

# 氣候變遷 減緩與調適之介紹

環興科技股份有限公司

陳啟明 博士

# 簡報大綱

- 名詞定義
- 國內氣候變遷減緩
- 國內氣候變遷調適
- 國外氣候變遷減緩與調適
- 減碳計算工具及案例



# 名詞定義

# 名詞定義

- 永續發展

- 「永續發展」一詞最早是由「國際自然及自然資源保護聯盟」、「聯合國環境規劃署」、及「世界野生動物基金會」三個國際保育組織，於1980年出版之「世界自然保育方案」報告中提出。
- 1987年，聯合國世界環境與發展委員會(WCED)，發表「我們共同的未來」報告，將永續發展定義為：「能滿足當代需求，同時不損及後代子孫滿足其本身需求的發展」。
- 「永續發展」應包含公平性(Fairness)、永續性(Sustainability)、及共同性(Commonality)三個原則；就社會層面而言，主張公平分配，以滿足當代及後代全體人民的基本需求；就經濟層面而言，主張建立在保護地球自然系統基礎上的可持續經濟成長；就自然生態層面而言，主張人類與自然和諧相處。

# 名詞定義

- 氣候變遷

- 在可比對時期內，所觀測到的自然氣候變化之外的氣候特徵，並可直接或間接歸因於人類活動，所導致大氣成分改變所引來之氣候變化。



# 名詞定義

- 調適

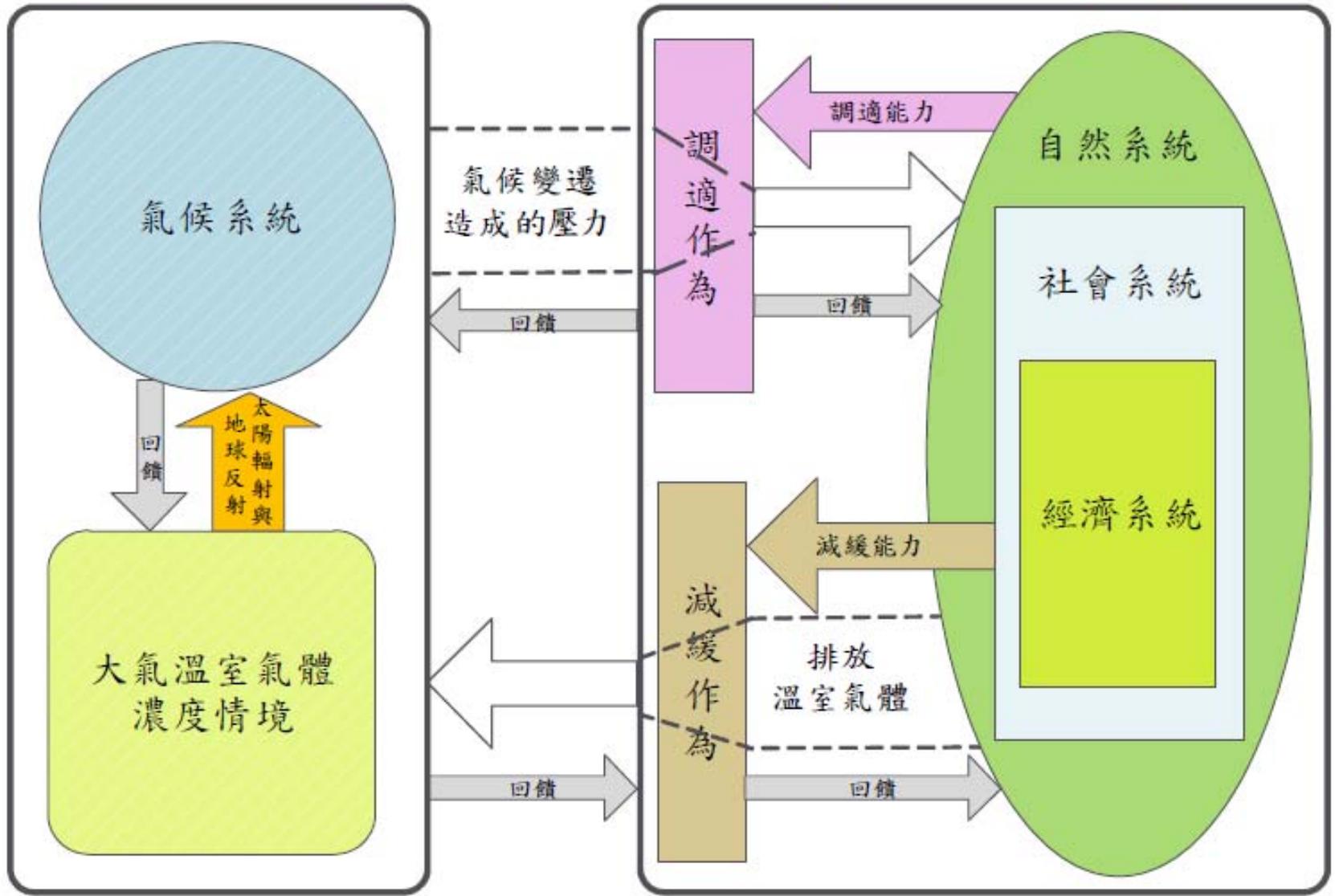
- 為了適應氣候變遷所帶來的衝擊，在無法改變氣候變化的趨勢下時，自然或人類系統在實際或預期的氣候演變刺激下，所採取的一種調整適應手段，這種調適手段會降低氣候變遷的危害影響得到緩解，並可能創造各種有利機會。

- 減緩

- 為了降低氣候變遷可能帶來的衝擊，也就是採取節能低碳的策略，並包括綠色能源與固碳等手段，儘量減少溫室氣體的排放量，進而減緩地球暖化，來降低氣候變遷的影響。

# 氣候面向

# 永續發展面向



# 國內氣候變遷減緩

# 國內氣候變遷減緩

- 環保署於2008年1月10日成立「溫室氣體減量管理辦公室」；另於同年8月擴大組織編制成立「溫減管理室」，負責執行氣候變遷及溫室氣體管理相關政策法規研擬、跨部會整合協調、產業盤查、全民減碳行動推廣、擴展國際參與等相關工作。



# 國內氣候變遷減緩

- 環保署綠色生活網(EcoLife)節能減碳全民行動網

網站地圖 Eco Life清淨家園顧惜綠色生活網 累計瀏覽人數：17140051 今日瀏覽人數：8028

簽署減碳人數 我要簽署  
本年 月 10883 人  
累計至今 1852684 人

## COOLER

2012年「低碳綠市集 生活好EASY」世界環境日綠市集活動邀請大

兒童區 English

首頁 搜尋 自我檢核 用水用電 活動紀事 統計排行 特別企劃 文章 好康區 日誌 其他 知識庫 相關連結

註冊/登入  
帳號：  
密碼：  
登入  
新註冊 忘記密碼

### 100年節能減碳評比成果出爐

大型活動  
新聞  
活動  
多媒體

「100年度縣市、鄉鎮市區及村里動員節能減碳績效評比」成績出爐囉！感謝所有參與單位對減碳工作所奉獻的心力與全民的支持，讓我們一起攜手打造低碳、永續的家園！欲查詢各單位評比成果，點選此處前往查詢。

熱門： 低碳上班日 搶救冰冰大作戰 減碳文宣分享 低碳家園

Google™ 自訂搜尋 搜尋

### 佈告欄

101年度評比專區

建國百年 減碳新家園

節能減碳 學習平台

全國機關、學校推動 蔬食日成果

節能減碳宣導 成果專輯

全部  
節能減碳  
資源循環  
去污保育  
整潔美化  
其它

訂閱E-Cooler 酷樂電子報

Android

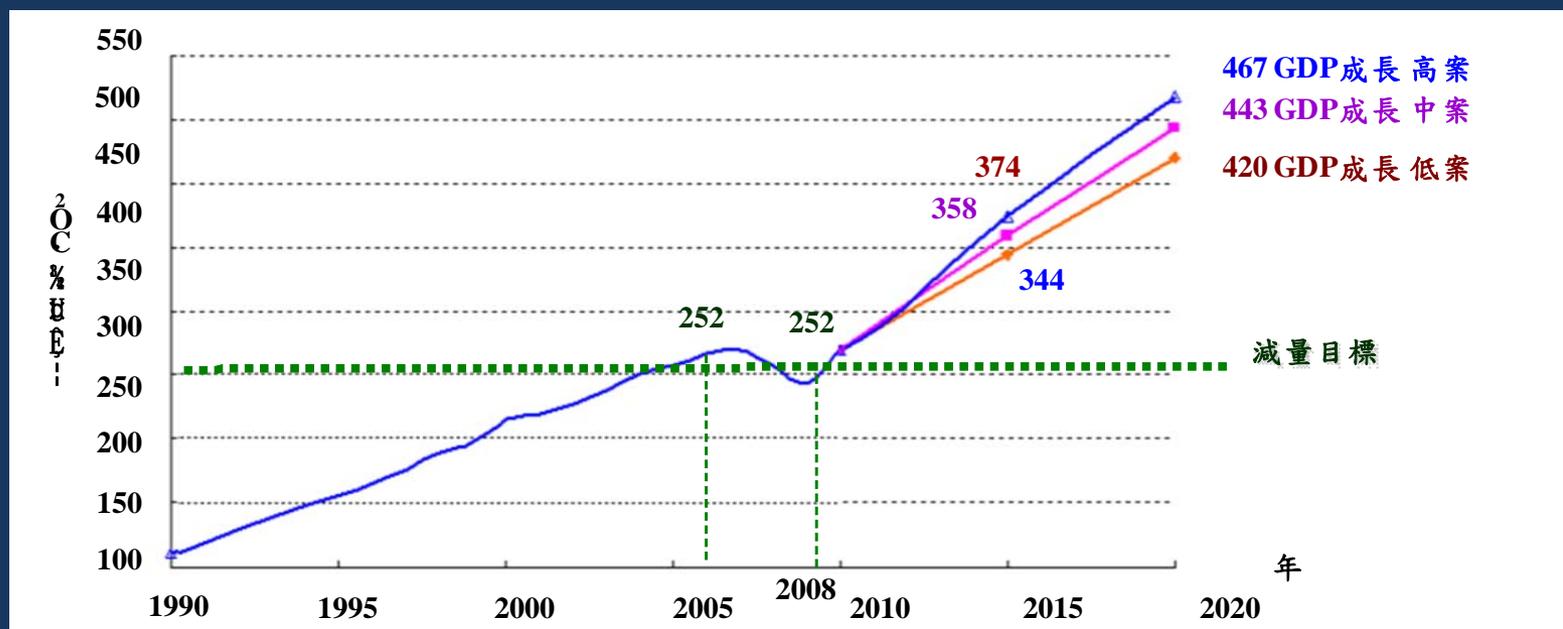
歷年評比績效 家庭能源管理 用水診斷 減碳行為計算 減碳計算機

### 地方歷年節能減碳績效

Cooler

# 國內氣候變遷減緩

- 自主性訂定減碳目標
  - 短程：2020年間排放量回歸2005年水準
  - 中程：2025年排放量回歸2000年水準
  - 長程：2050年排放量回歸2000年水準50%



# 國內氣候變遷減緩

## 我國推動節能減碳之戰略目標

(一)

因應全球趨勢  
發展低碳經濟  
規劃我國低碳  
社會之藍圖

(二)

化危機為商機  
推動低碳科技  
創造綠色就業  
機會

(三)

推動低碳能源科技  
發展再生能源  
減少化石燃料需求  
提昇我國能源安全

(四)

提出國家  
適當減緩行動  
宣示我國因應  
國際公約意願  
避免遭受抵制

### 臺灣溫室氣體減量目標與期程

短程：於2020年將二氧化碳排放量回到2005年水準

中程：於2025年將二氧化碳排放量回到2000年水準

支持哥本哈根協議作為

對外宣示2020年  
將GHG排放總量  
比BAU減少至少30%

# 國內氣候變遷減緩

## 國家溫室氣體適當減緩行動 Nationally Appropriate Mitigation Actions

### 建構 法制基礎

優先推動「**溫室氣體減量法**」立法工作，作為本方案之核心要素，並結合「**能源管理法**」、「**再生能源發展條例**」、「**能源稅法(草案)**」等相關法令，奠定依法行政基礎。

### 落實 部門減量

推動部門別溫室氣體排放減緩措施，藉由從下而上的方式，推估其減量成本，以推行優先減緩措施，落實具體行動。

### 善用 市場機制

適時反映能源成本及減碳支出，促使能源價格合理化；推展總量管制及排放交易、碳權抵換交易等機制，使責任業者以最高成本效益方式執行減碳工作

### 強化 教育宣導

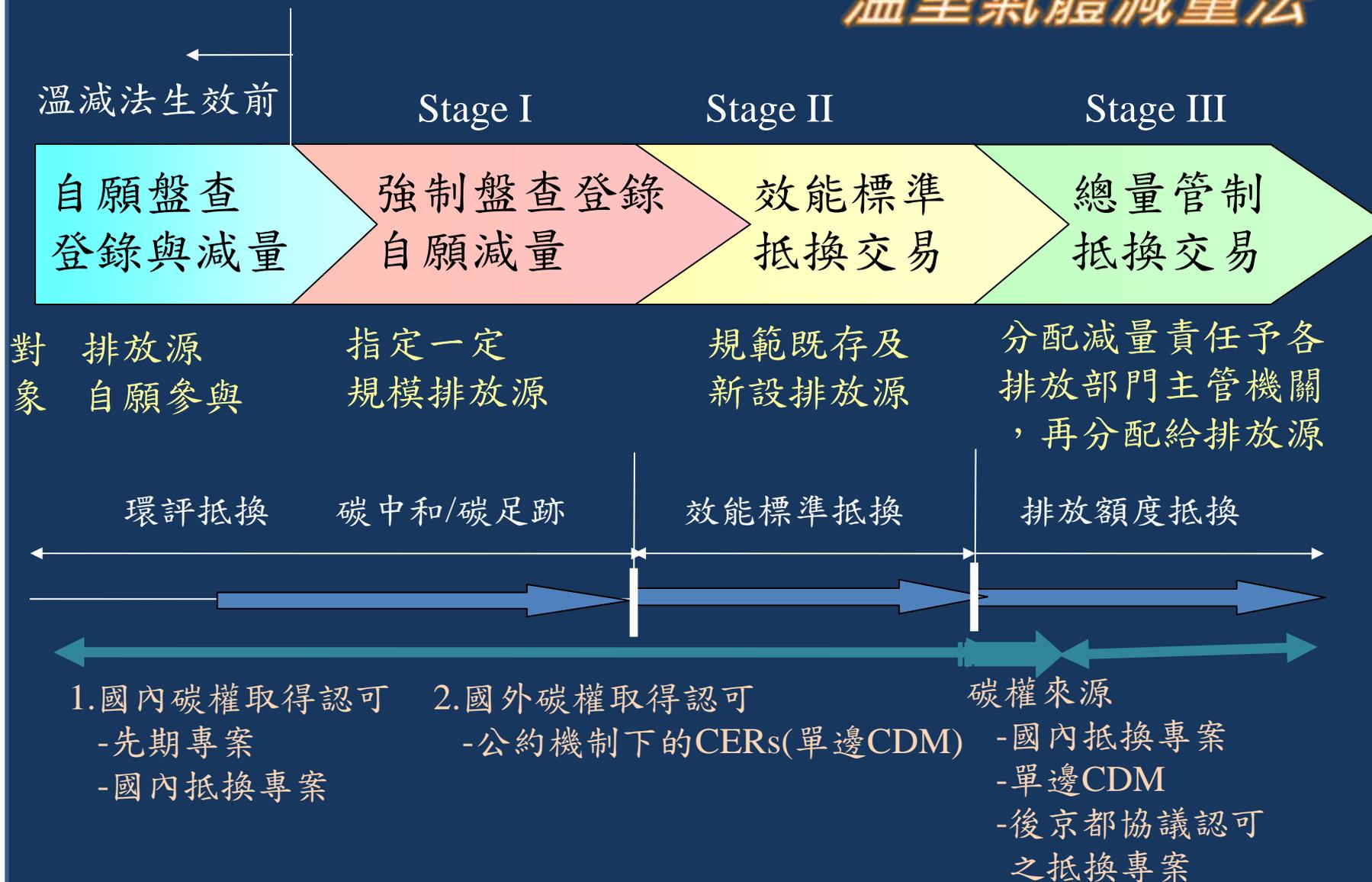
凝聚公民意識，扎根氣候變遷環境教育，推行節能減碳新生活運動。

### 促進 國際合作

積極拓展國際氣候變遷合作交流，參酌各國成功溫減制度經驗、低碳技術及綠能科技、大氣觀測/風險管理/衝擊調適等作為，提昇我國能力建構。

# 國內氣候變遷減緩

## 溫室氣體減量法



# 國內氣候變遷減緩

## 再生能源發展條例

- 再生能源獎勵補助
- 達成能源結構改變

## 能源稅條例(草案)

- 源頭徵收
- 達成消費行為改變
- 促進能源價格合理化

## 法制基礎

## 能源管理法

- 能效標準
- 管理能源使用總量
- 能源開發技術研究節能技術獎勵補助

## 溫室氣體減量法(草案)

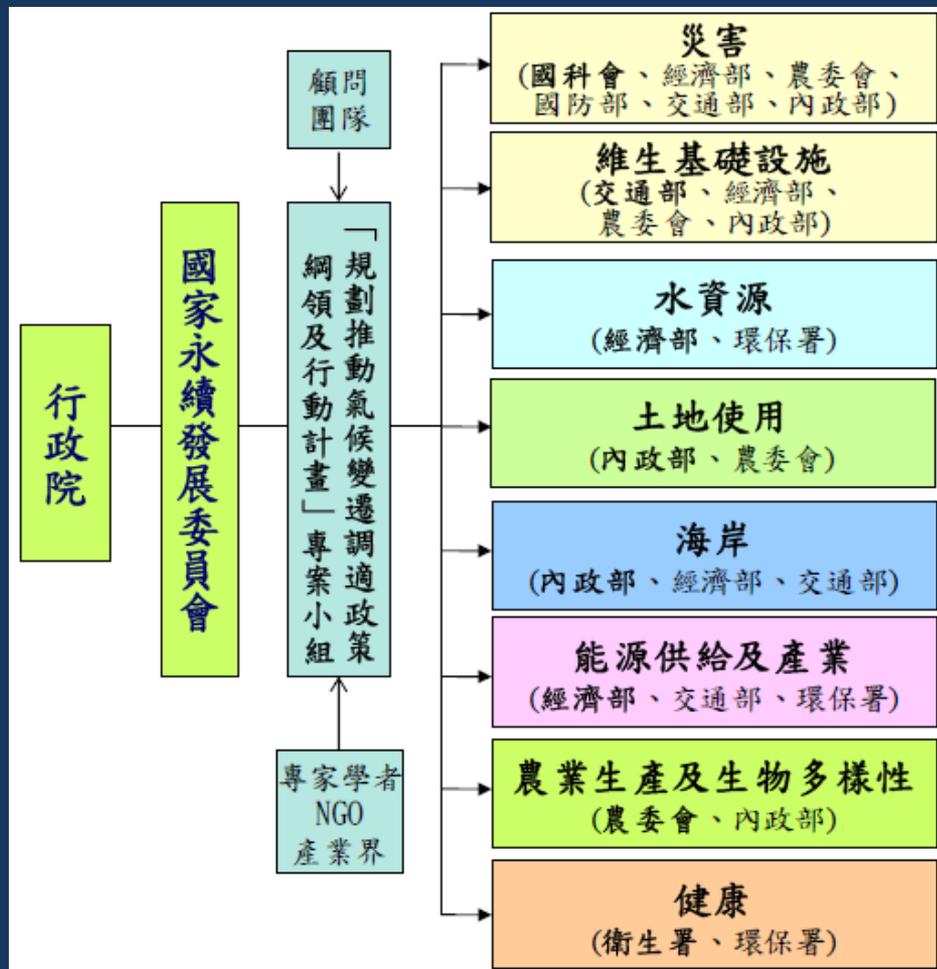
- 鼓勵先期自願減量
- 國家溫室氣體減量推動方案(含減量目標)
- 排放量管理
- 效能標準
- 總量管制與交易
- 綠色採購及教育宣導

# 國內氣候變遷調適

# 國內氣候變遷調適

## ● 國家調適工作架構

8大領域



# 國內氣候變遷調適

## 國家氣候變遷調適政策綱領

### 政策 願景

建構能適應氣候風險的永續臺灣

### 政策 原則

1. 政策與機制之整合
2. 預防、安全與效率並重
3. 前瞻思維與無悔策略
4. 調適與減緩兼顧
5. 調適應以生態系統為基礎
6. 人人有責、夥伴參與及合作
7. 考量弱勢族群與不同性別之需求
8. 全民素養與能力之提升
9. 國際合作



# 國內氣候變遷調適

## 國家氣候變遷調適政策綱領

總體  
調適  
策略

一

落實國土規劃與管理

二

加強防災避災的自然、社會、經濟體系之能力

三

推動流域綜合治理

四

優先處理氣候變遷的高風險地區

五

提升都會地區的調適防護能力

～以下介紹8大領域之總目標與調適策略～

# 國內氣候變遷調適

## 災害領域

### 總 目標

經由災害風險評估與綜合調適政策推動，降低氣候變遷所導致之災害風險，強化整體防災避災之調適能力

### 調適 策略

1. 推動氣候變遷災害風險調查與評估及高災害風險區與潛在危地區的劃設。
2. 加速國土監測資源與災害預警資訊系統之整合及平台的建立，以強化氣候變遷衝擊之因應能力。
3. 檢視、評估現有重大公共工程設施之脆弱度與防護能力，並強化災害防護計畫。
4. 重大建設與開發計畫應重視氣候變遷衝擊。
5. 推動流域綜合治理，降低氣候風險。
6. 強化極端天氣事件之衝擊因應能力，推動衝擊與危險地區資訊公開、宣導、預警、防災避災教育與演習。

# 國內氣候變遷調適

## 維生基礎設施領域

### 總 目標

提升維生基礎設施在氣候變遷下之調適能力，以維持其應有之運作功能，並減少對社會之衝擊。

### 調適 策略

1. 既有法令與相關規範之落實與檢討修訂以強化設施的調適能力。
2. 建立設施安全性風險評估機制及生命損失衝擊分析模式。
3. 擬定落實維生基礎設施分等級之開發與復建原則。
4. 落實維生基礎設施維修養護，以提昇其於氣候變遷作用下之調適能力。
5. 加強各管理機關協調機制與產業、學術界資源之整合，以因應氣候變遷之衝擊。
6. 提升維生基礎設施營運維護管理人力素質及技術。
7. 建置維生基礎設施營運管理資料庫及強化監測作業。
8. 研發基礎設施之氣候變遷調適新技術。



# 國內氣候變遷調適

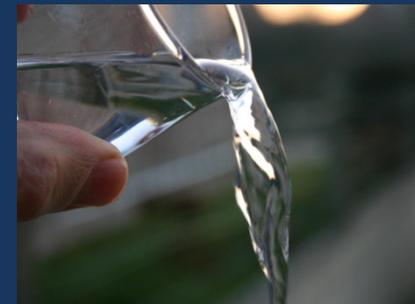
## 水資源領域

### 總 目標

在水資源永續經營與利用之前提下，確保水資源量  
供需平衡。

### 調適 策略

1. 水資源永續經營與利用為最高指導原則，並重視水環境保護工作。
2. 由供給面檢討水資源管理政策以促進水資源利用效能。
3. 建立區域供水總量資訊，並由需求面檢討水資源總量管理政策以促進水資源使用效益。
4. 以聯合國推動之水足跡（water footprint）概念促進永續水資源經營與利用。



# 國內氣候變遷調適

## 土地使用領域

### 總 目標

各層級國土空間規劃均須將調適氣候變遷作為納入相關的法規、計畫與程序。

### 調適 策略

1. 將環境敏感地觀念落實在國土保育區的劃設與管理。
2. 因應氣候變遷，加速與國土空間相關計畫之立法與修法。
3. 建立以調適為目的之土地使用管理相關配套機制。
4. 定期監測土地使用與地表覆蓋變遷，並更新國土地理資訊系統資料庫。
5. 提升都市地區之土地防洪管理效能與調適能力。
6. 檢討既有空間規劃在調適氣候變遷之缺失與不足。

# 國內氣候變遷調適

## 海岸領域

### 總 目標

保護海岸與海洋自然環境，降低受災潛勢，減輕海岸災害損失。

### 調適 策略

1. 強化海岸侵蝕地區之國土保安工作，防止國土流失與海水入侵，並減緩水患。
2. 保護及復育可能受氣候變遷衝擊的海岸生物棲地與濕地。
3. 推動地層下陷地區地貌改造及轉型。
4. 因應氣候變遷的可能衝擊，檢討海岸聚落人文環境、海洋文化與生態景觀維護管理之工作體系。
5. 建置海岸與海洋相關監測、調查及評估資料庫，並定期更新維護。
6. 海岸地區從事開發計畫，應納入海平面上升及極端天氣狀況評估，同時檢討建立專屬海岸區域開發的環境影響評估與土地開發許可作業準則之可能性。

# 國內氣候變遷調適

## 能源供給及產業領域

### 總 目標

發展能夠因應氣候變遷的能源供給與產業體系。

### 調適 策略

1. 建構降低氣候風險及增強調適能力的經營環境。
2. 提供產業因應能源及產業氣候變遷衝擊之支援。
3. 掌握氣候變遷衝擊所帶來的新產品及服務。
4. 加強能源與產業氣候變遷調適之研究發展。
5. 通盤檢討能源、產業之生產設施與運輸設施之區位及材料設備面對氣候變遷衝擊的適宜性。



# 國內氣候變遷調適

農業生產及生物多樣性

## 總 目標

發展適應氣候風險的農業生產體系與保育生物多樣性。

## 調適 策略

1. 依風險程度建構糧食安全體系。
2. 整合科技提升產業抗逆境能力。
3. 建立多目標與永續優質之林業經營調適模式，並推動綠色造林。
4. 建立農業氣象及國內外市場變動之監測評估系統。
5. 強化保護區藍帶與綠帶網絡的連結與管理。
6. 減緩人為擾動造成生物多樣性流失的速度。
7. 強化基因多樣性的保存與合理利用。
8. 強化生物多樣性監測、資料收集、分析與應用，評估生物多樣性脆弱度與風險。

# 國內氣候變遷調適

## 健康領域

### 總 目標

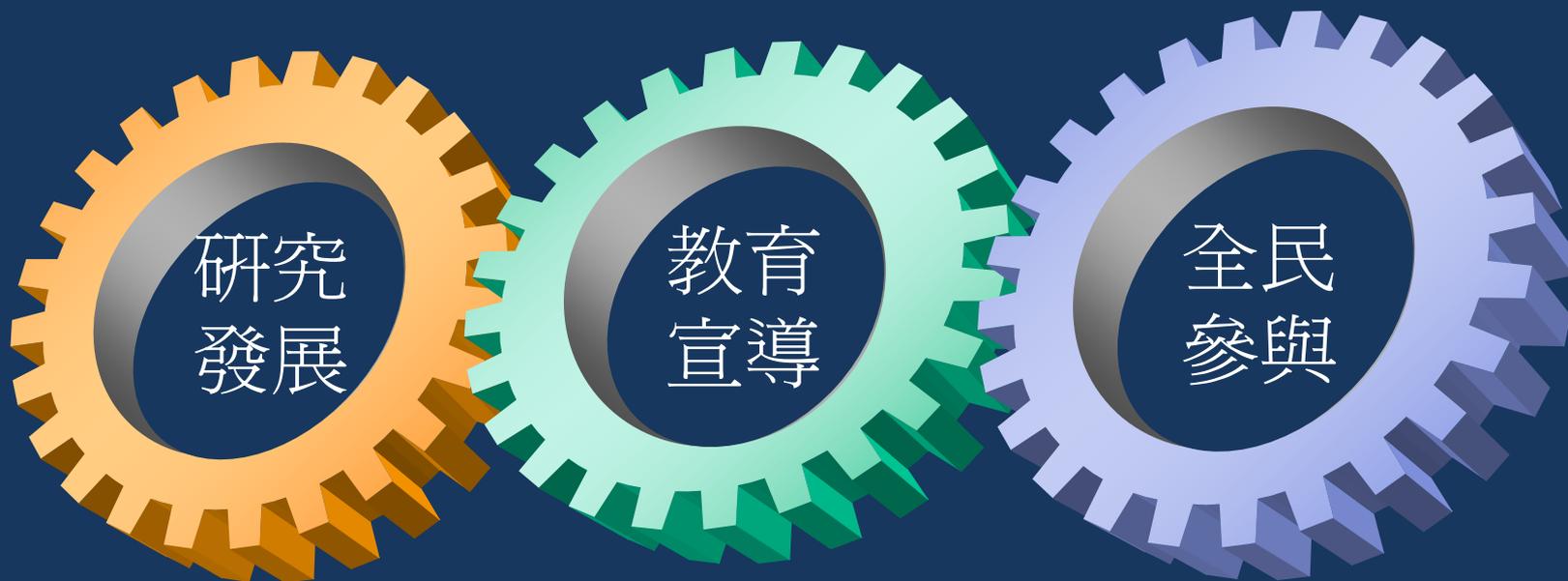
有效改善環境與健康資訊彙整體系，以提升全民健康人年，希望降低每五年氣候變遷相關之失能調整人年5%。

### 調適 策略

1. 強化法令施行之效能。
2. 增進環境與健康相關部門之績效與分工。
3. 落實各級單位之防災防疫演練。
4. 強化氣候變遷教育與災後防疫知能。
5. 持續進行健康衝擊與調適評估。
6. 擴大疾病相關評估相關資料庫之匯併。
7. 強化監測系統之建置與維護。

# 國內氣候變遷調適

- 氣候變遷所引發的問題，已成為跨國際、跨區域、每個人最切身的議題，每個人都應對此議題有深刻的了解，並貢獻一己之力。惟有全民共同參與及投入因應氣候變遷的減緩與調適工作，方可能避免氣候變遷衝擊所可能引發的生存危機。



# 國外氣候變遷減緩與調適

# 國外氣候變遷減緩與調適

- 京都議定書

- 附件一國家：在2008至2012年內排放量從1990年水準至少減少5%

- 後京都議定書時期

- 2011南非德班COP 17
- 京都議定書第二承諾期至少到2017年
- 啟動「綠色氣候基金」融資機制的運作，協助開發中國家因應氣候變化可能造成的衝擊，並改善其國內的降低碳排放之技術
- 預定在2015年前制訂一個涵蓋世界主要經濟體（美、中、印等國）的新國際碳排放規範

# 國外氣候變遷減緩與調適

## 京都議定書三機制

排放  
交易

Emission Trading：已開發國家，將其超額完成減排義務的指標，以貿易的方式轉讓給另外一個未能完成減排義務的發達國家

CDM

清潔發展機制：已開發國家通過提供資金和技術的方式，與開發中國家開展項目級的合作，通過項目所實作品的「經核證的減排量」，簡稱 CER

聯合  
履行

Joint implementation：已開發國家通過以技術和資金投入的方式與另外一個已開發國家合作實施具有溫室氣體減排或具有吸收溫室氣體的項目

# 國外氣候變遷減緩與調適



# 國外氣候變遷減緩與調適

- 目前持續執行中之重要調適工作...

坎昆調適架構  
Cancun Adaptation Framework

奈洛比工作計畫  
Nairobi work programme

國家調適計畫方案  
national adaptation programmes of action,  
NAPAs



# 國外氣候變遷減緩與調適

英國 

## 氣候變遷法(Climate Change Act)

- 目標：2020年之前減少溫室氣體排放26%，  
2050年之前減少80%
- 氣候變遷委員會
- 碳交易機制
- 氣候變遷之衝擊與調適
- 其他規定



## 氣候變遷稅(Climate Change Act)

- 課稅類別：天然氣、電力、液化石油氣、燃煤、褐煤、焦炭等
- 免稅：再生能源(太陽能、風力)發電及優良汽電共生系統料

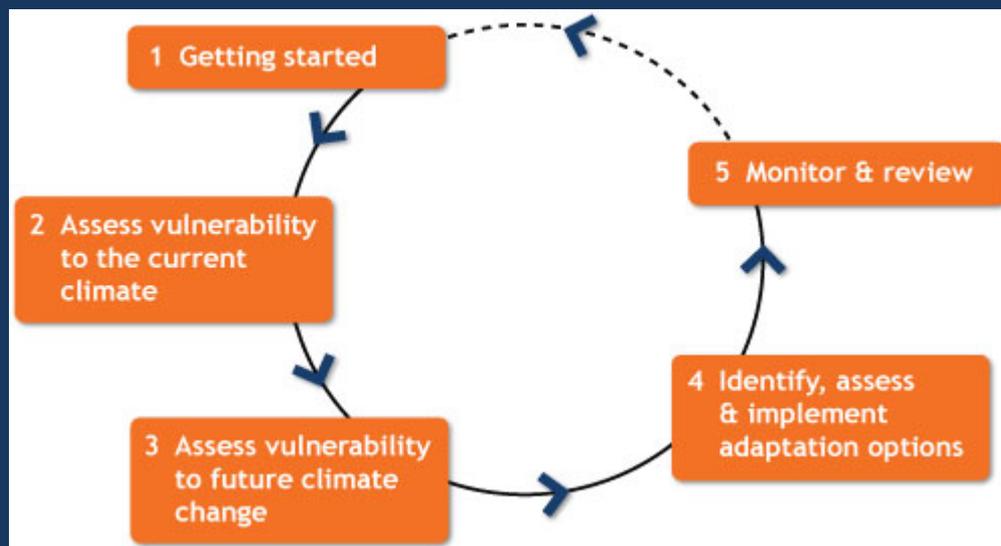
# 國外氣候變遷減緩與調適



- UKCIP

- 「英國氣候衝擊研究計畫 (UK Climate Impacts Programme, UKCIP)」，研究氣候變遷對國家社經、環境之衝擊，並負責提供工具與方法，協助各單位採取調適行動。

UKCIP  
Adaptation Wizard



# 國外氣候變遷減緩與調適



## 地球溫暖化對策推進本部

本部長

內閣總理大臣

副本部長

內閣官房長官、環境大臣、經濟產業大臣

本部員  
(七大臣)

國土交  
通大臣

環境  
大臣

經濟產  
業大臣

農林水  
產大臣

厚生勞  
動大臣

文部科  
學大臣

外務  
大臣

# 國外氣候變遷減緩與調適

日本



氣候變動への賢い適応（氣候變遷下的聰明調適）

1. 促進區域性脆弱度的評價
2. 早期預警系統的引用
3. 依據不同層面的策略活用
4. 觀測結果的有效利用以確保調適策略的導入
5. 調適策略的主流化
6. 重視氣候變遷的緩和策略對環境
7. 社會經濟帶來的相乘效應
8. 改善整個社會對保險等經濟系統的調適能力
9. 相關組織的聯合與合作體制的建立
10. 人才的培育

# 減碳計算工具及案例

# 減碳計算工具及案例

建築工程類

	評估系統	評估工具	指標	得分級距	最低標準
英國	<b>BREEAM</b> (前身為官方研究機構-英國建築研究所)	法院、學校、高等教育機構、工業建築、醫療機構、辦公大樓、零售業、監獄、複合住宅...等	管理、健康與福利、能源、運輸、水、材料、廢棄物、土地使用與生態、污染、創新 共48小項	未通過<30% 通過≥30% 好≥45% 很好≥55% 優秀≥70% 傑出≥85%	五等級均有最低標準
美國	<b>LEED</b> (民間發起-美國綠建築協會)	獨立住宅、社區開發、商業室內、核心與外殼、新建築、學校、醫療、商業、既有建築...等	永續基地開發、用水效率、能源與大氣環境、材料與資源、室內環境品質、創新設計、區域優先 共58小項( <b>LEED</b> 為直接得分非加權)	通過40-49分 銀級50-59分 金級60-79分 白金級80分以上	需符合「必要條件」
日本	<b>CASBEE</b> (政府輔導建立-日本綠建築協會)	新建築、既有建築、更新建築、獨立住宅、臨時建築、區域開發...等	Q環境品質：Q1室內環境、Q2服務品質、Q3基地內外部環境 環境負載：L1能源、L2資源與材料、L3基地內外環境 共55小項	BEE = Q/L S : $3 \leq BEE, Q \geq 50$ A : $1.5 \leq BEE < 3.0$ B+ : $1.0 \leq BEE < 1.5$ B- : $0.5 \leq BEE < 1.0$ C : $BEE < 0.5$	--
臺灣	<b>EEWH</b> (政府輔導建立-建築研究所)	新建築、生態社區、熱島效應、生態廠房	生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、CO2減量、廢棄物減量、室內環境、水資源、污水垃圾 共27小項	合格級：0-30% 銅級：30-60% 銀級：60-80% 黃金級：80-95% 鑽石級：95%以上	EEWH-BC新建築至少需取得「日常節能」與「水資源」與其他兩項，至少四項以上

# 減碳計算工具及案例



建築工程類

## 英國BREEAM系統

依據建築類型給予不同之二氧化碳減量目標

- 有CO<sub>2</sub>指標
- 依減量分級給予評分

		Office	Retail	Industrial	Healthcare	Primary School	Secondary school	Further Education	Higher Education	Prisons	Courts	Multi-residential	Other buildings
<b>Management</b>													
Man 01	Sustainable procurement	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%
Man 02	Responsible construction practices	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%
Man 03	Construction site impacts	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%
Man 04	Stakeholder participation	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%
Man 05	Service life planning and costing	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%
<b>Health &amp; Wellbeing</b>													
Hea 01	Visual comfort	2.8%	3.5%	2.8%	4.2%	2.6%	2.6%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.5%	2.8%
Hea 02	Indoor air quality	5.6%	5.3%	5.6%	5.0%	5.3%	5.3%	5.6%	5.6%	5.6%	5.6%	5.0%	5.6%
Hea 03	Thermal comfort	1.9%	1.8%	1.9%	1.7%	1.8%	1.8%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.7%	1.9%
Hea 04	Water quality	0.9%	0.9%	0.9%	0.8%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.8%	0.9%
Hea 05	Acoustic performance	1.9%	1.8%	1.9%	1.7%	2.6%	2.6%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	3.3%	1.9%
Hea 06	Safety and security	1.9%	1.8%	1.9%	1.7%	1.8%	1.8%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.7%	1.9%
<b>Energy</b>													
Ene 01	Reduction of CO <sub>2</sub> emissions	8.1%	9.5%	8.1%	8.1%	8.4%	8.4%	8.1%	8.1%	8.1%	9.8%	9.8%	9.5%
Ene 02	Energy monitoring	1.1%	1.3%	1.1%	1.1%	0.6%	0.6%	1.1%	1.1%	1.1%	0.7%	0.7%	0.6%
Ene 03	Energy efficient external	0.5%	0.6%	0.5%	0.5%	0.6%	0.6%	0.5%	0.5%	0.5%	0.7%	0.7%	0.6%

# 減碳計算工具及案例



建築工程類

## 美國LEED系統

未強調減碳效益，著重能源消耗與使用再生能源之比例

- 無CO<sub>2</sub>指標
- 直接將指標給分與分級

Energy & Atmosphere		17 Points
Y	Prereq 1	<b>Fundamental Building Systems Commissioning</b> Required
Y	Prereq 2	<b>Minimum Energy Performance</b> Required
Y	Prereq 3	<b>CFC Reduction in HVAC&amp;R Equipment</b> Required
■ ■ ■	Credit 1	<b>Optimize Energy Performance</b> 1 to 10
		15% New Buildings or 5% Existing Building Renovations 1
		20% New Buildings or 10% Existing Building Renovations 2
		25% New Buildings or 15% Existing Building Renovations 3
		30% New Buildings or 20% Existing Building Renovations 4
		35% New Buildings or 25% Existing Building Renovations 5
		40% New Buildings or 30% Existing Building Renovations 6
		45% New Buildings or 35% Existing Building Renovations 7
		50% New Buildings or 40% Existing Building Renovations 8
		55% New Buildings or 45% Existing Building Renovations 9
		60% New Buildings or 50% Existing Building Renovations 10
■ ■ ■	Credit 2.1	<b>Renewable Energy, 5%</b> 1
■ ■ ■	Credit 2.2	<b>Renewable Energy, 10%</b> 1
■ ■ ■	Credit 2.3	<b>Renewable Energy, 20%</b> 1
■ ■ ■	Credit 3	<b>Additional Commissioning</b> 1
■ ■ ■	Credit 4	<b>Ozone Depletion</b> 1
■ ■ ■	Credit 5	<b>Measurement &amp; Verification</b> 1
■ ■ ■	Credit 6	<b>Green Power</b> 1

# 減碳計算工具及案例



建築工程類

## 日本CASBEE系統

- 直接計算主結構體之二氧化碳排放量
- 綜合評估時轉換成指標BEE，並劃分等級

- 有CO<sub>2</sub>指標
- 依碳排放量分級給予評分

Life Cycle CO2 Calculation Sheet (For Standard calculation)

1. CO2 Emissions Related to Construction			Ratio of Total floor area	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -yr			Subject		Reference	
				Level 3	Level 4	Level 5	Score	CO2 Emissions	Score	CO2 Emissions
<b>1-1. Conversion of Assessment Results to CO2 emission</b>										
Q2/2.2.1 Service Life of Structural Frame Materials	Offices		1.00	13.61	13.61	13.61	3.0	13.61	3.0	13.61
	Schools		0.00	10.24	10.24	10.24	3.0	10.24	3.0	10.24
	Retailers		0.00	16.13	16.13	16.13	3.0	16.13	3.0	16.13
	Restaurants		0.00	16.13	16.13	16.13	3.0	16.13	3.0	16.13
	Halls		0.00	10.96	10.96	10.96	3.0	10.96	3.0	10.96
	Factories		0.00	18.18	18.18	18.18	3.0	18.18	3.0	18.18
	Hospitals		0.00	10.39	10.39	10.39	3.0	10.39	3.0	10.39
	Hotels		0.00	10.92	10.92	10.92	3.0	10.92	3.0	10.92
	Apartments		0.00	15.93	8.06	5.47	3.0	15.93	3.0	15.93
Structure			S							
LR2/2.2 Continuing Use of Existing Building Skeleton etc			0%						0%	
LR2/2.3 Use of Recycled Materials as Structural Frame Materials (Blast furnace cement (concrete))			0%						0%	
<b>1-2. Subtotal</b>								13.61		13.61

# 減碳計算工具及案例



建築工程類

## 澳洲GBCA系統

- 二氧化碳排放量列在能源項目中
- 綜合評估時以減碳比例作為劃分

- CO<sub>2</sub>指標列入能源項目計算
- 依減碳量分級給予能源項目評分

Ref No.	Title	Aim of Credit	Credit Criteria Summary	No. of Points Available
Ene-1	Energy	To reduce base building operational energy and greenhouse gas emissions.	<p>It is a Conditional Requirement for obtaining a Green Star - Office Design Certified Rating that the base building design achieves a minimum predicted rating of four stars using the Australian Building Greenhouse Rating (ABGR) scheme.</p> <p>A formal ABGR Pre-Commitment Agreement is not required to achieve this credit.</p>	Conditional Requirement
Ene-2	Energy Improvement	To encourage and recognise projects that contain design features that help to minimise operational energy consumption and greenhouse gas emissions of the base building over and above the Conditional Requirement in Ene-1.	<p>Up to fifteen points are awarded where it is demonstrated that there is an improvement in energy efficiency and greenhouse gas emissions above the conditional four star Australian Building Greenhouse Rating (ABGR) (refer to Ene-1). Points are available as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 points = 4.5 Stars ABGR;</li> <li>• 6 points = 5 Stars ABGR;</li> <li>• 9 points = 5 Stars ABGR + 20% CO<sub>2</sub> reduction;</li> <li>• 12 points = 5 Stars ABGR + 40% CO<sub>2</sub> reduction;</li> <li>• 15 points = 5 Stars ABGR + 60% CO<sub>2</sub> reduction.</li> </ul> <p>If car parking has been included in the ABGR assessment then the points achieved can be increased as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• add one point if at least one car parking space is provided for each 200m<sup>2</sup> of NLA;</li> <li>• add two points if at least one car parking space is provided for each 100m<sup>2</sup> of NLA.</li> </ul>	15

# 減碳計算工具及案例



建築工程類

## 臺灣EEWH系統

依據形狀、輕量化、非金屬使用比例、耐久化係數等進行二氧化碳減量指標評估綜合評估

- 無CO2指標
- 直接將指標給分與分級

CO <sub>2</sub> 減量指標評估表				2009年版		
一、建築物基本資料						
申請編號		建築名稱				
建築物構造		樓層數 _____ F；屬 _____ 層建築物				
二、CO <sub>2</sub> 減量評估項目						
A、形狀係數 F			D、耐久化係數 D			
平面形狀	1.平面規則性 a	<input type="checkbox"/> 平面規則 <input type="checkbox"/> 平面向略規則 <input type="checkbox"/> 平面不規則	耐久性	建築物耐震力設計 d1		di
	2.長寬比 b	b=		柱樑部位耐久設計 d2		
	3.樓板挑空率 e	e=		樓版部位耐久設計 d3		
立面形狀	4.立面退縮 g	g=	維修性	屋頂防水層 d4		
	5.立面出挑 h	h=		空調設備管路 d5		
	6.層高均等性 i	i=		給排水衛生管路 d6		
	7.高寬比 j	j=		電氣通信線路 d7		
F = f1 × f2 × f3 × f4 × f5 × f6 × f7 且 F ≤ 1.2			其他 其他有助於提升耐久性之設計 d8			
D = Σ di 且 D ≤ 0.2						

B、輕量化係數 W		評估項目		Wi	ri
載重項目	主結構體	<input type="checkbox"/> 木構造 <input type="checkbox"/> 鋼構造 <input type="checkbox"/> 輕金屬構造 <input type="checkbox"/> RC構造 <input type="checkbox"/> SRC構造 <input type="checkbox"/> 磚石構造			
	隔間牆	<input type="checkbox"/> 輕隔間牆 <input type="checkbox"/> 磚牆 <input type="checkbox"/> RC隔間牆			
	外牆	<input type="checkbox"/> 金屬玻璃帷幕牆 <input type="checkbox"/> RC外牆、PC版帷幕牆			
	衛浴 W4	<input type="checkbox"/> 預鑄整體衛浴			
	RC、SRC構造混凝土減量設計	<input type="checkbox"/> 高性能混凝土設計 <input type="checkbox"/> 預力混凝土設計 <input type="checkbox"/> 其他混凝土減量設計			
W = Σ wi × ri 且 W ≥ 0.7					

C、非金屬建材使用率 R		高爐水泥	高性能混凝土	再生面磚、地磚			再生級配骨材	其他再生材料
				室內	室外	立面		
再生建材使用率 (Xi)								
CO <sub>2</sub> 排放量影響率 (Zi)		CCR×0.12	CSER×0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	
優待倍數 (Yi)		3.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
單項計算 Xi × Zi × Yi =								
R = Σ Xi × Zi × Yi 且 R ≤ 0.3								

三、CO <sub>2</sub> 減量設計值 CCO <sub>2</sub> 計算	CCO <sub>2</sub> = _____
CCO <sub>2</sub> = F × W × (1 - D) × (1 - R)	

四、CO <sub>2</sub> 減量指標及格標準檢討	合格	
(1)設計值：CCO <sub>2</sub> = _____ ； (2)標準值：0.82	不合格	
(3)判斷式：CCO <sub>2</sub> ≤ 0.82 ?		

# 減碳計算工具及案例

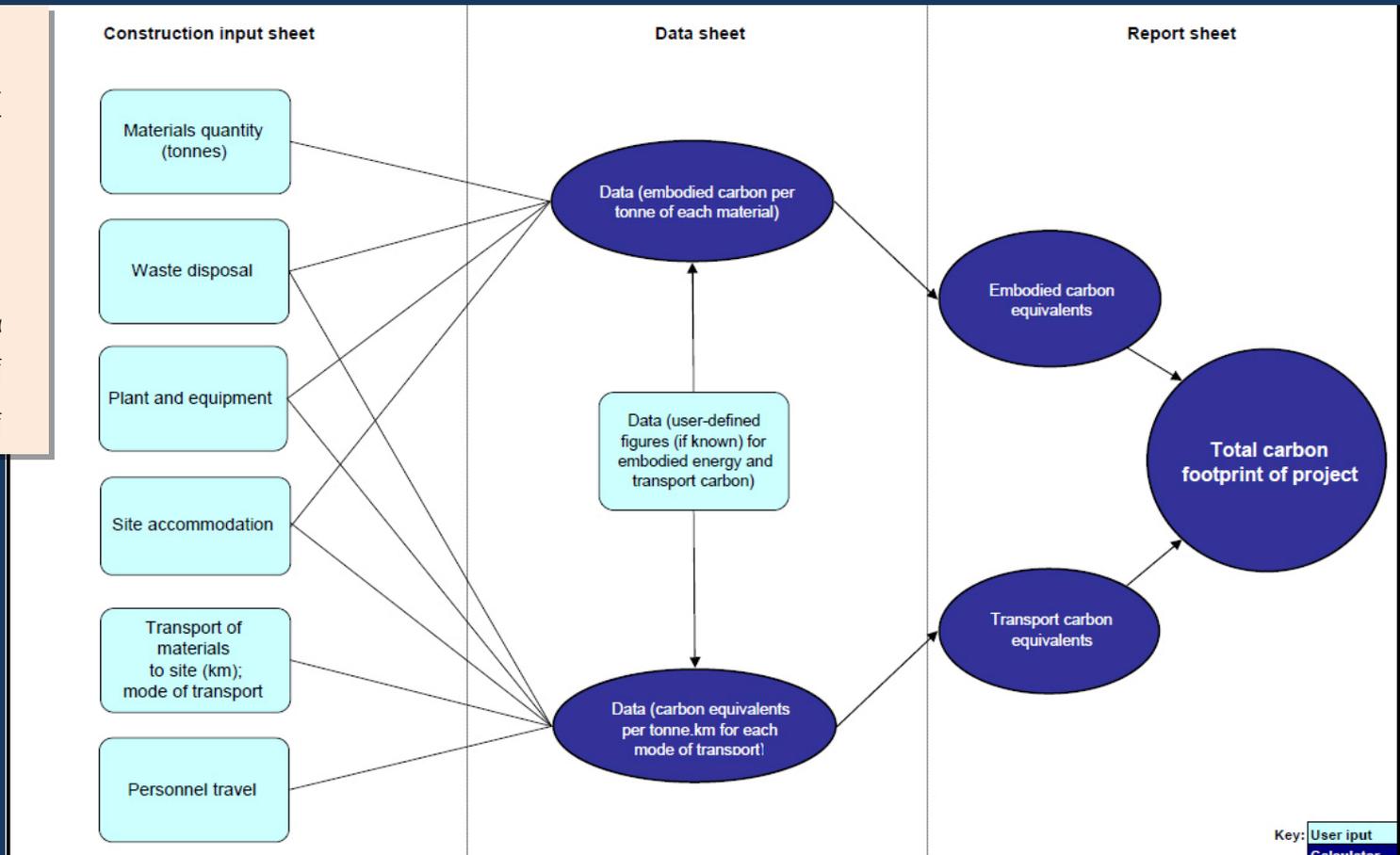


一般工程類

- 英國環保署工程碳排放估算  
→ 以「碳足跡」觀點計算

輸入資料：

- 物料數量
- 廢棄物
- 植物
- 設備
- 工址資訊
- 物料運輸
- 人員運輸





# 減碳計算工具及案例



## Nottingham左岸疏濬與防洪工程

總排碳量約11800噸，主要碳排來自鋼、混凝土及工程材料運輸，計畫團隊採用許多創新方法來降低碳排放。舉例來說，改變材料及施工方法就減少了約2500噸的碳排放。

- Use of TrenchMix：鋼板樁為傳統用以阻隔地下水滲流之方法，在此計畫中多數的樁以TrenchMix取代，此法係以土及水泥之混合物形成膠狀材料以降低透水性。



## Radcot 壩工程

總排碳量約600噸，主要碳排來自混凝土跟鋼，計畫團隊在第一階段的施工就由材料選擇減少了約50噸的碳排放。

- Use of Granular Ground Blast Furnace Slag (ggbs) in concrete
- Re-use of material
- Avoiding waste

# 減碳計算工具及案例



## Burrowbridge河堤修復工程

總排碳量約140噸，主要碳排來自工程材料及廢棄物之運輸，經使用EA 碳排計算工具，總碳排約減少了60噸(超過40%)。

- Re-use of material
- Reducing material used
- Recycled Materials



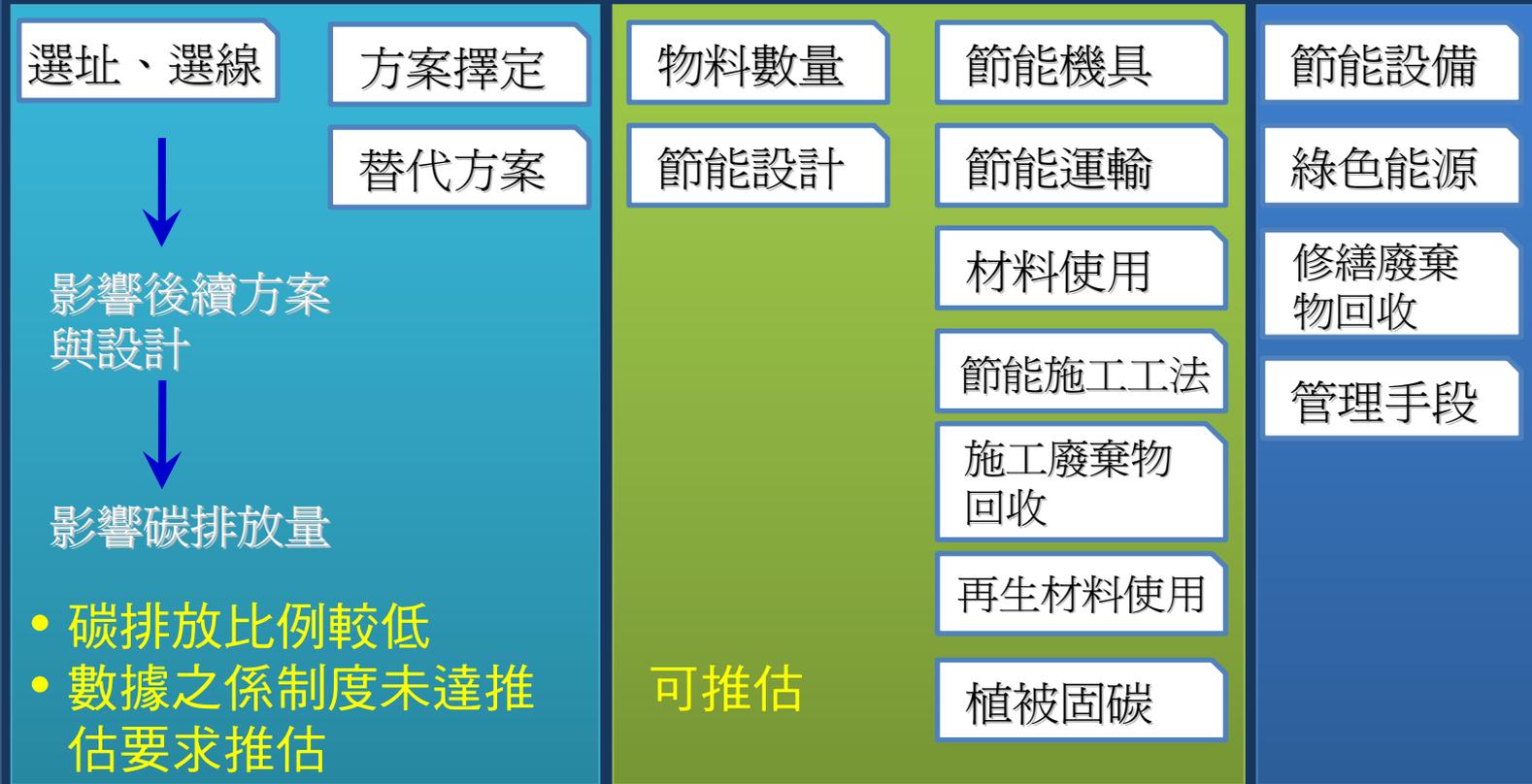
## Usk防洪牆興建工程

非直接以新牆取代舊牆，計畫團隊應用創新設計及施工技術，將舊牆重複利用，以結構性方式重新捆綁在一起。此法避免增加新材料之使用及廢棄舊牆之運輸。省下約66%之計畫經費 ( 131.6萬英鎊 ) 並減少約60%之碳排放量。

謝謝聆聽  
敬請指教

# 工程綠色減碳

# 公共工程綠色減碳概念



承諾納入  
低碳規劃

可依材料數量、機具使用、  
工法等進行碳排放量推估

# 設計階段減碳評估-綠色減碳指標及計算規則

- ❖ 排放邊界設定：參照營運控制權法或股權持分法進行邊界設定。

營運控制權法：指依具有實質營運管理權力者之管理範圍，進行排放源溫室氣體排放量及碳匯量盤查邊界劃分方法。

- ❖ 營運範疇界定

範疇	項目	內容	範例
範疇一	直接排放	來自於製程或設施之溫室氣體 <b>直接排放</b>	柴油發電機、機具燃料等直接排放
範疇二	間接排放	來自於 <b>外購電力</b> 、熱或蒸汽之能源利用間接排放	工區另使用之台電用電
範疇三	其他間接排放	<b>非屬自有</b> 或可支配控制之排放源所產生之溫室氣體排放	工程主要資材、主要資材運輸、機具與人員運輸通勤、廢棄物外運等

- ❖ 基準年設定：自訂基準年評估減量目標達成狀況

原範疇界定與計算不包含材料，但鑑於公共工程活動使用材料量大，故列入推估計算。

邊

源

算

# 設計階段減碳評估-綠色減碳指標及計算規則

邊

源

算

## ❖ 排放源鑑別

**固定排放源**：固定設備如燃料燃燒，如：鍋爐、熔爐、燃燒爐、蒸汽渦輪、加熱爐、焚化爐。

**製程排放源**：物理或化學的製程排放，如：切割使用乙炔、CO<sub>2</sub>從煉油製程過程中的觸媒裂解。

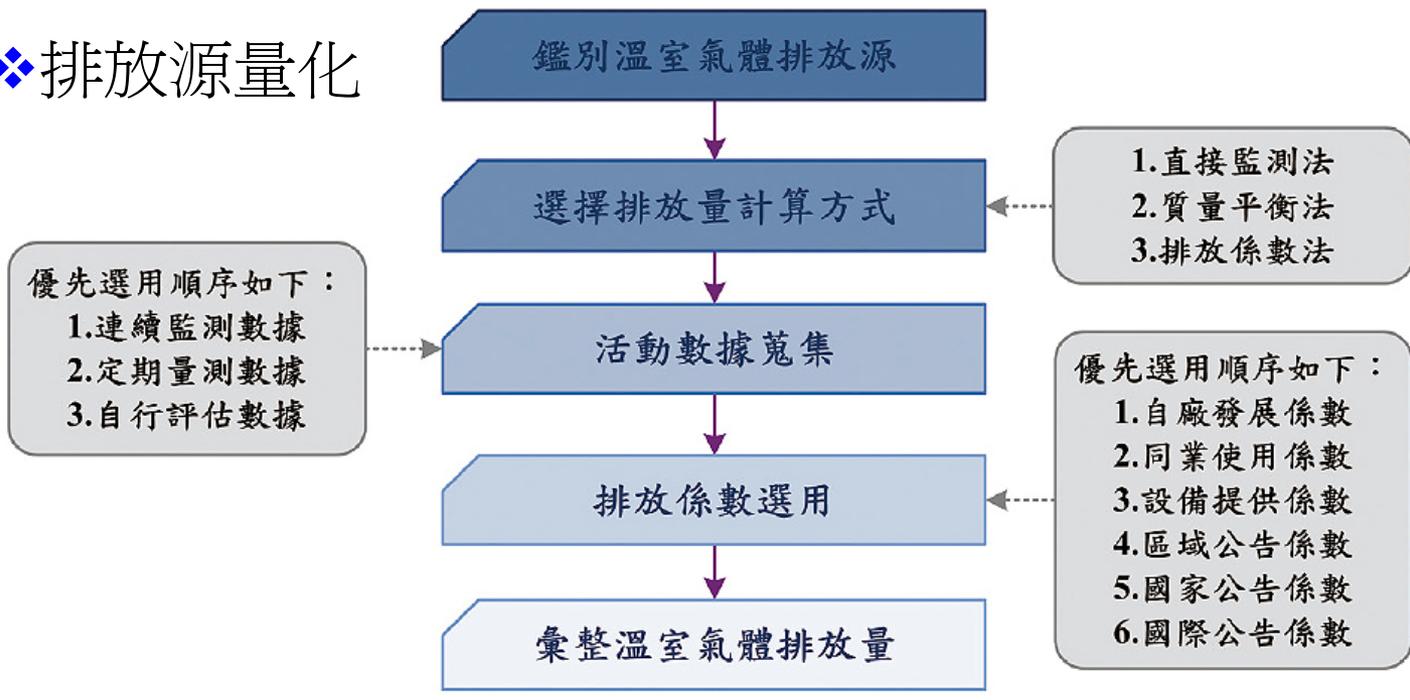
**移動燃燒源**：指交通運輸設備之燃料燃燒，如：堆高機、挖土機、卡車、汽車及船舶等。

**逸散排放源**：有意或無意的排放，如：設備結合處、密封處切割使用乙炔、CO<sub>2</sub>從煉油製程過程中的觸媒裂解。

將工程規劃設計之內容，依照排放源鑑別分門別類，以利後續計算。

# 設計階段減碳評估-綠色減碳指標及計算規則

## ❖ 排放源量化



**排放係數法**：國內最常用之方法，計算方法係以排放源之活動數據乘上排放係數。

$$\text{碳排放量}(CO_2e) = \sum \text{活動強度} \times \text{排碳係數}$$

活動強度：溫室氣體排放活動量

- 機具燃料用量(L)、電力用量(kWh)
- 工程材料用量(T、kg、m<sup>3</sup>)
- 運具燃料使用量(L)

排放係數：單位活動對應之溫室氣體排放量

- 燃料及電力排碳係數
- 工程材料排碳係數
- 碳匯係數

邊

源

算

# 設計階段減碳評估-綠色減碳指標及計算規則

## 建議使用之碳排放估算

### A：直接排放

$$= \Sigma \text{機具燃料用量} \times \text{燃料排放係數}$$

### B：外購電力

$$= \Sigma \text{用電量} \times \text{電力排放係數}$$

### C：主要工料項目

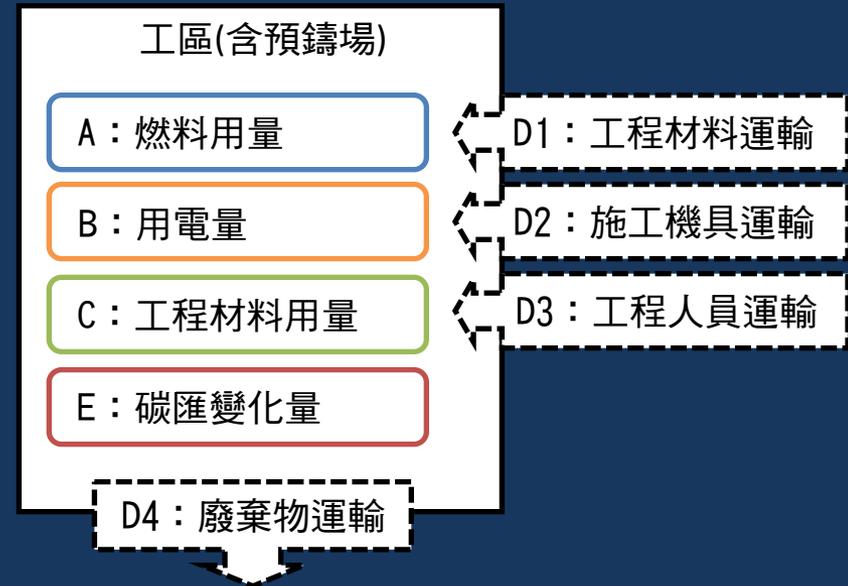
$$= \Sigma \text{工程材料用量} \times \text{工料排放係數}$$

### D：運輸排放

$$= \Sigma (\text{運輸量} \times \text{運輸距離}) \times \text{單位距離燃料耗用量} \\ \times \text{燃料排放係數}$$

### E：碳匯變化量

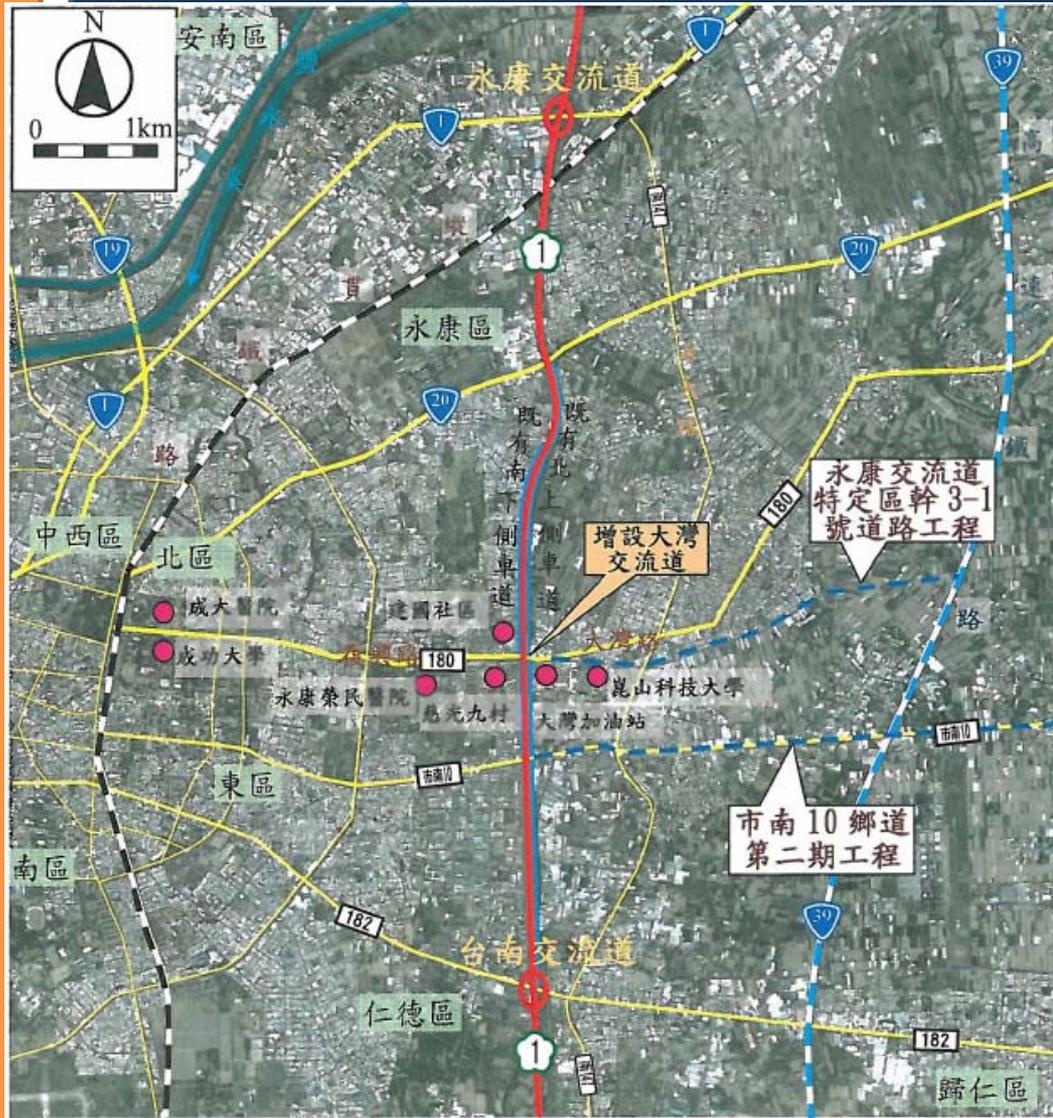
$$= \Sigma \text{林木變化量} \times \text{林木固碳係數}$$



工程類碳排放量推估：

$$\text{工程總碳排放量} = A + B + C + D - E$$

# 設計階段減碳評估-計算案例



## 國道1號新建 大灣交流道工程

永康及台南交流道不僅需負擔進出中山高速公路之龐大車流，其聯絡道路台1線與縣182線亦為目前台南都會區重要聯絡道路，在尖峰時段現況路段道路容量不足、服務水準不佳。

原「中山高速公路台南都會區路段拓寬工程計畫」部分路段建設經費與土地徵收費用龐大暫緩執行，遂有「國道1號增設大灣交流道」計畫。

# 設計階段減碳評估-計算案例

## 碳排放量推估計算原則

### 機具設備能耗之碳排放推估：

- 1.工程預算書中施工機具與設備使用為以工作時數計算。
- 2.參考機具單位時間能耗，並計算耗油量。
- 3.若有無能耗數據之機具選擇功率、功能相近之機具計算之。
- 4.依環保署公告之燃料與電力係數計算碳排放量。

### 工程材料生產之碳排放推估：

- 1.工程預算書中物料多非原物料，仍須拆解。  
(如：混凝土可拆解為水泥、碎石級配料)
- 2.大部分物料無直接對應之碳排放係數，拆解後選取產品相近之係數使用。
- 3.依拆解後統計其數量，再與排放係數相成轉換計算其碳排放量。

### 工料與人員運輸之碳排放推估：

- 1.工程預算書中人員可知人數與工作時數，惟無法得知人員通勤起迄，故暫不列入計算。
- 2.預算書無提供工料運輸來源，若有運輸距離，則以運輸距離計算，若無則以貨物平均運距計算。
- 3.依工料運輸所使用機具之油料耗用量，計算其碳排放量。

# 設計階段減碳評估-計算案例

基設報告有詳細價目表，但無單價分析表

## 國道1號新建 大灣交流道工程

工程名稱		國道1號增設大灣交流道工程	
計畫控制編號	會計科目		
項次	費用類別	金額	備
壹	發包工程費	485,001,997	
一	工程部分	462,784,154	
二	自主性品管及檢(試)驗費	5,304,250	
三	工程安全及衛生設施費	6,049,871	
四	環境保護措施費	11,374,812	
五	按日計酬部分	2,278,532	
六	承包商價購瀝青混凝土挖(刨)除料資源	-2,789,622	
貳	工程預備費(約壹小計之4%)	19,400,080	
參	工程管理費(約壹小計之1.5%)	7,275,031	
肆	臺電外線接電補助費	100,000	
伍	工程設計費	17,000,000	
陸	工程監造費	15,896,579	
柒	技術顧問費(約壹小計之1%)	4,850,019	
捌	環境監測費	7,500,000	
玖	空氣污染防治費(約壹小計之0.28%)	1,358,006	
拾	用地取得費及補償費	44,571,212	
拾壹	物價指數調整費(約壹小計之2%)	9,700,040	
拾貳	工地檢試驗費(約甲.壹小計之1%)	4,850,019	
拾參	公共藝術費(約為壹合計之0.3%)	1,385,000	
合計		618,887,983	

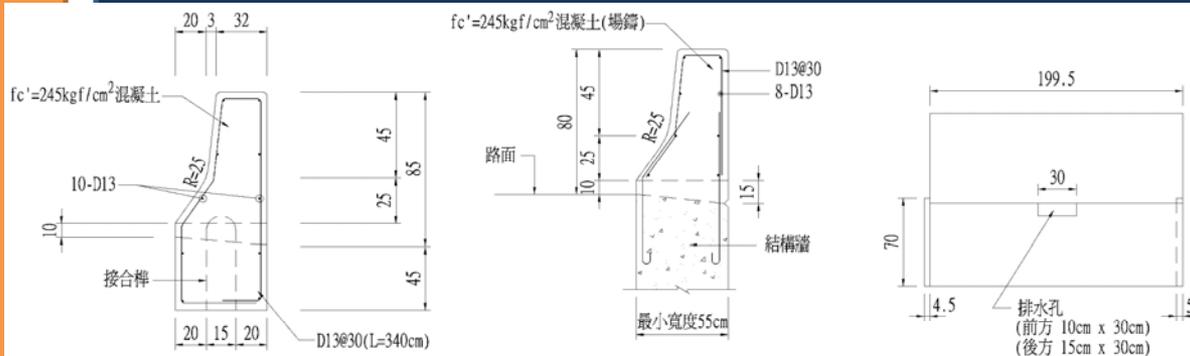
  

工程名稱		國道1號增設大灣交流道工程		會計科目			
施工地點	臺南市			工程編號	100		
項次	項目及說明	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)	
甲	匝道部分	式					
甲.壹	發包工程費	式					
甲.壹.一	工程部分	式					
甲.壹.一.A	路工工程	式					
甲.壹.一.A.1	清除與掘除	式	1.000	56,609	56,609		
甲.壹.一.A.2	拆除(匝道)	式	1.000	3,722,791	3,722,791		
甲.壹.一.A.3	路幅開挖及近運利用	M3	18,225.000	42	765,450		
甲.壹.一.A.4	路堤填築	M3	3,217.000	31	99,727		
甲.壹.一.A.5	棄土處理費	M3	29,784.000	352	10,483,968		
甲.壹.一.A.6	級配粒料底層	M3	5,088.000	1,004	5,108,352		
甲.壹.一.A.7	廠拌瀝青處理底層	M3	3,241.000	4,938	16,004,058		
甲.壹.一.A.8	密級配瀝青混凝土	M3	3,426.000	5,445	18,654,570		
甲.壹.一.A.9	開放級配瀝青混凝土	M3	114.000	5,667	646,038		
甲.壹.一.A.10	液化瀝青透層	公升	28,648.000	42	1,203,216		
甲.壹.一.A.11	液化瀝青黏層	公升	49,509.000	37	1,831,833		
甲.壹.一.A.12	單面混凝土護欄(擋土牆或排水溝上)	M	546.000	2,320	1,266,720		
甲.壹.一.A.13	單面混凝土護欄(路堤段)	M	4,893.000	3,434	16,802,562		
甲.壹.一.A.14	A型綠石	M	131.000	523	68,513		
甲.壹.一.A.15	B型綠石	M	62.000	1,040	64,480		
甲.壹.一.A.16	鏈式鐵絲網柵欄(矮式, H=1m, 擋土牆上)	M	33.000	667	22,011		
合計(路工工程)					76,800,898		

# 設計階段減碳評估-計算案例

以詳細價目中「甲.壹.一.A.13單側混凝土護欄」工項為例  
無單價分析表，依公共工程基本圖彙編中道路工程基本圖「HW-006混凝土護欄」之建議

## 國道1號新建 大灣交流道工程



工料分析參考數量表

工程項目：預鑄護欄（每塊），L=2m

項次	工項名稱	數量	單位
1	鋼模	7.16	m <sup>2</sup>
2	混凝土，fc'=245kgf/cm <sup>2</sup>	1.18	m <sup>3</sup>
3	鋼筋D13	42.54	kg
4	2~3cm厚砂層	1.70	m <sup>2</sup>

預鑄護欄斷面及配筋

場鑄護欄設置結構牆上

護欄正面示意圖

項目	種類	名稱	數量	單位	排碳係數	
					數值	單位
1	工料	245kgf/cm <sup>2</sup> 混凝土	2886.87	m <sup>3</sup>	159.13	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>
2	工料	鋼筋D13	104074	kg	0.84	kgCO <sub>2</sub> e/kg
3	工料	砂層	124.77	m <sup>3</sup>	3.11	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>
4	機具	混凝土拌合運送車	185.94	hr	27.47	L/hr

1. 依基本圖參考所提供數量

2. 依機具能耗計算機具使用時數，並蒐集機具能耗係數

3. 計算該項之  
碳排放

$$\begin{aligned}
 245\text{預拌混凝土碳排放量} &= \text{工程用量} \times \text{排放係數} \\
 &= (4893 \text{ m} \times 1.18 \text{ m}^3/2\text{m}) \times 159.13 \text{ (kgCO}_2\text{e/m}^3) \\
 &= 459,388 \text{ (kgCO}_2\text{e)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{鋼筋D13碳排放量} &= \text{工程用量} \times \text{排放係數} \\
 &= (4893 \text{ m} \times 42.54 \text{ kg}/2\text{m}) \times 0.84 \text{ (kgCO}_2\text{e/kg)} \\
 &= 87,422 \text{ (kgCO}_2\text{e)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 245\text{混凝土拌合運送車碳排放量} &= (\text{運送趟數} \times \text{運送時間} \times \text{車輛能耗} \times \text{排放係數}) \\
 &= (489 \times 0.38 \text{ (hr)} \times 27.47 \text{ (L/hr)}) \times 2.65 \text{ (kgCO}_2\text{e/L)} \\
 &= 13,536 \text{ (kgCO}_2\text{e)}
 \end{aligned}$$

# 設計階段減碳評估-計算案例

## 國道1號新建 大灣交流道工程

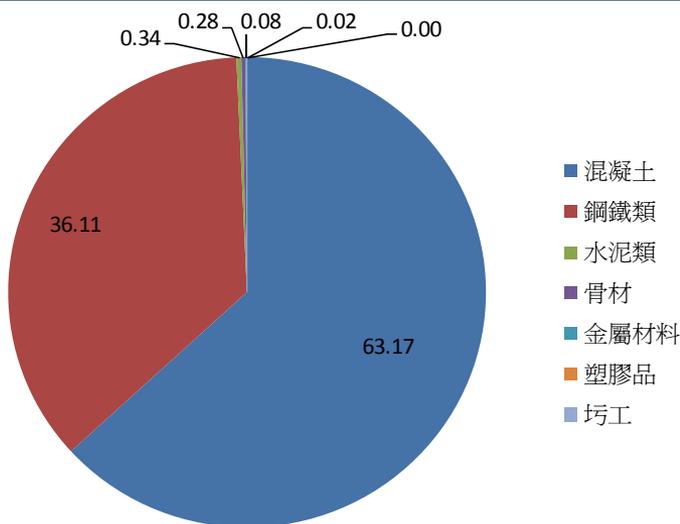
碳排放總量

A+B+C+D-E

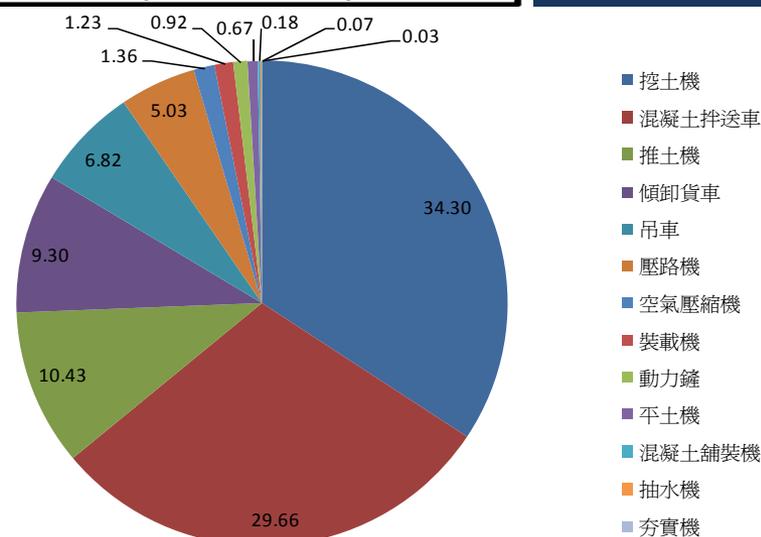
工程排碳量計算總表

		排碳量(kgCO <sub>2</sub> e)	百分比	備註
A	現場/機具燃料使用排碳量	196,122	2.85	範疇一
B	現場/機具外購電力使用排碳量	145,604	2.11	範疇二
C	工程材料生產排碳量	6,309,058	91.58	範疇三
D	運輸排碳量	238,118	3.46	範疇三
D1	施工機具運輸排碳量	0	0.00	範疇三
D2	工程材料運輸排碳量	119,379	50.13	範疇三
D3	廢棄物運輸排碳量	118,739	49.87	範疇三
D4	工程人員運輸排碳量	0	0.00	範疇三
E	碳匯改變量	305,468		
總量		6,583,435		

以工程材料分



以施工機具分



# 設計階段減碳評估-計算案例

# 國道1號新建 大灣交流道工程

## A. 現場機具燃料 排放當量計算

耗能類別	能油耗量	能耗單位	排放係數	排放係數單位	排放當量 (kgCO <sub>2</sub> e)	附註
柴油	74,008	L	2.65	kgCO <sub>2</sub> e/L	196,122	
汽油	-	L	2.36	kgCO <sub>2</sub> e/L	0	
總計					196,122	

(節錄)

工項	機具類別	機具型式	工作時數(hr)	能耗類別	每小時耗能量	能耗單位	活動數排	排放係數	排放當量 (kgCO <sub>2</sub> e)
甲壹一.A.3	挖土機	挖土機0.7M3	492.57	高級柴油	17.92	L Hr	8,826.8	2.65	23,391
甲壹一.A.4	推土機	推土機, 160-169kW	36.56	高級柴油	31.02	L Hr	1,134.0	2.65	3,005
甲壹一.A.4	壓路機	膠輪壓路機8.5-20T	22.03	高級柴油	10.92	L Hr	240.6	2.65	638
甲壹一.A.5	挖土機	挖土機0.7M3	804.97	高級柴油	17.92	L Hr	14,425.1	2.65	38,227
甲壹一.A.6	壓路機	膠輪壓路機8.5-20T	72.69	高級柴油	10.92	L Hr	793.7	2.65	2,103
甲壹一.A.7	混凝土	鋪裝機, W=3.75M	38.58	高級柴油	5.64	L Hr	217.6	2.65	577
甲壹一.A.8	壓路機	三輪壓路機, 10-12T	73.77	高級柴油	10.92	L Hr	805.6	2.65	2,135
甲壹一.A.9	壓路機	三輪壓路機, 10-12T	2.59	高級柴油	10.92	L Hr	28.3	2.65	75
甲壹一.B.13	壓路機	三輪壓路機, 10-12T	0.18	高級柴油	10.92	L Hr	2.0	2.65	5
甲壹一.B.14	壓路機	三輪壓路機, 10-12T	0.57	高級柴油	10.92	L Hr	6.2	2.65	16
甲壹一.B.18	挖土機	拆除鋼筋混凝土	0.38	高級柴油	17.92	L Hr	6.8	2.65	18

- 自行輸入
- 自動計算
- 查詢使用

## B. 外購電力排放當量計算

耗能類別	能油耗量	能耗單位	排放係數	排放係數單位	排放當量 (kgCO <sub>2</sub> e)	附註
電力	237,915	度(kWh)	0.61	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	145,604	
總計					145,604	

工項	機具類別	機具型式	工作時數	能耗類別	每小時耗能量	能耗單位	活動數排	排放係數	排放當量 (kgCO <sub>2</sub> e)
甲壹一.E.2.2	號誌	回轉警告燈	15,926,085	電	0.01	度/Hr	159,261	0.61	97,468
甲壹一.E.2.13	號誌	警示小紅燈	5,214,645	電	0.0005	度/Hr	2,607	0.61	1,596
乙壹一.E.1	號誌	回轉警告燈	179,550	電	0.01	度/Hr	1,796	0.61	1,099
乙壹一.E.9	號誌	警示小紅燈	76,950	電	0.0005	度/Hr	385	0.61	24
丙壹一.D.1	號誌	回轉警告燈	7,280,753	電	0.01	度/Hr	72,808	0.61	44,558
丙壹一.D.18	號誌	警示小紅燈	2,811,240	電	0.0005	度/Hr	1,406	0.61	860
小計								237,915	145,604

## C. 工料排放當量計算

甲壹一.A.6	骨材	級配粒料底層	1	m <sup>3</sup>	5,088.00	m <sup>3</sup>	3.11	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	15,824
甲壹一.A.8	混凝土	密級配瀝青混凝土	1	T	9,250.20	T	30.24	kgCO <sub>2</sub> e/T	279,726
甲壹一.A.9	混凝土	開放級配瀝青混凝土	1	T	307.80	T	30.24	kgCO <sub>2</sub> e/T	9,308
甲壹一.A.10	瀝青	液化瀝青透層	28648	kg	31.23	kg	3.58	kgCO <sub>2</sub> e/T	112
甲壹一.A.11	瀝青	液化瀝青黏層	49509	kg	53.96	kg	3.58	kgCO <sub>2</sub> e/T	193
甲壹一.A.12	混凝土	單面混凝土護欄-245混凝土	1.18	m <sup>3</sup>	322.14	m <sup>3</sup>	159.13	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	51,262
甲壹一.A.12	鋼鐵類	單面混凝土護欄-鋼筋D13	42.54	kg	11,613.42	kg	0.84	kgCO <sub>2</sub> e/T	9,755
甲壹一.A.12	骨材	單面混凝土護欄-砂層	0.051	m <sup>3</sup>	13.92	m <sup>3</sup>	3.11	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	43
甲壹一.A.13	混凝土	單面混凝土護欄-245混凝土	1.18	m <sup>3</sup>	2,886.87	m <sup>3</sup>	159.13	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	459,388
甲壹一.A.13	鋼鐵類	單面混凝土護欄-鋼筋D13	42.54	kg	104,074.11	kg	0.84	kgCO <sub>2</sub> e/T	87,422
甲壹一.A.13	骨材	單面混凝土護欄-砂層	0.051	m <sup>3</sup>	124.77	m <sup>3</sup>	3.11	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	388
甲壹一.A.14	混凝土	A型綠石-245混凝土	0.105	m <sup>3</sup>	13.76	m <sup>3</sup>	159.13	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	2,189
甲壹一.A.14	鋼鐵類	A型綠石-鋼筋D10	5.95	kg	779.45	kg	0.84	kgCO <sub>2</sub> e/T	655
甲壹一.A.14	骨材	A型綠石-砂層	0.012	m <sup>3</sup>	1.57	m <sup>3</sup>	3.11	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	5
甲壹一.A.15	混凝土	B型綠石-245混凝土	0.116	m <sup>3</sup>	7.19	m <sup>3</sup>	159.13	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	1,144
甲壹一.A.15	鋼鐵類	B型綠石-鋼筋D10	6.24	kg	386.58	kg	0.84	kgCO <sub>2</sub> e/T	325
甲壹一.A.15	骨材	B型綠石-砂層	0.012	m <sup>3</sup>	0.74	m <sup>3</sup>	3.11	kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	2

# 設計階段減碳評估-計算案例

## 國道1號新建 大灣交流道工程

### D2. 工料運輸排放當量計算

耗能類別	能油耗量	能耗單位	排放係數	排放係數單位	排放當量 (kgCO <sub>2</sub> e)	附註
柴油	45,049	L	2.65	kgCO <sub>2</sub> e/L	119,379	
總計					119,379	

工項	物料類別	運輸型式	運具載貨量 (每車)	載貨單位 (每車)	載運物料總量	運輸趟次	運輸距離 (km)	車速 (km/hr)	工作時數	燃料類別	平均油耗 (L/hr)	能耗單位	排放係數	活動數據 (L)	排放量 (kgCO <sub>2</sub> e)
甲壹一.A.3	傾卸貨車	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	18,225	2,278	1	35	315.69	柴油	19.27	L/Hr	2.65	6,083.42	16,112
甲壹一.A.8	混凝土	水泥混凝土拌送車	5.9	m <sup>3</sup>	3,426	581	13.3	35	220.66	柴油	27.47	L/Hr	2.65	6,061.47	16,063
甲壹一.A.9	混凝土	水泥混凝土拌送車	5.9	m <sup>3</sup>	114	19	13.3	35	7.34	柴油	27.47	L/Hr	2.65	201.69	531
甲壹一.B.1	混凝土	水泥混凝土拌送車	3	m <sup>3</sup>	3	1	13.3	35	0.38	柴油	19.43	L/Hr	2.65	7.38	20
甲壹一.B.2	混凝土	水泥混凝土拌送車	5.9	m <sup>3</sup>	882	149	13.3	35	56.81	柴油	27.47	L/Hr	2.65	1,560.48	4,133
甲壹一.B.3	混凝土	水泥混凝土拌送車	5.9	m <sup>3</sup>	55	9	13.3	35	3.54	柴油	27.47	L/Hr	2.65	97.31	255
甲壹一.B.4	傾卸貨車	傾卸貨車21T	13	T	116	9	85	35	21.95	柴油	19.27	L/Hr	2.65	422.91	1,112
甲壹一.C.5	混凝土	水泥混凝土拌送車	5.9	m <sup>3</sup>	76	13	13.3	35	4.89	柴油	27.47	L/Hr	2.65	134.46	356
甲壹一.C.6	混凝土	水泥混凝土拌送車	5.9	m <sup>3</sup>	1,779	302	13.3	35	114.58	柴油	27.47	L/Hr	2.65	3,147.50	8,341
甲壹一.C.8	傾卸貨車	傾卸貨車21T	13	T	155	12	85	35	29.33	柴油	19.27	L/Hr	2.65	565.10	1,486
甲壹一.D.5	混凝土	水泥混凝土拌送車	5.9	m <sup>3</sup>	540	92	13.3	35	34.78	柴油	27.47	L/Hr	2.65	956.49	2,513

- 自行輸入
- 自動計算
- 查詢使用

### D3. 廢棄物運輸排放當量計算

耗能類別	能油耗量	能耗單位	排放係數	排放係數單位	排放當量 (kgCO <sub>2</sub> e)	附註
柴油	44,807	L	2.65	kgCO <sub>2</sub> e/L	118,739	
汽油	-	L	2.36	kgCO <sub>2</sub> e/L	0	
總計					118,739	

工項	物料類別	運輸型式	運具載貨量 (車)	載貨單位 (每車)	廢棄物總量	運輸趟次	運輸距離 (km)	車速 (km/hr)	燃料類別	平均油耗 (L/hr)	排放係數	活動數據 (L)	排放量 (kgCO <sub>2</sub> e)
甲壹一.A.5	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	29784	3723	20.2	35	柴油	19.2	2.65	41,406	109,721
甲壹一.B.18	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	14	1.75	20.2	35	柴油	19.2	2.65	19	51
甲壹一.C.21	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	304	38	20.2	35	柴油	19.2	2.65	423	1,120
甲壹一.D.9	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	1367	170.875	20.2	35	柴油	19.2	2.65	1,900	5,036
乙壹一.B.18	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	414	51.75	20.2	35	柴油	19.2	2.65	576	1,521
乙壹一.C.14	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	34	4.25	20.2	35	柴油	19.2	2.65	47	123
乙壹一.D.6	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	207	25.875	20.2	35	柴油	19.2	2.65	288	763
丙壹一.B.10	棄土	傾卸貨車21T	8	m <sup>3</sup>	107	13.375	20.2	35	柴油	19.2	2.65	149	394
小計												44,807	118,739

### E. 碳匯改變量

植生改變類型	改變量*	改變量單位	碳匯改變係數	排碳係數單位	碳匯改變量 (kgCO <sub>2</sub> e)	附註
植栽-大喬木	1.20	ha	225.00	tonCO <sub>2</sub> e/ha	270,563	
植栽-小喬木	0.23	ha	150.00	tonCO <sub>2</sub> e/ha	34,905	
植栽-小喬木	0.14	ha	150.00	tonCO <sub>2</sub> e/ha	21,240	
總計					305,468	

\*: 林木移除為負值，植林為正值。

# 設計階段減碳評估-計算案例

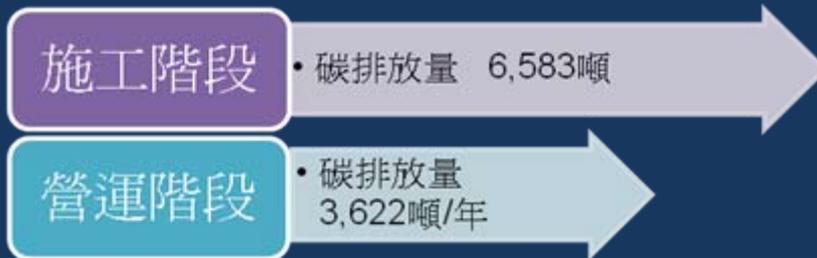
## 營運階段碳排放量推估計算

### 日常使用碳排放：

1. 基設報告未提供能源使用量。
2. 參考基設成果報告所提列增加之交通量，推估營運階段碳排放量。

### 修繕更新碳排放：

1. 基設報告無提供，暫不列入計算。



國外交通運輸碳排放量文獻

➔ 操作維護之碳排放約為施工階段之14%

運研所「交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究」

➔ 交通運輸碳排放量  
=  $\Sigma$  (車輛行駛里程 × 車輛數 × 單位里程耗油) × 燃料排放係數

以單位里程PCU排放係數240 gCO<sub>2</sub>e/PCU-km為計算參數

南出匝道增加流量 914PCU/hr

180線減少 377PCU/hr

北入匝道增加流量 809PCU/hr

營運修繕階段納入碳排放推估：

1. 電力使用：照明空調等用電使用
2. 燃料使用：機具、車輛等使用
3. 廢棄物處理：修繕廢棄物處理

## 小結

- ◆ 本交通道路工程案例主要為交流道興建及相關縣道復原工程，僅少許工作項目中有關電氣、檢驗等部分數量均不明確暫不列入推估，待完成設計後在納入推估。[如：既有道路維護費列為1式，無法確認維護道路為何？亦不知維護工項與數量，故無法列計算。]
- ◆ 交流道工程主要以挖填方及鋪面鋪設為主，故出現機具中以挖土機所造成之碳排放量比例最高，因道路基礎之開挖與既有設施打除均有使用，其次為預拌混凝土拌送車、推土機、傾卸貨車等使用。
- ◆ 材料部分，主要仍為鋼筋與混凝土，其中混凝土佔6成以上，其次為結構體之鋼筋使用、鋪面用之水泥、骨材等。

# 公共工程先期規劃階段應考量節能減碳事項

依據研究與文獻資料可知

- 1.主要碳排放發生於施工階段(建築工程例外)
- 2.主要碳排放為材料與機具

	考量項目	規劃原則
工程 施工	● 物料生產	<ol style="list-style-type: none"><li>1.採用碳排放較低之材料或再生材料</li><li>2.採用飛灰或高爐混凝土等性能之混凝土</li></ol>
	● 物料運輸	<ol style="list-style-type: none"><li>1.優先使用當地材料</li><li>2.選擇運距較近之材料</li></ol>
	● 施工營建	<ol style="list-style-type: none"><li>1.使用能源效率較佳之機具與運輸車輛</li><li>2.妥善規劃動線，避免機具及車輛怠速閒置</li><li>3.使用太陽能或其他替代能源</li></ol>
維護 管理	● 日常使用	<ol style="list-style-type: none"><li>1.使用具節能標章之空調、照明等能源效率較佳之設備</li><li>2.使用太陽能或其他替代能源</li></ol>
	● 更新修繕	<ol style="list-style-type: none"><li>1.原則同施工階段</li><li>2.應考量設備模組化，使其容易維護</li></ol>

# 綠營建節能減碳發展進程

## 近程

- ◆ 承諾工程計畫納入低碳規劃與承諾
- ◆ 計算施工與營運階段碳排放量
- ◆ 推動材料機具排放係數研究
- ◆ 建立機具材料排放係數資料庫
- ◆ 公共工程溫室氣體盤查示範計畫

碳排放推估

## 中程

- 持續公共工程計畫溫室氣體盤查
- 滾動檢討公共工程碳排放評估方式與法規
- 研發減碳新技術

低碳工程

## 長程

- 研議低碳工程之審議制度
- 推動營建工程碳抵換機制
- 落實營建工程碳中和管理

碳中和