

產業淨零轉型挑戰與因應

李堅明兼任教授/理事長

2024/10/07



TALAG

台灣低碳社會與綠色經濟推廣協會

Taiwan Association for Low Carbon Society and Green Economy



國立臺北大學
自然資源與環境管理研究所
Institute of Natural Resources Management

簡歷

- **學歷**：中興大學經濟學博士
- **現職**：台北大學自然資源與環境管理所兼任教授/臺灣低碳社會與綠色經濟推廣協會理事長
- **經歷**：
 1. 台灣綜合研究院副院長(2020-2022)
 2. 台北大學自然資源與環境管理研所所長(2011-2017)
 3. 行政院環保署第11-12屆環評委員(2015-2019)
 4. 參加聯合國氣候變化綱要公約代表 (1998~)
 5. 中華民國全國認證基金會董、監事 (2011-2020)
 6. 財團法人國際合作基金會諮詢委員 (2012-2020)
 7. 全國工業總會能源與環安委員會委員 (2014~)
 8. 行政院能源與減碳辦公室諮詢委員 (2018-2019)
 9. 環境與能源議題國家文官講座(2018-2020)
 10. 中華民國工商協進會永續發展委員會委員(2021~)
 11. 國發會國發基金審議委員(2022~)
 12. 台灣區電機電子工業同業公會永續發展委員(2023~)
 13. 高雄市政府「淨零學院」講師(2024~)



淨零賽跑是產業競爭力與國力賽跑
— 電力排碳係數脫碳及碳權抵換是關鍵

目錄

01

- 產業轉型挑戰-碳鎖定與碳風險

02

- 有效氣候政策-碳定價搭配補貼

03

- 台灣碳定價的減碳密碼

04

- 企業贏的行動-以碳權橋接減碳成果

05

- 結語



RACE TO ZERO

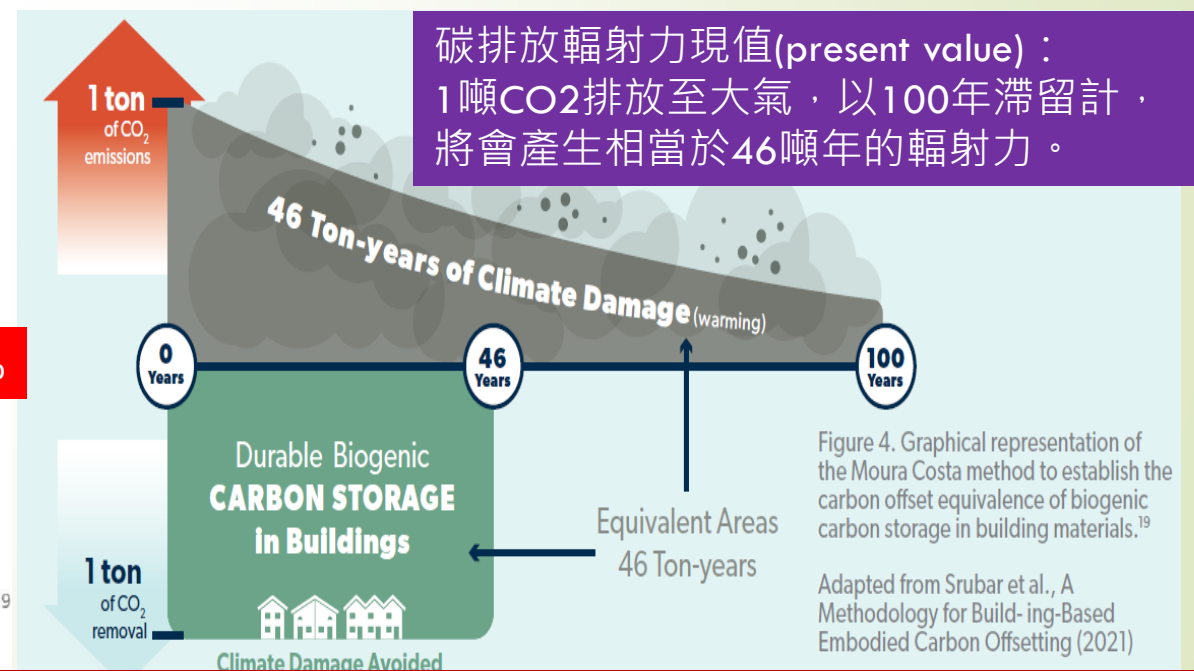
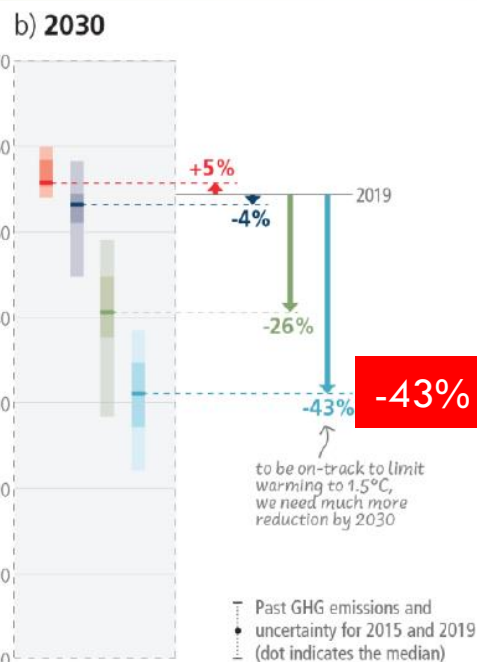
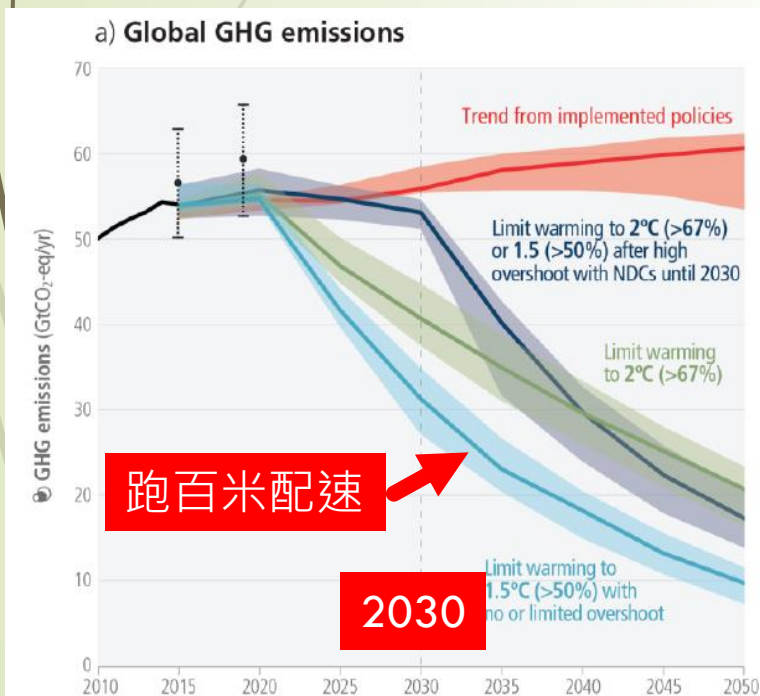
產業轉型挑戰-碳鎖定與碳風險

5

- UNFCCC(2021)因應極端氣候威脅，呼籲全球淨零賽跑(race to zero)，以跑百米配速，2030年減排40-50%。
- 設備、電力係數及政治三大碳鎖定，減碳跑不動。
- 企業減排成本將大幅提高，約占營收10%以上，如果碳價達到100美元/噸CO₂e，碳成本將高達營收20%，形成企業碳風險(carbon risk)。

COP28全球盤點：呼籲百米賽跑配速

- ❑ COP28的全球盤點(Global Stocktake)，發現目前各國NDCs減排承諾與政策，減排缺口差距190-220億噸CO₂e(控制溫升1.5°C)(差距8倍)，世紀末約溫升將達3°C。呼籲全球應以跑把米的配速減排。
- ❑ UNFCCC的Bonn氣候大會(2024/06)鼓勵所有會員國應在COP30 (2025年)，提高符合1.5°C路徑的雄心NDCs目標，並加強《巴黎協定》第6條，促進國際減量合作。



資料來源：Michaelowa(2024), International developments in carbon pricing and opportunities for net zero.

資料來源：Magwood et al., (2022), Emissions of Materials Benchmark Assessment for Residential Construction .

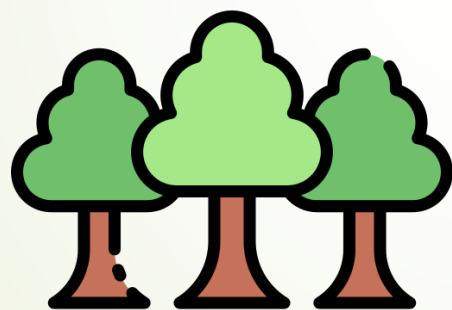
全球淨零賽跑百米配速三大策略

- 電力部門脫碳的主要作法(電力配比規劃)：發展零碳(carbon free)(再生能源、核能與氫能等)、提高節能。

能源轉型



- 碳移除是新型態減碳力。
- 種樹增加碳匯或發展直接空氣捕獲技術與直接移除CO₂。



碳移除
(負碳技術)

淨零

- 推動減碳國際合作；推動碳交易

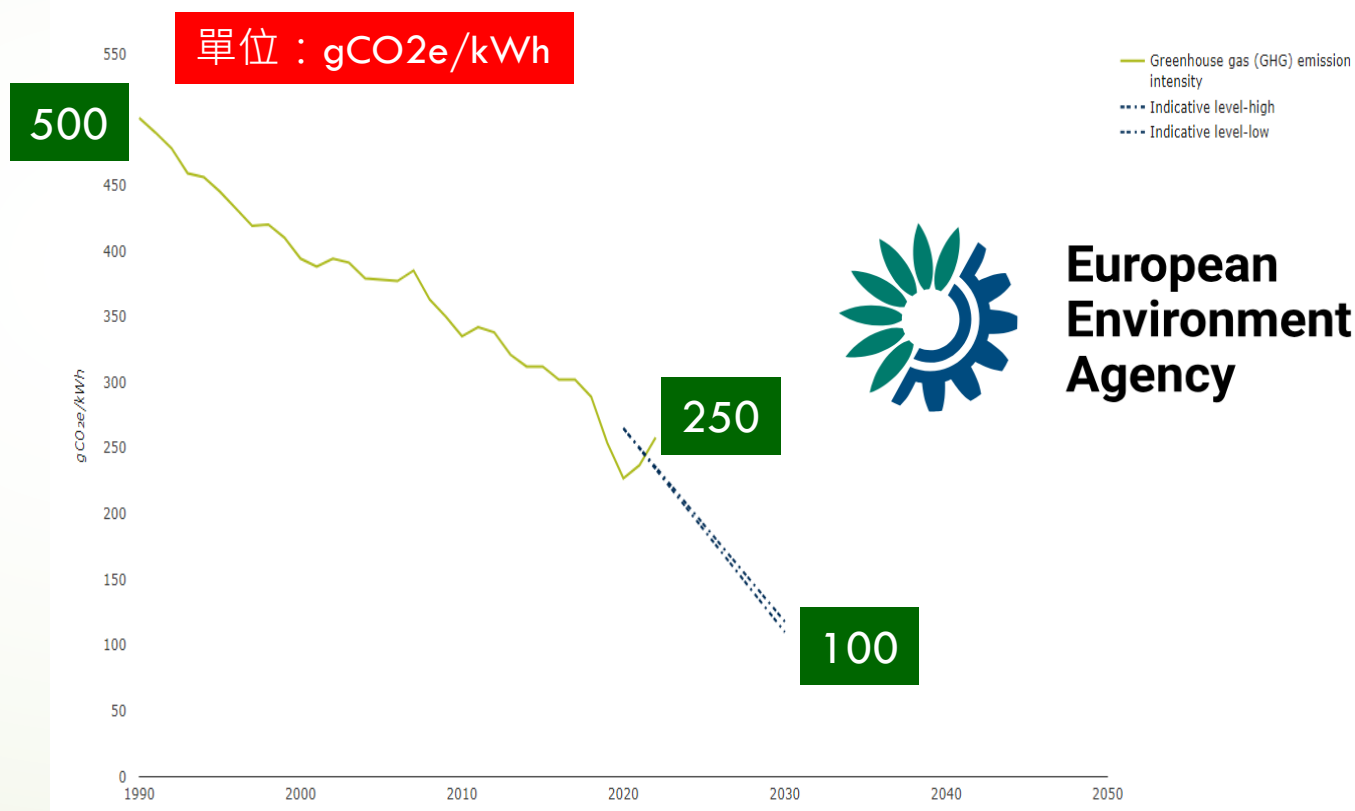
國際合作



歐盟電網已逐漸脫碳-約250gCO₂e/kWh

- ❑ 歐盟2022年無碳(carbon free)能源歐盟已呈現顯著能源轉型，**無碳(carbon free)能源占比74%**。再生能源(水力、太陽光電與風力)(50%)逐漸取代化石能源(天燃氣與燃煤)，與核能(24%)共同支持歐盟電力供給安全與低碳轉型。
- ❑ 電力係數以降低50%(相較於1990年)，**約250gCO₂e/kWh**。
- ❑ 為達到2030年減排55%，電力係數會再降至**100CO₂e/kWh**。

Figure 1. Greenhouse gas emission intensity of electricity generation, EU level



歐盟發展自然碳匯：3.1 億噸CO₂e

- ❑ 2024年6月通過「自然復育法」(Nature Restoration Law)，投資1歐元自然復育，可創造4-38歐元綜效。2030年種30億棵樹，碳匯3.1億噸CO₂e。



Planting at least **3 billion additional trees in the EU by 2030** should be done in full respect of ecological principles.

3 billion trees should be planted in addition to those that would be planted anyway in a “business as usual” scenario.

The revised Regulation on Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) will help:



提升森林的氣候韌性



復育質損的生態系



維護生物多樣性



增加土壤與森林碳匯



增加木製品與生物產品



支撐永續糧食生產

New target to restore and expand the EU's natural carbon sinks by 2030:



Old target ⚠ Too low

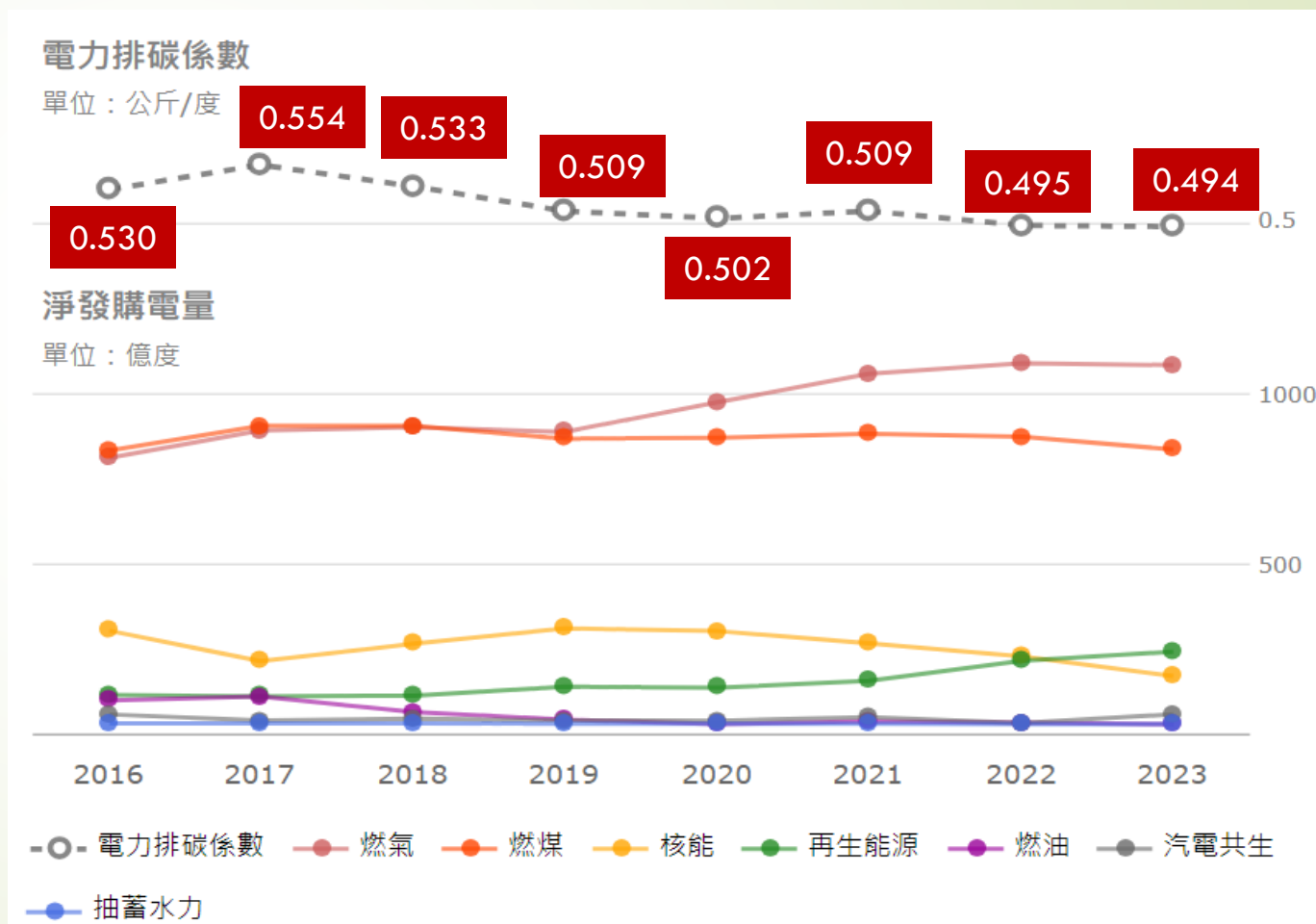
Current carbon sink

New target

*CO₂eq

碳鎖定(lock-in) - 台灣電力係數

- 依行政院中華民國一百一十年九月二十九日核定之我國「第二期溫室氣體階段管制目標」，並推估再生能源直供及轉供銷售電量，訂定中華民國一百一十四年(2025)電力排碳係數基準為 **0.424 公斤 CO₂e / 度**。



資料來源：台灣電力公司(2024)，近來電力排碳係數。

碳鎖定- 台灣減碳國際合作沒作為

- ❑ 減碳國際合作是台灣2030年減排24%重要策略之一，然而，尚未見任何策略與行動。
- ❑ 環境部應加強國際減碳合作，認知「台灣為全球減碳，就是為台灣減碳」。

2030 NDC 強化目標

整合推動12項關鍵戰略
拓展中央/地方/公私協力及國際合作
加大減碳力道，厚植負碳潛能

國家自定貢獻 (2030 NDC) 強化關鍵作為

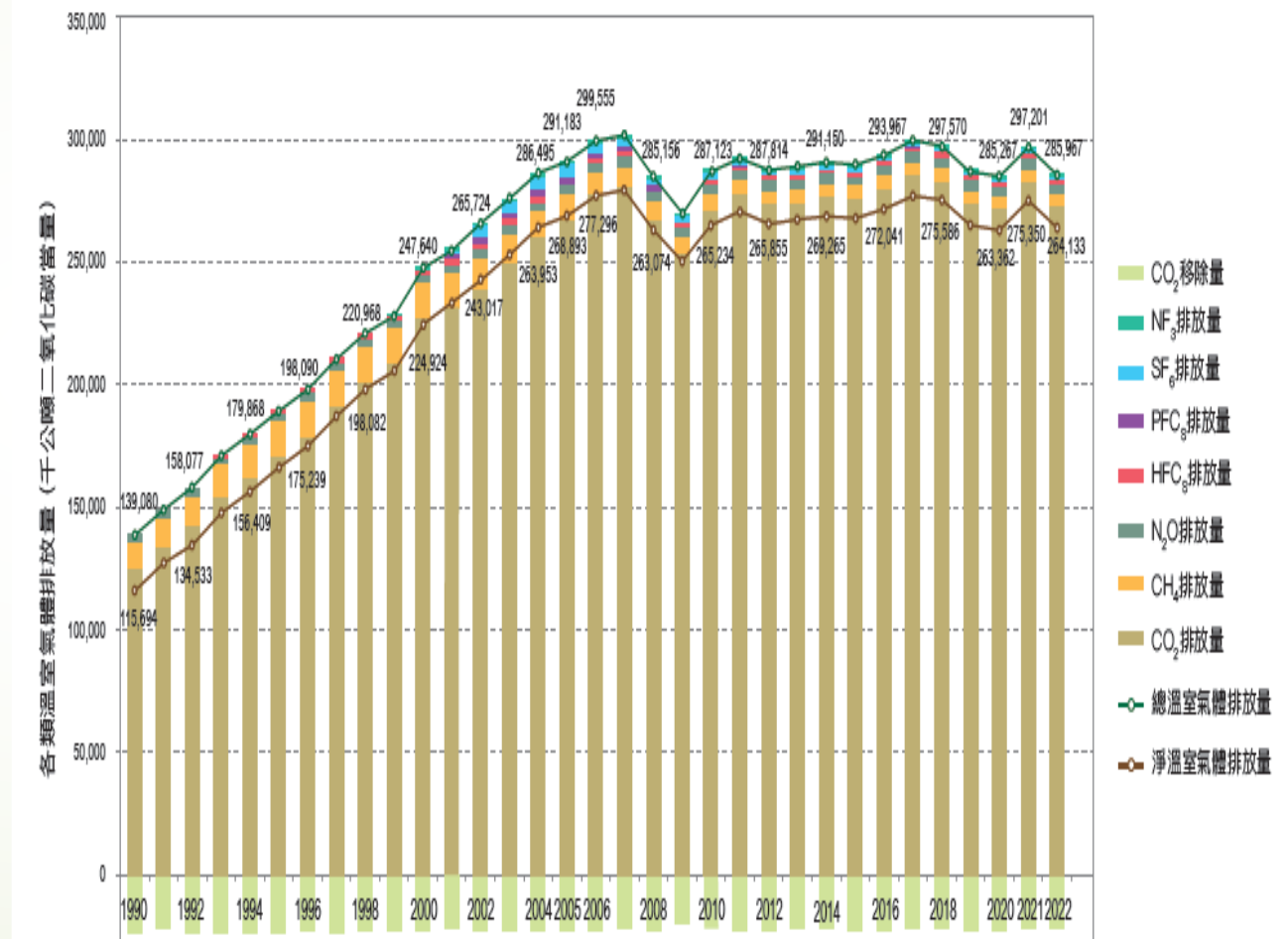
- 整體再生能源 ▶ 裝置容量自2020年9.6 GW
大增至2030年 **45.46 - 46.12 GW**
(離岸風電13.1 GW、太陽光電31 GW)
- 節能 ▶ 增加節電 **345.7 億度**
▶ 節熱量 **227.3 萬公秉油當量**
- 運具電動化 ▶ 市區公車及公務車全面電動化
▶ 電動小客車及電動機車市售比
▶ 分別提升至30%及35%
- 碳匯及負排放 ▶ 自然碳匯(森林/土壤/海洋): **1.4 MtCO₂e**
技術發展應用 ▶ 碳捕捉利用及封存CCUS: **4.6 MtCO₂e**
- 減碳國際合作 ▶ 呼應巴黎協定第六條，
推動國合境外減碳



➤ 相當於2020年排碳量**29%**

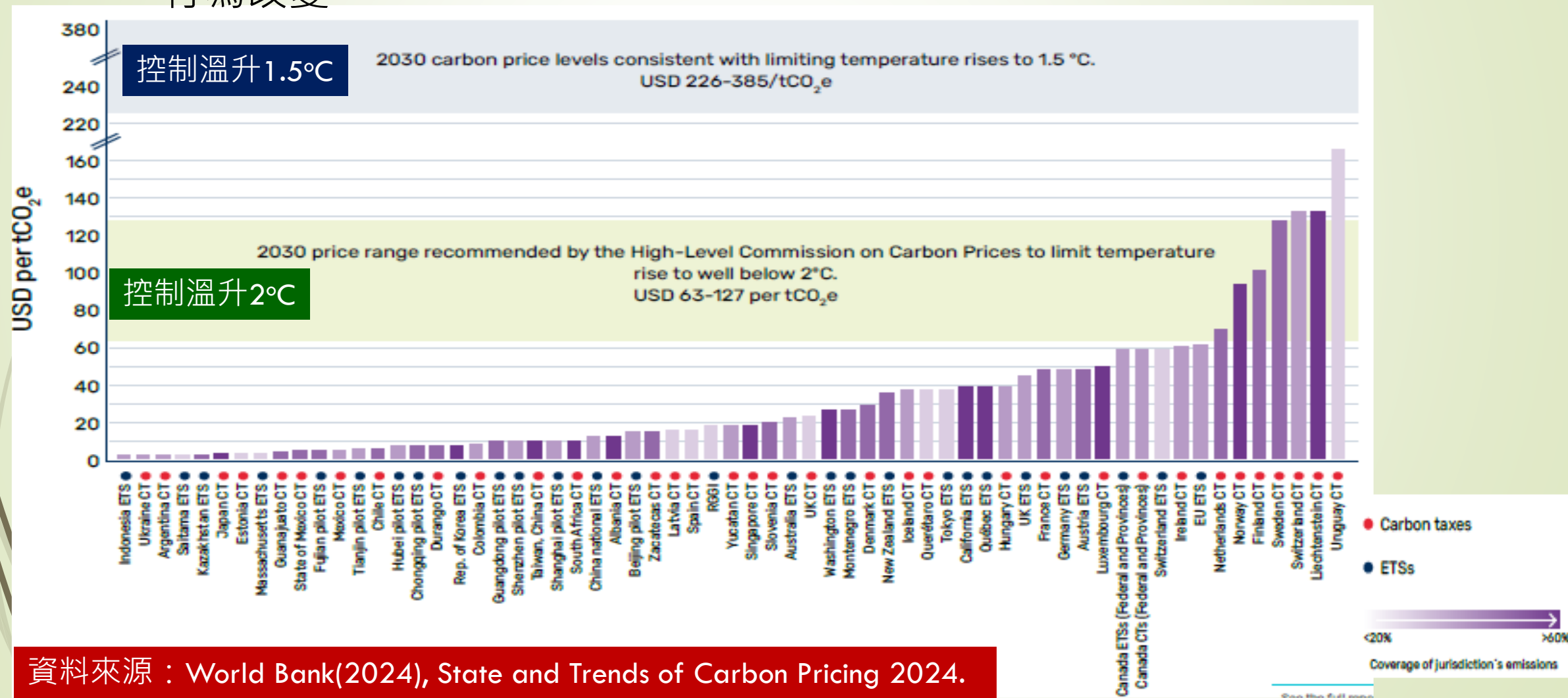
碳鎖定 – 可供碳匯面積有限

- ❑ 台灣總土地面積約335.7萬公頃，國有林面積約219.4萬公頃(約占61%)。
- ❑ 台灣森林碳匯(包括國有、公有及私有林地)約**21,834千公噸CO₂e (2022)**。
- ❑ 台灣原住民保留地約26.4萬公頃，公有保留地約14.8萬公頃，私有保留地約11.6萬公頃，原鄉具有龐大碳匯潛力。



淨零賽跑-碳有價化

❑ 排碳要付成本，減碳可獲得收益，可以激勵科技解方、自然碳匯活動及行為改變。



淨零賽跑 - 碳關稅 (公平負擔碳成本)

- 基於碳成本公平負擔，全球碳關稅將隨著歐盟「碳邊境調整機制」(CBAM)而迅速發展。
- 台灣出口導向，衝擊特別大，以CBAM為例，約需承擔出口金額的10%碳關稅負擔。

CBAM產業	出口值(2021) (百萬美元)	排放強度(2021) (千噸CO ₂ e/百萬美元)	CBAM附加稅率 (美元/美元/出口值)
鋼鐵及鋁製品	2,732.59	1.66412	0.0749
有機化學與化肥	394.9	1.48165	0.0667
塑膠及其製品	1,011.19	0.88372	0.0398
水泥	0.28	2.23523	0.0992

2024/10/4

資料來源：李堅明、郭佳憲、林晉勗(2023)

淨零賽跑-符合永續經濟活動(避免漂綠)(金融機構 投融資參考)



氣候變遷減緩

可降低溫室氣體排放的經濟活動，如：產生、儲存或使用再生能源、氣候中和能源(包括碳中和能源)、電網強化改善能源效率、增加使用碳捕捉與儲存技術等



氣候變遷調適

除降低溫室氣體排放的經濟活動外，其他為因應已發生或預期的氣候負面衝擊，而進行的調整活動，以減輕危害或發展有利的機會，如：提升橋梁、道路等維生基礎設施韌性、山坡地水土保持維護等



水及海洋資源的永續性及保育

具有對水及海洋資源的永續利用和保護作出重大貢獻的經濟活動，以維持地表水和地下水的良好狀態或防止惡化



轉型至循環經濟

促進循環經濟轉型的經濟活動，包含廢棄物的回收再利用或避免廢棄物產生



污染預防及控制

對於空汙、水汙、土壤地下水汙染等環境汙染的預防和控制具有重大貢獻的經濟活動



生物多樣性及生態系統的保育與復育

對保護和恢復生物多樣性及生態系統具有重大貢獻，包括保護、養護或恢復生物多樣性、實現生態系統良好狀況或保護已處於良好狀況生態系統的經濟活動

半導體IC製造永續經濟活(案例)

環境目的	技術篩選指標
氣候變遷減緩(E01)	<p>單位產品溫室氣體排放量(範疇一加範疇二)符合以下標準：</p> <ul style="list-style-type: none">• 6吋以下晶圓：≤ 2.18公斤二氧化碳當量/cm²• 8吋晶圓：≤ 2.51公斤二氧化碳當量/cm²• 12吋晶圓成熟製程(10奈米(含)以上)：≤ 1.31公斤二氧化碳當量/cm²• 12吋晶圓先進製程(10奈米以下)：≤ 9.58公斤二氧化碳當量/cm²

1. 單位溫室氣體排放量=單一尺寸相同製程之溫室氣體年排放總量(公斤二氧化碳當量)/單一尺寸相同製程之晶圓年產出面積(cm²)
2. 6吋、8吋、12吋晶圓之標準經與產業與協會討論，決議參考綠色工廠之半導體製造之單位產品溫室氣體排放標準，再根據企業的現況訂定標準
3. 先進製程為透過與半導體協會及其會員廠商討論後決議參考綠色工廠之半導體製造之單位產品溫室氣體排放標準，再根據企業的現況訂定標準

淨零賽跑 – 產品碳足跡管理



- ❑ 碳足跡(carbon footprint)是**供應鏈低碳管理的標的**，碳足跡盤查及降低產品碳足跡是淨零經濟競爭力指標。
- ❑ 組織碳中和市自願性(不會被要求)，產品碳足跡管理的三個功能：
 1. 滿足供應鏈要求
 2. 議和供應鏈(範疇三管理)
 3. 企業淨零賽跑績效指標(KPI)
- ❑ Adidas 透過材料科技創新與供應鏈碳管理，生產一款低碳足跡跑鞋，每雙約 **2.94 公斤 CO₂e**，比AAdidas目前最低碳足跡跑鞋(**7.86 公斤CO₂e**)，約減少 **63%**。



Adidas x Allbirds FUTURECRAFT.FOOTPRINT shoe

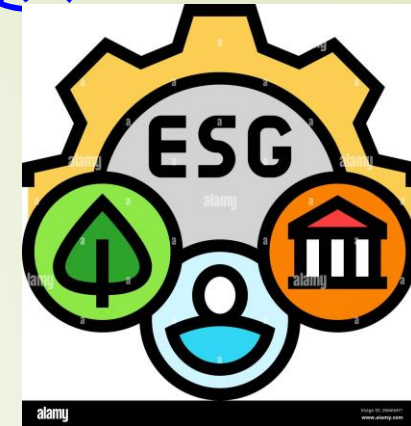
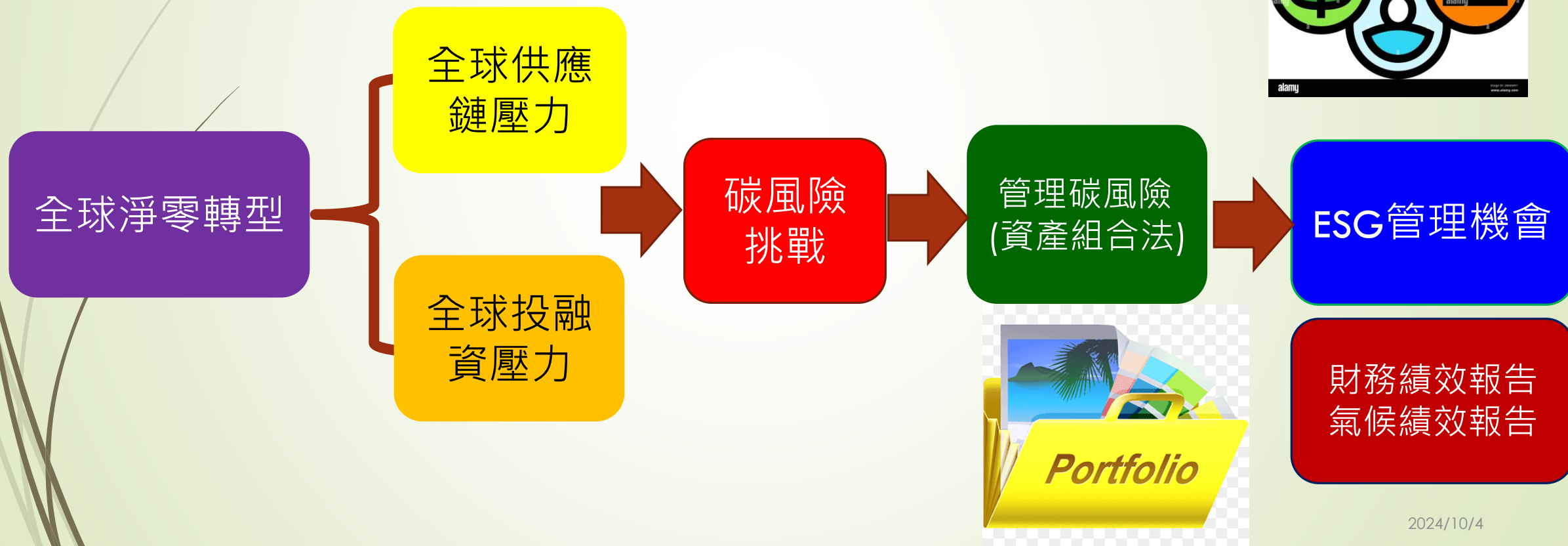


碳足跡

碳標字第1104802003號
B4, 70g(257mm x364mm)每包500張
<http://www.epa.gov.tw>

淨零賽跑風險-企業ESG關鍵課題

- ❑ 供應鏈壓力 – 碳足跡管理。
- ❑ 投融资壓力 – 低碳投資。



企業淨零組合-成本可負擔

- 依據不同淨零成本，決定淨零組合。成本高配比低，隨動態調整。

- 平均減碳成本：
6,000-7,000元噸CO₂e

內部減碳
(?)



- 平均減碳成本：
10,000-12,000元噸CO₂e



使用綠電
(?)

淨零

- 平均減碳成本：6,00-900元噸CO₂e

碳匯/碳權
(?)



建立碳風險值與預警機制

- 建立碳風險評估公式，進行**碳風險估算**，**建立碳風險預警**。

- 評估步驟：

- ① 第一步：**運用歐盟(2009)碳風險計算公式**，分別計算2021年與2030年三種不同碳費(20、50、100美元/噸CO₂e)之碳風險值，並取得平均值
- ② 第二步：利用碳風險預警燈號設計，以2030年為目標風險值，**設定碳風險管理缺口率**(Gap Rate)(碳風險差距率)

Step 1：運用歐盟(2009)碳風險計算公式

$$R(\text{碳風險值}) = \frac{\text{減排成本} + \text{碳定價成本} + \text{電力轉嫁成本}}{\text{附加價值}}$$

Step 2：設定碳風險管理缺口率

$$G = \left(\frac{T\text{年碳風險值} - 2030\text{年碳風險值}}{2030\text{年碳風險值}} \right)$$

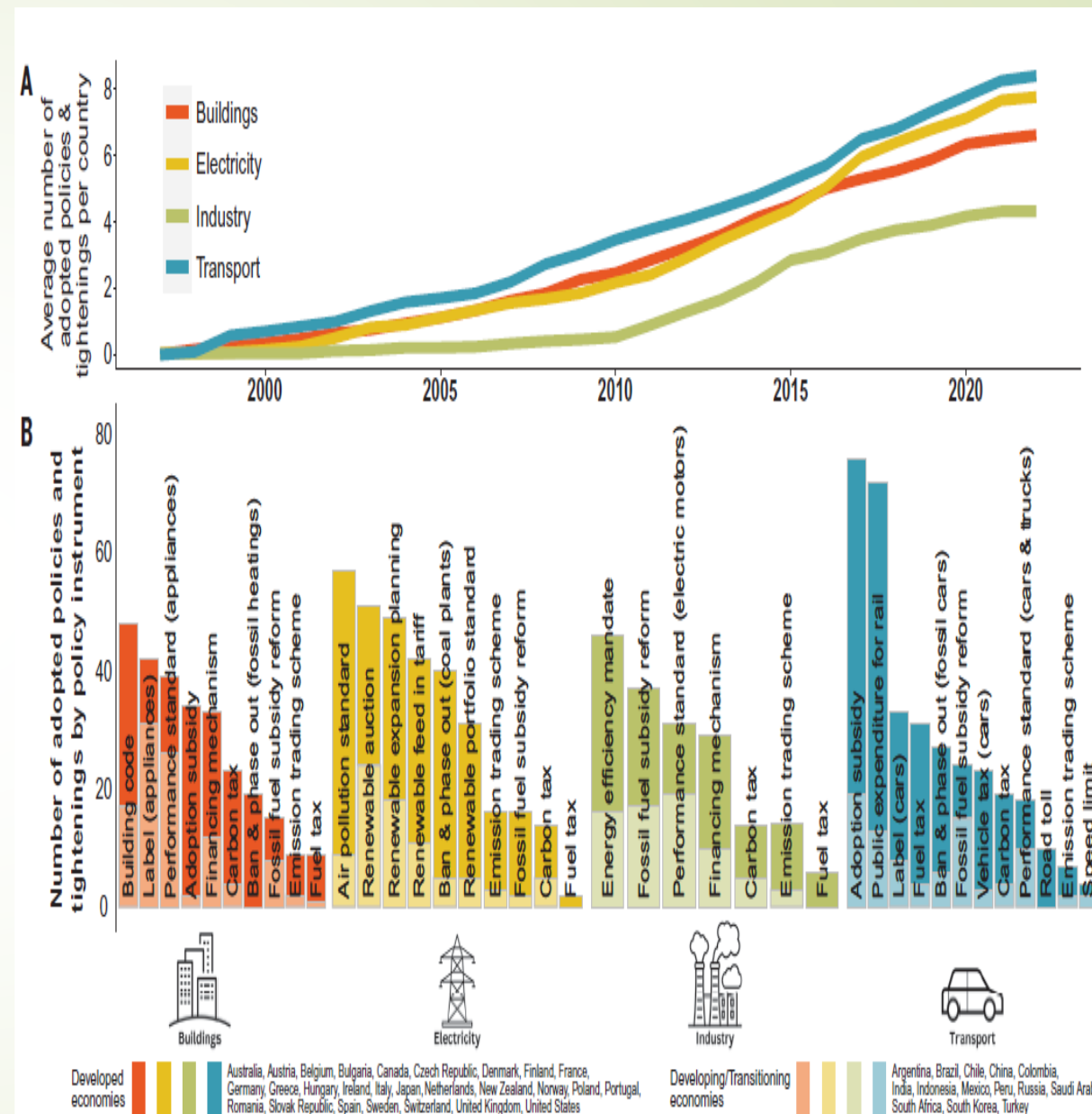
Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades

Annika Stechemesser^{1,2,3*}, Nicolas Koch^{1,2,4*}, Ebba Mark^{5,6,7}, Elina Dilger¹, Patrick Klösel^{1,2}, Laura Menicacci¹, Daniel Nachtigall⁸, Felix Pretis^{5,9}, Nolan Ritter^{1,2}, Moritz Schwarz^{1,5,6,10}, Helena Vossen¹, Anna Wenzel¹

Stechemesser *et al.*, *Science* **385**, 884–892 (2024) 23 August 2024

研究背景

- 2024年8月由英國牛津大學學者發表在國際著名科學(*Science*)期刊，檢視全球過去20年的1,500個跨部門(電力、工業、住宅、交通等部門)氣候政策，發現僅有63個氣候政策具有顯著的減量效果，合計約減排6-18億噸CO₂e。
- 該研究以OECD蒐集的政策資料，採用「差異中差異方法」(Difference – in – difference)方法，評估不同政策介入 (intervention) 的減排效果，研究結果具有高度政策意涵，將成為全球淨零政策的重要參考。
- 運輸部門有效氣候政策較多，產業部門有效氣候政策較少。



產業部門有效政策

產業	<ol style="list-style-type: none">1. 強制性能校標準(energy efficiency mandate) (已開發)2. 化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform) (已開發)3. 電動馬達績效標準(performance standard appliances electronic motors) (開發中)4. 財務/金融機制 (financial mechanism) (已開發)5. 碳稅(carbon tax) (已開發)6. 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發)7. 燃料稅(fuel tax) (已開發)
----	--

歐盟淨零產業法(EU Net-zero Industry Act)

- ❑ 歐盟2024年5月27日制定「淨零產業法」，聚焦8項關鍵淨零製造技術，簡化淨零製造技術管制，成立淨零學院培訓淨零製造勞動力，實踐公正轉型。

立法目的

簡化淨零
技術管制

擴大淨
零製造
技術規
模

促進淨零
製造競爭
力與韌性

淨零製造技術



太陽光/
熱能



燃料電池



風力發電
(陸/海)



永續生物
燃料



電池與儲
能



碳捕獲技
術



熱幫浦與
地熱



電網技術

七項淨零行動

- 7項關鍵淨零製造行動：(1)推動淨零策略規劃；(2)尋覓場址，擴大CO₂注入能量；(3)應用綠色採購與拍賣，促進綠能需求；(4)成立淨零學院培訓淨零製造勞動力，實踐公正轉型；(5)簡化淨零製造技術投資審議流程；(6)成立歐洲淨零平台及氫能銀行，吸引投資；(7)發展技術創新沙盒(sandboxes)，提供淨零製造技術創新發展機會。



Net-Zero Strategic Projects

Priority projects essential for reinforcing the resilience and competitiveness of the EU net-zero industry



CO₂ injection capacity target

Carbon capture and storage projects will be supported, notably by enhancing the availability of CO₂ storage sites



Facilitating access to markets

Sustainability and resilience criteria in procurement procedures and auctions to help boost demand of renewables



Enhancing skills

Net-Zero Industry Academies, with the support and oversight by the Net-Zero Europe Platform, will provide training and education on net-zero technologies, and lead to quality job creation



Cutting red tape and accelerated permitting

Lower administrative burden for developing net-zero manufacturing projects and simpler and faster permitting procedures, in particular for strategic projects which will benefit from even faster permitting, to increase planning and investment certainty



Attracting investment

A Net-Zero Europe Platform and the European Hydrogen Bank will help attract investment



Innovation

Regulatory sandboxes to help develop and test innovative net-zero technologies and create a level-playing field for innovation



電力部門有效氣候政策

電力	<ol style="list-style-type: none">1. 空氣污染標準(air pollution standard) (已開發)2. 再生能源拍賣(renewable auction) (開發中)3. 再生能源擴充計畫(renewable expansion planning) (已開發)4. 再生能源躉購(renewable feed in tariff) (已開發)5. 再生能源配比標準 (renewable portfolio standard) (已開發)6. 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發)7. 碳稅(carbon tax) (已開發)8. 燃料稅(fuel tax) (已開發)
----	--

建築(住商)部門有效政策

部門	政策工具與措施
建築	<ol style="list-style-type: none">1. 建築節能標準(building code) (已開發)2. 器具設備節能標章(label appliances) (開發中)3. 器具設備績效標準(performance standard appliances) (開發中)4. 補貼(subsidy) (已開發)5. 財務/金融機制(financial mechanism) (已開發)6. 碳稅(carbon tax) (已開發)7. 禁止或淘汰化石熱能 (ban and phase-out fossil heating) (已開發)8. 化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform) (已開發與開發中)9. 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發)10. 燃料稅(fuel tax) (已開發)

運輸部門有效氣候政策

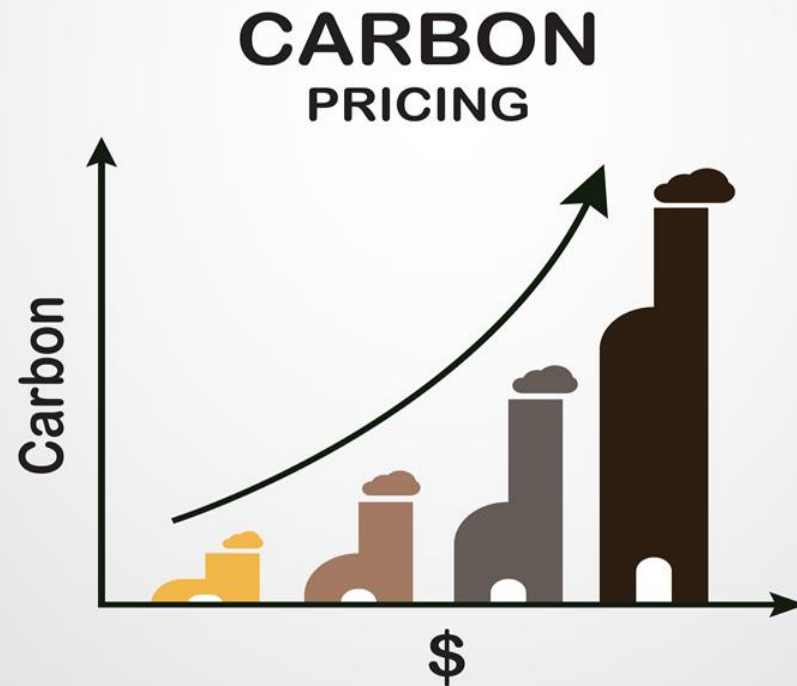
運輸	<ol style="list-style-type: none">1. 補貼(subsidy) (已開發)2. 全民公共支出(public expenditure for all) (已開發)3. 小客車能效分級標章(label (cars)) (已開發)4. 燃料稅(fuel tax) (已開發)5. 禁止或淘汰化石燃料小客車 (ban and phase-out fossil cars) (已開發)6. 化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform) (開發中)7. 小客車稅(vehicle tax (car)) (已開發)8. 碳稅(carbon tax) (已開發)9. 小客車與卡車效標準(performance standard car and truck) (開發中)10. 道路費(road roll) (已開發)11. 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發)12. 限速(limit speed) (開發中)
----	--

研究發現/結論

1. 氣候政策需要適當搭配(mixed)：研究發現政策搭配的減排效果大於獨立政策的減排影響力，例如碳定價搭配補貼的減排效果最顯著。
 2. 已開發國家和開發中國家應採取不同的氣候政策：已開發國家，採取市場誘因工具，例如碳定價政策，可以產生有效的減排效果；反觀在開發中國家，則宜採取直接管制(regulation)政策較有效。
 3. 可縮小《巴黎目標》減排缺口：全球如果能夠聚焦於63個有效的氣候政策工具與措施，2030年可望達到26-41%的減排量，將可大幅縮小減排缺口。
 4. 研究也顯示，檢視超過 80% 的投資專案，清潔能源技術投資的總生命週期成本遠低於化石能源技術投資，建議全球如果能夠採行適當的政策搭配，將可有效加速及擴大潔淨能源技術投資，將會大幅降低國家溫室氣體排放量。
- 《巴黎目標》是2030年減排43%(IPCC, 2023)。

三項子法說明

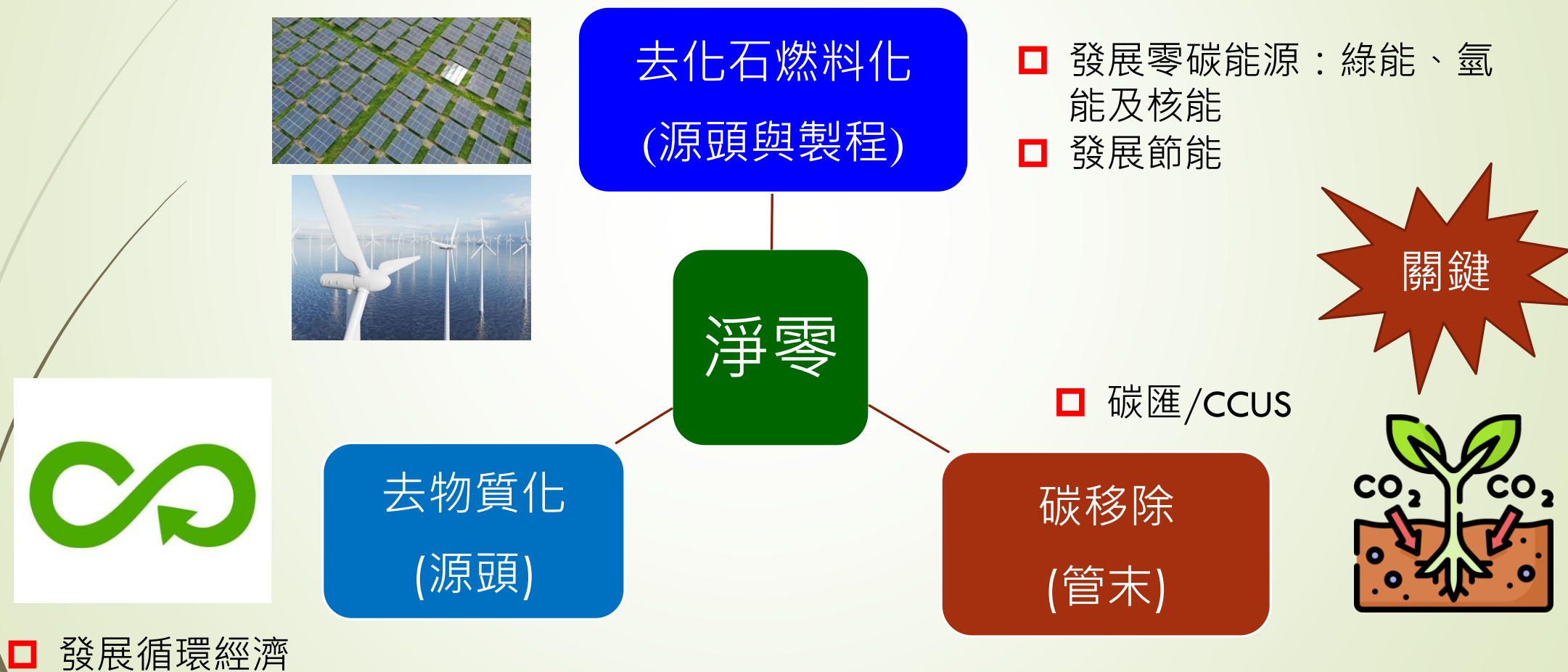
- 碳費收費辦法
- 自主減量計畫管理辦法
- 碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標



台灣碳定價減碳密碼

- ❑ 台灣《氣候變遷因應法》規劃2026年將開徵碳費，目前已公布相關子法，預計年底完成碳費費率制定。
- ❑ 碳費徵收很容易淪為財政工具/目的，這是台灣的減碳政策風險，會轉嫁給企業，成為企業的氣候風險。

企業淨零技術三個來源



企業淨零管理組合-成本可負擔

- 依據不同淨零成本，決定淨零組合。成本高配比低，隨動態調整。

- 平均減碳成本：
6,000-7,000元噸CO₂e

內部減碳
(?)



- 平均減碳成本：
10,000-12,000元噸CO₂e



使用綠電
(?)

淨零

- 平均減碳成本：6,00-900元噸CO₂e

碳匯/碳權
(?)

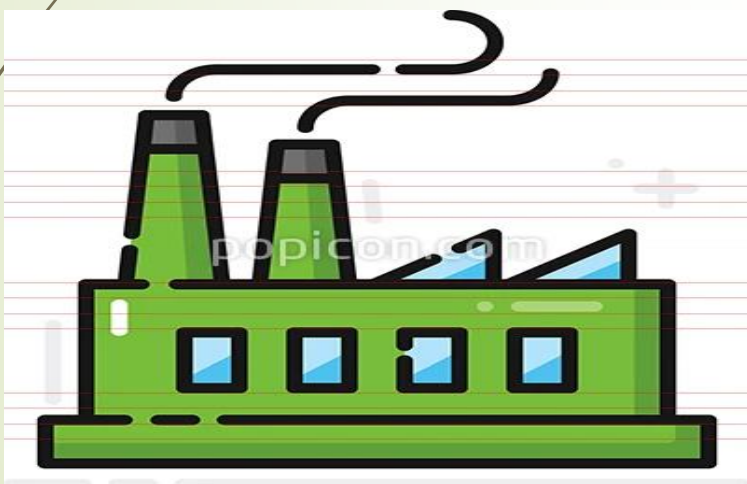


Gold Standard
for the Global Goals

碳交易優勢一：成本可負擔

- 碳交易(減碳合作)促進減碳成本可負擔與激勵減碳雄心，成就企業淨零真跑與領跑。

減排成本：6000元/噸CO₂e

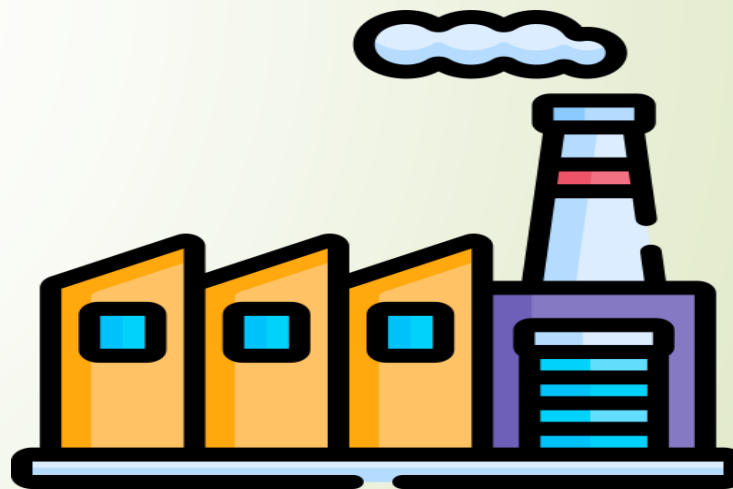


A公司



購買碳權
協助減碳

減排成本：600元/噸CO₂e

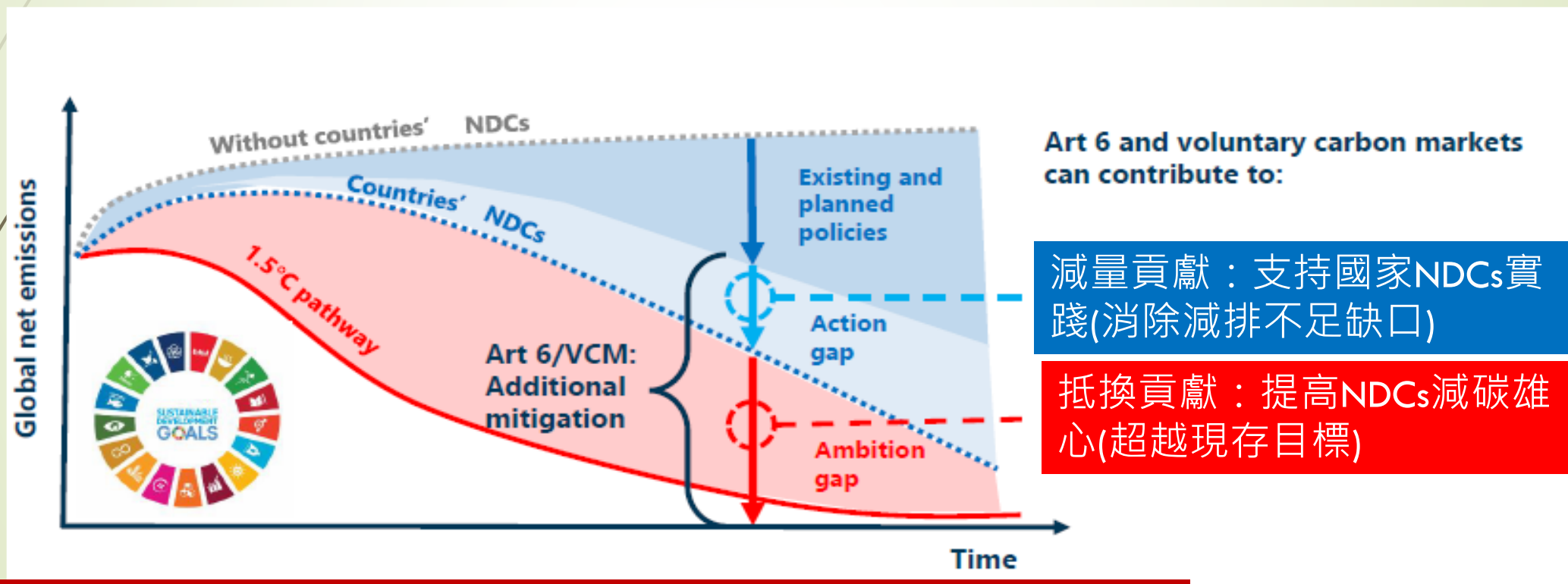


B公司

碳交易優勢二：確保承諾及支持雄心

□ 讓雄心的淨零賽跑成為可行：

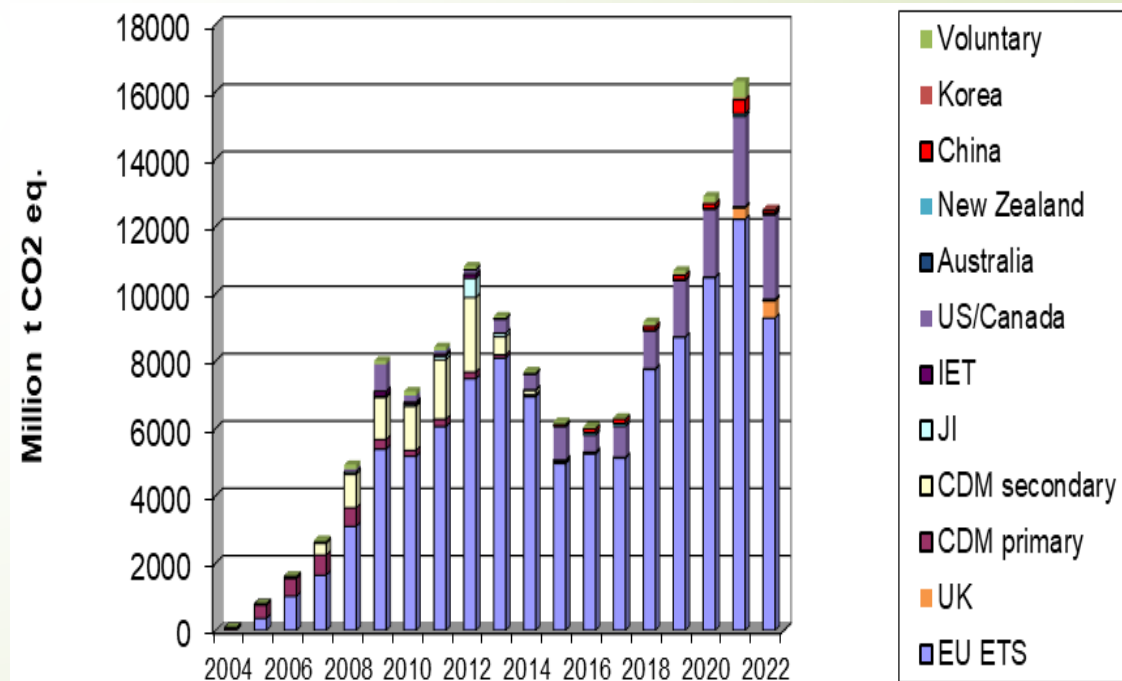
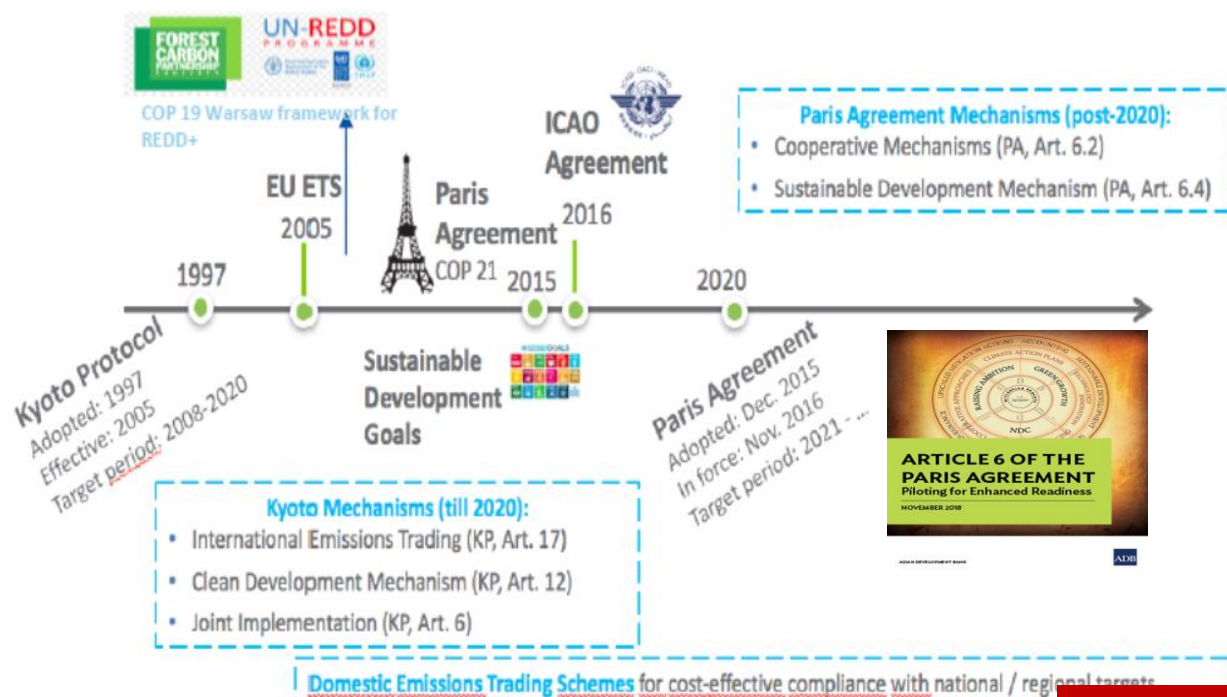
1. 確保以成本有效(cost effectiveness)方式實踐減量承諾目標。
2. 提升減量承諾雄心。



資料來源：Michealowa (2023), Global carbon trading development and rules.

全球碳市場將突破兆美元(2024/01/04)

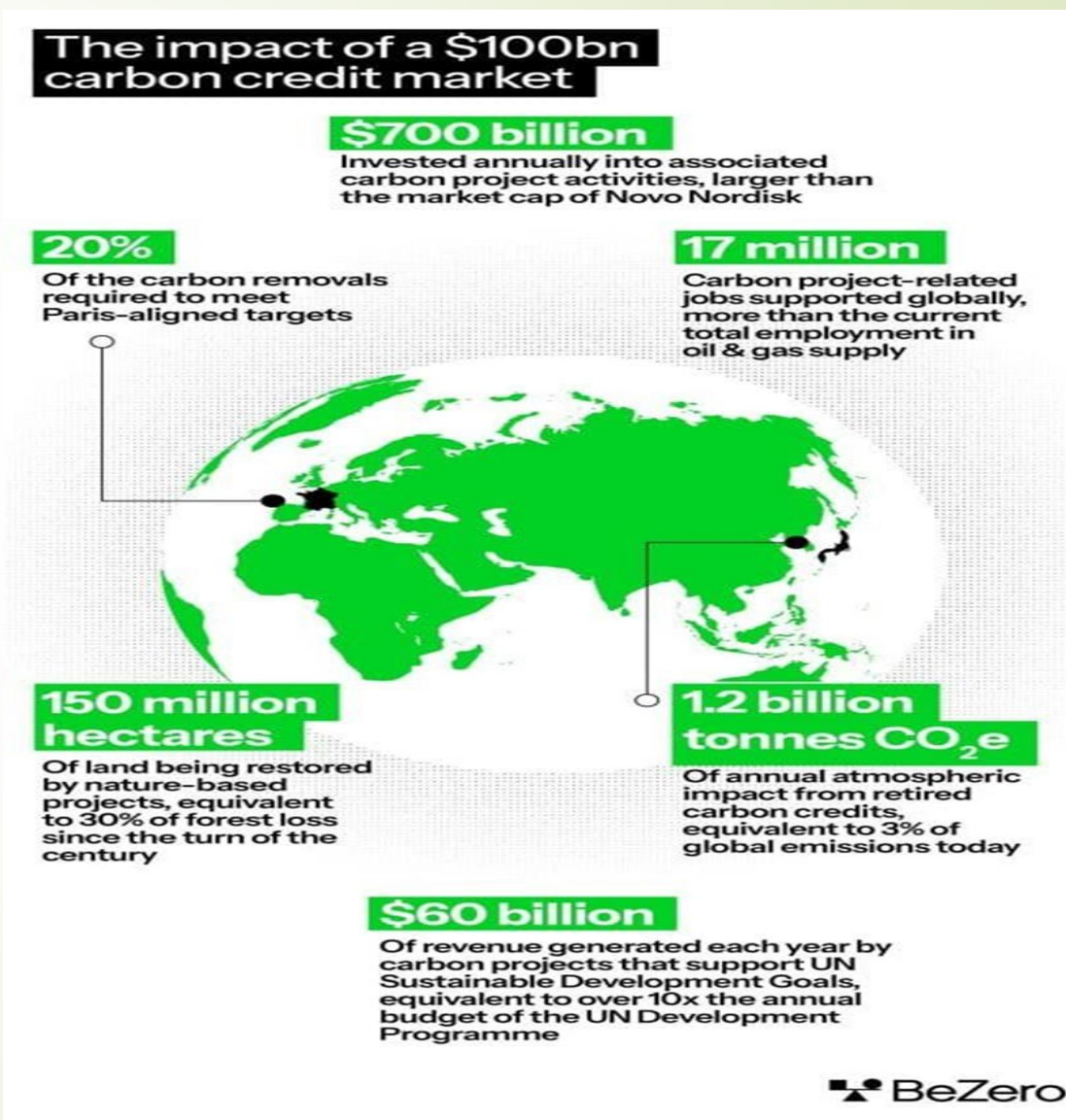
- 全球再生能源市場規模約9,716.5億美元(2022)，半導體產業市場規模約5,741億美元(2022)，全球節能產業市場規模約3,000億美元。全球碳市場規模已超過9,240億美元(2022) (Carbon Pulse, 2023)
- 2021年全球碳交易量達到160億噸歷史高峰，2022年雖然下降，也超過120億噸。歐盟是全球碳交易規模最大區域，2022年交易量超過90億噸；其次是美國與加拿大碳市場，約20億噸。
- 碳市場流動性(liquidity或turn over)(不是炒作/投機)(2-3次)是價格發現的關鍵。



自願性碳市場可創造經濟與環境雙贏

(Bezero Carbon, 2024/06)

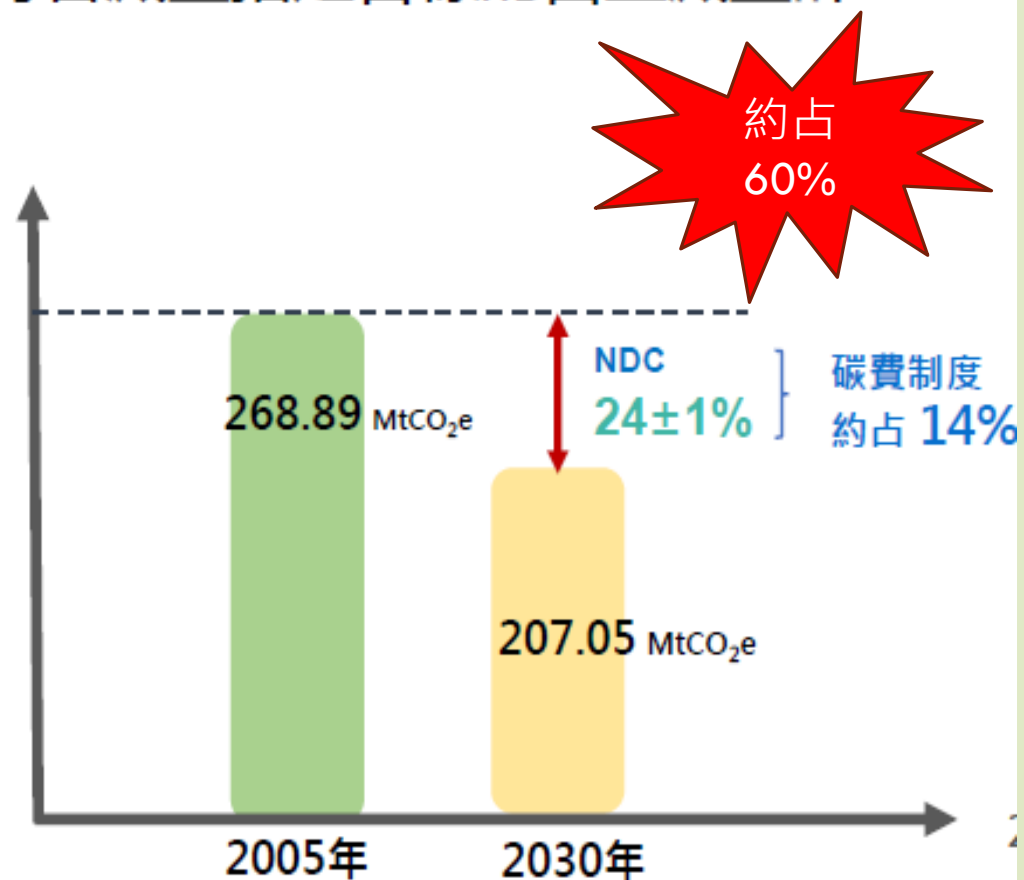
- ❑ 碳評級公司 BeZero Carbon 的一份新報告顯示，2030年中期，全球自願性碳市場規模約可達到**1,000 億美元規模**，年碳權需求量約**2.5億噸CO₂e**，平均碳價約**40美元/噸CO₂e**。
- ❑ 該碳市場規模可保護相當於秘魯國土面積的**1.5 億公頃森林土地**，並帶動每年**7,000 億美元**的碳專案投資，以及每年**600億美元**碳權收入。
- ❑ BeZero 也估計，這樣的市場規模可以支持約**1,700萬個就業機會**(1,240 萬個林業就業機會、近 300 萬個永續農業就業機會、31 萬個再生能源就業機會以及 5 萬個鄰近行業就業機會)。
- ❑ 每年可約抵換**12億噸CO₂e**的GHG排放。





公告碳費三項子法，我國碳定價制度正式上路

- 環境部今日**公告碳費三項子法**：碳費收費辦法、自主減量計畫管理辦法、碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標，**碳費制度正式上路**。
- 碳費徵收對象必須依照三項子法，提出符合減量指定目標的自主減量計畫，才能適用優惠費率。
- 倘碳費徵收對象都能提出自主減量計畫，推估2030年可減少37百萬公噸CO₂e，約**相當於2005年排放量的14%**。
- 三項子法讓企業清楚知道排碳有價，以及如何透過自主減量計畫，減少碳排放及碳費負擔。



台灣碳費徵收制度設計問題

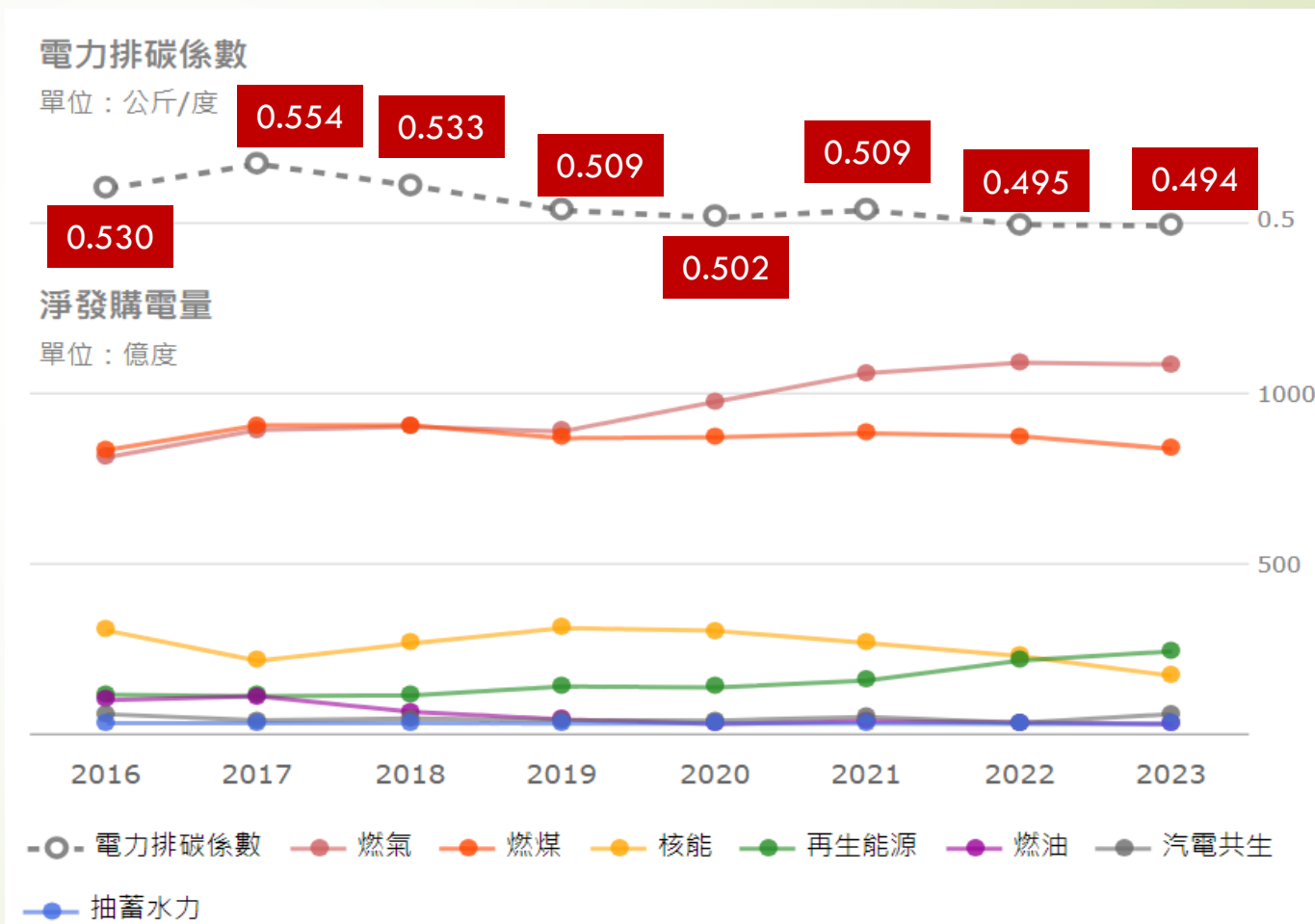
1. 碳費費基包括直接與間接排放，費率不可能訂高：依據國際經驗，碳稅稅基僅是範疇一(直接排放(燃料燃燒與製程排放))。
2. 制度實施之初，缺乏考量政策補償，政策接受度低：制度實施之初，需考慮政策補償，例如歐盟90-100%免費配額(過渡期7年)。
3. 高碳洩漏是客觀事實，應給予寬減，不應與自主減量掛勾，且尚未定義碳洩漏產/企業。
4. 台灣是製造大國，也是國際重要供應鏈，國內減碳空間有限，國外高品質碳權抵換比例應提高比例(20-30%)。

碳費徵收費基

- 依據國外先進國家實施碳稅經驗，大都以**範疇一排放**(燃料燃燒與製程的直接排放)為費基，占企業總排放比例較小，企業較可負擔，衝擊也較小。此外，費率也可以訂定較高，較容易促進企業節能或製程改善減碳。反觀我國，碳費費基包括**範疇一**(燃料燃燒與製程的直接排放)與**範疇二**(用電的間接排放)，將大幅提高企業負擔，企業衝擊較大，同時，也限制費率提高，喪失企業減碳誘因。
- **電力係數是計算用電排放的關鍵因子**，然而，電力係數非企業所能控制，完全決定於國家電力政策。我國電力係數**0.494公斤/度**，高於全球多數國家，因此，也造成企業的額外負擔，這也是納入**範疇二**排放為費基，所額外衍生的課題，也需要做好完善配套，才不會造成**企業超額負擔(excess burden)**，這是碳費制度需要深思問題。

碳費徵收關鍵課題-電力係數

- 依行政院中華民國一百一十年九月二十九日核定之我國「第二期溫室氣體階段管制目標」，並推估再生能源直供及轉供銷售電量，訂定中華民國一百一十四年電力排碳係數基準為 **0.424 公斤 CO₂e / 度**。
- 第二階段管制目標應該也不及格。



資料來源：台灣電力公司(2024)，近來電力排碳係數。

政策補償-免徵額要足夠高

- 一個新制度/政策的推動，將對既存廠商(或既得利益者)造成衝擊，基於**政策補償**，通常會有較大的**寬減額或寬減期**，以歐盟2005年引入「總量與交易制度」(cap and trade)或稱「排放交易制度」(Emissions Trading Scheme, ETS)為例，有**3年(2005-2007)試行期**，以及**7年的寬減期(2005-2012)**，給予90%-100%的免費排放額度核配，大幅降低納管企業衝擊。
- 《碳費三法》僅給予**2.5噸CO₂e的寬減額**，對於排放量數百萬或數千萬噸CO₂e的大廠而言，幾乎沒有任何寬減的實質效果，這會衝擊大廠的經營及經濟，不易接受碳費徵收，造成碳費推動困難。

高碳洩漏企業要特別考量

- 依據歐盟(2009)定義，碳風險值高於30%的企業，列為高碳洩漏風險企業，給予兩項重要的配套，**免費取得排放額度(allowance)及補貼電價成本**，避免企業失去競爭力，以及產業外移。
- 依據《碳費三法》規定，高碳洩漏企業**必須提交自主減量計畫**，核可通過，才可享受寬減，初期減徵80%、中期減徵60%、長期減徵40%。由於碳洩漏企業是客觀認定，**不應有條件認定**，不符合先進國家經驗。

提高碳權抵換比例

- ❑ 碳權抵換不但可減緩企業減排成本，而且可確保承諾與減碳雄心。《巴黎協定》第六條鼓勵全球合作減碳，全球約198個會員都可參與《巴黎協定》第六條的減量合作機制，透過境外的減碳合作，抵減國內的減排量。日本自2013年起，由環境省自創「共同減量機制」(Join Drediting Mechanism, JCM)，與近30個國家合作推動227個減碳計畫，預計2030年拿回1億噸CO₂e，抵銷NDC承諾量。
- ❑ 台灣是製造大國(不像新加坡金融業為主)，也是國際重要供應鏈，國內減碳空間有限，國外高品質碳權抵換比例應提高比例(20-30%)，同時，也可助力國家2030年減排24%NDCs的承諾目標。

碳費減碳來源

- 碳費先天限制：減碳效果不確定：(1)碳費費率不易提高(政治因素及納入用電排放)；(2)減碳的主動權在廠商，政府無法控制；(3)政府預算使用無效率。

碳費費率

- 費率要高於企業減碳成本(6000-7000元/噸CO₂e)

碳費收入

- 碳費收入使用尚未明確規劃，不易呈現具體減碳效果。

自主減量計畫

- 設計太嚴格，限制企業申請誘因。

碳費減碳解碼-自主減量計畫配套

- 依據目前環保署的碳費徵收規劃構想，政府研議中的碳費徵收搭配自主減量計畫，面臨三大課題：
 1. 自主減量目標太嚴格 (非自主性)，不符合自主減量計畫要旨；
 2. 達到自主減量目標，還需要繳交碳費，造成企業二次成本負擔；
 3. 以及如何提供產業達成減量目標助力？
- 政策因應策略建議如下：

解碼一：回歸自主減量計畫自主性要旨

- ❑ 《**碳費三法**》自主減量目標制度設計的指定目標窒礙難行，徒增行政成本，以及降低企業提交自主減量誘因。自主減量目標猶如廠商的NDC (簡稱**企業自定貢獻**，Industrially Determined Contributions, IDCs)(產業自定)，及應連結國家NDC目標，每期以5年為原則，例如2026-2030年等，動態調整，並鼓勵企業提出具雄心的自主減量目標。
- ❑ 國發會已制定2030年減排24%NDCs目標，政府可制定2020-2022年三年間的平均排放量為基準排放量，2026-2030年，合計5年，設定以個別廠商的平均每年減排4-5%為基準值，作為廠商自提的自主減排目標。上述設計好處是考量個別廠商的自主性，以及與國家減量目標連結。

解碼二：達到雄心自主減量目標，免徵碳費

- 如果廠商達到自定減碳4-5%目標，則可享有優惠費率，然而，如果超過自定目標，則應予以免徵碳費，避免二次成本負擔。
- 由於企業自主減量已協助政府達成2030年國家減碳目標，再對企業徵收碳費，宛如變相處罰(要求企業達到淨零)，將違背公平正義，容易形成反淘汰現象(減碳績效不佳者，僅繳交碳費，反而負擔較低成本)。

解碼三：更具彈性的減排成果保留方案

- 依據規劃方案，廠商減排量如果優於自主減量目標，不但享有免徵碳費，政府應給予超額減量成果保留，並可抵減下一階段的自主減量目標，提高廠商減碳投資的靈活性，以及激勵企業減碳雄心。

解碼四：開放國際高品質自願性碳權抵換

- 為確保自主減量目標的達成，環境部應參考國際「自願性碳市場誠信委員會」(The Integrity Council for Voluntary Carbon Market, ICVCM, 2023)的碳權抵換誠信標準(The Claim Code of Practice)，允許企業以高品質碳權抵換自主減排目標。
- 環境部應依據《氣候法》第27條，認定國際高品質碳權，以及設定20-30%的抵換率，提高企業提交自主減量計畫的誘因。

如何提升2030年減碳國際合作動能

2030 NDC 強化目標

整合推動**12項**關鍵戰略
拓展中央/地方/公私協力及國際合作
加大減碳力道，厚植負碳潛能

國家自定貢獻 (2030 NDC) 強化關鍵作為

- 整體再生能源** ▶ 裝置容量自 2020 年 9.6 GW 大增至 2030 年 **45.46 - 46.12 GW**
(離岸風電 13.1 GW、太陽光電 31 GW)
- 節能** ▶ 增加節電 **345.7 億度**
▶ 節熱量 **227.3 萬公秉油當量**
- 運具電動化** ▶ 市區公車及公務車全面電動化
▶ 電動小客車及電動機車市售比
▶ 分別提升至 30% 及 35%
- 碳匯及負排放** ▶ 自然碳匯(森林/土壤/海洋)：**1.4 MtCO₂e**
技術發展應用 ▶ 碳捕捉利用及封存 CCUS：**4.6 MtCO₂e**
- 減碳國際合作** ▶ 呼應巴黎協定第六條，推動國合境外減碳



➤ 相當於2020年排碳量**29%**

碳費三法增修與配套-減碳、經濟及公正

1. 實施之初，應搭配高比例免徵額(例如90%)及高費率(例如800-1,000元/噸CO₂e，達到公正與效率。
2. 電力係數應以政府政策目標0.424kgCO₂e/度計算，才符合公正性。
3. 重新設計自主減量計畫，提高廠商申請自主減量誘因，且可搭配碳權抵換，遵行國際自願性碳市場誠信委員(ICVCM)的碳權抵換誠信標準。達到自主減量計畫應免徵碳費。
4. 碳費收入應高比例用於減量面(例如40%)及調適面(40%)，其餘分配20%。
5. 加速公告《氣候法》第27條，認定國外高品質碳權。

結語：
不忘減碳初心 不要淪為財政目的



企業贏的行動 - 以碳權橋接減碳成果

將減碳力化為競爭力-以碳權橋接成果



自然碳匯可創造多項SDGs - 助力企業ESG



Photo courtesy of Delta Blue Carbon Project

- ❑ 巴基斯坦一項取得VCS的自然碳匯的碳權專案 (Delta Blue Carbon Blue Carbon Removal)(VCS ID:2250)，具有14項SDGs認證(SDG1, 2,3 ,4,5,6,7,8,9,10,13,14,15,16)。
- ❑ 每噸碳權價值：27.8美元(CIX, 2022)



布局碳權高報酬率 - 587%(218-2021)

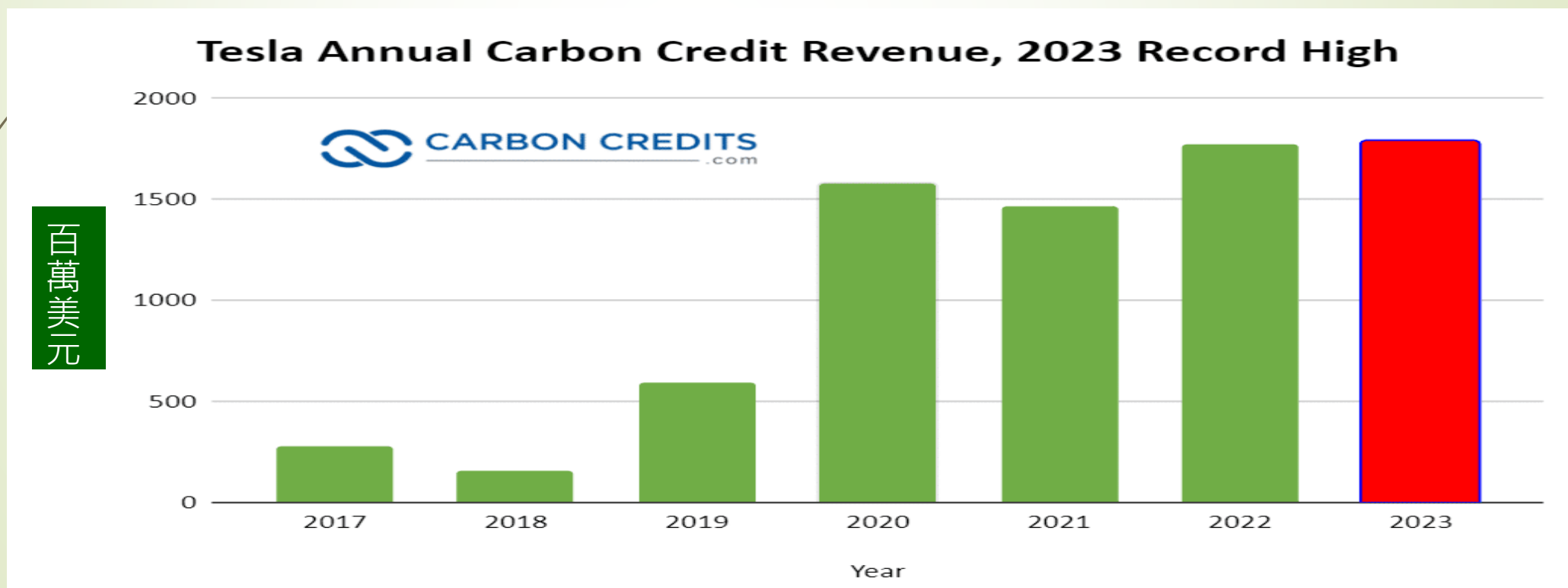
- ▣ 2018-2021年，高達587%，遠高於比特幣的142%、Nasdaq的106%及黃金的37%。(Carbon Credits.com., 2024/06)



Tesla 獲利下降，但是碳權收入增加

(Carbon Credit.com, 2024/04/26)

- ❑ 2023年碳權收入創新高，達到**17.9億美元**。
- ❑ 2024年Q1碳權收入約4.42億美元，相較於2023Q4的4.33億美元，約成長2%；2024Q1的碳權收入約占當季總營收11.44億美元的**38%**。



企業淨零三大解方-以碳權橋接成果

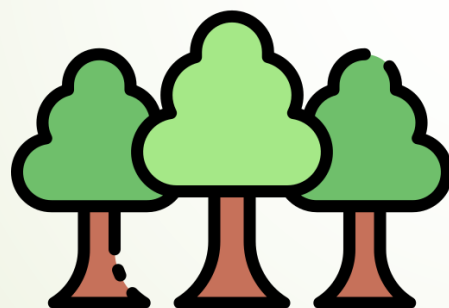


□ 零碳電力與循環經濟

科技解方



□ 碳權或碳匯布局。

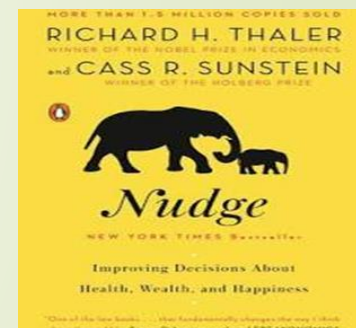


碳權/匯解方

淨零

行為解方

□ 行為改變：
低碳生活
轉型



行動一：手腳並用-發展碳足跡與碳手印

- ❑ 碳足跡(carbon footprint)：計算產品生命週期碳排放，賦權消費者選擇機會。
- ❑ 碳手印(carbon handprint)：降低自己碳足跡，對他人(供應鏈)產生正向環境效益。簡言之，碳手印是減少他人(供應鏈)的碳足跡。
- ❑ 最小化自己的碳足跡(範疇一與範疇二)，相當於最大化碳手印。
- ❑ 應用生命週期方法(Life Cycle Assessment, LCA)或ISO 14067計算。



行動二 - 佈設零碳電力

□ 電力解方：零碳(carbon free)、基載(base load)、分散(decentralized)及可負擔(affordable)

1. 以CO₂為燃料，藉由CO₂超臨界高壓特性，做為推動渦輪機發電的動力。
2. 布局零碳電力，而非僅有太陽光電與風電選項。



行動三：布局碳匯

1. 原民、企業、專家學者、查驗證機構、會計事務所、法律事務所等具公信機構團體，**共同成立與運行本公益平台**。
2. 本公益平台提供企業ESG需求者及原鄉碳匯與農林作物供給者資訊，並協助**媒合企業認養樣態**。
3. 提供**專業團隊**協助森林與土壤碳匯盤查與查驗證(MRV)。
4. 結合在地**原住民族合作社**、社團與企業組織功能，提供專業培力，包括碳匯管理及高附加價值農林作物，促進原民返鄉就業。



原鄉碳匯 ESG公益平台

<https://csp-tradevan.com.tw/ESG/HCE005>



Embrace The Green, Sow The Future

**原鄉碳匯
ESG公益平台**

Discover With Us »

SCROLL NOW

應對氣候變遷對全球生態環境、台灣國家安全及永續發展的影響，政府制定「二〇五〇淨零排放」的政策目標及十二項戰略行動計畫，其中「自然碳匯」已是最為重要的議題之一。台灣原住民族與自然為伍的生活智慧，保育台灣自然森林與土壤資源，成為台灣追求淨零目標的重要解方。

媒合：一鄉多企

- 以鄉為對象(原住民族55鄉)：
一鄉多企為原則
- 媒合模式：
 1. 碳匯模式
 2. 農作物契作與文化工藝模式
 3. 碳匯、農作物契作文化工藝模式



企業ESG需求方

100-200家企業

申請



媒合

原鄉供給方
(55鄉)

1-2萬公頃農林地

原住民族合作社

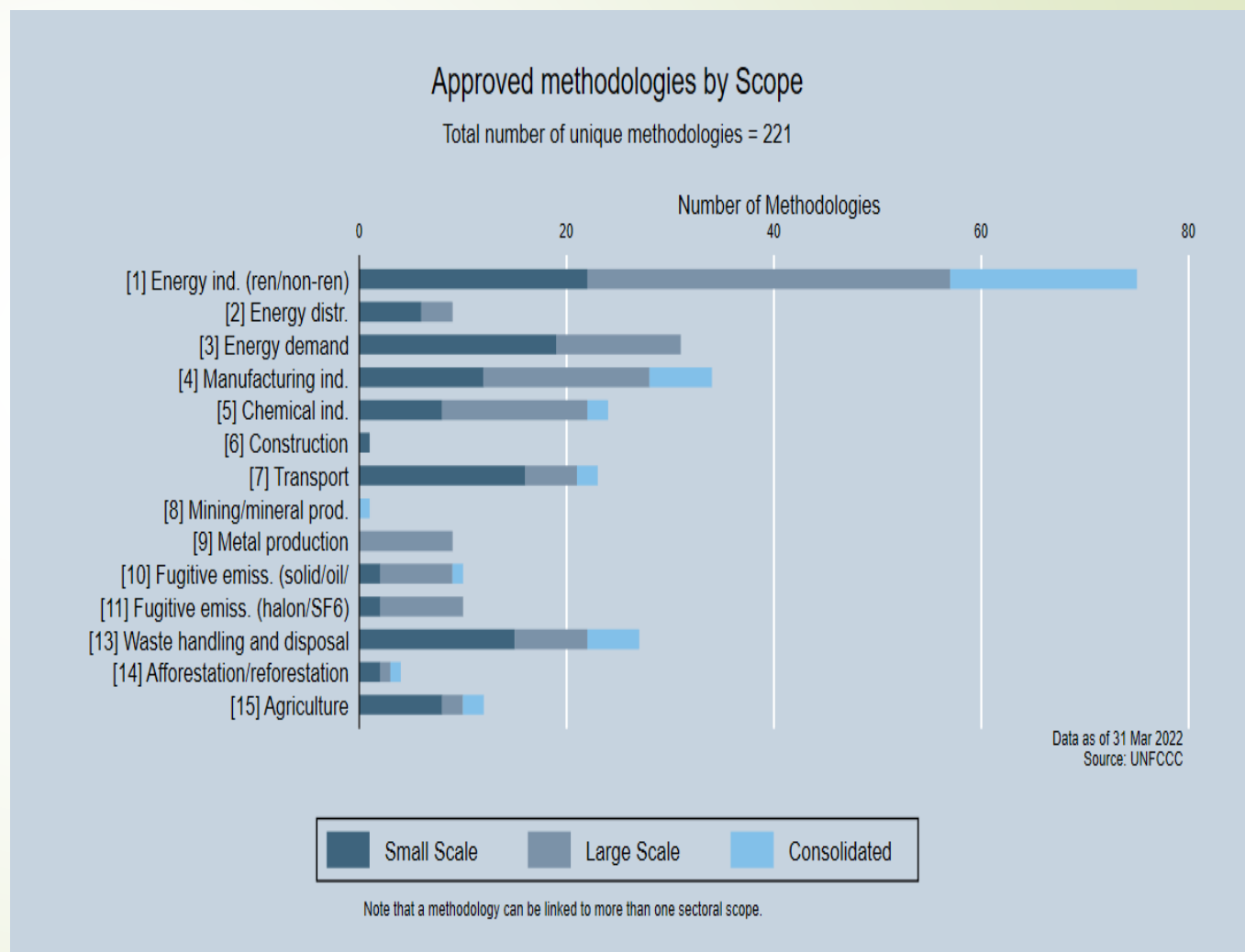


原鄉碳匯ESG公益平台

行動四：發展方法學，將減碳轉為碳權

- 至2023年12月31日止，UNFCCC已註冊**224個方法學**，其中，能源產業發方法最多，約**75個**；農業相關方法學約**20個**。
- 因應未來蜂湧的減碳浪潮，例如節能、綠能、氫能、生物能源、儲能、電動車、**CCUS**、農業碳匯、負碳科技及循環經濟等，需要大量開發碳權方法學，企業應加速培養相關人力資本。

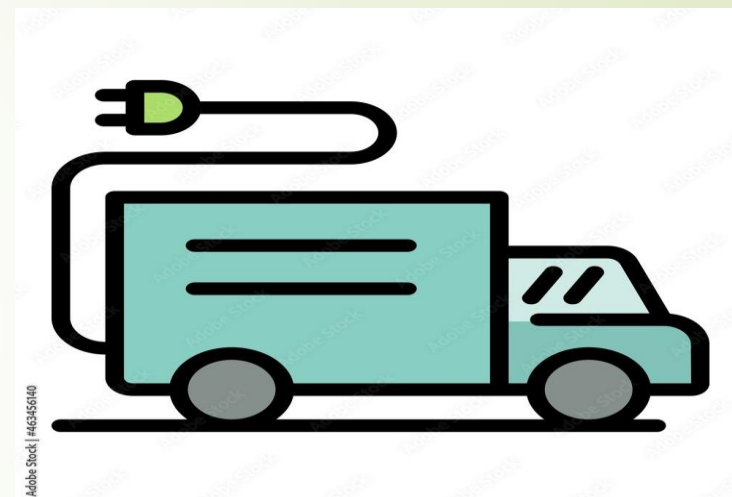
註：CDM: Clean Development Mechanism



資料來源：UNFCCC(2023), CDM Insight.

行動五：低碳運輸分享經濟與包裝材循環經濟

- ❑ 發展低碳運具，發展電動車分享經濟模式，以租代買方式，引入電動運具，可大幅改善運輸排放。
- ❑ 減少包裝材與發展循環經濟，減少包裝材碳排放。

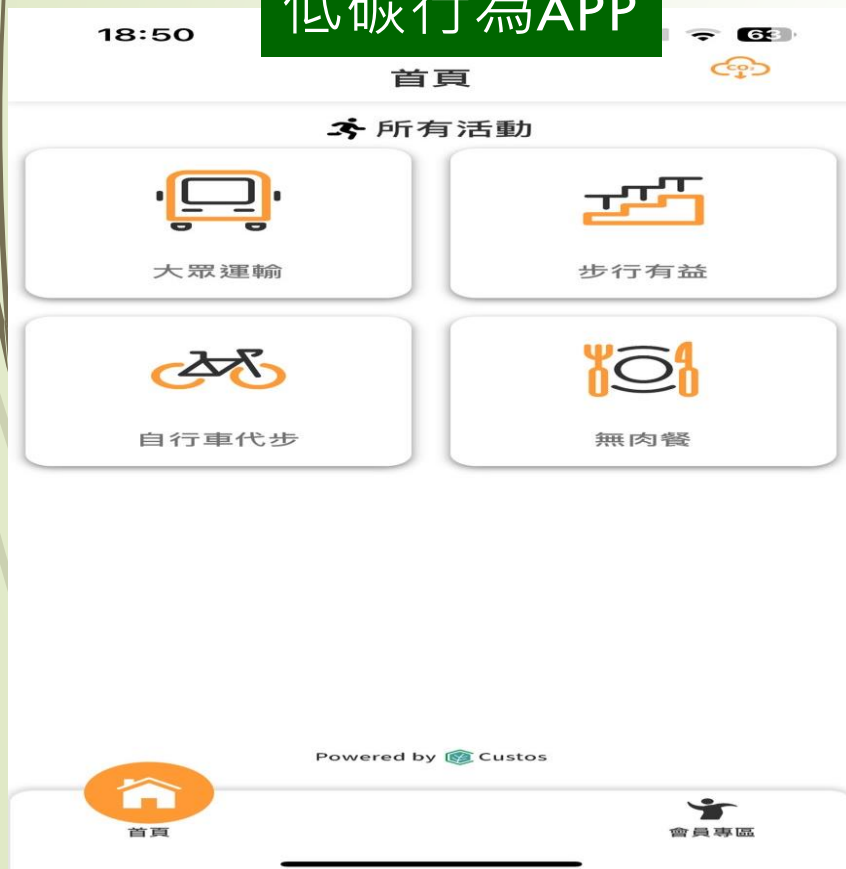


Circular Economy

行動六：推動員工低碳行為價值

- ❑ 全球第一首大學推動個人社會責任與低碳行為價值化大專院校
- ❑ 購買負碳商品、大眾運輸、環保杯、爬樓梯及自行車。

低碳行為APP



負碳商品購買



個人碳帳戶



新北市/花蓮縣市民低碳行為享回饋

現行系統

特約商家

透過平台活動頁面中，取得消費者之新北幣，再以新北幣與新北市政府兌換現金、碳資產證明書

效益：販售商品同時獲得碳資產證明書，可納入永續報告，提升企業商譽及廣告效果

新北幣系統



帳戶資產互換(串接)

民眾低碳行為

選擇

選擇

新增系統



碳資產系統



結語：淨零真跑

RACE TO ZERO



新書：歡迎指教

田 FUTURE | 020

碳金·投資獲利新顯學

李堅明 — 著

今周刊



將「減碳力」變成
關鍵競爭力的必修課題

當淨零號角響起，「碳有價」時代來臨，
各國紛紛搶攻這波「買空賣空」商機，如果你還不懂得如何靠碳交易賺得一桶金，
怎能兼顧永續經營與獲利，贏得淨零新賽局？

李堅明 — 著

Thank You for Your Attention !
E-mail: cmlee@mail.ntpu.edu.tw

歡迎引用本簡報資料，但請註記資料來源！

