

111年度南科園區廠商節水節能輔導委辦計畫
教育訓練-儲能系統建置與應用

氫能源與儲能

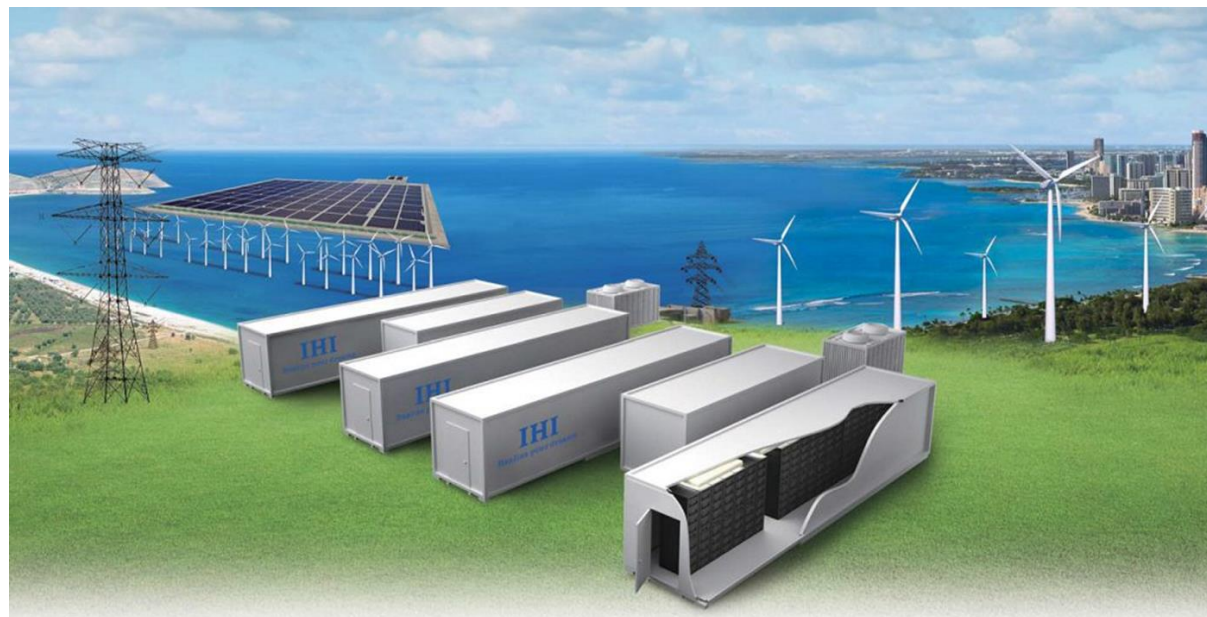
徐瑞鐘博士



國立成功大學能源科技與策略研究中心

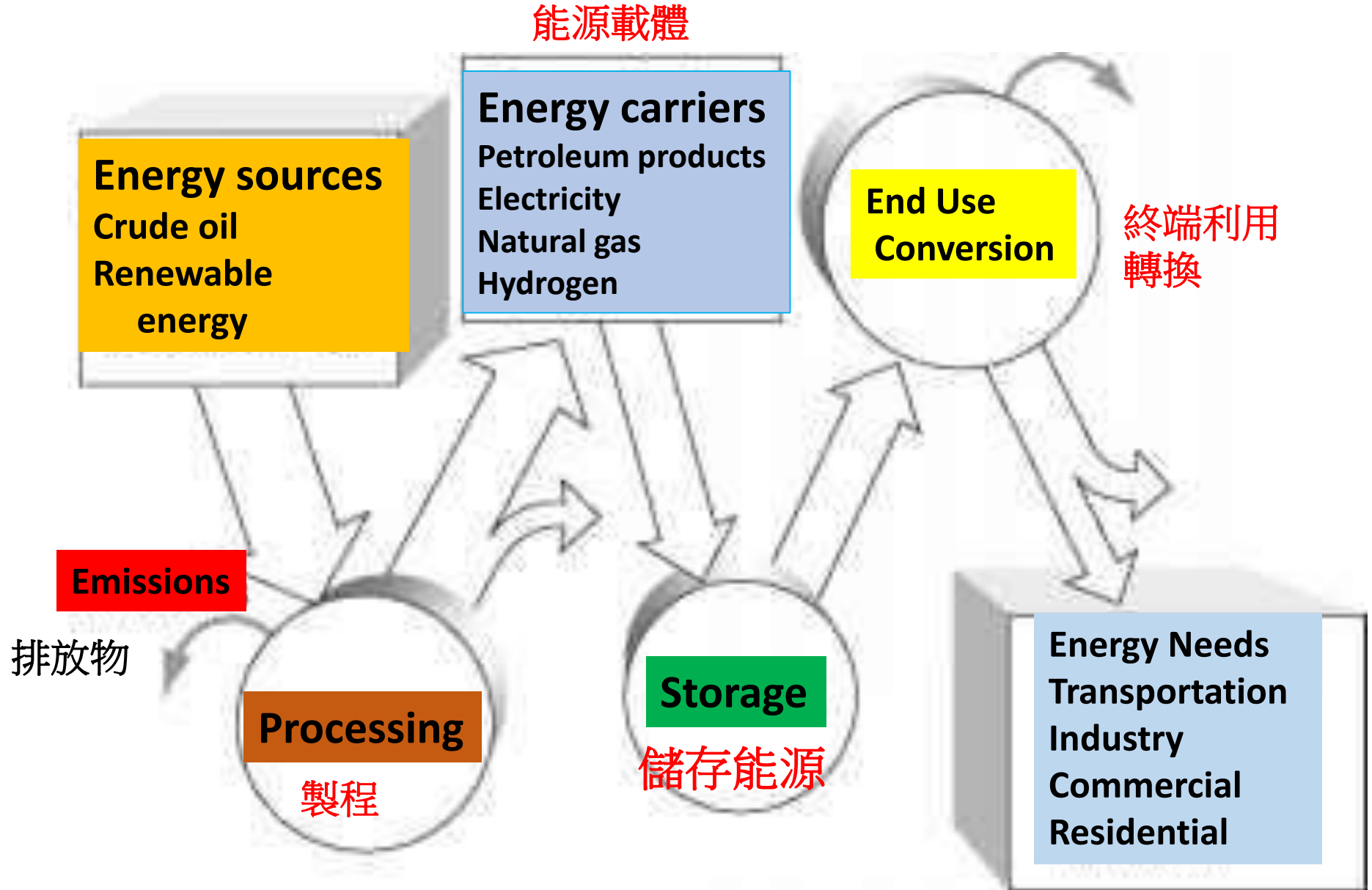
內容大綱

- 儲能在能源應用的重要性
- 各種能源儲存技術
- 產業儲能(電)的必要性
- 氫能源鏈
- 再生能源與儲能(氫)
- 氫能源的應用



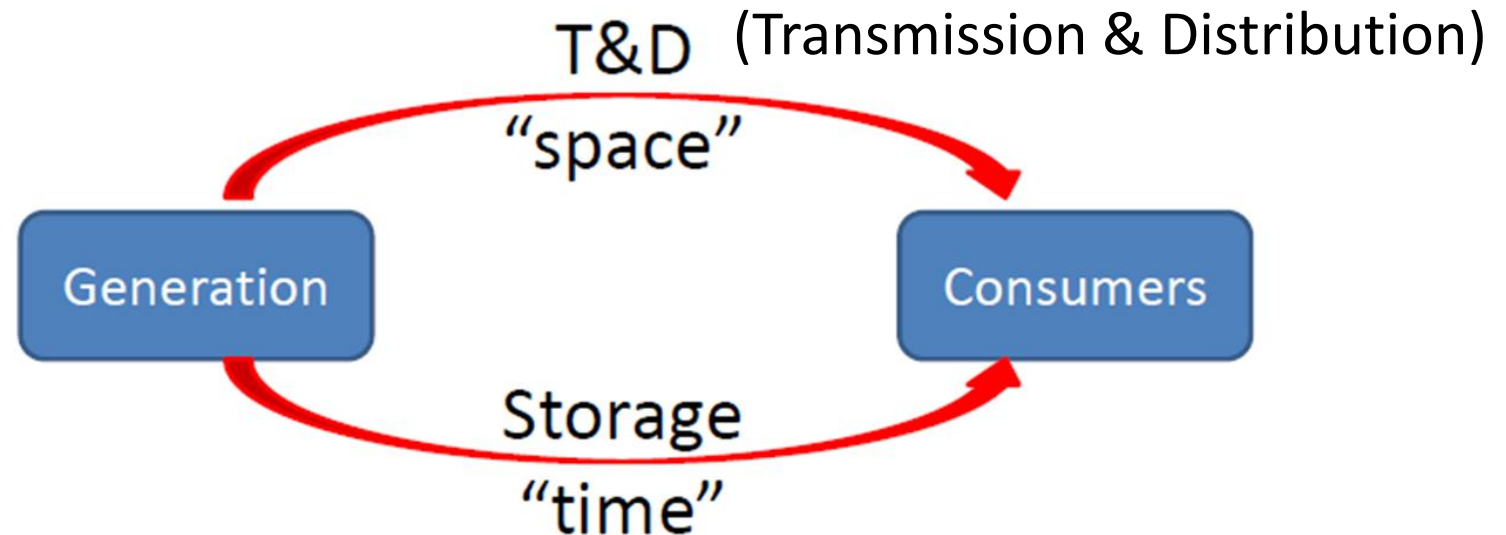
能源的轉換與利用

能源要從初級能源 (primary energy sources) 經由處理過程轉變成次級能源載體 (secondary energy carriers) 才方便使用, 例如煉油廠產製各種石化產品, 各種發電方法. 在利用過程中儲存能源是一個重要的步驟.



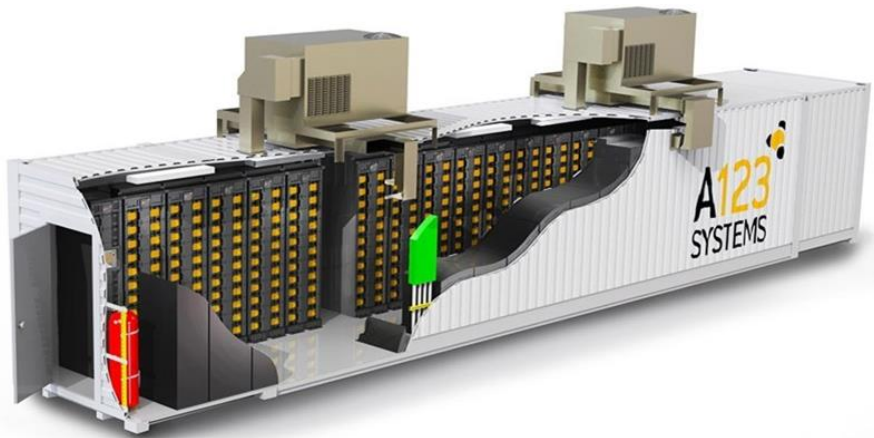
為何需要儲能？

- 生產和需求不能配合
- 在時間上平衡能源產生端和使用端的供需關係
 - T&D links Generation and Consumer in **SPACE**
 - T&D provide energy **WHERE** it is needed
 - Storage links Generation and Consumer in **TIME**
 - Storage provides energy **WHEN** it is needed



各種儲能技術

- 機械能: 飛輪(fly wheel), 壓縮空氣儲能(compressed air energy storage), 抽蓄水力發電(pumped hydro)
- 熱能: 顯熱/潛熱儲能(儲冰空調 ice storage A/C, 太陽熱能發電)
- 電能/電磁能: 超級電容(supercapacitor), 超導儲能(super conducting magnetic energy storage)
- 化學能: 氫氣(燃料電池 fuel cell)
- 電化學能: 電池(battery, 鉛酸電池, 鋰離子電池....)



電池儲能櫃



儲冰空調系統

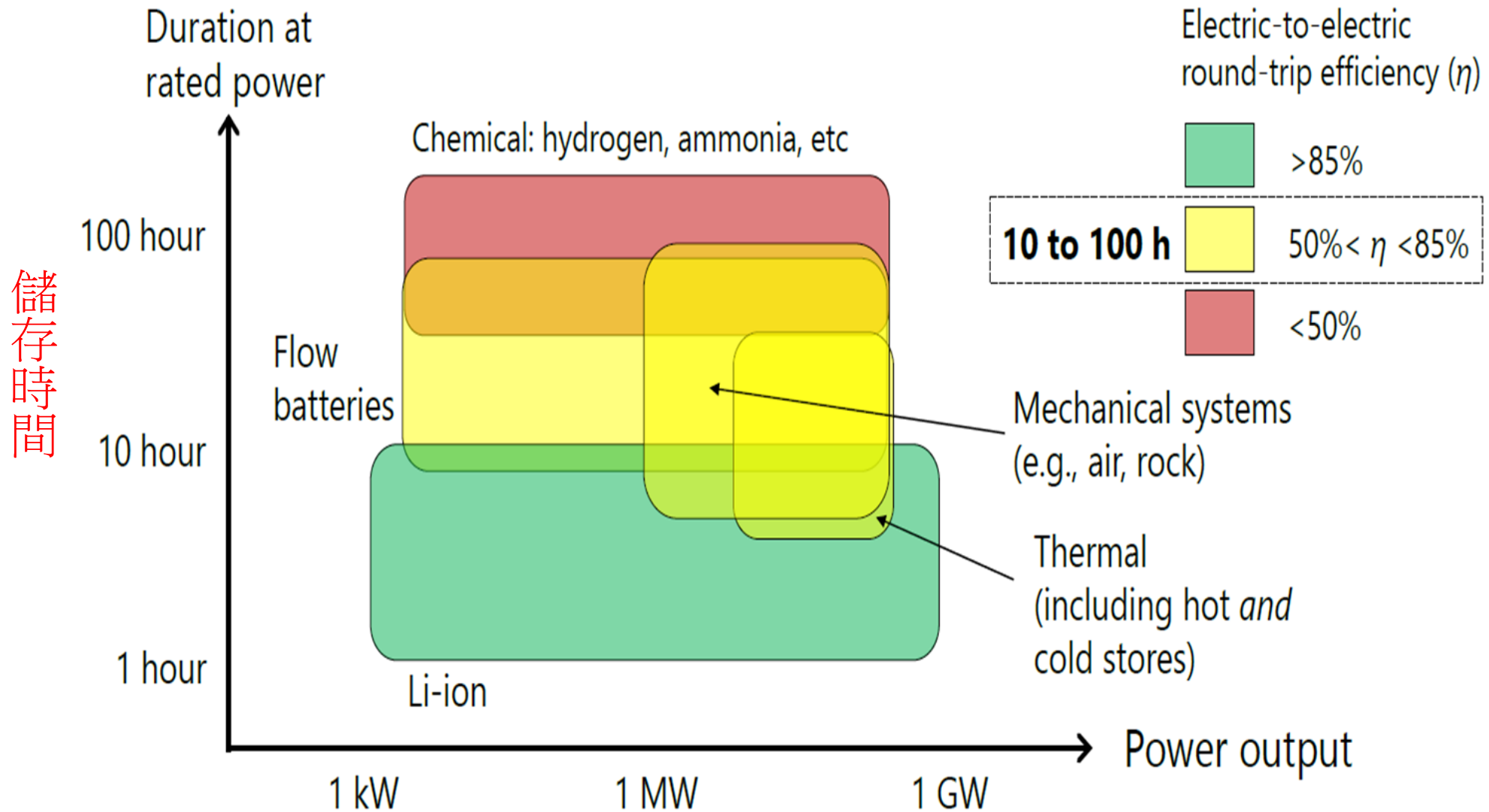


Mingtan Pumped Storage Hydro
Power Plant dam in Nantou, Taiwan

南投明潭抽蓄水力發電廠

大觀二廠：1,000MW/5,000 MWh (5小時)
明潭電廠：1,602MW/10,680MWh (6小時)

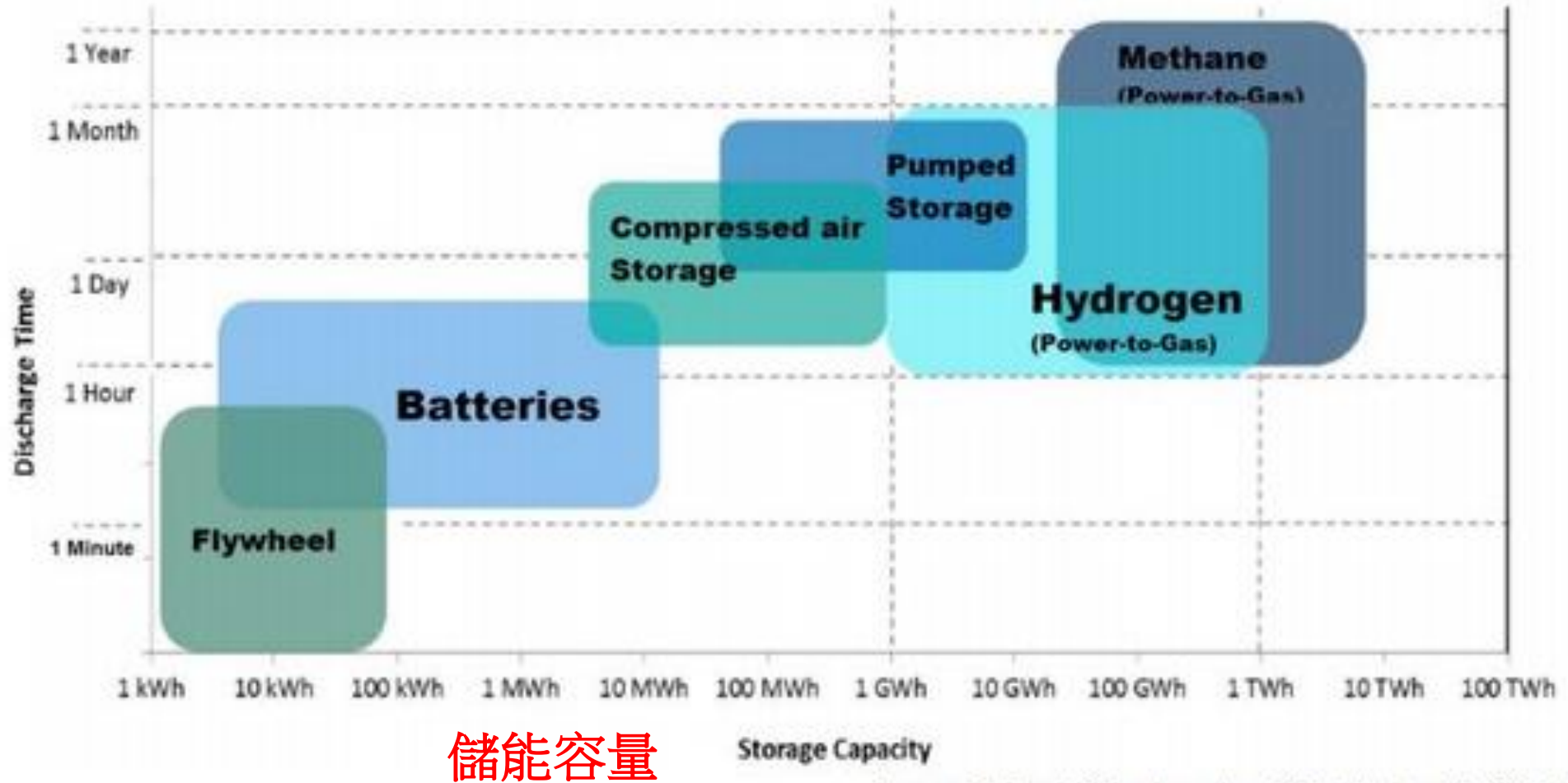
各種儲能技術的適用範圍



各種儲能系統的比較

Comparison of various energy storage technologies

放能時間



Source: School of Engineering, RMIT University (2015)

Figure 3. Available storage technologies, their capacity and discharge time.

常用儲能系統的特性

Characteristics of Common Energy Storage Systems

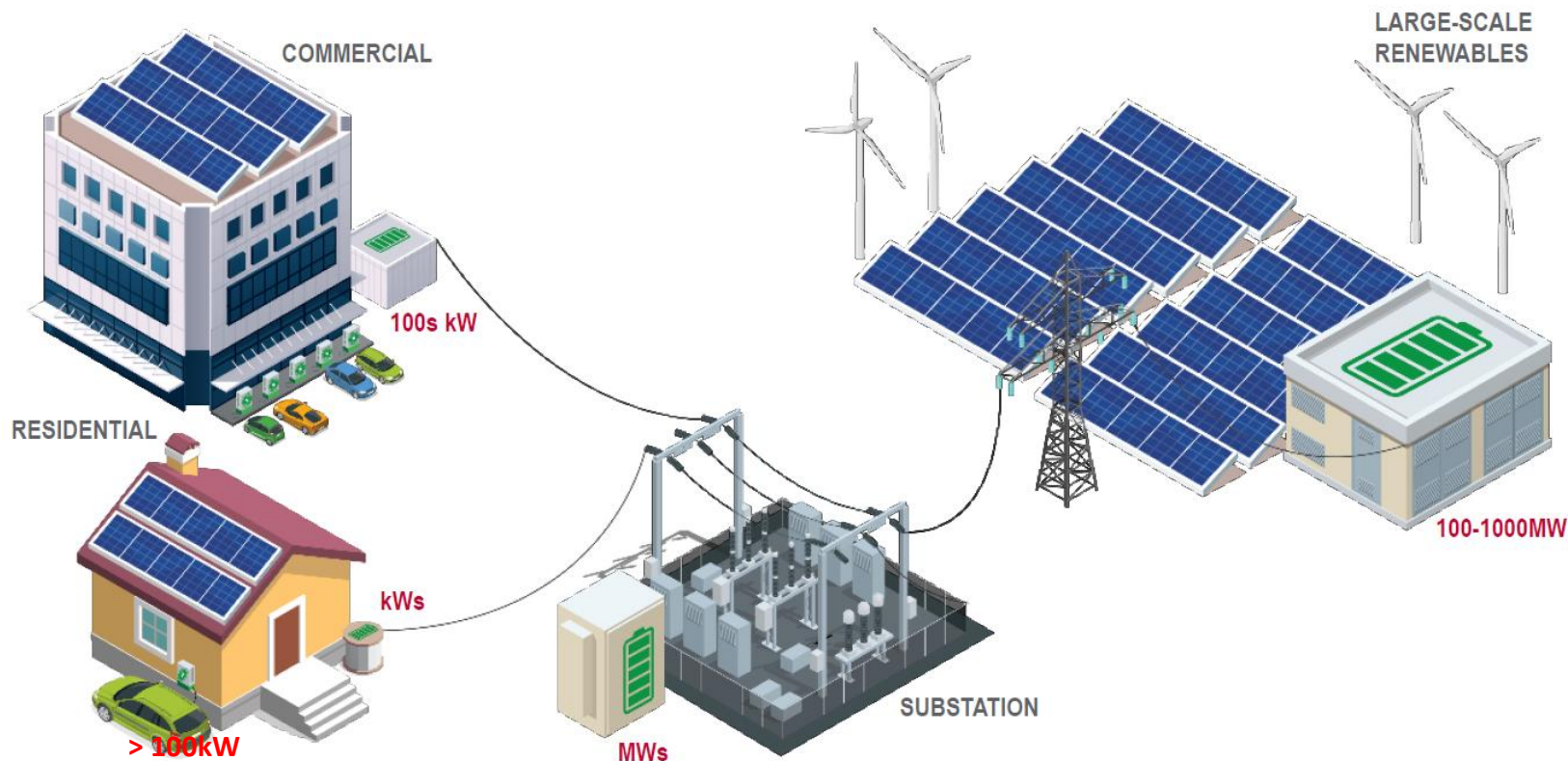
Characteristic/ Energy Storage Type	Specific Power (W/kg)	Specific Energy (Wh/kg)	Cycle Life (cycles)	Self-Discharge at 25 °C (%) per Month	Efficiency (%)
Ultracapacitor	2,000–14,000	1.5–15	10^5 – 10^6	Very low	>90
Lead-acid battery	100–200	20–40	200–2500	Medium	70–80
Li-ion battery **	300–1,500	100–300	2000–5000	Low	80–90
NiMH battery	220–1,000	60–120	500–2000	High	50–80
NaS battery	150–230	150–240	2000–4500	Very low	75–90
ZnBr flow battery **	300–600	30–60	2000–3000	Very low	70–80
Flywheel	1,000–5,000	10–50	10^5 – 10^7	Very high	80–90
Pumped hydro	N/A	0.3–30	>20 years	Very low	65–80
CAES	N/A	10–50	>20 years	High	50–70

電化學

機械

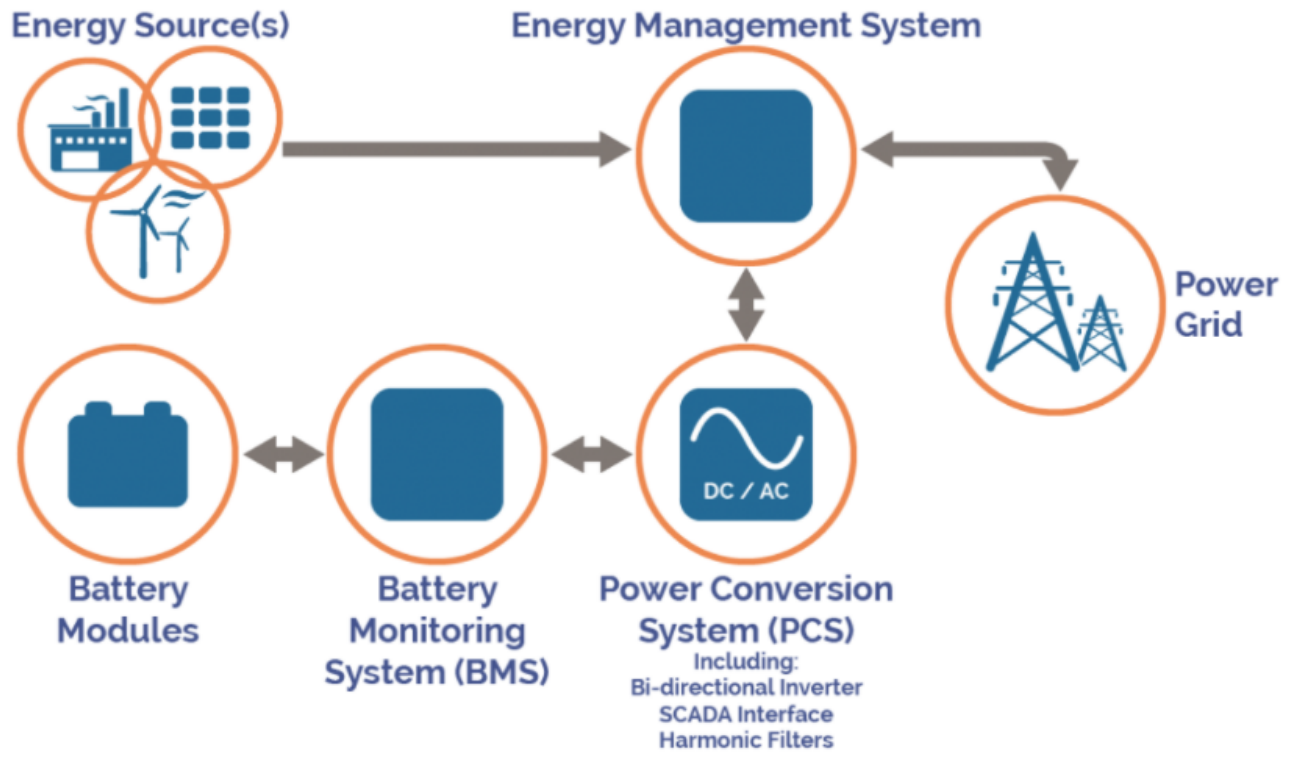
儲能(電)的各類應用情境

- **發電端**：調節尖離峰用電量、降低尖峰供電需求、平滑再生能源輸出
- **輸電與配電端**：減少輸電與配電系統容量升級所需設備成本、電壓/頻率調節改善電力品質
- **用電端**：降低用戶契約容量、尖離峰負載調節、電動車併網(Vehicle to grid, V2G)

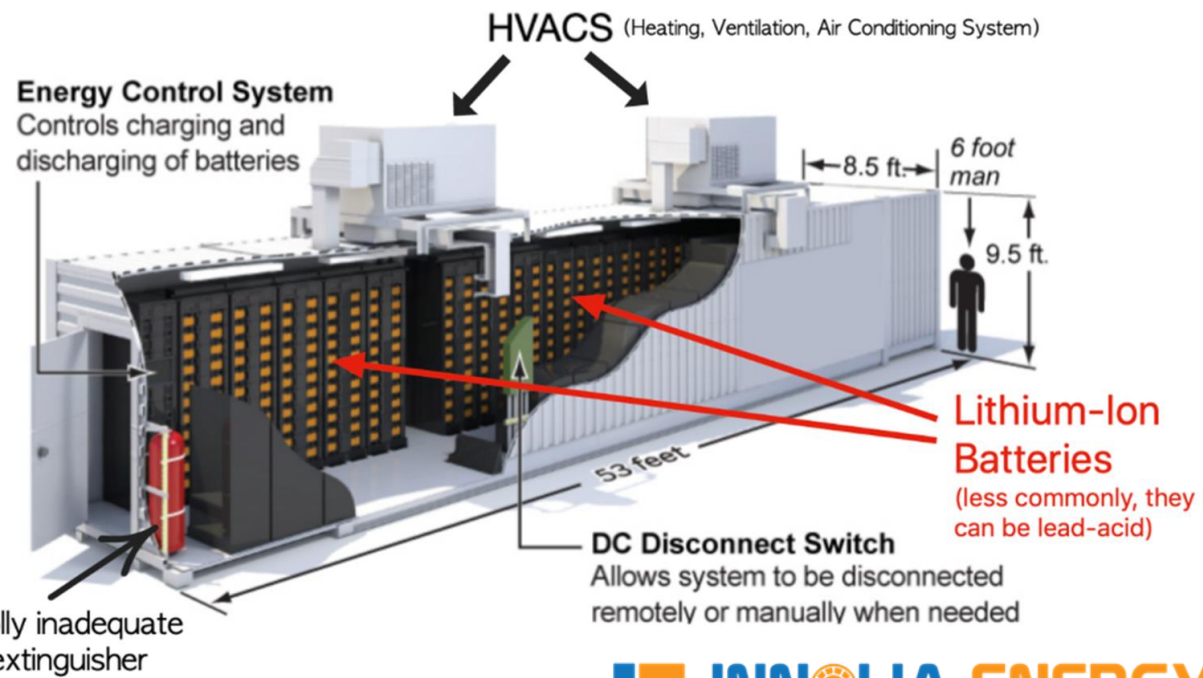


電池儲能系統(Battery Energy Storage System)

How Energy Storage Works

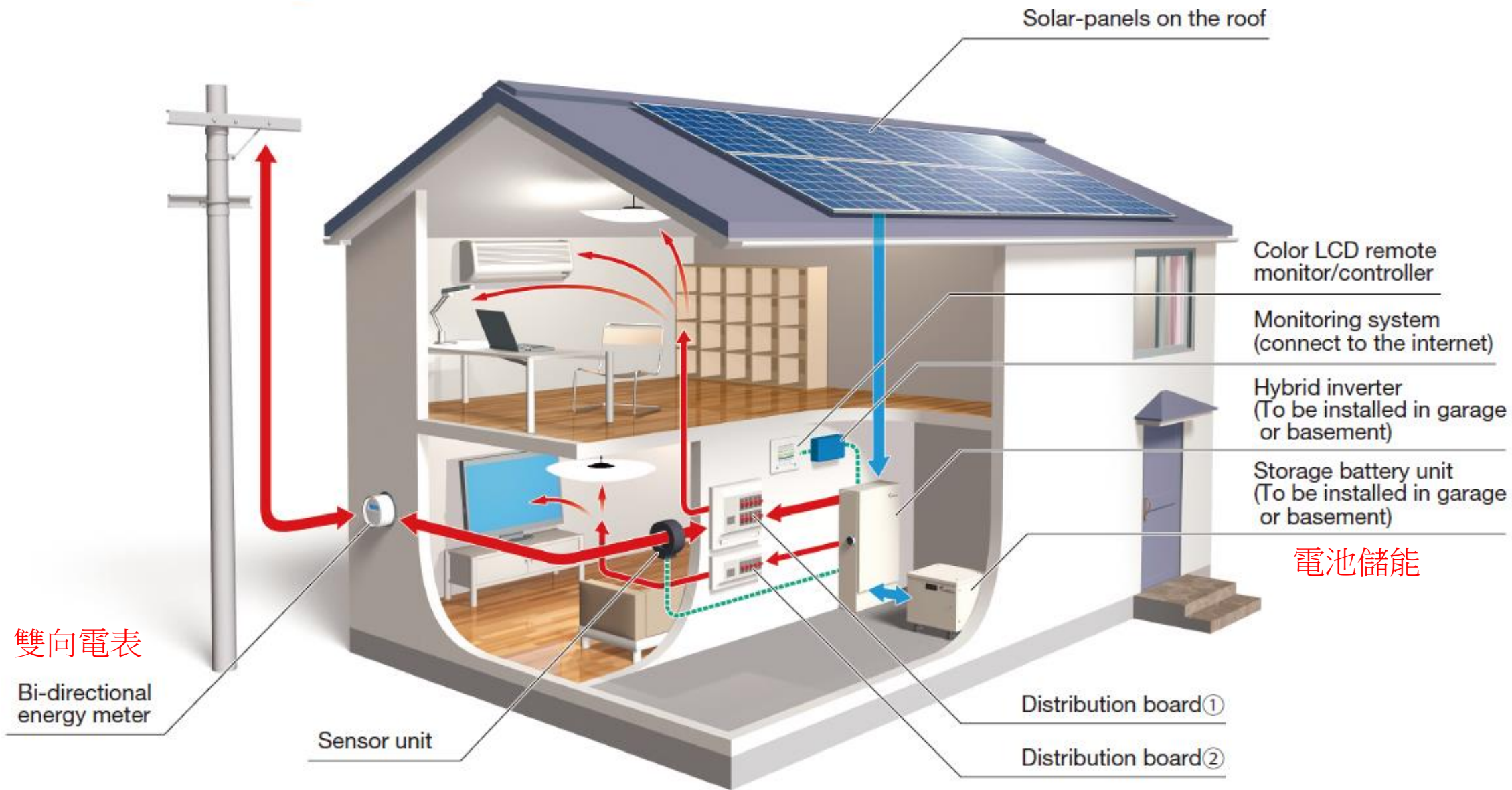


Battery Energy Storage System



家庭太陽光電/儲能系統

Installation Diagram



產業儲能的要求

-經濟部「用電大戶條款」2021年1月1日正式上路。

-用電大戶以台電契約容量5000瓩為門檻，須在五年內建置契約容量的10%、相當於裝置容量500瓩的綠電。提前一年完成義務量降為9%，提前二年降至8%。

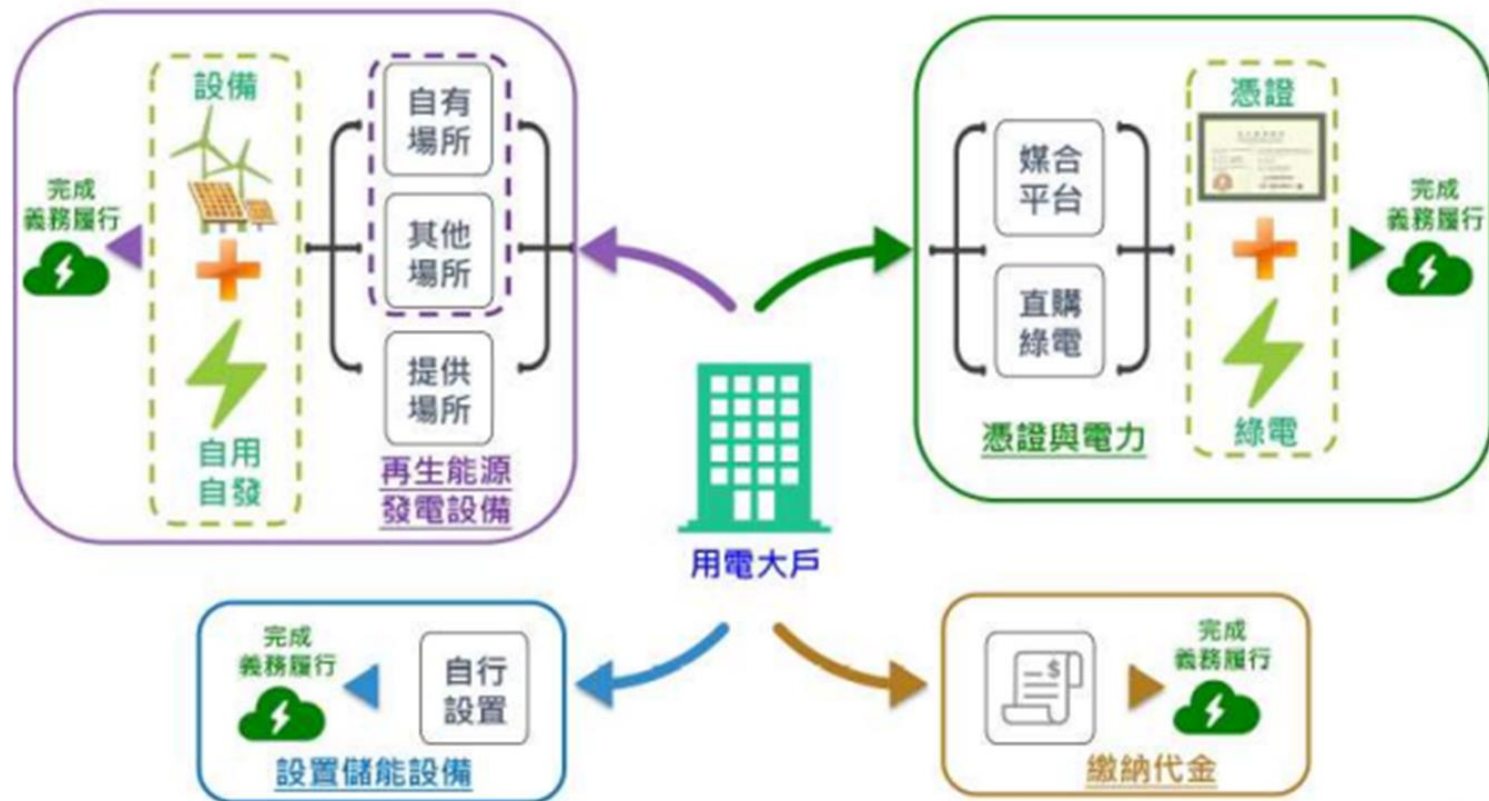
-契約容量5,000瓩以上的電力用戶，要求安裝1.再生能源、2.儲能設備、3.購買綠電憑證或4.繳納代金



經濟部能源局
Bureau of Energy

再生能源義務履行作法

用電大戶再生能源義務履行選擇



資料來源：「再生能源發展條例」用電大戶再生能源義務規劃草案，經濟部能源局108年12月

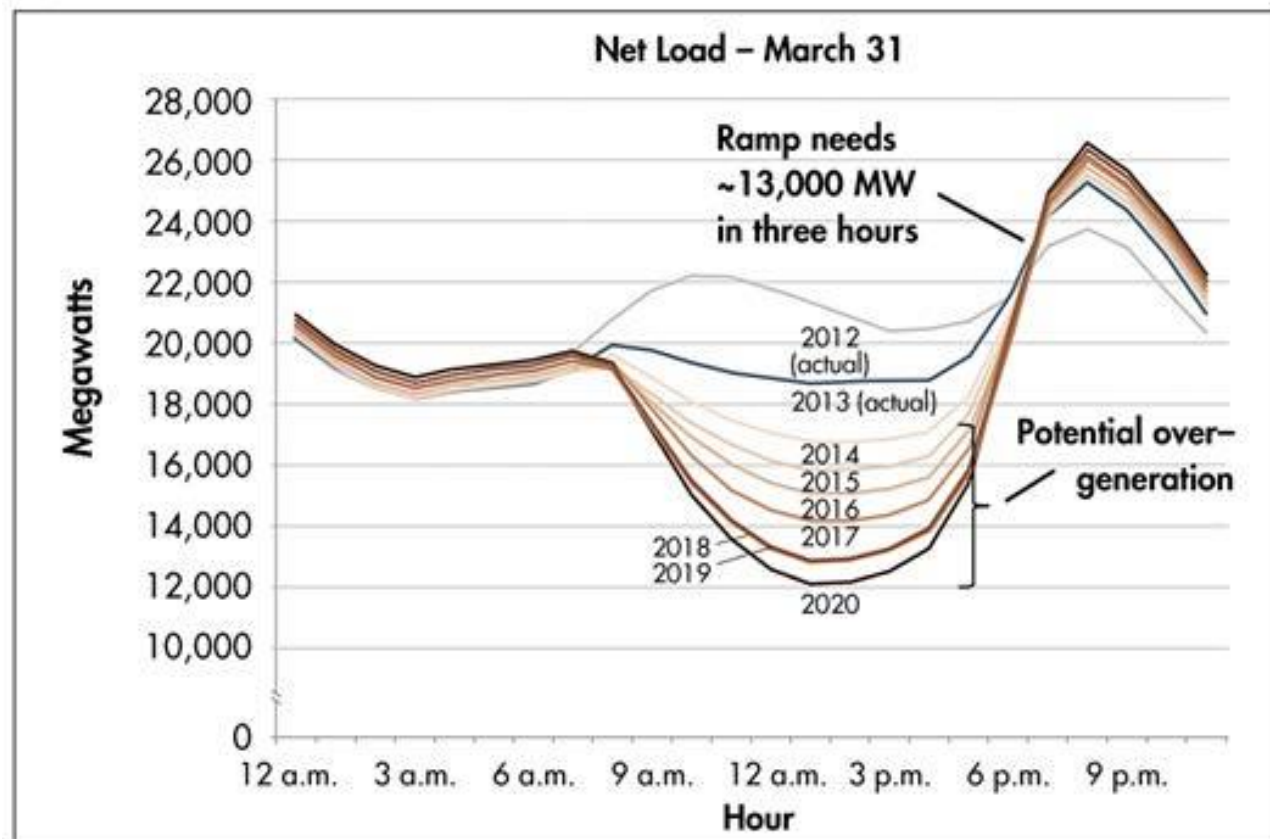
預防性儲能(電)

- (2017年8月15日)16時51分起在臺灣本島各地發生的大規模無預警停電事件，台電大潭發電廠的天然氣供應管線意外停止運作，導致電廠6部機組全部跳停，進而造成全臺電力備轉容量不足(3.17%)，供電系統避免全面崩潰啟動保護措施而分區停電，最終於同日23時始恢復正常供電，並於翌日0時50分，大潭發電廠6部機組全部恢復併聯發電。
- (2022年3月3日)9時7分起在臺灣各地發生的大規模無預警停電事件，超過550萬戶受到影響，尤其以南部停電至當日晚上或次日較為嚴重，起因為台灣電力公司興達發電廠開關場故障。
- (2022年3月3日)新竹科學園區1日發生電壓驟降情況，台積電、力積電、世界先進等科技大廠都受到影響，台電說明在當天下午3時18分時，161kV特高壓用戶廠內自備主變壓器故障，造成鄰近的電網電壓短暫降低約0.1秒；昨日深夜11時許台南仁德配電變電所又因事故導致饋線跳脫，造成永康區一帶6,576戶停電，直到今日凌晨0時50分才全數復電。
- 無預警停電事件頻傳
- (2022-09-17)高雄三民區大停電！影響7029戶台電緊急搶修中
- (2022/07/26)停電頻傳！王美花：日有光電、夜有水力 供電沒問題

我國電力負載的鴨子曲線問題

未來用戶端將有更多再生能源發電系統等不穩定發電(Variable Generations, VGs)，而這些不穩定發電與傳統發電有本質上的不同，其輸出不容易被控制及儲存，而輸出的變動率(Ramp Rate)通常很大，因此如何整合與調度高佔比的不穩定發電會是未來調度的一大挑戰。當再生能源發電占比愈高，即會顯現所謂鴨子曲線(Duck Curve)的現象，美國加州已出現。如圖3所示，鴨子曲線的課題就是傍晚的「鴨脖子」(Ramp up)，可發現下午四點半開始的三個小時內，太陽光電等再生能源發電量急速下降的時段，電力市場急需快速的負載追隨(Load Following)調度等輔助服務(Ancillary Services)。

由於「綠電先行」與2025年再生能源發電占比達20%等政策推動，未來我國也很可能顯現出鴨子曲線的負載樣貌，加上台灣是孤島，電力無法賣到海外，在季節交替的日子，PV可能因為短暫雲遮或陣雨造成大幅變動，或者到了五六點鐘太陽下山，電力需求急遽上升，整個負載曲線的快速上下將會更顯著，除了仰賴電力公司快速升降載AGC (Automatic Generation Control)機組外，也可透過聚合儲能提供快速輔助服務，如圖4所示。

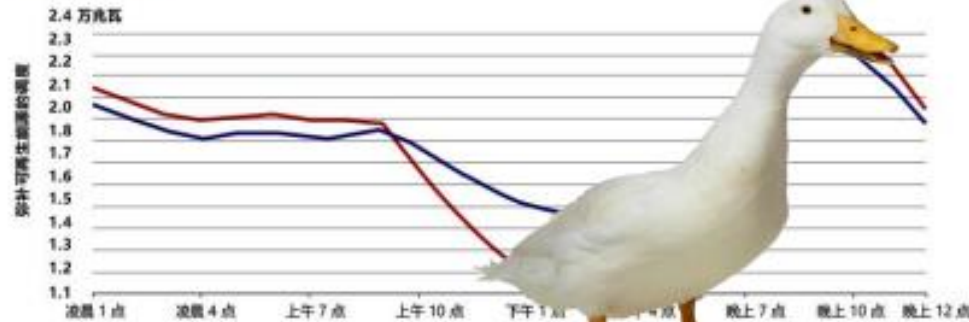


再生能源併網及調度

PV監測(控)系統一致性規劃

- 系統上(傳統電廠)輸出電力，所供應的負載，被用戶端大量的太陽光電吃掉。但到傍晚PV停止發電，系統輸出電力急遽上升。
- 為彌補傍晚時段の間歇性再生能源衝擊必須調度的電力，就產生了一條與鴨子輪廓相似的曲線(淨負載)。

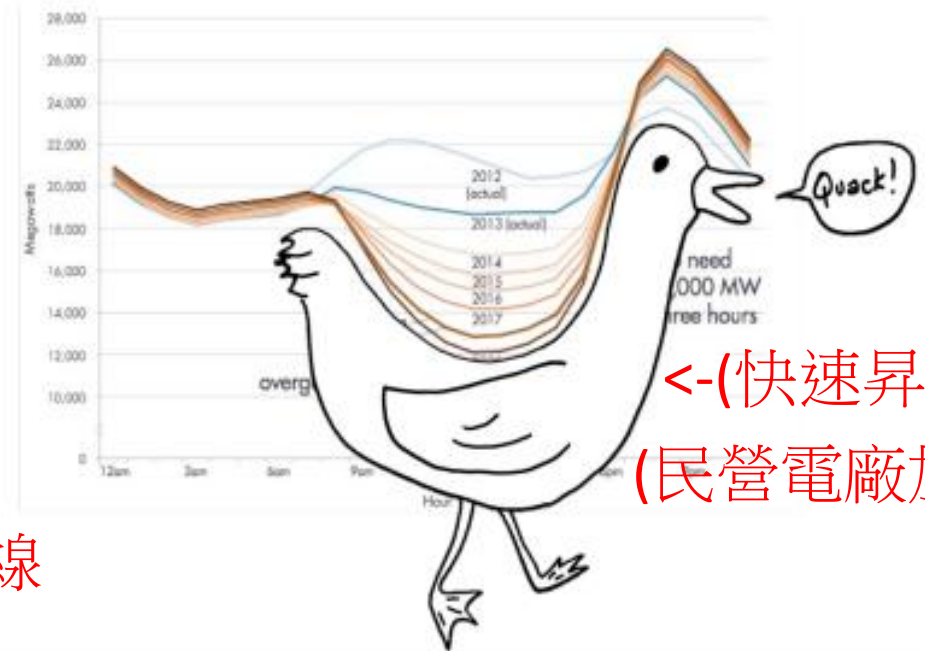
■ 2015年 ■ 2020年預測



來源：加州 ISO

加州鴨子曲線

鴨子曲線

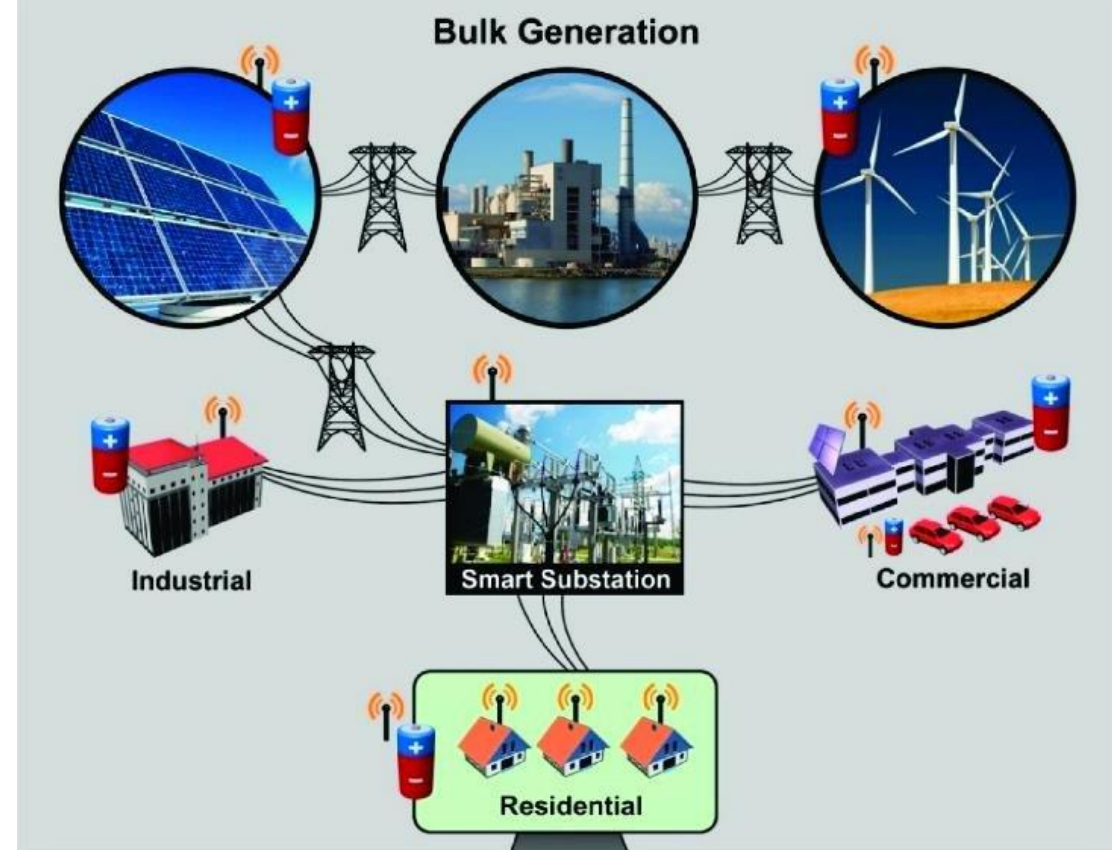


<-(快速昇載)
(民營電廠加入調度)



儲能系統+再生能源+智慧電網

Energy storage system integrated into a smart grid with intermittent renewable energy sources



Lithium-ion and beyond: safer alternatives

Authors: Ulderico Ulissi, February 2018, ResearchGate

再生能源儲能的發展趨勢

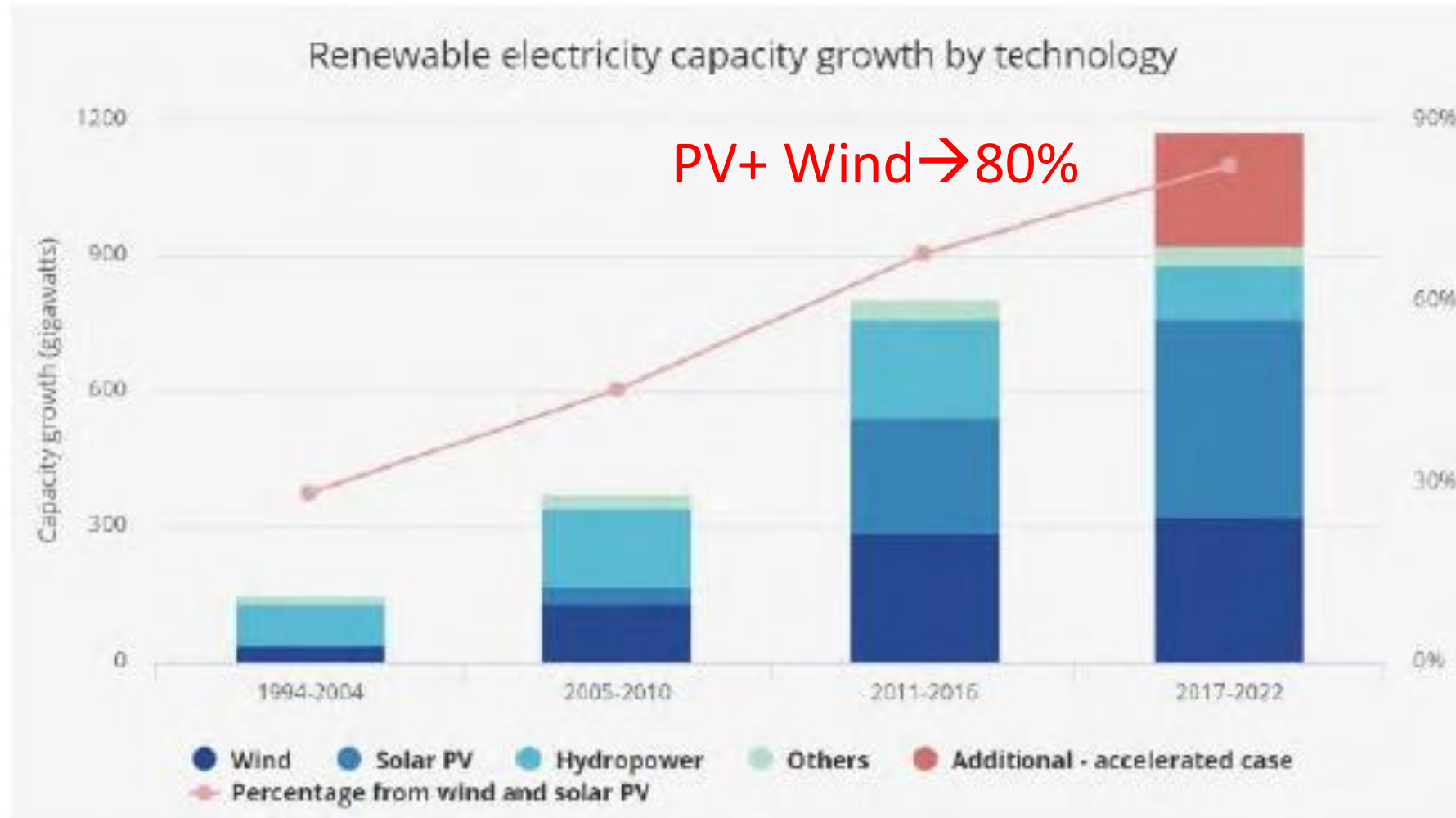
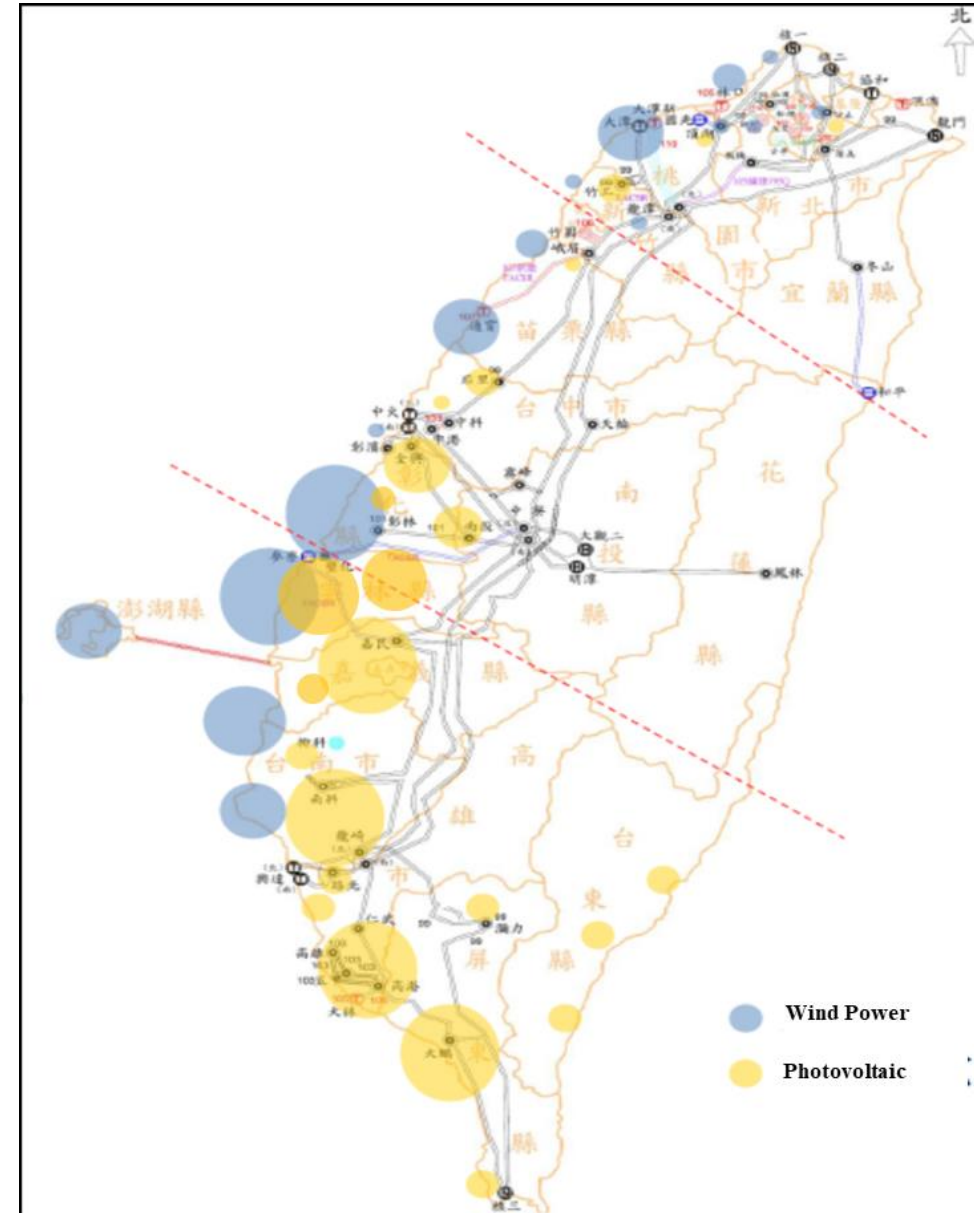


FIGURE 1. The capacity of Renewables entering in new era [4].

因應臺灣再生能源發展可能遭遇議題

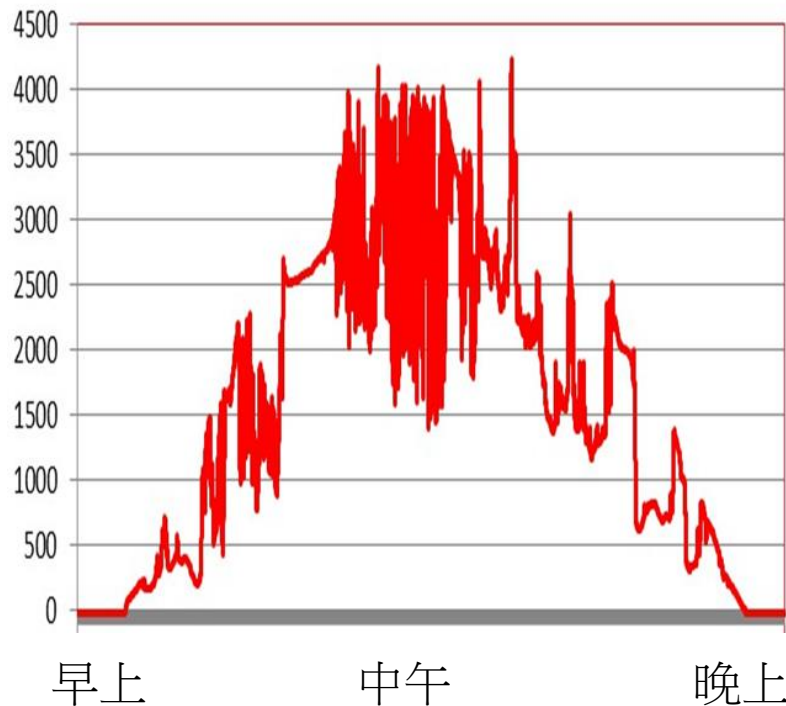
- 2025年前，臺灣再生能源豐沛之中南部地區，恐面臨饋線併接容量不足。
- 2025年再生能源發電占比20%(2022/7已調降為15.1%)，間歇性發電的特性，將造成局部電網不穩定，引起電力品質及電網問題(如電壓變動、頻率變動、系統穩定度等)
- 為穩定與平滑電力系統功率之變動、控制局部電壓問題與提高用電可靠性，經濟部已妥善規劃抽蓄水力、快速反應燃氣機組及提高可靠度。而**儲能**設備為解決的必要選項之一。



國內太陽光電和風電的變動性→儲能

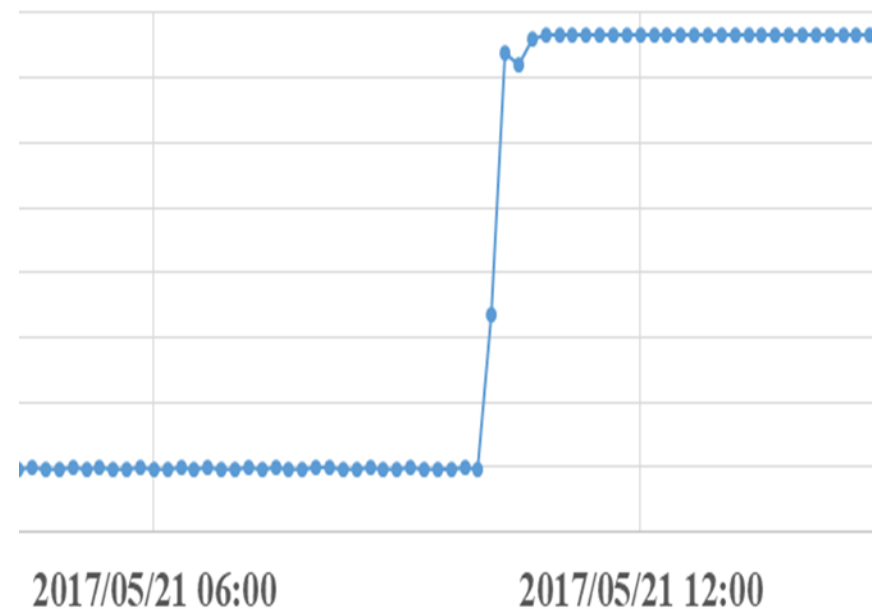
- 儲能可消除輸入電網電力的瞬間起伏，提高電網可靠度及穩定性
- 我國2025年儲能電池目標590MW，主要用於再生能源及電力系統所需之輔助服務

太陽光電易受天候變化影響



Source: 台電公司龍井PV案場(2019)

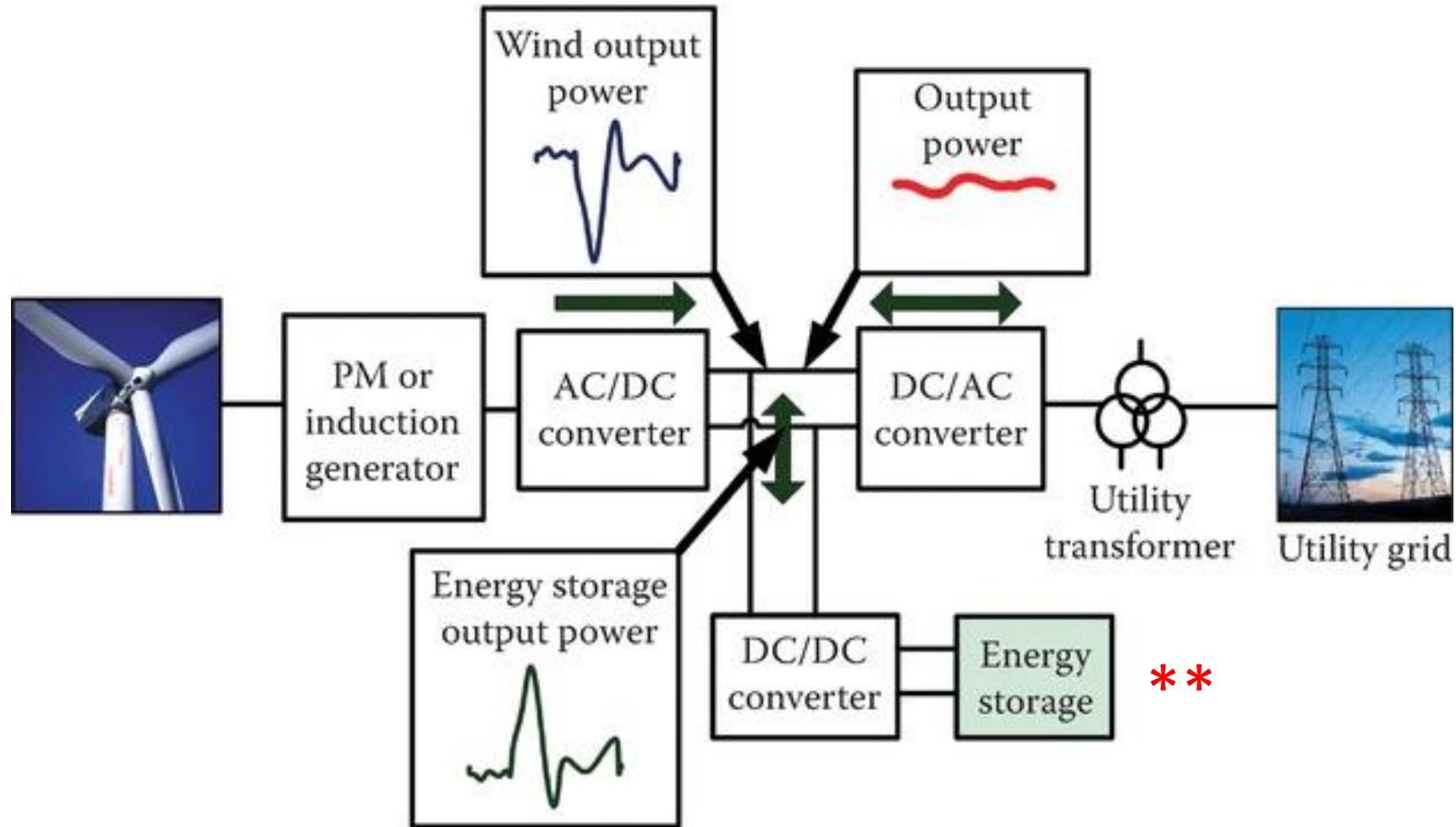
大型風場變化率
(time interval : 10min)



Source: 我國離岸示範風機 (2017)

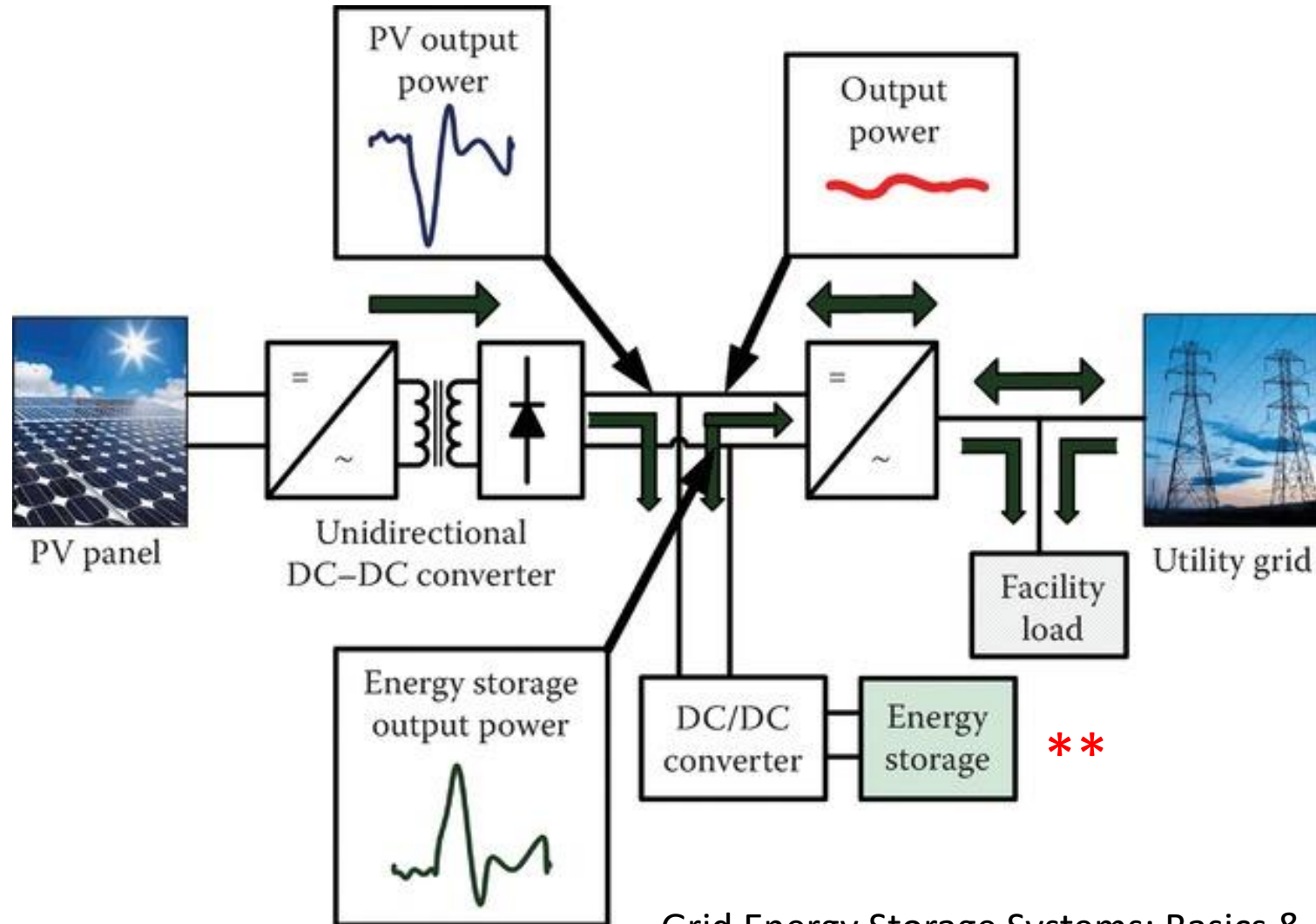
風力發電系統與電池儲能

Block diagram of a wind turbine with a battery integrated at the turbine level



太陽光電系統與電池儲能

Illustration of a PV system integrated with energy storage



Hydrogen could revolutionize the way we produce, store and use energy

氫能源：能源轉型

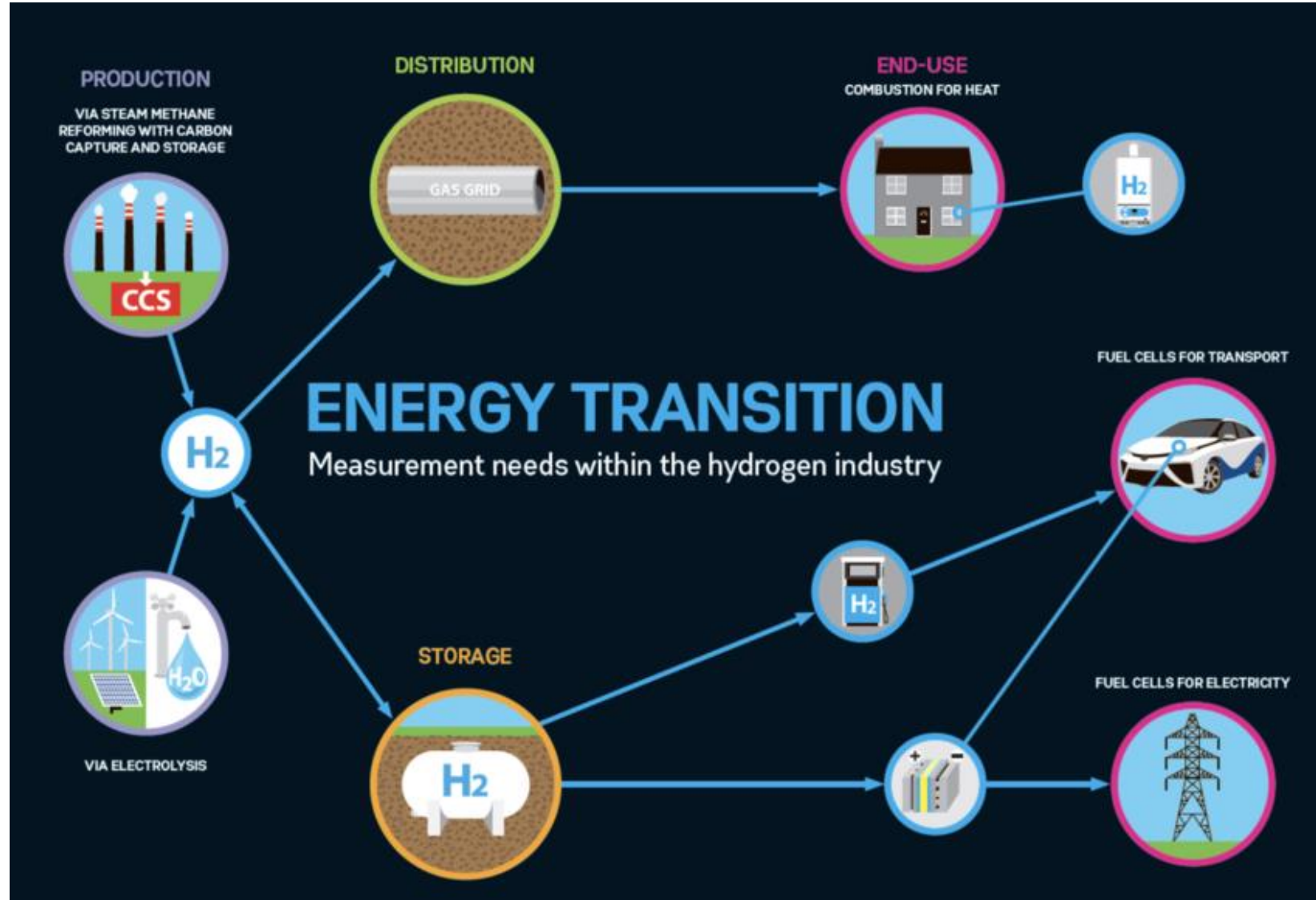
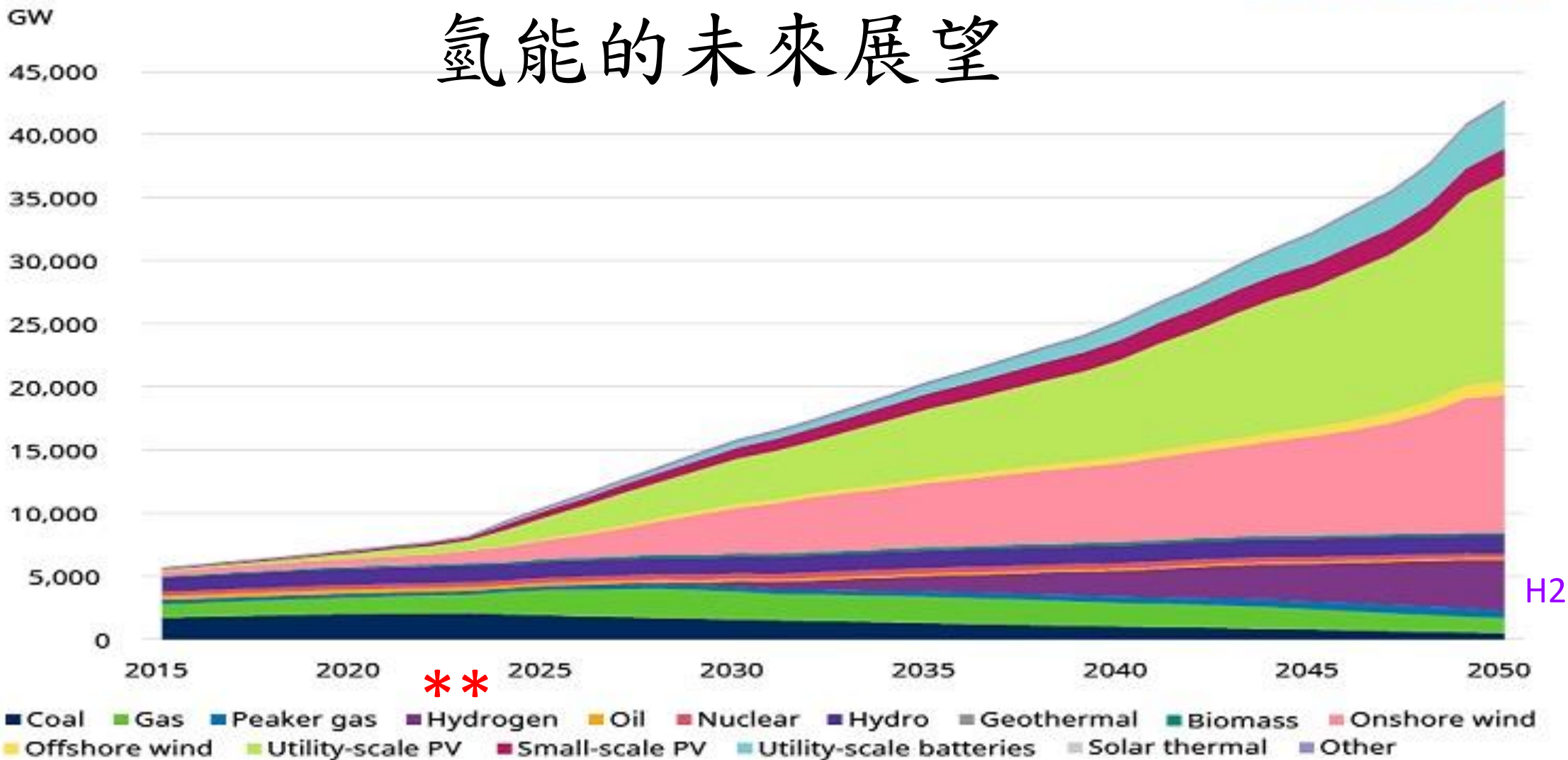


Image: National Physical Laboratory

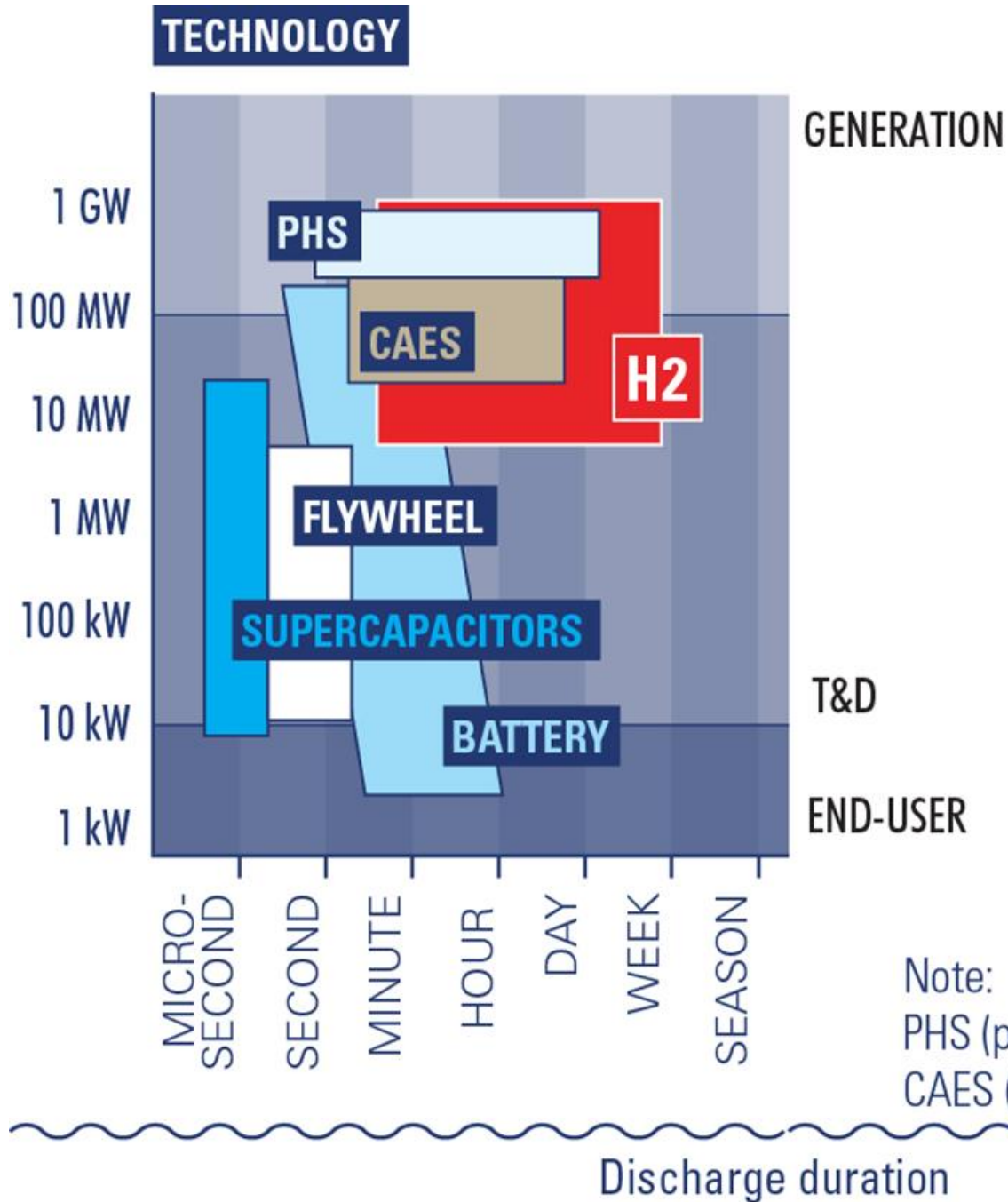
氫能的未來展望



Source: Bloomberg NEF. Note: ETS is Economic Transition Scenario, NCS-CEHP is NEO Climate Scenario: Clean Electricity and Green Hydrogen. 529316

Why renewable energy could gain from the green hydrogen trend, Schroders 網站

氫能源在儲能的定位



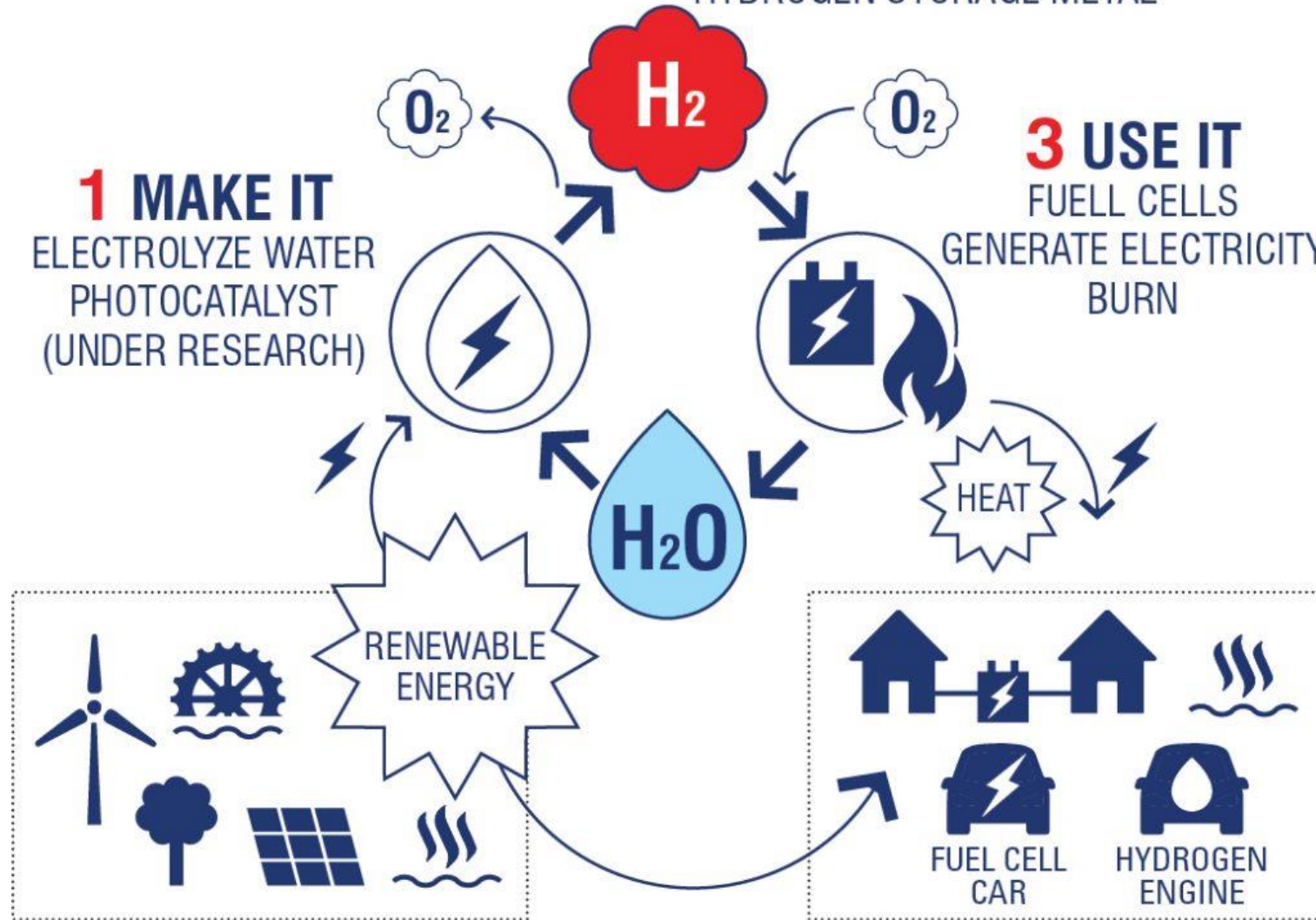
Hydrogen allows storing energy in chemical form that can be used, for example, in **hydrogen internal combustion engines**, which use combustion to generate power. Or in **fuel cells** to generate power using a chemical reaction with only water and heat as byproducts. In both cases, it can be used in cars and houses, for portable power, and for many more applications. Furthermore, when all the elements of the cycle of renewable hydrogen are working together it will become a closed loop cycle and the system can be **CO2 neutral**.

再生能源+氫能

2 STORE IT
HYDROGEN TANK
HYDROGEN STORAGE METAL

1 MAKE IT
ELECTROLYZE WATER
PHOTOCATALYST
(UNDER RESEARCH)

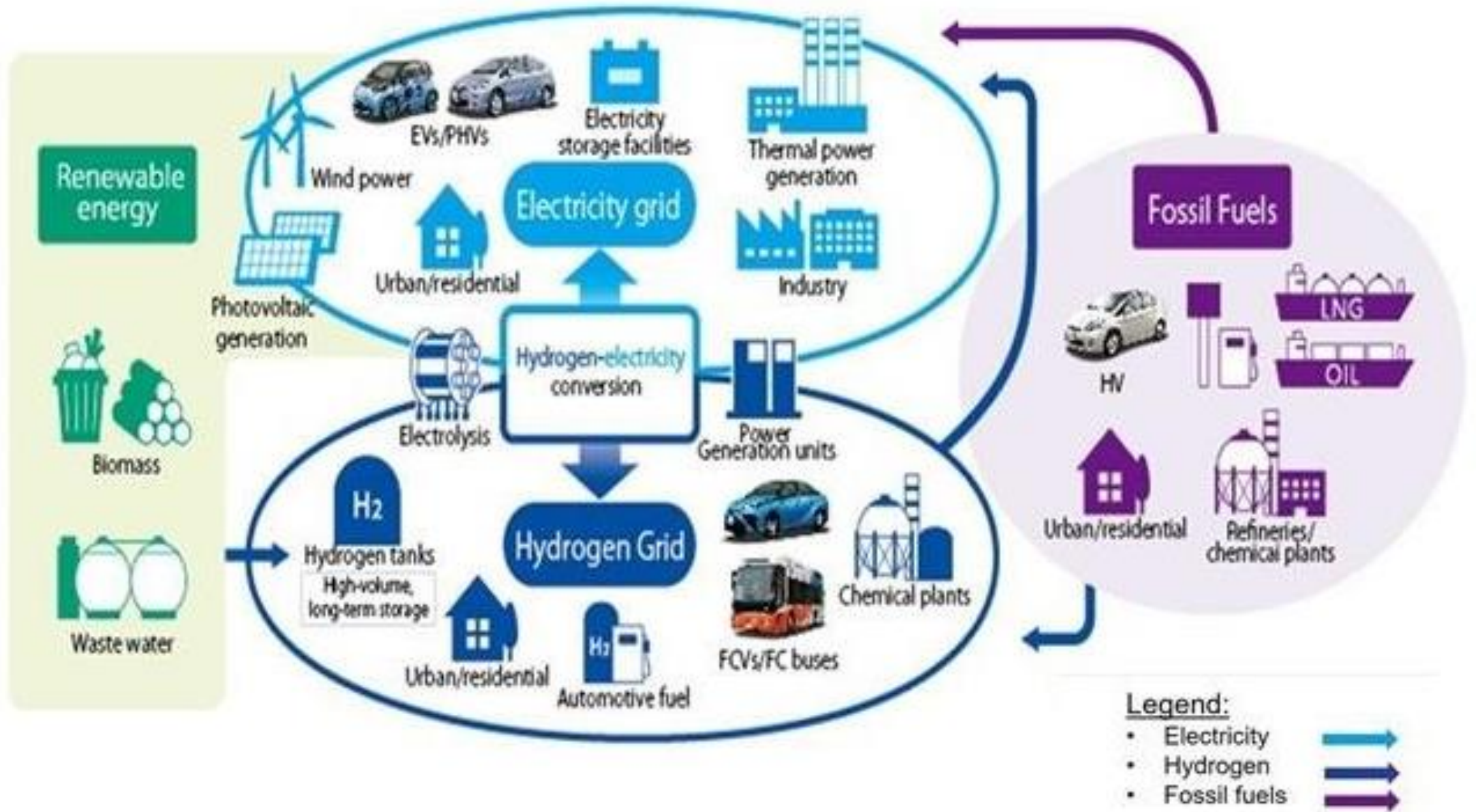
3 USE IT
FUELL CELLS
GENERATE ELECTRICITY
BURN



Cycle of renewable ******hydrogen

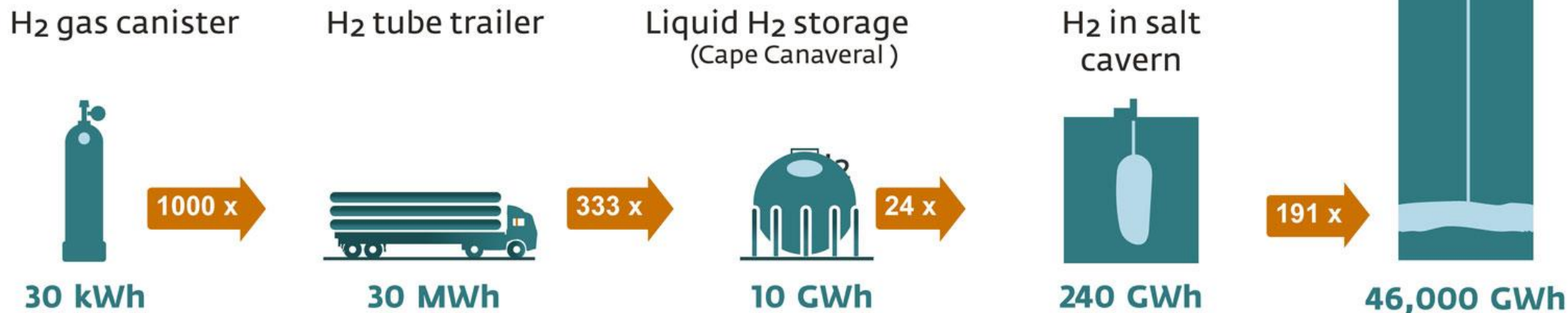
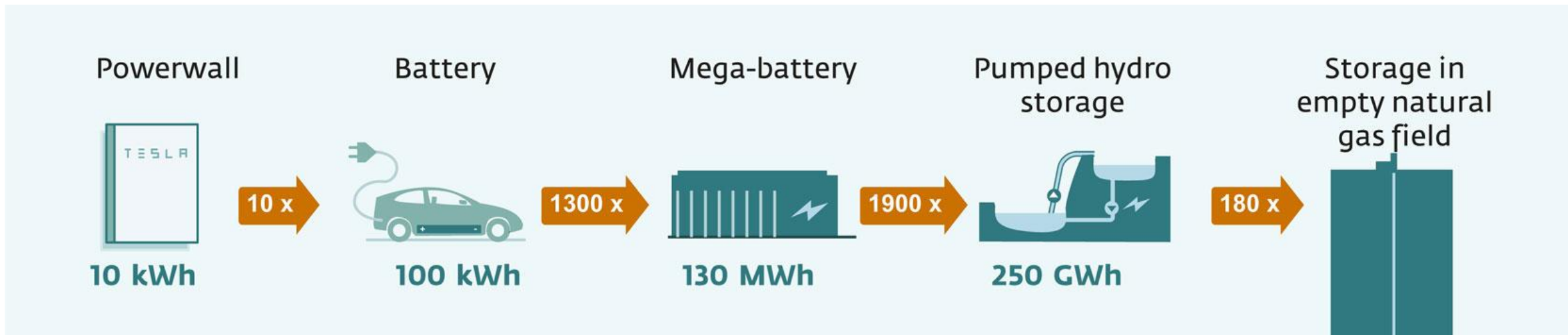
HYDROVILLE

氫能網和電力網



儲氫與儲電規模的比較

Options for hydrogen transport and storage



氫能源鏈(Hydrogen Chain)

產氫

- 重組產氫
- 電解產氫
- 氫氣純化

儲/運氫

- 低壓儲氫(150bar)
- 中壓儲氫
(350bar, 5000psi)
- 高壓儲氫
(700bar, 10000psi)
- 儲氫量/儲存時間
- 氫氣運送/管線

用氫

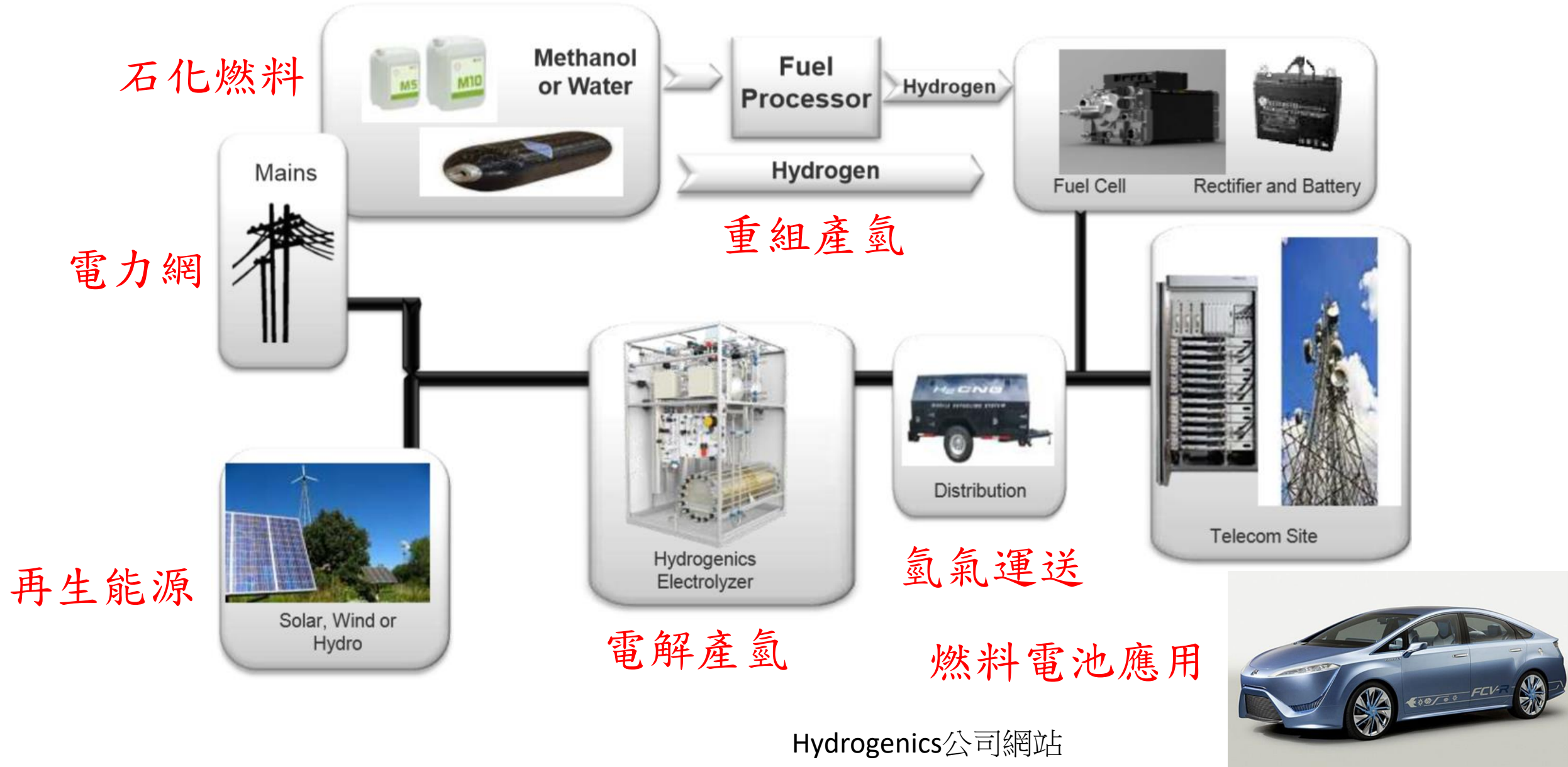
- 氫能源交通運輸
- 燃料電池發電
- 混入天然氣
- 氫氣燃燒
(內燃機, 渦輪機)



Cell stack



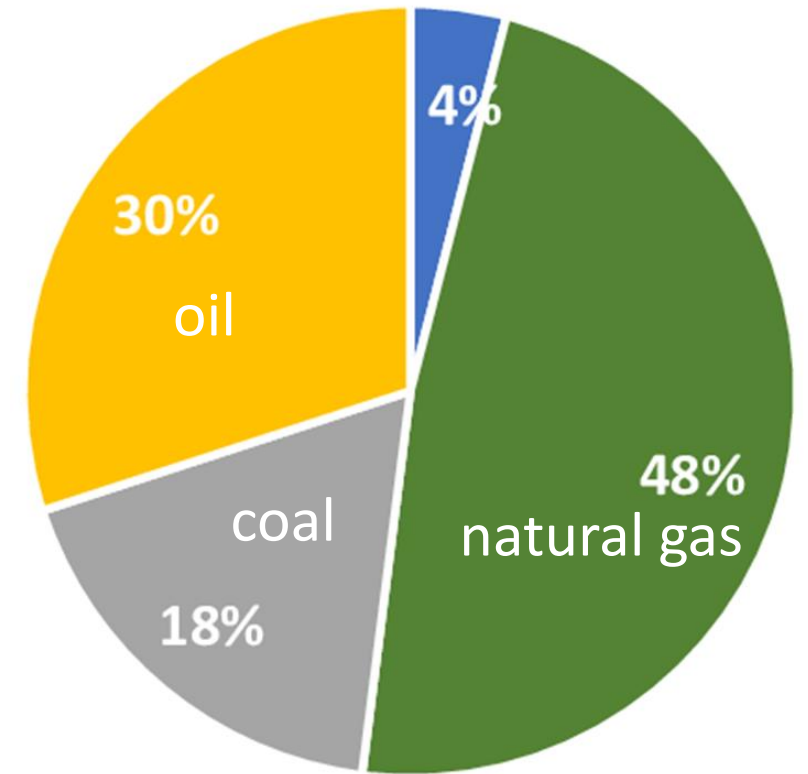
氫能源體系架構



氫氣的製造與來源

產氫--Production of Hydrogen:

- 2015 Global Production of Hydrogen:
 - 48%: Reforming Natural Gas (天然氣重組產氫)
 - 30%: Industrial Chemical Production (化工製程)
 - 18%: Coal Gasification (煤炭氣化)
 - 4%: Water Electrolysis (renewable Power to Gas)
 - 0%: Water Splitting, ... (without electrical power)
- 利用再生能源(太陽能、風能)電解水產氫(Power to Gas by Water Electrolysis)為未來潔淨能源方案(現階段努力重點)
- 「Water Splitting」產氫不需外加電力，為國際熱門研發議題，但目前效率仍低，可列為研發的前瞻項目。



Share of various sources in produced hydrogen (IRENA, 2018)

--黃得瑞教授檔案,沙崙氫能產業發展論壇,2016/12/10

*Photoelectrochemical (PEC) water splitting is a developing solar-based technology for hydrogen production.

氫氣的顏色

氫氣是無色無味的氣體，依照氫氣產製來源可分成：

綠氫-再生能源電力電解產製

藍氫-天然氣重組產製並有CO₂回收

灰氫-化石燃料重組產製沒有CO₂回收

黃氫-火力/核能/再生能源電力電解產製

褐氫-褐煤氣化產製

黑氫-黑煤氣化產製

粉紅氫-核能電力電解產製

白氫-工業製程的副產品

青綠氫-甲烷熱裂解產製

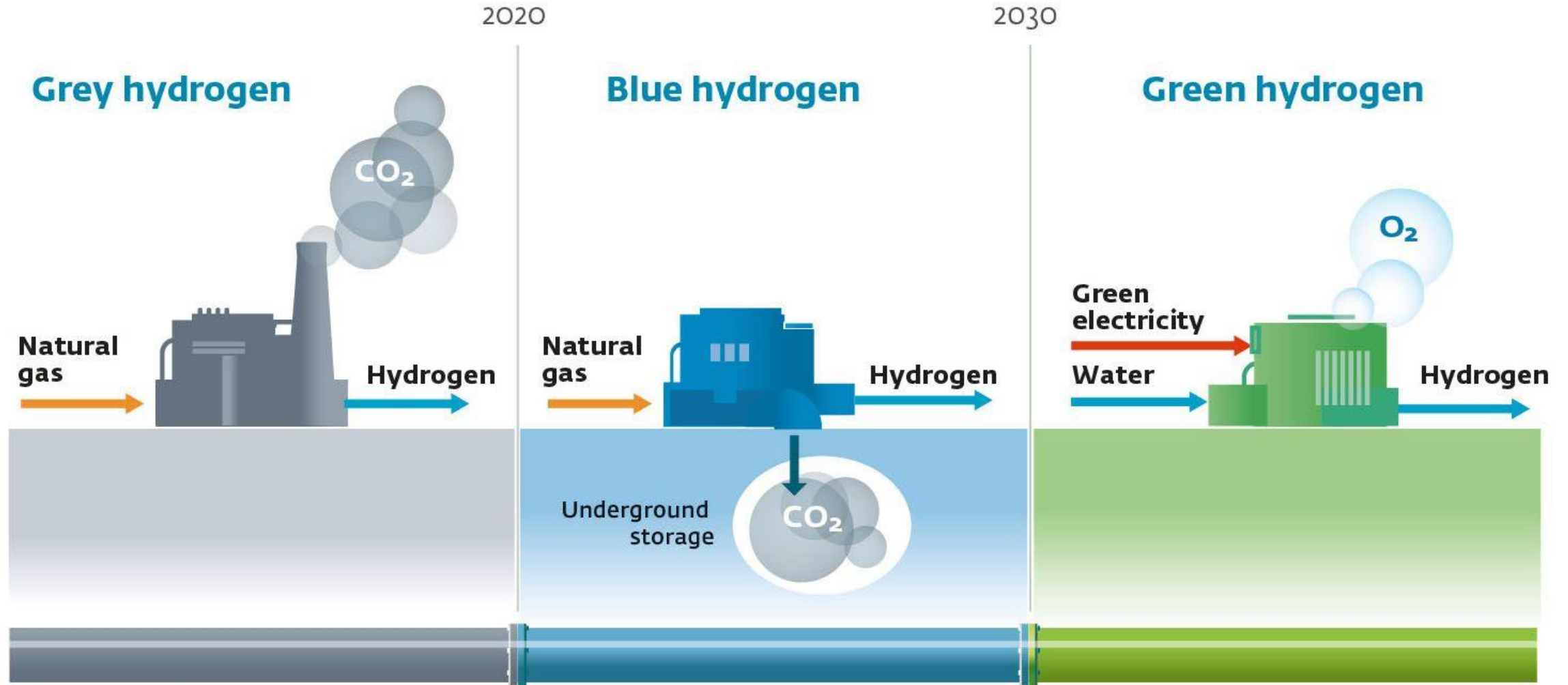
OROVEL Fuel Cells

H₂ production origin - colour code

Fuel Cells are CO₂-emission-free, but it does not mean H₂-mobility is CO₂-free! To highlight H₂ "cleanliness", the industry is converging towards a nomenclature described by colours

- Green H₂**: electrolysis of water using electricity from renewable energy (wind, solar, hydropower)
- Grey H₂**: from fossil fuels (mainly Natural Gas) without CO₂ capturing contrary to Blue H₂
- Blue H₂**: from Natural Gas using Steam Methane Reforming or Auto Thermal Reforming; Resulting CO₂ is captured, stored or reused
- Yellow H₂**: electrolysis using electricity from mixed origin (renewable, fossil, nuclear, etc.)
- Brown H₂**: from lignite (brown coal)
- Black H₂**: from black coal
- Pink H₂**: from electrolysis powered by nuclear energy
- White H₂**: is a by-product of industrial processes
- Turquoise H₂**: from thermal splitting of methane (CH₄ pyrolysis). Instead of CO₂, solid carbon is produced

灰氫 / 藍氫 / 綠氫

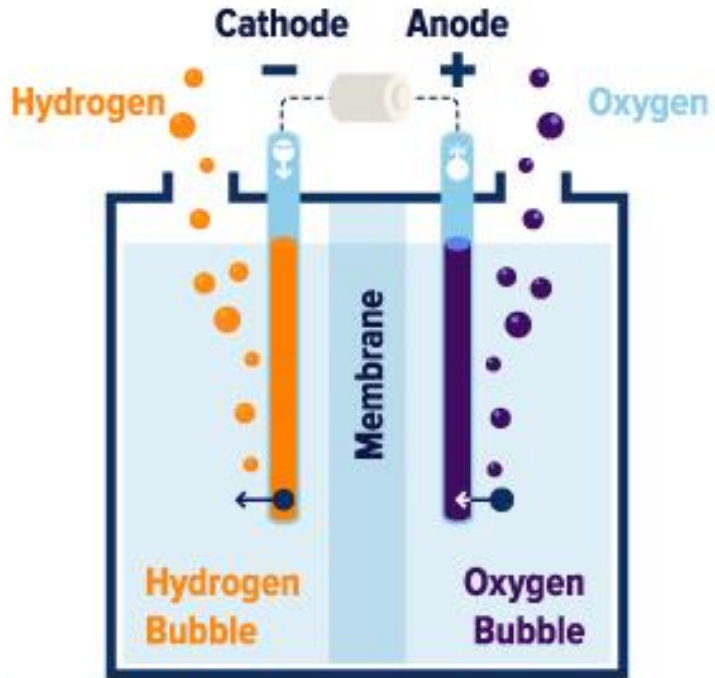


電解/蒸氣重組製氫



Hydrogen Electrolysis

Electrolysis of water is the decomposition of water into oxygen and hydrogen gas by the passage of an electric current.



Water → Hydrogen + Oxygen

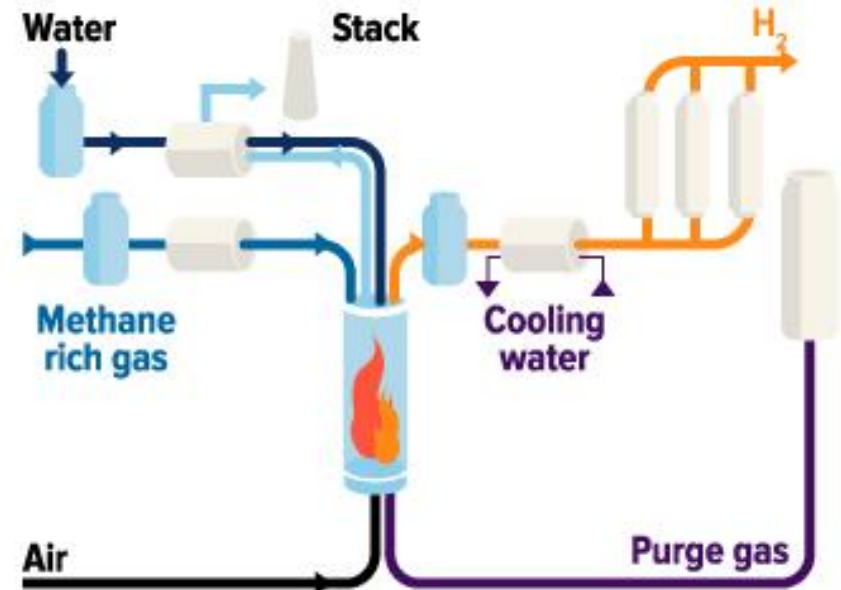


PEM電解產氫機



Steam Reforming

Steam reforming produces hydrogen with high-temperature steam (700°C to 1,000°C) which breaks the bonds between hydrogen and carbon in methane.



**Methane + Water (+ Heat) →
Carbon Monoxide + Hydrogen**

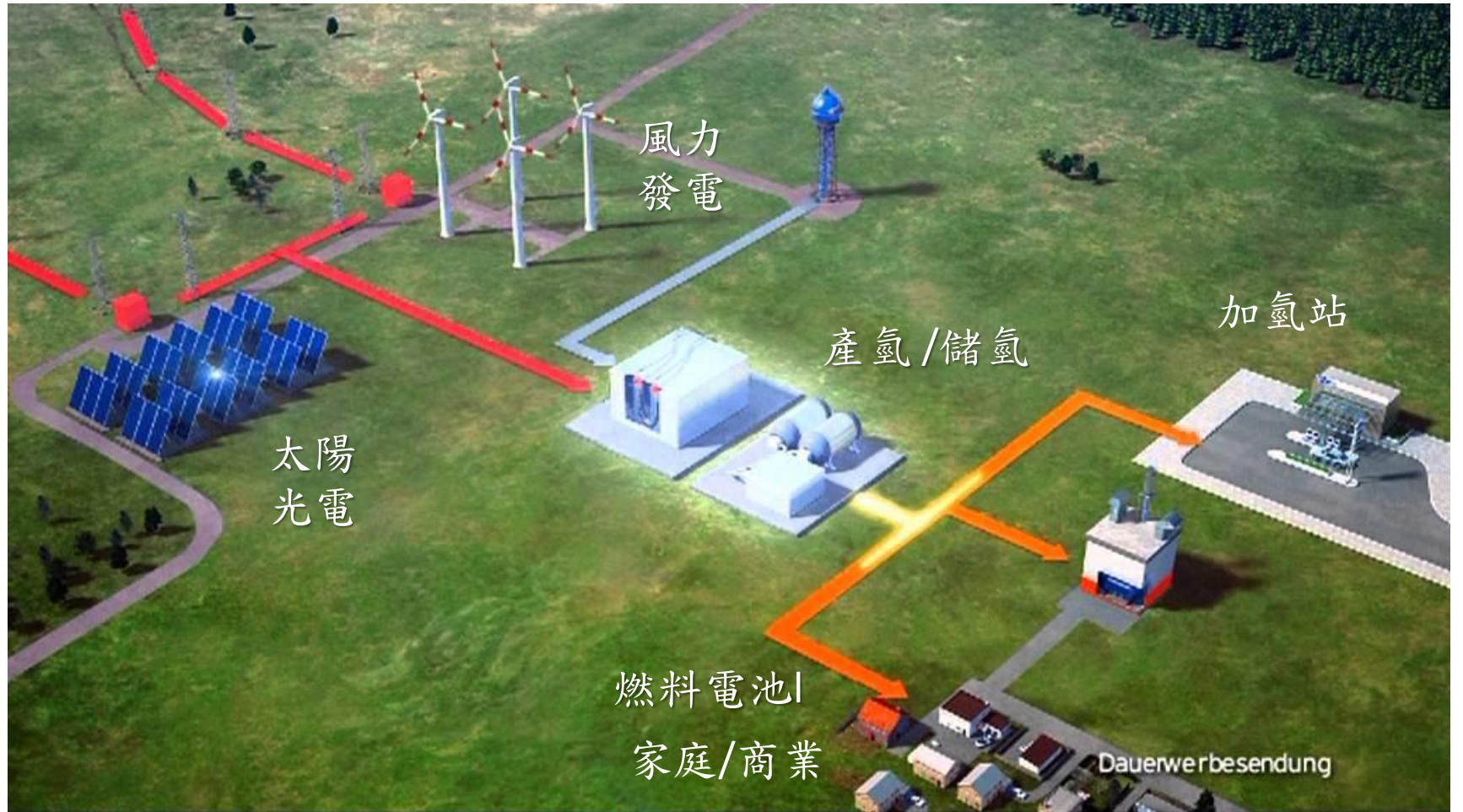
資源化利用的氫氣

- 高科技業(半導體/面板/LED..), 石化業, 鋼鐵業, 熱處理業等的製程會有不少的餘氫/廢氫, 若經過適當的純化處理就是可用的氫氣
- 高科技業, 畜牧業等的有機廢水/氨氮廢水經過電解/水解程序產製氫氣
- 生質/垃圾廢棄物經過裂解程序產製氫氣



再生能源結合氫能與燃料電池系統

由於再生能源產生電力與使用時機有落差，因此利用Power to Gas(Fuel)技術將再生能源經由電解製氫轉換為氫氣儲存，再利用燃料電池發電或供應加氫站。



德國的大型光電/風電電解產氫/儲氫系統

Up to 1,350 tons of green hydrogen can now be generated annually from renewable solar and wind power in the Wunsiedel Energy Park, Upper Franconia. Hydrogen is generated by an electrolyser – with a total capacity of 8.75 megawatts. The ‘Silyzer 300’ is based on proton exchange membrane (PEM) technology, which is optimally suited for operation with renewable energies. The hydrogen will be used primarily in the region’s industrial and commercial enterprises, but also in road transport.



New green hydrogen generation plant
commissioned in Germany
September 16, 2022

苗栗後龍太陽光電/燃料電池電力系統

太陽光電/小風力發電→電解產氫/儲氫→燃料電池系統發電
整體系統效率約 30%

10kW PV系統

3kW小風力機

儲水桶

設備系統區

負載工作區

美菲德公司



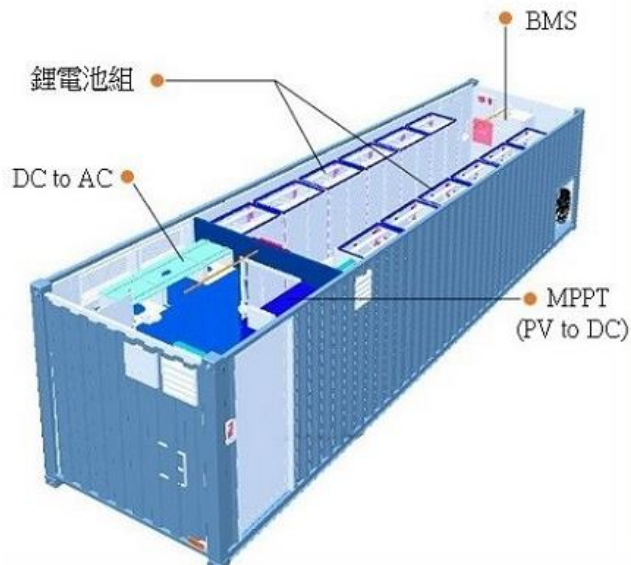
太陽光電/電解產氫/儲氫/發電系統組成

太陽光電系統 → 電解水產氫系統 → 氫氣壓縮機 → 高壓儲氫桶 →

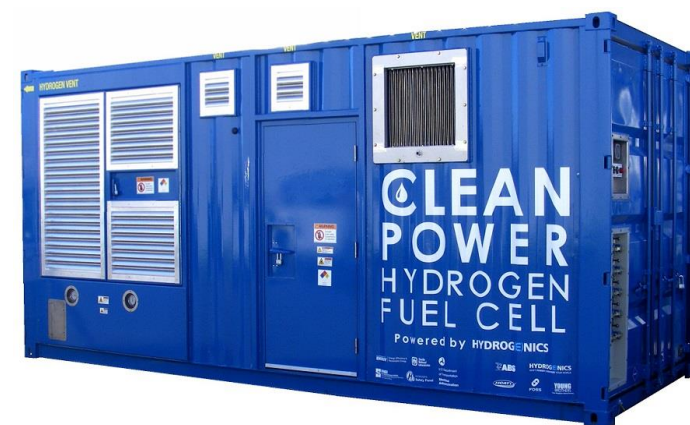
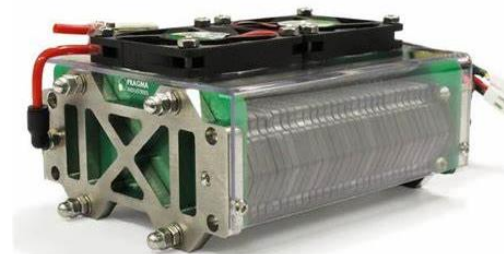


蓄電池

電力

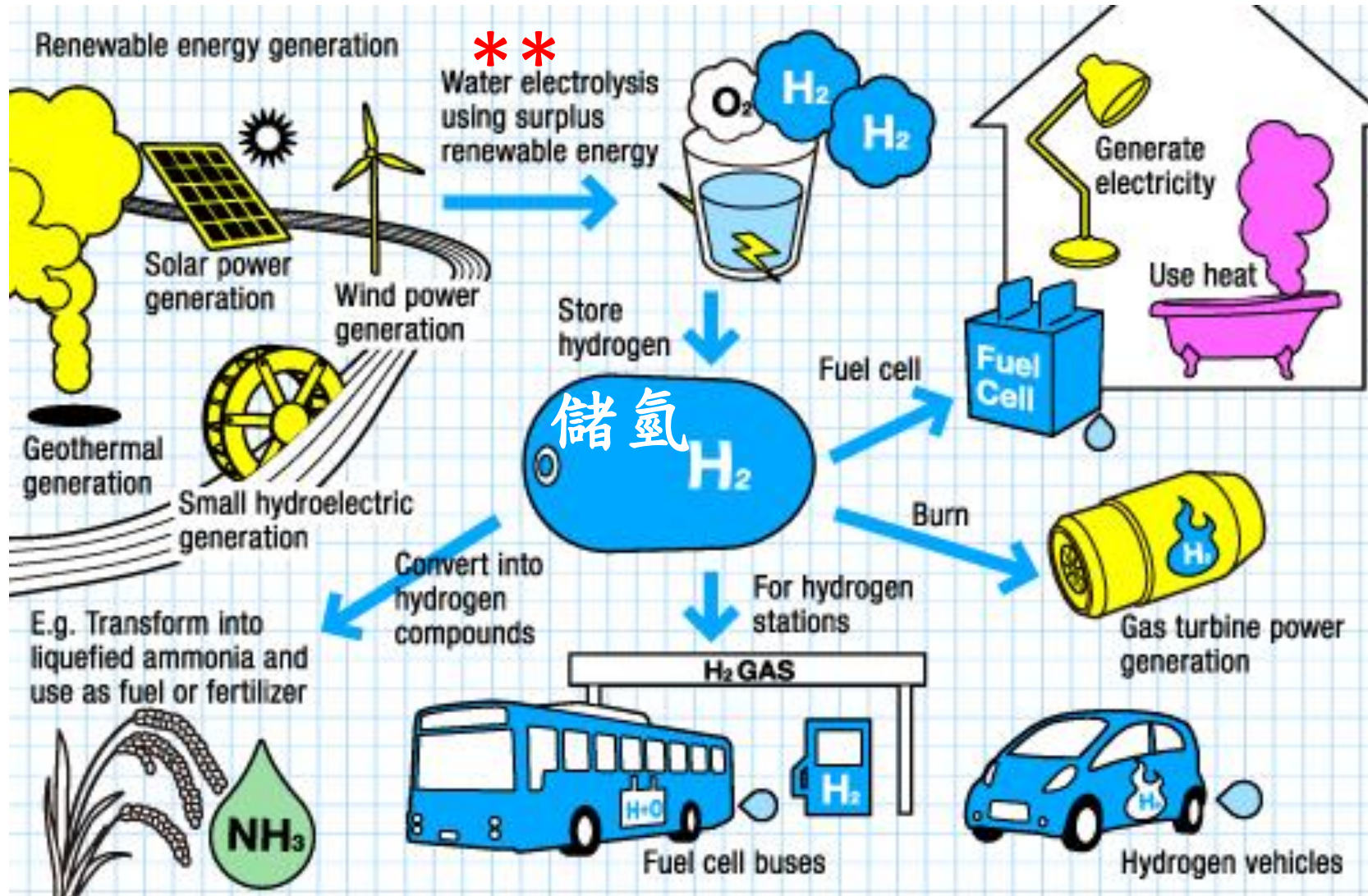


→ 燃料電池發電系統 → 電力/水



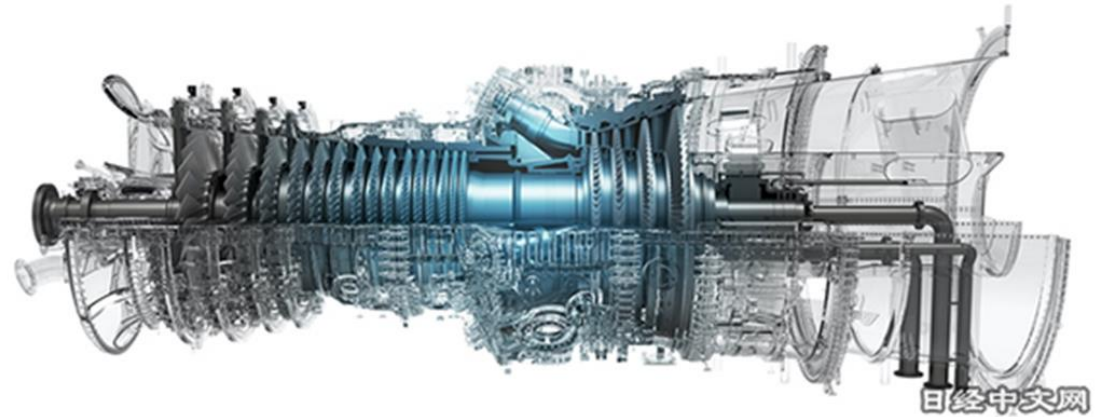
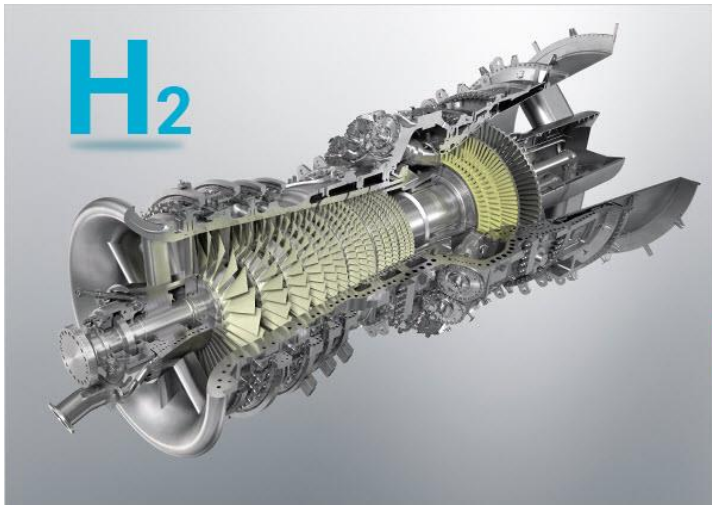
氫能源的多功能應用

Renewable Hydrogen is not something of the future



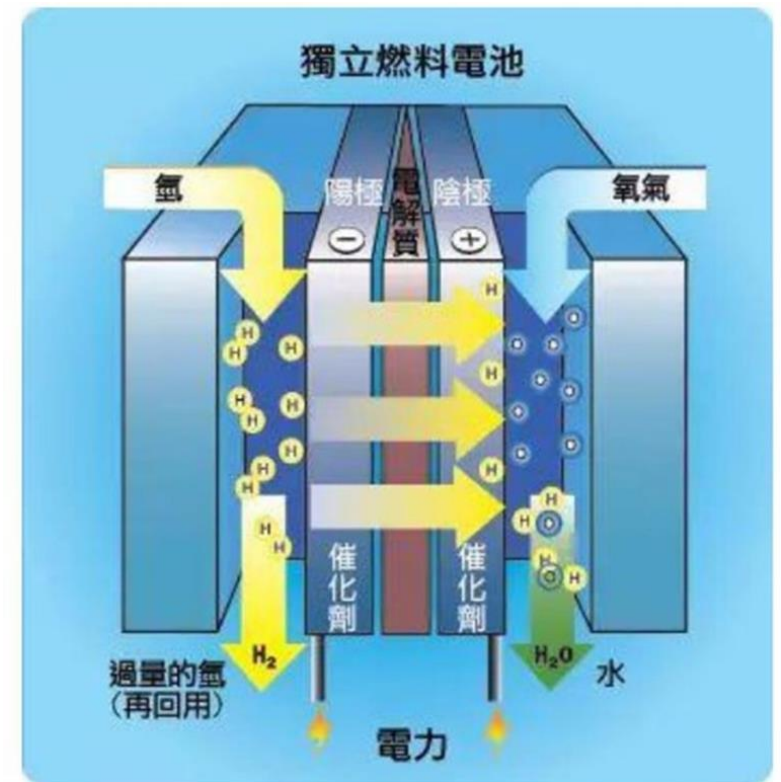
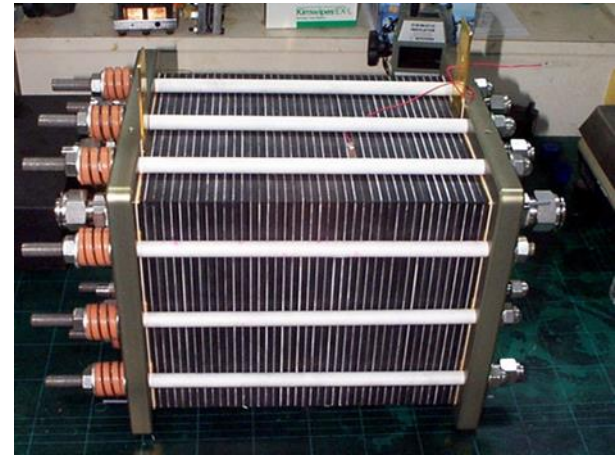
使用氫氣+天然氣的氣渦輪發電機

- 在高壓天然氣管線中加入10%(初期先加5%)氫氣,供應給氣渦輪發電機組(設計上可以使用100%氫氣)使用發電,估計每年可以用掉70億立方米的天然氣(相當於30萬戶家庭一年的天然氣用量),減少500萬噸的CO2排放.
- 如果氫氣價格按日本政府預計、到2030年降至每標準立方米30日元,僅燃燒氫氣的渦輪機的發電成本有望降至每千瓦時約15日元水平,與燃燒天然氣的渦輪機(約14日元)持平。

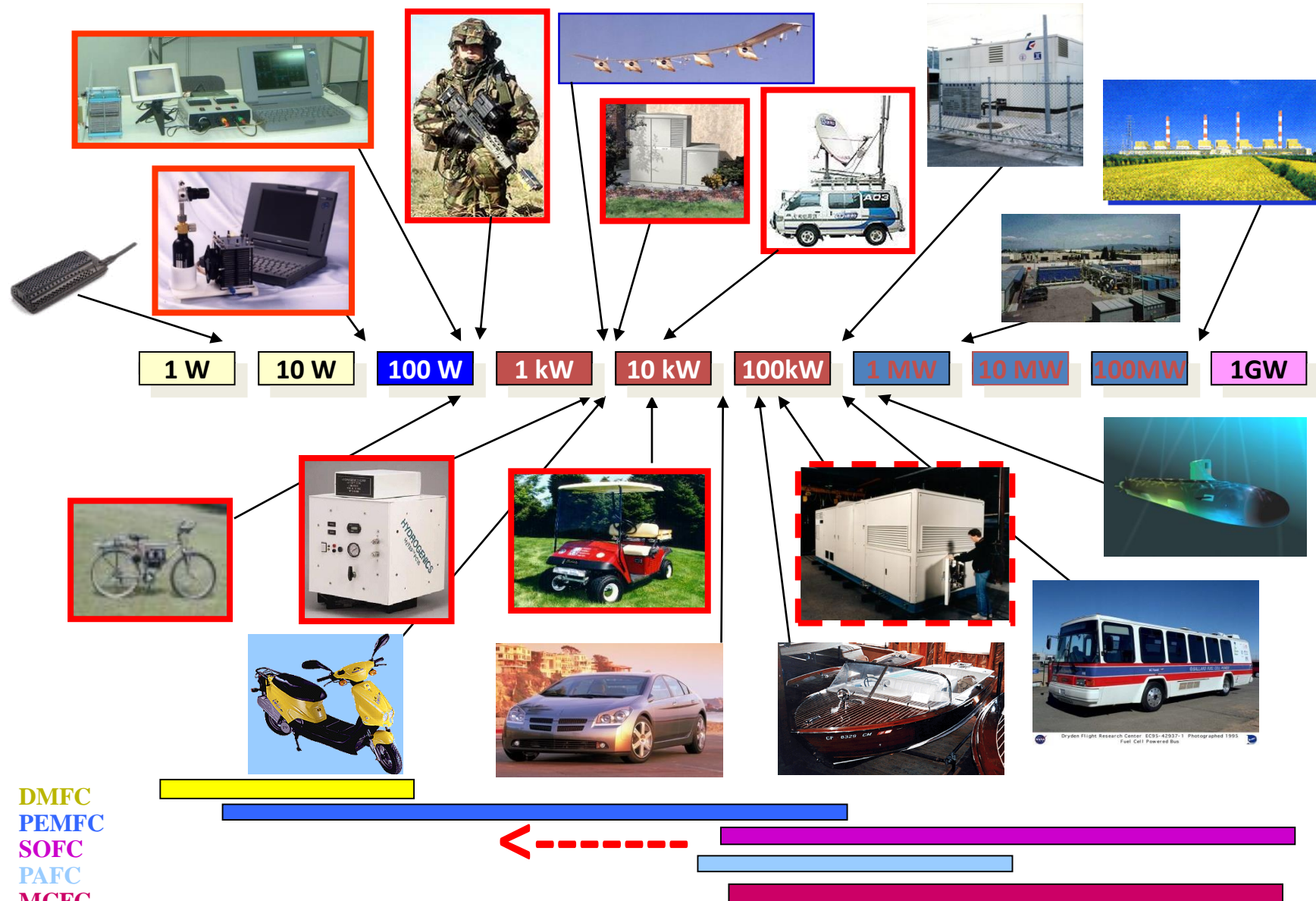


燃料電池簡介

- **電池**(Battery):將儲存的化學能轉換成電能的**儲能設備**
- **燃料電池**(Fuel Cell) :→ 太陽電池(Solar Cell)← 陽光
 - 供應燃料(氫氣)就能將化學能轉換成電能的**發電設備**
 - 燃料電池由陽極,陰極和電解質層組成.
氫氣由陽極進入,氧氣(空氣)由陰極進入.
氫氣在陽極經由觸媒的催化作用形成帶電離子,傳輸過電解質層到達陰極的過程放出電子(或在陰極形成帶電離子傳到陽極),電子經由外線路發電.



各種燃料電池的應用領域

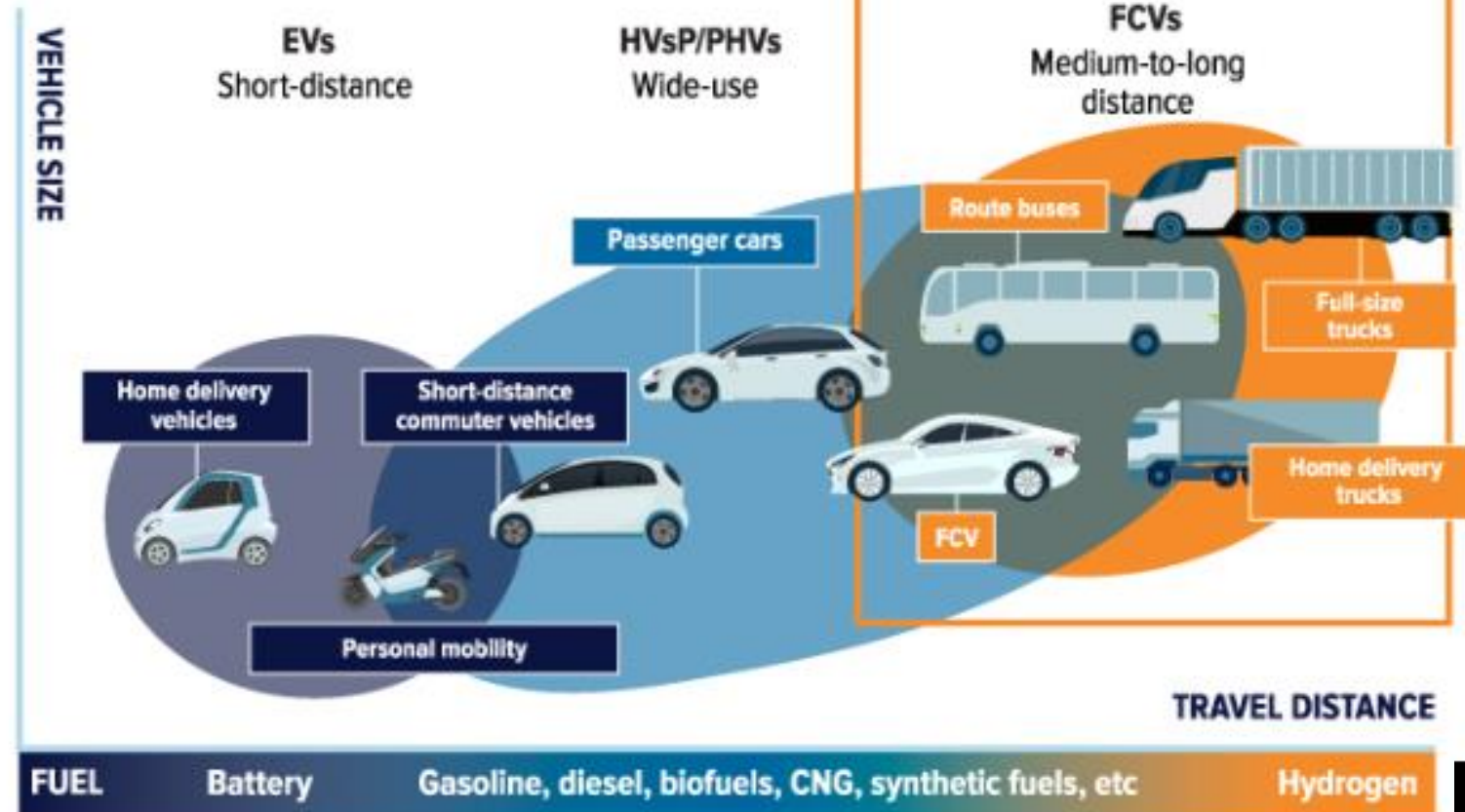


Fuel Cell Vehicles (FCVs)

powered by hydrogen, are no-compromise and emission-free, offering long operating range and fast refueling.

燃料電池汽車的定位

FUEL DIVERSITY AND USES



燃料電池轎車與加氫站



2019 Hyundai Nexo - Hydrogen



BMW iX5 Hydrogen



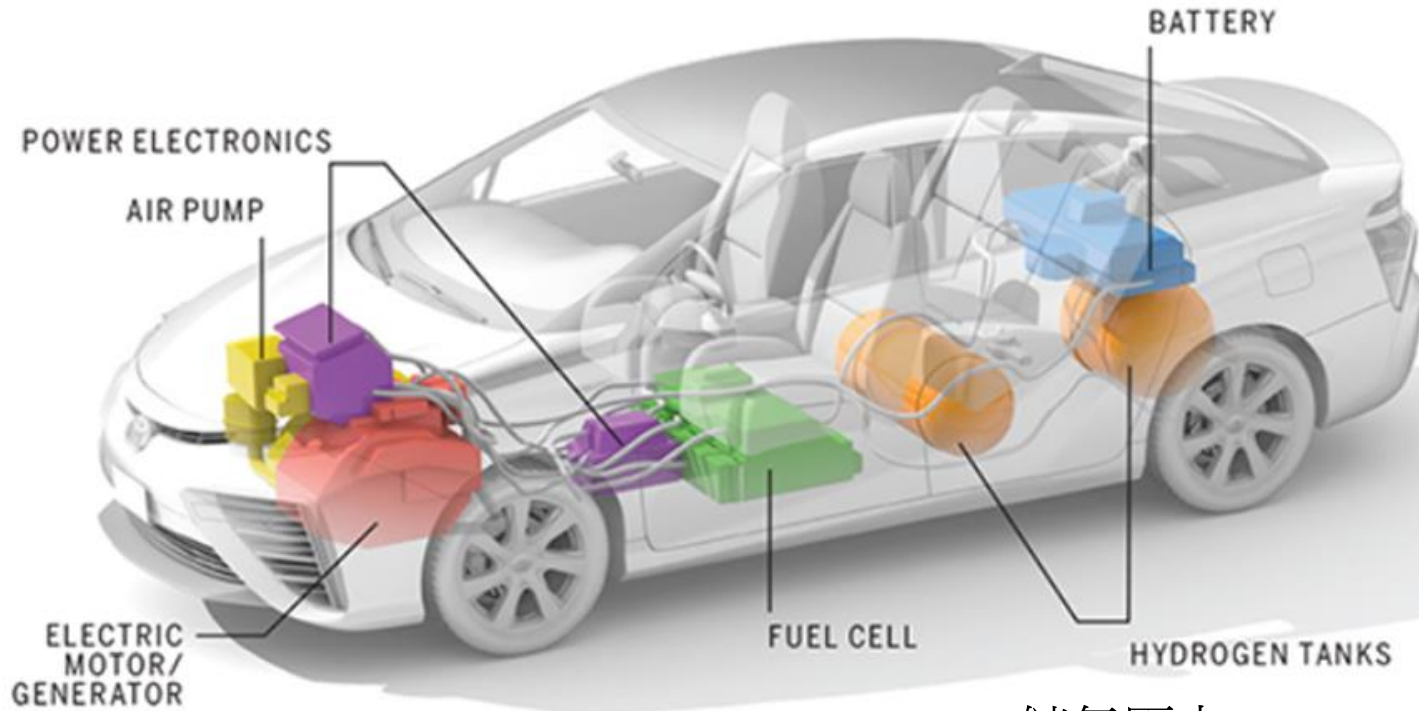
Toyota MIRAI, MIRAI means “the future未來”



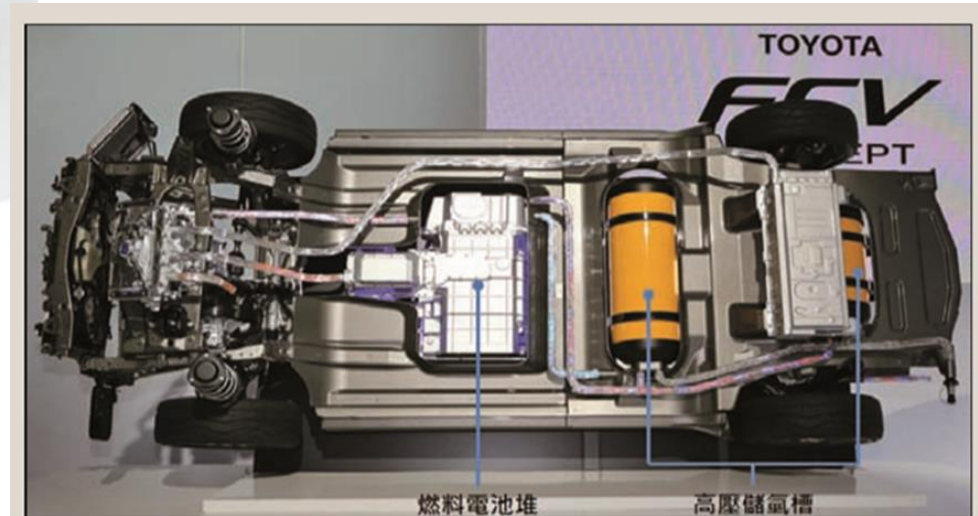
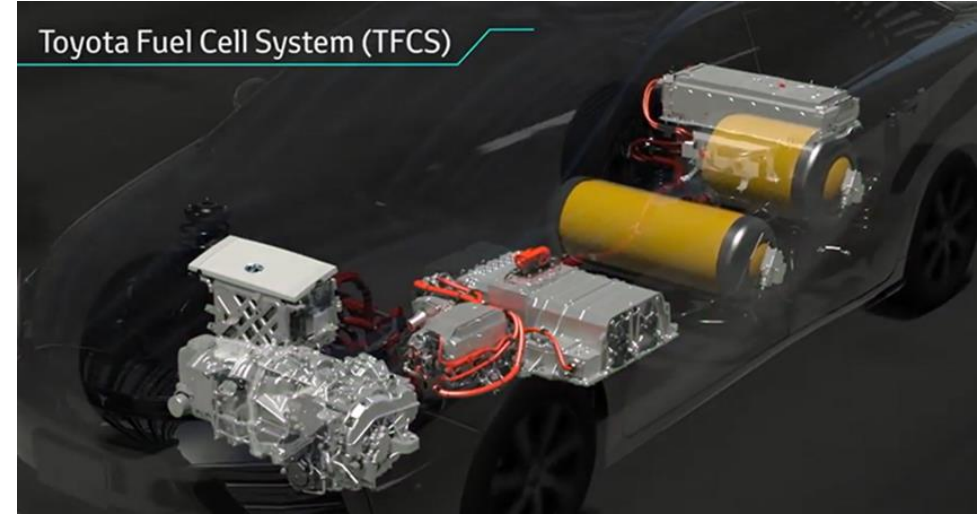
Hydrogenics網站



燃料電池汽車構造



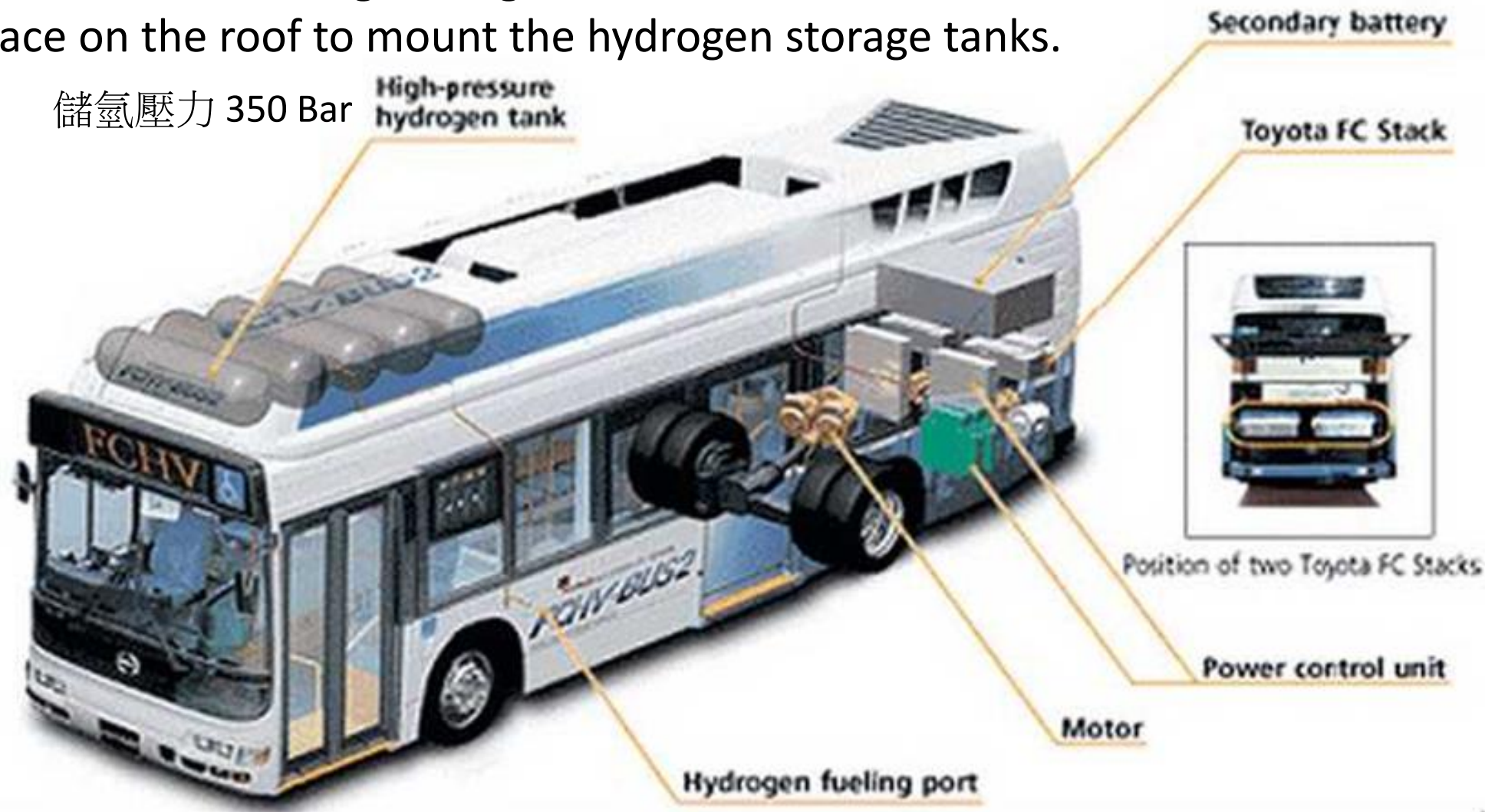
儲氫壓力 700 Bar



資料來源：日本豐田汽車

氫能巴士的結構

In contrast to cars that use H₂ at 700 bar, buses only need 350 bar pressure to have a similar range to a gasoline vehicle, because of the available space on the roof to mount the hydrogen storage tanks.



全世界已經有很多氫能巴士

Around 150 fuel cell buses were put in operation in Europe in the period 2012 – 2020. But there are plans to get over 1,200 by 2025. Looking at a global picture, according to Bloomberg NEF figures, the fuel cell buses in operation as of late 2020 were about 4,250.

“battery electric buses are suitable for short range, fuel cell buses for longer range”



燃料電池車加氫站



加氫機



1 Hydrogen Source
Hydrogen is supplied as a compressed gas or a liquid, and is typically stored in bottles known as "cylinder racks," tanks or tube trailers.

2 Compression
The hydrogen is compressed to H35 or H70.

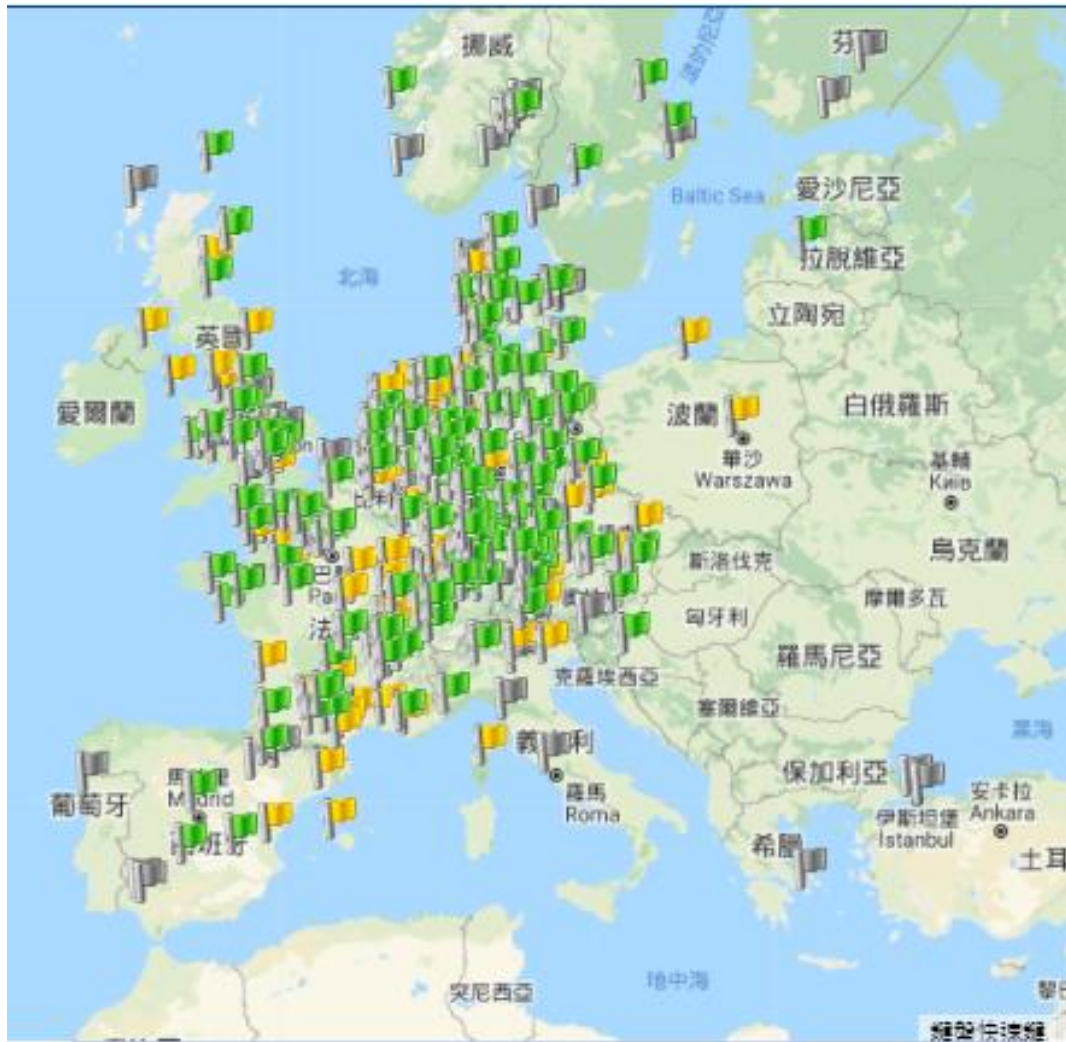
3 Buffers
The pressurized hydrogen is then stored in tubes known as "buffers."

4 Exchanger
Before being dispensed, the hydrogen is cooled in a heat exchanger, enabling quick fueling.

5 The Dispenser
The cooled hydrogen is transferred to the FCV.



全世界加氫站分佈



2021/08



聯華林德建置全台第一座加氫站， 估2023年運行

響應台灣 2050 淨零碳排放策略，台灣工業氣體製造商聯華林德將引進氫能源技術，並在南台灣樹谷工業園區設立首座示範加氫站。

-看好氫燃料電池商用車淨零碳排放的前景，聯華林德母公司聯華神通集團 2022 年 2 月下旬攜手全球氫氣燃料電池商用車供應商 Hyzon Motors Inc.，雙方簽訂合作備忘錄，專為台灣市場共同開發氫燃料電池商用車，2023 年首批氫能卡車將抵台。其中柴油是目前台灣重型車輛市場的主要燃料，占總碳排放 12-15%，無疑地氫能將迅速成為重型運輸車輛市場的零碳排放替代品。

-因應氫能源車即將在台上路，聯華林德同步宣布將攜手其合資夥伴林德集團的氫能源技術，在台南樹谷設置第一座示範加氫站，提供壓力 350~700bar 車輛灌充用氫氣，並提供政府及相關單位測試。為提供高效且安全的加氫技術，聯華林德從生產、規畫設計、建造到維護整併成為一條龍服務模式，啟用後將成為台灣高性能的加氫服務典範，預計於 2023 年中完成安裝並運行。

TechNews
科技新報

2022 年 06 月 06 日

聯華林德
Linde LienHwa



林德集團在德國設置的加氫站，來源：聯華林德

柴油巴士替代新選項 法國各城相繼採購氫能巴士

文■駐法國代表處經濟組 圖■達志影像

據法媒《Les Echos》報導，繼電動及生質能等綠能巴士後，氫能巴士成為法國替代傳統柴油巴士的新選項。每年平均需採購1,800輛巴士的法國，目前已啟用31輛氫能巴士，共有52個城市訂有採購計畫，預計2030年前總數可增加至881輛。雖然



氫能巴士成本較高，但不排放溫室氣體及細微顆粒且無噪音，引起各地方政府的興趣，研判法國日後將成為歐洲採購氫能巴士的主要市場之一。

大巴黎地區繼2019年首次在Versailles啟用7輛氫能巴士後，另規劃自2024年起以4,800萬歐元購入47輛氫能巴士，鄰近的Creteil及Vallec Sud城鎮也預計分別採購17輛及30輛氫能巴士。西南部城市Pau運用庇里牛斯山水壩設置氫氣站，供應區域內7輛氫能巴士運作，並在2022年4月加購30輛巴士及與電力公司Engie合作設立第二座氫氣站。東部城市Dijon預計自2024年起取得27輛氫能巴士及新設充氣站，車隊數量在2年後擴增到62輛，相關計畫

經費達1億歐元。其他包括Lyon、Rouen、Metz、Belfort、Nice等城市也已訂定採購計畫。

氫能巴士的管理優點在於充氣只需15分鐘，續航里程即可達350公里。缺點則為價格偏高，目前僅由5家歐洲製造商小量生產，每輛售價至少63萬歐元起跳，且不含維修及額外配備，金額為柴油巴士的2倍，較電動巴士多出15萬歐元。

Saifa是歐洲5家氫能巴士製造商中唯一的法商，自2018年起供應國內數城市共21輛氫能巴士，在法國市占率為60%。法國政府補助Saifa的氫能計畫共75萬歐元，協助技術轉型，目標是自2024年起增加氫能巴士的產量。



動態

ustry



彩碙新能源董事長鄭英豪(中)帶領之下，台灣首輛使用氫能且搭載研華車載電腦的電動巴士可望明年上路。

Profile 彩碙新能源

成立：2021年 資本額：4500萬元 董事長：鄭英豪

各界對於台灣發展氫能仍多抱持著相當保守的態度，為何彩碙堅持要發展氫能巴士？歷經過義大客運、義大遊覽車公司、廈門軌道交通集團總經理、彩碙董事長鄭英豪拿出數據報告訴記者：氫能巴士依據使用的電力模組與國際運行測試，電池可以保存三、五萬小時，以營運客運的概

念，氫能電動巴士可以跑十至十四年，因為電池壽命比較長，會比傳統柴油和鋰電池巴士更具競爭優勢。然而，真正要落地執行，才是困難的開始。鄭英豪回憶：「別人是三顧茅廬，我卻是每一位都花了五次、甚至十次去拜訪，才漸漸打動他們願意跟彩碙合作。」但也正是這份「憨人」的堅持，終於讓他慢慢累積出擁有開發氫能巴士整車的關鍵核心技术與人才。

首先，工研院在氫能與氫燃料，已研發長達數十年的時間，不僅彩碙從工研院學習到很多經驗，工研院不少優秀的相關人才也已轉職到彩碙。再者，過去學界在氫能領域的研發成果，與氫燃料，已研發長達數十年的時間，不僅彩碙從工研院學習到很多經驗，工研院不少優秀的相關人才也已轉職到彩碙。再者，過去學界在氫能領域的研發成果，

當愈來愈多的鋰電池電動巴士在各縣市上路，台灣卻有一家新創公司——彩碙新能源，選擇投入氫能電動巴士的整車開發；最快在二〇二三年底前，就

能見到台灣首輛採用氫能的電動巴士，搭載研華的車載電腦，實現輔助駕駛與主動式安全功能，以及駕駛行車監控和車隊管理，在高雄市政府規畫的「氫能示範區」正式開跑。

鄭英豪身為高雄人，希望透過氫能巴士，讓高雄石化產業發展成為循環經濟，這也是彩碙第一站選擇在高雄落地的主因；未來該公司會逐步擴及其他縣市，「台灣工業區有很多工業副產氫(工業餘氫)，可以就近供應氫氣，避免長途運輸成本與風險，未來客運公司的營運成本還有機會降低。」

雖還不到商用的時機，但在零碳排已是全球趨勢下，學校教授也有與業界合作的意願，這些研發資源恰好成為台灣自主研發的基礎。第三，台灣有不少的氣體公司，如聯華、三福、亞東，還有工研院、中山大學等，都在做電解氫的技術研發，從中也已奠定豐厚的基礎。

台灣首輛氫能電巴士 力拚明年上路

文／林苑卿

燃料電池發電系統

- 大型電廠級發電系統(>1MW)
- 中型商業/產業用發電系統(20~200kW)
- 小型家用發電系統(1-10kW)



100kW PEMFC



1.1MW PEMFC



50 kW PEMFC



天然氣 1kW PEMFC



甲醇 5kW PEMFC



Apple 資料中心, 10 MW SOFC

蘋果電腦總部裝置SOFC燃料電池系統

Apple's Headquarter is running on renewable energy and going "**Net Zero**". They are putting **8 MW of solar panels** on the roof of the building and the parking garages, and are installing **4 MW(SOFC) fuel cells**, powered by "directed biogas. These will be supplemented by grid purchased renewable energy if needed during periods of peak demand."



蘋果電腦總部(Solar PV, Fuel cell)



Directed biogas refers to biogas that is collected from a landfill, wastewater treatment plant, or ...

MW級SOFC燃料電池發電系統

- 全世界唯一成功商業化的大型SOFC系統(美國Bloom Energy公司)
- 台灣為主要製造供應基地(~70%組件)



Delmarva Power 30MW
發電廠(power plant)



Apple 10 MW
資料中心(data center)



Macy's 600 kW
購物中心(shopping mall)



Nokia 500 kW
辦公大樓(office)



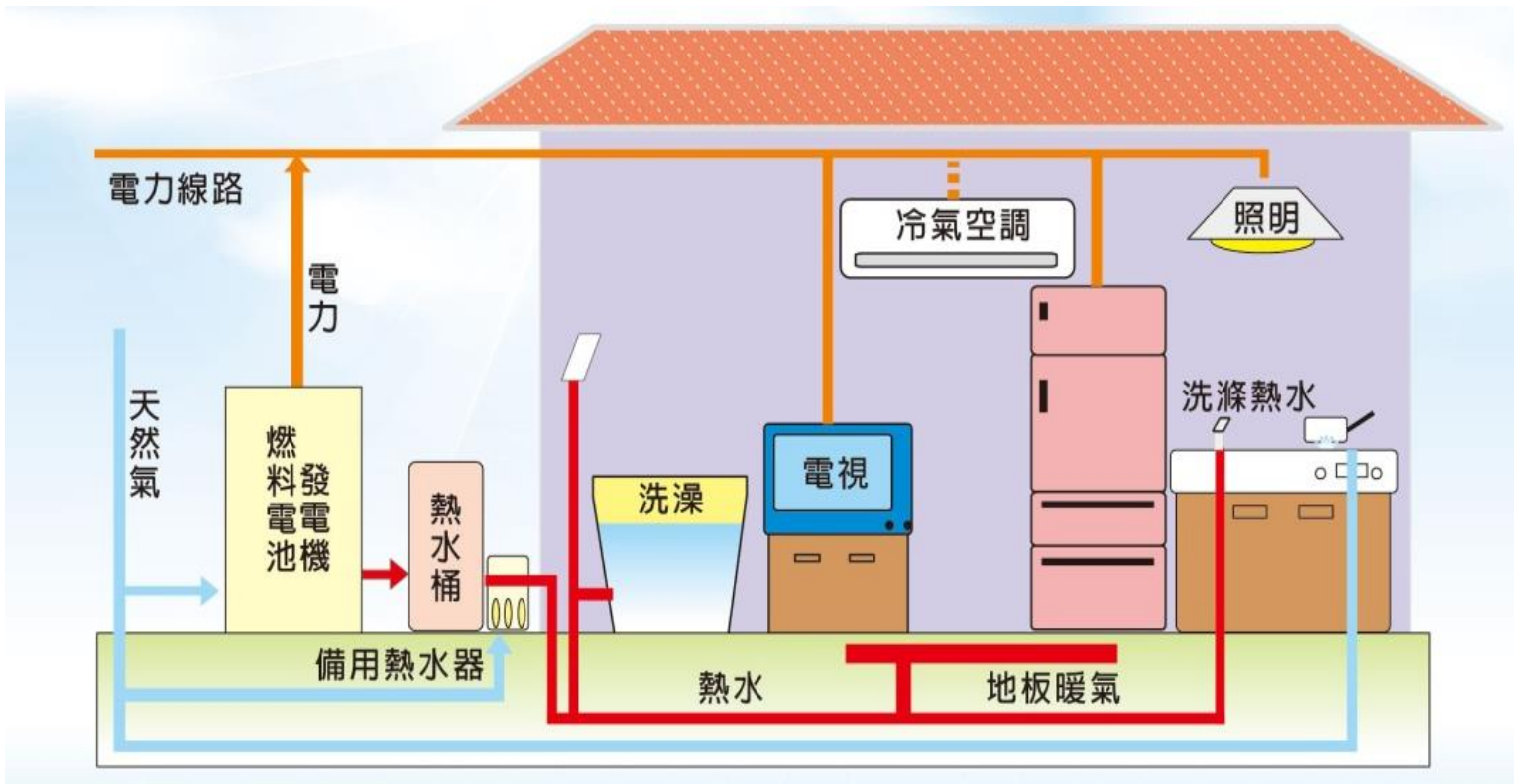
大阪府中央卸売市場
1.2 MW(market)



Johnson & Johnson 500 kW
科學園區(science park)

家庭用燃料電池發電系統

- 由管線供應天然氣給家庭燃料電池發電系統(700W),提供家庭或小型商業場所的電力與熱水需求.
- 日本推廣的 Ene-farm系統,2018年已達25萬台,目標2020年140萬台,2030年530萬台.達成率落後目標很多,現在補助已經停止.



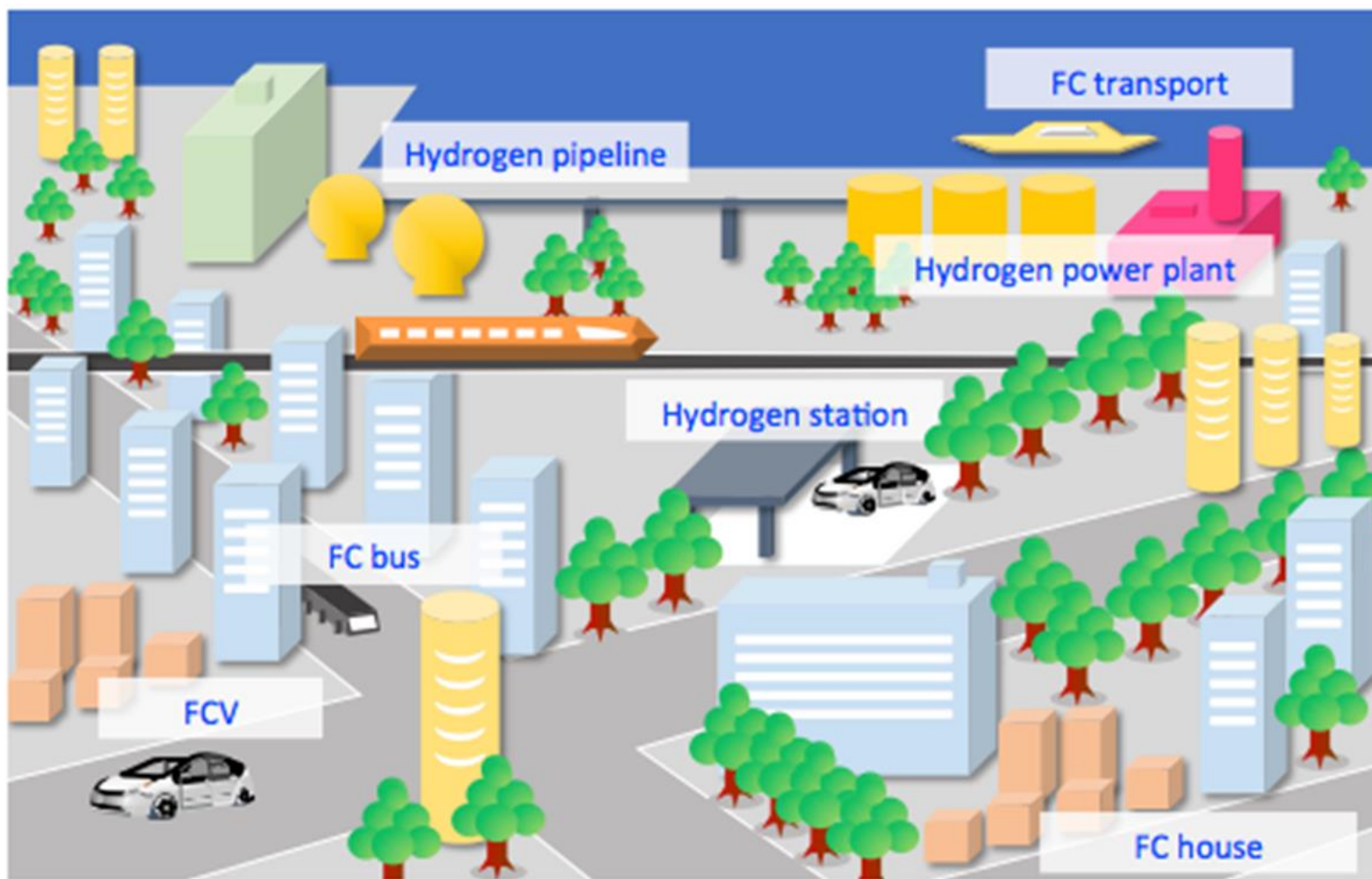
家用天然氣 0.7 kW PEMFC

氫能源社會的展望

理想

夢想

幻想



If You Can Dream It, You Can Make It!
(夢想成真)

