



國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

淨零減碳的科技發展新思維

清華大學材料系

賴志煌



1

科技發展的新思維

- 為什麼需要改變？
- 如何改變？

新科技、新商業模式達成2050淨零排放

“Stop Making Excuses, Start Making Changes.”



- 大幅提高能源效率與擴大再生能源，並發展諸多興新科技
→ 超過400個技術類別，其中1/3仍屬早期研發
- IEA能源部門技術指引提出四個技術方向達成淨零排放
→ 運輸、工業與建築電氣化發展，結合**再生能源**發電
→ **碳捕獲再利用與封存系統(CCUS)**，及其**負排放技術**
→ **氫能**、**低碳合成燃料**擴大應用範圍
→ 永續**生質能**前期在運輸領域，後期在工業領域應用
- 低碳/零碳技術，逐步替代現有生產消費模式
→ **循環經濟**、**創新商業模式**等新興產業發展機會

碳足跡的新思維



碳足跡 (Carbon Footprint)

服務或商品在整個生命週期過程，所直接與間接產生的溫室氣體排放量。
能源與資源耗用越多，溫室氣體排放量越多，碳足跡越大。



國際淨零目標對臺灣的直接影響

淨零限時賽：供應鏈「不淨零就淘汰」



- 25%供應商來自臺灣
- 台積電最大客戶



- 超過50%雲端伺服器由臺灣廠商代工

臺灣淨零轉型的關鍵戰略

“Stop Making Excuses, Start Making Changes.”

如何藉由科技發展
做出改變？



《臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明》，中華民國行政院，2022.03.30

關鍵戰略的新思維

兼顧成長和永續的「三大變革」

一、材料走向永續：Ex. 台化企業「廢漁網再製尼龍」

二、商業模式革新：Ex. 瑞典商IKEA「家具循環租賃」

三、締結永續夥伴：Ex. 光寶科技「供應商轉型升級」

一、材料走向永續：碳稅落實新科技

-能源選擇-



煤



天然氣



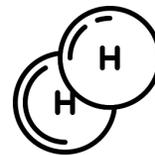
氫氣



生質能



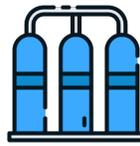
碳



氫



碳氫化合物
或甲醇燃料



-碳捕捉利用-

石化業的
碳中和

寶特瓶



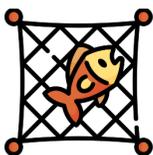
機能衣

麥稻穀



生物基TPU
鞋底

廢漁網



尼龍繩

牡蠣殼



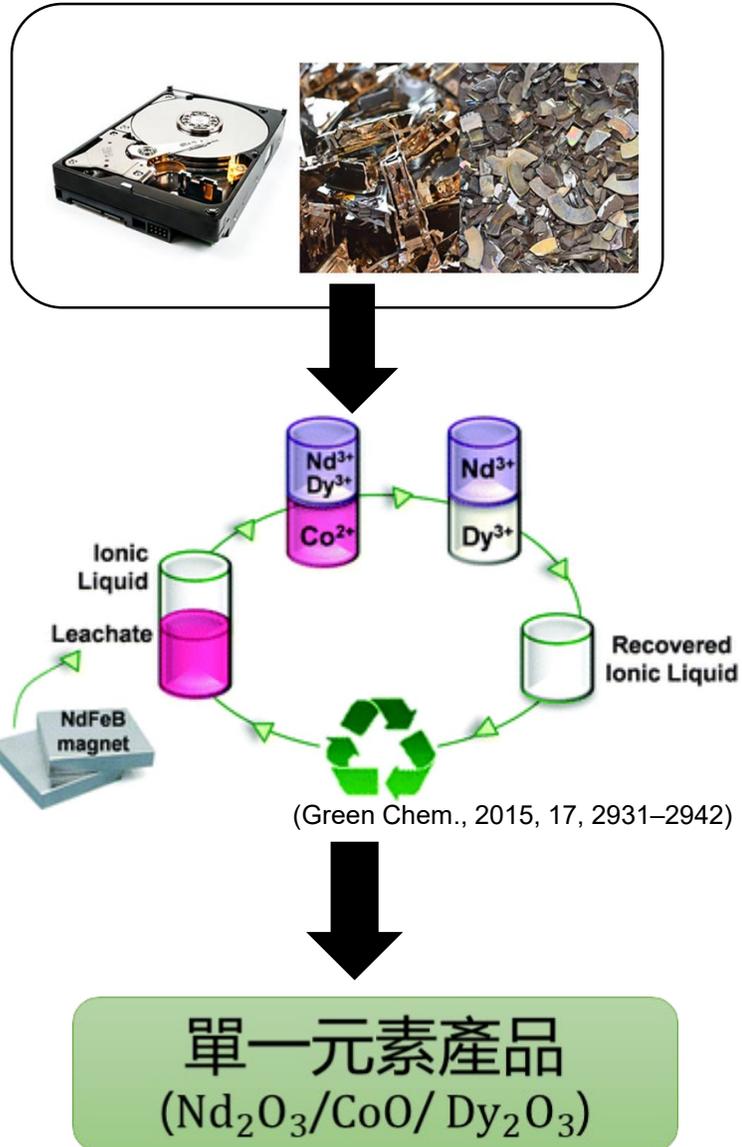
生物基
化妝品

-高值化回收-

-石油替代材料-

一、材料走向永續：藉跨領域的科技發展做出改變

傳統回收思維



材料測試+摻雜

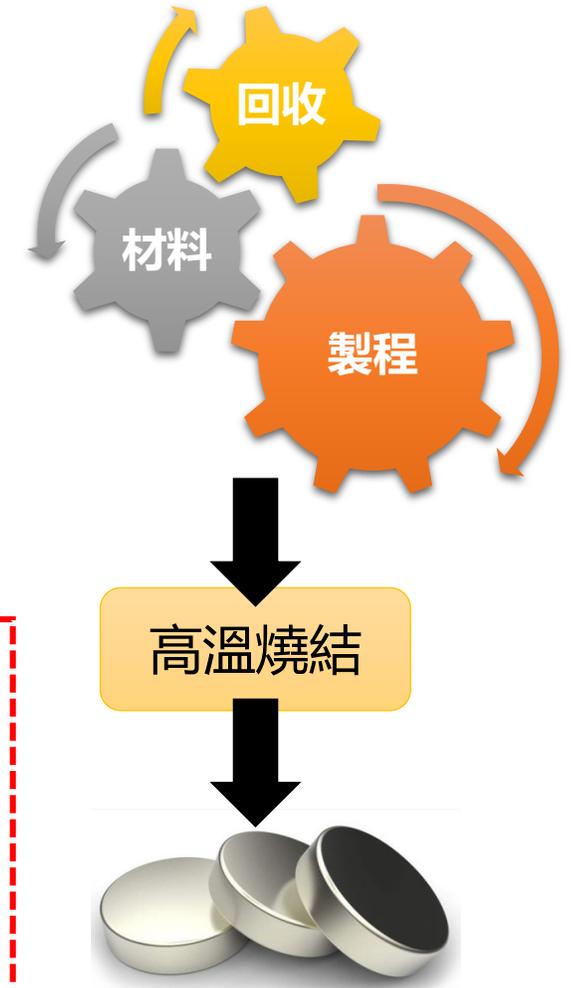


以釹鐵硼磁鐵回收為例

結合材料科學之優點

- ✓ 跳過分離階段，直接製造新產品
- ✓ 具有更好的產品材料特性
- ✓ 節省金屬材料分離成本
- ✓ 縮短從回收到產品時程

新思維-循環回收+材料科學



二、商業模式革新：使用取代擁有

- 全球廢棄家具佔掩埋場垃圾量7%
- 臺灣每年產生七千萬噸裝修廢棄物



永續變革

以租代買（產品服務化）

- 好看更要耐用：確保使用體驗
- 模組化設計：家具用途多樣化
- 第二生命：將家具翻新再出售



照片來源：台北101

台北101 Sky Park 共享空間
(家具、燈具、植栽皆由IKEA提供)

二、商業模式革新：低碳新生活

- 高雄市**每一百人擁有七十五台機車**，居六都之冠，號稱「機車之都」



永續變革

共享經濟

- 增加站點密度：15分鐘生活圈
- 綠色運輸優惠：前30分鐘免費
- 結合大眾交通：少騎機車/開車



照片來源：中國時報

Youbike 2.0 進駐高雄
(突破2000萬人次使用)

三、締結永續夥伴：產學永續生態系

- 企業重視**碳關稅**、**零廢棄**等ESG議題
- 企業對**永續人才**的需求日益增長



永續變革

永續行動數位化 + 教育

- 大云永續雲：企業永續數據分析
- 永續供應鏈：共同進行組織盤查
- 碳管理課程：產學合作培育人才

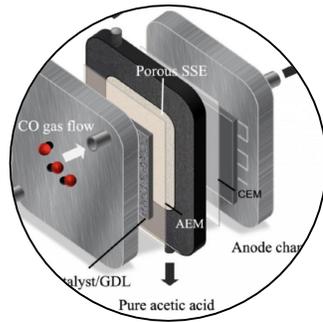
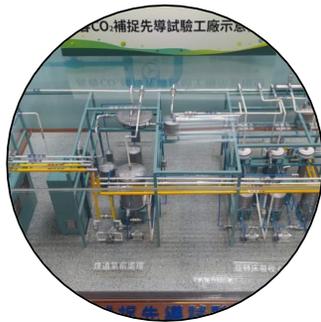


照片來源：上報

產學共同打造永續生態系

(氣候聯盟x光寶x大云x微軟x清大)

三、締結永續夥伴：新夥伴落實新科技



產學永續科技
研發的落實

清大—長春產學聯盟
開發數項綠色化工技術，
先進碳捕捉已投入應用

將二氧化碳回收
轉化合成出醋酸

二氧化碳做為
半導體清潔使用



材料商與品牌商
的共同合作



巴斯夫完成旗下所有產品碳足跡，
供客戶自由查詢。

台塑發展可回收紙尿布，
還原成絨毛纖維、功能型塑膠粒子



2

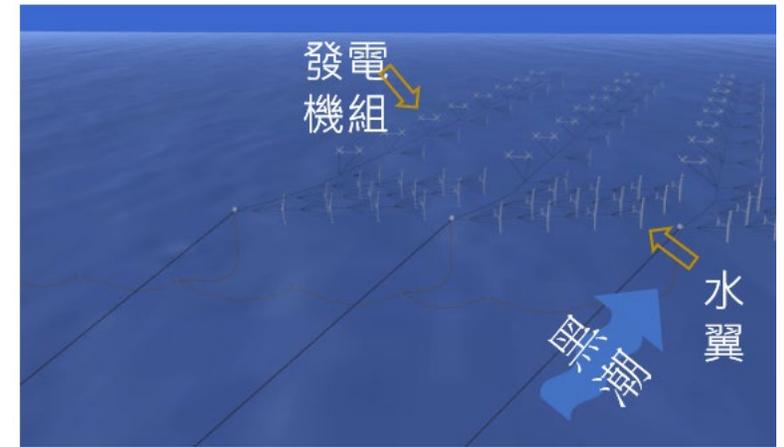
清華於淨零碳排的科技發展

- 多領域的創新與突破

創新海洋能與風能發電系統

Prof. Che-Chih Tsao 曹哲之教授

「橫向主動繫泊海流發電系統:
第一個可以實現大規模黑潮洋流
發電的系統設計」

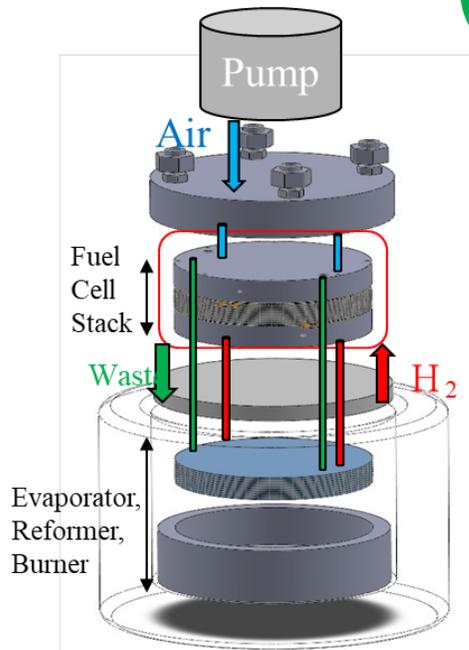


過去黑潮流域錨定成本過高
(深度太深、地質太硬)

甲醇重組式燃料電池 堆系統

Prof. Fan-Gang Tseng 曾繁根教授

「目標為高效能輕重量之
積體化甲醇重組式
燃料電池堆系統」



新能 源

電化學科技

Prof. Chi-Chang Hu 胡啟章教授

「鋅空氣電池具有潛力取代
鋰電池做為儲能應用產品」

風光綠能+鋅空氣電池: 低成本, 穩定, 安全, 高容量



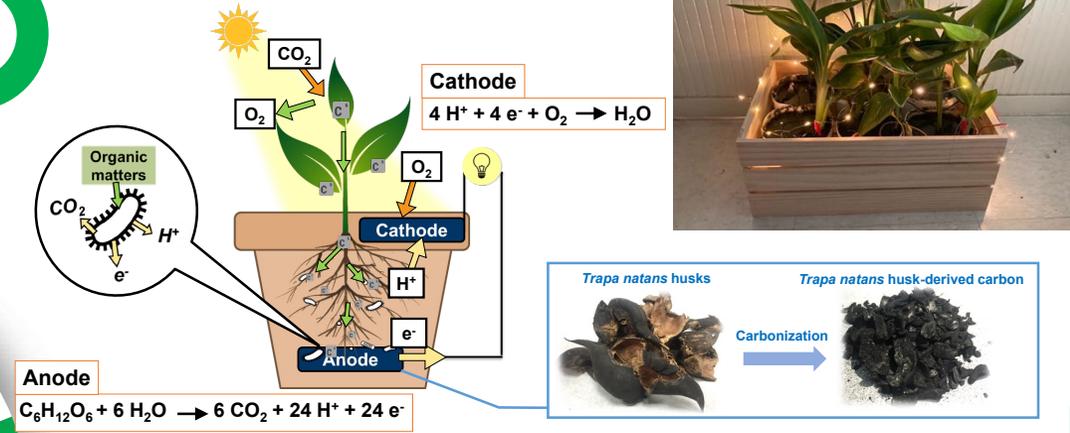
新能 源

新穎發電材料

Prof. Han-Yi Chen 陳翰儀副教授

「綠色永續-永續植物
微生物燃料電池」

以廢棄菱角殼製備之碳材作為美人蕉植物之電極材料，
作為永續之綠色能源發電系統。



可撓性太陽能電池

Prof. Chih-Huang Lai 賴志煌教授

「輕量、可撓取的CIGS太陽能板
可以突破固定式太陽能發電的
產業應用」

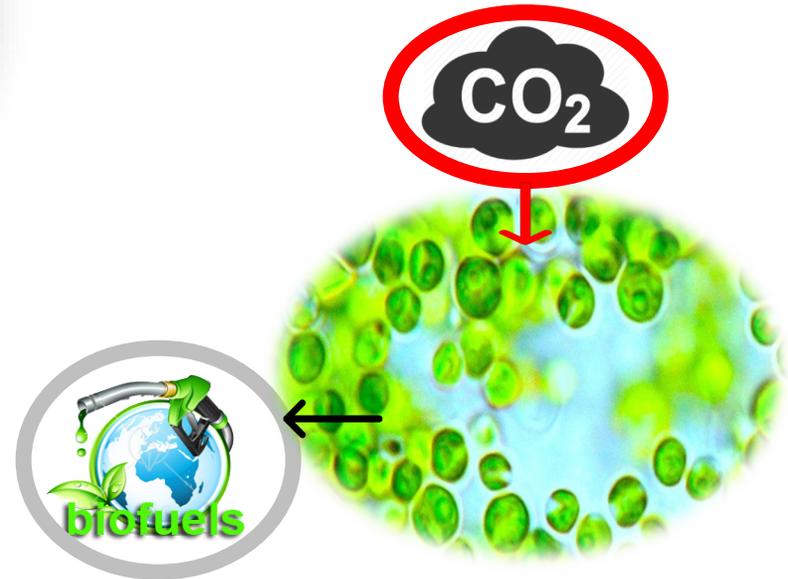


微藻生質能源與減廢技術

Prof. Hsiang-Yu Wang 王翔郁教授

「利用微藻生產生質能源」

利用微藻移除數種環境影響因子，並同時生產油脂
與多種增值產物，達到減廢與生產能源的雙重目的。



低碳自供電電子產品

Prof. Tzu-Chien Wei 衛子健 教授

「以每天更換4次價格資訊為標準，
一次性的紙質標籤產生的二氧化碳
排放量是電子紙標籤的3.2萬倍」



自驅動感測器

Prof. Zong-Hong Lin 林宗宏教授

「所開發元件皆可直接將機械
能轉換為電力及訊號，
無需外部電源驅動即可工作」



自供電
系統

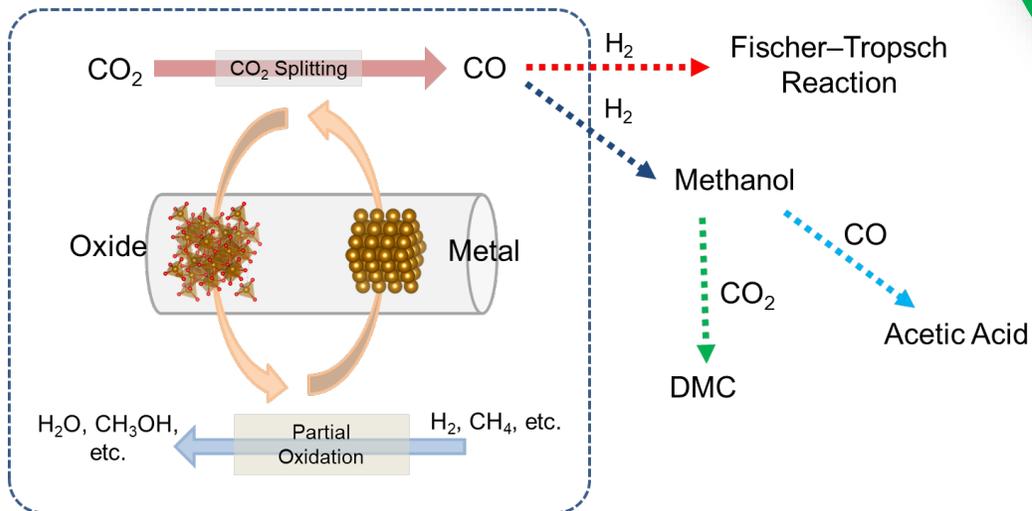
二氧化碳捕捉與再利用

Prof. Ying-Ling Liu 劉英麟教授

Prof. Yu-Jeng Lin 林育正教授

「提升二氧化碳再利用效率
為完整碳循環之關鍵技術」

轉化的甲醇可供燃料電池使用。

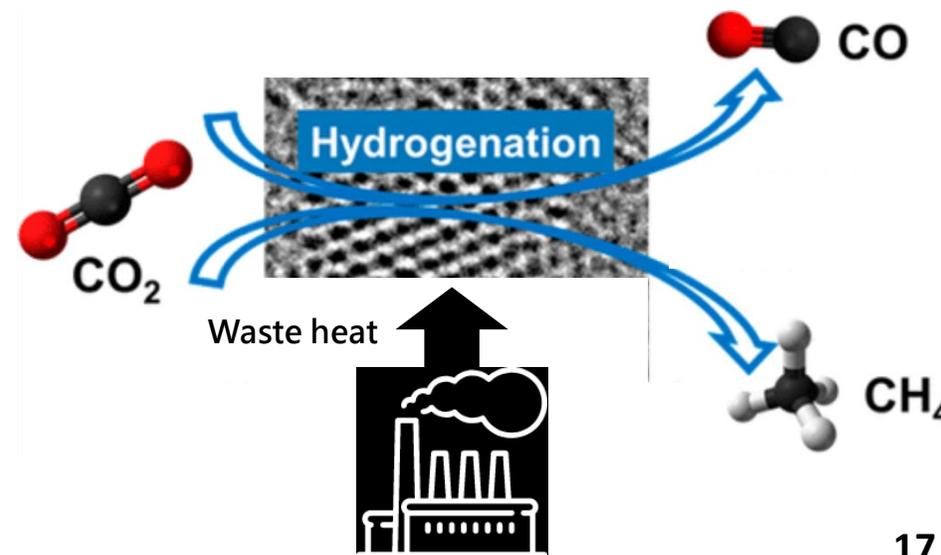


二氧化碳轉化技術

Prof. Tsan-Yao Chen 陳燦耀教授

「觸媒與近室溫二氧化碳轉化可減少50%廢熱
排放量與減少碳排放」

相較於傳統轉化溫度在250~400°C，我們的研發在近室溫 (<100°C)即可將二氧化碳轉化為甲烷與一氧化碳。由於轉化溫度在攝氏300°C以下，因此可以利用工廠廢熱來源完成二氧化碳轉化反應，達成回收廢熱與減少碳排放之效果。



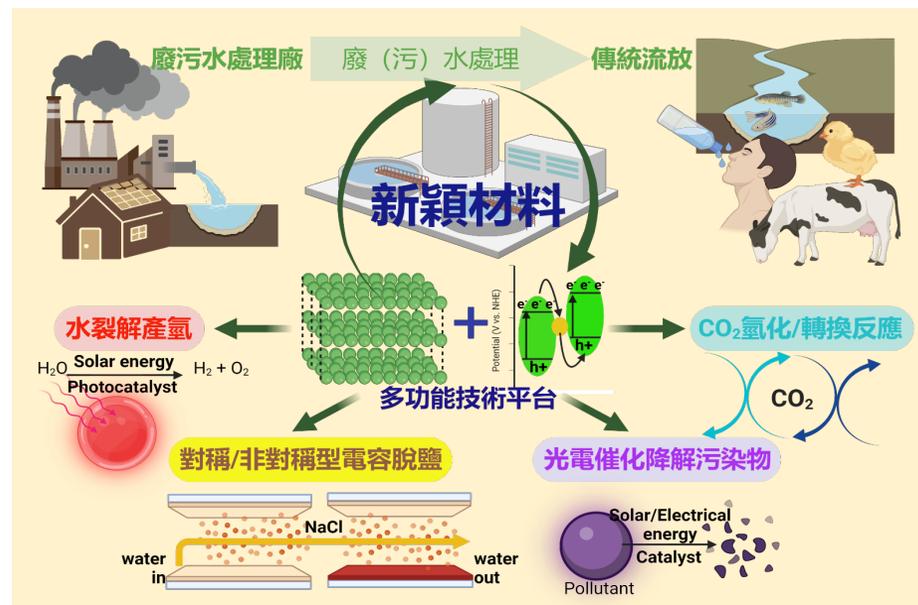
負
碳
技
術

水能鏈結技術

Prof. Ruey-an Doong 董瑞安教授

「廢水處理廠放流水配合太陽光電
催化技術可實現水體回收與節能減碳應用」

開發多功能新穎材料，能同時具備多項特性，
可同時進行水處理與能源轉換與儲存技術開發。



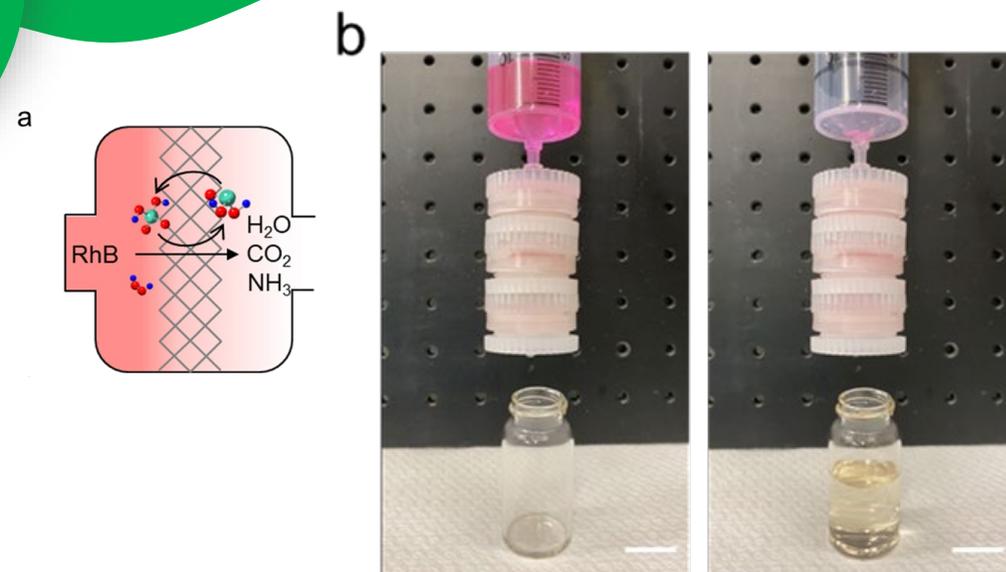
零排放有機染料除色

Prof. Jyh Ming Wu 吳志明教授

「無光環境下進行有機廢液處理」

研發新型催化過濾器，可直接分解有機染料，
全程可在無光環境下進行，更具工業化潛力。

廢水處理技術

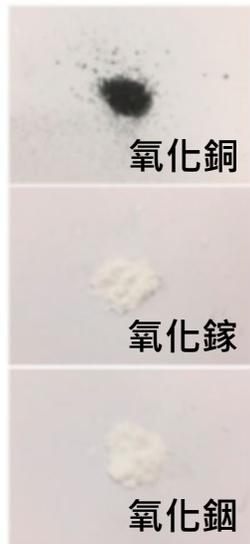
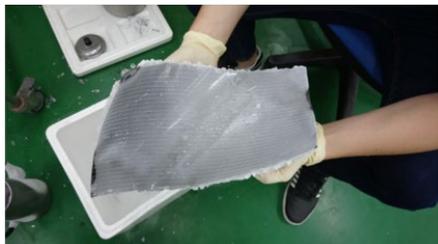


材料回收技術

Prof. Chih-Huang Lai 賴志煌教授

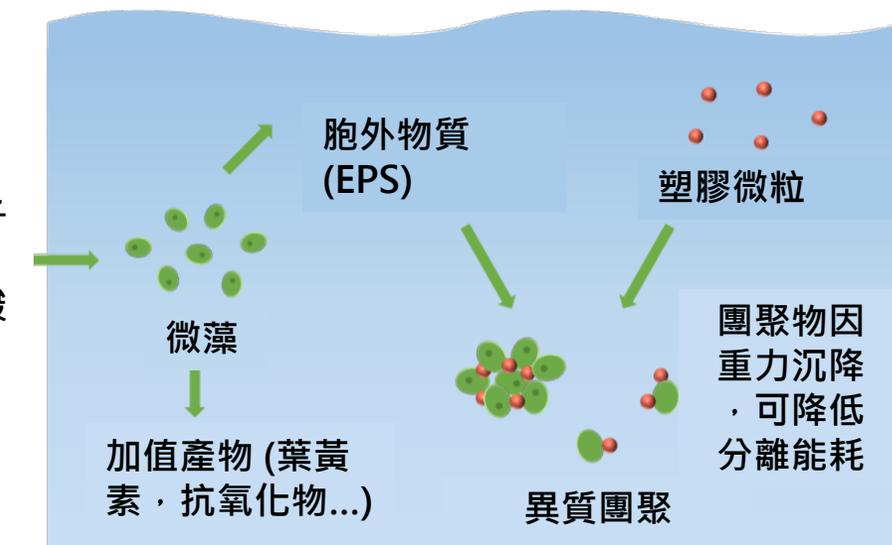
「循環經濟（材料再生）是淨零排放的關鍵，使用再生產品平均可減少30%碳排放量」

過去商用太陽能板難以回收。我們根據材料在低溫環境下特性差異，達到多層薄膜元件之物理分層，簡化複雜的元素組成，降低元素分離的難度。最終可產出純度99%以上之單一金屬氧化物。



廢棄物處理及再生

環境污染因子
(CO₂, 重金屬
離子, 有機酸
...)



微藻減廢技術

Prof. Hsiang-Yu Wang 王翔郁教授

「利用微藻同時移除/回收利用環境污染因子」

利用微藻生產的胞外物質移除/回收水體中的塑膠微粒，建立低能耗，環境友善，且可同時移除多種環境影響因子的永續技術。

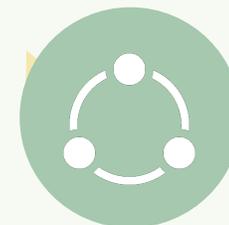
結語-新思維的整合

3

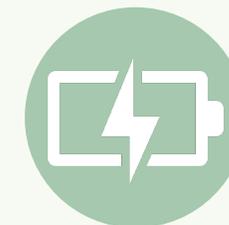


商業模式 Business model

修復與回收利用



循環供應鏈



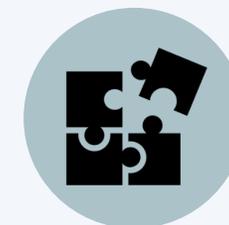
產品生命延續

技術能力 Technologies

工程科技



大數據分析



模組化設計

物聯網





Thank You



國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

CONTENTS

1

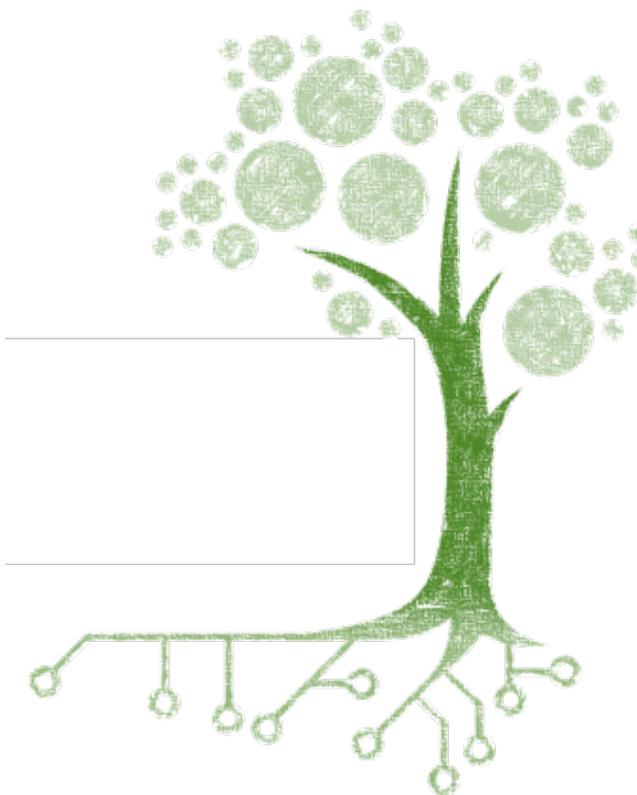
科技發展的新思維

2

清華於淨零碳排的科技發展

3

結語



一、材料走向永續：循環包材

- 統一超**每年賣出超過一億個**免洗餐盒，**每年提供五億支**塑膠吸管



永續變革

源頭管理 + 材質替換

- 輕量設計：減少塑膠使用量
- 環保材質：改用可分解塑膠
- 循環包裝：物流包材再利用
- 綠色消費：鼓勵自備環保杯



照片來源：統一超商

可分解塑膠材質「Cycle+」

(露天陸地2年內自然分解)

一、材料走向永續：循環建築

- 全球有高達**37%碳排放來自建築產業**
- 臺灣**每年產生上千萬噸**營建廢棄物，佔廢棄物總量三分之一



永續變革

建材銀行

- 採用預鑄工法：降低碳排放量
- 建築模組化：可拆卸重新使用
- 建材護照：讓建築物回歸建材



照片來源：台糖公司

台糖沙崙住宅園區—高鐵臺南站
(現由台積電承租)

二、商業模式革新：永續結合創意

- 臺灣**每年產生約八萬噸**回收二手衣物
- 臺灣二手衣物高達**35%**直接送往焚化



永續變革

服裝回收再生 + 科技

- 舊衣再捐贈：延長壽命又做公益
- 布料重組設計：改裝寵物衣販售
- 再製環保燃料：以廢料取代煤炭



照片來源：REHOW

RE.UNIQLO 服裝回收再生行動
(民眾捐贈衣物，再製轉贈弱勢族群)