

校園2050年達到 百分百碳中和 目標規劃報告

中山醫學大學永續發展推動中心

經112學年度第1學期第1次永續發展委員會議通過(113.01.31)

及112學年度第2學期第1次校務會議通過(113.03.28)

碳管理目標定義

- ▶ 「碳中和」(Carbon Neutral)：企業、組織或政府在特定一段時間的二氧化碳排放量，透過植樹、使用再生能源等方式累積的減碳量相互抵銷、清除。不同於淨零排放是強調「人為造成的溫室氣體排放量」。也就是說，在特定期間內，「碳排放量」與「碳清除量」相等、無增無減，達成「碳中和」的狀態。
- ▶ 「淨零排放」：在特定一段時間內，全球人為造成的溫室氣體排放量，扣除人為移除的量等於零。也就是，淨零並不是不排放，而是盡力讓人為造成的溫室氣體排放極小化。為了達到淨零排放，許多政府和企業會透過負碳技術（利用碳捕集封存、再利用CCS、CCUS）、自然碳匯（森林碳匯、海洋吸附）等方式抵消碳排放。

臺灣淨零轉型階段目標



國際情勢

國際情勢



- 2015年 巴黎協定要求各締約方，每5年提報一次國家自定貢獻(NDC)
- 2021年 COP26格拉斯哥氣候協議 要求各締約方於2022年底，提交更新NDC
- 2022年 COP27夏姆錫克施行計畫 要求各締約方立即擴大企圖心和執行工作，敦促各締約方強化所提NDC的減量目標

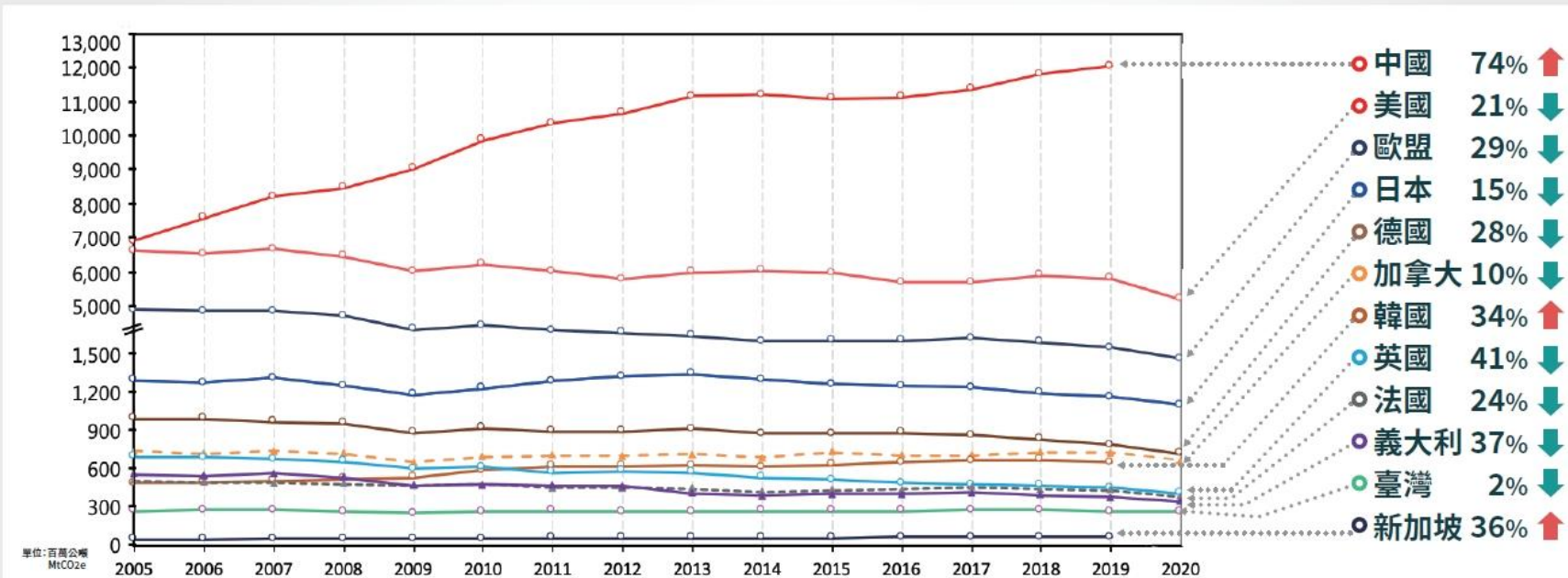
 日本 更新版NDC目標 2030年相對2013年減量 46% 至 50%
(相當 2030年較 2005 年減量 41% 至 46%)

 韓國 更新版NDC目標 2030年相對2018年減量 40%
(相當 2030年較 2005 年減量 14%)

國際情勢

主要國家溫室氣體淨排放量變化

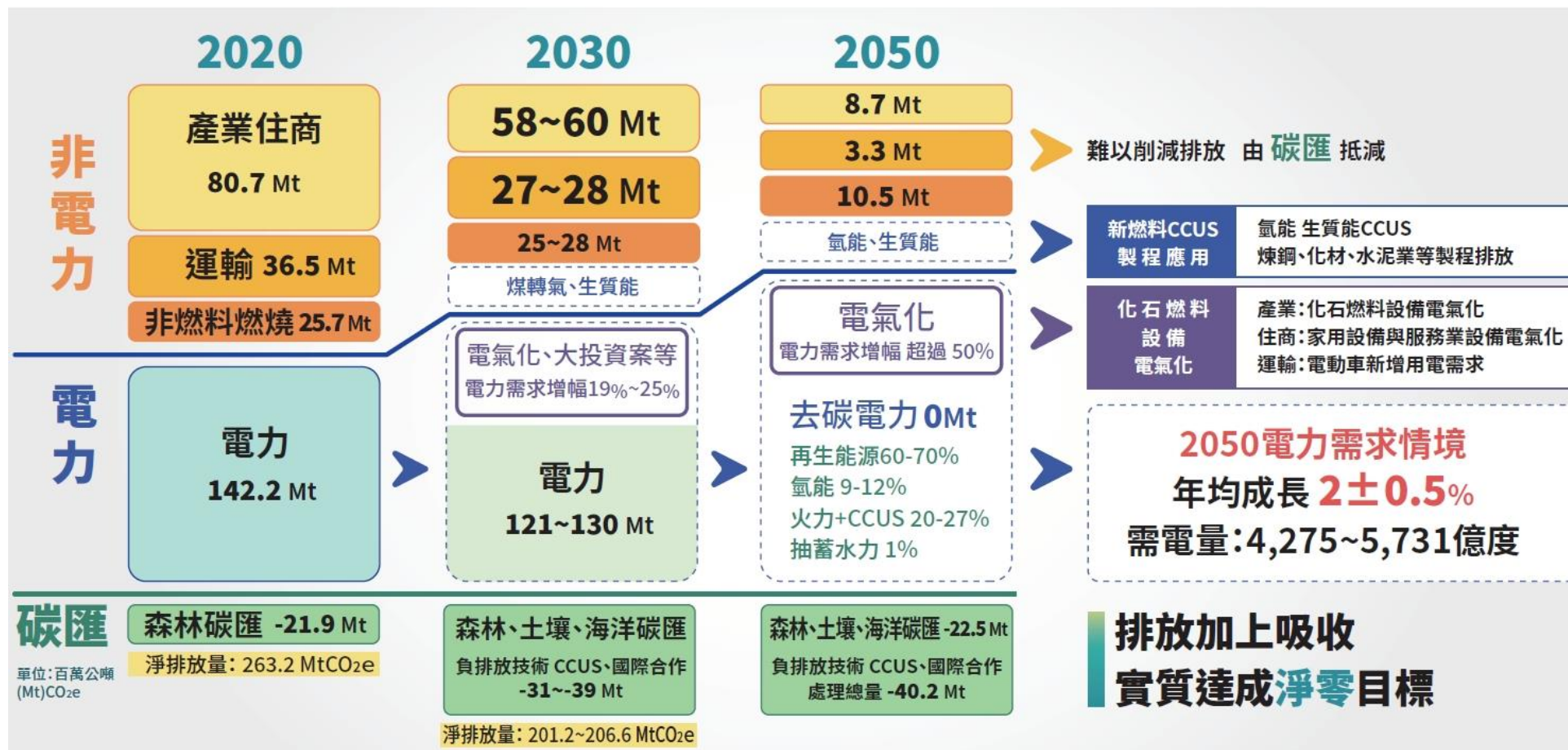
溫室氣體淨排放量



資料來源：1. 各國溫室氣體淨排放量整理自UNFCCC網站 (<https://unfccc.int/>)
2. 韓國、中國、新加坡為UNFCCC非附件一國家，淨排放量整理自WRI網站 (<https://www.wri.org/>)
3. 我國溫室氣體淨排放量整理自環保署國家溫室氣體排放清冊報告(2022年版) (https://unfccc.saveourky.org.tw/nir/tw_nir_2022.php)

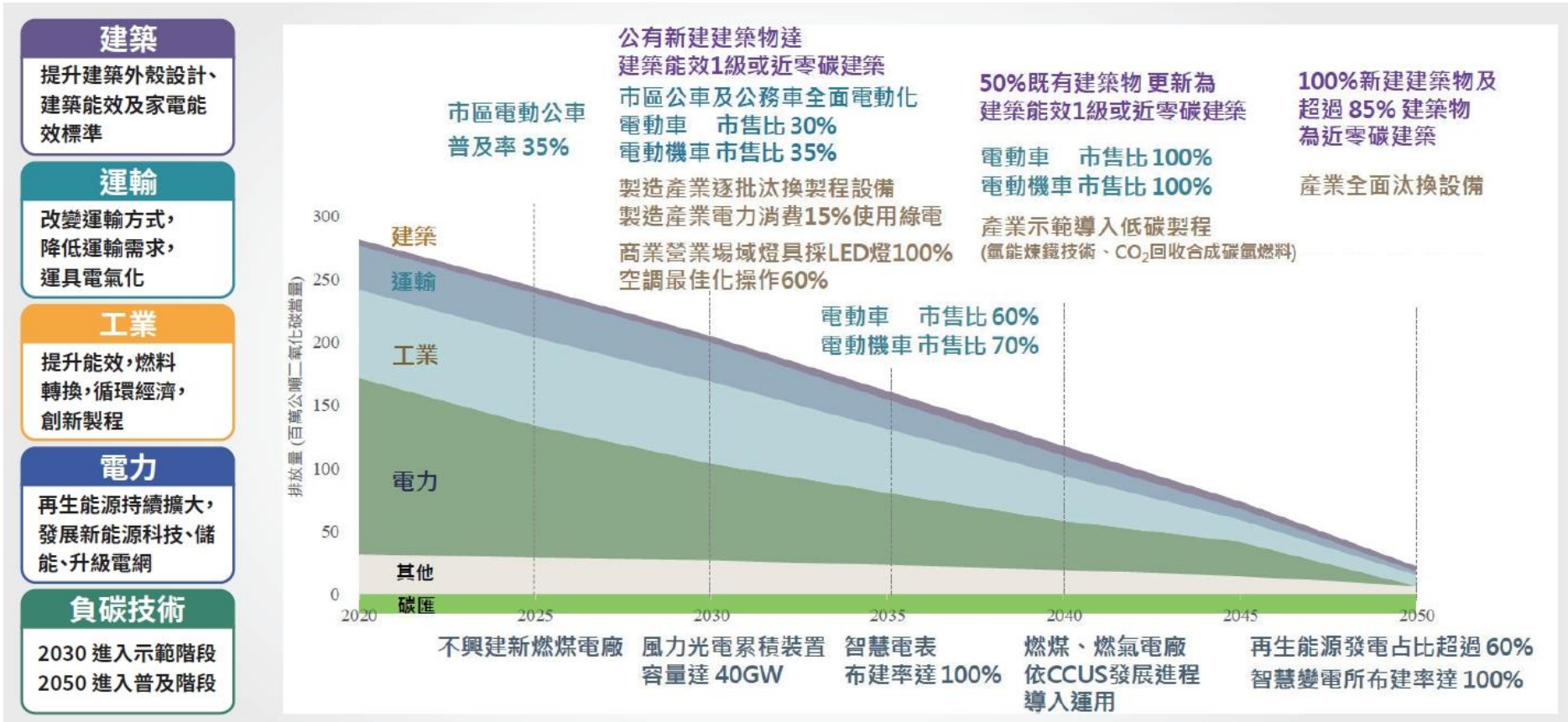
淨零規劃

2050 淨零排放規劃



五大路徑規劃

2050 淨零路徑規劃 階段里程碑



十二項關鍵戰略



**臺灣2050
淨零轉型**

十二項關鍵戰略



教育界的淨零轉型

- ▶ 國立學校由行政院核定「政府機關及學校用電效率管理計畫」，各校要符合以總樓地板面積計算的建物能源使用密度（EUI）基準。

計畫重要措施：(1)成立節約能源推動小組
(2)建構智慧化資訊機房，加裝獨立電表，以記錄並控管其用電情形。
(3)學校空調使用超過9年更新及照明設備汰換為LED燈具。



- ▶ 對於私立大學，教育部則採陪伴、示範、滾動式成長之模式，推動校園整體之軟硬體永續發展及教育，並藉由申請教育部相關計畫列為加分項目。此外，在「高教深耕」的競爭型計畫，鼓勵各大學能夠將淨零碳排等永續發展目標議題，整合、納入計畫執行。

本校2050年碳中和目標規劃

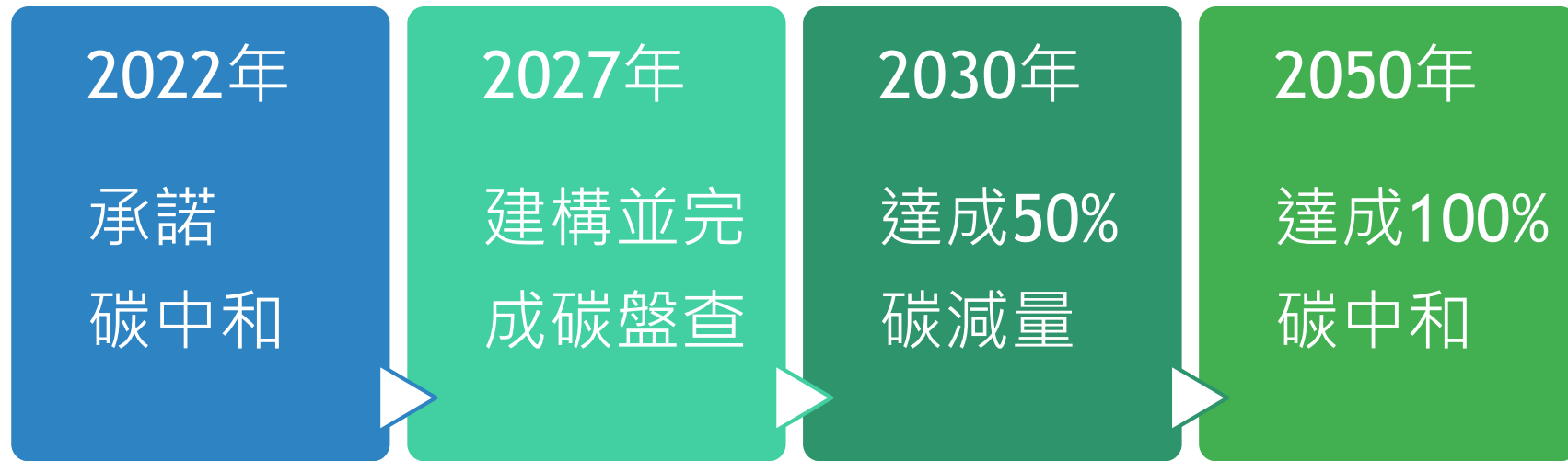
透過**碳盤查**掌握**碳排放量 / 碳足跡**，利用**植樹、使用再生能源**等方式所累積的**減碳量**相互抵換，使大氣的**碳排放量**維持現狀、無增無減，達成「**碳中和**」的狀態

碳盤查

碳減量

碳中和

本校碳中和期程規劃



校園碳盤查流程

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：如廚房、實驗室、緊急發電機等，使用天然氣、燃料油等產生之直接排放。

移動式排放源：學校校車、農用機具等，可使用購油單據或是里程紀錄換算。

逸散性排放源：汗水排放源、滅火器、冷媒。

能源間接排放源：學校外購電力-電錶度數加總。

其他間接排放源：學校外購水力-水錶度數加總。



= 盤查年度
學校總碳排放
當量

本校碳盤查系統規劃



本校對應我國淨零四大轉型策略，達成碳減量

▶ 對應我國淨零排放四大轉型：能源轉型、產業轉型、生活轉型、社會轉型。

本校永續校園的相對轉型策略：

能源轉型：

- (1)積極發展再生能源。本校已於正心樓、誠愛樓裝設太陽光屋頂發電設備，目前電能以自用為主。未來可進一步規劃發展更多再生能源。
- (2)本校使用柴油緊急發電機，除噪音污染外，亦造成碳排、惡臭等污染環境，可逐步汰換為燃氣發電機組或儲能蓄電池型式，一來可減少碳排放，二來可確保用電穩定性。

產業轉型：

- (1)學校使用數位化教學，減少廢棄物產生，並使用低碳能源，例如熱泵或氫能鍋爐。
- (2)盤點重大耗能設備，編列優化及汰換為高效能設備經費，逐步提升能源效率並降低碳排。

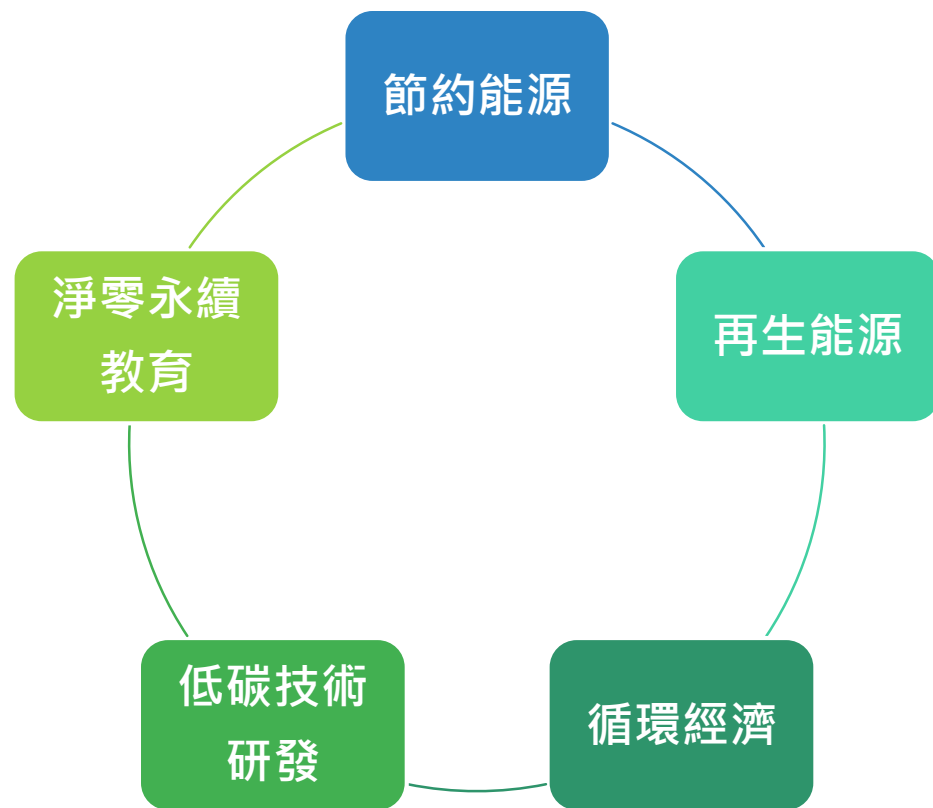
生活轉型：

- (1)校內發展零浪費低碳飲食，循環利用校園資源。
- (2)鼓勵低碳運輸工具，減少不必要的移動。

社會轉型：

- (1)教職員生提供永續環境的教育，並實踐日常生活節能減碳。
- (2)將永續環境議題帶入社區，落實公正轉型及公民參與

校園碳減量策略規劃



校園碳減量

一、節約能源

淨零碳排首重為節能，主要為「建築物」的更新與改善，以及「生活實踐」的面向，達到降低能源需求與提升能源效率。

本校110落成之誠愛樓已取得合格級綠建築標章，設置雨水貯留利用系統或生活雜排水回收再利用系統，並採用100% 節能燈具及變頻節能冷氣設施。

學校需盤點重大耗能設備，並能優化、高效設備汰換，完整建立能源管理PDCA循環。未來新建大樓或改善實驗室，採用一級能效設備。

正心樓室內照明燈具已全面更換LED 節能燈具，未來其餘大樓可全面汰換節能燈具，並可採用反光裝置，加強日光效果。空調設備使用15年以上仍有279台，盡速更換。

生活實踐：可細分為「飲食」、「用水」、「廢棄物」及「交通」等四大方向。

- (1)飲食：強調由生產、運輸、消費及食物浪費等層面實踐校園低碳飲食。
- (2)用水：倡導節約用水，並增加水資源回收、再利用和管理的校園實踐。
- (3)廢棄物：減少廢棄物量、改善廢物管理政策。
- (4)交通：為主要的碳排行為，鼓勵騎乘綠能交通工具及步行，停車場提供更多電動車充電樁車位。



校園碳減量

二、再生能源

立法院院會已三讀通過「再生能源發展條例修正案」，增訂建築物之新建、增建或改建達一定規模者，除有受光條件不足或其他可免除情形外，起造人應設置一定裝置容量以上的太陽光電發電設備。

屋頂裝設太陽能板是可行且必要的創能工程，本校已於正心樓、誠愛樓裝設太陽光屋頂發電設備，發電共505KW，建構多元再生能源，相當於設了0.6座大安森林公園的吸碳量（目前發電量每月約14,037度），並具遮陽隔熱、防水等附加價值。未來可發展更多再生能源。

使用柴油緊急發電機，除噪音污染外，亦造成碳排、惡臭等污染環境，可逐步汰換為燃氣發電機組或儲能蓄電池型式，一來可減少碳排放，二來可確保用電穩定性。



校園碳減量

三、循環經濟

「租用代替購買」的循環經濟模式，本校印表機已全面租用為主，降低汰換機器成本。部分傳統燈具耗能大，使用時數不多，例如戶外活動場地的大型燈光等，亦可「租用燈光服務」，以取代購買燈具。未來可以考慮和廠商共同設計循環經濟，例如租用家具及交通工具等。

本校單位閒置財物可於學校網頁公告，申請移轉需求單位續用，以期循環再利用。

四、低碳技術研發

可盤點校內教師在淨零碳排領域的研發能量，以學校的力量予以協助，針對再生能源有效生產使用、智慧節能方案及回收與環保做法，可更進一步研究。

申請碳抵換項目兌換，如苗栗樹林校地可兌換碳權。

五、淨零永續教育

大學的主要任務是教育，可於通識教育、專業學習規劃永續相關課程與活動，讓學生獲得永續環境的知識與素養，促進行為的改變，養成節能減碳的良好習慣，讓學生進入社會後，持續力行永續環境的行動。

永續校園環境探索與特色發展自主盤點表- 資源與碳循環

指標內容	主題	需要工具	項目	項目內容說明
A-1 可回收資源	□一般性資源回收	紀錄表	□資源回收有效分類與減量、轉用	常見之可再回收資源進行回收有效運棄或轉用創意再生。
A-2 可再生利用資源	□老舊設施(如:舊桌椅、舊門框等)應再加工使用		□老舊設施(如:舊桌椅、舊門框等)應再加工使用 □原物料再使用(建築廢棄物級配使用-注意土壤酸鹼度-、漂流木再利用、毀損木製桌椅等)	1. 老舊設施(舊桌椅、舊門框、舊黑板)進行加工或修復時,可在正常使用時,應正常使用該設施。 2. 當資源無法修復供正常使用時,建議將其轉化為再生建材進行再使用,滿足資源再利用的原則。
A-3 有機碳循環資源	□落葉與廚餘堆肥(校內回收) □表層土壤改善		□校園內預留堆肥場地 □廚餘堆肥量應設定校內可負荷量,其餘部分應委由廠商處理 □堆肥區配置攪拌設備(視狀況)	1. 基本上以自然堆肥為原則,同時應在校園內留設堆肥場域並配合課程教導學生堆肥原理與未來可應用面向。 2. 若校園內堆肥噸數大於校園內可負荷或使用總量時,應委員廠商代為處理。
			□刨鬆表層已夯實土壤,並拌入沃土或有機土以增加其孔隙與養分 □填入高孔隙材料確保土壤透水性 □以堆肥區產生之沃土攪拌後回填	1. 改善表層土壤問題(夯實硬化或不透氣)造成植栽或草皮生長狀態不佳,因此透過改善土層狀態優化生長環境,原則應大於30~60cm深度範圍。 2. 為增加土壤養分因此可拌入沃土保持表層土壤高透水性。

永續校園環境探索與特色發展自主盤點表- 水與綠系統

指標內容	主題	需要工具	項目	項目內容說明
B-1 水循環	□淨化後可儲存水	水費單 水流量計	<ul style="list-style-type: none"> □回收洗手台用水（不可用化學藥劑清洗或清洗餐盤） □利用多孔隙介質當作地下儲水設施 □透過簡易淨化（植栽或砂石）後轉為其他用途使用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主要以收集民生中水為主，並經過妥善淨化儲放於地下儲水設施之中，可透過滲透管線或陰井進行其他用途使用。 2. 需搭配規劃班級餐具洗滌的專用洗手槽或清洗槽，避免民生中水受到化學藥劑污染。
	□雨水與表面逕流水收集	溫度計 濕度計 高程圖	<ul style="list-style-type: none"> □雨水回收系統不可為盥洗用途（避免飲食與人體接觸） □雨中水回收有效利用於沖廁、拖地、澆灌等用途 □設置天溝收集雨水 □搭配高透水性級配石，增加基地保水性 □設置滲透型陰井（搭配滲透水管） □地勢低窪地區搭配級配石以減少淹積水問題 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主要目標以收集雨水為主，透過天溝收集屋頂的雨水並收集置儲水設施中，提供校園沖廁與澆灌使用。（部分可供拖地或清潔使用，原則上以不與人體接觸為原則） 2. 透過地下儲水設備增加校園雨中水儲存量，以高透水性及配石增加透水性，可搭配鋪面改造項目解決校園低窪地區淹水問題。
	□自然滲透與澆灌		<ul style="list-style-type: none"> □收集回收水進行噴灑與澆灌 □回收水搭配滲透工法增加土壤含水量 □地下滲透管線對接澆灌系統，增加校園綠地面積，達到降溫效果 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對鋪面透水性進行改善，增加鋪面自然滲透率改善校園保水量，所收集的回收水可用於景觀綠地噴灑與澆灌。 2. 鋪面下層留設儲水設施並與地下儲水設施進行與景觀植栽串聯增加校園綠地面積。
B-2 綠基盤	□綠化降溫	校園植栽盤點圖	<ul style="list-style-type: none"> □綠化建議優先採用原生樹種 □設置常綠喬木應檢視是否日照時數足夠 □建議針對東西曬面進行植栽綠化設計 □綠化範圍若遇熱區建議先優先進行綠化遮蔭並搭配低熱的鋪面。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 尋找適合日照條件地點種植原生植栽，尤其應先找出校園熱區位置，並思考能否有效搭配外部氣流進行降溫對策擬定。 2. 校舍降溫主要可針對屋頂與西曬面進行隔熱降溫處理，屋頂綠化與西曬面進行植栽遮蔭或立體綠化均可納入考量。
	□微氣候導風		<ul style="list-style-type: none"> □迎風向應留設導（通）風口 □創造大面積綠化量達到對流效果 □強襲風處設置植栽以達到降低風速之效 □運用導風板或公共藝術達到導風效果 □建議以複層植栽（喬灌木）同時達到控風與降溫效果 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察校園外部氣流（季風）方向，能否有效達到校園內氣流貫流，並檢視有無靜風區域進行改造策略擬定。 2. 若有明顯強襲風，可在強襲風處進行破風設計（透過土丘或植栽）降低強襲風速，避免造成使用者不舒適感。
	□空污潔淨		<ul style="list-style-type: none"> □周邊顯著污染源（如：工廠廢氣、霾害）建議採用減污植栽 □針對開口部設置靜電紗窗或植栽牆，以達到減低空污影響 □透過物理方式進行空氣淨化（水霧、葉片吸附粉塵） 	於校園主要面對污染源側，進行減污植栽的種植，並搭配立面綠化或開口部過濾空氣中的污染源但主要用途是降低污染物質濃度並無法完全將外部污染源淨化置安全範圍，若無法有效透過自然過濾降低污染程度，則應該思考透過空氣清淨機進行空氣淨化。

永續校園環境探索與特色發展自主盤點表- 能源與微氣候

指標內容	主題	需要工具	項目	項目內容說明
C-1 電能	□供電電網與設備	數位電表 耗能統計	<ul style="list-style-type: none"> ◆空間配置節能 <ul style="list-style-type: none"> □調整空間配置，視其空間屬性與搭配周邊環境 □調節空間使用性質制定用電目標 □全面採用節電設施設備 □進行優化契約容量調校或智慧能源管理EMS ◆照明系統節能 <ul style="list-style-type: none"> □使用節能照明燈具及導光設施 □有效教室燈具迴路系統設計 □公共場域燈具感應點滅系統 □符合自訂之符合基準照明用電量設定 ◆空調設備節能 <ul style="list-style-type: none"> □符合自訂之空調系統用電量運轉設定 □設定使用機制與時段，確保室內環境品質控制 ◆創新循環經濟 <ul style="list-style-type: none"> □應用ESCO方式作為節電設施設備機制 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視校園整體用電量與校園空間配置是否合理，主要目的為降低學校用電量，一方面將高耗能的教室課程集中授課，避免空調設備與辦公設備頻繁開關造成能源損耗 2. 設定相關空調設備使用管理機制，避免過度使用空調浪費電能。 3. 節能照明燈具使用主要以節能燈具為主，同時需要搭配迴路系統與點滅系統，最大量化進行節能作為。 4. 視其教室屬性與人數調整照明規劃，避免設置過多照明燈具造成電能浪費。 5. ESCO概念主要維持設備均能處於高效率狀態下，避免設備因老舊造成能源耗損。
C-2 溫熱調控	□陰影與降溫鋪面	日照觀察、電腦模擬	<ul style="list-style-type: none"> □種植常綠植栽強化遮蔭功能 □檢討陰影遮蔽範圍，創造校舍周邊低熱的鋪面之環境。(檢討夏至日陰影遮蔽時數應大於5小時) □運用水體與遮蔭形成降溫層 	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。
C-3 校園通風	□確保穿越型通風路徑	觀察與軟體模擬	<ul style="list-style-type: none"> □利用建築物窗口與穿堂，引導外部氣流 □校園建築型態造成通風條件不良，將主要迎風向教室改為半開放式 □避免在迎風處設置遮擋高牆(冬季強風時應採用可調式設計) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視外部主要風廊道是否順暢，若建築型態不利校園通風應在主入風口位置檢討，有無機會留設開口部。若遇冬季強襲風石避免以阻隔方式進行改造。 2. 因故無法有效利用，則可透過簡易低耗能設備進行換氣避免室內通風系統不佳。

永續校園環境探索與特色發展自主盤點表- 環境與健康

指標內容	主題	需要工具	項目	項目內容說明
D-1 室內環境品質	□隔熱降溫與調濕	溫濕度計、調查表	<ul style="list-style-type: none"> □屋頂以綠化或光電板裝設達到降溫效果 □室內裝修使用調濕材料並保持良好通風、除濕與防潮設計 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 運用植栽進行綠化減少建築物主體吸收熱能時間，且藉由植栽所形層的遮蔭達到降溫效果。 2. 檢討通風與材質特性達到室內調整濕度的目的，避免室內濕度過高造成不易的現象。
	□通風換氣排熱排污	風速計、粉塵計	<ul style="list-style-type: none"> □建議使用新型高低窗便於開啟高窗以利室內排熱換氣 □若該校位於高空污區域，可採用新風系統搭配空氣過濾系統以達到空氣淨化 □避免室內大量使用高櫃阻擋氣流 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教室內要確保散熱效果，應開啟高窗使天花板處所累積之熱空氣能經由高窗排出，低窗自然能夠有效將低溫氣流引入室內達到熱排除的效果。 2. 確保室內能有外部新鮮外氣導入，確保室內空氣品質，透過不同開窗模式改善室內空氣品質。 3. 導入新鮮外氣時，若處於高空污區域則需思考過濾系統。
D-2 綠建材與自然素材應用	□綠建材與健康建材	調查表	<ul style="list-style-type: none"> □教室空間採用綠建材或健康建材為表面材 □採更易替工法為主 □避免使用含有高VOCs、甲醛的材料 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主要以健康建材為主且建議優先使用可重覆使用之建材。 2. 建材施作上建議採簡易工法減少後續維護，同時避免材料中含高濃度VOCs、TVOC、甲醛等物質。
D-3 建築外殼開口	□對應通風開窗模式	氣象站資料、軟體分析	<ul style="list-style-type: none"> □依照外部風向決定開窗模式（推窗、拉窗、高低窗、同軸窗，如平行風時窗戶採用外推窗，有效引導外部氣流進入室內） □建議高窗可長期開啟，並使用紗窗防止蚊蟲鳥類進入室內 □若無法利用外部氣流，可使用低耗能之抽排風設備進行室內換氣 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需檢視校園外環境氣流條件選擇適宜開窗模式，達到有效將外部氣流導入教室進行換氣排熱。 2. 需觀察校園外部環境條件，搭配高窗開啟的設計，若有空污威脅時可搭配靜電紗窗，同時可阻隔蚊蟲鳥類飛進教室。
	□遮陽與導光		<ul style="list-style-type: none"> □門窗開口處裝設遮陽導風板、導光板外部開口高性能化 □南向遮陽可透過窗楣處外側裝設水平導光板，遮陽兼導漫射光，利用間接日光照明改善室內照明品質 □東西向遮陽板處採垂直裝設，遮陽板平面上採沖孔設計（注意沖孔孔徑應小於6mm），改善遮蔽面積過大、導風不良的問題 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過遮陽系統遮蔽掉過多直射光源與熱源進入室內達到建築或室內降溫。 2. 觀察外部日照條件，同時搭配方位進行遮陽設計，以達到調整建築受熱與室內採光。 3. 若遮陽板能同時兼具導光功能，提供室內較為柔和之間接光源，降低室內人工照明的能源需求。

達成2050年百分百碳中和承諾



積極響應全球氣候行動!



中山醫學大學規劃2050年
達成校園百分百碳中和目標

2050

Make It Happen

