



114年度建構智慧化氣候友善校園先導型計畫說明會



碳盤查工具概念分享

主講人：陳星皓

教育部智慧化氣候友善校園推動辦公室計畫共同主持人
教育部新世代環境教育發展政策推動專案計畫中央跨域諮詢委員
經濟部能源署中小能源用戶節能診斷服務中心東區計畫主持人
臺東縣都市計畫委員會委員/臺東縣政府節電小組委員

國立臺東專科學校建築科助理教授

國立臺北科技大學建築系兼任助理教授

國立成功大學建築系建築學博士/建築師

中華民國113年11月5日

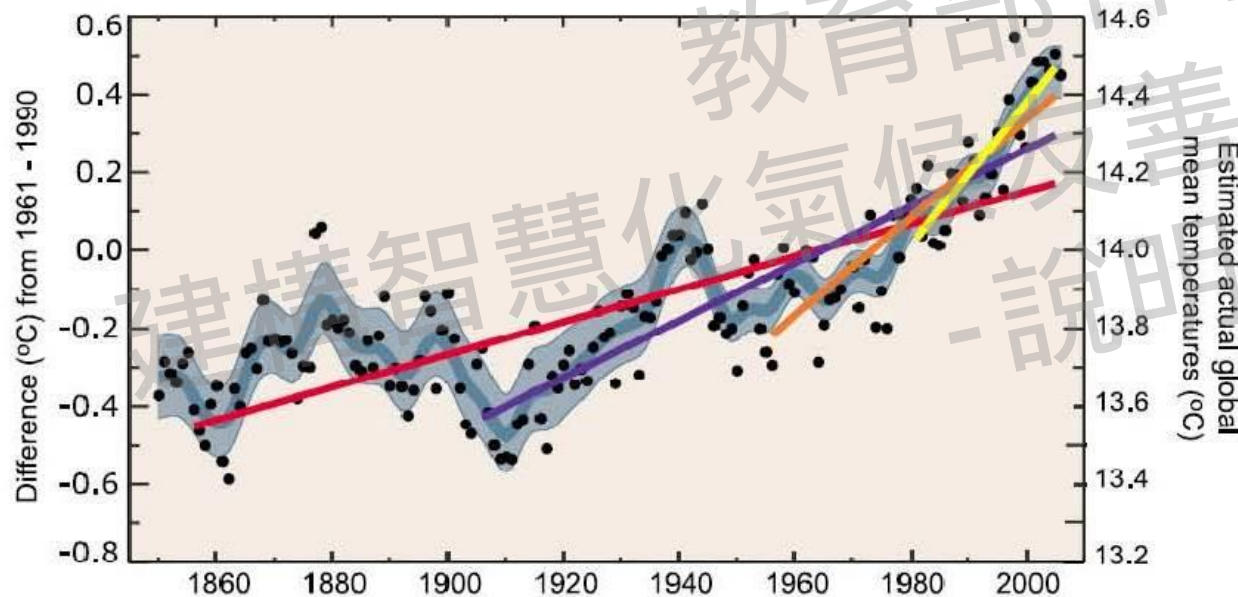
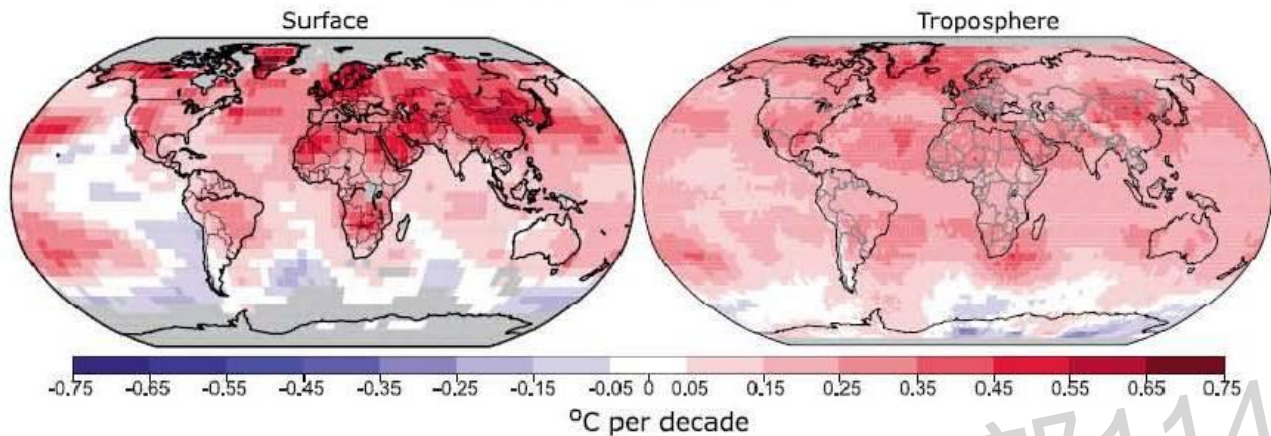


國立臺東專科學校
National Taitung Junior College

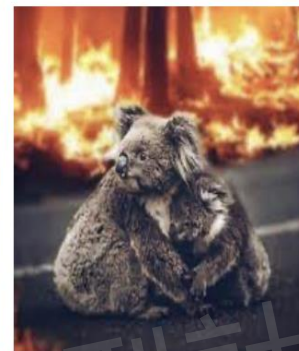


2019年9月起的澳洲新南威爾斯省的森林大火所造成的環境衝擊與生態浩劫

GLOBAL TEMPERATURE TRENDS



| Legend | Period (Years) | Rate (°C per decade) |
|----------------------------|----------------|----------------------|
| ● Annual mean | | |
| — Smoothed series | | |
| ■ 5-95% decadal error bars | | |
| | 25 | 0.177±0.052 |
| | 50 | 0.128±0.026 |
| | 100 | 0.074±0.018 |
| | 150 | 0.045±0.012 |

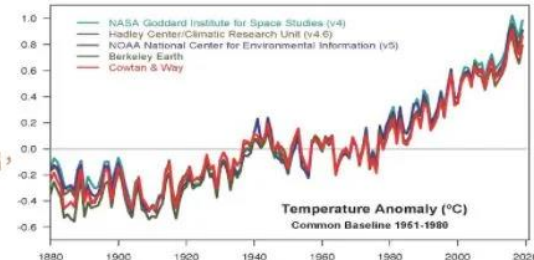


氣候變遷、極端氣候

極端高低溫

四季分明的氣候，漸漸變成極端溫度。

中央氣象局長鄭明典引用美國國家海洋暨大氣總署 (NOAA) 分析報告指出，「最熱的7年就是最近的7年」。



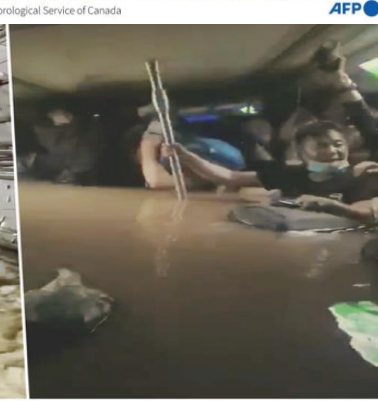
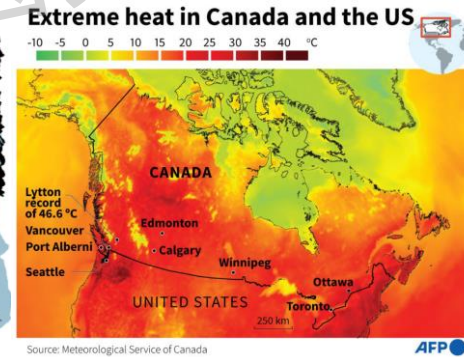
資料來源: NASA: Climate Change, Vital Signs of the Planet.

全球平均溫度排名:

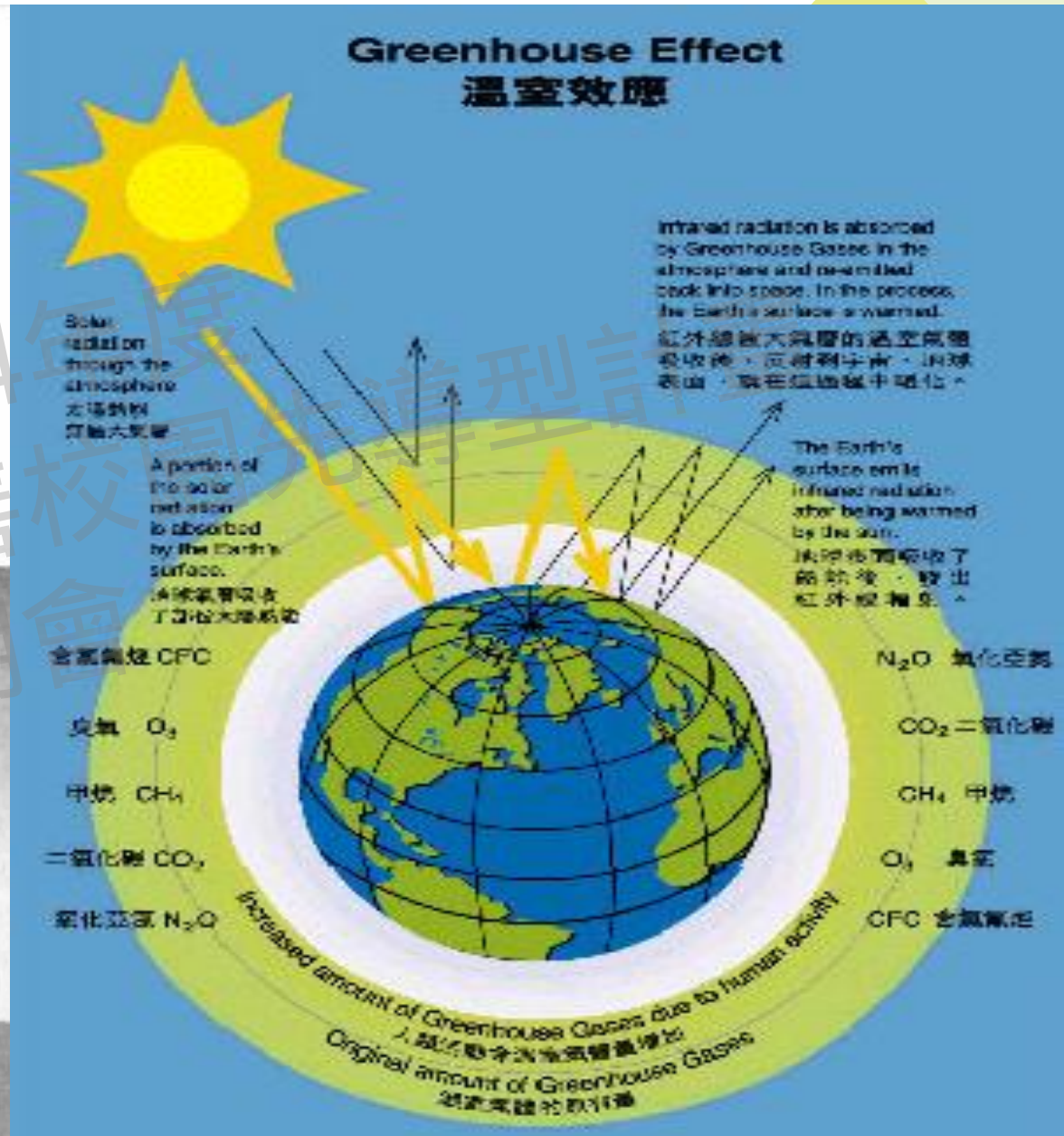
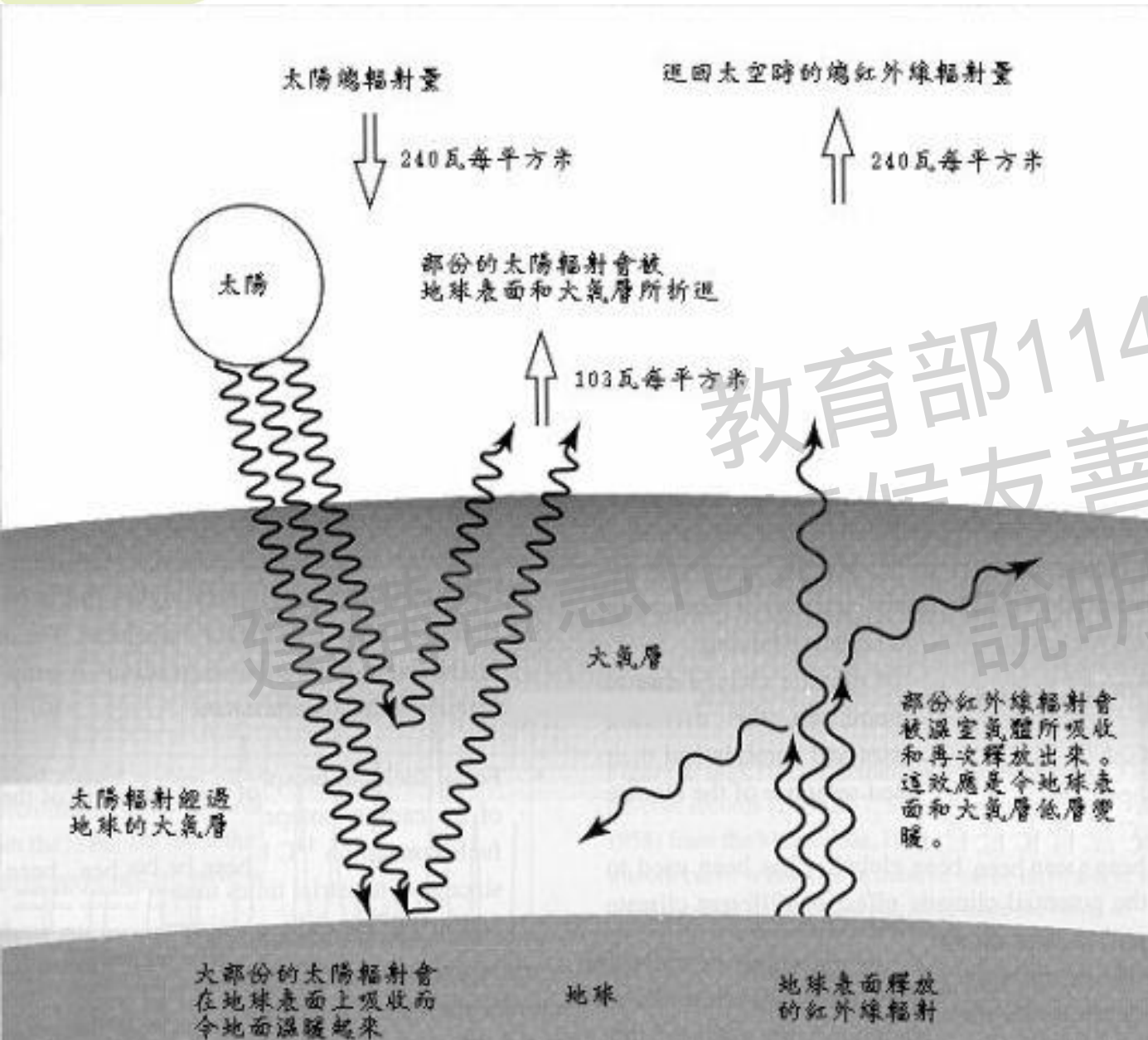
史上最熱—2020、2016年 / 史上第二熱—2017年 / 第三熱—2015年 / 第四熱—2014年

氣候變遷導致全球暖化地球升溫造成強降雨

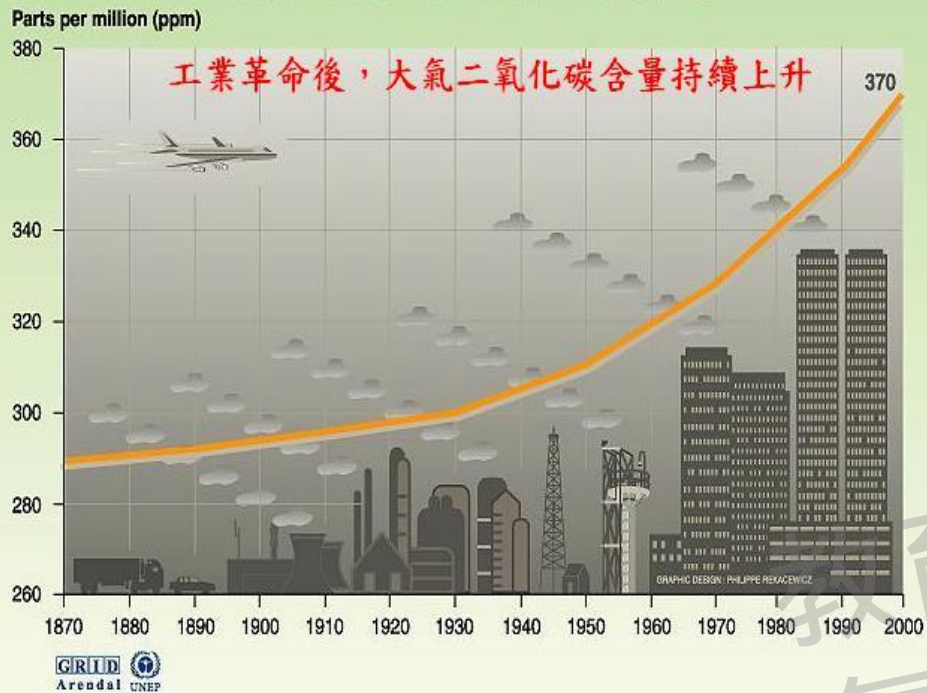
- 當大氣中的溫度升高，有機會儲存更多水分。
- 而增加的熱能和濕度也代表著天氣系統擁有更強的能量釋放大量雨水，造成暴雨，引發毀滅性水患。
- 若這趨勢不斷持續，同樣劇烈的降雨將更頻繁發生，而且是每升溫一度，發生頻率將增加近一倍。



溫室效應的影響：全球暖化與極端氣候



Global atmospheric concentration of CO₂

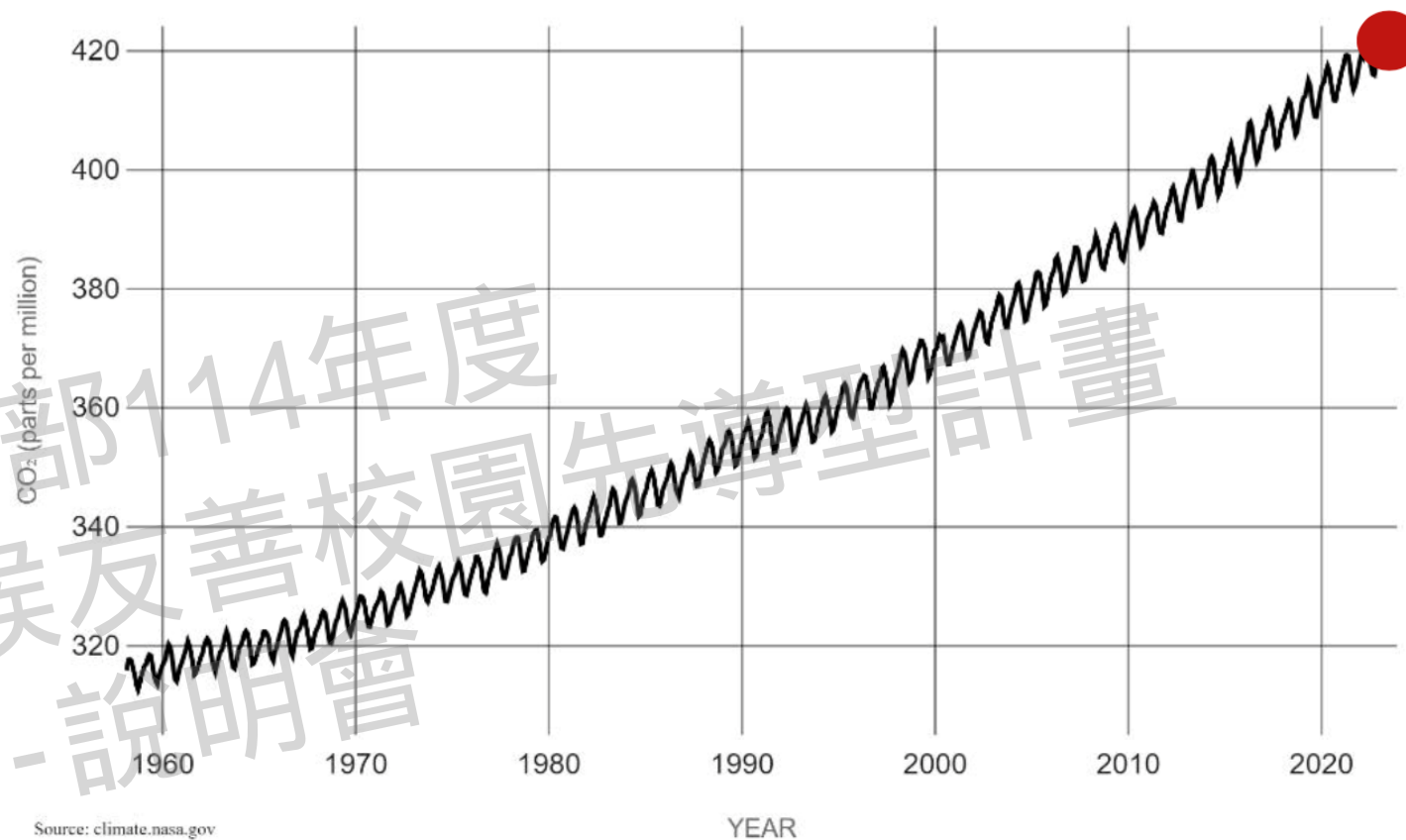


Sources: TP Whorf, Scripps, Mauna Loa Observatory, Hawaii, institution of oceanography (SIO), university of California La Jolla, California, United States, 1999



DIRECT MEASUREMENTS: 1958-PRESENT

Data source: NOAA, measured at the Mauna Loa Observatory



Ref: NASA (2024)

Carbon Dioxide

LATEST MEASUREMENT: December 2023

422 ppm

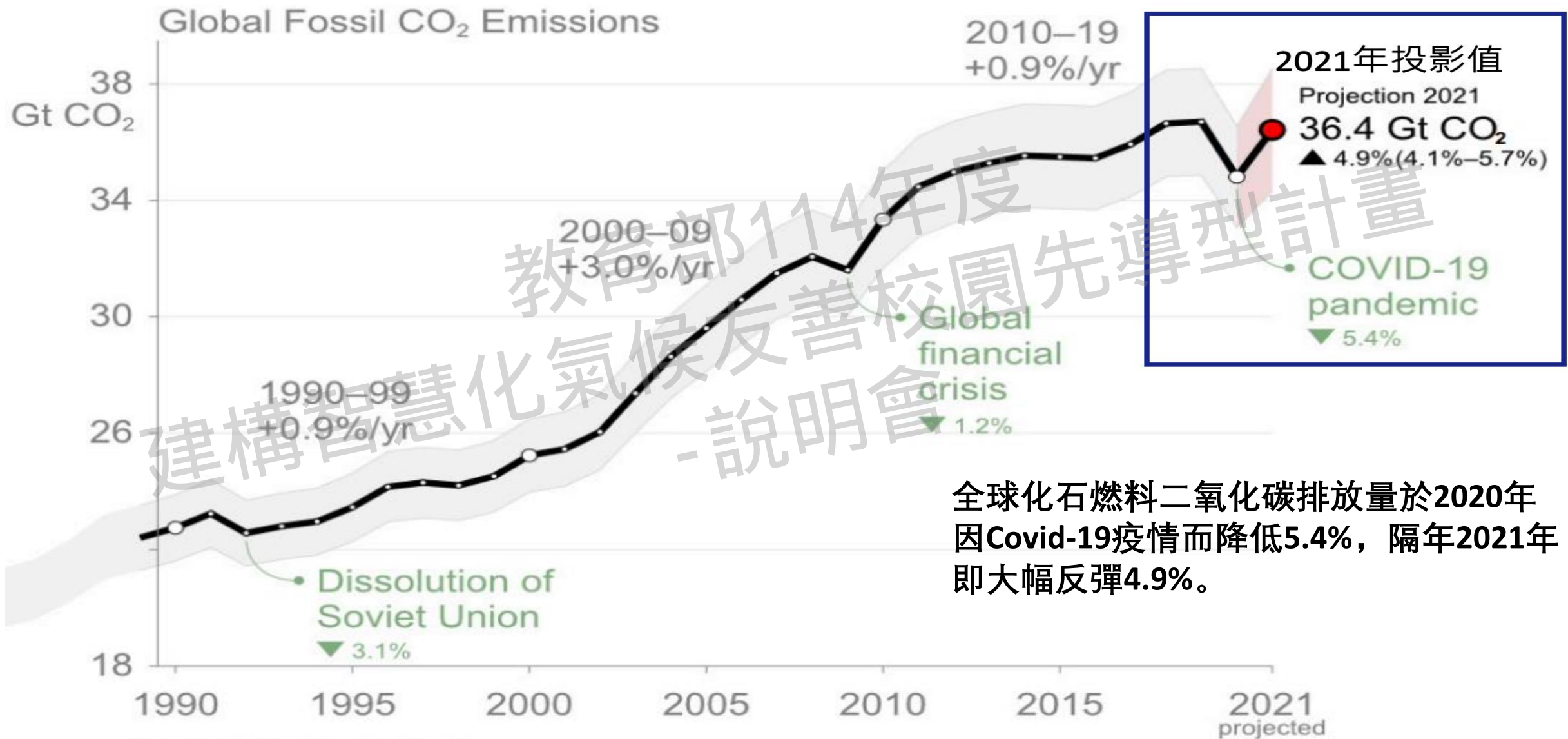
工業革命前
280PPM

2015年突破
400PPM

2000年達
370PPM

2023年達
422PPM

全球化石燃料二氧化碳排放量之逐年變化



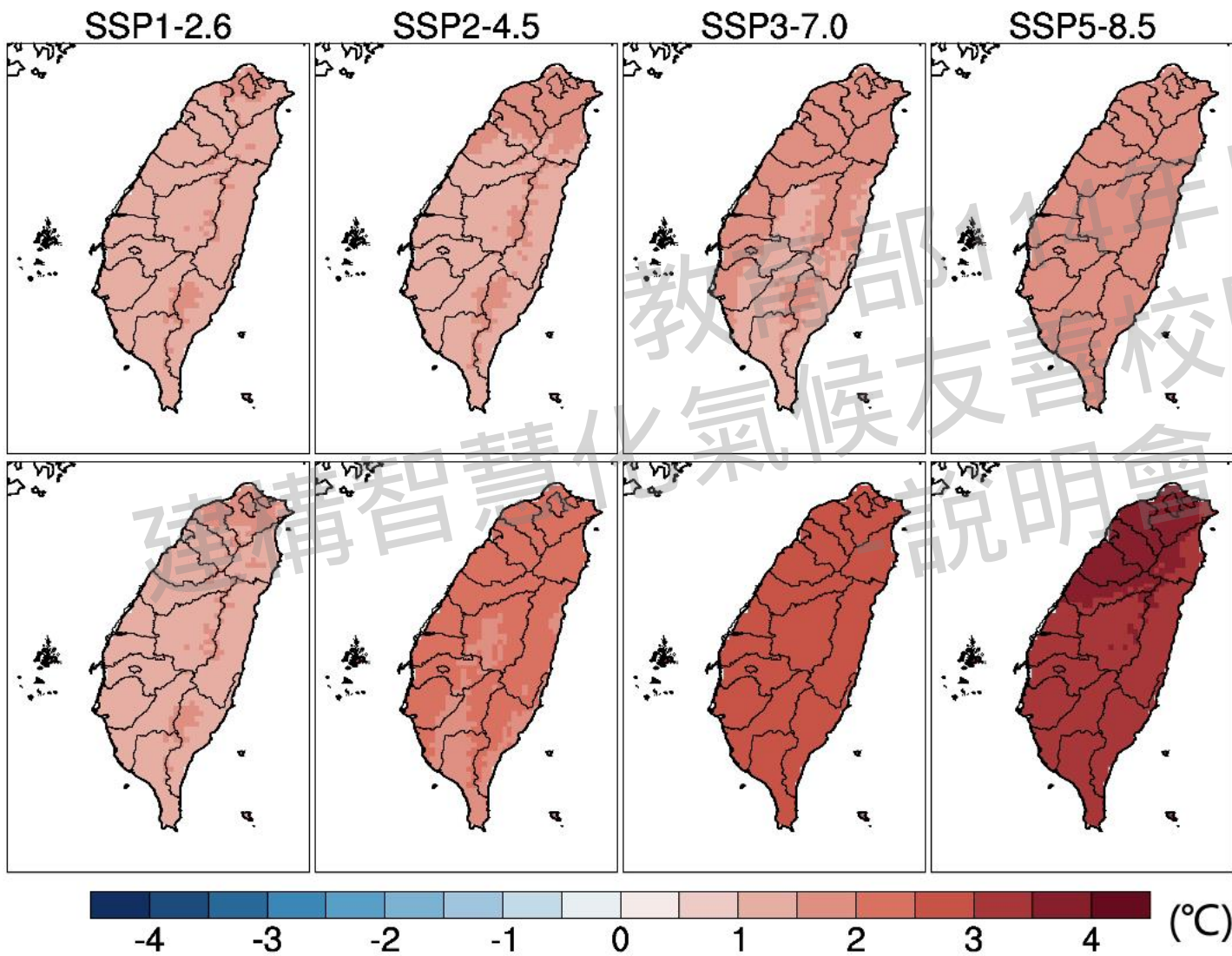
全球化石燃料二氧化碳排放量於2020年因Covid-19疫情而降低5.4%，隔年2021年即大幅反彈4.9%。

臺灣未來年平均增加溫度推估

臺灣年平均氣溫未來推估空間分布

世紀中

世紀末



臺灣各地氣溫未來推估將

持續上升。全球暖化最劣

情境 (SSP5-8.5) 下，21世

紀中、末之年平均氣溫可

能上升超過 1.8°C 、 3.4°C ;

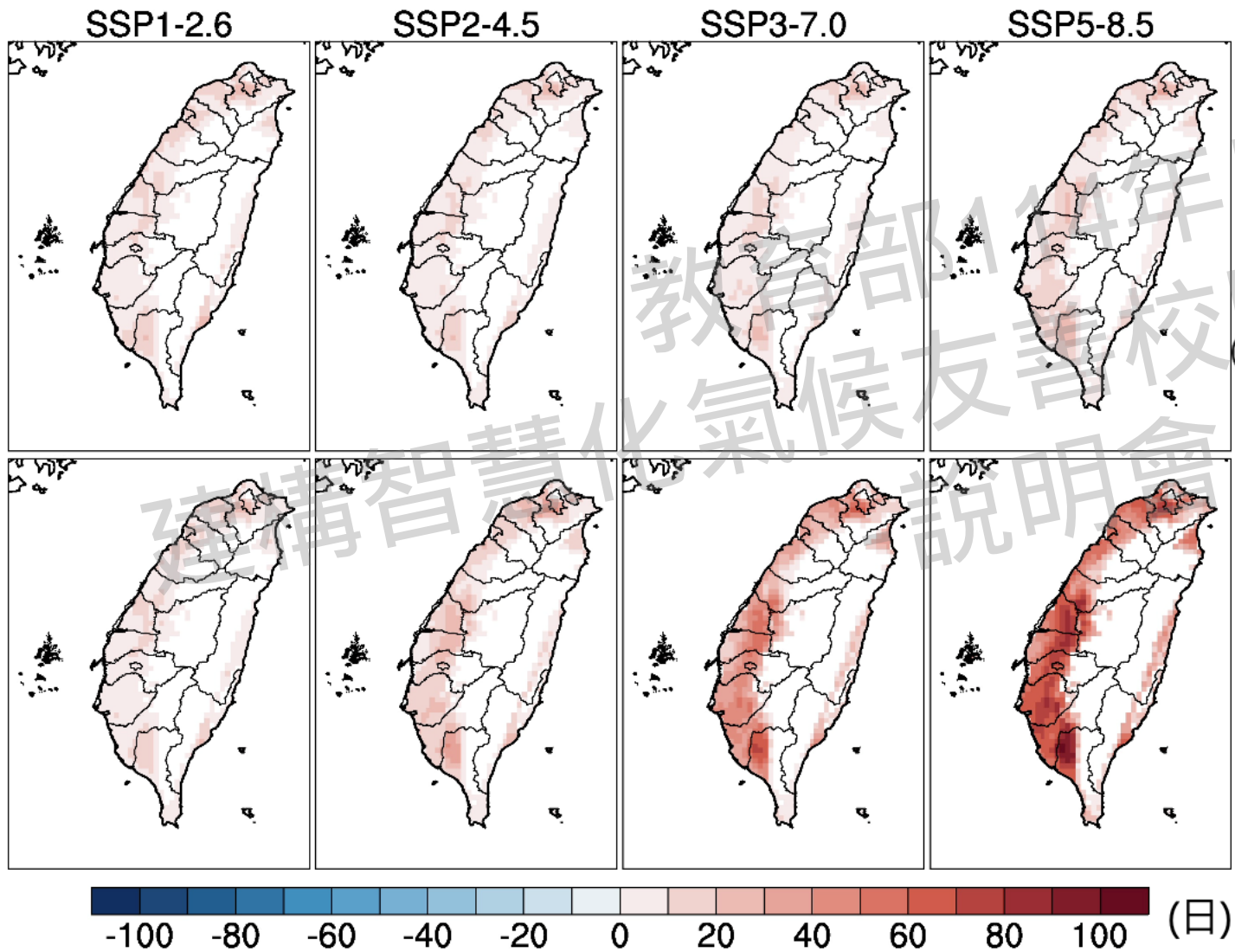
理想減緩情境(SSP1- 2.6)

下，可能增加 1.3°C 、

1.4°C 。

臺灣未來年高溫36°C以上日數推估

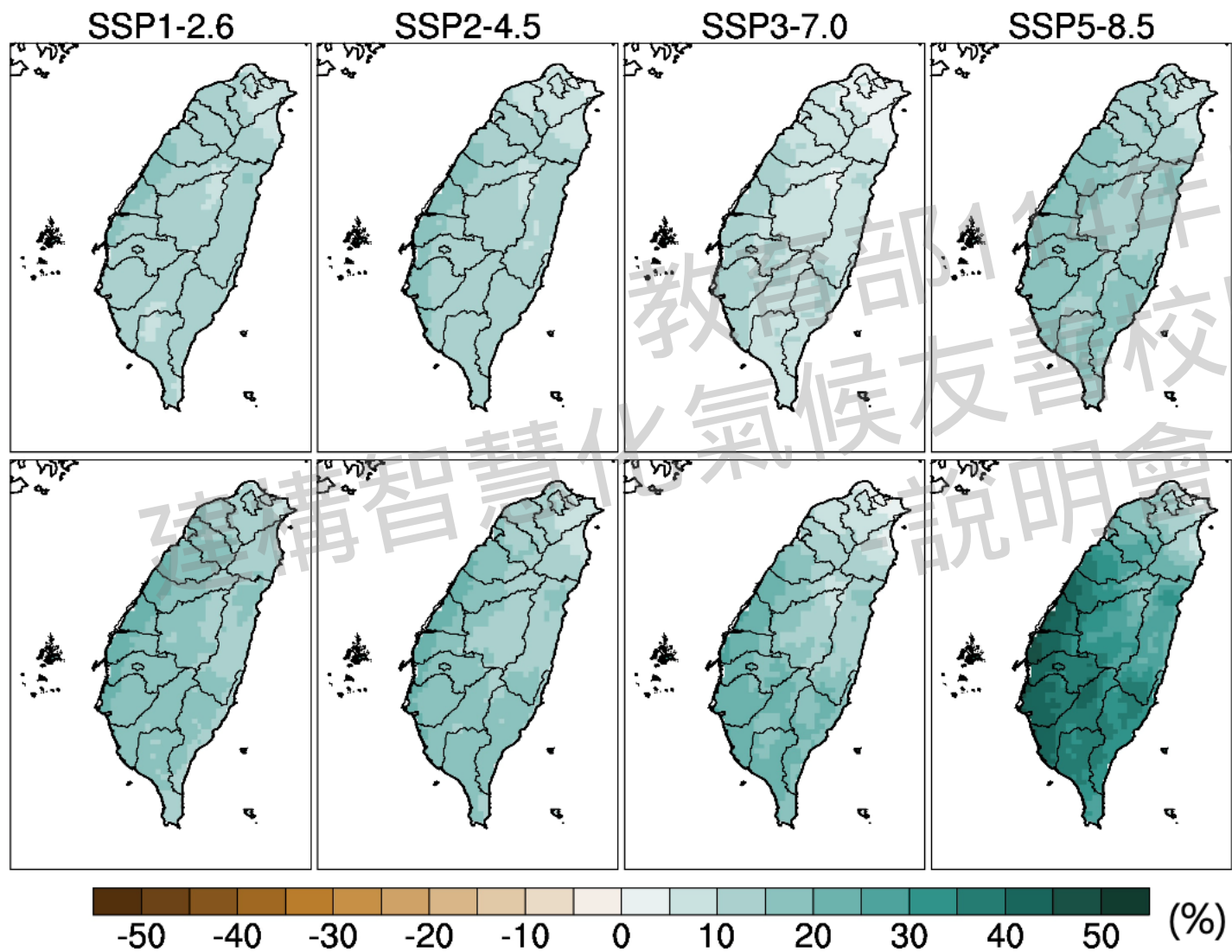
臺灣高溫36°C以上日數未來推估空間分布



未來極端高溫事件中，各地高溫36°C以上日數增加。最劣情境 (SSP5-8.5) 下，21世紀中、末，增加幅度約8.5日、48.1日，其中，以都市地區增加較其他地區顯著；理想減緩情境(SSP1-2.6)下，增加幅度約6.8日、6.6日。

臺灣未來年總降雨量推估

臺灣年總降雨量未來推估空間分布



未來推估臺灣年總降雨量

有增加的趨勢。在最劣情

境(SSP5-8.5)下, 21世紀

中、末臺灣年總降雨量

增加幅度約為15%、31%;

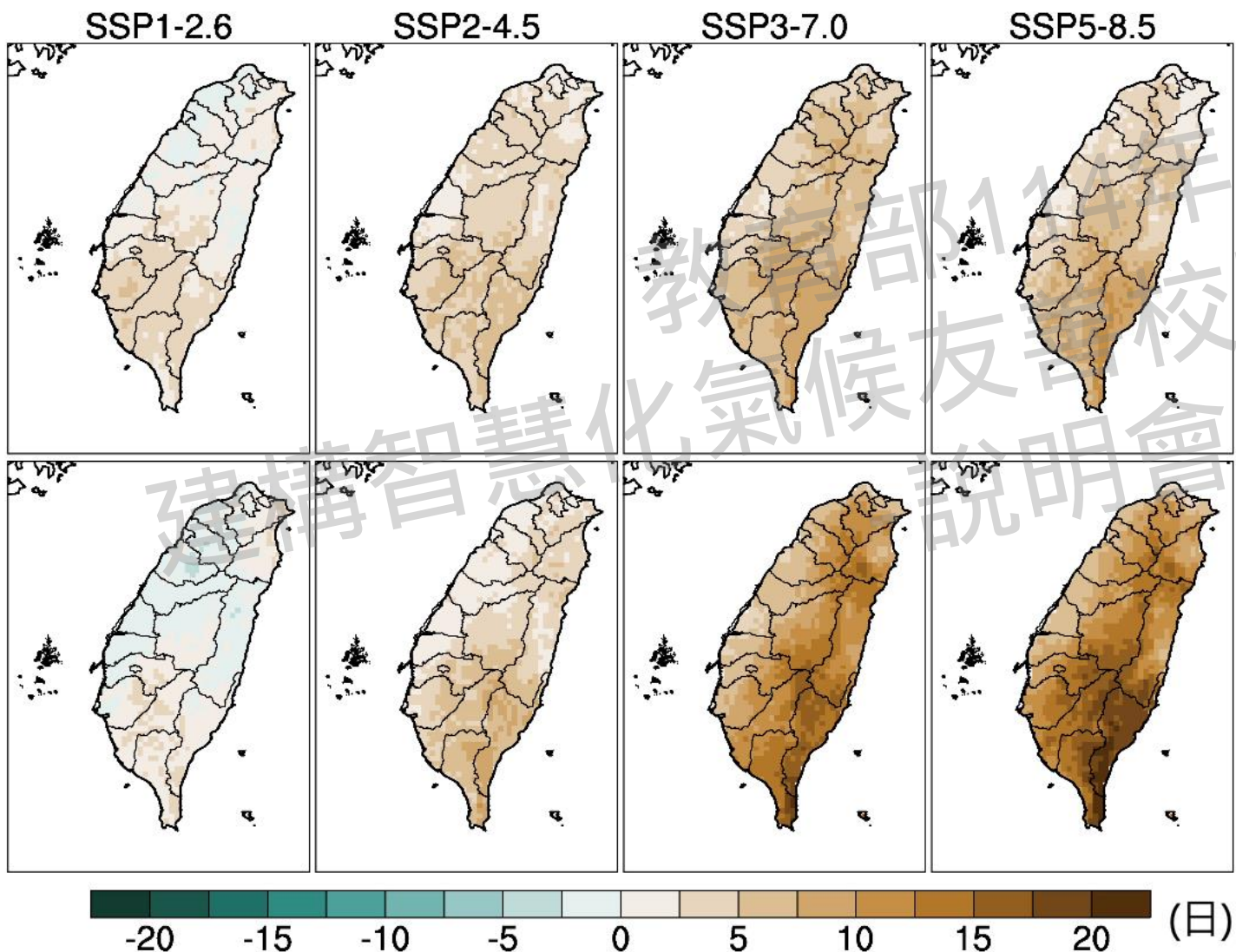
理想減緩情境 (SSP1-2.6)

下, 增加幅度約為12%、

16%。

臺灣未來年最大連續不降雨日數推估

臺灣年最大連續不降雨日數未來推估空間分布



年最大連續不降雨日數各

地有增加的趨勢，最劣情

境 (SSP5-8.5) 下，21世

(%) 紀中、末平均增加幅度

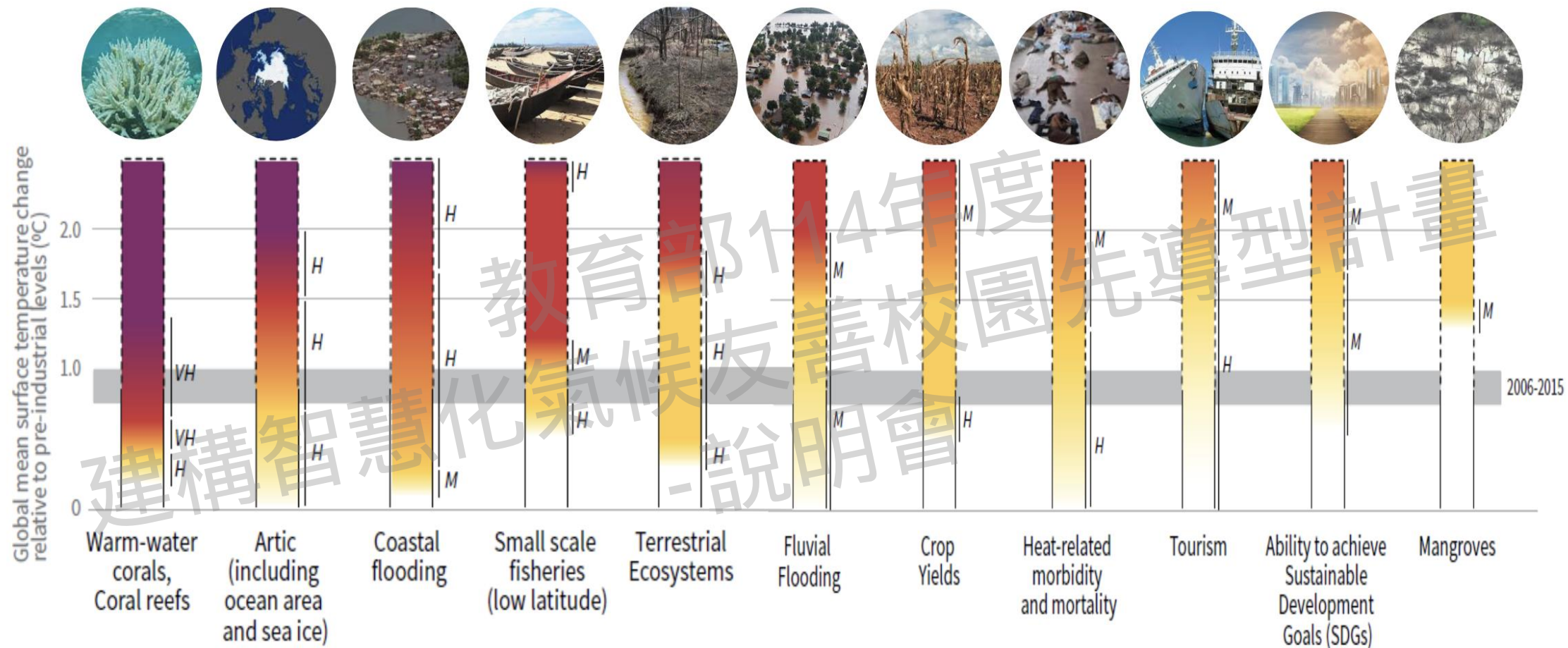
約為5.5%、12.4%;理想

減緩情境 (SSP1-2.6) 下，

21世紀中、末減少幅度

約為1.8%、0.4%。

IPCC 1.5°C 特別報告：溫升對生態與人類活動產生不同程度的衝擊與風險





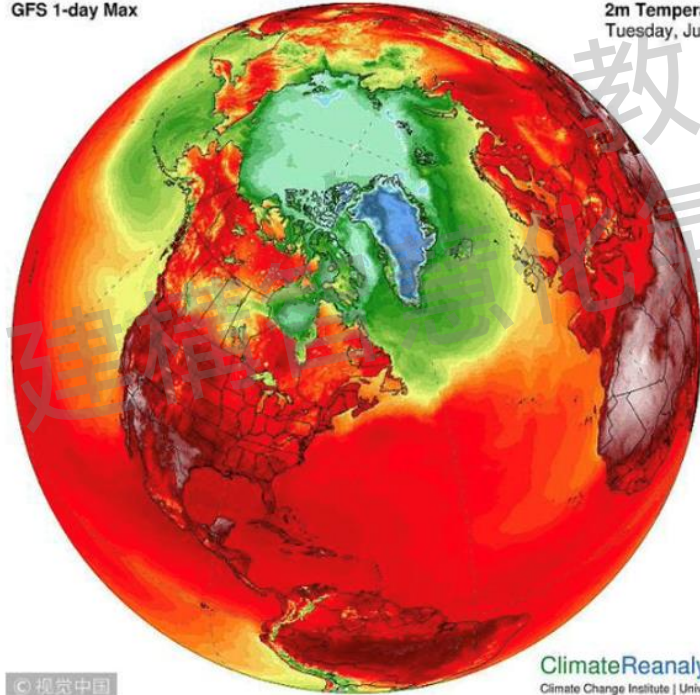
Below 1.5 – to Stay Alive

IPCC 科學報告：若要達到 1.5°C 的目標，到 2030 年全球二氧化碳排放量需要比 2010 年的水準下降大約 45%，到 2050 年左右達到「淨零排放」(net-zero emission)。

淨零排放國際趨勢

因應氣候變遷及地球暖化，超過**140**個國家宣示淨零排放，
歐盟、美日等國陸續提出於**2050年**達成**淨零排放**倡議。

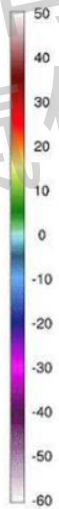
GFS 1-day Max



© 视觉中国

2021年

2m Temperature (°C)
Tuesday, Jul 24, 2018



ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine

淨零
排放



2050年

如何達到淨零排放



建構智慧化氣候友善校園先導型計畫
教育部114年度
說明會

努力讓人為造成的溫室氣體排放極小化，

再用負碳技術、森林碳匯等方法抵消，達到淨零排放。

國際公約演進

第一次全球盤點First Global Stocktake(GST)

2023(COP28)通過

★巴黎協定後(COP21通過)首次全球盤點(Global Stocktake, GST)氣候行動成果

根據《巴黎協定》第14條：締約方於2023年應進行第一次全球盤點，之後每5年需進行一次全球盤點。

2023年第一次全球盤點結果已增溫1.2°C
永續未來的契機正快速消失！

- 於2024年底前重新檢視NDC並強化2030年目標
- 鼓勵2035年NDC減碳目標應涵蓋所有溫室氣體與部門
- 2030年再生能源裝置容量成長為目前3倍;2030年能源效率改善幅度提升為目前2倍

ISO 14068-1:2023

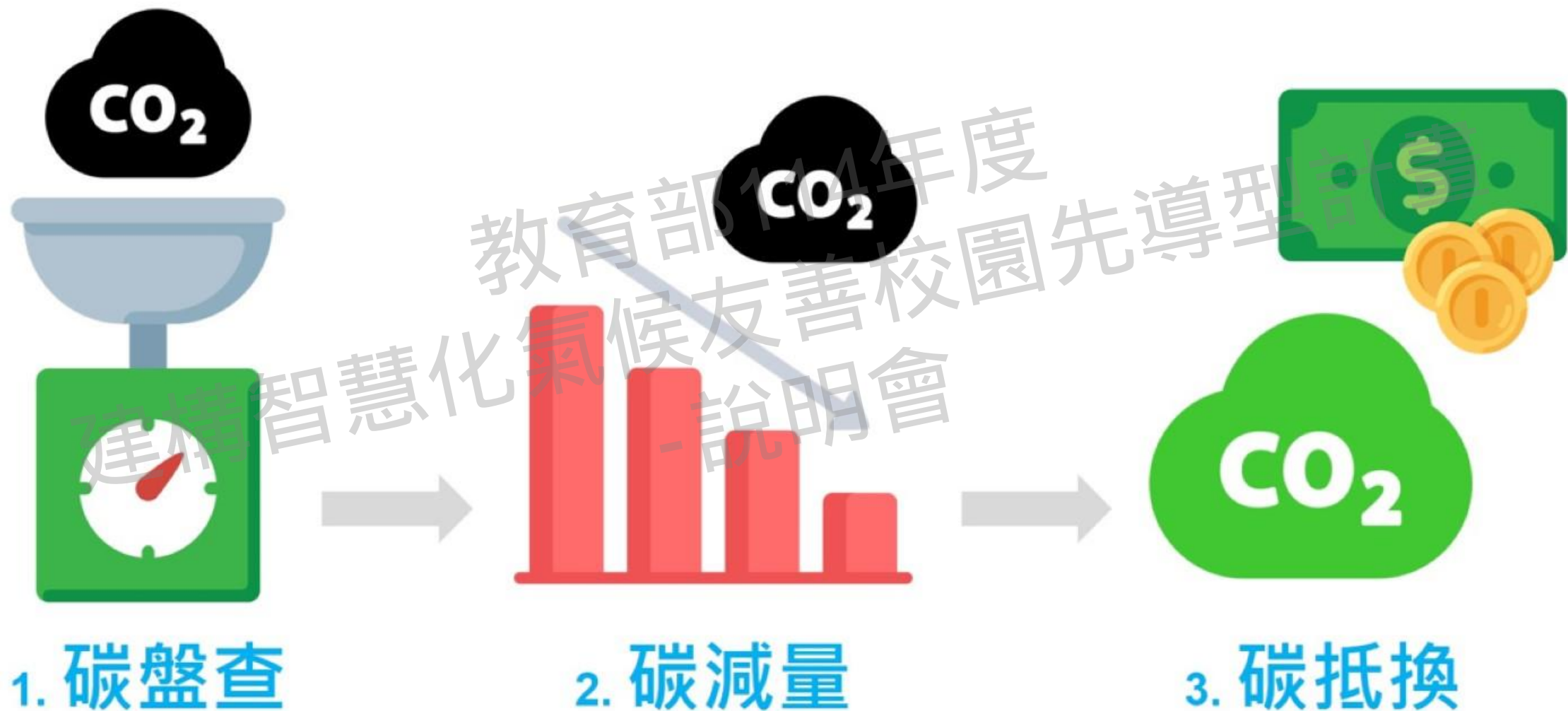
□ 發布時間：2023 / 12 / 13

(國際標準組織於COP28 大會結束後，發布ISO 14068標準)

□ 標準重點：

- 1.適用於組織和產品，涵蓋了碳中和的全面要求。
- 2.遵循碳中和管理層次法原則，優先減排，其次是增匯，最後為抵銷。
- 3.要求持續改進，逐步減少對抵銷的依賴。
- 4.要求文件化訊息，確保碳中和工作的透明度。
- 5.對「碳中和」與「淨零排放」進行了區分，但兩者為相關連之概念。

碳中和及淨零排放的操作流程





溫室氣體

CO₂e → 把不同的溫室氣體對暖化的影響用同一種單位表示

【二氧化碳當量】

淨零排放之取徑

淨零

排放



能源
轉型



減排

節能



效率
提升



負碳
抵消

教育部114年度
建構智慧化氣候友善校園先導型計畫
說明會

基礎校

教育

- ☑ 基礎物理環境
- ☑ 四大循環面向
- ☑ 碳盤查
- ☑ SDGs簡易檢視

減碳行動

讓“碳”變得可見



透過教師社群方式師生共同進行

以國內外碳盤查系統為基礎

建構中小學碳盤查工具

對應淨零排放之校園能資源管理模式

有了實質環境的盤查+碳盤查的結果，歸納出必要可行有效的減碳作為，並以碳盤查的量化分析比對進行減碳效益的評估與檢視，逐步朝淨零排放目標努力前進，此為淨零系統的操作邏輯。

以左側為基礎看見學校面臨

系統課題

提出因地制宜解決系統課題的方案

解決系統課題的同時也是看見

減碳系統

同時也整合IOT為一個整體系統

示範校

如何打造氣候友善校園

- 建立氣候友善校園所需的「聯合國氣候變遷與永續發展教育(CCESD)素養」
- 進行校園實質環境盤查及碳排放簡易盤查，發現耗能項目及可行之節能作為與策略
- 發現學校耗能案例，透過相關作為/行動/生活實驗室（Living-Lab）之研析找出最適當的改善方案

系統性思維與能力 → 採取氣候友善行動 → 落實減碳行動



建立對應國家淨零碳排路徑之校園能資源管理模式

永續校園實質環境盤查

□ 透過學校『在地基礎實質環境盤查』、『學校能資源使用數據分析』及『校園能資源管理策略探討』，從中瞭解學校、發現學校的問題與困境

| 現有狀況 與設施 | 經營管理 問題彙整 | 問題根源 及延伸分析 | 對於所面臨問題的 解決方法與策略 | 如何透過課程、活動讓 師生在校園生活中瞭解 |
|--------------|---------------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|
| 盤點、分析 與功能 | 設施在使用、 維護管理方 面的問題... 等 | 經營管理阻 礙盤點 | 多元方法對策 | 如何引發師生覺知 |

嘉義縣大南國小結合教學之校園實質環境盤查

壹、探索規劃面向

---C-3 校園通風

| 主題 | 項目 | 需要工具 | 作法 |
|-------------|---------|------|---|
| C-2 溫熱調控 | 陰影與降溫鋪面 | 日照觀察 | 營造植栽遮蔭區達到降溫 若能搭配裸露水體更能強化降溫效果，且需注意植栽種植方向若能搭配長年風向尤佳。 濕地搭配流動水源 冬紅.九重葛.錫葉藤 |



校園生態新樂園

環境危機總動員

水資源的美麗與哀愁

能源設計我最行

教學歷程：一年級「大樹是我的好朋友」

設計理念

學校校樹—桃花心木是每個大南孩子心中的大樹爺爺，剛好利用這個單元讓孩子有機會抱抱大樹親近大樹，學會關心環境。

單元目標

1. 體驗大樹樹皮的粗細，並能說出每棵樹木樹皮粗細的不同。
2. 尋找校園內適合拓印的樹葉和樹，體驗拓印的樂趣和成就感。



E 觀察校園裡的大樹朋友



D 探索大樹的特色



C 發揮創意自由創作



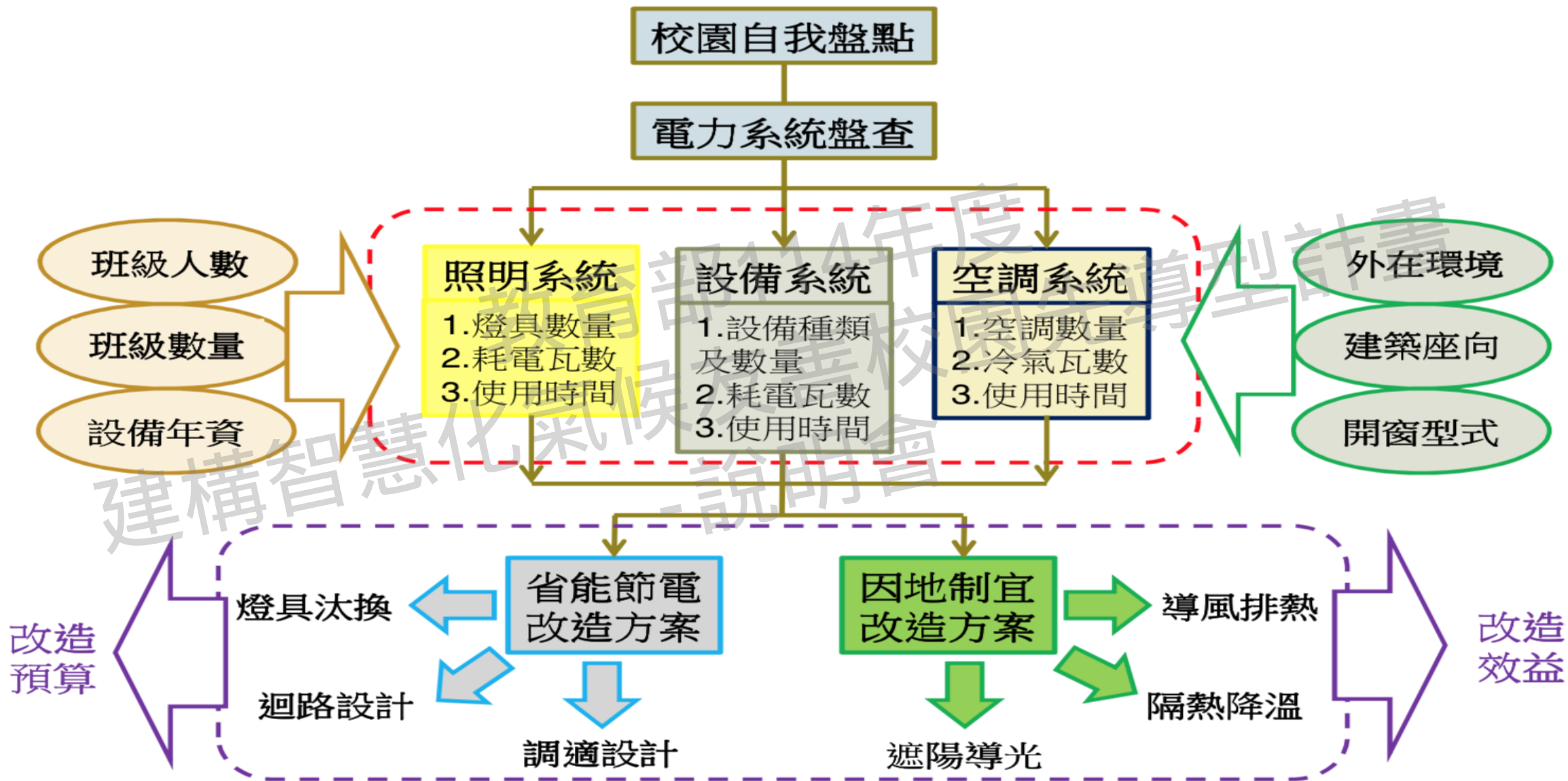
T 集思廣益共同創作



S 和同學一同分享作品



校園耗能設備盤點S.O.P.流程



設備節電量及減碳量之計算

計算前

要先知道什麼

資料？

設備種類

設備數量

設備耗電量

使用時間

教育部114年度
建構智慧化氣候友善校園先導型計畫
-說明會



節能效益之具體呈現

- 節省用電度數

➡ 改善前用電度數 - 改善後用電度數 = 減少用電度數

- 節省電費支出

每減少1度電可節省3元（以平均電費單價推估）之電費支出

➡ 節省用電度數 x 3元/度電 = 減少電費支出

- 減少溫室氣體排放（節能減排）

每減少1度電可減少0.494公斤CO₂e(二氧化碳當量)的排放

➡ 節省用電度數 x 0.494公斤CO₂e/度電 = 減少二氧化碳排放量

對應校園淨零排放之能資源管理模式建立

使用校園簡易碳盤查工具表(Excel)

結合實質環境盤查
進行校園簡易碳盤查

運用智慧化工具或元件擷取
環境因子及碳排相關數據

結合教學活動
深化師生環境覺知



掌握校園碳排項目內容與種類

了解基本碳排放量及負碳、固碳能力

校園環境治理
與永續發展



研析校園減碳重點與可行策略/規劃校園減碳行動並落實執行

量化評估減碳成效並持續推動

逐步達成校園淨零排放之目標

校園簡易碳盤查工具

(有助學校盤點環境及能資源消耗的工具)

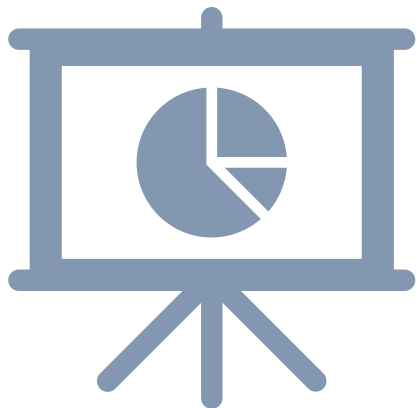
- 幫助學校掌握，校園內可能產生碳排的項目內容
- 輔助學校初步了解，學校的碳排放當量及負碳與固碳能力
- 透過校園環境盤查找出可行之減碳作為並進行量化效益分析計算
- 幫助學校進行後續節能減碳的路徑規劃
- 建立學校對應淨零排放之能資源管理模式

掌握校園碳排項目
內容與種類

了解基本碳排放量
及負碳、固碳能力

校園減碳行動規劃
與落實執行

建立對應校園淨零排放
之能資源管理模式



「校園簡易碳盤查」-以教育及校園環境治理為本

主要透過教育引導學生、學校及相關機構理解淨零排放，啟發參與實踐的熱忱。

著重提供中小學生易懂的淨零排放知識，使其理解基本原則、目標的重要性，以及在實踐行動的參與角色。

盤查工具考慮中小學生理解能力和簡便性，採用適合年齡層的互動式工具，讓學生參與並了解學校及個人的淨零排放進展，鼓勵參與減碳行動。

這方法啟發中小學生積極行動，透過教育和盤查工具深入了解如何實踐淨零排放目標，包括推廣綠色交通、減碳行動、鼓勵使用可再生能源，培養中小學生永續發展的意識和行動力，同時也達到校園環境的永續治理。

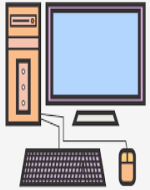


智慧化氣候友善校園簡易碳盤查之特性



國際化 (SDGs、ISO)

- 以國際標準碳盤查為架構 (ISO 14064-1)
- 對應SDGs 13：氣候變遷行動以及SDGs17：國際夥伴關係
- 與國際淨零排放趨勢接軌



數據化 (量化、效益)

- 碳盤查結果作為後續減排及負碳之參考基礎
- 量化數據可作為效益評比及統計之基礎
- 統整各鄉鎮、縣市乃至全國各級學校之碳排數據及負碳效益



智慧化 (效率、科學)

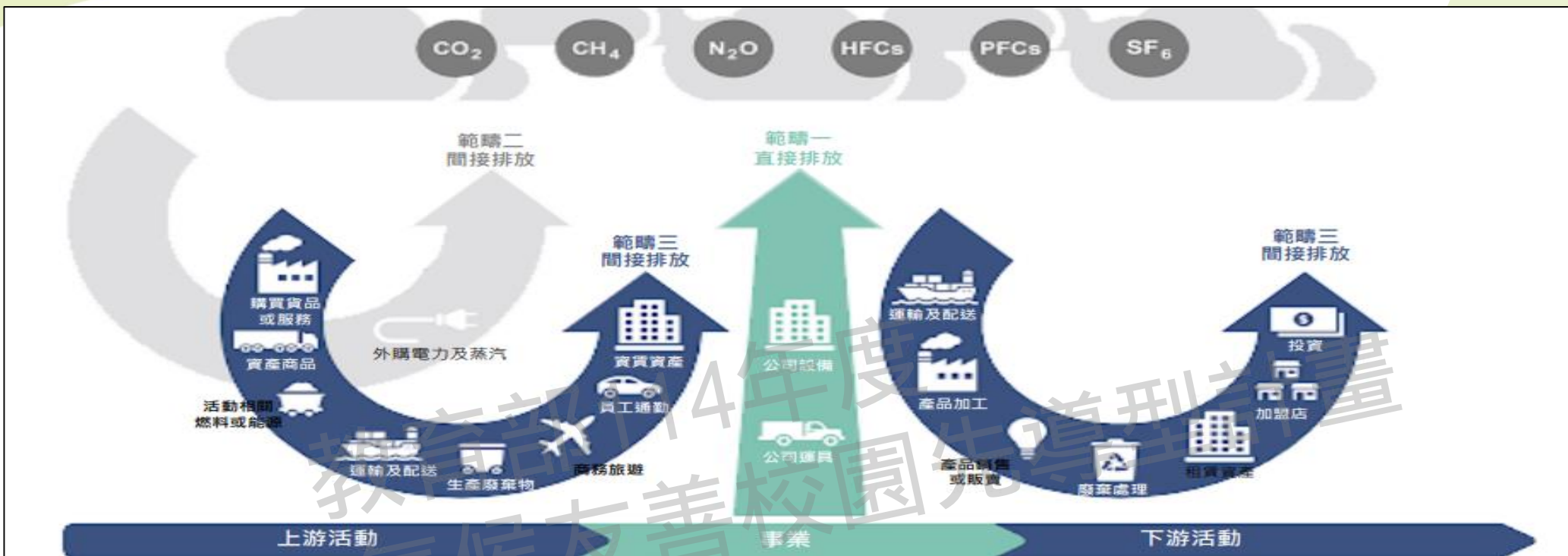
- 善用智慧化工具輔助盤查資料收集彙整與上傳雲端
- 減少人為誤差並減輕行政作業負擔
- 建構智慧化氣候友善校園



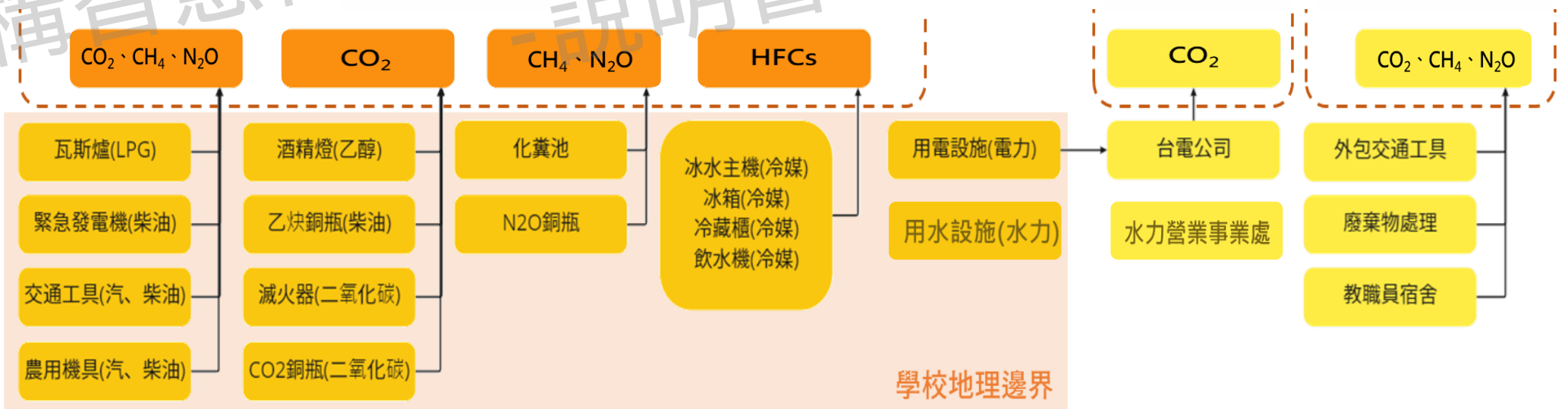
普及化 (教育、生活)

- 結合素養導向課程，落實校園氣候行動
- 結合教學實作，傳達氣候友善校園之節能減排理念
- 探討校園節能減排及負碳策略之具體作法及匯總其量化效益

企業盤查 涵蓋範疇



校園盤查 涵蓋範疇



盤查工具差異

校園簡易碳盤查

固定式設備

移動式設備

外購電力

外購水力

冷媒/二氧化碳滅火器逸散、化糞池使用

因使用設備不同而有差異

活動數據(盤查資料)收集較繁瑣

額外量化內容

校園負碳、固碳、減碳

國際標準碳盤查(ISO 14064-1)

工業製程因物理/化學反應產生的排放

固定式設備

移動式設備

冷媒/二氧化碳滅火器逸散、化糞池使用、掩埋場、使用乙炔之焊接設備

外購電力

外購水力

員工通勤、商務旅行

(上下游)運輸、配送

(上游)產品生產、營運、租賃、廢棄物產生排放

(下游)產品加工、租賃、販售、廢棄物產生排放

盤查工具差異

校園簡易碳盤查

1. 盤查學校地理邊界內的碳排
2. 幫助學校了解碳排概況
(對於學校碳排有初步認知)
3. 透過盤查結果發展減碳行動
4. 尚未發展到認證階段
5. 了解校園負碳、固碳、減碳
6. 可幫助學校進行自主盤查、管理、
結合教學應用

國際標準碳盤查(ISO 14064-1)

1. 盤查學校地理邊界內、外的碳排
(如外包交通工具、廢棄物處理等皆需盤查)
2. 了解碳排整體情況
(對於碳排有完整認知)
3. 盤查結果可進行認證

正 碳 排

校園簡易碳盤查與國際標準碳盤查對應項目

校園簡易碳盤查-盤查面向

(以校園常見且較易取得活動數據的排碳項目進行盤查)

固定式排放源

移動式排放源

逸散性排放源

外購電力

外購水力

國際標準(ISO14064-1) -盤查面向

(所有排碳項目進行盤查)

類別一：直接溫室氣體排放

固定式排放源、移動式排放源、逸散性排放源、
製程排放

類別二：能源間接溫室氣體排放

外購電力

類別三~六：其他間接溫室氣體排放

類別三：員工通勤、員工出差、廢棄物運輸

類別四：自來水採購、垃圾焚化、影印紙採購

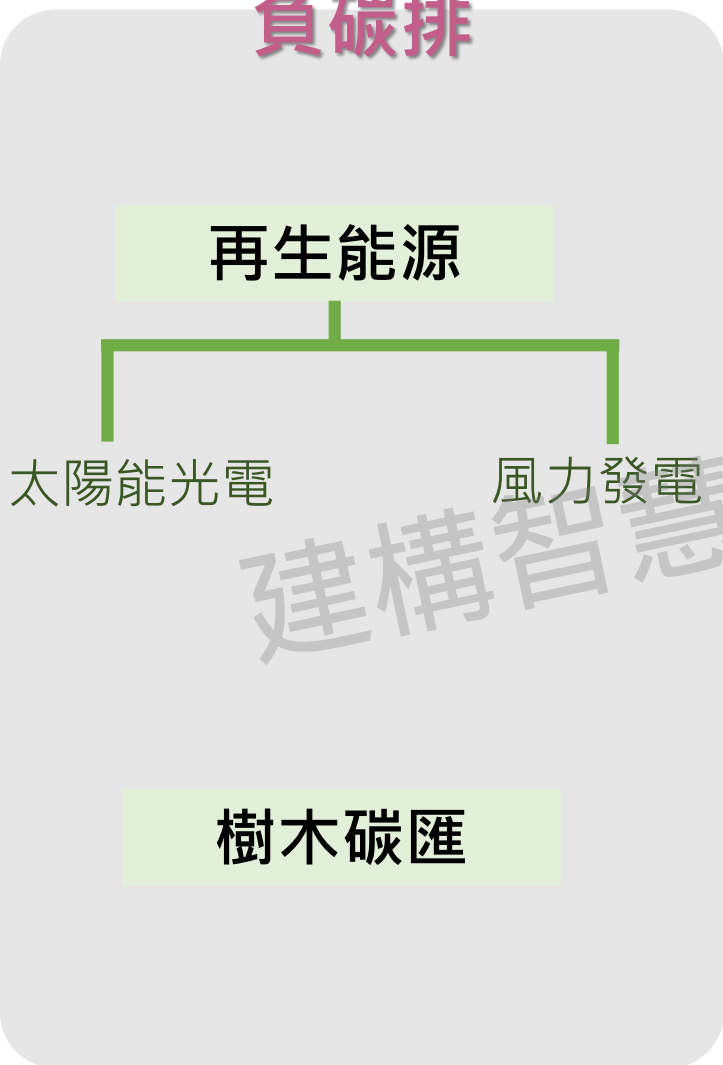
類別五：下游租賃資產(承租空間)

類別六：由其他來源產生的間接溫室氣體排放

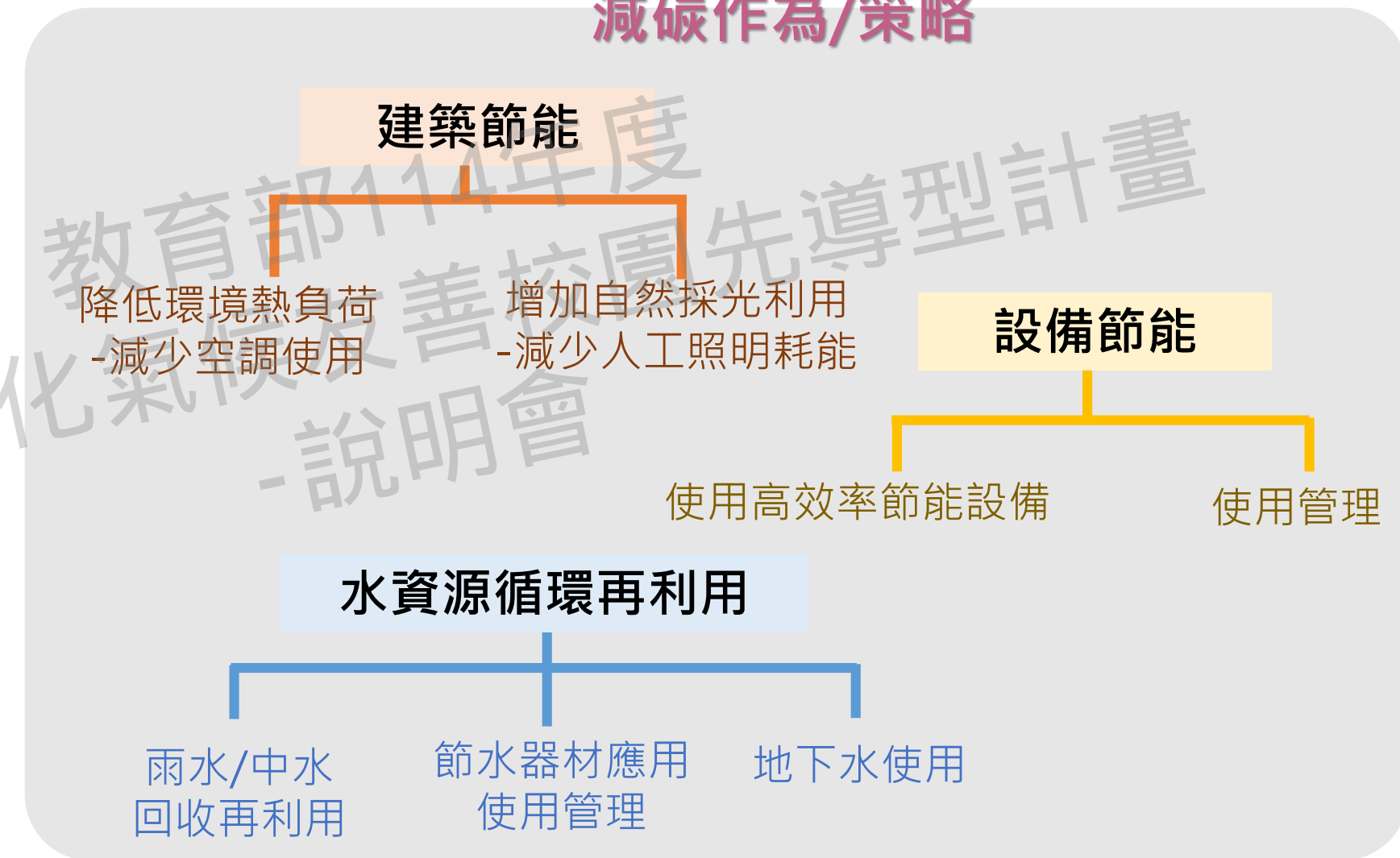
負 碳 排 、 減 碳 項 目

校園簡易碳盤查-盤查項目種類

負碳排



減碳作為/策略



校園簡易碳盤查



計算公式

排放源
使用/補充數據

X 溫室氣體
排放係數

X 全球暖化潛勢
(GWP)

=

溫室氣體排放量
(公噸CO₂e/年)

流程

確認溫室氣體盤查年度/邊界

鑑別溫室氣體排放源/計算排放量

固定式
排放源

外購
電力

移動式
排放源

外購
水力

逸散性
排放源

負碳排及
減碳作為/
策略

由校方填入數據，類別如下：

固定式
排放源

- ✓ 燃料使用
 - 燃料油
 - 天然氣
 - 液化石油氣
 - 汽油
 - 柴油

移動式
排放源

- ✓ 燃料使用
 - 車用汽油
 - 柴油
 - 煤油
 - 潤滑油

逸散性
排放源

- ✓ 汗水排放源
 - 平日日間使用學生
 - 平日夜間使用學生
 - 假日使用學生
 - 住宿人數
 - 平日日間員工
 - 平日夜間員工
 - 假日員工
- ✓ 二氧化碳滅火器排放源
 - 二氧化碳滅火器填充
- ✓ 冷媒排放源
 - 冷媒填充
(細項設備及補充量)

外購
電力

- ✓ 能源間接排放
(每期用電度數)

外購
水力

- ✓ 其他能源間接排放
(每期用水度數)

負碳排放
及減碳作為策略

- ✓ 再生能源
 - 風力發電
 - 太陽能光電
- ✓ 生態固碳
 - 綠色碳匯

低碳建築=建築節能+設備節能

- ✓ 建築節能：
 - 降低環境熱負荷->減少空調耗能
 - 增加自然採光利用->減少照明耗能

- ✓ 設備節能：
 - 汰舊換新為高效率節能設備
(空調/照明/熱水器/事務機器/冰箱/飲水機等)
 - 設備節能使用管理
空調設備使用管理
搭配迴路控制之照明燈具使用管理
飲水機加裝定時器
事務機器設備管理

- ✓ 水資源循環再利用

- 雨水回收再利用
- 中水回收再利用
- 使用節水器材&使用管理
- 地下水使用

| 各類型排放源排放比例 | 固定式 | 移動式 | 逸散性 | 能源間接 | 其他間接 | 總碳排放當量 | 負碳排及減碳作為/策略 | |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|--------|-------------|---------|
| | 排放源 | 排放源 | 排放源 | 排放源 | 排放源 | | 負碳排 | 減碳作為/策略 |
| 碳排放當量 (公噸CO ₂ e/年) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 占總排放量比例 (%) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

表單自動計算

建構智慧化氣候友善永續循環校園之簡易碳盤查系統

正 碳 排 種 類

資料蒐集時間範圍：113/1/1-113/12/31(以年為單位)

| 排放源種類 | | 校園相關設備 | 產生的溫室氣體排放 |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| 固定式 排放源 | 燃料在 <u>固定式設備</u> 產生之直接排放 | EX.校園廚房瓦斯、發電機、鍋爐等 | CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O |
| 移動式 排放源 | 燃料在 <u>移動式設備</u> 產生之直接排放 | EX.校園公務車用油、農機用具用油等 | |
| 逸散性 排放源 | 人為系統所釋放的溫室氣體產生的 <u>直接逸散性</u> 排放 | EX. 化糞池使用-汙水排放、 二氧化碳滅火器逸散、冷媒逸散 | CH ₄ 、HCFs |
| 外購 電力 | <u>校園用電</u> | EX. 校園電錶用電量(依電費單據紀錄) | CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O |
| 外購 水力 | <u>校園用水</u> | EX. 校園水錶用水量(依水費單據紀錄) | CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O |

負碳排、減碳項目

| 負碳項目 | 校園相關負碳紀錄 |
|------|------------------------|
| 再生能源 | EX.校園太陽能光電板、風力發電機的發電效益 |
| 綠色碳匯 | EX.校園樹木的固碳效益 |

| 減碳項目 | 校園相關減碳作為 |
|----------|-------------------------------------|
| 建築節能 | EX.降低環境熱負荷-減少空調使用、增加自然採光利用-減少人工照明耗能 |
| 設備節能 | EX.汰舊換新為高效率節能設備、設備節能使用管理 |
| 水資源循環再利用 | EX.雨水/中水回收再利用、使用節水器材及使用管理、地下水使用 |
| 校園其他減碳作為 | EX.低碳運輸、落實資源回收、使用智慧管理等 |

□ 樹木碳匯

- 校園植栽是學校固碳及負碳的資產，也是有利環境降溫、減少校園熱負荷的解方。
- 植物吸收空氣中的二氧化碳行光合作用，樹木可以把空氣中四公斤的二氧化碳轉成一公斤的木材放到肚子裡，一棵樹木有生之年大概可以吸收900公斤的二氧化碳。樹木吸收二氧化碳的能力在20年生會達到頂峰，接下來隨樹齡增加下降，到了60年生、80年生，將二氧化碳轉換成木材的能力就變得非常緩慢。

□ 校園簡易碳盤查工具表計算方式

- 方式一：校園樹木資訊平台

(以樹木樹高、胸高直徑計算出材積，搭配相關係數計算)

- 方式二：內政部建築研究所-綠建築評估手冊-基本型

(以樹木栽種面積(樹冠投影面積)搭配相關係數計算)

如何知道預估太陽能光電發電效益？

1、可結合EMS系統

2、可參考台灣電力公司

預估太陽能光電板每年發電效益= 太陽能光電板裝置容量 X 每千瓦年發電量

▾ 太陽能光電(每千瓦年發電量參考數值)

112年各縣市太陽光電容量因數

| 縣市 | 太陽光電裝置容量(瓩) | 太陽光電購電量(度) | 平均各機組每瓩年購電量(度) Σ(各機組年購電量/各機組裝置容量)/縣市機組數 (A) | 每瓩日平均購電量(度) (A)/365天 | 容量因數 (A)/8760小時 |
|-----|-------------|---------------|---|-------------------------|--------------------|
| 基隆市 | 22,150 | 19,976,935 | 791 | 2.17 | 9.03% |
| 台北市 | 75,080 | 72,656,397 | 1,006 | 2.76 | 11.48% |
| 新北市 | 159,095 | 151,911,140 | 990 | 2.71 | 11.31% |
| 桃園市 | 694,371 | 702,208,489 | 1,113 | 3.05 | 12.70% |
| 新竹市 | 46,024 | 51,976,888 | 1,185 | 3.25 | 13.53% |
| 新竹縣 | 186,148 | 209,214,008 | 1,139 | 3.12 | 13.01% |
| 苗栗縣 | 336,973 | 379,915,426 | 1,218 | 3.34 | 13.91% |
| 台中市 | 665,276 | 755,387,975 | 1,256 | 3.44 | 14.33% |
| 彰化縣 | 1,542,051 | 1,515,128,031 | 1,272 | 3.49 | 14.52% |
| 南投縣 | 222,189 | 220,340,737 | 1,146 | 3.14 | 13.08% |
| 雲林縣 | 1,295,567 | 1,706,087,814 | 1,239 | 3.39 | 14.14% |

註：

1. 容量因數(Capacity Factor)計算說明：機組全年總購電量/(機組裝置容量x機組全年購電天數換算時數)。
2. 112年為305天，機組全年購電天數換算時數為8760小時。
3. 112年每瓩年平均購電量約1,196度，各地區因日照條件略有增減。
4. 各縣市採全年外購購電量(未含轉直供電量)計算，因機組設置時間不一，購電效益不一，故計算結果與實際情形可能略有出入。
5. 「平均各機組每瓩年購電量(度)」計算，如因機組設置期間未滿一年者，按天數比例推估年購電量後計算。

資料來源：台灣電力公司

| | | | | | |
|-----|------------|----------------|-------|------|--------|
| 嘉義市 | 44,478 | 48,727,281 | 1,155 | 3.16 | 13.18% |
| 嘉義縣 | 1,000,222 | 961,762,143 | 1,220 | 3.34 | 13.93% |
| 台南市 | 2,283,197 | 2,550,245,555 | 1,244 | 3.41 | 14.20% |
| 高雄市 | 1,059,244 | 1,189,402,782 | 1,158 | 3.17 | 13.22% |
| 屏東縣 | 1,253,502 | 1,311,159,381 | 1,154 | 3.16 | 13.17% |
| 宜蘭縣 | 170,802 | 147,817,997 | 1,010 | 2.77 | 11.53% |
| 花蓮縣 | 176,028 | 181,655,160 | 1,031 | 2.83 | 11.77% |
| 台東縣 | 74,017 | 72,092,776 | 1,168 | 3.20 | 13.33% |
| 澎湖縣 | 57,873 | 36,195,810 | 1,264 | 3.46 | 14.43% |
| 金門縣 | 20,259 | 23,448,994 | 1,251 | 3.43 | 14.29% |
| 連江縣 | 70 | 73,442 | 1,260 | 3.45 | 14.38% |
| 合計 | 11,384,617 | 12,307,385,161 | 1,196 | 3.28 | 13.65% |

校園節能減排三部曲

- 空調設備節能
- 照明設備節能
- 電力系統節能
- 其他電器節能

建築節能

- 環境綠化降溫
- 隔熱遮陽通風
- 自然採光運用
- 建築能源效率

設備節能

- 設備自動監控管理
- 建築能源管理系統
- 智慧用電控制系統

智慧管理
與使用

被動式減量使用

設備能源效率提升

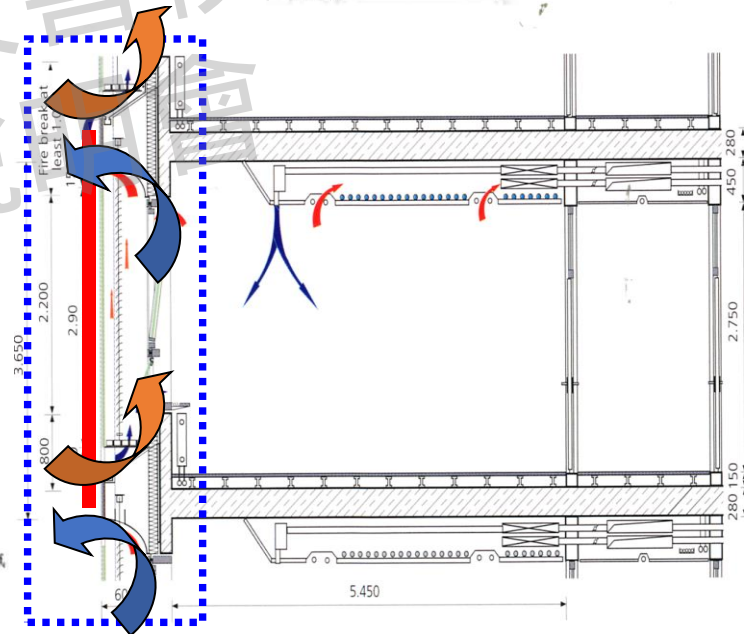
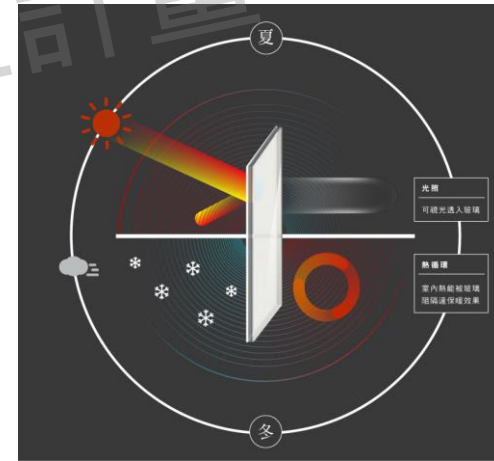
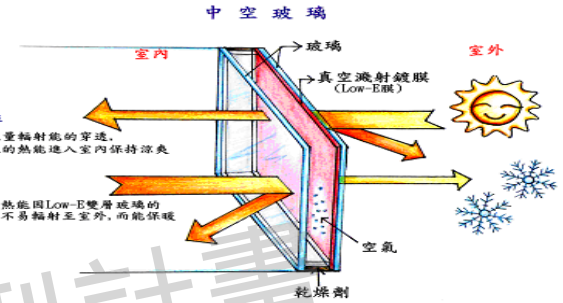
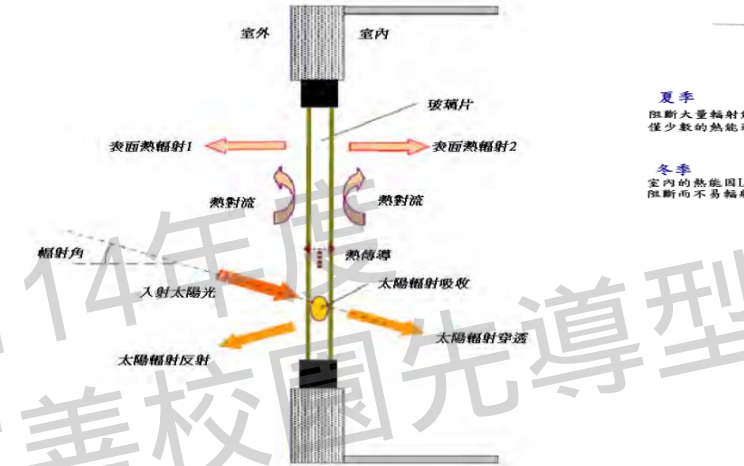
主動式減量管理

校園節能
減排

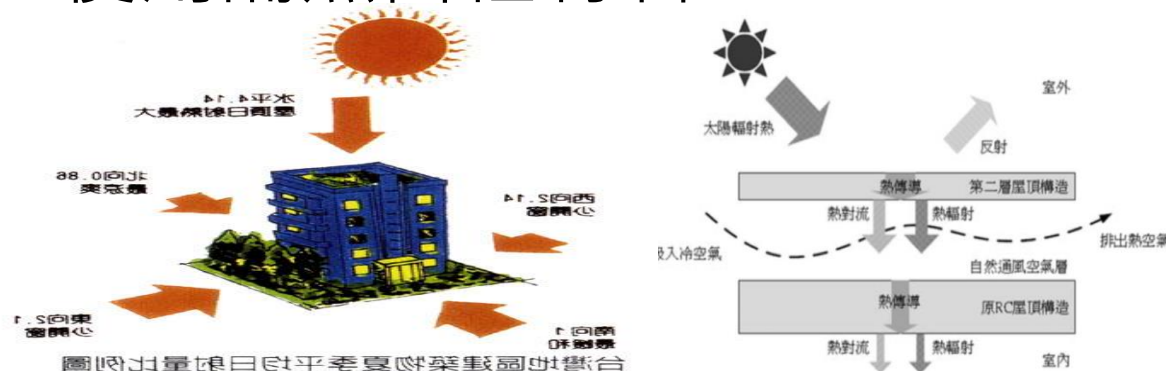
低碳建築環境節能 - 降低建築環境熱負荷，減少人工空調需求

■ 降低建築環境熱負荷的方法

- 環境綠化降溫
- 低熱輻射吸收率之色彩計畫
- 強化建築物屋頂隔熱
- 強化建築外牆遮陽
- 加強建築自然通風散熱
- 使用Low-E玻璃等節能玻璃
- 使用隔熱窗框材料。



shutterstock.com · 2132179477

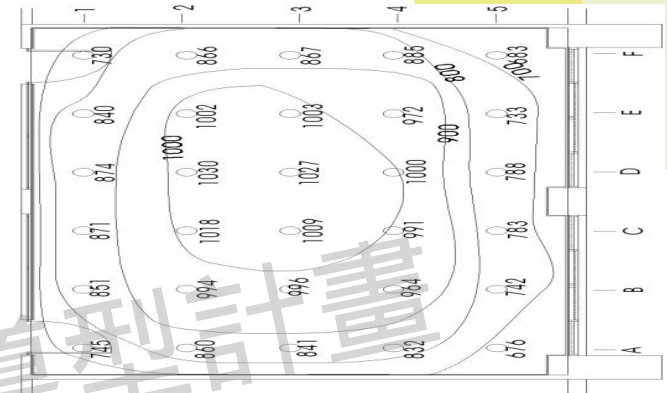


圖例: 夏季平日常用之屋頂隔熱效果

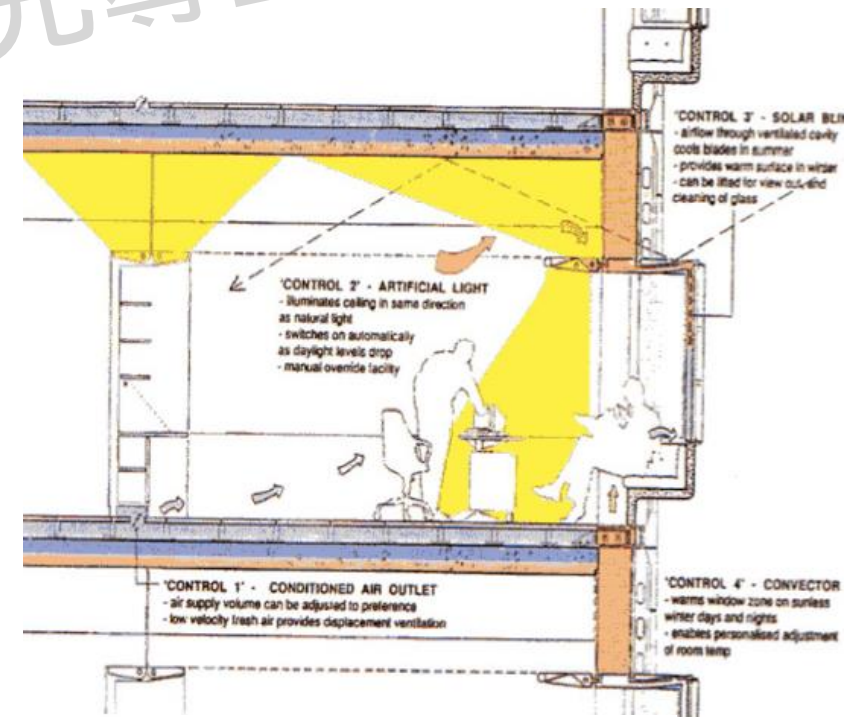
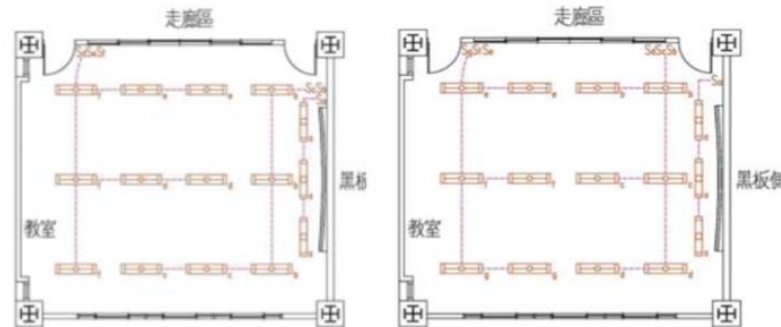
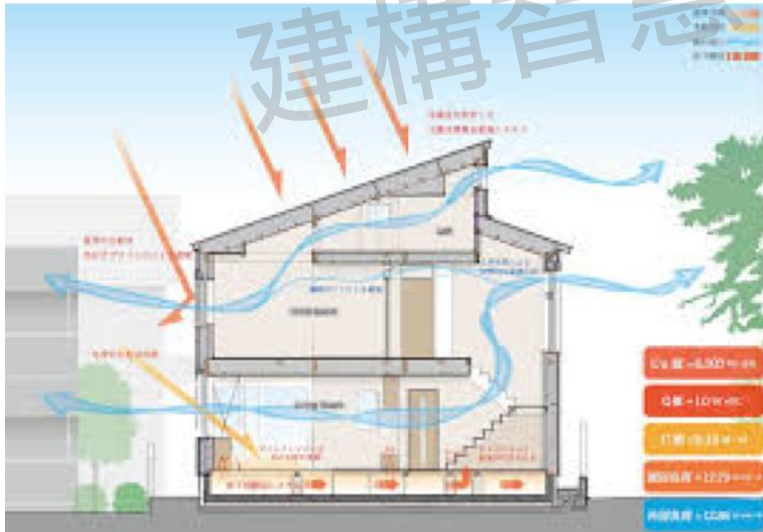
低碳建築環境節能-增加自然採光運用，減少人工照明需求

■ 搭配自然採光之人工照明

- 最大限度地利用自然光，減少對人工照明的依賴
- 天花板跟牆面以高反射率之乳白色或淺色粉刷。
- 設置導光板之自然光應用
- 窗邊照度充足時可減盞或跳盞開啟燈具



建構智慧化氣候友善校園先導型計畫
- 說明會



設置導光板之晝光利用

案例分享(空調能效改變：5級能效換成1級能效)

維持
不變

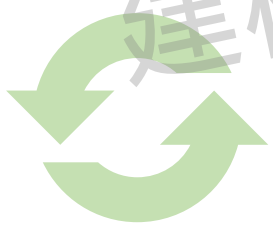


使用時間

冷氣能力

噸數

改
變



5級能效



1級能效

1台空調進行汰舊換新

(5級換成1級)

空調台數：1台；使用時間：750小時/年

原空調耗電量：1.250kW

節能空調耗電量：0.625kW

5級能效空調用電量：

$1.250\text{kW} * 1\text{台} * 750\text{小時} = 938\text{度/年}$

1級能效空調用電量：

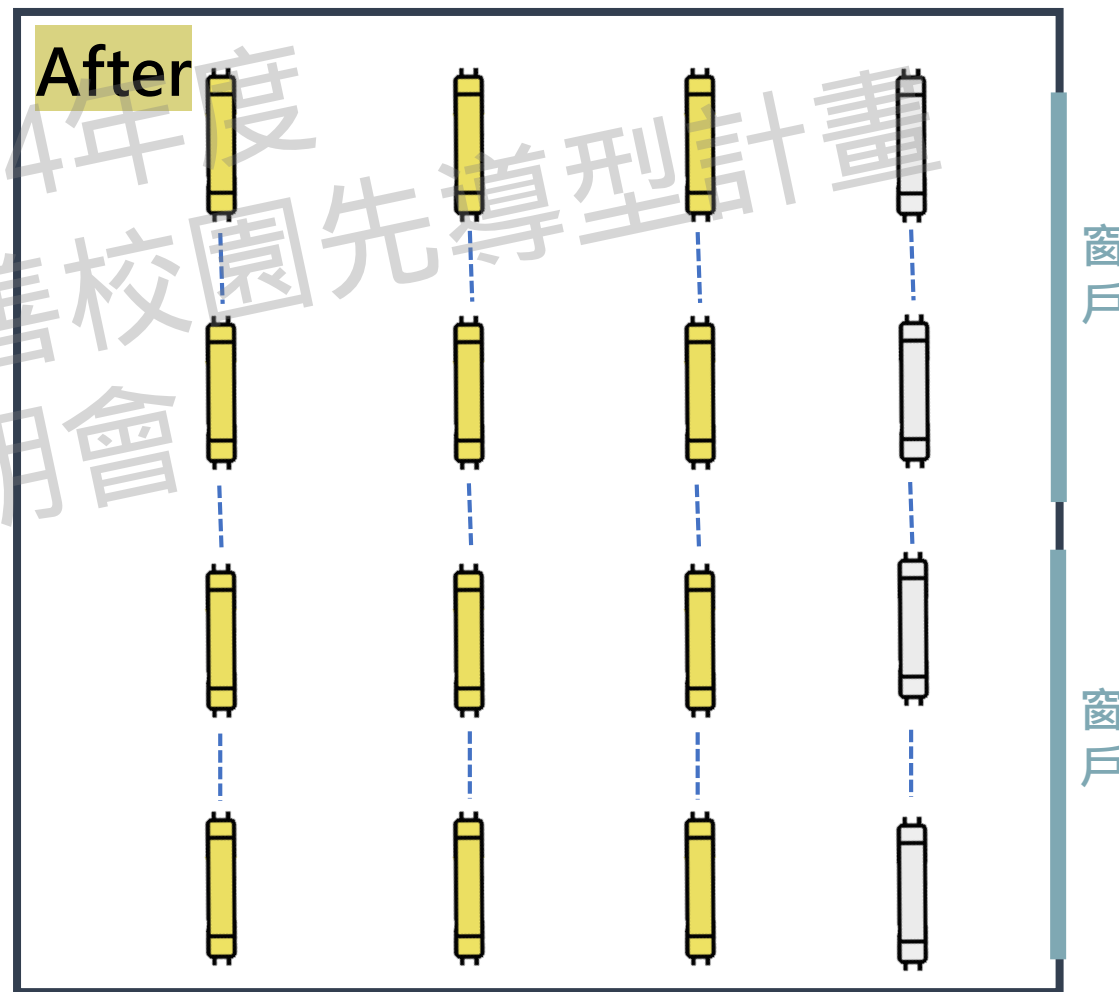
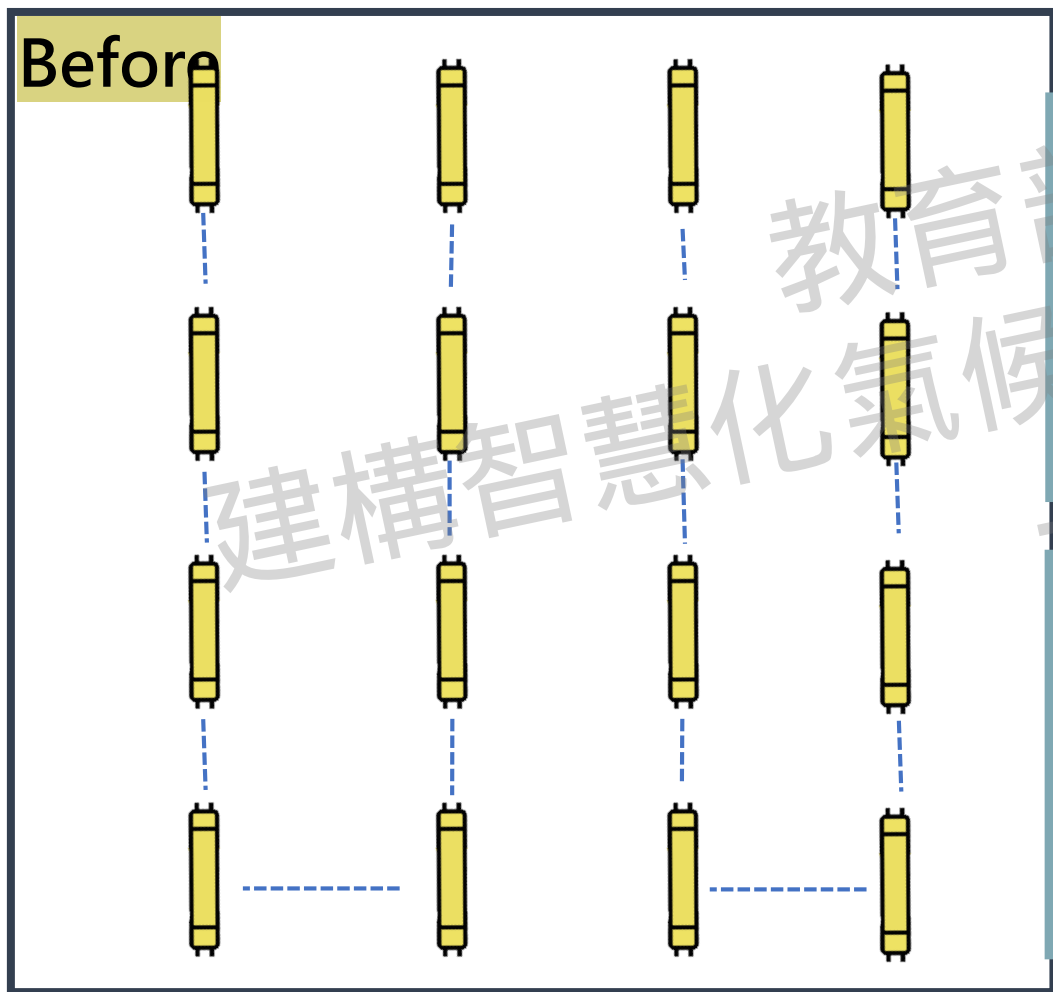
$0.625\text{kW} * 1\text{台} * 750\text{小時} = 469\text{度/年}$ 

案例分享(燈具迴路控制)

於日照充足的時段，可減少4盞燈具的使用

未進行有效迴路控制前，
即使晝光照度充足，仍需開啟所有燈光

進行有效迴路控制後，
當晝光照度充足，調整燈具開啟數量



案例分享(使用感應燈具或安裝定時器)

學校路燈加裝定時器

並每天於17:00-22:00時才開啟

加裝盞數：10盞

LED路燈(每盞50W)：耗電量50W

路燈原使用時間：17:00-隔日06:00，共200天

原使用時間：2,600小時/年；

加裝定時器後使用時間：1,000小時/年

總節電量：

$$50W * 10盞 * (2,600-1,000小時) = 800度/年$$



設備節能使用管理

使用管理的方式有哪些？

- 🔍 長時間不用，將設備關機/關閉(如學校可於寒暑假期間，將無人使用的設備關閉)
- 🔍 空調溫度設定適宜，搭配風扇提高空調效率
- 🔍 定期清理設備，提升設備使用效率
- 🔍 搭配電源插卡系統使用設備
- 🔍 設備實施遠端監控



運用智慧監控設備掌握用電量

如何使用智慧化監控設備？

- Q 各設備裝設智慧水、電錶
- Q 使用EMS系統
- Q 設備獨立用電迴路進行監測
- Q 藉由能源管理系統，於用電超過設定上限時發出警示



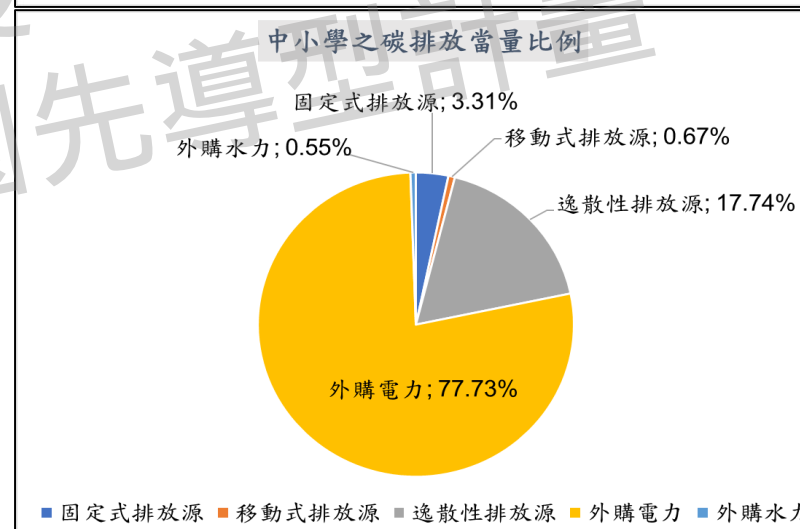
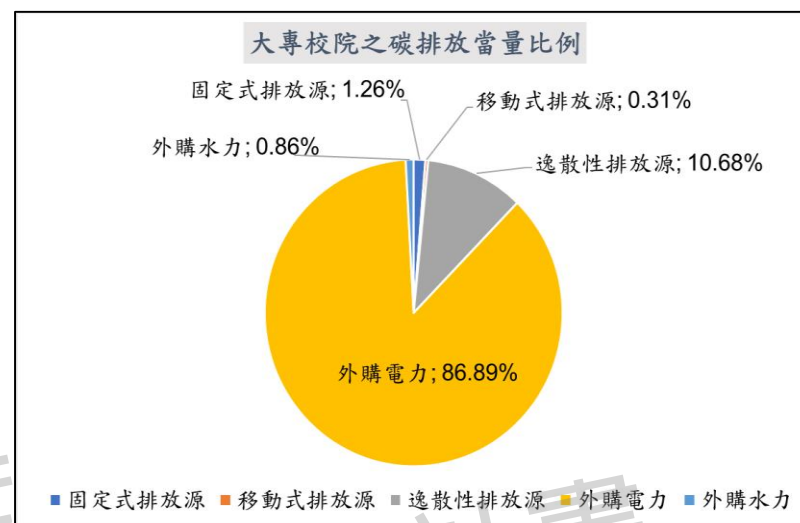
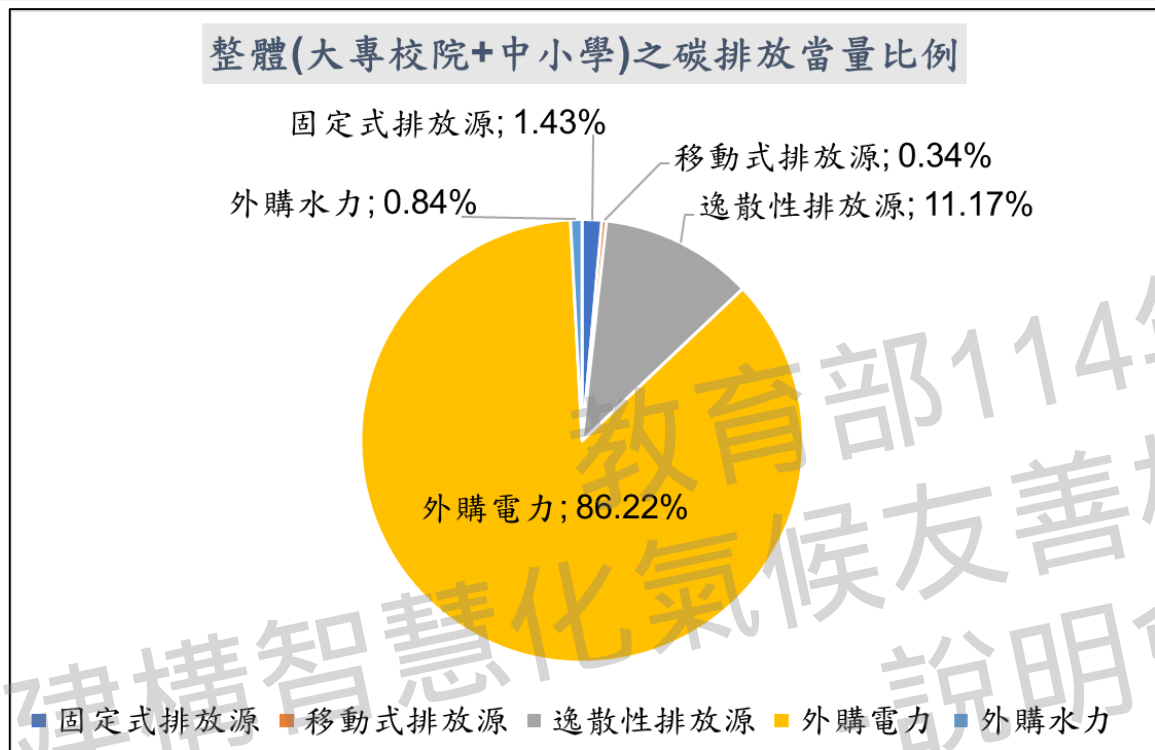
112年度智慧化氣候友善校園

基礎校簡易碳盤查

初步結果之分析圖表範例

(盤查資料區間：111/1/1-111/12/31)

112年度參與計畫學校，經盤查111年資料後 碳排放當量比例分布

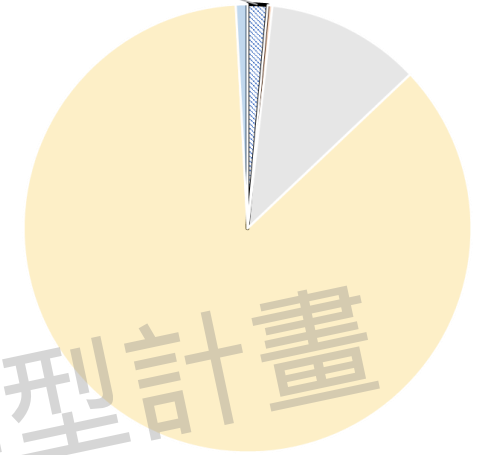


碳排放當量單位(公噸CO₂e/年)

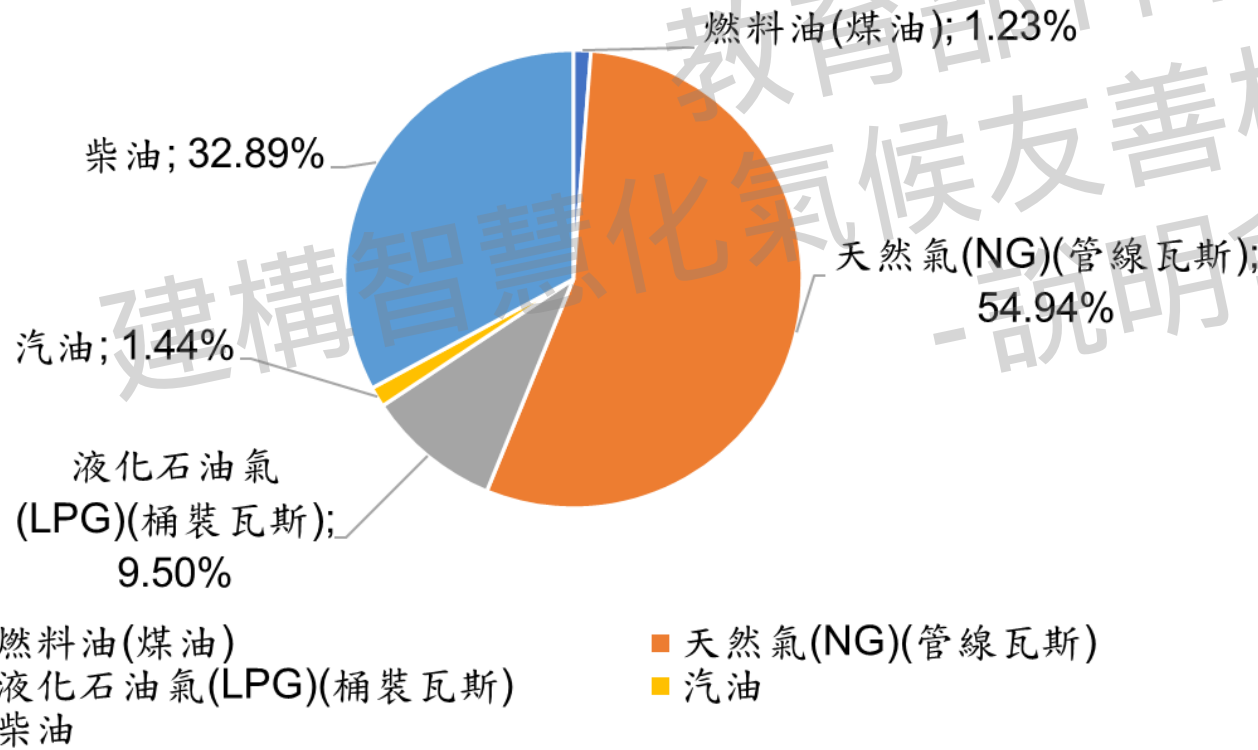
| | 固定式排放源 | 移動式排放源 | 逸散性排放源 | 外購電力 | 外購水力 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 整體(大專校院+中小學) | 1.43% | 0.34% | 11.17% | 86.22% | 0.84% |
| 大專校院 | 1.26% | 0.31% | 10.68% | 86.89% | 0.86% |
| 中小學(含國小、國中、高中) | 3.31% | 0.67% | 17.74% | 77.73% | 0.55% |

112年度參與計畫學校，經盤查111年資料後 於固定式排放源中，使用各項燃料其碳排放量比例

固定式排放源

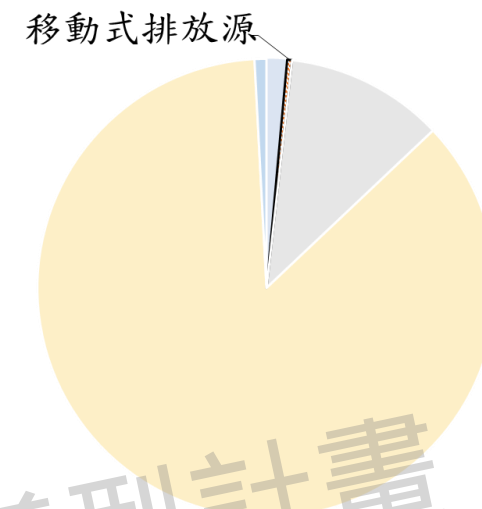


固定式排放源使用各項燃料碳排放量比例

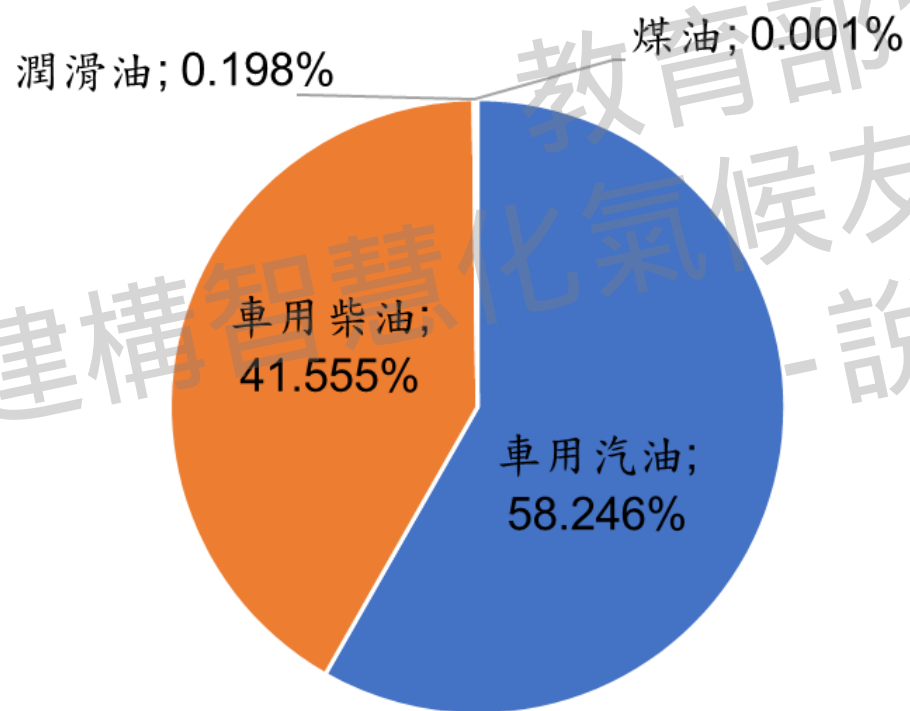


| 固定式排放源 燃料類別 | 佔比 |
|----------------------|--------|
| 天然氣(NG) (管線瓦斯) | 54.94% |
| 柴油 | 32.89% |
| 液化石油氣 (LPG)(桶裝瓦斯) | 9.50% |
| 汽油 | 1.44% |
| 燃料油(煤油) | 1.23% |

112年度參與計畫學校，經盤查111年資料後 於移動式排放源中，使用各項燃料其碳排放量比例



移動式排放源使用各項燃料碳排放量比例



■ 車用汽油 ■ 車用柴油 ■ 煤油 ■ 潤滑油

| 移動式排放源 燃料種類 | 佔比 |
|----------------|---------|
| 車用汽油 | 58.246% |
| 車用柴油 | 41.555% |
| 潤滑油 | 0.198% |
| 煤油 | 0.001% |

以112年度基礎校填報碳盤查資料經統計顯示：造成校園排碳的主要項目為『外購電力』，而校園負碳可達到的效益如下所示：

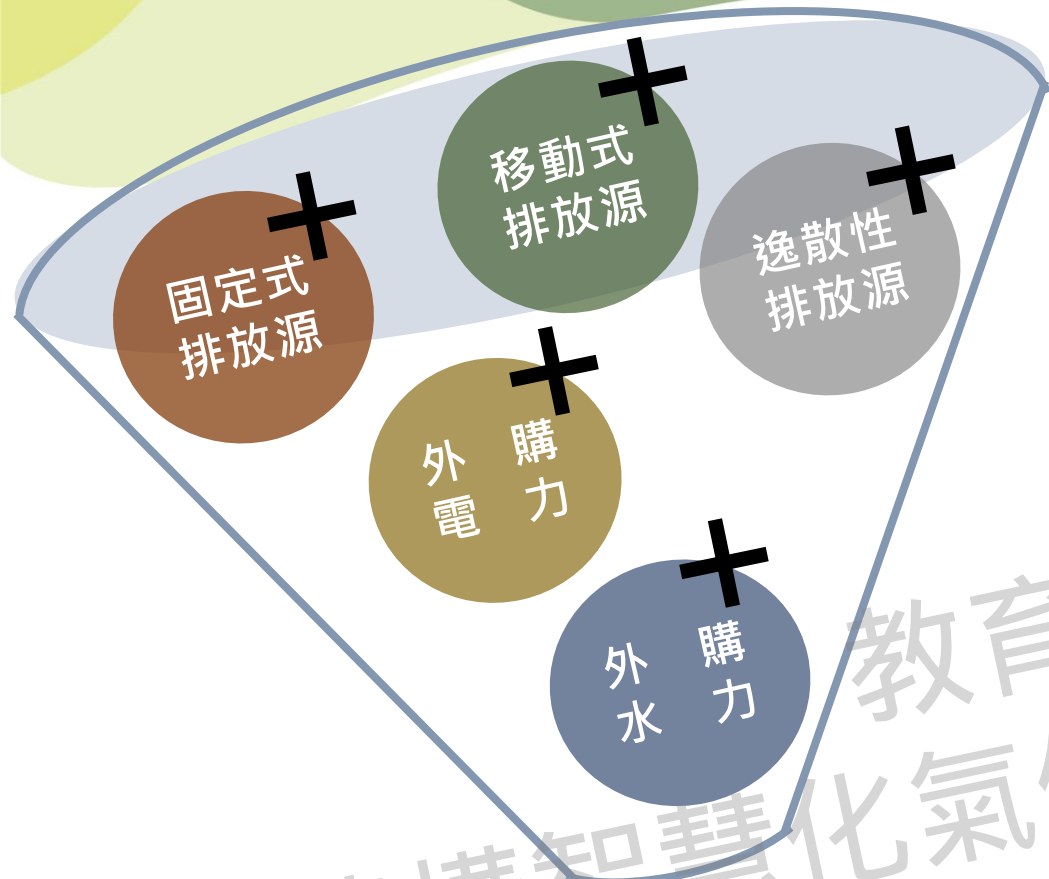
非大專校院(國小、國中、高中)

校園負碳約可以折抵校園30%的碳排放當量
其中再生能源約占20%；樹木碳匯約占10%

大專校院

校園負碳約可以折抵校園12%的碳排放當量
其中再生能源約占2%；樹木碳匯約占10%

除了校園負碳，搭配有效的減碳作為/策略也可降低學校的碳排放量



可折抵10公噸/CO₂e/年

再生能源



可折抵10公噸/CO₂e/年

樹木碳匯

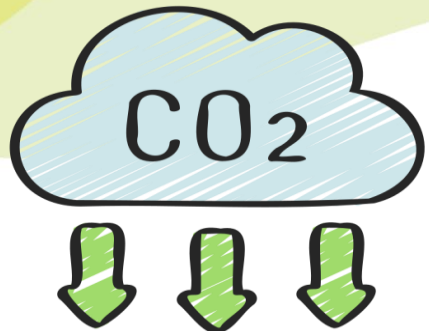


校園碳排放當量：**50**公噸CO₂e/年

校園負碳排：**20**公噸CO₂e/年

校園碳排放當量-校園負碳排=**50-20=30**公噸CO₂e/年

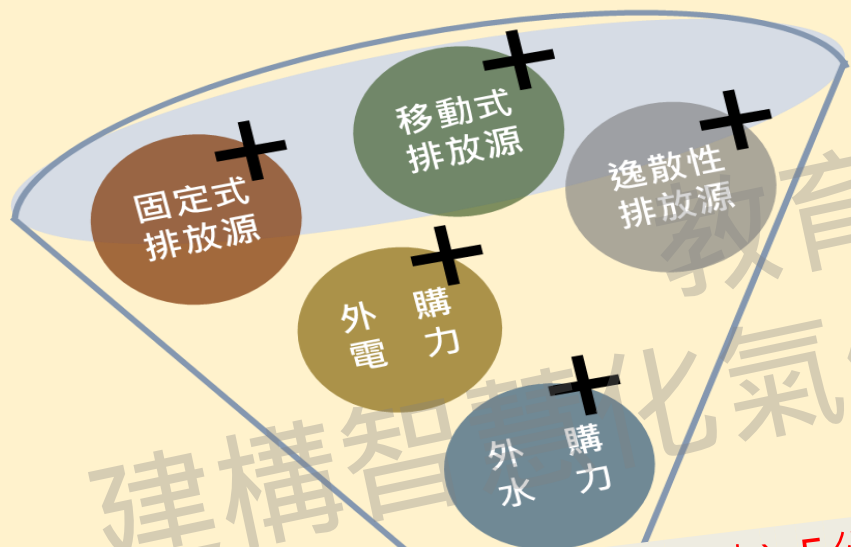
教育部112年度
建構智慧化氣候友善校園先導型計畫
-說明會



降低校園碳排放當量 + 增加校園負碳排抵扣

- 執行相關減碳作為/策略

- 增加校園再生能源
- 增加校園綠色碳匯

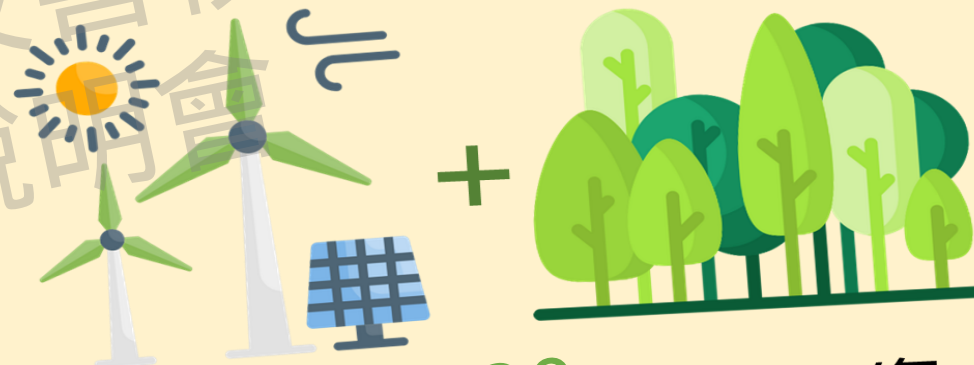


執行減碳作為後(減少)-5公噸

校園碳排放當量：**45**公噸CO₂e/年

(增加)+5公噸
再生能源

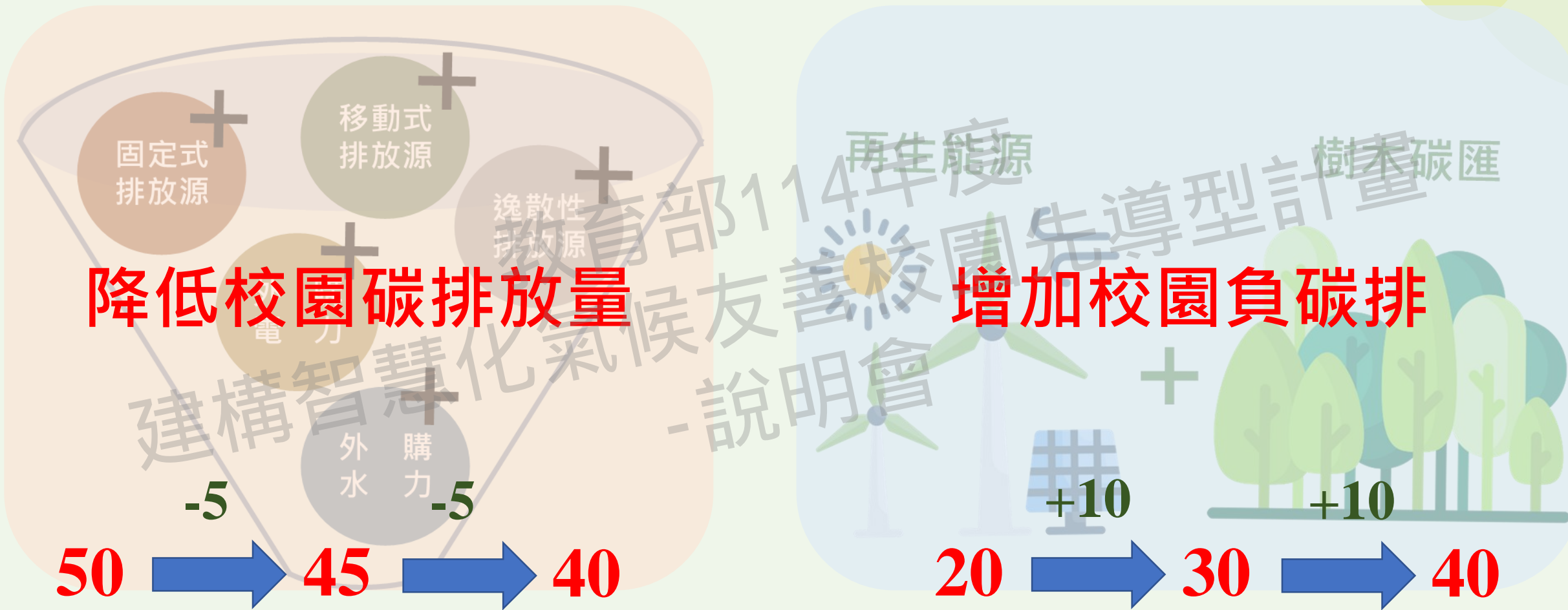
(增加)+5公噸
樹木碳匯



校園負碳排：**30**公噸CO₂e/年

校園碳排放當量-校園負碳排=**45**-**30**=**15**公噸CO₂e/年

達到淨零綠校園之目標



校園碳排放當量 - 校園負碳排 = $40 - 40 = 0$ 公噸CO₂e/年

計畫
通過



參與計畫團隊
辦理的相關研習工作坊



進行校園環境盤查
與能資源盤查

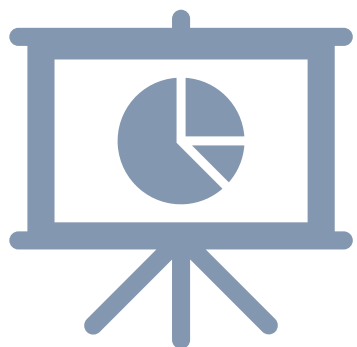
計畫團隊會引導學校進行相關盤查

盤查
工具表

盤查
指引

研習
課程

了解校園能資源
使用情況



校園減碳行動規劃
與落實執行



建立對應校園淨零排放
之能資源管理模式



教育部114年度
建構智慧化氣候友善校園先導型計畫
說明會

如何應用在教學上？

了解盤查
意義

了解盤查
項目內容

了解盤查
計算方式

了解
減碳作為

遊戲式教學活動

設計實境解謎遊戲進行盤查
節能知識擂台
節能闖關活動
運用相關桌遊了解「碳」

結合學校課程

樹木碳匯計算
用電度數(使用量)計算
產生碳排設備介紹

**學生利用盤查結果，參與綠建築、學校建築
節能等規劃設計**

透過實際感受，讓學生設計校園節能地圖

校園監測設備、EMS系統查閱教學

如何查看校園監測設備，以及了解監測資訊

建立對應國家淨零碳排路徑之校園能資源管理模式

透過校園實質環境盤查，建立一套能幫助學校進行環境治理時可分析及掌握校園能資源使用狀況，以及對應國家淨零排放的路徑上可以加強、努力面向之操作系統。

實質環境及
碳排放盤查

主動式及被動式
減排策略與作為

落實氣候友善
淨零綠校園

優先減排，即為校園進行淨零排放的關鍵任務





114年度建構智慧化氣候友善校園先導型計畫說明會



簡報結束・感謝聆聽

Thanks For Listening

Contact us: 國立臺東專科學校建築科
永續建築環境研究室 - 陳星皓助理教授

Tel: 0937-143-437
089-226389 ext. 2701

Email: hhchen89@ntc.edu.tw
hhchen89@gmail.com



國立臺東專科學校
National Taitung Junior College

