能源轉型與永續發展

許志義
國立中興大學大數據中心主任
資訊管理學系、應用經濟學系合聘教授
臺電公司獨立董事
2018年3月6日

上完本課程，同學們應該能夠了解:

1.能源的種類
2.能源的特性
3.再生能源的特性
4.永續發展(Sustainable Development)的意義
5.能源需求面管理的重要
6.為何能源轉型是當前全球趨勢
7.能源轉型的政策工具
8.綠色經濟與循環經濟的意義

Outline

一.前言:重要觀念

二.為何能源轉型?

三.能源轉型之發展趨勢

四.能源轉型的政策

五.代結語:循環經濟、綠色經濟

一、前言:重要觀念

The Role of Energy

- Major Resource of Industrial and Residential Activities
- Largest Commodities in Trade for the Modern Economies
- Main Sources of Environmental Pollution

原始能源主要有三種：

1. **太陽能**(含風力、水力、化石能源、生質能源……)
2. 地熱
3. 核能

目前能源，有多種型態：

1. **耗竭能源**，如化石能源(石油、煤炭、天然氣)

2. **非耗竭能源**，如再生能源(太陽能、風力、地熱、生質能源……)

再生能源特性

- 從「能源安全」觀點：再生能源如太陽能、風力，均屬「**自產能源**」，可提高台灣能源供給自給率
- 變動成本較低：前端固定成本雖較高，然太陽能、風力均取之於自然，沒有燃料費用，不受國際油價波動限制
- 能源密集度低，陽光與風力受限於天候條件，**需搭配電動車儲能系統與需量反應** (Demand Response)，才可成為主力電源

各種能源特性

- 各種能源之間常互相轉換，在轉換與應用的過程中，**受限於「熱力學第二定律」**，無法百分之百充分利用。
- 其中，化石能源產生**溫室效應**、核能產生**輻射效應**，對環境產生負面影響。
- 再生能源如太陽能面板、風力發電的葉片鋼柱、其他再生能源的硬體設備，或多或少也會產生**環境污染**。
- 相對而言，**提升能源效率**與**節約能源**，對環境影響程度最小。

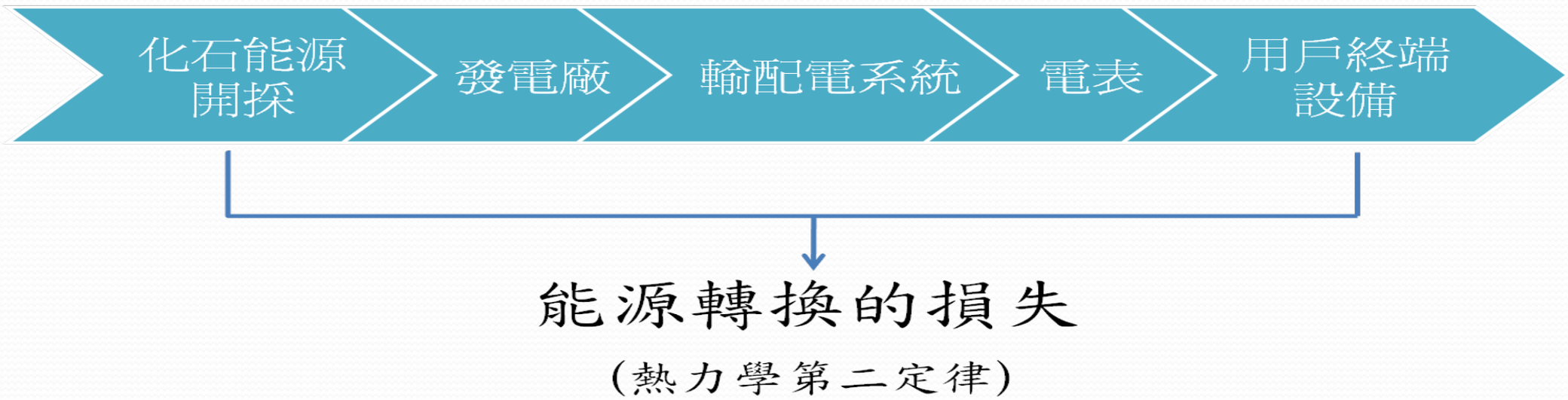
各種能源轉換與應用過程中，出現不同的屬性，例如：

1. **石油**：以原油(crude oil)一種「投入(input)」，變成多種「產出(output)」包括汽油、燃料油、瀝青……等。我們稱之為「**聯產品**(joint products)」。
2. **電力**：以多種「投入」包括煤炭、石油、天然氣、核能、水力、太陽能、風力、生質能、地熱、海洋能……等，變成單一「**產出(亦即電力)**」。這也顯示了電力的來源，有很多的選項，有一些選項綻放出人類「**永續發展**」的曙光。

根據上述，能源轉換與應用是一種科技運用程序。

- 傳統化石能源科技的發電方式，整體供應鏈**能源轉換熱效率不到20%**(如考量煤炭從澳洲地下挖掘、遠洋運輸、發電廠熱效率轉換、輸電與配電線路損失、家庭電器散發熱度之整體過程)。
- 換言之，需求端節省一度電，等於供給端節省五度電！

供給省五度電 ← 需求省一度電



- 然而，隨著當代**物聯網、大數據及人工智慧科技**發展之突飛猛進，所謂智慧社區、智慧能源管理系統、智慧電網、分散型能源資源(distributed energy resources)、虛擬電廠(virtual power plant)等，使得「**能源轉型**」展現了「**永續發展**」的契機！
- **電力正逐漸取代其他能源**(如電動車取代燃油車)，因爲其生產端有多重選項，其使用端相對安全低污染且能精密操控，故成為當前能源配比中，越來越重要的原因之一。

二、為何能源轉型?

穹頂之下

- ✓ 上映日期：2015年2月28日
- ✓ 全名為《柴靜霧霾調查：穹頂之下 同呼吸 共命運》
- ✓ 由媒體人**柴靜**推出關於中國空氣污染的一部調查片
- ✓ 該片採用了類似於高爾《不願面對的真相》的呈現方式和對公眾演講的記錄形式
- ✓ 由柴靜作為主講人對現狀進行介紹，並插入採訪拍攝的片段，**呼籲人們關注中國的空氣污染問題**。

1. Concept of Market Failure

- Public goods
- Natural monopoly
- Externalities (如外部成本、環境汙染成本)
- Bounded rationality
- Information asymmetry

能源造成的外部性環境成本，是人類有史以來最大的「市場失靈(Market Failure)」！

Source: Wikipedia, title：Market Failuer

1.1 "Externality" of Energy Utilization

- The problem of externality is rooted from " The Law of Thermodynamics"

(1) **The First Law of Thermodynamics**

- The Law states that energy cannot be created or destroyed; rather, the amount of energy lost in a steady state process cannot be greater than the amount of energy gained.

(2) The Second Law of Thermodynamics

- Energy systems have a tendency to increase their entropy rather than decrease it.

Source: Hsu, Jyh-Yih (2009), Policy for Sustainable Energy Development.

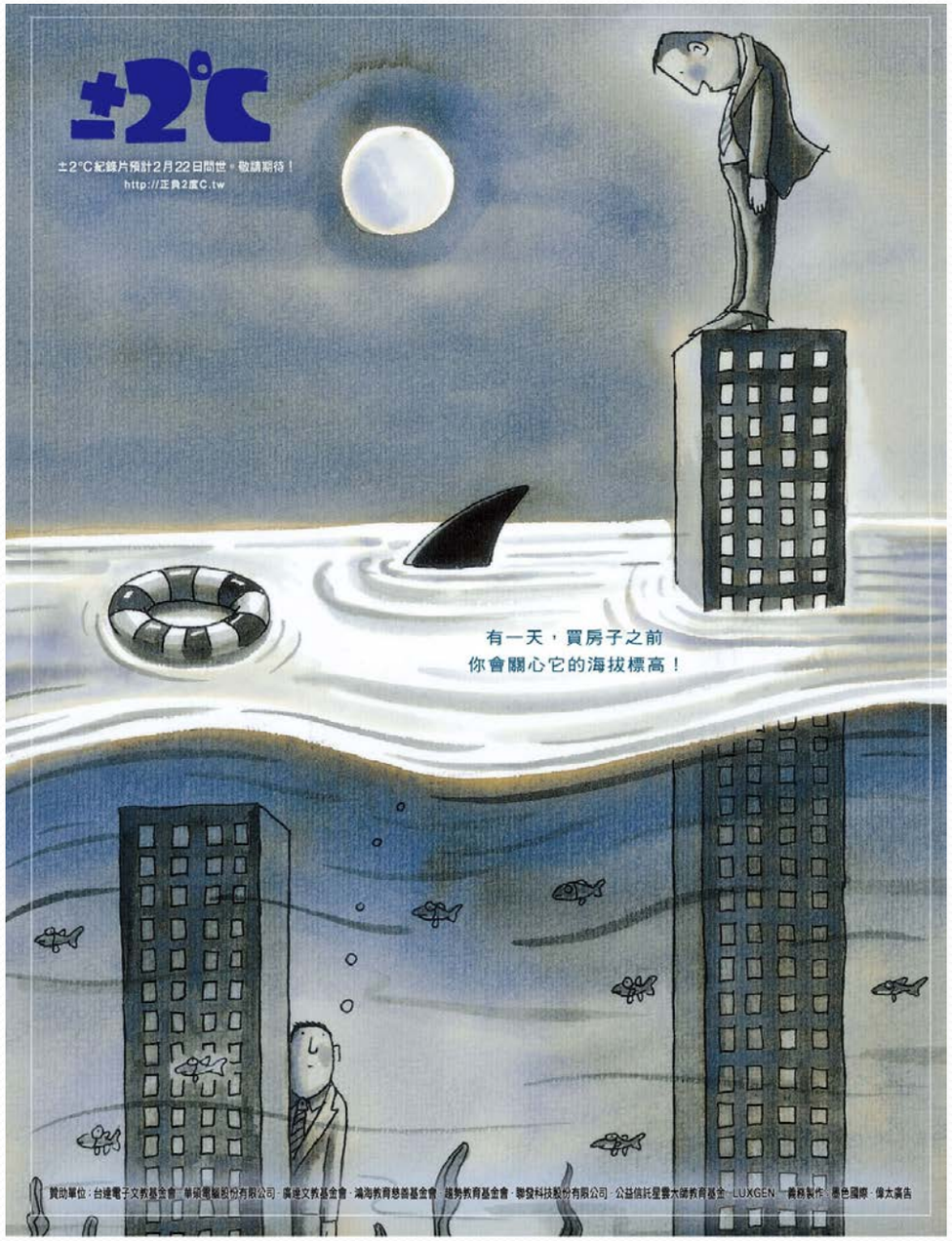
1.2 Sustainable Development

- Sustainable development is a pattern of resource use, that aims to meet human needs while preserving the environment so that these needs can be met not only in the present, but also for generations to come.
- Key Question: Can economic development be economically sustainable?

答案是：可以的！但人類要一起努力！

Source: en.wikipedia.org, title: Sustainable development

±2°C



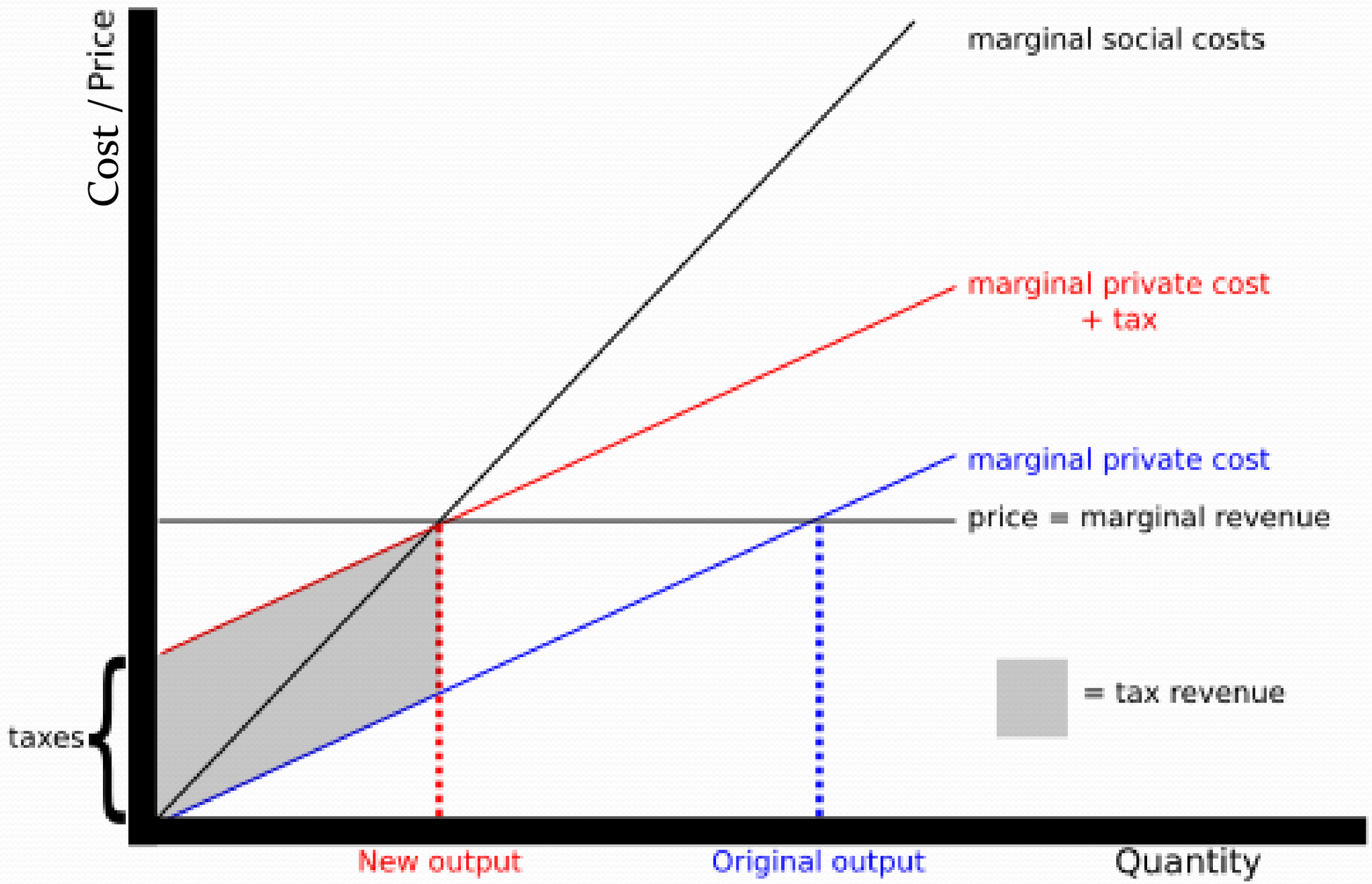
- 導演：黃室淨、洪雯麗
- 上映日期：2010年2月22日
- 臺灣紀錄片，呼籲民眾重視全球暖化議題。
- 由臺灣媒體節目主持人陳文茜率領工作團隊製作。
- 人類自1750年釋放的二氧化碳，科學家估計其生命週期大概50年到250年。即使現在全球關燈一年，暖化仍會持續一段時間。
- 只有立刻全面的綠色革命，與前所未有的危機準備，才有能力把地球溫度(變化)控制在2度之內，避免人類滅絕。

1.3 What Is the Problem

- Origins of the Problem
  - The First Law of Thermodynamics
  - The Second Law of Thermodynamics
- Water Vapor, CO_2, CH_4, N_2O, O_3, CFC_s Are Major GHGs.
- Developing/Underdeveloped Countries' Population Increase and Economic Growth
- Fixing the Problem
  - Needing Technologies **(eg. Renewable Energy)** Conformable to Thermodynamics Laws
  - Needing Government Policies and International Regulations for the Alignment of SMC=PMC

Source: Hsu, Jyh-Yih (2009), Policy for Sustainable Energy Development.

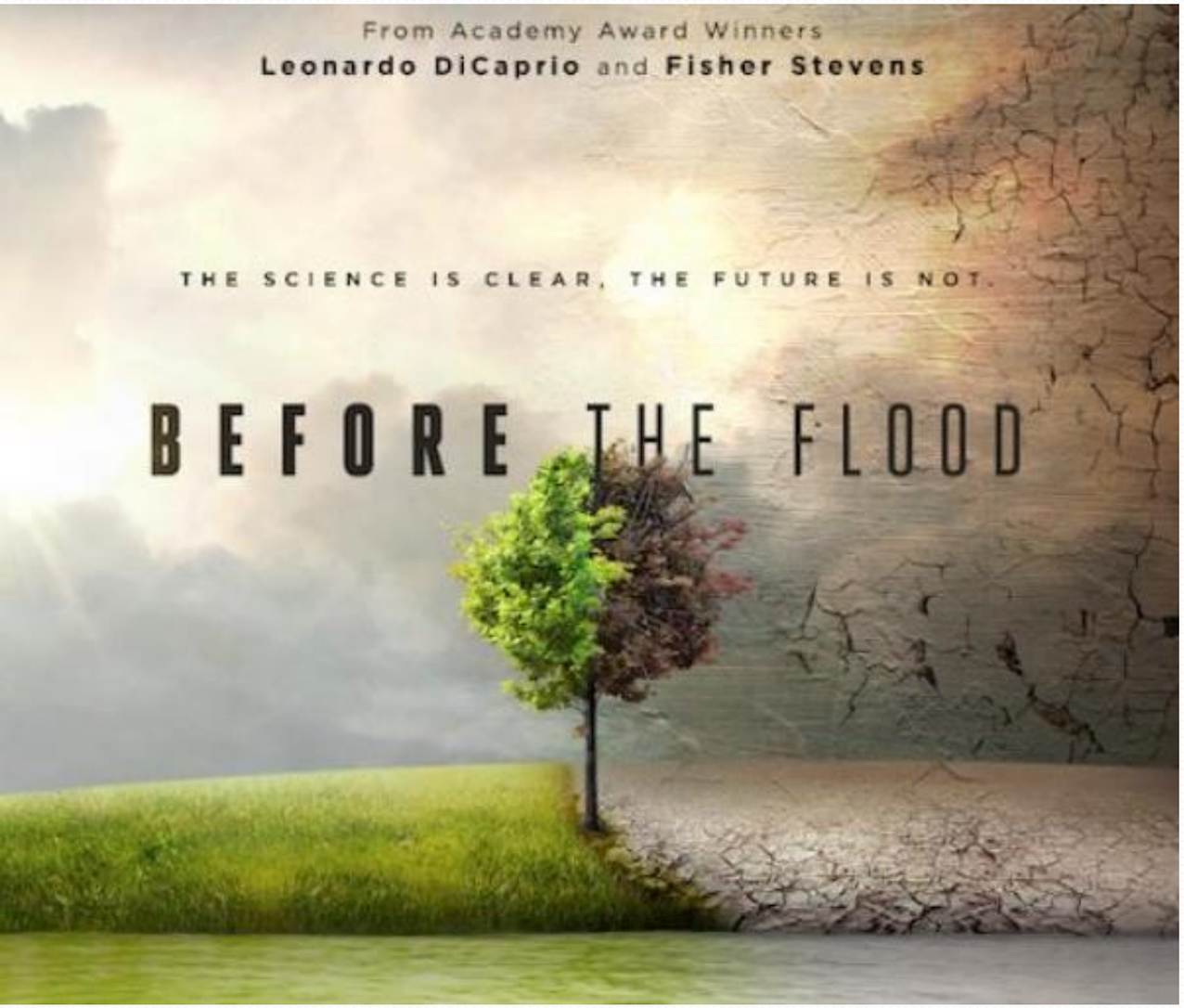
1.4 Social Marginal Cost vs. Private Marginal Cost



Source: Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Social_cost

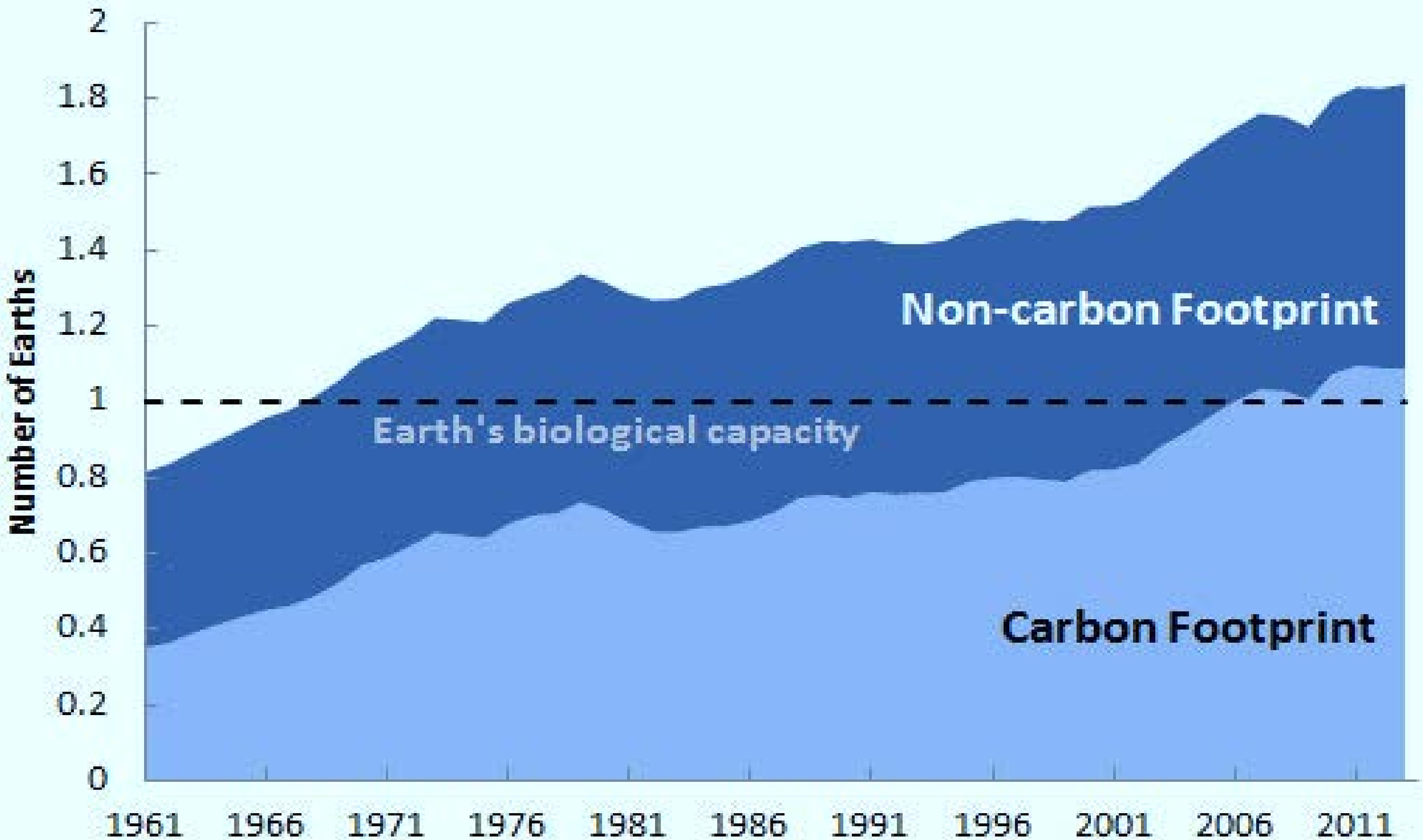
三、能源轉型之發展趨勢

洪水來臨前



- 導演：Fisher Stevens (費舍·斯蒂文斯)
- 上映日期：2016年10月30日
- 奧斯卡獎製作人費舍·斯蒂文斯所導演與奧斯卡影帝、聯合國和平使者李奧納多·狄卡皮歐花了三年多的時間拍攝而成的記錄片。
- 揭露地球在近世紀來的全球暖化現象，並以科學和人性的角度來分析其影響和可能的後果，希望能喚起大眾意識。

Carbon Footprint (1/2)



Source : 2003 - 2018 Global Footprint Network

Carbon Footprint (2/2)

- The carbon Footprint is 50 % of Humanity's Overall Ecological Footprint and Its Most Rapidly-growing Component
- Reducing Humanity's Carbon Footprint is the Most Essential Step We Can Take to End Overshoot and Live on Earth.

Source : 2003-2009 Global Footprint Network

Carbon Disclosure Project

- The Carbon Disclosure Project is an independent not-for-profit organization which holds the largest database of corporate climate change information in the world.

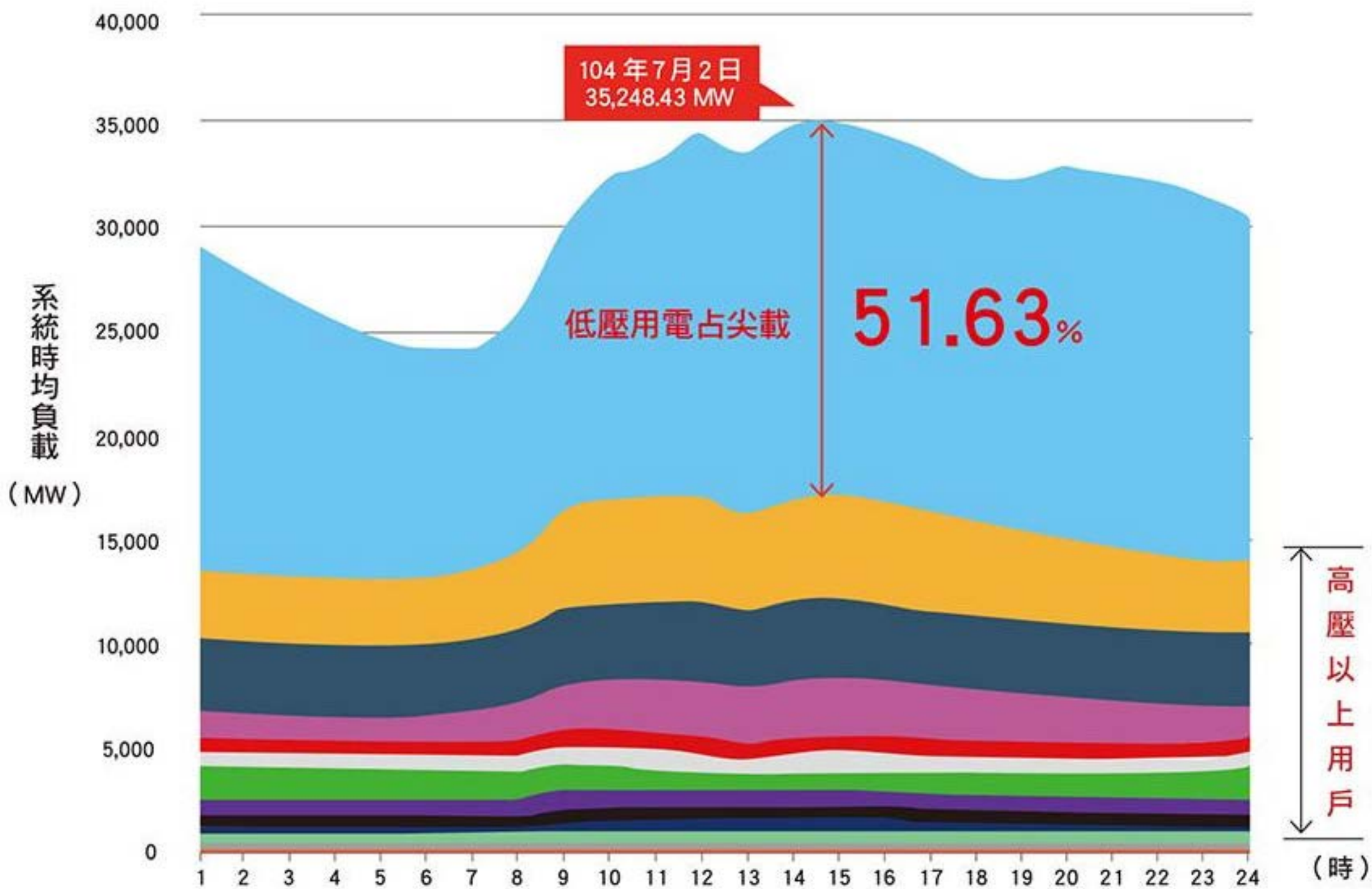
- Some international corporations are sending a strong message to their suppliers of the benefits in measuring and reporting greenhouse gas emissions and have selected the Carbon Disclosure Project as the standard system for suppliers to report through.

Source: Hsu, Jyh-Yih (2009), TOWARDS A LOW-CARBON ECONOMY

「台灣碳標籤」意涵說明

數字，代表「碳足跡」，係產品生命週期所消耗物質及能源，換算為二氧化碳排放當量。
135g
CO_2
愛大自然的心，減碳＊酷＊地球，及落實綠色消費，與邁向低碳社會。
綠葉，代表健康、環保。

2015年台電系統夏日尖峰負載圖



資料來源:陳群元。住商型簡易時間電價正式上路。台電月刊。

能源需求端管理國外經驗

- 加州是全世界電力需求端管理施行的先驅，其能源政策規劃未來所有**新增電力需求尖峰負載的50%，必須來自需求端**能源效率的提升。

- Demand-side management remains the centerpiece of California's energy policy. Over the coming decade, California plans to meet 30 percent of the state's incremental electricity demand and 50 percent of its peak demand with (DSM) programs.

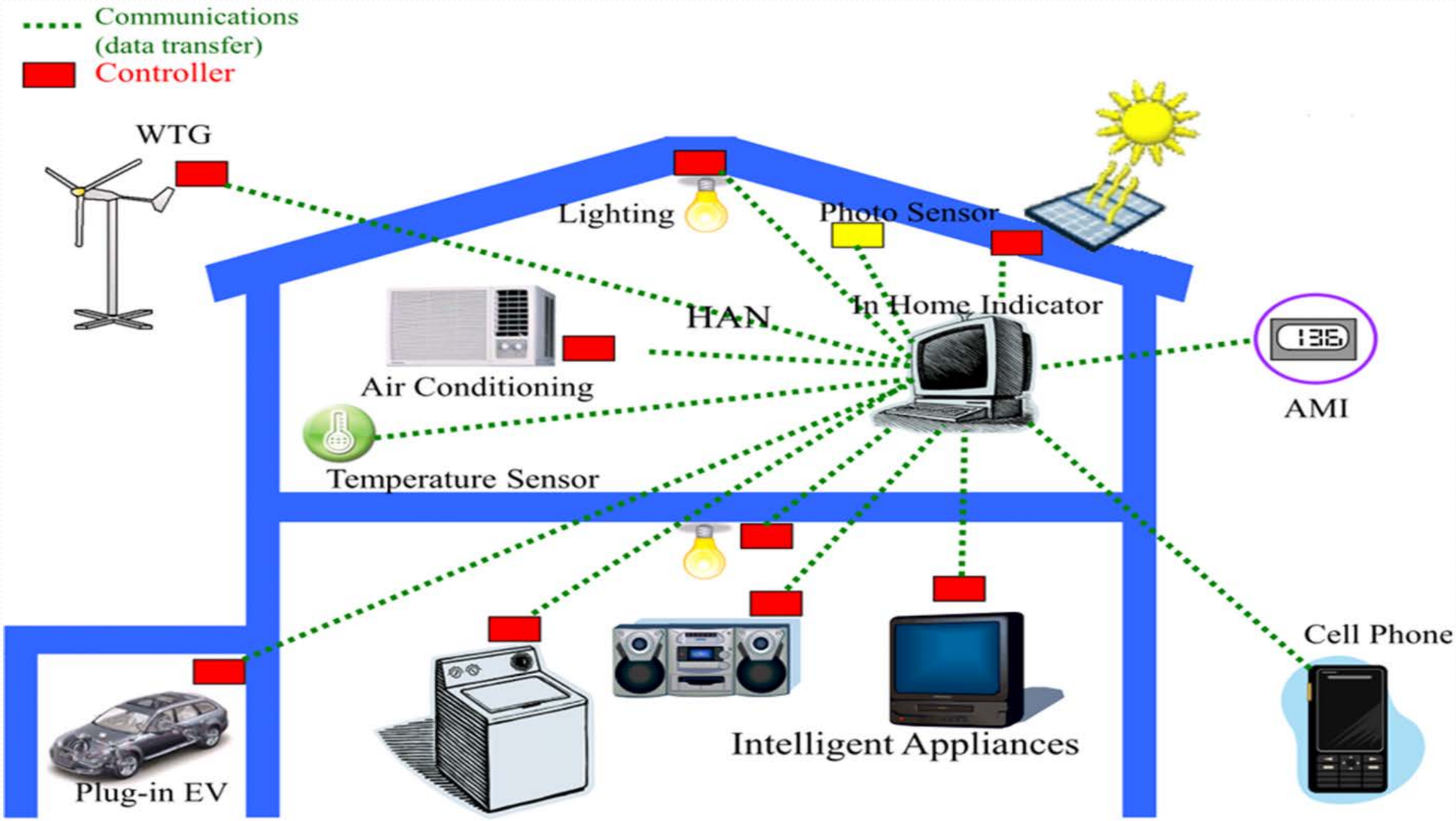
EMS 能源管理系統

- **能源管理系統（Energy Management System, EMS）**，可用於監控各種環境之電器設備，包含空調、電燈、電力傳輸、灑水器與節能管理設備等，用於實施集中監控與能源管理。

- **EMS 可解決控制、管理、維護和能耗等問題，有助於社區及工廠之所有電器設備之保養與維修**。它可隨時監控設備之運行狀況與提高整體管理水準，良好的管理方式可延長電器設備之使用壽命、節省開支。在設備故障與各種監視狀況發生時，系統可即時發出警報，方便管理人員監控與維護，使得損失降至最低點。並且針對於老化而開始變成高能耗的設備，也可通知管理人員進行更換。

資料來源：曾憲威、李揚漢、顏良祐(2014)「節能監控系統應用」,科學月刊532期4月號。

需求端管理發展趨勢 (1/3)



需求端管理發展趨勢 (2/3)

- 智慧電錶(Smart Meter)
- 智慧電錶 + IHD (In-Home Display)
- 智慧電錶 + IHD + HEMS (Home Energy Management System)
- **智慧電錶 + IHD + HEMS +DR+ DG** (Distributed Generation)
  - 需量反應(Demand Response, DR)包括時間電價、尖峰彈性電價、尖峰回饋電價、即時電價等
  - DG包括小型再生能源(PV)與儲能電池系統 (Battery Energy Storage System, BESS)、電動車(Electrical Vehicle, EV)等

需求端管理發展趨勢 (3/3)

- 住商部門用電特性具「**主體小**」、「**用戶多**」、「**組成雜**」之特性，歐美先進國家透過用戶群代表(aggregator)，發揮「聚沙成塔」的效果，針對目標市場，集結眾多小用戶成為一個「**虛擬的大用戶**」，配合電力公司於尖峰時段或關鍵尖峰時段降低需求負載
- 透過用戶群代表，可落實需量反應、即時電價(Real-Time Pricing, RTP)方案之推動，藉由智慧型電能需求端管理系統，在符合DR電價誘因之供需雙向即時撮合下，Aggregator如同掌有一群「螞蟻雄兵」所形成的「**虛擬電廠**」(virtual power plant) ，能舒緩供電可靠度危機與尖峰負載壓力

積極推動智能社區發展

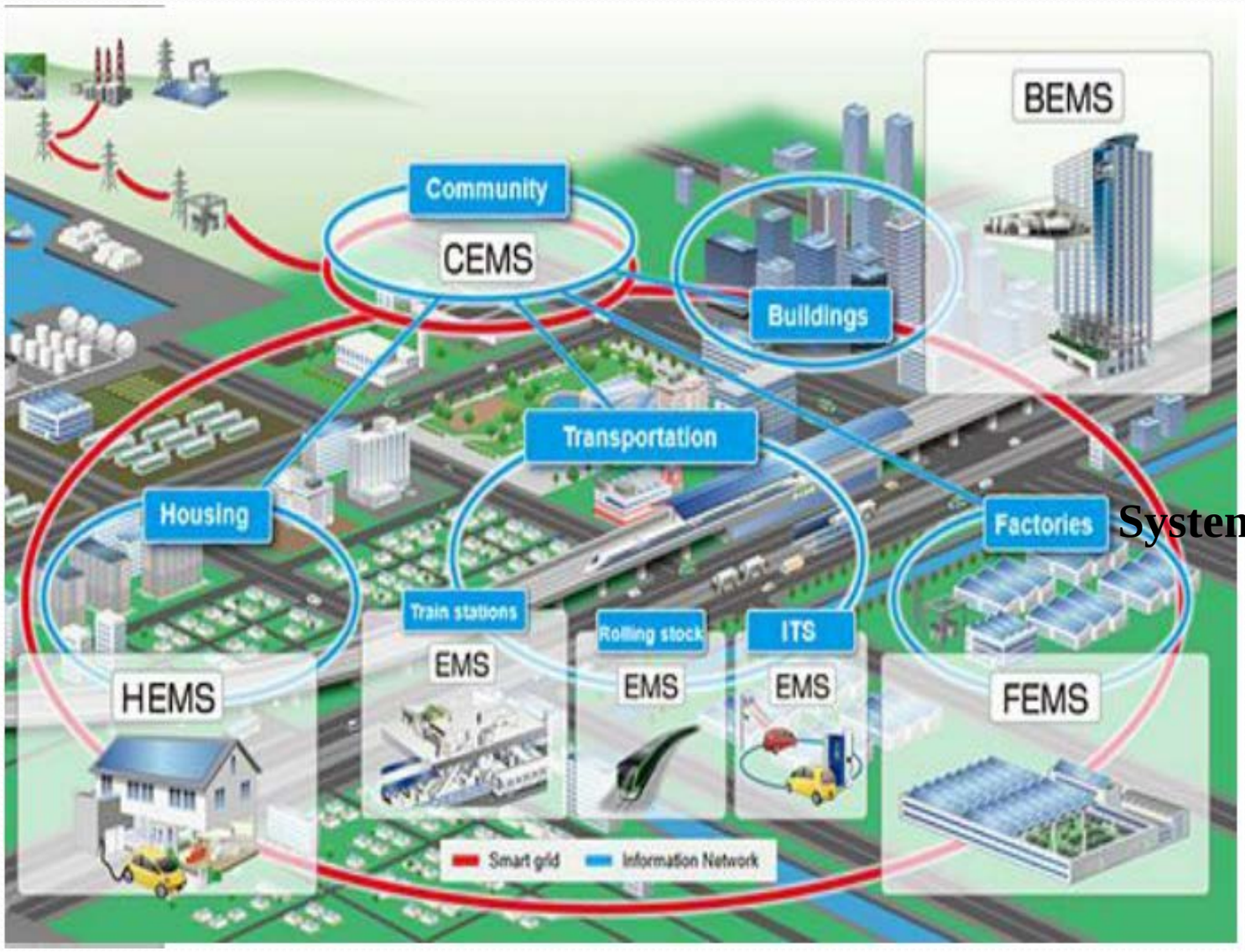
- 各國積極鼓勵產、官、學、研針對智慧城市發展，**整合ICT、能源、運輸領域提出創新解決方案**，以解決交通壅塞、空氣污染、與高耗能成本等問題，進而達成更順暢的交通、更乾淨的城市環境、以及更有效率的能源利用。

- 國外針對居住環境積極發展智慧社區及智慧城市。如日本2010年至2014年發展4座Smart Cities，德國能源村，法國電力公司EDF(Electricité de France)之Sustainable Cities計畫等，均有相當成效。

資料來源：陳瑞鈴(2016),「從智慧綠建築邁向永續智慧綠社區」,內政部建築研究所,10月24日、ec.europa.eu(2015)

推動能源轉型 落實永續發展

➢對於電力市場的新參與者，可以創客精神整合供需雙方的分散式電源、各種能源管理系統（包括HEMS、BEMS、CEMS、FEMS）、加上儲能設施（包括電動車），以「虛擬電廠」營運模式，開創出電力市場的藍海策略。



HEMS:
Home Energy Management System

BEMS:
Building Energy Management System

CEMS:
Community Energy Management System

FEMS:
Factory Energy Management System

資料來源：許志義、柳育林，〈電業法修正後綠能業者發展契機〉，資策會產業情報研究所(MIC)-Green ICT Program 出版，2017。

資料來源：http://www.mitsubishielectric.com/company/environment/business/information/index.html

國內智能社區創新示範

- 106年永續智慧社區創新實證示範計畫：智慧應用服務及相關智慧基礎設施建置作業共計5類19案

住宅社區類

台電智慧綠社區計畫

大專院校類

國立成功大學
國立中央大學
國立臺北商業大學
國立雲林科技大學
國立臺灣科技大學
國立臺北科技大學
國立中興大學
國立彰化師範大學

園區類

金門國家公園永續智慧園區
文化部台中文化創意產業園區

偏鄉離島類

金門縣智慧觀光
澎湖縣永續智慧三角示範區

其他類

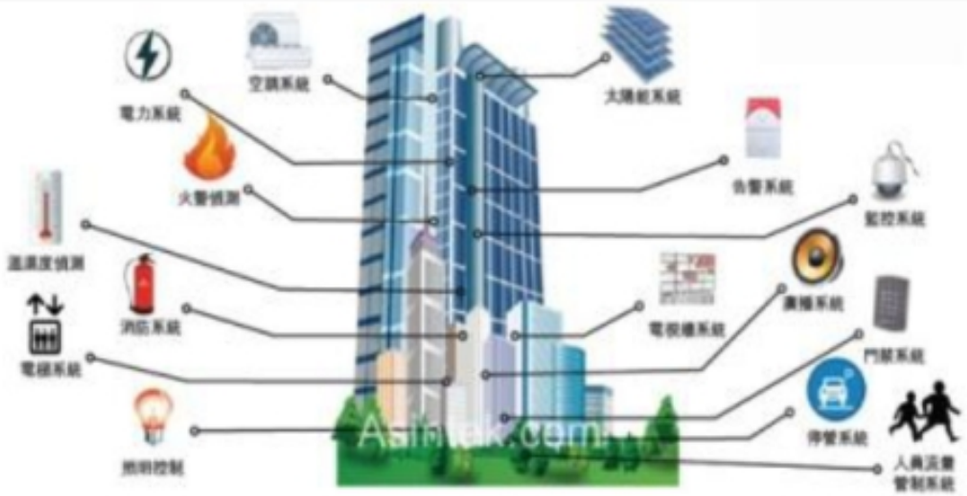
臺東縣智慧友善園區計畫
桃園市科技工業園區智慧場域發展計畫
桃園市復興區觀光場域智慧資訊串聯計畫
臺南市公共自行車智慧化整合示範計畫
高雄市生態交通智慧社區示範計畫
宜蘭縣中興文化創意產業園區 - 智慧應用計畫

智慧應用服務

智慧社區管理
能源管理
公共資訊服務
生活服務
健康與照護
安全防災
遠距教學
交通與停車

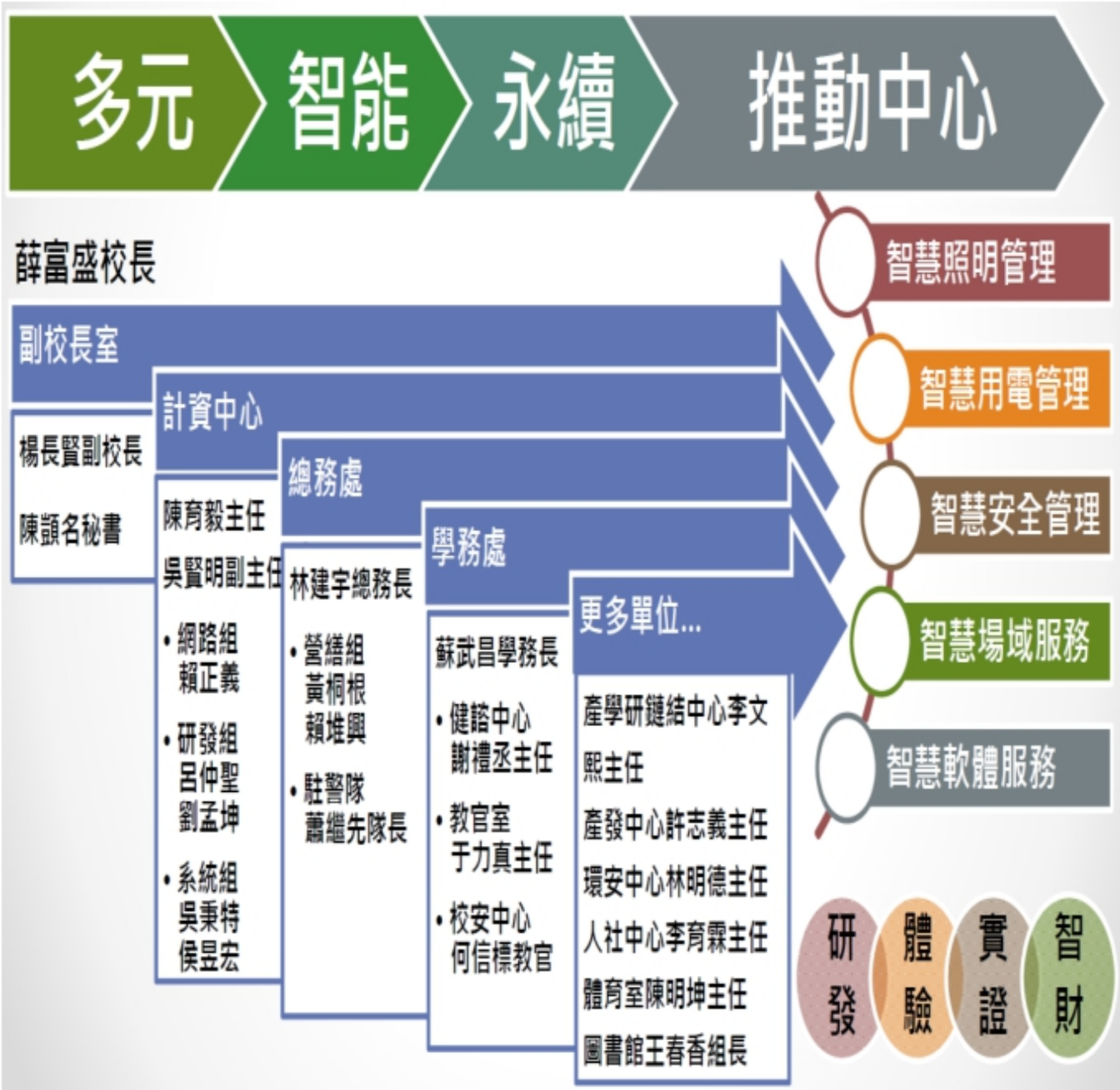
智慧基礎設施

建築自動化
寬頻網路
智慧監控
雲端科技
智慧電眼



資料來源：羅時麒(2017),「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案概述」,內政部建築研究所,3月21日。

興大智慧社區(校園)建置計畫



1.智慧路燈管理

◆ 可依時序、群組控制之自動點滅路燈系統

2.智慧用電管理

◆ 校區建築物智慧能源管理、校園電力設施整合管理

◆ 智能節電空間管理(會議室)

3.智慧安全管理

◆ 整合智慧電子圍籬、監視器，人員安全監控系統

4.智慧交通服務

◆ 自動辨識之校門車輛通行管理系統

5.智慧生活服務

◆ 手機APP接取校園生活資訊服務系統

- 健康步道空氣感測系統

6.網路建設及雲端平台配套措施

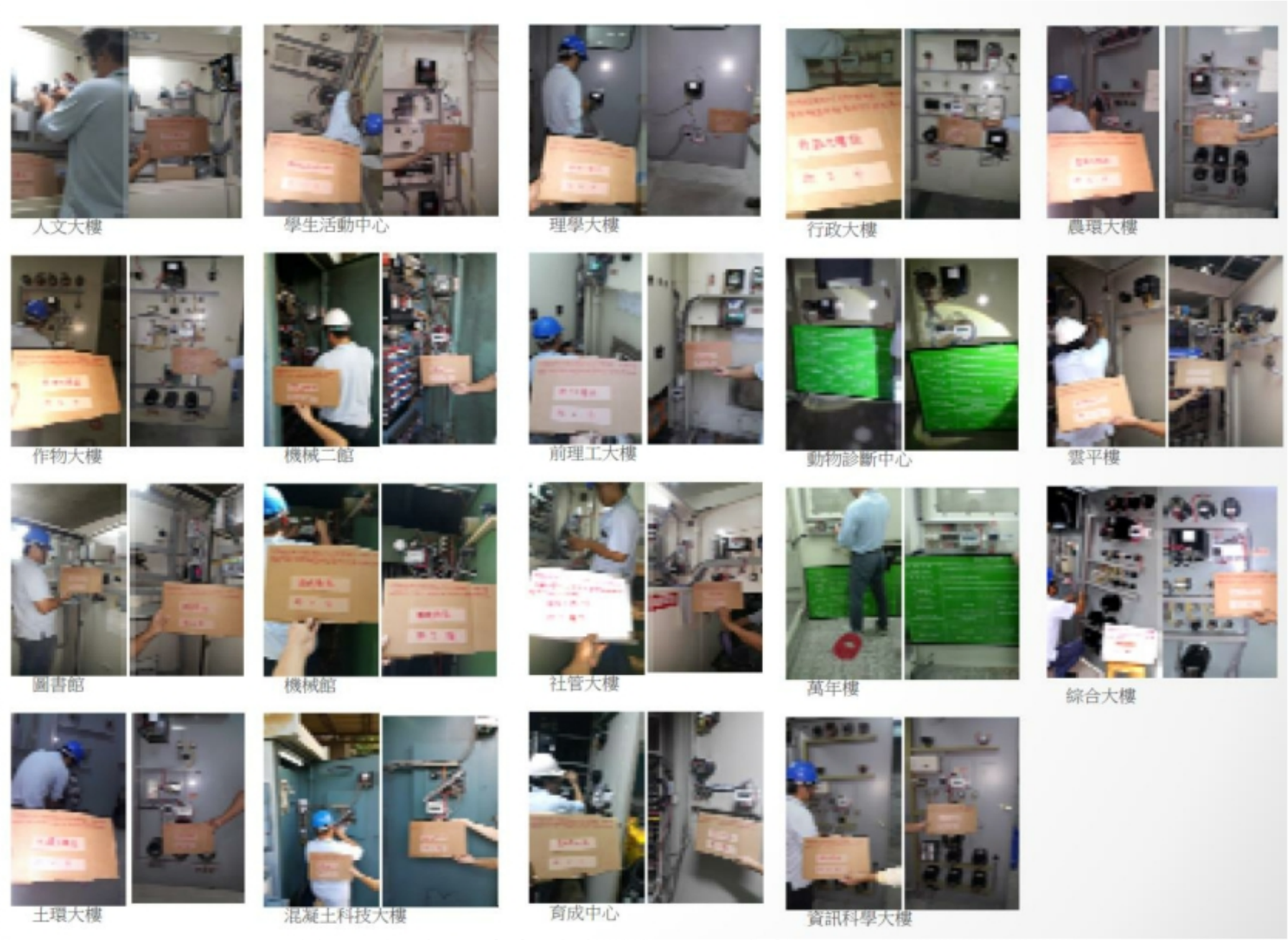
◆ 校園寬頻網路、無線網路、防火牆、雲端虛擬桌面、網路負載平衡、資安防護等

資料來源：中興大學-多元智能永續校園建置計畫 http://nchu-smart-campus.nchu.edu.tw/

興大智慧社區(校園):智慧電能管理 (1/2)

目前已建置**智慧數位電錶及智慧能源管理平台**，對各用電單位之即時用電需量加以監控，避免超出原訂之契約容量

- **71棟大樓124電錶**，監測即時數據做為節能運轉分析依據。
- 第一年佈建25個智慧電錶，14個LoRa控制器(物聯網傳訊技術)。
- 第二年佈建**99個智慧電錶，198個LoRa控制器**。



佈建智慧數位電錶

資料來源:中興大學-多元智能永續校園建置計畫http://nchu-smart-campus.nchu.edu.tw/

興大智慧社區(校園):智慧電能管理 (2/2)

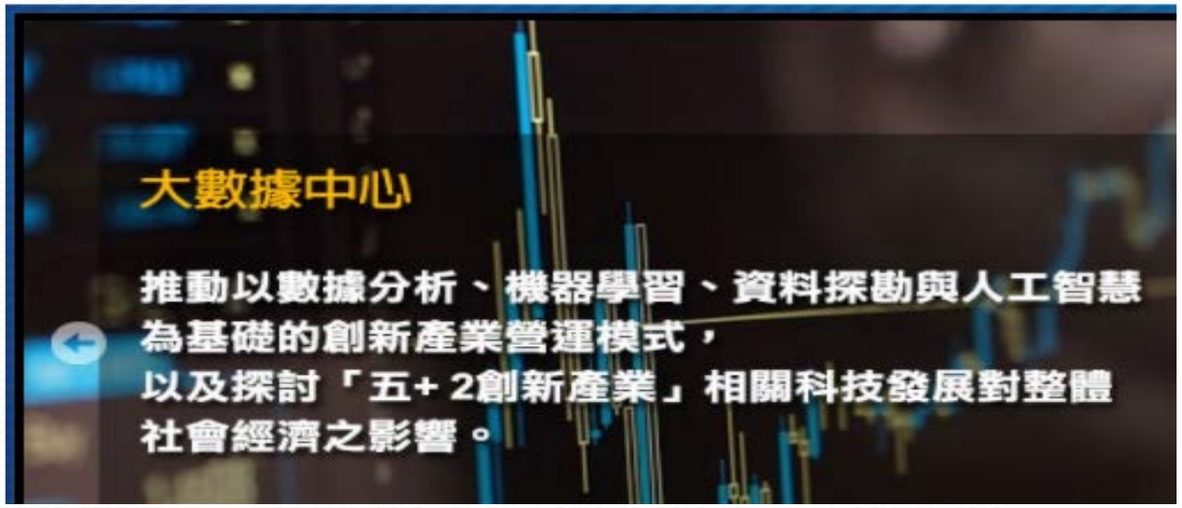
- 校園設置太陽能光電發電系統，也是本校積極進行用電管理策略之一。
- 惠蓀堂已安裝發電374KWp(1峰瓩約可發3~5度電)
- 招標中的4棟大樓預估462KWp
- 第三波有4棟大樓預估287KWp
- 第四波有9棟大樓預估1061KWp

校園設置太陽能光電發電系統:惠蓀堂

資料來源:中興大學-多元智能永續校園建置計畫http://nchu-smart-campus.nchu.edu.tw/

應用實例：中興大數據中心太陽能源開放資料

大數據中心
BIG DATA CENTER



太陽能源開放資料

查詢條件　資料來源縣市 全部　查詢年度-月份 全部　查詢

全部
彰化竹塘
高雄岡山
雲林土庫
嘉義大林
雲林斗南
金門金湖
雲林斗南
嘉義義竹

© 2017 國立中興大學 National C ersity

成果發表

- 再生能源大數據開放資料平台介紹
- 再生能源大數據開放資料平台（太陽能源開放資料約150萬筆）
- 再生能源發電大數據分析範例展示一
- 再生能源發電大數據分析範例展示二

最新開放資料

- 太陽能源開放資料(1,498,996)

資料下載　請選擇下載欄位　下載

csv
excel
json

#	資料來源縣市	日期		日照值 (W/m2)	模板溫度 (°c)	AC功率 (kW)	發電量 (kWh)	PV Output power (kW)
1	金門金湖	2015-01-01 0		0.0	11.0	0.000	83755.7	0.0
2	金門金湖	2015-01-01 05:05:00	00000000	0.0	11.0	0.000	83755.7	0.0
3	金門金湖	2015-01-01 05:10:00	00000000	0.0	11.0	0.000	83755.7	0.0
45	金門金湖	2015-01-01 08:40:00	00000000	242.0	14.0	39.850	83785.0	40.9
46	金門金湖	2015-01-01 08:45:00	00000000	258.0	15.0	31.297	83787.9	32.1
47	金門金湖	2015-01-01 08:50:00	00000000	265.0	15.0	43.539	83791.9	44.7
48	金門金湖	2015-01-01 08:55:00	00000000	277.0	16.0	45.656	83795.7	46.6
49	金門金湖	2015-01-01 09:00:00	00000000	301.0	16.0	49.340	83799.7	50.5
50	金門金湖	2015-01-01 09:05:00	00000000	304.0	16.0	49.326	83803.8	50.4

第1頁 共70頁　每頁顯示 50 筆　‹ 1 2 3 4 5 ... 70

© 2017 國立中興大學 National Chung Hsing University

資料來源：中興大學大數據中心http://bigdata.nchu.edu.tw/

智能社區與能源管理系統主旋律

- 智慧家電、智慧建築、HEMS、BEMS、CEMS、FEMS為物聯網大數據時代國際潮流之發展趨勢。
- 藉由致能科技(Enabling Technology)體現用戶賦權(Customer Empowerment)。創造更多公民參與(Citizen Engagement)智能社區的機遇，並以多元商業模式，包括群眾外包(Crowd-Sourcing)，提供消費者選擇價值，同時培植新創產業與就業機會，達成「創能、儲能、節能」之目標。
- 政府有關單位推動智能社區發展過程中，兼顧各面向進行規畫與協調，建立良好的公私伙伴關係(Public–Private Partnership, PPP)，激發民間業者原本具有的活力與創意，積極投入發展智能社區與能源管理系統應用服務。

智能社區與能源管理系統整合

- 物聯網時代，資料探勘與大數據應用普及，智能社區與能源管理系統應用服務時機日益成熟。
- 智能社區透過ICT整合電力(包含用戶端之HEMS、DR、PV系統、**電動車與儲能系統**等)、水、瓦斯、空調、熱泵等能源管理系統控制，建構全面智慧化能源資源網，分析即時用量資訊，達成智能社區能源需量控制，可視需求預先調配各種能源，減少資源浪費，化解缺電危機，舒緩溫室效應全球氣候變遷威脅。

應用實例：TEPCO

- TEPCO Launched new service Aug 2017

TEPCO Smart Home
*"Keep your family secure even though **you** maybe far away"*

Point 1: Notification when something "unusual" occurs
Point 2: Visualising the daily life of your loved ones on your smart phone
Point 3: "On demand" personal visiting service when you cannot (up to 2 visits per year included within your Plan)

Service fee: 790 TWD/month (24 month contract)

https://goo.gl/qy55sb

資料來源：Josh Honda(2017),"Converting Energy Data into Value-Add Services by high resolution Disaggregation", DSM Taiwan 2017 International Conference
https://www.youtube.com/watch?v=JBEVR02Jvh4&feature=youtu.be, https://www.amazon.com/Amazon-Echo-And-Alexa-Devices/, http://www.tepco.co.jp/en/index-e.html

電業創新服務模式

- **Google旗下的智慧家庭公司-Nest**

- 「羊毛出在狗身上，豬來付錢」電力創新服務模式
- Nest與愛爾蘭最大電力公司Electric Ireland合作，只要民眾和愛爾蘭電力公司簽定兩年合約，即可獲得免費的Nest智慧溫控器(原價249美元)，且Nest還會派人免費到府安裝。
- 可見用戶用電資料之價值超過Nest 智慧溫控器的硬體設備。

Source: https://nest.com/thermostats/nest-learning-thermostat/overview/

電業創新服務模式
「羊毛出在狗身上，豬來買單」

●例如：運用在冷氣、熱泵、洗衣機等家電的「智能插座」

羊:用戶

與過去用電方式一樣，每個月照常付電費，但免費得到智能插座。

狗:智能插座廠商

賣出智能插座，獲得利潤，也提高市占率。

豬:電力公司

吸收了智能插座設備費用，但透過分析資料，能和電力公司簽定有利的電價優惠合約而獲利。

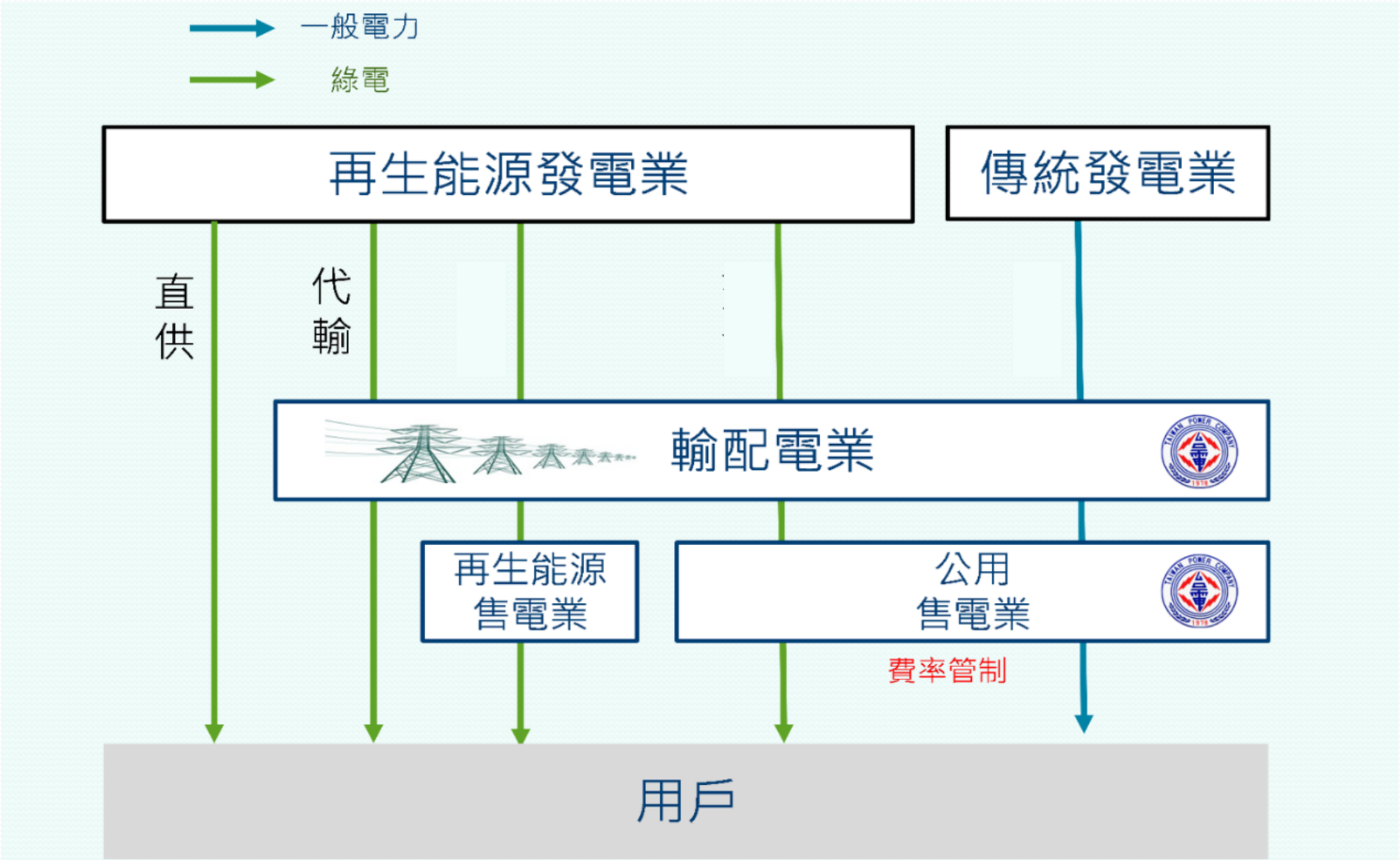
豬:用戶群代表 (Aggregator)

吸收了智能插座設備費用，但吸收了智能插座設備費用，但獲得了用戶數據，設計「雙贏」電價，增強用戶忠誠度。獲得了用戶數據，設計「雙贏」電價，增強用戶忠誠度。

圖片來源：http://www.wpgholdings.com/hotchannel/program_detail/zhtw/smart_home/F0190, http://ihomeaudiointl.com/experience/smarthome/

四、能源轉型的政策

電業法修正案之電力市場架構示意



資料來源：經濟部能源局，MIC整理，2017年7月

本次電業法修正的重點「綠電先行」，就是在一至兩年半內，開放再生能源市場至少四種營運模式：

1. **直供**：由再生能源發電業直接配置專線供給用戶，但超過政府設定之門檻者需提供備用容量。現階段擬議中之門檻值，陸域風力為10MW，離岸風力為20MW，其他再生能源為5MW。
2. **代輸**：再生能源發電業透過台電電網傳輸給用戶，並支付合理的電網傳輸費。
3. **再生能源售電業收購**：開放再生能源售電業，銷售綠電給用戶。
4. **公用電業收購**：依政府核准之再生能源躉購費率（Feed-In Tariffs，FIT），由台電統一收購。

Framework of Taiwan's Sustainable Energy Policy

- Objective
  - Win-Win-Win Solution for Energy, Environment and Economy
- Target
  - Improving energy efficiency
  - Developing clean energy
  - Securing energy supply

Source: MOEA website

Summary of Relevant Policies (1/3)

Policy Tools	Practices	Targeted Objects	Features	Effect
Direct Intervention	•State-own enterprise •Price control •Quantity control	• Industries with natural monopoly attribute	•Avoiding private monopoly or monopoly of key resources •Lack of market competition and incentives •Against free-market spirit	High
	•Emission standards	•Firms with substantial pollutant	•Easily applicable. •Lack of incentives for R & D and technology improvements •Government monitor needed	High
Education and Information Disclosure	•Polluter-pays principle •Environmental education •Pollution informati on disclosure	•All citizen •Professional personnel	•Enhancing environmental awareness/knowledge •Long-term effect	Low

Source :Jyh-Yih Hsu (1998)Review and Outlooks of Environmental-Economic Issues.

Summary of Relevant Policies (2/3)

Policy Tools	Practice	Targeted Objects	Features	Effect
Incentive system	Levying tax	•Firms •Emitters	•May cause prevailing objection easily. •No guarantee to achieve the level of pollutant reduction standards •Difficulty for setting optimal tax	Medium
	Financial incentives scheme	•Specific industries •Specific firms	• Ex-Ante award incentives •Government needs to shoulder the private investment risk in advance •Crowding-out effect of governmental funds •Favorable rate for investment loan	Low
	Tax incentives scheme	•Specific industries	•Ex-post award incentives •Tax deduction •Accelerating discount rate for investment •No crowding-out effects of capital funds	Low
	Transferable emission permits	•Specific industries	•Reflecting emission cost on the price of pollution warrants •Minimizing the emission cost through market mechanism •Difficulty for setting the permission quotas to firms.	High

Source :Jyh-Yih Hsu (1998)Review and Outlooks of Environmental-Economic Issues.

Summary of Relevant Policies (3/3)

Policy Tools	Practice	Targeted Objects	Features	Effect
RDD&D	•Existing/new control technology RDD&D •Training •Patent protection •Commissioned research project •Joint collaboration	•Knowledge intensive industry/sector •R & D personnel	•Needing sufficient funds and manpower •Difficulty for short term effect	Medium
Rulemaking	•Developing regulatory measures •Modifying existed regulations	•Policy and law	•Lengthy legislative process •Lobby group	High

Source :Jyh-Yih Hsu (1998)Review and Outlooks of Environmental-Economic Issues.

Other Policy Tools (1/2)

- Target for Quantity (command and control policies)
  - CO_2 emission cap (bubble, grandfather's rule)
  - Electricity generation capacity target for renewable energy
  - Standards for EER（energy efficiency ratio）, green buildings, strategic fuel reserve, etc

Source: Hsu, Jyh-Yih (2009), Policy for Sustainable Energy Development.

Other Policy Tools (2/2)

- RDD&D(Research, Development, Demonstration and Deployment)
- Education & Dissemination
- Information Disclosure
- Direct Investment and Management by Government

Source: Hsu, Jyh-Yih (2009), Policy for Sustainable Energy Development.

Energy/Carbon Tax (1/2)

- Covers Most Walks of Society
- Different Tax Level for Different Countries (e.g. Exchange Rate, Tax Level, Money Purchasing Power)
- Maybe Against Distributed Equity
- Carbon Pricing Is Certain in Short-Run

Source: Hsu, Jyh-Yih (2009), "Policy Towards a Low-carbon Sociality"

Energy/Carbon Tax (2/2)

Advantage

- Double dividends.
- Encouraging energy saving industry.
- Adjusting Long-term industrial structure.

Disadvantage

- Difficult to adjust for short-term industrial structure.
- May influence the affordability of low-income households.
- Difficult to set the optimal tax rate and to meet the cap by Kyoto Protocol and Paris Agreement.

Source: Hsu, Jyh-Yih (2010), "The promotion and impact of Energy/Carbon tax ".

五、結語:循環經濟、綠色經濟

以電力服務大數據智慧揭露推動能源轉型

- 蔡英文總統曾提出成立物聯網國家隊，並主張不大幅調漲電價之能源與綠色產業政策，積極推動能源轉型(包括綠能與節能)。
- 前行政院長張善政曾積極宣導智慧揭露之公開資訊措施，鼓勵企業界推出貼近消費者的智慧型創新服務，實為推動經濟轉型重要方針。
- 相關單位應積極推動大數據智慧揭露（如綠色按鈕App），讓電力用戶掌握自身用電資料與習慣，有效選擇DR與節電省錢方案，大幅降低供需雙方資訊不對稱及整體社會的交易成本。
- 電力用戶亦可委託專業第三方推薦量身打造的方案，降低用電支出，亦可紓解電源短缺，與電力公司、社會共創「三贏」。

圖片來源: EPRI(2017),The Integrated Energy Network

大數據導向的願景:智慧能資源網

圖片來源: EPRI(2017),The Integrated Energy Network

再生能源大量併網之需求面管理對策

- 廣義的電力需求面管理範疇，包含
  - ✓ 用戶端之**PV**系統、電動車與儲能系統等
  - ✓ 因此電動車夜間充電**(**包括快充與慢充設備及充電　管理系統**)**之相關規劃與配套措施，亦需同步整合

- 為因應未來電網設備資訊高度整合之需要，應聚焦之範疇如下：　智慧儲能系統整合需量反應服務**(**包括卸載控制與即期負載預測、 卸載流程與控制策略等**)**、能源資訊分析與資訊安全管理**(**包括即 時性能源資訊分析與異常行為偵測、資料加解密、通訊安全等**)**

- 電能需求面管理透過先進讀表基礎建設**(AMI)**架構下用戶端的巨 量用電資訊，能夠進行大數據導向需量反應與節能服務，是資料 探勘**(Data Mining)**的新典範。

電力物聯網與大數據策略思維

- **儀表數據管理系統 (Meter Data Management System, MDMS)**
  - ✓ 是指對智慧計量系統提供巨量數據進行長期數據存儲和管理的系
  - ✓ 此系統中之大數據主要包括從管理先進讀表基礎建設(AMI)或自動抄表系統(AMR)收集的資料。
  - ✓ MDMS是組成智能電網(Smart Grid) 的基礎設施
- 各電力子系統整合成跨系統、跨領域，具供需彈性(Flexibility)、韌性(Robustness)、即時(Real-Time)、雙向(Web2.0)、互動(Interactive)，且邁向以需量反應、節能服務為優先之大數據導向為核心價值的生態體系。
- 藉由大數據的監測、模擬、診斷、預測、控制、最佳化，能精準掌握再生 能源之動態發電量、消費者動態用電量、輸配電系統即時電力潮流。

資料來源:https://en.wikipedia.org/wiki/Meter_data_management

電力物聯網與大數據策略思維

- 電力物聯網引發虛實整合能力，其重點在於:H2M、M2H、M2M、產業4.0 。
- 預測性維修（Predictive Maintenance）、停電範圍偵測、減少復電成本。
- 需求面管理強調供需整合資源規劃迴避成本(Avoided Cost)。
- 需量反應(Demand Response)、用電效率(Energy Efficiency)管理、智慧家電、智慧建築、HEMS、BEMS、CEMS、FEMS…，將隨技術演進而遍地開花。
- AMI、Smart Grid、電力物聯網架構下資訊安全Cyber Security，將成為 電力市場利害關係人面對的嚴峻課題與新的挑戰(亦即商機)。

Green Economy (1/2)

- The green economy is defined as an economy that aims at reducing environmental risks and ecological scarcities, and that aims for sustainable development without degrading the environment. It is closely related with ecological economics, but has a more politically applied focus. The 2011 UNEP Green Economy Report argues "that to be green, an economy must not only be efficient, but also fair. Fairness implies recognising global and country level equity dimensions, particularly in assuring a just transition to an economy that is low-carbon, resource efficient, and socially inclusive."

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Green_economy

Green Economy (2/2)

- A feature distinguishing it from prior economic regimes is the direct valuation of natural capital and ecological services as having economic value and a full cost accounting regime in which costs externalized onto society via ecosystems are reliably traced back to, and accounted for as liabilities of, the entity that does the harm or neglects an asset.
- Green Sticker and ecolabel practices have emerged as consumer facing measurements of friendliness to the environment and sustainable development. Many industries are starting to adopt these standards as a viable way to promote their greening practices in a globalizing economy.

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Green_economy

綠色經濟

- 綠色經濟是以市場為導向、以傳統產業經濟為基礎、以經濟與環境的和諧為目的而發展的一種**創新經濟形式**，是產業經濟為**適應人類環保與健康**需要而產生的一種發展狀態。

資料來源：http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E7%BB%BF%E8%89%B2%E7%BB%8F%E6%B5%8E

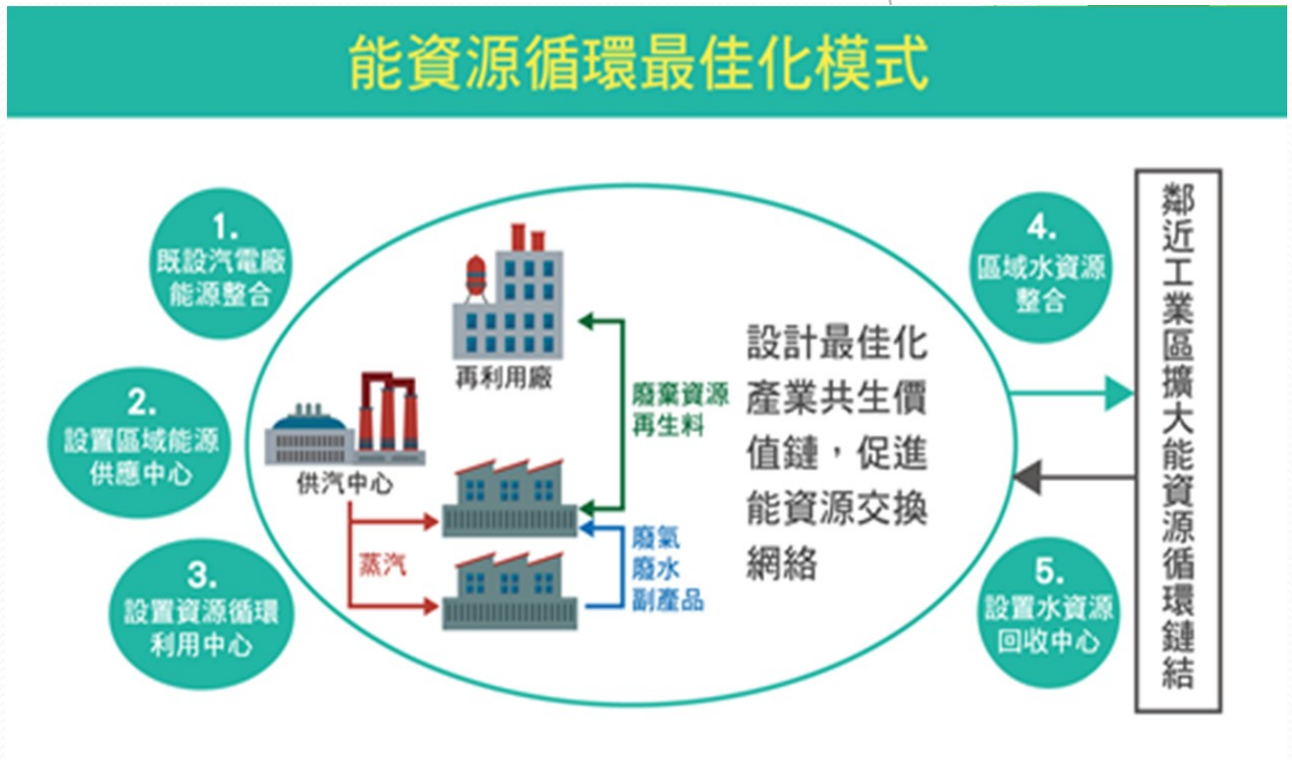
循環經濟 (1/3)

- 循環經濟是一個可恢復且可再生的產業體系：相較於線性經濟中產品「壽終正寢」的概念，循環經濟講求的是「再生恢復」、使用再生能源、拒絕使用妨礙再利用的有毒化學物質，並藉由重新設計材料、產品、及商務模式，以消除廢棄物，並使得資源能夠更有效率地被利用。

資料來源：http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5078544

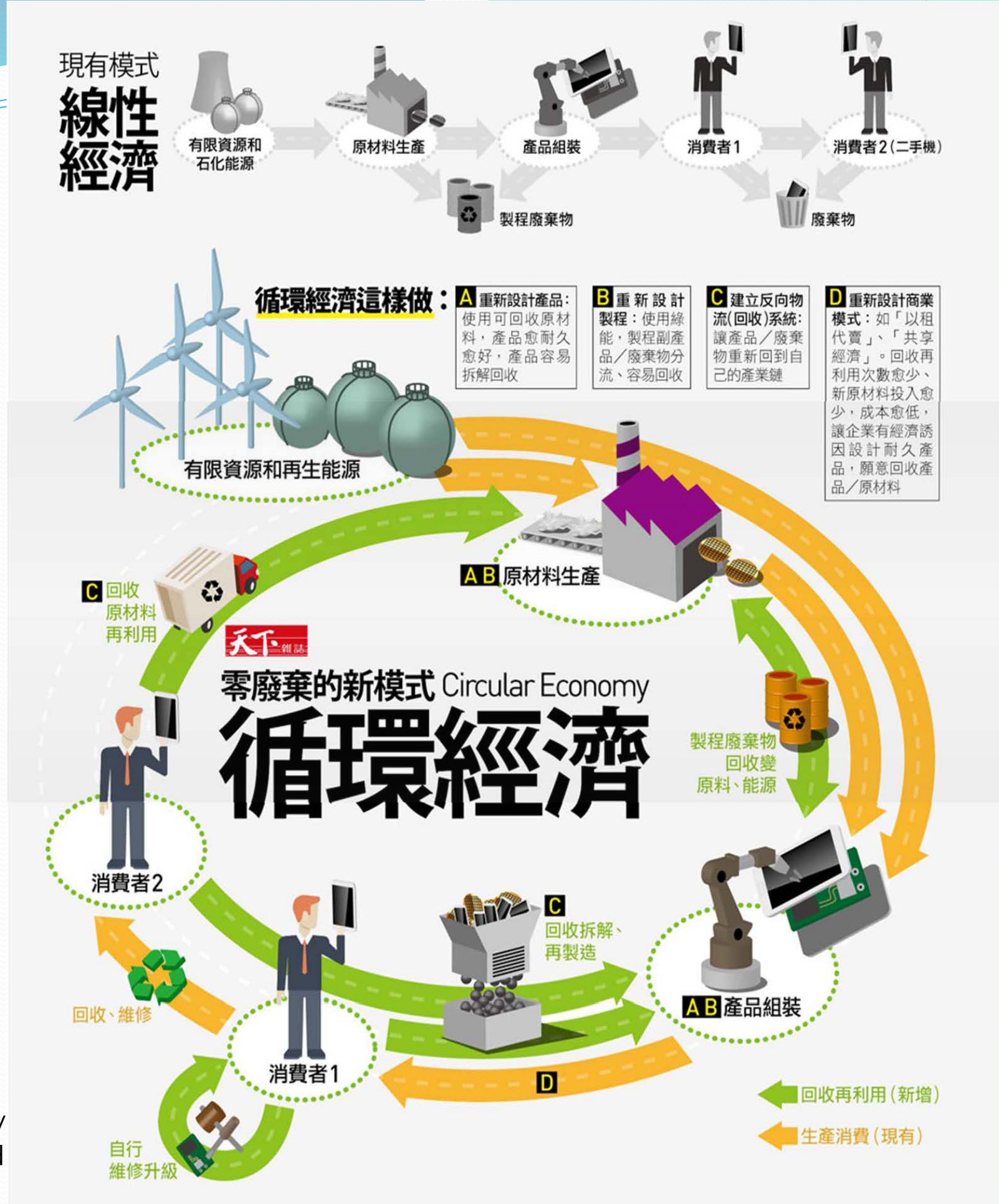
循環經濟 (2/3)

- 2016年麥肯錫顧問公司、世界經濟論壇與艾倫·麥克 阿瑟基金會共同出版的報告指出，循環經 濟可在五年內創造5億美金的淨收益、10萬個新工作，並節省1億噸的材料浪費；此外還有 讓全球每年省下1兆美元材料成本的潛力、在全球的回收製造業、歐洲的回收產業超過100 萬個潛在就業機會。
- 循環經濟概念-5R
  - Reduce（減少）
  - Reuse（再利用）
  - Recycle（可回收)
  - Repair（修理）
  - Recovery（回復）



資料來源：http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5078544

循環經濟(3/3)



資料來源：
http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5078544

結語：

管理大師彼得杜拉克說：

「一個偉大的企業，必然有建立一套新程序，拋棄一套舊程序的能力。」

期望同學們能夠建立新視野，了解當前能源轉型與相關科技發展的核心價值，落實台灣經濟與環境永續發展！

Q&A