

能源轉型的趨勢、挑戰與思考

林子倫 副執行長
行政院能源及減碳辦公室

中華民國能源經濟學會研討會

2018年3月20日

Top Ten Problems for Humanity

Over the next 50 years

1. Energy
2. Water
3. Food
4. Environment
5. Poverty
6. Terrorism & War
7. Disease
8. Education
9. Democracy
10. Population

SOURCE: RICHARD SMALLEY, 2013



KMPG's Mega Forces

Population Growth

Wealth

Climate Change

Energy & Fuel

Material Resource Scarcity

Water Scarcity

Urbanization

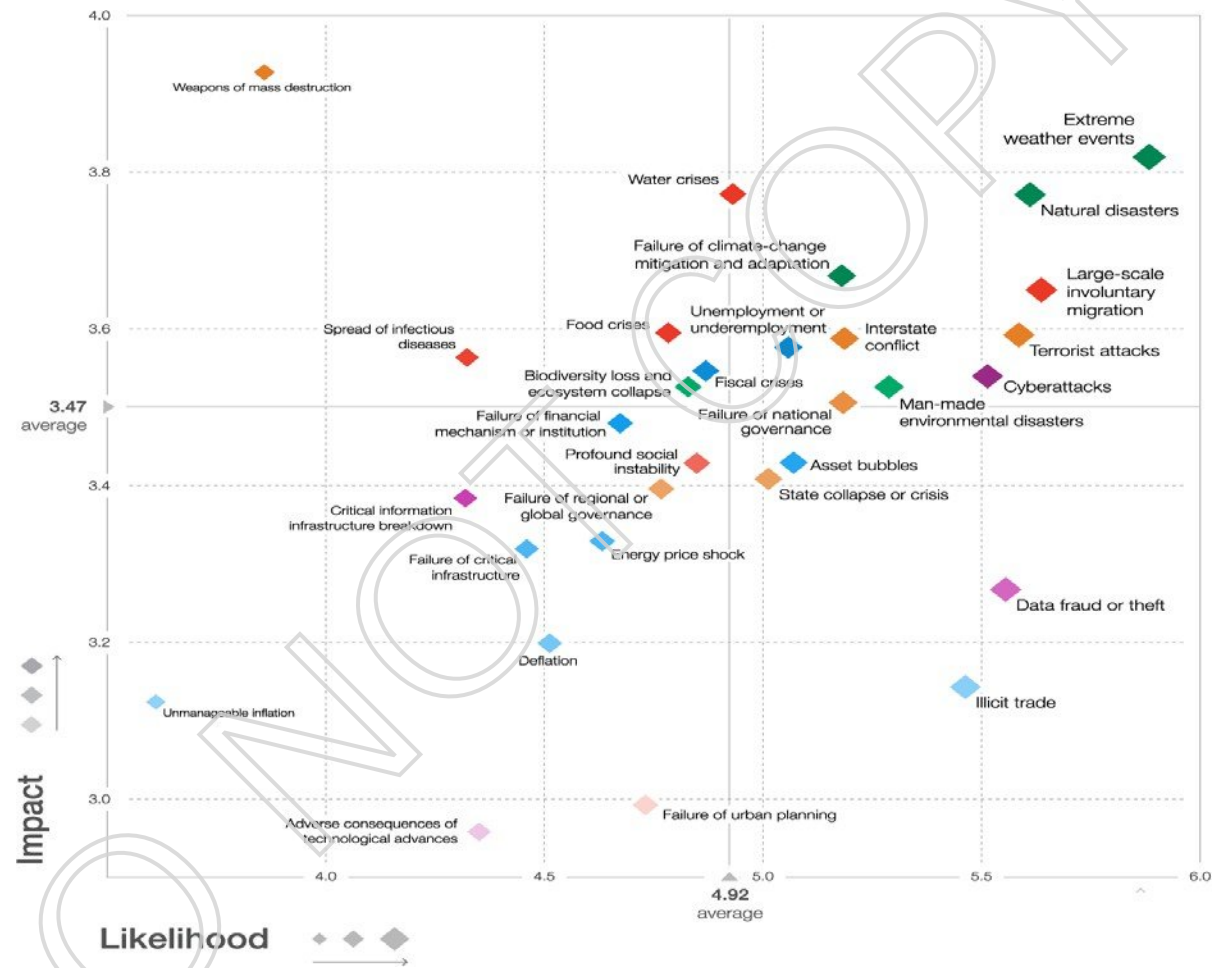
Food Security

Ecosystem Decline

Deforestation

SOURCE: KPMG, 2012 | IMAGE: MARIUSZ PRUSACZYK VIA UNSPLASH

Global Risks Report 2017



SOURCE: WORLD ECONOMIC FORUM, 2017

Sustainable Development Goals (2015)

United Nations





PARIS CLIMATE AGREEMENT

Historical document that legally binds the whole World to participate in climate change fight.

196
countries

Adopted the Agreement

officially recognizing human influence on climate

2020

Will come into force by 2020

If signed by **55 countries** covering **55%** of global emissions

Finance

Rich countries will provide minimum of **\$100 billion** to developing ones for climate change adaptation by 2020

5
years

Ambitious

Every 5 years countries shall revise their emissions reduction targets and measures

Goal
Holding the increase in the global average temperature well below

2°C

Pursue efforts to limit the temperature increase to

1.5°C

Climate neutrality 2050

The balance between emissions and sinks should be reached in the second half of XXI century

Climate damage

For the first time ever the Agreement defines climate loss and damage terms **but** liability and compensation are not mentioned

Clean technologies

The Agreement urges to speed up clean tech development and international technology transfer

Role of forests

The Agreement binds saving and increasing forest area in order to capture GHGs from the atmosphere



@CLIMATERUSSIA



CLIMATERUSSIA.RU

Paris Agreement: Implications and Trends

巴黎氣候協定：後續影響及趨勢

carbon pricing: 碳定價(碳有價化) 時代來臨

energy transition: 能源轉型的大趨勢

cities and subnational authorities: 城市與次國家體系在氣候治理角色的肯認

fossil fuel subsidies reform/removal: 化石燃料補貼改革

the linkage of UN Sustainable Development Goals (UN

SDGs) and Climate Change: 氣候議題與永續發展的結合:

2030 UN SDG、氣候正義、性別(婦女)、人權、原住民、世代公平、青年

World Energy Outlook 2017: 未來20年 (~2040) 能源四大趨勢

1



再生能源成本下滑、加速發展

太陽光電成為許多國家最便宜電力來源

2



The future is electrifying

空調、冰箱、
電動汽車和
數位化發展 促使
電力在能源結構中的
占比逐漸攀升

3



中國朝潔淨能源
發展、影響全球能源市場

4



美國成為全球
石油和天然氣市場
的領導者

能源發展可能路徑

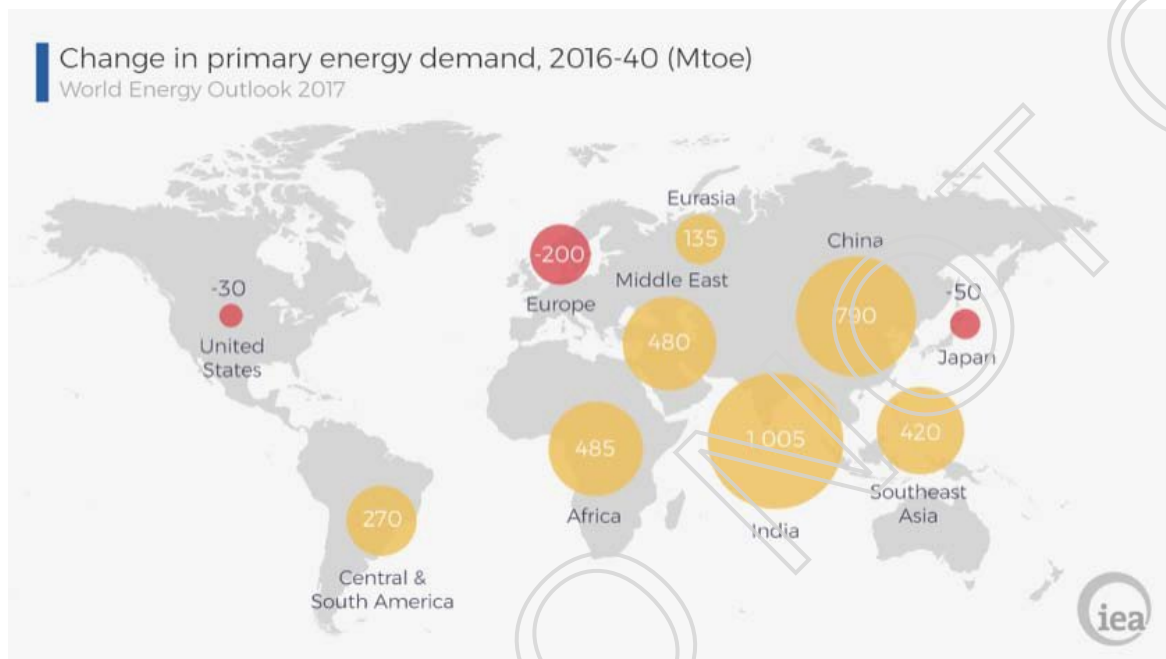
新政策情境

描述既有政策和已公布規劃的可能發展，以提供決策者有用的資訊

永續發展情境

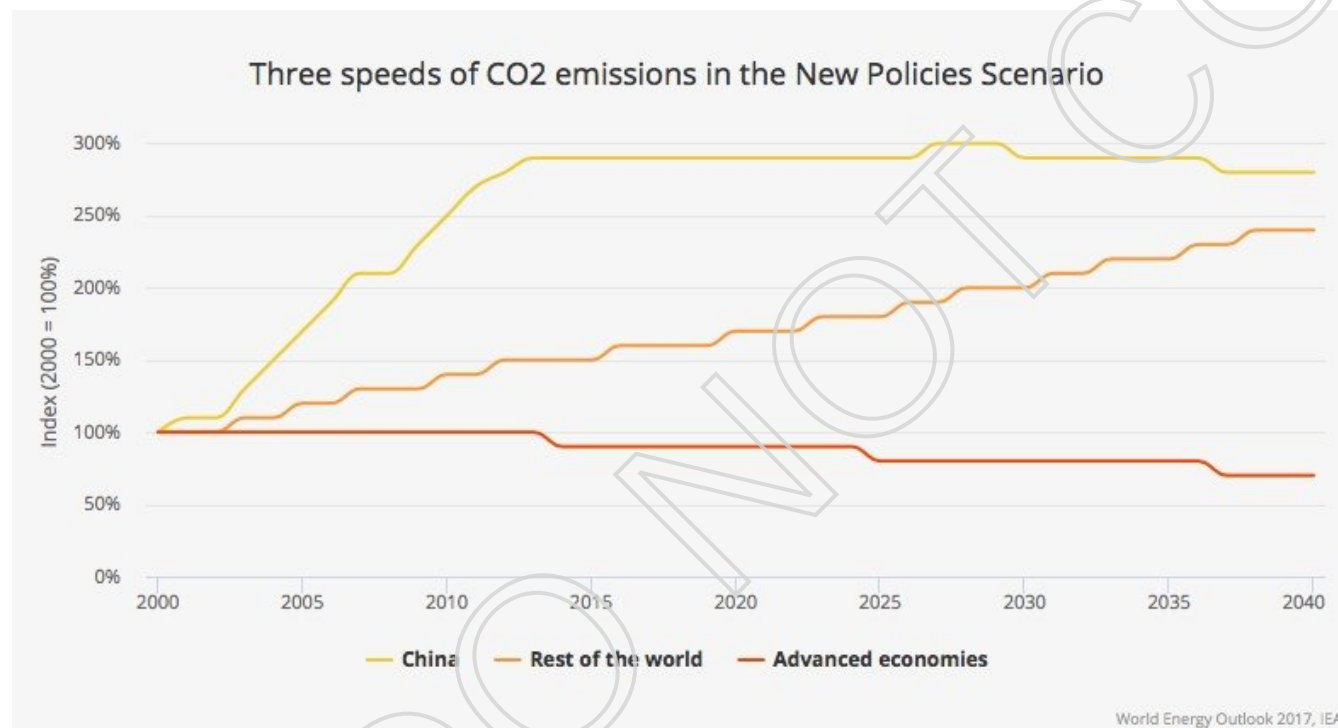
概述聯合國永續發展目標（UN SDGs）中與能源有關的實現方法，亦即就氣候變遷問題採取堅決行動、到2030年時實現現代能源普及、以及大幅減少空氣污染等各個面向的做法
在能源效率及再生能源發展上採取更為積極的措施

新政策情境下，全球能源需求增長速度較過往減緩， 但至2040年仍成長 **30%**



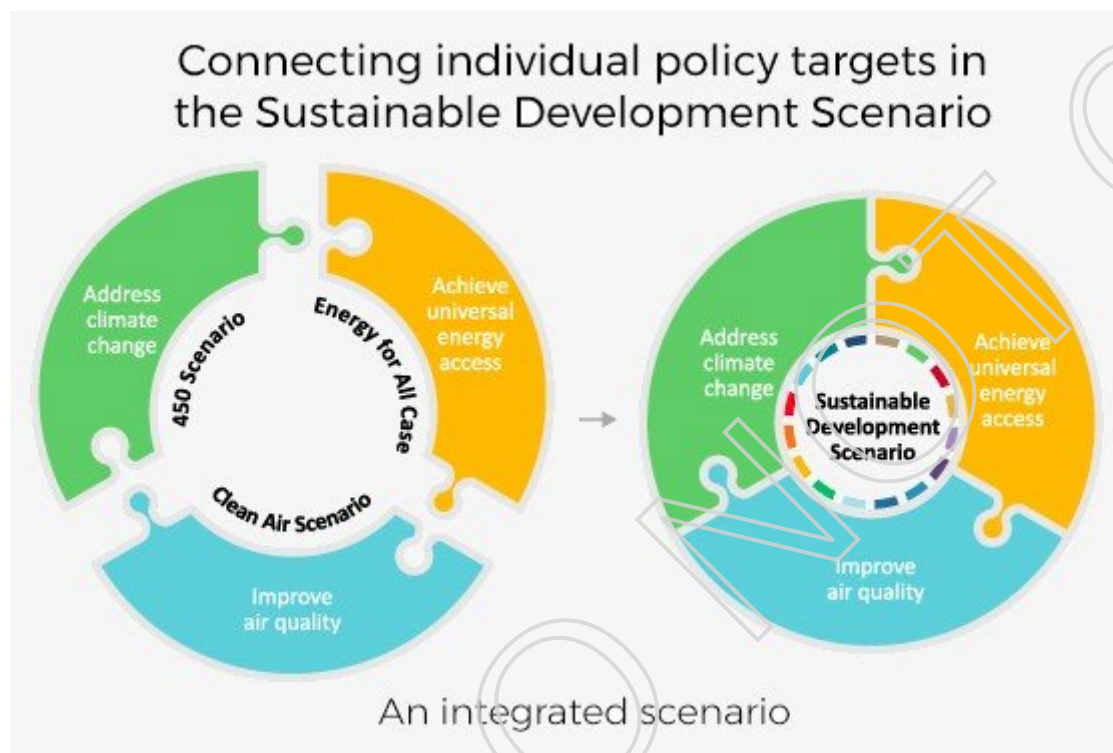
- 全球年平均經濟成長率：
3.4%
- 2040年全球人口預計將超過
90億
全球都市化：每四個月增加
一座上海規模大小之都市
亞洲發展中國家的能源增長
將占全球能源需求增長的三
分之二，其餘增長主要來自
中東、非洲和拉丁美洲

新政策情境下，因能源造成的全球溫室氣體排放量至2040年會稍微增長



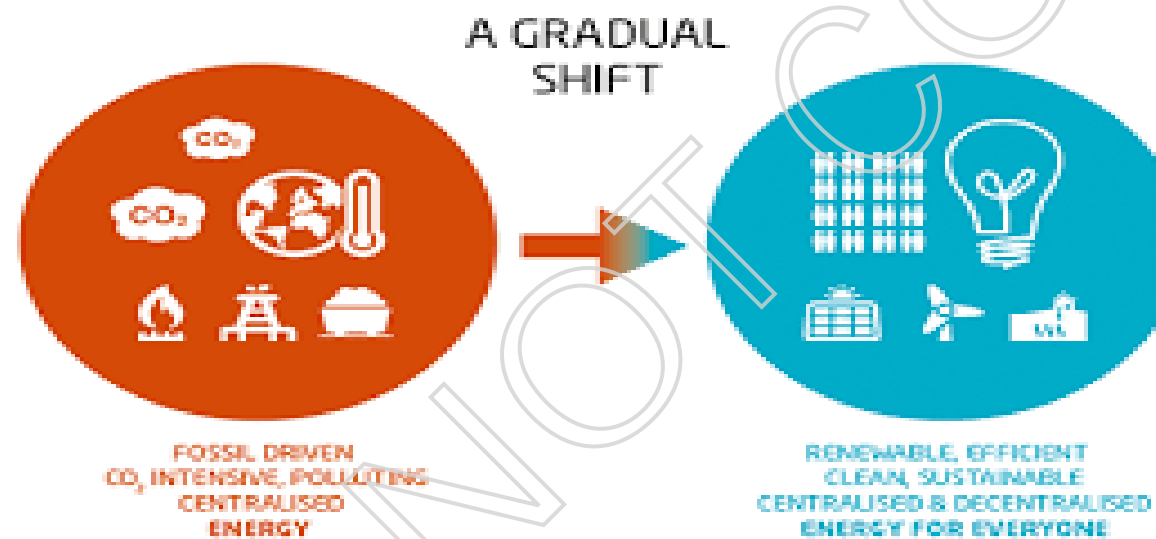
- 已開發經濟體的二氧化碳排放量已達高峰期、緩慢下降
- 其他國家的排放量則因經濟增長而上升

永續發展情境



- 再生能源與能源效率是兩大發展重點
- 高效率電器用品 + 分散式再生能源
→ 更易取得潔淨電力、達成潔淨烹煮
→ 尤其對於電網難以觸及的社區

Global Energy Transition Trend



Public incentives in low carbon energy transitions



Energy efficiency

- Loan of up to €30,000 for home improvements
- Tax exemption for 30 per cent of work completed



- Loan of up to €75,000 for home improvements
- Grant of up to €18,750 to low income households for improvements



- Low interest loans through the Green Deal, repaid through household's energy bill



The
**Carbon
Brief**



Renewables

- €10 billion of financing to cover all aspects of the energy transition, including renewables

- Generous guaranteed subsidy for home-generated electricity

- Emphasis on "citizen energy" and community owned projects

- Voluntary payment of £5,000 per megawatt hour to communities located near windfarms

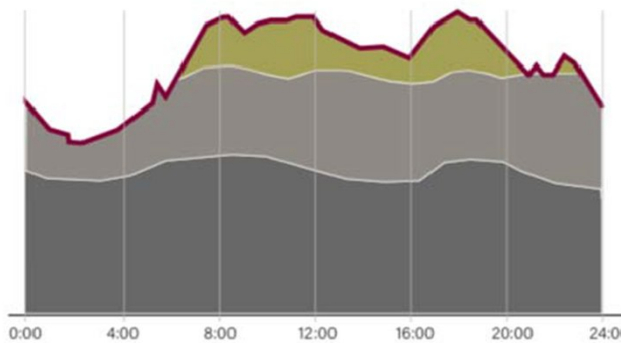
REN21 Renewables 2017 Global Status Report

- 2016年全球再生能源裝置容量比起2015年增加161 GW (9%)：
太陽能(47%) > 風能(34%) > 水力(15.5%)
 - 太陽能與風能成本大幅降低
→ 再生能源不再是富裕國家才能負擔的能源
 - 經濟成長與碳排放量脫鉤
 - 打破傳統化石燃料能源與核能必須作為基載能源的迷思
→ 加強能源系統的彈性
 - 100%再生能源轉型的投入單位增加：城市、國家、企業
 - 科技加速促進再生能源轉型：儲能技術、資訊通訊技術、EV、熱泵
 - 交通部門、冷暖氣系統也有顯著再生能源轉型進程：
 - 電動車：挪威EV仰賴水力發電；英荷共享EV公司提供再生能源充電服務選項
 - 印度、摩洛哥鐵路系統開始發展太陽能板/風機自給發電
 - 歐盟國家發展地熱供暖氣系統使用
-

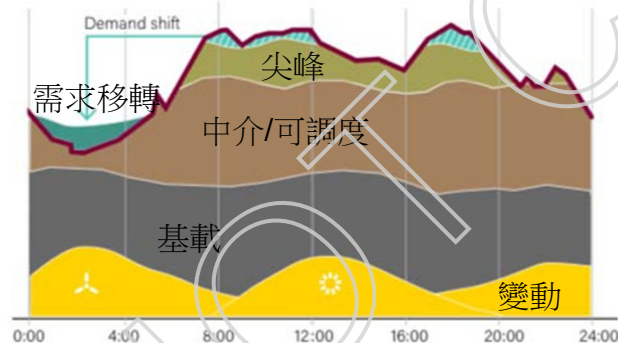
基載能源的解構 (deconstructing baseload)

Conceptual Progression from the baseload Paradigm to a New Paradigm of 100% Renewable Electricity

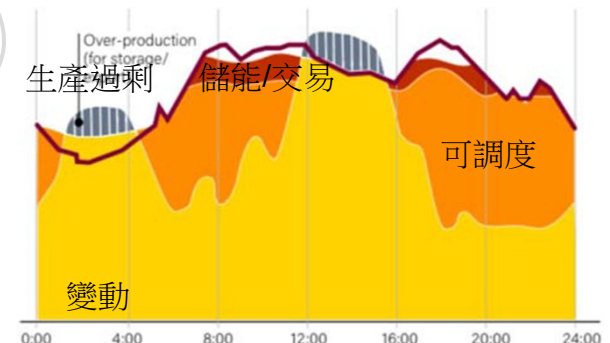
A) The Baseload Paradigm



B) The Early Transition



C) A New Paradigm

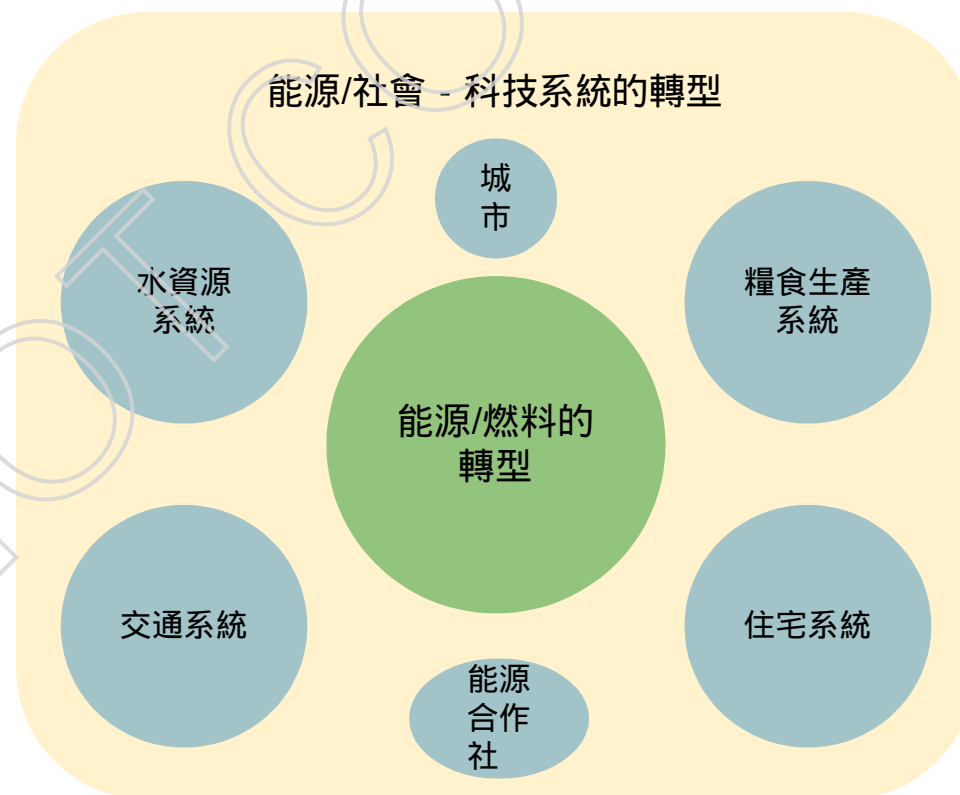


- 調整電網運作
- 建立再生能源生產預測系統
- 引進更良好有效率的控制技術、時程規劃與調度

- 更進步的資源預測
- 強化電網與連結性
- 更良好的資訊與控制技術
- 廣布儲能技術
- 更有效率地回應需求
- 整合電力、冷暖氣系統與交通部門

能源轉型：權力的重新分配

- 由誰獲益？誰承擔風險？
 - 監理機制和機構
 - 市場結構
 - 財富分配
 - 不同利害關係人的生活各層面
 - 城市的角色
-
- 須符合能源正義 (Energy justice)
 - 然而能源系統往往帶來效益與成本上的不平衡分配



BP Energy Outlook 2018

- 再生能源生產成本大跌；2040年全球非化石燃料能源供應占比將提升至25%。
 - 再生能源將在2040年取代石油成為中國第二大能源來源，屆時中國佔全球再生能源生產比重將升至30%左右。
 - 歐盟非化石燃料能源占比將由2016年的25%升至2040年約40%。
 - ET (Evolving Transition; 進化轉型)情境：
假設政府政策、技術和社會偏好的進化形式與速度跟近期類似
 - 預估2035年全球將有1.9億台電動車，2040年底預估將達3.2億台。
電動車佔整體自用車比重雖僅有15%，但因使用頻率較高，預估佔整體自用車行駛公里數比重將達30%。
 - 石油需求將在2030年代觸頂。
 - 自主駕駛車預估將在2020年代初期開賣。
 - 太陽能預估將在2020年代中期具備廣泛的競爭力，比過往預期的提早10年。
-

能源轉型的挑戰

能源轉型不只是技術的演進，更是社會、制度、生活方式的轉型

1

具體的轉型政策目標、時程規劃、技術發展路徑

2

涵括利害關係人的社會對話及公民參與

3

集中式能源 vs 分散式能源

4

化石燃料補貼的改革與能源效率提昇

5

需求面管理的創新及智慧化

6

金融與財政工具

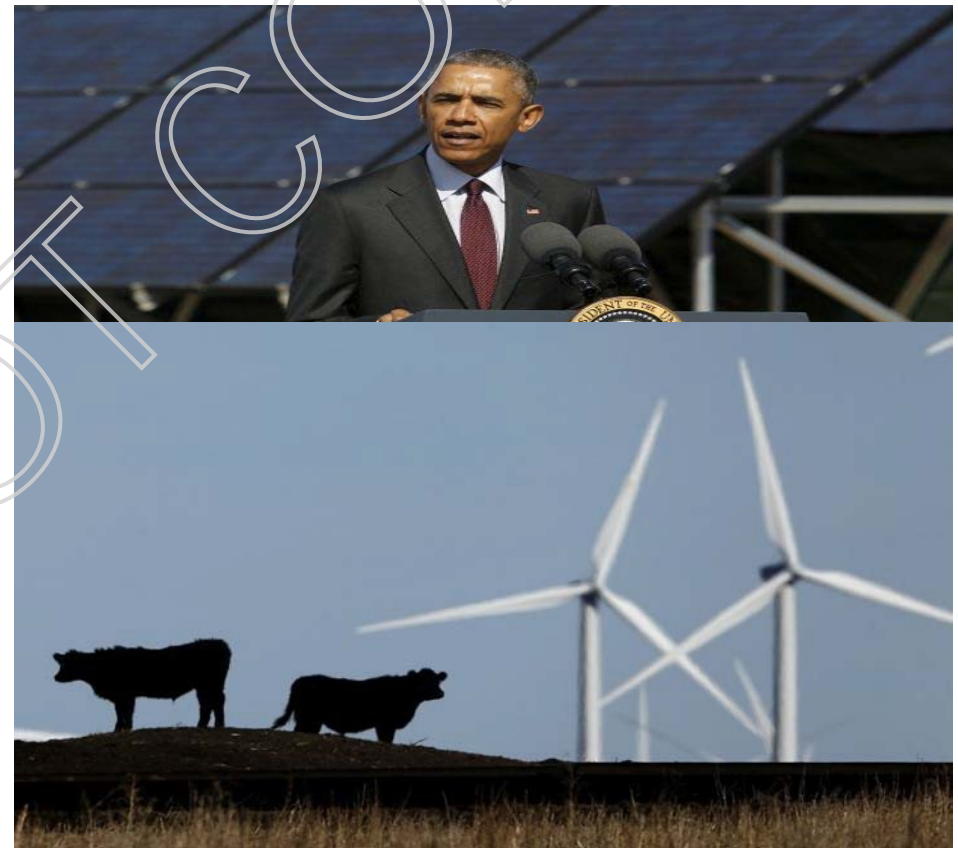
"The trend toward clean energy is irreversible"

-- Barack Obama

The Irreversible momentum of clean energy.
Science, January 20, 2017

Economies Grow, Emissions Fall:

- Private-sector efforts help drive decoupling of emission and economic growth.
- Renewable electricity costs fell dramatically: wind(41%); rooftop solar PV(54%); utility-scale PV(64%), 2008-2015.
- Global Momentum: Paris Agreement
- *The latest science and economics provide a helpful guide for what the future may bring ... when it comes to combating climate change and transitioning to a clean energy.*



感謝聆聽
敬請指教