



ESG與永續建築專題講堂 (二)

建築碳管理與低碳建材的實務應用

主講人：張傑 WELL AP WELL Faculty GRESB AP
太格地材 永續專案經理

2024.12.13

講者資料



張傑 CEng MICE
WELL AP WELL Faculty GRESB AP
太格地材 永續專案經理

(02) 8601 9259 #36

norris@semiflor.com.tw

| 學歷 |

- 香港中文大學 工商管理碩士 MBA
- 香港科技大學 工程企業管理碩士
- 香港科技大學 土木及結構工程學士

| 專業資格 |

- 英國工程理事會 特許土木工程師 CEng
- 英國土木工程師學會 會員 MICE
- 台灣永續能源研究基金會 企業永續管理師
- 國際WELL建築研究院, WELL AP
- 國際WELL建築研究院, WELL Faculty 認證講師
- 全球房地產永續基準指標, GRESB AP
- 美國積極設計中心, Fitwel Ambassador
- 國際未來生活研究院, LFA

| 重要經歷 |

- 現任 太格地材 永續專案經理
- 社團法人台灣幸福建築協會 執行秘書
- 財團法人台灣建築中心 WELL AP課程講師
- 台灣永續能源研究基金會 企業永續獎 志工評審員
- 台灣永續能源研究基金會 企業永續管理師 師資培訓班
- 曾任 英國 Atkins 工程顧問公司 土木工程師

課程綱要

| 9/4 | 第一堂：ESG與建築師

- 為何建築師要了解ESG？
- 國內外ESG永續發展的現況、相關政策與法規
- ESG淨零建築與碳排放

| 10/2 | 第二堂：建築碳管理與低碳建材的實務應用 (因颱風假延至12/13)

- 建築物與建材的蘊含碳排放
- 建材與工程的碳管理
- 建材的永續解方: 低碳、健康、循環

| 10/25 | 第三堂：ESG中的「E」：建築的環境實踐

- 淨零建築的規劃與實踐
- 國內外綠建築EEWH、LEED的應用比較
- 建築物與ESG的相關標準

| 11/8 | 第四堂：ESG中的「S」：健康建築

- WELL健康建築的發展與原則
- WELL健康建築的實務案例
- 建築產業的多元共融 DEI

| 10/2 | 第二堂：建築碳管理與低碳建材的實務應用

1. 建築物與建材的蘊含碳排放
2. 建材與工程的碳管理
3. 建材的永續解方: 低碳、健康、循環

1. 建築物與建材的蘊含碳排放

1

公共工程減碳指引

🏠 > 日報 > 工商時報 >

因應CBAM 2026年前上路 八大類工程 將推減碳指引

2024.03.04 / 03:00 / 工商時報 曹悅華

工程會副主委葉哲良透露，在歐盟碳邊境調整機制（CBAM）2026年正式上路前，預計推出八大類公共工程減碳指引，從設計端就要求減碳，指引未來均具有強制性。據悉，工程會已在去年底陸續與相關部會溝通，其中以建築和水利建設進度較有雛型。

針對公共工程減碳目標，工程會著手規劃採循序漸進作法。首先，今年上半年將推出建材碳排強度資料庫；接著從設計面跟材料面下手，幫助公共工程減碳。

葉哲良說，若以建築生命周期平均55年來看，建築使用後能耗將是建築本身碳排的4倍，其中以空調跟馬達最為致命。例如，我國對馬達能耗管制標準跟歐盟相比差2到3倍，因此，現在正與經濟部研議如何跨越隔閡，包含近日已發函鼓勵使用IE4高效率感應馬達。空調因為有配置過渡期的問題。未來將從設計端著手，盡可能把碳的消耗壓下來。

經濟部高層對此也證實，從公有建築做起是好的方向，惟相關作為都還在研議中，會是減碳過程中的重要拼圖。

葉哲良說，終極目標會推出八大類公共工程減碳指引，包含建築、軌道、水利設施、橋梁等建設，從設計面到施工都要符合減碳標準；另考量資訊機房相當耗電，台灣電力使用效率比國際還高，因此資訊機房雖不在八大類建設中，但也會推出減碳指引，在設計端就減少無效電力使用。

葉哲良認為，推出指引後具有強制性，強調目前的作為都是呼籲評估碳排，但指引就是作業手冊，連計算方式、施工面、設計面要怎麼做，都會訂出細緻的SOP讓機關跟業者依循。

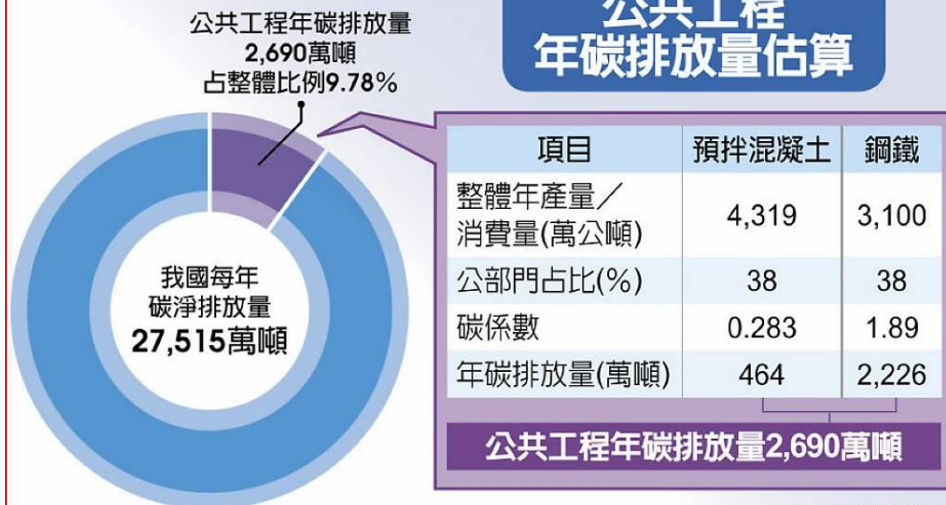
據了解，工程會去年底開始與經濟部、內政部、交通部、數位部等溝通推出減碳指引，不排除將指引範圍再擴大到其他建設。

公共工程採購納碳排強度規畫

項目	內容
實施時間	明年初
影響件數	每年約3萬件標案
實施方式	<ul style="list-style-type: none">●在電子決標系統新增「減碳」欄位，強制部會填寫新建工程預估碳含量（蘊含碳）；同步研議檢核標準●計算方式由各部會訂定指引或是手冊
對業者影響	<ul style="list-style-type: none">●首階段會以材料面業者自我宣告為主●第二階段將與歐盟碳邊境調整機制（CBAM）同步實施

製表：曹悅華

公共工程年碳排放量估算



製表：曹悅華

資料來源：
1. <https://www.ctee.com.tw/news/20240304700044-439901>
2. <https://csrone.com/news/8097>

公共工程減碳準備好了嗎？

2024.10.16 / 03:00 / 工商時報 呂晏慈

#獨家觀察

迎接淨零時代，公共工程領域將率先被要求揭露碳排。根據行政院公共工程委員會規畫，今年12月底開始，政府電子採購網共同供應契約平台將增加碳排（碳足跡）欄位，由得標廠商自主提供碳排數據。意思是說，未來廠商若想爭取道路、橋樑等標案，不只要比價格，選用的鋼筋、水泥等原物料排碳也不能比競爭對手高，否則恐標不到政府工程。

不過，在推動新制要求揭露產品碳足跡之前，恐怕還有幾點配套措施需要釐清。首先，儘管環境部現已公開1,111項碳排放係數，但當中與營建產品有關的資料較少，而且部分公告時間已超過兩年至五年的有效時間，例如有超過30項「水泥製品」公告時間在2019年以前，包括預拌混凝土、水泥砂漿等，未必能反映產品實際碳排放情形。

在實務面，不同性質的公共工程的工項類別繁雜，有些產品缺少國內碳排係數資料，或可能因為不同供應商提供的原料製成有差異，使得產品碳排係數不盡相同，未來工程會建立碳排係數資料庫，勢必得囊括各項目與種類，有可靠的依循標準，讓使用者藉此了解單項產品的碳排係數，並建立碳排總量。

台灣碳費徵收正式上路

環境部正式公告碳費一般費率每噸300元 明年元旦上路

2024-10-23 11:27 聯合報／記者李柏濤／台北即時報導



環境部21日公告「碳費徵收費率」，並訂於明年元旦生效。本報系資料照片

環境部本月初第6次碳費費率審議會中，審議委員建議一般費率每公噸300元，以及優惠費率A每公噸為50元和優惠費率B每公噸100元。環境部依據碳費費率審議會決議的費率建議，核定碳費費率並完成相關法制作業程序後，於本月21日公告「碳費徵收費率」，並訂於明年1月1日生效。

碳費費率部分，一般費率為每公噸二氧化碳當量新台幣300元，優惠費率A（行業別指定削減率）每公噸50元，優惠費率B（技術標竿指定削減率）則為每公噸100元。

環境部表示，今年8月29日訂定碳費三項子法後，正式宣告我國邁入碳定價時代，而各界關心的碳費徵收費率也完成公告，依據「碳費收費辦法」規定，碳費徵收對象在2026年5月時，就要依2025年全年度的溫室氣體排放量計算並繳交碳費。

環境部強調，碳費徵收是以減量為出發點，徵收對象如果提出自主減量計畫達到減量指定目標者，可申請核定優惠費率，為協助徵收對象順利銜接碳費制度，環境部將辦理自主減量計畫研擬說明會，同時經濟部也將啟動相關輔導機制，提供產業專業技術諮詢及輔導，協助產業申請自主減量計畫，爭取適用優惠費率。

台泥攜百家營建業組「低碳先行者聯盟」，籲進口產品也應揭露碳足跡

作者：RECESSARY編輯部

市場

2024-11-18

台泥積極投入低碳轉型，去年推出首款低碳水泥，今（18日）與百家營建業者共同組成「低碳營建先行者聯盟」。台泥董事長張安平表示，目前台灣建築法規尚未與國際接軌，而歐洲已規定2030年起公共建設新建案要淨零排放，涵蓋綠鋼、低碳混凝土等領域。張安平強調，台泥還可以更低碳，並建議實現公平競爭，要求進口與本地產品都應揭露產品碳足跡。

減碳不減強度，台泥今年簽約訂單達250萬方

台泥於2023年10月推出的「台泥卜特蘭石灰石水泥」減碳率為15.4%，隨著技術進步，今發布的新一代產品減碳率已提升至23.83%，為全台碳足跡最低的水泥產品。這款水泥減碳率較去年再提升8.43%，展現台泥在低碳研發上的創新實力。

過去一年，台泥與客戶共同推動低碳建材的生產與使用，為營建產業減碳14.6萬噸。而截至今年，台泥低碳水泥銷售量超過80萬方，已簽約訂單超過250萬方。台泥業務部低碳建材科主任蔡家恩表示，此次成立「低碳營建先行者聯盟」，邀請逾百家建設營建公司代表，共同推廣低碳水泥的應用。

成大建築系教授林憲德指出，低碳建材在達成2050年淨零目標中扮演重要角色。使用台泥低碳混凝土的建案可減碳11%~15%，未來透過低碳建築與循環建材的標示與認證，將能更務實地實現減碳目標。



台泥今邀請過去一年國內實際使用低碳產品的逾百家建設營建公司代表，共同宣示組成「低碳營建先行者聯盟」。(攝影：莊閃茜)

台泥籲台灣法規與國際接軌，推動建築淨零

台泥也接軌國際，今年聯合國氣候峰會（COP29）期間，全球水泥及混凝土協會（GCCA）正式發布了國際版低碳混凝土的定義，台泥也同步推出全台碳足跡最低的石灰石水泥混凝土，其減碳率大幅超越政府公告「低碳評估手冊」中一般混凝土的標準，最高達53%。

台泥表示，根據公開數據，旗下最新的卜特蘭石灰石水泥混凝土在4000、5000、6000磅規格下，碳足跡分別為186.52 kgCO₂/m³、218.69 kgCO₂/m³、231.89 kgCO₂/m³，均為全台業界產品中最低碳。

不過台泥董事長張安平指出，台灣相關法規需與國際接軌。歐洲已規定公共建設2030年新建築案要淨零，舉例來說台泥在葡萄牙、土耳其等地生產的水泥產品碳足跡極低，但在台灣推出的石灰石水泥混凝土IL15的碳排並非最低，並非技術不足，而是法規限制使然。

台泥也建議，將膠結材替代比例、水泥排放強度等指標應考慮納入「國家自定貢獻」（NDC），以更有效推動低碳轉型。台泥同時呼籲政府確保公平競爭，要求進口與本地產品揭露碳足跡，並承擔相應碳成本，才能保障真正用力減碳的企業。

資料來源：<https://www.recessary.com/zh-tw/news/world-market/TCC-Portland-Limestone-Cement>

臺灣2050淨零轉型 - 產業轉型

四大轉型策略、二大治理基礎

建築

提升建築外殼設計、
建築能效及家電能效標準

運輸

改變運輸方式，
降低運輸需求，
運具電氣化

工業

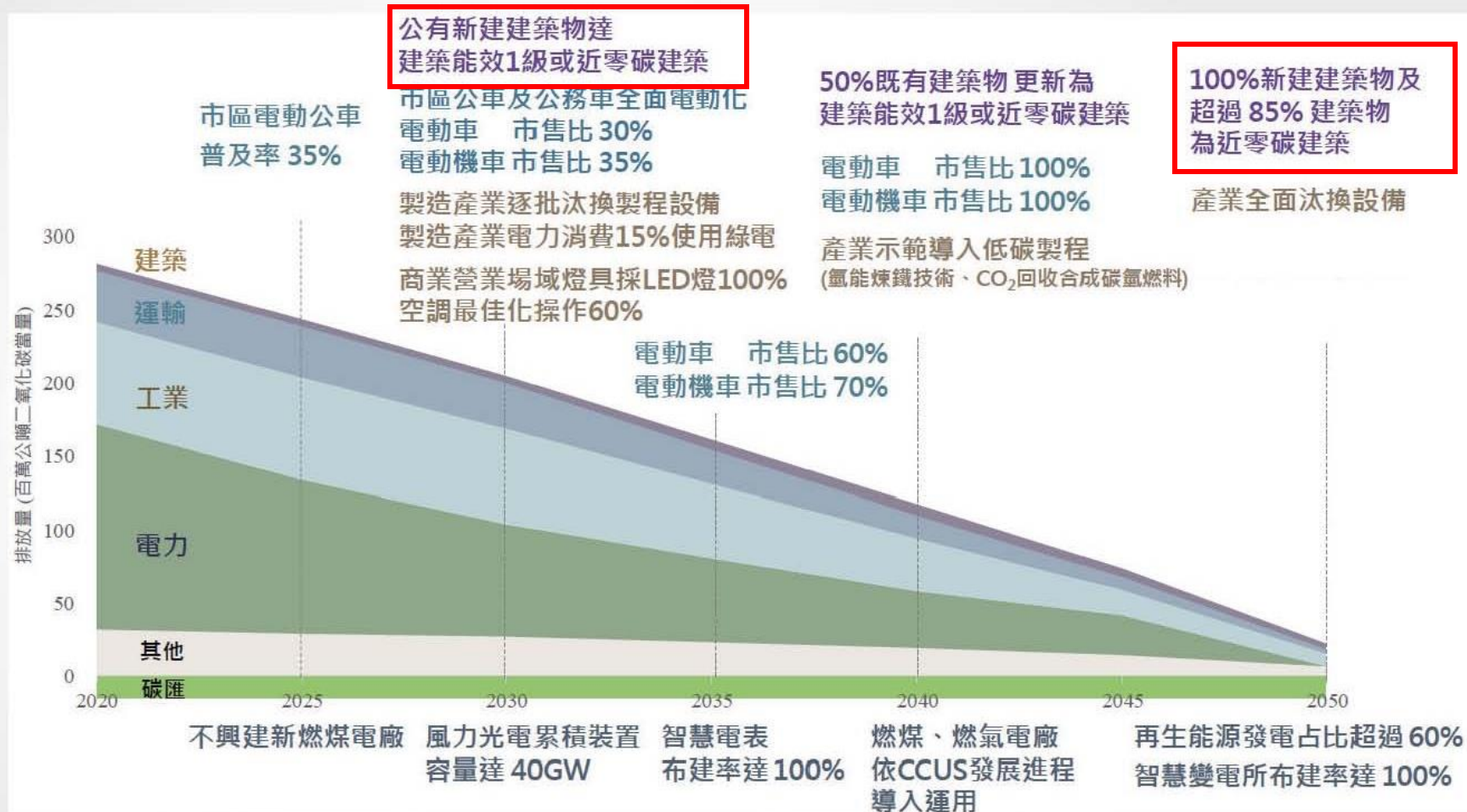
提升能效，燃料
轉換，循環經濟，
創新製程

電力

再生能源持續擴大，
發展新能源科技、儲
能、升級電網

負碳技術

2030 進入示範階段
2050 進入普及階段



538億噸

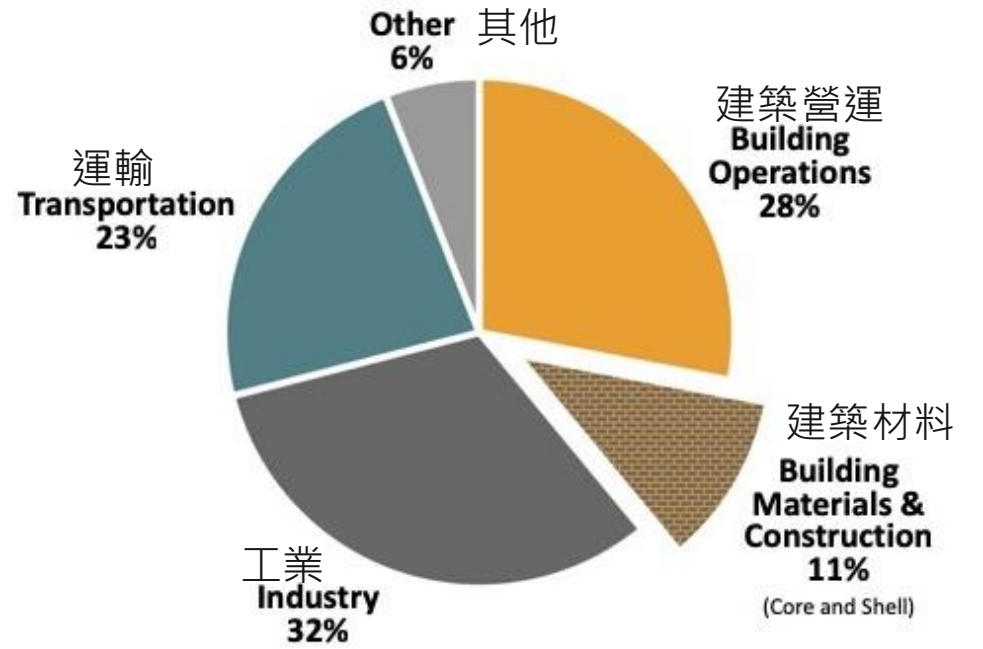
真相：
全球每年持續釋放 538億噸溫室氣體
到地球大氣中

資料來源: GHG emissions of all world countries 2023 report

大氣中的溫室氣體：



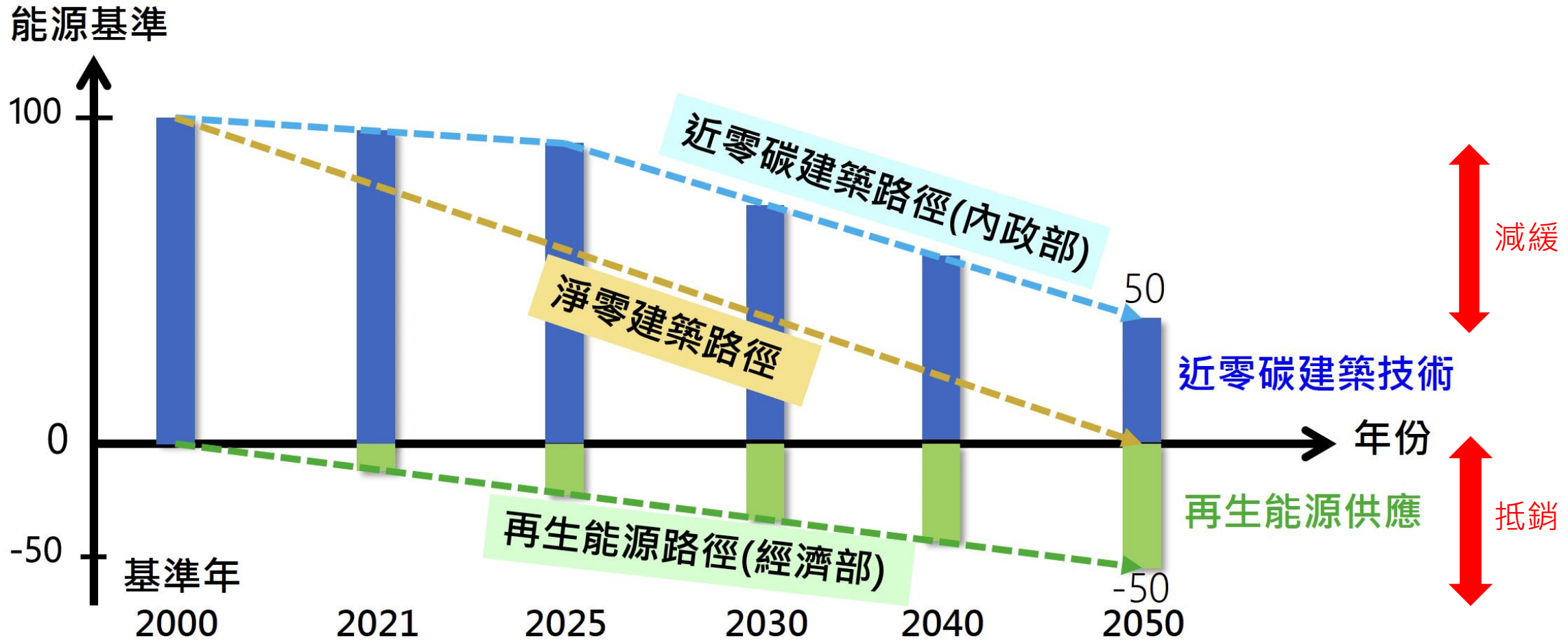
全球溫室氣體排放量
Global CO₂ Emissions by Sector



Source:
Global Alliance for Buildings and Construction.
2018 GLOBAL STATUS REPORT.

臺灣淨零建築路徑

內政部規劃：參考國際趨勢，先建築節能50%，其餘再以再生能源
碳中和至零碳排，至2050年達淨零建築之目標。

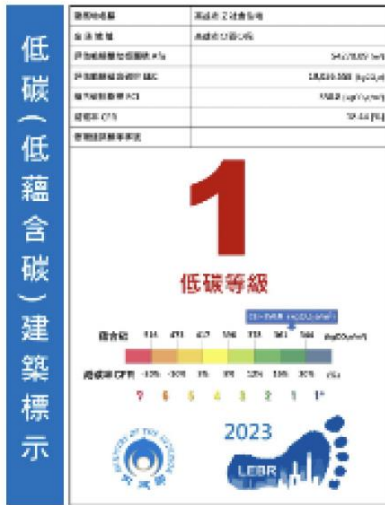


臺灣淨零建築的二把鑰匙

- 建築佔全球溫室氣體排放量538億噸中接近37%，包括使用碳排(27%) 和 蘊含碳排(9%)。

低碳建築標示

自113年7月1日正式上路



選擇低蘊含碳的材料

9%

蘊含碳排EC
Embodied Carbon
建材製造運輸、施工、更新修繕、拆除廢棄



27%

使用碳排OC
Operational Carbon
生命週期建築能源使用

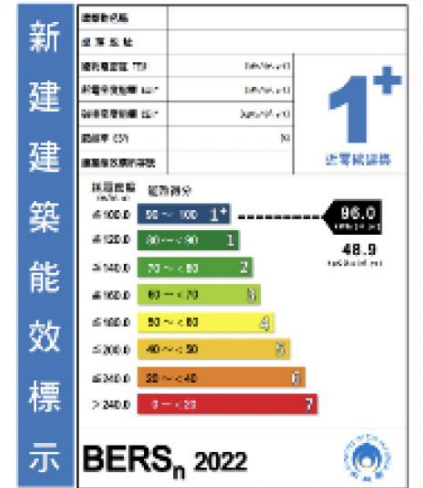


建築全生命週期總碳排WLC=蘊含碳排EC+使用碳排OC

圖 4 建築全生命週期碳排包含蘊含碳排 EC 與使用碳排 OC (林憲德繪圖)

建築能效標示

自112年7月1日公有建築
分年強上路

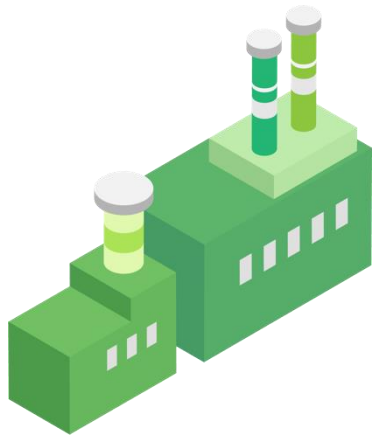


減少維護耗能及
更換次數

碳盤查與碳足跡的差異

計算**一個組織**的總排碳量

組織碳足跡
ISO 14064



計算**一個產品/服務**的總排碳量

產品碳足跡
ISO 14067



高速鐵路旅客運輸服務



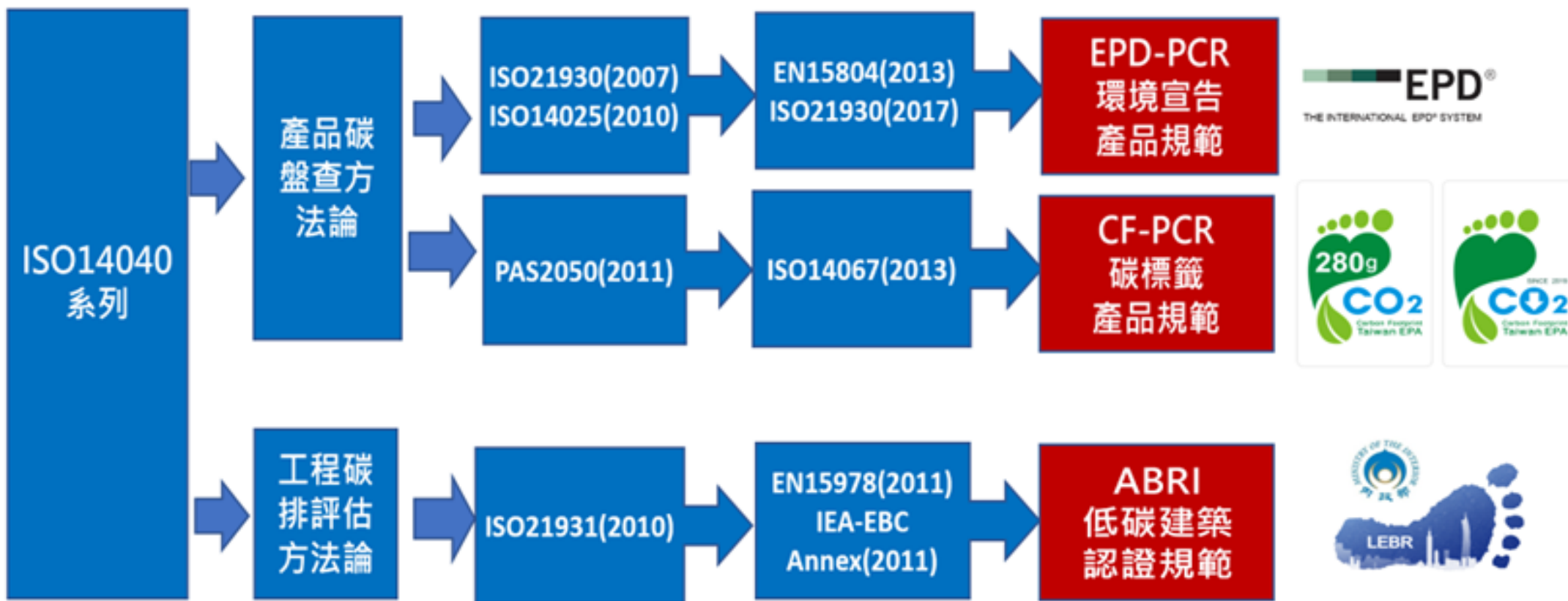
彰化銀行感應式信用卡

計算**一個工程**的總排碳量

工程碳足跡
ISO 21931
- BS EN 15978 建築營建
- BS EN 17472 土木工程

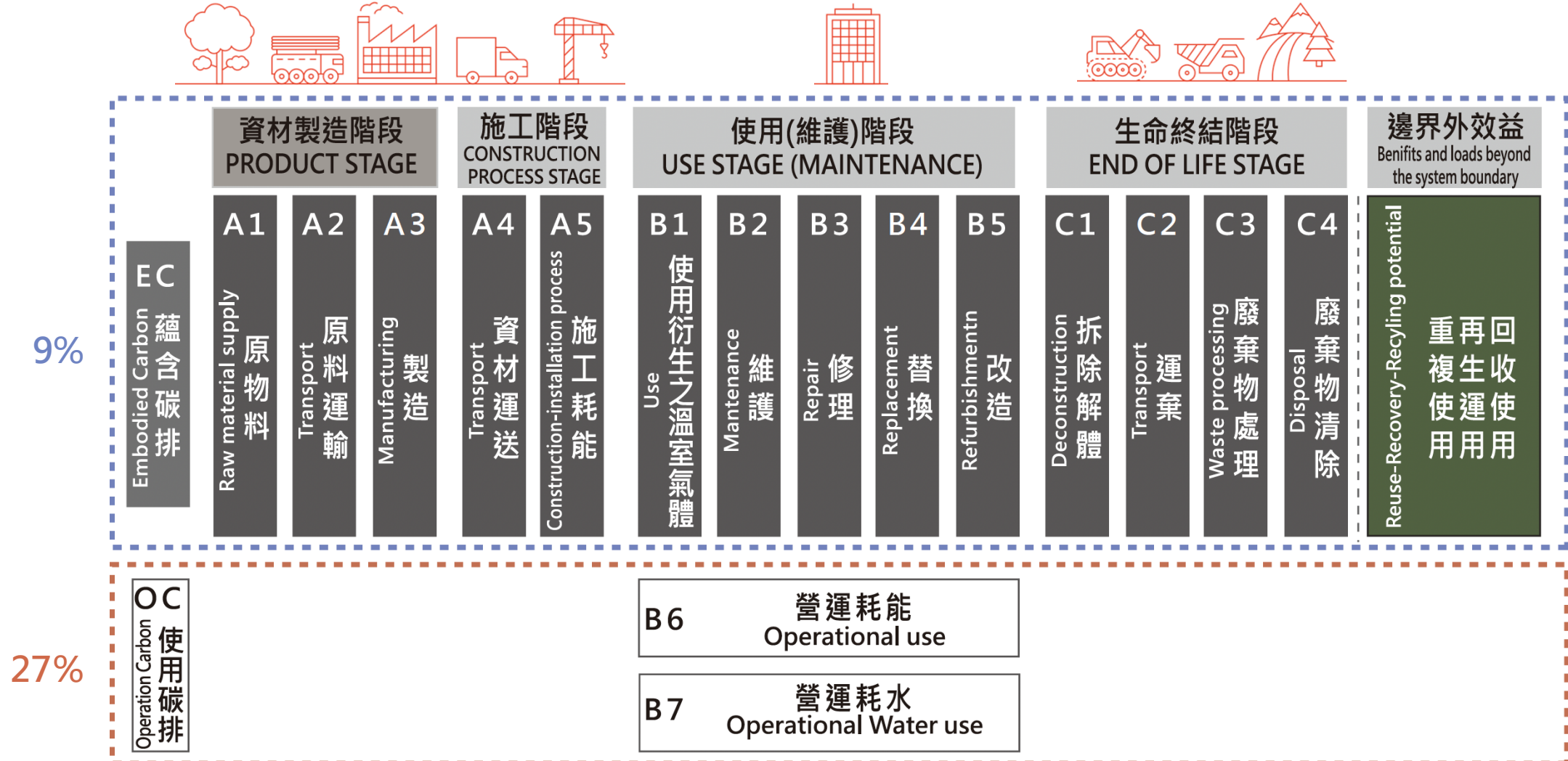


產品層級與工程層級的不同碳排評估標準



建築物的全生命週期的蘊含碳排

- 依照BS EN 15978:2011 永續營建工程所建議的全生命週期邊界

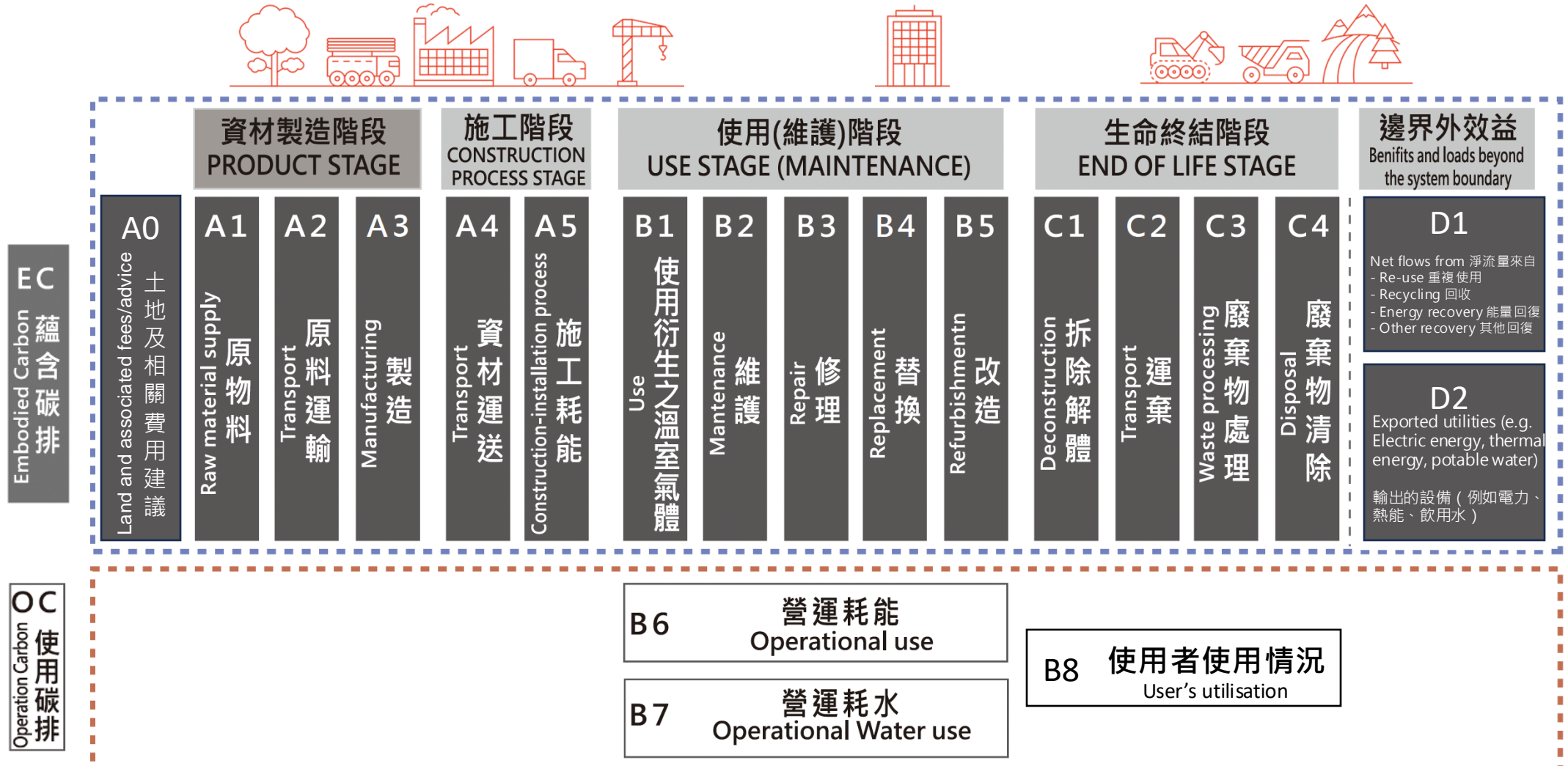


資料來源：內政部建築研究所 低碳(低蘊含碳)評估手冊(上網版)

圖片來源：<https://www.wsp.com/en-ca/insights/ca-growing-up>

土木工程的全生命週期的蘊含碳排

- 依照BS EN 17472:2022 永續土木工程所建議的全生命週期邊界



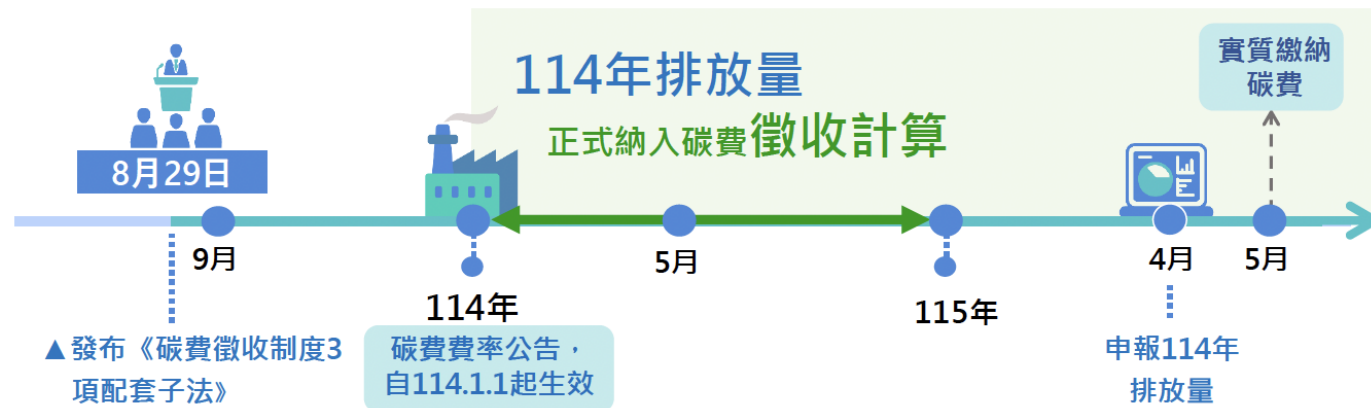
資料來源：內政部建築研究所 低碳(低蘊含碳)評估手冊(上網版)

圖片來源：<https://www.wsp.com/en-ca/insights/ca-growing-up>

環境部 – 114.1.1 徵收碳費正式上路

碳費正式上路 明年開徵

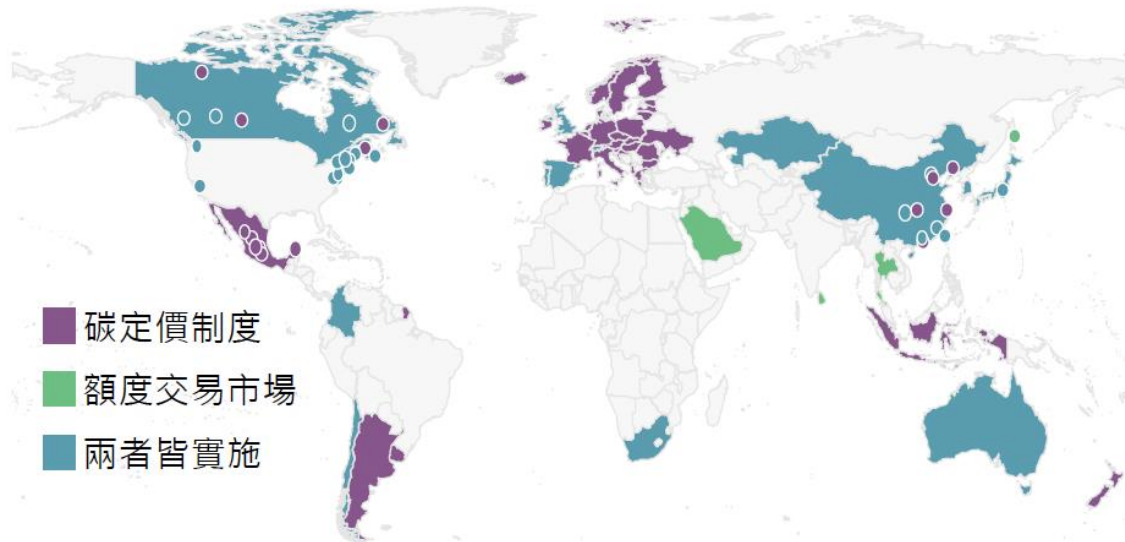
- **徵收費率**：自114年1月1日起生效
- **繳費時間**：自114年起開徵，業者於115年5月依114年排放量申報繳納碳費



各國的「碳」制度

碳定價制度

- 全球公認為因應氣候變遷最重要的工具，碳費就是其中一種，目前全球已有 75 個國家實施碳定價。
- 鄰近亞洲國家 新加坡、日本、中國、韓國及印尼皆已實施。

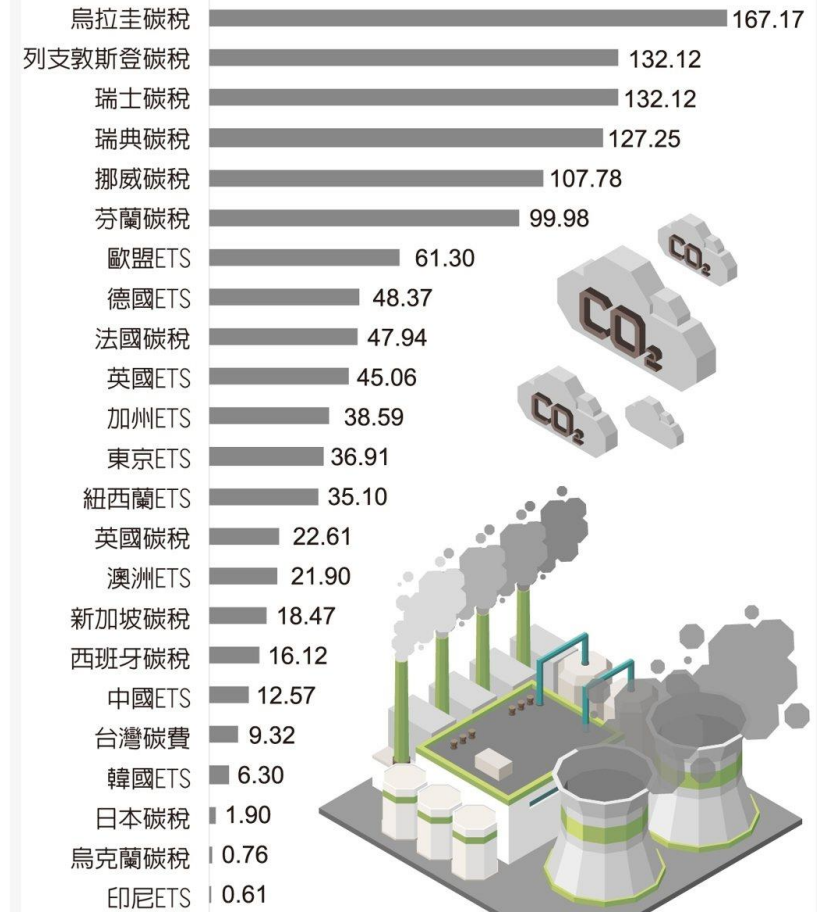


資料來源：World Bank, carbon pricing instrument around the world, 2024

資料來源：1. 環境部 碳費制度上路正式邁入碳定價時代113.10.11
2. <https://money.udn.com/money/story/7307/8293413>

各國碳價格

價格 (美元 / 公噸)



資料來源：世界銀行2024年碳定價現況與趨勢報告

新媒體中心 / 製表

備註：全球有75個國家施行碳價機制，圖表僅呈現部分國家，統計截至2024/4/1

歐盟碳邊境調整機制(EU CBAM)

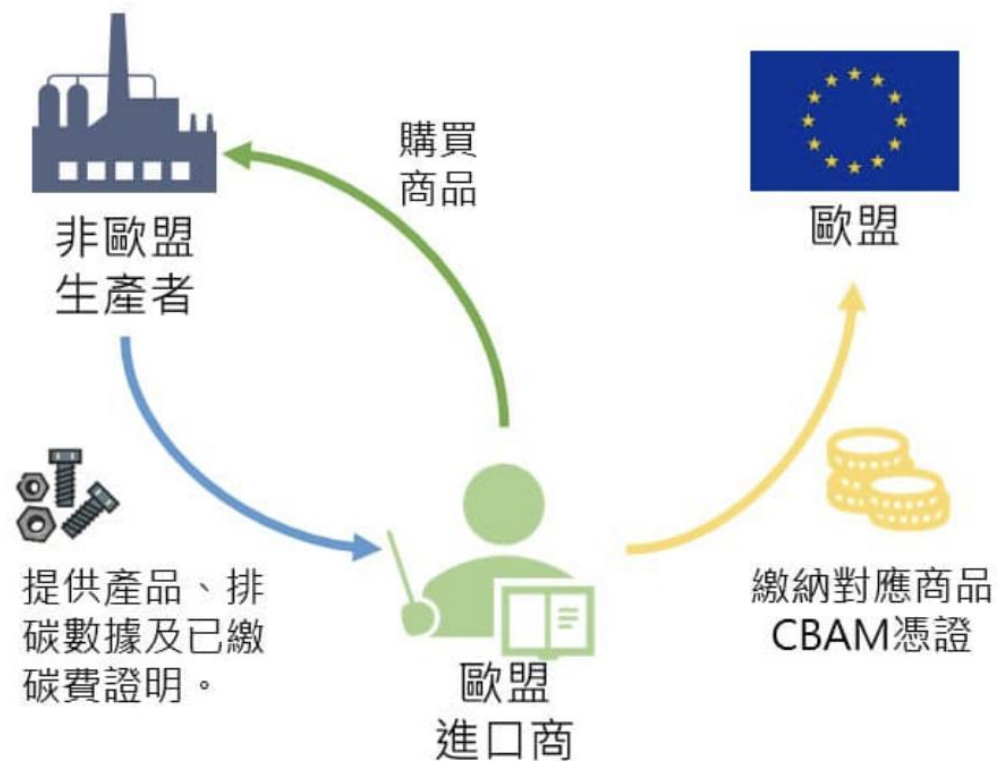
- 為一種碳定價機制，當產品進入歐盟的時候，需要支付與其相應的碳排放成本，使國外進口的商品與歐盟當地的產品具有相同的碳成本，以此達到全球減碳的目標。

- CBAM法案於2023年10月 - 2025年12月31日為過渡期，進口商僅需申報進口商品的碳排放量，無須支付費用。
- 2026年1月1日為正式實施期，進口商向歐盟購買CBAM憑證，繳交進口產品碳排放量的費用。
- CBAM憑證價格依據歐盟碳排放交易(EU ETS)每週碳排放權的平均價格計算。

列管商品

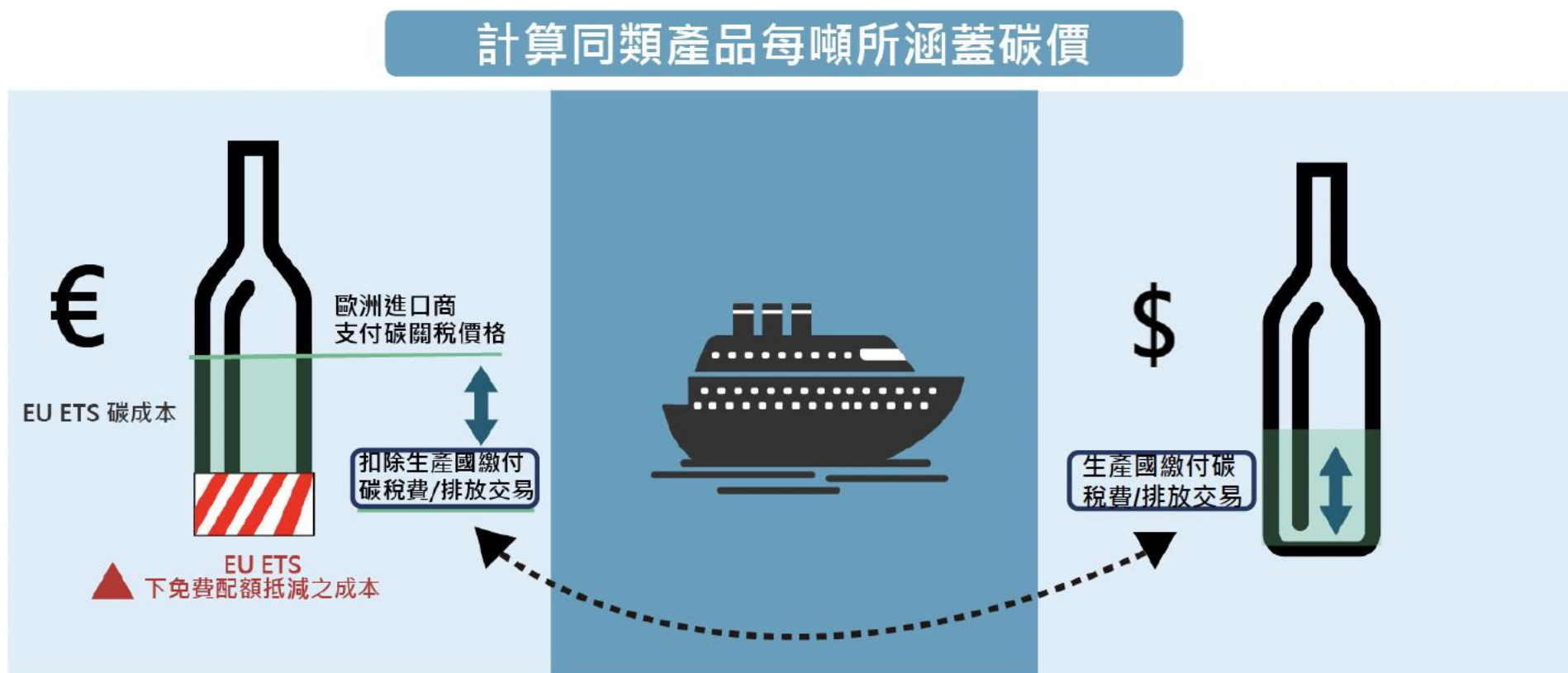


CBAM 的運作



碳關稅目的主要為了解決碳洩漏(Carbon Leakage)問題

- 實施溫室氣體管制及碳定價作為，可能導致產業外移至其他碳管制較為寬鬆國家，再予輸入至受到管制的國家，並反而增加全球或區域排碳量之情況。
- 若在國內已支付相關稅費，則可提供予對方進口商抵免進口關稅。



「碳權」、「碳費」、「碳稅」

	碳權	碳費	碳稅
定義	排碳的權利，通常以一公噸二氧化碳碳排 量為計算單位	根據企業製造的碳排 放量繳交費用	政府依據二氧化碳排 放量決定 固定稅額
徵收機關	強制性碳權由政府核 發，自願性碳權由企 業購買	環保署徵收	財政部統一徵收
用途	企業購買碳權來符合 碳中和要求，或出售 多餘碳權獲利	碳費收入用於溫室氣 體減量工作、發展低 碳技術等	作為整體財政收入， 用於各項政府支出， 包括低碳基礎建設等

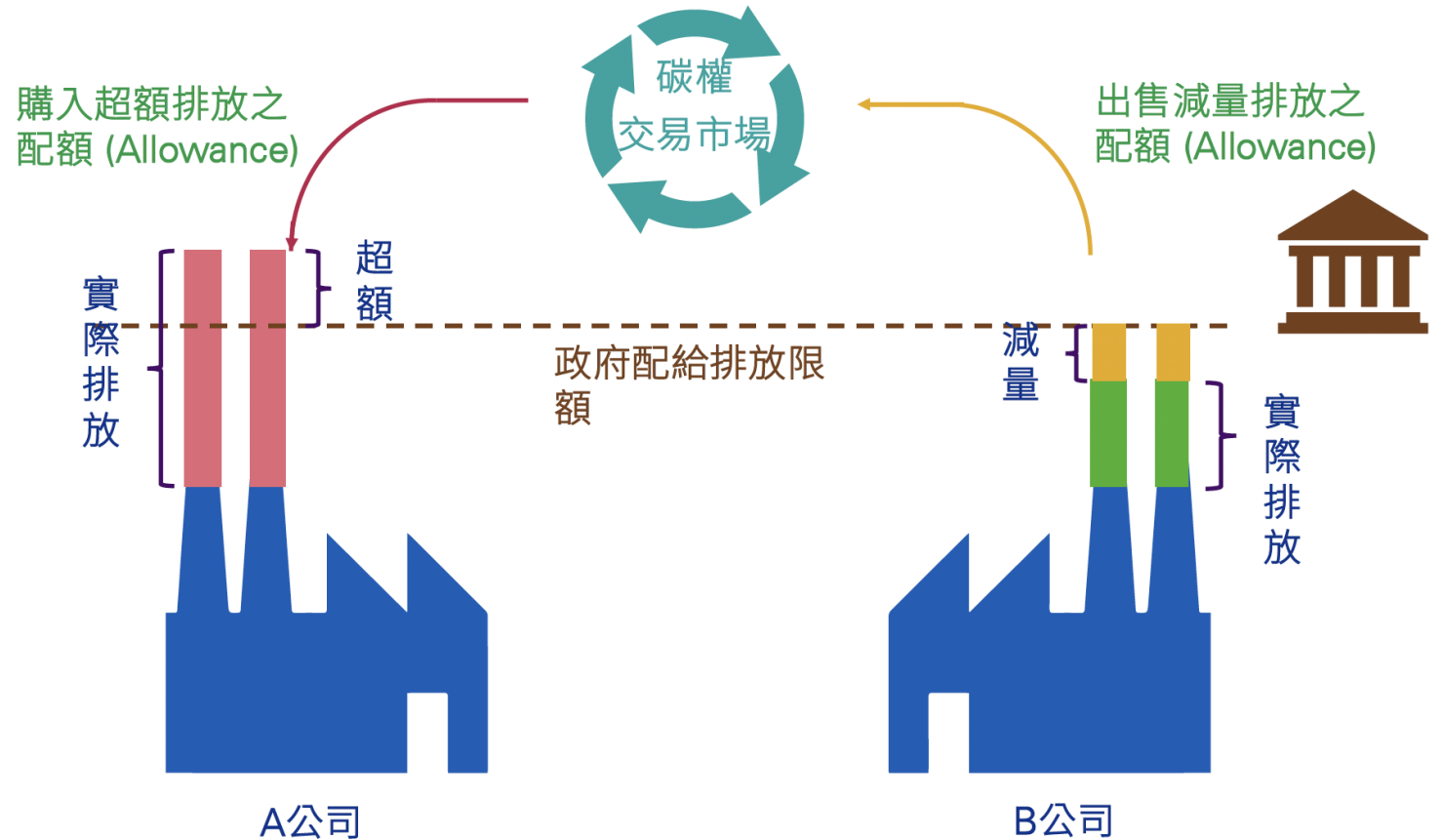
資料來源：環境部；製表：郭采樺

各國的「碳」制度 – 碳權相關

總量管制交易制度



應用國家：
歐盟、加拿大、美國、英國、中國、韓國、
紐西蘭等



各國的「碳」制度 – 碳權相關

國家自定貢獻 (NDC) 目標

《聯合國氣候變化綱要公約》(United Nations Framework Convention on Climate Change)於2015年通過《巴黎協定》(Paris Agreement)，各國應提出「國家自定貢獻」(Nationally Determined Contributions, NDCs)，向國際提出其溫室氣體減量承諾，並每五年更新以提升減碳企圖心。



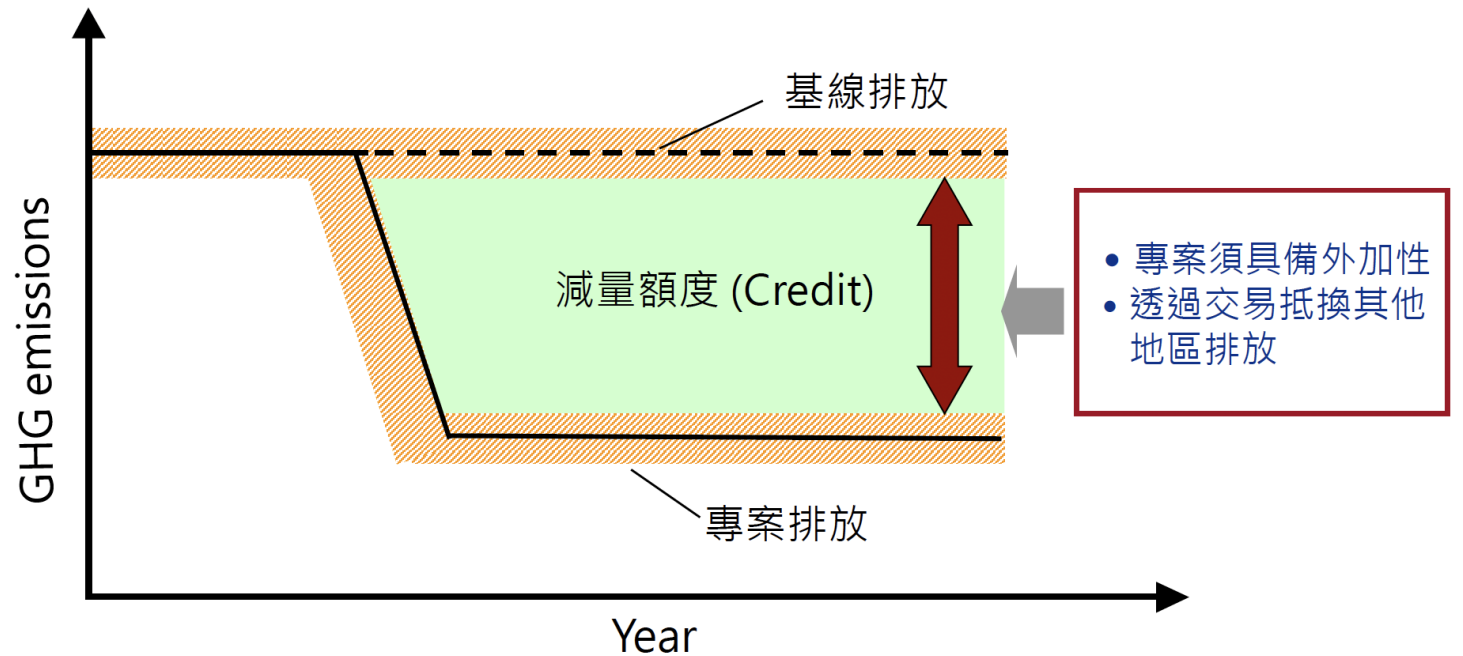
各國的「碳」制度 – 碳抵換相關

自願性減量及碳抵換

自願性市場
Voluntary Market

碳抵換
Carbon Offset

應用國家：
新加坡、香港、馬來西亞及泰國等



1. 國際機制，如：聯合國清潔發展機制 Clean Development Mechanism (CDM)
2. 國內機制，如「自願減量專案」、「抵換專案」及「環評增量抵換」
3. 獨立機制，如：碳驗證標準 Verified Carbon Standard (VCS)、黃金標準 Gold Standard (GS)

各國的「碳」制度 – 碳抵換相關

台股 〈碳權交易〉 玉山金首筆購入5000噸碳權 用於零碳信用卡、ATM

鉅亨網記者陳于晴 台北 | 2023-12-22 09:49



▲ 玉山金控參與臺灣碳權交易所「首購」國際碳權，由金管會主委黃天牧(左)頒證，玉山金控總經理陳茂欽(右)代表受證。(圖:玉山金提供)

至於信用卡面向，玉山金表示，自 2019 年起即針對每年新發行的信用卡進行碳中和，預計於 2025 年可將玉山市面流通信用卡全數轉換為零碳信用卡。

此外，玉山已於 2023 年取得 ATM 交易碳足跡認證，盤查從原料、服務到廢棄等產品生命週期碳排放，並已完成碳抵換，讓顧客在玉山 ATM 的每筆交易都是碳中和的綠色交易。

碳權交易所於今年 8 月 7 日正式揭牌，玉山金表示，建立公平國際碳權交易在國際上是一重要議題，在國內透過氣候變遷因應法的實施，並賦予碳權交易所為唯一官方指定碳權交易平台。

由碳交所協助過濾碳權來源、確定案場、碳權品質並且提供透明安全交易機制，讓需要碳權的企業能有一公平公正公開管道進行購買及抵銷，加速淨零轉型，也是台灣結合公私部門關鍵資源，共同推動淨零轉型的具體實踐。

環境部 – 114.1.1 徵收碳費的收費對象

- **碳費收費對象**：屬環境部公告**應盤查且年排放量2.5萬噸以上之製造業及電力業**
- 依111年盤查結果：**收費對象281公司(500個工廠)**，不包含營建業、住商部門及交通運輸部門等對象

排放量區間	區間家數	區間排放量 (萬噸CO ₂ e)	累計排放量 占比	累計家數	備註-主要產業
2.5萬噸以下	50	76.6	0.5%	50	電子零組件製造業(26)、紡織業(9)、電力及燃氣供應業(8)
2.5萬噸~3萬噸	55	149.7	1.5%	105	電子零組件製造業(17)、化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(10)、紡織業(9)
3萬噸~4萬噸	73	251.6	3.1%	178	電子零組件製造業(27)、化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(10)、紡織業(8)
4萬噸~5萬噸	55	246.4	4.6%	233	電子零組件製造業(28)、紡織業(5)、化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(4)、基本金屬製造業(4)
5萬噸~7.5萬噸	83	509.8	7.9%	316	電子零組件製造業(34)、化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(19)、非金屬礦物製品製造業(5)、金屬製品製造業(5)
7.5萬噸~10萬噸	33	284.2	9.7%	349	化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(12)、電子零組件製造業(10)、非金屬礦物製品製造業(4)
10萬噸~50萬噸	150	3392.9	31.5%	499	電子零組件製造業(63)、化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(43)、基本金屬製造業(16)
50萬噸~100萬噸	28	1923.0	43.8%	527	電子零組件製造業(7)、化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(6)、電力及燃氣供應業(5)
100萬噸~200萬噸	12	1735.8	55.0%	539	化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(4)、電子零組件製造業(3)、電力及燃氣供應業(3)
200萬噸~500萬噸	7	2208.5	69.1%	546	化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(4)、非金屬礦物製品製造業(2)、石油及煤製品製造業(1)
500萬噸以上	4	4814.8	100%	550	基本金屬製造業(2)、化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業(1)、石油及煤製品製造業(1)

* 國家溫室氣體排放清冊統計到2021年, 此54% 是以經濟部公布2022年燃料燃燒CO₂做為計算依據

環境部 – 114.1.1 徵收碳費對物價的影響

審議會建議之碳費對經濟及物價影響



環境部
Ministry of Environment

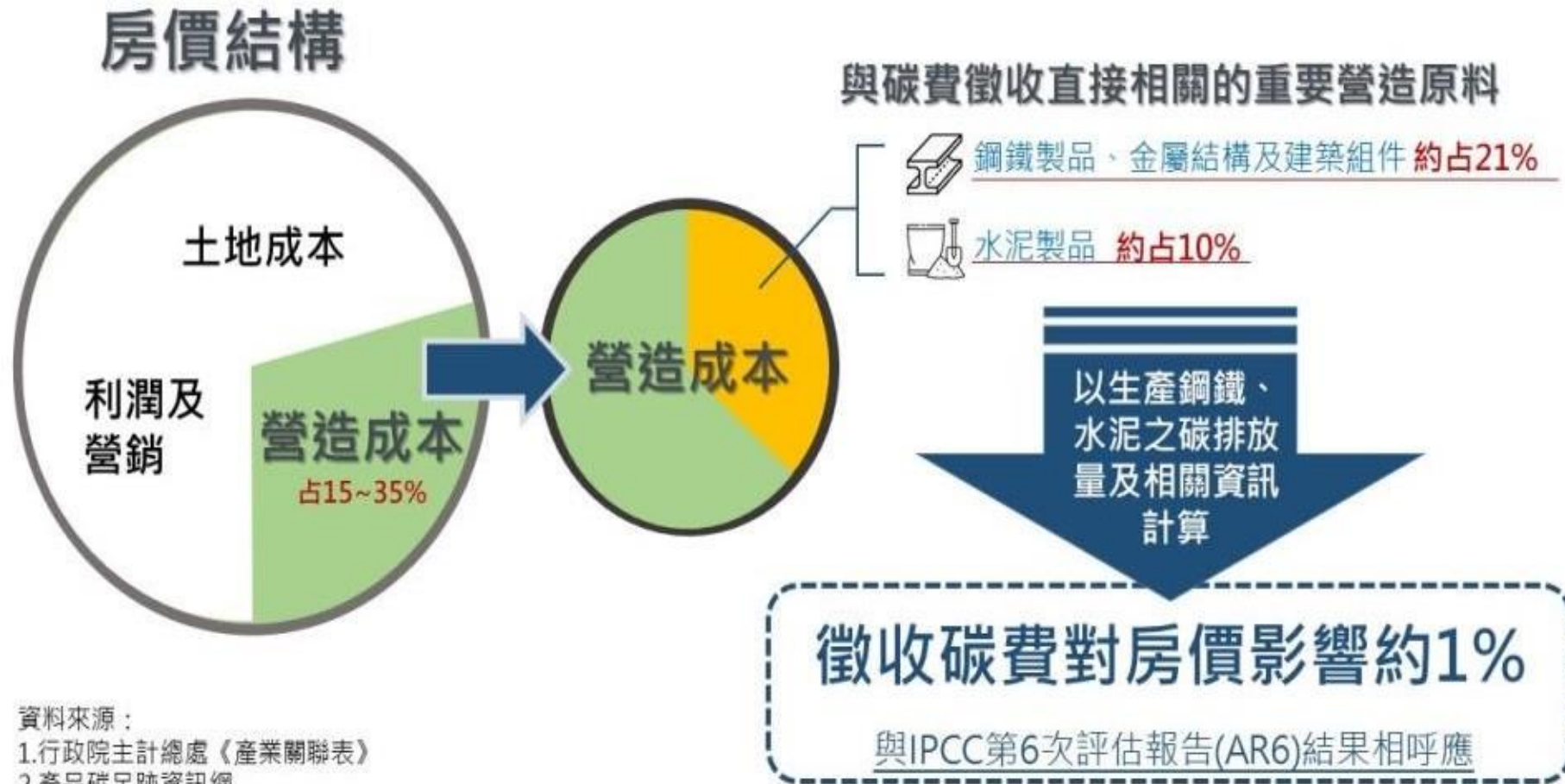
- 碳費費率模擬評估結果顯示，徵收碳費對整體經濟及物價影響都不明顯。在一般費率每噸300元到優惠費率A 50元的費率情境下，對國內生產毛額(GDP)影響為0.009~0.12%，對消費者物價指數(CPI)的影響則是0.006~0.08%
- 以一般費率推估，對房價的影響僅0.1~0.2%，碳費對房價的影響非常有限

單位：百分點

	一般費率：300元	優惠費率B：100元	優惠費率A：50元
GDP 影響	↓ 0.1202	↓ 0.0181	↓ 0.0091
CPI 影響	↑ 0.0806	↑ 0.0121	↑ 0.0061
房價成本影響	↑ 0.112~0.262	↑ 0.009~0.022	↑ 0.005~0.011

註：碳費第一階段並不就營建業課徵，營建成本主要受到上游被課徵原物料成本轉嫁之影響；評估時假設成本全部轉嫁、且營建成本占房價組成的15%~35%來進行推算。

綠色通膨驅動力：碳費徵收對房價之影響



A close-up photograph of a woman's eye peering through the green, textured leaves of a plant. The eye is light-colored and looking directly at the viewer. The background is a soft, out-of-focus green.

2

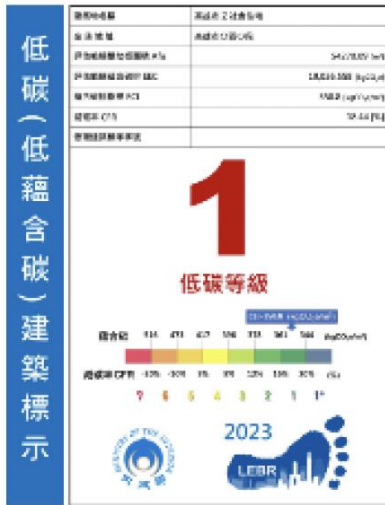
建材與工程的碳管理

臺灣淨零建築的二把鑰匙

- 建築佔全球溫室氣體排放量538億噸中接近37%，包括使用碳排(27%) 和 蘊含碳排(9%)。

低碳建築標示

自113年7月1日正式上路



選擇低蘊含碳的材料

9%

蘊含碳排EC
Embodied Carbon
建材製造運輸、施工、更新修繕、拆除廢棄



27%

使用碳排OC
Operational Carbon
生命週期建築能源使用



建築全生命週期總碳排WLC=蘊含碳排EC+使用碳排OC

圖 4 建築全生命週期碳排包含蘊含碳排 EC 與使用碳排 OC (林憲德繪圖)

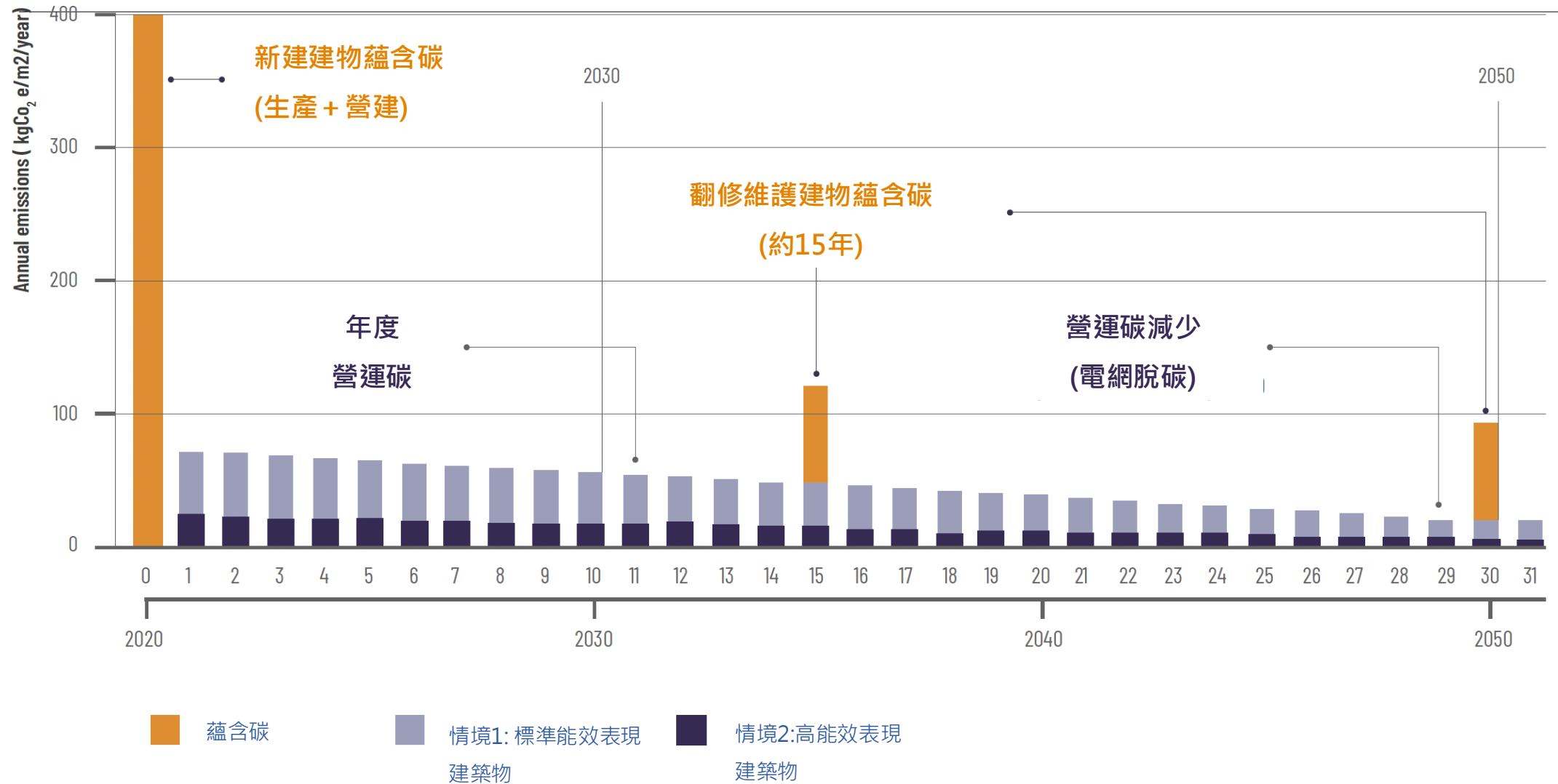
建築能效標示

自112年7月1日公有建築
分年強上路



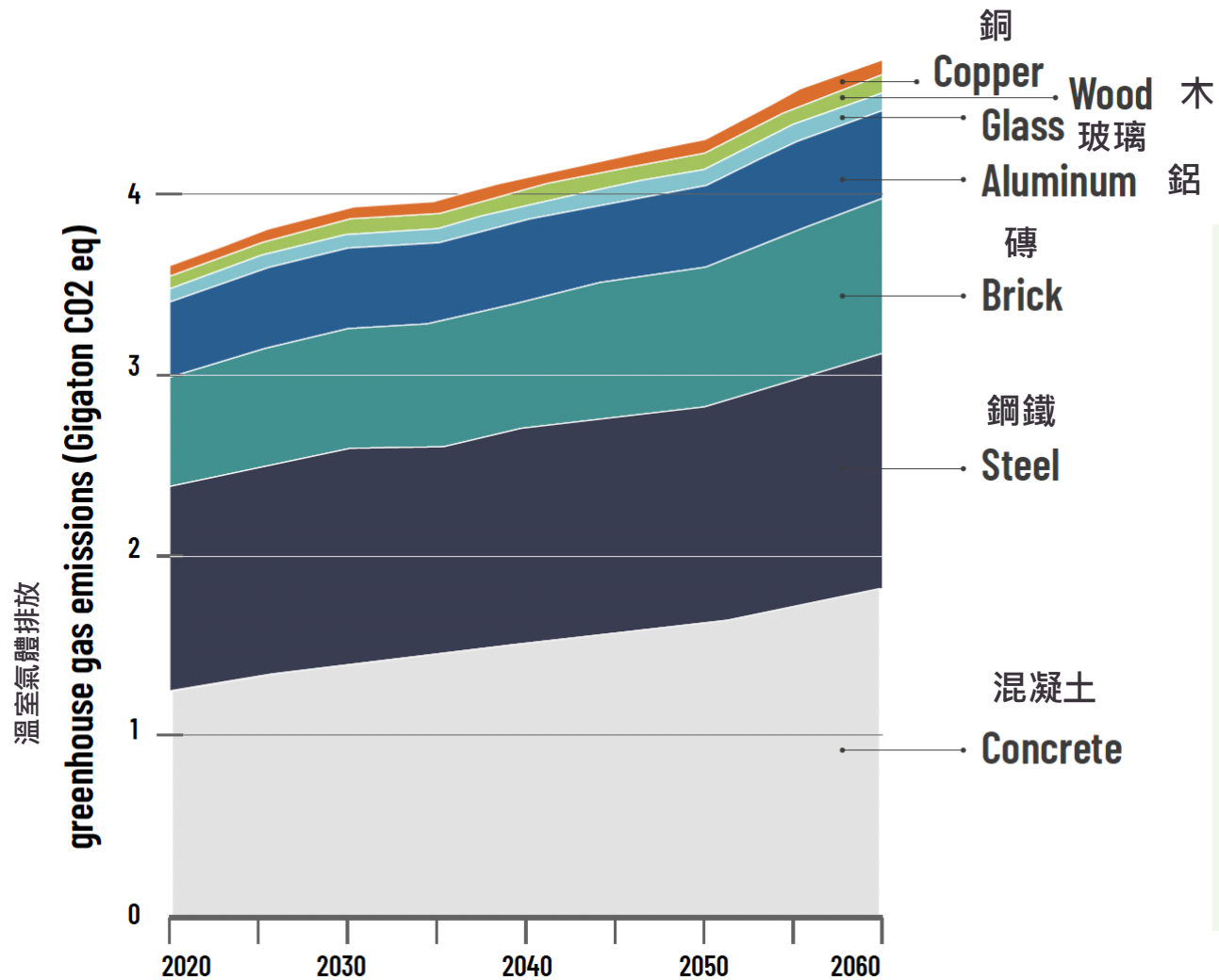
減少維護耗能及
更換次數

建築物生命週期的蘊含碳(OC)與營運碳(EC)的分佈



資料來源：UN Environment Program - Building Materials And The Climate: Constructing A New Future

建材的蘊含碳排



據國際能源署 (IEA) 統計，水泥及鋼鐵每年生產的二氧化碳約23及26億噸，佔全球溫室排放量的6.5-7%

- 每噸鋼碳排放：約1.851噸
(世界鋼鐵協會於2022年永續發展憲章數據)
- 每噸水泥及水泥熟料碳排放：約0.8至0.9噸
(台泥及亞泥數據)
- 水泥佔混凝土90%的碳排放量

建材的蘊含碳排

Cement production process: overview and emissions profile

Emissions in the cement production process

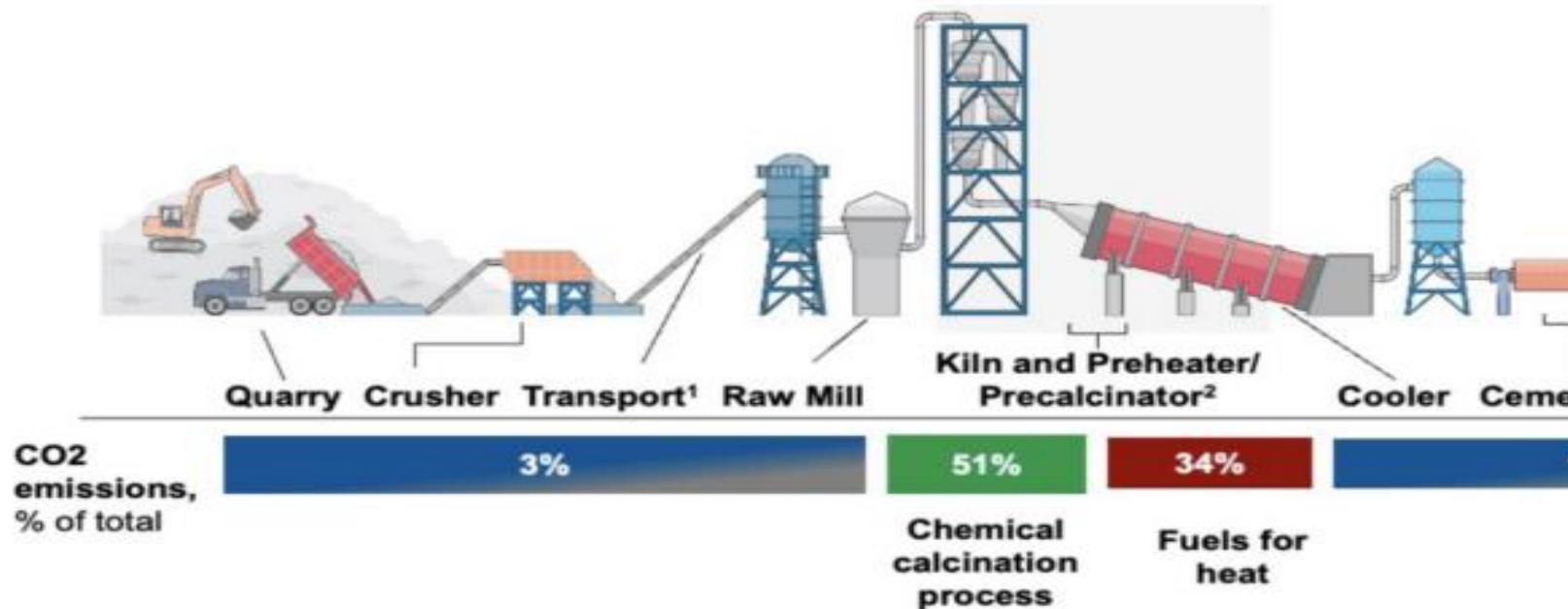
Industrial heat Process Electric power Other

Raw materials, energy and resources

Clinker and cement manufacturing

水泥生產的碳排放主要來自於熟料的化學煅燒過程和燃料燃燒，這也是水泥工業減碳的關鍵挑戰所在。

企業可通過替代燃料、優化工藝設計、使用替代熟料材料（如高爐渣）及提高能源效率來減少碳排放。



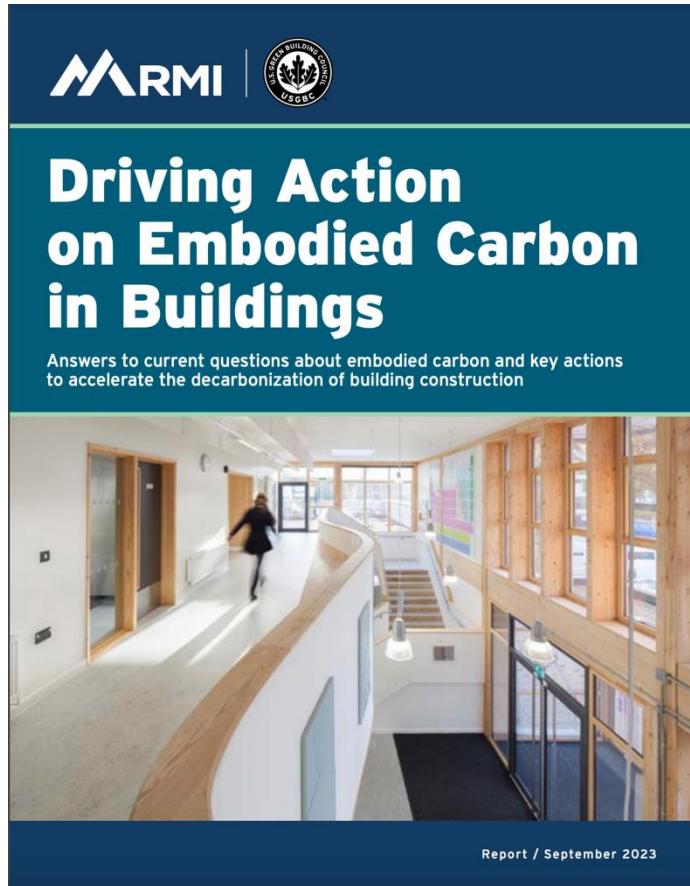
51%：化學分解過程（工藝過程）

34%：窯爐燃燒（工業熱）

11%：電力使用

4%：其他（如物流等）

美國綠建築委員會 (USGBC) - 推動建築物蘊含碳行動



建材的生產階段佔全生命週期超過一半以上的蘊含碳排放



50%-85%
PRODUCT STAGE
(A1-A3)



3%-10%
CONSTRUCTION
(A4-A5)



6%-22%
USE
(B1-B5)



1%-15%
END OF LIFE
(C1-C4)

Exhibit 2 | RMI Graphic. Source: See endnote 7

使用碳排OC – 電力

數據來源：Energy Institute 能源協會

中華民國（台灣）2023年電力數據

全球排名：#112

16.9%

低碳電力 #134

63.30%

電氣化 #11

12106.40 kWh

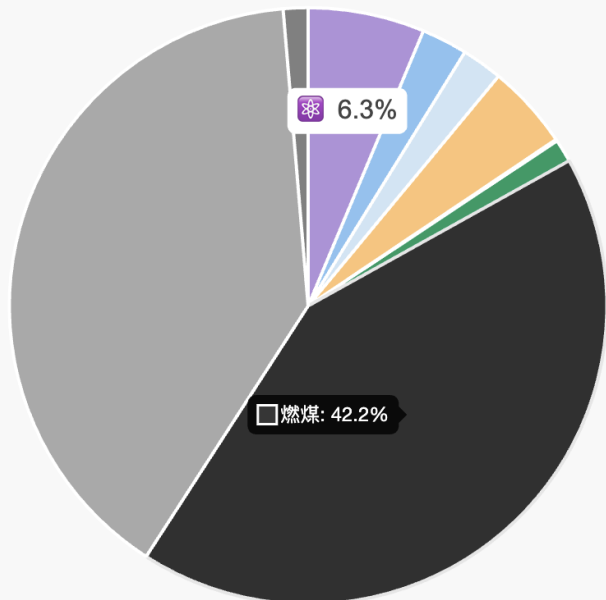
人均發電 #14

553.94 gCO₂eq/kWh

排碳係數 #160

年 2023

中華民國（台灣）2023年的發電量
16.9% 低碳



核能 水力 風力 太陽能
其他的再生能源 燃煤 天然氣
石油

法國2023年電力數據

全球排名：#10

91.6%

低碳電力 #13

49.82%

電氣化 #39

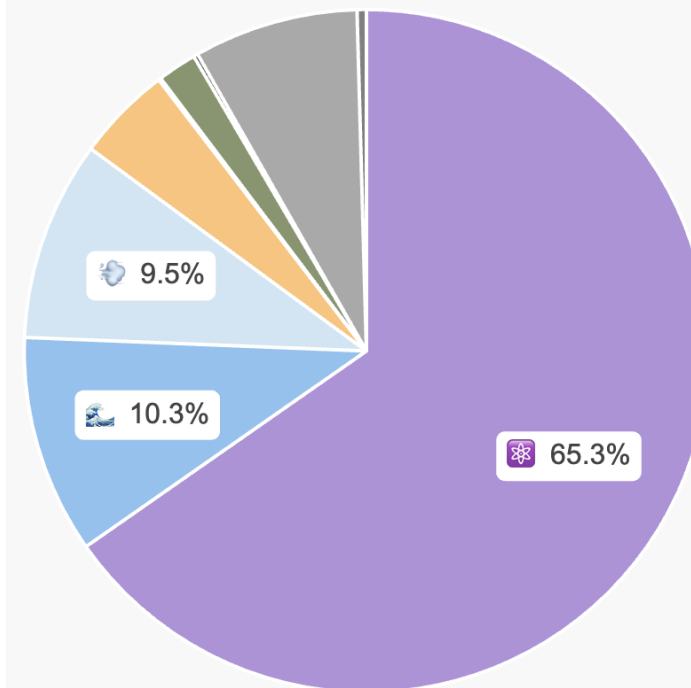
7737.95 kWh

人均發電 #34

60.35 gCO₂eq/kWh

排碳係數 #11

法國2023年的發電量
91.6% 低碳



核能 水力 風力 太陽能
生質燃料 天然氣

生命週期中建築蘊含碳及營運碳比例

參照臺灣營建研究院的研究報告，

新建工程蘊含碳排放 (EC) = 500kgCO₂e (未包含修繕及拆除階段)

營運碳排放(OC)：50 kWh/ (m².yr) x 60年 x 0.5kg CO₂e/度(電力排碳係數) =1,500 kg CO₂e

*耗電密度以住宅估：50 kWh/ (m².yr)

以低樓層新建工程/或一般住宅建案的**蘊含碳：營運碳 = 500 : 1500 kg CO₂e (25% : 75%)**

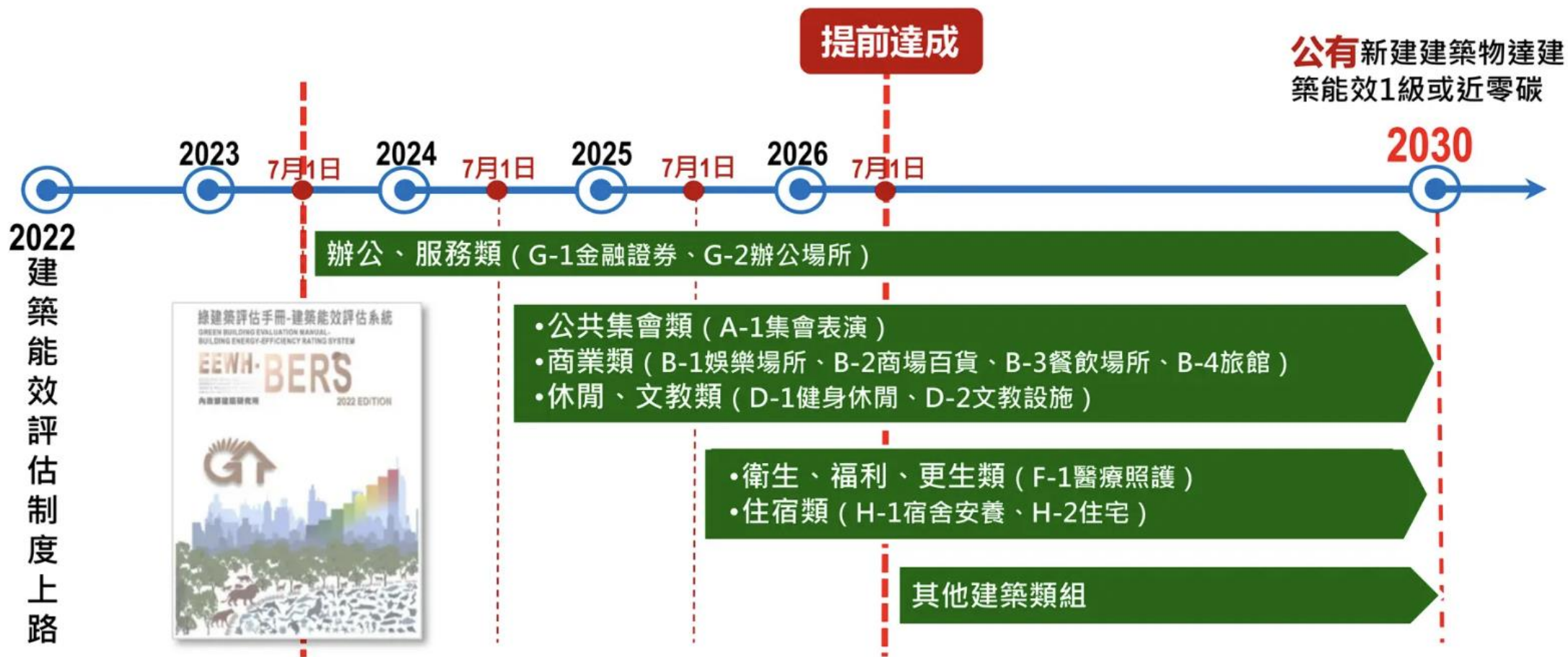
營運碳排放(OC)：115 kWh/ (m².yr) x 60年 x 0.5kg CO₂e/度(電力排碳係數) =3,450 kg CO₂e

*耗電密度以辦公樓估：115 kWh/ (m².yr)

辦公室的**蘊含碳：營運碳 = 500 : 3450 kg CO₂e (12% : 88%)**


公有新建建築能效標示制度分年分階段實施

自2023年7月1日開始實施，第1階段里程碑（2030年公有新建建築物達建築能效1級或近零碳），可提前至2026年7月1日達成。




建築能效標示評估BERS

自2023年7月1日起，於申請綠建築標章時，需同時申請建築能效評估，並自2026年起須達1級或近零碳建築（1+級）。

新建住宅能效標示	建築物名稱		 近零碳建築
	坐落地址		
	評估總樓地板面積A _{Fe}	[m ²]	
	建築能效標示字號		
	<p>本標示系統適用於新建住宅或新建集合住宅之能效揭露，其評估範圍為住戶單元之空調、照明、熱水、烹飪等用固定設備之碳排量，若為集合住宅則另包含共用空間之空調、照明、電梯、揚水、地下停車場送排風機等五項設備之碳排量，不含前述設備以外之碳排量。本評量尺度乃是專為本案量身訂做的標示，不同平面或規模的申請案件有不同的尺度。本標示之4等級1+等級之基礎分別為綠建築標章合格基準(50分)、近零碳建築基準(90分)，乃標示相對於2000年該平面形式住宅母體之平均碳排量分別有減碳10%、30%之水準。本評估以標準家庭人口在該設計設備效率與標準生活作息情境模擬而成，可明確評估該建築與設備系統能效設計的優劣，但因實際情境有所差異，該模擬耗電量與實際耗電量有某程度的誤差，特此聲明。</p>		
碳排密度 kgCO ₂ /(m ² .yr)	得分	碳排密度指標 CEI	
≤18.00	90 ~ 100 1+	16.5	
≤19.75	80 ~ < 90 1		
≤21.50	70 ~ < 80 2		
≤23.25	60 ~ < 70 3		
≤25.00	50 ~ < 60 4		
≤28.00	40 ~ < 50 5		
≤34.00	20 ~ < 40 6		
> 40.00	0 ~ < 20 7		
空調碳排 ACE* [kgCO ₂ /yr]			
照明碳排 LCE* [kgCO ₂ /yr]			
二固定電器碳排 FCE* [kgCO ₂ /yr]			
三公用機械設備碳排 MCE* [kgCO ₂ /yr]			
碳排密度指標 CEI* [kgCO ₂ /(m ² .yr)]			
減碳率 CRR [%]			
R-BERS 2023			

外殼EEV、空調EAC、照明EL
+熱水、爐台、電梯、揚水、送排風

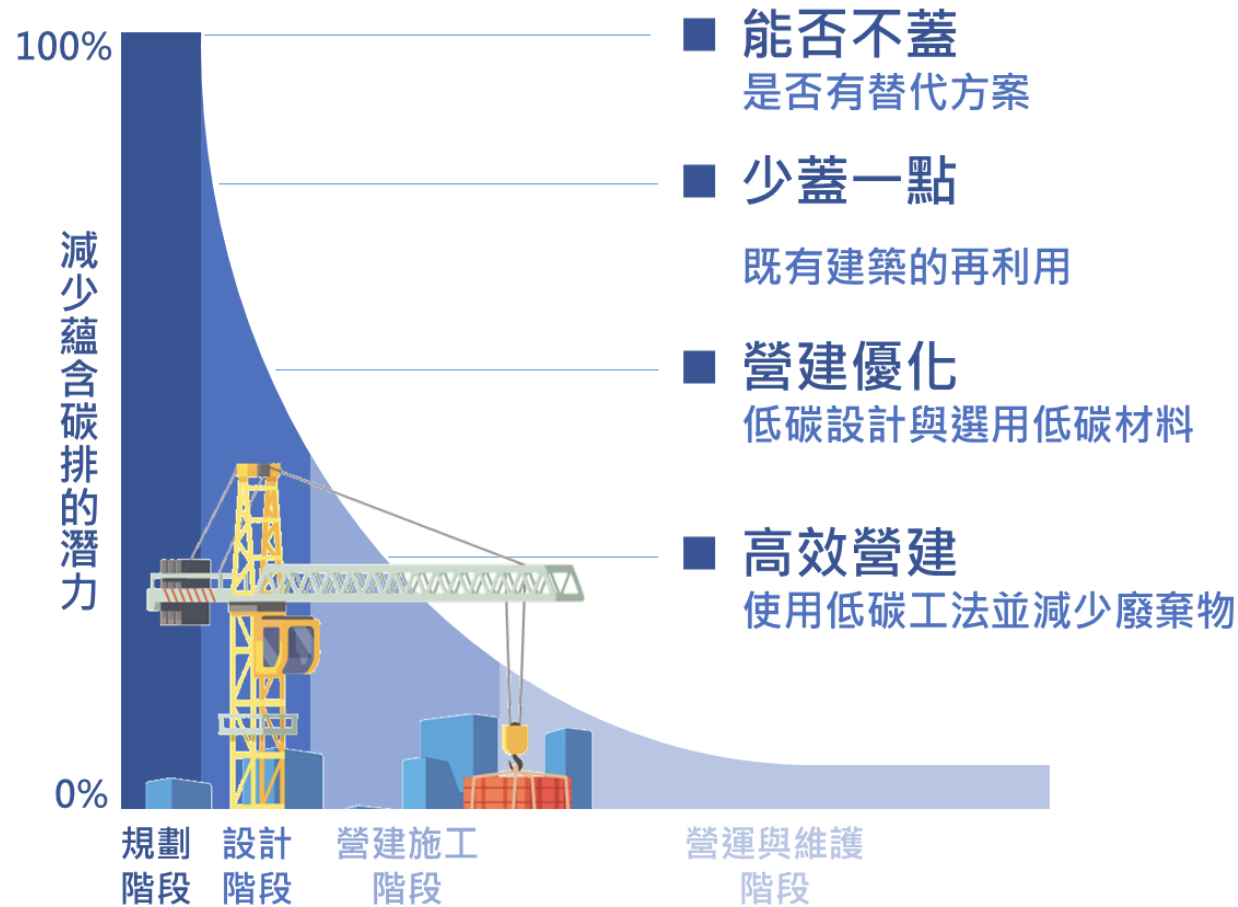
新建建築能效標示	建築物名稱		 近零碳建築
	坐落地址		
	評估總樓地板面積A _{Fe}	[m ²]	
	免評估分區面積A _{Fn}	[m ²]	
	建築能效標示字號		
<p>本標示系統適用於新建非住宅建築之能效揭露，其揭露之空間範圍包含所有活動使用空間，但排除室內停車場、機房室、兩面廚房等「免評估空間」。其評估之耗電項目為空調、照明、抽車電機等之設備系統之耗電量，不含電梯、熱水、揚水、烹飪等設備耗電量。本評量尺度乃是專為本案量身訂做的標示，不同平面或規模的申請案件有不同的尺度。本標示之4等級1+等級之基礎分別為綠建築標章合格基準(50分)、近零碳建築基準(90分)，乃標示相對於2000年該平面形式建築母體之平均耗電量分別有節能20%、50%之水準。本評估以該建築使用之人員密度、室內環境條件、營運時程、設備效率之標準情境模擬而成，可明確評估該建築與設備系統能效設計的優劣，但因實際情境有所差異，該模擬耗電量與實際耗電量有某程度的誤差，特此聲明。</p>			
耗電密度 kWh/(m ² .yr)	得分	耗電密度指標 EUI*	
≤100.0	90 ~ 100 1+	96.0	
≤120.0	80 ~ < 90 1		
≤140.0	70 ~ < 80 2	48.9	
≤160.0	60 ~ < 70 3		
≤180.0	50 ~ < 60 4		
≤200.0	40 ~ < 50 5		
≤240.0	20 ~ < 40 6		
> 240.0	0 ~ < 20 7		
總耗電密度 TEUI [kWh/(m ² .yr)]			
耗電密度指標 EUI* [kWh/(m ² .yr)]			
碳排密度指標 CEI* [kgCO ₂ /(m ² .yr)]			
給能率 ESR [%]			
BERS _n 2022			

外殼EEV、空調EAC、照明EL

既有建築能效標示系統	建物名稱		 能效等級
	坐落地址		
	評估總樓地板面積A _{Fe}	[m ²]	
	發證編號		
	發證日期：○○○○年○○月○○日		
<p>本標示系統適用於既有非住宅建築之能效揭露，其揭露之空間範圍包含所有活動使用空間，但排除少部分「免評估空間」。其揭露之耗電項目為空調、照明、插座電器、三項設備系統之耗電量，不含電梯、熱水、揚水、烹飪等設備耗電量。本評量尺度乃是專為本案量身訂做的標示，不同平面或規模的申請案件有不同的尺度。本標示之4等級、1+等級之基礎分別為綠建築標章合格基準(50分)、近零住宅基準(90分)，乃標示相對於2000年該平面形式建築母體之平均耗電量分別有節能20%、50%之水準。</p>			
耗電密度 kWh/(m ² .yr)	得分	耗電密度指標 EUI*	
≤100.0	90 ~ 100 1+		
≤120.0	80 ~ < 90 1		
≤140.0	70 ~ < 80 2	135.0	
≤160.0	60 ~ < 70 3		
≤180.0	50 ~ < 60 4		
≤200.0	40 ~ < 50 5		
≤240.0	20 ~ < 40 6		
> 240.0	0 ~ < 20 7		
電費單耗電密度 EUI [kWh/(m ² .yr)]			
主設備耗電密度 EUI' [kWh/(m ² .yr)]			
耗電密度指標 EUI* [kWh/(m ² .yr)]			
BERS _e 2022			

電費單資料

建築物減少蘊含碳的優化策略



根據AECOM成立MI-ROG (Major Infrastructure-Resources Optimization Group)於2020報告指出，循環經濟在營建生命週期，提供不同程度減碳效益：

其中減碳潛力：-

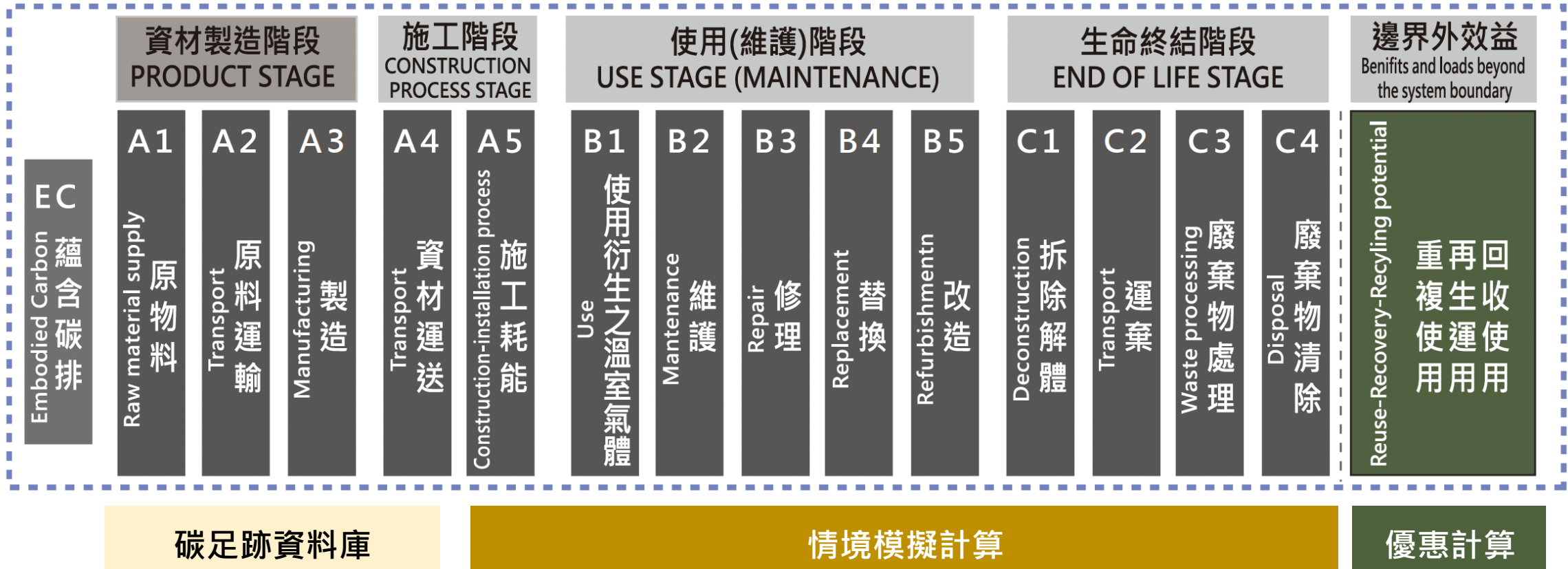
規劃設計階段：65%

營造施工階段：20%

使用維護階段：15%

建築工程的全生命週期的蘊含碳排

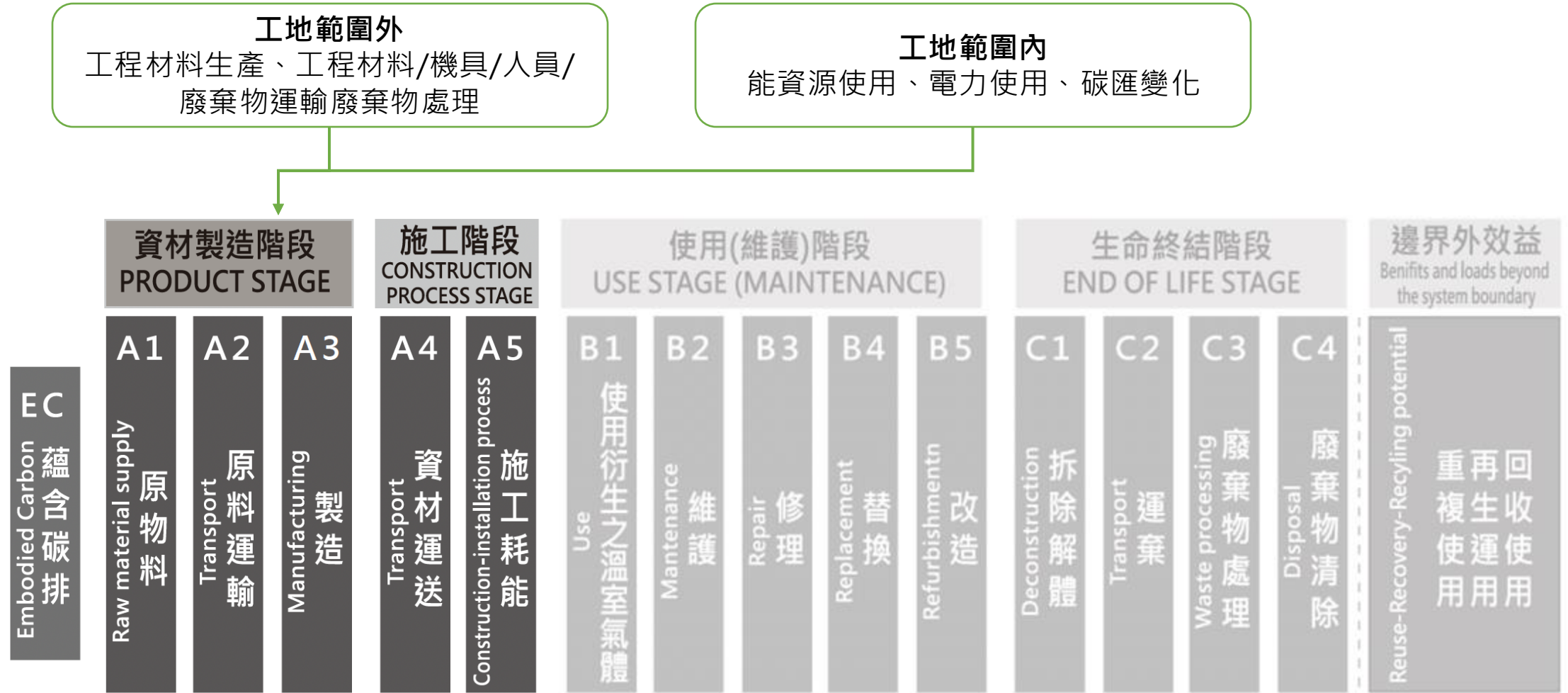
- 依照EN 15978:2011 永續營建工程所建議的全生命週期邊界



資料來源：內政部建築研究所 低碳(低蘊含碳)評估手冊(上網版)

工程碳足跡計算

- 依照EN 15978:2011 永續營建工程所建議的全生命週期邊界



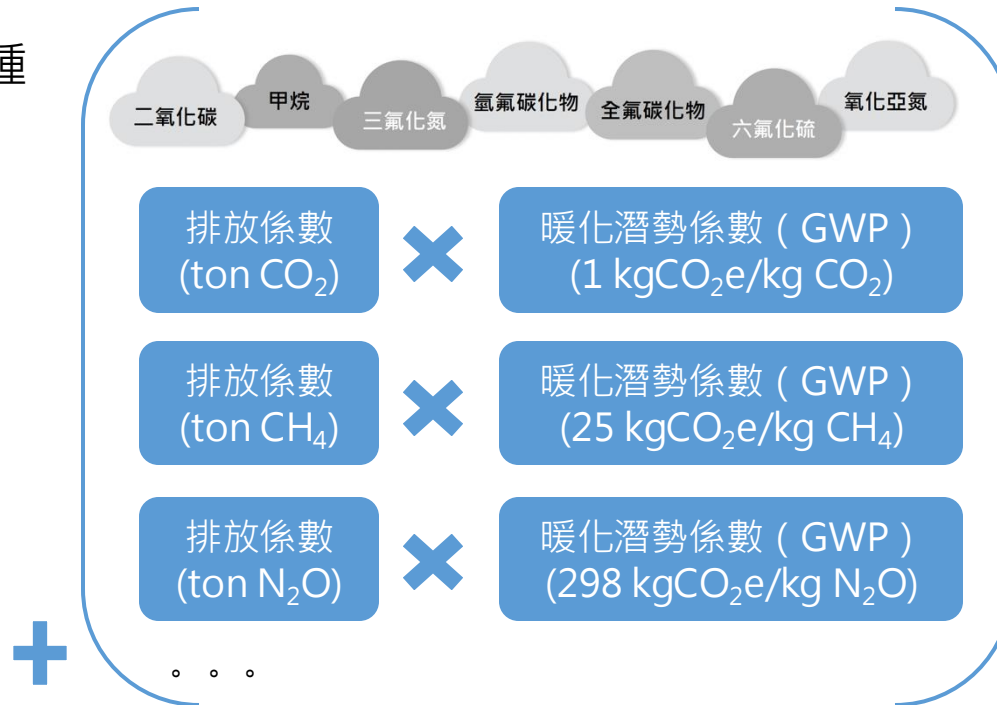
資料來源：內政部建築研究所 低碳(低蘊含碳)評估手冊(上網版)

碳足跡計算方式



由設計或調查資料取得之各種工程材料、能資源用量

- 材料用量 (ton、m³..)
- 機/運具燃料用量 (L)
- 用電量 (kWh)
- 冷媒使用 (補充) 量 (kg)
- 運輸燃料用量 (L)
- 運輸延噸公里 (tkm)
- 氣體用量 (L)
- 用水量 (m³)
- 廢棄物量及處置方式 (T)
- 碳匯改變量 (ha、棵)



每功能單位溫室氣體排放量 (以CO₂e 表示)

建築營建相關的蘊含碳排資料庫



環境部氣候變遷署
事業溫室氣體排放量資訊平台

-溫室氣體排放係數管理表6.0.4版



CO₂ 產品碳足跡資訊網
Carbon Footprint Information Platform

- 碳足跡資料庫

經濟部水利署-工作項目碳排係數參考表				
項次	工作項目	碳排係數 (kgCO ₂ e)	單位	編碼(備註)
1	機械拆除, 無筋混凝土, 未含運費	10.387	M3	0222010423
2	機械拆除, 無筋混凝土, 未含運費	2077.494	式	0222010424
3	清除及掘除	1.009	M3	0223100003
4	臨時擋土樁設施, 鋼板樁	11.045	M	0225500001
5	臨時擋土樁設施, 鋼板樁(不分類)	4.418	片	022550000C
6	臨時擋土樁設施, 鋼板樁(不分類)	4.418	支	022550000D
7	臨時擋土支撐工法, H型鋼橫擋及支撐, 未含在臨時擋土樁費用內	30.184	M2	0225620002
8	土方工作(不分類)	1.553	M3	0230000003
9	土方工作, 挖方	0.811	M3	02300C0003
10	土方工作, 填方	0.785	M3	02300D0003
11	土方工作, 遠運利用	3.064	M3	02300I0003
12	構造物開挖, 機械挖	1.009	M3	0231600703

-經濟部水利署 -
「水利工程減碳作業參考指引」
工作項目碳係數參考表

ABRI 初級資材碳排資料庫 (P- LCC3-2, 2022)

分類	材料/工項名稱	單位 I	碳排 (kgCO ₂ e)				
			原料開採	原料運輸	產品生產	成品運輸	總碳排量
水 泥	卜特蘭水泥(乾式)	kg	0.94			0.0044	0.944
	白水泥	t	2.47	4.17	941.81	19.95	968.4
	高爐水泥 (爐石水泥替代率 30%)	t	1.73	17.92	617.56	19.95	657.16
	高爐水泥 (爐石水泥替代率 45%)	t	1.36	14.2	498.84	19.95	534.35
	1:1 水泥砂漿粉刷 2cm 厚	m ²	0.1	0.27	19.02	0.1	19.49
	1:2 水泥砂漿粉刷 2cm 厚	m ²	0.095	0.29	12.37	0.1	12.86
	1:3 水泥砂漿粉刷 2cm 厚	m ²	0.089	0.29	8.57	0.1	9.05
	預拌混凝土 (2000psi)	m ³	5.13	19.24	214.84	4.57	243.78
	預拌混凝土 (2500psi)	m ³	285.77				285.77
	預拌混凝土 (3000psi)	m ³	4.89	17.95	300.34	4.57	327.75
	預拌混凝土 (4000psi)	m ³	4.8	17.42	343.09	4.57	369.88
	預拌混凝土 (5000psi)	m ³	4.74	16.93	407.21	4.57	433.45
	預拌混凝土 (6000psi)	m ³	4.71	16.53	471.34	4.57	497.15
	預拌高爐混凝土 (2000psi)	m ³	181.74				181.74
	預拌高爐混凝土 (2500psi)	m ³	194.06				194.06
	預拌高爐混凝土 (3000psi)	m ³	4.5	21.62	175.68	4.57	206.37

-內政部建築研究所-
「低碳(低蘊含碳)評估手冊」
ABRI初級資材碳排資料庫



-公共工程碳排放係數資料(113年5月)

國際碳排資料庫



還有很多....

碳足跡計算方式(範例)



關鍵字: 混凝土

查詢

回上一頁

資料庫使用說明

目前碳係數累計數量: 1111項

碳係數名稱	生產區域名稱	數值 ⓘ	宣告單位
預拌混凝土(280kgf/cm ² · 飛灰爐石替代率30%)	臺灣	3.01E+2 kgCO ₂ e	立方公尺(m ³)
預拌混凝土(280kgf/cm ² · 飛灰爐石替代率50%)	臺灣	2.14E+2 kgCO ₂ e	立方公尺(m ³)
預拌混凝土(350kgf/cm ² · 飛灰爐石替代率30%)	臺灣	3.41E+2 kgCO ₂ e	立方公尺(m ³)

某工程使用1000m³ 混凝土 (280kgf/cm²/飛灰爐石替代率30%)
參考環保署碳足跡資訊網的「產品碳足跡資料庫」

$$\text{碳排放量 (CO}_2\text{e)} = 1000\text{m}^3 \times 301 = 301,000\text{kg}$$

碳足跡計算方式(範例)

Environmental Product Declaration

In accordance with ISO 14025:2006 and EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 for:

Fabricated steel reinforcement products (Cut and Bent Rebar)

EPD of multiple fabricated steel reinforcement products, based on the average results of the product group

from

ROM

Programme:	The International EPD® System, www.environdec.com
Programme operator:	EPD International AB
EPD registration number:	EPD-IES-0015620
Publication date:	2024-07-16
Valid until:	2029-07-15

An EPD should provide current information and may be updated if conditions change. The stated validity is therefore subject to the continued registration and publication at www.environdec.com

THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM

Results of the environmental performance indicators

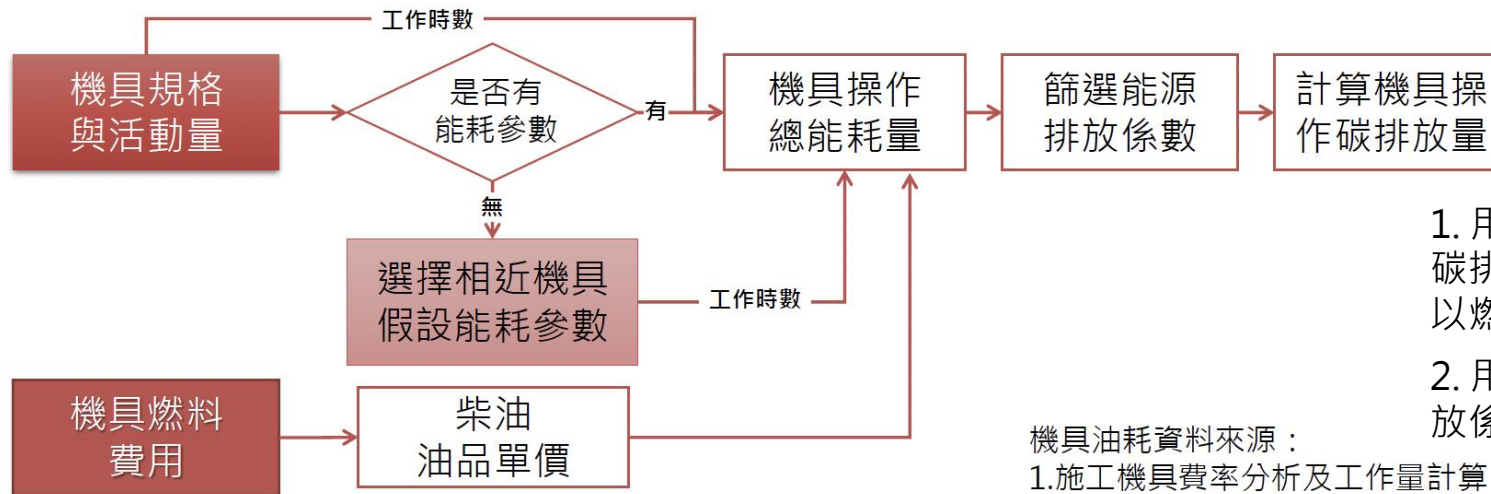
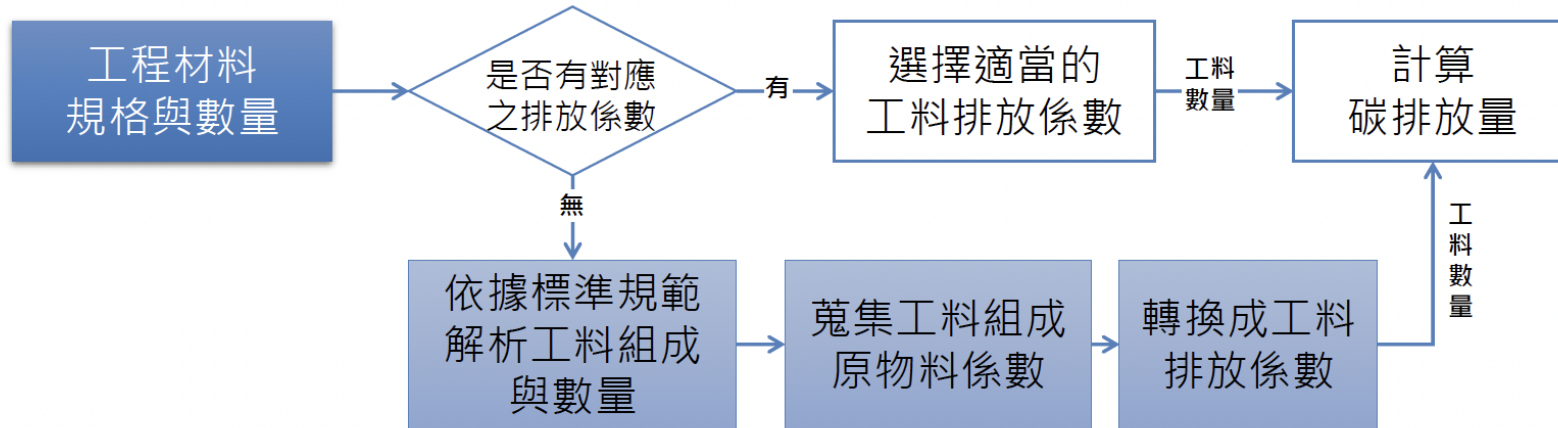
Table 6: Mandatory impact category indicators according to EN 15804+A2, per tonne of fabricated steel reinforcement products (cut and bent rebar)

Indicator	Unit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
GWP-total	kg CO ₂ eq.	4.48E+02	1.96E+01	2.02E+01	4.87E+02	2.24E+00	3.97E+00	0.00E+00	2.16E-01	9.84E+01
GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	4.44E+02	1.96E+01	2.02E+01	4.83E+02	2.24E+00	3.96E+00	0.00E+00	2.16E-01	9.85E+01
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	3.62E+00	5.82E-03	3.02E-03	3.63E+00	4.17E-04	1.18E-03	0.00E+00	8.50E-05	-4.28E-02
GWP-luluc	kg CO ₂ eq.	4.47E-01	3.77E-04	5.67E-03	4.53E-01	9.16E-05	7.65E-05	0.00E+00	1.08E-05	2.11E-03
ODP	kg CFC 11 eq.	4.30E-05	4.16E-07	9.21E-07	4.44E-05	3.53E-08	8.44E-08	0.00E+00	3.21E-09	2.23E-13
AP	mol H ⁺ eq.	1.31E+00	4.91E-02	5.17E-02	1.41E+00	2.15E-02	9.96E-03	0.00E+00	2.01E-03	2.20E-01
EP-freshwater	kg P eq.	8.81E-03	1.51E-05	1.44E-04	8.97E-03	1.92E-06	3.07E-06	0.00E+00	7.63E-07	1.85E-05
EP-marine	kg N eq.	3.40E-01	1.91E-02	1.53E-02	3.75E-01	1.01E-02	3.87E-03	0.00E+00	9.12E-04	3.86E-02
EP-terrestrial	mol N eq.	4.09E+00	2.02E-01	1.67E-01	4.46E+00	1.10E-01	4.09E-02	0.00E+00	9.93E-03	3.39E-01
POCP	kg NMVOC eq.	1.12E+00	7.95E-02	5.41E-02	1.25E+00	3.23E-02	1.61E-02	0.00E+00	2.97E-03	1.57E-01
ADP-minerals&metals ⁽¹⁾	kg Sb eq.	3.01E-03	6.62E-07	3.22E-06	3.02E-03	9.42E-08	1.34E-07	0.00E+00	8.58E-09	2.55E-04
ADP-fossil ⁽¹⁾	MJ	7.21E+03	2.56E+02	4.22E+02	7.89E+03	2.95E+01	5.19E+01	0.00E+00	2.78E+00	9.38E+02
WDP ⁽¹⁾	m ³	6.61E+01	2.35E-01	-3.15E+00	6.32E+01	3.78E-02	4.76E-02	0.00E+00	3.83E-03	1.22E+03
Acronyms	<p style="font-size: 0.7em; margin: 0;">GWP-GHG = Global Warming Potential; GWP-fossil = Global Warming Potential fossil fuels; GWP-biogenic = Global Warming Potential biogenic; GWP-luluc = Global Warming Potential land use and land use change; ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer; AP = Acidification potential, Accumulated Exceedance; EP-freshwater = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment; EP-marine = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching marine end compartment; EP-terrestrial = Eutrophication potential, Accumulated Exceedance; POCP = Formation potential of tropospheric ozone; ADP-minerals&metals = Abiotic depletion potential for non-fossil resources; ADP-fossil = Abiotic depletion for fossil resources potential; WDP = Water (user) deprivation potential, deprivation-weighted water consumption</p>									

不同資料來源，系數不一樣

項目	蘇花改提供環保署	西濱南提供環保署	GaBi-PE	歐盟其他國家
鋼筋碳足跡 (kg CO ₂ e/kg)	0.919	0.874(SD280W) 0.901(SD420W)	1.240	0.34~0.43
水泥碳足跡 (kg CO ₂ e/kg)	0.907	-	0.631~0.866	0.587~0.906

碳足跡計算方式 (工程材料、機具)



1. 用油機具：以每小時之耗油量乘以每公升燃料油之碳排放係數計算該機具設備操作每小時之排碳量，或以燃料費用推估
2. 用電設備：以每小時之耗電量乘以每度電力之碳排放係數計算該設備每小時之排碳量

機具油耗資料來源：
 1. 施工機具費率分析及工作量計算
 2. 交通部公路總局施工機具費率表

碳足跡計算方式 (材料平均運距)

表 3.1-1 工程施工常用物料平均運距參考

項目	材料類型	平均運距(km)	備註
1	建築用砂石	38.47	骨材、粗細粒料
2	水泥	51.84	現場拌合場鑄
3	預拌混凝土	13.30	
4	型鋼	41.92	
5	鋼鐵初級製品	84.76	如鋼筋等
6	金屬結構及建築組件	30.30	
7	其他金屬	55.03	
8	鋼管	82.73	
9	木製品	55.67	
10	瀝青	32.23	
11	塑膠製品	42.34	
12	玻璃及其製品	108.91	

資料來源：工程會，研訂公共工程計畫相關審議基準及綠色減碳指標計算規則-減碳規則篇。

運輸碳排計算：材料重量 (ton) × 運距 (km) × 排碳係數 (kgCO₂e/tkm)

建築營建相關的蘊含碳排資料庫

建築材料	單位	碳排 (kgCO ₂ e)	來源
鋼筋及鐵件	kg	1.15	ABRI
鋼胚(高爐)	kg	2.27	ABRI
鋼胚(電弧爐)	kg	0.64	ABRI
卜特蘭水泥(I型)	kg	0.944	ABRI
高爐水泥 (45%爐石水泥)	t	534.35	ABRI
骨材(砂礫)	m ³	14.29	ABRI
預拌混凝土, 4000psi	m ³	369.88	ABRI
預拌高爐混凝土, 4000psi	m ³	231	ABRI
門窗鋁料	kg	4.31	ABRI
1mm普通玻璃	m ²	2.05	ABRI
1mm反射玻璃	m ²	2.80	ABRI
水泥漆	kg	4.72	ABRI
油漆	kg	7.19	ABRI
木模板(1.5cm)	m ²	1.00	ABRI

資料來源：內政部建築研究所 低碳(低蘊含碳)評估手冊(上網版)

建築材料	單位	碳排 (kgCO ₂ e)	來源
電力碳足跡	度(kwh)	0.606	環境部
臺北自來水	m ³	0.0948	環境部
國際海運(歐美)	每20呎標準 貨櫃每公里 (TEU-km)	0.0649	環境部
營業小貨車(汽油)	延噸公里 (tkm)	0.683	環境部
營業小貨車(柴油)	延噸公里 (tkm)	0.587	環境部
營業大貨車(柴油)	延噸公里 (tkm)	0.131	環境部
土方工作, 挖方	m ³	0.981	公共工程
土方工作, 回填方	m ³	0.736	公共工程
構造物開挖, 機械挖	m ³	1.325	公共工程
排水管涵, 鋼筋混 凝土管(不分類)	m	205.49	公共工程
瀝青混凝土鋪面, 厚10cm	m ²	21.133	公共工程

資料來源：

1. 環境部碳足跡排放係數
2. 行政院公共工程委員會-公共工程碳排係數資料(113年5月)

地材的蘊含碳排量 (行業平均值)

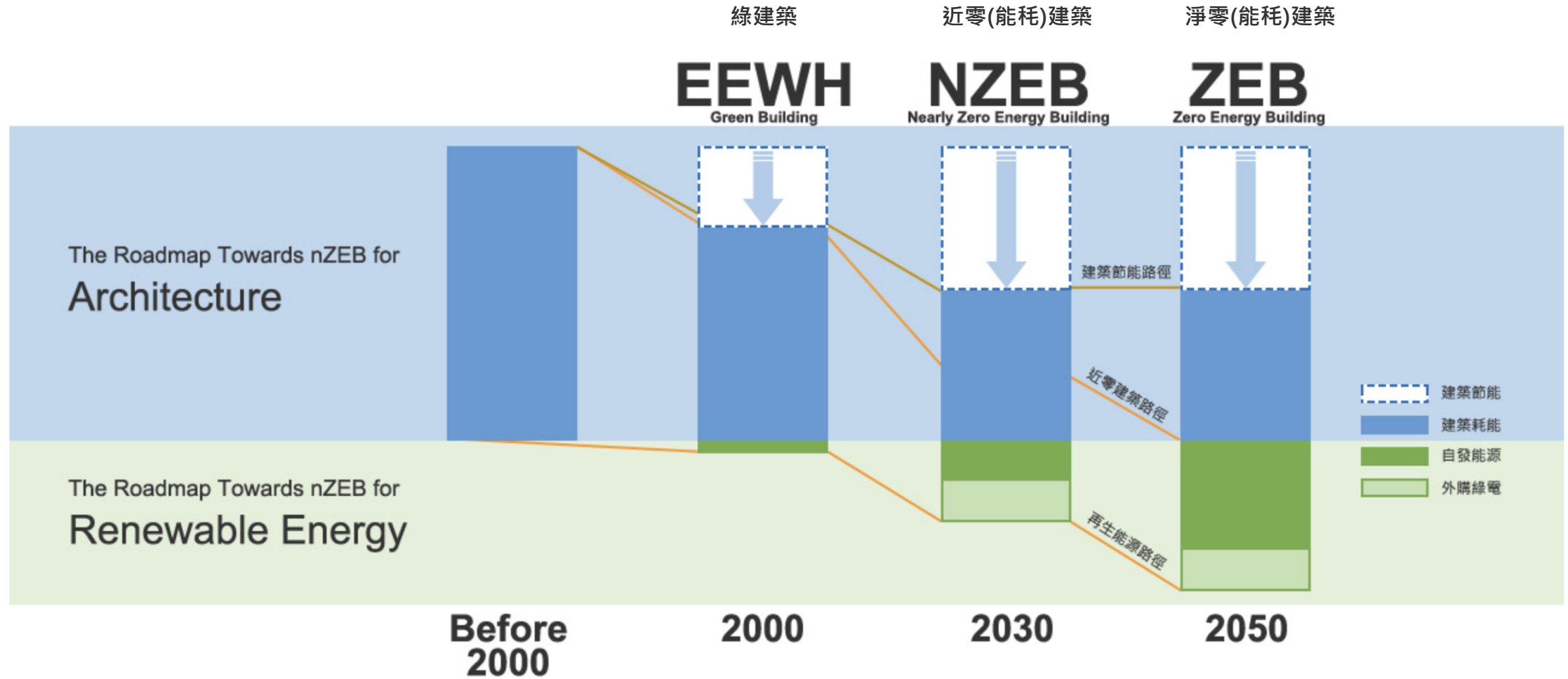
SEMI 太格地材

單位 : kg CO₂e / m²

地板材料	宣告厚度	A1 原物料	A2 原料運輸	A3 製造	搖籃到大門(A1+A2+A3)	來源	國家
複合卷材乙烯基地板	2.0 mm	4.03	0.172	1.67	5.872	RFCI	美國
透心卷材乙烯基地板	2.33 mm	5.18	0.0866	2.21	7.4766	RFCI	美國
LVT 地板 – 上膠施工	3.0 mm	5.58	0.337	3.83	9.747	RFCI	美國
LVT 地板 – 自沉式	5.25 mm	8.10	0.655	2.88	11.635	RFCI	美國
橡膠地板	3.10 mm	7.60	1.03	2.16	10.79	RFCI	美國
SPC 石塑地板	5.0 mm	6.55	0.0461	1.64	8.2361	RFCI	美國
WPC 木塑地板	7.75 mm	8.57	0.561	2.08	11.211	RFCI	美國
SVT 透心地磚	3.75 mm	5.46	0.643	10.1	16.203	RFCI	美國
地毯 (不分類)	-	-	-	-	11.1	EC3	各國
亞麻地板	2.0 mm	-	-	-	5.52	ERFMI	歐洲
實木地板	20 mm	-	-	-	-22.5	FNB	法國
耐磨木地板	8.0 mm	-	-	-	-2.65	EPLF	歐洲
瓷磚	6.83-12.19 mm	-	-	-	14.1	TCNA	北美
環氧樹脂	1.0 mm	-	-	-	3.70	LEBR	台灣
磨/洗/抵/植石子地坪	-	-	-	-	25.03	LEBR	台灣
地板感壓膠	1kg	-	-	-	1.32 kg CO ₂ e / kg	FEICA	歐洲

資料來源： 1. RFCI 美國彈性地板協會 / 2. EC3 建設實體碳排放計算器 3. ERFMI 歐洲彈性地板生產商協會 / 4. FNB 法國木材協會 / 5. EPLF 歐洲強化木地板生產商協會 / 6. TCNA 北美瓷磚協會 / 7. LEBR 台灣低碳建築評估手冊 / 8. FEICA 歐洲膠黏劑及密封劑工業協會

近零建築 VS 淨零建築？



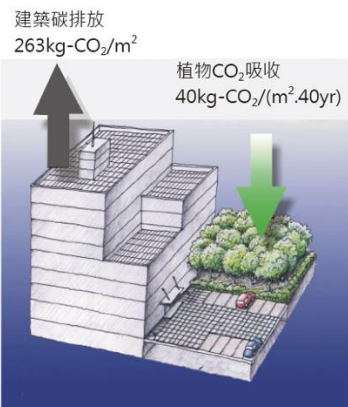
臺灣綠建築評估系統

EEWH綠建築標章，屬於綜合性指標，以誘導式設計切入

生態 (Ecology)



生物多樣性

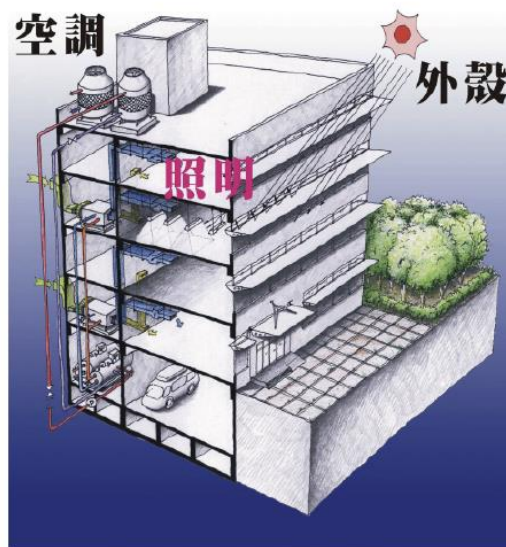


綠化量



基地保水

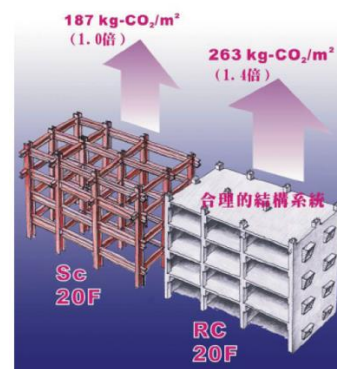
節能 (Energy Saving)



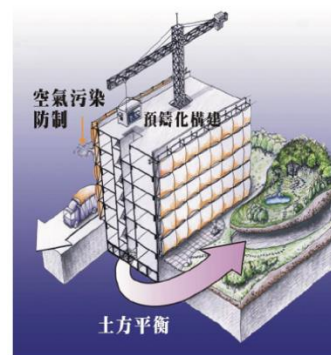
日常減碳

近零建築

減廢 (Waste Reduction)



CO₂減量

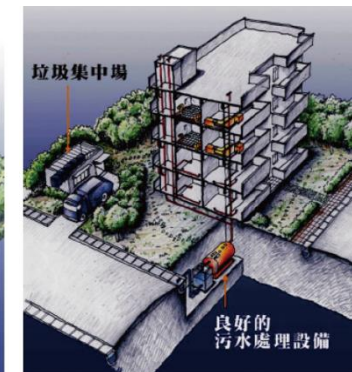


廢棄物減量

健康 (Health)

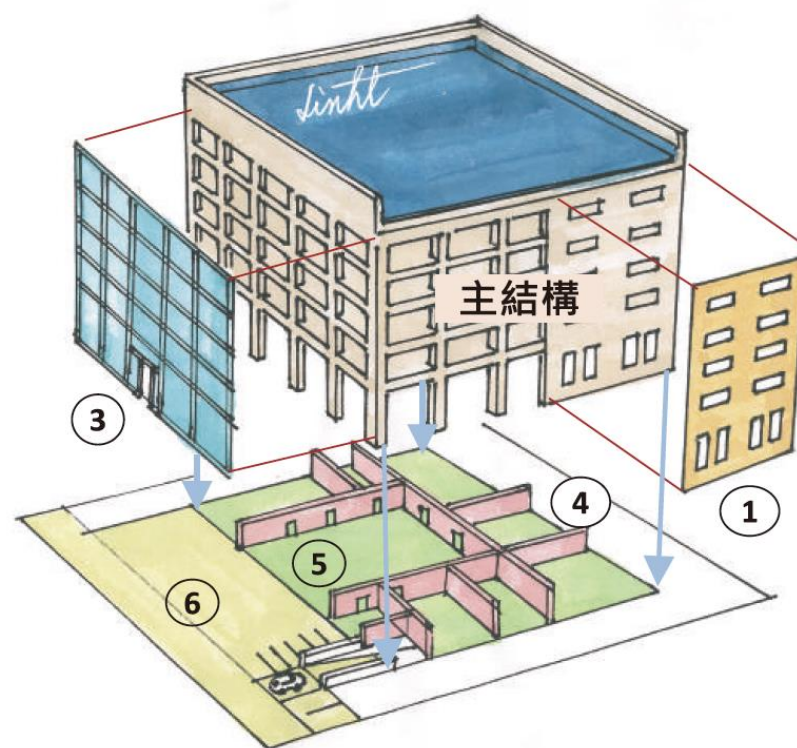


水資源



污水垃圾改善

低碳(低蘊含碳)建築評估 113年7月1日正式上路



1. 傳統外牆外裝
2. 傳統嵌入式外窗
3. 帷幕外牆與帷幕外窗
4. 內隔間
5. 室內地坪
(停車場、設備室、儲藏室除外)
6. 戶外地坪

圖 14 LEBR 的建築碳排評估範疇 (林憲德繪圖)

低碳(低蘊含碳)建築評估方法

設計案	基準案
	
相同樓層數、樓高、樓板面積、立面面積	
相同地點、相同耐震規範	
構造系統、形狀係數優化設計	標準 RC 構造系統、 標準形狀係數
低碳混凝土強度設計	標準混凝土強度設計
六大低碳非結構構件	標準六大非結構構件
低碳工法優惠	標準工法
舊建築與再生建材設計優惠	無舊建築與再生建材設計

建築工程蘊含碳排計算法

- 1：將建築構件分解成材料
- 2：材料數量 x 碳排放係數
- 3：加總成為該建築構件的碳排
- 4：依據建築生命週期加總構件碳排
(同步考量建築構件生命週期更新次數)

低碳建築分級評估間距

表 10 LE BR 分級評估間距

等級	減碳率 CFR 間距
1 ⁺ 級	20% < CFR
1 級	16% < CFR ≤ 20%
2 級	12% < CFR ≤ 16%
3 級	8% < CFR ≤ 12%
4 級	3% < CFR ≤ 8%
5 級	-10% < CFR ≤ 3%
6 級	-20% < CFR ≤ -10%
7 級	CFR ≤ -20%

附錄四 低碳循環建材認定原則

LCR 之認定原則如下：

- (1) 低碳循環建材之認定對象只限於 LE BR 計算範疇內之相關產品。
- (2) 低碳循環建材減碳額度必須大於其基準案總碳排放量 3% 才能獲得認定。

資料來源：內政部建築研究所 低碳(低蘊含碳)評估手冊(上網版)



建築物減少蘊含碳的優化策略

建築設計規劃



1. 既有建築物再利用



2. 採用合理的結構系統設計



3. 減少不必要的建築材料和構件

建材選擇



4. 固碳材料



5. 採用低碳材料



6. 採用符合永續供應來源的建材



7. 採用循環建材

美國綠建築委員會(USGBC) – 建材蘊含碳

Carbon storage is a necessary new paradigm

固碳材料是必要的新範例

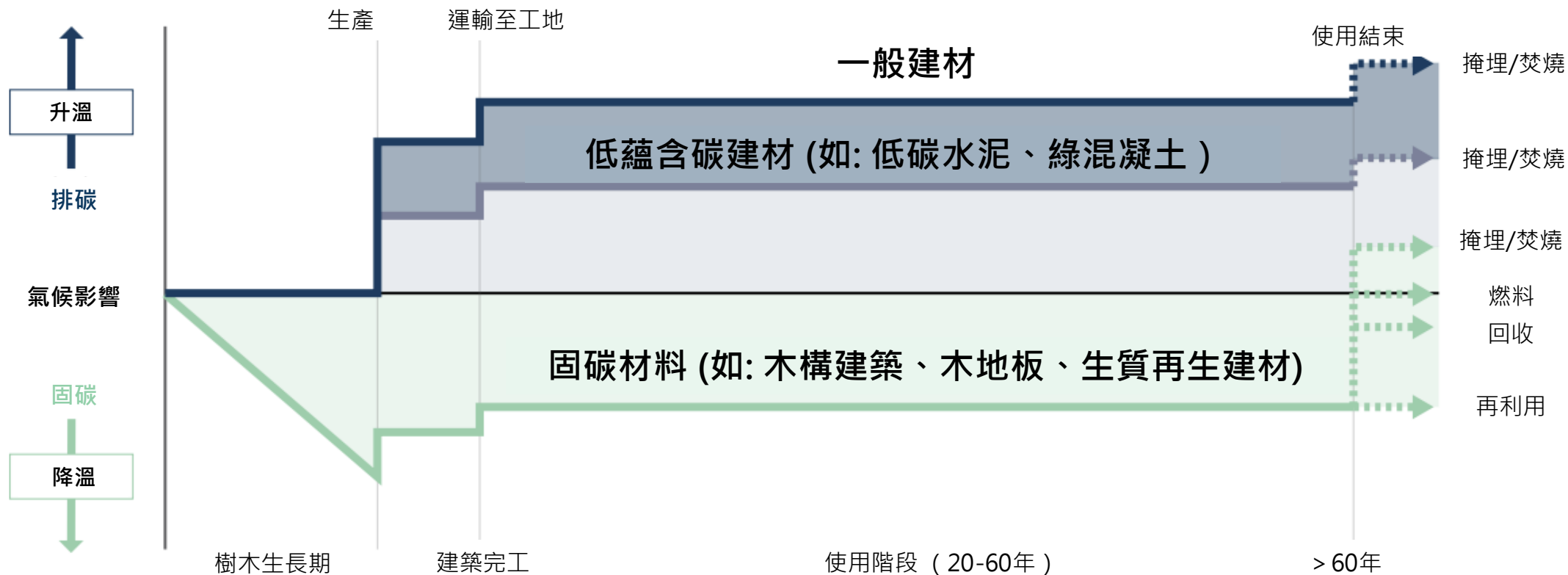
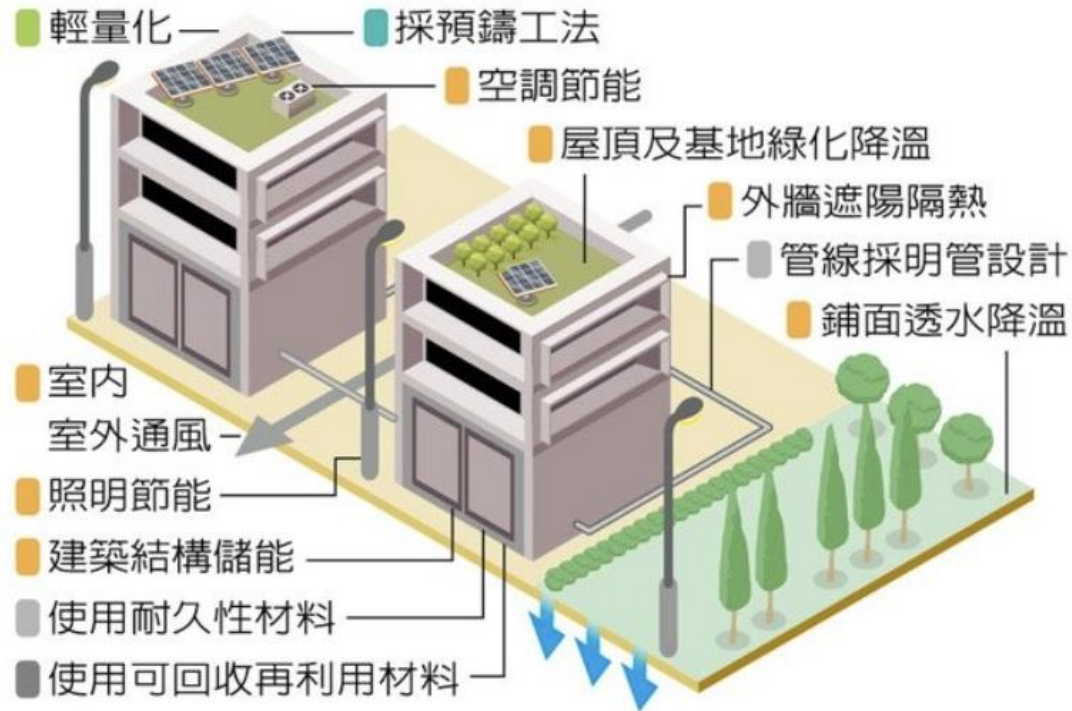


Exhibit 1 | RMI Graphic. Source: Bruce King and Chris Magwood, *Build Beyond Zero*

建築減碳

1. 建築基地內部減碳



2. 外部碳中和



各階段排碳量占比



註/建築生命周期排碳量以17層辦公大樓、使用40年為例
資料來源/成大教授林子平 製表/鄭朝陽 視覺/楊國長

碳排之外，還有許多潛在之ESG風險



氣候變遷



生物多樣性



污染與廢棄物



有限的自然資源



勞工的安衛管理



多元包容與平等



人權



反貪腐與反賄賂



勞動標準



社群權力



地緣政治



公司治理透明度與
問責制度

建材的永續解方：
低碳、健康、循環

3

建材的永續解方？

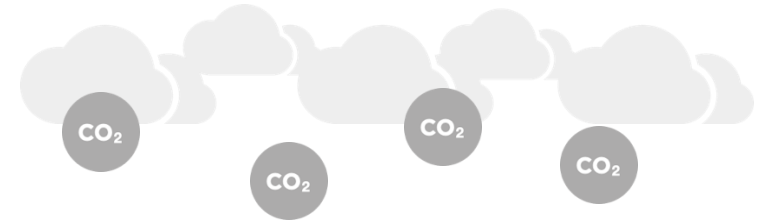


木材的固碳能力

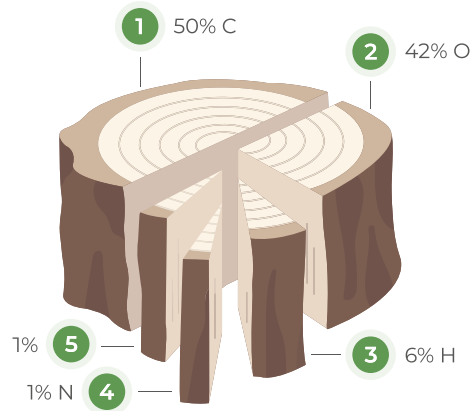
CO₂
neutral

樹木的固碳

光合作用吸收二氧化碳

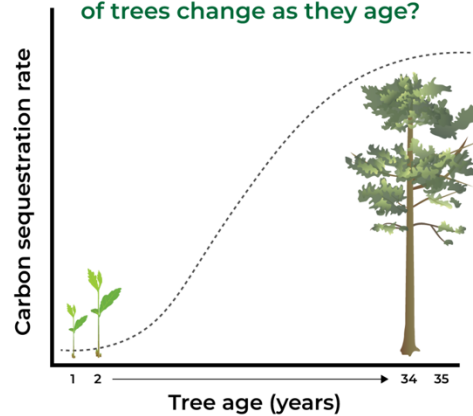


木材固碳50%



在固碳能力達峰時...

How does the carbon capture capacity of trees change as they age?



木材做為建材



美國綠建築委員會(USGBC) – 建材蘊含碳

Carbon storage is a necessary new paradigm

固碳材料是必要的新範例

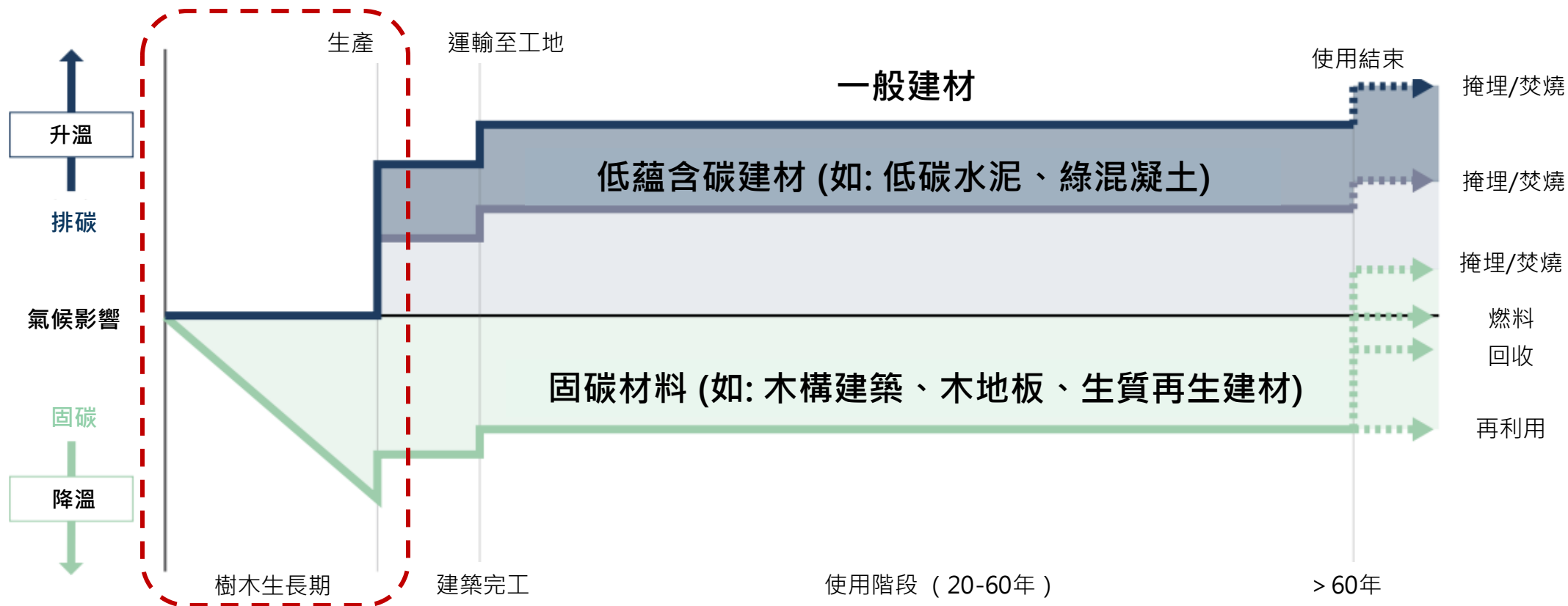


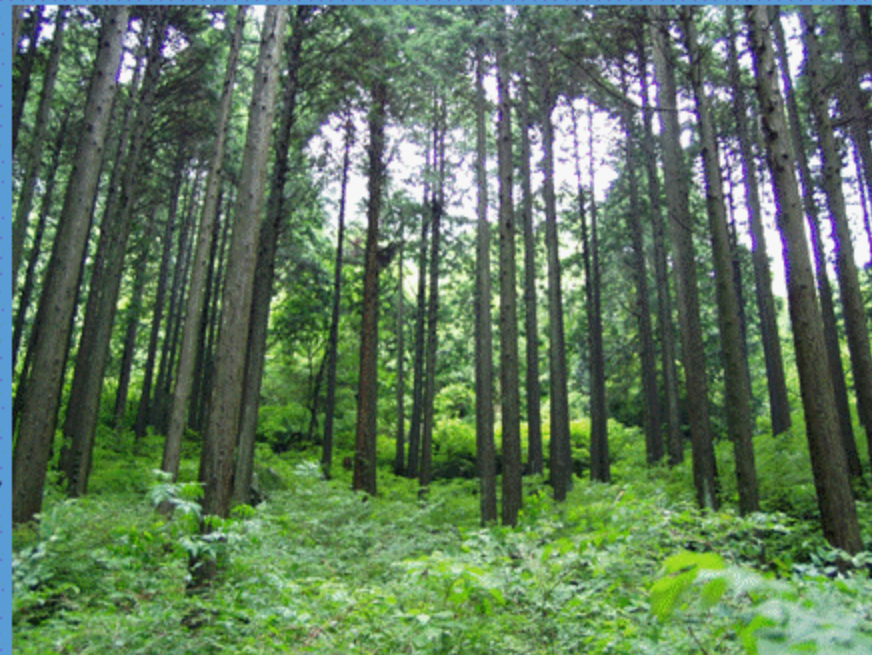
Exhibit 1 | RMI Graphic. Source: Bruce King and Chris Magwood, *Build Beyond Zero*



圖片來源：<http://shakainomado.blog.jp/archives/34278261.html>

天然林

人工林





國際森林委員會



PEFC™

森林驗證認可計劃

負責任的供應鏈和採購

“如果沒有健康和永續管理的森林，永續建築不可能實現。
我們盡可能從所在地的森林中採購木材。”



低甲醛
低TVOC



隔音值
 $\Delta Lw \geq 17dB$



綠建材標章內涵

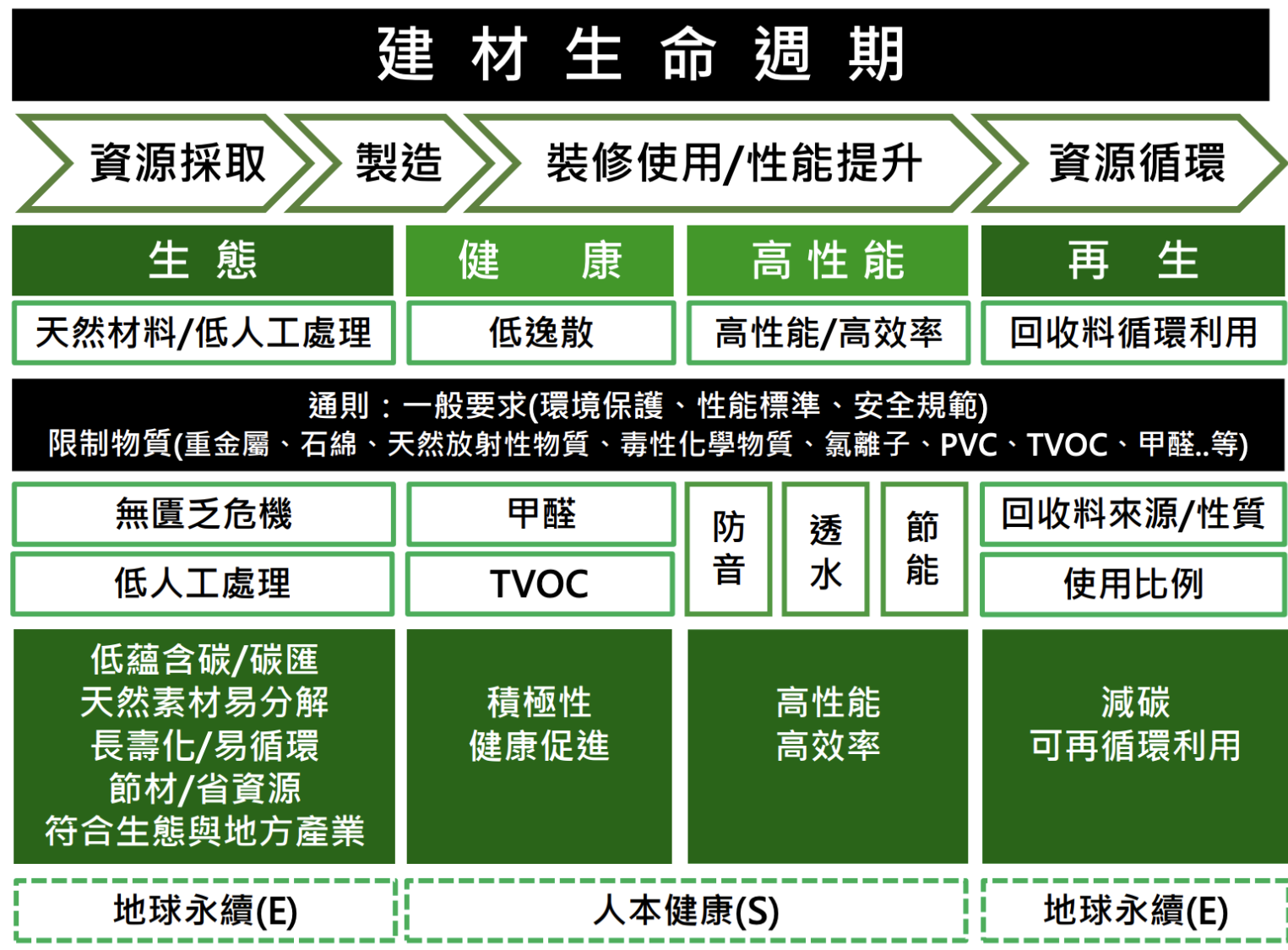


圖 1-7 我國綠建材標章四大分類與建材生命週期的關係

資料來源：綠建材解說與評估手冊2024年更新版 (草案)

綠建材與碳足跡

- 綠建材通則內容「一般要求」
- 2024年版綠建材標章在通則中鼓勵申請廠商揭露產品碳排放資訊。
- 申請廠商所提出之產品碳排放資訊揭露文件得為環境部或內政部所認可之文件，例如：碳標籤、減碳標籤、低碳循環建材等。



綠建材與各國建材標章

標章	產品分類	評定基準	施行策略
新加坡SGBP	所有項目	自主申請，不揭露	建材之碳排放屬於環保標章 (SGLS) 分類之一 (1. 建築材料：A. 水泥及混凝土製品 B. 磚 C. 瓷磚及陶瓷，15種子分類)
中國綠色建材產品分級認證	主結構與次結構產品	製造階段碳排、能耗量	2020年因應中國發展政策，認證制度基於 <u>生命週期評價</u> 方法，以「 <u>資源、能源、環境、品質</u> 」四大項目評定，從單一評定指標轉變為多維評定指標。
歐盟環保標章	實木、軟木和竹製地板材	製造階段能耗量	針對個別項目提出相關之全生命週期評定基準
德國藍天使標章	屋頂材料、外牆隔熱複合系統、戶外鋪面再生混凝土	產品碳足跡、產品環境影響關鍵指標	針對個別項目提出相關之評定基準，與建築碳排相關產品為近期頒布 (2019年後)
台灣綠建材標章	所有項目	鼓勵自主性揭露資訊	2024年，因應2050淨零排放之國家目標

台灣綠建材標章通則



綠
建
材
通
則

評 定 基 準

一般要求

- 環境保護
- 性能標準
- 安全規範

限制物質

- X 重金屬
- X 石棉
- X 放射線
- X 毒性物質
- X 管制品
- X 氯離子
- X PVC
- X TVOC與甲醛

生 態

健 康

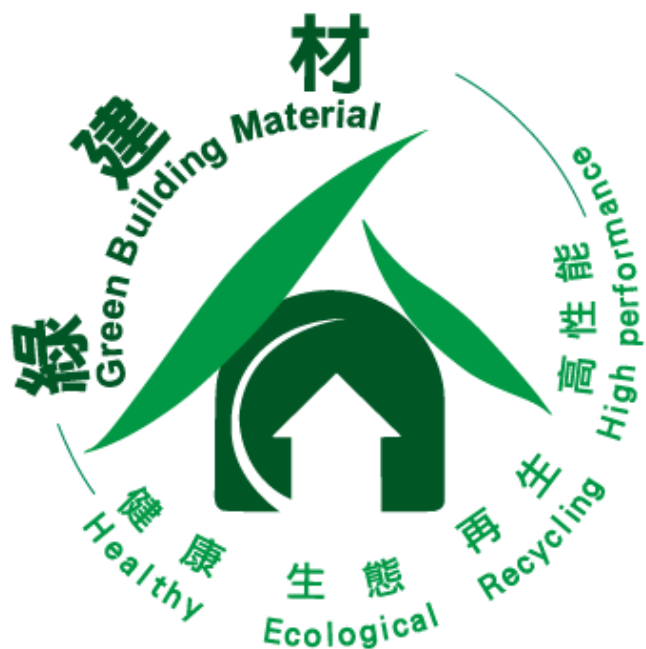
高 性 能

再 生

企業110年9月2日起『健康、生態、再生、高性能』4項台灣綠建材標章

已停止受理PVC類地材之申請

室內裝修應用台灣綠建材標章

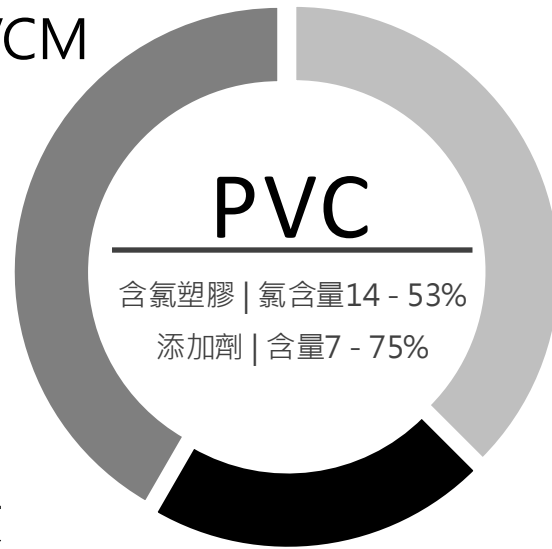


	台北市規定	其他縣市規定
須檢附綠建材文件以供審查	室內綠建材要求比例	室內綠建材要求比例
1.申請使用執照	√ 60%以上 (110年1月1日)	√ 60%以上 (110年1月1日)
2.申請建築物 室內裝修審查	√ 75%以上 (113年6月1日)	√ 60%以上 (110年1月1日)
3.申請變更使用執照	√ 60%以上 (110年1月1日)	√ 60%以上 (110年1月1日)

建案居室中 避免PVC (聚氯乙烯)地材的使用！

生產階段

氯 → EDC → VCM



廢棄階段

鹽酸、戴奧辛

使用階段

安定劑、塑化劑

相關物質	健康危害
氯氣	神經毒氣
氯乙烯	肝癌致癌物
鉛	降低智商、可能致癌物
鎘	傷腎、可能導致肺癌
戴奧辛	致癌物、荷爾蒙干擾素

塑膠地磚 - 符合性聲明

塑膠地磚自112年1月1日起實施強制檢驗

發布日期：2022/10/18

發布單位：秘書室

資料點閱次數：12724

為保障消費者權益，經濟部標準檢驗局已公告「塑膠地磚」為應施檢驗商品，自112年1月1日起實施進口及國內產製商品檢驗。

標準檢驗局表示，於109年與110年檢測市售50件塑膠地磚，結果有28件「塑化劑含量」不符合國家標準規定。因塑化劑為一種環境荷爾蒙，屬干擾生物體內分泌的化學物質，會使男性嬰幼兒雌性化，以及增加女性嬰幼兒罹患乳腺癌機率。為保護嬰幼兒安全，將自112年1月1日起實施塑膠地磚強制檢驗，對該類商品品質進行把關。



資料來源：

1. <https://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=102985&ctNode=8321&mp=1>
2. <https://wikibionome.com/環境荷爾蒙潛藏的危機>

112年1月1日起銷售給客戶的塑膠地板產品，均須依**符合性聲明法規**要求進行產品標示。

標準檢驗局說明，應施檢驗塑膠地磚範圍為「成分或材料包括聚氯乙烯塑膠之建築物地板用聚氯乙烯系地磚，**且以新料生產或未標示非供14歲以下兒童照護場所使用者**」，檢驗標準為CNS 8906「聚氯乙烯系地磚」，檢驗方式為符合性聲明。

【附圖】「商品檢驗標識」（圖例如下）



*14歲以下兒童照護場所的定義：
國中以下學校、安親班、托嬰中心、育幼院
(若醫院為[兒童醫院]也包含在內)

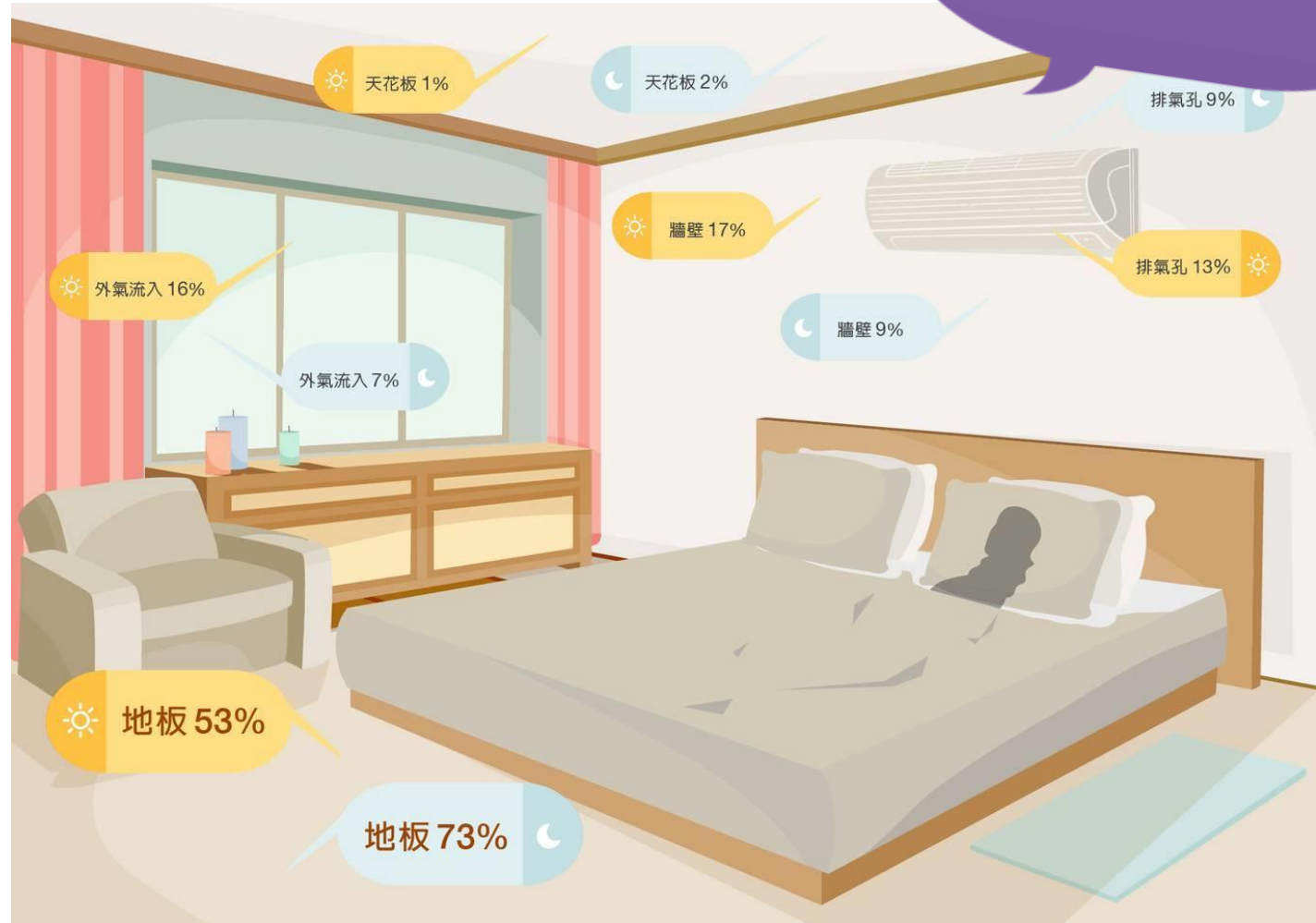
地材的重要性

在所有影響室內空氣品質的物件中，地板是對人體健康最有影響的建築材料。

根據日本長期病態建築症候群學者研究，
人站立時所吸入VOCs比例，地板佔 53 %
人睡眠時所吸入VOCs比例，地板佔 73 %



E1 甲醛釋出量 <0.05ppm



ESG 與 醫院永續發展

至2024年11月，已有96家醫療院所，整體病床數超過65,000床，簽署「醫院永續發展倡議書」，落實ESG

接軌世界趨勢 新北全面啟動醫療永續發展

◎ 發佈日期：2024-04-22

宣示全面落實永續發展，在新北市長侯友宜率領下，新北市12家醫院12日與台灣永續能源研究基金會(TAISE)同台，宣布啟動醫療永續發展，全面實踐ESG，承諾實踐淨零減排、提升醫院治理與社會共融，更將積極從核心本業推動淨零減排，進一步打造新北市為淨零永續的健康城市。



圖三、新北市長侯友宜(前排左8)、衛生局長陳潤秋(前排左7)率轄內12家大型醫院院長與TAISE董事長簡又新大使(前排右9)同台，共同宣布啟動新北醫療永續發展，承諾打造健康永續城市。

資料來源：<https://taise.org.tw/about.php?ID=71>

醫院永續發展倡議書

簽署名錄

累計簽約家數	簽署日期	醫療院所
1	2023-03-08	新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院
2	2023-03-13	臺北醫學大學附設醫院
3	2023-05-05	醫療財團法人徐元智先生醫藥基金會亞東紀念醫院
4-12	2023-05-18	長庚醫療財團法人暨所屬九大院區
13-19	2023-06-07	臺北市立聯合醫院總院與七院區
20	2023-06-27	高雄榮民總醫院
21-23	2023-07-01	臺中榮民總醫院與埔里分院、嘉義分院
24-28	2023-07-26	光田醫療社團法人光田綜合醫院與其分院
29-32	2023-08-09	高雄醫學大學體系醫院(四家)
33	2023-09-12	臺北榮民總醫院
34-36	2023-09-27	奇美醫療財團法人
37-42	2023-10-16	台灣基督長老教會馬偕醫療財團法人
43	2023-11-21	輔英科技大學附設醫院
44	2023-11-24	國立臺灣大學醫學院附設醫院
45	2023-12-12	衛生福利部 桃園醫院
46	2024-01-09	童綜合醫療社團法人 童綜合醫院
47	2024-01-09	彰化基督教醫療財團法人 彰基總院
48	2024-01-23	佛教慈濟醫療財團法人 花蓮慈濟醫院
49	2024-02-22	衛生福利部臺北醫院
50	2024-02-29	中山醫學大學附設醫院
51-64	2024-03-27	國防部軍醫局 國軍醫療體系
65	2024-03-28	衛生福利部雙和醫院
66-72	2024-04-12	新北市轄內醫院共十二家 (其中五家過去已簽署，本次新增七家，分別為：佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院、 新北市立聯合醫院、天主教耕莘醫療財團法人耕莘醫院、 輔仁大學學校財團法人輔仁大學附設醫院、國泰醫療財團法人汐止國泰綜合醫院、 行天宮醫療志業醫療財團法人恩主公醫院、天主教耕莘醫療財團法人永和耕莘醫院)
73-76	2024-05-30	國泰醫療體系
77	2024-07-05	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院
78-85	2024-07-19	澄清醫療體系

案例分享 – 雙和醫院

2024.11.16

2024 第一屆台灣健康永續獎 榜單揭曉

2024台灣健康永續獎 雙和新光登永續醫院典範

鼓勵各醫療院所善盡ESG責任，帶動各界共同關注健康永續議題，台灣永續能源研究基金會(TAISE)今年首度開辦「台灣健康永續獎」，共有30家醫院報名角逐，歷經嚴格評選，由衛生福利部雙和醫院(委託臺北醫學大學興建經營)及新光醫院獲得年度典範醫院。

另外，臺北醫學大學附設醫院、臺中榮民總醫院、高雄市立小港醫院(委託高雄醫學大學經營)、花蓮慈濟醫院也分別獲得績優醫院；花蓮慈濟醫院院長林欣榮還獲得傑出永續人物獎。

TAISE董事長簡又新說明，為了推動醫療體系永續發展與淨零轉型，基金會自去年三月起積極與各醫院聯繫，透過簽署永續倡議，公開宣示健全醫院治理、環境永續並發揮社會影響力，不到兩年得到98家醫院響應，年底將達成百家里程碑。為了帶動各醫院正向成長，因而舉辦「台灣健康永續獎」，藉由評比引領醫院盤點自身作為與標竿學習。

分析這98家醫院，各院總病床數達到65,276床，約佔我國各級醫院病床總數47%，其中23家為醫學中心，82%醫學中心都已經承諾，將從自身醫院治理出發，以行動支持健康永續發展，共同往淨零目標前進。

歐盟建築實施循環改造行動預估效益

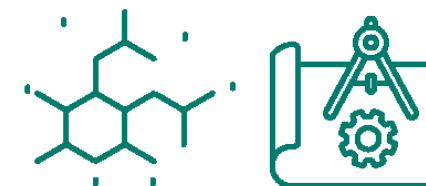
- 模擬2022年至2050年期間循環改造行動的材料累積節省量和溫室氣體排放量



建材延壽

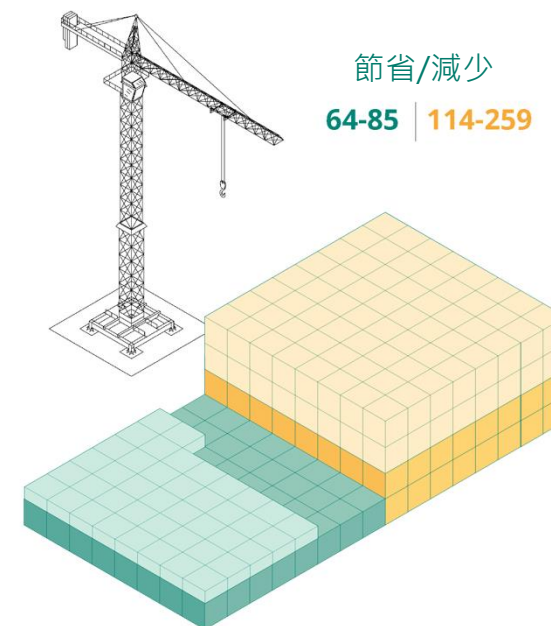
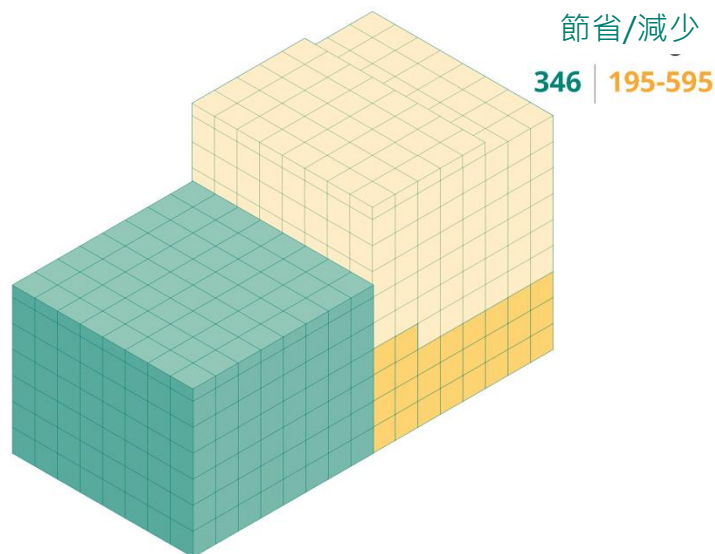
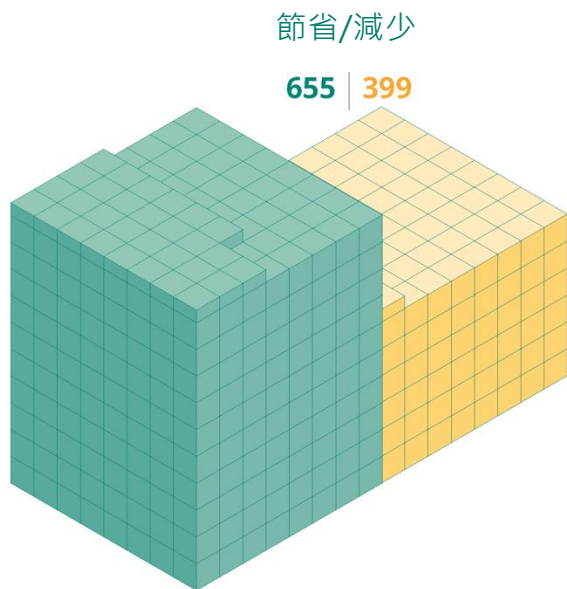


減少原材料消耗

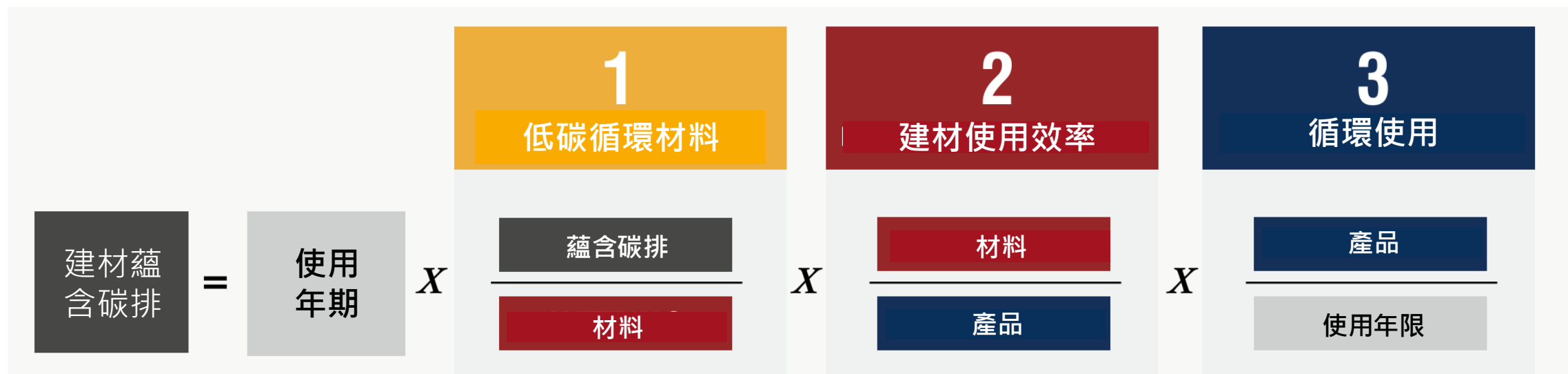


引用新型綠色材料

材料(百萬噸)
溫室氣體
(百萬噸二
氧化碳當量)



建材在建築全生命週期減碳的三個面向

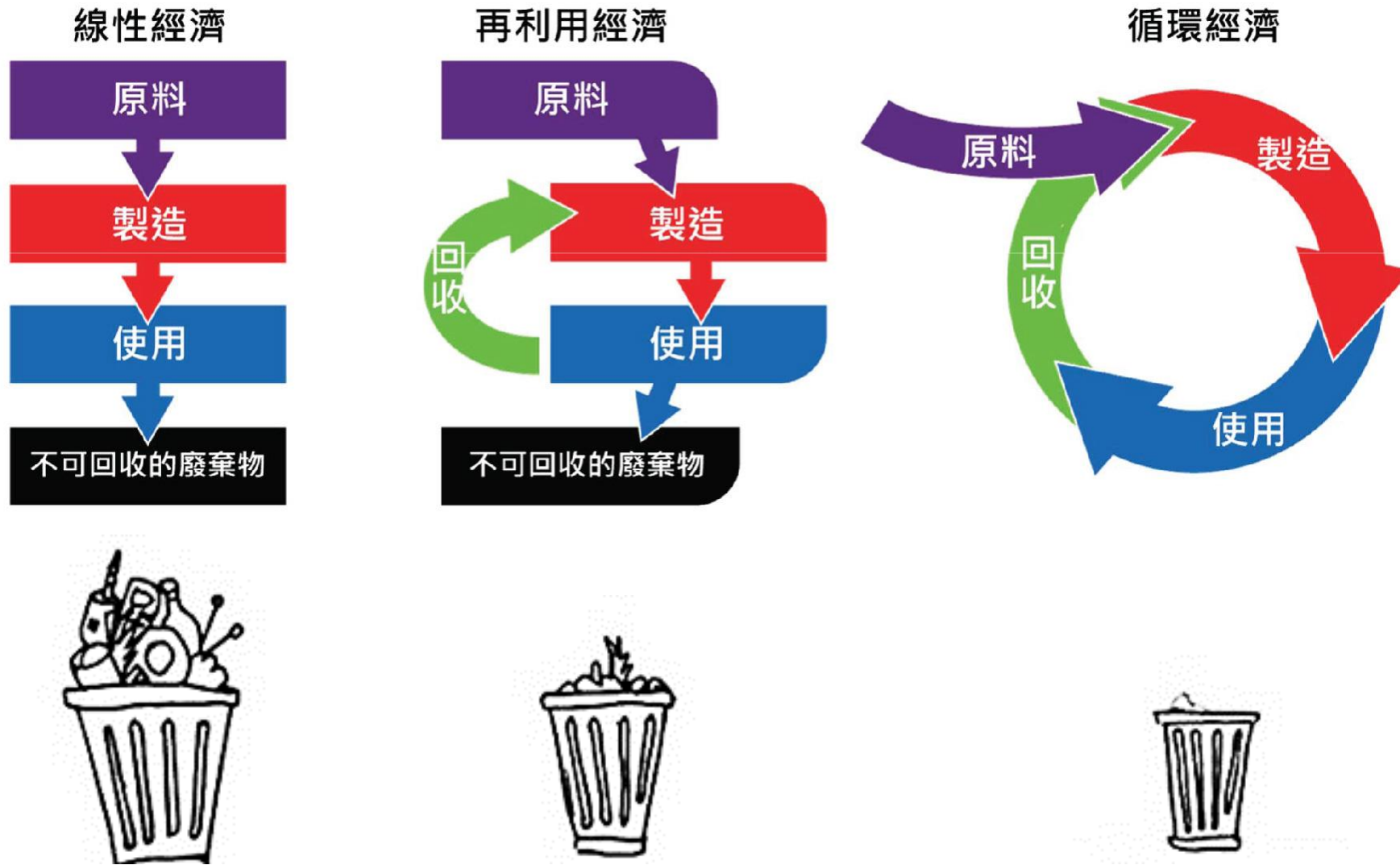


- 選用更低的材料碳排
- 材料可回收再利用

- 減少原材料需求
- 提升生產過程效率
- 可重複使用的元件
- 設計階段減少材料使用

- 較少的產品可以達到同樣服務品質與效益
- 更高的使用率
- 延長產品生命週期

什麼是循環經濟？

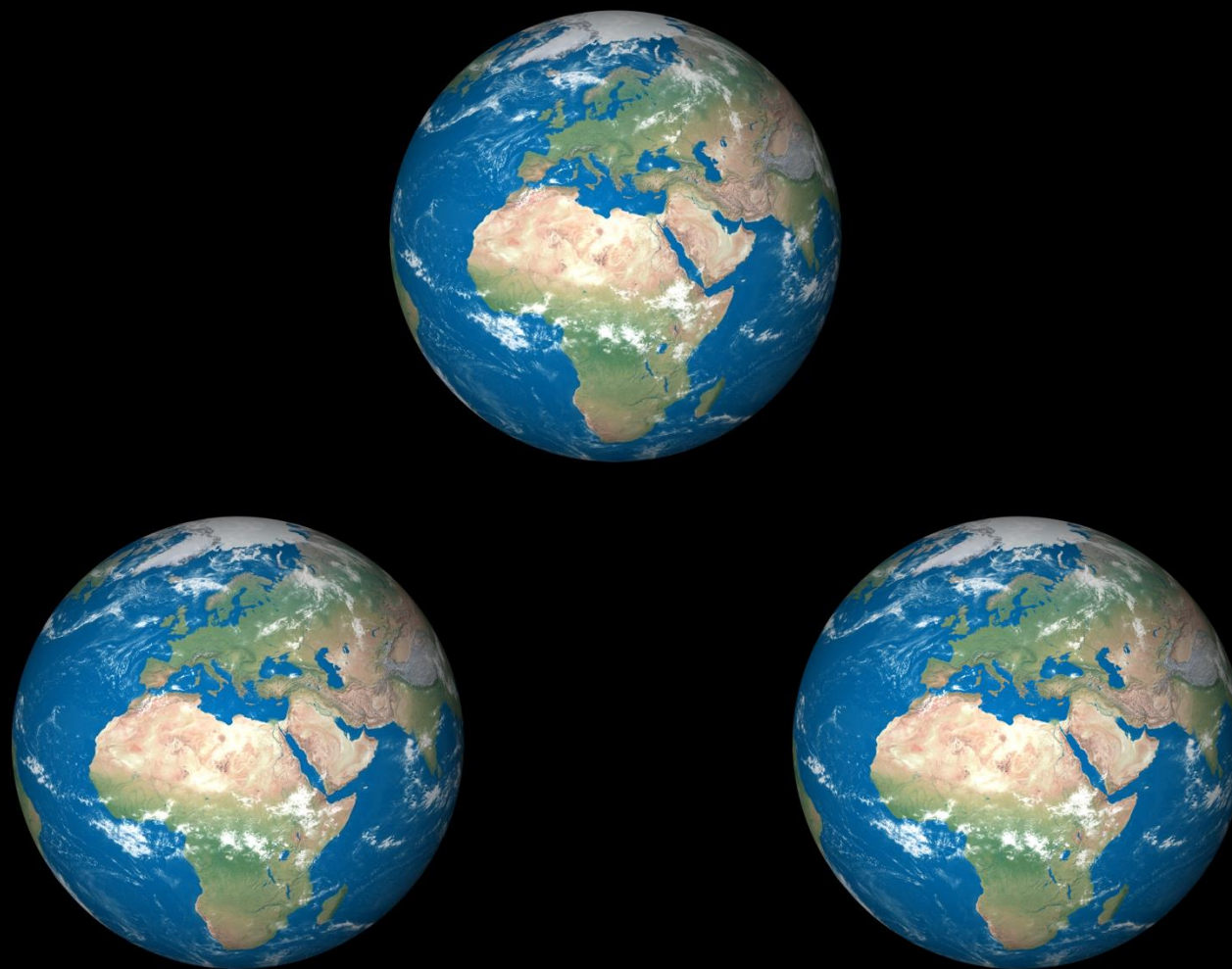



《循環差距報告》分析

地球的自然資源循環度
只有8.6%




如果到2050年全球人口達到96億，要維持現有生活習慣，
需要相當於三個地球的面積。



A large pile of construction waste, including wood, metal, and plastic, with a hydraulic excavator in the background.

根據內政部國土管理署統計資料，

2022年台灣產生
約1,230萬公噸營造廢棄物

The image shows an industrial facility, likely a steel mill, silhouetted against a bright sunset sky. A tall smokestack on the left is emitting a large plume of white smoke that rises into the air. In the foreground and middle ground, there are various industrial structures, including conveyor belts and scaffolding. Several high-voltage power lines with lattice towers stretch across the scene from the right towards the center. The overall atmosphere is one of industrial activity during the 'golden hour' of sunset.

營建廢棄物三大社會成本 (1) 空污 (2) 耗能 (3) 碳排

圖片來源：ENVATO

搖籃到搖籃設計，落實循環材料

ShawContract®

re[TURN]™ 全球地毯循環計劃



觀看相關影片

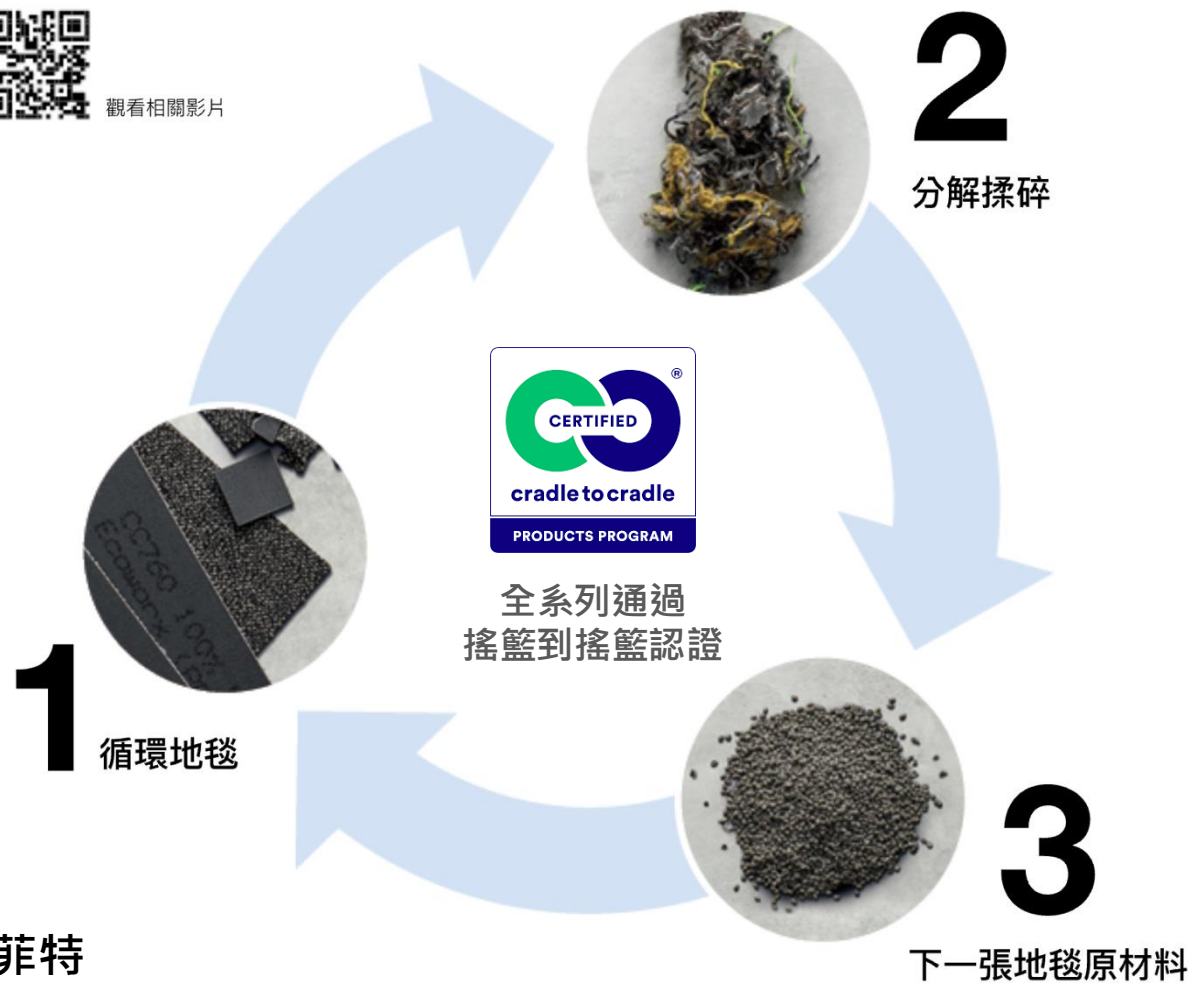
Shaw Contract 為美國股神華倫巴菲特100%全資子公司

美國Shaw 地毯能同級回收，
減少因焚化廢棄地毯帶來的空污、耗能、碳排

由Shaw的台灣總代理太格執行台灣地區的免費回收，
僅需要拆除及內陸運費，
不需要負擔地毯垃圾處理費用



美國華倫·巴菲特



減少垃圾廢棄物

減少開採新的自然資源

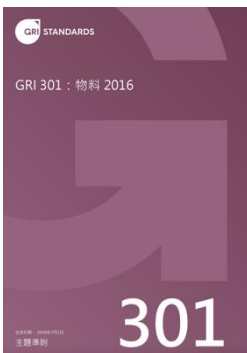
減少碳排的循環建材

**KEEPS MATERIAL OUT OF
THE LANDFILL**

**AVOIDS THE NEED FOR
AS MANY VIRGIN
RAW MATERIALS**

**CREATING A PRODUCT
WITH A LOWER EMBODIED
CARBON FOOTPRINT**

循環材料連結GRI



1. GRI 301: Materials

- **GRI 301-1 原材料的使用量**：要求報告使用原材料的數量和重量，尤其是再生或可回收材料的使用量。
- **GRI 301-2 回收原材料的使用**：報告回收或再生材料在公司產品中的比例。
- **GRI 301-3 產品和包裝材料的回收**：要求報告公司如何鼓勵產品和包裝材料的回收。



2. GRI 306: Waste

- **GRI 306-2 廢棄物管理**：透過減少、再利用、回收材料的策略以減少廢棄物產生量。組織為預防其於自身營運活動及價值鏈上/下游產生廢棄物，以及為管理廢棄物產生的顯著衝擊所採取的行動（包含循環措施）。
- **GRI 306-4 廢棄物的處置移轉**：循環材料支持廢棄物的回收與再利用，為廢棄物作再使用準備、再生利用及其他回收作業。

建材的永續解方

固碳

ENVIRONMENTAL

健康

SOCIAL

循環

GOVERNANCE



健康 · 永續

讓我們走得更遠



semi 太格新官網

• [台北 Taipei office](#)
02-8601-9259

• [台中 Taichung office](#)
04-2422-8185

• [烏日高鐵特區 Showroom](#)
04-2322-8700

• [斗南倉儲中心 Warehouse](#)
05-595-4126

• [高雄 Kaohsiung office](#)
07-373-5027