

國內中小企業 循環經濟之發展體系

馬鴻文

台大環境工程學研究所

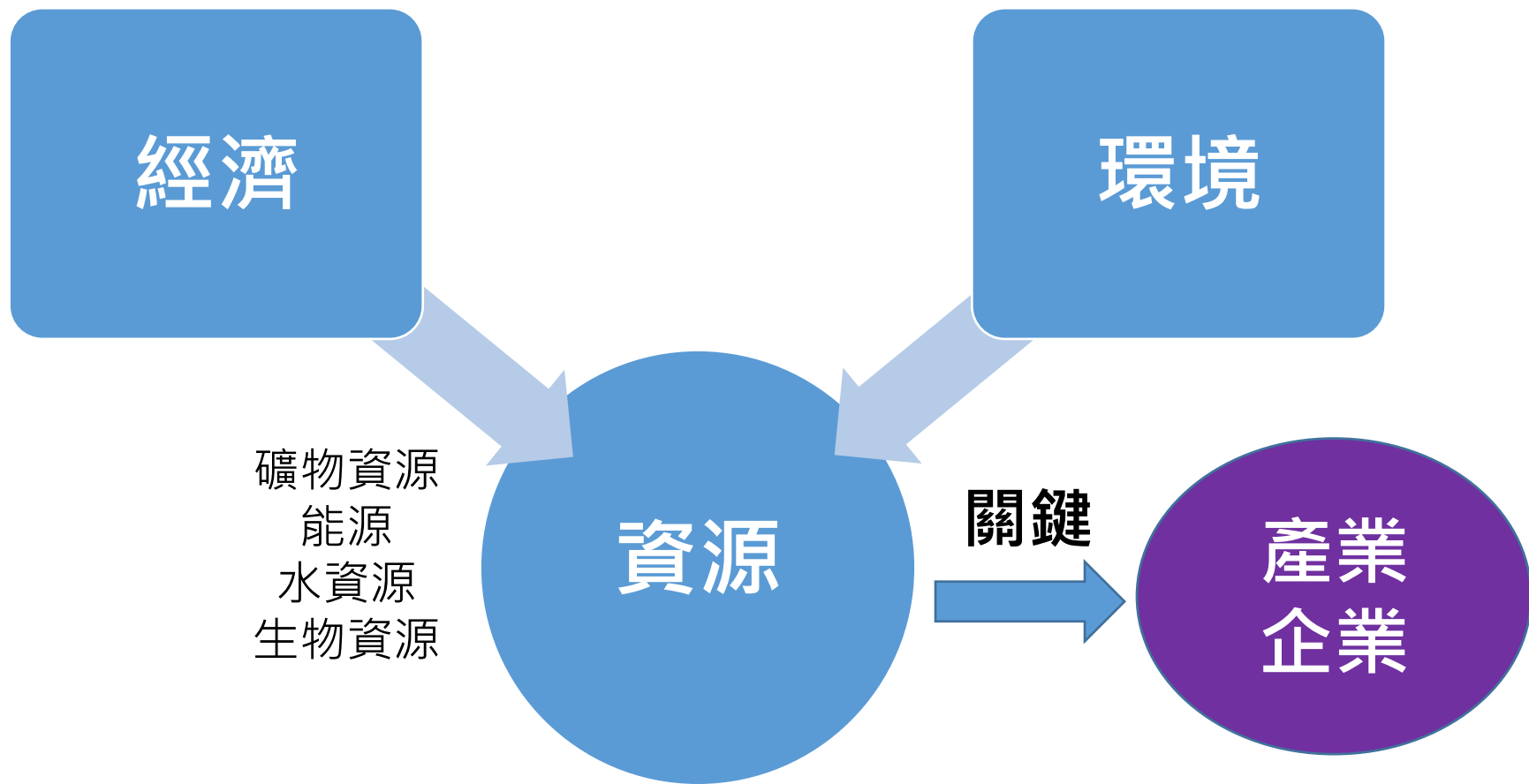
2016.09.30

BBC NEWS *3 SEPTEMBER 2013:* **STUDY REVEALS 'TRUE' MATERIAL COST OF DEVELOPMENT**

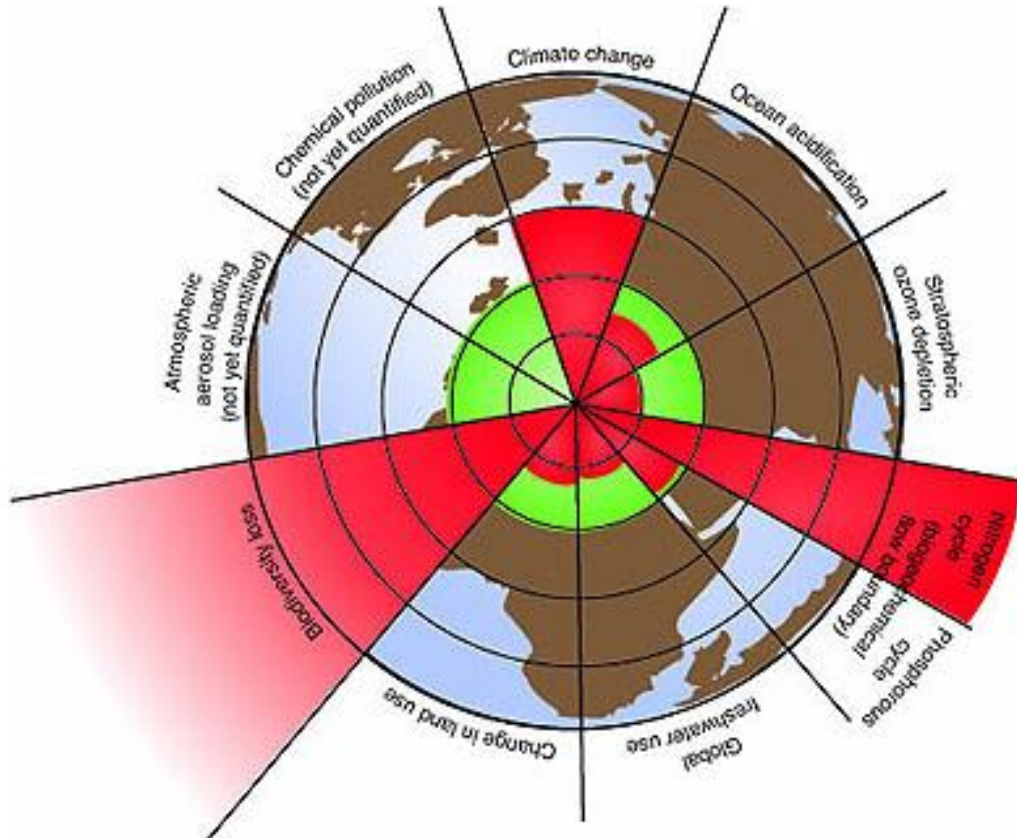
- In 2008, around 70bn tonnes of raw materials were extracted worldwide but just 10bn tonnes were physically traded.
- Countries could think about agreements where they help reduce the emissions at that point of material use.
- That's where it is cheapest to do, where it is most efficient, where it makes more sense.

為什麼需要循環經濟來提升資源生產力？

A Bigger Picture...



地球限度



生態足跡

目前

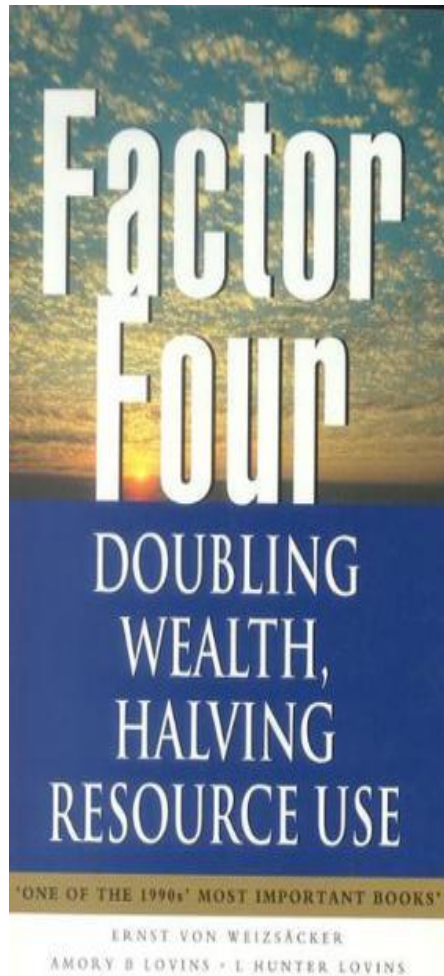


2030



Nature, 2009; Global Footprint Network, 2013

PAY NOW, OR PAY MORE LATER



Factor of 4 - 10

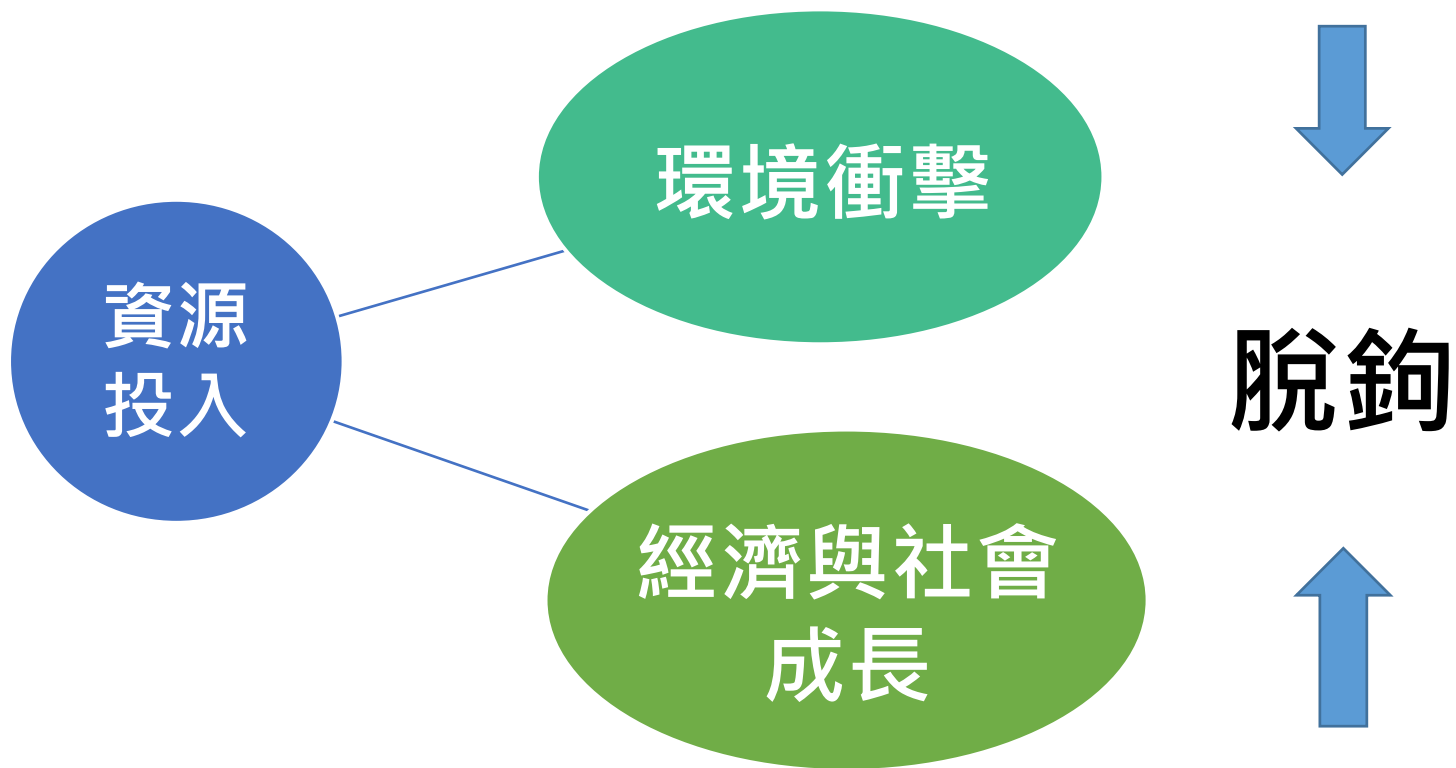
\$2 trillion today

➔ more than \$3 trillion

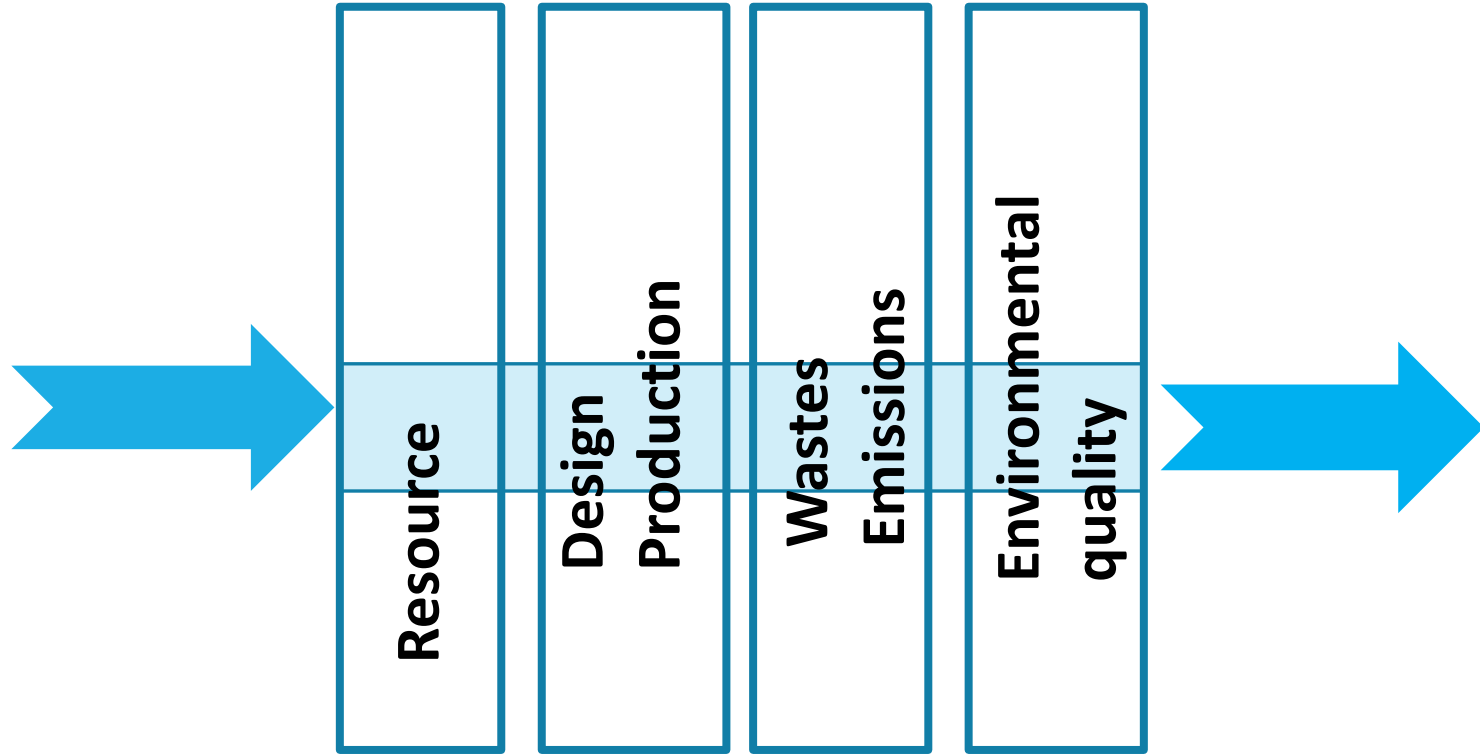
Rising and volatile resource prices

➔ **Resource revolution**

(McKinsey, 2011; WBSCD,₅2010)



SUSTAINABLE RESOURCE MANAGEMENT

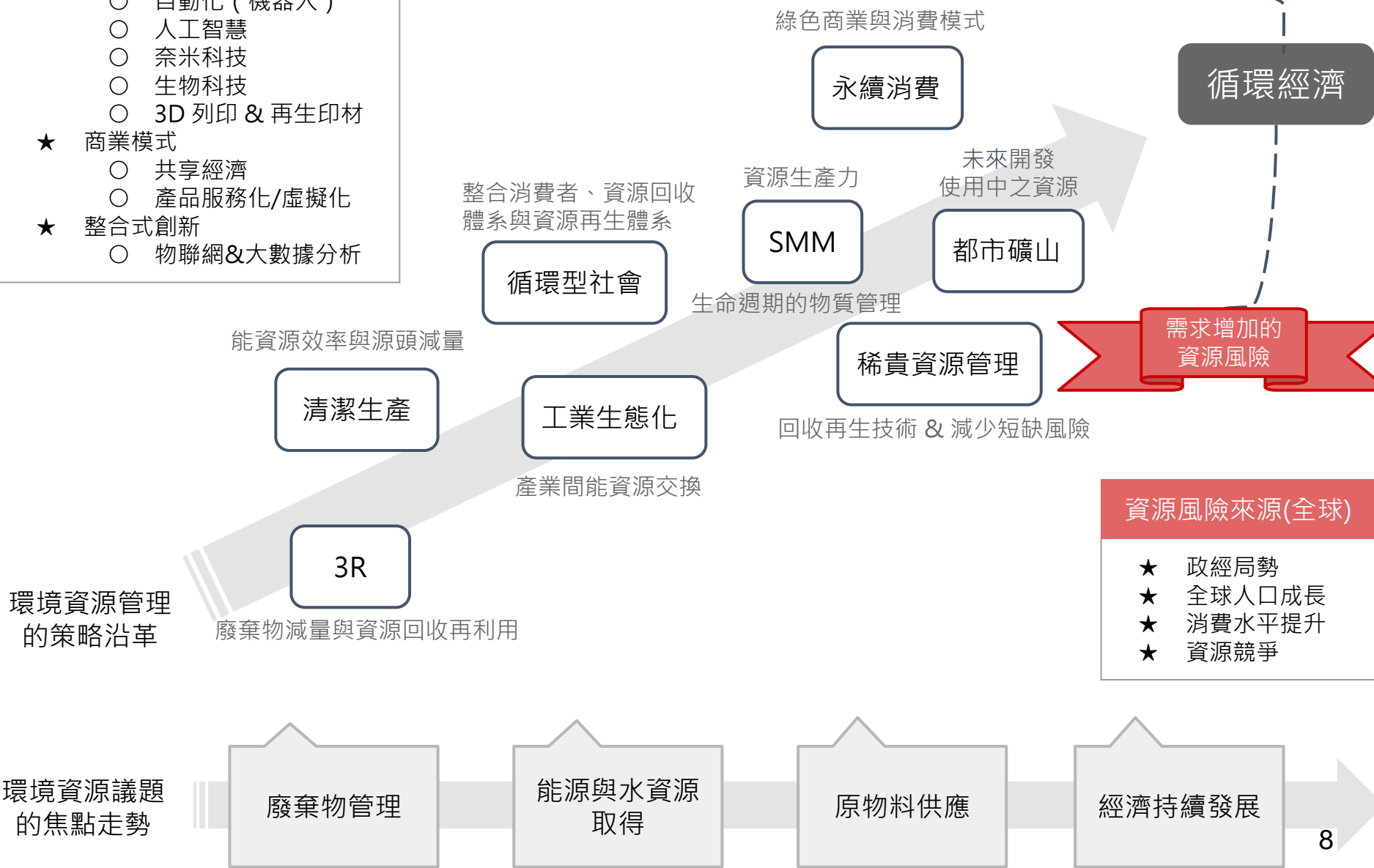


顛覆式創新

- ★ 技術發展
 - 網路化發展
 - 自動化 (機器人)
 - 人工智慧
 - 奈米科技
 - 生物科技
 - 3D 列印 & 再生印材
- ★ 商業模式
 - 共享經濟
 - 產品服務化/虛擬化
- ★ 整合式創新
 - 物聯網&大數據分析

發展脈絡

顛覆式創新



清潔生產

經濟部工業局自1980年起陸續推動「工業減廢」及「清潔生產」

清潔生產評估系統

一般行業清潔生產評估系統

特定行業清潔生產評估系統

半導體(IC製造)業清潔生產評估系統

平面顯示器面板業清潔生產評估系統

A行業清潔生產評估系統

B行業清潔生產評估系統

C行業清潔生產評估系統

清潔生產評估系統評分面向

生產製造

能資源節約

綠色製程

污染物產生及管末處理功能

環境化設計

環境友善設計

綠色管理及社會責任

綠色管理

社會責任

創新及其他

創新思維

其他

永續資源管理



2014 年規劃推動永續物料管理制度計畫所提出之策略與措施

概念發展



褐色經濟(Brown Economy)

- 褐色經濟 (或高碳排放經濟) 著重於經濟效率及經濟成長，對於環境造成高度負面衝擊，且對社會公平議題未有特別的著墨。

低碳經濟 (Low Carbon Economy)

- 提供**經濟**成長的低碳排放經濟活動，具備**低環境負面衝擊**，但對於社會公平議題未有特別的著墨。(Martinez, 2015)

綠色經濟(Green Economy)

- 提升人類福祉及社會公平，同時顯著降低環境風險及資源稀缺。包含了**低碳**、**資源有效**及**社會包容**等核心觀念。(UNEP, 2011)

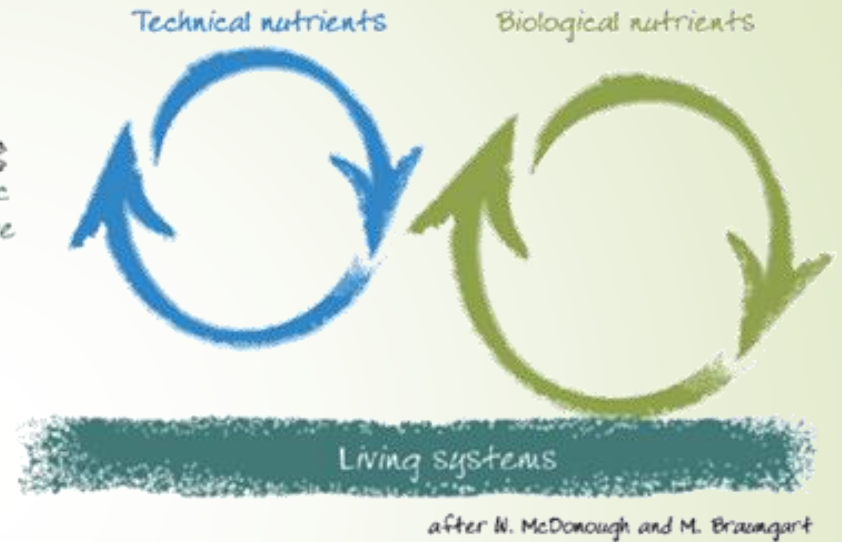
循環經濟 (Circular Economy)

- 設計為具備**可恢復**性及**再生**性的產業**系統**，以“恢復”取代“生命週期結束”之概念，轉換為再生能源(資源)使用，排除有毒化學品的使用以提升再使用性，並且透過**材料**、**產品**、**系統**及**商業模式**的**整合**性設計減少廢棄物。(Ellen MacArthur Foundation, 2012)

線性經濟



循環經濟



設計為具備**可恢復**性及**再生**性的產業**系統**，以“恢復”取代“生命週期結束”之概念，轉換為再生能源(資源)使用，排除有毒化學品的使用以提升再使用性，並且透過**材料、產品、系統**及**商業模式**的**整合**性設計減少廢棄物。(Ellen MacArthur Foundation, 2013)

並非新的概念，但目前的技術能力能做的更好，並且是解決目前環境/經濟及社會衝突的有效工具

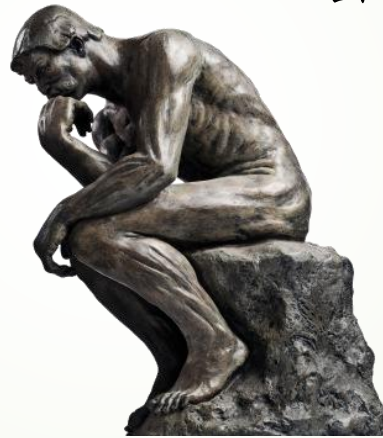


在資源有限的情況下，如何同時滿足需求變化及減少資源的浪費。

創造資源循環之研發、製造及服務機會，及所額外創造出的經濟活動與價值



- 減量化
- 再利用
- 資源化



- 提升資源使用效率（創造價值）

- 循環經濟議題近年來受許多企業及國家所重視並積極推動，做為推動產業發展、促進就業、因應資源稀缺及降低環境衝擊的手段
- 資源不足為台灣發展的先天限制，因此在全球製造生產占有一席之地，迫切需要突破資源的限制，結合既有產業、技術及社會的基礎，建構出在全球定位下的循環經濟發展路徑

循環經濟新商業型態

四大民生產業例子

1950~1990

1980~2015

2000~2050 技術深化 商業進化

農業&餐飲

農廢燃料

集中式高效率堆肥

● 磷回收技術與設施

廚餘餵豬

厭氧消化生產生質氣

● 農廢/食廢 經生物精煉為材料原料

農廢/食廢經處理作飼料用

● 農廢/食廢 經生物精煉為液態燃料

● 餐飲業與物流、倉儲、供應產地整合，減少浪費

紡織&服飾

修補，穿到不行
再做抹布

舊衣回收，供社福團體利用

● 多層次梯級再利用，包括再紡紗再製衣服、家具或隔熱填充材、地毯

廢PET聚酯纖維

● 擴大造型服飾的租用與交換市場

營建&居住

拆除後僅回收廢金屬

部分營建混合物低價再利用，以填料為主

● Airbnb之商業模式

● 模組化，乃拆除重組之設計

● 建築內裝可彈性調整，多功能化

其他需花錢以廢棄物處理

● 混凝土回收再製混凝土製品

車輛&運輸

盡可能維修

拆解舊零件賣至維修市場或開發中國家

● 車廠發展逆物流與再製造

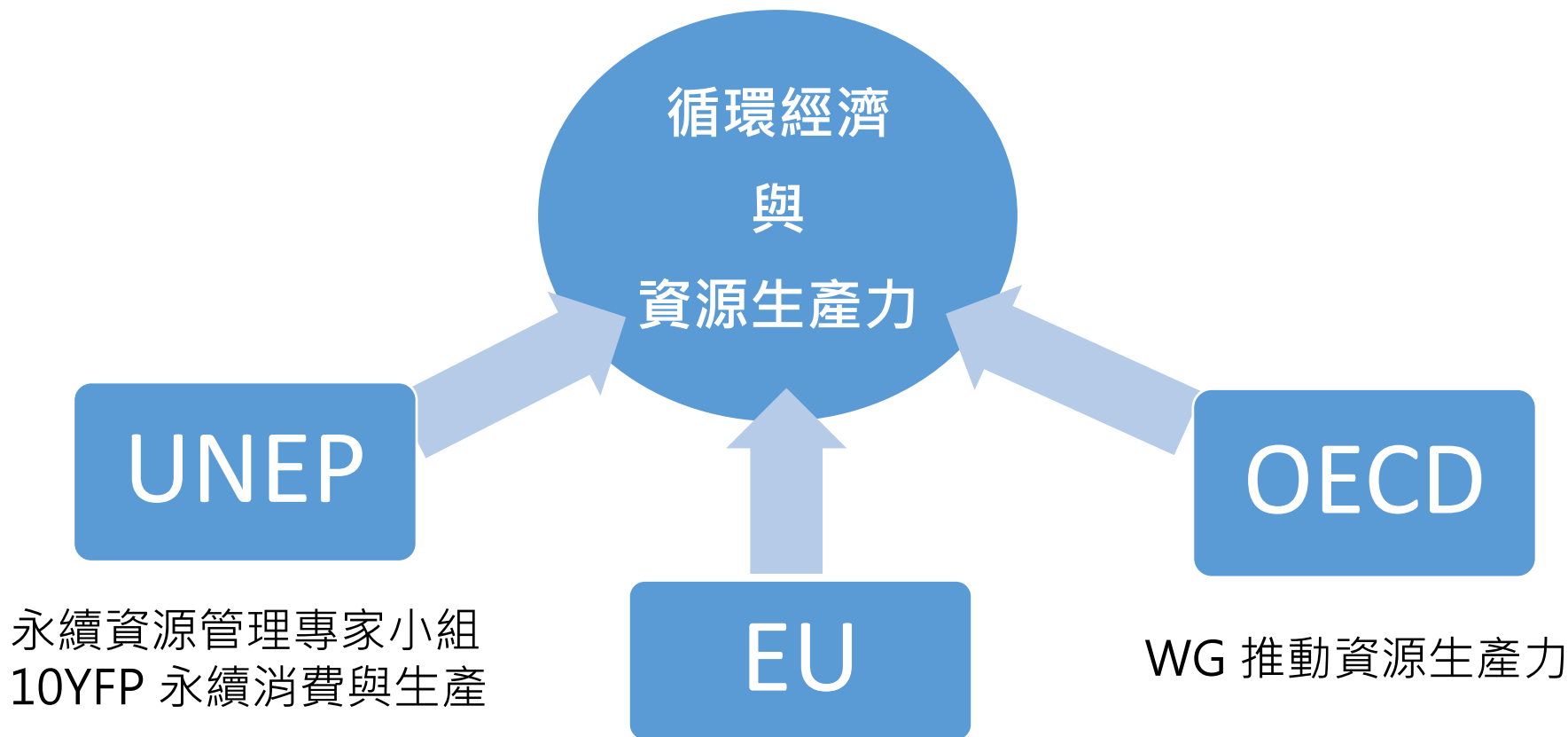
● Uber等商業模式

● 租賃

廢鐵至電弧爐重煉

● 自動駕駛

循環經濟的國際趨勢

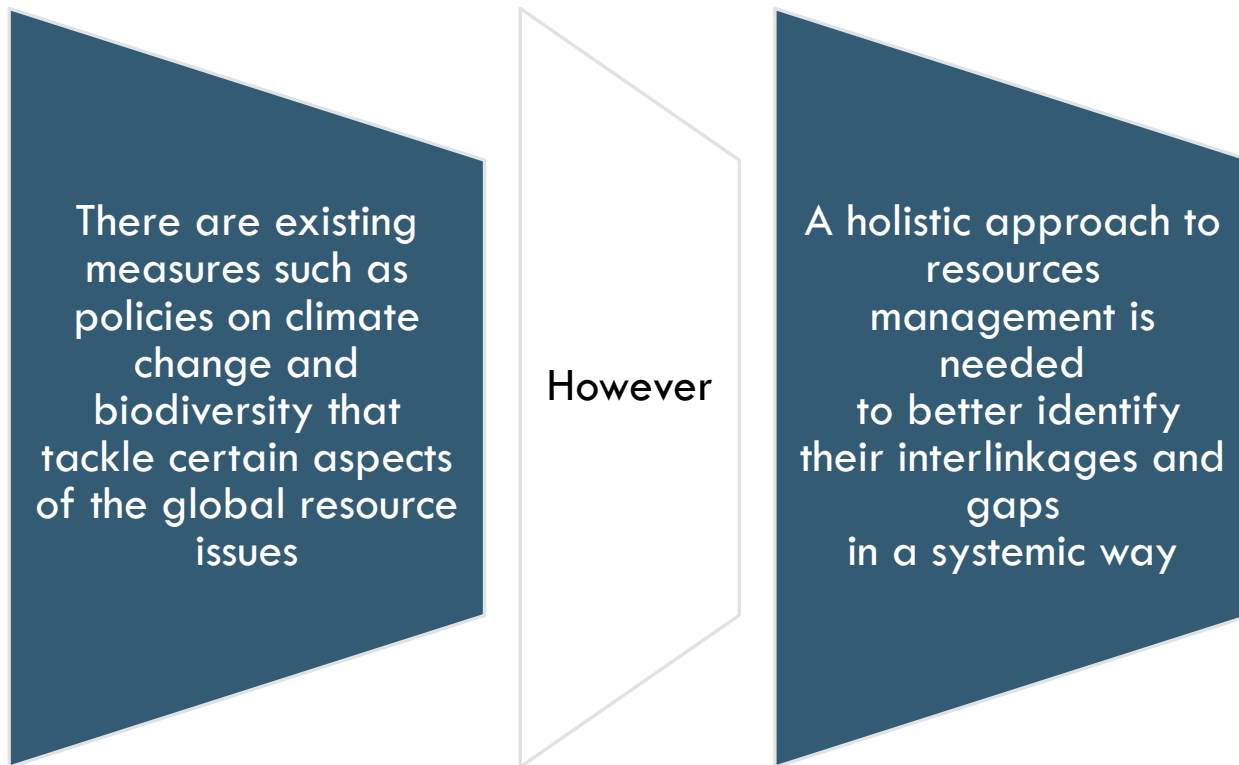


永續資源管理專家小組
10YFP 永續消費與生產

WG 推動資源生產力

歐盟2020資源效率路徑圖
邁向循環經濟：歐洲零廢棄計畫
循環經濟套案2.0

UNEP INTERNATIONAL PANEL ON SUSTAINABLE RESOURCE MANAGEMENT



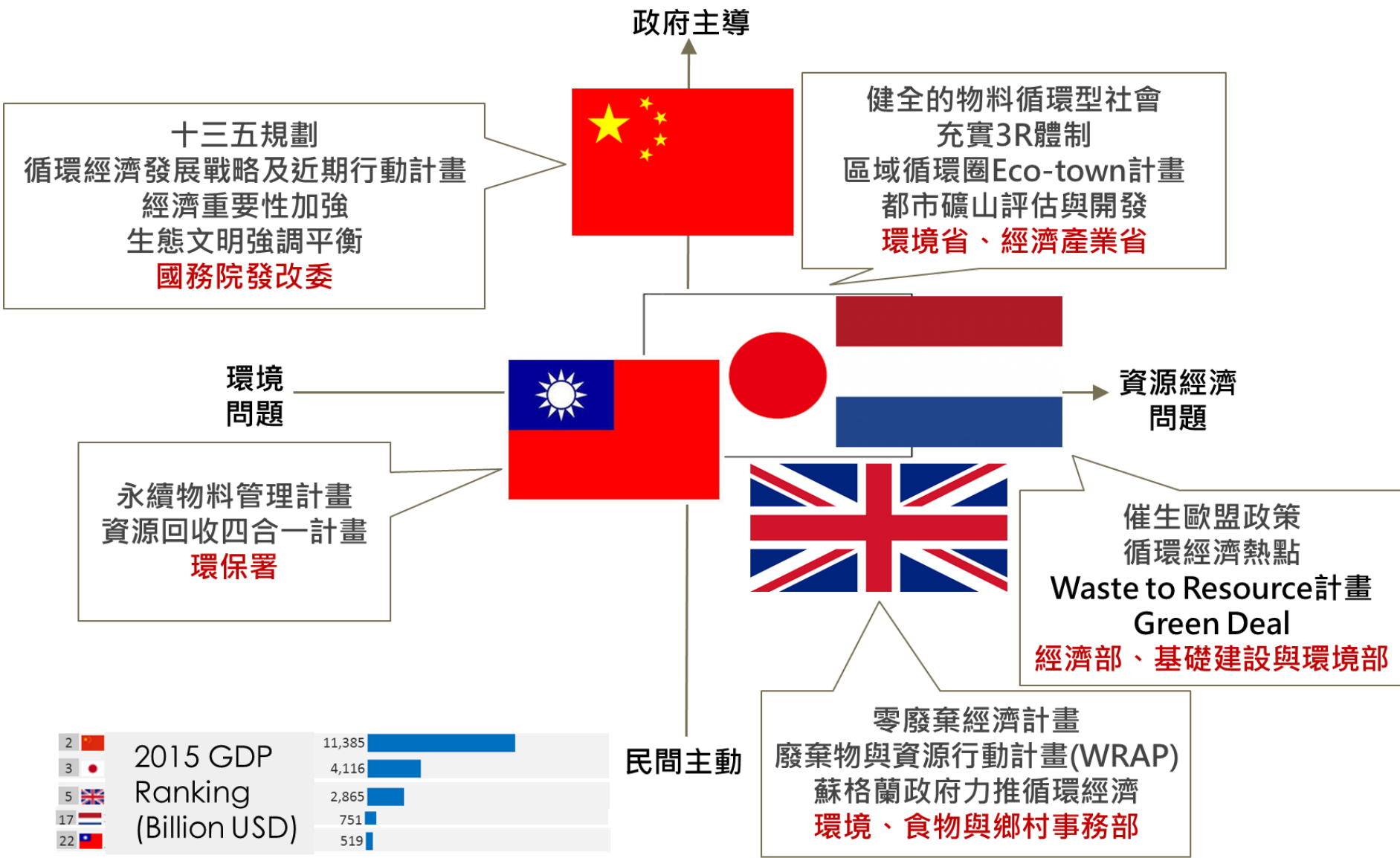
EU 2020 FLAGSHIP INITIATIVE ON RESOURCE EFFICIENCY

Continuing our
current
patterns of
resource use is
not an option

Increasing
resource
efficiency
is key to
securing
growth
and jobs

It will bring
major economic
opportunities,
improve
productivity,
drive down
costs and boost
competitiveness

循環經濟的國際趨勢



	驅動力	代表國家/單位
1	廢棄物(資源)有效利用	中國大陸、日本
2	產業發展	德國、丹麥、荷蘭、歐盟
3	永續發展	Ellen MacArthur Foundation、WEF

廢棄物(資源)有效處理/利用導向：日本及中國大陸

- 以3R的廢棄物管理概念為基礎
- 其循環經濟之重點在於資源的有效利用及循環
- 提出的策略則偏重技術發展及標準與管理模式的規範

產業發展導向：歐洲國家

- 從產業長期發展趨勢進行思考
- 重視現況對於轉型循環經濟所造成的阻礙，包括基礎設施、商業模式及技術
- 強調透過利害相關者合作、資訊提供、財務機制及消費需求改變，採用多種的輔助措施促成循環經濟的成形

永續發展導向：世界經濟論壇及Ellen MacArthur基金會

- 以全球長期趨勢及產業現況為出發點，以整合政府及產業的視野探討轉型循環經濟的效益及可能模式，分析轉型循環經濟的核心重點
- 制定供產業使用的循環經濟分析工具及資訊，期望誘發產業的轉型意願。
- 制定供政策制定者使用的工具手冊，協助建構出符合循環經濟發展的大環境。

英國的策略措施



Material change for
a better environment



策略措施	內容
資源效率資訊與評估工具	WRAP提供各種資源效率的指南、線上工具、案例以及給中小企業的免費線上課程。
簽署包裝改革承諾	Courtauld 2025是自願性的減少包裝計畫，鎖定資源使用熱點，目標十年內減少每人至少1/5的食物與飲料相關廢棄物與溫室氣體排放，並改善水資源管理。
永續服裝行動計畫	WRAP主導，與政府、產業及第三部門合作，致力於改善衣物生命週期的永續性。
技術與資金支援	WRAP提供資金贊助技術研發，也提供資源回收的採購策略、投標文件及評估等服務。
訂定政府採購準則	訂定政府採購準則，在設計的時候即考量到循環的概念，藉由政府龐大的採購力量帶動循環經濟市場的發展。
民間成立循環經濟平台Circular Economy 100	Ellen Macarthur Foundation提供三種不同程度的支援：建立解決問題的機制；建立最佳操作指南的資料庫；提供企業衡量建立循環經濟的機制。

荷蘭的策略措施

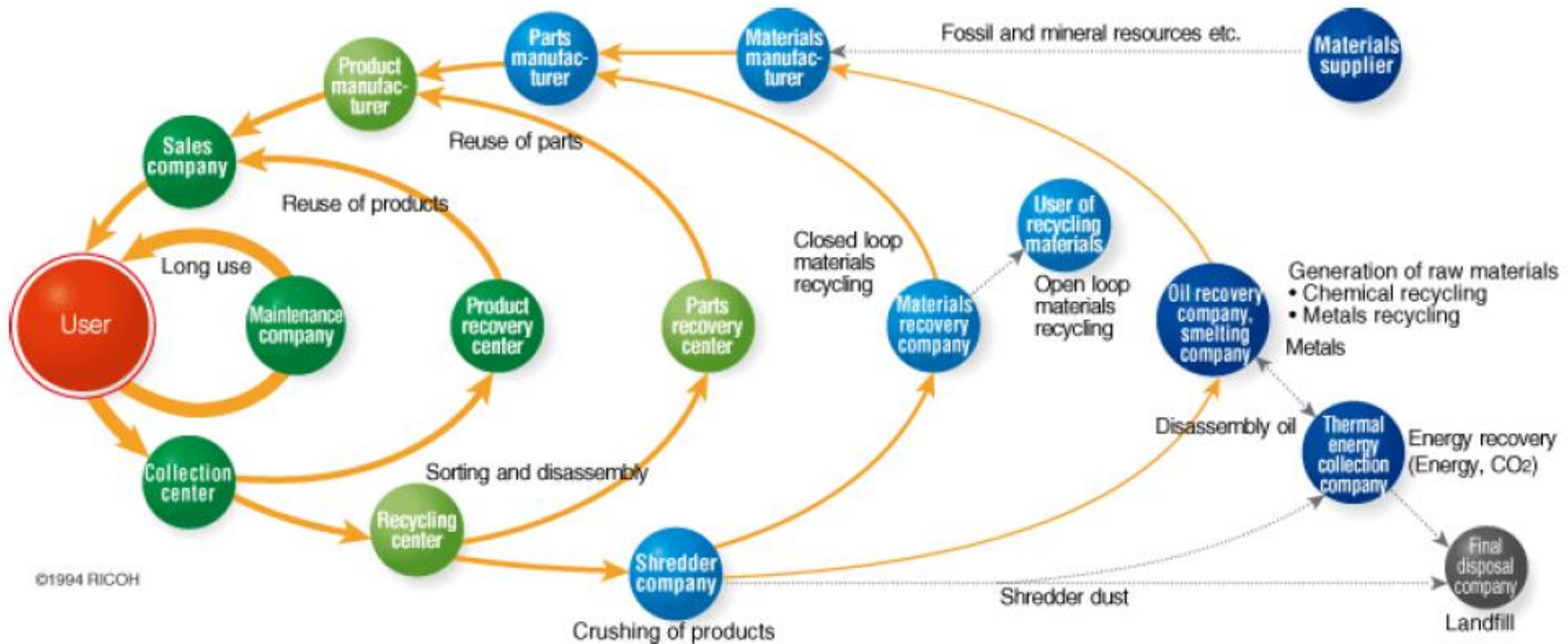


策略措施	內容
循環經濟熱點計劃	荷蘭政府將興建一座展覽中心，提供各企業展出自家循環經濟產品服務或計劃。 建立網絡平台，參與單位共同研發產業鏈的資源循環商業模式。 建立仲介平台，讓企業媒合廢棄物與原材料。
Park 20 20	全球第一個採用從搖籃到搖籃概念的商業園區，應用了「建材銀行」的創新商業模式。每一棟建築，就像是材料銀行般，將各項建材集成建築；而當建築的生命週期結束後，這些材料又可以拆卸下來再回收利用。
生產端的永續重新設計/客製化	強調重新設計商品與產品客製化，例如Fairphone只生產預購的手機，將手機設計成可以讓使用者自行打開手機進行維修。
消費端的永續共享經濟	荷蘭以循環經濟思維來經營史基浦機場，採用租賃式的照明設施。機場向飛利浦租借燈具，飛利浦則根據其需求及周圍環境情況，設計出最佳的照明應用。在租賃服務到期後，這些燈具能夠被100%循環再利用。
檢討現有政策 建立自然資源資料庫 原物料護照	建議建立自然資源資料庫，使政府、企業及大眾了解現有自然資源的狀況。 建議建立原物料護照，標明產品原物料的來源，列出全新原料及再生原料使用比例。
發展財政稅制 及市場獎勵	使用全新原物料的類別及數量多寡來課稅，間接鼓勵再生原物料的使用。 DIFTAR (gedifferentieerd tarieven)差別費(稅)率，針對不同廢棄物訂定不同處理費率。

循環經濟商業模式類別(ReSOLVE)

EMF六分類	說明	案例
REGENERATE 再生	<ul style="list-style-type: none"> 使用再生能源及再生資源做的材料，促進物質在經濟圈或生態中正常的循環 	
SHARE 分享	<ul style="list-style-type: none"> 資產的共享經濟模式，如車、家電、建築空間 延長生命週期(所有權轉讓、產品服務化、二手替代平台) 	
OPTIMISE 優化	<ul style="list-style-type: none"> 運用大數據自動化，遠端感測，系統調校 提升產品效能與效率 	
LOOP 迴圈	<ul style="list-style-type: none"> 資源多種循環的新技術與商業模式，例如易拆解設計與模組化設計可促進再製造，從有機性物料廢棄物提取生化材料 	
VIRTUALISE 虛擬化	<ul style="list-style-type: none"> 直接去物質化，如電子書、線上音樂取代實體書與CD 間接去物質化，如線上購物 	
EXCHANGCE 替代	<ul style="list-style-type: none"> 新技術取代舊生產技術，如3D列印 使用易循環的材料 	

EXTENDING LIFE, MAXIMIZING VALUE



REGENERATE

使用再生能源及再生資源做的材料

method. 美則

產品的綠色環保保證



成分透明化

全成分清楚標示



100%再生回收塑料

使用100%再生回收塑料的瓶身設計，不浪費且減少70%的碳足跡



C2C 認證

全球第一家居家清潔用品通過搖籃到搖籃認證，針對材質健康，材料再利用，可再生能源的利用，水資源管理及社會責任的五大目標所做的認證



成份安全

產品通過美國國家環境保護局針對材質對環境的影響的認證



EPEA 認證

通過歐盟的研究單位認證，針對材料研究改善，產品的品質，對人類、環境和經濟生態的效益，健康安全

<http://www.methodproducts.com.tw/>

供應商的選擇

我們慎選供應商，每一個材料的供應商，甚至是瓶身用的塑料，都必須是注重環保的生產方式及良好品質控管的生產製造。

再生 + 可回收的材質

我們致力於減少使用石油等不能再生的材料，在我們的瓶子或是配方上。成果如何呢？我們把清潔用品瓶身使用了100%可再生回收的塑料，洗衣精採用了50%再生回收塑料，而裡面成分有95%-99%都是可再生的成分。



健康+ 生態設計

我們採用防範注意的原則來設計我們的商品，意即任何可能導致或產生產品成份不安全成分，我們絕對不使用。



飢餓有毒害的成分清單

美則拒絕使用一般慣用的有毒害的成分，像是磷酸鹽，漂白劑等存在我們的配方中。



第三驗證單位

所有美則的成分都是經過第三驗證公司做最嚴格的評估，以確保對健康及環境都安全。



最高環保標準

搖籃到搖籃Cradle to Cradle® 是我們設計安全綠色產品的真言。



先進智慧科學

我們的成分配方採用了先進的綠色化學科技所研發的強效安全配方。



外部效用

成為居家清潔用品最前線，符合搖籃到搖籃產品認證，負責任的製造出在包裝，安全有效的環保綠色產品。

SHARE

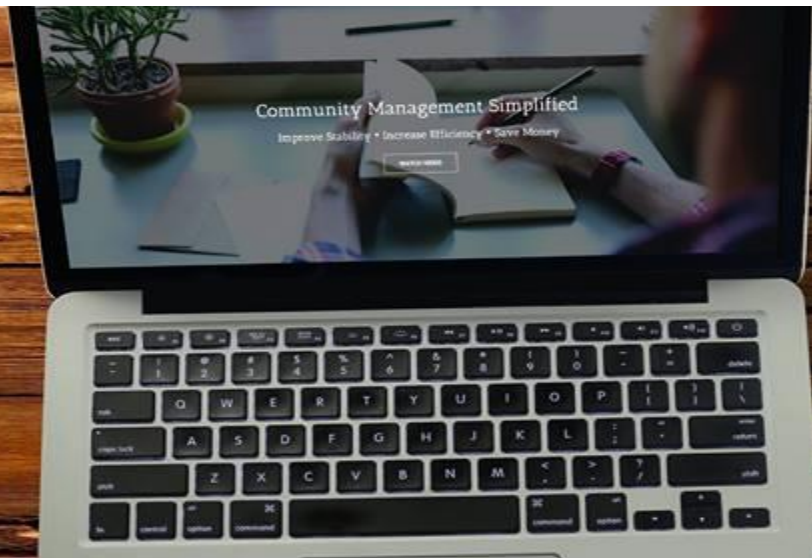
共享經濟模式以延長產品生命週期



spare
— TO —
share

- 芝加哥地區的私人合作網絡軟體
- 透過網站和手機app連結大樓住戶，使其共享物品、空間、技能和活動，例如：住戶可以共享工具、租用停車位、找人幫忙遛狗或合作幫忙裝修
- 該app讓用戶可以隨時盤點他們願意分享或販售的物品
- 為了安全起見，使用者只能共享物品給受邀於個人網絡中具有專屬代碼的人
- 大樓管理員同時可使用app提供住戶通知、警報和維護需求
- P2P模式，幫助出租者賺錢，租借者省錢
- 強化社區連結，提供超地方促銷(hyperlocal promotion)

<https://www.asparetoshare.com/>



OPTIMISE

結合智慧設計、大數據、製程技術改善
以最優化物質使用效率

there.

芬蘭赫爾辛基的THERE家庭能源管理解決方案，可連結用戶家裡的暖氣系統之電價和氣象數據至雲端，有助於暖氣加熱過程自動化，更具動態且效率，讓暖氣系統自動選擇最划算且環保的電力運作時間。



雲端數據



無線感應



智慧電力



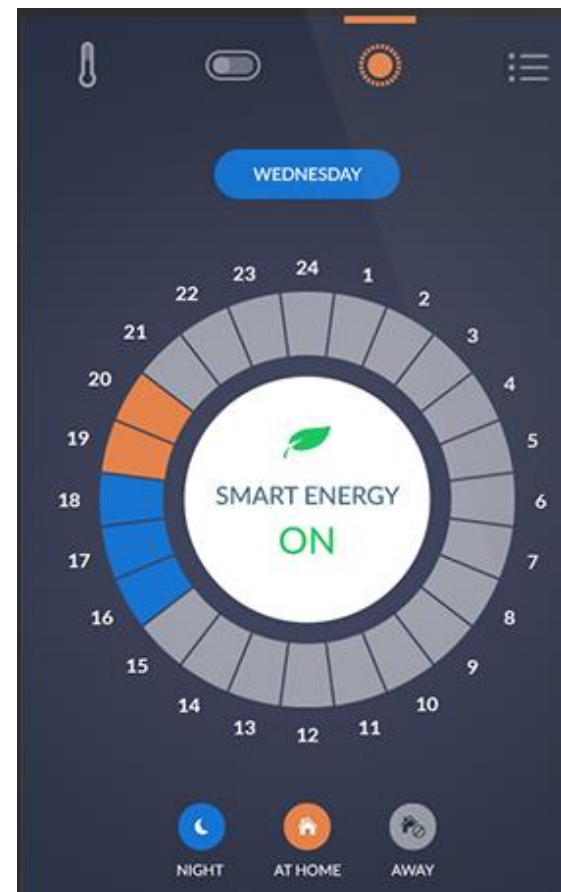
智慧家戶



高舒適，低價位



隨時隨地遙控





Dell's Closed-loop Recycling Process

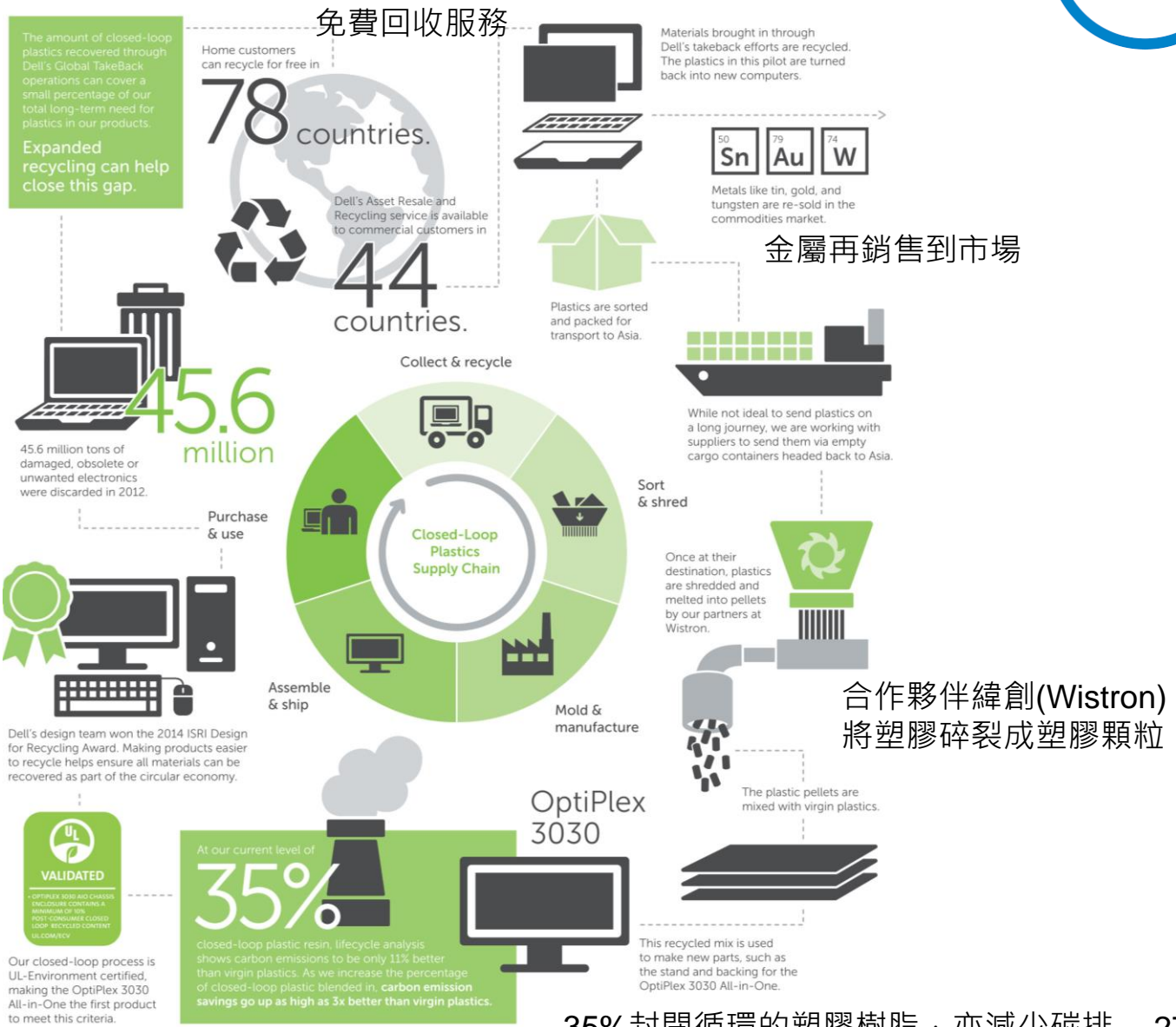
Dell becomes the first to offer a computer made via the UL Environment certified closed-loop process with the launch of the OptiPlex 3030 All-in-One. By using plastics collected through our existing takeback and recycling programs to build new systems, we are helping drive a circular economy for the IT industry.

LOOP

封閉迴圈設計，
鼓勵物質循環再生的機會

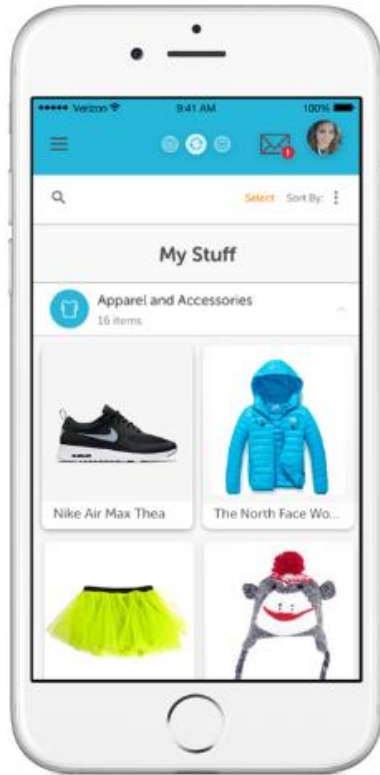
Dell全球回收系統收集自家產品，再成為自家的塑膠再生料

產品獲得UL-環境認證
2014ISRI回收設計獎



35%封閉循環的塑膠樹脂，亦減少碳排 27

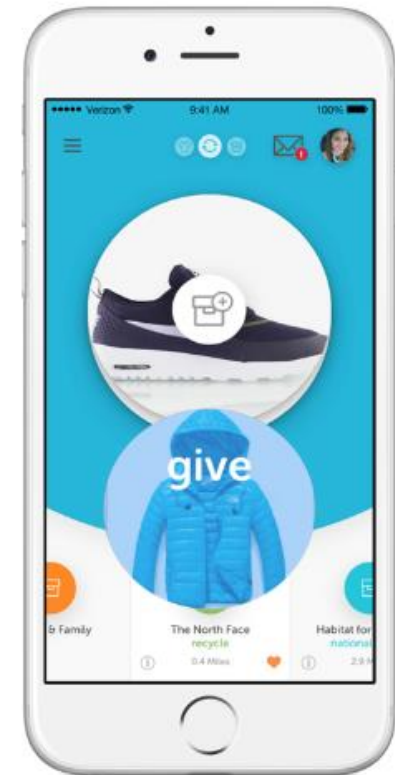
提供消費者、零售商與製造者永續選擇



1. 選購產品
提供產品護照

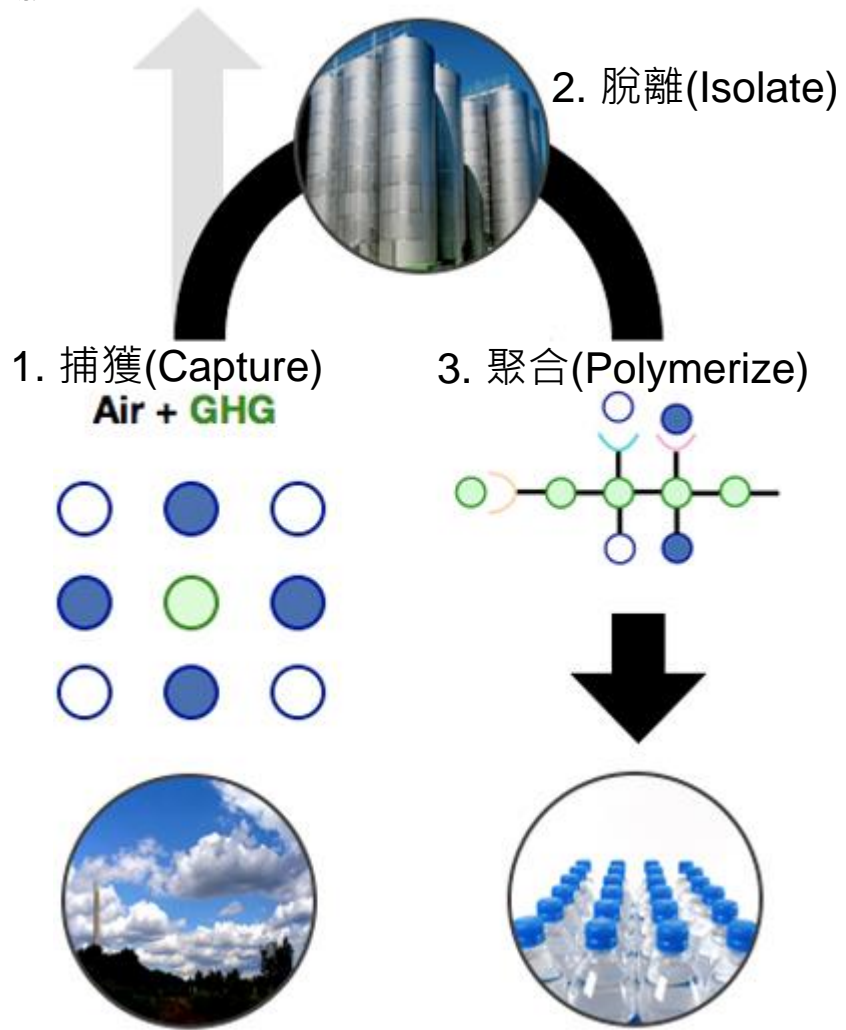


2. 循環推薦
維修服務、二手轉售、
出租、捐贈物資、回收



3. 點擊方案
選擇欲捐贈單位
或提供他人競購

利用碳捕獲技術(CCS)
 將溫室氣體透過生物催化技術轉換成塑料AirCarbon
 取代石油製成塑膠



1. 捕獲(Capture)
 air - [GHG] - air

2. 脫離(Isolate)
 [O] [C] [O]

3. 聚合(Polymerize)

$$\left[\begin{array}{c} [O] \\ | \\ [C] - C - C - C - \\ | \\ [O] \end{array} \right]_n$$

ReSOLVE對各經濟活動的影響

經濟活動	再生Re	共享S	優化O	迴圈L	虛擬化V	替代E
資通訊服務、媒體和電信						
科學研發、其他專業科技活動						
教育						
人類健康和社會工作活動						
行政和支援服務						
藝術、娛樂和休閒活動						
金融保險活動						
法律和會計、顧問、建築						
批發零售						
木材和紙製品及印刷						
公共行政及國防；強制性社會安全						
房地產						
紡織品、服裝、皮革及相關產品的製造						
營建						
交通運輸設備製造						
家具製造						
給水、廢棄物及整治						
電子設備、電腦、電子光學產品製造						
機械設備製造						
橡膠、塑料、基本與加工金屬製品製造						
運輸和倉儲						
農業、林業和漁業						
食品、飲料和煙草產品的製造						
採礦和採石						
電力、煤氣、蒸汽和空調供給						
焦炭製造、成品油、化工產品						
醫藥製造、醫藥化工、植物						
住宿和餐飲服務活動						

低	中	高

EMF, 2015a

生命週期 思維策略

紡織&時尚業案例

資料來源：<http://close-the-loop.be/en>



資源

採用低衝擊物質
選擇再生或可回收的纖維
再使用和重新設計廢棄物
從大自然學習
考量產品的每個環節

壽命終端

生物分解有機織品
重新設計和升級回收
回收紡織品
組織收集與回收系統
再使用延長壽命

整個系統

了解整個產品生命週期
共同開發、合作與協作
正確的設備與物流
企業社會責任
透明度

設計

延長的設計
重生的設計
減少廢棄物的設計
減少快速消費需求的設計
考量新技術的設計

使用

規劃你的衣櫥
照顧你的衣服
交換、出租或購買二手衣
學習簡單的維修技能
不穿時回收

銷售

確保產品循環
重新思考擁有權的定義
提供更多服務導向商業
線上市場提供二手商品
考量銷售的影響

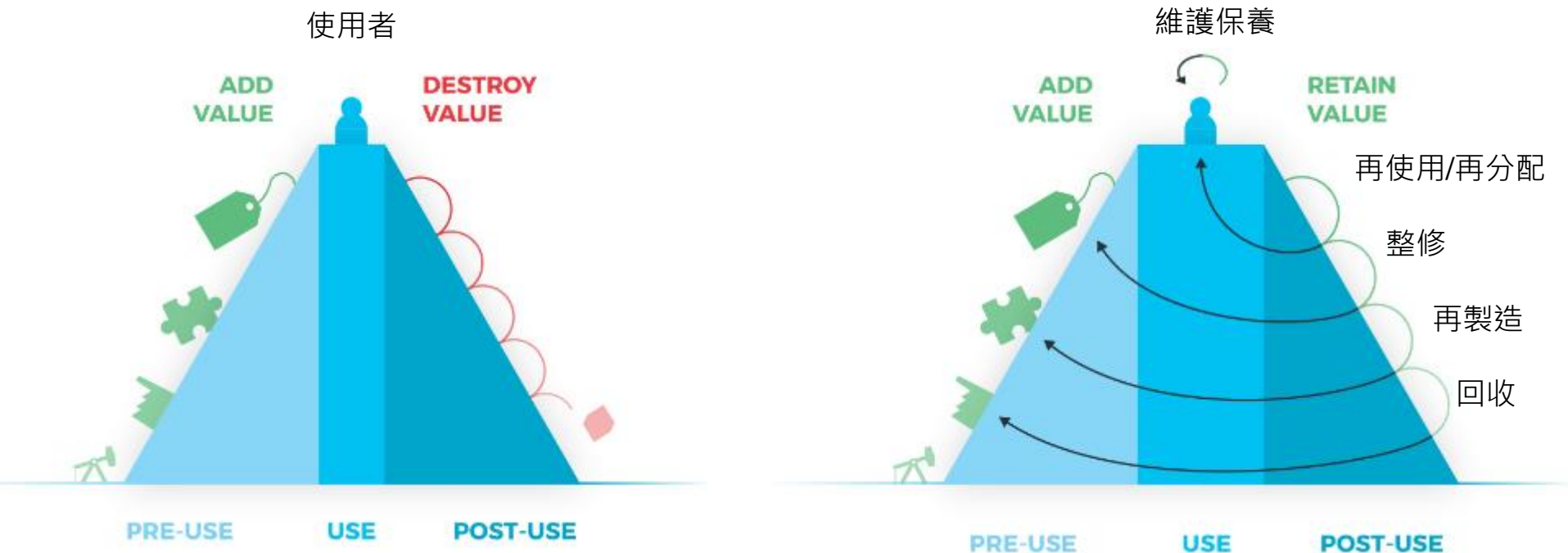
生產製造

考量環境
嘗試新技術
在地生產，符合供給需求
避免廢棄物與剩餘物
讓產品壽命長具耐久

循環商業模式圖

<p>關鍵合作夥伴</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 合作網絡 ● 協作類型 	<p>關鍵活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 優化效能 ● 產品設計 ● 遊說 ● 再製造、回收 ● 替代技術 	<p>價值主張</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 產品服務系統 ● 循環產品 ● 虛擬化服務 ● 顧客回收誘因 	<p>顧客關係</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 生產訂單 ● 顧客建議(設計) ● 回收2.0的社會銷售策略和社群夥伴關係 	<p>目標客層</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 顧客類型
<p>成本結構</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 衡量標準 ● 顧客優惠價格 ● 物質流成本會計準則 	<p>關鍵資源</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 效能更好的物質 ● 自然資本的再生與修復 ● 物質虛擬化 ● 回收資源(產品、零件、物質) 		<p>通路</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 虛擬化 	
<p>採用因素</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 組織接受度 ● PEST分析(政策、經濟、社會、技術因素) 				

循環經濟的企業價值



Circle Economy et al., 2016

從企業觀點：
物質再使用可以節省成本
服務商業模式傳遞新的價值主張與獲利

循環經濟讓產品盡可能維持其最高的價值

循環經濟的企業價值

資源價值
(Sourcing Value)

減少採購原物料成本與廢棄物處理成本
增加維修、保養、升級的獲利模式

環境價值
(Environmental Value)

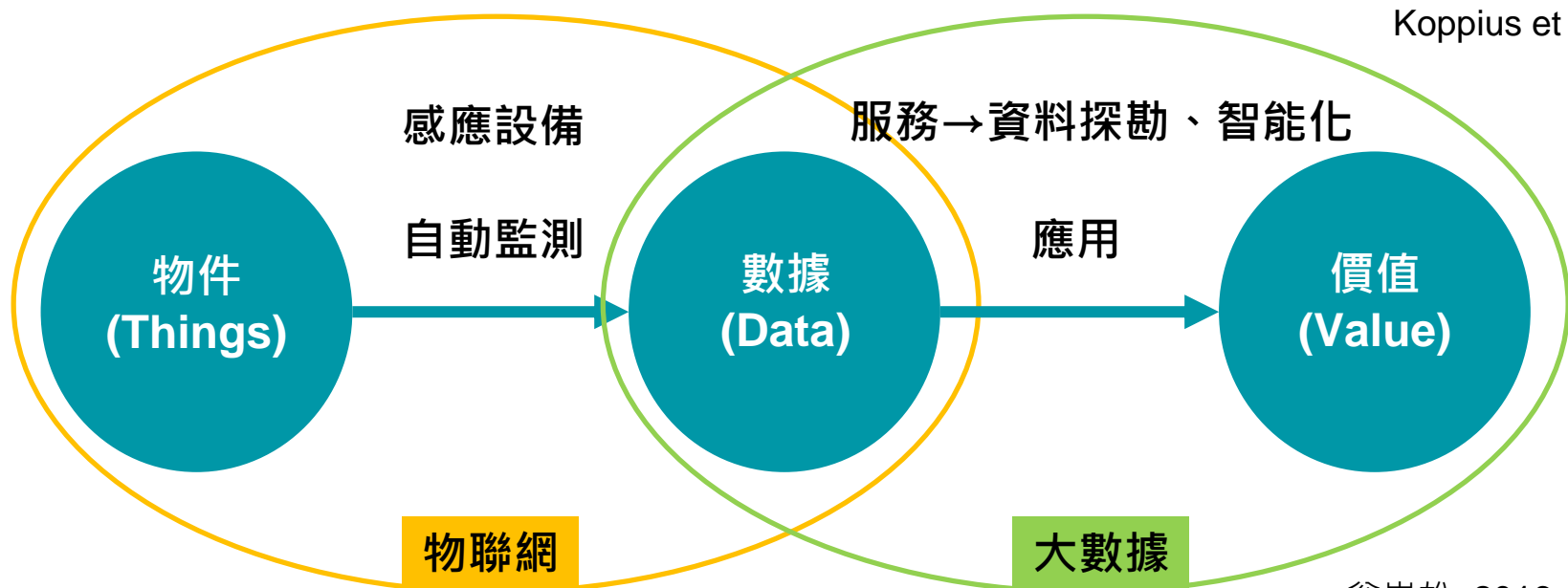
改善生態足跡，環保的企業社會責任形象

顧客價值
(Customer Value)

提升顧客忠誠度、增加顧客滿意度

資訊價值
(Information Value)

物料流向資訊與客戶使用體驗資訊，諸如生產與供應問題的資料、產品使用壽命與使用情況

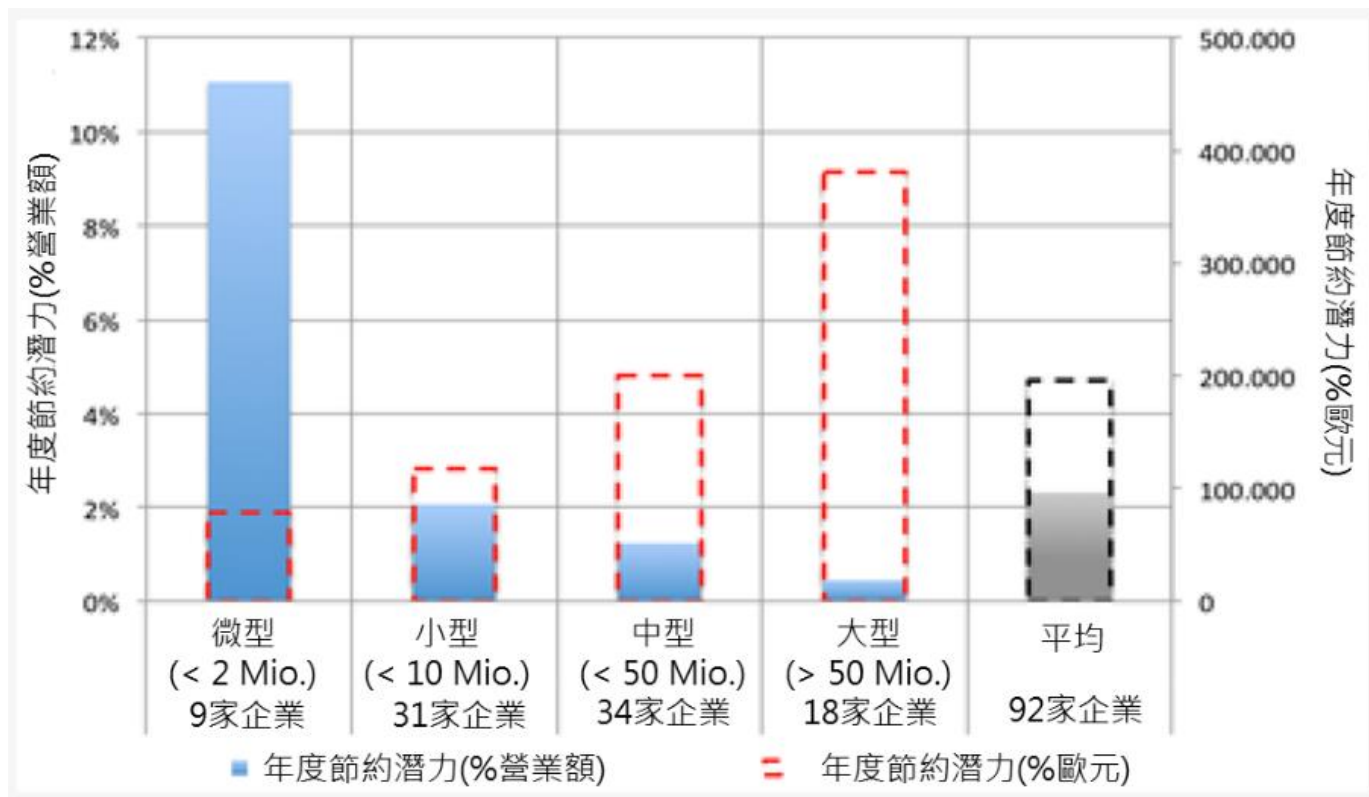


推動循環經濟的效益

價值鏈組成	遠見：看到的機會	經濟效益 (英國為例)
設計	<ul style="list-style-type: none"> 產品的設計應有利再使用、拆解、分類再生 盡量使用再生之原料 	至2020年，可再讓140百萬噸的廢棄物循環，產生140億英鎊的利潤
製造	<ul style="list-style-type: none"> 生產的資源效率最大化，製程廢棄物質產量最小化 事業廢棄物投入資源再生產業，再生為原料回到製造體系 	至2020年，可再減少38百萬噸的原料需求，相當於節省230億英鎊的原料成本
銷售與消費	<ul style="list-style-type: none"> 資源回收業與賣場、零售商合作，建立收集消費者拋棄物品的通路 產品標章引導消費者選擇利於循環的產品 	產生2.5百萬噸的回收物資，相當於250百萬噸英鎊的價值
分類收集	<ul style="list-style-type: none"> 地方政府與廢棄物資回收的承包商緊密合作 提升廢棄物資源的分類回收率 	把模範城鎮的績效推廣至全國，家戶可再產生5百萬噸的回收物資，相當於5億英鎊的價值
資源再生處理	<ul style="list-style-type: none"> 創新的機械自動化從廢棄物分出各種物質 可回收多種物質的設施與作業標準 對最後無法回收的殘餘物做能源回收 	最佳化的處理設施，預估可再增加3萬個就業機會

推動循環經濟的效益

中小企業導入資源效率解決方案年度節約潛力



德國的案例顯示，企業藉由在製造部門執行資源效率，每年可以節省大約20萬歐元
平均而言，這些投資在13個月後見效

微型企業可達到較高的相對節省(相當於年營業額的11%)

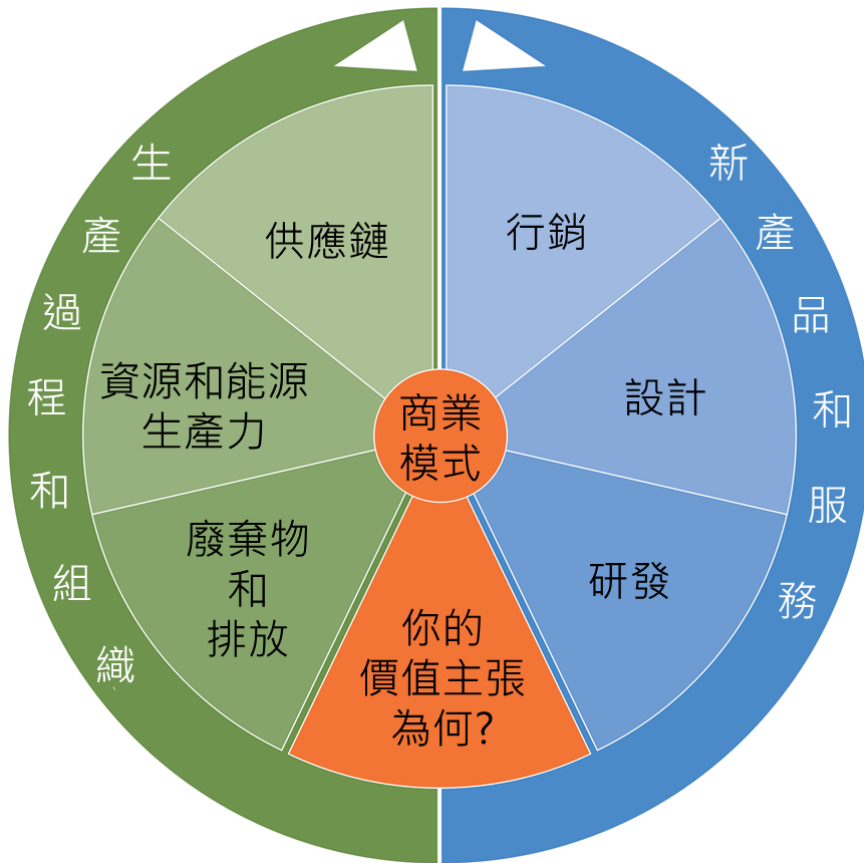
大型企業有較高的絕對節省(平均為35萬歐元)

循環經濟的成本風險

1. 物料價格
2. 供應穩定性
3. 產品需求減少
4. 產品品質控管
5. 動靜脈產業與逆物流體系的整合
6. 消費者接受度

綠色創新的方向

- 漸進式生態創新(Incremental eco-innovation)
著重在改良現有產品和服務
- 顛覆式生態創新(disruptive eco-innovation)
跳脫框架思考，為市場帶來新穎的作法



產品和服務的綠色創新

韌性商業模式

創造性商業模式
著重在提供顧客服務與效能

新的市場和顧客

更高的收入和利潤



製程的綠色創新

節約成本

物質和能源成本
藉由提升效率節約成本

成本規避

法規要求
新標準預支

循環經濟的要素

- 減量化、再使用及再循環都以技術為支撐
- 核心在於制度符合國家發展路徑的技術類別 (what)、參與者(who)、時程規劃 (when)及運作模式(How)。
- 透過政府的技術篩選與資源投入、學研機構的技術開發、動靜脈產業的技術應用等共同參與完成。
- 智慧化技術之整合運用
- 政府扮演著環境建構的關鍵角色
- 整合利害關係人的利害關係後，透過法規、政府採購、標準建立及認證制度等，建立規範及經濟誘因，引導國家轉型。

技術發展

法令規範及經濟誘因

循環經濟

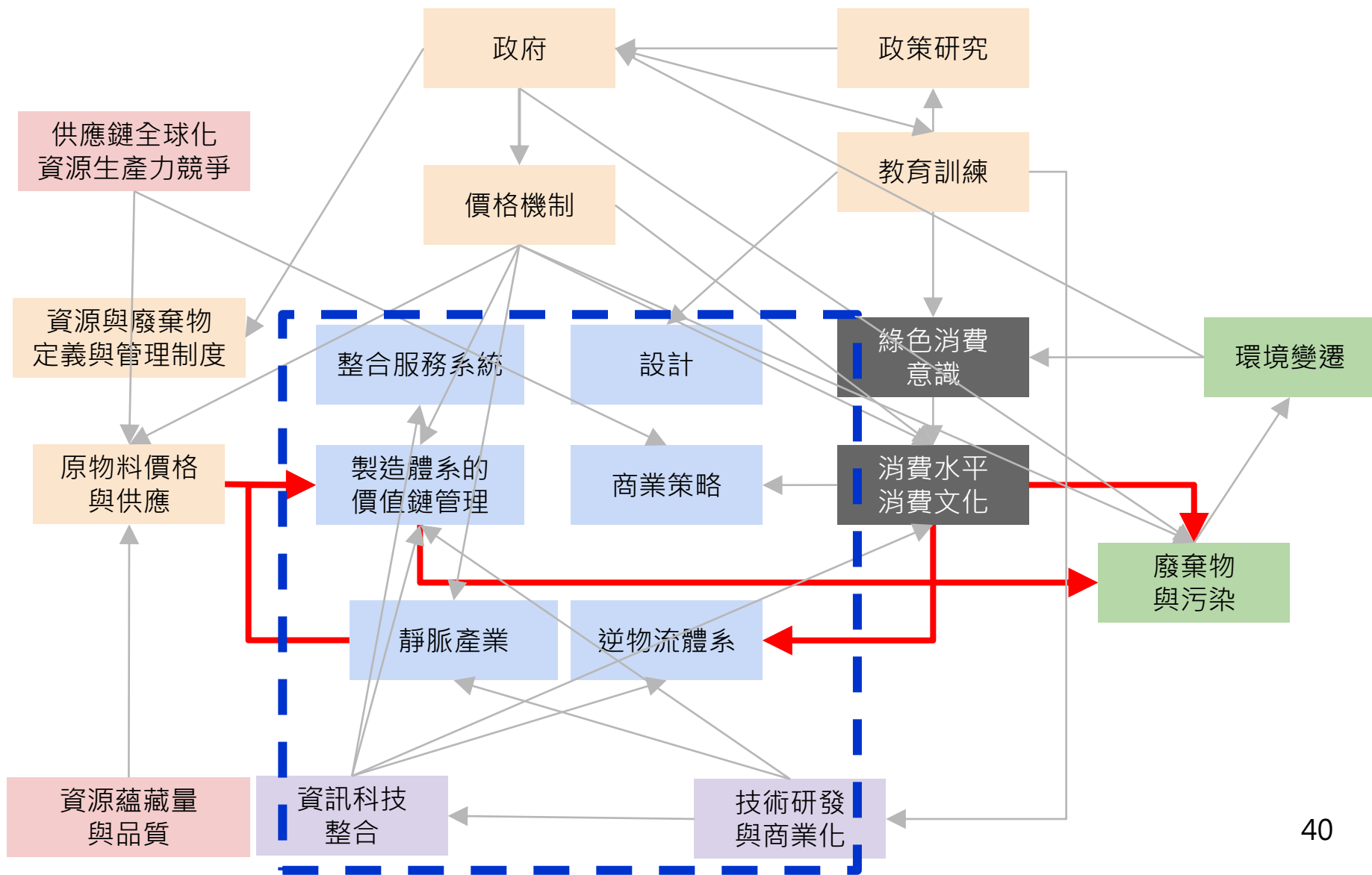
商業模式及消費行為

利害關係人的參與

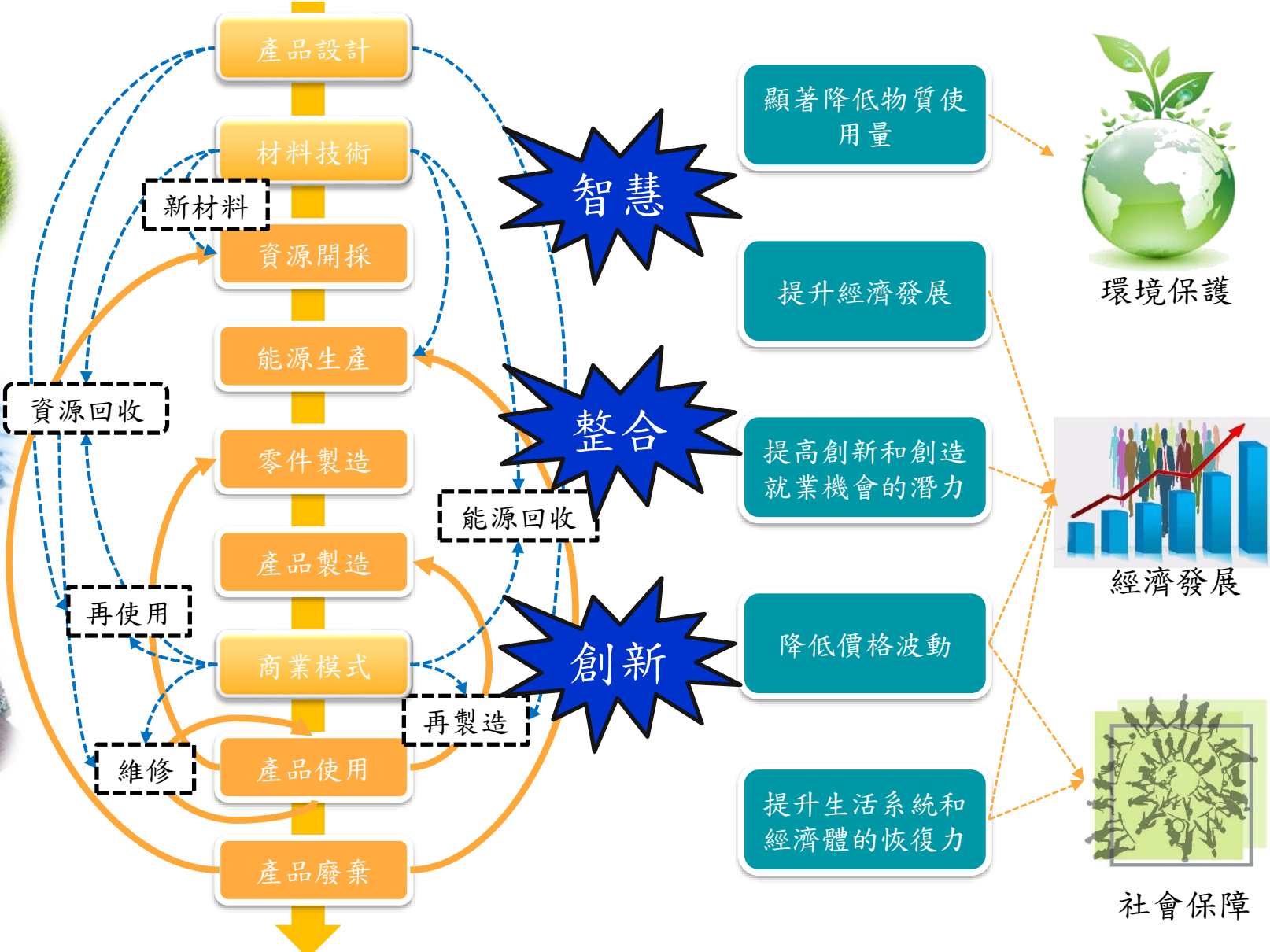
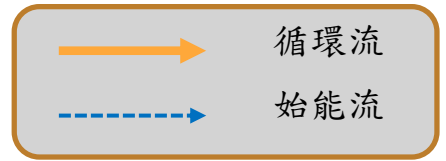
- **消費者行為轉變**：接受以服務替代產品需求的概念，包括共享經濟及產品租用。
- **創新商業模式的發展**：結合如網路化等趨勢所衍生的新商業契機
- 台灣產業擅長生產銷售，不熟悉新商業模式及消費行為，且對於組織及營運模式調整有所抗拒
- 有賴政府的輔導與環境建構、產業的轉變及消費者的積極參與，才能有效推動。
- 「循環」即代表不同利害關係人之間的流動
- 循環經濟模式需要供應鏈上下游的配合，甚至跨行業夥伴合作，政府和政策的配合，及消費者習慣改變。

推動循環經濟的大環境

需要共同參與，企業主導



迎接挑戰



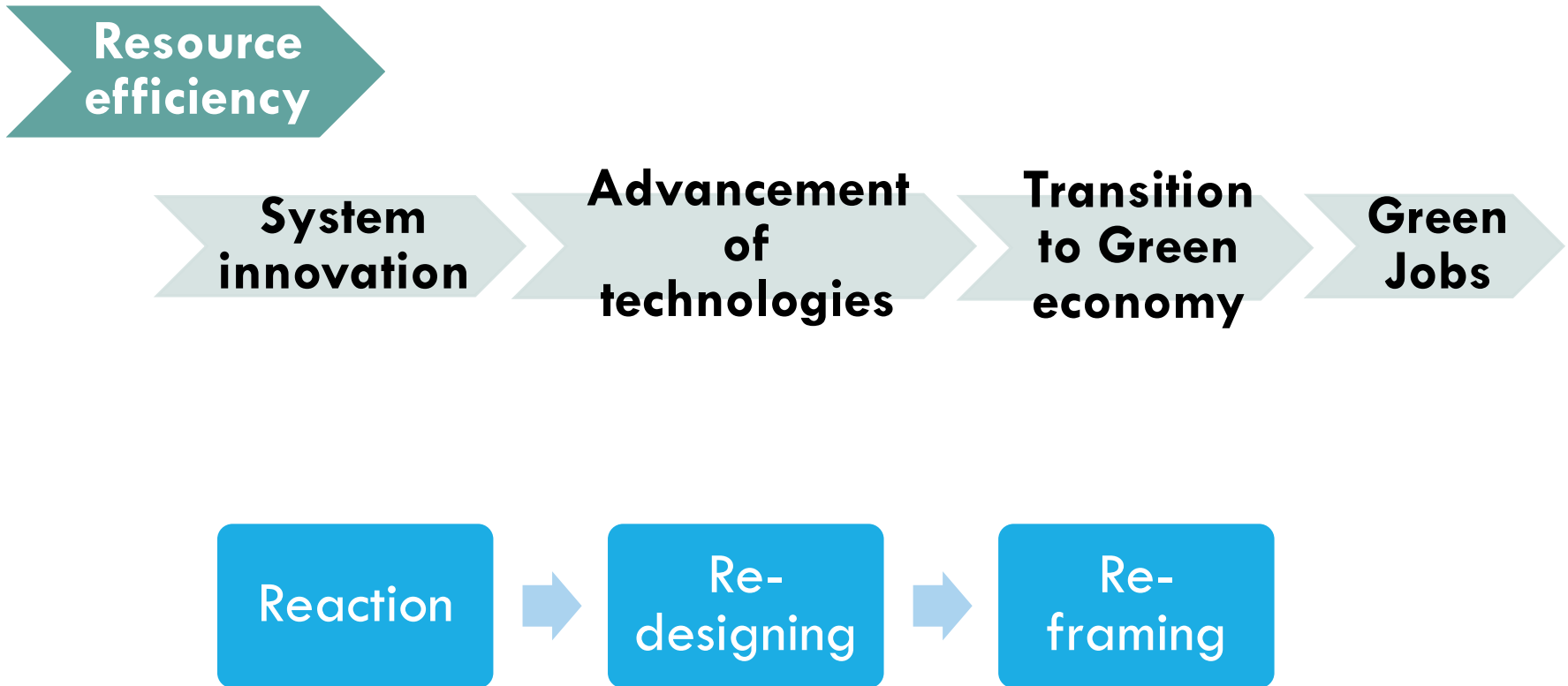
開創新局

企業朝資源效率綠色創新再升級

產品與服務朝循環經濟商業模式發展

跨產業合作創造新價值

建立資訊系統、財務制度、合作平台、示範案例



Looking for profits only will not be sustainable
Looking for sustainability will be profitable

Share and Innovate ...