



# 「綠色創新」

## 立凱電動巴士



方志豪

立凱電 規劃課 經理

### 一、前言

潤泰集團總裁尹衍樑博士創辦的唐獎（被譽為東方諾貝爾獎），已於 2014 年 6 月 18 日公佈第一屆「永續發展獎」得獎名單，由挪威前首相，被世人封為「永續發展教母」的格羅·哈萊姆·布倫特蘭（Dr. Gro Harlem Brundtland）奪得，表彰她對永續發展的創新理念、領導與實踐所做的貢獻。

立凱電自成立以來，一直秉持「人類永續生存與環境友好」的理念，致力發展全方位的替代能源解決方案，從「關鍵動力鋰電池材料製造商」跨入終端的「電動巴士充換電服務供應商」，都是為了減少環境衝擊，並提升環境社會效益的產品，與布倫特蘭女士所倡導的永續發展理念：「在滿足我們現在的需求下，同時又不損及後代子孫的需求」不謀而合，在追求經濟發展的同時，也為人類在地球上永續生存與發展做出貢獻。

### 二、綠色創新的必要性

全球都市化現象導致人口稠密，因而多依賴大眾運輸工具，交通成為現代化都市最重要的公共議題之一。如何妥善規劃交通網絡，提供最大的載客量，來發揮整體公共運輸的效益，成為重要的課題。市區巴士即屬公共運輸網絡重要的一環，可提供廉價、便利的交通運輸。然而目前大部分市區巴士仍

然使用化石燃料作為動力來源，在溫室效應與氣候變遷議題高漲的今日，常成為人們詬病的焦點。因此電動巴士應運而生，成為潛力無窮的綠能產業。

立凱電自成立以來，致力於發展全方位的替代能源解決方案，自行研發生產的磷酸鐵鋰正極材料，位居全球出貨量之冠。利用立凱電在產業裡上游正極材料技術，搭配經驗豐富的製車團隊，成功打造出全台灣第一輛符合市場需求與期望的「換電式低地板電動巴士」與「充換電營運系統創新服務」。由「關鍵動力鋰電池材料製造商」垂直整合至終端「電動巴士及換電營運系統供應商」，以低碳運輸建構綠色宜居的生活，逐步實踐綠能產業新境界。

在整合團隊與營運模式創新規劃過程中，立凱電觀察到綠色創新的驅動力大致上可分為兩個面向：消費者面向是透過環境教育來提升環境素養，進而偏好支持有企業社會責任的產品；企業面向則是需要透過策略性的思考，進而推出具有企業社會責任的產品與服務，才能確保未來的永續經營。

當環境教育與社會責任都成為企業永續經營的重點時，就不難發現「綠色創新」能將環境教育與社會責任結合，這就是立凱電致力於綠色創新的原因。以下是立凱電對於

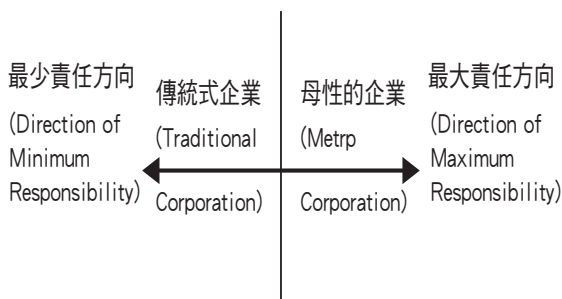
環境教育與社會責任的概念分析：

### (一) 環境教育

環境教育可從 1972 年聯合國人類環境會議的開始說起，會中建議每個國家都應該積極發展環境教育方案，之後又有許多執行計畫與綱領在世界上推行。在推行的過程中，先進國家擁有比較好的教育制度與社會環境，因此民眾可透過各階段的教育來提升「環境覺知、知識、態度與價值觀」，進而偏好支持具有企業社會責任的產品（如電動巴士），此也成為企業為何要在社會責任策略中融入環境教育概念的主因。

### (二) 社會責任

企業社會責任的涵義雖然有許多不同說法，但大多不會跳脫企業追求獲利的同時也需要社會大眾來輔佐。因此企業除了經濟責任以外，還需要有關懷與善盡社會責任的義務。Eells 是最早以描述性態度將企業社會責任觀念加以模型化的學者，他將企業擔負最小社會責任到最大社會責任之行為以一連續帶的方式來表示，如圖 1 及表 1 所示。而立凱電認為綠色創新模式將可讓企業朝最大的責任方向發展，也就是成為光譜最右端的母性企業 (metro corporation)。



資料來源：(Eells, 1960)

圖 1 社會責任連續帶模型

表 1 傳統式企業模型與母性企業模型之比較

項目	傳統式企業模型	母性企業模型
企業的型態	股東私有物	如同小型社會機構
社會責任的對象	僅限於股東	相關之利害人群體
對人的觀念	經濟人(economic man)	完人(whole man)
企業的目標	利潤極大化	符合社會倫理目標
社會責任之定義	產生利益之責任	對多數群體之責任

資料來源：(Eells, 1960)

以下從哲學跟歷史的角度，說明企業社會責任的意涵：

#### 1. 哲學軸線

典型辯證可看出早期的企業都覺得行善與獲利誓不兩立，企業最大責任是獲利。這種說法的依據是經濟學家傅利曼 (Milton Friedman) 名著「資本主義與自由」(Capitalism and Freedom)，其內容主張獲利是企業經營的唯一道德基礎；企業需要行善的說法則是依據哲學家羅爾斯 (John Rawls) 名著「正義論」(A Theory of Justice)，主張企業的道德基礎是社會責任。這些正反論點持續互相爭論數十年，不過近期由企業家比爾蓋茲 (Bill Gates) 提出的「創意資本主義」(Creative Capitalism)，闡釋正反論點的相合之處。他說：「如果我們能找出一種方法，可以幫助窮人又可帶來商業利益，那麼我們就找到了一種減少世界不平等的永續發展道路。」。藉由正反合的思考，可看出如此三方論點就沒有衝突，並且巧妙的相輔相成，綠色創新也是緊扣著正反合的思考所誕生的核心概念。

#### 2. 歷史軸線

從歷史層面來看，企業社會責任經歷三個階段的演變，第一階段的代表是鋼鐵大王卡內基 (Andrew Carnegic)，他累積大量財富後成為慈善家，其名言：「在巨富中死去是一種恥辱」，因此他創立學校並廣建圖書館；第二階段可稱為羅賓漢階段，企業將高訂價的產品販售給經濟能力較佳的高收入民眾，



將獲利的一部分投入有意義的社會活動；第三階段企業開始將永續發展融入經營策略，重新思考經營方式、產品策略、及問題的解決方法，進而提升產品銷售量與公司形象。立凱電就是直接把永續發展與自身的經營緊扣，進而發展出綠色創新的路線圖。

### 三、綠色創新的實踐

立凱電「換電式低地板電動巴士」與「充換電營運系統創新服務」，可從三大面向加以介紹，分別是「能源新境界」、「運輸新境界」、及「環境新境界」，說明如下：

#### (一) 能源新境界

立凱電擁有正極材料製造優勢，整合上下游產業資源（如圖 2），並引進國際一流電池和電機電控技術，提出雙動力技術原理，減少因路面狀況而產生的能源損失，讓每一分能源都被充分利用。由於去除傳統驅動系統，將更多空間還給使用者，打造低地板電動巴士，增加老人、小孩、孕婦和殘障人士上下車的便利性。

#### 1. 藉由創新技術成就換電式電動巴士

##### (1) 提升營運效益與靈活性

高效更換電池，能迅速恢復上路行駛，商轉里程有效提高，更符合經濟需求。

##### (2) 減輕電池負重增加載運量

換電式電動巴士每車減少 2.4 公噸電池負載，節省 10-15% 電力，減少重量可載運更多乘客。

##### (3) 高稼動率

換電式設計提高充電機及電池周轉率。

##### (4) 電池與零組件維護低成本

獨立電池模組與附屬零組件，離線維修減少營運成本。

##### (5) 即時更新電池技術

有鑑於全球持續電池研發精進，採換電模式的優勢將可即時升級為最佳電池模組。

##### (6) 常保最佳使用狀態

恆溫、恆濕充電環境，延長電池壽命。

##### (7) 模組標準化設計優勢

獨立式並聯系統，有效標準化提升共用性，延伸電池應用範圍。



## 2. 關鍵動力能源高效應用

立凱電生產的磷酸鐵鋰電池安全性高、零污染、放電平台穩定、且循環壽命長。產品廣泛應用於電池、電動載具、電動工具、儲能系統、怠速熄火車輛起停系統、智能電網、不斷電系統、及基地台電源儲能設備等項目，為關鍵動力能源提供解決方案。

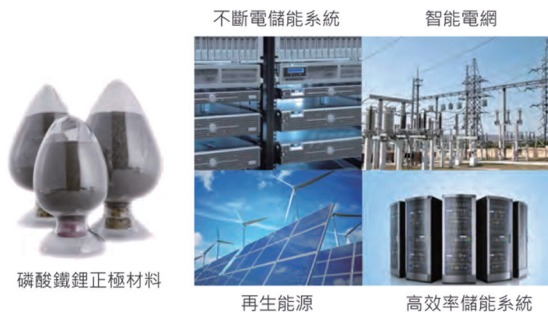


圖 3 立凱電磷酸鋰鐵正極材料與其商業應用範圍

## 3. 電池回收機制邁向零廢棄全回收目標

立凱電打造全台換電式巴士創新服務營運模式，當電動巴士電池循環壽命剩餘 60% 時，即更換新電池。汰換的電池藉由與中科院合作，經過中科院的檢測、分級、分容、重製與翻新等技術，再轉用於其它儲能系統，共同啟動汰役電池二次應用的產業革命（如圖 4）。

此一創新服務模式，不僅提供降低電動載具動力電池組建置成本之解決方案，緩解電動車輛圈限於鋰電池初始成本之桎梏，電動車售價競爭力將可大幅提升，可快速取代傳統燃油車輛與加速普及化，提升產業價值。

最終無法再用之電池則與客戶合作，進行電池材料回收專案，將完全無法使用的電芯重新拆解，並將正極材料回收再利用。藉由多元回收機制使磷酸鐵鋰材料從製造到應用，達到零廢棄的目標。



立凱電換電式電動巴士

圖 4 電池回收與零廢棄示意圖

## (二) 運輸新境界

立凱電著眼於發揮電池的最大效能與續航力，獨創「車電分離式換電營運系統」，致力於推行電動載具、智慧電網結合立凱電磷酸鐵鋰電池，共同建立新一代智慧型都市。立凱電首先切合電動巴士定時、定點、定距之路線特性，採抽換式電池，僅 6-10 分鐘即完成換電作業，每日每車最高可跑 450 公里以上。電池採租賃方式來降低初期車輛購置成本，並持續致力於降低車輛營運成本，以達油電等價目標。立凱電獨創「智能化電動巴士營控中心」，除提升車輛安全外，並透



過負載均勻調配進一步有效減少碳排放。利用換電式電動巴士作為高鐵、台鐵、捷運、自行車這五鐵相互共存的運輸連結紐帶，可大幅提升大眾運輸比例及服務品質，逐步打造智能低碳運輸城市（如圖 5）。

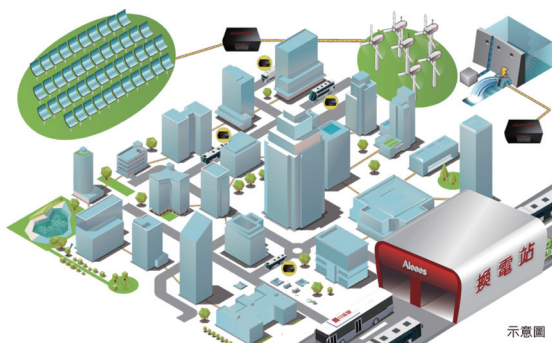


圖 5 利用換電式電動巴士打造智能低碳運輸城市示意圖

### 1. 車電分離式換電營運系統

電動巴士能源補充採用立凱電獨步全球的充換電管理系統（如圖 6），有效管理電池能源補充、車輛排程、及電力能源調配。未

來可結合綠色能源、汰換儲能電池、及智慧型分散式電網併網，來減少電力饋線之電能損失，將在電網系統中扮演能源補充 / 供給的重要角色。

換電式營運模式能有效延長電池壽命，充電速度快，同時土地使用面積僅需充電式的三分之一。透過電池組與車輛路程監控，有效達到換電站負載調配，減低對電網影響；換電時間只要 6-10 分鐘即可完成，比一般巴士加油還迅速，大幅提升車輛使用率。

### 2. 智能化電動巴士營控中心

智慧型城市交通運輸與能源調配，需要依賴車輛營運控制中心（如圖 7）來有效監控車輛安全狀況、電池健康與充換電站之能源補充。立凱電的車輛營控中心透過集中式管理，讓車輛管理及換電站經營業者，能有效與智慧型電網結合，透過電池備用率、充電、車輛排程，達到負載均勻調配、減少尖峰電力發電量與設備投資、及減少碳排放等多重效益。

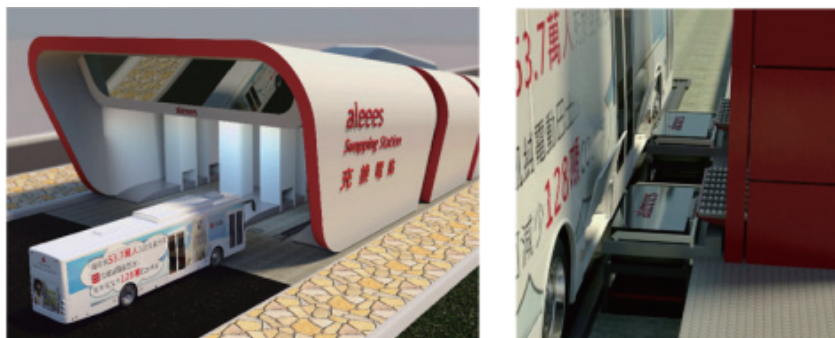


圖 6 充換電管理系統示意圖

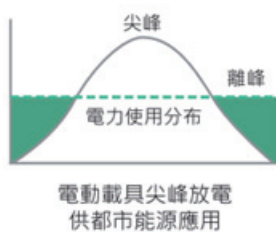


圖 7 智能化電動巴士營控中心

### (三) 環境新境界

全面降低化石燃料車輛廢氣排放之污染，減少因空污導致的醫療成本支出，成就綠色運輸系統的綠色宜居環境。

#### 1. 搖籃到搖籃

立凱電的產品是以從搖籃到搖籃 (cradle to cradle) 的思維來進行設計 (如圖 8)，期許能達到環境永續、零廢棄、全回收等目標，努力將環境目標之具體作為落實在產品與服務生命週期各階段。

#### 2. 環境污染減量

各國在市區公車與客運車輛領域中，至今仍以柴油巴士為主流，然而柴油巴士所造成的主要排氣污染如黑煙 (smoke)、懸浮微粒 (PM)、氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)、硫氧化物 (SO<sub>x</sub>)、一氧化碳 (CO)、及二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 等物質，不僅危害人體健康，同時造成酸雨、臭氧層破壞、溫室效應等全球生態環境的破壞問題。電動巴士採用電力作為動力來源，行駛過程中完全無空氣污染問題產生。

每輛電動巴士一年可減少 5 萬公升的柴油消耗、128 公噸二氧化碳排放，相當於減少 40 輛小車引擎排放之廢氣，可有效減緩全球暖化，減少空氣污染衍生醫療費用支出之外部成本，立凱電打造生生不息之綠能運輸，為永續發展而努力不懈。

### 四、結語

綠能產業發展至今，面臨了經濟發展與綠能成本昂貴兩者之間衝突的難題。立凱電從本業經營的電池正極材料產品與服務為出發點，透過持續的研發投入，獨創電動巴士換電營運模式，提供完整的綠能服務系統，來解決目前電動車因充電時間過長而無法普及的窘境，成功跨越了電動車初期推廣的困難。展望未來，立凱電將致力降低電動巴士的營運成本，以達油電等價目標，並為減少運輸載具對石油的依賴與社會環境的傷害，研發永續發展的解決方案，進而開創綠能環境的新世界。

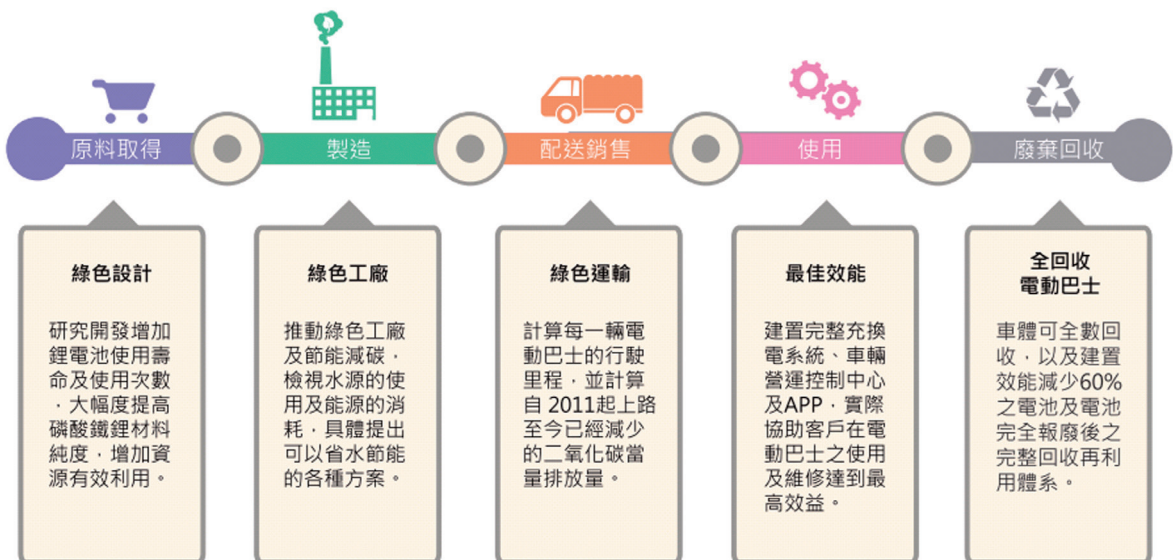


圖 8 立凱電產品設計理念 (從搖籃到搖籃)