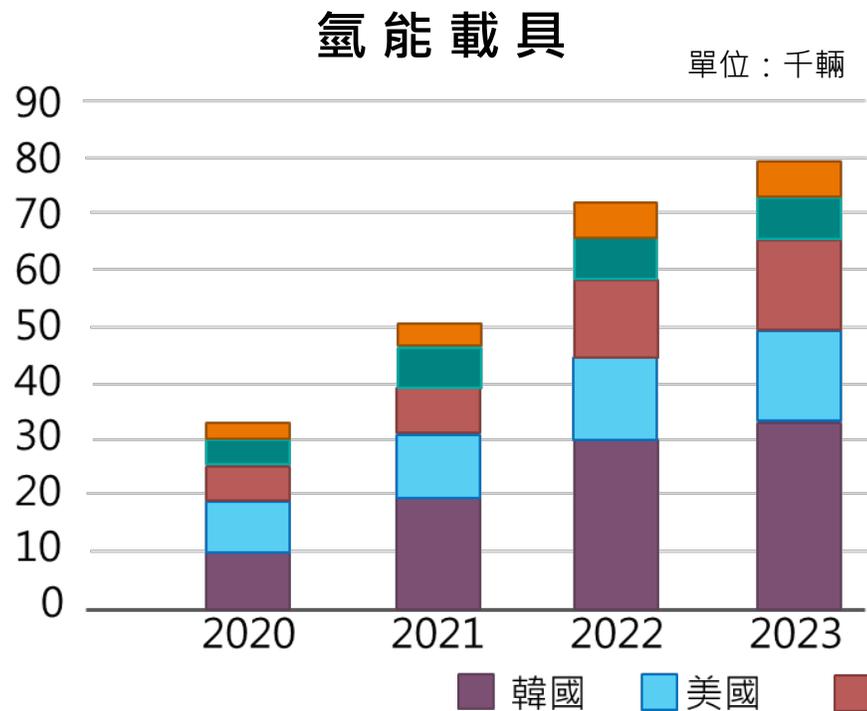
年/類別	FCV	FC巴士	重型FCV	HRS
2025		5		200
2035		130		1,500
2050		500		10,000

【註】2022年純電動車(BEV)為789萬台

二、國際氫燃料電池產業現況 - 載具、加氫站目標

全球截至2023年6月

- 氫能載具：約**8萬輛**，其中 80%為輕型載具，近10%為燃料電池卡車及巴士
韓國達**3.2萬輛**，占**40%**；**日本**和**美國**均約**1.5萬**，各占**20%**，
中國著重**重型載具**，擁有全球95%燃料電池卡車及85%燃料電池巴士
- 加氫站：約**1,100**座，中國**351**座，韓國**251**座，日本**161**座，美國**100**座



註：依IEA(2023) 報告預測全球氫燃料載具市場滲透率，2030年1%、2050年16%。

資料來源：先進燃料電池技術合作計劃;氫燃料電池夥伴關係;韓國貿易、工業和能源部每月更新汽車;中國汽車保險登記數據、氫能和燃料電池在經濟中的國際夥伴關係和清潔能源部長級氫能倡議國家調查。



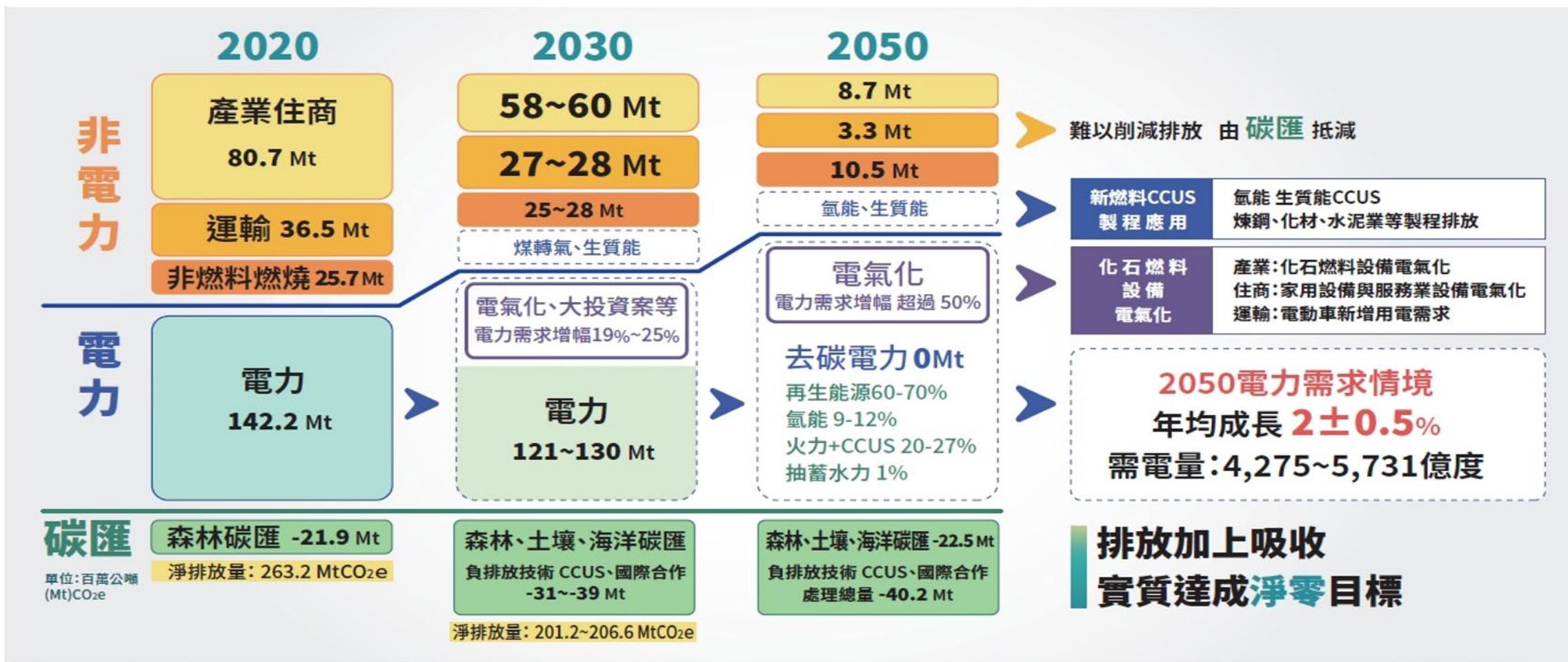
氫能

- 一、國際氫能發展趨勢
- 二、國際燃料電池產業現況
- 三、臺灣氫能發展現況
- 四、工研院2050氫應用技術藍圖



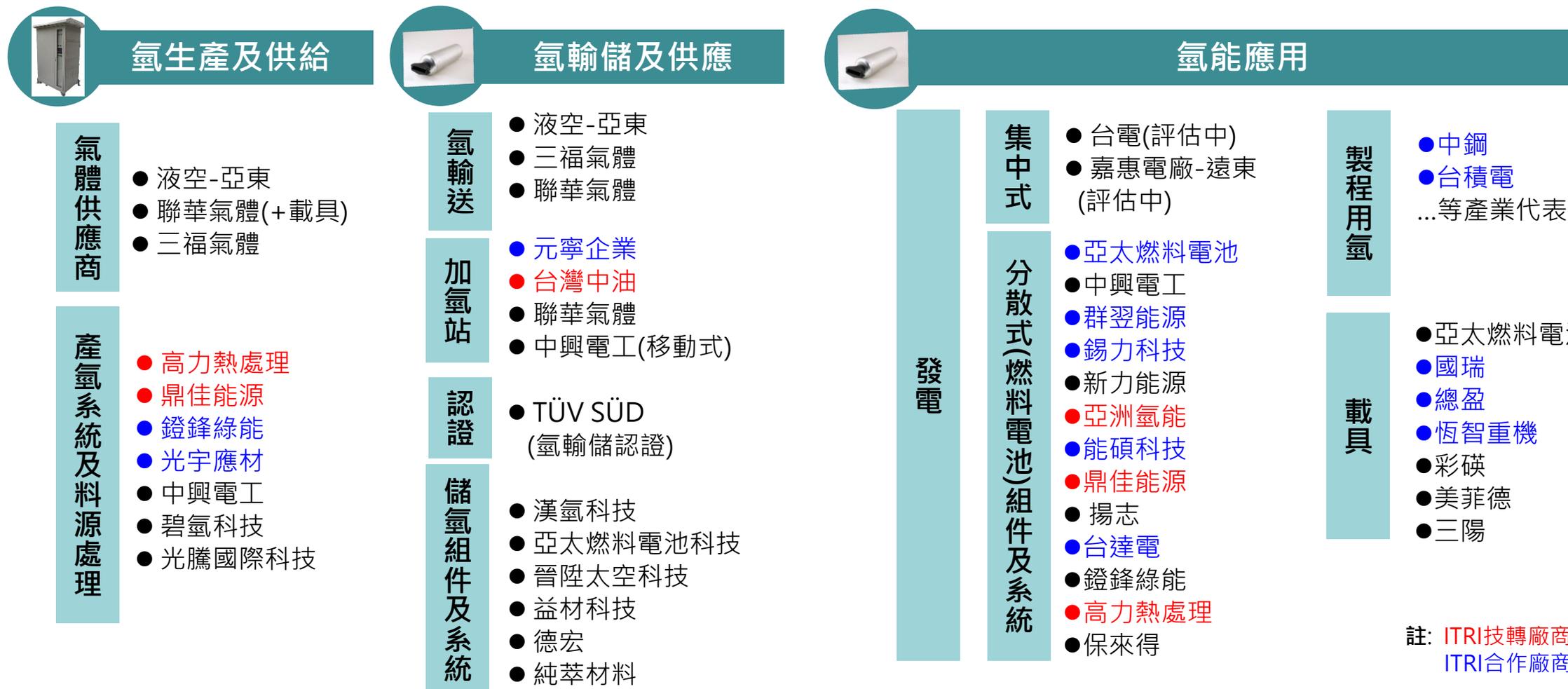
三、臺灣氫能發展現況 - 2050淨零目標

- 國發會2022年3月發布淨零排放路徑，預測2050年需電量為4,275~5,731億度
- 氫能為達成我國淨零排放關鍵戰略之一，預計占電力比例達9~12%



三、臺灣氢能發展現況 - 產業鏈

- 臺灣具有完整的燃料電池產業供應鏈：燃料供應系統、備援電力及分散式電力等。
- 具備產品出口能力：燃料電池系統零組件及備援電力系統（年均產值40億新台幣）
- 挑戰：綠氫生產、高密度儲氫與氫載體技術、缺乏分散式發電長期運轉實證案場





氫能

- 一、國際氫能發展趨勢
- 二、國際燃料電池產業現況
- 三、臺灣氫能發展現況
- 四、工研院2050氫應用技術藍圖



四、工研院2050氫應用技術藍圖 - 關鍵技術發展策略

- 氫能應用為臺灣2050淨零排放之中長期能源轉型重要項目
- 為符合中長期應用規劃，產氫應用技術研發驗證、國際氫氨供應（考量供應量、成本等因素）、接收站建置環構、法規調適等，為重要關鍵因素
- 各項應用及氫氣供應，以短期評估驗證、中期示範運轉，長期導入商業應用為原則
- 短期（~2030）可考慮投入之技術發展如下：

1

氫氨應用



- 天然氣混燒氫氣或氨氣示範驗證（發電、鍋爐、溶解爐）
- 創新氫氣低碳化製程，及製程副產氫純化技術開發（鋼鐵業、石化業、電子業等）
- 氫氨分散式電力與氫氣載具系統示範應用（多料源 / 100kW高功率 / 高效率電堆）

時程規劃

短期(2030)應用技術評估
中期(2040)小規模示範驗證
長期(2050)商業運轉

2

氫氨供應



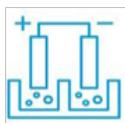
- 氫氨輸儲基礎設施建置及評估（如：350bar/700bar加氫站、管線/儲槽之高壓抗氫脆及防逸散塗層等技術、液氫接收站評估與技術建立）
- 高密度（700bar）儲氫瓶及關鍵組件（閥與閥座）
- 流量計量標準、氫氨品質計量標準與檢測認證
- 氫氨安全與性能檢測認證

時程規劃

短期(2030)管線與接收站初階評估
中期(2040)管線小規模示範驗證/接收站進階評估
長期(2050)純氫管線導入、建置進口接收站

3

基礎設施與環構配套



- 高效率電解產氫技術研發、示範與驗證（如：電極材料、電堆及系統、再生能源變動產氫等）
- 化石燃料搭配CCUS^{註1}產藍氫示範驗證
- 工業副產氫/餘氫/再利用回收物質分解產氫
- 國際供應鏈合作確定氫氨來源無虞（如：經濟模型評估等）

時程規劃

短期(2030)高效電解技術研發
中期(2040)量產降低生產成本
長期(2050)再生能源產氫示範

註1：CCUS碳捕獲封存與再利用

四、工研院2050氫應用技術藍圖 - 關鍵技術發展策略

- 氫能發展包含 產氫、輸儲、應用、標準法規 四大面向

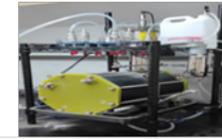
產氫

國際合作研發高效率產氫系統

- 陰離子交換膜電解
(系統驗證 + 關鍵材料)
- 氫氣純化技術



餘氫純化模組



陰離子交換膜電解系統

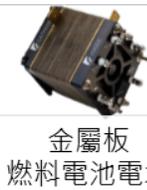
應用

氫能儲能示範、碳循環結合鋼鐵製程、載具電堆開發

- **發電**：再生能源產氫結合氫能儲能、PEMFC金屬板燃料電池模組、SOFC燃料電池系統應用
- **工業**：餘(廢)氫回收發電及再利用、鋼化聯產、碳循環甲醇/甲烷、高壓儲氫氣瓶與集束
- **載具**：金屬電堆整合無人機應用、百千瓦燃料電池動力系統與車載應用、氫能混成電力之三電控制平台



燃料電池無人機



金屬板
燃料電池電堆



定置型SOFC

標準法規

國際法規調適，完善國內基礎設施與環境建構

- 建立加氫站安全與性能檢測驗證技術
- 建立氫氣生產、輸儲、品質檢測驗證技術
- 建立氫氣流量量測技術
- 車輛測試驗證

[Note]: SOFC: Solid Oxide Fuel Cell ; PEMFC: Proton Exchange Membrane Fuel Cell



載具用儲氫氣瓶

輸儲

高安全、輕量化、耐腐蝕、國產化

- 輕量化高壓儲氫技術



工研院
氫能技術

四、工研院2050氫應用技術藍圖 - 氫能示範驗證平台

- 打造從產氫、輸儲、應用之完整氫能示範驗證平台，吸引**11家**國內產業投入氫能發展成為國內氫能產業重要**技術研發及練兵基地**
- 驗證再生能源產氫系統及氫能儲能性能評估，開發符合國內再生能源發展情境之氫能儲能控制技術，並規劃**2026年**完成本土化**百kW**再生能源產氫示範系統建置



百瓩級
電解產氫系統驗證平台

台灣本土化鹼性膜
電解產氫系統開發

複合式燃料電池
發電系統驗證
料源：NG/H₂

- 創能：太陽光電1MW、燃料電池 50 kW
- 儲能：電解產氫 > 20Nm³/hr、氫能儲能167Nm³ (350 bar, 500kWh)及全鈦液流電池(VRB)儲能200 kWh

C棟 製程試驗場

複合氫能/電池
儲能管理控制系

350bar
氫氣高壓儲存區

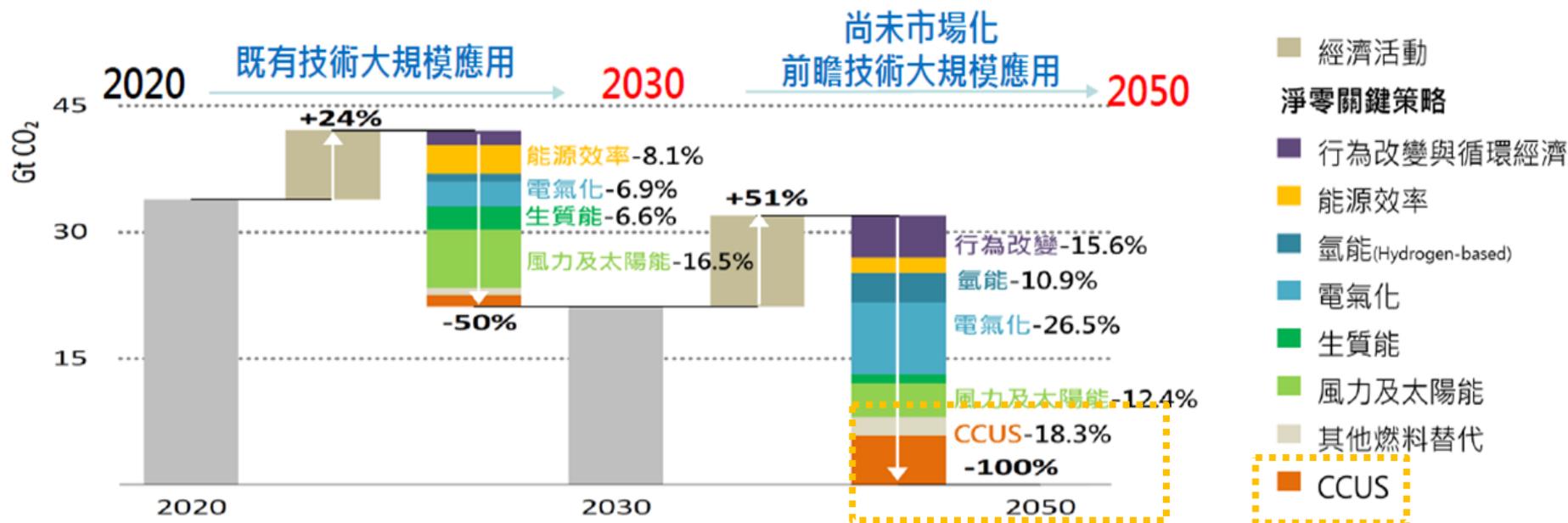
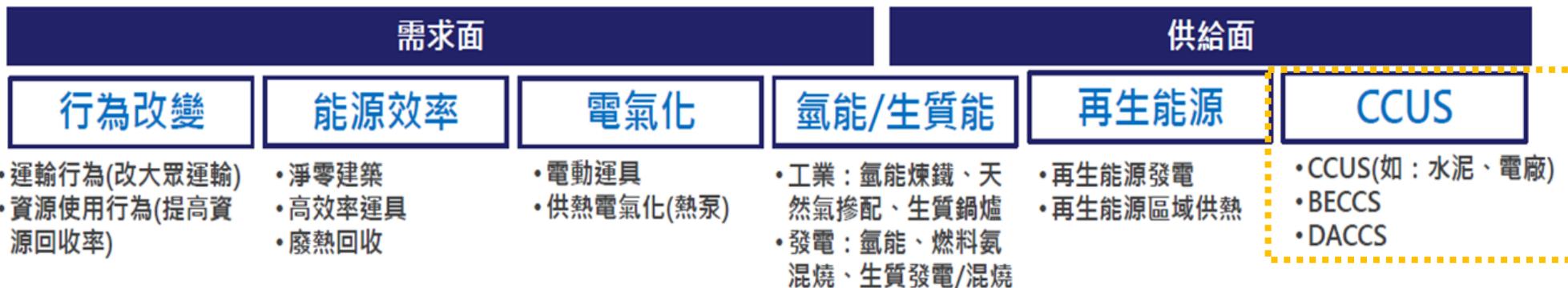
CCUS

- 一、全球CCUS技術應用概況
- 二、臺灣CCUS現況與展望
- 三、工研院CCUS發展現況



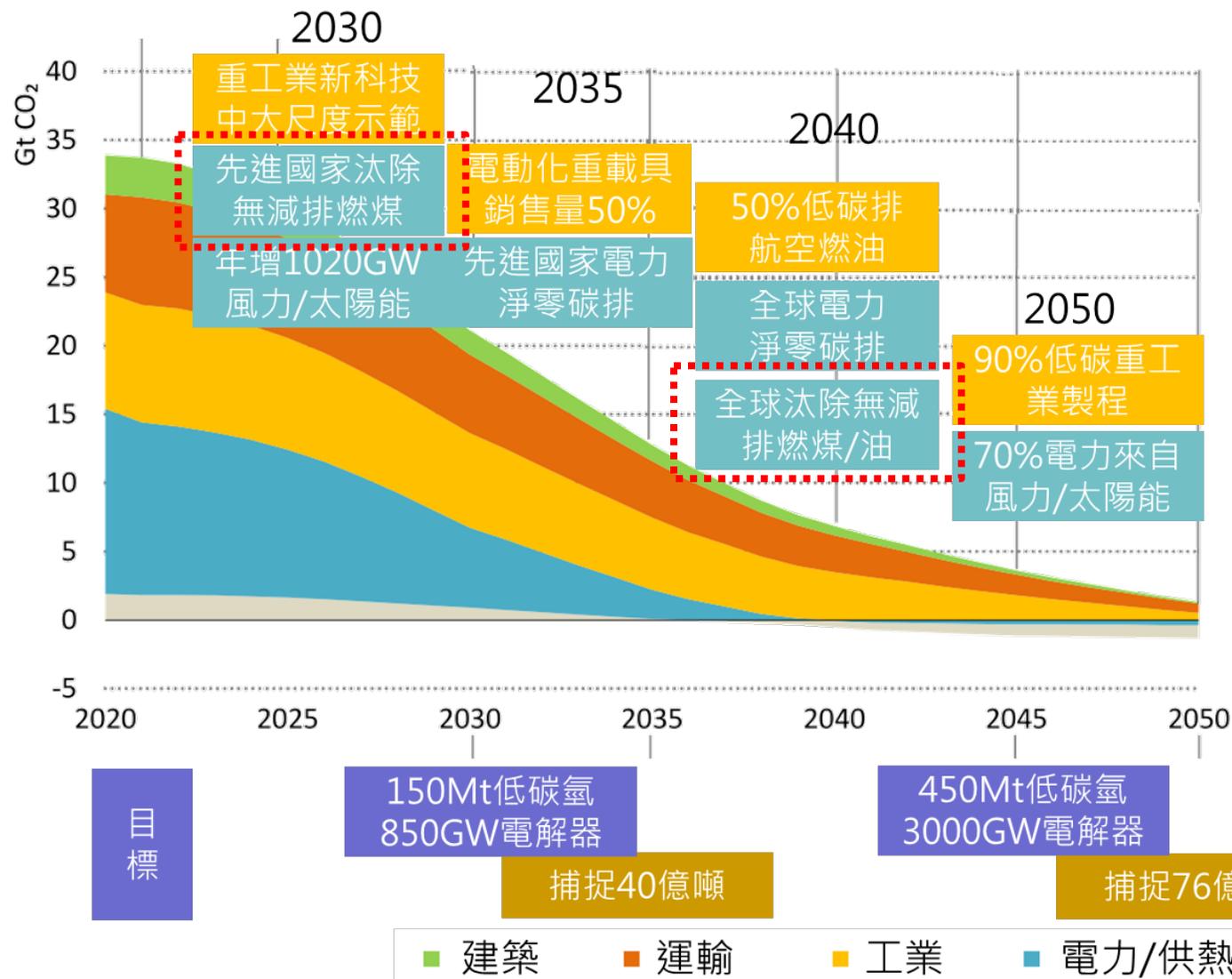
一、2050年國際淨零趨勢(1/2)

IEA「全球能源部門2050年淨零排放路徑」淨零情境關鍵策略選項：



一、2050年國際淨零趨勢(2/2)

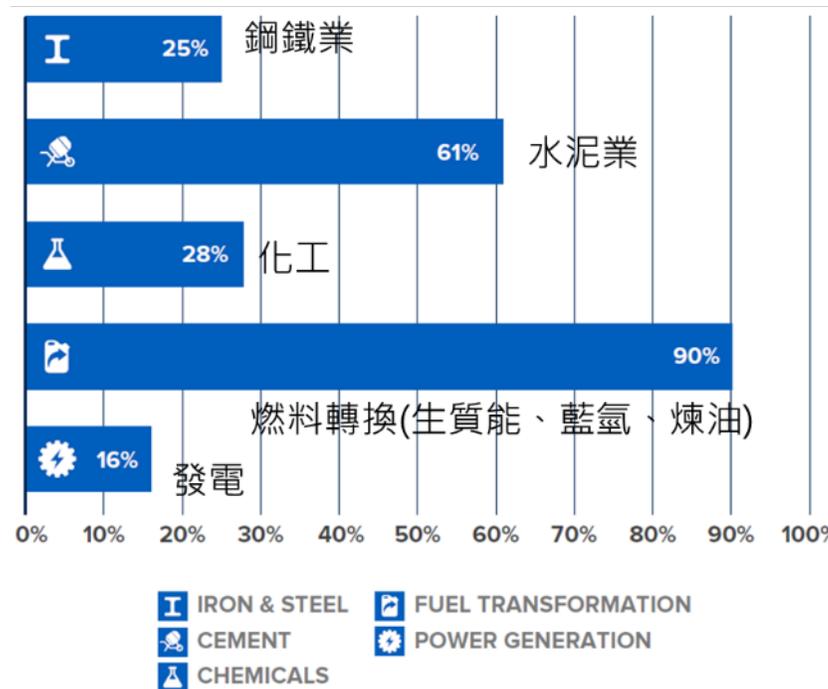
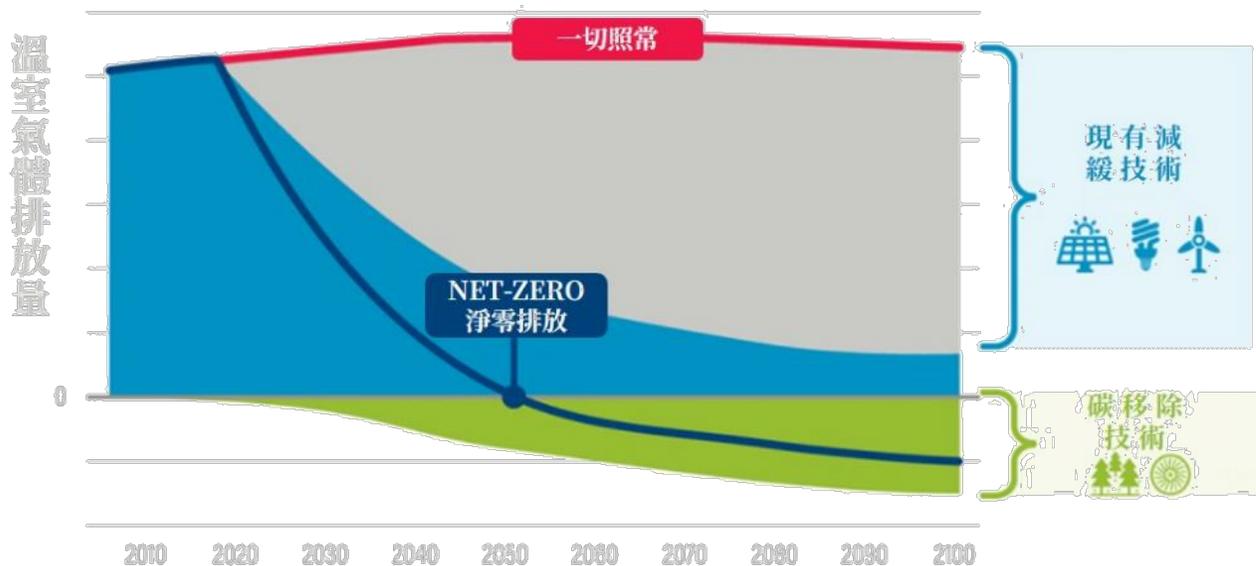
CCUS為未來減碳重要選項



一、CCUS對於淨零排放的定位

■ CCUS為二氧化碳減排關鍵選項

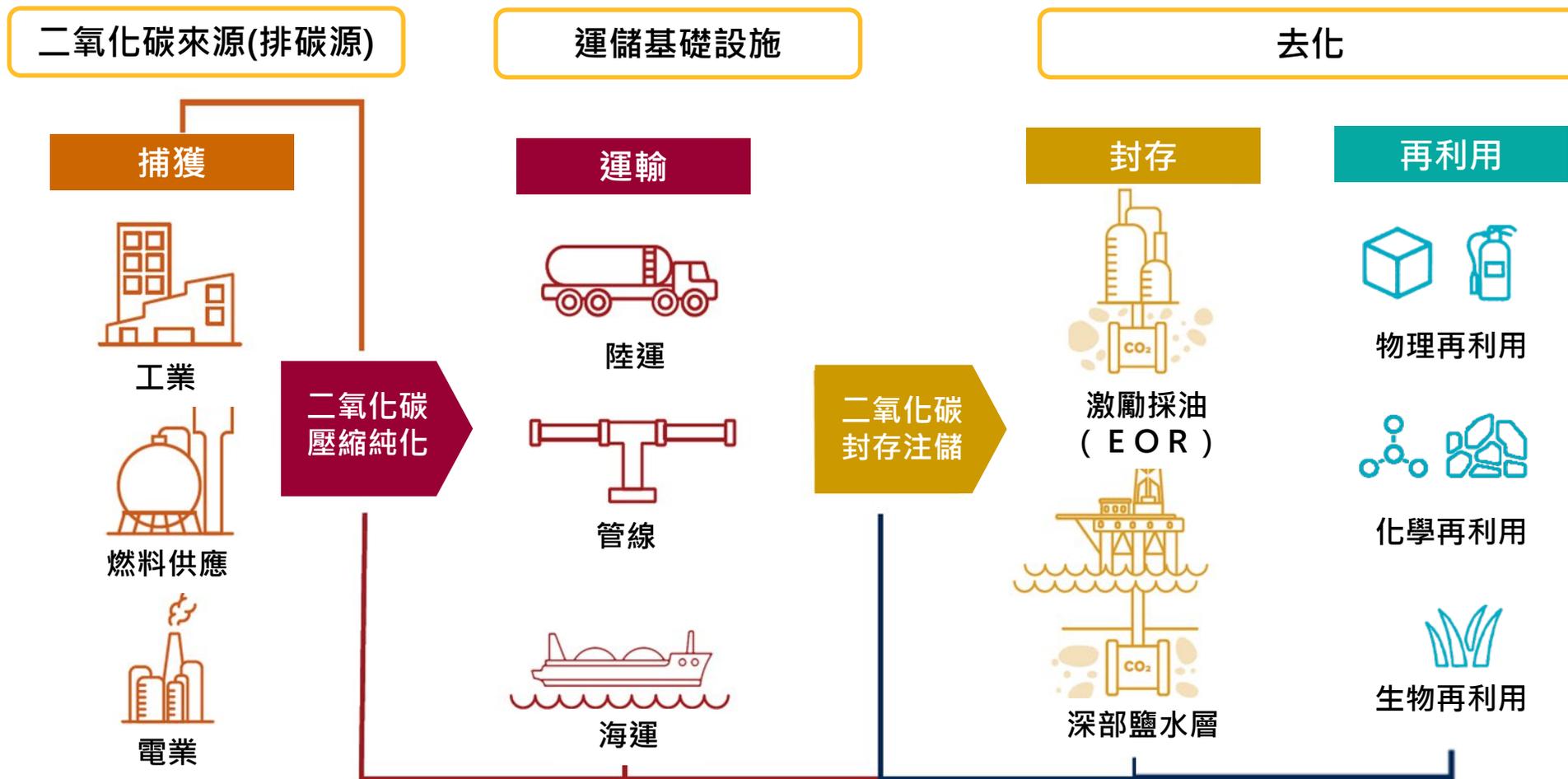
- 電力：火力機組搭配碳捕存技術提供低碳可調度電力
- 工業：高溫製程須使用化石能源，碳捕存為降低製程排放相對低成本之技術
- 抵銷：若有部門無法達成零碳目標，須以負碳排碳捕存技術做抵銷



IEA (2020), *CCUS in Clean Energy Transitions*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions>

一、碳捕存再利用範疇

- 自電廠、工廠與燃料供應製程中分離CO₂
- 透過陸海運、管線運至封存場址進行**激勵採油**、**地質封存**，或提供**再利用**

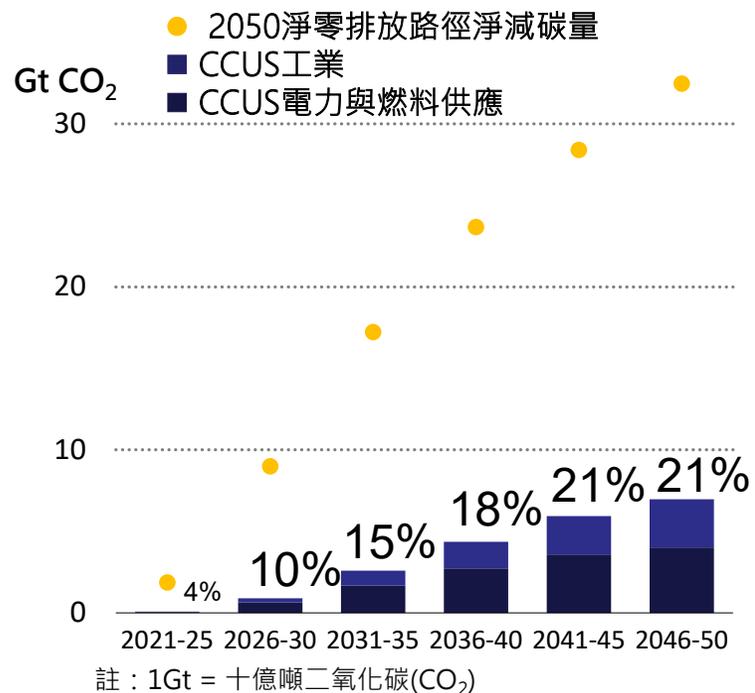


資料來源：全球碳捕存研究院GCCSI(2021)

一、國際CCUS成長趨勢

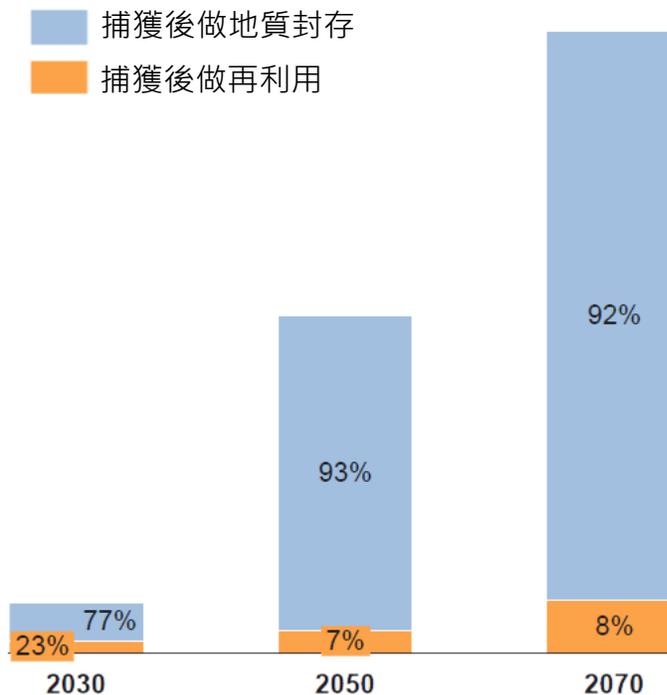
- CO₂捕獲：預估至2030年，全球每年須捕獲 **17 億噸CO₂**；
2050 年成長至每年 **76 億噸CO₂**，約佔總淨減碳量之 **21 %**。
- 地質封存：捕獲CO₂約 **92%**須作永久**地質封存**，其餘 **8 %**進行再利用。

國際能源總署
2050淨零排放路徑之捕獲需求



資料來源：國際能源總署(2020)

國際能源總署
地質封存與再利用需求



資料來源：國際能源總署(2020)

一、全球CCUS發展趨勢與展望

	2025	2030	2040	2050
	碳捕存大型示範		碳捕存商業化佈署 + 碳移除	
捕 捉	既存 燃煤 電廠及 工業 碳捕捉為主(TRL7~9)* 化學吸收法為主流， 固體 吸附、 薄膜 具前景		長期由 燃煤 轉向 燃氣CCS ， 化學 吸收為重點， 固體 吸附及 薄膜 技術具機會， 水泥 、 鋼鐵 、 石化 業裝設CCS技術需求高	
封 存	鹽水層 及 EOR 封存已成熟(TRL9~11)* 碳封存 大型計畫 推動(5百萬至5千萬噸/年)		朝離岸大型 封存Hub 發展 長期 監測 與 評估 技術發展需求	
利 用	CO ₂ 製成 建材 (TRL9)* CO ₂ 製成 化學品 及 合成燃料 (TRL5~7)*		2050年 再利用 佔整體去化量之 8%* CO ₂ 成為 化工原料 ，或製成 合成燃料 供給必要行業(如航空業)	
移 除	生質物 共燒/專燒 大型示範 直接空氣捕捉(DAC) 及 BECCS 小型先導試驗		BECCS 增加， 抵銷 其他部門排放 直接空氣捕捉 重要性漸增	

美國 Petra Nova
(化學吸收-140萬噸/年)

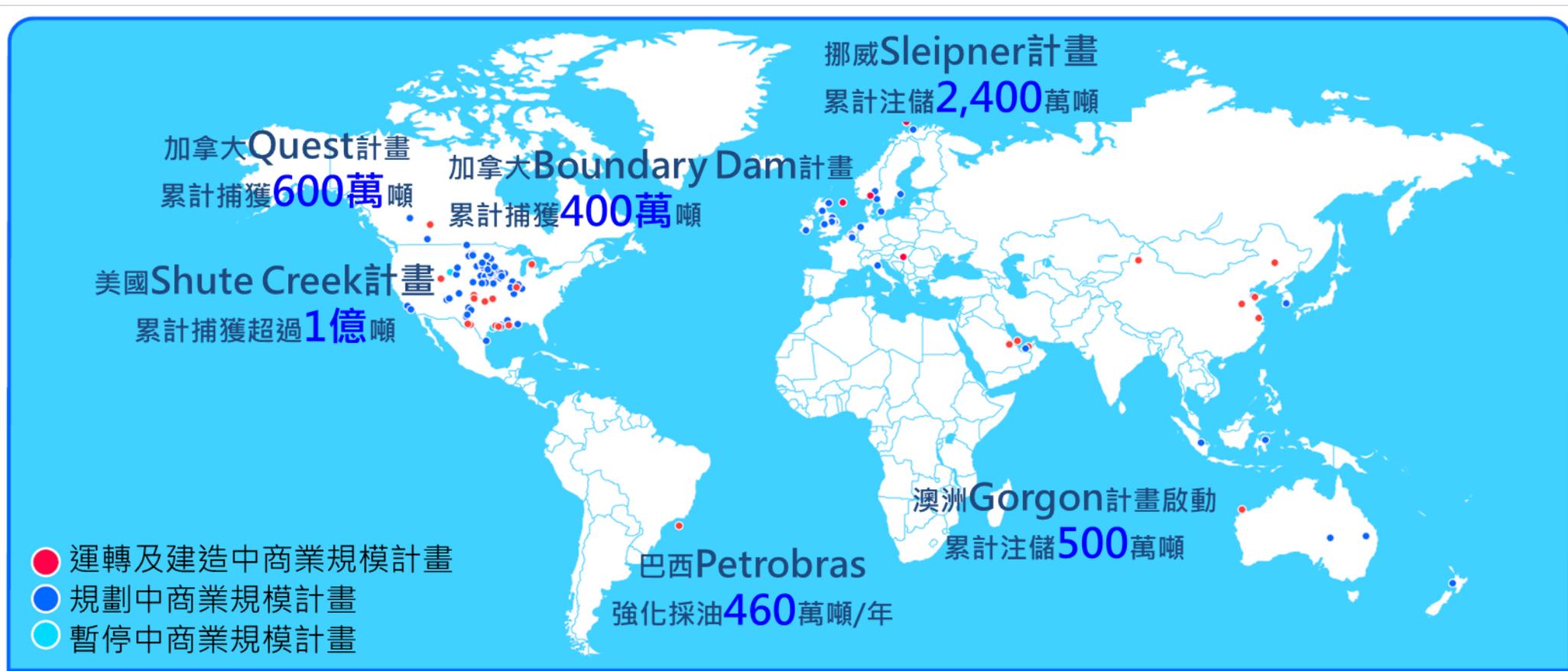


加拿大 Svante
(固體吸附 - 1萬噸/年)



一、全球CCUS技術應用概況 - 商業規模計畫

每年捕獲與儲存3,660萬噸二氧化碳



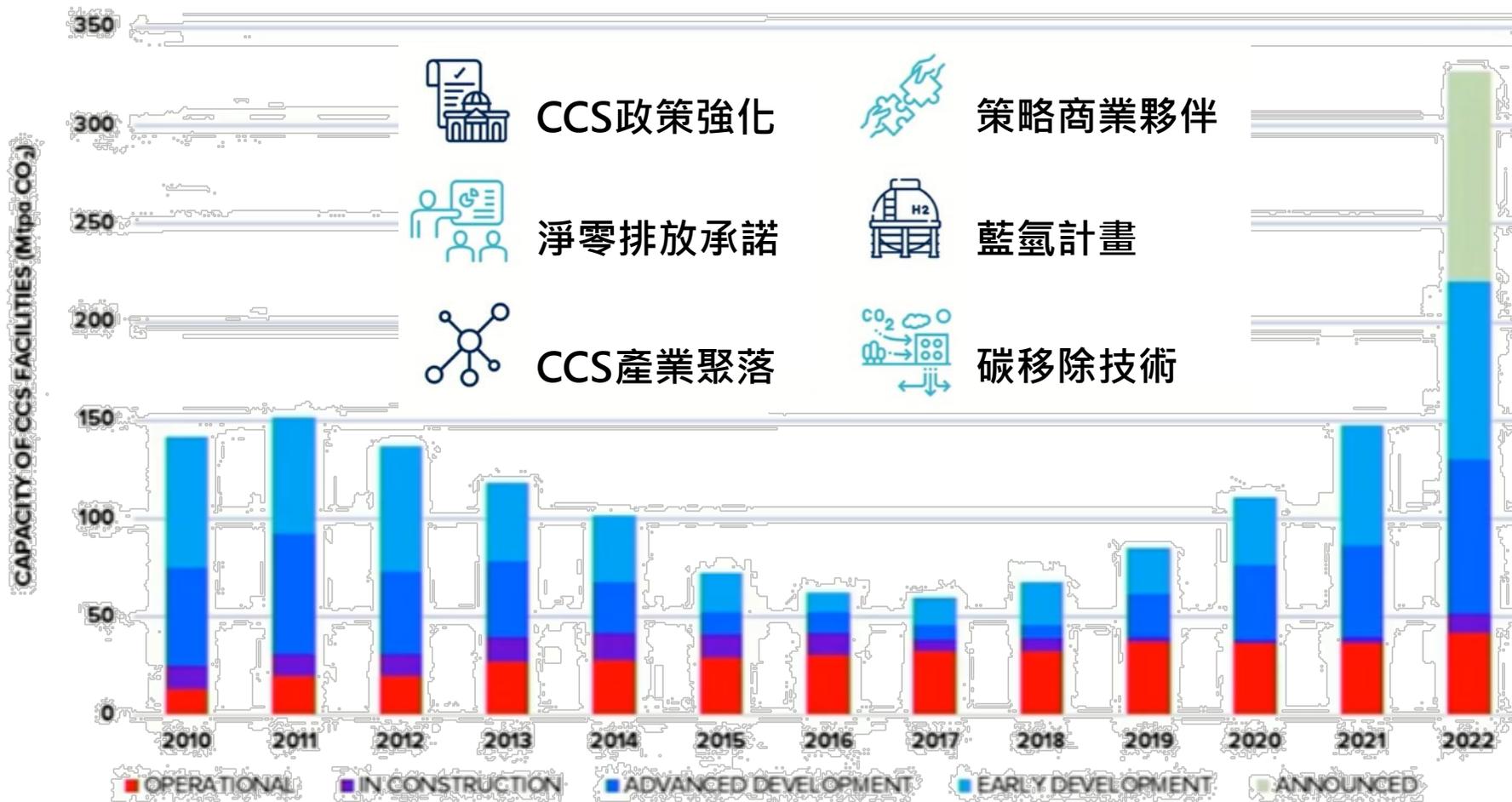
GCCSI Global Status of CCS 2021

▣ 預估到2040年，全球需要超過2,000個大型CCS計畫

<https://co2re.co/FacilityData>

一、CCUS計畫的消長與動能

淨零碳排熱潮及各國政策的支持，引導2022年的成長



GCCSI (2022)

一、全球CCUS技術應用概況 - 商業規模計畫

加拿大 Boundary Dam

Boundary Dam CCS Facility in Saskatchewan

捕獲技術：Shell Cansolv 化學吸收法
捕獲規模：150MW
捕獲率：90%
計畫經費：15億加幣

2014年底啟動，每年最多可捕捉**1百萬噸**
2021年累計捕捉超過**4百萬噸**(化學吸收法)
二氧化碳用於**激勵採油(EOR)**

燃煤電廠**首座**大規模碳捕集封存示範廠

<https://www.saskpower.com/Our-Power-Future/Infrastructure-Projects/Carbon-Capture-and-Storage/Boundary-Dam-Carbon-Capture-Project>

一、全球CCUS技術應用概況 - 商業規模計畫

2017年啟動

每年可捕捉**140萬**噸(化學吸收法)

捕集二氧化碳用於激勵採油(EOR)

捕獲技術：MHI KM-CDR 化學吸收法

捕獲規模：240MW

計畫經費：10億美元



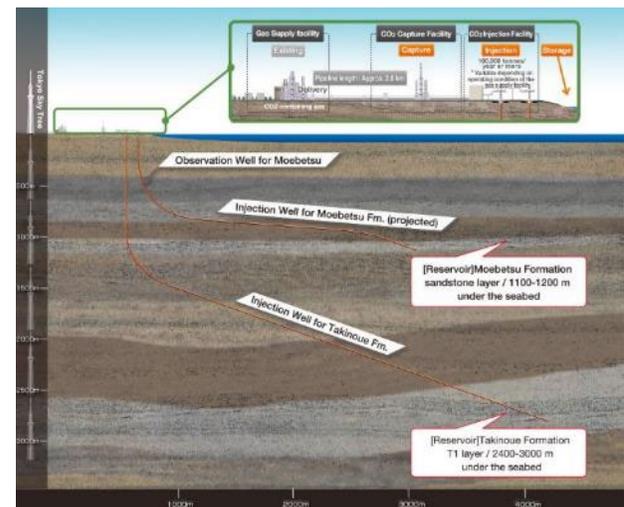
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=33552>

一、全球CCUS技術應用概況 – 日本示範計畫

日本已實證碳捕捉及封存整合可行性

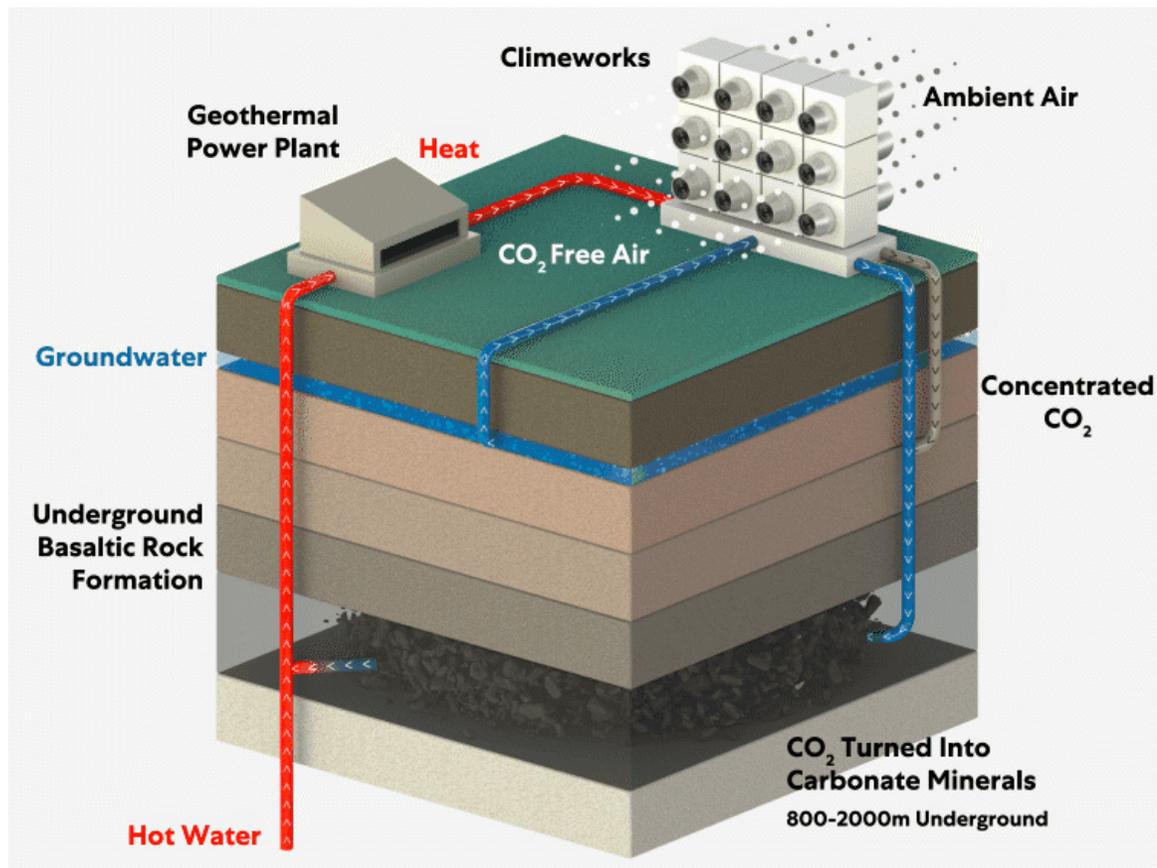


- **日本CCS株式會社** 在北海道苫小牧地區進行CCS示範計畫
- 從煉油廠將CO₂分離，注入濱海深層地下鹽水層
- 2016年起共封存**30萬噸CO₂**
- 封存場址可**承受強震而無洩漏**



https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3812038

一、全球CCUS技術應用概況 – 冰島DACCS先導計畫



- 再生能源電力提供直接空氣捕捉(DAC)
- 二氧化碳溶於地熱回注水，於地下與玄武岩反應形成礦物

<https://www.climeworks.com/>

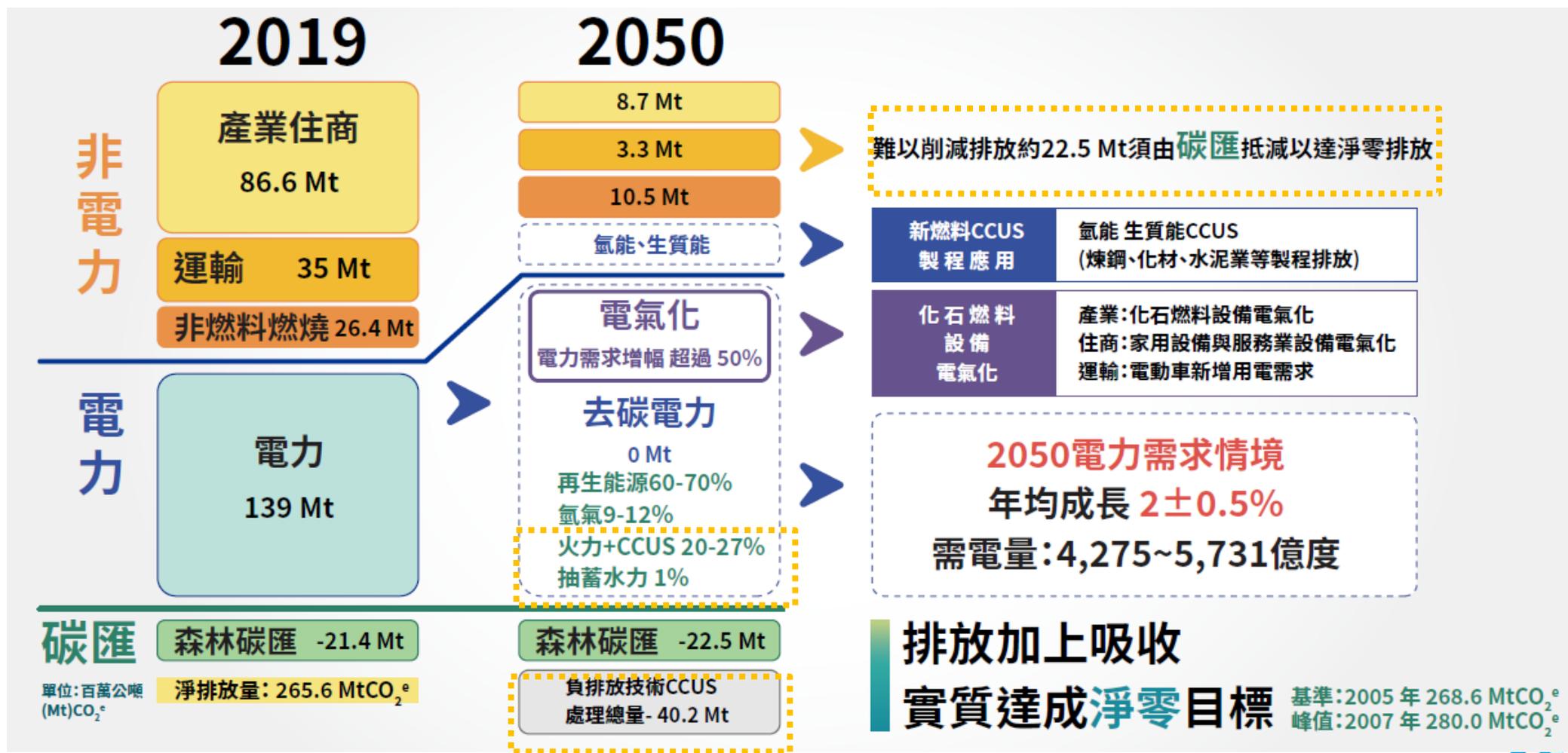
CCUS

- 一、全球CCUS技術應用概況
- 二、臺灣CCUS現況與展望
- 三、工研院CCUS發展現況



二、CCUS為我國發展淨零排放的重要選項

- 火力機組搭配二氧化碳捕捉、再利用及封存，建構零碳電力系統
- CCUS負碳排技術處理總量預期達40.2百萬公噸



二、臺灣碳捕存再利用(CCUS)應用現況

1

能源部門



國營事業投入CCUS相關**研究**及**場域驗證**，進行初期**小量試驗**

投入現況

- 台電公司：臺中火力發電廠建立**減碳技術園區**，評估**深部鹽水層封存**可行性
- 中油公司：規劃、評估及建置**碳捕捉與轉化**試驗系統，評估與篩選合適**碳封存場址**

2

化學產業



已有**再利用商業模式**，並已建立**捕捉先導廠**

投入現況

- 長春石化：將鄰近工廠製程高濃度CO₂轉為CO，與甲醇合成**醋酸**，年產能80萬噸
- 台塑：於仁武廠汽電共生廠建立**碳捕捉先導廠**，CO₂捕捉量約30噸/年(醋酸鉀捕捉劑)

3

鋼鐵/水泥產業



鋼鐵與石化產業推動**鋼化聯產**，**水泥業**已建立**鈣迴路**先導廠

投入現況

- 中鋼：與工研院合作，將建立**鋼化聯產**實驗先導線，估計年捕捉量約4,900噸
- 台泥：與能源局、工研院合作建置**鈣迴路**CO₂捕捉先導廠，CO₂供微藻養殖轉製**蝦紅素**

二、臺灣碳捕捉再利用重要案例

台電



- 臺中電廠減碳園區
- 二氧化碳捕捉(14t/年)
 - 化學吸收/物理吸附
- 二氧化碳再利用
 - 二氧化碳再利用轉為甲醇
- 下階段放大
 - 2023年放大為 2,000t/年

長春石化



- 長春石化麥寮廠
 - 將大連化工(醋酸乙烯廠、丙醇廠)及南亞廠(乙二醇廠)製程高濃度CO₂轉為CO，再與甲醇合成醋酸
 - 年產能80萬噸，每年可去化16萬噸CO₂
- 高雄大發廠CO₂捕捉
 - 捕獲量100kg/天
 - 與清大合作建立碳捕捉試驗廠
 - 大連化工廠回收CO₂製成電子級CO₂

成功大學/台塑



- 仁武廠汽電共生廠
 - 化學吸收(醋酸鉀)法每年捕捉20~30噸
 - 鎳基觸媒轉換CO₂成為甲烷，產量約10噸/年
 - 規劃建立每年捕捉5百噸級CO₂與轉化為乙/丙烷設施

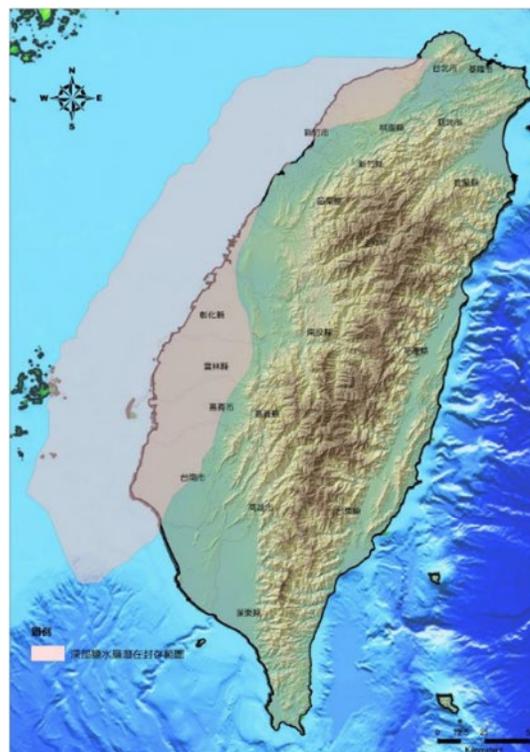
台泥



- 台泥和平廠
 - 500kW_t鈣迴路先導廠(0.38噸/時)
 - 二氧化碳再利用
 - 微藻養殖轉製高值化蝦紅素
 - 下階段放大
 - 2030年純氧煅燒系統(10萬噸/年)

二、臺灣碳封存潛能及研究現況

- 陸域封閉構造(含枯竭油氣田及附近鹽水層)：封存潛能**28億噸**
- 臺灣平原區、濱海及海域深部鹽水層：封存潛能**459億噸**



台灣中油公司：

- 2010年起進行**舊氣田碳封存**研究，完成**永和山氣田**增產可行性評估、環境背景監測及地面設備測試等
- 2022年啟動三年期研究計畫，將評估與篩選合適之**碳封存場址**及發展**監測技術**
- 規劃利用**儲油氣構造**之**鹽水層**進行試驗

台灣電力公司：

- 2013年完成**彰濱3公里深地質探勘井**，評估臺灣海峽東緣之臺西盆地，深部鹽水層具有封存二氧化碳之潛力
- 正規劃進行**碳捕捉及鹽水層封存**試驗

■ 陸域封閉構造(枯竭油氣田及附近鹽水層)

■ 平原區、濱海及海域深部鹽水層

資料來源：臺灣二氧化碳地質封存地圖集 (2014)

CCUS

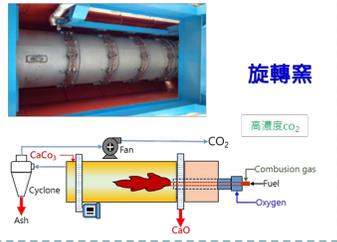
- 一、全球CCUS技術應用概況
- 二、臺灣CCUS現況與展望
- 三、工研院CCUS發展現況



三、工研院碳捕捉再利用技術

CO₂捕獲技術

燃燒後捕獲技術為主



■ 鈣基捕獲純氧鍛燒技術

高溫捕獲技術，利用純氧鍛燒石灰石產出CaO，直接提濃煙氣中CO₂。應用產業:針對排製程打造水泥、鋼鐵、玻璃等高溫高碳減碳方案。



■ 固態胺碳捕捉技術

煙道氣與DAC捕獲技術，應用於低濃度CO₂(<5%)碳捕捉情境，例如燃氣發電廠、燃氣鍋爐和VOC熱分解爐尾氣。

CO₂再利用技術



■ 碳酸化固碳技術

富鈣物質與煙道氣CO₂為原料，由加速碳酸化反應製得碳酸鈣。可應用至下列各種製造產業：

- ✓ 填料 (13 – 30 μm)，如造紙、塑膠、橡膠業等
- ✓ 塗料或顏料級產品 (2 μm含量60% – 95%)
- ✓ 低碳建材(混凝土添加劑)

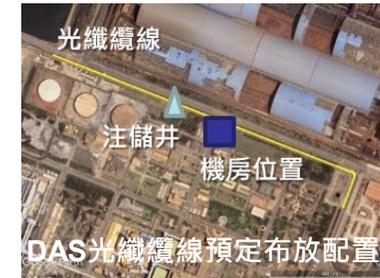


■ 微藻固碳及加值化技術

以CO₂為碳源養殖微藻，完整微藻養殖、採收及萃取技術開發。創新微藻生長調控技術，提升藻類養殖速度與蝦紅素產率。

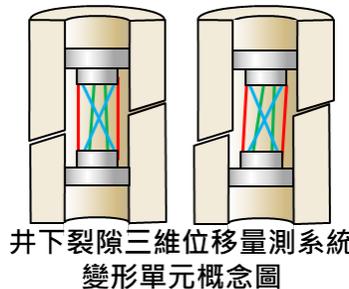
CO₂封存技術

- 監測技術發展
- 分布式光學感測現地應用技術
配合場址布設地面與井下光纖，進行分布式聲學感測(DAS)實場測試



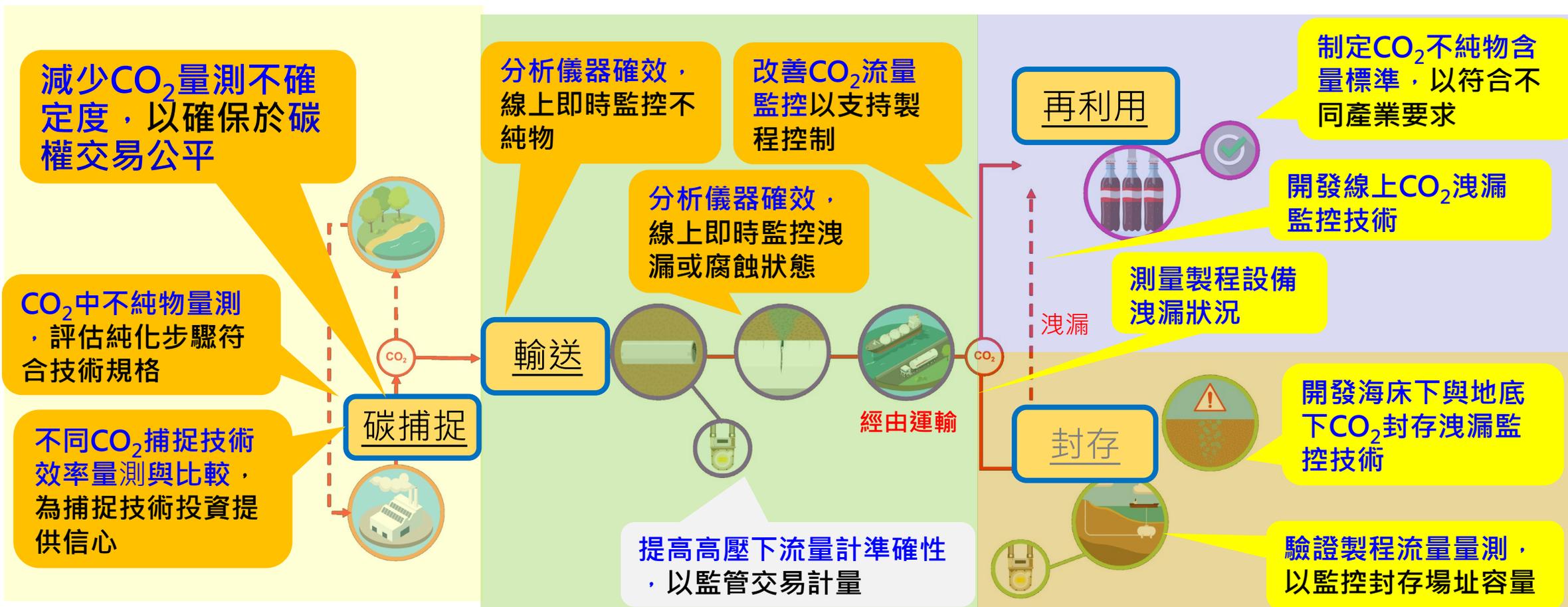
□ 井下監測系統評估與分析

量測裂隙之水力力學行為與現地場址之大地應力場提供注儲壓力控制、場址洩漏、震動風險評估重要參數



三、CCUS量測技術需求與挑戰

- 須碳捕存流量量測以確保碳權交易公平、捕捉效率、洩漏監控應用。
- 須CO₂不純物含量標準及驗證以確保純化及再利用符合不同產業要求。



感謝聆聽，敬請指導

