



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

鋰電池材料在節能環保的電動車應用現況

2012'12'7

報告人:吳弘俊

鋰電池可靠度設計研究室

儲能材料及技術研究組

材化所

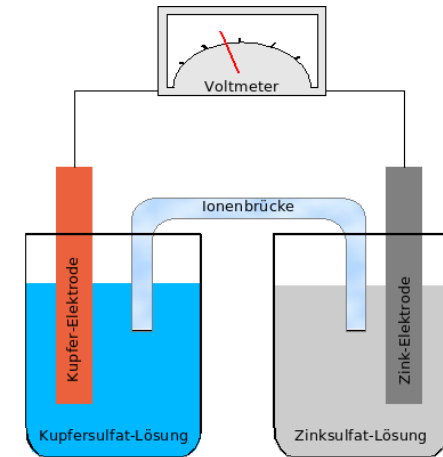
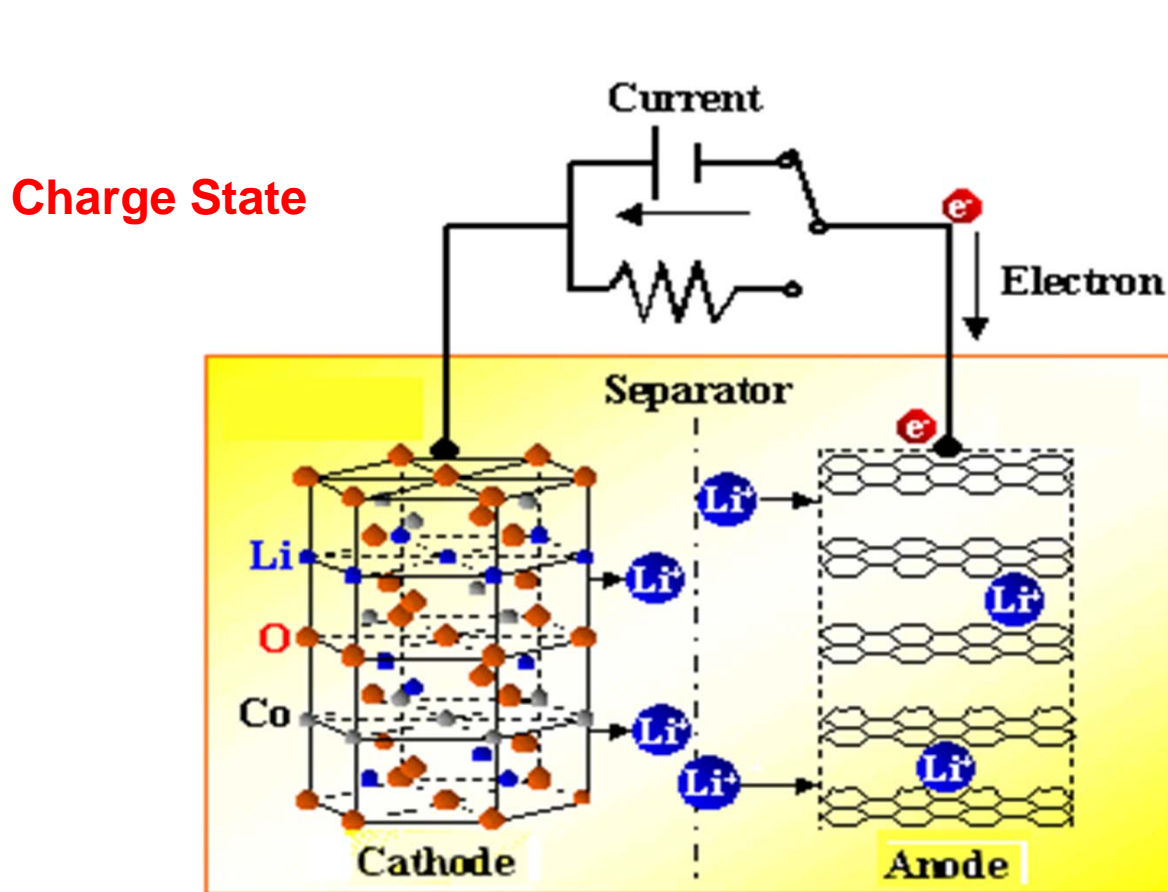


內容

- 鋰電池充放電原理&材料
- 二次鋰電池製程介紹
- 鋰電池安全性
 - 鋰電池燃燒爆炸機制
- 鋰電池在電動車市場應用及發展現況
 - 電動車種類
 - 各大車廠的電動車
 - 台灣政府推廣的電動車
 - 台灣市售的電動摩托車



鋰離子電池的基本原理-充電

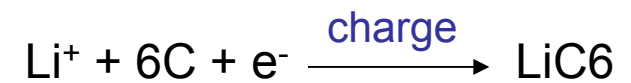


Cathode site:

Charging

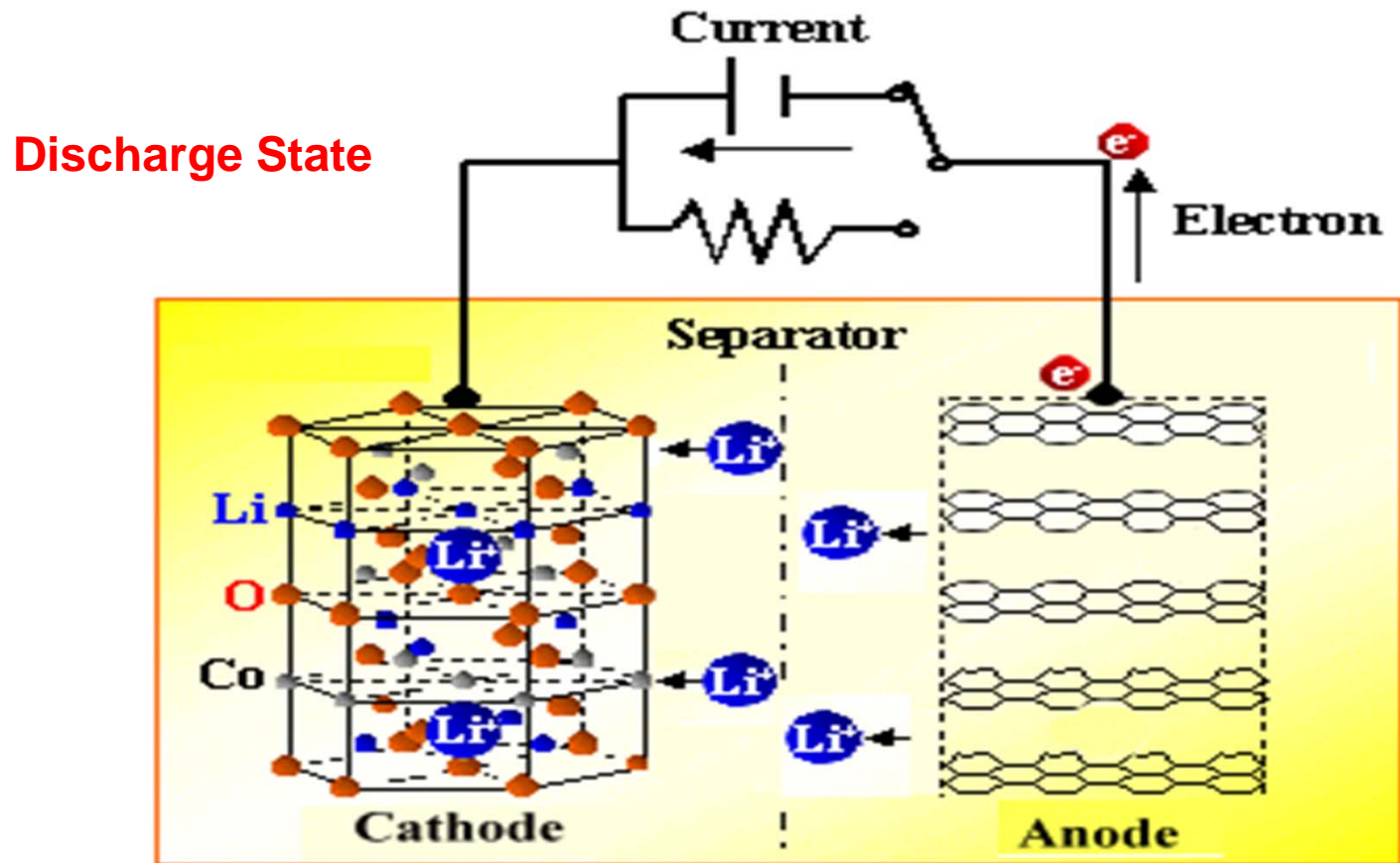


Anode site:





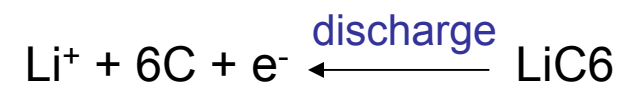
放電



Cathode site:



Anode site:





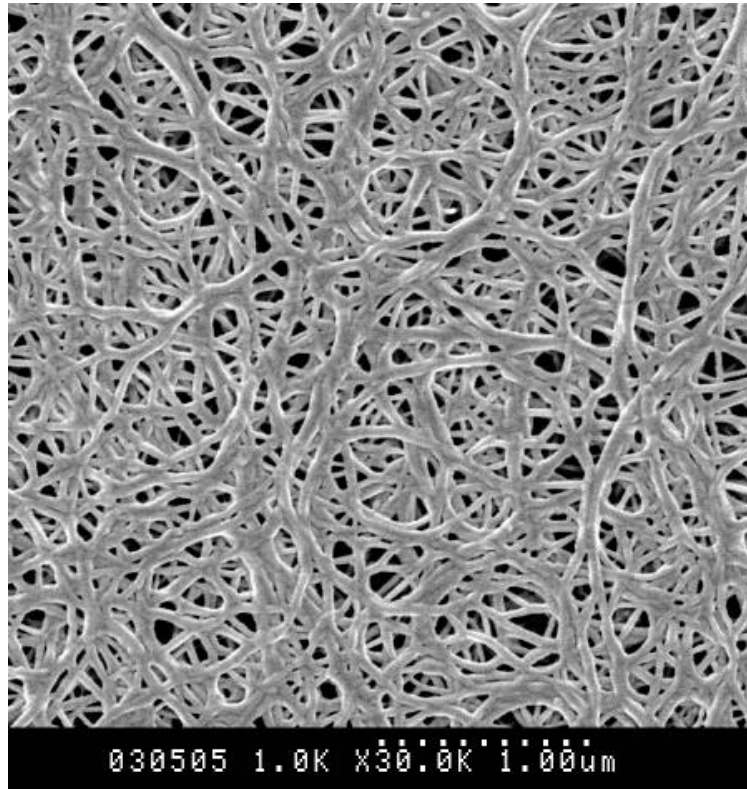
鋰電池內部的材料組成

Electrode Component	Role	Anode(負極) Example	Cathode(正極) Example
活性物質	Reversibly stores chemical energy	Graphite	LiCoO ₂ or LMO ₂
黏著劑	Stabilizes electrode coating (holds it together)	PVDF or SBR (Polyvinylidene fluoride)	
導電基材	Supports electrode material Leads to electronic circuitry	Copper	Aluminum
導電添加劑	Improves electrode performance	Carbon Black, Graphite	
電解液	Li-ion transportation	Salt: LiPF ₆ + Solvent: Carbonates	

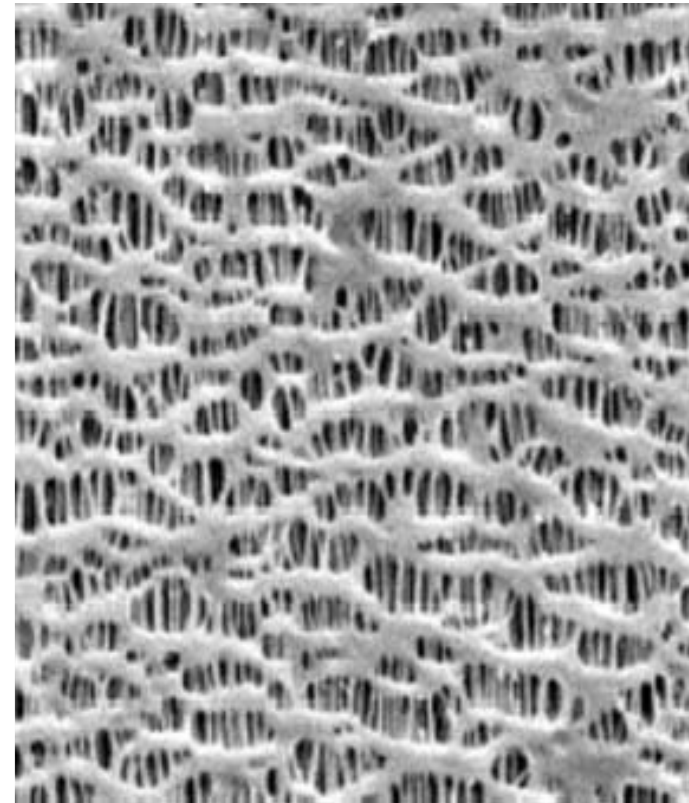


隔離膜

Polyolefin (PE or PP)



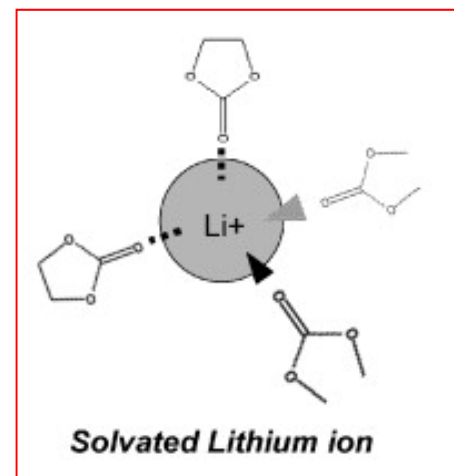
Wet process



Dry process

電解液&主要溶劑

電解液是**有機溶劑**+**電解質鋰鹽(LiPF₆)**



有機溶劑種類	構造	熔點(°C)	沸點(°C)	黏度(cP)	介電常數	分子量
碳酸乙烯 (EC)		39	248	1.86	89.6	88.6
碳酸丙烯 (PC)		-49.2	241	2.53	64.4	102.1
碳酸二甲酯 (DMC)		2	90.3	0.75	2.8	90.1
碳酸甲乙酯 (MEC)		-54	107	0.65	2.9	104.1
碳酸二乙酯 (DEC)		-43	126	0.59	3.1	118.1



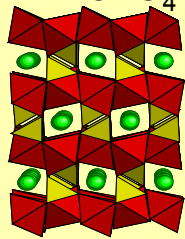
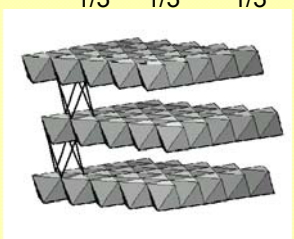
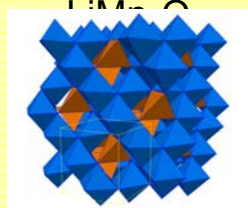
工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

鋰電池正極(Cathode)材料 & 負極(Anode)材料



Current State-of-the-art Cathode Materials in Lithium-ion Batteries

材料結構	鋰遷入/出空間	主要產品開發	理論電容量 (mAh/g)	預估電容量 (mAh/g)	平均工作電壓(V)	安全性	成本	主要產品應用
橄欖石 (Olivine) 斜方晶系 Pnma	1D	LiFePO_4 	170	140-150	3.4	優	中	動力電池及大型電池
層狀氧化物 (layered Oxides) 六方晶系 R3m	2D	LiCoO_2 Li(NiCoAl)O_2 $\text{LiCo}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}$ 	273	160-180	3.6~3.7	尚可	高	小型電池 & 動力電池及大型電池
尖晶石 (Spinel) 正立方晶系 Fd3m	3D	LiMn_2O_4 	148	100-110	3.7	佳	低	動力電池及大型電池

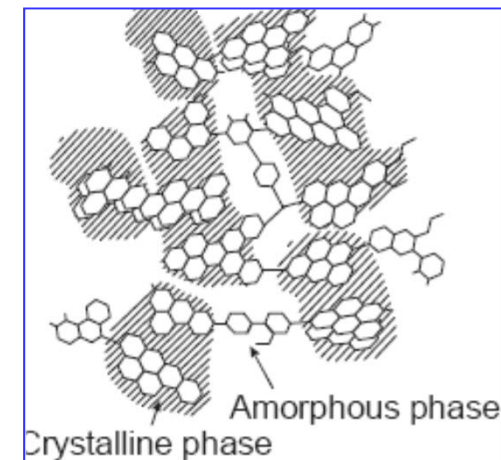
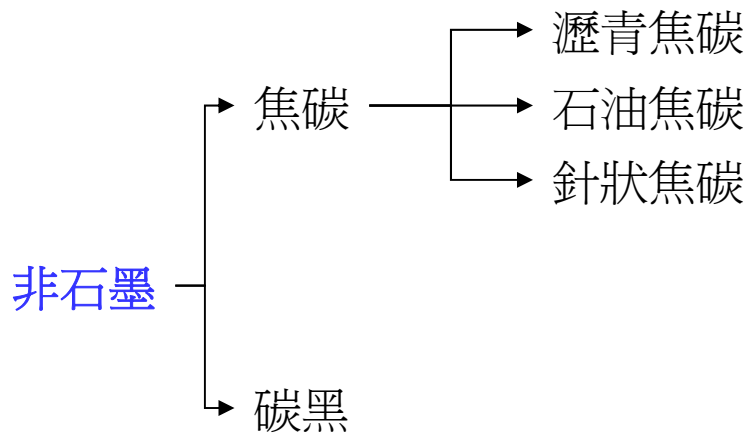
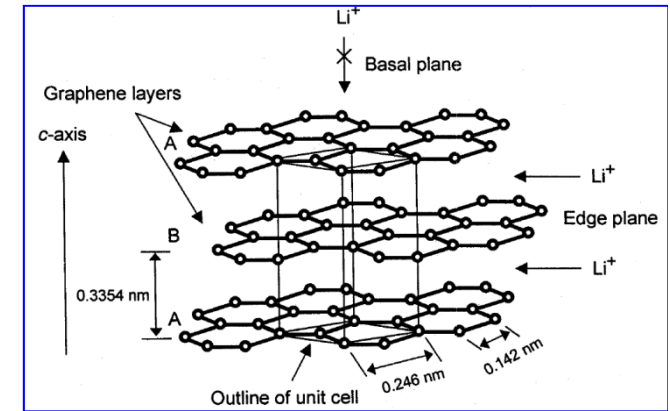
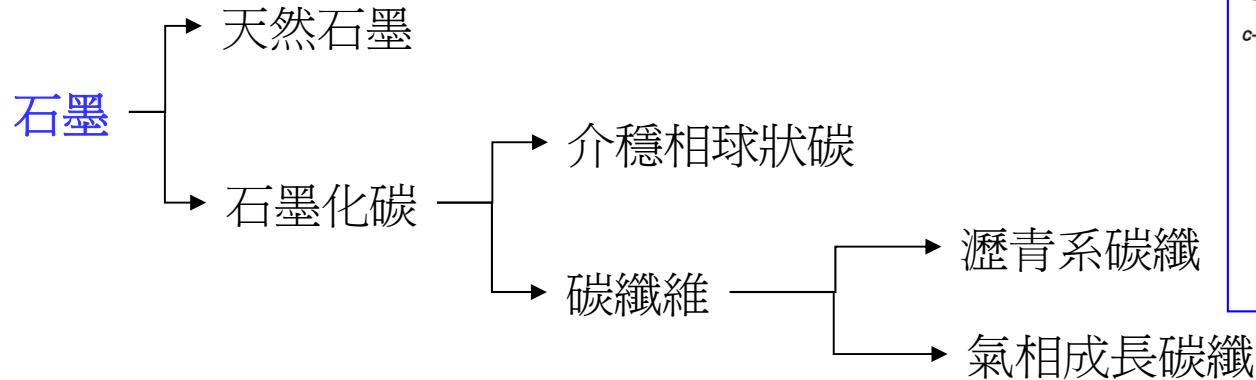


Anode materials

Anode material	Fully lithiated material	Theoretical Specific capacity (mAh/g)	Volumetric capacity* (mAh/cm ³)
Al	LiAl	993	1374
Sb	Li ₃ Sb	660	1881
Sn	Li ₂₂ Sn ₅	994	2025
SiO	Li ₁₅ Si ₄	>2000	~200
Si	Li ₁₅ Si ₄	3579	2200
Li ₄ Ti ₅ O ₁₂	Li ₇ Ti ₅ O ₁₂	175	350
C, graphite	LiC ₆	372	760

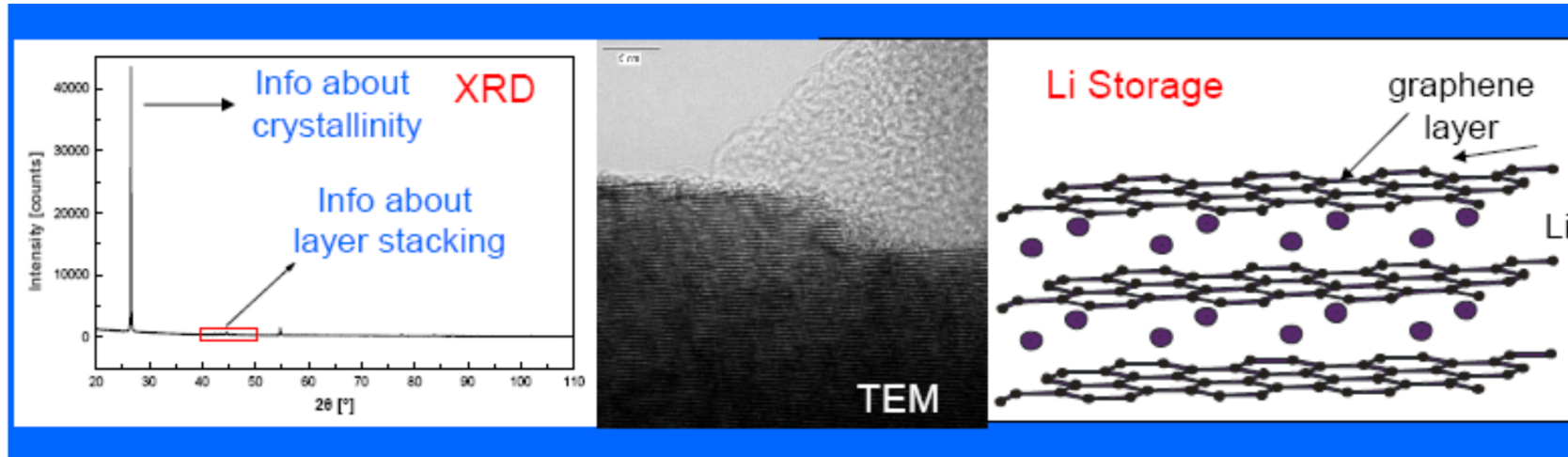


Major Anode Materials-Carbon

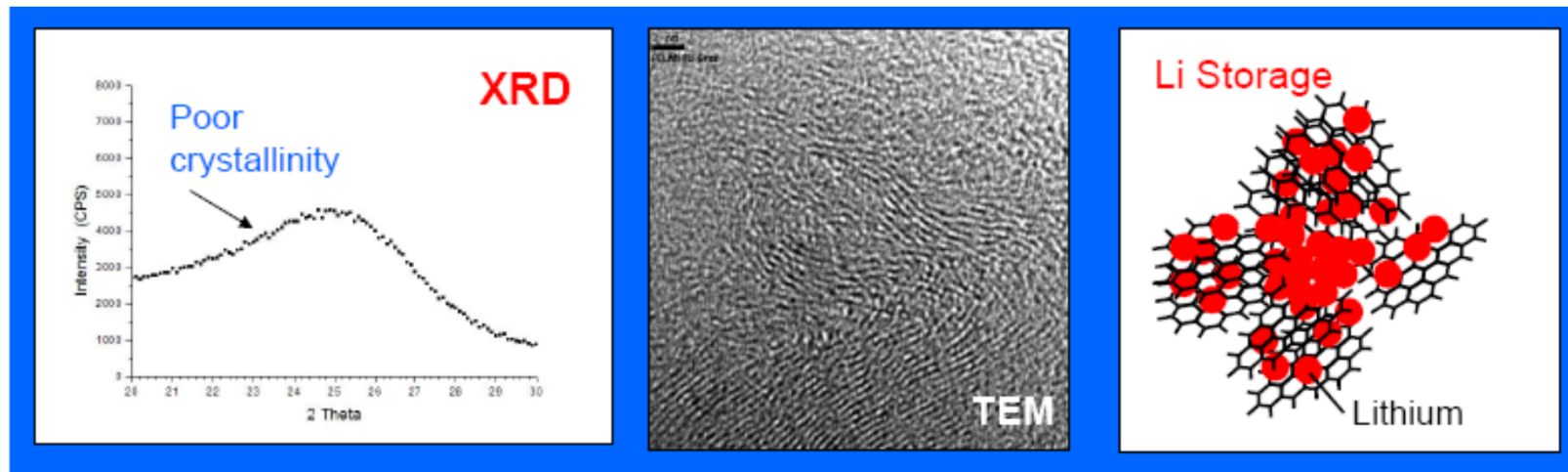




Graphite (Crystalline) Carbon



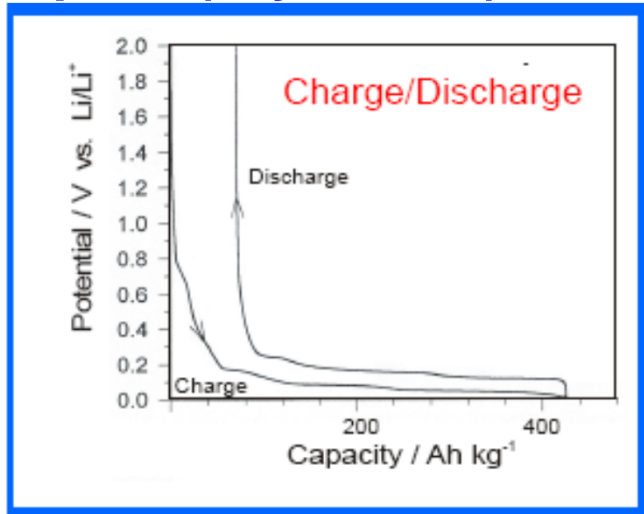
Amorphous (Hard, Disorder) Carbon



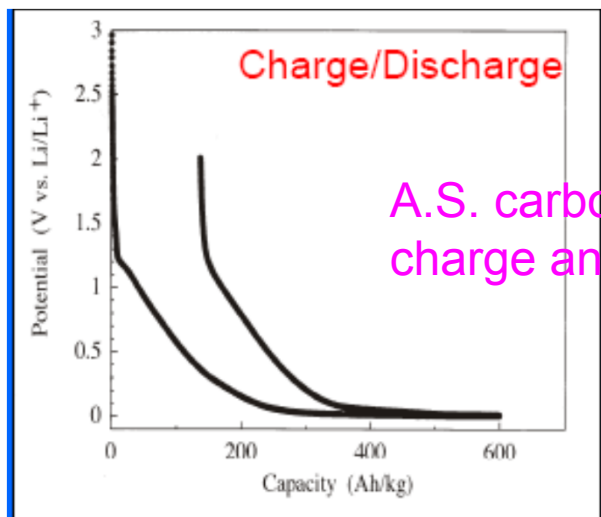


Electrochemical property of carbon

Graphite (Crystalline) Carbon



Amorphous (Hard, Disorder) Carbon



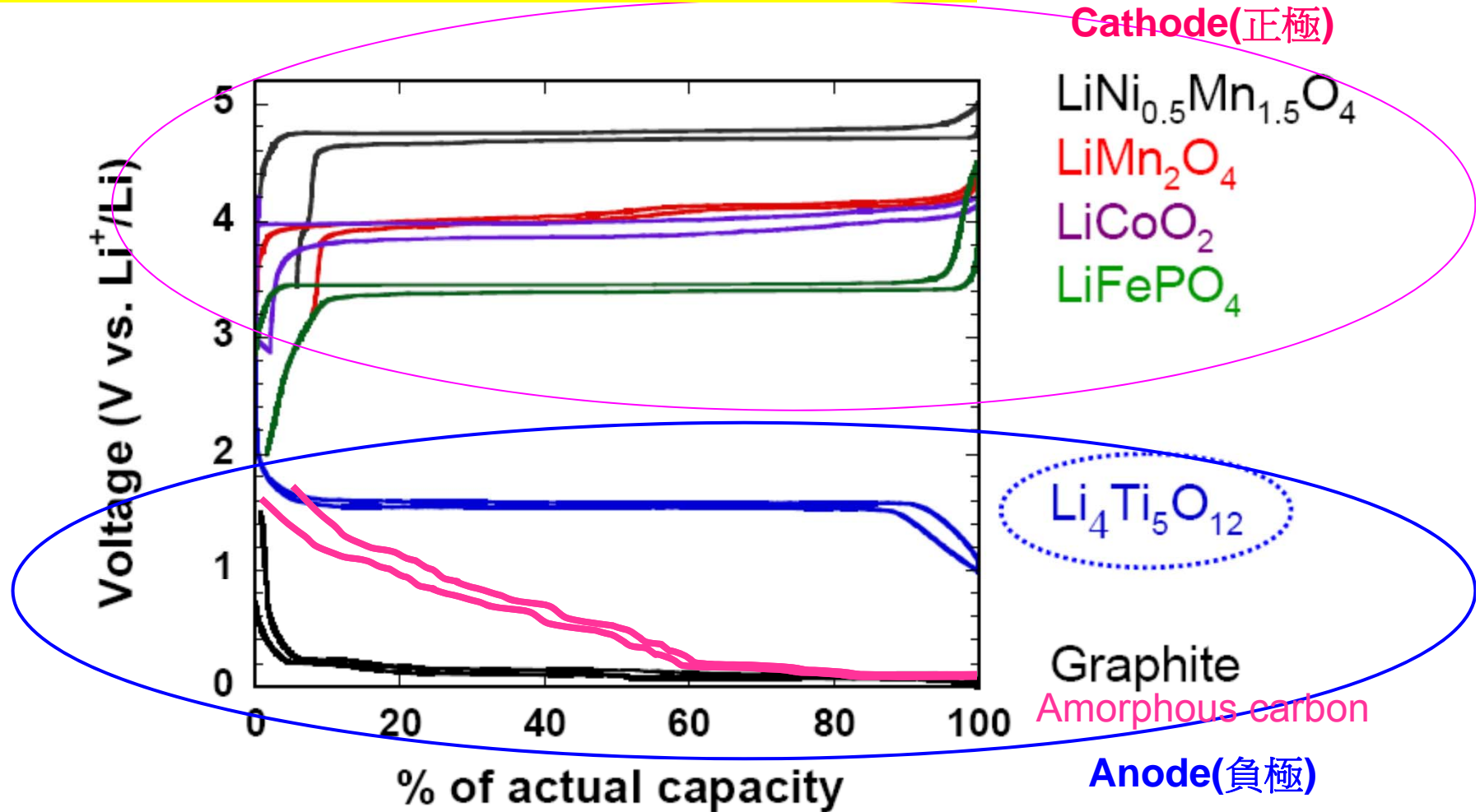
A.S. carbon suitable for high rate
charge and discharge



正極&負極的充放電時的電壓曲線 v. s. Li/Li^+

$$V(\text{battery}) = V_{\text{正}} - V_{\text{負}}$$

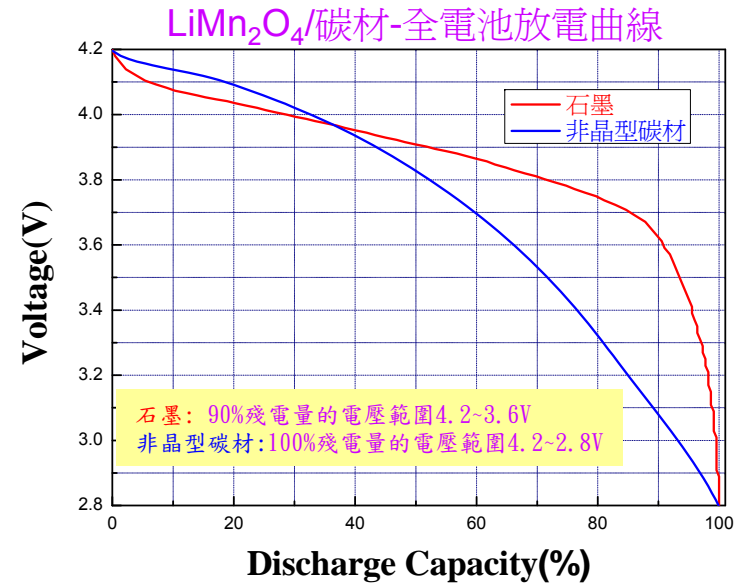
$$\text{電池儲存能量(Wh)} = \text{電池電容量(Ah)} \times \text{電池平均工作電壓 (V)}$$



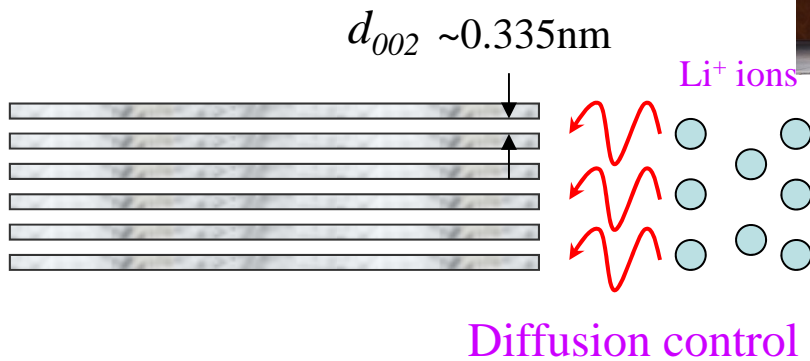


電動車用碳材負極材料-非晶型碳材

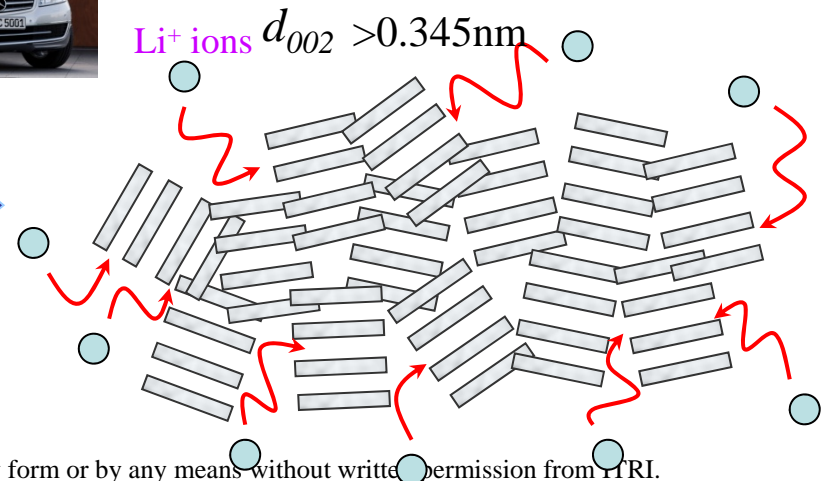
	石墨	非晶型碳材
電容量	Good 310~360 mAh/g	Poor 220~300 mAh/g
價格	Good	Excellent
大電流放電	Excellent	Excellent
大電流充電	Poor	Excellent
電池殘電量管理	Poor	Excellent
循環壽命	Good	Excellent
安全	Good	Excellent



石墨

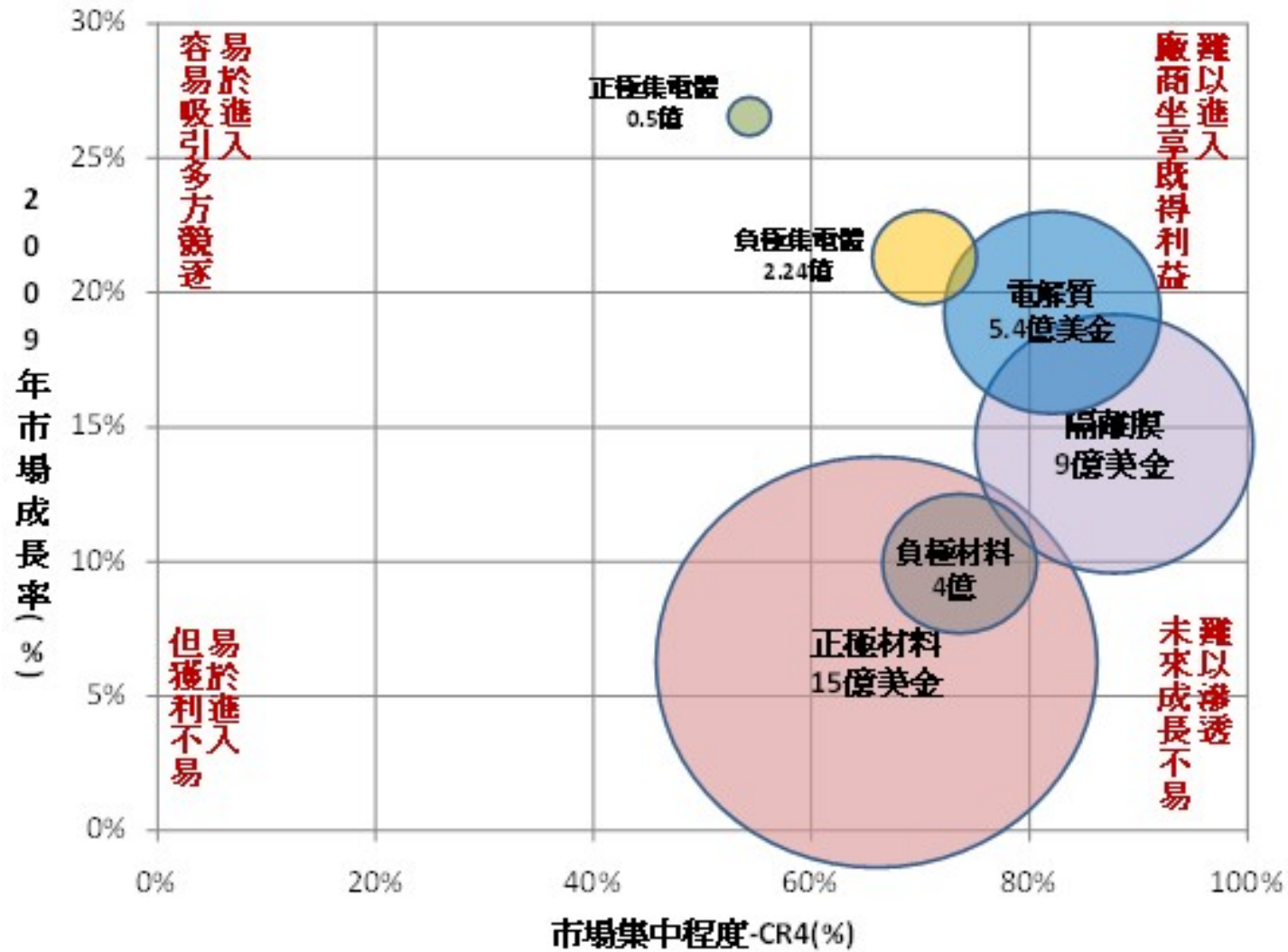


非晶型碳材





鋰電池材料產業市場吸引力矩陣



(資料來源：工研院IEK(2010/04))



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

二次鋰電池製程

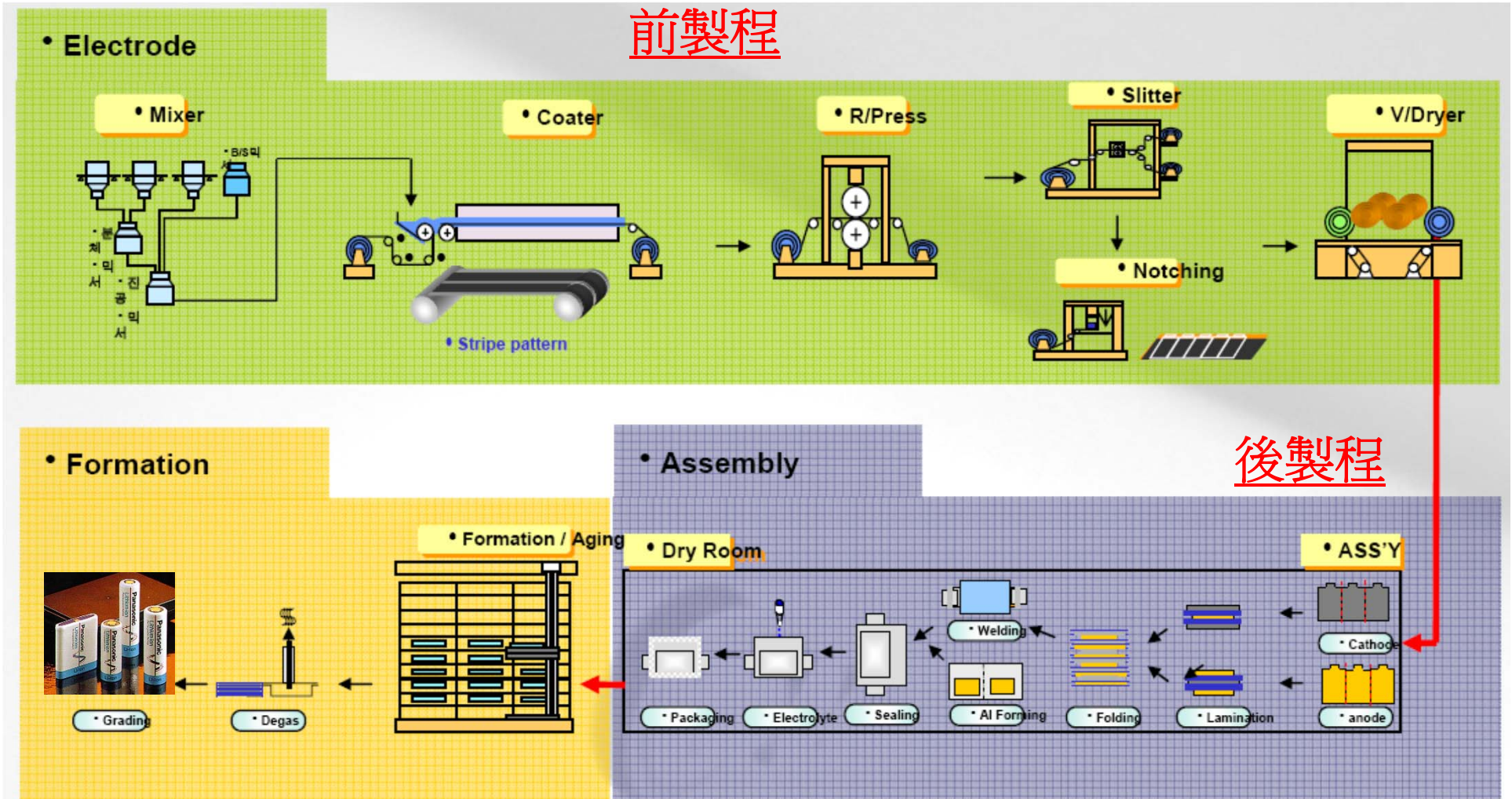


鋰電池材料&相關電池零組件





現行二次鋰電池製作程序－單電池製作





工業技術研究院

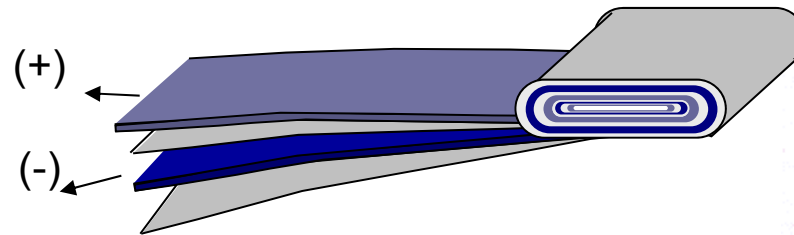
Industrial Technology
Research Institute

鋰電池製作程序Vedio

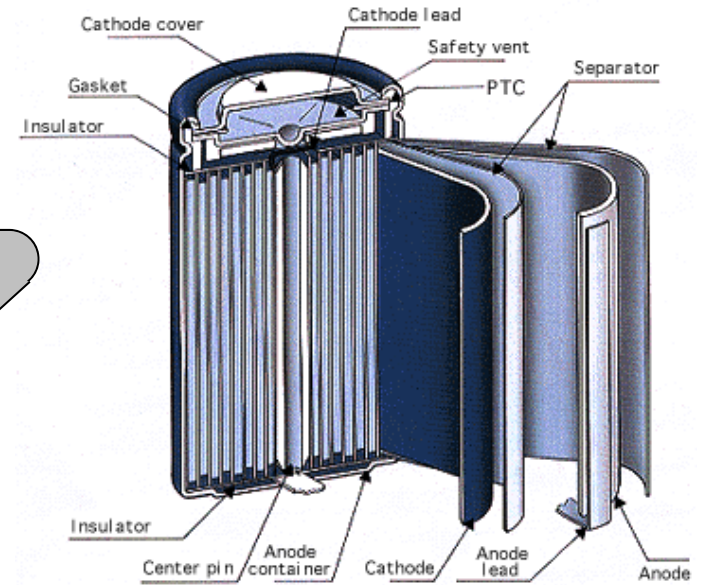


Design of Electrode Assembly

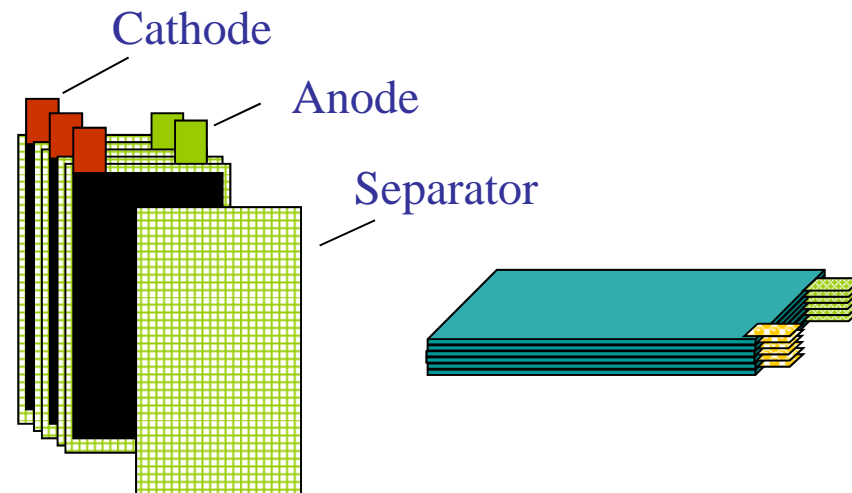
Winding



Structure of Lithium-ion Battery



Stacking





Design of Li-ion Battery

Cylindrical type



Prismatic type

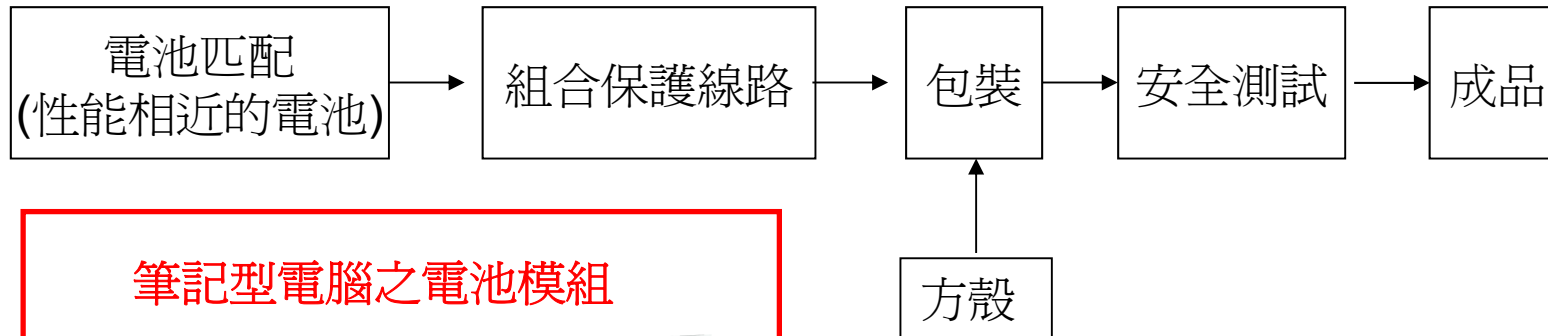


Laminated type





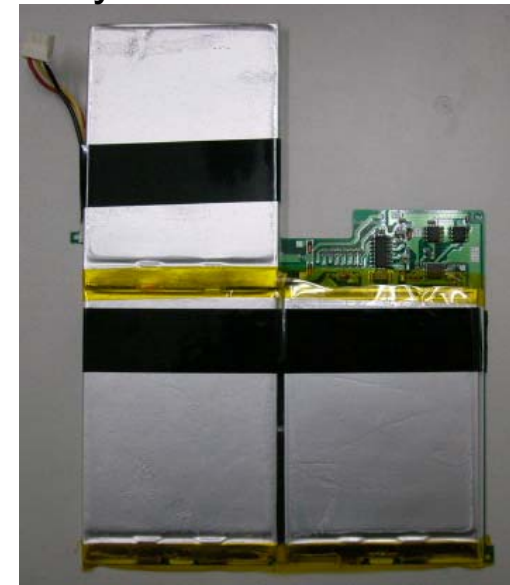
現行鋰離子二次電池製作程序—Packing



筆記型電腦之電池模組



356285 (3S1P) for Tablet PC
Capacity: 1800 mAh/ 11.4V



Example

電池儲存能量(Wh) = 電池電容量(Ah) × 電池平均工作電壓 (V)

1 kWh = 1度電

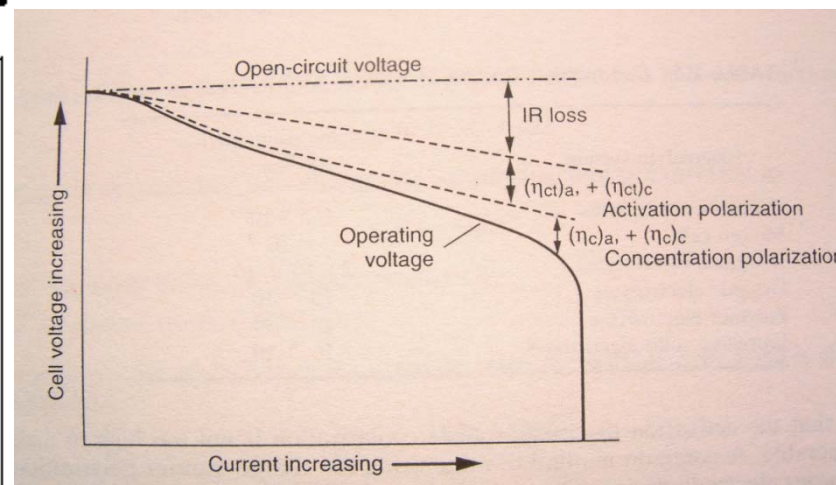
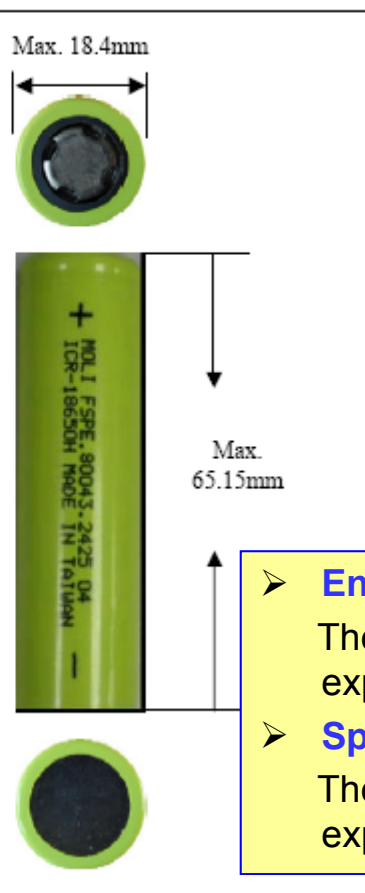
MOLICEL®

LITHIUM-ION RECHARGEABLE BATTERY

PRODUCT DATA SHEET
MODEL ICR18650H

■ CELL SPECIFICATIONS

Shape / Can material	Cylindrical / Steel	
Typical Capacity	2200mAh	
Minimum Capacity	2100mAh	
Nominal Capacity	2100mAh	
Nominal Voltage	3.7V	
Charge Voltage	4.2V ± 0.05V	
Charge Current (Recommendation)	Less than 1250mA	
Charge Time	3.0 hrs	
Discharging current (Max.)	5.0 A (≤ 45°C)	
	4.0 A (≤ 60°C)	
Discharge Cutoff Voltage	3.0V	
Temperature	Charge	0°C to 45°C
	Discharge	-20°C to 60°C
	Storage	-20°C to 60°C
Weight (Max.)	47.1g	
Dimensions	Diameter (Max)	18.40mm
	Height (Max.)	65.15mm
Energy Density	Gravimetric	496 Wh/l
	Volumetric	182 Wh/kg

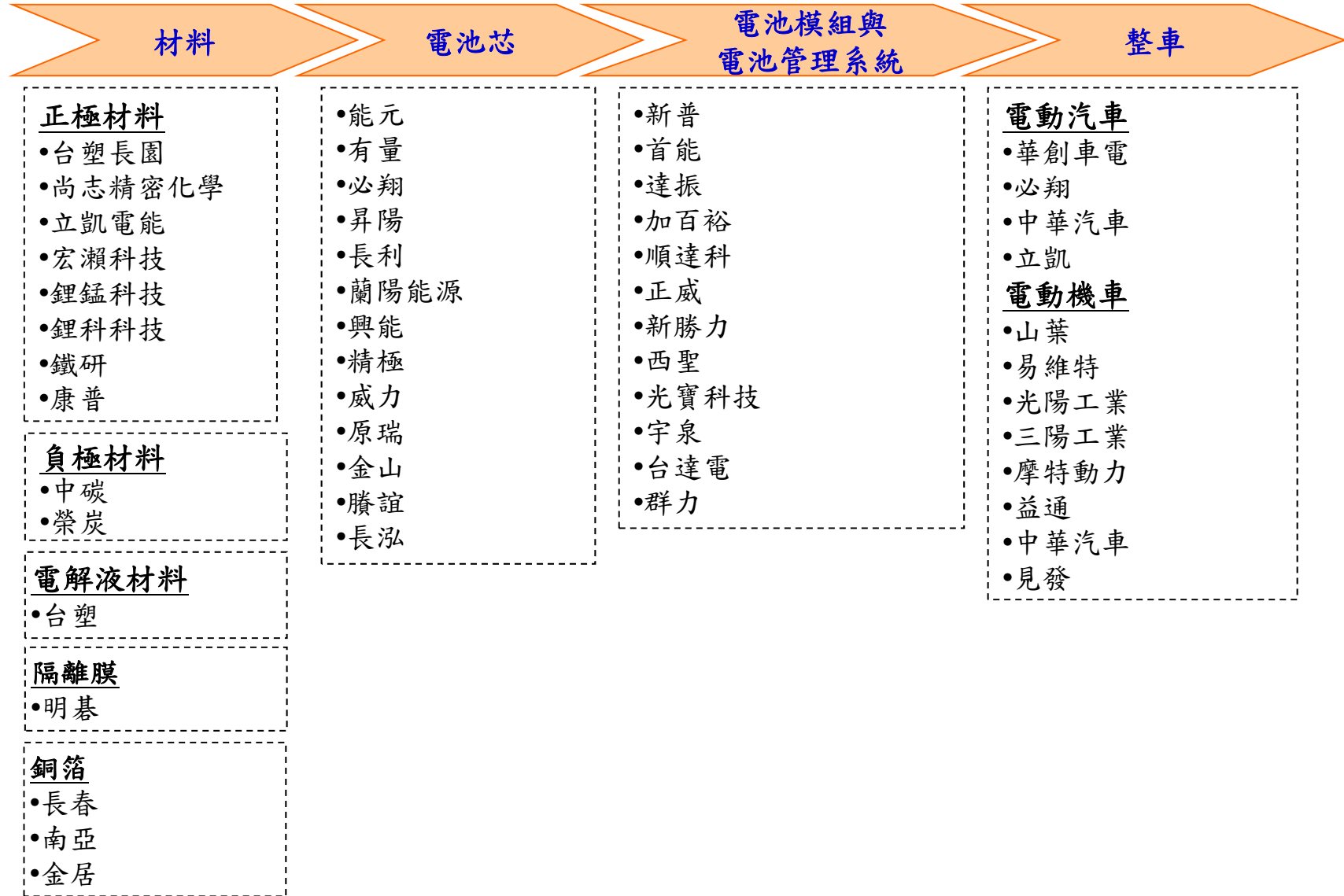


- **Energy Density (能量密度):**
The **volumetric** energy storage density of a battery, expressed in Watt-hours per liter (Wh/l).
- **Specific Energy (能量密度):**
The **gravimetric** energy storage density of a battery, expressed in Watt-hours per kilogram (Wh/kg).



台灣儲電系統產業鏈

鋰電池產業鏈





工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

鋰電池發生燃燒爆炸的反應機制



鋰電池在消費電子產品所造成的危害





全世界電動車因電池短路所引起的起火事故

杭州電動出租車因1輛當街燒成空殼全部暫停運
2011-04-12



Nissan Qashqai EV cause of fire in 2010'11



<http://www.teslamotorsclub.com/showthread.php/4712-Converted-Nissan-EV-cause-of-fire-onboard-quot-Pearl-of-Scandinavia-quot>

Toyota Prius PHEV cause of fire in 2008



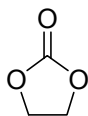
Ford electric vehicle battery fire in 2008



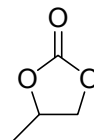
<http://ymb.stuffcanuse.com/ymb/viewthread.php?tid=4847>
reproduced in any form or by any means without written permission from ITRI.

鋰電池不安全原因

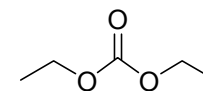
- 電解液為可燃物質。
- 電池因不當使用產生安全問題主要是因為有熱產生而引發連鎖化學放熱反應(thermal runaway)，進而燃燒或爆炸。
- 而熱主要有兩種形式
 - (一.) 為電池正負端點不當負載，例如過充(充電電壓過高)、過放、外部短路(瞬間大電流)等，所產生的熱量會造成電池整體溫度上昇。
 - (二.) 則為電池遭受外力，如撞擊、穿刺、壓碎則會使電池內部瞬間局部短路，產生高溫熱點。



Ethylene Carbonate (EC)



Propylene Carbonate (PC)

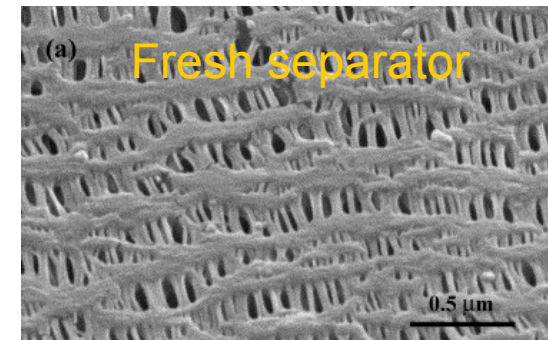
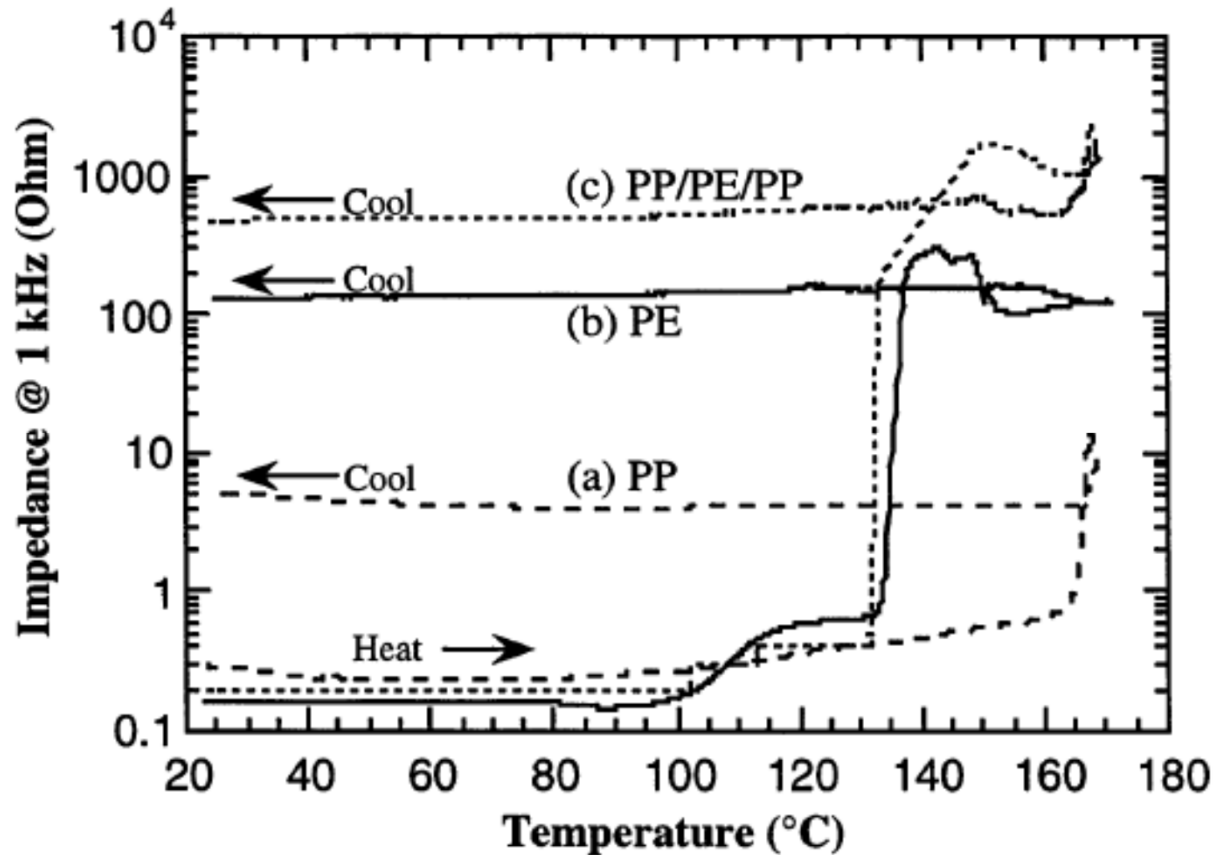
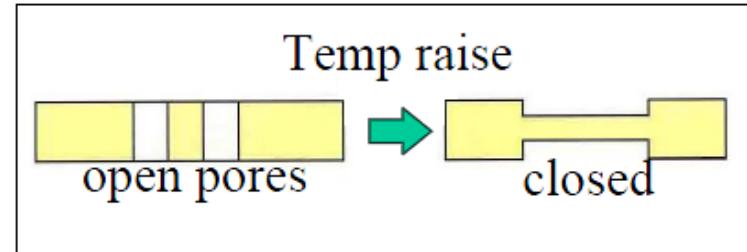


Diethyl Carbonate (DEC)



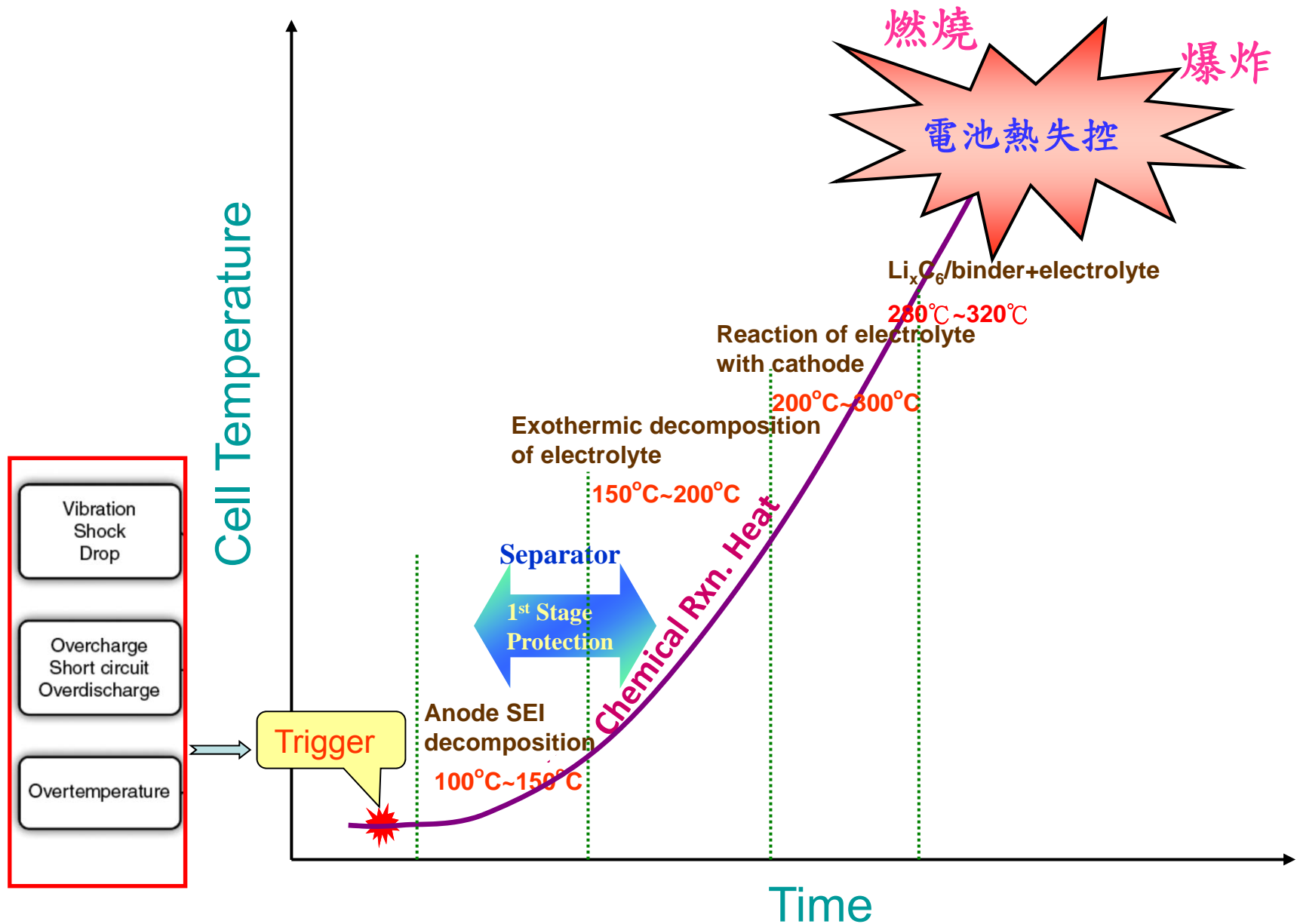
Shutdown property of LIB separator

Beyond a certain temperature, polyethylene melt induces closing pores, and ionic current is cutoff (\rightarrow fuse).





鋰電池的熱失控機制





鋰電池在電動車市場應用現況

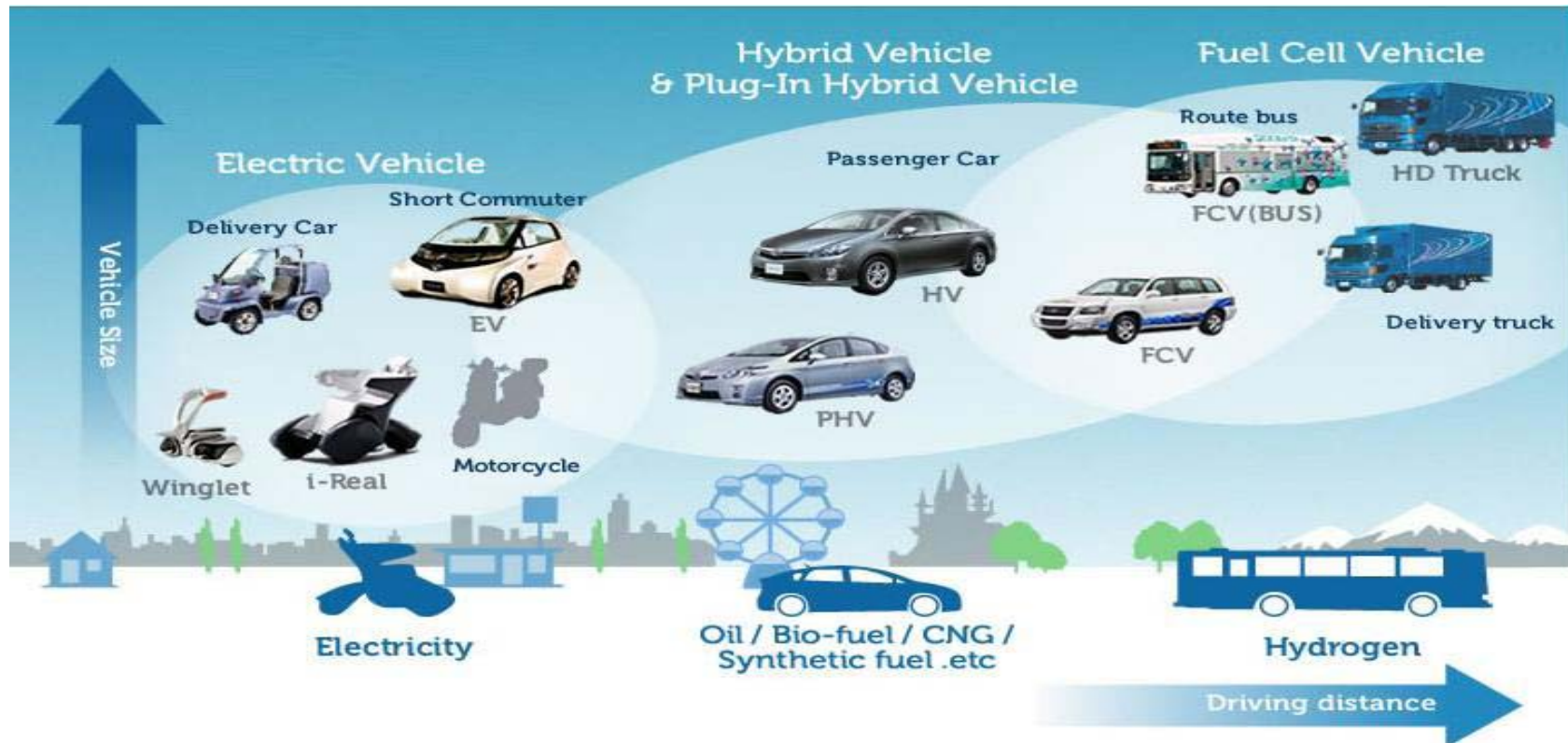
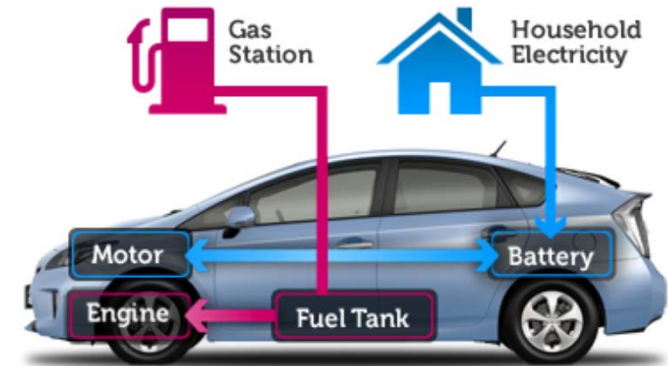
複合電動車HEV (hybrid electric vehicle)

插電式複合電動車PHEV (Plug-in hybrid electric vehicle)

PHEV₂₀ PHEV₄₀

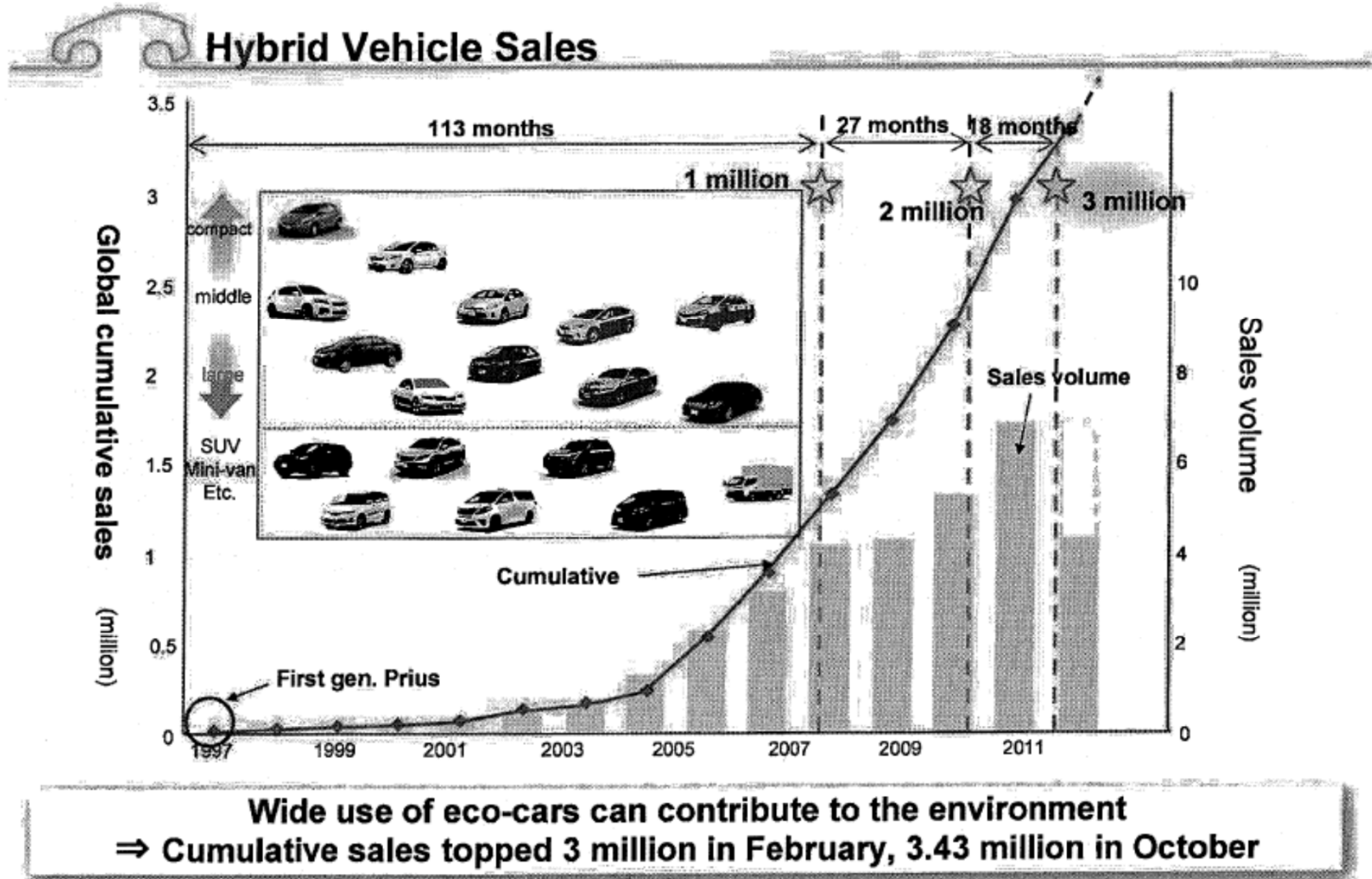
純電動車 BEV or EV (electric vehicle)

輕型電動車LEV (light electric vehicle)



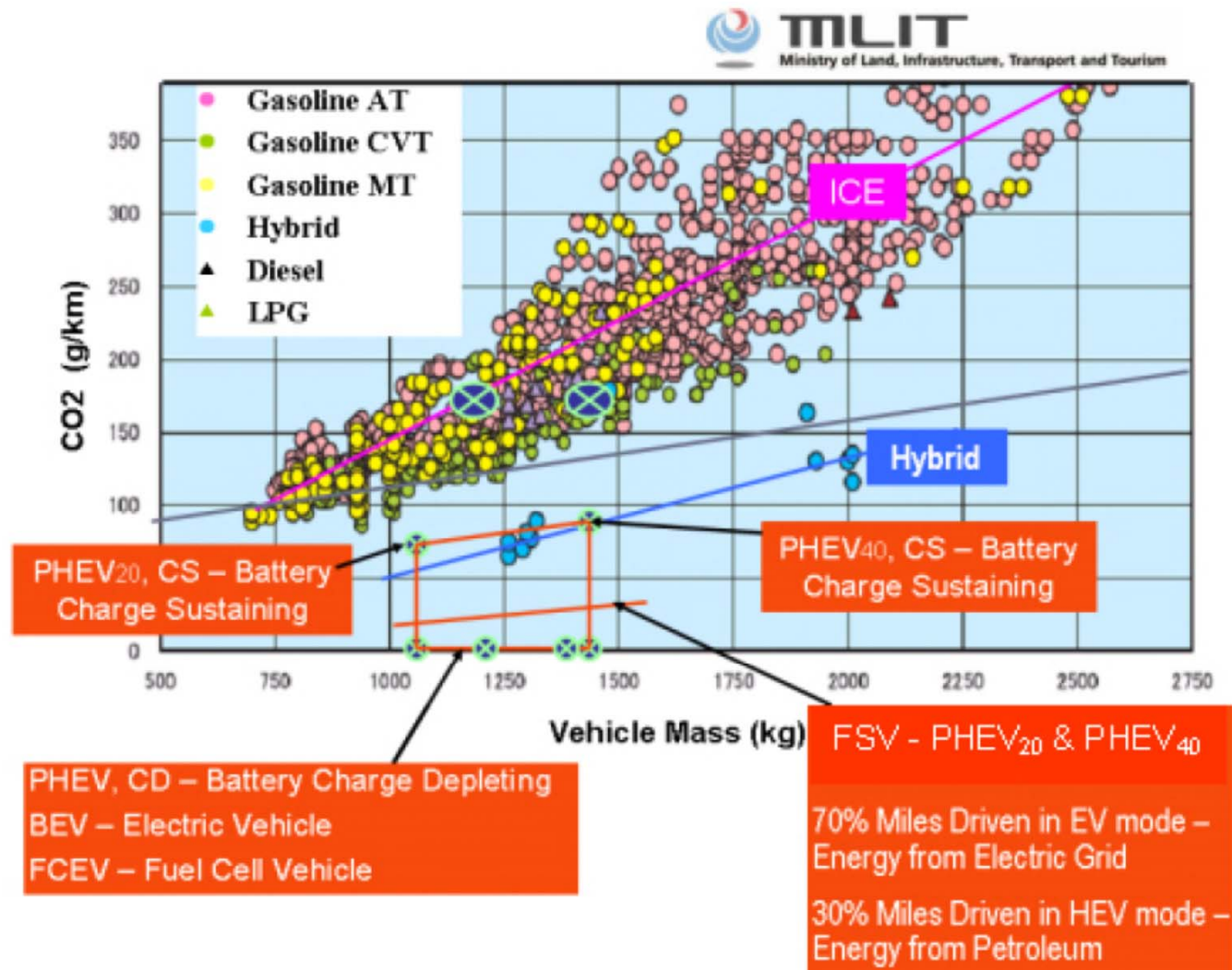


油價高漲,帶動油電車銷售量大幅上升,累積全世界銷售量到今年2012年2月計算,已經超過300萬輛





各種車輛的CO₂排放



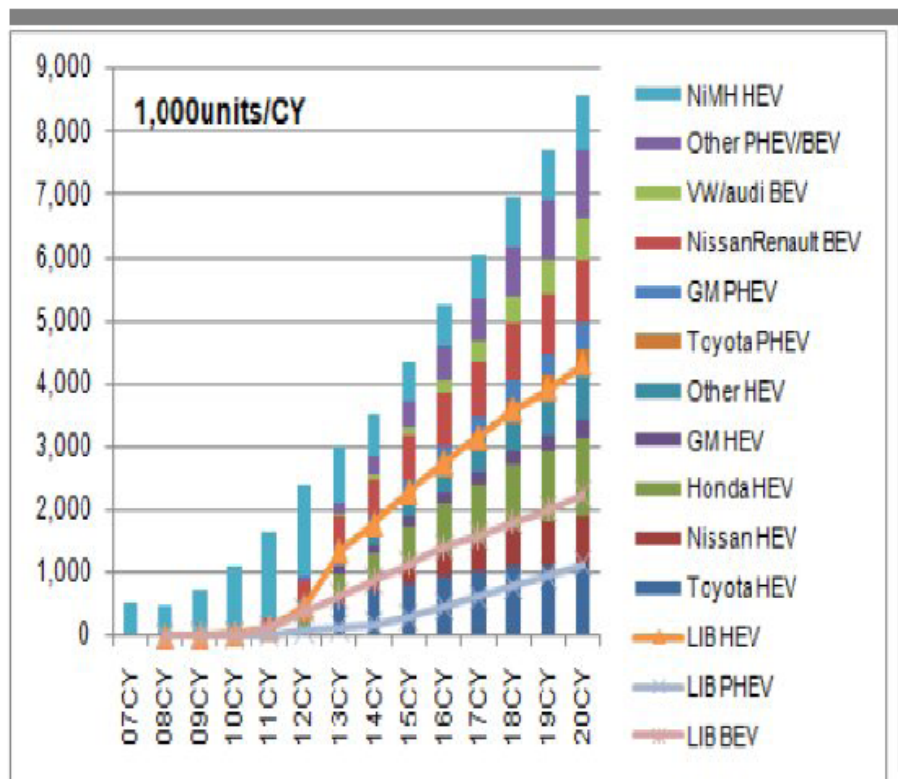
如果每輛汽車每天“僅”消耗2公升汽油，一天就是10億公升的消耗量；每使用1公升的汽油，就產生2.24公斤的二氧化碳，計算之下產生23億公斤，也就是230萬公噸的CO₂；每年84億噸的二氧化碳。



全球電動車&車用鋰電池市場推估

- 2015年全球鋰電池NT 11300億,2020年鋰電池NT 19000億
- 2015年全球鋰電池電動車市場達373萬台,動力鋰電池產量達35000 MW,產值NT 6300億
- 2020年全球鋰電池電動車市場達771萬台,動力鋰電池產量達73000 MW,產值NT 1兆1000億
- 動力鋰電池年平均成長率是3C鋰電池年平均成長率的20倍

Worldwide EV Market Forecast



Source: IIT(2010Q2)

HEV:PHEV:BEV=56%:15%:29%

一、全球電動車推展趨勢

- 大陸：宣布動力鋰電池為策略性產業，目前推動“十三城千輛”計畫，預計2010年有1萬輛，2013年達3萬輛，2015年達100萬輛。
- 美國：美國政府於2009年投入15億美元設立本土電池廠，預定2015年生產100萬輛PHEV。
- 日本：Nissan Leaf 2012年50萬台，2015年300萬台。
- Mitsubishi i-MiEV 2012年10~20萬台，2015年60萬台。

二、全球二輪電動車市場趨勢

- 全球二輪車電動車及燃油機車2015年預估分別將超過4000萬及5500萬輛，其中燃油機車轉換為電動機車之替代市場約為20~25%。



全球車廠重要電動車產品整理

車廠	車型	產品階段
Audi	Q7 Hybrid	量產車
BMW	Concept 7 Series ActiveHybrid	量產車
	Concept X6 ActiveHybrid	量產車
Buick	LaCrosse Eco-Hybrid	量產車
Cadillac	Escalade Hybrid	量產車
Chrysler	Aspen Hybrid	量產車
	Dodge Durango Hybrid	量產車
Ford	Escape Hybrid	量產車
	Fusion Hybrid	量產車
Honda	Insight Hybrid	量產車
	Civic Hybrid	量產車
	FCX Clarity(氫燃料電動車)	概念車
Hyundai	Accent Hybrid	概念車
	Santa Fe Hybrid	概念車
Lexus	RX 400h	量產車
	GS 450h	量產車
	HS 250h	量產車

Medcedes-Benz	S400 BlueHybrid	量產車
MINI	MINI E	概念車
Mitsubishi	i-MiEV(純電動車)	量產車
	Canter Eco Hybrid	量產車
Nissan	Altima Hybrid	量產車
	Infinity Q35 Hybrid	量產車
	Leaf	量產車
Opel	Corsa Hybrid	概念車
Porsche	Spyder Hybrid	量產車
	Panamera Hybrid	研發中
Peugeot	308 Hybride Hdi	概念車
Proton	Gen · 2 EVE Hybrid	概念車
Tesla	Roadster	量產車
Toyota	Camry Hybrid	量產車
	Previa Hybrid	量產車
	Prius Hybrid	量產車
	Highlander Hybrid	量產車





經濟部智慧電動車示範運行計畫

- **臺中市政府提出**:以兩年時間規劃六十四輛市府公務接駁、警務巡邏及稽查用智慧電動車，另外結合三十六輛企業用智慧電動車，進行先導運行!
- **格上租車計劃**:斥資3.6億元與裕隆集團打造大台北低碳遊遊計畫,兩年內，規劃一百輛國產電動車，在台北市府轉運站及板橋高鐵站等據點，供大台北地區短期租賃使用，同時在觀光景點沿途建置一百座充電站。提供民眾體驗使用。
- **台南市政府**規劃的「大臺南低碳綠能智慧電動車先導運行計畫」通過經濟部工業局第二次計審會審查，中央對台南市電動車運行補助為200輛(每八個月為一期，分三階段兩年內完成)

三項專案可帶動總共二十三億元產值，四百六十個就業機會。



60部Tobe M' car電動車，降低397公噸的碳排量



M' car EV包括18kWh最大電池容量，可於1小時充飽80%，驅動馬達輸出最大動力82KW與202.5Nm（換算約112匹與20.7公斤米），能輕鬆讓M' car EV繳出0-100km/h加速9.7秒與172km/h極速表現，定速40km/h的續航力也達到160km的實力，整體性能數據毫不遜色於Mitsubishi i-MiEV等電動車款。

Tobe M'car EV電動車	
引擎型式	82kw電動馬達
最大馬力	相當112hp
最大扭力	20.7kgm
電池電量	18kwh
額定出力	未提供
續航力	160km
懸吊系統	前麥花臣、後拖曳臂
輪胎規格	165/60R14
驅動方式	FF
變速系統	D-N-R三檔位
煞車系統	前碟後鼓
長/寬/高	3598/1630/1465mm
軸距	2340mm
車重	1134kg
0~100km/h	9.7秒（官方數據）
極速	172km/h
建議售價	預估60萬元（不含電池）





大台北電動車租賃突破5,000旅次，年底

前再開進桃園機場

為慶祝台灣推動零碳旅遊的嶄新里程碑，即日起，只要到tobe展示中心賞車，就能獲得格上租車的電動車租賃優惠券2張*，以300元的價格，租賃tobe電動車3小時（原價799元），搶先體驗愛地球、零負擔的綠色旅遊新玩法；台北國際旅展期間，更可至格上租車現場攤位，獨家享有當日租還999元的優惠價（原價1,999元），不但省荷包又省油錢，還能為建立低碳家園盡一份心力！





i-MiEV (MITSUBISHI innovation Electric Vehicle)

從1970年開始，MITSUBISHI 電動車所採用的電池也從最原始的鉛酸電池，進化至目前普遍使用的鋰離子電池，於1999年MITSUBISHI以電動車創下了24小時內行駛兩千公里的金氏世界紀錄，再度展現MITSUBISHI於電動車領域的領導地位。而至2005年之時，iMiEV正式問世，且具備的高度成熟度，也讓MITSUBISHI電動車與量產層面更進一步。



當地的售價為398萬日圓（約合台幣153萬元），

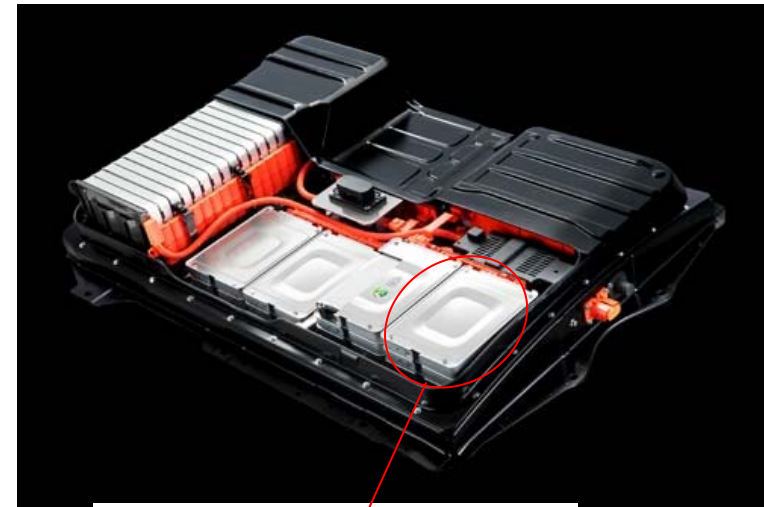
日本政府所提供的相關賦稅減免之後，實際入手價格則在299萬日圓上下（約合台幣115萬元），

日前推出了採用較低容量電池模組的i-MiEV入門車型（16.0kWh→10.5kWh），搭配日本政府所提供的環保車補助減免後，實際購入價格則低於200萬日圓（約合台幣77萬元）





Nissan Leaf Electric Vehicle



每個電池模
組中有四個
小電池





工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

Nissan LEAF Battery technology





臺中市智慧電動車實車運行暨充電站啟動

Nissan Leaf 落實零排放



配合臺中市實車運行活動，裕隆日產汽車順利完成49輛NISSAN LEAF交車



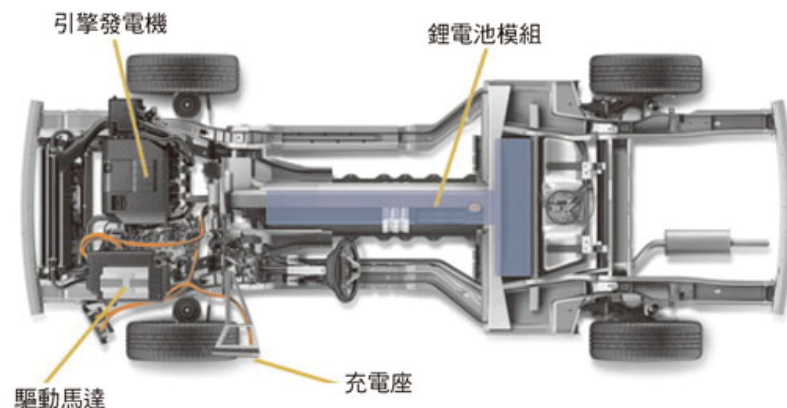
Chevrolet Volt PHEV奪2012歐洲年度風雲車



8年10萬英哩超長保固服務

4.1萬美元—還可7500美元的退稅

GM Volt相較於燃料/電力混合式電動車，已可完全藉電力來全時全速驅動，因此在產品的定位上，是以中長程行駛距離為考量，車上配備的16kWh電池重181.4公斤，可藉由120~240V的家用式交流插座充電，在低於60公里的時速下，可全用電池驅動行駛64公里，GM也同時表示此種設計能夠滿足75%以上的美國上班族通勤距離。當電池電量消耗將盡時，動力系統將轉由四汽缸的汽油引擎，驅動內建的车載發電機來繼續提供53kW的電功率行駛，而延長車輛行駛距離達到超過480公里的水準，大大降低未來潛在顧客對於續航力的顧慮。



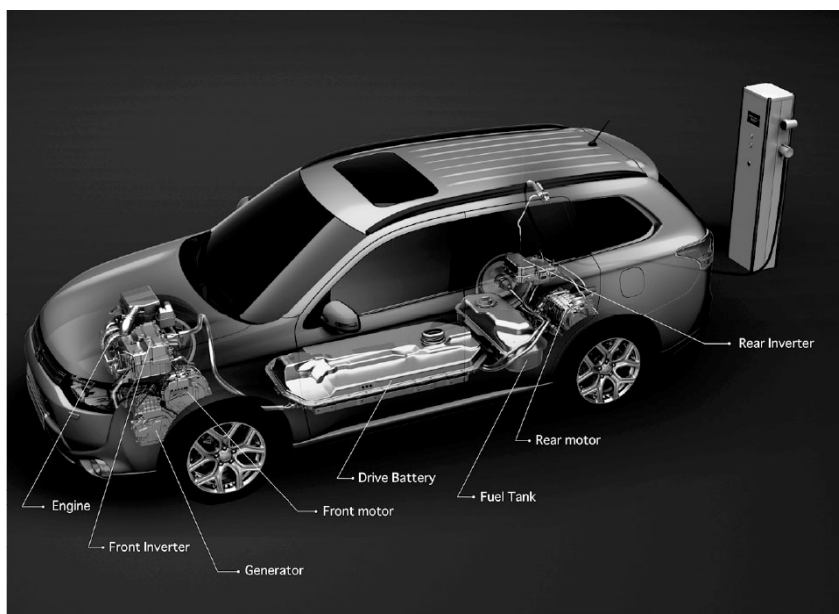
電池容量	16kWh
引擎規格	四汽缸 53kW功率
充電規格	家用 SAE-J177
最長行駛距離	480km
操作溫度下限	10℃



MITSUBISHI Outlander Plug-in Hybrid 插電式油電複合動力車



而此套油電系統的電力來源、便是藉由搭配12kW_{ri}/300V的鋰離子電池模組，驅策起4655×1800×1680mm的車身尺碼與1810kg的車重，仍可提供高達880km的續航力，亦可利用純電動模式行駛55km（時速超過100km/h加速時汽油引擎會介入），二氧化碳排放量也壓低至50g/km以內，達到節能減碳的表現，預估將可達到61km/L的極致省油表現，且藉由專用快充系統也可於30分鐘充至80%的蓄電量，若以200V交流電插座充電，也只要4.5小時就可完成充電





Smart Fortwo Electric Drive 2013年上市



新一代Fortwo Electric Drive所配置的17.6kwh鋰離子電池組，在使用smart所提供的22kw大容量車載充電系統僅需一小時就能充飽電池，若改採一般120V家庭用插座，則約需要一個晚上6~7小時的充電時間。最大馬力74hp以及扭力13kgm的輸出效能，且不僅0-100km/h加速只要11.5秒，極速也能與一般車款相當來到120km/h，續航力更提升至145km 定價在25,000美元起（約新台幣73.2萬元）



17.6 kwh(度電) x 3.8 NT/度電 ~ 67 NT
充飽一次只需67新台幣-可以跑145 km

伸縮自在的都會移動載具新概念，雙座都會電動車Hiriko



在2010年時由美國MIT麻省理工學院（Massachusetts Institute of Technology）所屬的媒體實驗室，曾提出車身具備可折疊設計的「CityCar」概念，不僅能大幅縮短軸距、停車空間僅需一般車輛的一半，有效解決都會停車空間不足的問題

至於動力部分，Hiriko採用四具輪內馬達，搭配歐洲知名鋰離子電池供應商Axeon所生產的鋰電池模組，極速可達50km/h、續航力則是75km。因採用「四輪驅動」設計，當左右輪以不同方向轉動時，Hiriko不但能進行低速小幅度轉彎，且幾乎達到原地迴轉的境界，並能在車身折收狀態操作，方便進出極為狹小的巷道。預計將於2013年正式開賣其量產車款。





工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

Hiriko EV car Vedio



TOYOTA新一代Prius(III)用鋰電池創造更高效能

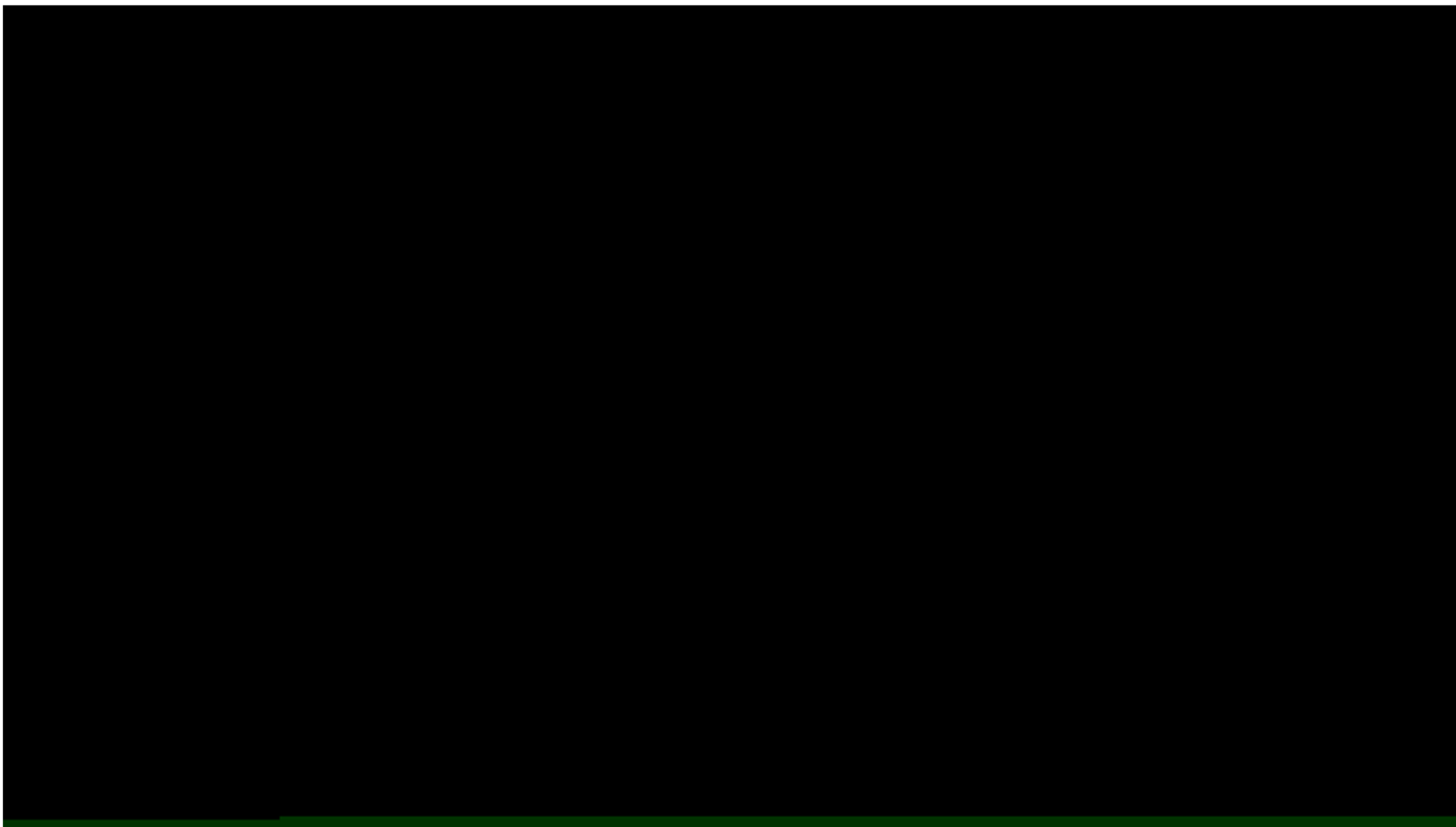
- Prius Plug-in Hybrid與當前Prius Hybrid車型最大的進化差異，主要在於其搭載的鋰電池組與插電式技術+1.8升直列四缸汽油引擎，其中全新開發出的鋰電池組，具備4.4kWh輸出功率，用以取代現行的鎳氫電池，具備結構緊實、輕量化、高輸出功率等優勢。充滿後可以純電力推動行駛約23.4公里，滿充電時間：110V的話需要3 hr，200V的話需要1.5hr。除了電動系統，57km/L的耗油量及42g/km的二氧化碳排放量，都大有進步。





電動車開外掛，續航力立即倍增！

這是一項相當有趣的研究，來自德國的eBuggy公司針對純電動車在長途旅行時續航力不足的缺陷，提出了一個十分明確且實際的解決方案，那就是再外掛「一車」的電池，然後拖曳於車輛後方，使得純電動車在高速公路時的續航力大大提升。





工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

LEV (light electric vehicle)



Light Electric vehicles



Light industrial vehicle



Golf car



Electric bike



Mini scooter



Electric scooter



Power chair



2-wheel electric scooter



經濟部工業局公佈之TES電動機車測試規範





工業技術研究院

Industrial Technology Research Institute

TES電動機車產業網

通過TES測試的電動機車

TES電動機車產業網

首頁 | 網站目錄



經濟部工業局



新聞專題

活動訊息

廠商產品



析源

發展協會

網路資源



產業服務團隊



車輛維修資訊

各縣市充電站
設置地點

[合格產品]

項次	產品分類
1	見發-小型輕型機種
2	光陽-輕型機種
3	三陽-輕型機種
4	YAMAHA-小型輕型機種
5	中華汽車-輕型機種
6	益通-輕型機種
7	東庚-輕型機種
8	益通-小型輕型機種
9	易維特-輕型機種
10	三陽-小型輕型機種
11	光陽-小型輕型機種
12	中華汽車-小型輕型機種

▶ 廠商產品

- ▶ 合格廠商
- ▶ 合格產品





電動機車推動成果

推動數量

年度	推動數量	外銷數量	累計認可車廠	累計認可車款
98	27輛	0輛	1家	1款
99	3,061輛		5家	6款
100	7,563輛	3,080輛	8家	18款
101(至11月28日)	7,680輛	1,086輛	10家	24款

- 註: 1. 計畫迄今累計推動數量達18,331輛。
 2. 101年預估推動8,500輛，預估較去(100)年成長12.39%。
 3. 燃油汽機車大廠光陽、三陽、山葉及中華均已加入電動機車產銷行列，另電動自行車廠亦陸續加入，產業規模與技術品質已持續提升。





電動機車的車型與規格



廠牌	中華汽車工業股份有限公司		益通動能科技股份有限公司	光陽機車股份有限公司
車型	EM198精緻型	EM198豪華型	e-MO EV3A	EA10BB
車重	61kg	63kg	50kg	50.3kg
極速	45km/hr	45km/hr	45km/hr	43.5km/hr
續航力	40km (定速30km/hr)	40km (定速30km/hr)	40km (定速30km/hr)	59km (定速30km/hr)
爬坡	23%(13°)	23%(13°)	18%(10°)	18%(10°)
電池型式	LiFePO ₄ 電池	LiFePO ₄ 電池	LiMn ₂ O ₄ 電池	LiMn ₂ O ₄ 電池
電池電壓	48V	48V	48V	48V
電池重量	8.5kg	8.5kg	5.6kg	7.1kg
充電電源	AC110V	AC110V	AC110/220V	110V
充電時間	2小時100%	2小時100%	2.5小時100%	4小時100%
配備		1.自動駐車架 2.自動倒車裝置 3.智慧定速巡航		



台灣輕型電動車補助方法

低污染車輛比較表

	電動輔助自行車	電動自行車	電動機車
掛牌	×	×	○
燃料稅及牌照稅	×	×	不需燃料稅、需牌照稅
駕照	×	×	○
最高行駛速度	25km/h以下	25km/h以下	超過45km/h
補助方案	3000元		1.8000元 2.3000元(汰舊二行程機車且新購電動機車)



未來鋰電池應用在電動車挑戰

- 安全
- 成本
- 壽命
- 充電站(for純電動車)
- 政府政策