



低碳智慧新世代園區規劃概念 - 以嘉義科園為例

台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部資深協理 / 魏雲魯
台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部技術經理 / 蕭勝雄
工業技術研究院資深研究員 / 王鄭翰
國立陽明交通大學光電學院教授 / 楊秉純
工業技術研究院專案經理 / 黃俊瑋

關鍵字：低碳智慧園區、嘉義科園、減碳潛力盤點、綠建築、智慧建築

摘要

近年全球極端氣候頻傳，影響人類生活與生態環境，面臨全球淨零趨勢及供應鏈減碳壓力，臺灣產業轉型刻不容緩，2050淨零碳排是挑戰，也是機會。

依國發會2050淨零排放路徑及策略，國科會將擊劃「精緻多元、優生活、節能永續」之新世代科學園區，導入永續與精緻化思維，優化園區環境與功能，促使科技與環境共榮發展。以綠色科技驅動循環經濟，引

導廠商發展節能低碳措施，打造綠色智慧永續園區。

本文以園區低碳及智慧兩個主軸，探討達成新世代園區的可行模式。經由借鏡世界各主要國家及城市減碳措施，選擇適合臺灣實施項目，並以嘉義科園為案例進行減碳潛力概算，再選擇最具成效及實施潛力的三個項目，包括智慧共桿系統、能源管理系統及建築節能系統，提出完整可行的規劃概念及推動構想，期能打造綠色智慧永續新世代科學園區，與世界共同邁向淨零。



一、前言

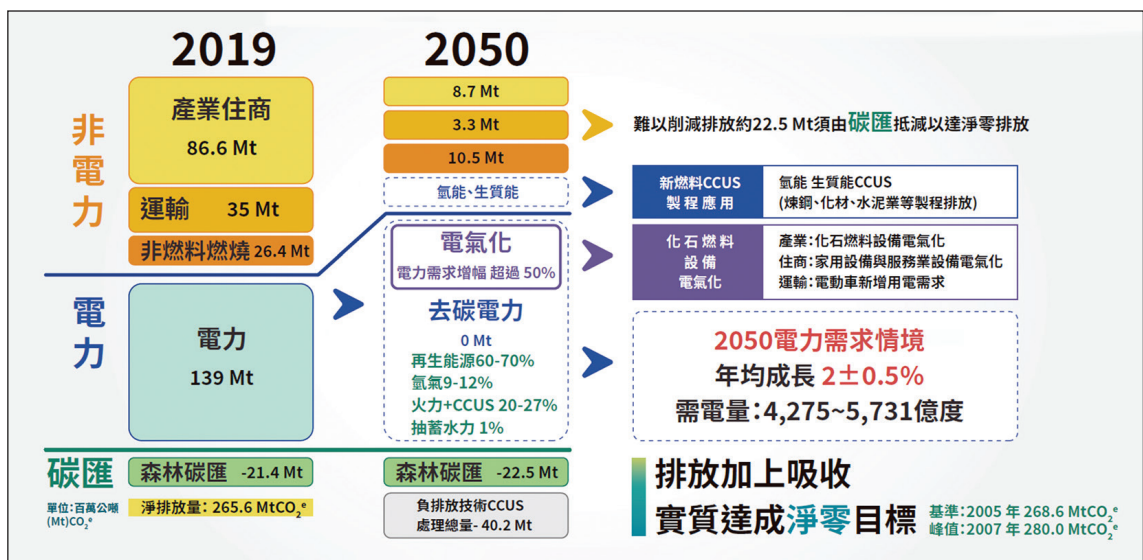
(一) 全球淨零碳排發展趨勢

全球淨零碳排發展趨勢聚焦兩大協定，一為2015年巴黎協定：2100年控制升溫低於1.5°C之內；一為聯合國永續發展目標（SDGs），2030年達成17項全球共同目標，包含人權、教育、弱勢、糧食、氣候、能源、自然資源、正義、建設等議題，訴求由全球百大企業貢獻進度。2020年9月，歐盟通過《歐盟氣候法》（European Climate Law），規範歐盟成員國都必須遵守在2030年前減少溫室氣體排放至少55%的中程目標，在2050年達成淨零排放，實現氣候中和目標，特別對於碳排，同時於2023年啟動碳邊境調整機制（Carbon

Border Adjustment Mechanism, CBAM），2026年開始針對高碳排產品徵收碳邊境稅，要求生產商或進口商使用碳排放交易系統購買碳排放配額等，帶動全球2050年淨零轉型風潮。

(二) 臺灣 2050 淨零排放路徑及策略

我國則由蔡總統於去（2021）年四月宣示「2050淨零轉型是全世界的目標，也是臺灣的目標」，正式啟動臺灣的淨零轉型；國發會也於今（2022）年三月公布了「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」之評估，我國各部門碳排放量及可能減碳技術貢獻度如圖1所示。同時行政院於四月通過修正「溫室氣體減量及管理法」，名稱修正為「氣候變遷因應法」，將國家長期減碳目標修改為「2050年



資料來源：國家發展委員會

圖 1 我國淨零碳排路徑圖



淨零排放」，也增訂氣候變遷調適專章、氣候治理的基本方針及重大政策，規定由行政院國家永續發展委員會協調、分工與整合，地方政府也要設立「氣候變遷因應推動會」；此外，納入實施碳定價，同時加強氣候變遷人才培育與技術發展。

（三）低碳智慧新世代園區

在政府積極打造南部科技廊道及配合2050淨零轉型政策下，新世代科學園區除以創新研發驅動科技產業發展，協助產業數位轉型及研發創新，帶動科技產業及地方升級任務外，更以新世代低碳智慧園區為擘劃思維，構建「精緻多元、優生活、節能永續」之科學園區：協助產業高值化、多元化、智慧化、零碳化，建立友善環境，強調與在地鏈結，打造共榮共享的開放園區。並以綠色科技驅動循環經濟，引導廠商發展節能低碳措施，成為多元強韌的智慧永續園區。

二、國外智慧永續城市 / 園區發展案例

全球50%以上人口居住在城市。城市產生全球80%的GDP，每年能源消費量約佔全球三分之二，碳排放量則高達70%以上。預計到2050年，城市人口將成長至全球人口的70%。因此各主要城市紛紛提出減碳措施。

以下就德國柏林Adlershof園區_Future Living® Berlin社區、瑞士蘇黎世市_Hunziker

區域、荷蘭Groningen，說明國際低碳智慧城市各項主要作為。

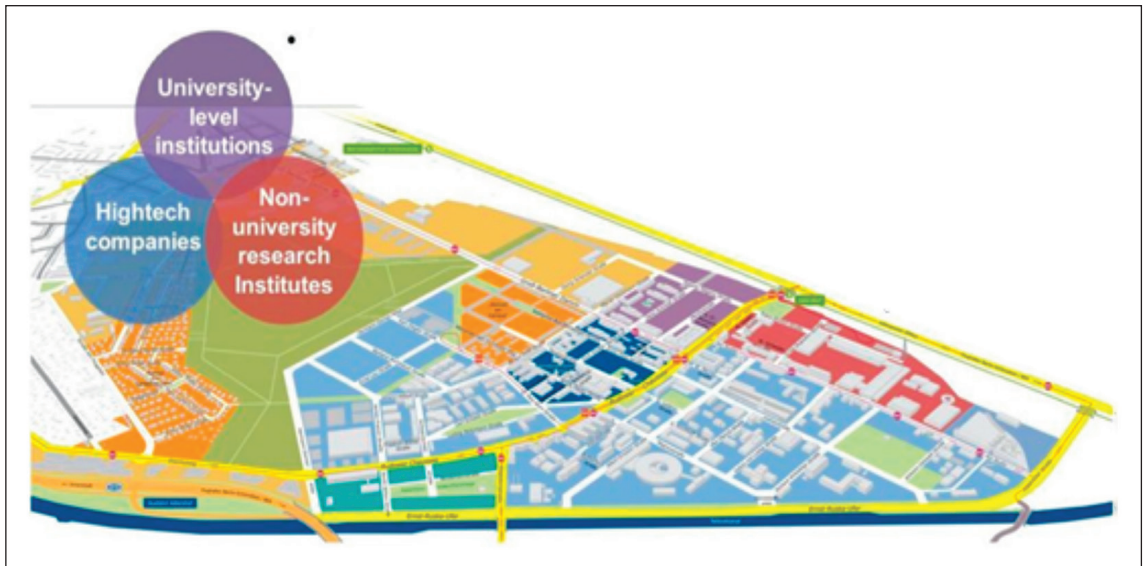
（一）德國柏林 Adlershof 園區_Future Living® Berlin 社區

Adlershof園區身負國家高科技研發的重責大任，又兼具城市總體規劃概念，2020年在園區內的住宅區完成未來住宅典範Future Living® Berlin計畫的第一期工程。第一批居民於同年春天入住。Future Living® Berlin是一項未來住宅的智慧能源解決方案，終極目標是為社會脫碳或達到淨零碳排目標。

Future Living® Berlin計畫是德國柏林第一個智慧城市區塊（圖2），也是歐盟智慧城市的指標型計畫。是一個廣泛應用互聯服務設備與產品、低碳綠能以及能源管理系統的智慧住宅區。住戶透過手機或面板的介面使用線上服務，來滿足或解決對於住家環境在舒適、安全以及省時等各項需求。不僅具有能源管理系統功能，更將社會各層面的生活需求融入建築設計與介面軟體。

（二）瑞士蘇黎世市 Hunziker 社區

蘇黎世市是瑞士最大城市，市民早於2008年11月公投同意「2050年2,000瓦社會」市政目標，策略主要內容為承諾蘇黎世市在2050年以前的人均用能量由當時（2008年）約4,200瓦降至2,000瓦。2,000瓦這個目標是



資料來源：阿德勒斯霍夫園區官網

圖2 德國 Future Living® Berlin 座落柏林 Adlershof 科技園區位置圖

依據全球人類平均耗能量所訂定。

獲得「2,000瓦社會」標準認證的建物或場址，其獲證資格非永久性，在開發營建階段獲認證的標的物需每兩年重新認證一次，已進入使用階段的標的物則是每四年重新認證一次。

為了加速民間邁入低碳甚至零碳社會，瑞士工程與建築協會（Swiss Society for Engineers and Architects, SIA）分別針對住宅、政府部門、學校、商家（非食品類）、食品類商家、餐廳，訂定建築物能源使用標準 SIA-2040。

Hunziker社區坐落於蘇黎世市北邊，在

2019年獲歐盟列為正能源區（Positive Energy Districts, PED）示範區域，2017年獲瑞士 SFOE「2,000瓦社會」認證。整個社區共計有13棟建築物，總面積約4萬平方公尺，提供約1,200人生活起居。

Hunziker社區的獨特之處是融入人文環境經營理念，被譽為是全歐洲永續生活與工作的最佳實踐標竿場域之一。

Hunziker自2007年開始規劃興建，住戶於2014年進住。除了建築物的規劃與興建依據SIA-2040標準設計建造外，更融入：

1. 多元的空間規劃，提供不同類型的住戶與商業辦公室用途，促使能源使用達到最



佳效益。

2. 潛力住戶在社區規劃階段充分參與，加速縮短入住後的學習曲線。
3. 充分利用一樓作為共用空間，在促進社區共享精神的同時，達到省能省電的目的等人文經營理念。

三、荷蘭 Groningen

歐盟自2018年開始推動的正能源區域（Positive Energy Districts, PED），透過一個五年計畫（Making City Project）來驗證城市節能轉型路徑的方法。簡言之，PED是由不同類型建築物和公共空間組成的區域，該區域除了每年需保持淨零能源和淨零碳排，應同時致力於生產額外的能源供應予其他區域。在不危及區域生產力與人民生活舒適度等需求的前提下，可以靈活調整調度能源需求，以配合支持當地電網正常功能，是PED的基本要件。

具體而言，PED需整合區域內不同的系統和基礎設施，讓建築物、用戶、區域能源、運輸移動和ICT系統之間互聯，在節能、創能與靈活支援電網功能三大功能間取得最佳平衡，確保能源供應和所有人的生活條件和品質符合社會、經濟和環境的永續性。

在技術與設備面，PED首先必須做到空

調、換氣、照明與電熱等設備的建築深度節能，再者則是有效利用太陽光電、太陽熱能、風力發電、熱泵區域供熱等，並提高區域發電量，然後設置儲能系統，以儲存區域內剩餘再生能源，並配合電網調度，建置智慧管理系統，確保發揮節能最佳效益，同時靈活管理多元能源。最後則藉由智慧微電網系統負責串聯區域內所有能源，以發展V2G電動車與電網城市資通訊互聯整合服務。

Groningen是荷蘭北部最大的城市，人口約20萬人。該座城市在2011年即宣示2035年達能源中和（energy neutral），並於2017年承諾成為能源轉型的實驗城市，在2030年減少70%碳排放量。依據歐盟的規範，PED試驗計劃所應用的技術需屬成熟或已市場化技術，Groningen PED場域主要採行的是住宅翻修、沼氣應用技術、太陽能光電板以及地熱等解決方案和綠能技術。比較特殊的是該城市預計將原有的腳踏車道鋪設太陽光電板並稱之為“SolaRoad”，估計每年可以產生6萬度電；另裝設智慧充電站直接與既有電網連接。

四、科學園區可借鏡之措施

借鏡以上各國家及綠色城市對於淨零碳排的各项作為，針對新設科學園區實際可行之狀況分成硬體及軟體建置兩方面進行說明，並歸納為短中長期之建設目標。



(一) 短期推動項目

1. 硬體建置

- (1) 再生能源創能：於公共設施用地及產業用地建置太陽能及風能等綠能設施。
- (2) 智慧節能：建構園區智慧路燈系統/5G環境系統。
- (3) 儲能方面：建置結合人工及自然之儲能系統，促進供電穩定性。
- (4) 低碳智慧交通：建置電動公車、電動車充電樁、建立自行車及行人專用道。
- (5) 資源循環使用：建構用水回收循環利用系統。
- (6) 碳匯方面：興建生態化公園、植樹綠化，營造棲地環境，提升生態多樣性。

2. 軟體建置

建立包括：

- (1) 綠色基金或補貼獎勵機制、稅收抵免機制、綠色科技與創新之融資優惠機制。
- (2) 智慧運輸管理系統。
- (3) 透過一站式的服務，針對企業降低生產的碳足跡給予諮詢與輔導，並優化其製造生產流程。
- (4) 鼓勵ESCO進駐協助廠商改善能源使用效率。
- (5) 將能源使用及循環利用列為進駐廠商

審查項目。

- (6) 鼓勵電動車、使用電動自行車、自行車、推動共享機制。
- (7) 邀請潛力廠商於園區開發階段參與規劃，除可更切合使用需求，並加速進駐後的學習曲線。

(二) 中期推動項目

1. 硬體建置

- (1) 再生能源創能：建置結合廚餘回收的生質能發電系統。
- (2) 智慧節能：建構淺層地溫空調或區域集中供冷系統。
- (3) 低碳智慧交通：升級至無人運輸。
- (4) 系統整合：建立區域微電網系統，鼓勵進駐廠商建置建築能源管理系統。
- (5) 循環使用：鼓勵、協助廠商規劃建置資源循環利用中心。

2. 軟體建置

整合停車、交控、資訊創新服務之智慧交通管理系統。

(三) 長期推動項目

1. 再生能源創能：依技術成本考慮發展風力、深層地熱，達成淨零排放目標。
2. 智慧節能：持續強化工業節能、推動綠色工廠。
3. 系統整合：結合工業物聯網，並擴大非電



- 力的潔淨能源使用。
4. 循環使用：鼓勵廠商進行廢熱回收利用。
 5. 碳匯方面：搭配區域冷房，建置人工碳捕捉封存系統。
 6. 軟體部分：推動園區成為空品管制區、建立綠色及清潔生產工廠標章。

五、科學園區減碳潛力盤點及概算

以下以規劃建設中之嘉義科園規模為例（以下稱本園區），進行園區減碳潛力盤點及概算，並提出可行之建議。

依本園區用地規模及進駐產業類型進行估算，總用電裝置容量約為67MW，以110年電力排放係數0.509 kgCO₂e/kWh估算，碳排放約為298,742.3CO₂e/年。但須注意的是，電力部門的整體碳排放量，若假設不管任何時間點，生產端都充分運用到契約容量下的電力，這幾乎是不可能的。因此24小時都以67MW的電力碳排放計算稍有高估。倘以沙崙綠能科技示範場域為例，平均每月實際用電量522,887度，約為契約容量乘上443小時，即僅有61.5%的契約容量全額碳排放量。

故，如考量園區產線用電特性，提高以80%契約容量（53.6MW）當作總碳排放概算基礎，則園區總碳排放量可合理改估為238,993.8噸/年。

以下先就可行的減碳手法及減碳潛力進行分析。

（一）高效太陽能

嘉義科園布建太陽能板類型，可分成地面型及屋頂型兩種。依規劃，未來嘉義科園88公頃中，約有40公頃產業用地，48公頃為公共設施用地。40公頃產業用地中，假設在政策法規要求，及相關配套措施下，可強制廠商布建屋頂型或地面型太陽能板。

園區可規範進駐廠商須於屋頂可設置面積（建築物總面積之50%）之至少50%空間設置太陽能光電設施，依廠商及各公設用地預估可設置面積比率估算（如表1），設置面積為61,020平方公尺，以每公頃土地可設置1MW裝置容量估算，設置容量約為6,102 kW，依據109年度嘉義縣日平均發電量約

表 1、嘉義科園產業用地再生能源最小設置容量

類別	用地面積 (ha)	建蔽率	建築物預估可設置面積比率	建物可設置面積 (m ²)	太陽能板		
					設置百分比	設置面積 (m ²)	設置容量 (kW)
產業用地（一）	40.68	60%	50%	122,040	50%	61,020	6,102

表 2 嘉義科園可設置太陽能發電量概算

太陽能發電	用地面積 (公頃)	建蔽率	空地 綠覆率	最大係數	折減係數	發電容量 (kw)	CO ₂ 減量 (噸/年)	佔比
生產事業用地*	40.68	60%	60%	0.85	0.5	17,289.0	11,214.24	4.76%
管理及商業 服務用地	1.00	60%	60%	0.76	0.5	380.0	246.48	0.10%
學校用地	8.03	60%	80%	0.68	0.5	2,730.2	1,770.90	0.75%
供水及供電 用地	1.20	60%	60%	0.76	0.5	456.0	295.78	0.13%
公園用地	2.58	15%	80%	0.32	0.5	412.8	267.76	0.11%
滯洪池用地	8.61			0.30	0.5	1,291.5	837.71	0.36%
總計	62.10					22,559.50	14,632.86	6.21%

* 依土地使用分區管制計畫第 11 條規定，為鼓勵園區事業設置再生能源設施，其垂直投影下方之植被面積可計入基地綠化面積，惟其餘裸露綠化面積不得小於基地總面積之 15%，故取最大係數為 0.85。

3.54度/kW，以及經濟部能源局公布110年度全國電力排放係數為0.509公斤CO₂e/度，預計法規強制裝設太陽能板後可減碳4,013.2公噸CO₂e/年。

以上係依規定要求各廠房須設置太陽能板的最低設置容量。依據土地使用分區管制計畫第11條「為鼓勵園區設置再生能源設施，如該再生能源設施符合免請領雜項執照者，其垂直投影下方之植被面積可計入基地綠化面積，惟其餘裸露綠化面積不得小於基地總面積之15%，且不得影響基地透水面積。」，扣除綠化面積，最大可取基地總面積85%設置太陽光電發電設施。可經由鼓勵機制促進廠商設置太陽能板。表2所指最大係數係可建置太陽能板最大面積/用地面積，考量園區景觀，取0.5折減係數（僅開發1/2空間），則設置容量增量最大為11,187kw。

至於公共設施用地佈建太陽能發電部分，依不同用地類型之不同建蔽率及綠覆率規定，共約可建置5,270.50kw，減碳3,466.30公噸CO₂e/年。詳細計算列表（如表2）

總計，在進駐廠商佈建最少太陽能設施的情形下，全園區（包括公共區域）至少可裝設11.37MW裝置容量，年減碳7,479.5公噸，佔電力部門排碳量的3.13%；在積極鼓勵、使佈建太陽能板面積達1/2的樂觀情形下，可裝置容量達22.56MW，年減碳14,836.91公噸，減碳佔比達6.21%。

（二）建築節能 - 管理服務中心及廠辦大樓

適當的建築節能，特別是被動式建物設計，其節省的能源消耗，常超過主動式建物，例如裝設太陽能板的效益，有時不如節



能設計。

依據經濟部EUI值的標準，每年每平方公尺樓地板面積的年耗電量要在241.9度以下才是節能建築，但以台達電南科廠為例，透過空氣浮力塔煙囪效應的自然通風、建築外殼隔熱材料應用、建築物座向立面設計及開窗設計，達成最終年耗電量只有148度，約標準值的59.4%。

參考台達電南科廠設計，倘若管理服務中心規劃樓地板面積為4,356坪（14,400平方公尺），則年節能135.22萬度，減碳量達678.78公噸/年，減碳占比達0.29%。如考慮產業用地之建築體，皆推廣使用類似建築節能設計，則以40.68公頃、容積率240%來估算，共計每年最多可節省9,167.65萬度電，減碳量達46,663.32公噸/年，占比達19.52%，減碳成效驚人。

（三）區域能源管理（含大型儲能系統）

大型場域契約容量的決定，根據的是尖峰用電需求。智慧化的需量管理及搭配儲能系統的能源調度，可以將用電型態扁平化（削峰填谷），降低契約容量，也系統性的節省電費。此外，集中化處理空調冷氣，相較於各棟獨自建置空調系統，理論上可提高能源效率，節省能源約20%。

以沙崙綠能科技示範場域區域能源管理

為例，五棟建築體的中央D棟有一能源管理服務中心，各棟空調及用電由能源管理服務中心統一管理調度。利用儲冰系統夜間儲冰、白天融冰供應空調冷氣，雖然只是儲能後在不同時間點使用的效果，無節能效應，但藉由儲能轉換可以削峰填谷，降低契約容量，節省電費，協助台電減碳。同時集中供冷較分散式供冷，有更高的節能效果。

因此未來如果整個科學園區建置一個包含能源管理、區域冷房的調度中心，將可有效降低電費及能源消耗。以沙崙綠能科技示範場域（樓地板面積61,646.9平方公尺）為例，每年節省615萬元電費，相當2,460,000度電。嘉義科園最大建置樓地板面積1,475,280平方公尺，實際使用80%之條件估算下，可節省2,709.64萬度電，年減碳23,972.07公噸，減碳占比達10.03%。

區域能源管理的建置，需要在先期設計建置能源管理服務中心，進行空調與電力的集中管理，並且佈設管線及建置智慧電網，搭配大型儲能系統。必須在需求端明確的資訊下加以設計電網及相關設備，才能發揮功效。因此需要視廠商進駐情形逐步搭配建立，但相關管線可以事先建置預留。

（四）建築能源管理 - 管理服務中心

以德國柏林Adlershof園區_Future Living® Berlin社區為例，藉由廣泛應用互聯



服務設備與產品、強化建築能源管理，可達成節電15%的目標。

以本園區管理服務中心4,356坪樓地板面積及241.9度電/平方公尺EUI標準值估算，每年節能15%可節省52.25萬度電，相當於年減碳265.96公噸，占比0.11%。

若可推廣至全園區生產事業用地應用，則以40.68公頃、容積率240%來估算，共計每年可節省3,542.58萬度電，減碳量達18,031.72公噸，占比達7.54%。

（五）智慧路燈（LED）

本園區道路用地經估算約可設置259盞路燈，若採LED節能路燈配置，依交通部運輸研究所105年度LED路燈效益分析成果，LED燈相較傳統高壓鈉燈每年約可節電588度/盞，推估每年公共設施照明用電量可節省152,292度電，減少碳排放量約77.52公噸CO₂e，占比0.3%。

（六）建置碳匯系統

假設全園區有10公頃綠地規劃，則應用Strohbach之LCA法評估，每年減碳約可達32.4噸，占比約0.014%。

以上為規劃為低碳智慧園區開發初期較達成之減碳項目及效益，整理如圖3。

綜上可知，倘僅以公共設施空間進行低碳環境基礎建置，最大減碳成效僅約為9.26%占比。

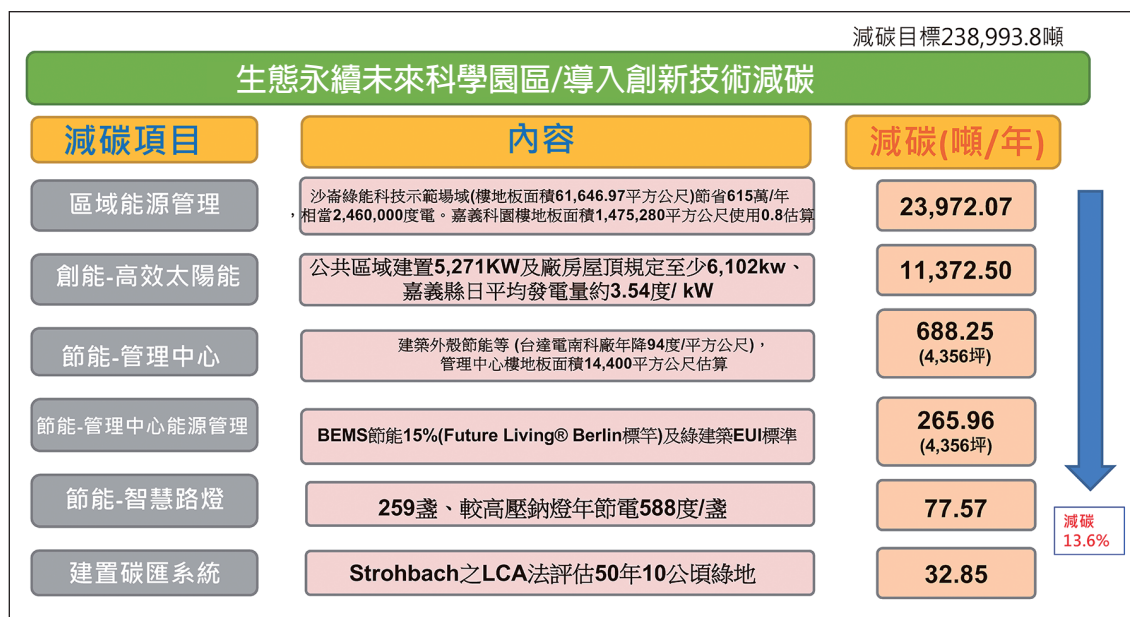
但如果以相關規定，例如以南科台達電廠為規範標準，要求進駐廠商建設廠房時，依規範設計節能工廠，透過空氣浮力塔自然通風、建築外殼隔熱材料應用、建築物座向及立面設計、開窗選位等設計，可提升減碳占比最大到19.52%，遠超過太陽能板的建置，如鼓勵廠商儘可能建置太陽能板，至建築基地內最大可建置面積的一半，則可再增加減碳3.59%。

因此前述各項作為的減碳量可達成32.37%的比例，因此可調整為圖4。

園區發展中期可建置生質能發電廠、管理服務中心建立淺層地溫空調系統及採直流配電，整理可投入減碳項目及效益參見圖5。

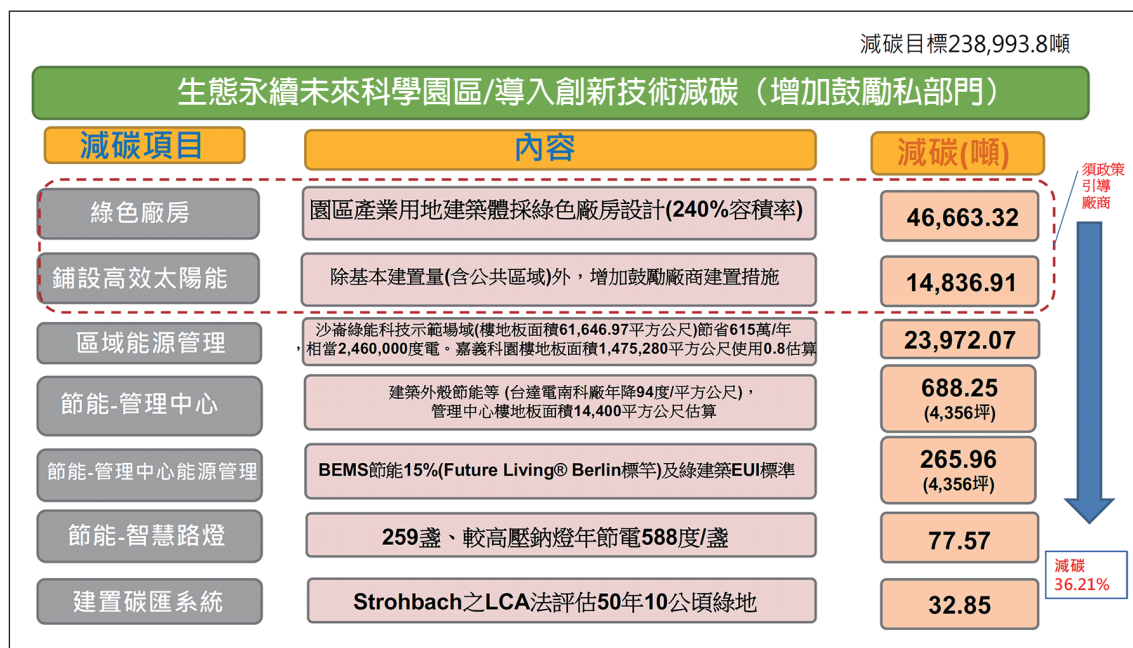
園區發展長期可建置垂直軸風電塔、利用再生能源建置碳捕捉封存工廠（須有合適岩層）、碳捕捉再利用（如使用於高性能電池材料、製作二氧化碳混凝土等），整理可投入減碳項目及效益參見圖6。

依目前綠能科技發展，經初步評估，中長期之減碳作為，於小規模園區應用效益有限。但應以發展國家綠能科技，驅動循環經濟發展為推動目標，以園區為試驗場域，透



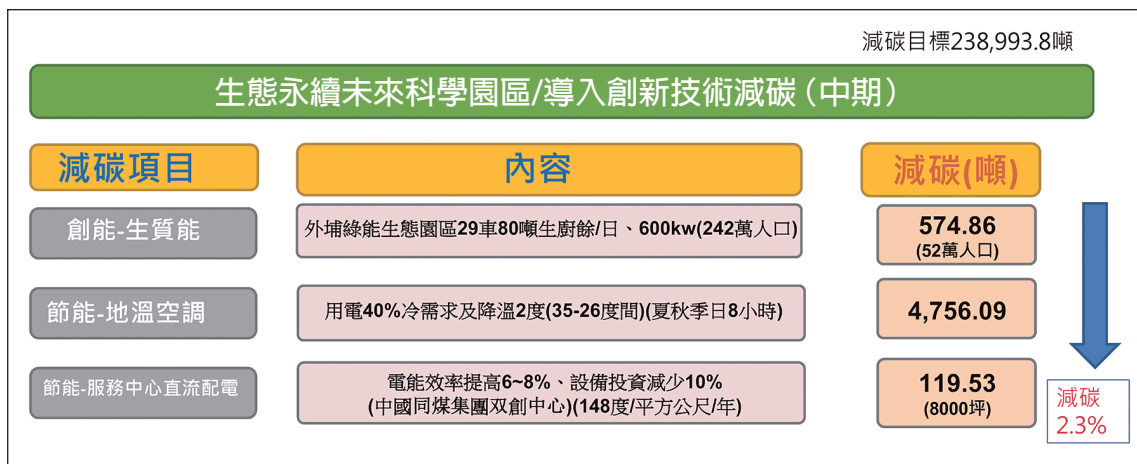
資料來源：本文整理

圖 3 嘉義科園減碳潛力估算 – 不含鼓勵廠商後之增值



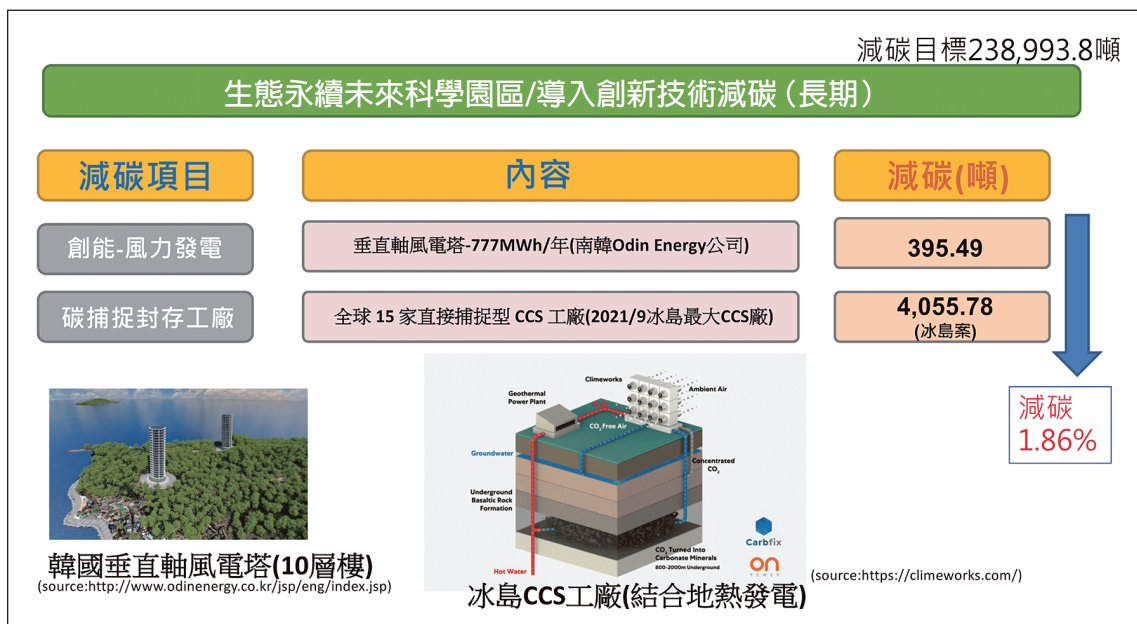
資料來源：本文整理

圖 4 嘉義科園減碳潛力估算 – 含鼓勵廠商後所產生之增值



資料來源：本文整理

圖5 嘉義科園減碳潛力估算－中期發展項目



資料來源：本文整理

圖6 嘉義科園減碳潛力估算－長期發展項目

過前瞻部署，使臺灣在未來國際綠色製造時代，取得關鍵領先地位。

由前述分析可知，各減碳項目之效益由大至小，分別為綠色廠房、高效能太陽能系



統、區域能源管理、管理服務中心能源管理、管理服務中心建築節能設計、智慧路燈以及建置碳匯系統。

其中，有關綠色廠房的設計，一方面初期需要投入資本，一方面也需要有實證經驗，如何鼓勵、說服廠商建置，具相當挑戰性。因此，建議先以管理服務中心建築節能設計及能源管理經驗，提供廠商做為仿效之範例或參考。如具效益，後期可以法規強制方式推動之。

在建置高效能太陽能系統，推動上需考慮整體景觀之搭配；如何結合區域能源管理系統有效調度電力，須俟進駐廠商確認廠房內容後方能決定。同時須確認各分區、各建築體用電需求後，才能具體規劃區域能源管理及架構園區內智慧電網。

建置碳匯系統部分，為達到環境友善及節能減碳目標，依園區規定綠覆率及綠地比率，透過生物廊道、立體綠化、透水鋪面、基地保水、滯洪池等生態友善設施，極大效率化自然碳匯系統。如經由園區滯洪池妥善規劃，與周邊資源串聯。滯洪池以生態工法處理，結合生態、休憩與教育、遊憩功能，同時作為生物棲息地，增加生態豐富度，串聯園區內人行道藍綠系統，共同形塑景觀焦點，形成兼具生態意涵與地區生態藍色網絡。園區新植樹種優先考量年輕具成長力、碳匯高（包含光臘樹、欖木及樟樹等），及配

合當地氣候特性之原生樹種為原則，建立園區內植栽系統，打造多樣豐富的綠色景觀。

國內外可參考成功案例如新加坡樟宜機場，設計都市綠洲，形成人與自然互動之生態系。或參考沙崙智慧綠能科學城D區的環境建設概念（該區已獲鑽石級綠建築及鑽石級智慧建築標章），融合陽光、水、空氣與生態於園區整體環境中，特別是管理服務中心周遭坵塊，形成一永續低碳的生態系統（圖8）。

六、主要減碳項目規劃

綜上，建議園區在開發階段，致力於智慧路燈系統、管理服務中心能源管理系統及管理服務中心建築節能設計之示範驗證。後續章節將就這三個低碳項目詳細說明。

（一）智慧共桿系統

以智慧路燈系統為基礎，建構智慧園區物聯網平台。

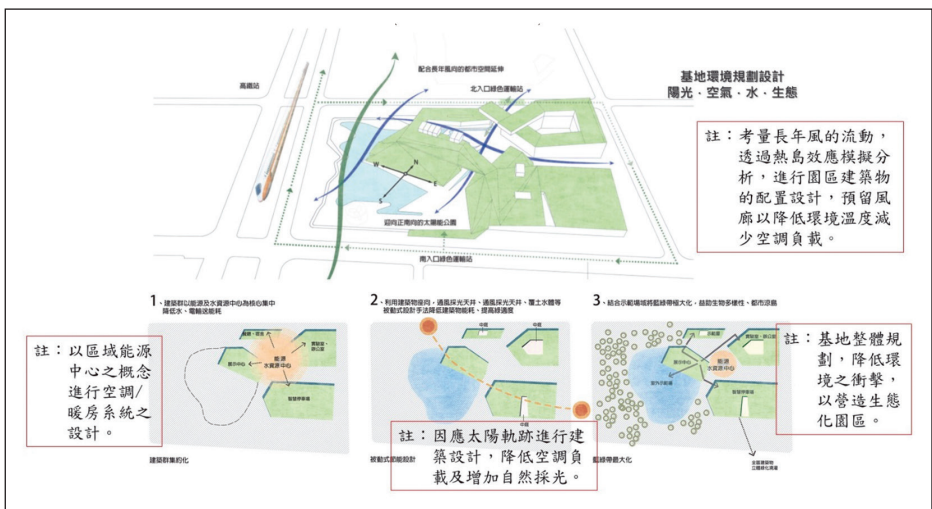
1. 智慧路燈系統建置

- (1) 多功能智慧路燈系統控制資訊傳輸採無線通訊，全區多功能智慧路燈系統，包括智慧路燈及智慧燈桿。直流供電LED路燈之燈具、儲能設備及智慧照明控制系統。
- (2) 智慧路燈、智慧燈桿設備統一由物聯



資料來源：本文整理

圖 7 嘉義科園自然破匯藍綠系統



資料來源：工研院

圖 8 沙崙 D 區設計理念：陽光·空氣·水·生態的結合



網智慧管理平台進行控制。單燈控制或群組控制，資訊傳輸採無線通訊。

- (3) 環境等感測監控系統共桿應用：記錄每日直流供電量、累計平均供電量、電池存電量等數據，並即時回傳至能源管理系統
- (4) 遠端監控：包含環境監測資料、路燈自動開關及亮度調整、故障失效自動回報、燈具使用之相關資訊及人員巡修回報等資訊即時回傳。

2. 建構智慧園區物聯網平台

- (1) 網路模組回傳路燈、環境及交通流量等資料、路燈財產管理、深度學習道路照明節能。道路照明節能成效統計，每月分析道路照明現況及用電等。
- (2) 攝影監控系統部分：於重要路口裝設攝影監控系統，即時回傳資訊至管理系統，並能與警網、消防網、交通網…連結，提供即時的監視畫面，保障民眾安全。所蒐集與分析之攝影及監控回饋資料，連結並展示於管理服務中心下建置之能源管理服務中心。
- (3) 智慧路燈監控資訊管理系統可靠性評估分析；建置之智慧路燈監控資訊管理系統整合雲端地圖，將路燈管理圖資化，管理人員可透過Web based網頁，隨時監控各區域路段開關及轄下路燈負載變化、路燈異常智慧化識別與警示、監測用電計量估算。建構智

慧路燈維修APP，提供即時報修、維修（包含維修進度查詢）及換裝。

- (4) 邊際運算閘道器網路流量視覺化管理系統。
- (5) 3D GIS圖資管理系統。
- (6) 物聯網智慧管理平台資安系統防護設計與測試驗證。

(二) 能源管理系統示範

管理服務中心為營造智慧、低碳、生態、舒適及安全之生活空間，搭配整個科學園區內再生能源建置，透過智慧電網或區域電網之布建，並以能源管理系統來達成架構未來管理服務中心內電力系統之主要架構，其中，能源管理系統可以結合國內目前成熟技術為主，建立資通訊網路基礎建設、管理服務中心能源管理與應用平台與智慧物聯網平台。以建立收集管理服務中心各項資訊，統一管理與展示為目標；主要建置內容建議涵蓋以下內容。

1. 建立能源資訊 / 網路基礎建設：搭配智慧電網佈署策略與資通訊基礎建設，建立適當之通訊網路設施與接取方案。
2. 建立雲端能源資訊管理平台：彙整能源電力即時資料，搭配分析系統達到有效電力分析與管理目標。
3. 建立智慧物聯網應用平台：將管理服務中

心各智慧建設資料匯整與儲存，建立可即時調閱與歷史紀錄等多維度圖表，並包含異常警示提報功能。

4. 控制室與展示平台：將智慧物聯網應用平台統資料，轉換為可視化、圖像化與資訊化資訊，將資訊即時展示，協助人員與各相關單位即時掌握與判斷管理服務中心即時狀況。
5. 建立能源管理服務中心機制：為有效長期維運，規劃營運方案、可拓展系統、管理用戶培訓與後續維運方案等長期運作策略，確保管理服務中心為永久高度智慧化建築。

（三）建築節能設計示範

1. 建築節能規劃（或零耗能建築）

隨著科技的進步及舒適環境的需求，建築節能從早期的降低能耗，減少能量之輸入（Energy Saving）；演變成保持建築物中的能量，減少外部能量之需求（Energy Conservation）；目前則轉而是提高建築物內能源的利用效率（Energy Efficiency），而不是單純被動式的節省能源。近年來更是朝向所謂零耗能建築（或是零排放建築，如圖8所示），也就是追求一棟建築物在使用期間，其因能源使用所排放的碳（通常用一年為一個單位）為零。

一般而言，零耗能建築是一棟結合節

能、創能、儲能及智慧系統的整體表現，其涵蓋下列五個主要面向：

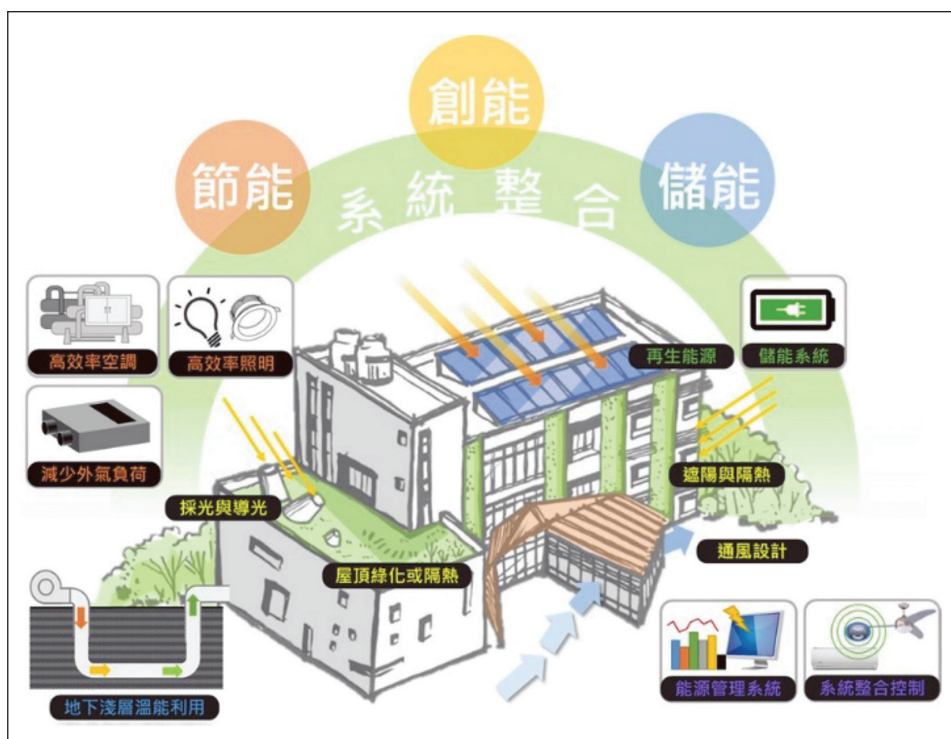
- (1) 透過建築設計節能（被動節能），減少空調及人工照明需求。
- (2) 導入高效率設備與附屬技術，提升設備效率，並發展對應技術。
- (3) 善用再生能源及儲能系統，以創能抵減耗能，結合儲能達彈性利用。
- (4) 設備與再生能源整合，透過工程專業度設計、降低設施成本，提高適用性。
- (5) 導入能源管理與智慧控制，藉由系統整合調度、預測與控制，達成建築環境及能源之最佳化調控。

2. 建築節能設計

進行基地的整體規劃，同時透過熱島效應分析來進行區域內建築之配置，以達成環境溫度降低，及維持環境之永續發展。

在實際進行建築設計時，除了參考國內建築規範從建築外殼、空調及照明三個面向進行探討及分析，從這基礎規範著手，然後考量建築之永續及環保因素，因此考量重點至少涵蓋下列幾個方向：

- (1) 外殼節能
- (2) 空調系統
- (3) 日照運用控制及照明計畫
- (4) 電力系統及負載管理
- (5) 建築耗能分析
- (6) 內部空間規劃及室內環境品質
- (7) 全生命週期考量（碳足跡盤查、BIM）



資料來源：本文整理

圖 9 零耗能建築示意圖

七、結論與建議

面對全球2050淨零排放趨勢，可能帶來的新形態的國際綠色關稅壁壘，我國產業在面臨綠色製造時代的來臨時，應如何超前部署妥為因應，以外貿為經濟動力來源的臺灣，應未雨綢繆。

新世代科學園區除以創新研發驅動科技產業發展，協助產業數位轉型及研發創新，帶動科技產業及地方升級任務外，更以新世代低碳智慧園區為擘劃思維，構建「精緻多

元、優生活、節能永續」之科學園區：協助產業高值化、多元化、智慧化、零碳化，建立友善環境，強調與在地鏈結，打造共榮共享的開放園區，並以綠色科技驅動循環經濟，引導廠商發展節能低碳措施，成為多元強韌的智慧永續園區。

在低碳園區的規劃上，參考國外相關政策及案例，可分別就創能、儲能、節能及系統整合等各面向，思考短、中、長期可執行項目。至於在減碳效益由大而小的項目，分別為綠色廠房、鋪設高效能太陽能板、區域



能源管理、管理服務中心能源管理及建築節能設計、智慧路燈，以及建置碳匯系統。

園區管理服務中心建置智慧能源管理系統及控制中心，並委託專業營運。將園區智慧路燈/共桿、區域/建築能源管理、環境監控等功能納入同一系統下整合管理及展示。初期以建築能源管理、智慧路燈、5G通訊、環境監控為主，後續隨著廠商陸續進駐，電力需求及使用型態更明確後，可就負載管理、儲能設施、再生能源導入及需量反應上，整合成為區域能源管理系統，達成一定比例的綠電滲透率，建構嘉義科園成為低碳園區。

此外，經由本文研究計算可知，被動式能源節能設計所節省的電力，有時可能超過主動式能源開發所產生的電力，因此建議運用政策工具，如法規、研發補助、引入法人輔導協助等，協助廠商建置綠色工廠，不只在建置工廠過程將碳排放降到最低，實際生產時，也可以搭配電力管理進行低碳生產，善用循環材料降低碳排放。

參考文獻

1. 科技部南部科學園區管理局，2021年5月。建構南臺灣科技廊帶—屏東、嘉義科園發展先導計畫。
2. 朱証達，吳振廷，郭瑾璋，洪明龍，2014。整合臺灣能源供需情境模擬之溫室氣體減量成本分析，臺灣能源期刊，第1卷：頁551-573。
3. 國科會，2013。臺灣溫室氣體減量進程與綠色產業發展政策之基礎研究報告。行政院國家科學委員會能源國家型科技計畫。
4. 溫琇玲，2022年3月23日。建築產業跨領域創新數位轉型（建築4.0）。2022智慧建築大論壇。
5. 張效通、溫琇玲、游璧菁，2020年12月。辦公類智慧建築效益量化評估合理性研究。內政部建築研究所委託研究報告。
6. 國家發展委員會，2022年3月30日。臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明。
7. 王余煥，2011，運用綠色資訊通信技術提供服務。2011兩岸智慧電網技術產業論壇。
8. IEA，World Energy Outlook (2016)
9. IPCC Sixth Assessment Report, 2021. (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>)