

資源再生綠色產品 媒合交流會

RACE TO ZERO

全球淨零挑戰與資源再生機會

1

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

RACE TO ZERO

01

- 產業轉型挑戰-碳鎖定與碳風險

02

- 淨零助力-碳權交易制度

03

- 塑膠業機會-創造碳權

04

- 結語





RACE TO ZERO

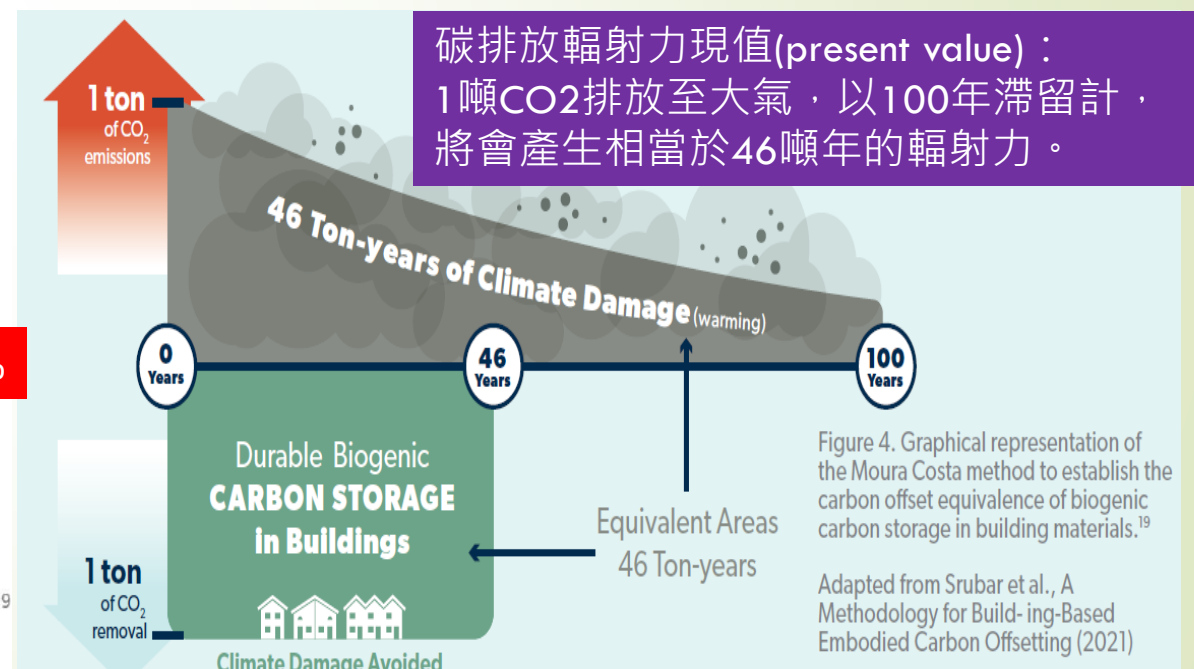
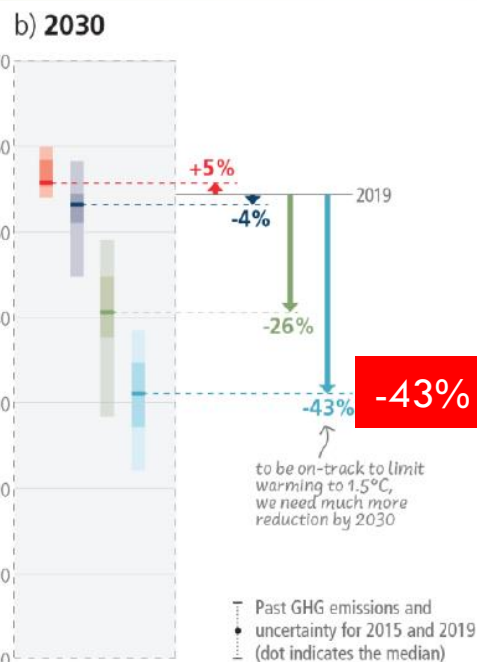
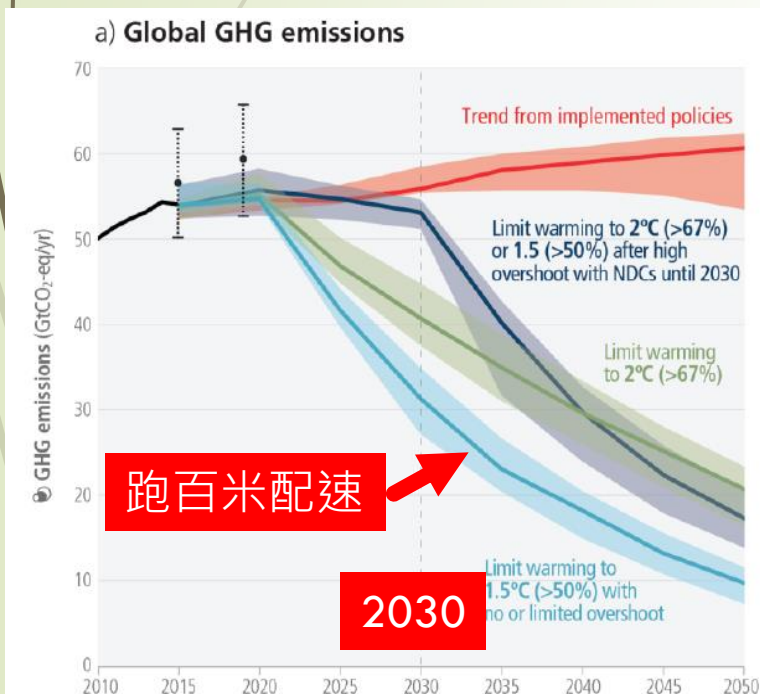
產業轉型挑戰-碳鎖定與碳風險

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 .

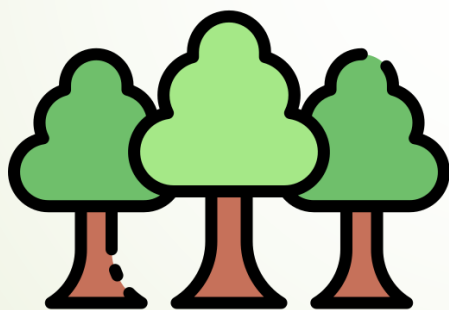
全球淨零賽跑百米配速三大策略

- ❑ 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

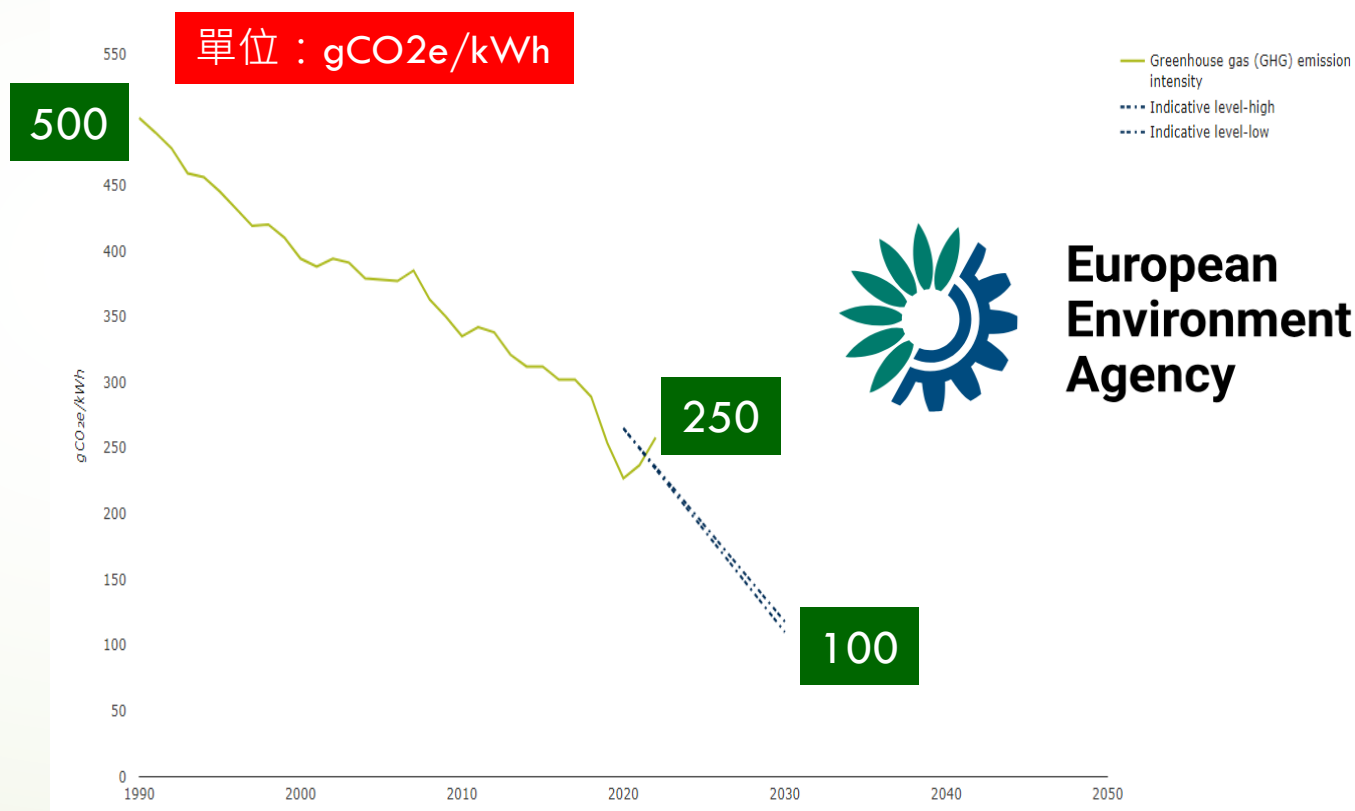
國際合作



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



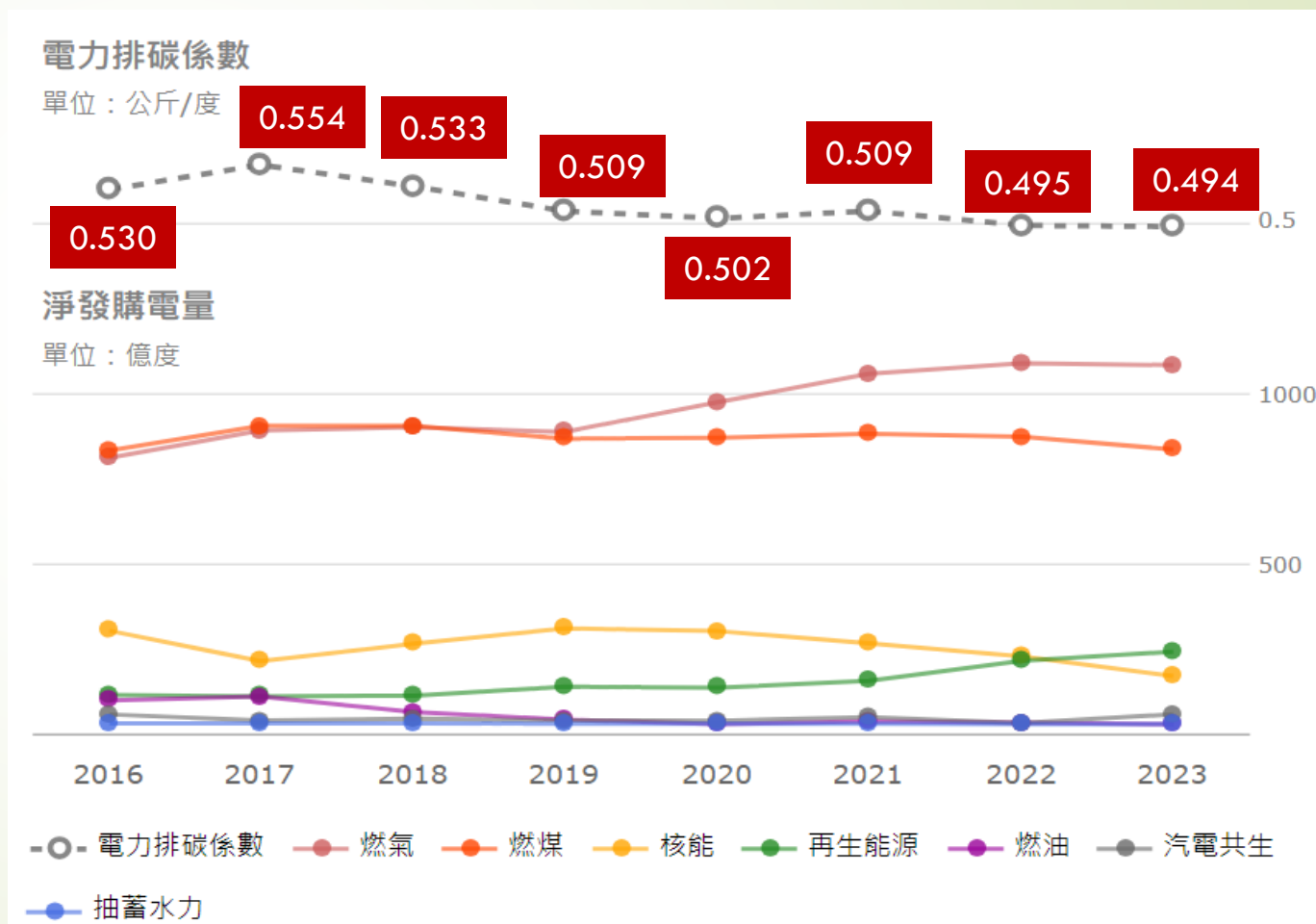
支撐永續糧食生產

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



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

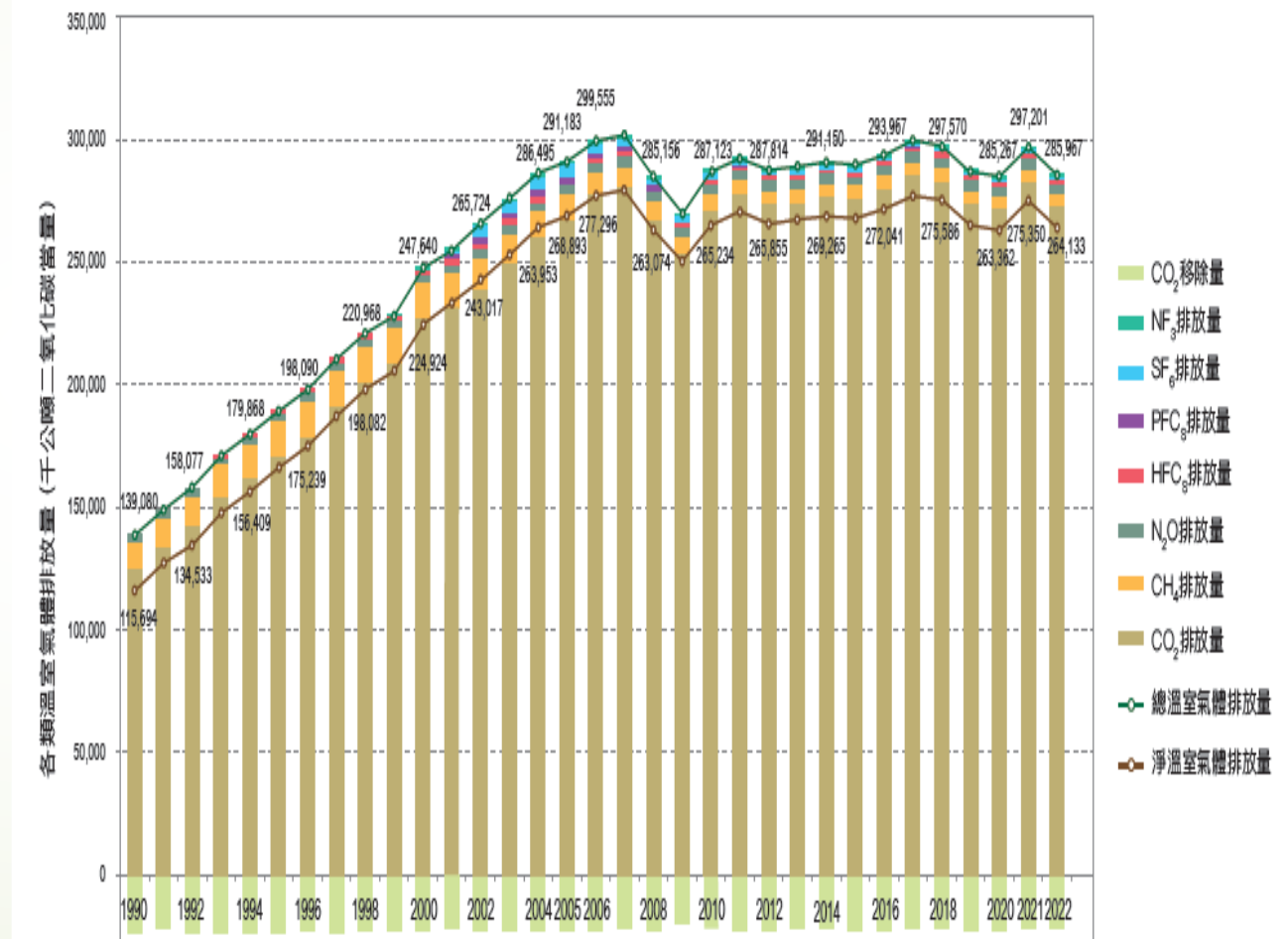
- 整體再生能源 ▶ 裝置容量自2020年9.6 GW
大增至2030年 **45.46 - 46.12 GW**
(離岸風電13.1 GW、太陽光電31 GW)
- 節能 ▶ 增加節電 **345.7 億度**
▶ 節熱量 **227.3 萬公秉油當量**
- 運具電動化 ▶ 市區公車及公務車全面電動化
▶ 電動小客車及電動機車市售比
▶ 分別提升至30%及35%
- 碳匯及負排放 ▶ 自然碳匯(森林/土壤/海洋): **1.4 MtCO₂e**
技術發展應用 ▶ 碳捕捉利用及封存CCUS: **4.6 MtCO₂e**
- 減碳國際合作 ▶ 呼應巴黎協定第六條，
推動國合境外減碳



➤ 相當於2020年排碳量**29%**

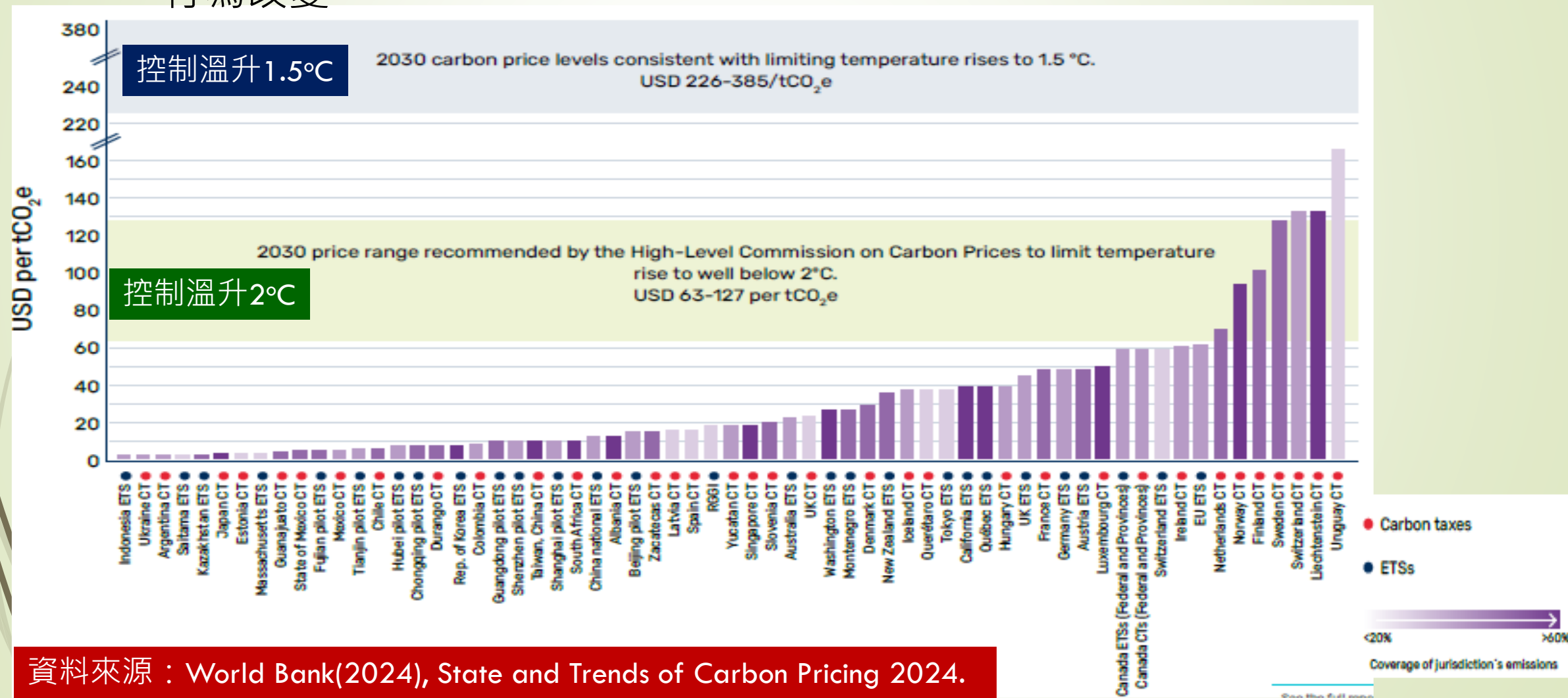
碳鎖定 – 可供碳匯面積有限

- ❑ 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(EO1)	<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

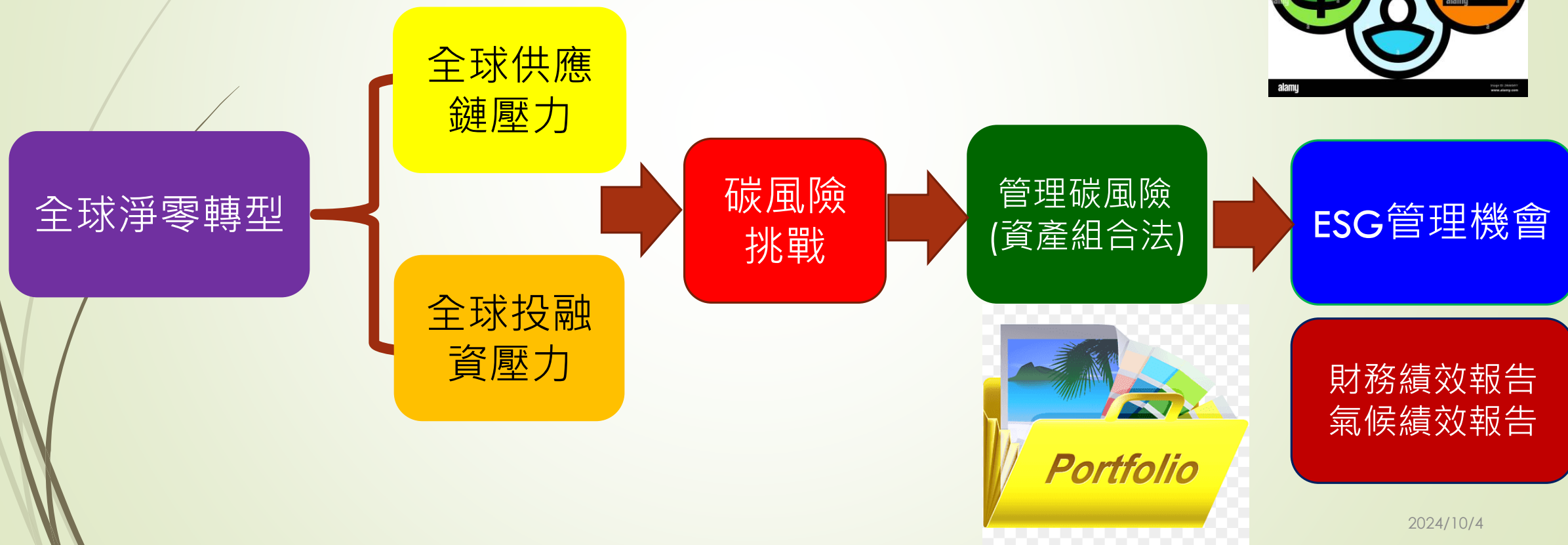


碳足跡

碳標字第1104802003號
B4, 70g(257mm x 364mm)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

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

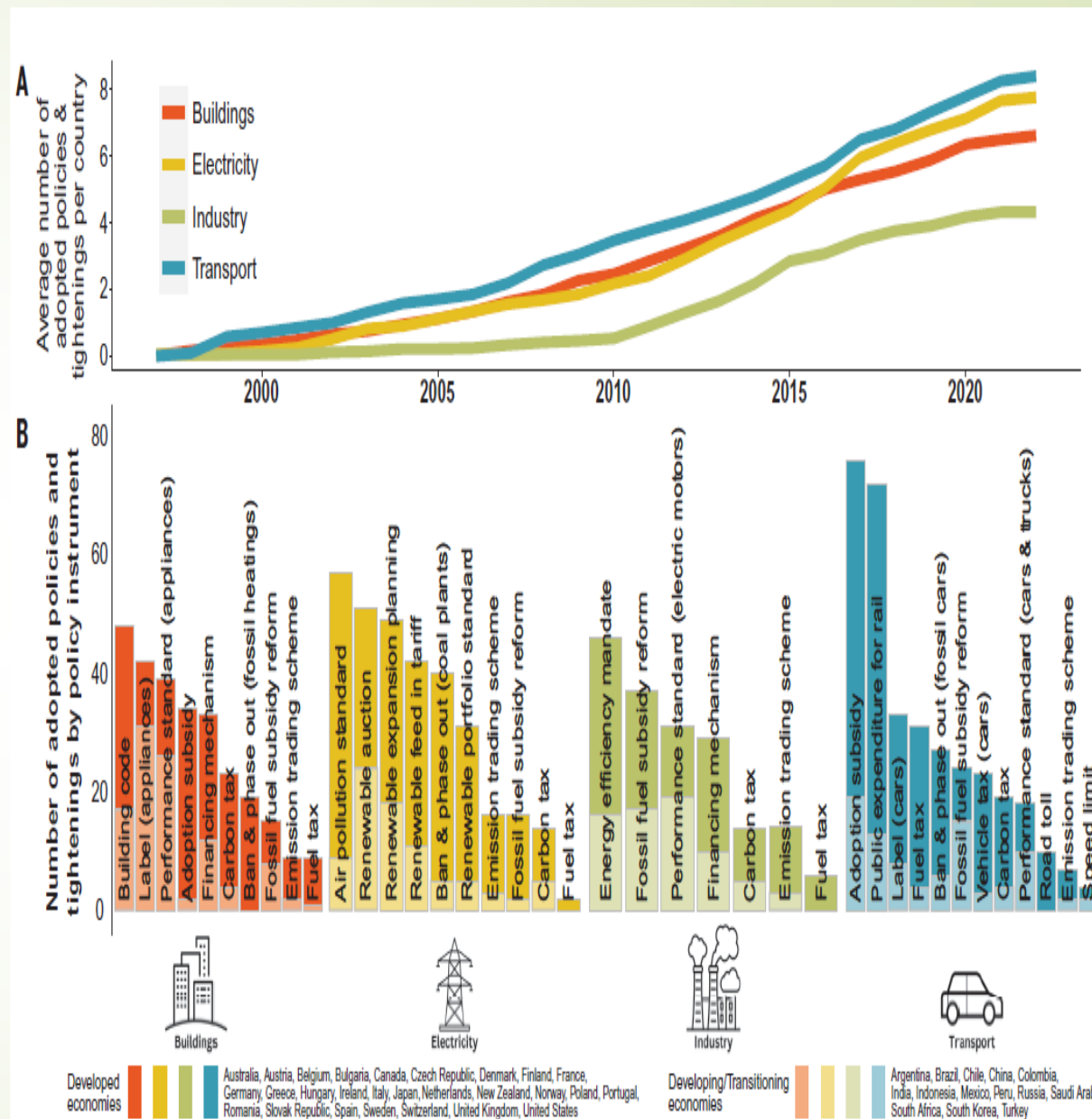
Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades

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。



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)。

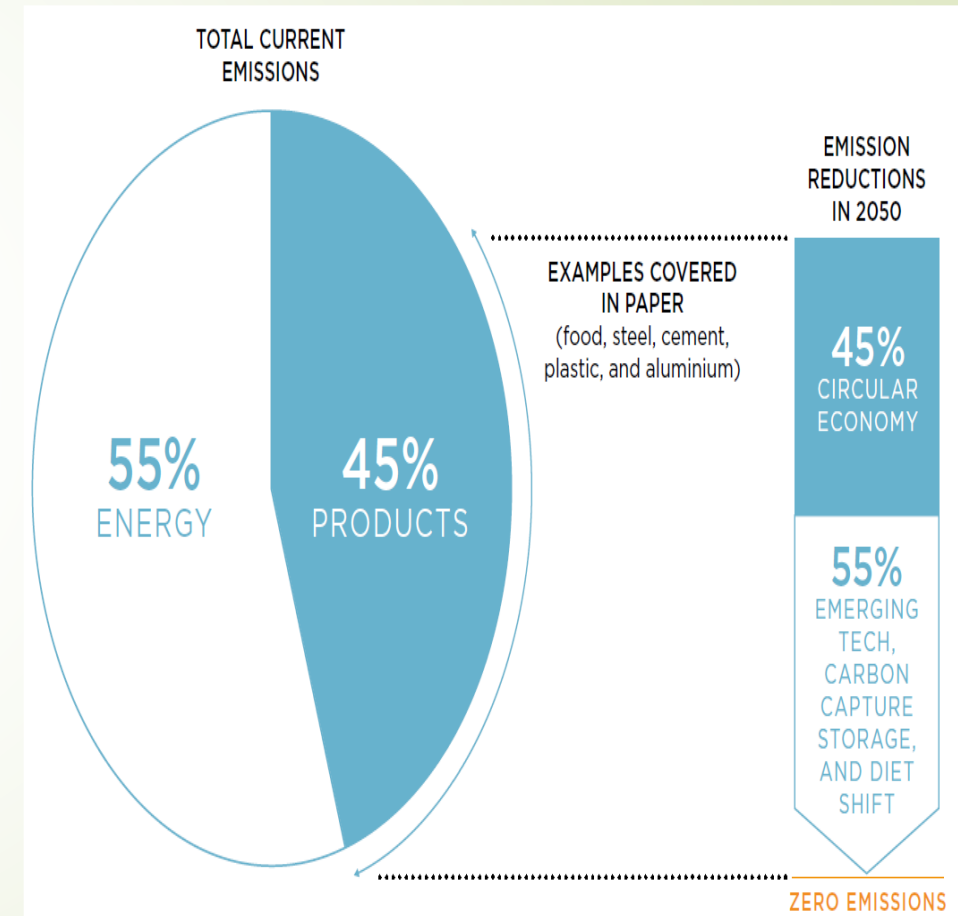
台灣循環經濟發展綜效評估

24

- 循環經濟具有去物質化(dematerialization)及去碳化(decarbonization)(EASAC, 2016 ; EEA, 2016)的功能，可促進經濟成長與自然資源使用脫鉤(decoupling)(EASCS, 2016)，已成為全球2050年邁向淨零碳排放的重要政策與措施(Ellen MacArthur Foundation, 2019)。
- 台灣早於1974年即訂定並公布廢棄物清理法（以下簡稱廢清法），為我國推動廢棄物管理法源基礎。1998年開始推動資源回收四合一制度，奠立我國循環經濟基礎。然而，廢棄物管理僅是國家循環經濟發展的一環。

循環經濟約可貢獻45%減排量

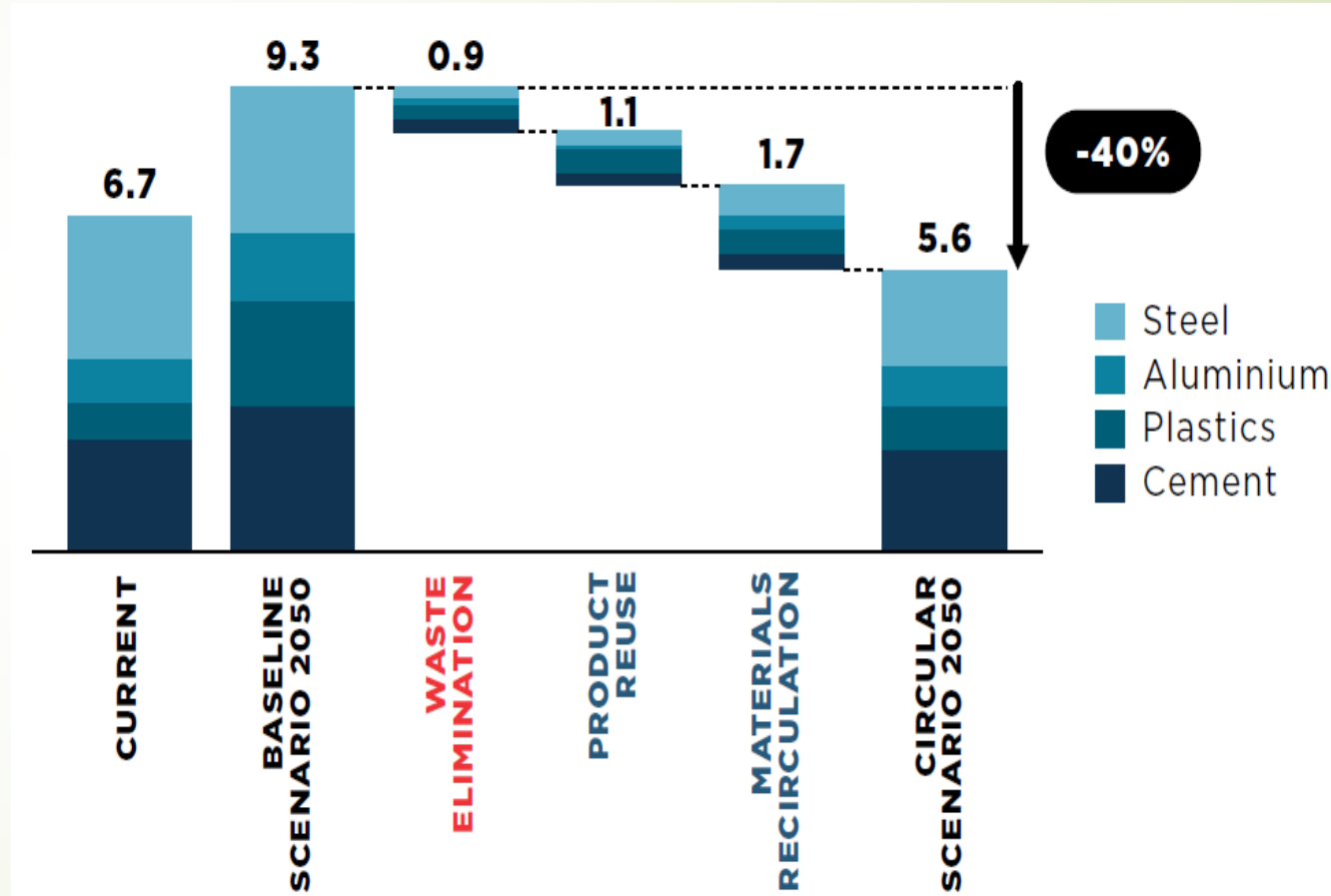
- 2050年全球達到淨零碳排放(net zero emission) (或碳中和(carbon neutral)，已成為《巴黎協定》(Paris Agreement)目標。主要兩大策略：
 1. 新科技：節能、綠能、碳捕獲、再利用與封存(CCUS)，約貢獻55%減排。
 2. 循環經濟：特別是減少鋼鐵、鋁製品、水泥、塑膠及糧食等，約貢獻 45% 減排 (Ellen MacArthur Foundation (2019))。
- ➡ 循環經濟不但是溫室氣體減量最成本有效 (cost effectiveness) 策略，同時，也是建構氣候韌性 (climate resilience)的機會。



資料來源：Ellen MacArthur Foundation (2019), Completing the Picture How the Circular Economy Tackle Climate Change.

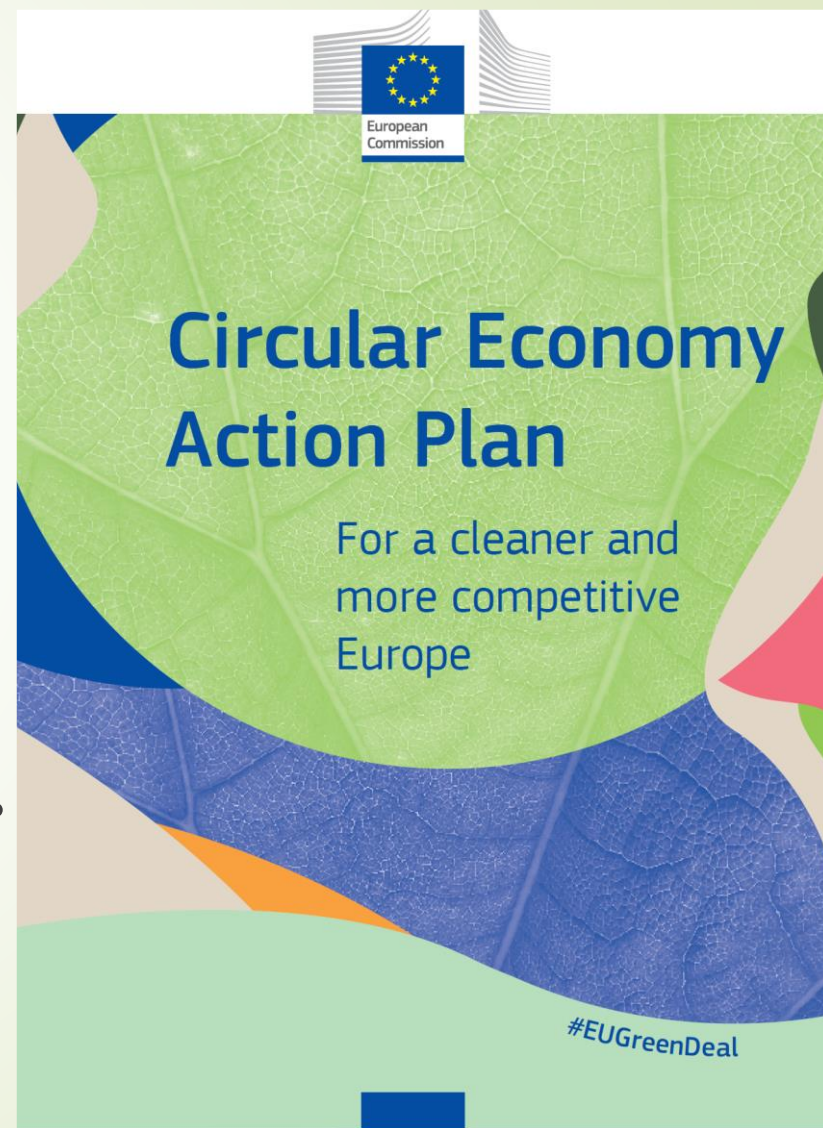
循環經濟與溫室氣體減排

- ❑ 循環經濟建構的三項原則，包括：掌握廢棄物與汙染流向 (design out waste and pollution)、產品與原物料再利用 (keep in products and materials in use) 及再生自然資源系統 (regenerate natural systems)。
- ❑ 透過上述循環經濟系統設計，預估於2050年約可降低40% (或37億噸/年) 溫室氣體排，其中，減廢約可減排9億噸CO₂e/年；產品再利用約可減排11億噸CO₂e/年；原物料回收再利用約可減排17億噸CO₂e/年。



歐盟推動循環經濟行動方案2.0 (2020)


- ❑ 歐盟為達到**2050年碳中和** (carbon neutral) , 已將**循環經濟** (Circular Economy) 列為綠色政綱 (EU Green Deal) 的重要施政目標 (von der Leyen, 2019) , 並建立**原物料自主性**、**廢棄物回收**、**二次料市場**、及**產品技術創新**四大循環經發展指標構面 (European Commission, 2018; Moraga et al., 2019) 。
- ❑ 2020年3月啟動「**循環經濟行動方案2.0**」 (Circular Economy Action Plan 2.0) , 設定**2030年都市廢棄物減半目標** (重點項目, 包括衣服(快時尚)、3C產品、塑膠、廢食及建築等) 。提出消費者「**維修權**」 (Right to Repair) 倡議, 延長3C產品的使用壽命。建立建築物的**生命週期綠色準則**, 結合政府綠色採購, 降低建築碳排放。



環境化設計是循環經濟核心 (EurActiv, 18 Dec 2020)

- ❑ 產品環境化設計，可以提升廢棄物回收率、二次料市場發展、及產品技術創新等，有助國家循環經濟發展 (Moraga et al., 2019)，由於環境化設計與管理是以產品生命週期觀點出發，80%在設計階段就已經決定，產品投入市場後便難以再改善其對環境的衝擊 (OECD, 2016)。
- ❑ 如何提升源頭產品環境化設計的誘因提升，是歐盟CE 2.0的施政重點。

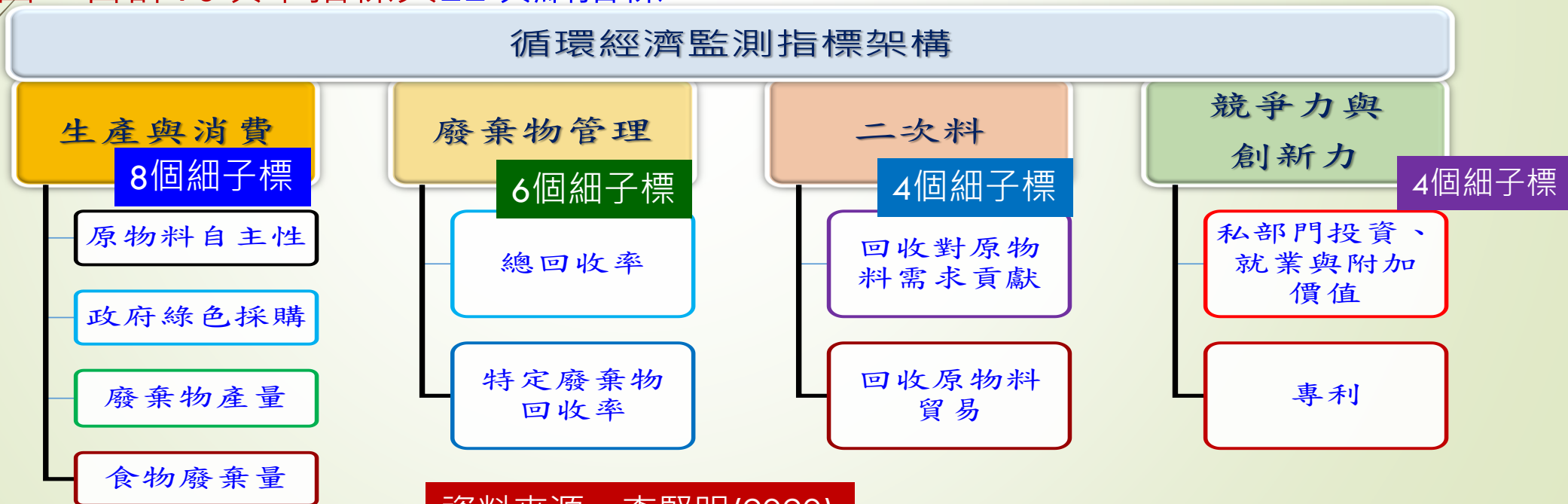
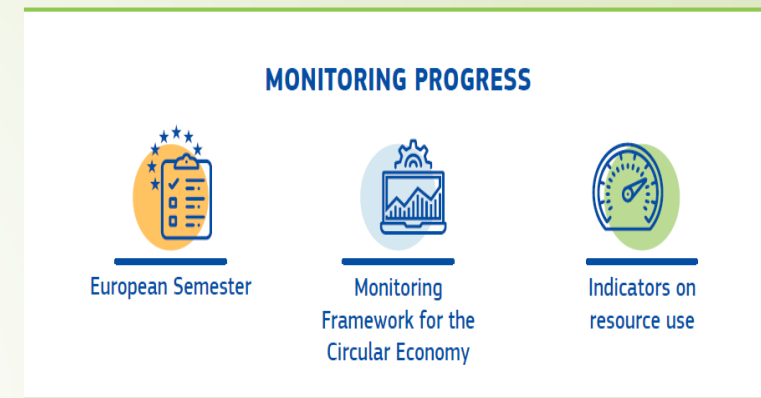
Up to
80%



of products' environmental impacts are determined at the design phase

建置國家層級「循環經濟發展監測指標」

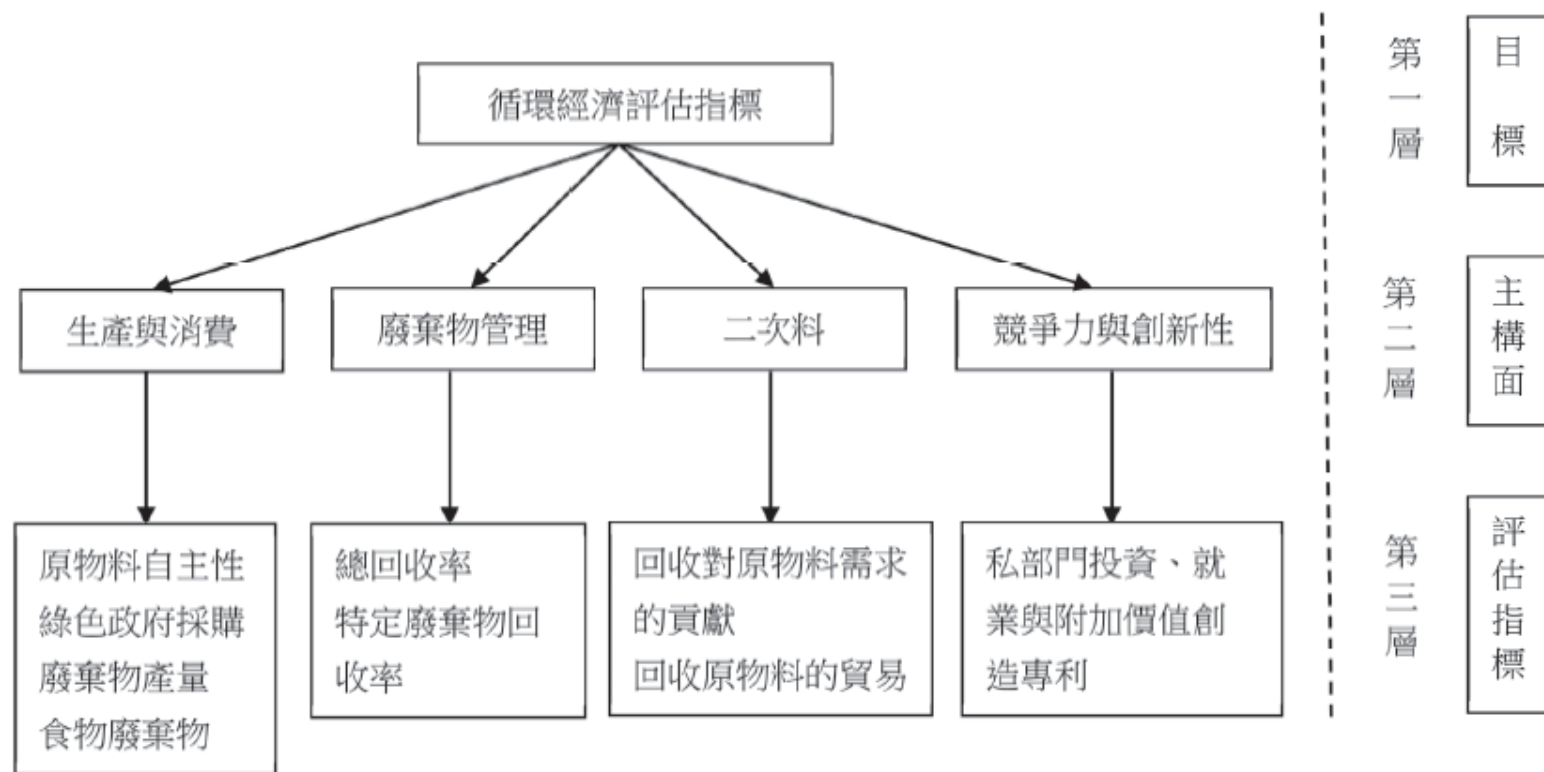
- ❑ 歐盟於2018年提出「**歐盟循環經濟監測架構**」(On a Monitoring Framework for the Circular Economic) (文件號：Straboug, 16, 1. 2018, COM(2018) 29 final)，做為檢視歐盟循環經濟發展狀態的參考。
- ❑ 歐盟基於**資源、產品、及勞務生命週期** (lifecycle) 三個階段，建立循環經濟監測指標，包括**四大構面**，合計**10項中指標與22項細指標**。



資料來源：李堅明(2020)

應用歐盟循環經濟指標監測系統評估臺灣循環經濟發展績效

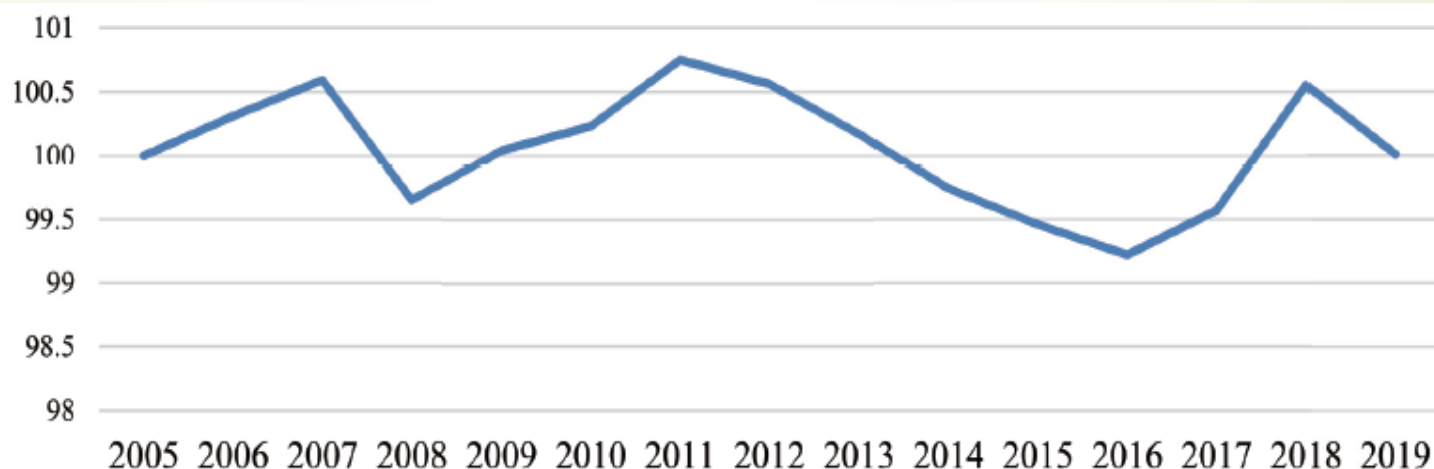
顏素真¹、李堅明²



圖一 循環經濟評估指標研究架構圖

生產與消費面綜合績效

由於人均都市廢棄物產生量、廢棄物密集度、人均都市食物廢棄物產生量及食物廢棄物密集度等四項指標，與循環經濟的發展呈反向關係，因此，在資料處理上，先給予倒數後，再計算績效指數。近15年來 (2005-2019)，生產與消費構面循環經濟發展綜合績效指數，詳見表八與圖二，顯示綜合指數均達99以上，生產與消費構面呈現邁向循環經濟發展趨勢。

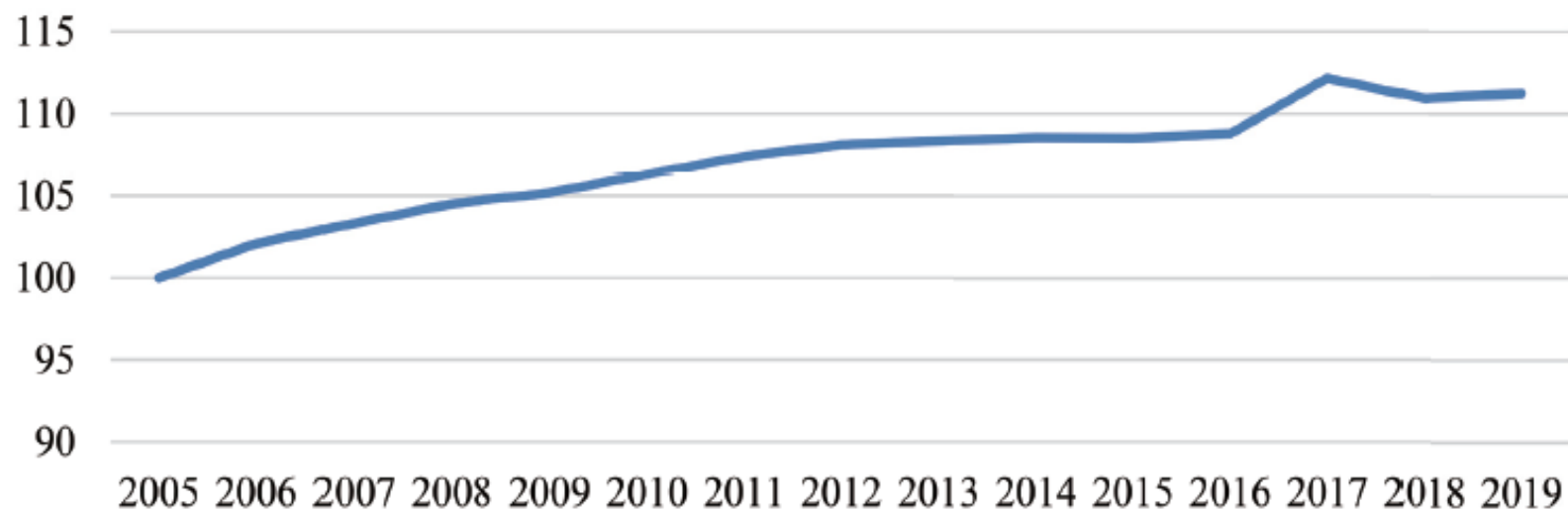


圖二 生產與消費構面循環經濟發展綜合績效趨勢示意圖（單位：%）

資料來源：本研究

廢棄物管理綜合績效

觀察近15年來 (2005-2019) 廢棄物管理構面循環經濟發展綜合績效指數，詳見表九與圖三，顯示廢棄物管理構面呈現的邁向循環經濟發展趨勢。檢視細項指標，可以發現總廢棄物及電子產品廢棄物回收率等兩項指標的表現特別好，隱含政府相關政策推動的績效相當成功。

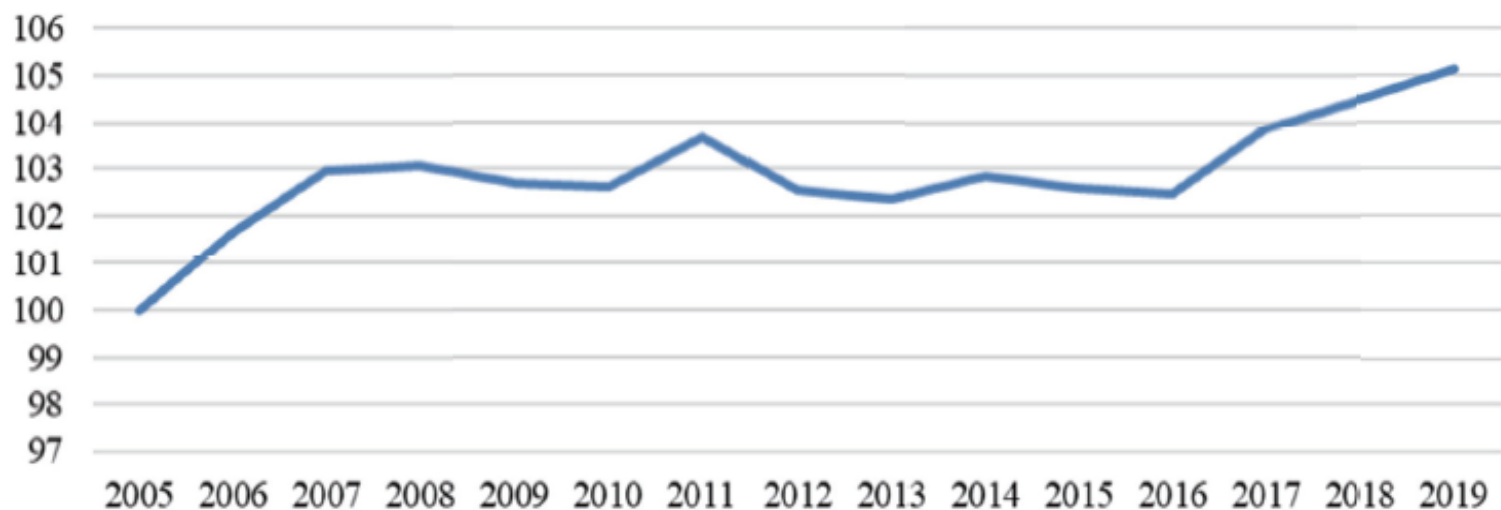


圖三 廢棄物管理構面循環經濟發展綜合績效趨勢示意圖（單位：%）

資料來源：本研究

二次料綜合績效

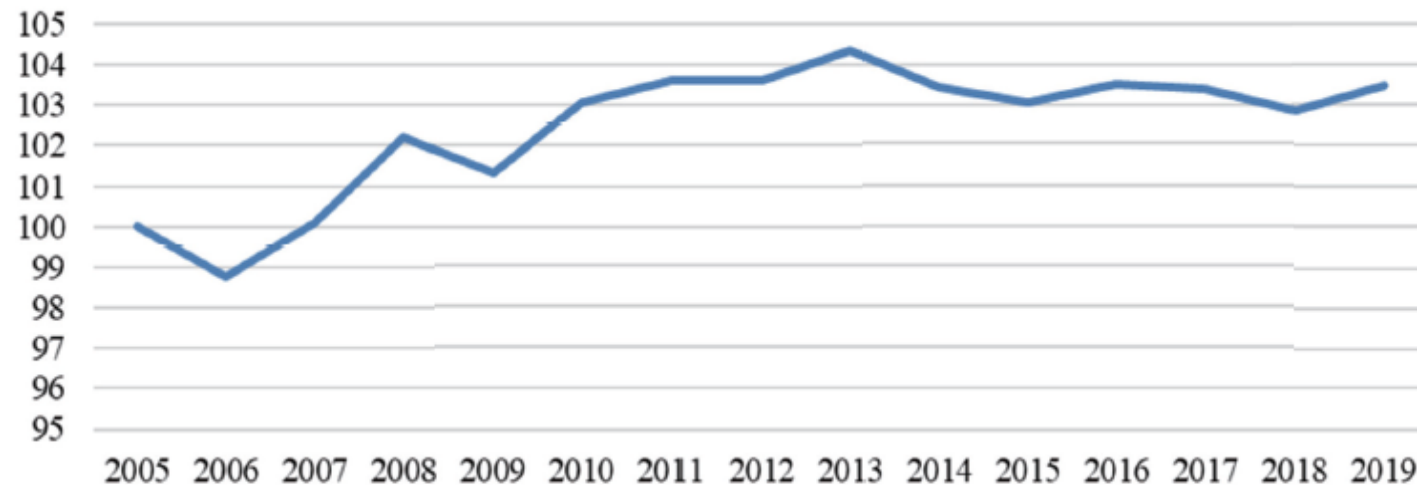
觀察近15年來 (2005-2019) 二次料構面循環經濟發展綜合績效指數，詳見表十與圖四，二次料構面呈現的邁向循環經濟發展趨勢。檢視細項指標，可以發現回收對原物料需求的貢獻指標的表現特別好，隱含政府相關政策推動的績效相當成功。然回收原物料的貿易悖離循環經濟發展趨勢。



圖四 二次料構面循環經濟發展綜合績效趨勢示意圖（單位：%）

競爭力與創新性

觀察近15年來 (2005-2019) 競爭力與創新性構面循環經濟發展綜合績效指數，詳見表十一與圖五，競爭力與創新性構面呈現邁向循環經濟發展趨勢。檢視細項指標，可以發現循環經濟部門就業占比邁向循環經濟發展趨勢，隱含政府相關政策推動的績效相當成功，而回收與二次料專利率悖離循環經濟發展，隱含政府應加強該項政策與措施。

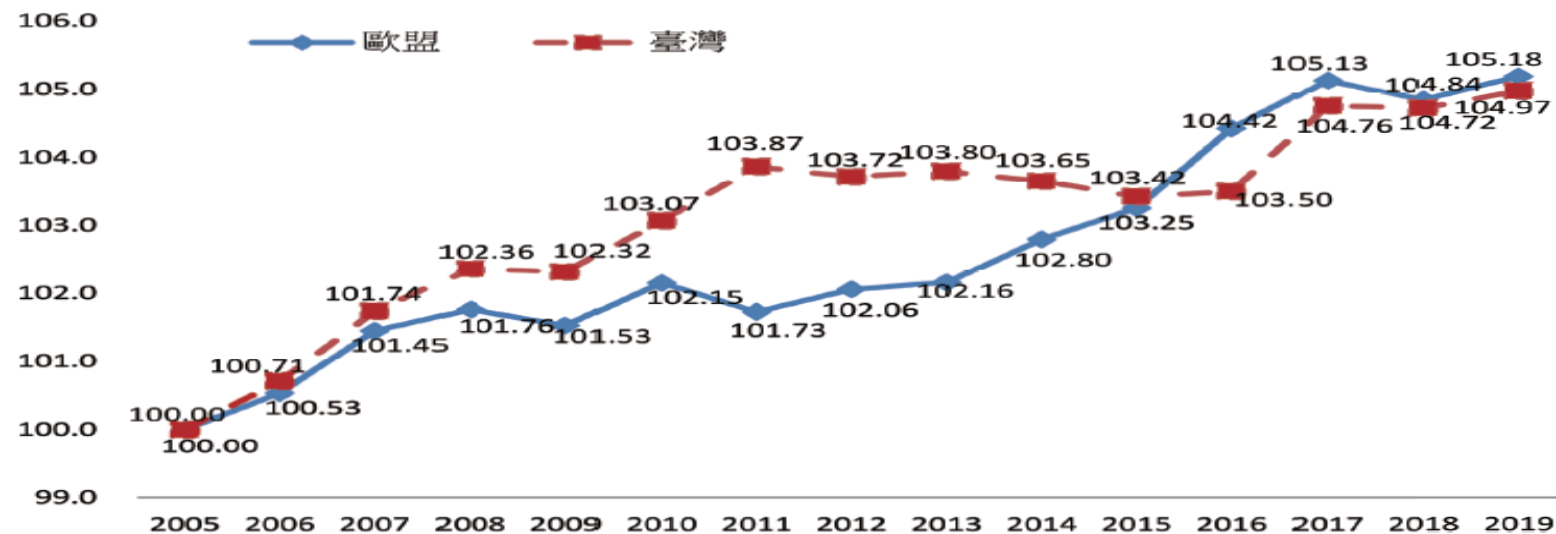


圖五 競爭力與創新性構面循環經濟發展綜合績效趨勢示意圖（單位：%）

資料來源：本研究

台灣與歐盟循環經濟綜合績效比較

結果顯示，歐盟與臺灣在廢棄物管理與二次料構面具有顯著邁向循環經濟發展趨勢，成功的廢棄物管理政策可讓原物料廢棄後妥善再利用，成為二次料循環使用，顯見歐盟與臺灣的廢棄物管理策略成功驅動二次料循環使用。歐盟與臺灣在生產與消費構面則呈現較不穩定發展趨勢，另歐盟在競爭力與創新構面雖於資料前期（2006年至2012年）呈現悖離循環經濟發展，但後期隨著分期推動多項循環經濟計畫及相關方案、策略，已邁向循環經濟發展趨勢。整體而言，歐盟與臺灣循環經濟發展綜合績效趨勢皆呈現邁向循環經濟發展趨勢。



圖六 歐盟與臺灣循環經濟發展綜合績效趨勢比較（單位：%）

資料來源：本研究整理

促進產品環境設計的誘因政策建議

1. **採取差別費率**：在現行收費制度下，利用**環保標章制度**區分產品**環境化程度**，據此**採取差別費率**，提高企業產品環境化設計誘因，激勵企業綠色生產投資；
2. **強化綠色採購**：配合產品**環保標章制度**，落實政府綠色採購行為，透過綠色產品需求創造綠色產品生產商機；
3. **創造綠色產品市場價值**：加強國民綠色產品認知，以及建立綠色產品購買獎勵機制，提高綠色產品市場價值，有利於綠色生產行為的開創；
4. **建構產品生命週期交易制度**：有利於企業環境化資本投資，是未來整合性產品政策(IPP)的重要政策工具之一，然而，生產製程與最終處置污染排放量性質的差異性是未來該制度建置的問題。

提高二次料發展經濟誘因措施

1. 獎勵生態設計與使用再生料，補助二手商店，擴大回收再利用量能。
2. 推動二次料驗證與證照制度，例如ISO 14021的PCR驗證，激勵二次料市場發展
3. 制定一套再生材料的回收指引或最佳做法，例如再生材料回收標準作業程序，將有助再生材料回收量，從而，擴大再生材料的市場規模。
4. 獎勵新環保材料研發。

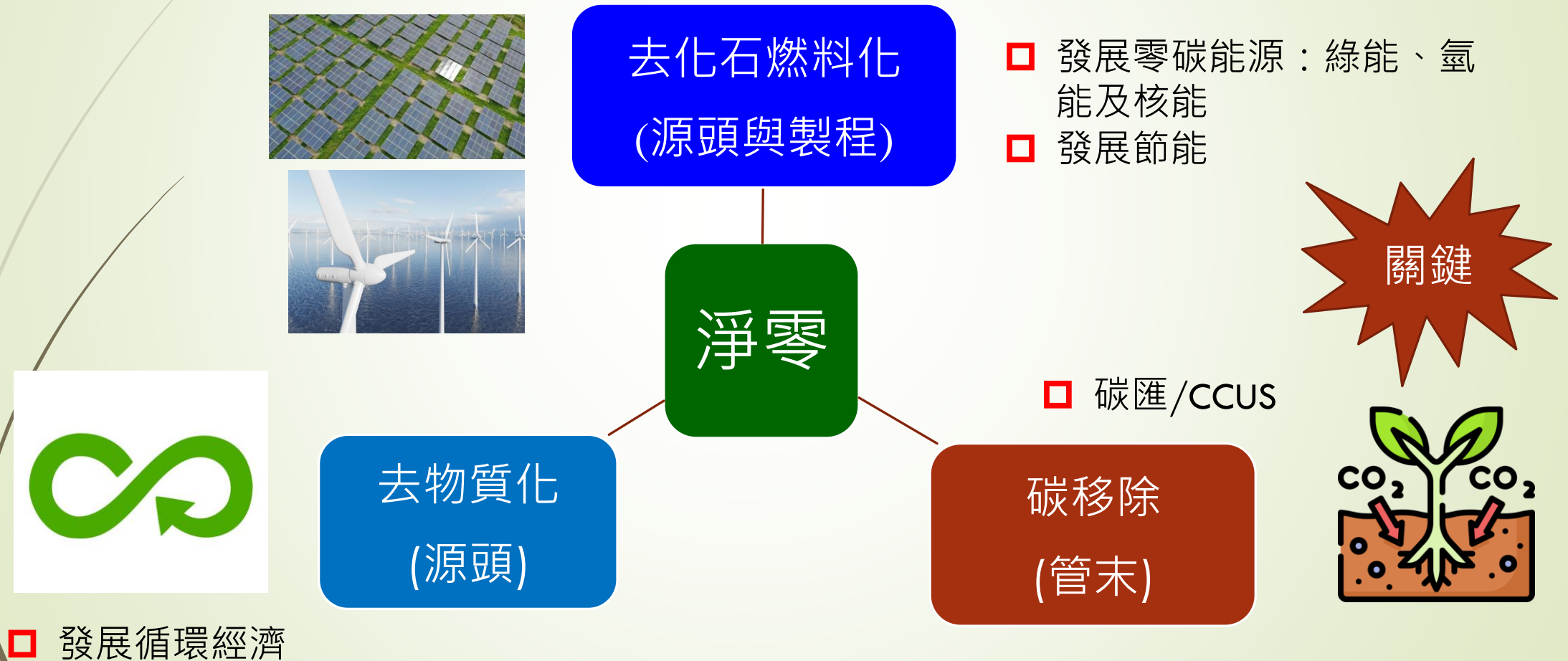
ISO 14021:2016

Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)



資源循環機會 - 推動ISO 14021與開創碳權

企業淨零技術三個來源



資源循環/再利用的六大價值-有形與無形資產



台灣資源循環推動策略(1/2)

1

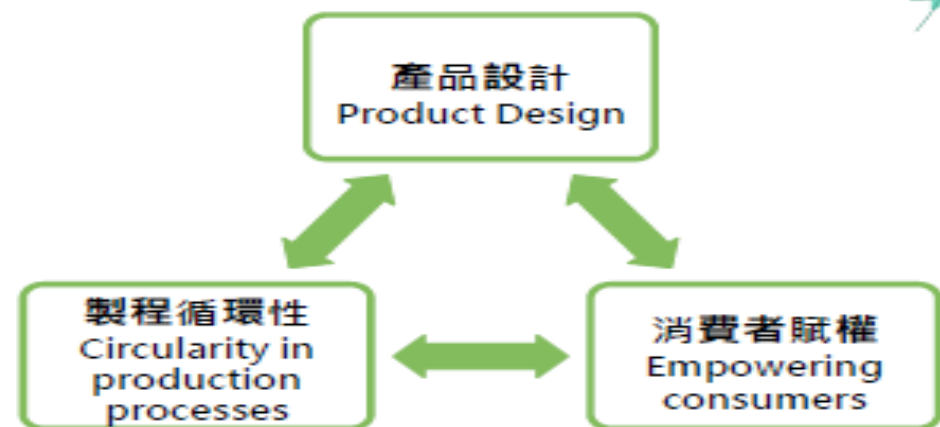
綠色設計源頭減量

- 賦權予消費者，以永續消費引導生產者產品設計及延長保固服務
- 產品使用單一材質、循環設計及提高添加再生資源比例，取代原生物料使用
- 生產者保留產品所有權，帶動生產者延伸責任，建立循環商業模式
- 一次用產品源頭減量，淘汰一次性塑膠製品，減少化石原料使用

2

能資源化再利用

- 強化原料、再生料與廢棄物分流，鼓勵升級回收再利用
- 有機廢棄物能資源化，建立區域型共同回收與處理模式
- 可燃廢棄資源及生物質轉廢為能
- 金屬廢棄資源材料化，並推動化學品資源再利用
- 無機廢棄物質資源化，永續利用於海域工程，並推動建材銀行



Source: European Union

THE ZERO WASTE HIERARCHY

The Zero Waste hierarchy refers to the following options for managing waste:

RESPONSIBLE WASTE MANAGEMENT HIERARCHY



Source: UNEP

台灣資源循環推動策略(2/2)

3

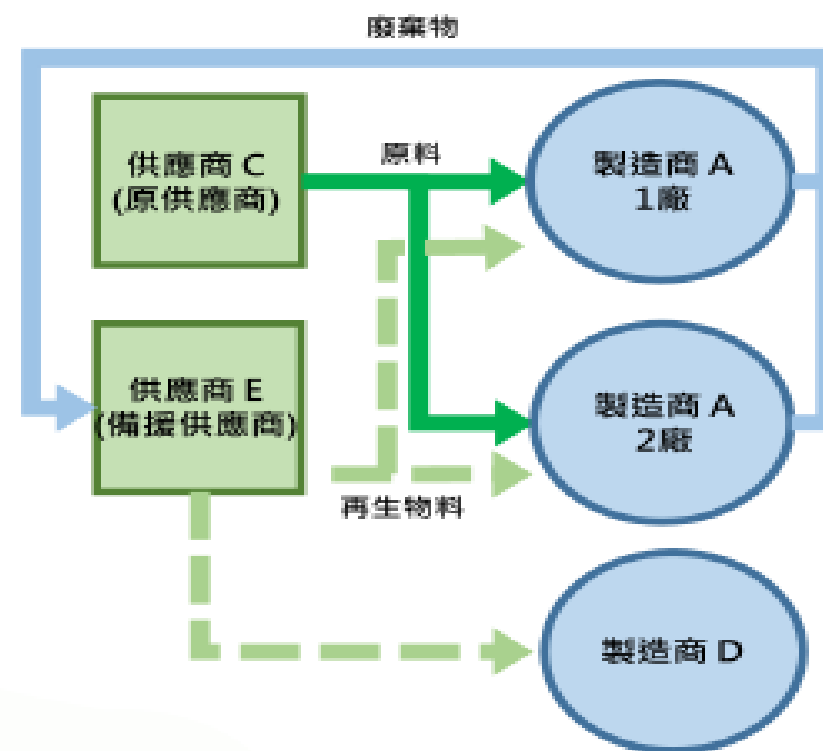
暢通循環網絡

- 鏈結上、中、下游產業，橫向鏈結形成資源循環產業鏈，進行示範推廣
- 發展區域型產業循環中心或生態工業園區，鏈結當地產業或園區內事業
- 加強社會公眾溝通，以多元管道提升產業及民眾資源循環理念及認知

4

創新技術與制度

- 創新技術研發，提升再生資源品質，高值化應用創造循環價值
- 推動產品數位護照，揭露產品環境資訊
- 建立料源履歷制度，應用數位化技術，促進物料驗證機制及媒合應用
- 資源循環法令及制度革新
- 辦理監測計畫，監測進展



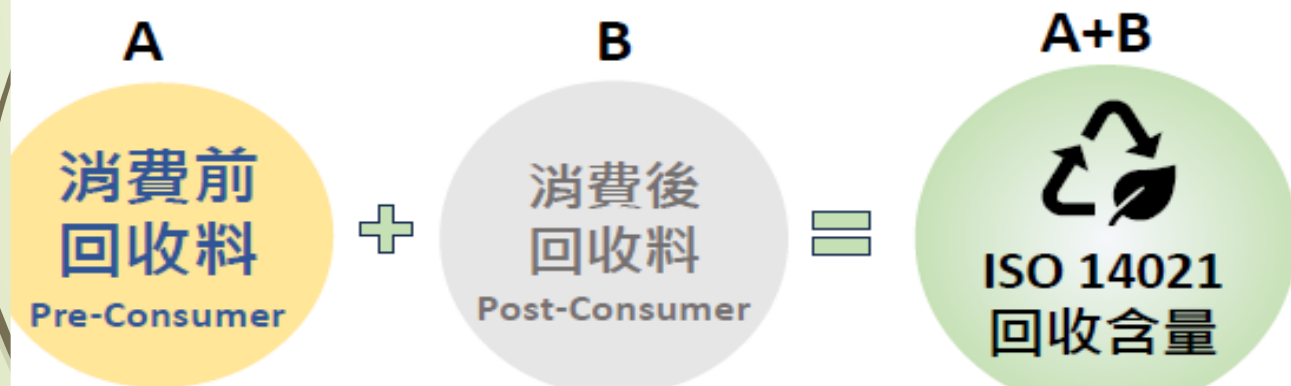
總體指標與效益

較缺乏減碳
指標與效益

總體指標		2020	2025	2030
資源生產力	元 / 公斤	77	90	104
人均物質消費量	公噸 / 人	10.9	10.8	10.7
關鍵項目預期效益				
再生粒料工程材料化使用比率	%	53	60	70
化學品廢液高值材料化比率	%	7.6	40	45
事業廢棄物燃料化比率	%	47	60	80
有機廢棄物肥料化施用成長率	%	-	60	130
材料化				
無機材料及粒料 -42 萬公噸CO ₂ e				
化學品 -4.82 萬公噸CO ₂ e				
燃料化				
廢棄物能源化及生質能 -28.76 萬公噸CO ₂ e				
肥料化				
生物質 -28.66 萬公噸CO ₂ e				

資源循環再利用國際標準-ISO 14021

ISO 14021 國際回收認證



30%回收料 = 30%消費前 + 0%消費後

資源循環回收需考量減碳思維

- ❑ 消費後回收(Post – Consumer Recycle, PCR)：減碳效益不明確。
- ❑ 消費前回收(Pre- Consumer Recycle, PCR)：減碳效果較明確。



Plastic Waste Reduction Program Methodology

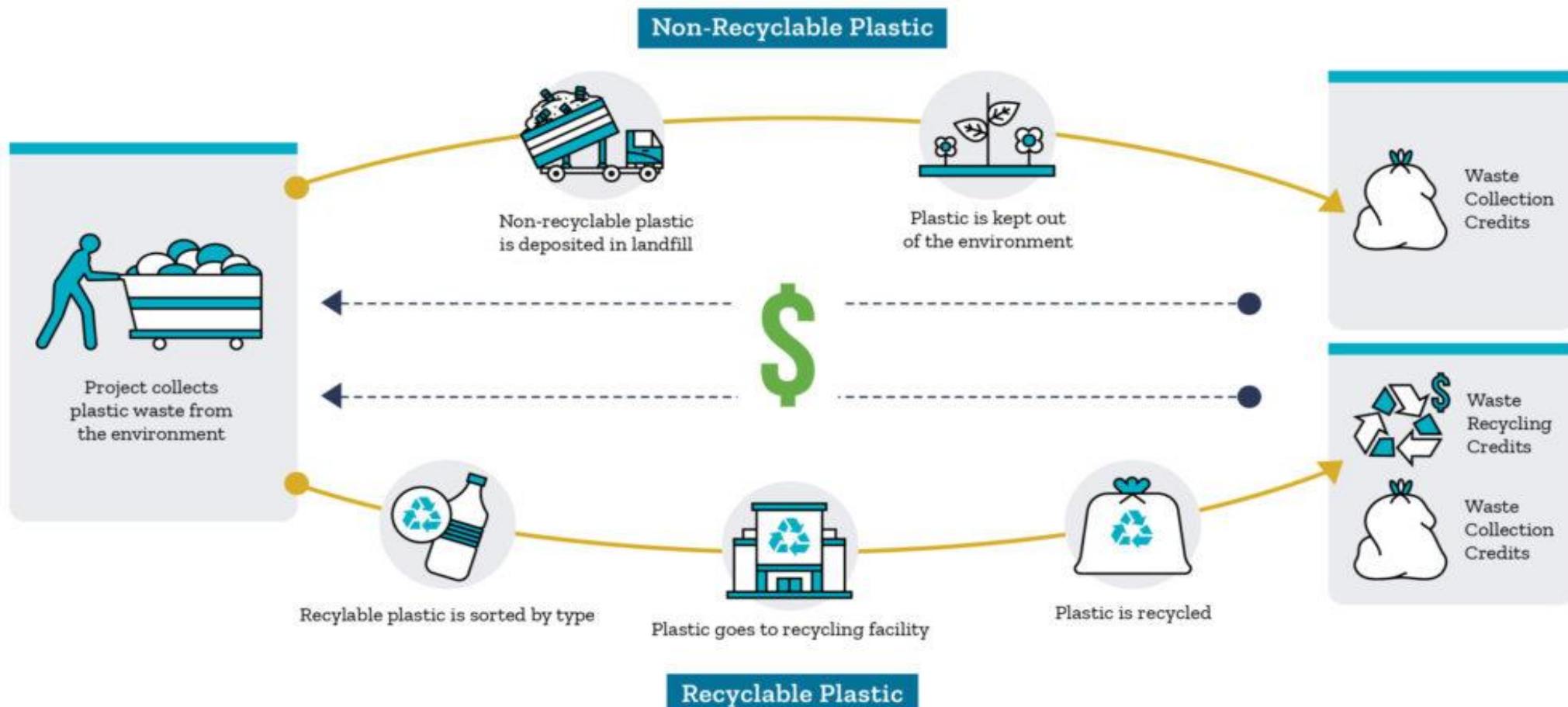
PWRM0002

PLASTIC WASTE RECYCLING
METHODOLOGY

廢塑膠回收減碳 方法學

塑膠回收減碳方法學(Verra, 2023)

Plastic Standard Project: Material and Credit Flow



This methodology was developed by:



專案活動邊界

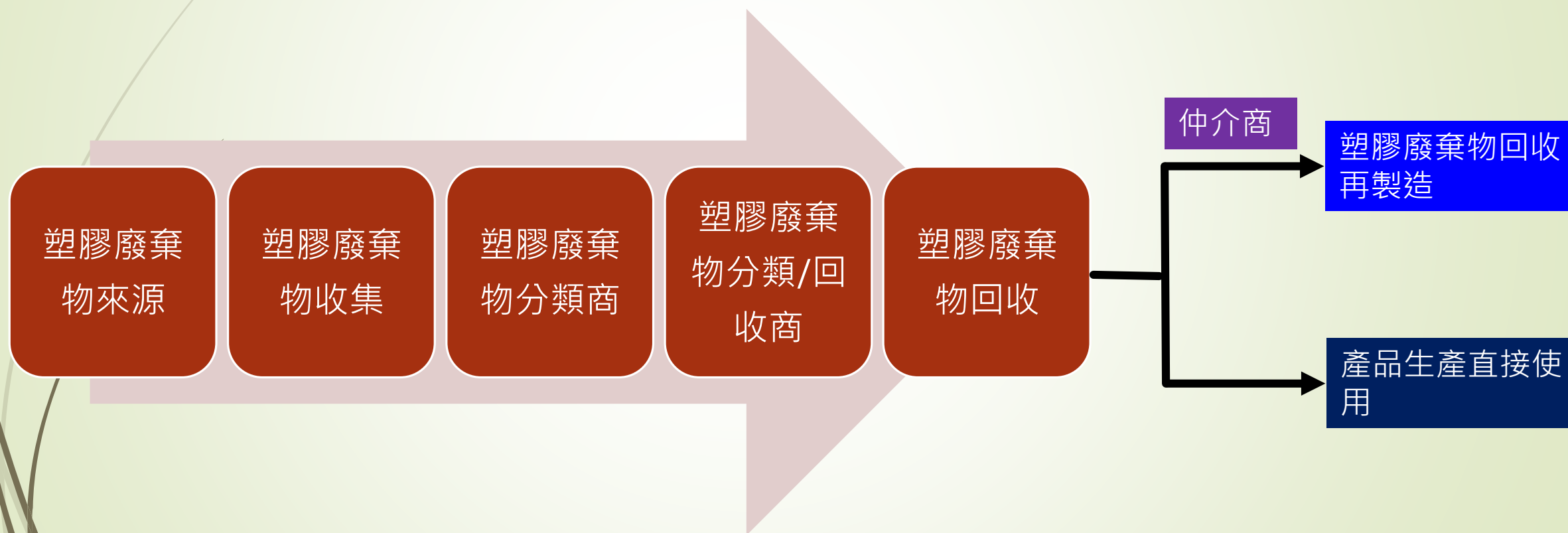
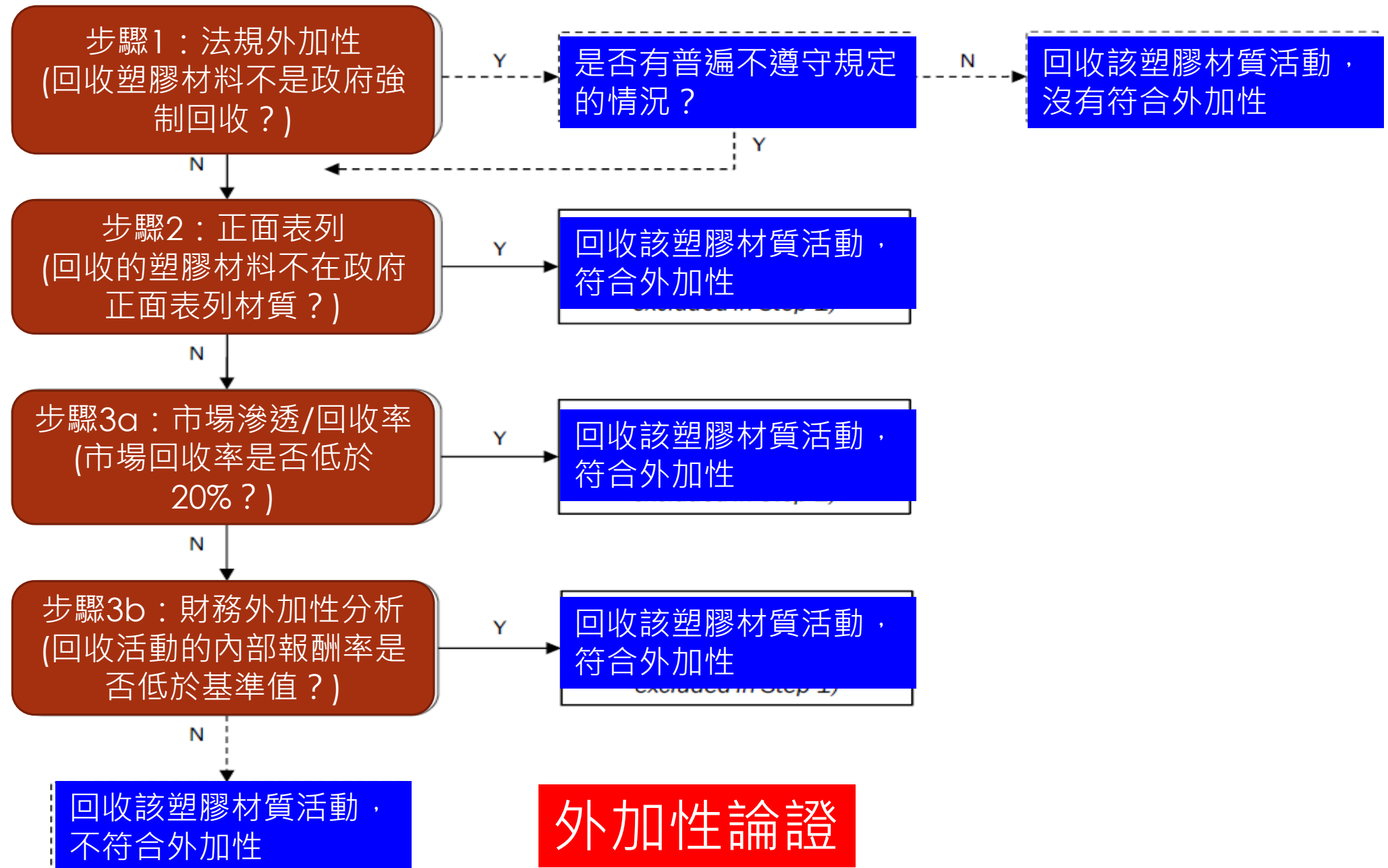


Figure 2: Decision tree for demonstrating additionality



基線塑膠回收量

$$B_{recycled,y} = \sum_{i=1}^n B_{p,recycled,i,y} \times AF_i + \sum_{i=1}^n B_{dp,recycled,i,y} \times MF$$

(Equation 2)

Where:

$B_{recycled,y}$ 第y年回收塑膠廢棄物重量(噸)

$B_{p,recycled,i,y}$ 第y年解聚(depolymerization)的第i類回收塑膠廢棄物材料重量 (噸)

AF_i 第i類複合材料的調整係數；如果非複合材料，係數設定為 1

$B_{dp,recycled,i,y}$ 第y年第i材料經解聚塑膠形式回收的塑膠廢棄物重量 (噸)。必須依據質量平衡方法參考解聚過程的投入決定。

the input to the depolymerization process, using a mass balance approach.

MF 塑膠生產的解聚過程的輸出質量比例

調整係數(AF)的預設值

複合材質	塑膠占比
複合材料（沒有特定）	0.04
二手飲料紙盒	0.20
紙杯（聚乙烯）	0.05
電子廢棄物	0.04

原物料-單體(Monomer)

- 一種化合物（例如乙烯、丙烯、苯乙烯），通常具有低分子量，可透過與相同單體或其他化合物組合而轉化為聚合物（ISO 472:2013 塑膠 — 詞彙）

新的回收活動 – 基線回收設定為零

1) For a new activity, use the following:

a) Baseline recycling equals zero, $B_{p,recycled,i,y} + B_{dp,recycled,i,y} = 0$

專案回收量

$$P_{recycled,y} = \sum_{i=1}^n P_{p,recycled,i,y} \times AF_i + \sum_{i=1}^n P_{dp,recycled,i,y} \times MF$$

(Equation 3)

Where:

$P_{recycled,y}$ 第y年專案活動回收的塑膠廢棄物總量（噸）

$P_{p,recycled,i,y}$ 第y年專案活動回收的未經解聚的 第i類塑膠廢棄物量（噸）

AF_i 第i類複合材料的調整係數；如果非複合材料，係數設定為 1

$P_{dp,recycled,i,y}$ 第y年第i材料經解聚塑膠形式回收的塑膠廢棄物重量（噸）。必須依據質量平衡方法參考解聚過程的投入決定。

MF 塑膠生產的解聚過程的輸出質量比例

淨塑膠回收量

Net Plastic Waste Collection

$$N_{recycled,y} = P_{recycled,y} - B_{recycled,y}$$

(Equation 4)

Where:

$N_{recycled,y}$ = Net recycled plastic waste in year y (tonnes)

資源循環機會-符合永續分類

永續經濟活動符合六項環境目的



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

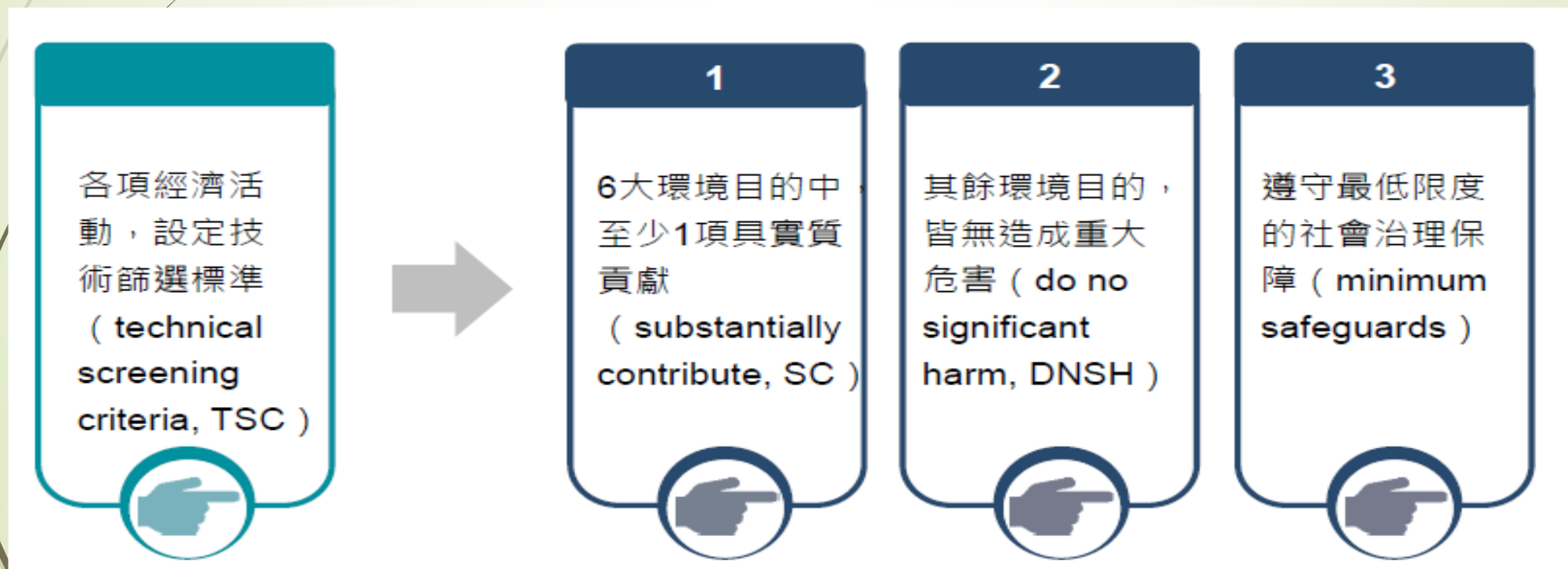


生物多樣性及生態系統的保育與復育

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

永續分類目的－揭露企業永續程度

- ❑ 掌握永續經濟活動評估方法與程序
- ❑ 瞭解企業經濟活動「適用」及「符合」永續分類
- ❑ 評比企業經濟活動的永續程度，滿足外部利害關係人揭露需求



具實質貢獻(SC)之技術篩選標準

環境目的	1.廢棄物清除
氣候變遷減緩(E01)	<p>符合以下標準：</p> <p>1. 使用屬環保車輛之運輸機具所產生之收益，環保車輛之認定須符合以下任一條件：</p> <p>1) 符合環境部規範汽油/柴油車最新或前期排放標準（如112年時須符合第五期以上（含第五期）排放標準），里程數不超過80萬公里或使用年限不超過10年</p> <p>2) 使用純電動能源或氫能為動力</p>

- 環境部（2023），移動污染源空氣污染物排放標準，<https://epv.epa.gov.tw/Home/OrganicResult>
- 註：符合實質貢獻技術篩選標準之營業收入=廢棄物清除總營業收入*（環保車輛年里程數/運輸機具年里程數）

具實質貢獻(SC)之技術篩選標準

環境目的	2.廢棄物中間處理
氣候變遷減緩(EO1)	符合以下標準： 1. 銷售取得低碳產品獎勵之廢棄物中間處理製程產製產品。
轉型至循環經濟(EO4)	符合以下標準： 1. 銷售符合「公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法」第24條之資源化產品。

- 環境部 (2017) , 低碳產品獎勵辦法 , <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=00020110>
- 環境部 (2022) , 公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法第24條：
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawSingle.aspx?pcode=00050039&flno=24>

具實質貢獻(SC)之技術篩選標準

環境目的	3.廢棄物再利用
氣候變遷減緩(EO1)	符合以下標準： 1.銷售取得低碳產品獎勵之廢棄物再利用製程產製產品。
水及海洋資源的永續性及保育(EO3)	符合以下標準： 1. 銷售取得海洋廢棄物循環產品標章之廢棄物再利用製程產製產品。
轉型至循環經濟(EO4)	符合以下標準： 1. 銷售符合《經濟部事業廢棄物再利用管理辦法》、《農業事業廢棄物再利用管理辦法》、《共通性事業廢棄物再利用管理辦法》、《餐館業事業廢棄物再利用管理辦法》、《交通事業廢棄物再利用管理辦法》、《醫療事業廢棄物再利用管理辦法》、《菸酒事業廢棄物再利用管理辦法》、《科學園區事業廢棄物再利用管理辦法》、《行政院環境保護署事業廢棄物再利用管理辦法》、《通訊傳播事業廢棄物再利用管理辦法》、《教育部事業廢棄物再利用管理辦法》、《營建事業廢棄物再利用管理辦法》或《公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法》再利用用途之產品。 2. 銷售符合《應回收廢棄物回收處理業管理辦法》之再生料。

- 環境部 (2017) , 低碳產品獎勵辦法 , <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=O0020110>
- 環境部 (2024) , 循環產品標章 : <https://recycle.moenv.gov.tw/MarineDebris/cycle-badge/intro>
- 環境部 (2024) , 列管污染源資料 (含裁處資訊) 查詢系統 , <https://prtr.moenv.gov.tw/index.html>

結語

1. 循環經濟是因應氣候變遷的重要解方，也是提升企業減碳雄心與開創低碳商機的最佳策略。
2. 國內已成立「台灣碳權交易所」(Taiwan Carbon Solution Exchange, TCX)，提供碳權交易機會。
3. 落實ISO 14021的完整性，有助循環經濟發展與減碳效益實踐。
4. 加速開發循環經濟(例如塑膠)減碳方法學，是提升循環經濟(例如塑膠產業)環境附加價值與實踐產業ESG的最佳行動方案。

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

