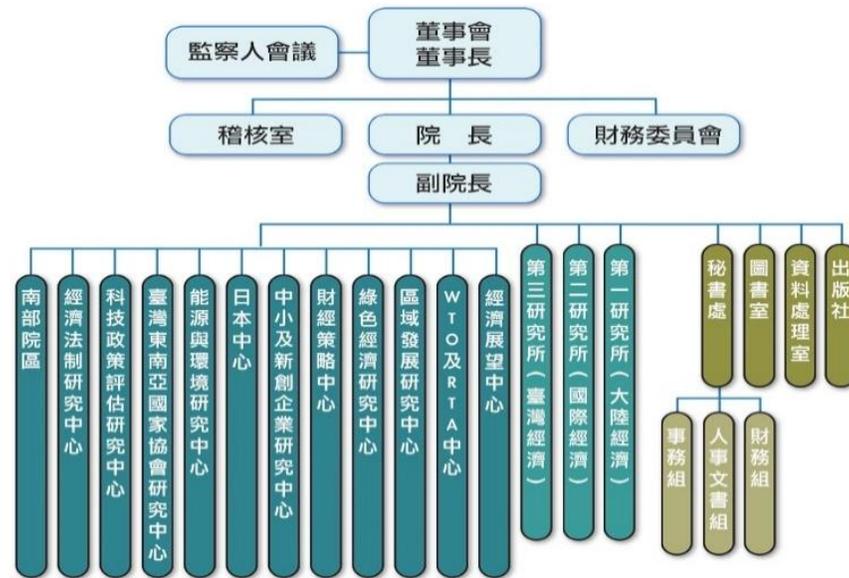




中華經濟研究院

CHUNG-HUA INSTITUTION FOR ECONOMIC RESEARCH

中華經濟研究院為總統令公布設立之財團法人，成立於1981年，扮演政府財經智庫功能，得到政府各部門相當高的評價。在國際經濟、產業、環境及能源及相關政策等，研究成果豐碩。中經院設立之主要目的有三：從事國內、國際及特定地區經濟之研究，並以研究成果提供政府決策上之參考；舉辦相關學術活動，促進國內外學術交流；接受各界之研究委託，並提供經濟資訊等相關服務。





羅時芳 博士

學歷

- 國立交通大學經營管理博士

經歷

- 中華經濟研究院 副研究員
- 交通大學、台北科技大學 兼任教授

聯絡方式

T | +02-2735-6006 ext.531
E | shihfang.lo@cier.edu.tw

■ **現職：** 中華經濟研究院 能源與環境中心 | 研究員
中華經濟研究院 秘書處 | 處長
華南銀行 | 董事

■ **領域：** 能源與環境政策、績效評估、貿易與環境

■ **專業資格：** ISO-14604-1: 2018 - 溫室氣體查證員
ISO-14064-2: 2019 - 抵換專案確證員
ISO 14067: 2018 - 碳足跡主任查證員
PAS 2060: 2014 - 碳中和
ISO 50001: 2018 - 能源管理系統內部稽核員
ISO 20400: 2017 - 永續採購

■ **相關專案：** 《企業參與產業淨零倡議對達成我國淨零目標之貢獻分析》，環境部氣候署委託。
《運輸工具製造業因應國際供應鏈淨零碳排輔導計畫》，經濟部產發署委託。
《電子資訊產業減碳目標與策略藍圖發展計畫》，資訊工業策進會委託。
《研析國內外企業內部碳定價制度》，台達電子文教基金會委託。
《研析國際碳交易體系及合約機制相關連分析》，工業技術研究院委託。
《排放交易機制建置之研究》，行政院經濟建設委員會委託。

■ **網站：** <https://shihfanglo.wixsite.com/home>

■ **白話文運動：** <https://greenimpact.cc/Mentors/detail?id=23>

最近有一種焦慮，叫作「碳焦慮」

壓力源		類別	全國
國內	環境部	排碳大戶	約500家
	金管會	上市上櫃規範	約1,800家
國外	歐盟	CBAM	約3,500家
	國際品牌	供應鏈要求	NA

最近有一種幻滅，叫作「碳幻滅」

分類		川普2.0影響
外部	氣候談判	• 制定更積極目標的動能縮減
	開發中國家	• 氣候資金短缺
內部	綠色產業	• 支持政策及補貼終止
	一般民眾	• 購置新設備補貼終止

常見Q&A

- Q1: 碳定價，「有感」嗎？
- Q2: 「外部碳定價」對產業的影響？
- Q3: 「內部碳定價」與產業的關係？
- Q4: 企業「減碳工具箱」哪些不能少？
- Q5: 減碳對資源再利用產業的啟示？
- Q6: 川普2.0對減碳行動的啟示？

Q1: 碳定價，「有感」嗎？



- ① 每噸高達300元，壓力山大
- ② 每噸只要300元，暫時觀望
- ③ 無感

就直覺回答就好

碳定價: 碳減少 vs. 碳移除

減少
Reduction

CO₂ into the atmosphere



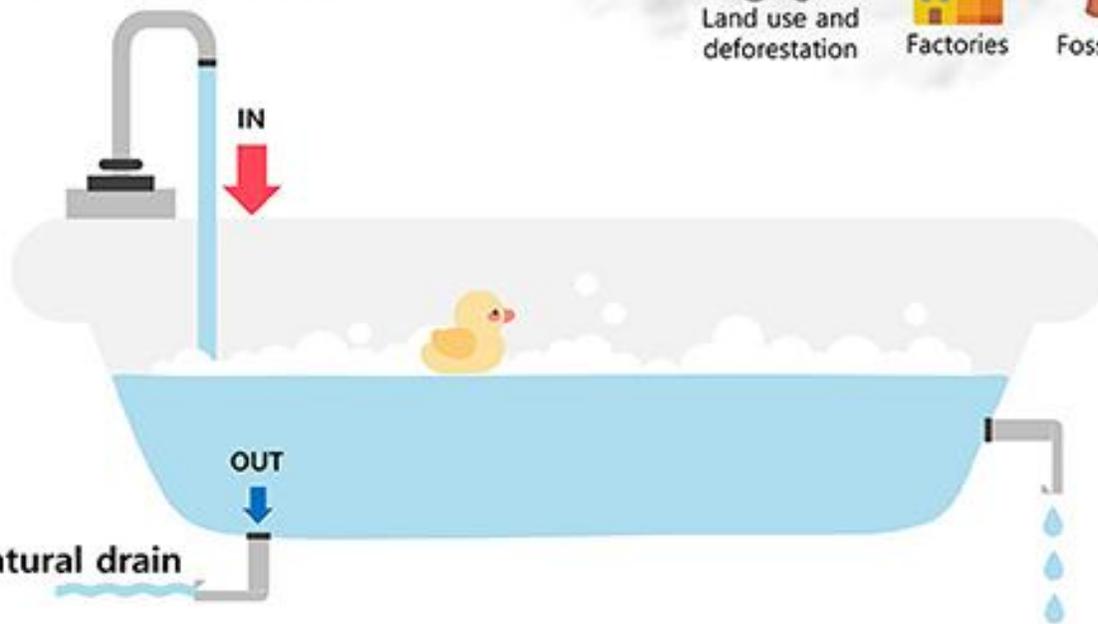
移除
Removal

45 %
remains in
atmosphere

29 %
absorbed by
plants and soils

26 %
absorbed by
oceans

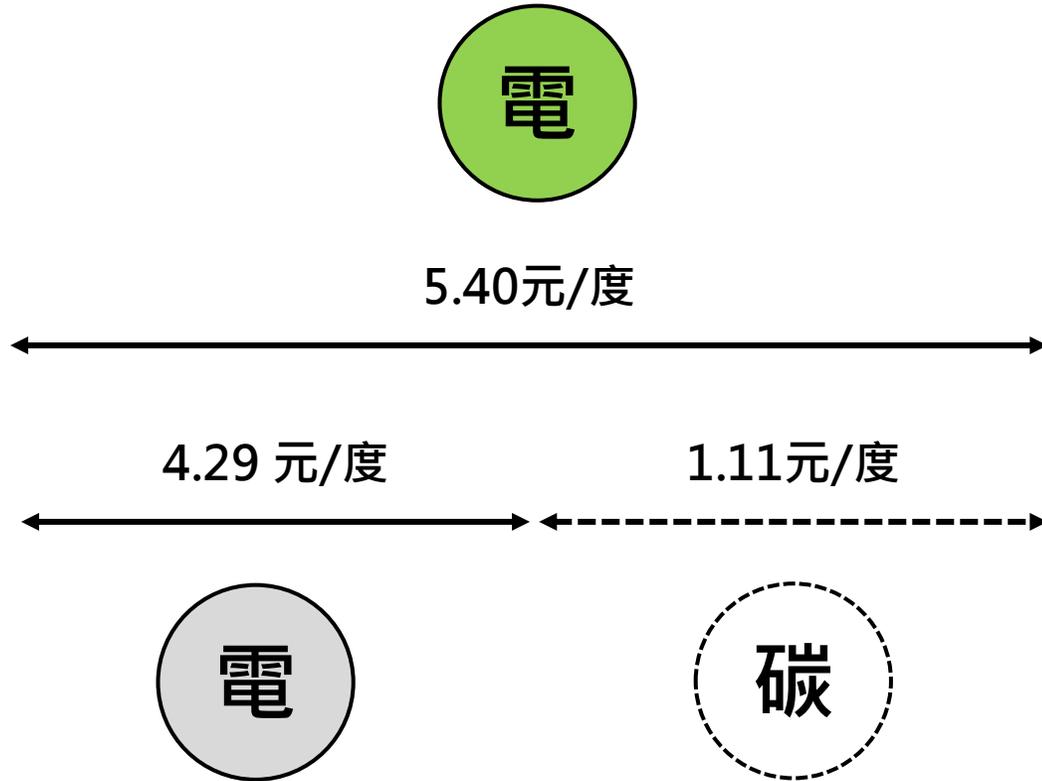
Natural drain



Innovative "artificial" drain



企業買綠電隱含的碳定價水準



$$\begin{aligned} \text{平均減碳成本} &= \frac{\text{綠電單價} - \text{灰電單價}}{\text{全國碳排係數}} \times \text{單位調整} \\ &= \frac{5.40 - 4.29}{474} \times 1,000,000 \\ &\doteq 2,300 \text{ (元/噸)} \end{aligned}$$

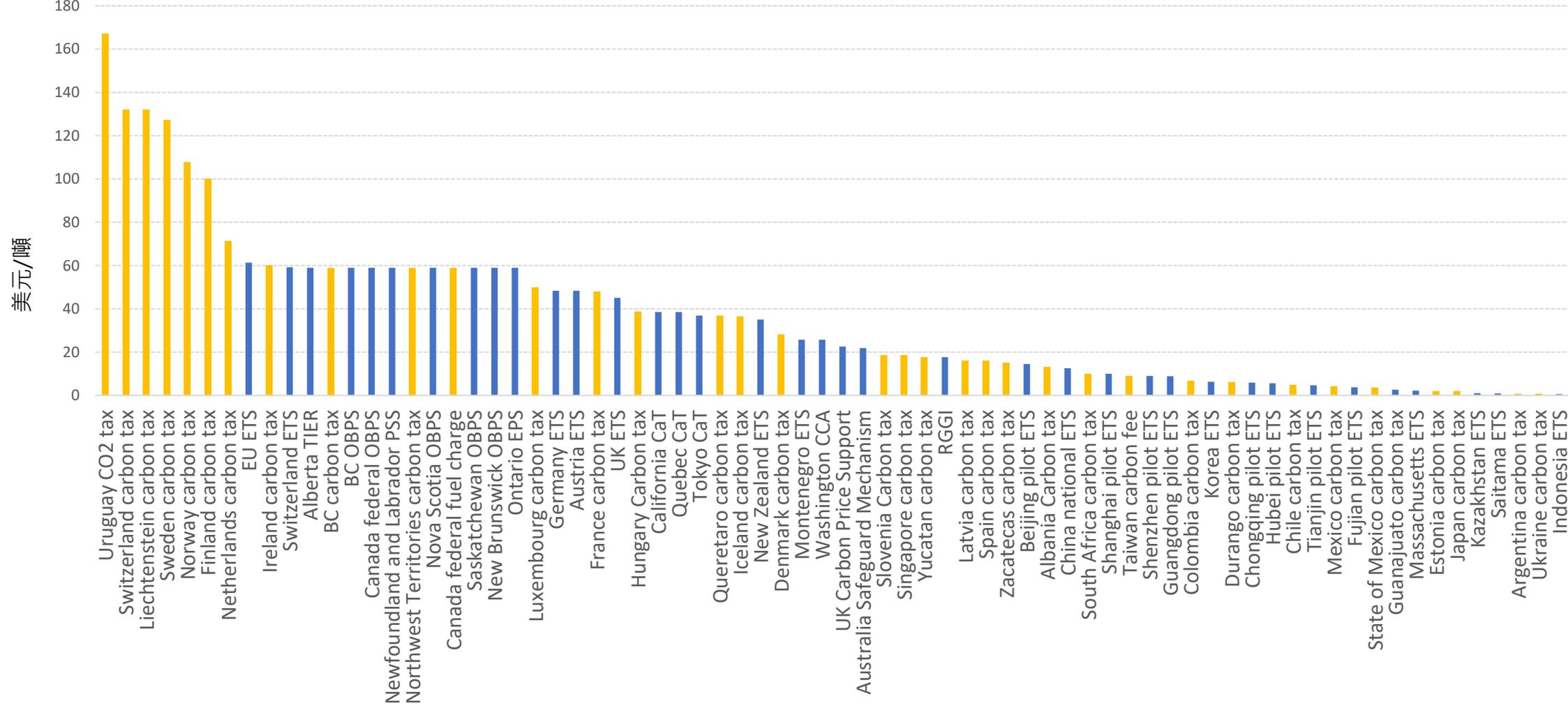
數據來源:

綠電單價 (台電113年再生能源平均購電成本: <https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2373/2375/10359/normalPost>)

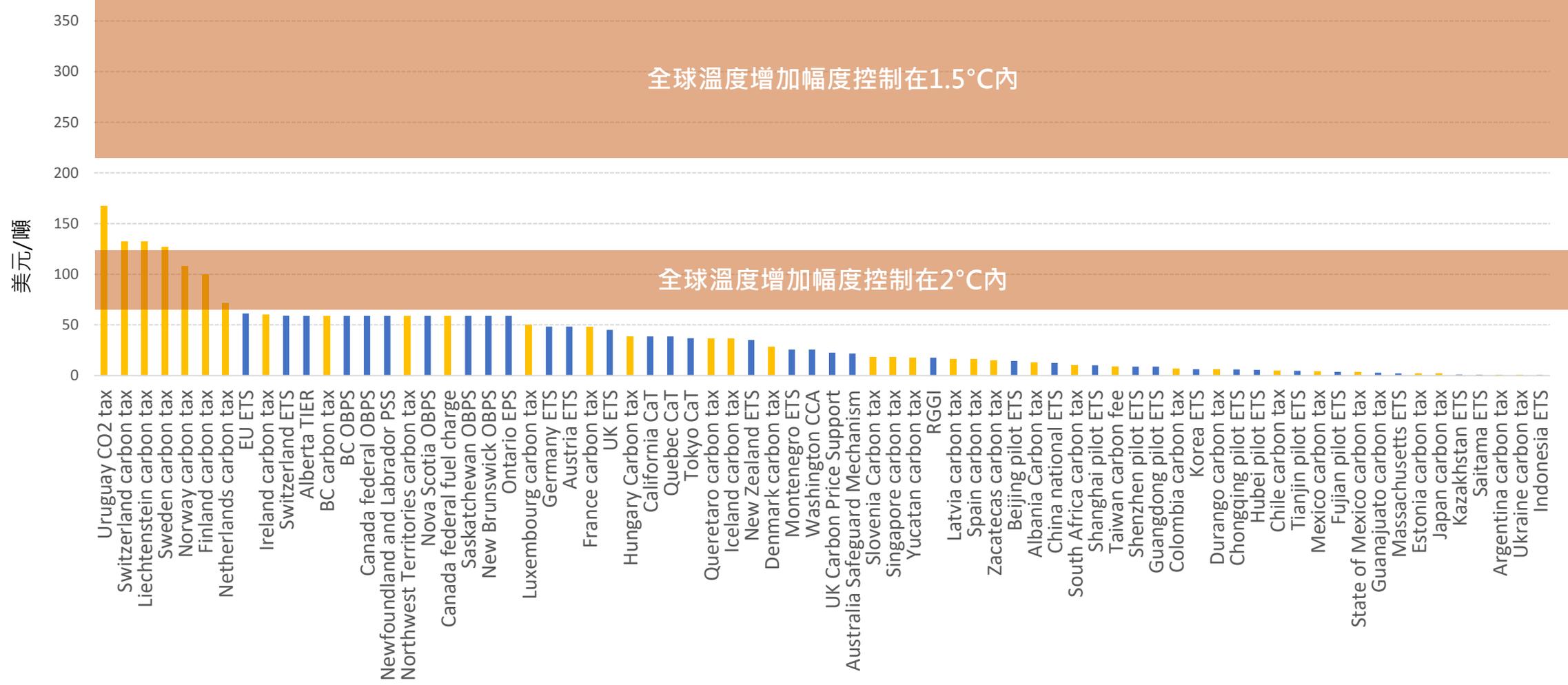
工業電價 (聯合報: <https://udn.com/news/story/124230/8261911>)

排碳係數 (能源署公告台灣113年電力係數為0.474 公斤CO₂e/度)

碳定價：國際比較

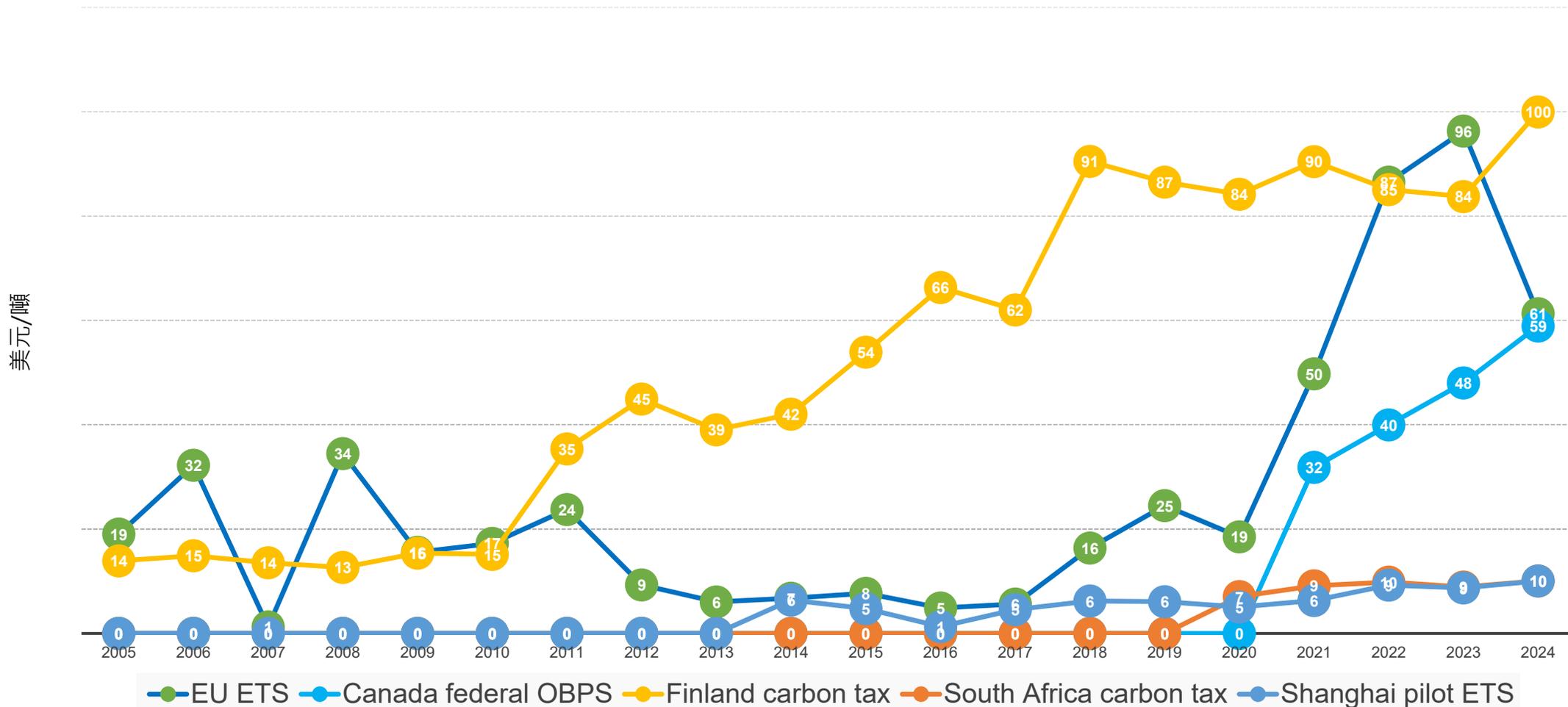


碳定價：國際比較



資料來源:中經院整理自 Word Bank (2024)

碳定價長期趨勢



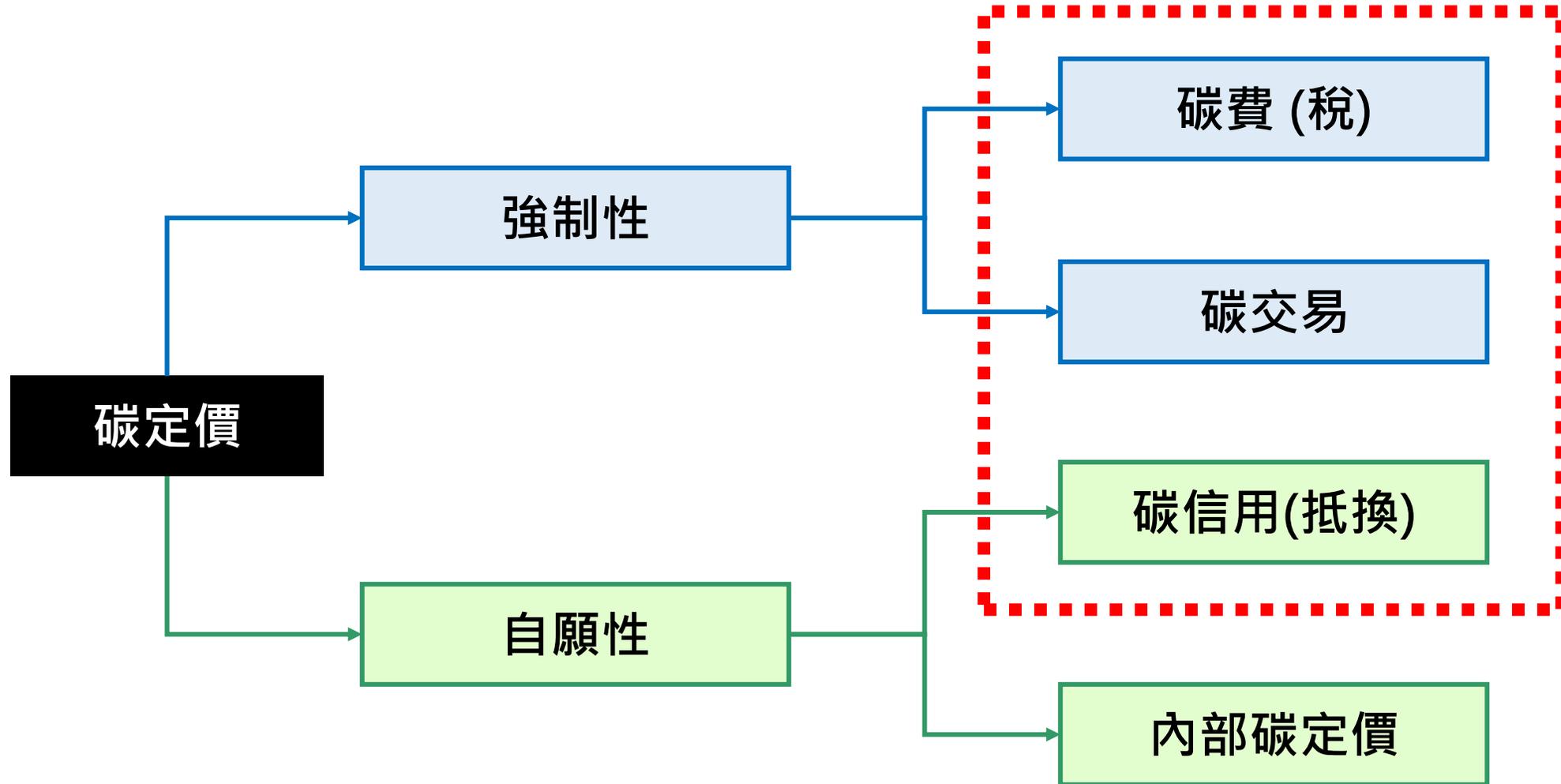
Q2: 「外部碳定價」對產業的影響?



- ① 有感！出口要開始被CBAM管
- ② 有感！國內工廠要開始繳碳費
- ③ 無感

就直覺回答就好

碳排有價化 (碳定價)



環境部碳費費率：減碳好寶寶設計

碳費 = **收費排放量** × **費率**

費率

- N** 一般費率 300 元/噸
- A** 優惠費率 50 元/噸
- B** 優惠費率 100 元/噸

N 無自主減量計畫

A 有自主減量計畫
→ 選擇「行業別指定削減率」 **國際最高標準**

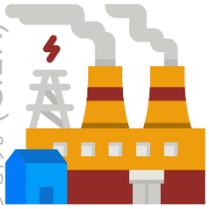
B 有自主減量計畫
→ 選擇「技術標竿指定削減率」

繳費愈少！



碳費怎麼算？

碳費是經濟誘因，不是財政工具



事業

不提
自主減量計畫



碳費 = (排放量 - 2.5萬公噸CO_{2e}) X 一般費率

提出
符合指定目標
自主減量計畫



高碳洩漏
風險事業



碳費 = 排放量 X 碳洩漏風險係數值 X 優惠費率A或B

依行業別排放密
集度及貿易密集
度審查認定

第一期：0.2
第二期：0.4
第三期：0.6

非高碳洩漏
風險事業



碳費 = (排放量 - 2.5萬公噸CO_{2e}) X 優惠費率A或B

提出自主減量計畫

轉換低碳燃料

將固定燃燒排放源使用之煤或油等高碳排放燃料轉換為天然氣、生質能、氨氣、氫能或其他低碳燃料

提升能源效率

鍋爐、製程動力系統、空調、空壓、泵浦、冷凍冷藏、照明等能源使用設備之改善，或採行離峰儲冰、裝設能源管理資訊系統(EMIS)或其他節約能源措施

使用再生能源

採用再生能源發展條例第三條第一項第一款所定之再生能源，且有實質溫室氣體減量成效或使用國家再生能源憑證中心核發之再生能源憑證

製程改善

採行原物料替代、設備汰舊換新、CO₂捕捉與封存(CCS)、CO₂捕捉與再利用(CCU)、含氟氣體、氧化亞氮等溫室氣體之去除或其他可有效減少製程溫室氣體排放之措施

負排放技術

採行直接將大氣中CO₂捕捉與封存(DACCS)、生質能與碳捕捉及封存(BECCS)或其他可自大氣中移除溫室氣體之技術

Q3: 「內部碳定價」對產業的影響?



- ① 為減碳目標添柴火
- ② 遵從金管會揭露規定
- ③ 無感

就直覺回答就好

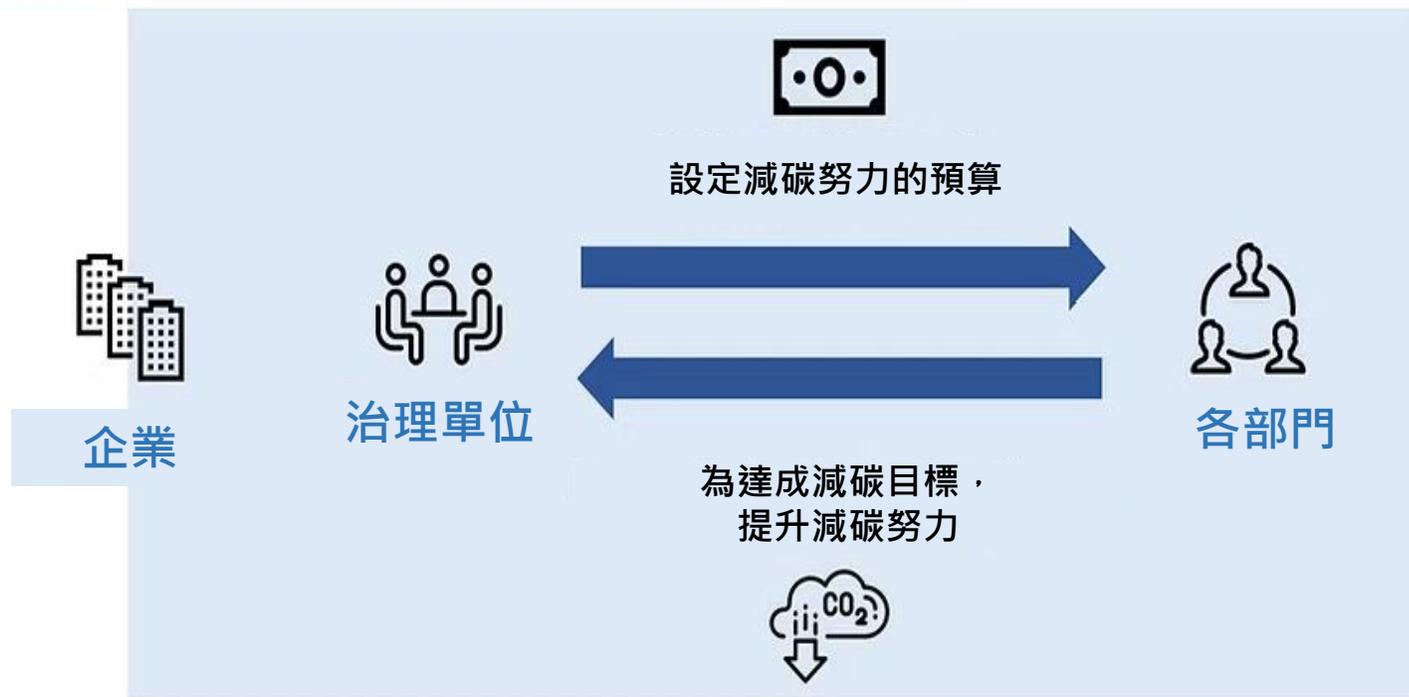
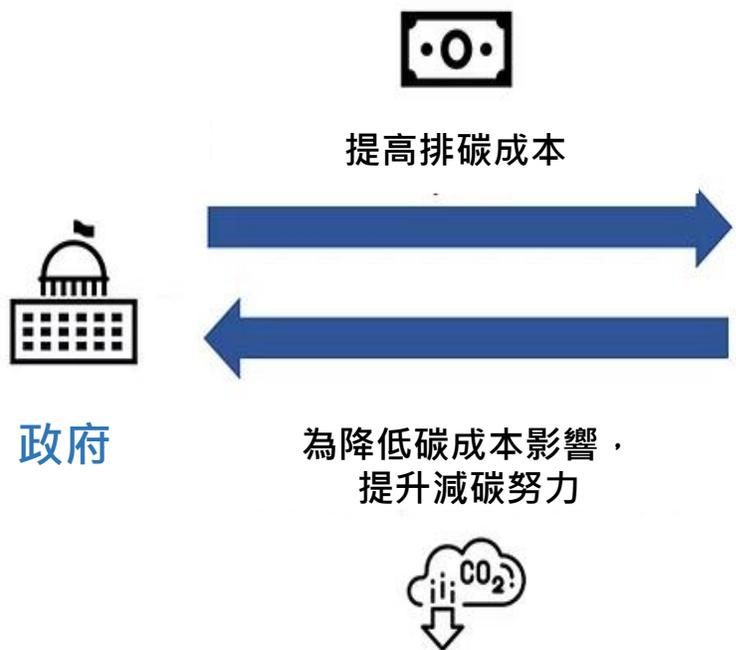
碳定價，價格應該訂多高？

Q: 「外部」碳定價應該訂多高？

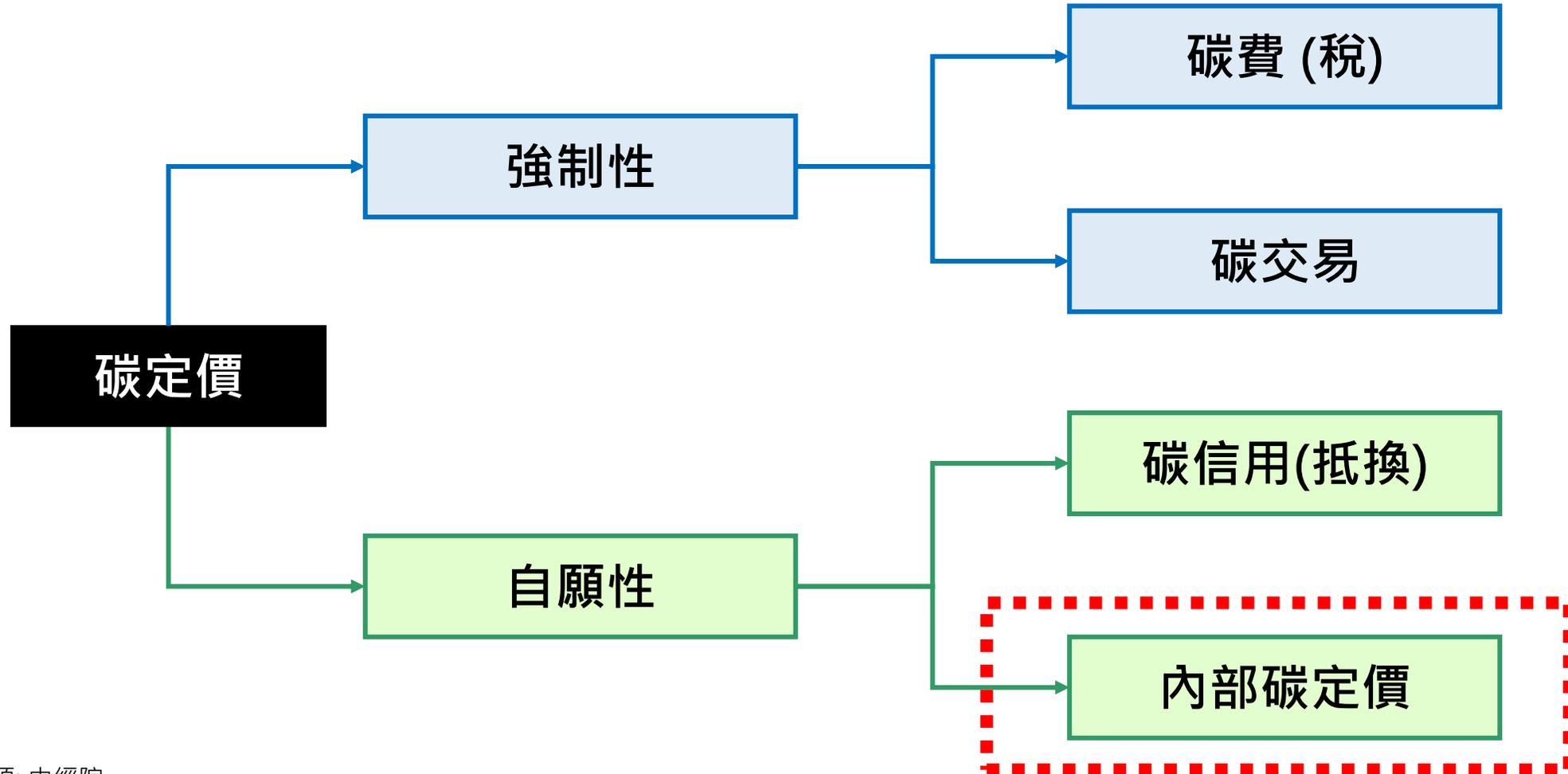
Q: 「內部碳定價」應該訂多高？

傳統碳定價系統

內部碳定價



碳排有價化 (碳定價)



金管會：年報編製 vs. 內部碳定價

年報

- 一、致股東報告書
- 二、公司治理報告
- 三、永續相關財務資訊揭露**
- 四、募資情形
- 五、營運概況
- 六、財務狀況及財務績效之檢討分析與風險事項
- 七、特別記載事項

附表2-2-2

推動永續發展執行情形及與上市上櫃公司永續發展實務守則差異情形及原因

附表2-2-3

上市上櫃公司氣候相關資訊

1. 敘明董事會與管理階層對於氣候相關風險與機會之監督及治理。
2. 敘明所辨識之氣候風險與機會如何影響企業之業務、策略及財務(短期、中期、長期)。
3. 敘明極端氣候事件及轉型行動對財務之影響。
4. 敘明氣候風險之辨識、評估及管理流程如何整合於整體風險管理制度。
5. 若使用情境分析評估面對氣候變遷風險之韌性，應說明所使用之情境、參數、假設、分析因子及主要財務影響。
6. 若有因應管理氣候相關風險之轉型計畫，說明該計畫內容，及用於辨識及管理實體風險及轉型風險之指標與目標。
- 7. 若使用內部碳定價作為規劃工具，應說明價格制定基礎。**
8. 若有設定氣候相關目標，應說明所涵蓋之活動、溫室氣體排放範疇、規劃期程，每年達成進度等資訊；若使用碳抵換或再生能源憑證(RECs)以達成相關目標，應說明所抵換之減碳額度來源及數量或再生能源憑證(RECs)數量。
9. 溫室氣體盤查及確信情形與減量目標、策略及具體行動計畫

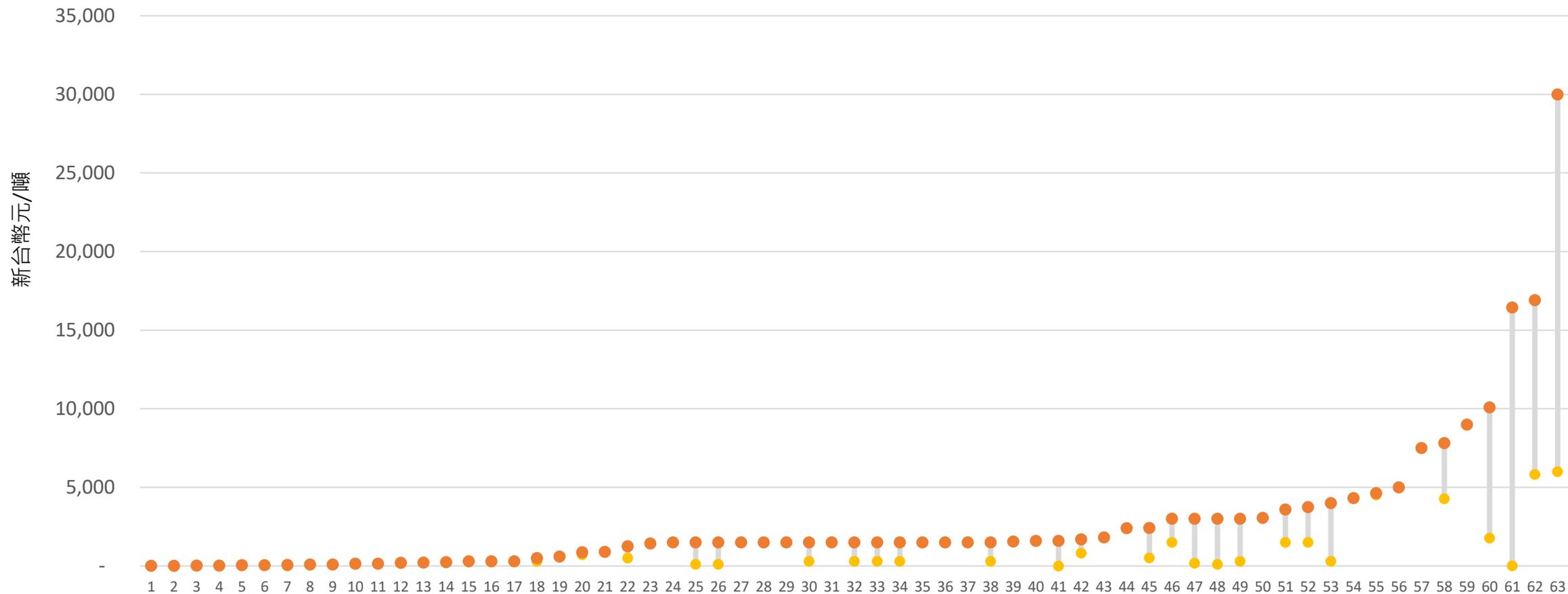
採用內部碳定價的台灣企業

電子電機業 (33)		金融業 (15)	塑化紡織業 (7)	鋼鐵業 (2)	電信業 (2)	其他 (4)
宏碁 華碩電腦 友達光電 群創光電 台達電子 技嘉科技 金像電子 光寶科技 神達集團 南亞科技 台積電 聯華電子 華邦電子 世界先進 台塑勝高科技 南亞印刷電路板 群光電子	元太科技 合勤科技 臻鼎科技 美律電子 金寶集團 盟創科技 環球晶圓 欣銓科技 承煒科技 福懋科技 普萊德科技 日月光 南茂科技 崇越科技 康舒科技 東元電機	國泰金控 彰化銀行 凱基金控 中信金控 富邦金控 華南金控 兆豐金控 新光金控 永豐金控 合作金庫 元大金控 台灣企銀 第一金控 台新金控 玉山金控	台塑集團 台塑石化 台塑化纖 南亞塑膠 奇美集團 福懋興業 儒鴻企業	中鋼 東和鋼鐵	中華電信 台灣大哥大	亞洲水泥 中鼎工程 信義房屋 歐萊德

資料來源：中經院研究團隊整理自 CDP氣候變遷問卷資料 (2024年12月)

「內部」碳定價：台灣企業

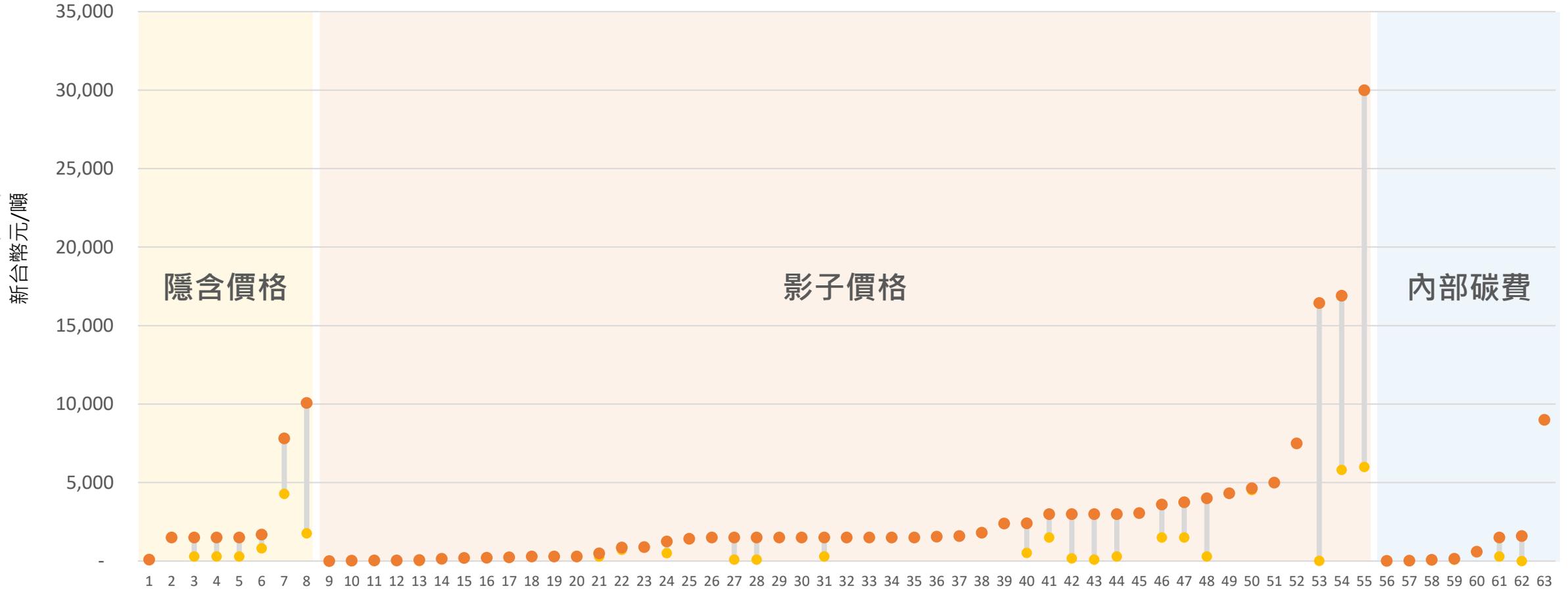
● Actual price(s) used – minimum ● Actual price(s) used – maximum



資料來源：中經院研究團隊整理自 CDP氣候變遷問卷資料 (2024年12月)

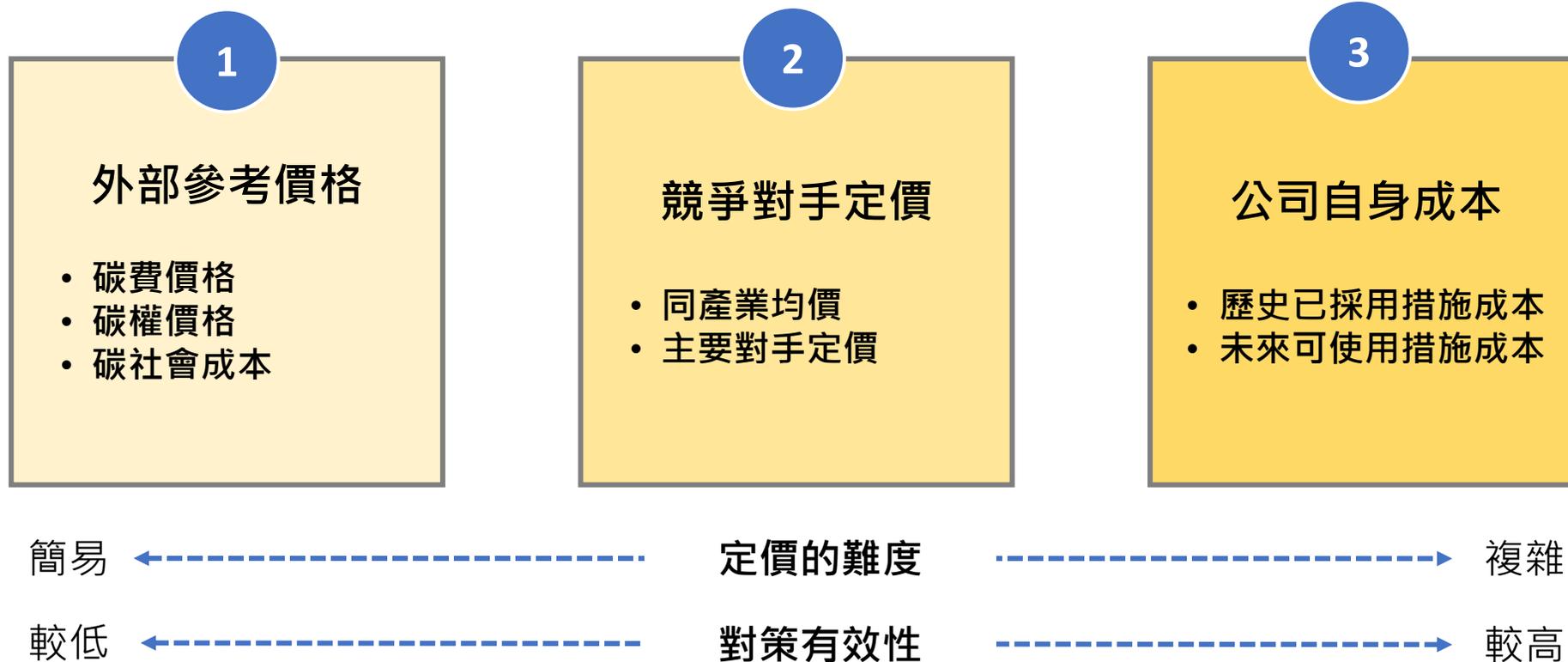
「內部」碳定價: 台灣企業 (續)

● Actual price(s) used – minimum ● Actual price(s) used – maximum



資料來源：中經院研究團隊整理自 CDP氣候變遷問卷資料 (2024年12月)

企業內部碳定價：定價策略



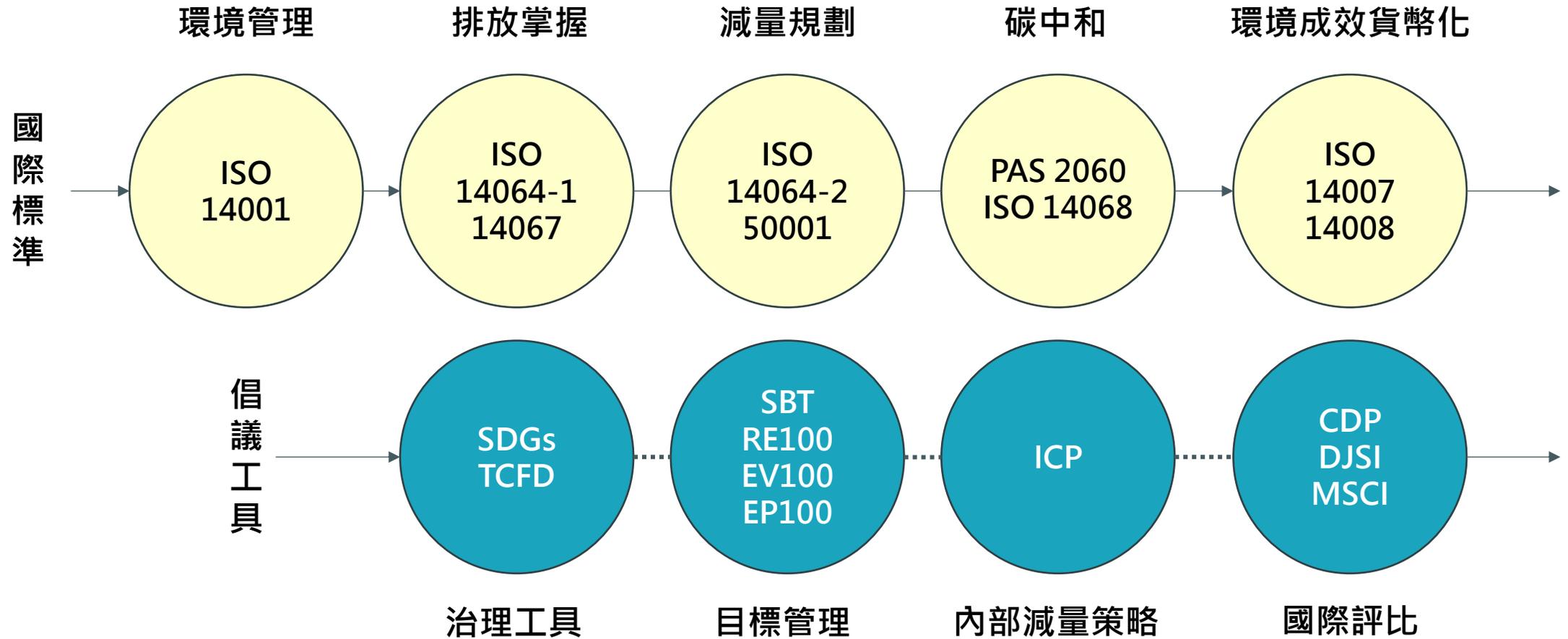
Q4: 企業「減碳工具箱」哪些不能少?



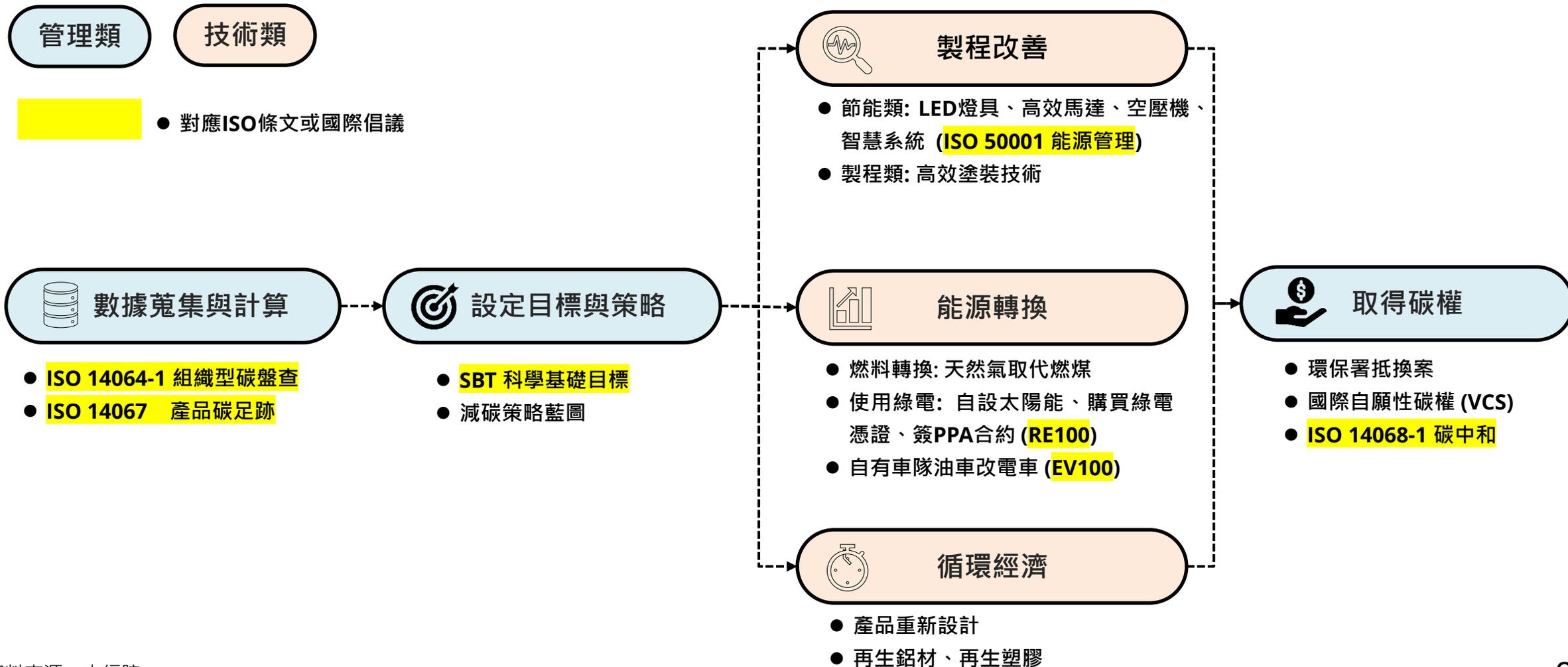
- ① ISO標準 (碳盤查、碳足跡、能效)
- ② 氣候財務 (TCFD、PCAF、TNFD)
- ③ 國際倡議 (SBTi、RE100、EV100)

就直覺回答就好

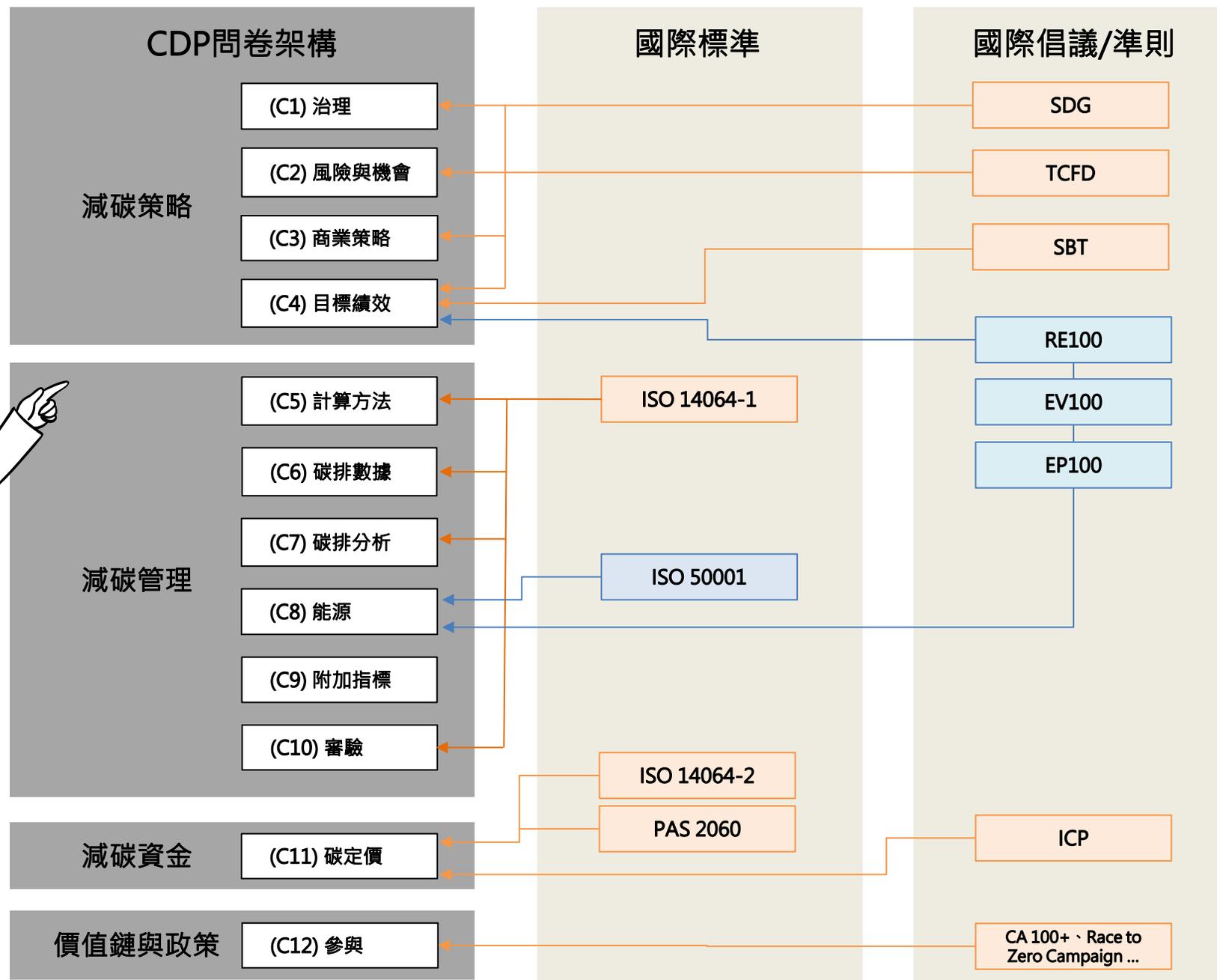
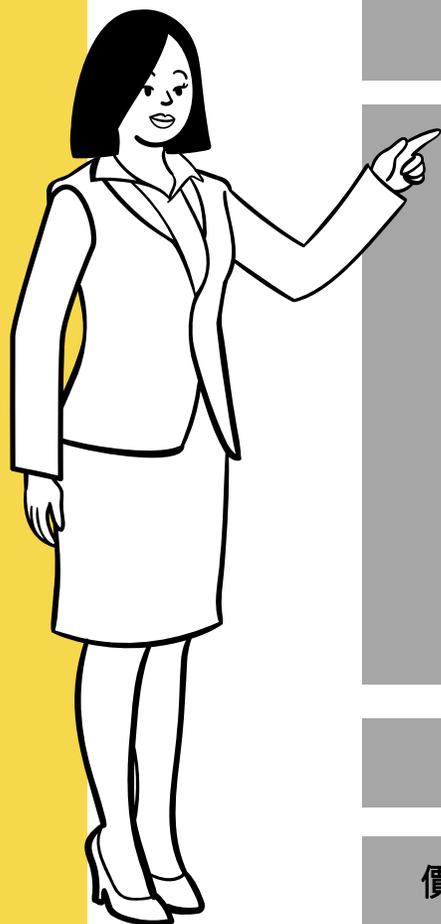
減碳國際標準與倡議工具



企業落實淨零碳排的步驟



到底要集滿多少張好寶寶貼紙，才能當減碳模範生？



Q5: 減碳對資源再利用產業的啟示?

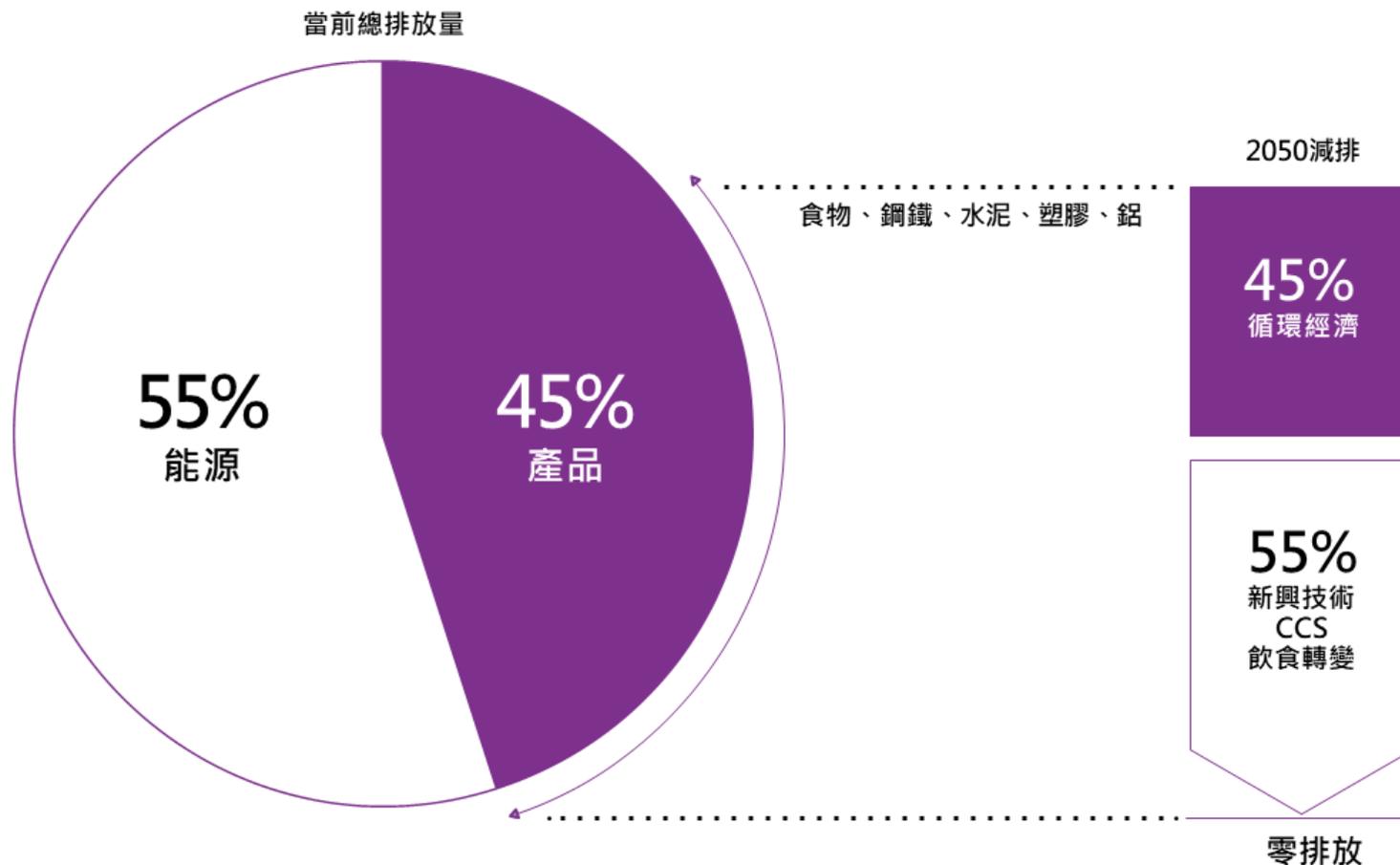


- ① 我最在意客戶的想法?
- ② 我最在意政府的規範?
- ③ 我最在意消費者的態度?

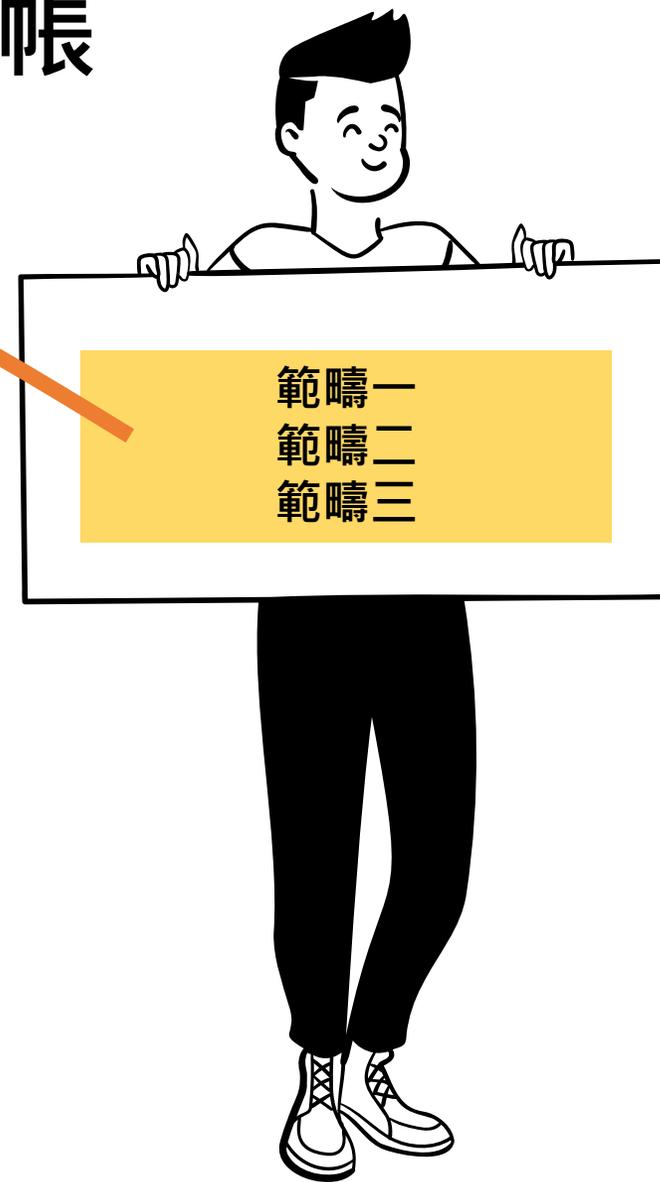
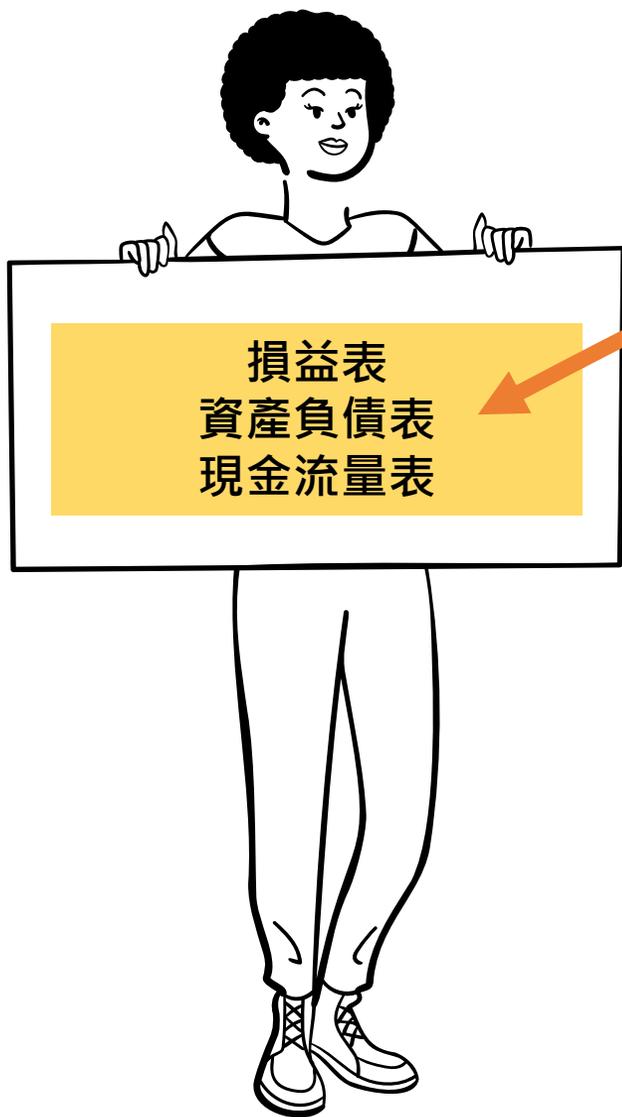
就直覺回答就好

推動循環經濟對淨零碳排的貢獻

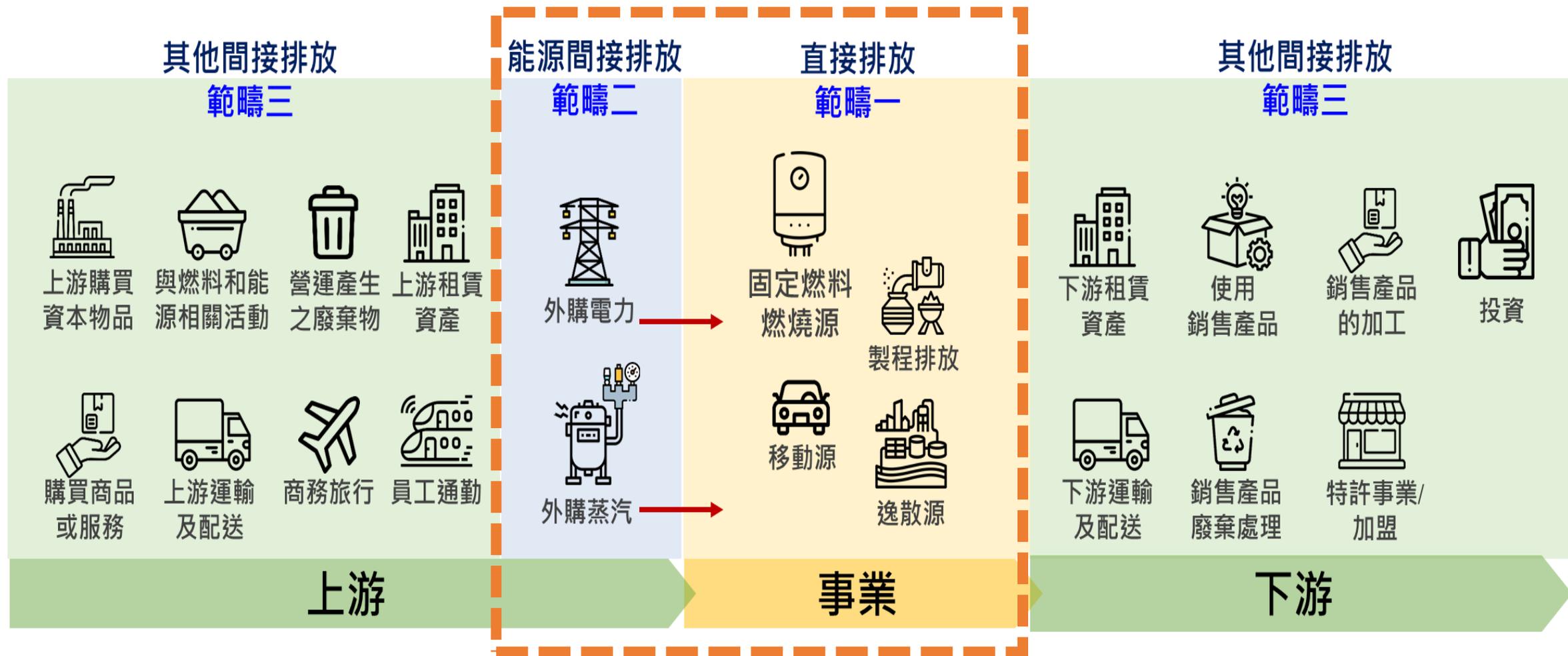
碳排放總量55%來自能源，45%與產品製造有關。產品製造相關項目中，食物、鋼鐵、水泥、塑膠、鋁等5類產品碳排占68%比例，透過新興技術等方法可減少55%碳排放，其餘45%則須仰賴循環經濟得以達淨零排放。



「碳帳」不是一筆糊塗帳



碳排放：範疇123



資料來源: 環保署(2022)「溫室氣體排放量盤查作業指引」

華碩的「碳中和產品」與「碳中和服務」

華碩34年攻不下的市場 被一台碳中和筆電打開破口

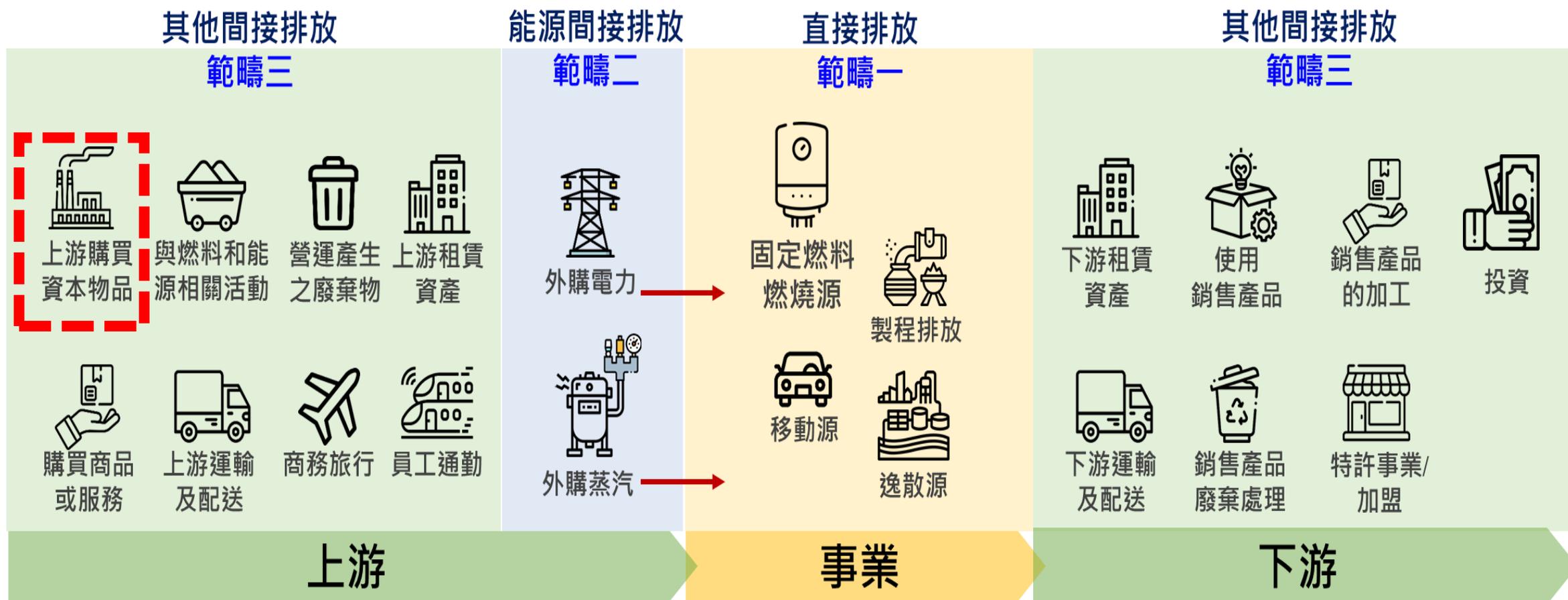
封面故事 | 撰文者：陳泳丞 | 出刊日期：2023-11-09



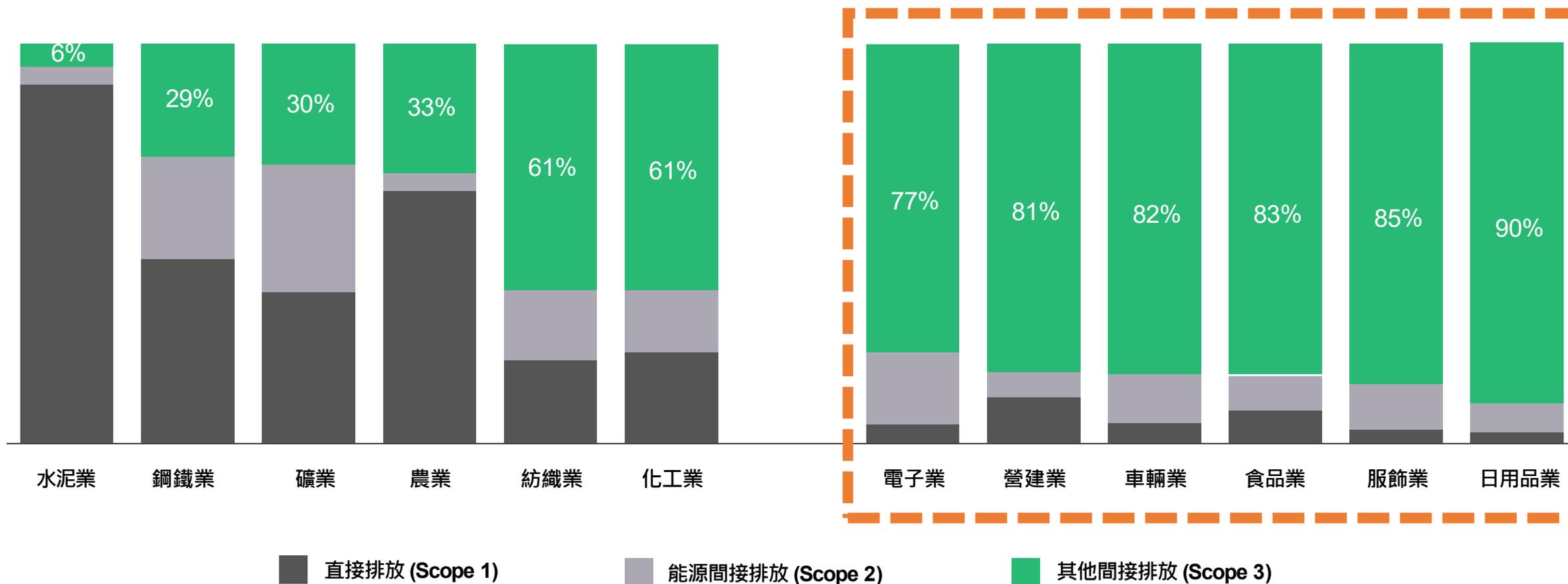
華碩共同執行長胡書賓（右）、永續長吳澤欣（左）強調，為了躋身世界級綠色高科技領導群，將落實永續淨零的未來。（攝影者：陳泳丞）



客戶的哪一點被「碳中和產品或服務」滿足了？



產業碳排來源: 範疇 1&2&3

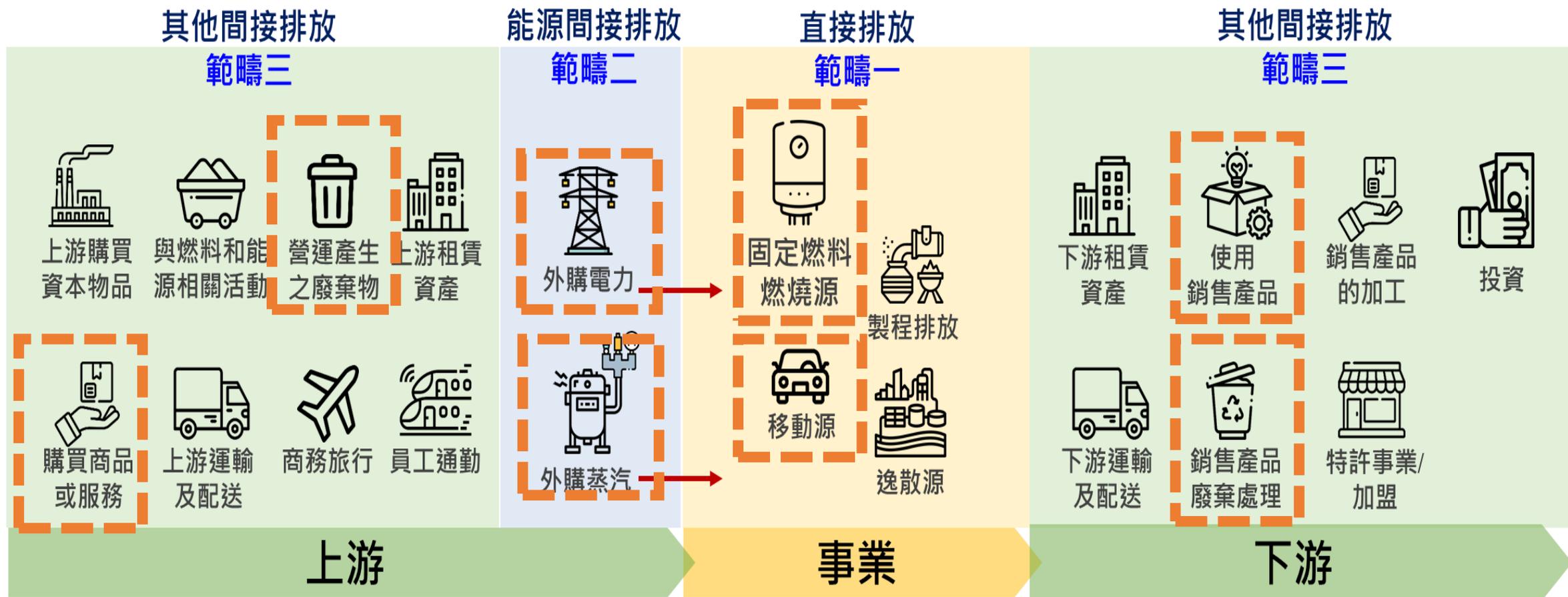


圖片來源: BCG截錄自WEF

© 2025 中華經濟研究院 (CIER) · 如需引用，請註明出處

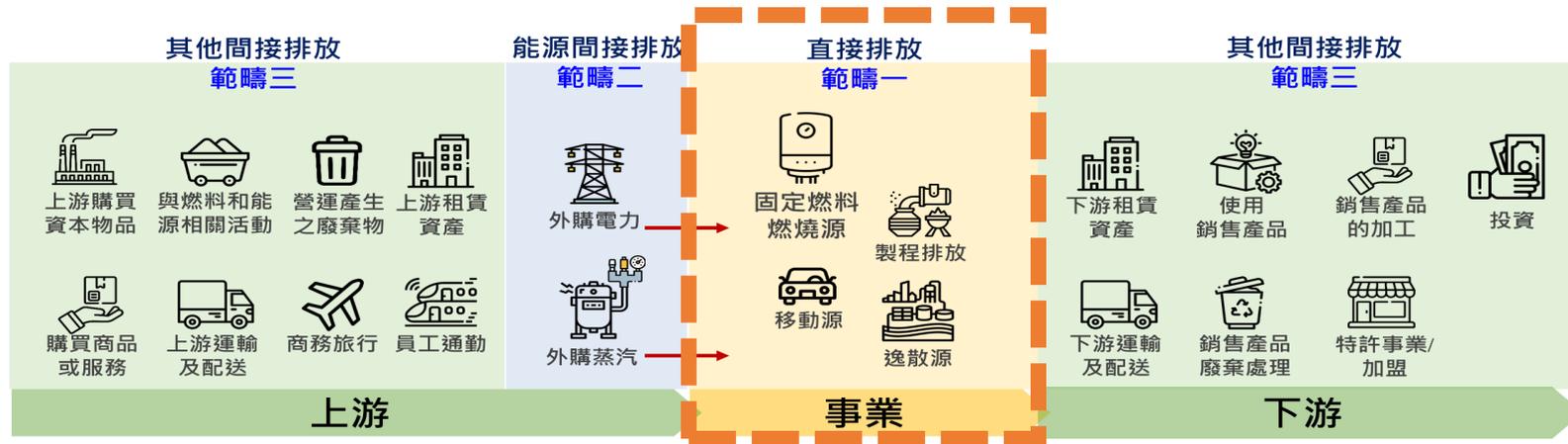
© 2025 中華經濟研究院 (CIER) · 如需引用，請註明出處

循環經濟 vs. 範疇123



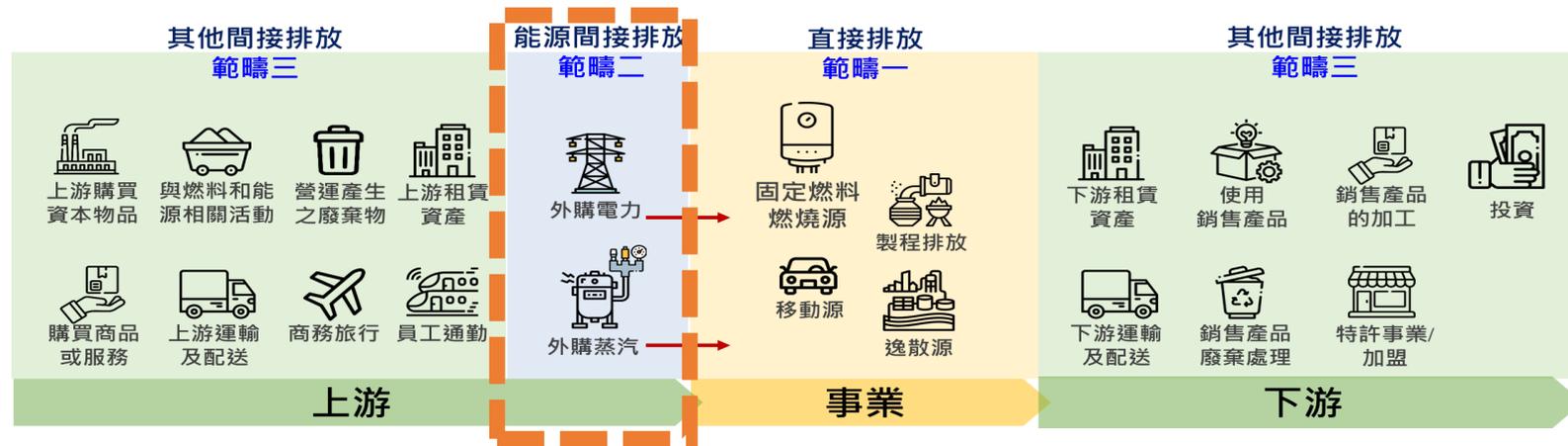
資料來源: 環保署(2022)「溫室氣體排放量盤查作業指引」

類別1(範疇一)：直接溫室氣體排放



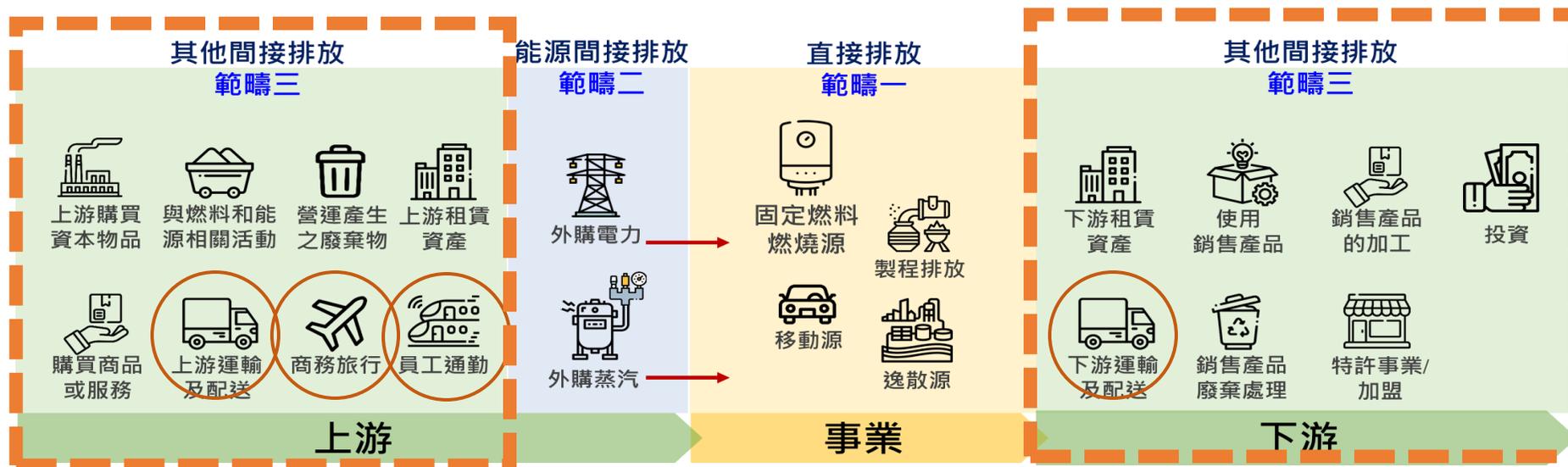
排放型式	排放源 (對應活動/設備種類)	循環經濟作為
固定燃料燃燒源	<ul style="list-style-type: none"> 發電設備，如：緊急發電機 加熱設備，如：鍋爐、加熱爐等 餐廳瓦斯爐使用，如：天然氣或液化石油氣 	改採購生質燃料來源
移動燃燒源	<ul style="list-style-type: none"> 交通運輸設備使用燃料燃燒所造成之排放，如：公務車、接駁車(非租賃) 	改採購生質燃料來源
製程排放源	<ul style="list-style-type: none"> 二氧化碳焊接、乙炔切割 以滲碳方式進行金屬及其製品表面處理 	NA
逸散排放源	<ul style="list-style-type: none"> 冷凍、冷藏或空調設備之冷媒 滅火器 CO₂ 或含氟氣體的排放 	NA

類別2(範疇二)：輸入能源之間接溫室氣體排放



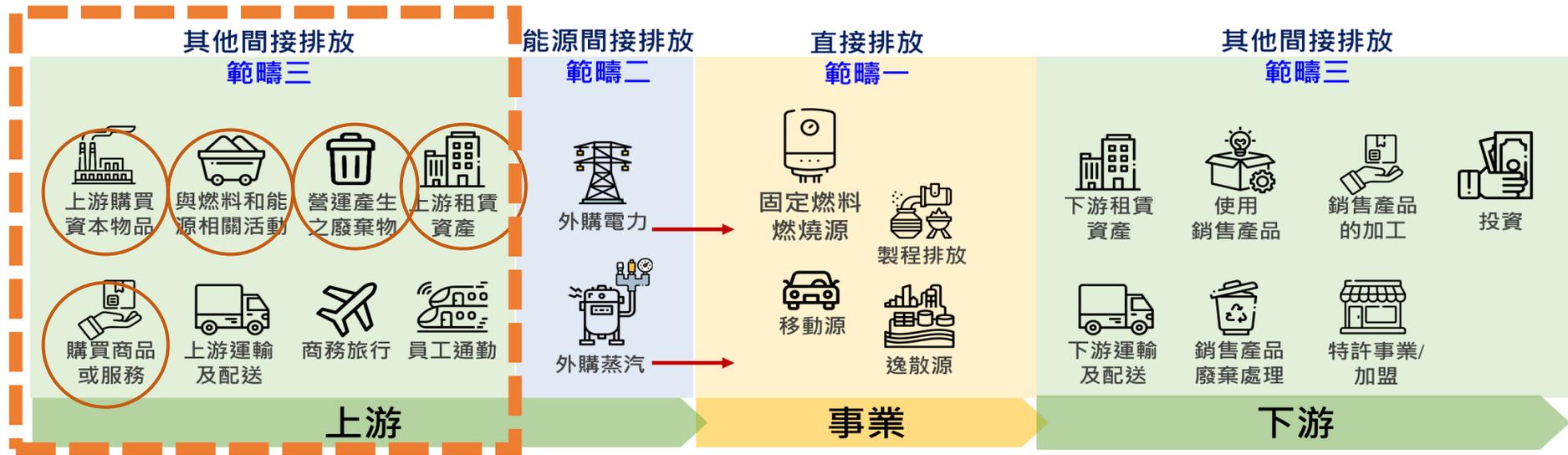
排放型式	排放源 (對應活動/設備種類)	原 (燃) 物料	循環經濟作為
外購電力	<ul style="list-style-type: none"> 使用電力的機械設備，如：冰水主機、空調設備、照明、影印機或電動車等，包含再生能源及非再生能源 	<ul style="list-style-type: none"> 非再生能源電力 再生能源電力 	改採購生質燃料來源
外購蒸汽	<ul style="list-style-type: none"> 使用蒸汽或熱的機械設備 	<ul style="list-style-type: none"> 蒸汽 	改採購生質燃料來源

類別 3：運輸之間接溫室氣體排放



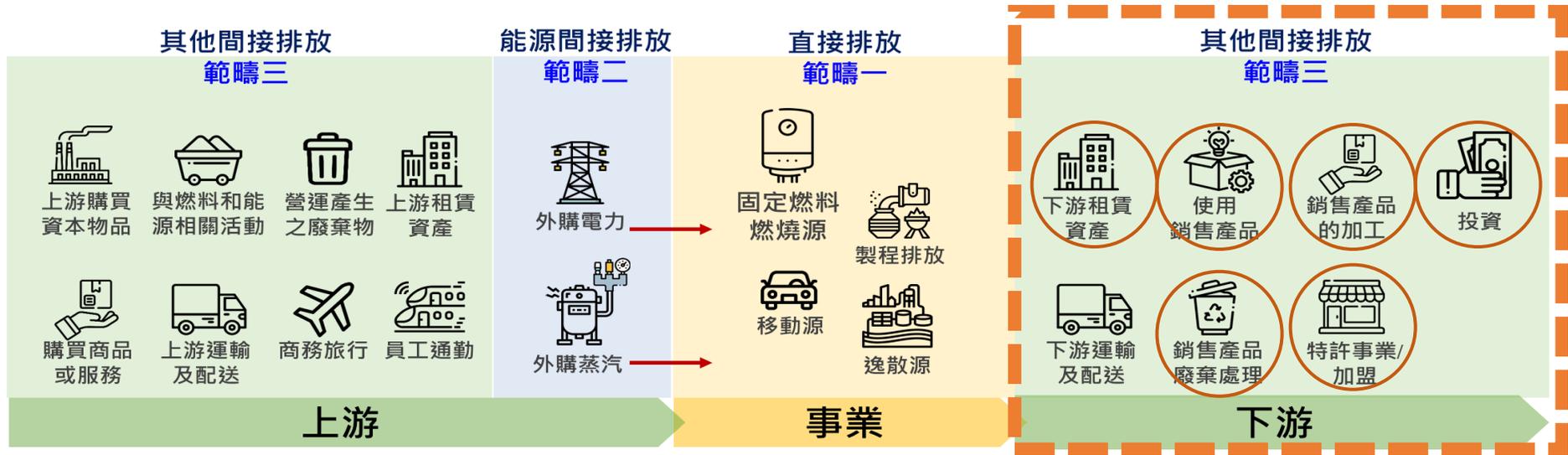
項次	排放源	說明
3.1	上游的運輸和配送	盤查年度採買的原料運輸過程中所產生的溫室氣體排放量
3.2	下游的運輸和配送	盤查年度產品運送產生的溫室氣體排放量，統計車用汽(柴)油量
3.3	員工通勤	員工通勤包含汽車與機車或大眾交通運輸工具等交通方式
3.4	客戶和訪客運輸	客戶和訪客運輸包含汽車與機車或大眾交通運輸工具等交通方式
3.5	商務旅行	員工差旅包含陸、海、空運等交通方式，如國內出差搭乘高鐵等

類別 4：組織使用產品造成之間接溫室氣體排放



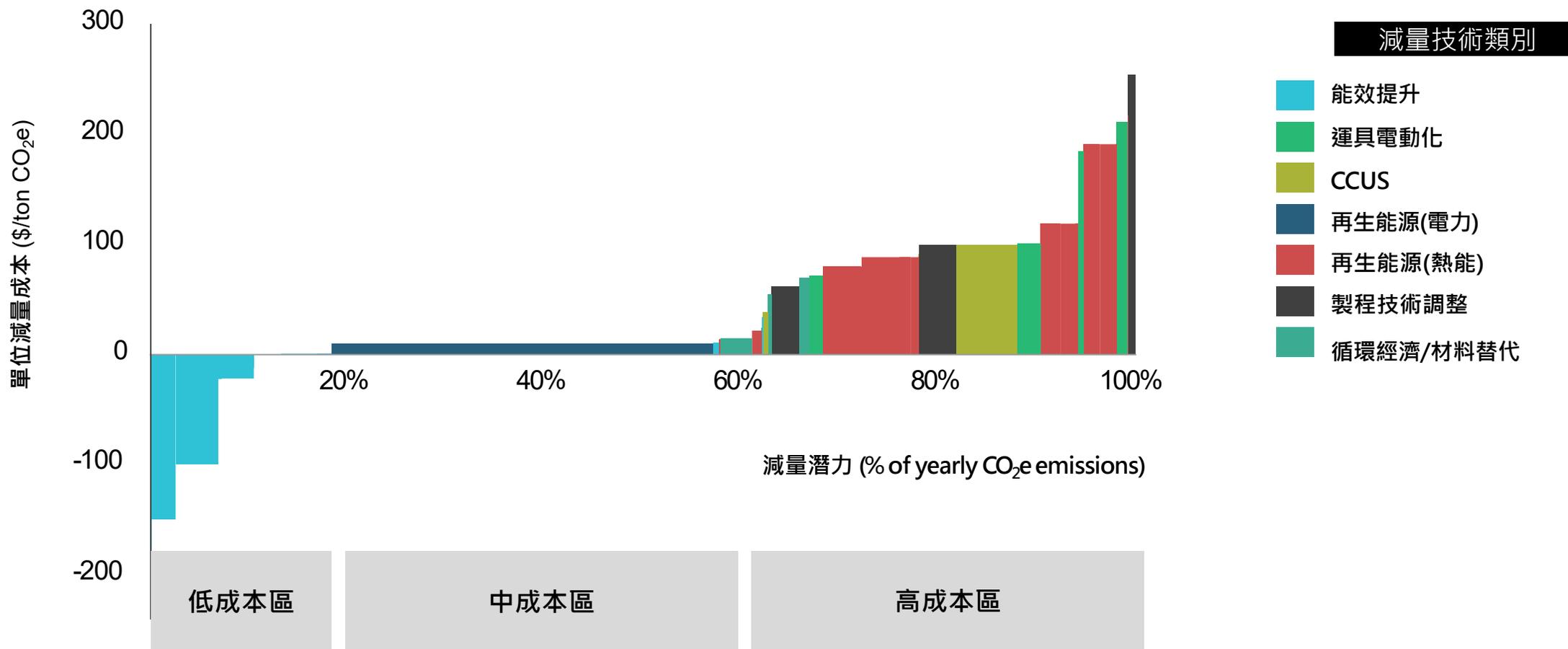
項次	排放源	說明	循環經濟作為
4.1	購買的商品和服務	與生產相關的年度採買項目，包含直接原料、間接材料、設備耗材、包材等其生產過程中所產生的溫室氣體排放量	改採購再生料
4.2	資本貨物	盤查年度採購的機台設備	改採購再生料
4.3	處置固態和液態廢棄物	廢棄物處理盤查，如年度廢棄物處理量(生活垃圾、回收品等)	廢棄物減量、廢棄物再利用
4.4	資產使用	盤查年度承租其他業者的資產所產生之類別1和類別2溫室氣體排放量，如承租地點的用電、用汽柴油等	NA
4.5	未於上述服務使用	顧問諮詢、清潔、維護、郵件投遞、銀行等服務使用所造成之排放	NA

類別 5：使用來自組織之產品造成之間接溫室氣體排放



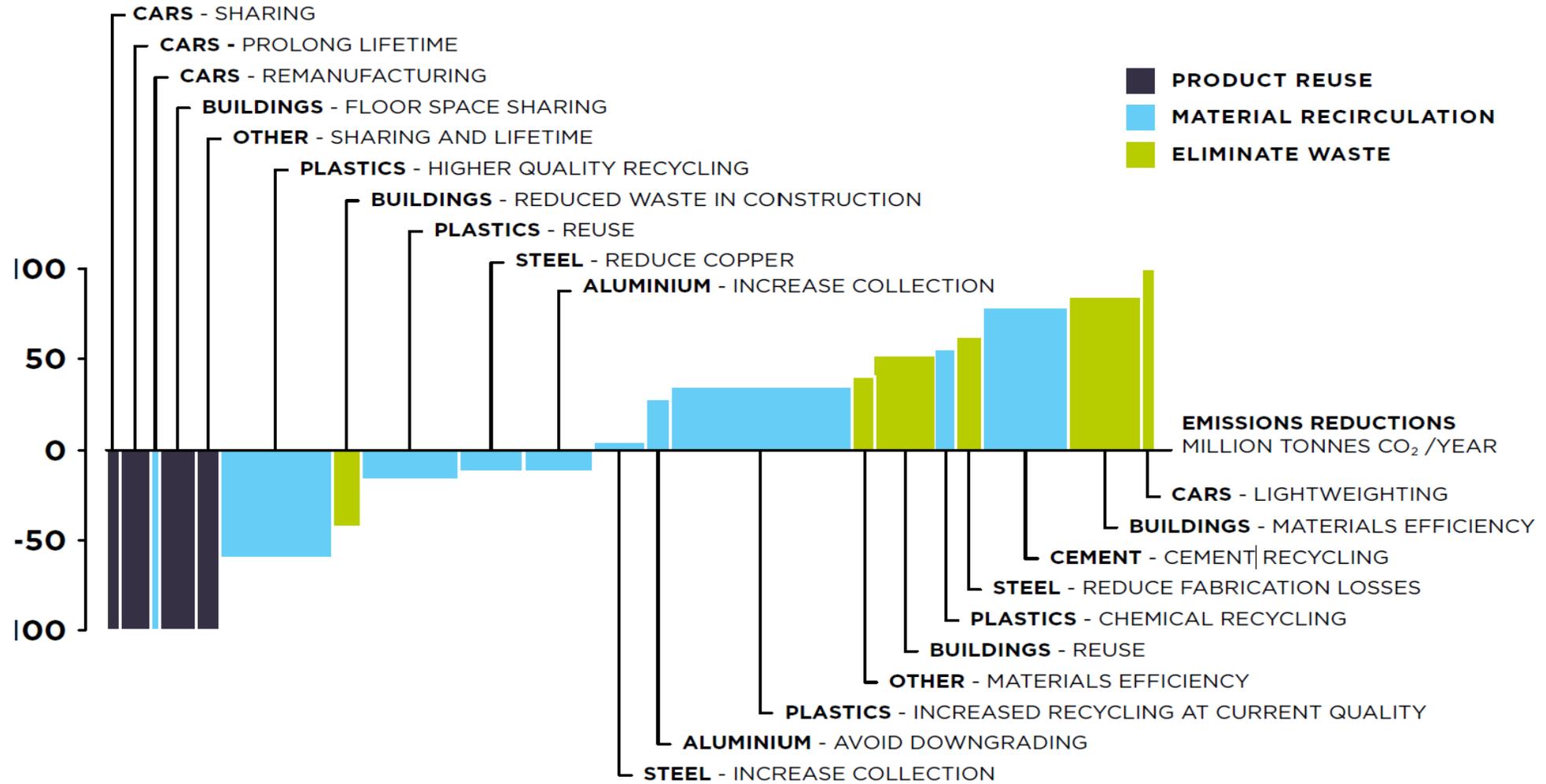
項次	排放源	說明	循環經濟作為
5.1	產品使用	盤查年度所有生產的產品使用過程所產生的溫室氣體排放量	NA
5.2	下游租賃資產	盤查年度所有出租資產給其他業者所，如承租地點的用電、用汽柴油量等	NA
5.3	產品壽命終止階段	盤查年度銷售產品的最終處理後，所產生的相關廢棄物	產品回收(Take Back) 以租代買
5.4	投資	投資地點的用電及用汽柴油量	NA

製造業減碳技術成本曲線



循環經濟的減碳技術成本曲線

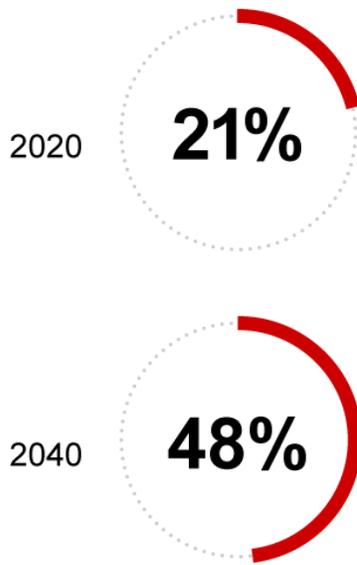
COST OF EMISSIONS REDUCTIONS EUR / TONNE CO₂e



2040 循環經濟策略可幫車用材料減少60%碳排

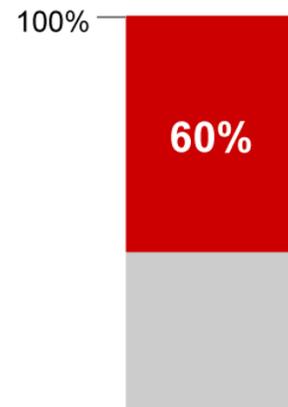
以歐洲汽車製造業的數據分析，若最大化再生料使用比例，2040年原物料的碳足跡可比2020年減少60%。直接再使用(reuse)或對回收的零組件再製造(remanufacture)也可大幅減少碳足跡。以引擎為例，再使用與再製造的引擎比新的引擎可減少85%的碳足跡。其他3項策略分別是：最佳化原物料使用、改善產品生命週期結束時的回收效率、擴大運輸服務。

Recycled materials



Emissions

+ About **60%** reduction in embedded carbon footprint compared with virgin materials



Financial

○ Recycled content may provide more resilient supply chains; however, the financial implications compared to using virgin materials are less clear

YAMAHA產品使用綠鋁(Green Aluminum)

Yamaha自2023年起在機車中使用綠色鋁作為零組件材料，這是日本摩托車首次使用綠色鋁，將首先用於排氣量大及越野車種，鋁部件佔機車車總重量的12%至31%，綠鋁使用可再生能源精煉，其製造過程排碳較傳統鋁精煉少約60%。

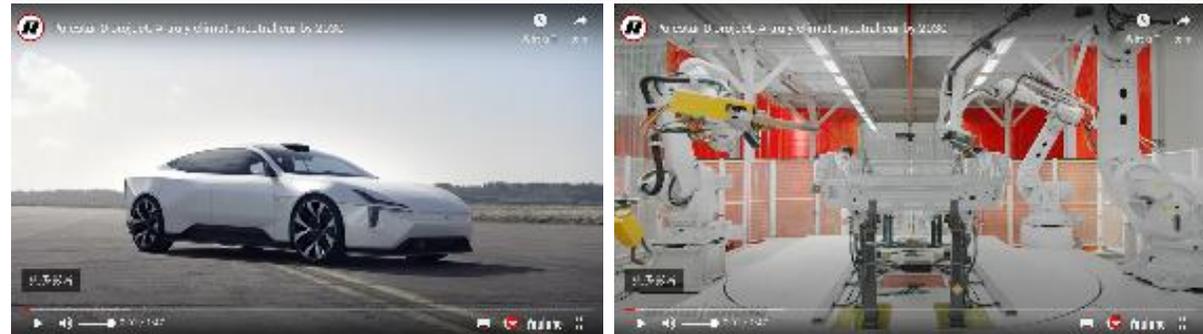


Volvo 2030 推出「真正全零碳電動車款」

有鑑於電動車未達100%零碳排，Volvo將於2030推出「真正全零碳電動車款」(Polestar)，該車款所有零組件全為淨零排生產。



生產製造使用全綠電



車體及內裝採用再生料



Q6: 川普百日對減碳行動的啟示?



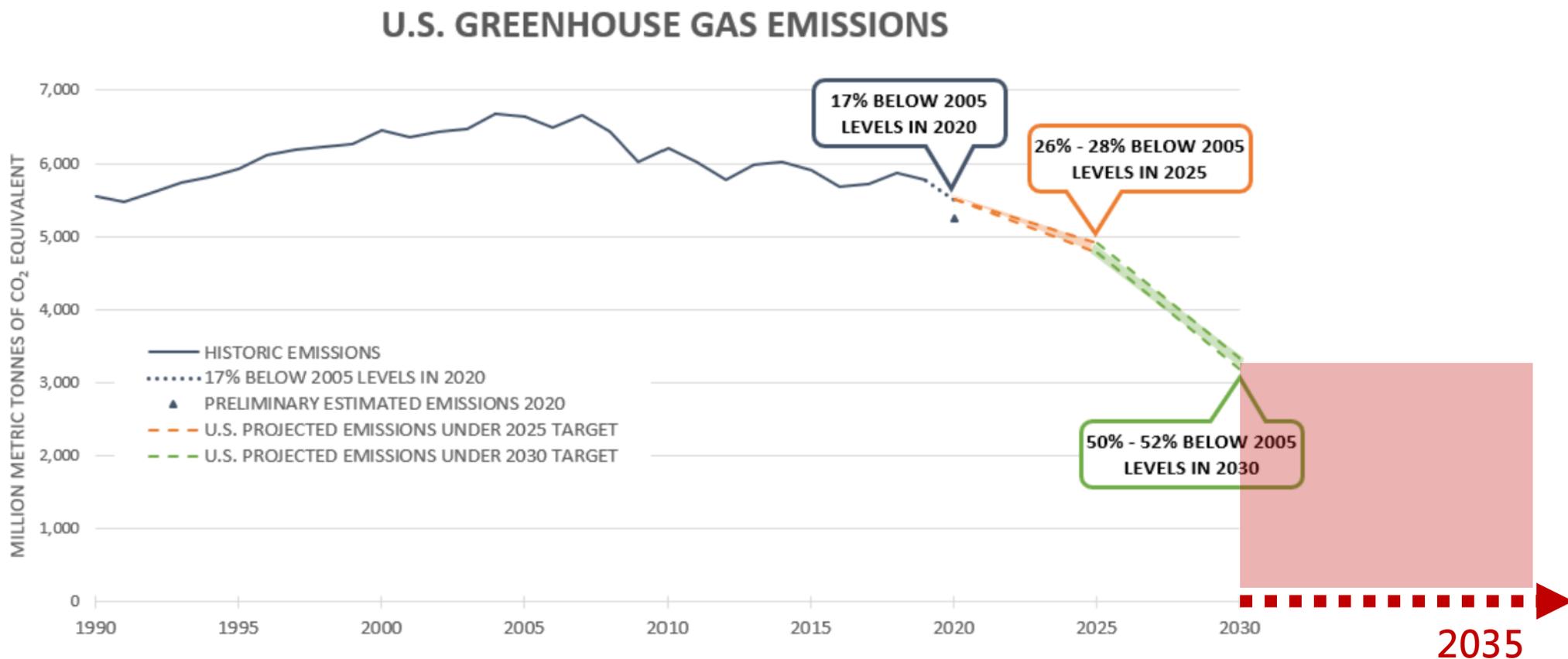
- ① 國際政經風向會影響企業減碳腳步
- ② 減碳是長期趨勢，不會被川普打斷
- ③ 台灣應該走出自己的減碳之路

就直覺回答就好

美國退出氣候談判之意涵

氣候義務1:

不須制定「國家自主貢獻」(Nationally Determined Contribution, NDC) 計畫



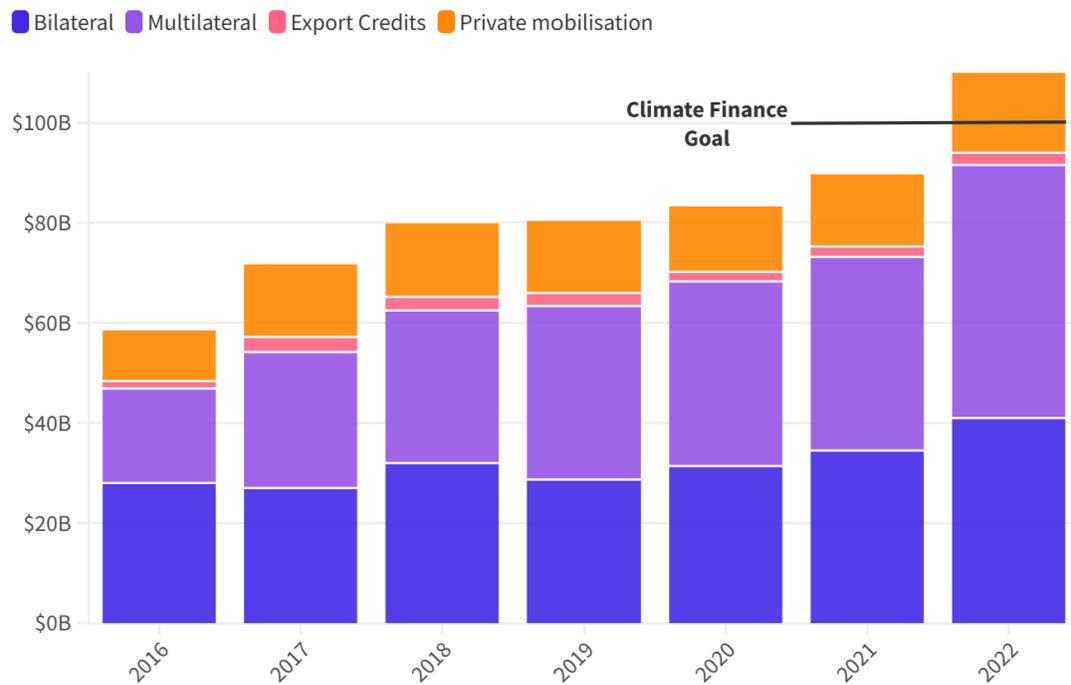
圖片來源: The United States of America Nationally Determined Contribution

美國退出氣候談判之意涵

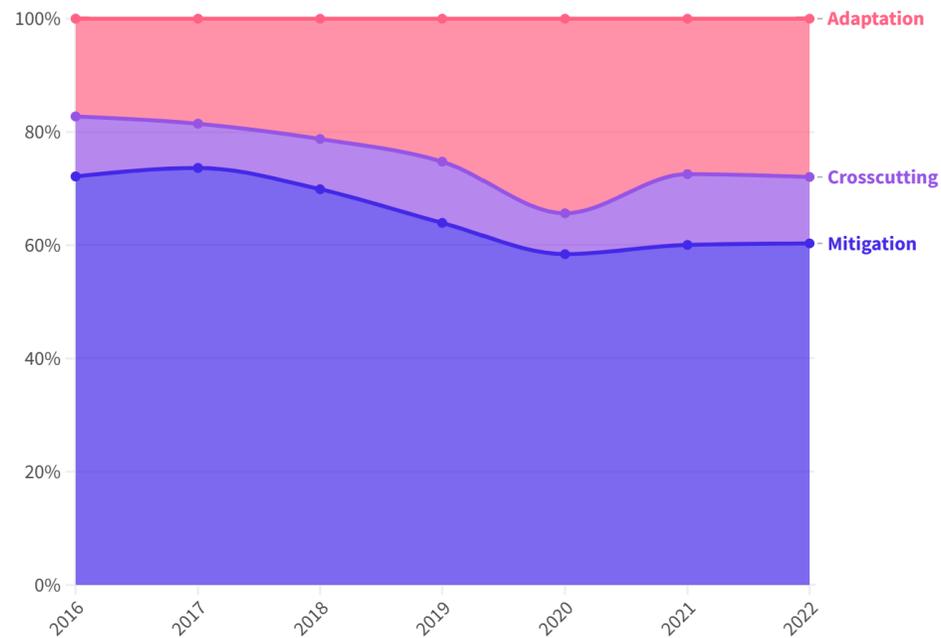
氣候義務2:

不須負責籌集氣候資金，幫助發展中國家應對氣候變遷的損失與損害

Climate finance provided or mobilised for developing nations



Climate finance provided and mobilised per climate theme 2016-2022



資料及圖片來源: OECD (2024)、Climate Home News

數年氣候行動，在數日內化為烏有？

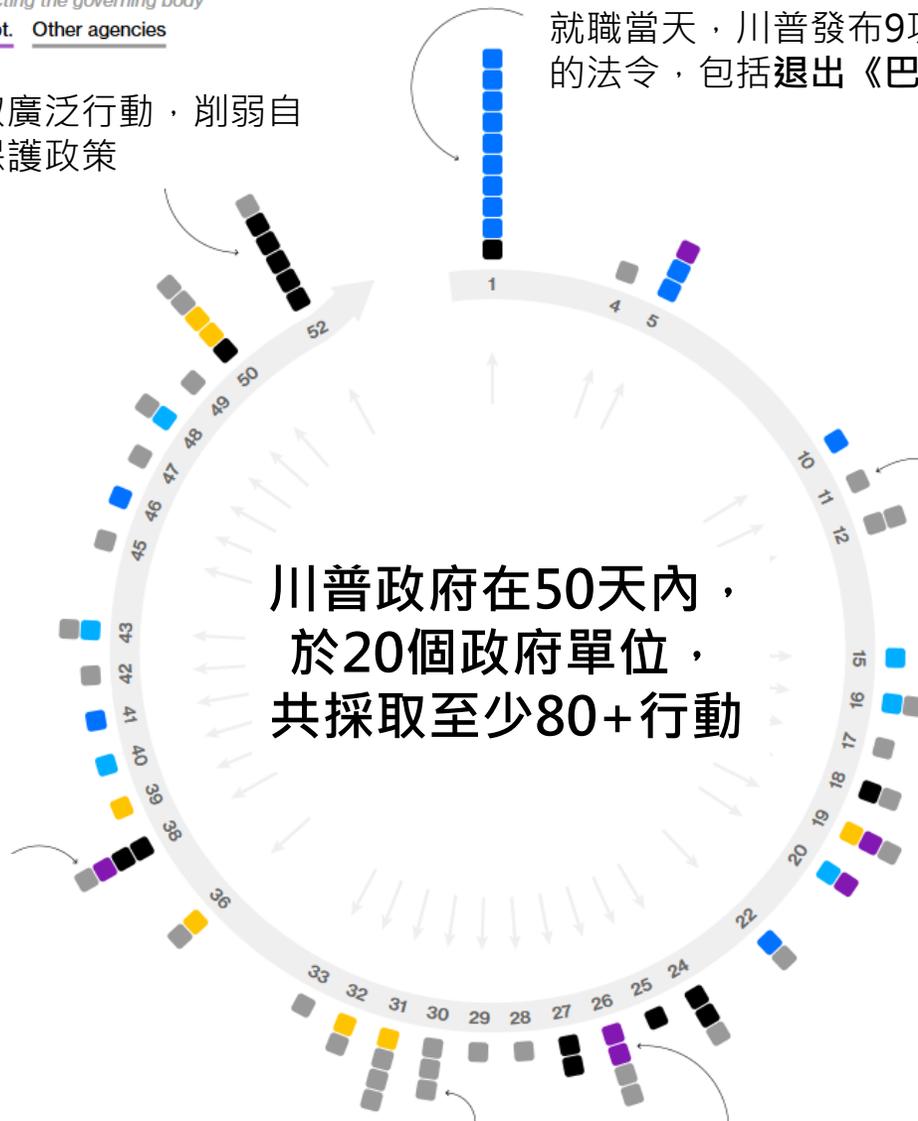
52 Days of the Trump Administration's Climate Onslaught

Each entry represents a climate-related action initiated by or affecting the governing body

EPA White House NOAA Transportation Dept. Energy Dept. Other agencies

環境部採取廣泛行動，削弱自身的環境保護政策

就職當天，川普發布9項大規模、損害氣候的法令，包括退出《巴黎協定》



川普政府在50天內，於20個政府單位，共採取至少80+行動

國防部表示將削減與氣候相關的支出

財政部退出一個研究氣候變遷財務風險的國際組織

司法部正試圖收回已分配的200億美元氣候補助金

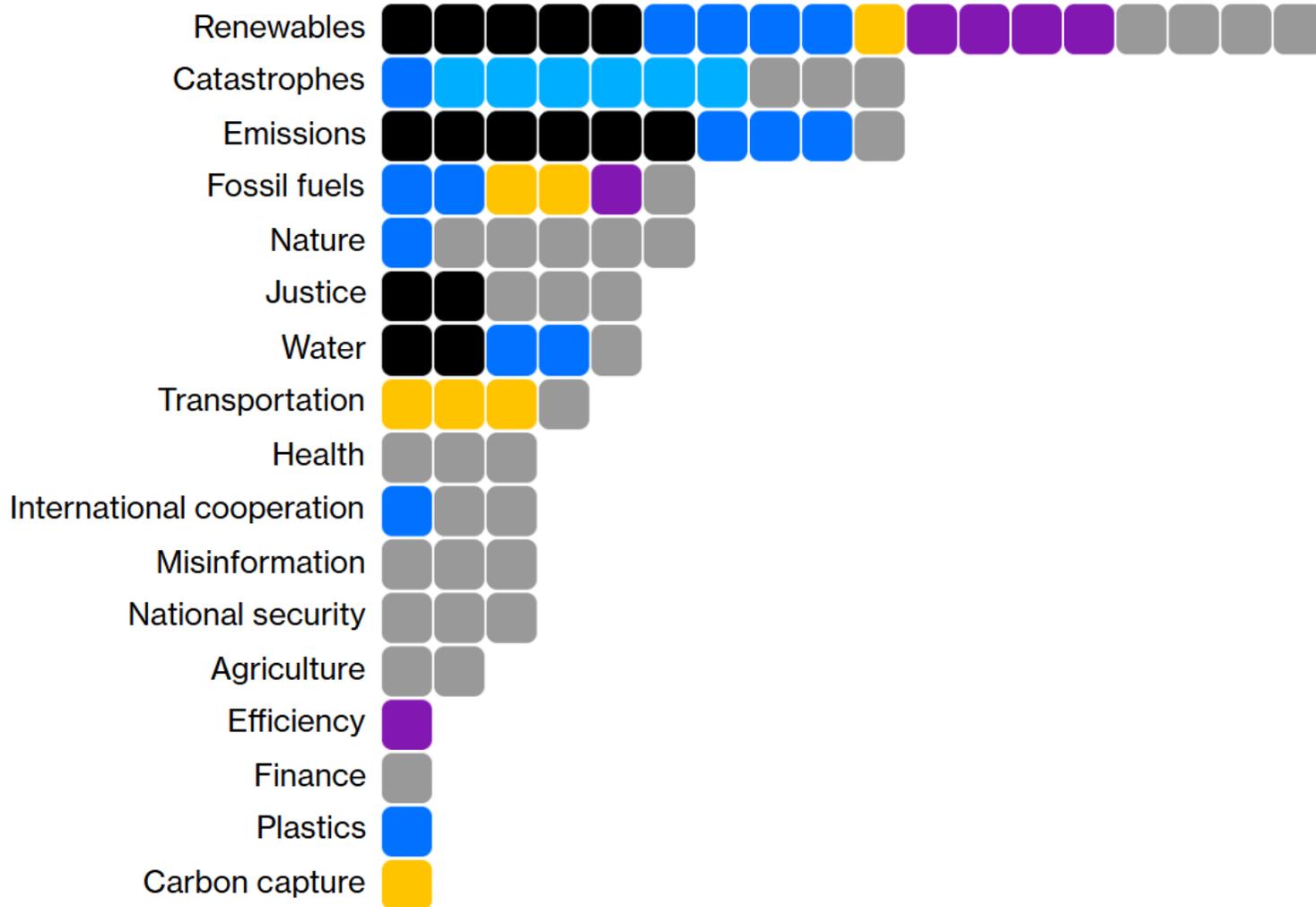
能源部恢復液化天然氣 (LNG) 出口項目的審查許可

與氣候政策相關的各部會業務

Climate Actions Targeted All Areas of America's Well-Being

Each entry represents a climate-related action initiated by or affecting the governing body

EPA White House NOAA Transportation Dept. Energy Dept. Other agencies



重點總結

- 碳定價要讓大家「流汗」、但不能「熱衰竭」
- 資源再生業推動減碳，先想想「客戶價值」所在
- 碳定價幫助我們「不斷逼近2050終點線」

