17 電池明日之星-高效能鹵素全固態鋰電池技術開發與循環經濟的完美結合

2023 淨零碳排科技國際競賽
Net Zero Tech International Contest @ Taiwan

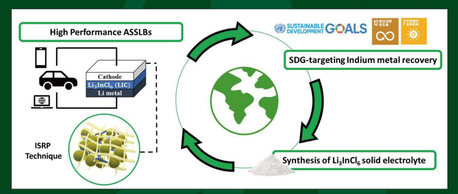
學校名稱School：國立臺灣大學　系所Department：化學工程系
指導教授Advisor：吳乃立　隊長Leader：劉浩汶　隊員Member：鄭詩琦、陳璽、余佩蓁

團隊介紹

本團隊是由四名台大化工的學生所組成，指導教授為台灣著名的儲能研究專家吳乃立教授。

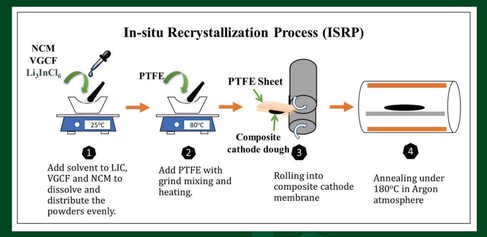
創作動機Creation Motive：

電動車的普及仍面臨三項重要的問題，分別是續航力、安全性以及廢電池的回收。為了解決這些問題，必須將傳統鋰電池中的液態電解質替換為可回收再利用的固態電解質，進而提高能量密度(續航力)、避免電池的燃燒爆炸(安全性)並透過廢電池的回收達成循環經濟。因此，我們的目標為開發出高能量、高安全且可回收的固態電池系統(圖二)，建立零污染的固態鋰電池產業鏈，解決電動車發展上的問題，在邁向淨零碳排的道路上做出貢獻。



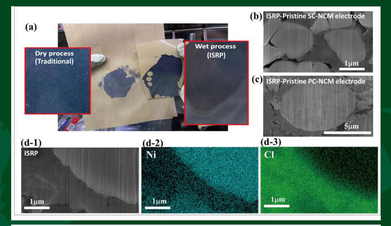
創作過程Research Process：

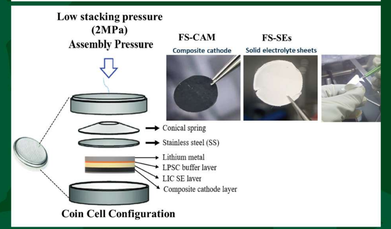
我們以安全低能耗鹵化物固態電解質材料的開發為起點，通過膜化製程和原位再結晶 (ISRP) 技術 (圖三)，解決了全固態鋰電池所面臨的種種挑戰，成功實現高效能、高穩定性的固態電池。最後，我們開發出革命性的鋰離子電池回收系統以實現循環經濟目標。

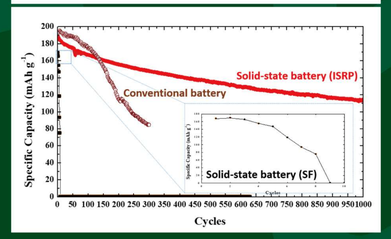


作品介紹Brief of Work：

本研究開發出了同時兼具高效能、易量產化以及零污染特性的全固態鋰電池。我們首創的 ISRP 合成工藝能夠利用高鋰導率鹵化物的原位合成改善正極材料之間的固-固接觸及離電子分散問題(圖四)，同時導入 PTFE 的網狀絲膜化製程，形成可饒式固態電解質膜以改善機械強度及量產性能(圖五)。該固態電池展現出了極高的能量密度、循環穩定性以及安全性，大幅超越了傳統液態電池的表現(圖六)，並可同時搭配我們所開發出的鋰電池回收系統，發展高效率電池金屬回收的應用。

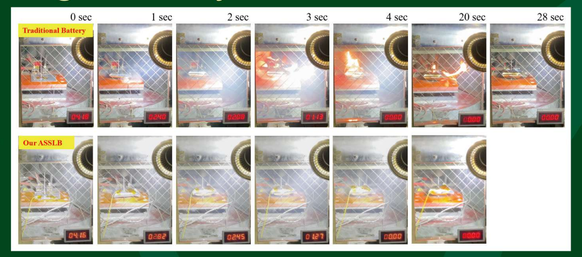




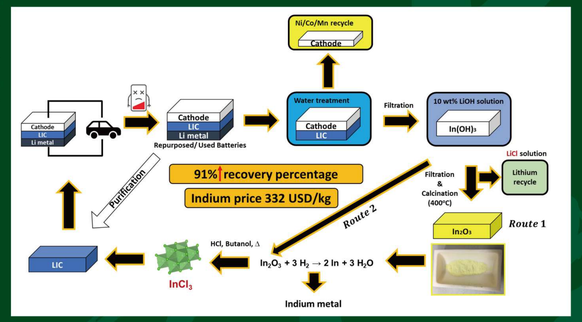


預期效益Expected Benefit：

本團隊固態電池的技術主要以簡單，低溫和易量產化的綠色製程去開發，合成溫度僅需 180°C，並建立可大規模製程電極的 ISRP 技術。目前實驗室等級能製備 20x20cm 大小電極，電性測試結果，可達高循環穩定性，並且具有高電容量 (190mAh g^{-1}， 1000cycle 循環維持率60%，與液態電池相比 200cycle, 58%), 大幅提升電池穩定性能，並具備高安全性 (圖七)



能夠低成本的方式進行技術移轉。在循環經濟上，我們首創的固態電池回收系統 (圖八)，有 LIC 純化，In 金屬回收和 $InCl_3$ 合成的多重固態電池回收系統。我們利用回收的 $In(OH)_3$ 的重量進行In金屬的量化，回收效率高達90%，能夠有效分離電池內的各元素，尤其是稀有昂貴的銦金屬回收，大幅度減低電池材料成本並達到環保目的。



指導 Advisors ：教育部 Ministry of Education　經濟部 Ministry of Economic Affairs
主辦 Organizers ：財團法人東元科技文教基金會 TECO Technology Foundation　國立臺灣大學 National Taiwan University
贊助 Sponsor ：台灣中油(股)公司 CPC Corporation, Taiwan　勝一化工(股)公司 Shiny Chemical Industrial Co., Ltd.　東友科技(股)公司 Teco Image Systems Co., Ltd.　菱光科技(股)公司 Creative Sensor Inc.
協辦 Co-organizers ：財團法人工業技術研究院 Industrial Technology Research Institute　臺灣永續治理大學聯盟 Taiwan University Alliance for Sustainable Governance
國立臺灣大學系統 National Taiwan University System　台灣聯合大學系統 University System of Taiwan　臺北聯合大學系統 University System of Taipei