鉅變臺灣：
啟動長期能源轉型

周桂田／台大風險社會與政策研究中心

目錄

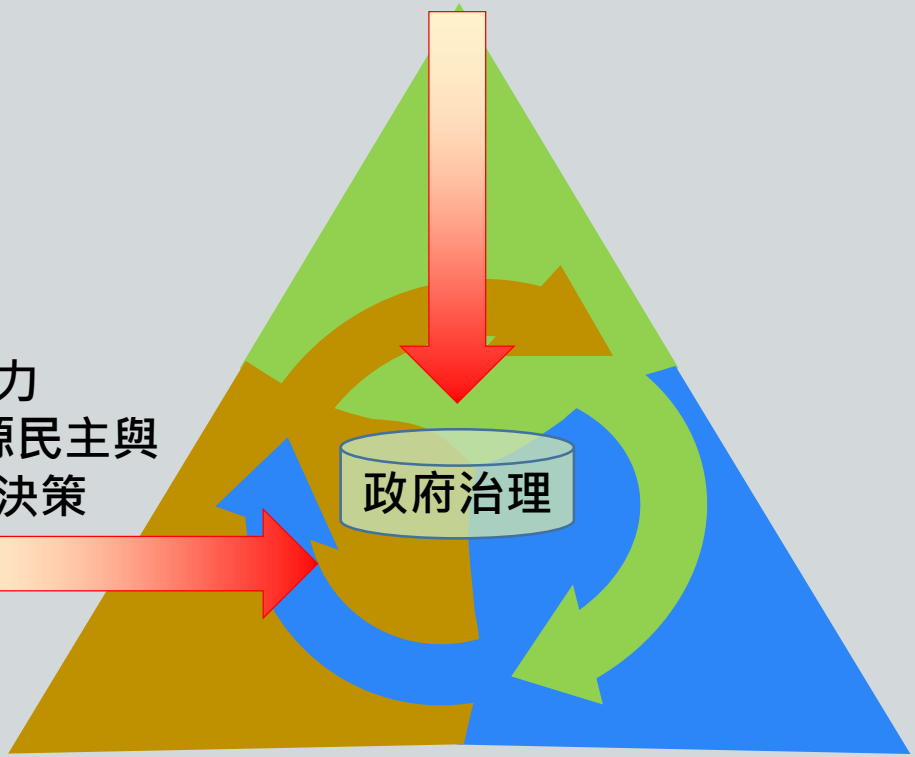
一、全球氣候災難
二、東亞高碳社會
三、臺灣面臨系統性風險：褐色經濟package
四、永續或褐色S曲線
五、臺灣高耗能、高污染產業分析
六、氣候經濟新典範
七、臺灣產業界準備好了嗎？
八、臺灣社會準備好了嗎？
九、政府準備好了嗎？
十、政府治理變革
十一、什麼是全球與臺灣未來願景？
十二、艱困的社會工程：氣候與能源轉型

能源轉型
能源、產業、環境三螺旋運動

垂直壓力
國際排碳綠色公約

能源碳排

水平壓力
社會公眾能源民主與
參與能源決策



空污治理

產業轉型

全球氣候災難

增加劇烈氣候變遷風險

- 氣候變遷對上述的各項因子所產生的加成效應不可忽略，氣候風險是全球也是在地。

[中央社] 加州森林大火燒到公路 車毀駕駛徒步逃

- 在炎熱的沙漠焚風助漲下，火勢開始沿著15號州際公路（Interstate 15）燃燒並迅速蔓延。
- 15號州際公路是南加州與拉斯維加斯間的主要通聯道路。
- 美聯社報導，現場有數10輛車子遭棄置，另有數百輛車子停靠路肩遠離火焰，數架直升機在洛杉磯東北方約88公里的卡瓊隘道（Cajon Pass）地區上空灑水。

【大紀元】雷克縣（Lake County）爆發「溪谷野火」

- 【大紀元】2015年09月11日（週六）
- 雷克縣（Lake County）爆發「溪谷野火」（Valley Fire），面積在一天的時間內已達5萬英畝。
- 根據加州森林及消防局的報導，大火週日向南延燒到納帕縣（Napa County），造成雷克納帕2縣超過1萬居民撤離家園。到週日晚已向西燒到索諾馬縣（Sonoma County）境內。

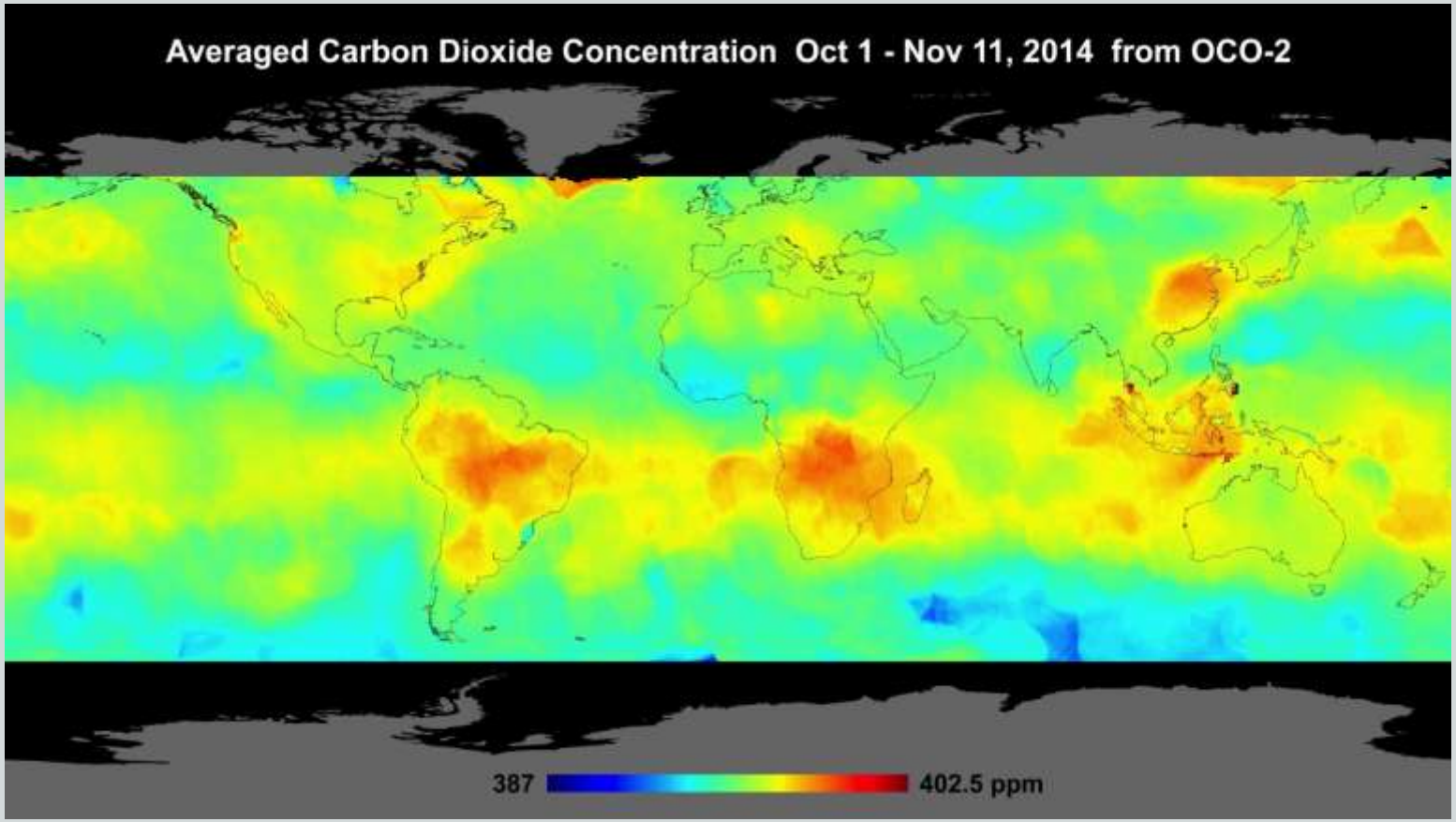
UK floods 2015: York suffers phone and internet outages

- **Thousands of York homes and businesses have been left without phone and internet services, after flood damage created a “ghost town” where shops and bars are reportedly only taking cash.**
- **Flooding in the city knocked out the power to BT’s York exchange on Sunday afternoon, and the company said it was still working to restore services 24 hours later.**

BBC: UK flooding continues

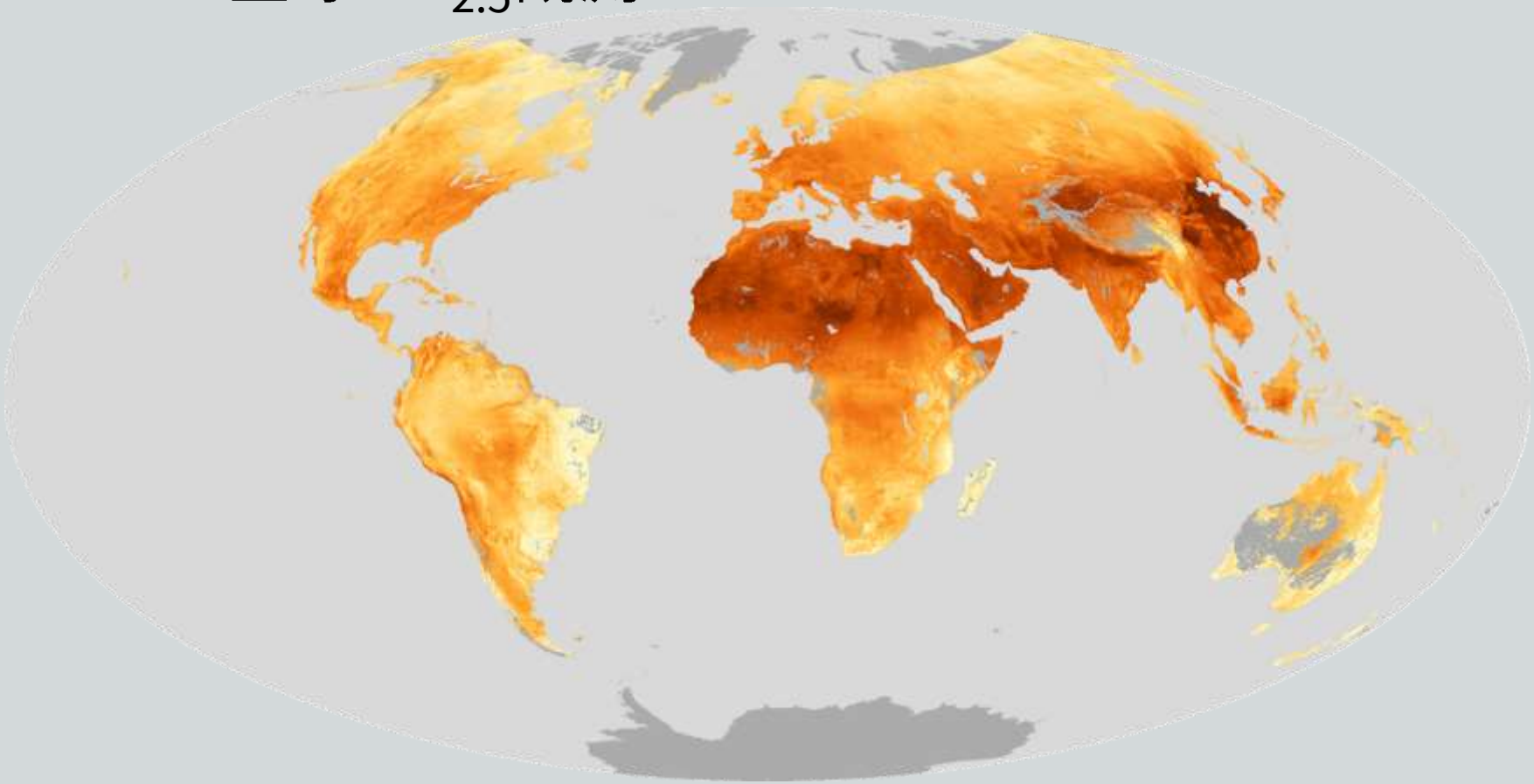
全球跨界風險治理

- NASA 全球CO_2觀測



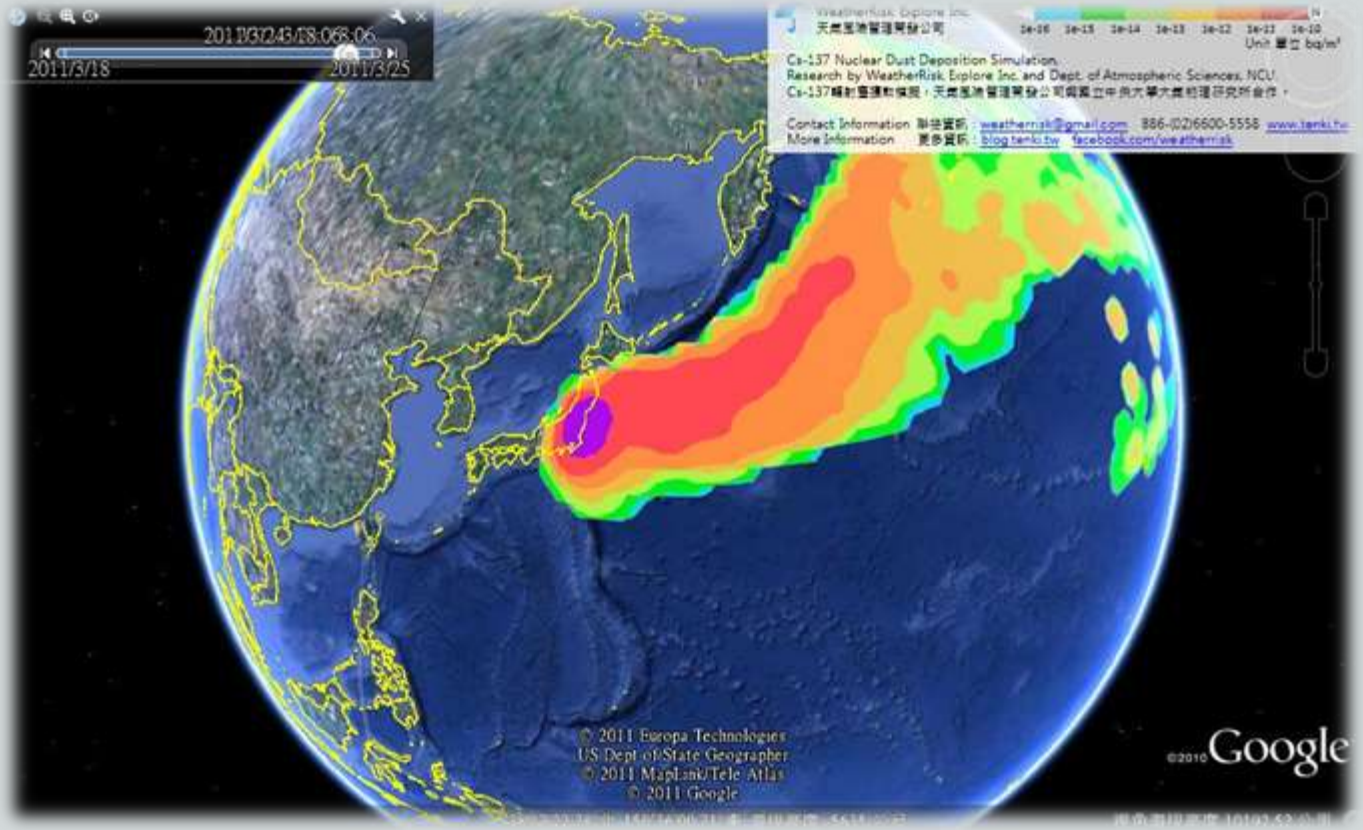
全球跨界風險治理

- NASA 全球$PM_{2.5}$觀測



東亞跨界風險治理

- 跨界風險：福島大氣落塵模擬。



2013年海燕颱風侵襲菲律賓

圖：REUTERS/Athit Perawongmetha

圖：CNN AP

常總市鬼怒川潰堤，失蹤者已升至22人

圖 / 美聯社

2017年燕子颱風重創關西機場

圖 / 美聯社

2019年哈吉貝颱風侵襲日本

福島縣岩手的受困居民被緊急撤離

長野縣信濃川的河堤潰堤

長野縣內的新幹線車庫泡在水中

崩塌的土推中找尋失蹤民眾

圖：美聯社

圖：共同社

高碳經濟與高碳社會

High Carbon Society in East Asia

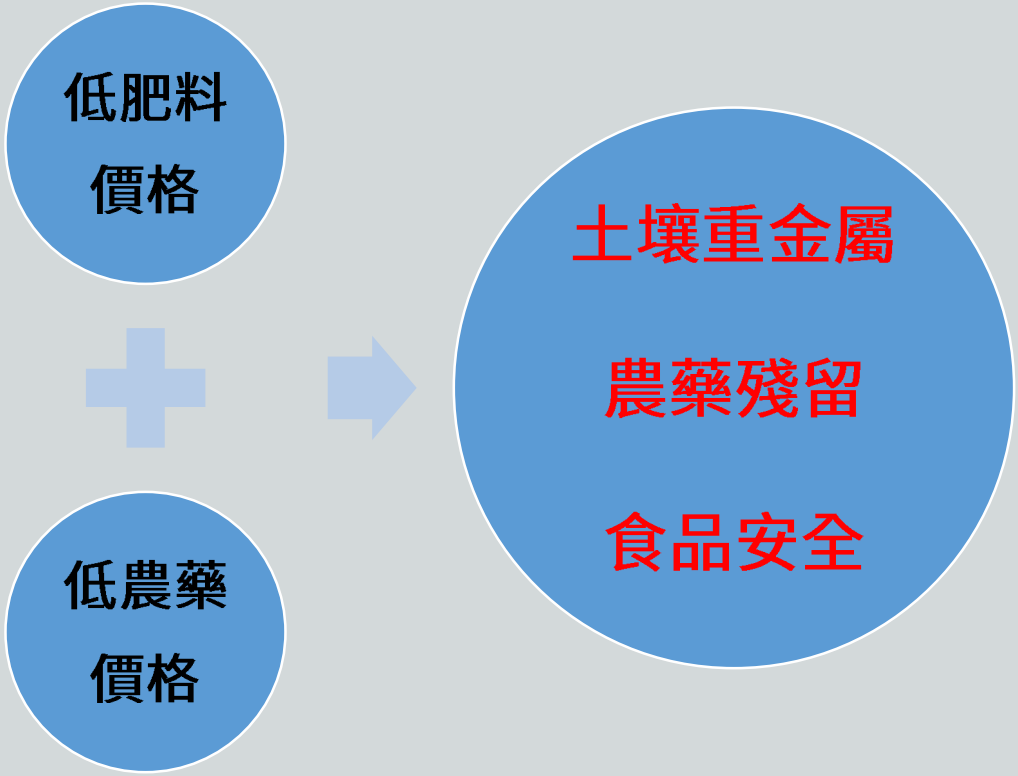
Country	Population	CO2 emission ($MtCO_2$)	Carbon pricing	World ranking of carbon emission
China	1,409,517,397	9838.754	China national ETS from 2020	No.1
Japan	127,484,450	1205.0612	Japan carbon tax from 2012	No.5
Korea	50,982,212	616.0967	Korea ETS from 2015	No.7
Taiwan	23,626,456	271.525	ETS under consideration	No.8 of per capital by over 10 millions population

Source: The table presented the population and CO2 emission data for 2017 from Global Carbon Project(2018); Carbon pricing data from World Bank Group(2019).

臺灣面臨系統性風險

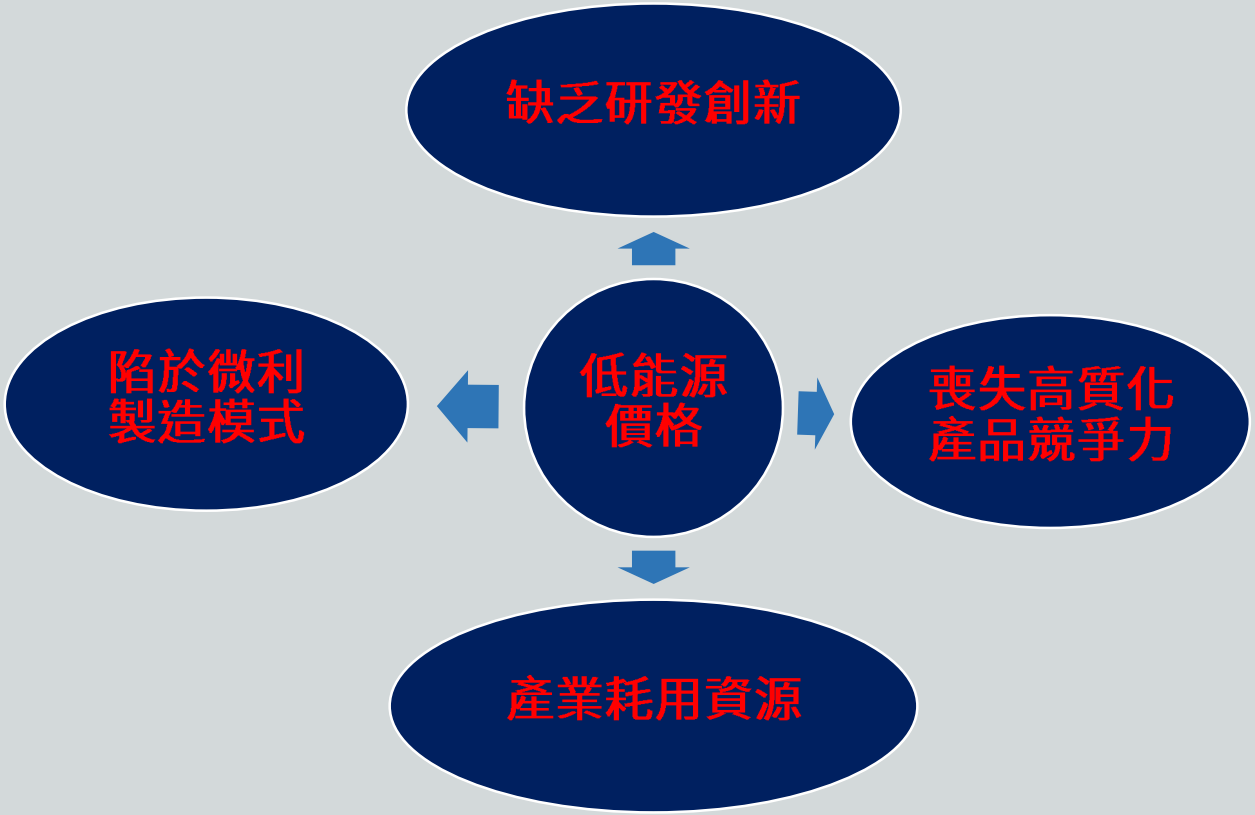
台灣系統性風險的根源

- **唯經濟導向：**忽視經濟成長之外的衡量
- **褐色經濟：**低薪、環境成本外部化、低肥料與農藥價格



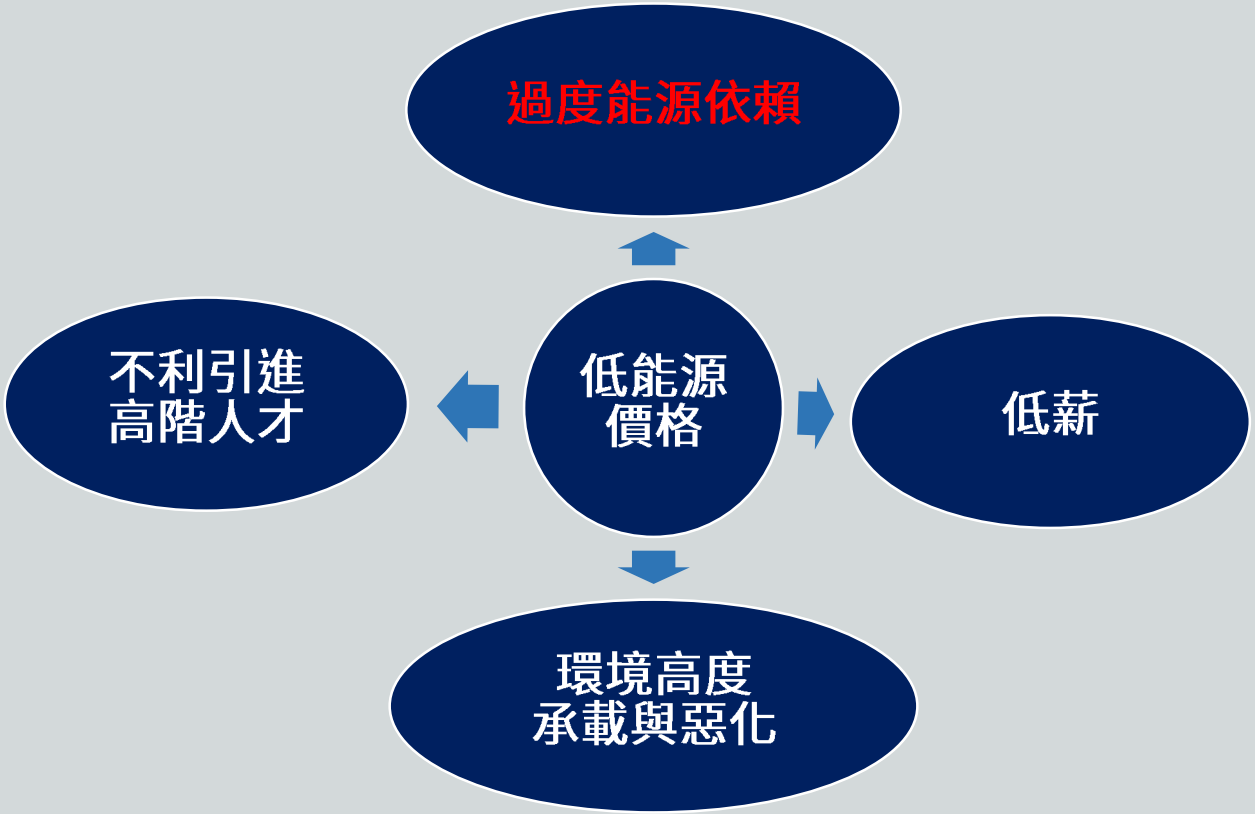
台灣系統性風險的根源

- **褐色經濟：**低能源價格（電價、水價、油價）、環境成本外部化
- **褐色能源：**假像低價的燃煤與核能



台灣系統性風險的根源

- **褐色經濟：**低能源價格（電價、水價、油價）、環境成本外部化
- **褐色能源：**假像低價的燃煤與核能



自由時報：全球雙低電價

自由時報

2019年11月10日／星期日

財經綜合 A6

台灣住宅與工業電價 全球雙低

住宅電價全球第3低 工業電價全球第5低

住宅、工業用電價差拉近

中國的挑戰 龐皮歐指來自共黨

美對中國和台

美對中愈來愈強硬 態勢已成形

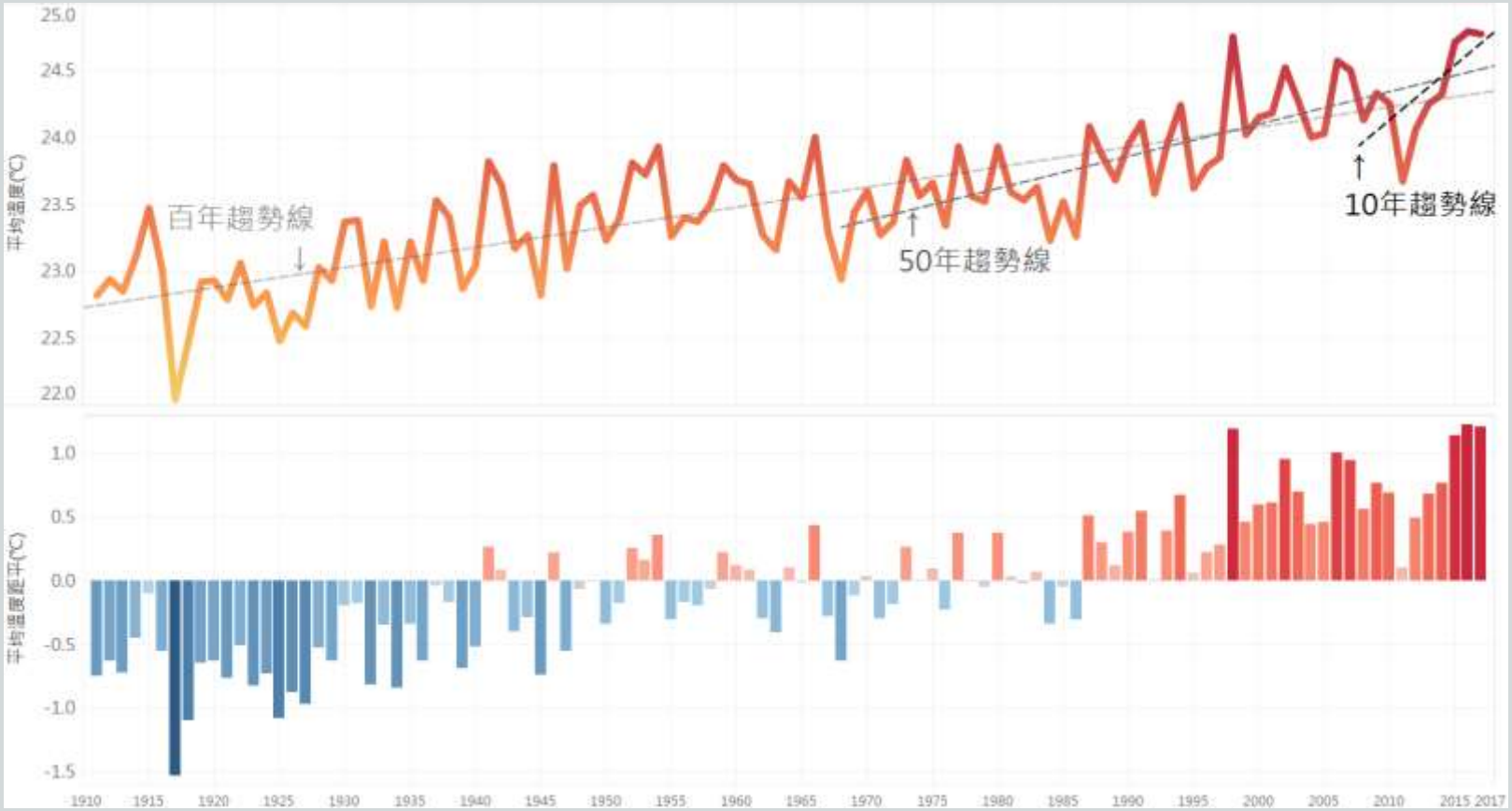
台灣系統性風險漣漪效應

- 面臨政治、社會、經濟系統的劇烈轉型
- 面臨更複雜的第四次工業革命的變革：3D列印、先進材料、自動駕駛、新能源、數位革命、物連網
- 國家品牌形象與國家創新系統

versus

- 系統性風險
- 遲滯、隱匿、鬆弛的風險管制與文化
- 導致災難、爭議、不信任
- 將毀壞台灣的大轉型：國家品牌、創新生態系

臺灣氣溫過去觀測：
1900- 2017 溫度趨勢



資料來源: 《臺灣氣候的過去與未來》

臺灣近年的風災

- 2004年72水災（中橫毀損）
- 暴雨→洪水→土石流
  →防災措施漏洞
  →基礎設施破壞
  →加重破壞
  →各種產業損失

2009年莫拉克颱風88風災

淹沒的小林村

圖／軍聞社

823南台灣大水災情

圖／中央社

2010年宜蘭大水（蘇花公路坍方）

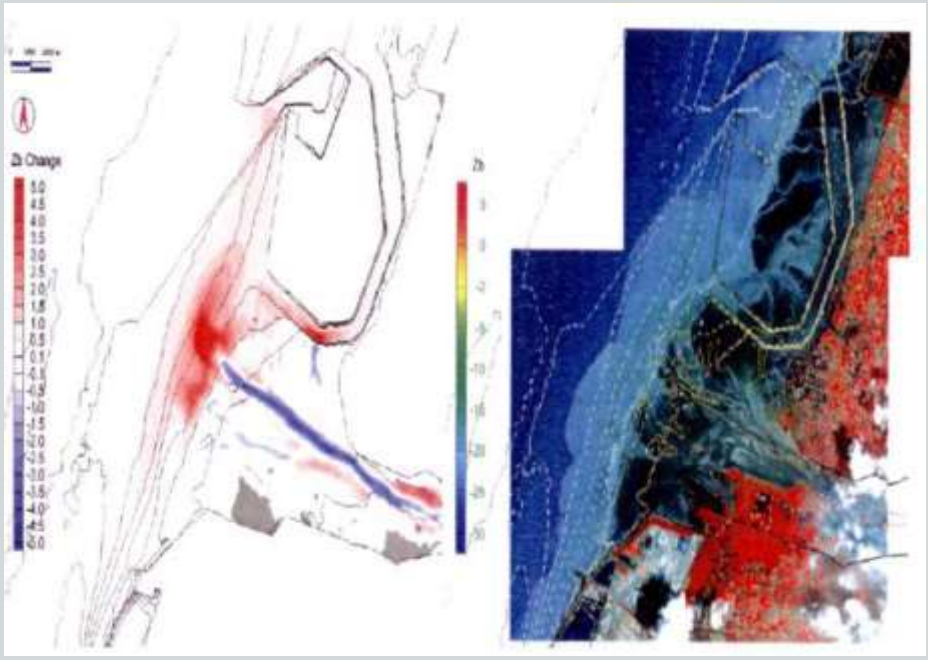
HSING TA BUS
HSING TA BUS

對於國光石化的利益與風險
支持？　或　反對？

開發對濁水溪口海岸地形地貌變遷衝擊

- 預估國光石化設廠之後十年侵淤的變化（圖二），濁水溪口將堆積起約5公尺高的沙洲，導致颱風豪大雨季節濁水溪無法順利排水，使得該地區成為洪災的高潛勢地區，並且使地層下陷更為嚴重

圖一、營養物質與水流方向往北



圖二、濁水溪淤積示意圖

褐色能源
褐色經濟
環境與世代
不正義

褐色經濟、褐色能源、環境不正義

- 台大公衛學院(2017在台西村及頂庄村進行成人社區健康檢查，結果發現，居民尿液中的釩、鉻、錳、鎳、砷、鎘、鉈、鉛等八種重金屬濃度，都高於雲林縣六輕廠周邊的鄉鎮。

空污治理

低薪、青貧與所得分配不均

- **低薪問題嚴重，所得分配差距擴大**
  - 我國低薪問題嚴重，也造成所得差距擴大趨勢，貧富差距現象仍持續存在。
  - 依據五等分位差距倍數的高點出現在90年的6.39，自此便停留在6%之上振盪，104年的最新數據則為6.06。至於吉尼係數也呈現出相同的走勢，自77年起便未曾低於0.3，90年受到全球網路泡沫衝擊經濟來到0.35的高點，而104年則為0.338，顯示所得分配不均的現象愈加明顯。

資料來源：教學簡報 考試院公務人員保障暨培訓委員會國家文官學院

系統性風險：威脅與漣漪效應

- 臺灣產業結構特性：長期低毛利、低價競爭，但具備彈性、快速學習的代工模式，正受到區域內後進國家追趕的競爭壓力。
- 第四次工業革命：臺灣長期追趕先進工業國家之產業與技術累積，也正面臨產業由硬體競爭轉向軟體競爭的挑戰，相關的產業具有轉化、發展為隱形冠軍的潛力與實力。
- 轉型瓶頸：不僅科技產業面向受到嚴峻的轉型驅迫，在人口、社會、環境、健康、氣候變遷與能源面向上，臺灣亦正面臨巨大變革與轉型瓶頸階段。

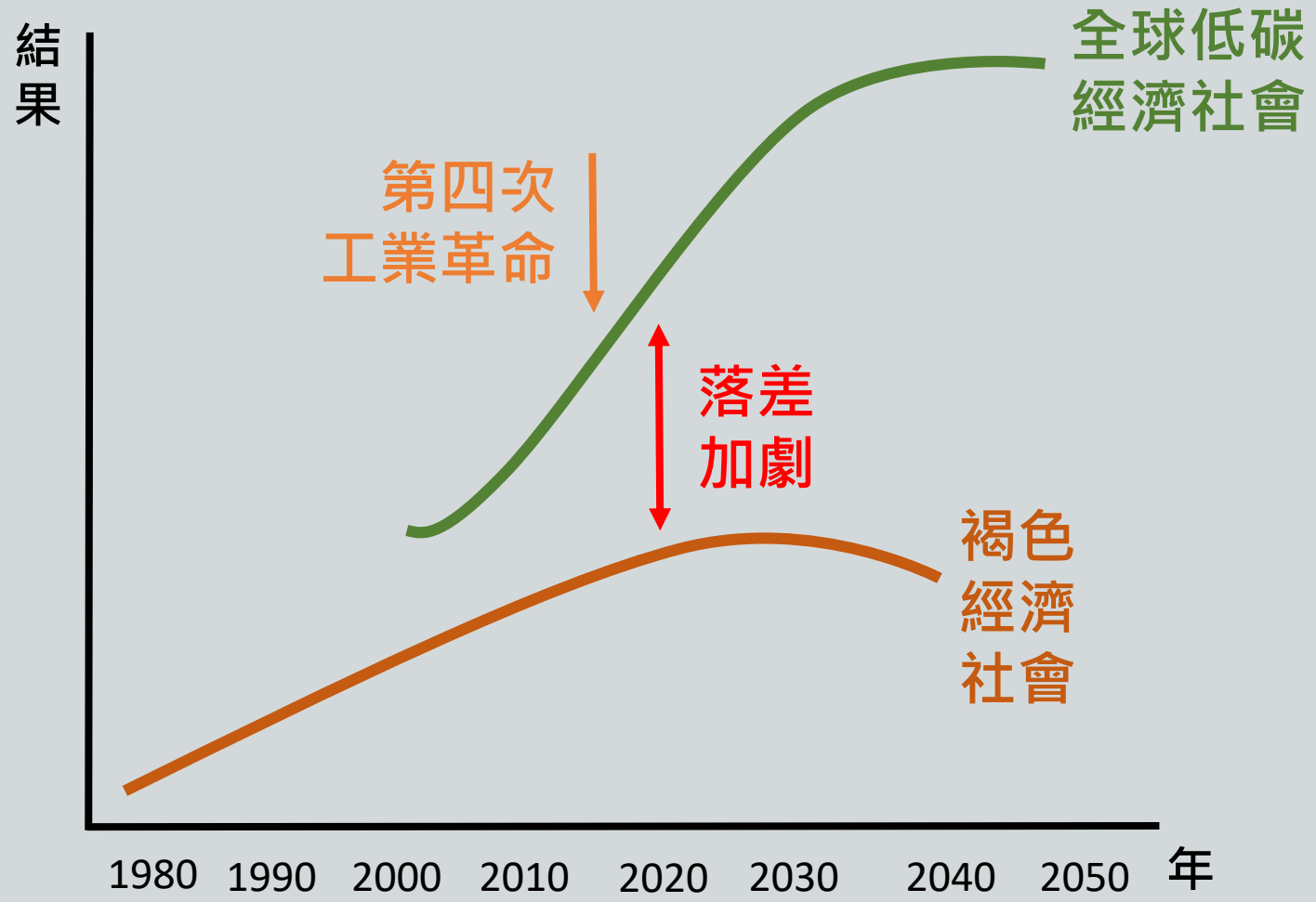
系統性遲滯的威脅

治理轉型遲滯

產業轉型遲滯

社會轉型遲滯

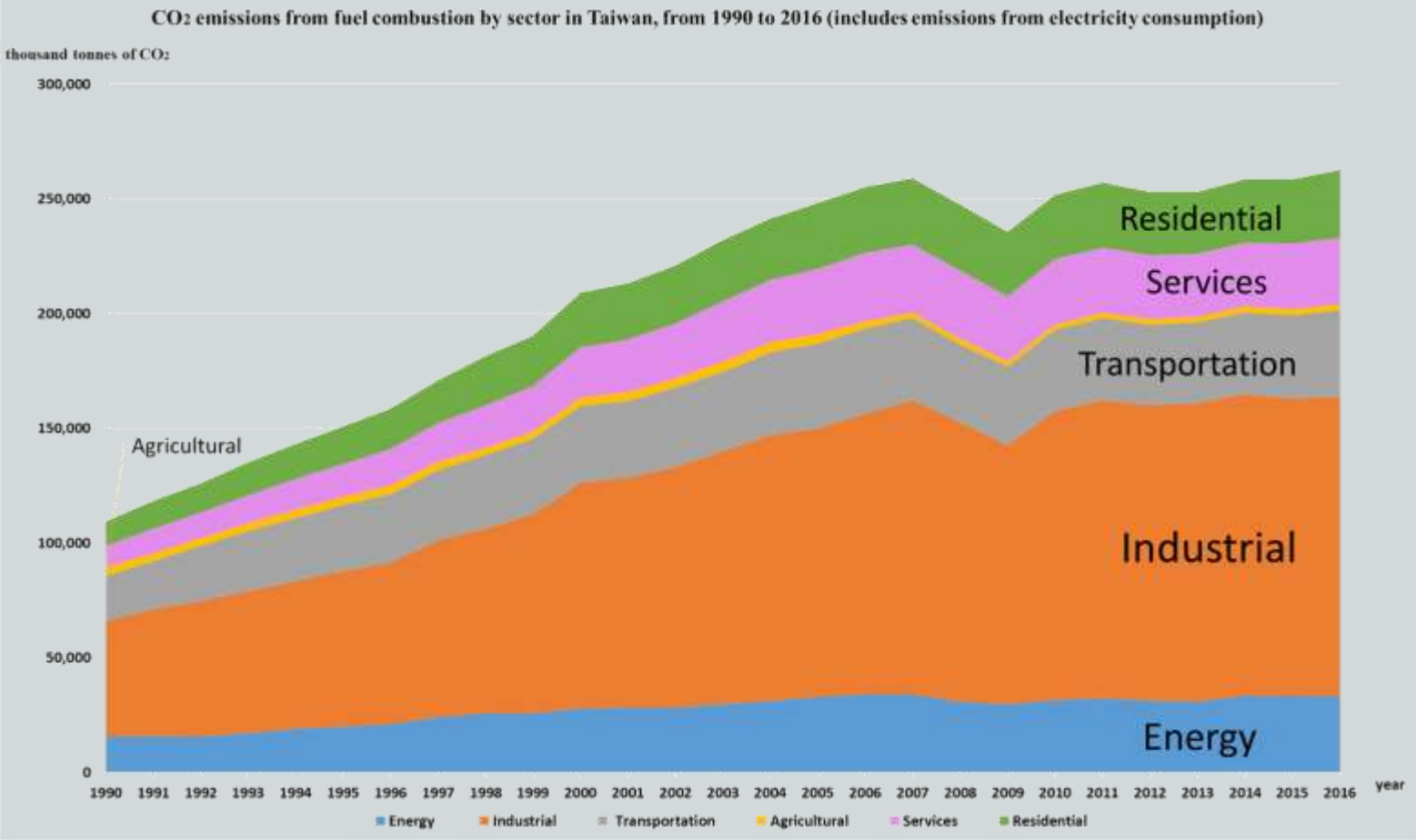
永續或褐色S曲線


結果
全球低碳
經濟社會
第四次
工業革命
落差
加劇
褐色
經濟
社會
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
年

系統性風險：系統轉型

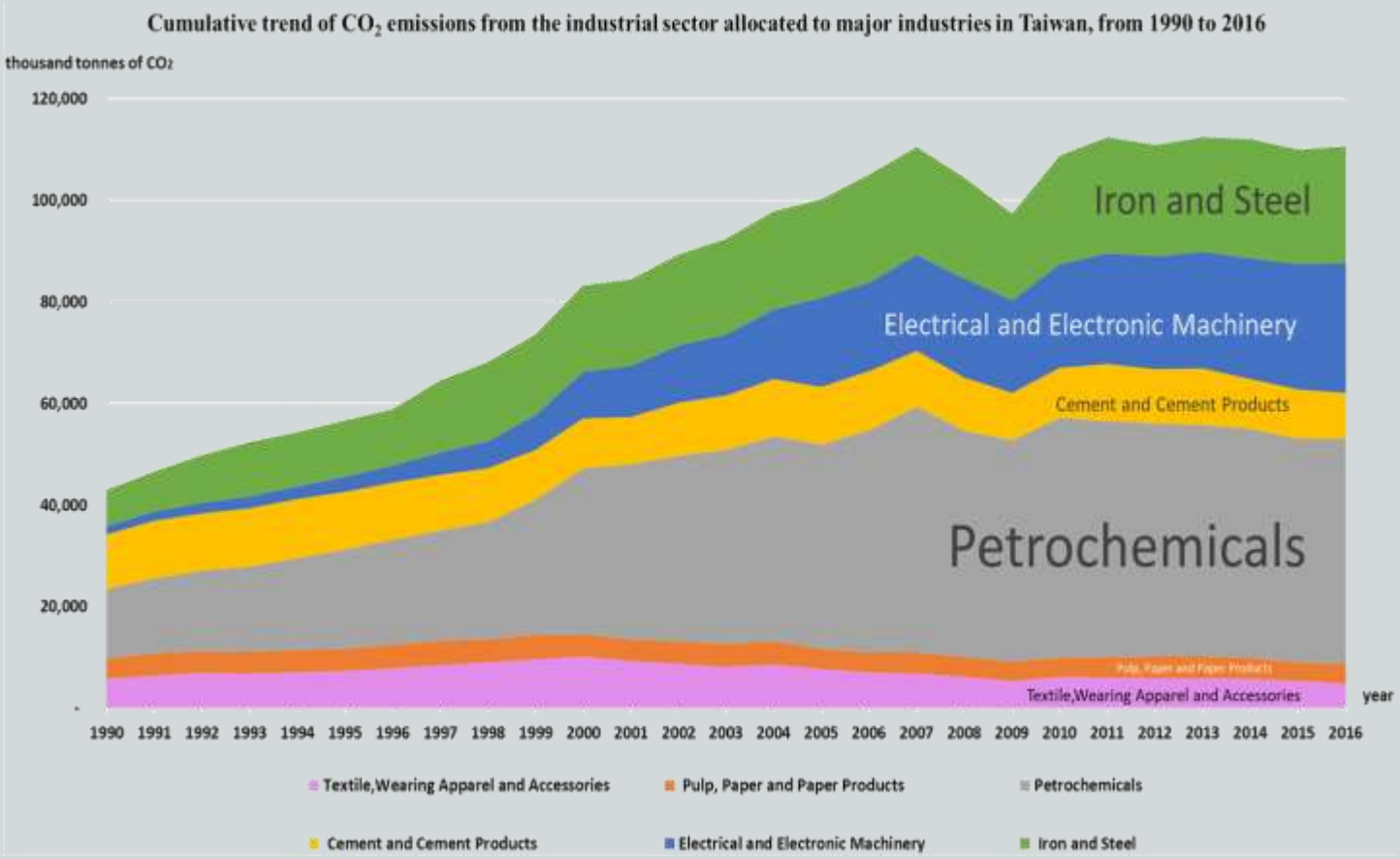
臺灣高耗能、高排碳、
高污染產業分析

Path dependency of a high-carbon industrial structure



- Industrial sector is the main source driving the increase in Taiwan’s carbon dioxide emissions. Source: Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs (2018)

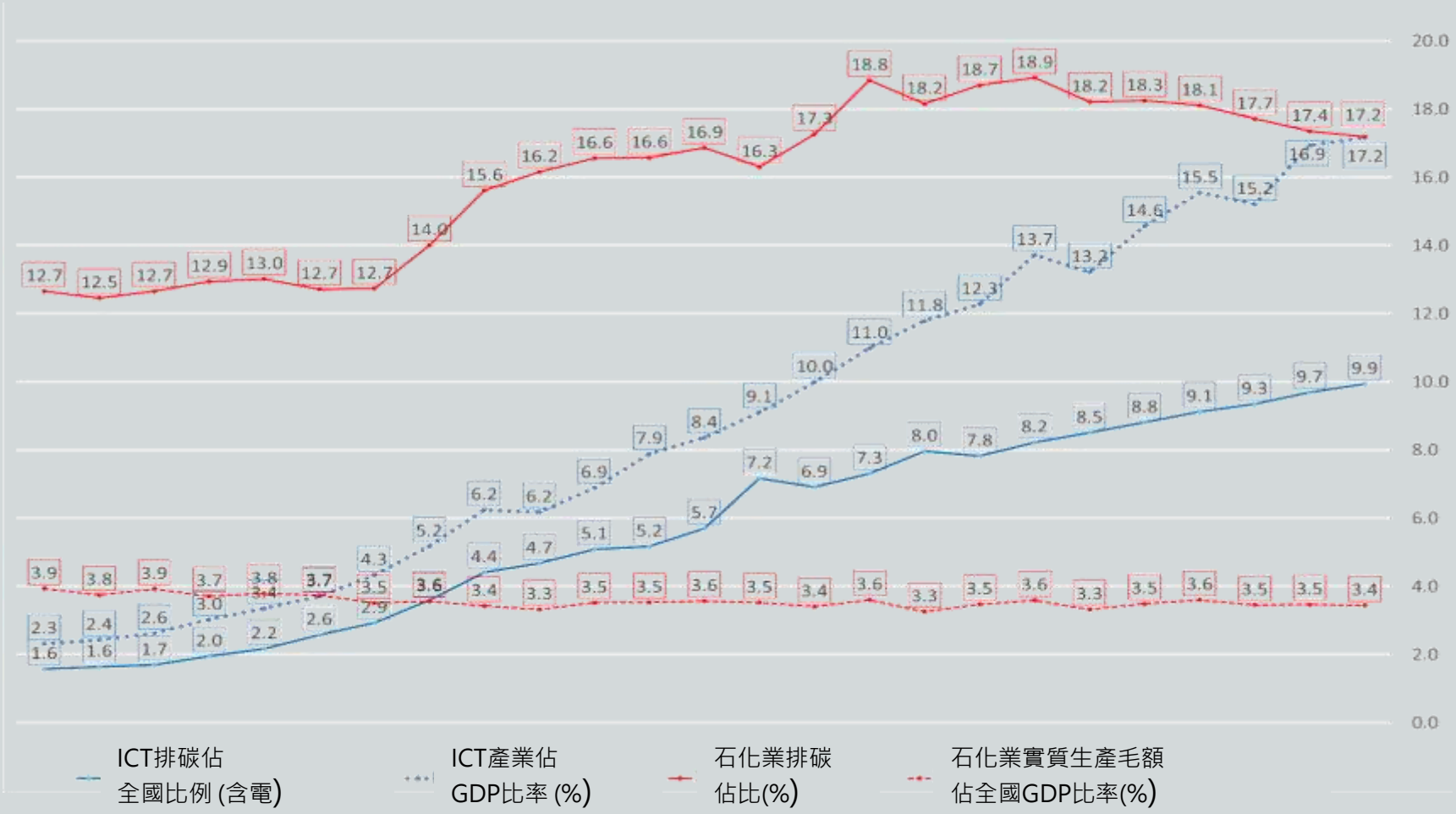
Path dependency of a high-carbon industrial structure



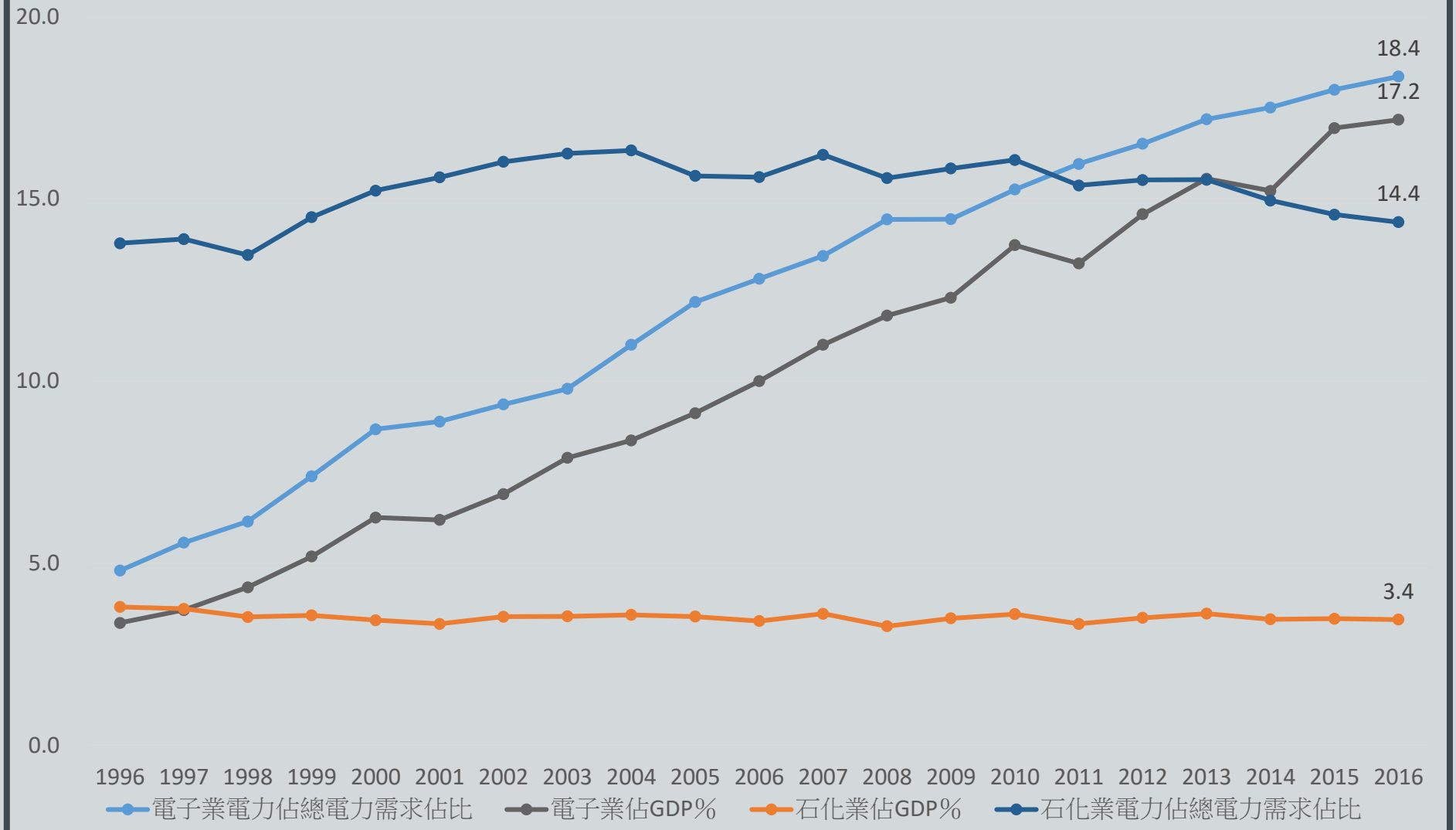
Source: Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs (2018)

- Petrochemical industry and steel industry, the CO2 emissions accounted for more than half of the emissions from the industrial sector for nearly a decade until 2016.

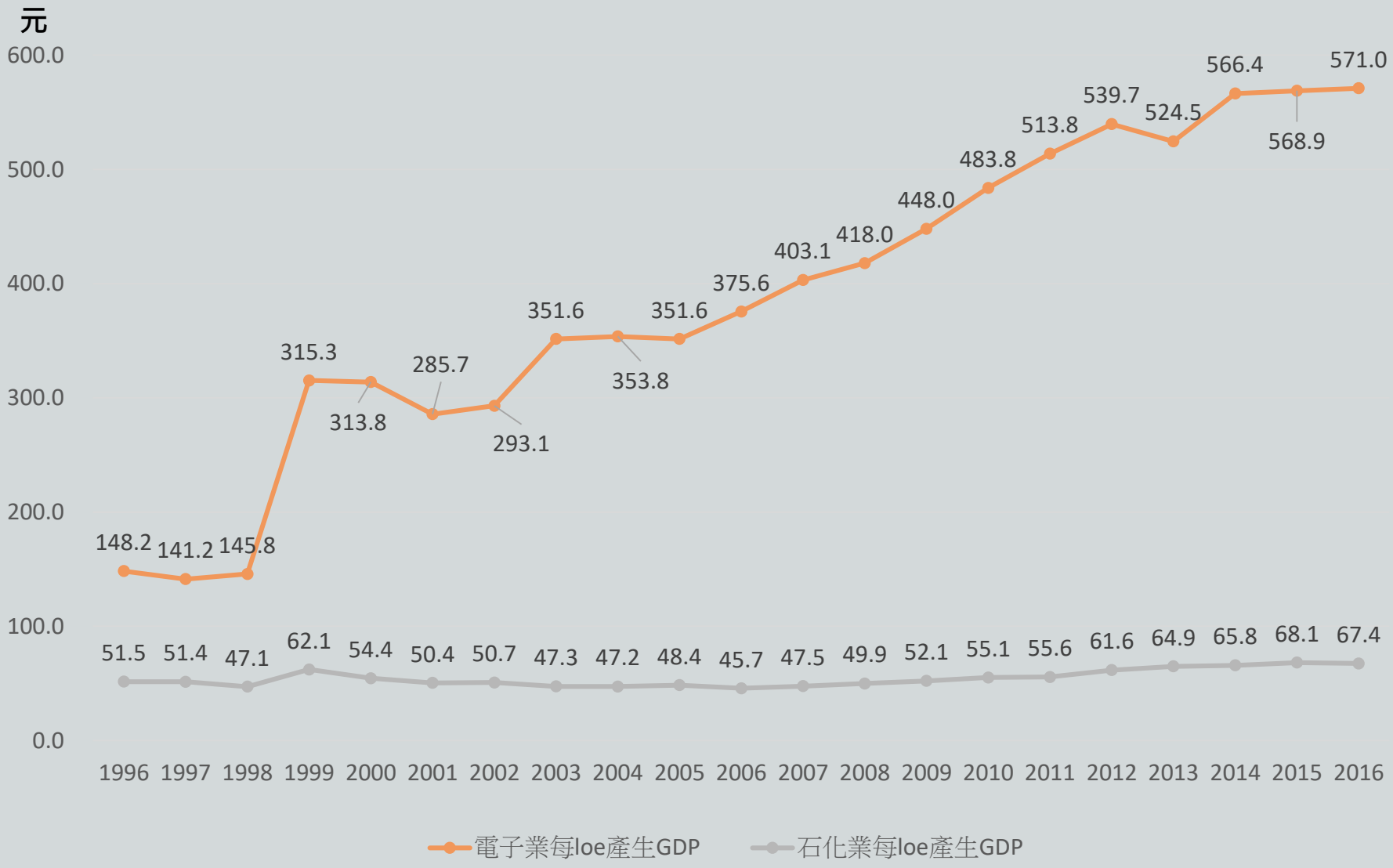
Path dependency of a high-carbon industrial structure



1996-2016　石化業與電子業　用電需求與GDP佔比



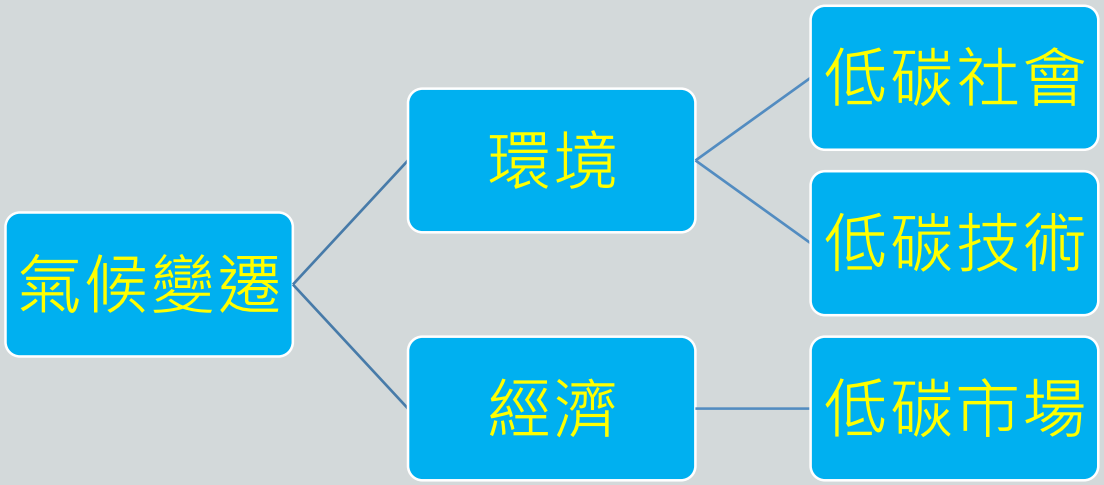
1996-2016　石化業與電子業　每單位耗能排產生的GDP



氣候經濟新典範

氣候經濟新典範

- 氣候變遷威脅：不只是環境議題
- 氣候經濟：低碳經濟、低碳市場與社會
- 能源轉型：新能源經濟（能源效率、節能服務業、專利、智慧電網經濟）、再生能源產業



2050年的長期減碳趨勢

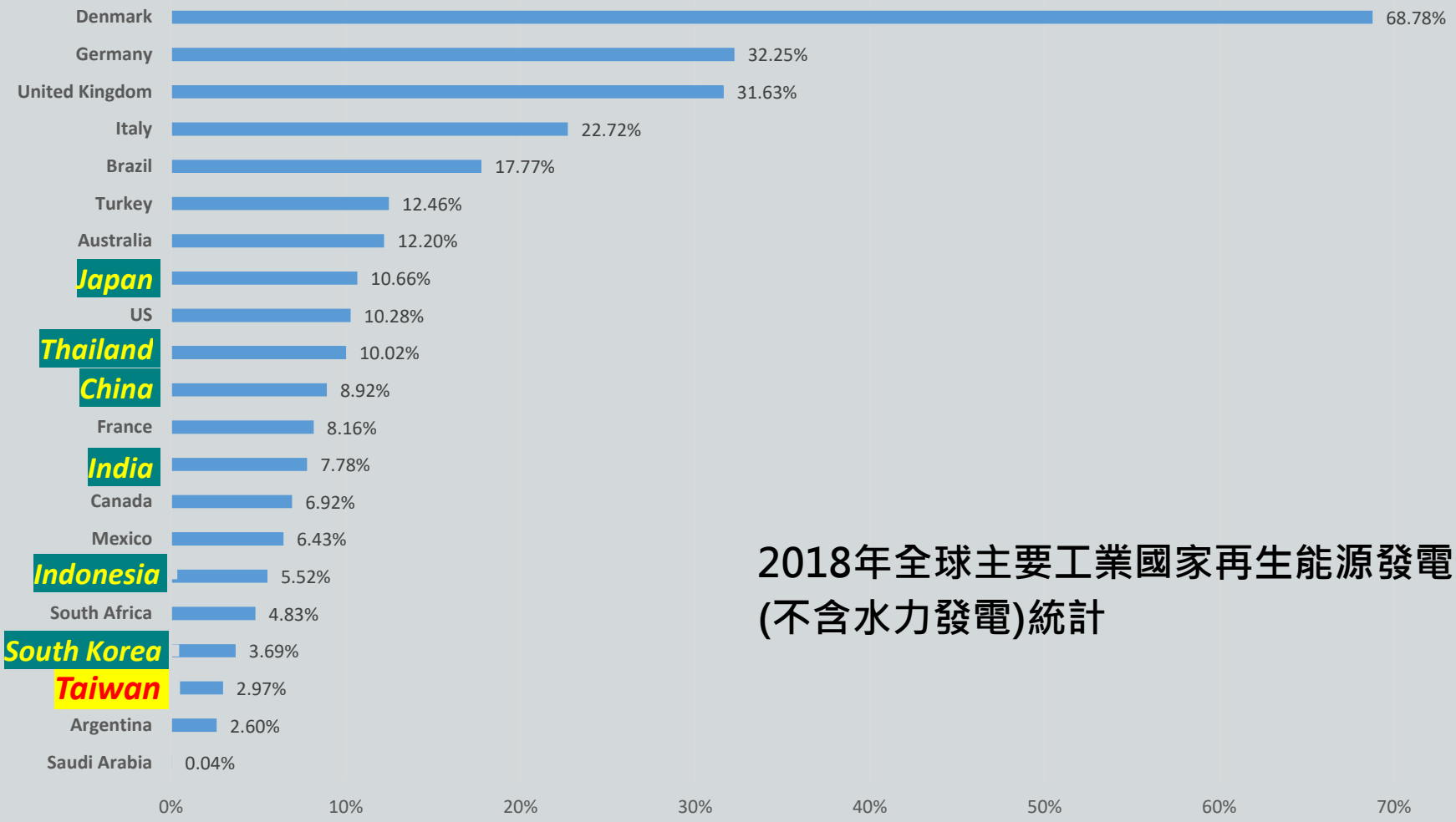
65國家
提出2050年淨零排放目標

13 國家
已依《巴黎協定》
提交「長期減量策略」

87產業
2050年前
促成營運過程與價值鏈
達到淨零排放目標

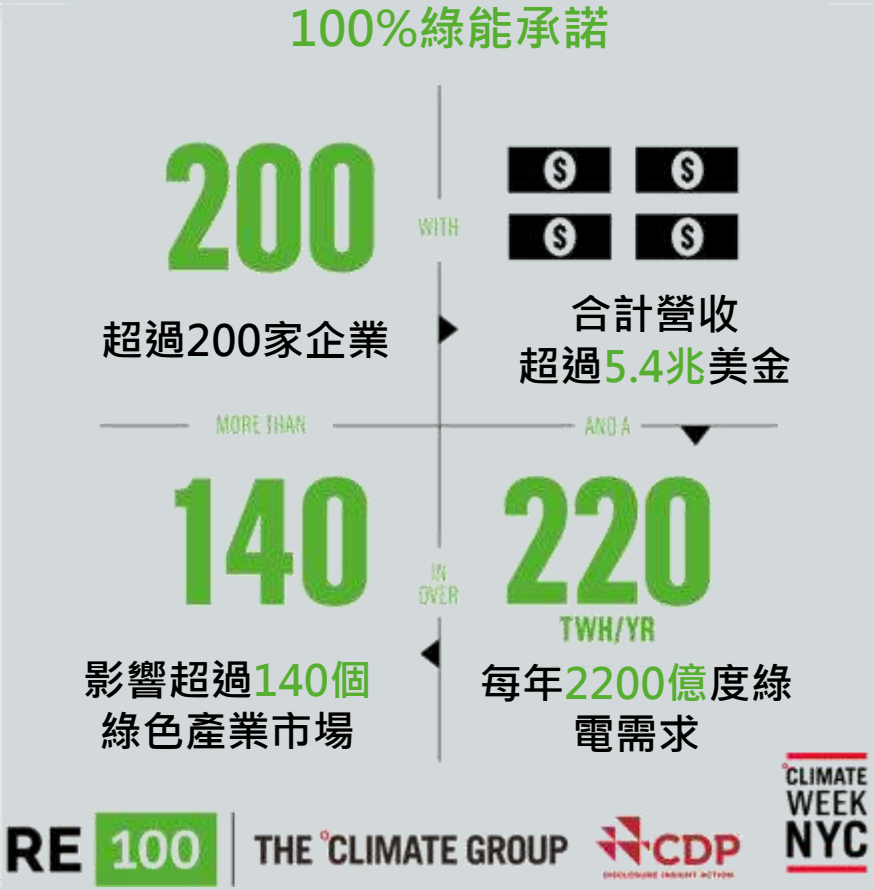
100城市
提出至少2050年
淨零排放目標

全球再生能源發電統計



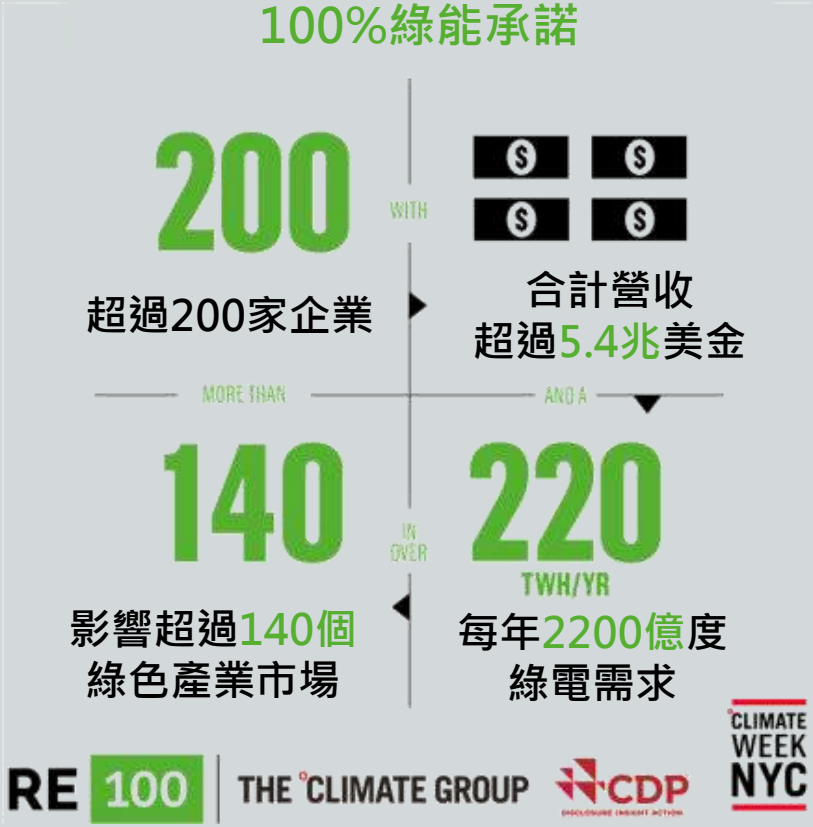
2018年全球主要工業國家再生能源發電(不含水力發電)統計

RE100 全球倡議國際廠商使用綠電



RE100典範企業

		達成年
食	Coca-Cola EUROPEAN PARTNERS	2020
衣	H&M	2030
住	IKEA	2020
行	GM	2050
育	Adobe	2035
樂	LEGO	2017



RE100典範企業

Google
citi
ebay
HSBC
Coca-Cola
EUROPEAN PARTNERS
RE 100
Bloomberg
Adobe
3M
Science.
Applied to Life.™
IKEA
facebook
Microsoft

RE100典範企業

Swiss Re
BIMBO
HSBC
Kingspan
AstraZeneca
rackspace
the #1 managed cloud company
TD
salesforce
DECATHLON
AUTODESK
EQUINIX
DSM
RELX Group
ASKUL
helvetia
VOYA
JPMORGAN CHASE & CO.
GM
LA POSTE
Carlsberg Group
Goldman Sachs
M&S
workdc
Schneider Electric
Bloomberg
PRUDENTIAL
British Land
Infosys
sky
proximus
Nordea
PHILIPS
IRON MOUNTAIN
TESCO
CLIF
ORGANIC VALLEY
THE CROWN ESTATE
IKEA
hp
AkzoNobel
CapitalOne
Walmart
YOOX NET-A-PORTER GROUP
Unilever
SWISS POST
P&G
Google
DBS
facebook
FIFTH THIRD BANK
Interface
UBS
YOUR LONDON AIRPORT Gatwick
Royal Bank of Scotland
RICOH
SEKISUI HOUSE
FUJITSU
citi
BMW GROUP
McKinsey&Company
SAP
GROUPE L'OCCITANE
Danske Bank
Microsoft
SONY
FUYO LEASE
VAIL RESORTS
ELION 亿利资源
PVH
LEGO
RE 100
VISA
mace
MARS
AB InBev
Vestas
OIOI
MARUI GROUP
AEON
signify
WELLS FARGO
Kellogg's
ESTÉE LAUDER COMPANIES
vodafone
HAP
watami
Steelcase
H&M
HEALTH · HYGIENE · HOME
Morgan Stanley
DANONE
Nestlé
IFF
ebay
IHS Markit
Coca-Cola Enterprises
Biogen
Schroders
BT
AXA
3dL
ELOPAK
kpn
PEARSON
Telefónica
COLRUYT GROUP
CaixaBank
Bank of America
wework
COMMERZBANK
Dalmia Bharat Cement
Etsy
Adobe
BURBERRY
lyA
Landsec
novo nordisk
JOHNAN SHINKIN BANK
CANARY WHARF
Johnson & Johnson
Givaudan
Corbion
BROAD GROUP 远大集团
dentsu AEGIS network
DIAGEO
BBVA
DNB
CRÉDIT AGRICOLE
ENVIPRO
Bankia
vmware
ING
Heathrow
amalgamated bank
VAISALA
JUPITER Asset Management
Hewlett Packard Enterprise
SGS
alstria
TATA MOTORS
AVIVA

CDP 供應鏈計劃

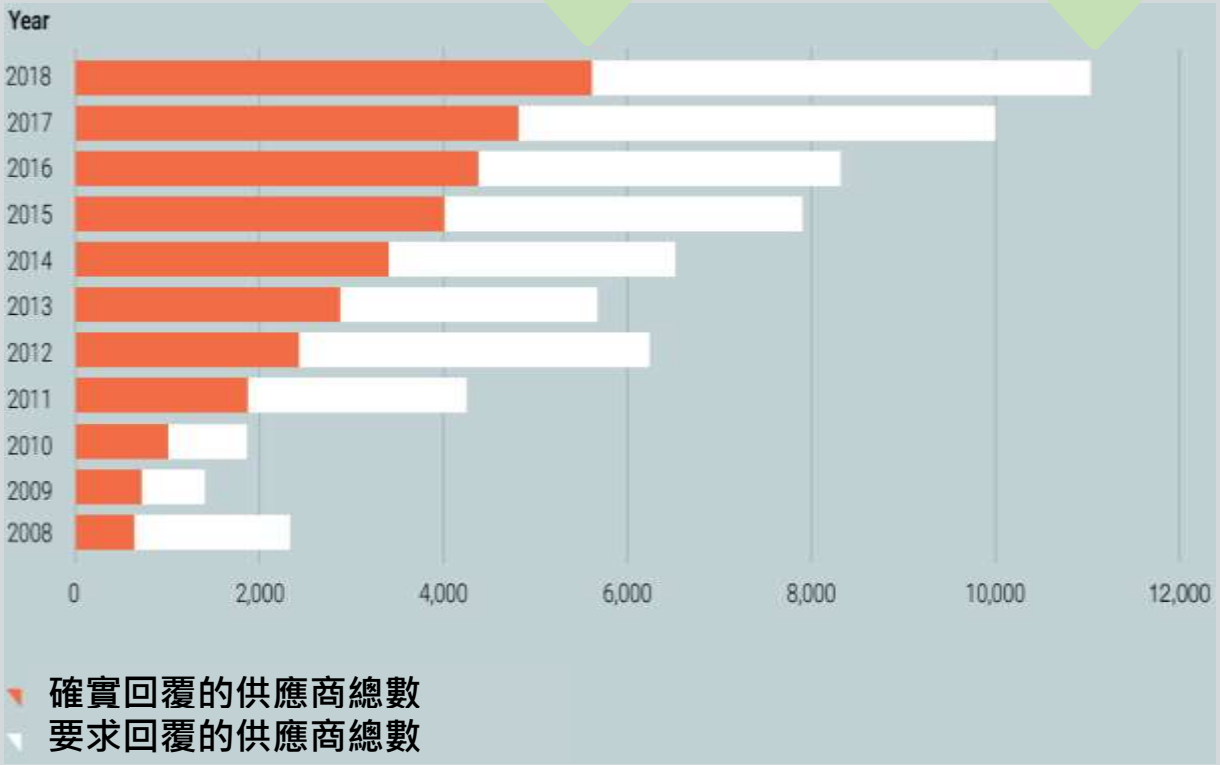
115個
企業集團，合計採購3.3兆美金

633百萬噸CO_2e
減少超過
全球1%排放量

193億美金
源自減排行動而省下的金額

超過5600
供應商回覆

要求
11,692
個供應商



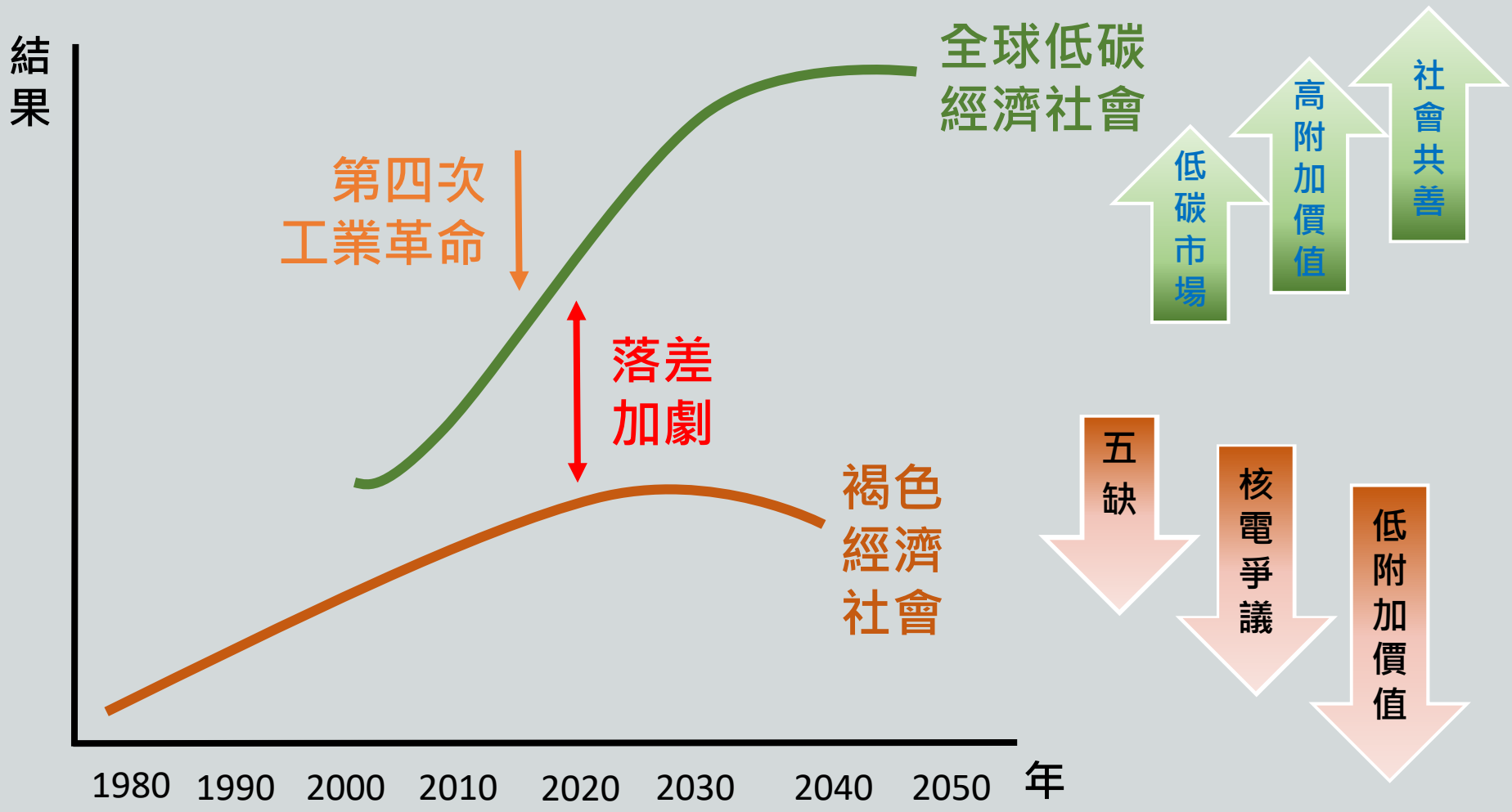
歐盟執委會　新主席・新願景
A European Green Deal

"2050氣候中和
鑲嵌入歐盟氣候法規"

"提升2030年溫室氣體減量目標，從40%提升至55%（1990 level）"

"施行碳關稅制度（Carbon Border Tax）"

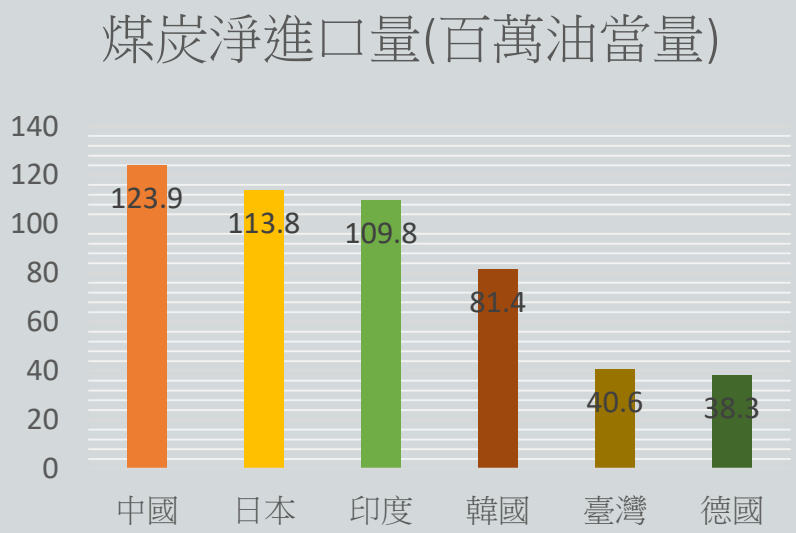
永續或褐色S曲線


結果
全球低碳
經濟社會
第四次
工業革命
落差
加劇
褐色
經濟
社會
低碳市場
高附加價值
社會共善
五缺
核電爭議
低附加價值
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
年

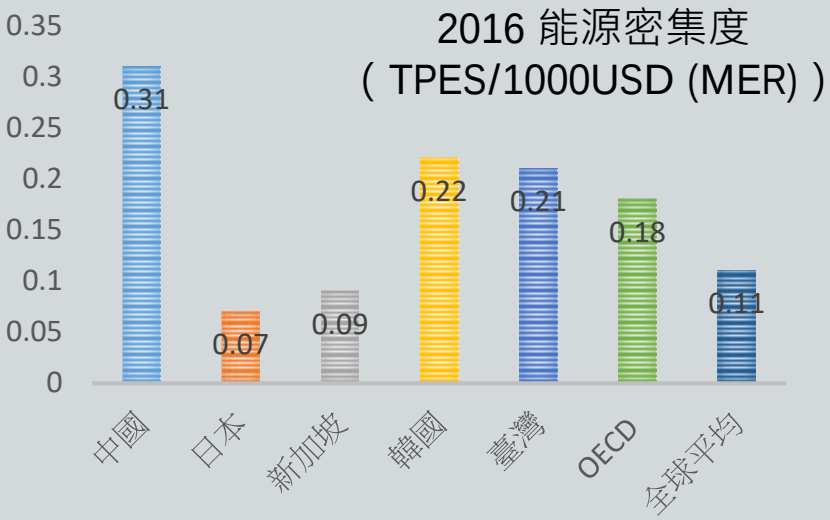
對應全球氣候與能源轉型
臺灣產業界準備好了嗎？

臺灣能源情勢與政策發展（1/2）

- **煤炭消費大國**



- **工業能耗顯著**



- **低能源價格**
  - 2017年我國住宅電價為全球第3低，工業電價為全球第6低。
  - 2016年時，電費占製造業生產成本2.5%。

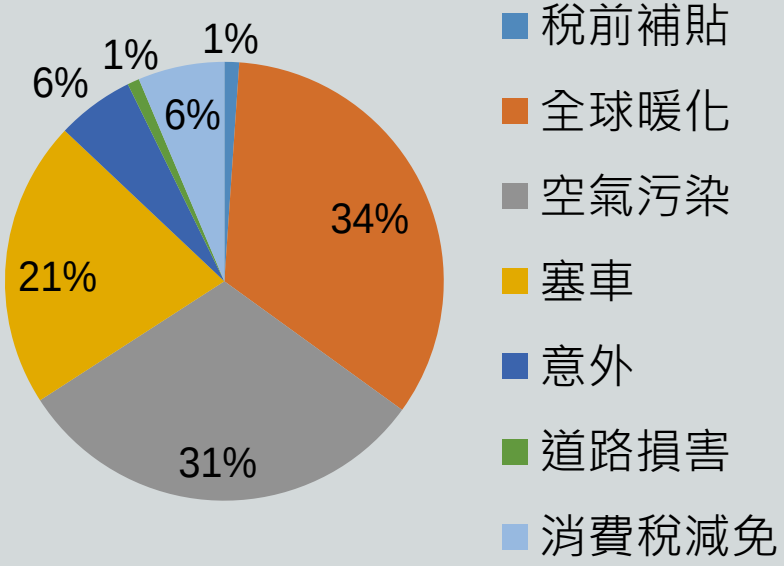
五缺：褐色經濟下的舊典範

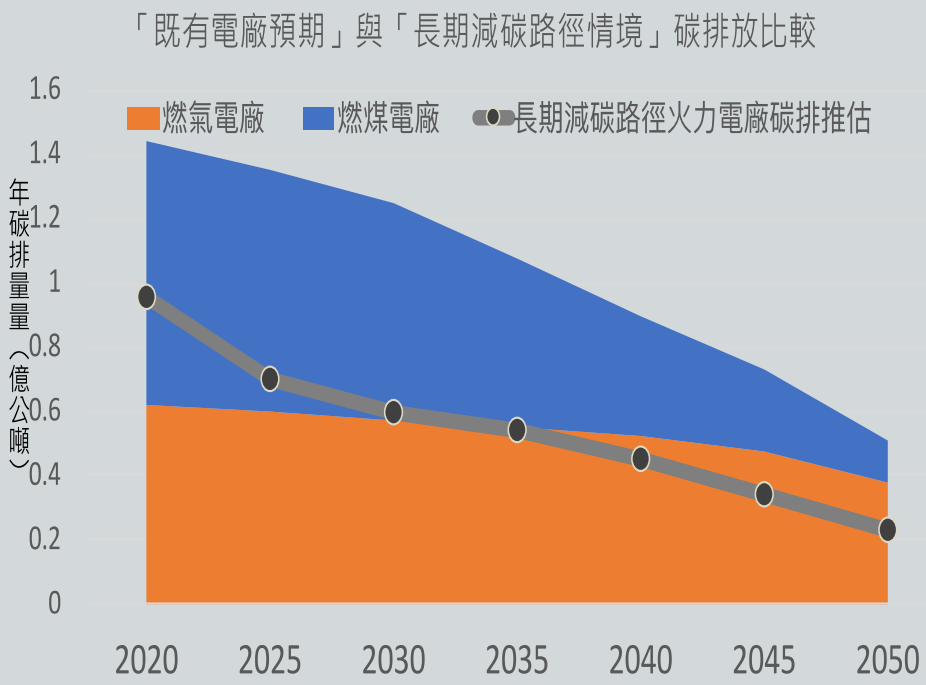
- 五缺：缺電、缺水、缺工、缺土地、缺人才 等為假議題
- 繼續享受環境成本外部化、低薪
- 繼續享受低價能源、低能源效率
- 嚴重缺乏國際二氧化碳減碳標的
- 將減碳視為阻礙經濟發展議題
- 將減碳只看為環保議題
- 將減碳只視為能源、環保機關議題

臺灣能源情勢與政策發展（2/3）

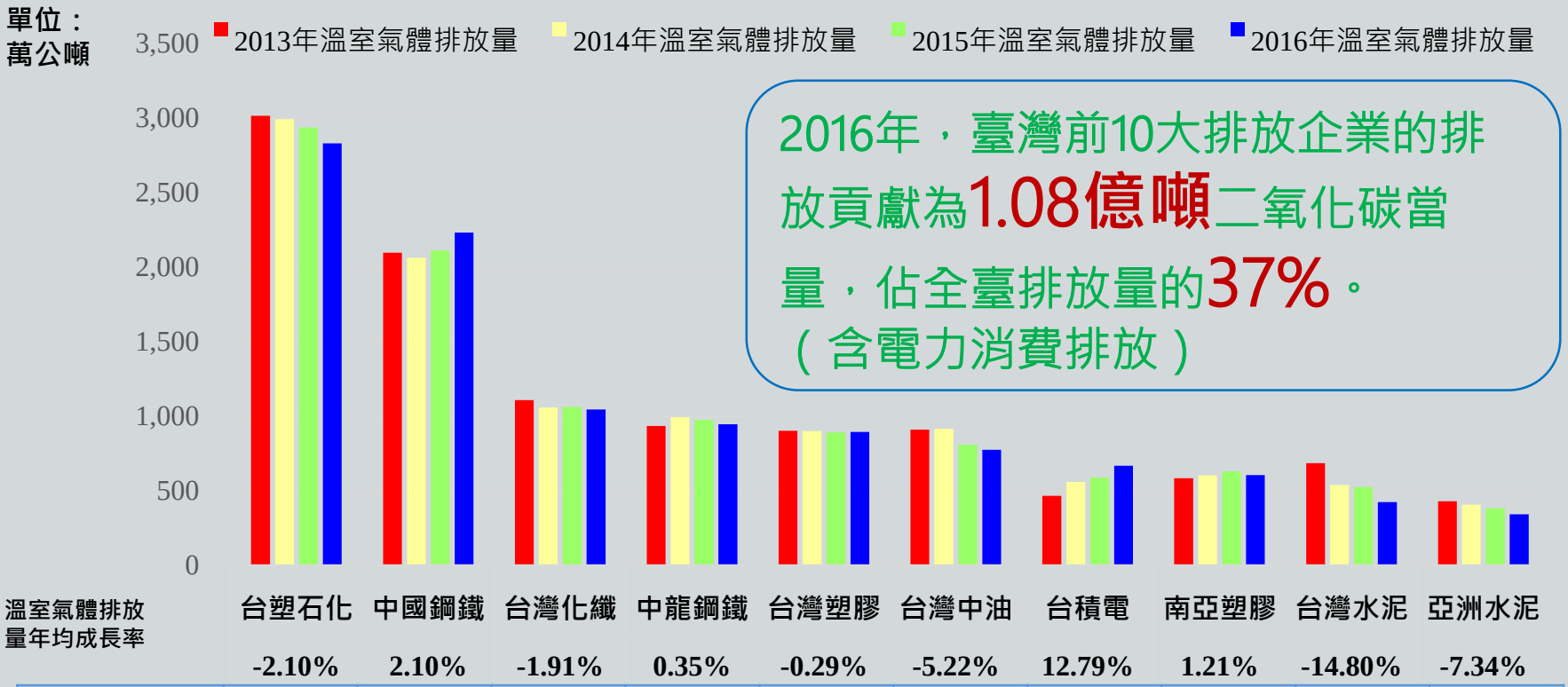
■ 褐色經濟代價

- IMF估算2015年含外部成本時臺灣化石燃料補貼約達新臺幣1.1兆元。
- 本研究估算2018年時，臺灣電力系統因排碳與空污衍生的外部成本為3000億元





2013年-2016年 台灣十大溫室氣體排放企業變化趨勢（含電力消費排放）



	台塑石化	中國鋼鐵	台灣化纖	中龍鋼鐵	台灣塑膠	台灣中油	台積電	南亞塑膠	台灣水泥	亞洲水泥
溫室氣體排放量年均成長率	-2.10%	2.10%	-1.91%	0.35%	-0.29%	-5.22%	12.79%	1.21%	-14.80%	-7.34%
2017 CDP評分	C	A-	C	無資料	C	C	A-	B	F	B
內部碳定價	無	考慮中	無	無資料	無	無資料	已採用	無	未回應	無

產業界的風險與機會

目前，臺灣已有
7間企業已建立
內部碳價
3間企業加入
RE100再生能源倡議
2間企業加入
EP100能源生產力提升倡議
15間企業加入
TCFD氣候風險揭露倡議
9間企業加入
SBTi科學基礎目標倡議

6間金融保險業加入TCFD
國泰金控
中華開發金控
玉山金控
新光金控
台新金控
南山人壽

5家製造業加入SBTi	
台積電	
力成科技	
光寶科技	已驗證
台達電子	已驗證
友達光電	

CDP 供應鏈計劃：A List 企業

名家觀點：AIoT與低碳社會的雙人舞

經濟日報

主編／吳麗馨 編輯／周明德 中華民國108年10月3日 星期四

名家觀點

AIoT與低碳社會的雙人舞

■周桂田

[illegible]近下一個2020年代，綜觀全球發展趨勢有二個最上位的前瞻螺旋，一為AIoT（人工智慧物聯網），二為全球現化導出的低碳社會，其衝高以2030年為期程的SDGs（全球永續發展目標）與2050年的深度減碳。而這二個發展螺旋，正強烈碰撞第四次工業革命與落點在台灣最新的台商回流。

因此，除了老化社會結構問題，這樣的碰撞將可能帶動台灣未來30年的科技、產業結構性的轉換，以及社會全盤的轉型。

而就這二個最上位的架構，台灣科技界與產業界傾向僅關注前者，全力的驅動AIoT，尤其過去八年我們在物聯網部分有所落後；而大部分僅將後者窄化為環境議題，重視到後者是未來科技、經濟、社會前瞻發展的獨處者甚少，國內目前僅有13家產業或金融業簽訂國際碳揭露（TCFD）機制。這樣的發展，對曾引領東亞四小龍的台灣，已顯落後。

從社會轉型座標來看，若縱軸為發展結果，橫軸為發展時間，當台灣若仍沈迷在低電價、低水價、低薪資之路徑依賴，及在此舊典範下的微利製造業思維、由硬轉軟的轉換困境、工程師訓練思維等，其所架構的社會發展曲線可稱之為褐色經濟社會S曲線；對比於此，將低碳、碳中和、環境友善、資源循環、社會公平、世代公平等鑲嵌在最先進的科技、產業與社會發展，可稱之為為低碳經濟社會S曲線，後者為以人為本的未來科技社會想像與認同，並蘊含創新生態系本質。

事實上，包括AIoT之第四次工業革命，最先進的科技與產業創新，都需具備高度的社會鑲嵌性。創新生態系不會只是科技創新，它需要科技、產業與社會鑲嵌性互為建構並演化。而全球目前驅動發展的時代精神（Zeitgeist）正是低碳社會經濟潮流，忽略或無視之，將被遠遠的拋開於世界歷史舞台之外。台灣現在相當棘手的困境是，如果未能有脫離褐色經濟社會S曲線的思維、認同與運作模式，明確而前瞻的導向低碳經濟社會S曲線，未來的落差將逐漸擴大。

AIoT與低碳社會螺旋是否可以跳出美麗的雙人舞？當然可以，根據「2050世界願景」於2019年7月最新的報告，數位（化）革命將啓動並促進SDGs的六大主軸目標，包括人力量能與人口、生產與消費、去碳化與能源、食物及生物環境與水、智慧城市。而這第一階段的啓動，將創造出第二階段的永續數位化社會的動態演化，及至2100年將創造出第三階段以人為本的未來社會。

就實務面來看，目前國內雖然有將自動製造連結到數位與AI，而產生節能、能源效率與產品分殊化努力結果，並符合國際上將數位化導入減碳、低碳機制。

台灣無論在政府、產業與社會層面上，都缺乏全盤的低碳、碳中和的治理、科技與社會發展的想像、野心與前瞻目標。AIoT本質上為高附加價值的科技擴散與社會擴散，並無法逕回褐色經濟架構下進行良善運作，相反的，國際上已經將之鑲嵌在以SDGs為主軸的低（去）碳社會S曲線，以全新的、加速脫離高碳社會、經濟的方向進行前瞻建構。這個期程應當在約十年後即2030年會看到全球主要國家脫胎換骨的演化，成就新社會、新經濟、新文明。

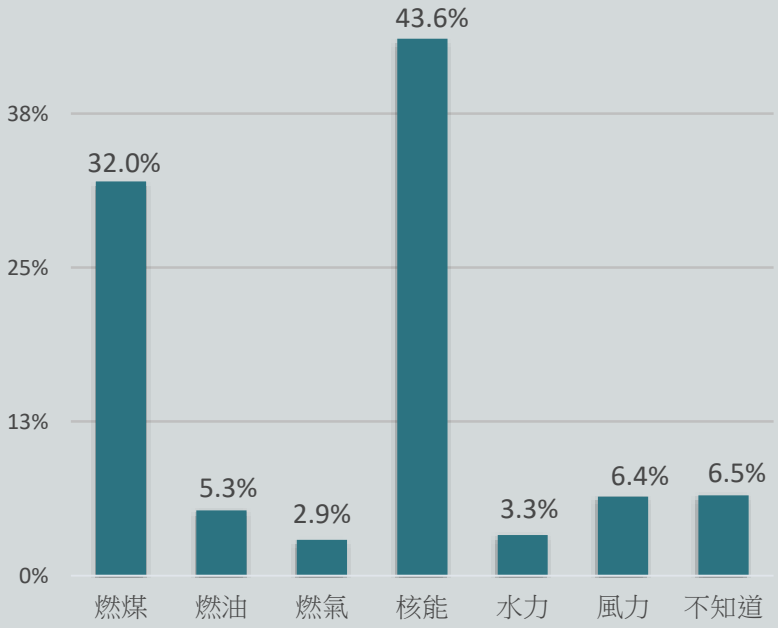
科技創新與社會轉型絕非一蹴可幾，台灣需要跳躍式的創新與想像，也需要全力轉型實務上的舊典範生產與社會發展模式。事實上，行政院科技顧問組早於2011年就定調台灣要受效率驅動轉向創新驅動，而創新驅動需要有高度的人文、社會與環境來嵌入科技變革，但成效有限。新的科技治國圖像，應涵蓋這些以人為本的元素，方為創新國家的根本。（作者是台大國家發展研究所教授、風險社會與政策研究中心總計畫主持人）

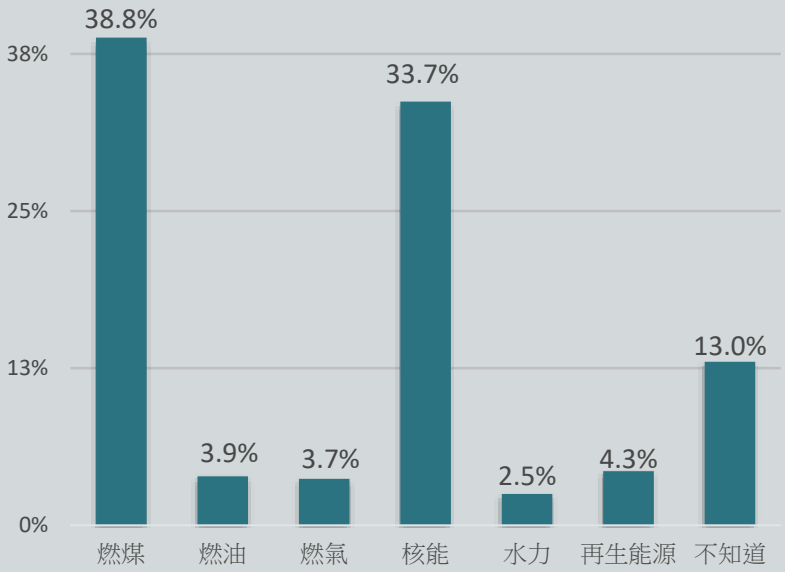
對應全球氣候與能源轉型
臺灣社會準備好了嗎？

臺灣民眾了解能源現況嗎？

根據台大風險中心（2018）以及台灣永續能源研究基金會（2019）民調顯示，仍有**67%與61%**的民眾並**不清楚我國的主要發電方式**。顯示民眾理解能源的基本認知，是能源轉型的第一步。

台灣目前主要發電方式

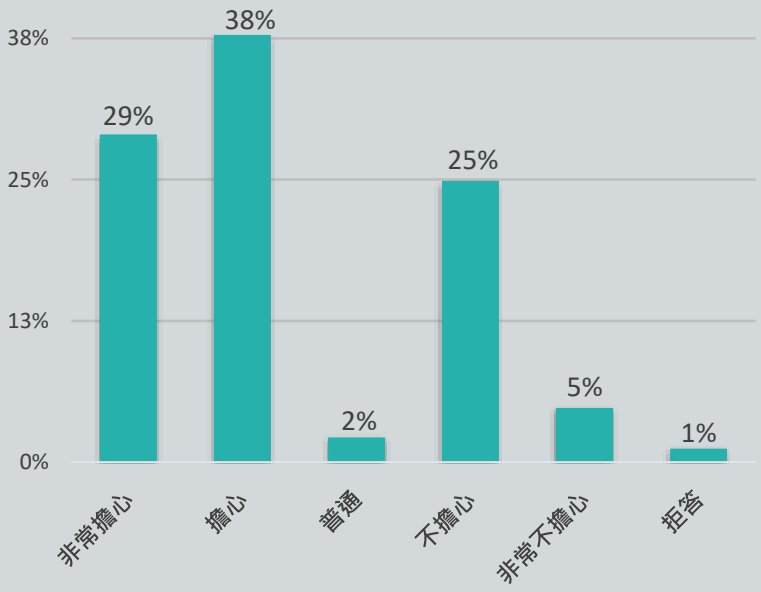




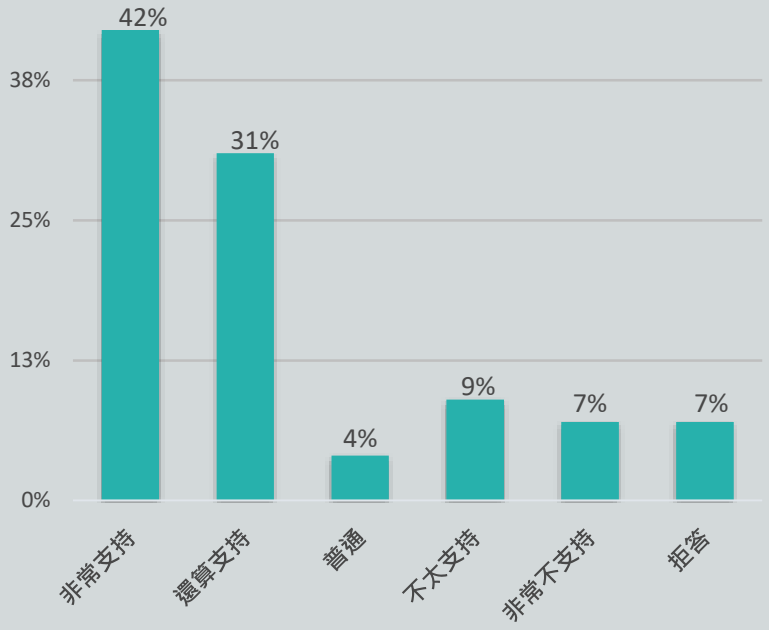
臺灣民眾支持能源轉型嗎？

根據台灣永續能源研究基金會（2019）民調顯示，仍有**67%**的民眾表示擔心臺灣會出現**缺電或限電**。台綜院（2019）民調也顯示，若供電穩定，則有**73%**民眾表示，願意支持**非核家園**。

擔心台灣出現缺電或限電



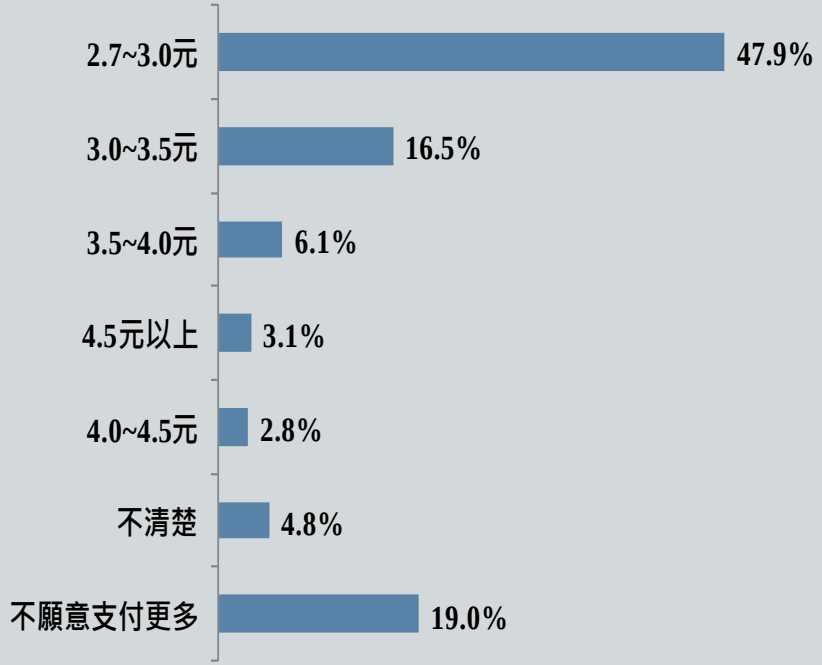
供電穩定，非核家園支持度



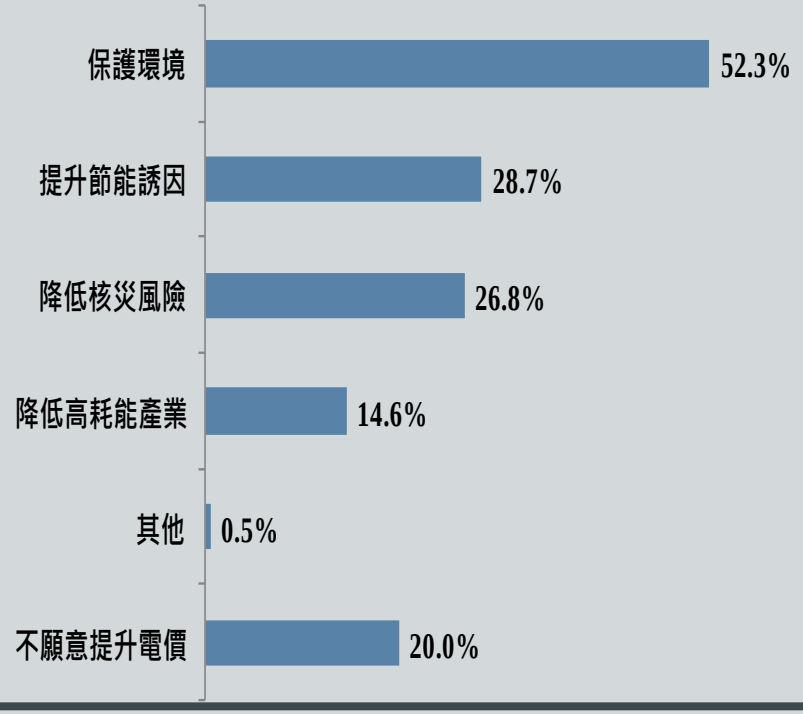
外部成本內部化

- 依照本中心與台電估算，在能源轉型政策推動下，2025年時的平均電價將會落於每度3.0~3.5元。目前可接受此漲幅的民眾僅有3成左右。
- 39歲以下的受訪者較願意接受較高的漲幅，60歲以上有26%不願意提升電價。

為了能源轉型，2025年時您願意支付的電價為？



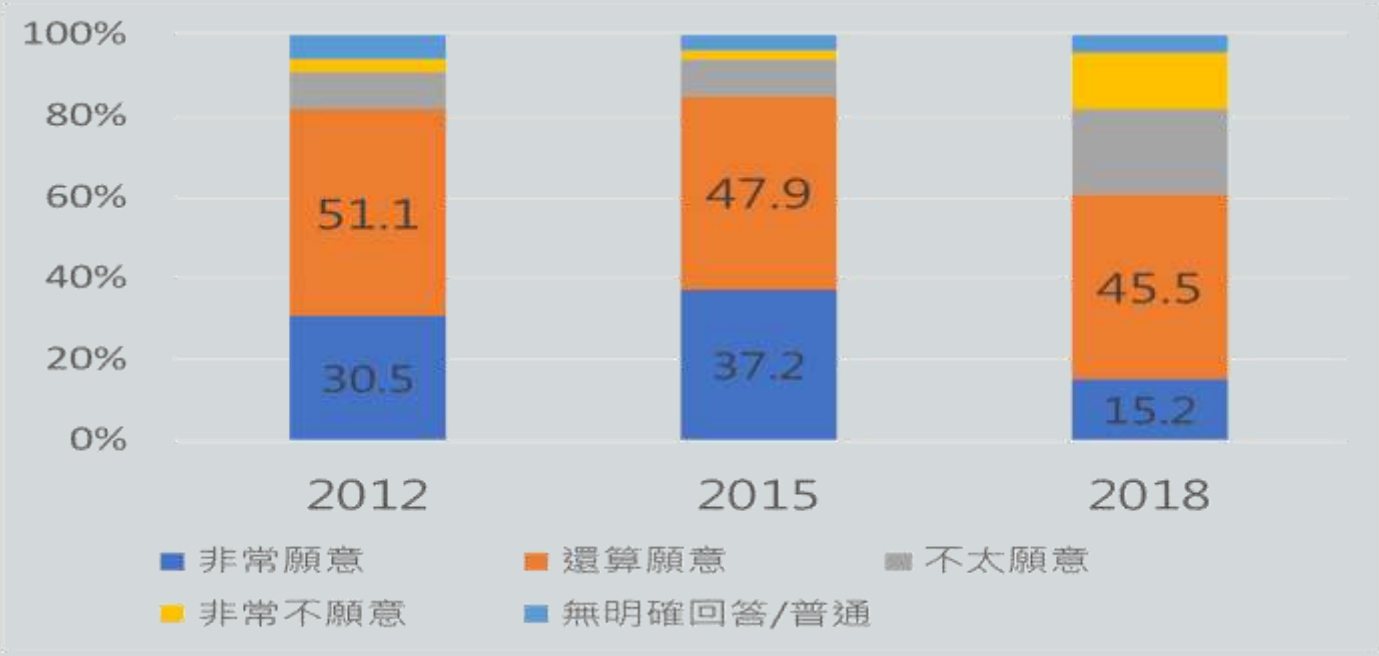
哪兩項是您願意提升電價的原因？



外部成本內部化

- 仍有60%以上的民眾願意付出較高電價支持以再生能源替代核能，但比例較本中心2015年之研究，顯著削減。
- 「18~29歲」支持度最高，「40~49歲」支持度最低。

「有人認為『核能發電價格較低、但是有一定風險』，請問您願不願意為了安全，支付較高的電價來支持再生能源，譬如用風力、太陽能來發電？」

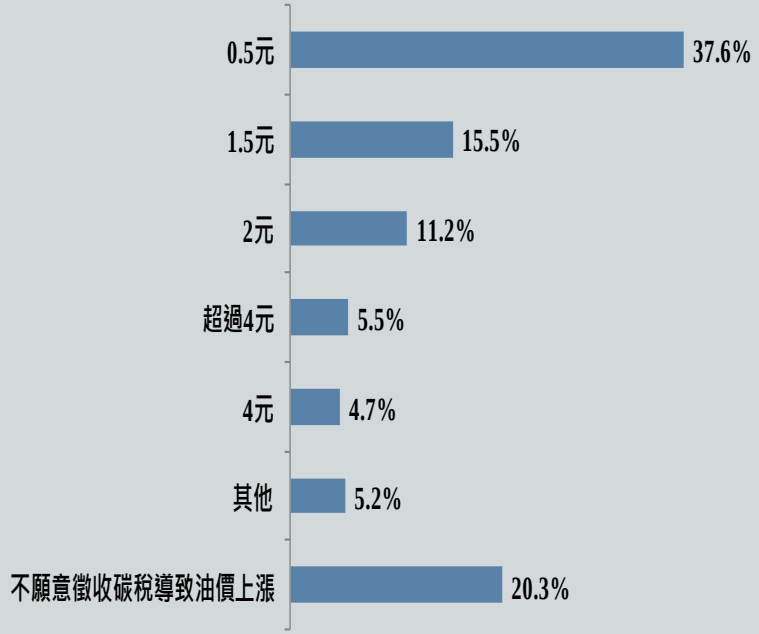


外部成本內部化

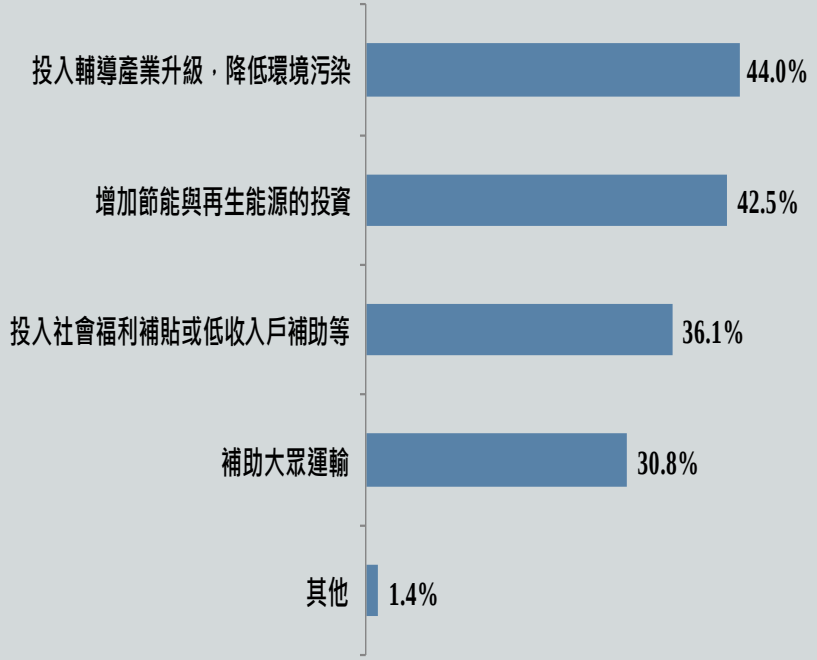
■ **能源稅/碳稅**

- 七成民眾可接受的漲幅在2元以下，相當於碳稅每噸900元左右（約為丹麥碳稅）。
- 能源資訊認知正確度越高，越願意接受較高的碳稅。
- 仍認為能源稅應有專款專用的概念。

您能夠接受因課徵碳稅所導致的油價上漲幅度是多少？



您認為應優先將碳稅或能源稅的稅收，回饋至哪兩項用途？



公民電廠如雨後春筍冒出

及早啟動社會學習曲線
生產、生態、生活之調和

- 養水種電衝突

立架式光電設施

浮動式光電設施

對應全球氣候與能源轉型
政府準備好了嗎？

遲滯的溫室氣體「減緩」治理架構

	層級	定位	應有內涵及進度
國家因應 氣候變遷行動綱領	國家	上位 總方針	• 我國因應氣候變遷之總方針（上位指導） • 調適及減緩二面向 • 施行日：2017/02/23
溫室氣體 減量推動方案	中央	落實國家 減量行動	• 階段管制目標，包含國家及部門之階段管制目標 • 機關權責分工 • 核定日：2018/03/22
溫室氣體 排放管制行動方案	部門	部門 分工執行	• 落實部門排放管制目標 • **核定日期：2018/10/03** • **推動期程：2018~2020**
溫室氣體 管制執行方案	地方	地方 減量執行	• 地方執行減量措施 • 低碳永續城市 • **核定日期：2019/05/16** • **推動期程：2018~2020**

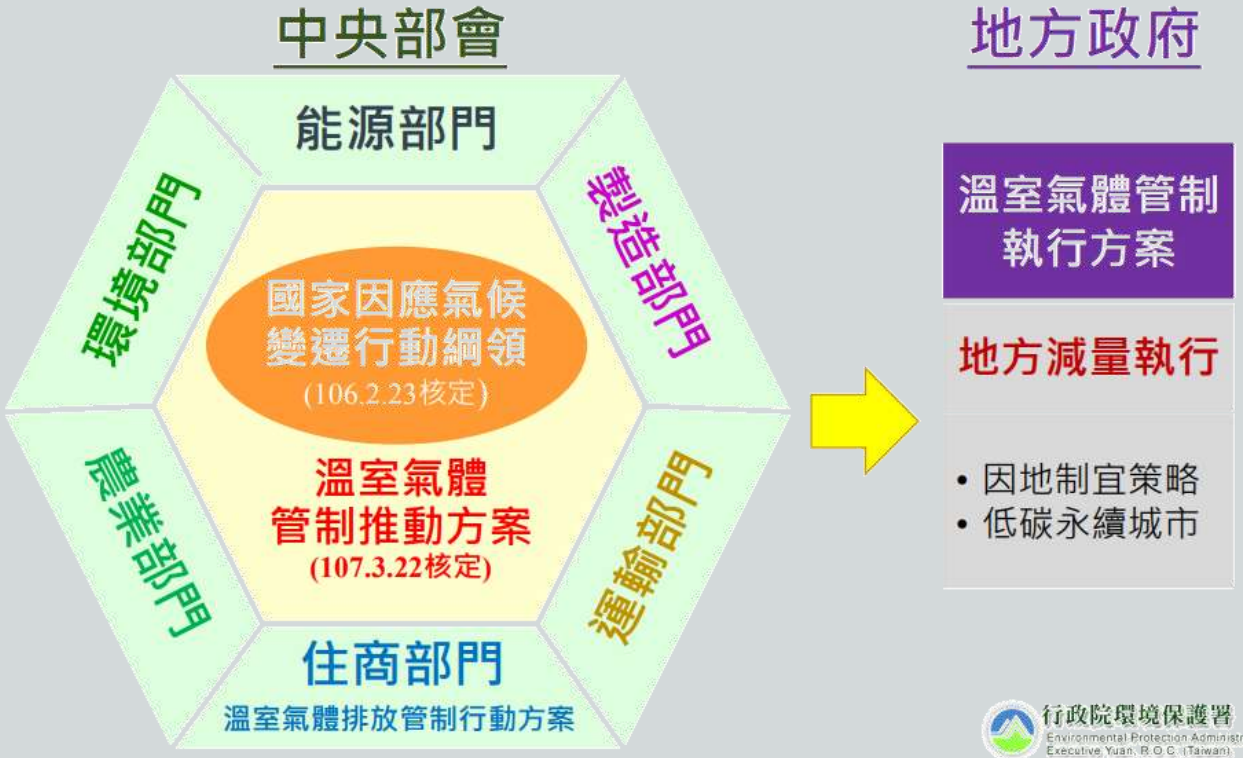
遲滯的溫室氣體「調適」治理架構

遲滯 形式主義 缺乏部會積極整合 政策主流化

	治理機關	應有內涵及進度	管考報告
國家氣候變遷調適政策綱領	國發會	• 設定調適八大領域 • 施行日：2012/06/05	• 溫管法施行後，調適工作將從國發會轉移至環保署。
國家氣候變遷調適行動計畫	國發會	• 篩選整合出64項優先行動計畫 • 定期召開專案小組會議統籌推動並進行滾動檢討 • **核定日期：2014/05/22** • **推動期程：2013~2017**	• 國家氣候變遷調適行動計畫：執行成果報告（2013-2017） • 發布日期：2018/04
國家氣候變遷調適行動方案	環保署	• 組織分層 • 視計畫重要、急迫性，提交優先調適計畫； • 每年並提交成果報告 • **核定日期：2019/09/09** • **推動期程：2018~2022**	• 「國家氣候變遷調適行動方案（2018-2022）」2018年執行成果 • 將於2019年底綜整後，於2020年公布。

遲滯的溫室氣體「減緩」治理架構

遲滯 形式主義 缺乏部會積極整合 缺乏中央與地方整合



台商回流　轉型契機

發展思維：耗用資源多寡與附加價值

政府治理架構：不能繼續陷於五缺思維

- 舊的褐色經濟
- 五缺思維：低薪、低能源價格
- 低附加價值
- 環境、社會乘載力惡化

- 脫胎換骨契機（去蕪存菁）：
- 耗用資源低
- 高值化
- 創新研發

製造業騰龍換鳥時機來了

A2 話題 經濟日報 主編／吳碧馨 編輯／許瓊珂 中華民國108年10月8日 星期二

社論

製造業騰籠換鳥時機來了

近期的幾個事件具體而微地凸顯了台灣製造業的現況。一是星展銀行報告指出，在美中貿易戰下，台灣製造MIT重受全球關注，對高價值、低勞動密度產業而言，由中國製造轉爲MIT是明智之舉；二是曾獲國家品質獎的瓶蓋大王宏全國際公司被發現將環保設備當應付稽查裝飾品，八年來嚴重排放廢氣；三是台中大雅的農地違章紙器工廠大火，也再度燒出了對政府寬容違章工廠的怒火。

這些事件，顯示台灣的製造業似乎正朝著M型化發展，也令人對台灣製造業的發展憂喜參半。喜的是主要提供就業機會的製造業正在擴張，憂的是以台灣有限的製造資源，如何既要因應將在全球供應鏈中扮演關鍵角色的主要廠商需求，又要滿足許多必須依賴低成本甚至高汙染才能維繫生存的廠商。更嚴重的是，政府對於所有製造業廠商似乎一概重視、不離不棄，不管是可創造高附加價值的中堅企業或是林立田間、努力規避合理成本的違章工廠。

事實上，政府對於台商回台並非無所取捨，面對有限資源，政府政策有意識地引導台商不僅投資、更應升級，因此可以預見台灣在未來新的全球供應鏈中將會有更多舉足輕重的廠商。此外，政府的5+2產業創新計畫正逐步落實，離岸風電、國艦國造、航太工業，甚至未來的循環經濟，新的高附加價值產業可預期也將一一出現。

但另一方面，良莠不齊違章工廠林立，雖然也可能出現像可成「台灣之光」的水五金聚落，但更多是像此次大火燒毀的廣價產品工廠。日前修正通過的《工廠管理輔導法》被批評爲讓農地違章工廠就地合法，向業多既有業主及從業人員妥協。儘管蘇揆強調《工輔法》就是要輔導有公安疑慮、有汙染的工廠更要加強公安檢查，但我們在《工輔法》中，並沒有看到產業發展的思維，只是補破網式地「納管」。

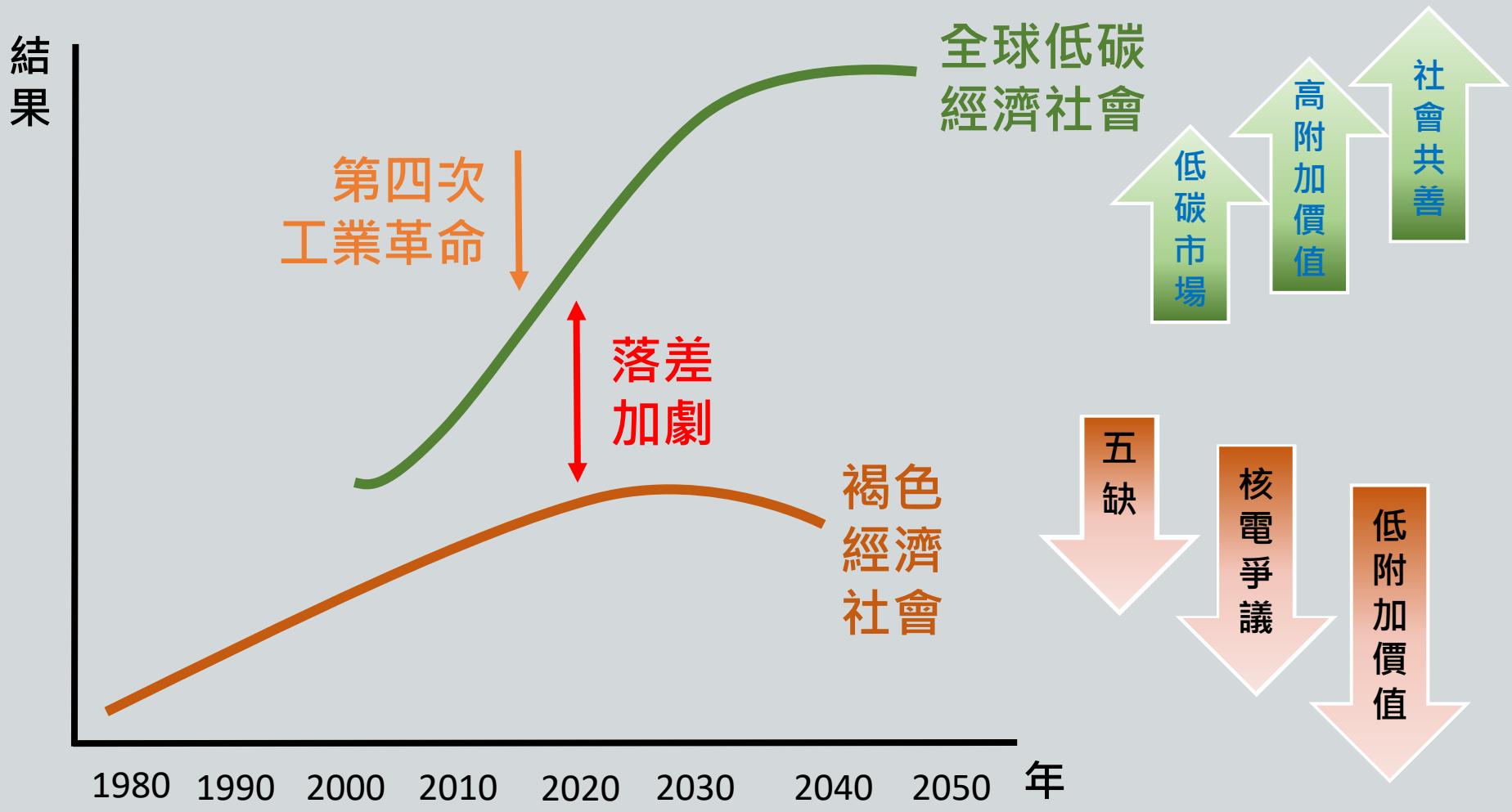
過去台灣投資低迷，不但影響經濟成長，也令人擔憂無法提供足夠就業機會，因此對於任何投資多少都有著寧蓋勿缺的心態。但如今時勢已有所不同，不但短期經濟成長相對亮眼，政府也宣稱可提供衆多就業機會，隨著長期新的、好的產業逐漸出現，政府如今反而更要深思有限資源如何支應這種好的發展趨勢，應該逐漸轉向寧缺勿濫的心態，對於資源運用效益低落的產業應該建立轉型汰除機制，創造產業升級轉型的契機。

產業發展面對有限資源，可能的處理方式有二。一是致力擴大供給，例如解決五缺問題，但這種方式有其極限，不但容易惡化環境負擔，也容易滋養效率低落的廠商，影響升級轉型。二是致力將產業去蕪存菁，減少對資源的依賴與耗用，真正做到少投入高產出的升級轉型，這才是資源有限的台灣應該追求的。

爲此，政府應該訂定製造業的發展規範，依據耗用資源多寡與附加價值高低，建立誘因機制，篩選出應取應捨的產業或企業。在政策上，應支持附加價值高、耗用資源低、能提供良好就業條件的產業。這一方面較無疑慮，政府在引導優質企業回台投資及推動5+2產業上，都已提供許多政策誘因。較困難的是如何引導高耗能、低效率、無法提供良好就業條件與高附加價值的企業退場，以便能釋出寶貴的有限資源。這些在台灣不具備比較利益的產業也許在其他如新南向國家可能仍具比較利益，因此台灣應該做的是打造製造業的營運平台，處理製造業的「騰籠換鳥」，發展高值化、高質化產業，外移低效率、高環境負擔產業，讓有限資源最有效發揮，並兼顧環境永續。

現今台灣正面對發展製造業的最好契機，因此政府應該有遠見、有原則、不和稀泥地下定決心，把握打造優質製造業的最佳時機。

永續或褐色S曲線


結果
全球低碳
經濟社會
第四次
工業革命
落差
加劇
褐色
經濟
社會
低碳市場
高附加價值
社會共善
五缺
核電爭議
低附加價值
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
年

政府治理變革

能源轉型主流化

氣候行動內閣
行政院氣候變遷會報

總統府
氣候行動委員會

氣候公民會議

氣候變遷法制典範國家

英國

氣候變遷法（Climate Action Act）–氣候變遷委員會

1. 獨立、透明的法定諮詢機關
2. 定期、具科學基礎的諮詢意見、監督報告
3. 涵蓋：長期減量目標、各階段碳預算、調適規劃等
4. 於2019年5月發布「2050淨零排放報告」，啟動修法

德國

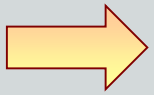
氣候行動法（Climate Action Law）

1. 2019年10月公布草案內容
2. 「氣候內閣」法定化
3. 成立「氣候變遷諮詢委員會」
4. 確立各部門年度減量目標
5. 2030年減量55%（1990標準年）；並致力追求2050淨零排放

啟動社會溝通工程

- 風險溝通：召開「氣候公民會議」等
- 能源素養：社會認知、學習、對話
- 社會公平：能源貧窮、能源稅再分配議題
- 世代正義：青年世代、未來世代代表
- 公正轉型：轉型中弱勢族群代表

能源發展綱領（2017）



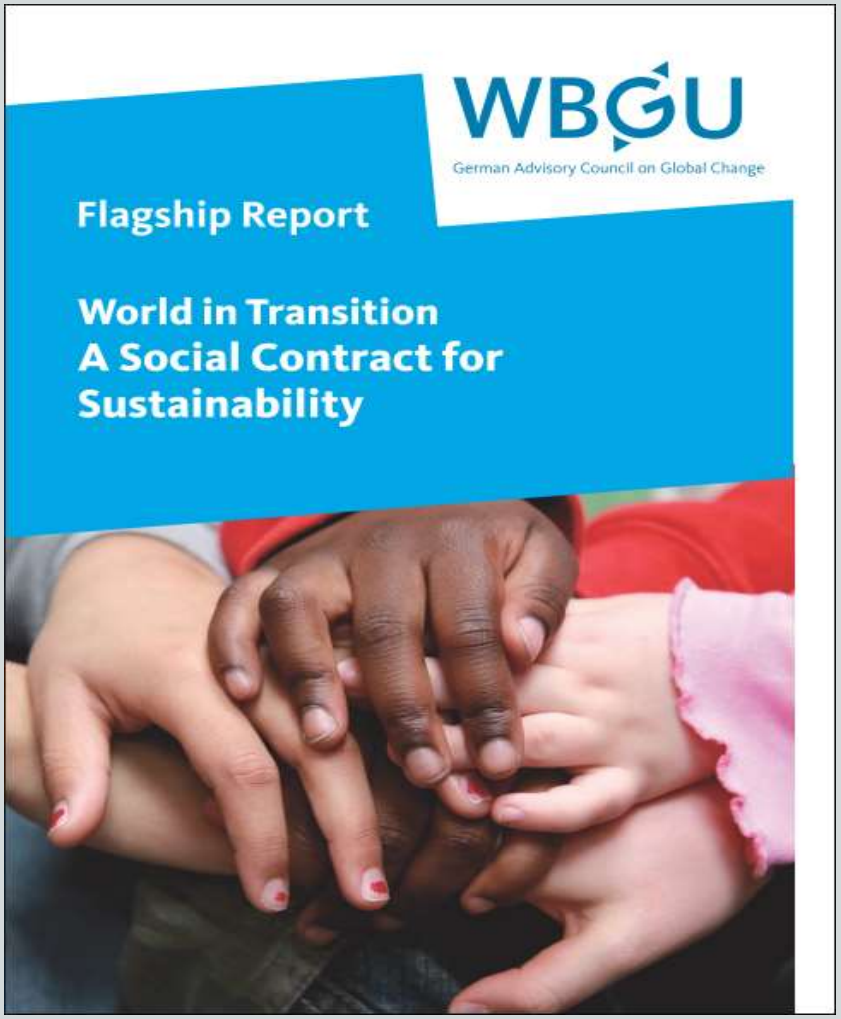
什麼是全球與臺灣願景

轉變中的世界：永續的社會契約

- 「德國全球變遷諮詢委員會(German Advisory Council on Global Change, WBGU)」(2011)
- **目標：實現低碳轉型**

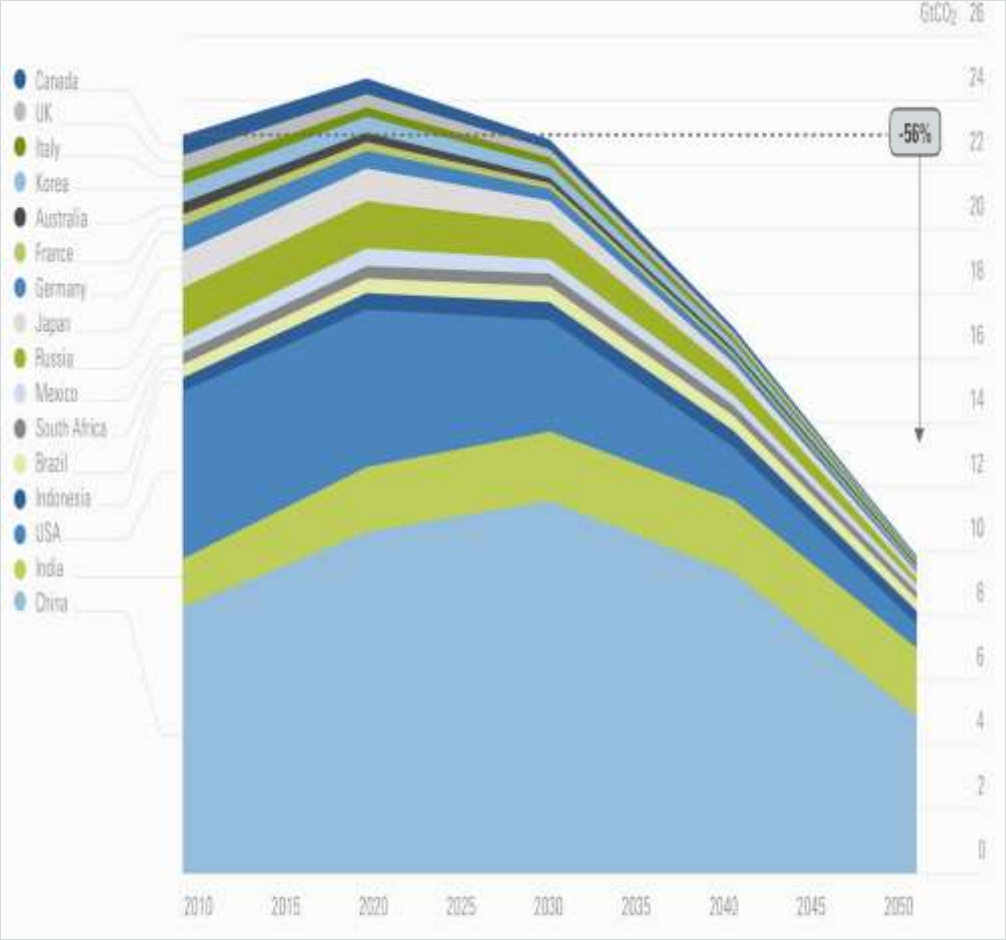
- 大崩壞、大轉型→新社會契約

「今日的社會技術政體是奠基在化石燃料之上，藉著燃燒不僅是供給能源，而是同時支撐了經濟、政治、社會等各個系統。」



國際長期展望回顧

■ 深度減碳路徑（Deep Decarbonization Pathway Project, DDPP）



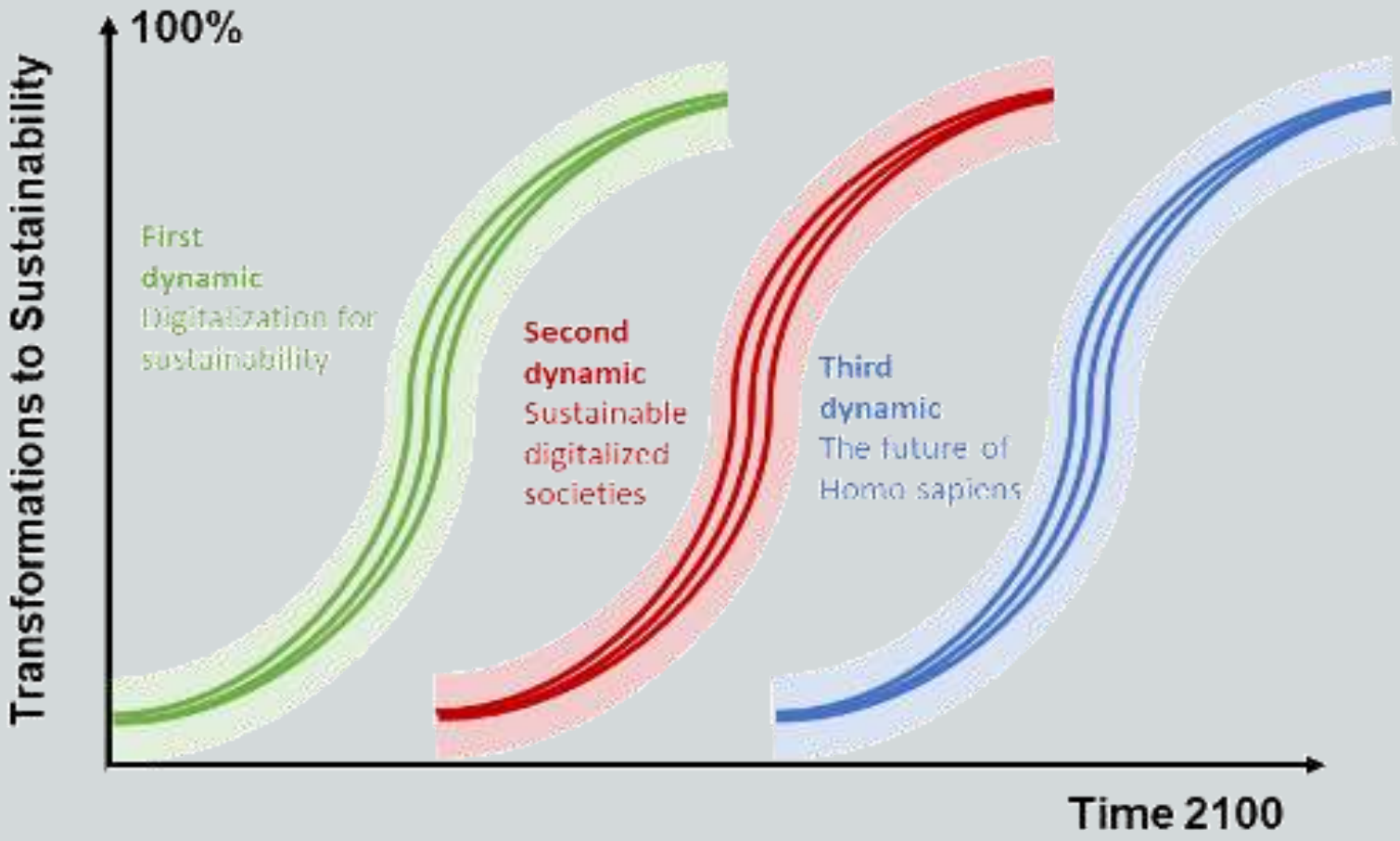
- 2013年聯合國永續發展網絡（SDSN）邀集16個國家約30個智庫就該國的長期減碳情境分析。
- 巴黎協定：21世紀下半葉達到碳中和。
- 協助各國長期減量策略（long term strategy）的擬定。

http://deepdecarbonization.org

國際長期展望

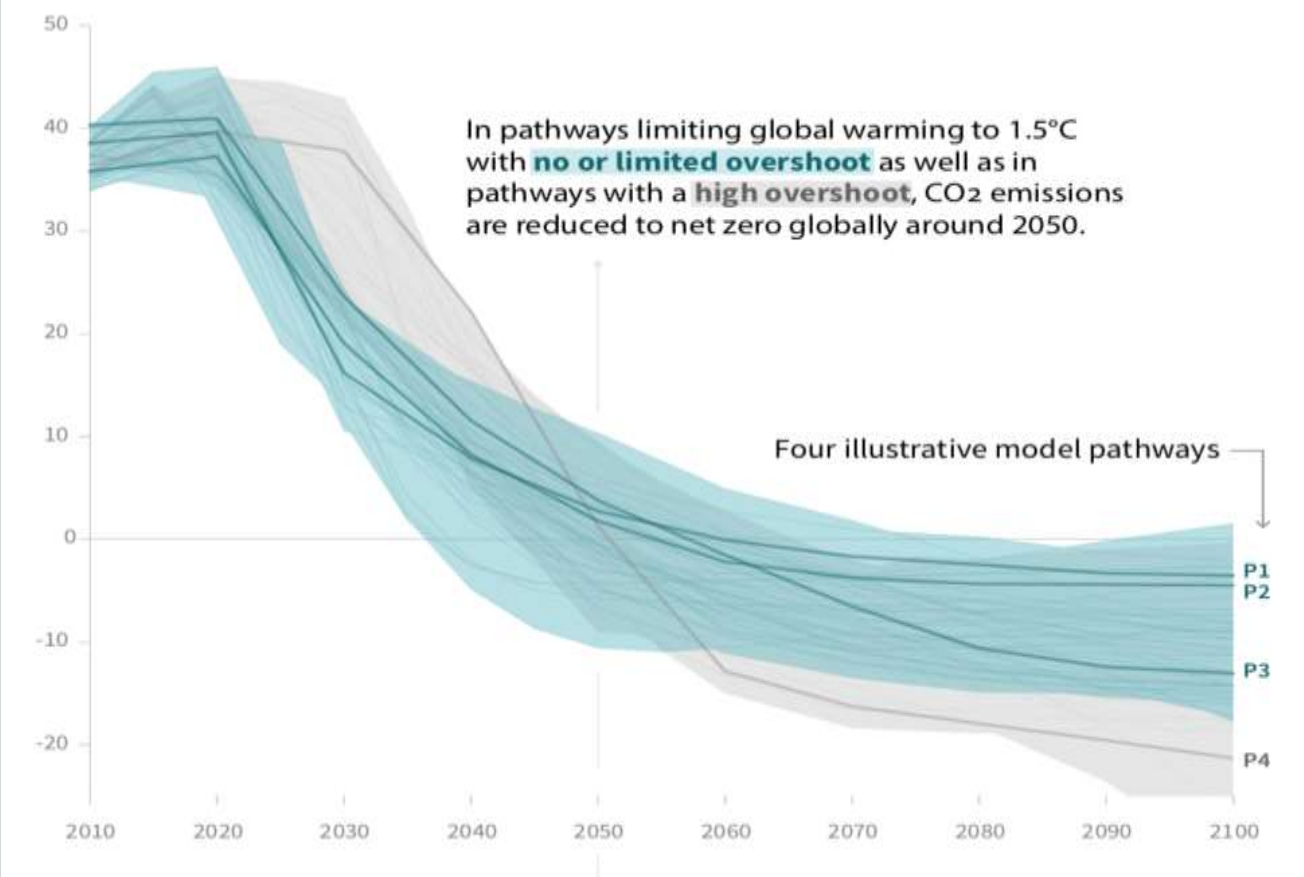
■TWI2050
- 由IIASA、SDSN、SRC、Earth Institute 主導。
- 全球整合性評估模型團隊參與。 http://twi2050.org

「2050世界願景」（TWI 2050 initiative）第二份報告　2019.July



IPCC《全球升溫1.5°C特別報告》(2018)

- *需要能源、土地、城市與基礎建設（包括交通運輸及建築）與工業系統上快速且深遠的轉型。*

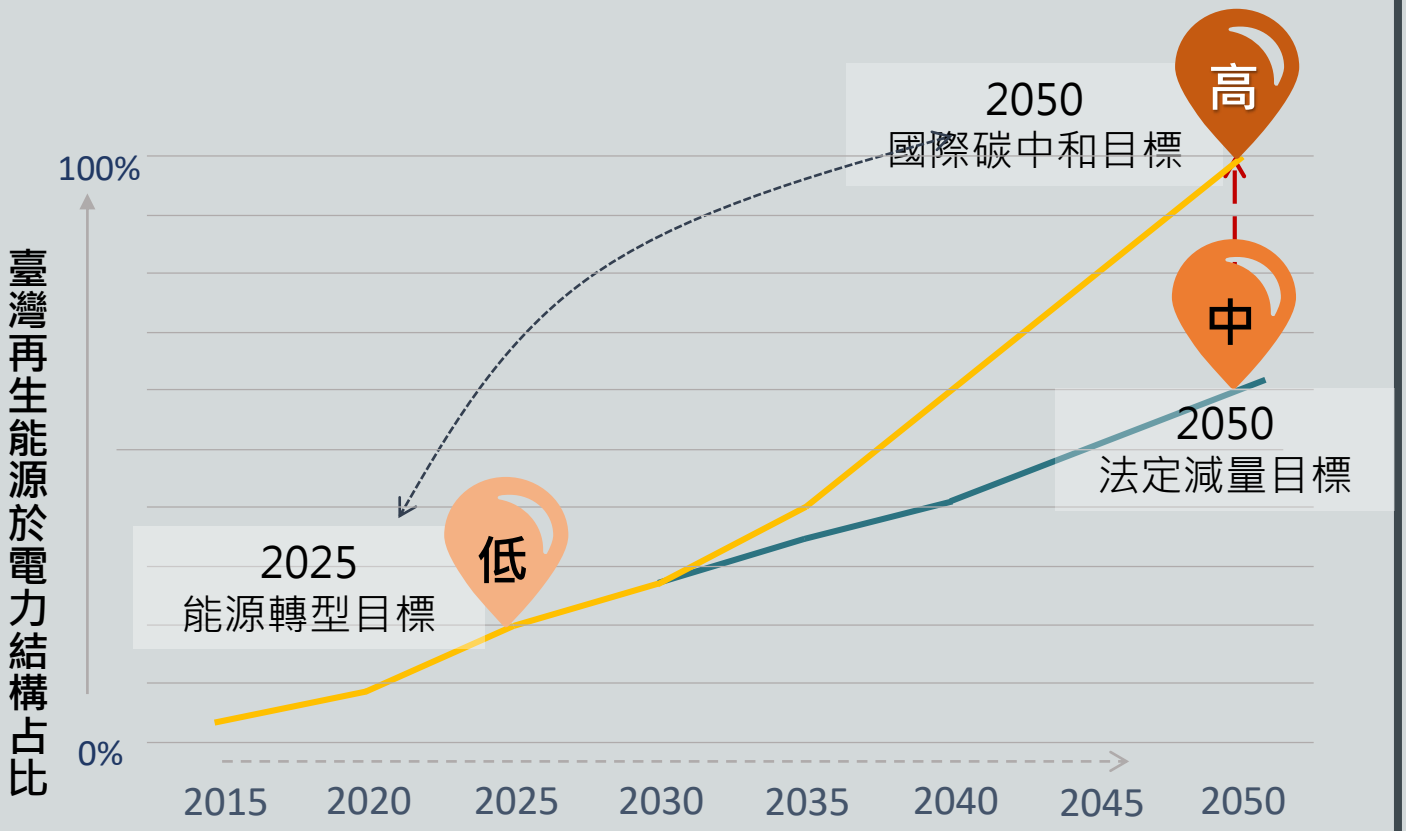


TAIWAN in Transition (1/2)

- Based on the profound insights provided by WBGU, after 3 years efforts, on July2019, RSPRC published “Taiwan in Transition” report, trying to unwind the risks by analyzing the global energy development, integrating views from different stakeholders and then setting the pavement we need to reach a decarbonized future.

啟動臺灣長期能源轉型

- 建構永續電力市場
- 確立工業節能優先
- 強健地方能源治理
- 參與式治理革新
- 啟動綠化資本流
- 外部成本內部化



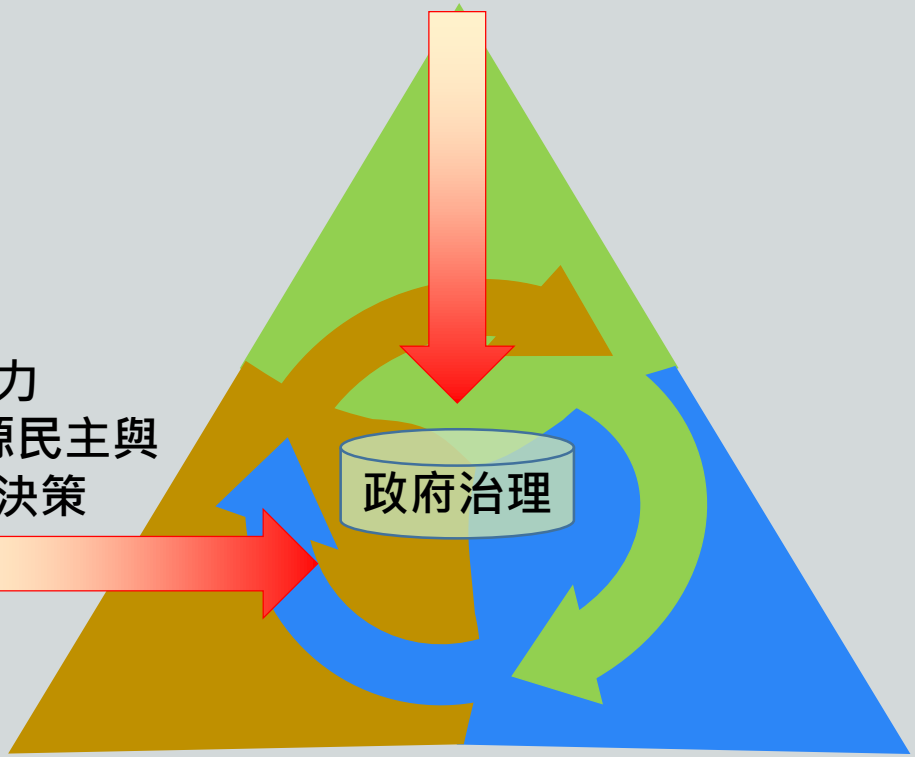
艱困的社會工程：氣候與能源轉型

能源轉型
能源、產業、環境三螺旋運動

垂直壓力
國際排碳綠色公約

能源碳排

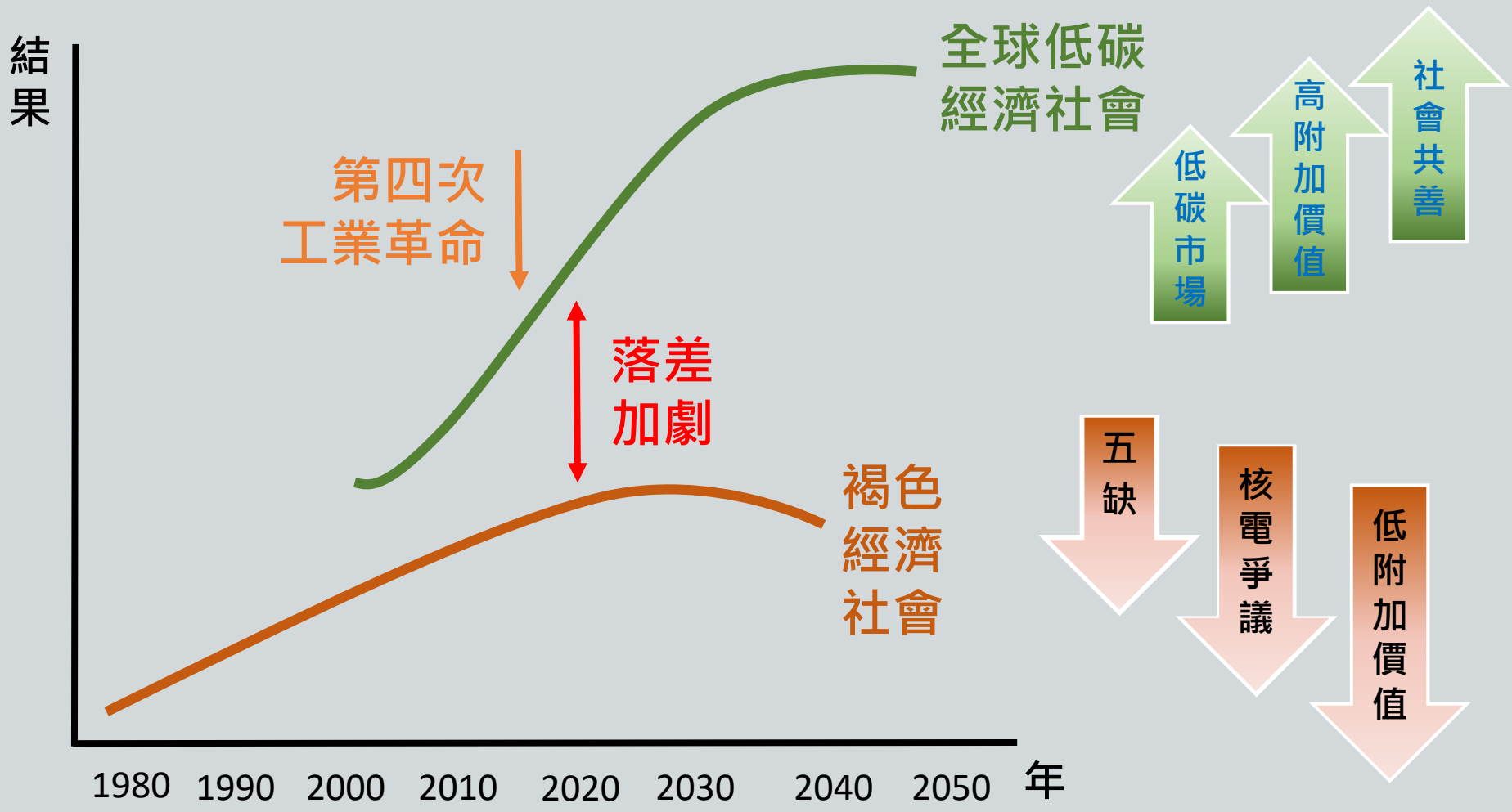
水平壓力
社會公眾能源民主與
參與能源決策



空污治理

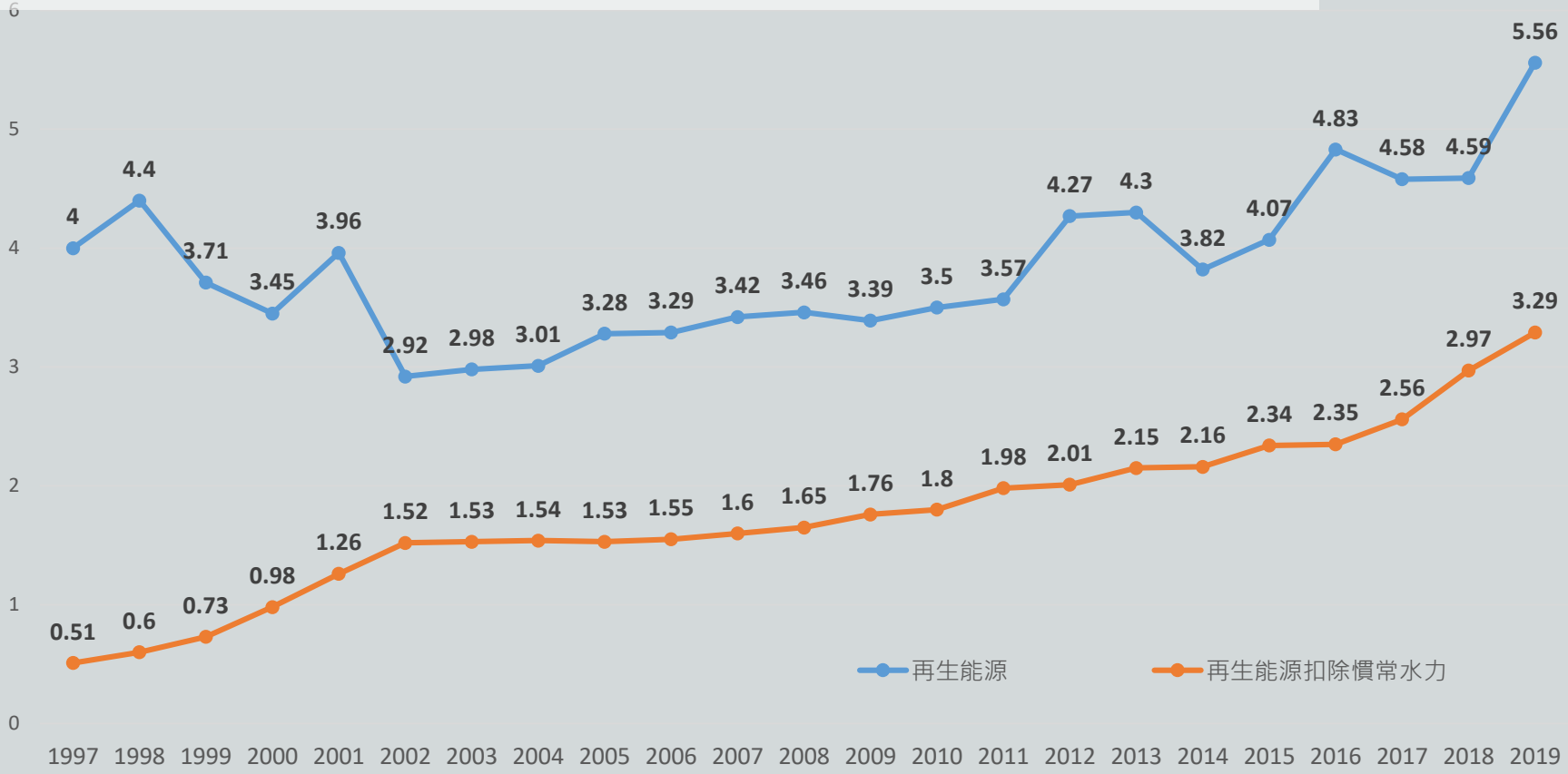
產業轉型

永續或褐色S曲線


結果
全球低碳
經濟社會
第四次
工業革命
落差
加劇
褐色
經濟
社會
低碳市場
高附加價值
社會共善
五缺
核電爭議
低附加價值
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
年

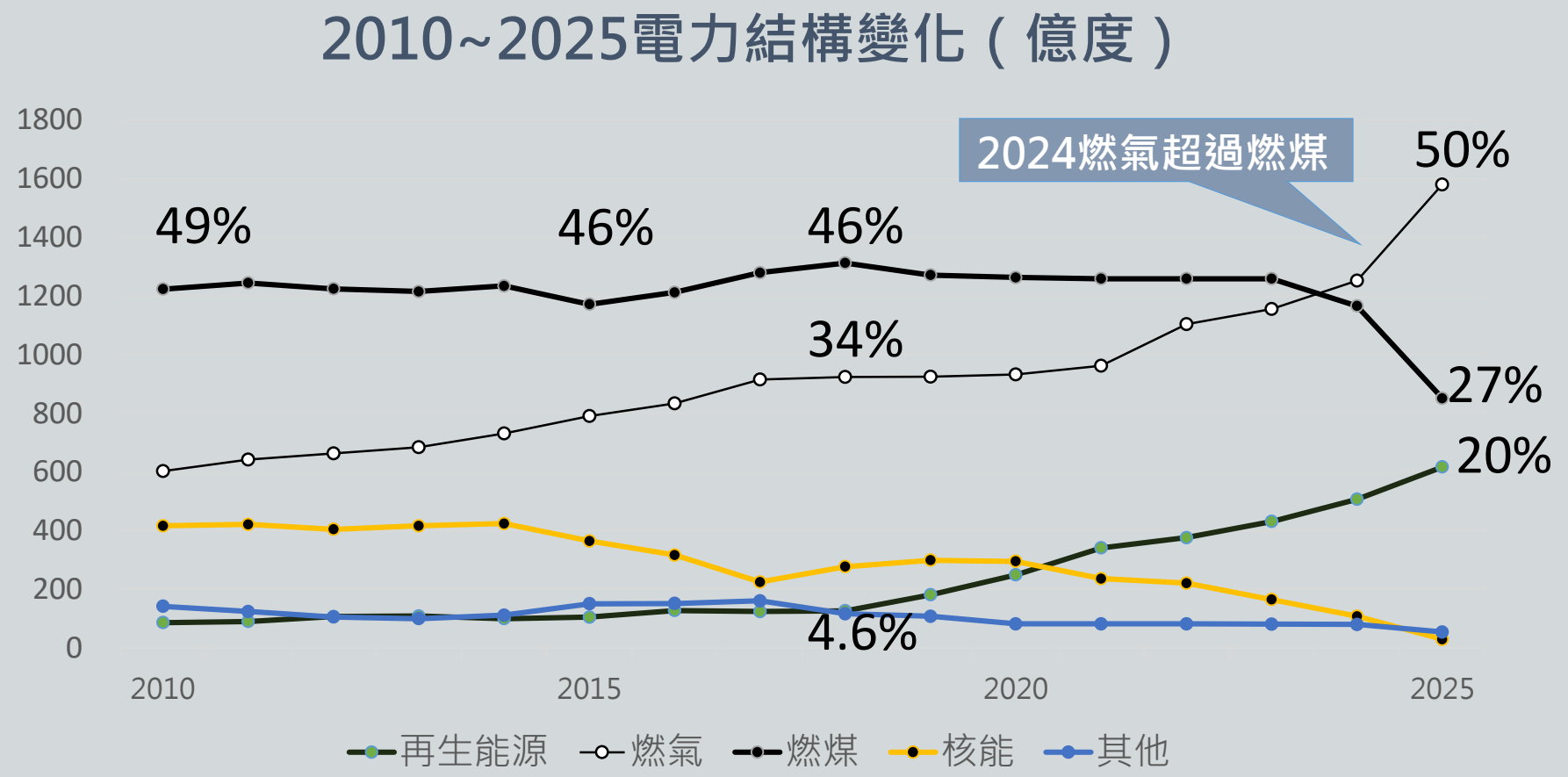
我國歷年來再生能源發展比例

臺灣歷年再生能源發電量佔總發電量之百分比

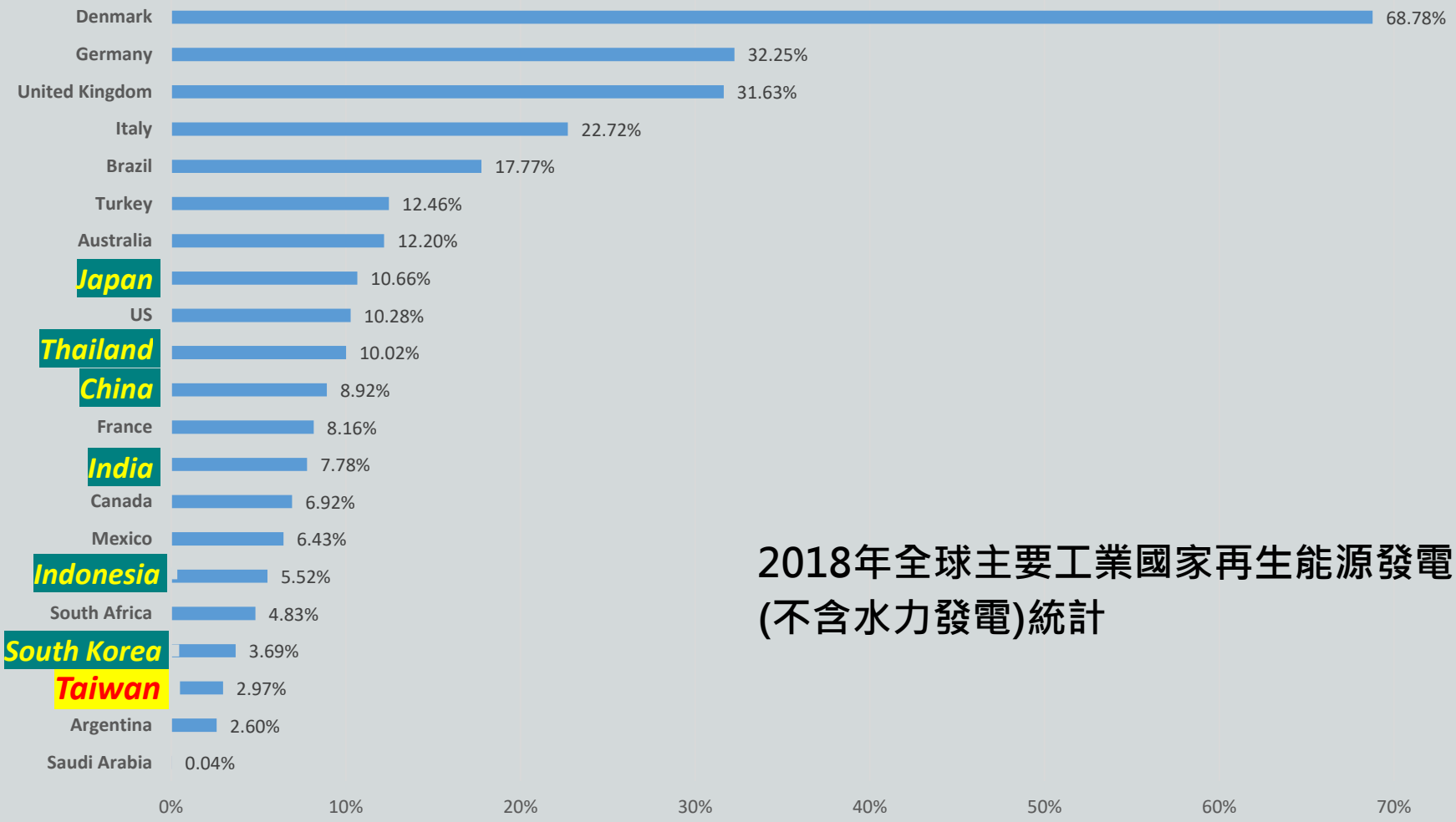


資料來源：經濟部能源局，能源統計資料。

臺灣能源轉型目標


2010~2025電力結構變化（億度）
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
2010
2015
2020
2025
2024燃氣超過燃煤
49%
46%
46%
34%
4.6%
50%
27%
20%
再生能源
燃氣
燃煤
核能
其他

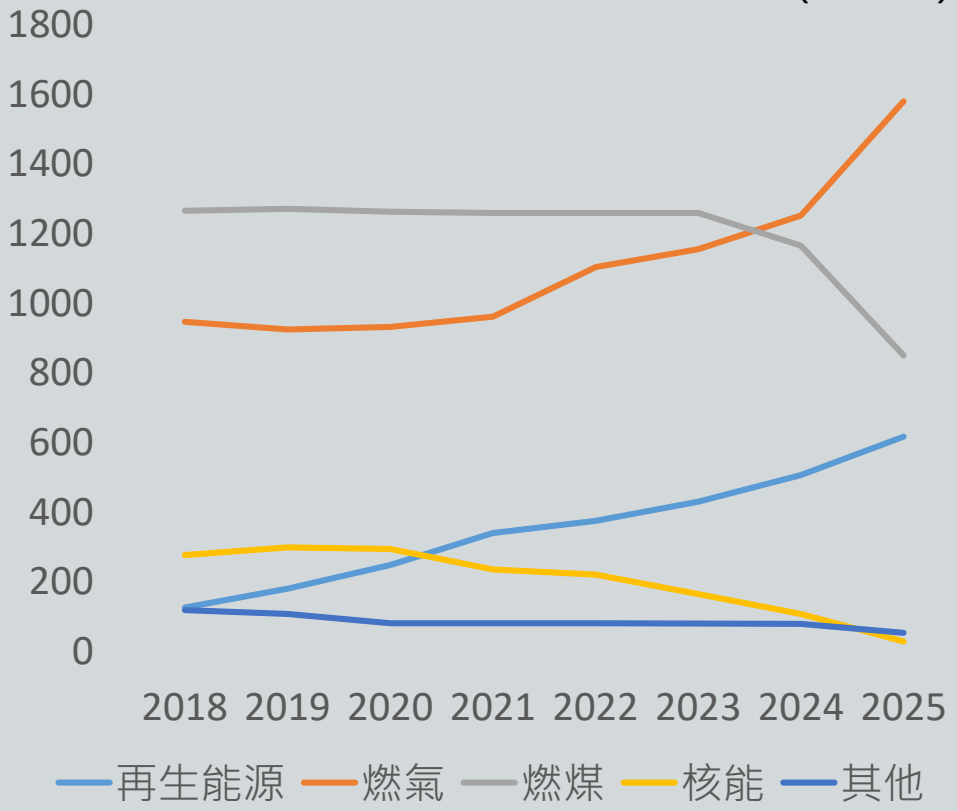
全球再生能源發電統計



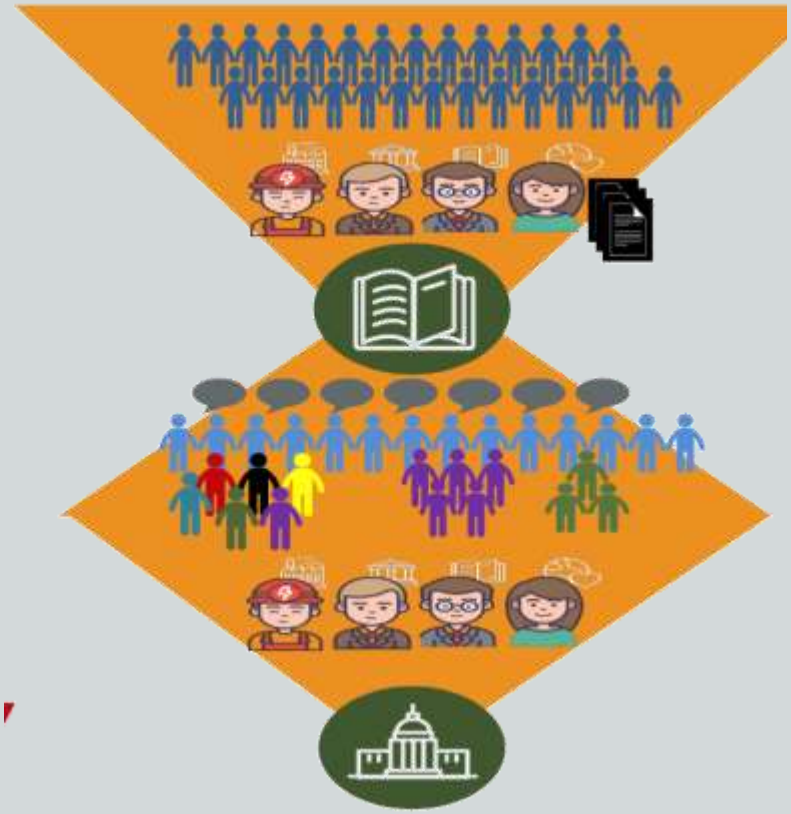
2018年全球主要工業國家再生能源發電(不含水力發電)統計

臺灣能源情勢與政策發展（3/3）

現行能源轉型政策下，電源結構變化（億度）



能源轉型白皮書的社會協作嘗試

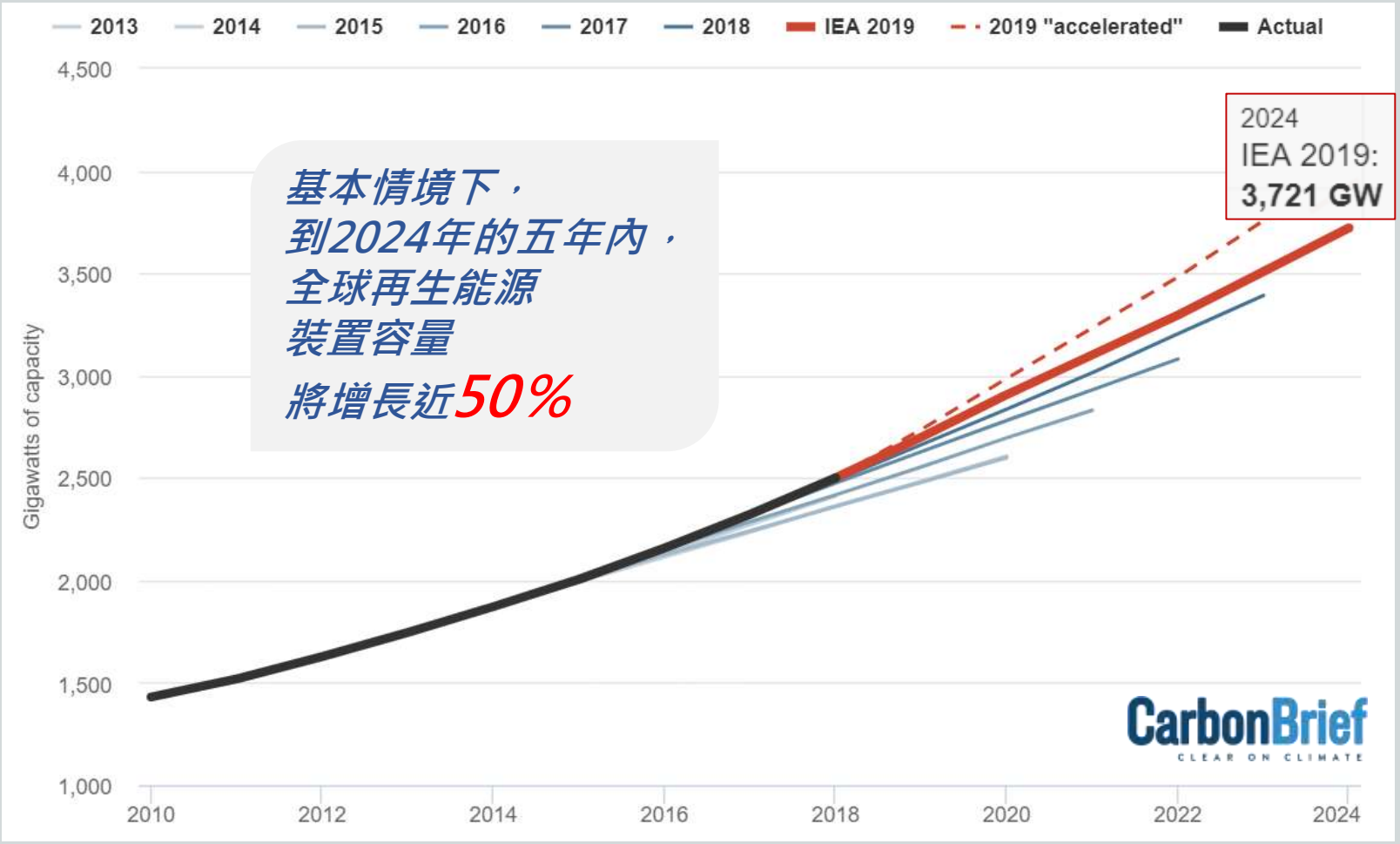


Carbon Law 急速減碳

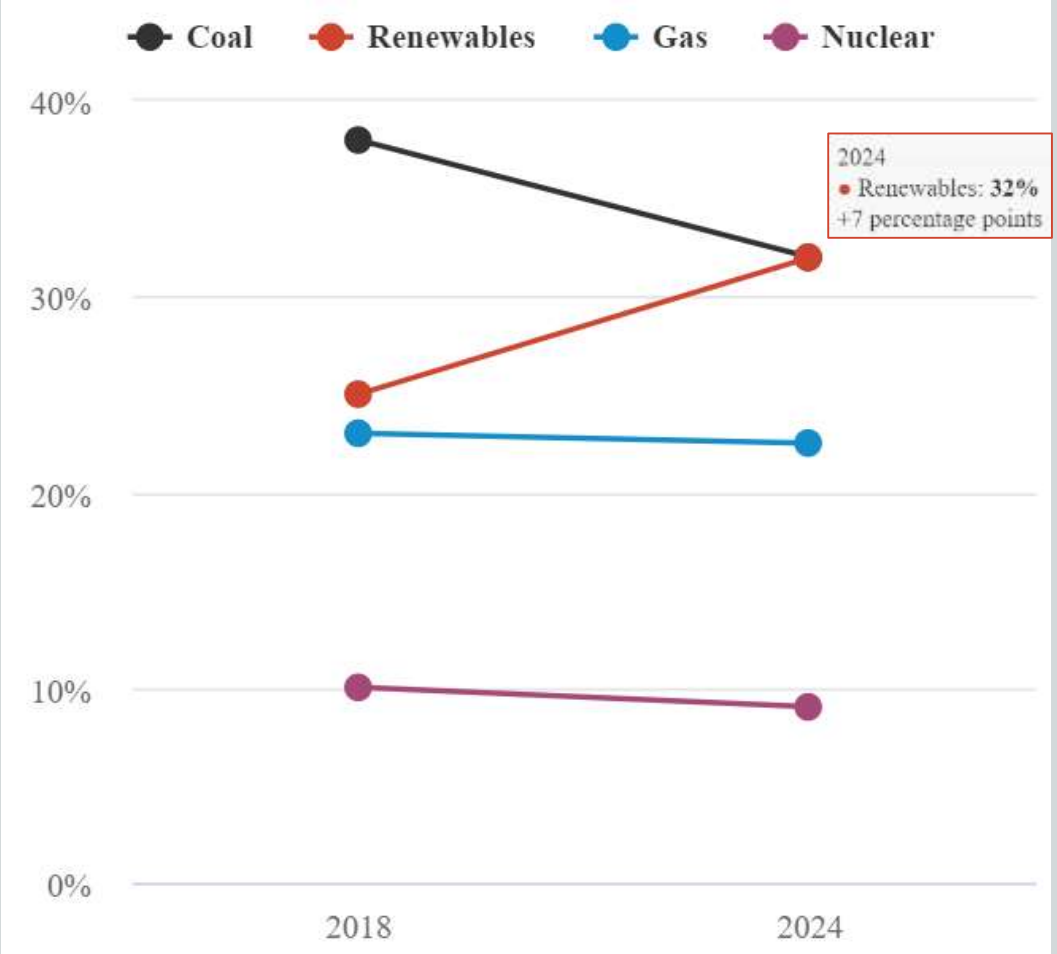
- 根據Carbon Brief對國際能源署（IEA）2019年再生能源報告的分析顯示，再生能源未來五年內發電容量有機會追上全球火力電廠：
- Carbon law: 每十年全球碳排減少50%，才有75%機會在2050年將升溫控制在2度C。
- ‘We are already at the start of this trajectory. In the last decade, the share of renewables in the energy sector has doubled every 5.5 years. If doubling continues at this pace fossil fuels will exit the energy sector well before 2050’.

  Johan Rockström (2017)

IEA新發表的2019年報告預測



IEA新發表的2019年報告預測



再生能源與燃煤的
黃金交叉

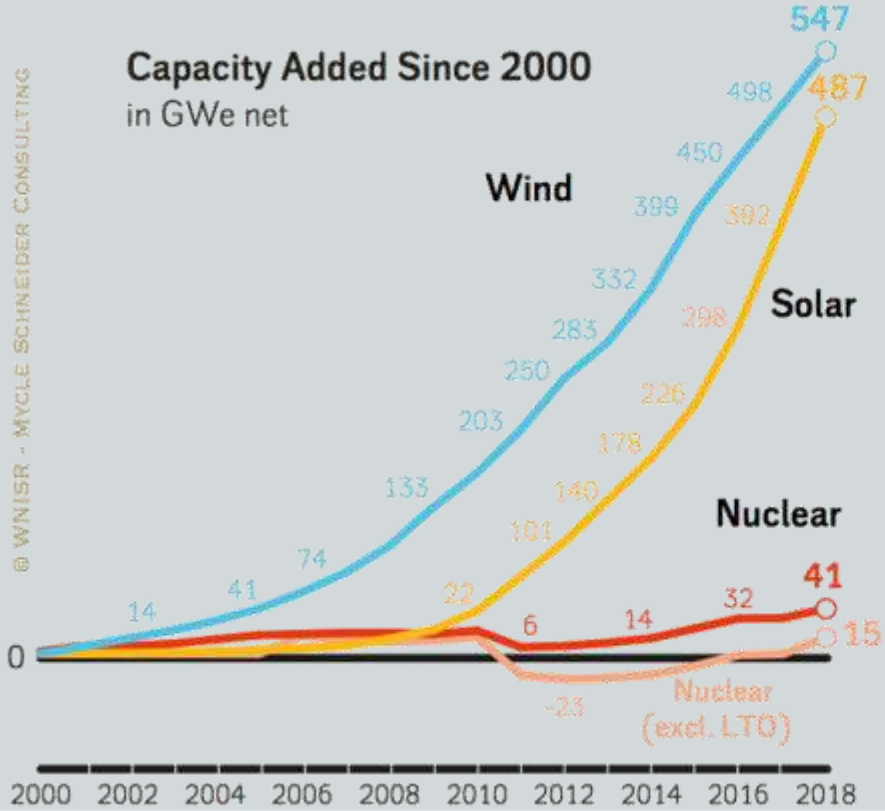
加速情境下，
到2024年的五年內，
全球再生能源發電佔比
將增長7%，供電量佔比
將突破燃煤發電

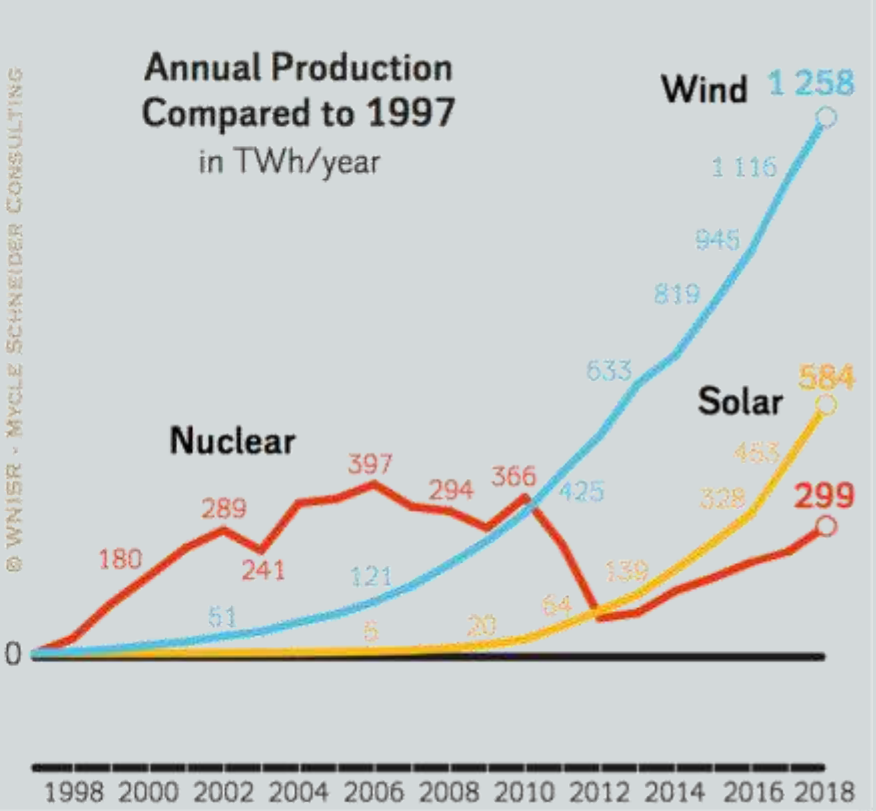
CarbonBrief
CLEAR ON CLIMATE

世界核能產業現狀（1）

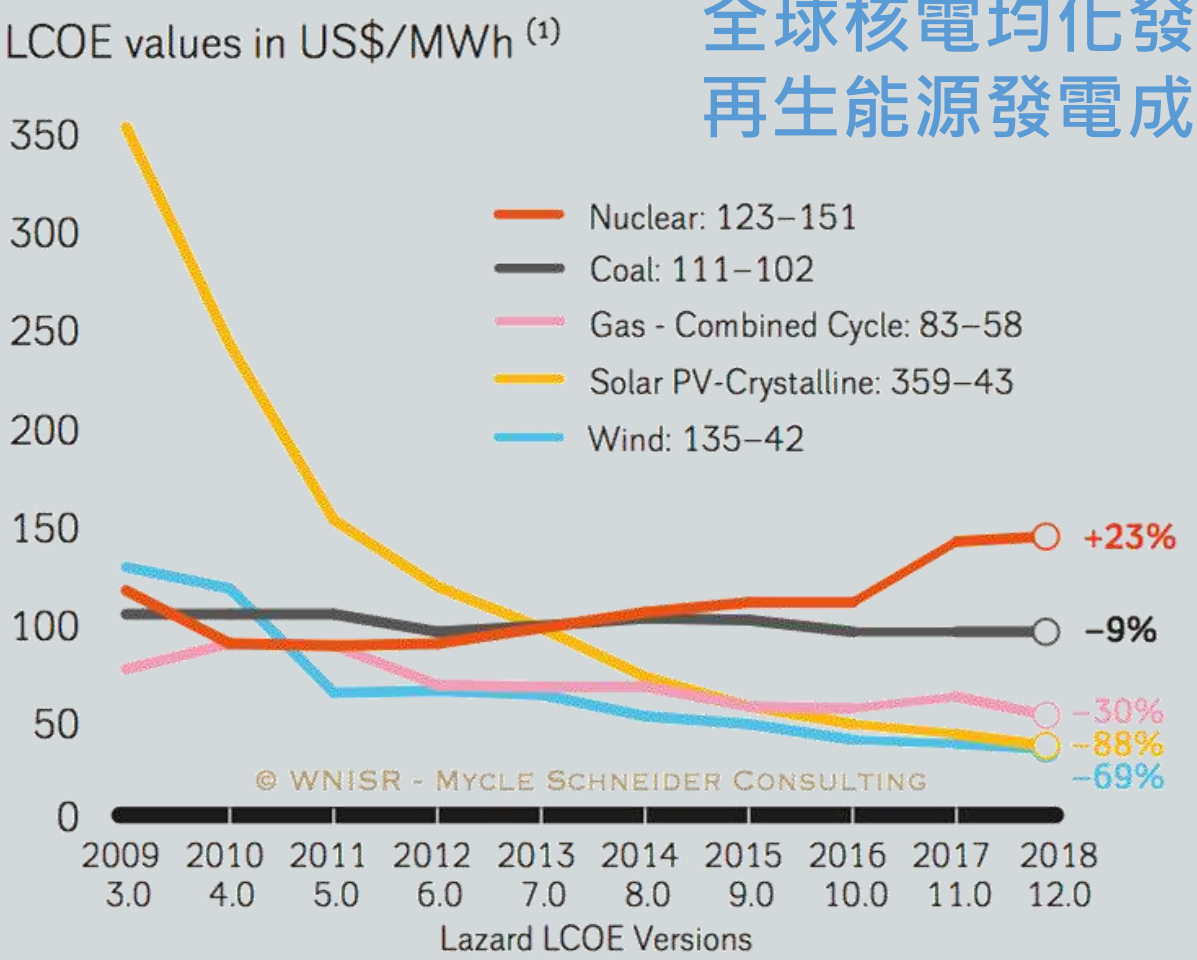
全球再生能源增加量遠高於核能

資料來源：2019年世界核能產業現狀報告





世界核能產業現狀（2）



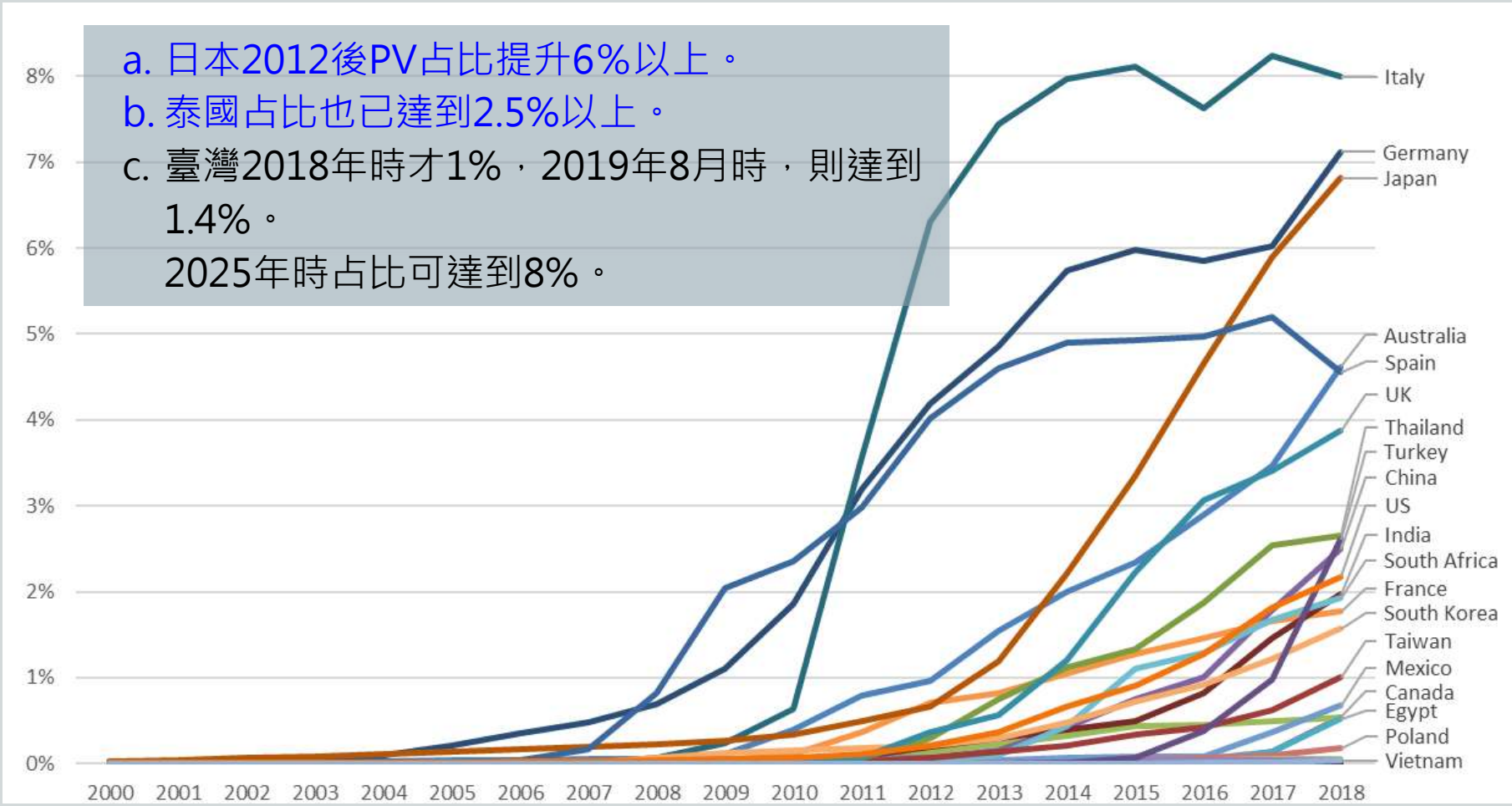
全球核電均化發電成本持續增長
再生能源發電成本大幅下降。

資料來源：
2019年世界核能產業現狀報告

國際綠能發展情形（1）

全球用電量最高的25個國家中，太陽光電占比變化：

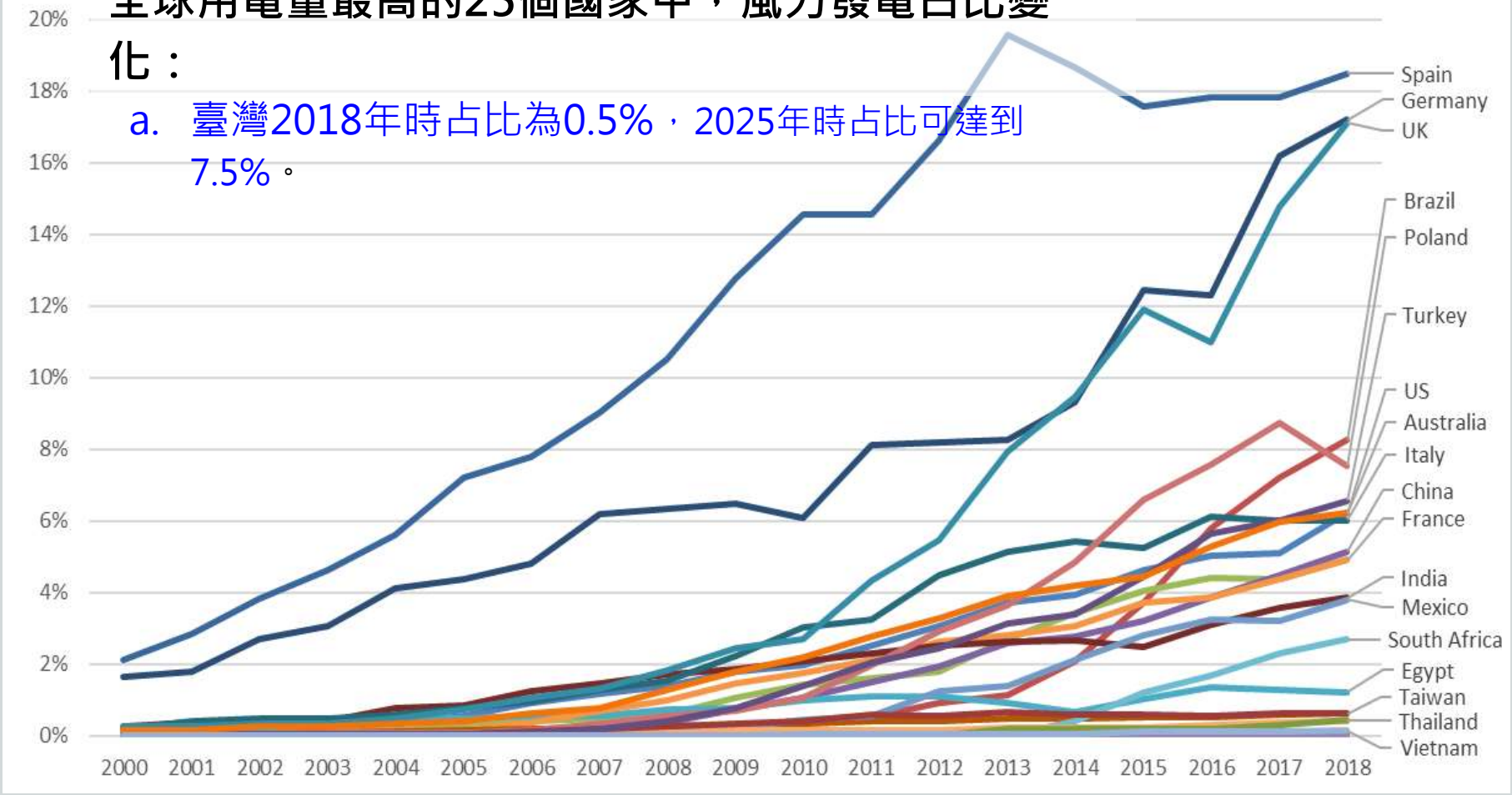
a. 日本2012後PV占比提升6%以上。
b. 泰國占比也已達到2.5%以上。
c. 臺灣2018年時才1%，2019年8月時，則達到1.4%。
2025年時占比可達到8%。



國際綠能發展情形（2）

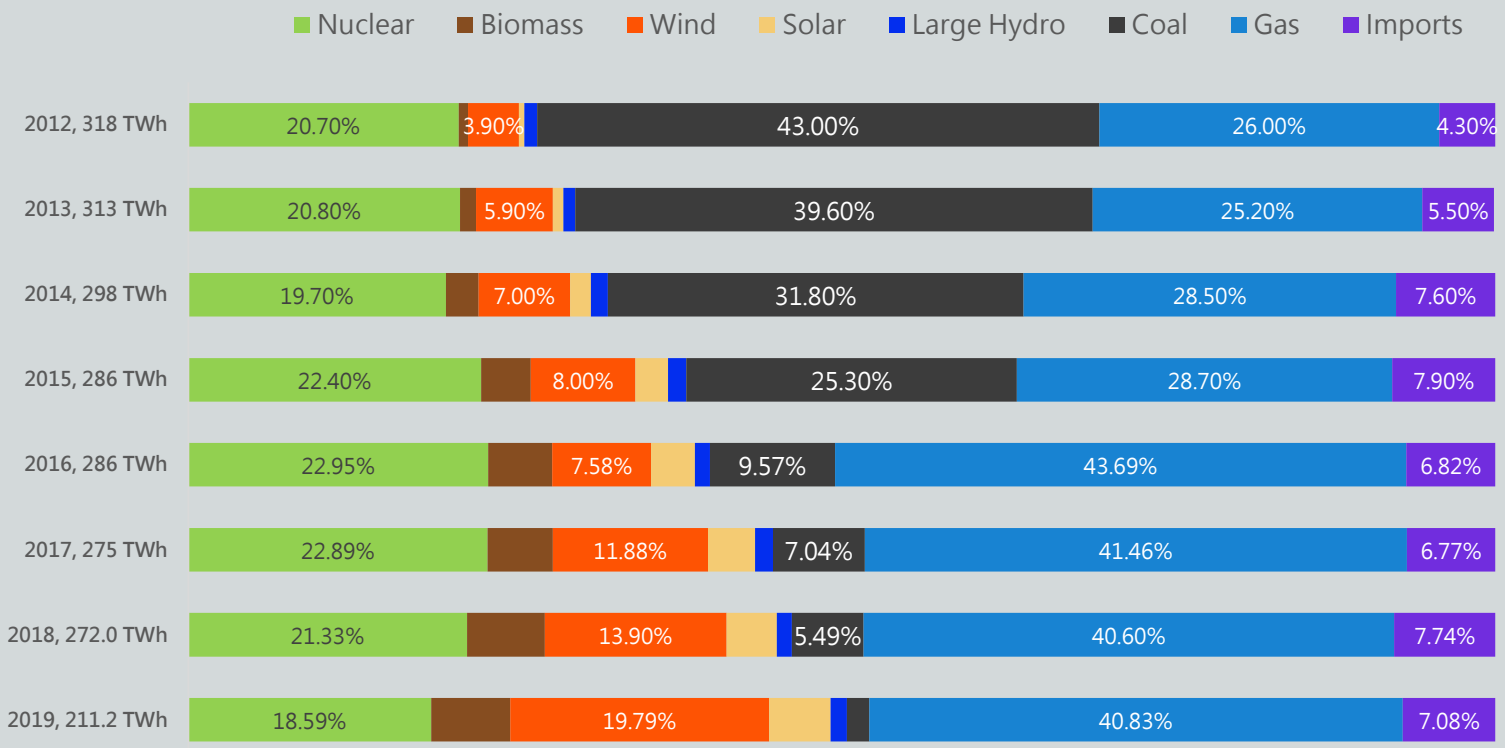
全球用電量最高的25個國家中，風力發電占比變化：

a. 臺灣2018年時占比為0.5%，2025年時占比可達到7.5%。



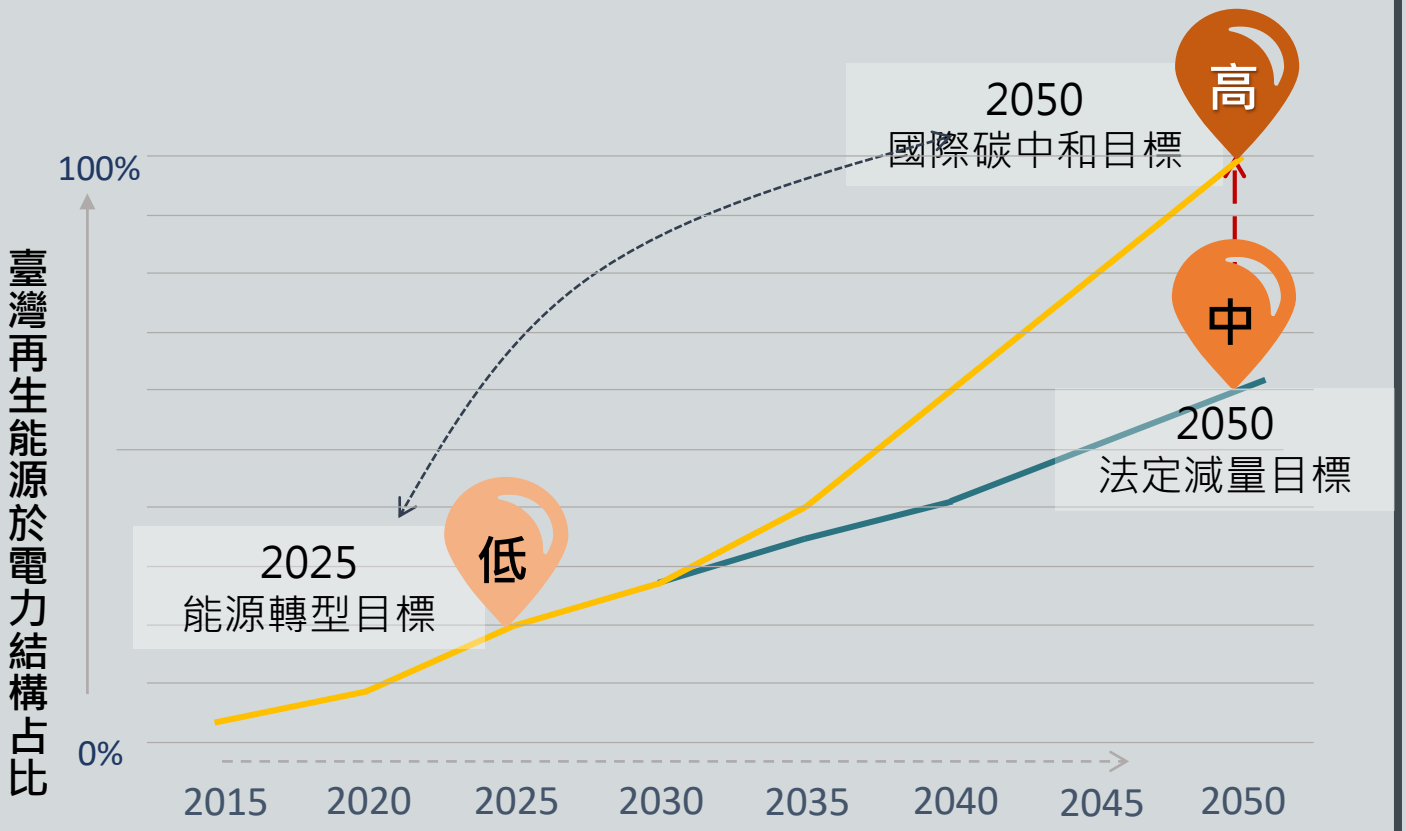
他山之石 英國能源轉型經驗

節能 + 增氣 + 再生能源

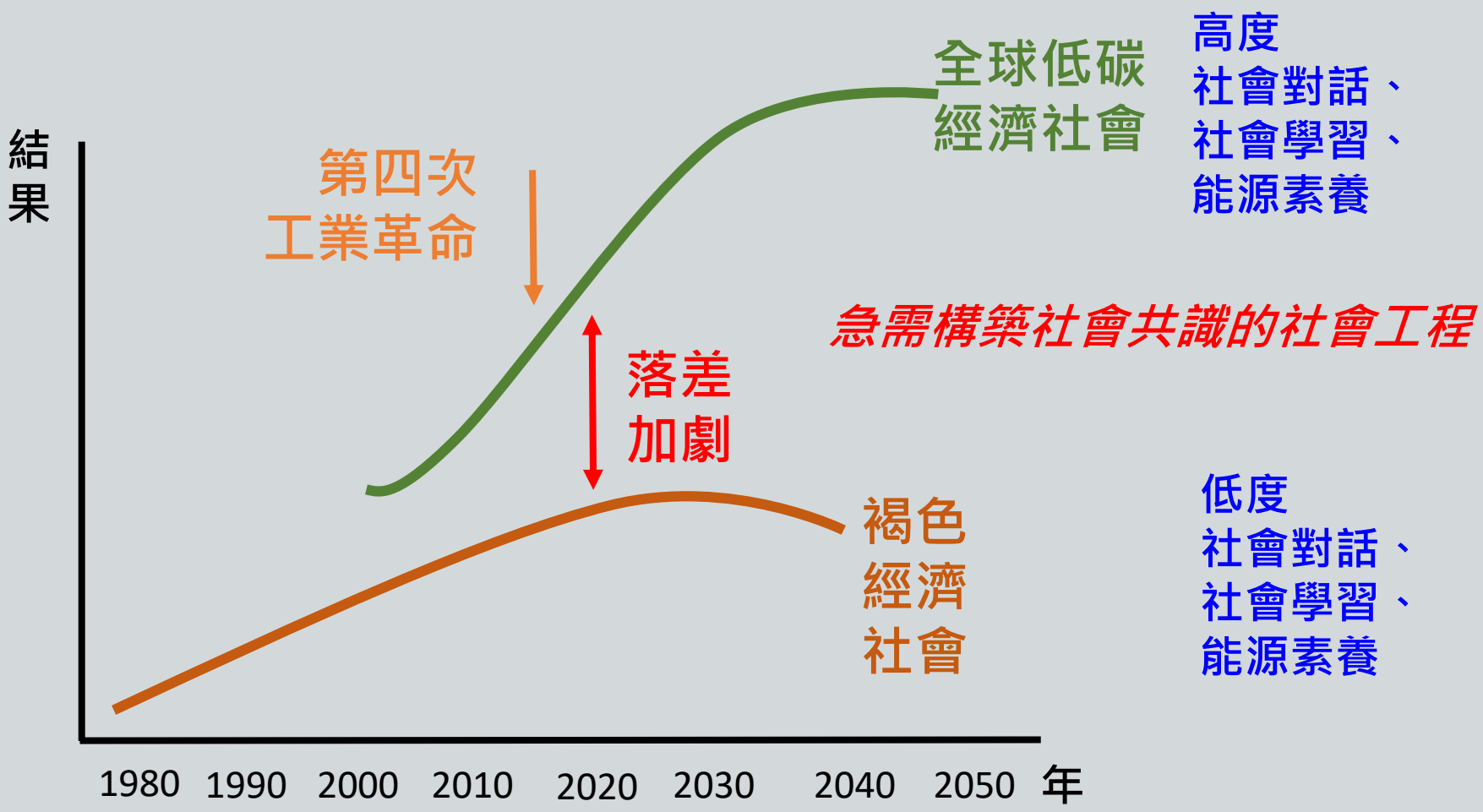


啟動臺灣長期能源轉型

- 建構永續電力市場
- 確立工業節能優先
- 強健地方能源治理
- 參與式治理革新
- 啟動綠化資本流
- 外部成本內部化

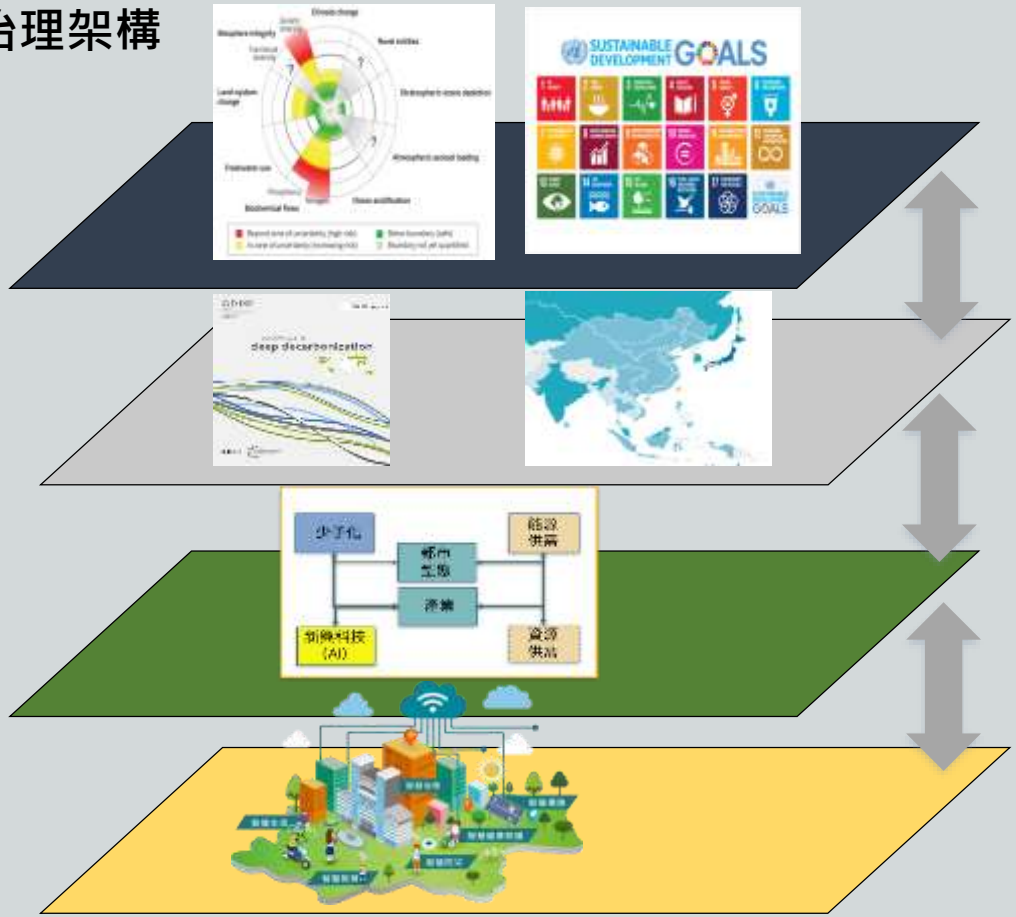


社會民主與能源民主：啟動對話



結論　台灣創造 影響世界

多層次治理架構



全球
- 地球限度
- SDG

亞洲
- 低碳經濟
- 社會結構與治理

臺灣
- 能源轉型
- 循環經濟
- 新興科技治理

地方
- 韌性發展
- 智慧城市