

財團法人台灣綜合研究院30週年慶 TRI高峰論壇-「淨零與低碳研討會」

「負碳技術發展趨勢與相關配套措施」及 「中鋼碳中和路徑規劃」

元智大學特聘教授 林錕松博士

2024.3.19

簡報大綱

壹

主題三：負碳技術發展趨勢與相關配套措施

貳

主題四：中鋼碳中和路徑規劃

參

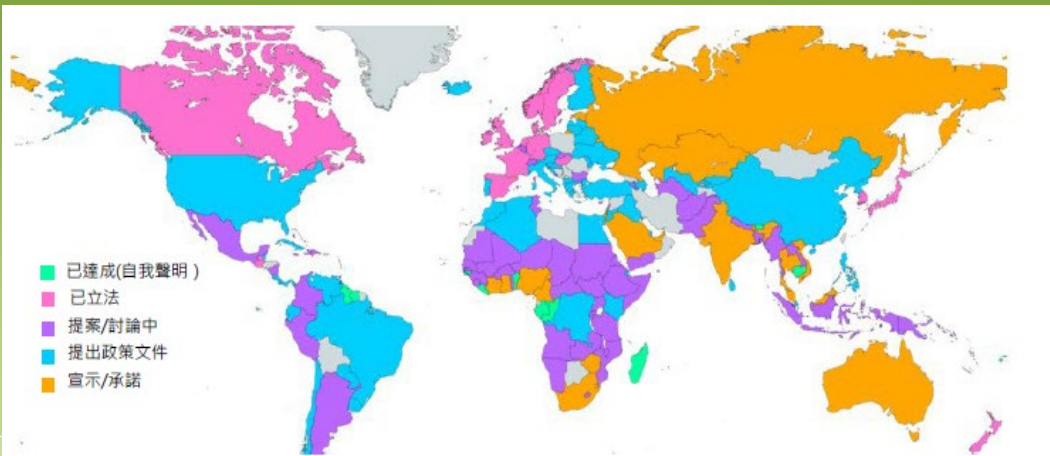
結論與未來願景



主題三：負碳技術發展趨勢與相關配套措施

追求「淨零碳排」為全球目標

為因應全球氣候變遷並致力於環境保護，目前已經超過**136**個國家宣示或規劃於2050年達到淨零碳排(如右圖)。盤點全球政府與企業推動的淨零碳排策略，主要為**五大策略方向**，包括推動**能源轉型**(零碳能源、替代能源)、創新**去碳技術**(二氧化碳捕捉和利用)、**提升能源效率**、**優化供應鏈**管理、**低碳消費**模式。其中在**提升能源效率**方面，更積極投入**零/低碳生產與製程**、推動**循環經濟**(廢棄物資源化)、發展**先進材料**及**先進製程**符合永續發展指標。



截至2023年12月，已有136個國家宣示或規劃淨零碳排目標與時程，涵蓋**全球90%GDP與88%排放量**。

資料來源：Energy and Climate Intelligence Unit，網址：<https://eciu.net/netzerotracker>。

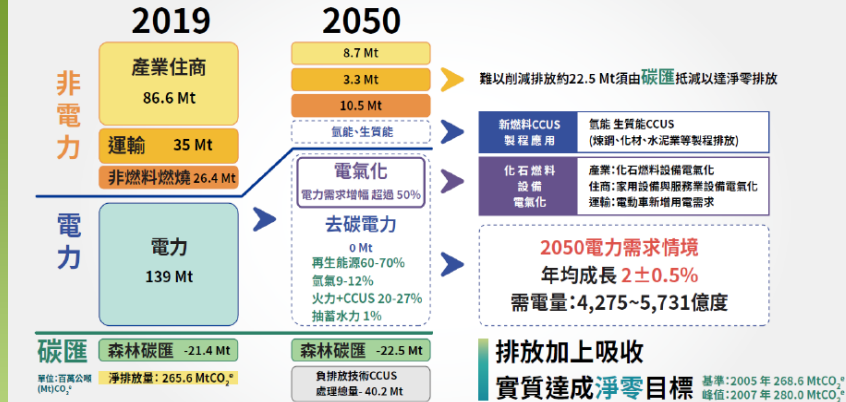


2050 台灣淨零排放規劃

在台灣方面，國發會已於 111 公告「**臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明**」，公布**2050 淨零碳排路徑規劃**及其里程碑，並規劃「**淨零轉型之十二項關鍵戰略**」將就能源、產業、生活轉型政策預期增長的**12個重要領域**制定行動計畫，因應未來國際協議與我國設定之淨零目標願景。

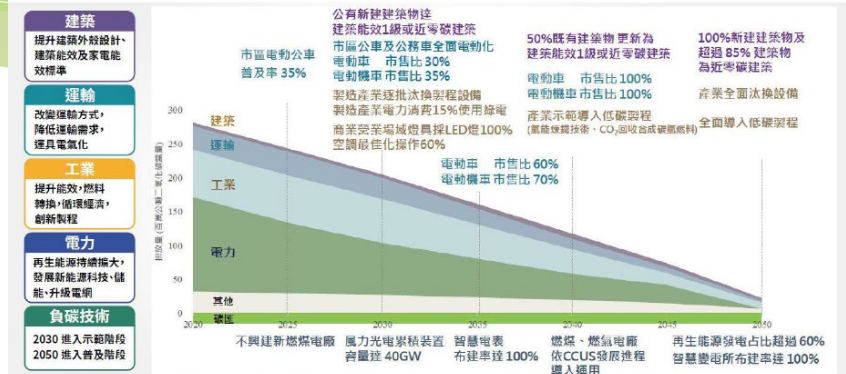


2050 淨零排放規劃



2050 淨零路徑規劃

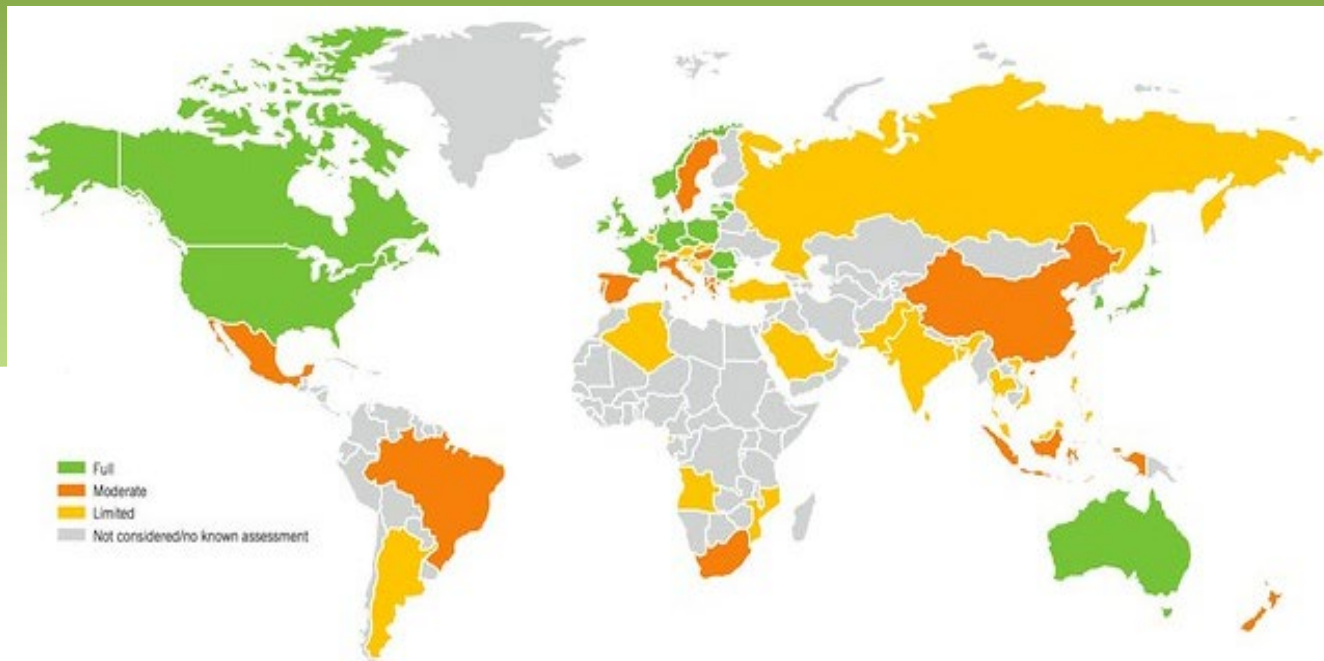
階段里程碑



資料來源：國發會，臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明(2022)。

負碳技術-碳捕獲與封存(CCS)

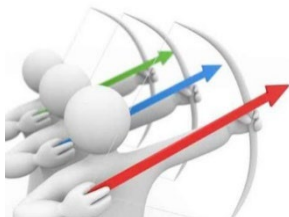
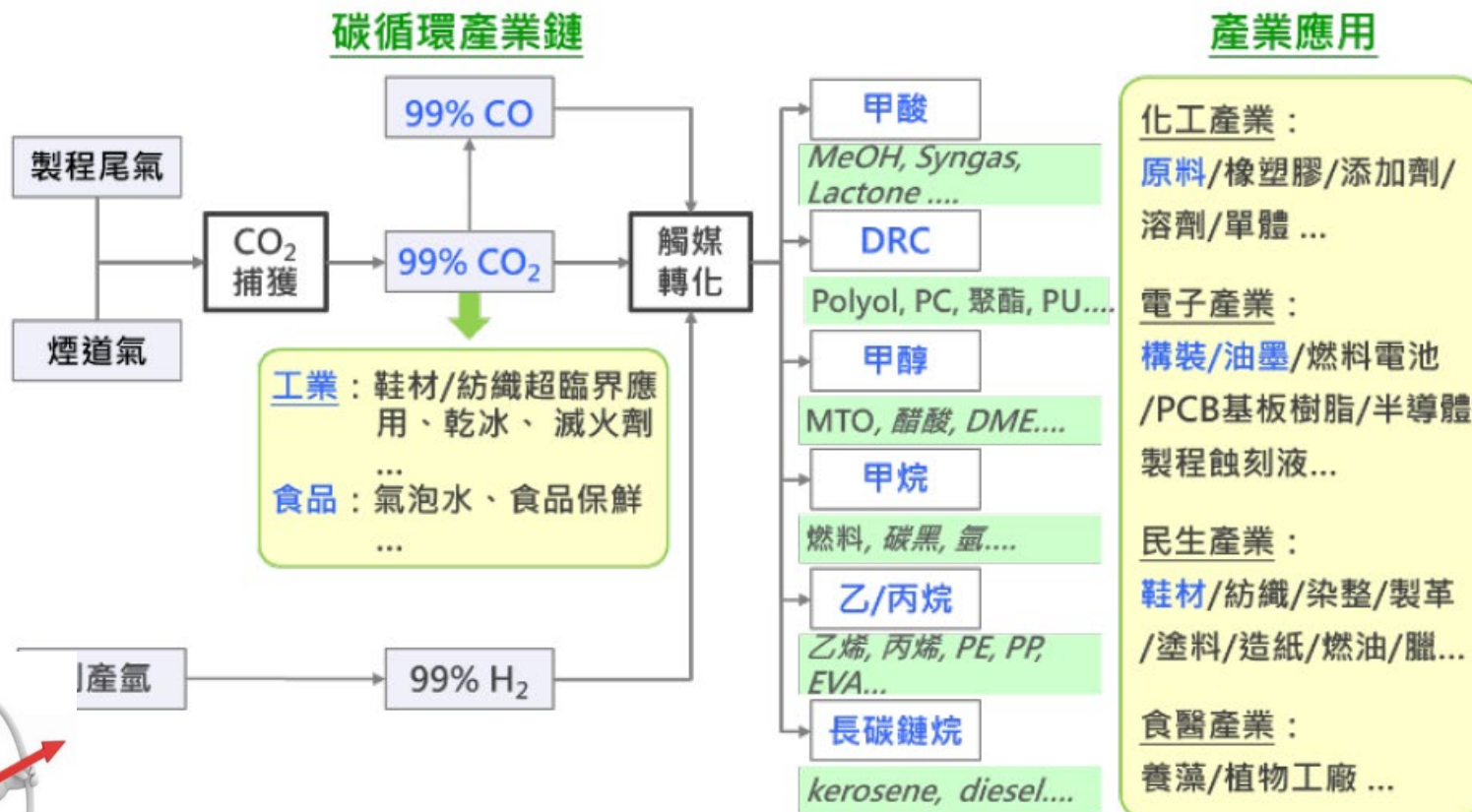
因為發展CCS需就近尋找合適的地質，但台灣的地理環境卻被**全球碳捕獲與封存研究院 (Global CCS Institute)** 評為「**受限**」(黃色)發展CCS會受限。



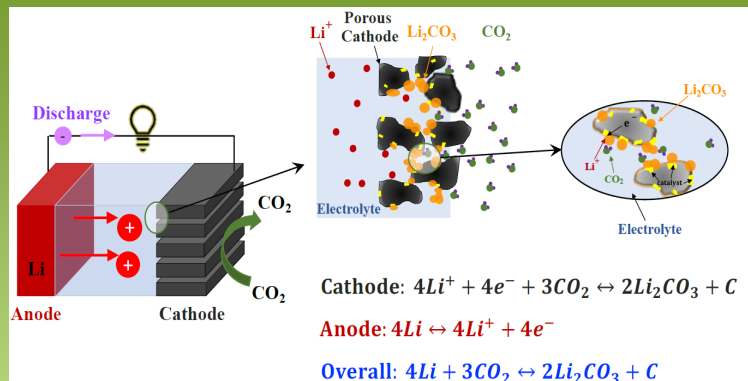
Geography coverage storage resources assesement (Global CCS Institute)



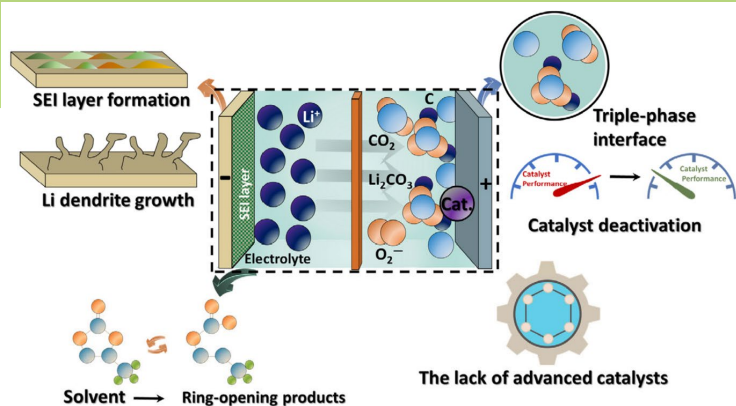
負碳技術-碳捕獲與封存/再利用(CCUS)-觸媒轉化



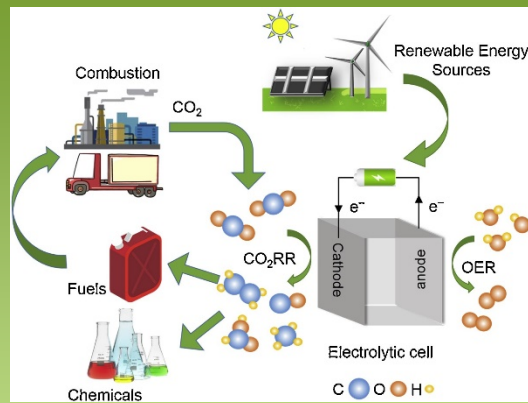
負碳技術-碳捕獲與封存/再利用(CCUS)-新技術(1/2)



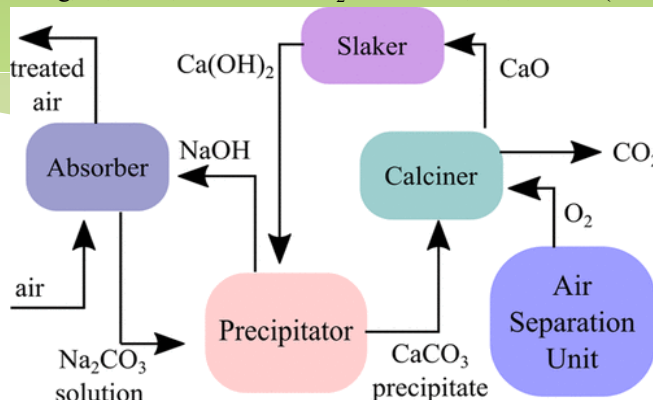
鋰-二氧化碳電池結構圖及相關反應示意圖



金屬-二氧化碳儲能電池目前需克服的問題(Zhang et al., Nano Research Energy. 1, 9120001 (2022)).目前大多能循環充放電超 **>100次**以上, 仍然**遠不及一般的鋰離子電池**。



Liang, S., et al., Journal of CO₂ Utilization, 35, 90-105 (2020).

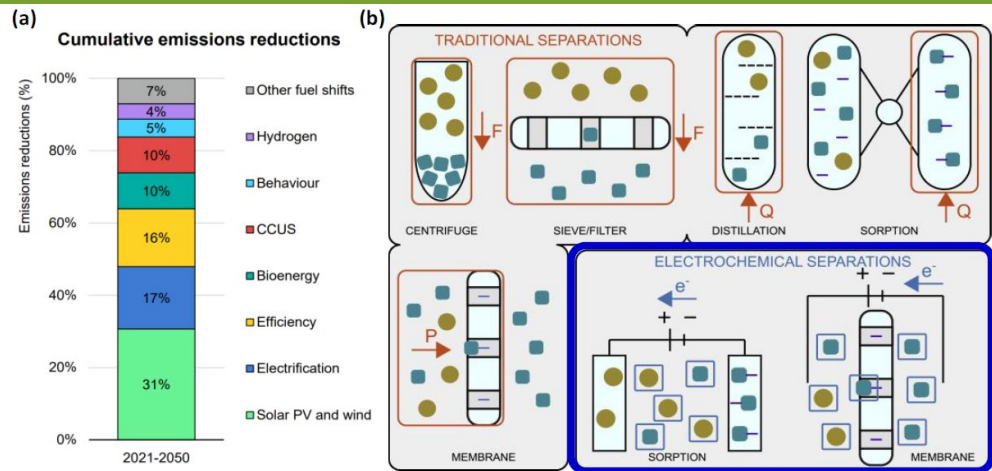


Sanz-Perez et al., Chem. Rev., 116, 11840-11876 (2016).

缺點：高濃度NaOH 溶液會變得較黏稠和更具侵蝕性，設置操作系統也更加困難。碳酸鹽法對CO₂的選擇性較差，仍需改善緩慢的反應和質傳速率。此外，逆反應高溫加熱方式很難再生，再生成本高。



負碳技術-碳捕獲與封存/再利用(CCUS)-新技術(2/2)

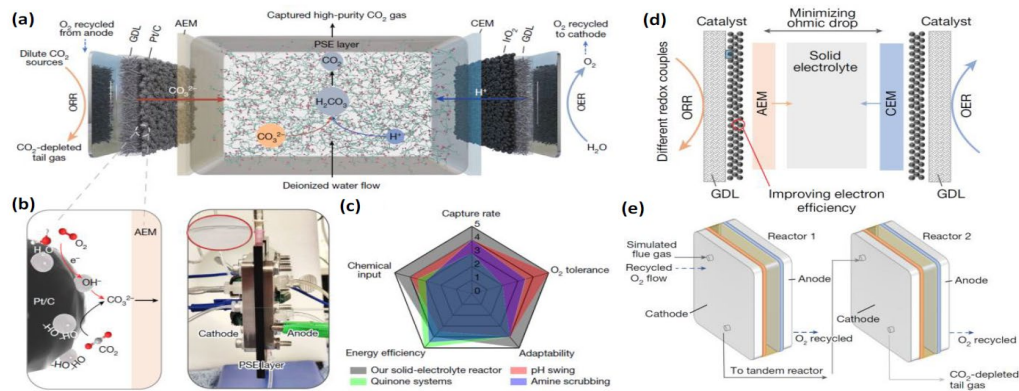


國際能源總署(IEA, Energy Technology Perspectives 2023)分析至2050年各關鍵技術對於累積溫室氣體減量貢獻比例；(右)傳統分離技術(紅色部分)與以電驅動分離技術(藍色部分G. A. Mutch, Cell Reports Physical Science, 2022, 3, 100844)比較。



優缺點：

- 1.電氣化約占17%，排名第二，僅次於太陽能/風能（貢獻約占31%）。
- 2.以**固態電解質**進行CO₂捕捉與再生，其達到之CO₂捕捉效率為目前文獻中使用電化學為基礎**捕捉CO₂中最高**。
- 3.無需使用**化學品**做吸收媒介，CO₂捕捉效率可達**98%以上**，捕捉速率約**86.7 kg-CO₂/day/m²**（相當於0.137 mmol-CO₂/min/cm²），法拉第效率大於90%，程序捕碳能耗約為**150 kJ/mol-CO₂**。
- 4.目前尚在**研發測試**階段，且其**材料成本高及操作難度也高**。



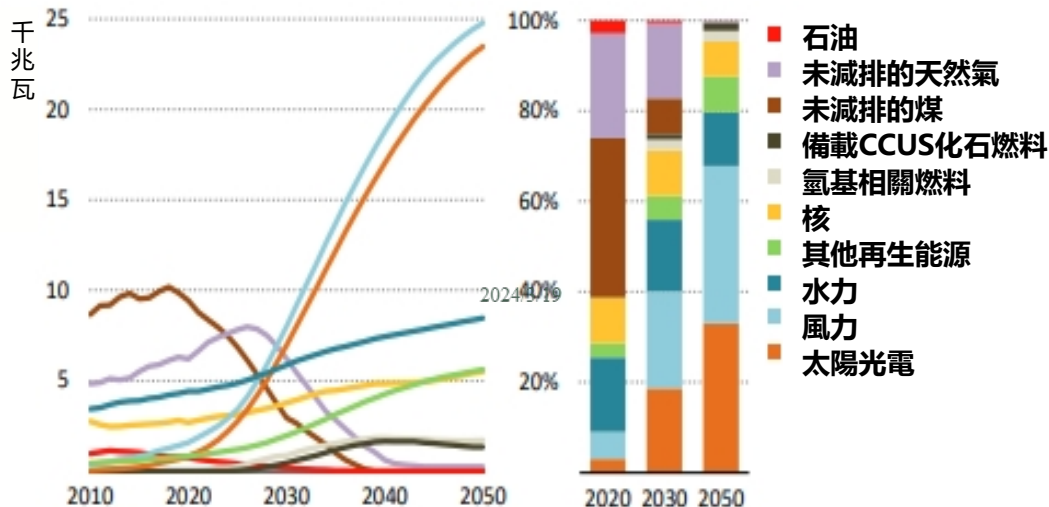
使用固態電解質進行二氧化碳捕捉與再生示意圖(P. Zhu et al., Nat., 2023, 618, 959-966 (2023)).



IEA淨零情景之能源結構

國際能源署IEA提出之淨零路徑

1. 太陽能 and 風能大幅增長，再生能源占比於2030年需達61%。
2. 2050年使用化石燃料者需備載CCUS，其餘包括核能及氫基相關燃料(氫能/氨能)。



2050年再生能源占比需達88%，核能占比約為7%。

全球暖化情形日益嚴重，設立具科學根據之減碳目標對各大企業而言，為邁向永續發展的第一步。有鑑於此，**碳揭露專案 (Carbon Disclosure Project, CDP)**、**聯合國全球盟約 (UN Global Compact)**、**世界資源研究所 (World Resources Institute)** 及 **世界自然基金會 (World Wildlife Fund)** 共同提出**科學基礎減量目標倡議 (Science Based Target initiative, SBTi)**，提供工具協助企業將其減碳目標與氣候科學結合，以強化企業減碳信心。

資料來源：經濟部國際貿易署，112/10/12，歐盟CBAM過渡期說明會(台灣綜合研究院李宜螢 副所長整理與提供)。

國內外要求推動企業落實減碳



國際倡議與法規要求

- RE100(承諾100%使用再生能源)^{註1}
- 科學基礎減碳目標倡議(SBTi)^{註2}
- 氣候相關財務揭露(TCFD)^{註3}
- 氣候變遷因應法/碳費正式上路

國際供應鏈要求

- Apple
- Microsoft
- Nike
- Adidas

歐盟

碳邊境調整機制 (CBAM)

註1：RE100(承諾100%使用再生能源)以實現綠色供應鏈，減緩氣候變遷衝擊。加入成員須公開承諾在2020至2050年間達成100%使用綠電的時程，並逐年提出規劃。

註2：科學基礎減量目標倡議(Science Based Targets initiative, SBTi)由聯合國全球盟約(UN Global Compact)及碳揭露專案(Carbon Disclosure Project, CDP)共同組成，主要目的是鼓勵全球企業設定具科學基礎的減碳目標，共同實現 2050年升溫不超過1.5度C的願景。

註3：氣候相關財務揭露(Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, TCFD)，要求企業藉由治理、策略、風險管理及訂定指標與目標，達到有效管理氣候變遷之風險與機會，驅使企業投資人及管理者更能聚焦相關議題，提供利害關係人相關且可靠的財務基礎衡量資訊。

資料來源：經濟部國際貿易署，112/10/12，歐盟CBAM過渡期說明會(台灣綜合研究院李宜瑩 副所長整理與提供)。

製造業淨零轉型推動策略

* 經濟部規劃以「先減少排放，再淨零排放」為推動策略，從「**製程改善**」、「**能源轉換**」、「**循環經濟**」等**3大策略11項措施**著手，由國營事業、領頭羊企業帶頭，逐步擴散建構企業減碳能力

2030 年前 最大化導入既有**成熟技術**、並佈局研發**前瞻技術**

3大策略 11項措施

製程改善

- 設備汰舊更新
- 節能(數位化)
- 氫氣技術開發
- 含氟氣體削減

能源轉換

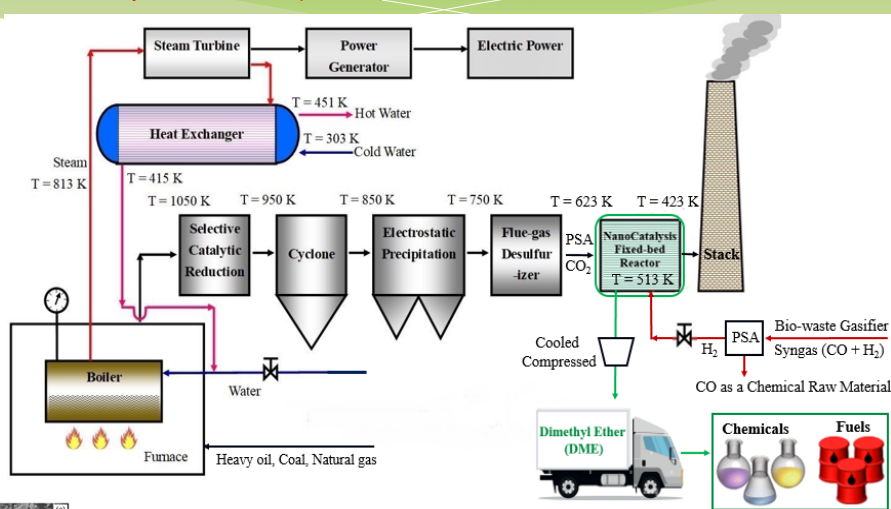
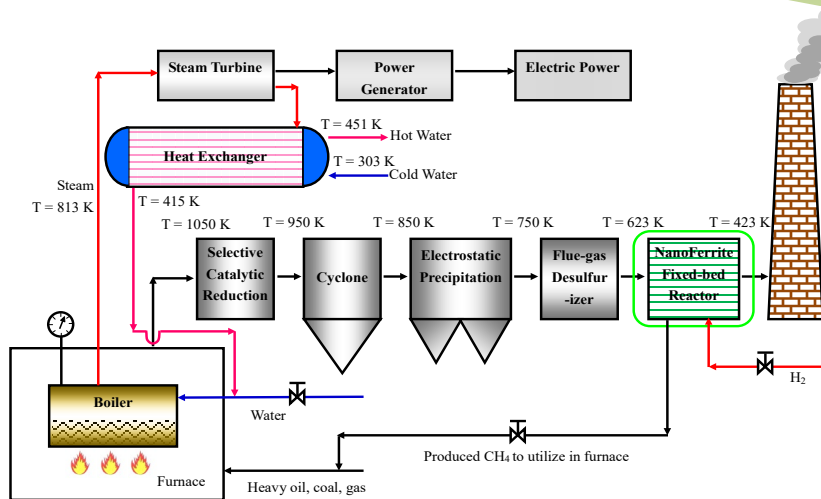
- 擴大使用天然氣
- 擴大使用生質能
- 使用綠電/氫能

循環經濟

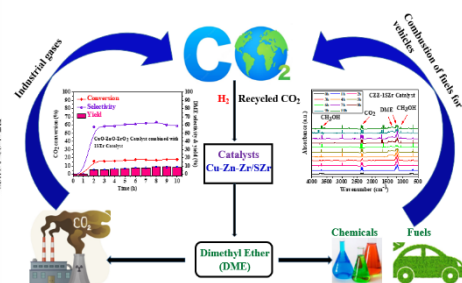
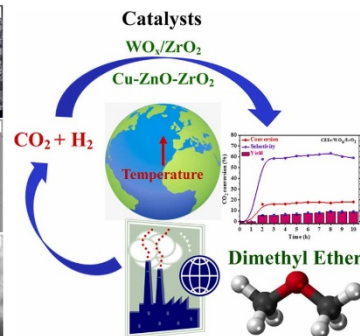
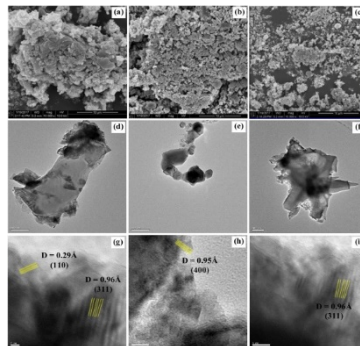
- 原料替代
- 廢棄物衍生燃料
- 能資源整合
- CCU技術



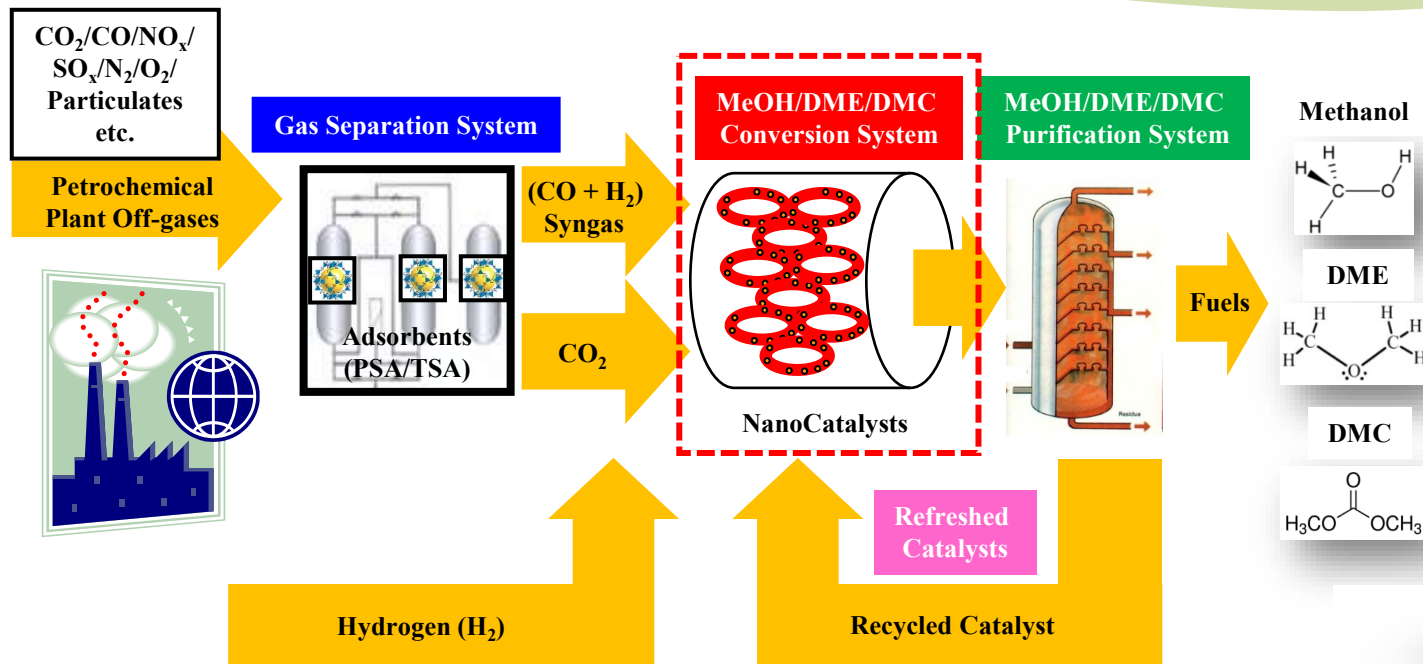
新穎中溫觸媒分解CO₂加氫製成MeOH/CH₄/HCOOH/ DMC/DMC/PC/碳奈米材料技術



High DME selectivity (63.3-70.5%), DME yield (11.7-15.0%), and CO₂ conversion (18.5-21.3%) at 240 °C and 30 bar. Cost/benefit analysis estimates a payback period of **approximately 3.13 or 1.84 years** for a plant design of CO₂ catalytic conversion to **DME** with a capacity of **10- or 20-TPD** production.



連續式CO₂溫室效應氣體應用於工業廠區之再利用技術



Source: 林景崎、林錕松等，「IGFC關鍵材料/製程/零組件及二氧化碳再利用之技術開發」，第二期國家型能源計畫書(計畫編號：MOST 105-3113-E-008-003) (2016).



COP28正式協商結果及締約方間之宣言(1/3)

自**1995**年起，《**聯合國氣候變遷綱要公約**》（**UNFCCC**）簽署國家每年舉行一次締約方會議（**Conference of the Parties, COP**），簡稱**聯合國氣候大會**。在兩週的大會期間，匯聚全球領袖、專家、民間團體、企業，共同找出減緩氣候變遷的方法。目前共有**198**個國家簽署。今年的會議是第28屆，簡稱COP28。今年氣候大會於**2023年11月30日至12月12日在阿拉伯聯合大公國（阿聯）杜拜世博城**舉辦。開發中國家的損失及損害成本將於2030年，達到**每年4千億美元**。目前已經募**資損失及損害（loss and damage）基金共4億美金**，提供融資與協助以解決氣候危機。



資料來源：環境資訊中心(2023/12)。

COP28正式協商結果及締約方間之宣言(2/3)

- 1. 溫室氣體排放減量：**隨著氣候變遷的影響逐漸加劇，全球減碳的進度不如預期，本次會議再次呼籲各締約方，為控制全球升溫在**1.5°C內**，必須分別在2030年及2035年前，相較於2019年分別減少**43%及60%**的全球溫室氣體排放，並於**2050年達到淨零排放**。此外，加速且重大減少全球非二氧化碳的排放，尤其是在2030年前減少**30%的甲烷排放量**。超過60個國家簽署《全球冷卻承諾》（Global Cooling Pledge）同意於2022年到2050年前將冷卻相關排放量減少**至少68%**。
- 2. 脫離化石燃料：**雖然未達成逐步淘汰（phase out）化石燃料的共識，且承認過渡性燃料（例如，**天然氣**）在加速能源轉型及確保能源安全過程中扮演重要角色，但在首次全球盤點報告中提到，按公正、有序及公平的方式讓**化石燃料脫離（transition away）能源系統**，顯示**淘汰化石燃料是不可逆轉的趨勢**。此外，對於**未使用碳捕捉技術的燃煤發電**也強調必須**加速逐步淘汰**，並於本世紀中或前善用零排放或低碳排的燃料。最後也提到盡快淘汰不能解決能源貧窮或公正轉型問題之低效率化石燃料補貼。這些決議都是希望按**科學的方式**，能在**2050年前達成淨零排放**。
- 3. 加速能源轉型：**各締約國要在**2030年前**，將**再生能源裝置容量**，提高到**目前的3倍**，每年**能源效率改善率提高到2倍**。此外，有22個國家承諾從2023年到2050年提升**核能容量裝置到3倍**。關於新能源之氫能的討論，目前已有30多個國家簽署阿聯酋氫能意向聲明(UAE Hydrogen Declaration of Intent)，將共同制定全球一致的氫能認證標準，預計未來將影響全球>80%的市場。

圖片來源：COP28 UAE/Flicker（CC BY-NC 2.0 DEED）。



資料來源：資誠永續(2023/12)。

COP28正式協商結果及締約方間之宣言(3/3)

- 4. 促進大自然正成長：**會議決議強調保育、保護和恢復自然和生態系統對於實現《巴黎協定》控制升溫目標的重要性，包括(1)加大努力在2030 年前停止和扭轉**森林砍伐和森林退化及保育其他充當碳匯的陸地和海洋生態系統**；(2) 根據昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架（Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework），在確保社會和環境保障的同時，**保護生物多樣性**。此外，締約方必須減少氣候對生態系統和生物多樣性的影響，**加速使用以生態系統為基礎的調適和以自然為基礎的解決方案**，包括保護陸地、內陸水域、山區、海洋和沿海生態系統。
- 5. 損失及損害（Loss and Damage）基金及其他融資：**損失及損害基金旨在**補救氣候變遷當前所造成的損失及損害**。各締約方於COP28達成如何運作該基金的協議並暫時由世界銀行保管及運用。雖然，各締約方國目前承諾投入超過7億美元，但依據目前的情況估計，開發中國家的損失及損害成本將於2030年，達到**每年4千億美元**。此外，各締約方在COP26承諾相較於2019年，將於2025年將調適融資提升至二倍。
- 6. 《巴黎協定》碳市場機制尚未達成協議：**巴黎協定第6段旨在鼓勵締約方彼此透過自願性的合作，以達成永續發展的目標，例如兩國間透過碳權交易，以達成減碳目標，進而有效引導財務資源協助淨零轉型；或透過成立國際碳權交易市場，以協助各締約方完成淨零。巴黎協定第6.2段允許兩國間的碳權交易與抵換，第6.4段則建立國際碳市場新規則。

資料來源：資誠永續(2023/12)。

COP28帶給台灣2050淨零碳排規劃之衝擊與審思(1/5)

1. 建議「公平地 (fairness)」終止化石燃料補貼(1/2)

- 建議「公平地 (fairness)」終止化石燃料補貼，以及由歐盟、美國及阿拉伯聯合大公國所領導的118個國家承諾於2030年前，達到**3倍全球再生能源裝置容量與提升成2倍能源效率**。中國及印度雖然表示支持，但並非前述的118個國家。中國及印度雖然表示支持，但並非前述的118個國家，可能原因為部分文字還待確認。
- **於本世紀中達成杜絕減少未使用碳捕捉技術化石燃料 (unabated fossil fuel) 之目標，及停止投資新的未使用碳捕捉技術之最終決議**：以要求與會的**198**個國家同意前述文字，共有包括美國、加拿大、日本、南韓阿拉伯聯合大公國、英國及法國等**22**個國家，亦承諾於**2050年前**，相較於2023年水準，整體達到**3倍核能發電裝置容量**。
- **氣候綠色基金仍未達千億美元**：基於各國的承諾，綠色氣候基金收到包括來自美國的30億美元、來自義大利的3億美元及來自瑞士的1.55億美元，使該基金本年度的資金挹注來到歷史新高—**127億美元**。世界銀行已承諾於2025年前，從原定分配**35%**的目標，提升至**45%**的年度融資金額給予氣候相關計畫，並延長因氣候災難，所導致的債務清償暫停期。



圖片來源：[UNclimatechange](#) / [Flicker](#)
(CC BY-NC 2.0 DEED)。



未使用碳捕捉技術的燃煤電力將逐步減少。(示意圖/Pixabay)

COP28帶給台灣2050淨零碳排規劃之衝擊與審思(2/5)

1. 建議「公平地 (fairness)」終止化石燃料補貼(2/2)

- 於本世紀中達成杜絕減少未使用碳捕捉技術化石燃料 (unabated fossil fuel) 之目標，及停止投資新的未使用碳捕捉技術之最終決議：要求與會的**198**個國家同意前述文字，共有包括美國、加拿大、日本、南韓、阿拉伯聯合大公國、英國及法國等**22**個國家，亦承諾於**2050年前**，相較於2023年水準，整體達到**3倍核能發電裝置容量**。
- **氣候綠色基金仍未達千億美元**：基於各國的承諾，綠色氣候基金收到包括來自美國的30億美元、來自義大利的3億美元及來自瑞士的1.55億美元，使該基金本年度的資金挹注來到歷史新高—**127億美元**。世界銀行已承諾於2025年前，從原定分配**35%**的目標，提升至**45%**的年度融資金額給予氣候相關計畫，並延長因氣候災難，所導致的債務清償暫停期。



台灣工業部門去碳化將是淨零減排的關鍵。
(照片來源：Patrick Hendry／[Unsplash](#))



資料來源：資誠永續(2023/12)。

COP28帶給台灣2050淨零碳排規劃之衝擊與審思(3/5)

2. 國際氣候計畫應包含糧食及農業的溫室氣體排放

目前糧食系統佔全部人為造成的溫室氣體排放的**1/3**，當宣布**134**個世界領導人簽署COP28《永續農業、韌性糧食系統及氣候行動的阿拉伯聯合大公國宣言》（COP28 UAE Declaration on Sustainable Agriculture, Resilient Food Systems, and Climate Action）時，別具歷史意義。該宣言的簽署國生產世界上70%的糧食，並認知到永續農業及糧食系統於對抗氣候變遷時的角色。締約方必須在**COP30於巴西舉辦前**，將糧食及農業所產生的溫室氣體排放納入追蹤氣候變遷的國家層級計畫中（國家自定貢獻（Nationally Determined Contributions, NDC）。超過**150**個非政府組織，包括農民、城市、商業組織、金融機構、民間團體及慈善機構簽署《針對人類、自然及氣候的糧食系統轉型的行動呼籲》（Call to Action for Transforming Food Systems for People, Nature, and Climate），承諾採取**10個優先行動以轉型糧食系統**，以及呼籲政府藉由設定目標、指標及路徑圖，以執行上述的阿拉伯聯合大公國宣言（UAE Declaration）。



COP28於杜拜舉行，針對氣候危機提出討論。
(圖/Markus Krisetya on Unsplash)。



經濟日報 工業技術與資訊(圖
/Markus Krisetya on Unsplash)。

2024/3/19



主題四：中鋼碳中和路徑規劃

鋼鐵-全世界應用最深最廣第二大工程材料

當今全球應用最深廣的工程材料

■具多方面優異性能

強韌性、成形性、銲接性、
導磁性...

■價格低廉

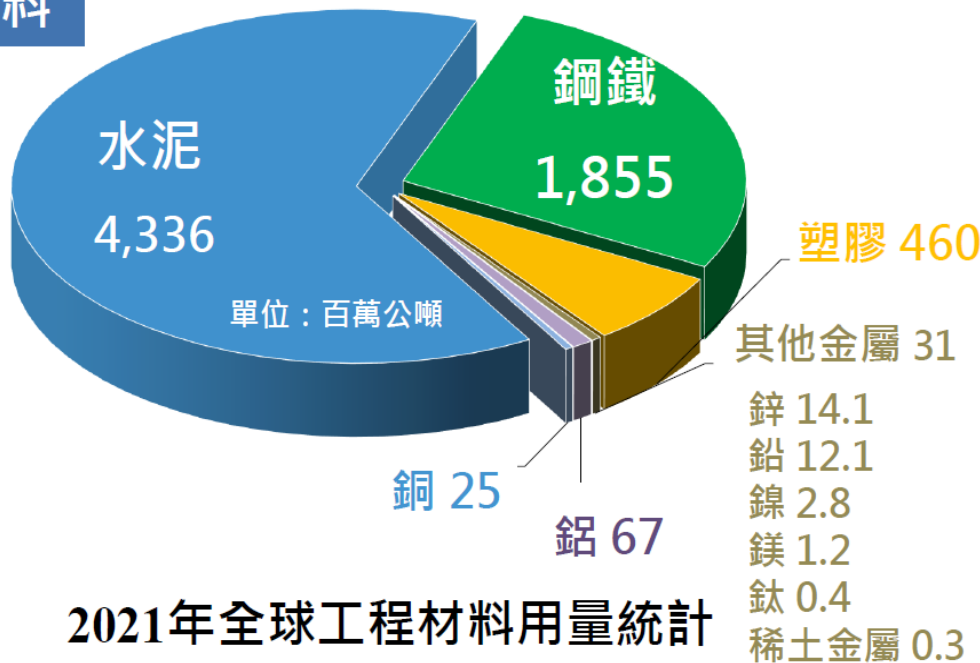
性質高貴價格不貴。

■可全部回收再利用綠色材料

■製造過程溫室氣體排放當量

最低金屬材料：鋁、鎂、鈦的
1/6、1/10、1/20

因應能源轉型的支柱材料。



2021年全球工程材料用量統計

資料來源：證交所-「永續發展路徑圖產業主題宣導會」中鋼公司 2022.07.07.

鋼鐵製造排放大量溫室氣體，若能致力低碳轉型、成為綠色材料，促進社會發展同時減少對地球的碳負荷。

中鋼公司「低碳轉型」紀事

發展主軸
「高值化精緻鋼廠」
「發展綠能產業」

- 2010年率先提出**低碳轉型5G (Green)策略**。
- 2011年至2022年大力推動高達1,654項減碳方案，合計**減碳量達237.2萬噸**。
- 2021年設立「**節能減碳及碳中和推動小組**」，與國際指標鋼廠對標並和世界頂尖的鋼鐵領域工程顧問公司交流，制定出「**短期減碳，中、長程先低碳再零碳**」的多元路徑規劃，以實現2050碳中和為目標。
- 2023年編製公司**十年期(~2032年)經營發展策略**，建立未來事件表審視公司將面臨的重大挑戰，擬定未來十年因應策略與具體落實相關措施，2030年設定目標較**基準年減碳25%**。



中鋼公司訂定碳中和策略-5G (Green)

綠色製程

Green Process

高效能源利用

廢熱回收

能源智能調度及
管理系統

碳捕捉利用及封
存

氫能

水資源再利用

綠色產品

Green Product

外部節能減碳

馬達用電磁鋼

高強度汽車用鋼

高強度船舶用鋼

耐蝕用鋼

熱處理省製程用鋼

綠色夥伴

Green Partner

循環經濟

臨海工業區能資
源整合系統

轉爐石資源化應
用

煤焦油資源化應
用(高值碳材)

鋼化聯產

綠色事業

Green Business

再生能源

太陽光電

風力發電

綠能材料

綠色生活

Green Living

食衣住行育樂

綠色採購

綠色建築

綠色交通

環境教育

推動集團

綠色生活

及評鑑

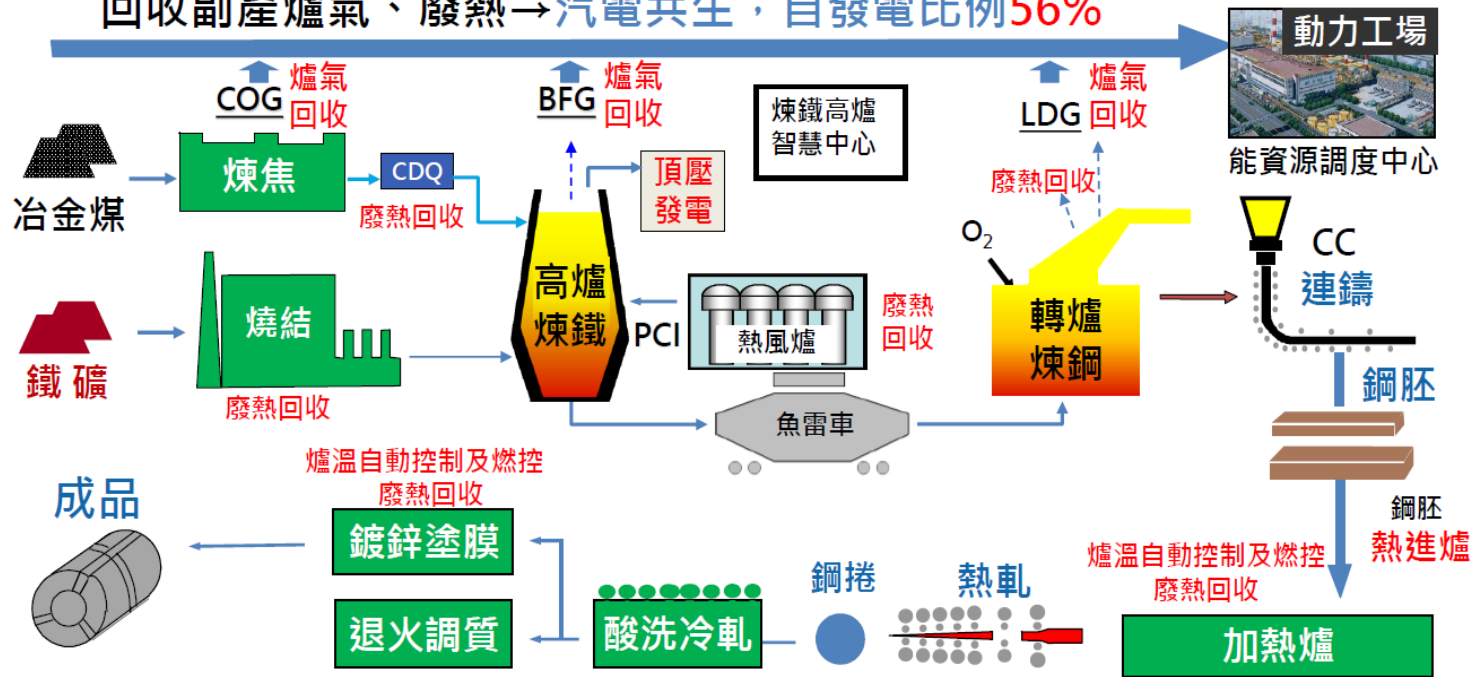
- 中程目標主要採用「高爐添加還原鐵」、「高爐噴吹富氫氣體」、「鋼化聯產」及「增用廢鋼」等路徑，將傳統的煉鐵製程高爐設備轉變成低碳高爐。
- 長程目標規劃以「電力化」、「無碳燃料」、「碳捕捉封存 (CCS)」、「全氫能冶煉製程」來達成2050碳中和的目標。

資料來源：證交所-「永續發展路徑圖產業主題宣導會」中鋼公司 2022.07.07.

綠色製程 2011-2020 減碳實績：內部節能減碳

鋼
鐵
生
產
流
程

回收副產爐氣、廢熱→汽電共生，自發電比例**56%**



➤ 中鋼2011-2020完成**1,163**項減碳專案，累計減碳量達**135萬噸CO₂/年**，相當於**3,479座大安森林公園**每年的吸碳量，**年平均減碳0.65%**。

煉鐵煉鋼製程兩階段達成碳中和路徑規劃

終極路徑：綠電+以氫代碳+CCUS

外部配合條件

綠電

綠氫

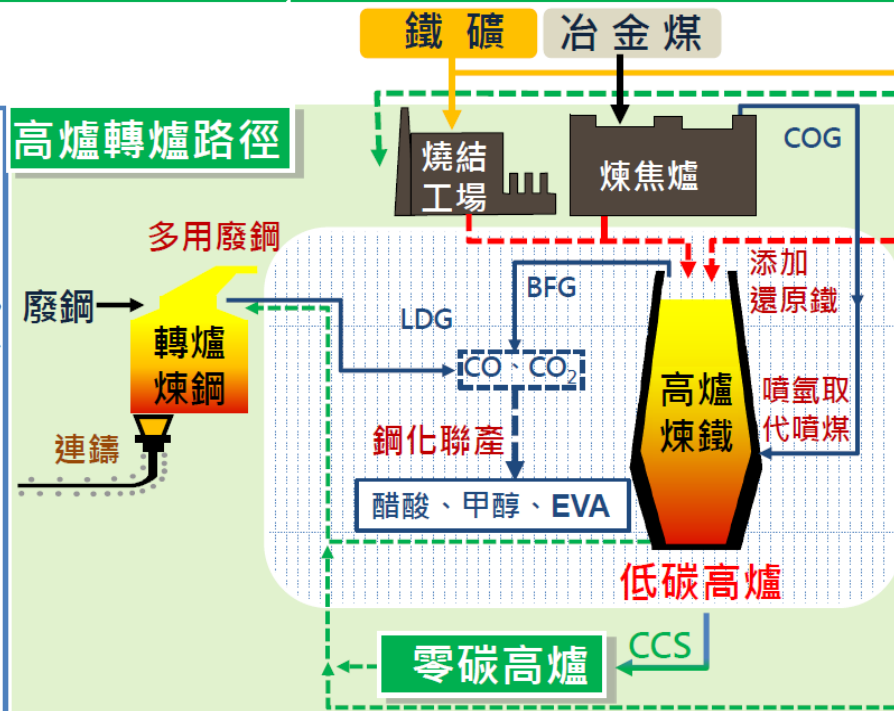
2030：先低碳

- ① 高爐輔助燃料由粉煤改為含 H_2 氣體。
- ② 部分含鐵原料以先經過氫氣還原的還原鐵取代。
- ③ 鋼化聯產，將排氣中 CO 、 CO_2 轉製成化工產品。
- ④ 轉爐添加廢鋼

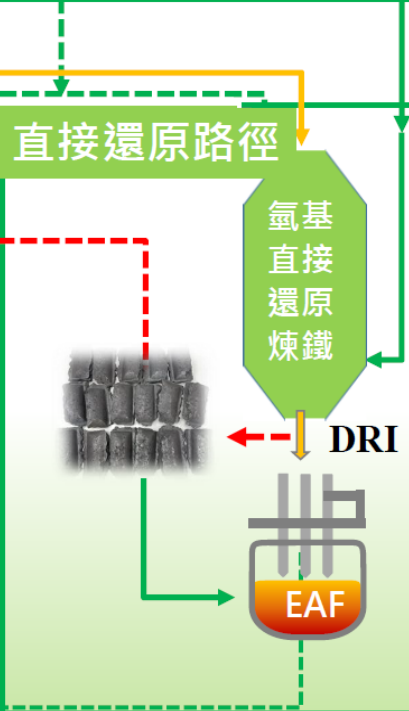
2050：淨零碳

- ① 將低碳高爐排放的 CO_2 以CCS捕捉封存：低碳高爐→零碳高爐
- ② 採用氫能冶金新製程：鐵礦→DRI→EAF→鋼

高爐轉爐路徑



直接還原路徑



➤ 欠缺成熟技術、綠氫資源、需設備改造，將面對技術、資源、資本三大挑戰。

軋延製程兩階段達成碳中和路徑規劃

終極路徑：綠電+無碳燃料

外部配合條件

綠氫

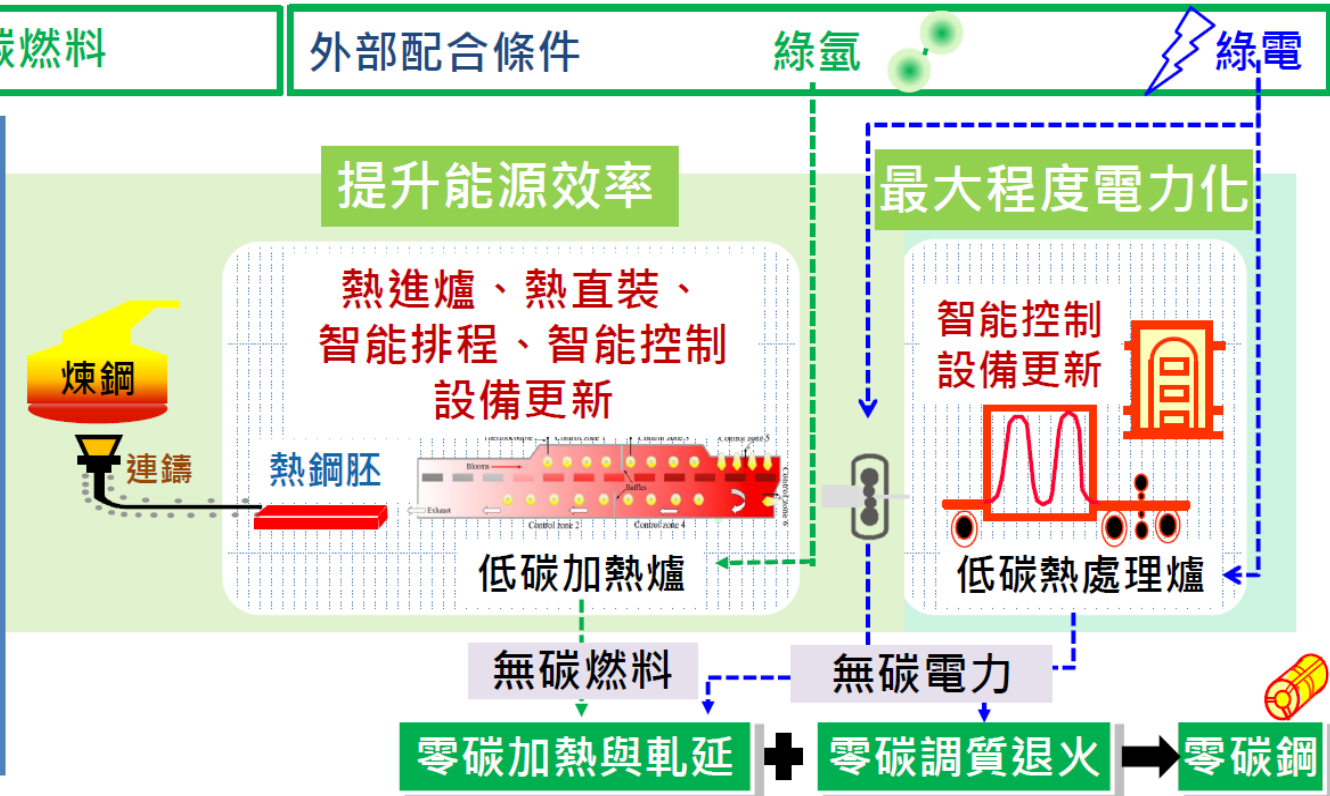
綠電

2030：先低碳

- ①製程面 煉軋排程優化，提升熱進爐(熱直裝)比率；產線整併。
- ②操作面 智能溫控、燃控、設備監診。
- ③設備面 爐體更新(加熱爐)、新增coilbox、電力化。

2050：淨零碳

- ①最大幅度電力化，搭配綠電降低碳排
- ②燃料系統改用無碳燃料。

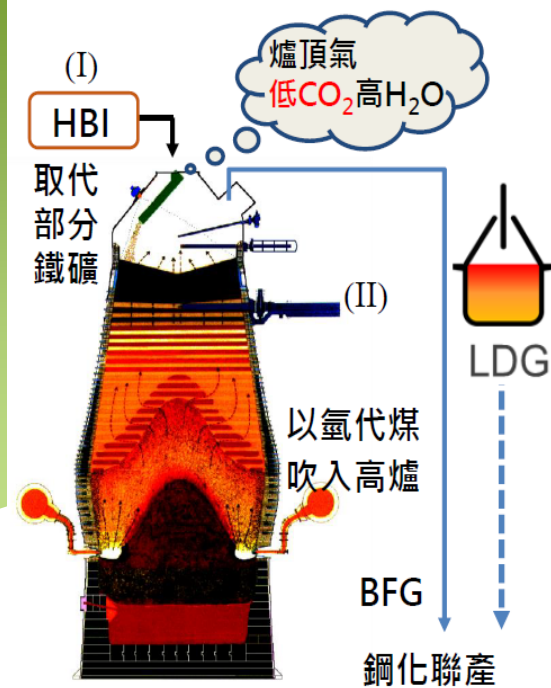


➤ 軋延製程碳中和三路徑：提升能效、最大程度電力化、改用無碳燃料。

中程減碳路徑之技術佈局及基礎技術研發規劃

研究領域:

1. 添加還原鐵取代鐵礦: 佈料模式研究、爐內軟融特性與質能平衡分析。
2. 以氫代煤噴吹操作: 噴嘴設計、風徑區模擬、燃燒模擬、高爐流場分析。
3. 爐頂氣捕捉純化: 爐頂氣捕捉、分離、純化。



研發課題

添加還原鐵取代鐵礦

精算與生產成本分析
高爐添加HBI之CO₂減排
與熱流場分析
HBI添加之爐內質能平衡
HBI於爐頂之輸送、佈料
爐內運動模式
HBI添加對含鐵原料之軟
融特性分析
添加於高爐含鐵原料之爐
上部反應特性調查
性質實驗分析
富氫氣體安全噴吹技術與
燃燒模擬分析
富氫還原不同鐵礦反應特
性實驗分析

噴吹氫氣取代噴煤

風徑區行為模擬分析
富氫氣體安全噴吹技術與
燃燒模擬分析
富氫還原不同鐵礦反應特
性實驗分析
富氫氣體燃燒模擬試驗技
術(空爐與焦炭床燃燒)
原熱力學分析
不同H₂/CO下鐵礦間接還
原熱力學實驗
不同H₂/CO下鐵礦間接還
原熱力學分析

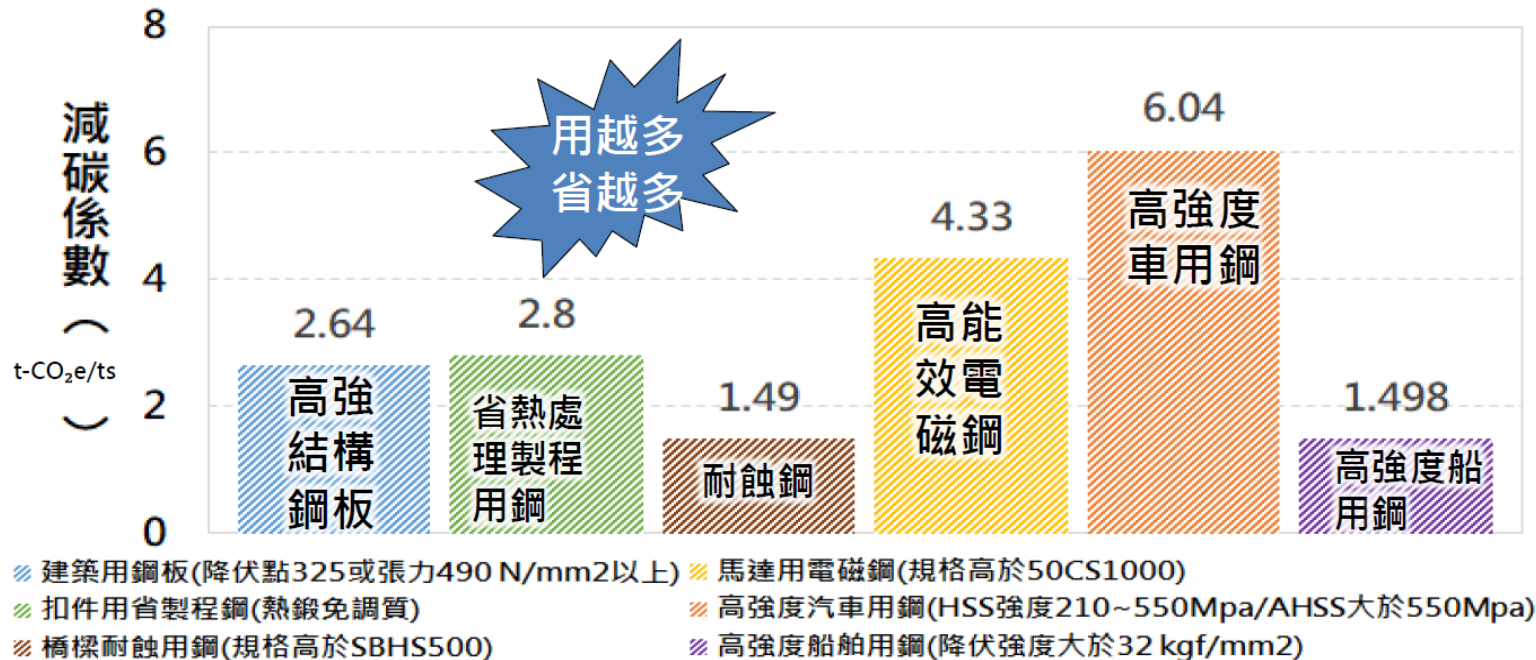
鋼化聯產

製程副產氣及尾氣二氧化
碳捕捉與純化技術
富氫下爐床與全高爐流場
分析
碳循環轉製化學品技術開
發

資料來源: 證交所-「永續發展路徑圖產業主題宣導會」中鋼公司 2022.07.07.

公司研發部門積極與國內學、研機構合作，為鋼鐵業減碳技術投入基礎研究。

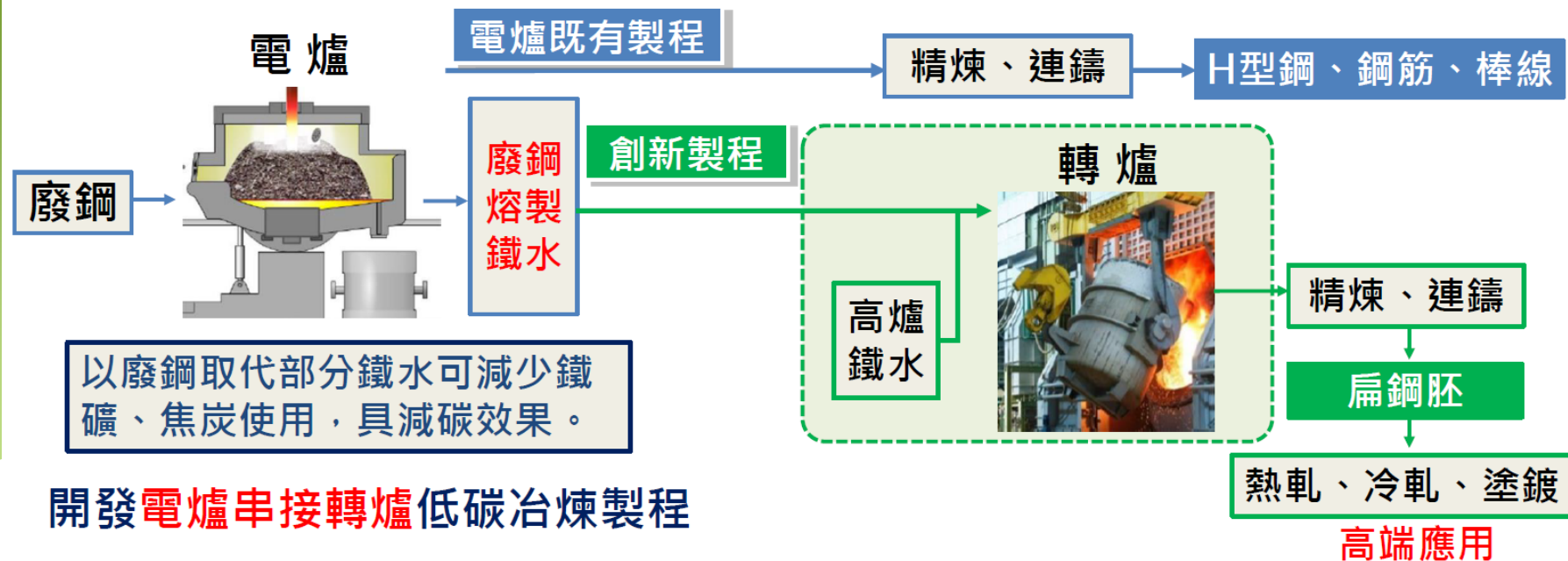
綠色材料：開發綠色鋼品支持全球低碳發展



- 鋼鐵**終端製品**如汽車、馬達可**減少能耗**，於使用**生命週期中**，具**節能減碳**效益。
- 2021年**綠色產品**銷售**456萬公噸**，每年可為消費者**減碳848萬公噸**。

資料來源：證交所-「永續發展路徑圖產業主題宣導會」中鋼公司 2022.07.07.

高再生材料比例綠色產品開發



開發電爐串接轉爐低碳冶煉製程

- 將電爐當作廢鋼的預熔爐，將廢鋼熔製成鐵水取代高爐鐵水，再經轉爐冶煉可產製低碳足跡高級鋼，滿足客戶對綠色產品用料需求。

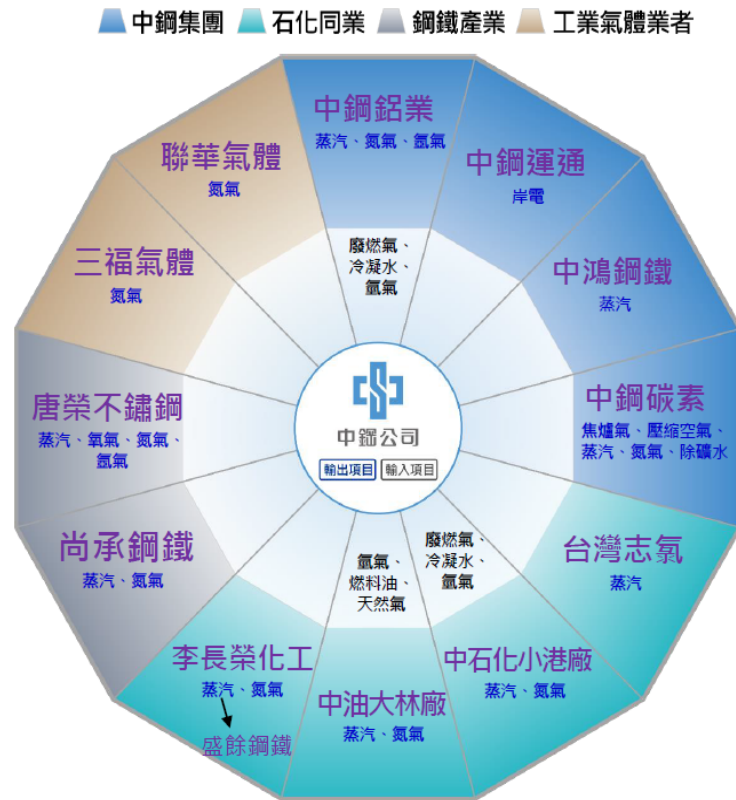
資料來源：證交所-「永續發展路徑圖產業主題宣導會」中鋼公司 2022.07.07.

綠色夥伴：落實循環經濟理念

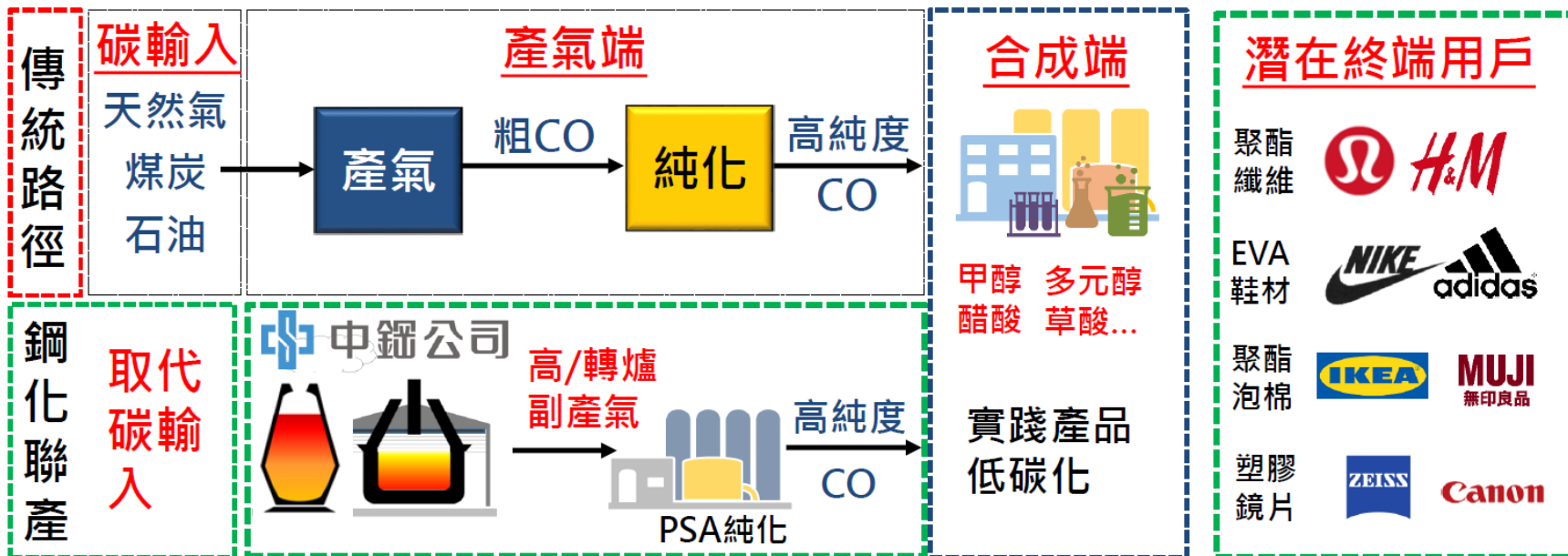
建構區域能資源整合系統

將**過剩蒸汽**、**工業氣體**供應給鄰近**13家工廠**。透過**資源共享**、**互通有無**的機制，達到**節能減排**的效益。
2021年銷售蒸汽158萬噸，**節能減排效益**：

項 目	數 量
硫氧化物	1,161公噸
氮氧化物	805公噸
粒狀物	114公噸
二氧化碳	38萬公噸



鋼化聯產



- 以碳循環成就跨產業低碳經濟，建構更廣博的區域能資源整合系統。
- 實踐Waste is food ; From cradle to cradle循環經濟理念。
- 循環經濟是實現碳中和不可或缺並能創造價值路徑。

資料來源：證交所-「永續發展路徑圖產業主題宣導會」中鋼公司 2022.07.07.

結合鋼鐵公會辦理碳中和相關講座



■中鋼與鋼鐵公會合作，於2022.02.21辦理「溫室氣體管制趨勢暨鋼鐵業供應鏈碳盤查及碳足跡作業」講座，服務對象拓展至鋼鐵公會所有會員。

台灣鋼鐵工業同業公會
TAIWAN STEEL & IRON INDUSTRIES ASSOCIATION

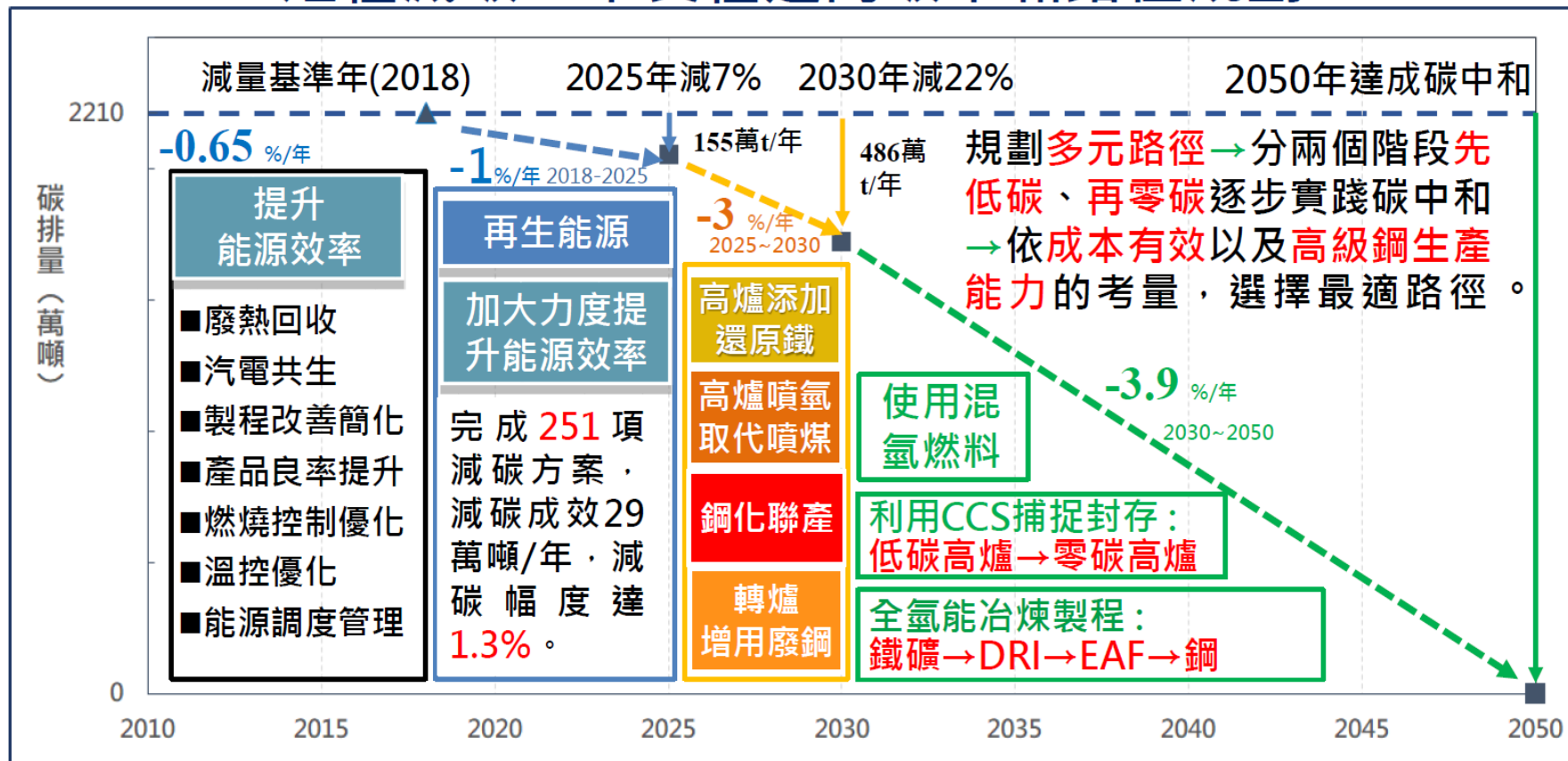
關於公會 最新消息 產業新聞 法令規範 統計資訊 鐵鋼行情 出版刊物 檔案下載 廠商資訊 服務服務

2022年2月21日(一)下午2點
溫室氣體管制趨勢 暨 鋼鐵業供應鏈碳盤查及碳足跡作業
線上講座

國內外溫室氣體管制趨勢說明 / 中鋼公司 張致璋 工程師
鋼鐵業供應鏈碳盤查及碳足跡作業 / 綠基會 蘇茂豐 經理

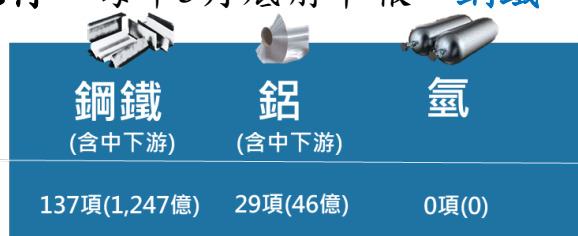
資料來源：證交所-「永續發展路徑圖產業主題宣導會」中鋼公司 2022.07.07.

短程減碳、中長程邁向碳中和路徑規劃



歐盟CBAM管制概要說明

- 管制6大項進口產品：**鋼鐵、鋁、氫、水泥、肥料、電力**
- 過渡期：每季申報（直接+間接排放），不用繳納CBAM憑證
- 正式施行：每年5月底前申報，**鋼鐵、鋁、氫**僅申報**直接排放**



複雜產品

簡單產品



歐盟CBAM執行期程



- **過渡期**：每季申報（直接+間接排放），不用繳納CBAM憑證。
- **正式施行**：每年5月底前申報，**鋼鐵、鋁、氫**之CBAM憑證僅計算**直接排放**。

資料來源：經濟部國際貿易署，112/10/12，歐盟CBAM過渡期說明會(台灣綜合研究院李宜螢 副所長整理與提供)。

COP28帶給台灣2050淨零碳排規劃之衝擊與審思(4/5)

3. COP28加速工業去碳化趨勢(1/2)

- 全球淨零轉型浪潮下，近年部分領域的關鍵技術發展迅速、減排貢獻顯著，例如光電及風電、運輸部門中的電動車。相較之下，全球**重工業去碳化的進展陷入停滯及減碳進展緩慢**，鋼鐵業甚至被國際研究評價為朝錯誤的方向前進。
- 以**煤炭為基礎的高爐-轉爐(BO-BOF)**目前只能仰賴**碳捕捉再利用與封存(CCUS)**技術來減碳，但研究顯示其減排能力有限，恐無法達到**1.5°C目標下減量90%**的深度減碳要求。
- 先行者聯盟(First Movers Coalition, FMC)、世界貿易組織(WTO)、世界鋼鐵協會鼓勵業者採取任何有助於減碳的技術達到淨零目標，但要讓鋼鐵生產實現深度減碳(較傳統高爐製程減碳85%~90%以上)，**中鋼高爐+CCUS預計2040年後可帶來每年290萬噸的減碳量(約佔中鋼目前排放量的13%)**。
- IEA、FMC、科學減碳目標倡議(SBTi)等組織已針對**每噸粗鋼的碳排訂定建議值**(依據投入的廢鋼比例而有差別)，且FMC已提到其發起的低碳/近零碳產品預購承諾並**不包含碳抵換(碳權)的使用**。
- 中鋼排放之**CO₂經PSA純化處理**後，直接接管聯合鄰近石化業進行**CCU製程**，生產高單價**化學品(DME/DMC/PC等)**，提高產值。

“若你達成，我們就買！”
綠色採購承諾

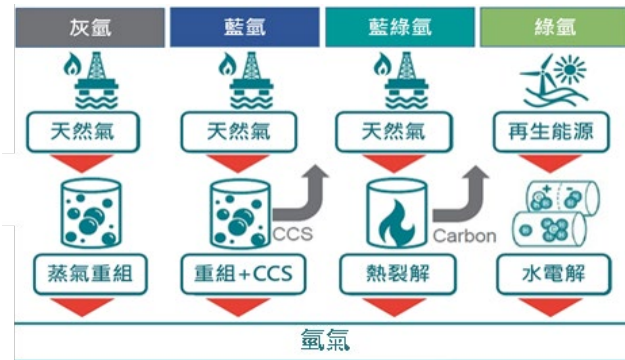
在接下來的三年內，IDDI 預計至少推動 10 個國家的政府承諾：在 2050 年前，減少所有主要公共建設的隱含碳排放量，該減量承諾與 1.5C 升溫目標保持一致。

加入 IDDI 的政府將為他們的承諾選擇企圖心的等級：

等級1：	等級2： (包含承諾等級1)	等級3： (包含承諾等級1&2)	等級4： (包含承諾等級1&2&3)
最遲於2025年開始要求公共建設計畫中採購的水泥/混凝土和鋼材，揭露其隱含碳排放量。	最遲於2030年開始對所有公共建設計畫進行全生命週期評估，在2050年前，所有公共建設計畫實現淨零排放。	最遲於2030年開始要求在公共建設計畫中採購低碳水泥/混凝土和鋼材（在該國境下以最高的企圖心實踐該採購）	自2030年起，國家級的公共建設計畫中，近零排放水泥和/或粗鋼採購需佔一定比例。

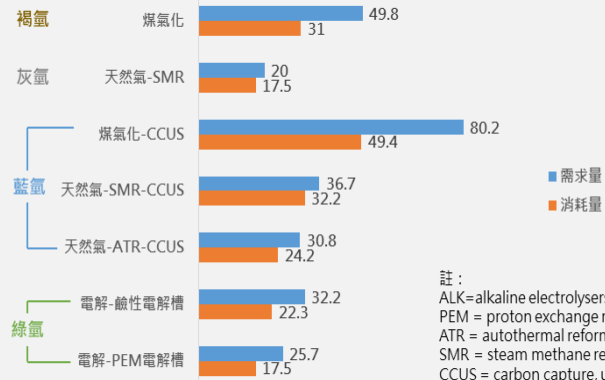
IDDI 的政府夥伴將每年提供綠色採購承諾的進展，並與其他參與者分享其經驗教訓。

資料來源：台灣綜合研究院林怡均翻譯自 IDDI 報告 p.11。



資料來源：工研院產科國際所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫石蕙菱產業分析師(2021-05-26)。

2024/3/19



圖一、各種製氫技術(含冷卻用水)的平均用水強度(L/kg)

資料來源：International Renewable Energy Agency (IRENA)，科技發展觀測平台整理

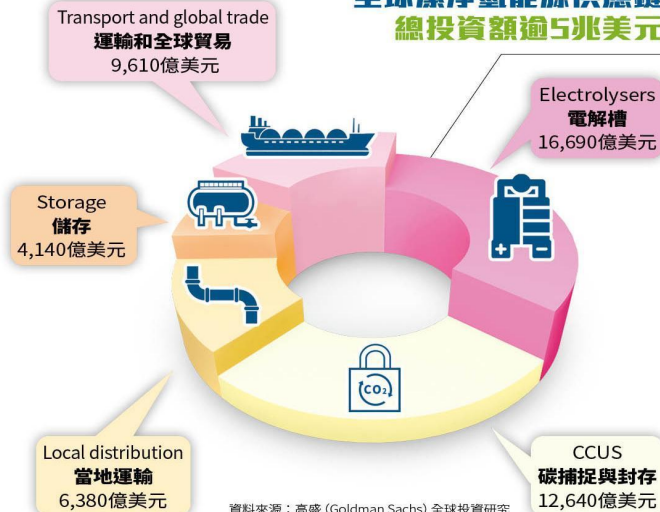
註：
ALK=alkaline electrolyzers鹼性電解槽
PEM = proton exchange membrane質子交換膜
ATR = autothermal reforming自發熱重組
SMR = steam methane reforming蒸汽甲烷重組
CCUS = carbon capture, utilisation and storage
碳捕獲、利用與封存

較常見的氫氣生產方式

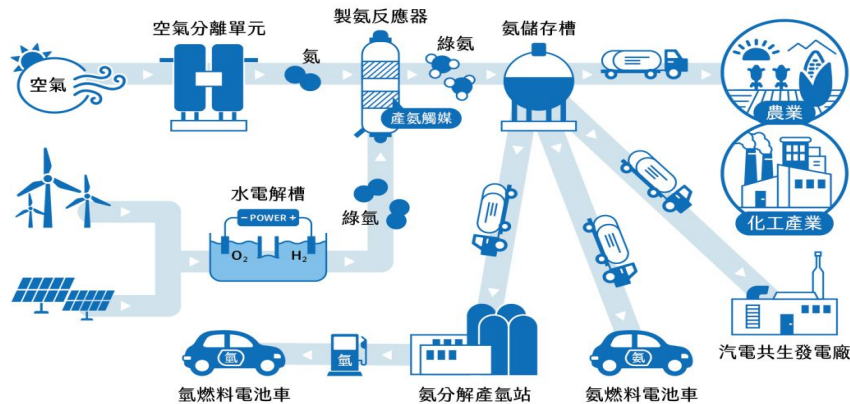


資料來源：工研院產科國際所 ITIS 研究團隊、能源教育資源總中心

全球潔淨氫能源供應鏈 總投資額逾5兆美元



資料來源：高盛 (Goldman Sachs) 全球投資研究



圖片來源：氫在未來氫能經濟的合成與應用預想圖(楊家銘／清華大學化學系教授)。

COP28帶給台灣2050淨零碳排規劃之衝擊與審思(5/5)

3. COP28加速工業去碳化趨勢(2/2)

- 在「**能源、產業及公正轉型**」中，WTO協同40多個組織(包含已開發與發展中國家的鋼鐵生產商)，發布《**鋼鐵標準原則**》，此原則立基在國際能源總署的研究報告「**淨零鋼鐵業排放衡量和資料收集**」、WTO技術性貿易壁壘協議良好實踐守則，與**WTO的國際標準制定六大原則**。
- 《**鋼鐵標準原則**》雖然只是個合作的起始點，但顯示出越來越多組織肯認鋼鐵業減排的重要性（**需減排90%以上方能達到2050全球淨零目標**），未來將**建立衡量鋼鐵業溫室氣體排放的通用方法**，包含專案計畫、工廠排放、各類產品排放的各類計算方法，並提高此類方法的透明度、操作性和相互認可，降低貿易衝突。
- 由**聯合國工業發展組織**號召各國政府參與的「**工業深度去碳化倡議(IDDI)**」，以及由具減碳企圖心企業所組成的**先行者聯盟(FMC)**，分別提出「**低碳公共工程採購**」與「**2030預購承諾**」來吸收綠色溢價、創造低碳／近零材料市場，驅動重工業往正確方向前進。
- 台灣產業如半導體業、**石化業(鄰近)**等製程會產生大量廢氫，工業餘氫量有**60億m³/年**，如果能將工業餘氫全數作為中鋼**取代煤冶煉製程**使用，可節省相當可觀的發電成本及提高低碳效能。



圖片來源：經濟部工業局2015產業溫室氣體減量成果發表會(中鋼公司)。



圖片來源：天下雜誌。



結論與未來願景

COP28決議對政府2050淨零碳排的規劃之影響及對策

- 台灣的化石燃料仰賴進口，減少使用化石燃料對台灣的影響蠻大，因此環境部本就有進行相關規劃，**逐年提升再生能源占比**，我國2050淨零排放路徑與COP28結論完全一致。
- 化石燃料除了影響**能源**，也影響**國內化工產業**，已有多個學術單位在COP28周邊會議報告碳捕捉、再利用與封存(CCUS)技術，**科技研發是台灣的強項**，未來只要能夠研發成功，便可成功減碳。環境部也會與**經濟部、國科會**等跨部會討論對策，相信台灣能夠因應相關挑戰。
- 根據我國淨零轉型目標，2030年再生能源占比須達到30%，**而今年已達到10%**，這幾年我國能源效率持續進步，**每年約提升3%**，這也與COP28要提升再生能源產能的決議相符。



台灣企業因應之具體永續經營作法與策略(1/2)

- **以科學為本推動碳管理與減碳策略**：強調「**以科學為基礎**」達成控制升溫的目標。建議採取**五大關鍵步驟**，實踐淨零轉型：(1) 善用**數位科技工具(AI/Big Data)**進行盤查，加速取得正確的碳盤查資訊及後續資料維護；(2)以科學為基礎建立**減碳目標與淨零路徑**；(3) 設定減碳績效考核和獎勵制度，導入**內部碳定價管理**工具，改變公司內部行為；(4)了解各國做法並發展**新低碳產品或商業模式**；(5)持續改善報導資訊品質並取得外部確信，建立與利害關係人的信任，朝向**企業永續經營**之路
- **開啟自然與生物多樣性之門，著手進行風險評估**：強調氣候變遷對於大自然環境的影響，包括**保護生物多樣性**的重要性。在全球對抗氣候變遷之際，自然相關**財務揭露建議 (Recommendations of the TNFD)**於2023年9月公布正式版，顯示企業對大自然環境的影響，必須提早做好準備。TNFD讓企業在**治理、評估、揭露與管理**因應自然相關風險與機會時，有了更明確的框架與指引，引導企業對自然產生的損害進行實質管理，並創造大自然正向影響，回應利害關係人期待。建議企業掌握**四大關鍵元素**，以加強企業建構應對自然趨勢之韌性能力：**(1) 聚焦與自然生態資源互動之位置、(2) 評估與辨識議題、(3) 落實生物多樣性相關策略、(4) 對外溝通揭露。**

資料來源：資誠永續(2023/12)。



圖片來源：COP28決議脫離化石燃料學者：台灣不應再寄託碳捕捉|環境資訊中心/創作者：Mahmoud Khaled；提供者：COP28 / Mahmoud Khaled。



圖片來源：2023亞太永續博覽會，資誠永續(2023/7/24)。

台灣企業因應之具體永續經營作法與策略(2/2)

- **制定能源轉型計畫，留意新技術發展：**為了及早完全脫離化石燃料的使用，加速能源轉型計畫。加速全球能源轉型必須解決以下**六大關鍵**的不足：**再生能源發電量、電網建置、電網規模電池儲能產能、低碳排電解製氫的產出量、關鍵礦物及資金缺口**。企業可從**節能做起，進而發展儲能，以調節離尖峰用電**。其次，在規劃能源轉型藍圖時，須具備全球性的視野，在成本、安全性及永續之間取得妥善平衡。最後，在制定解決方案時，將**供應鏈的動能**納入考量，並且以**降低溫室氣體排放的效益、所需成本為出發**，針對各式解決方案進行優先順位的排序。
- **關注多項簽訂之農業與大自然相關協議的未來發展趨勢：**各國於COP28簽訂多項與**糧食、農業及大自然**有關的協議。協議內容包括**減少農業活動所產生的碳排；提供資金給予熱帶國家以保育樹林；使用永續木材建造低碳家園；保育紅樹林、河川、濕地及淨水系統**等。這些協議雖然僅限於各簽約國之間，但有鑑於各界持續關注相關議題，這些協議可留意**是否成為強制性規範**，建議企業持續關注相關發展並及早做好準備。



圖片來源：經濟日報(2023/12/14)。



美聯社資料照。

簡

報

完

畢

Q & A

敬請各位長官及貴賓批評及指教!

Thank you for your attention!

