

推動循環經濟實現淨零永續 之城市採礦的角色與課題

台北科技大學 環境工程與管理研究所

王立邦 副教授兼所長

中華民國112年10月13日

王立邦個人簡歷

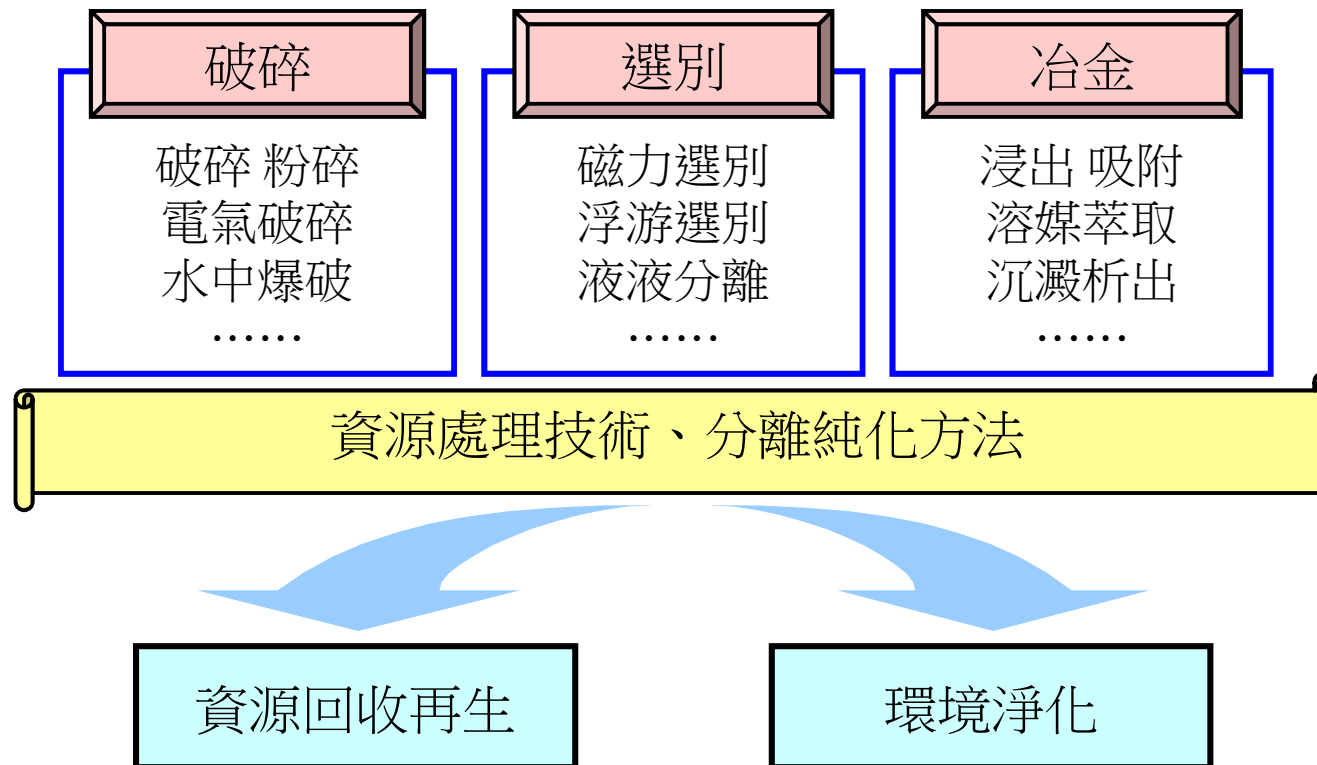


- 2001/07~2005/04 行政院環境保護署 水質保護處
海洋污染防治科 稽查督察員
- 2005/04~2006/04 新竹縣環境保護局 水污染防治課 薦任技士
- 2006/04~2009/03 日本交流協會獎學金
- 2006/04~2009/09 東京大學 工學系研究科 地球系統工學專攻
工學博士 (專長：選礦、冶金、資源回收再生)
- 2010/04~2014/07 東京大學 工學系研究科 特任研究員
- 2014/08~2019/07 台北科技大學 環境工程與管理研究所 助理教授
- 2019/08~ 台北科技大學 環境工程與管理研究所 副教授
- 2020/08~ 台北科技大學 環境工程與管理研究所 所長

- ◆ 本業：資源回收再生的研究、教育
- ◆ 副業：促進台日交流

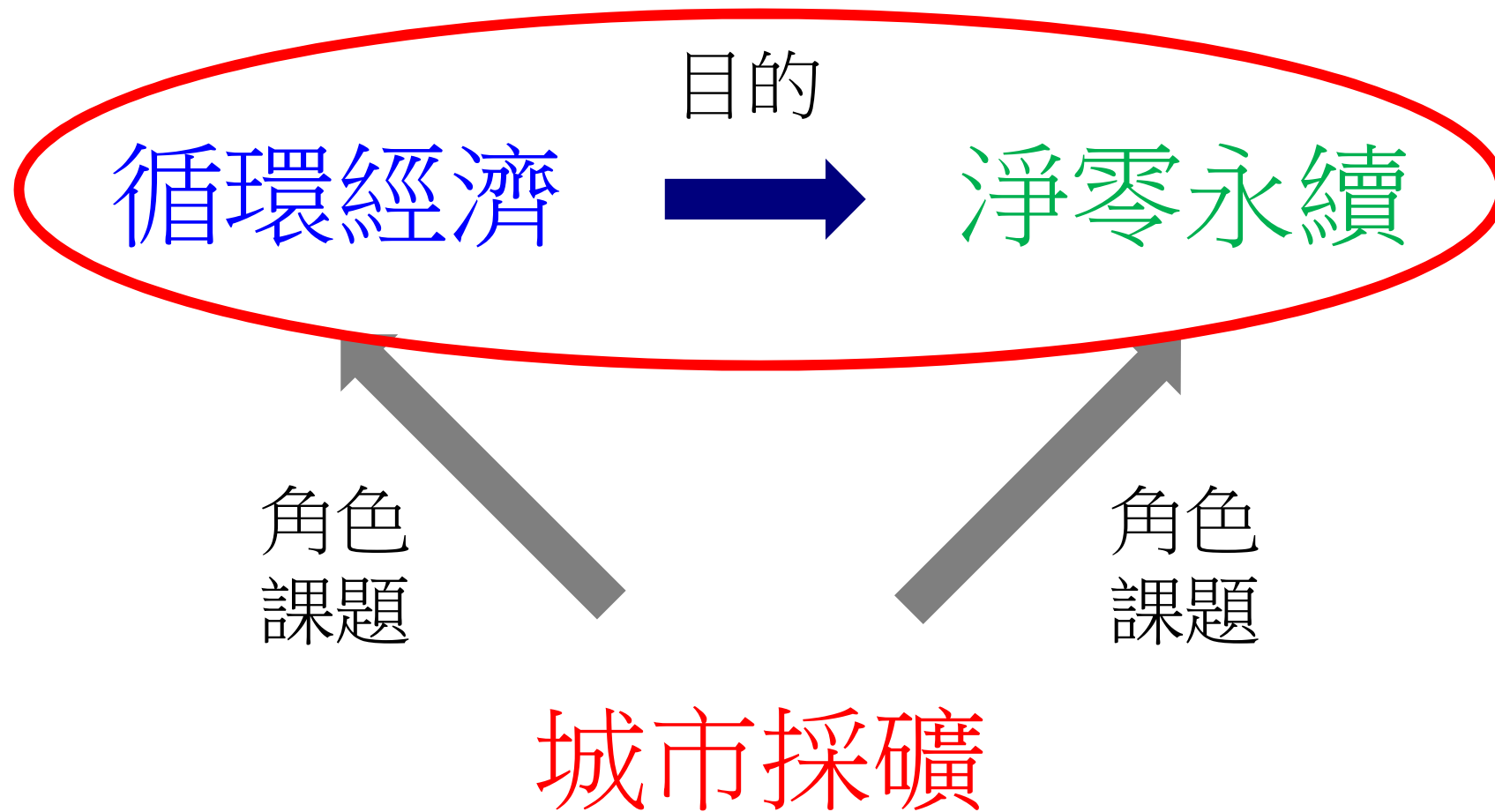
研究領域：城市採礦

運用**破碎**、**選別**、**冶金**等各種**資源處理技術**、**分離純化方法**，進行有關**資源回收再生**、**環境淨化**等相關課題之技術開發工作。亦即，運用傳統應用於礦物的各種選礦、冶金方法，從廢棄物、廢水中回收有價金屬或去除有害物質。



(過去/近年研究課題: <https://ntut-edu-tw-kuniwanglab.webnode.tw/>) 3

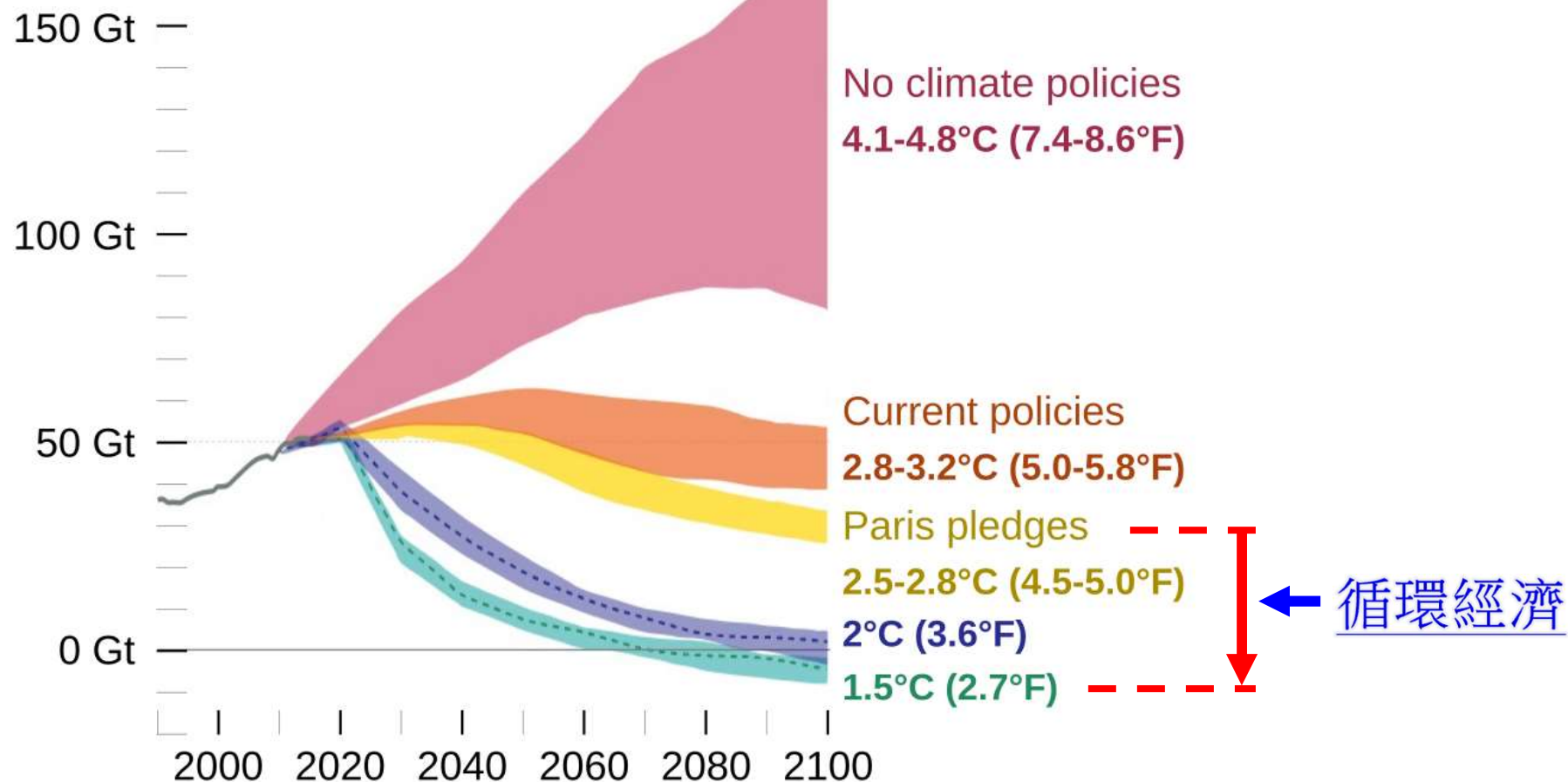
簡報內容



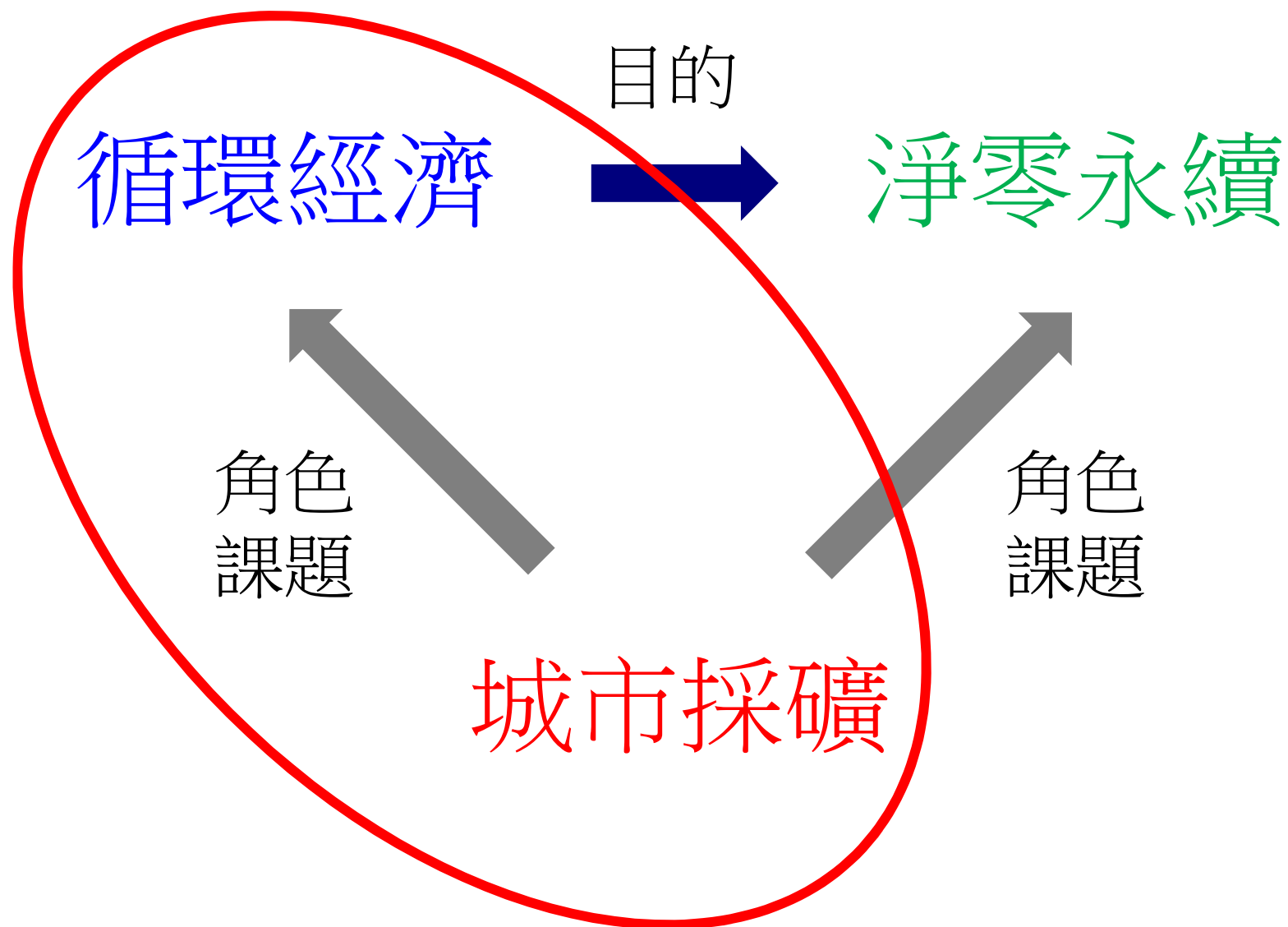
推動循環經濟的目的為實現淨零永續

Annual global greenhouse gas emissions
CO₂-equivalent gigatonnes

全球溫室氣體排放情境



簡報內容



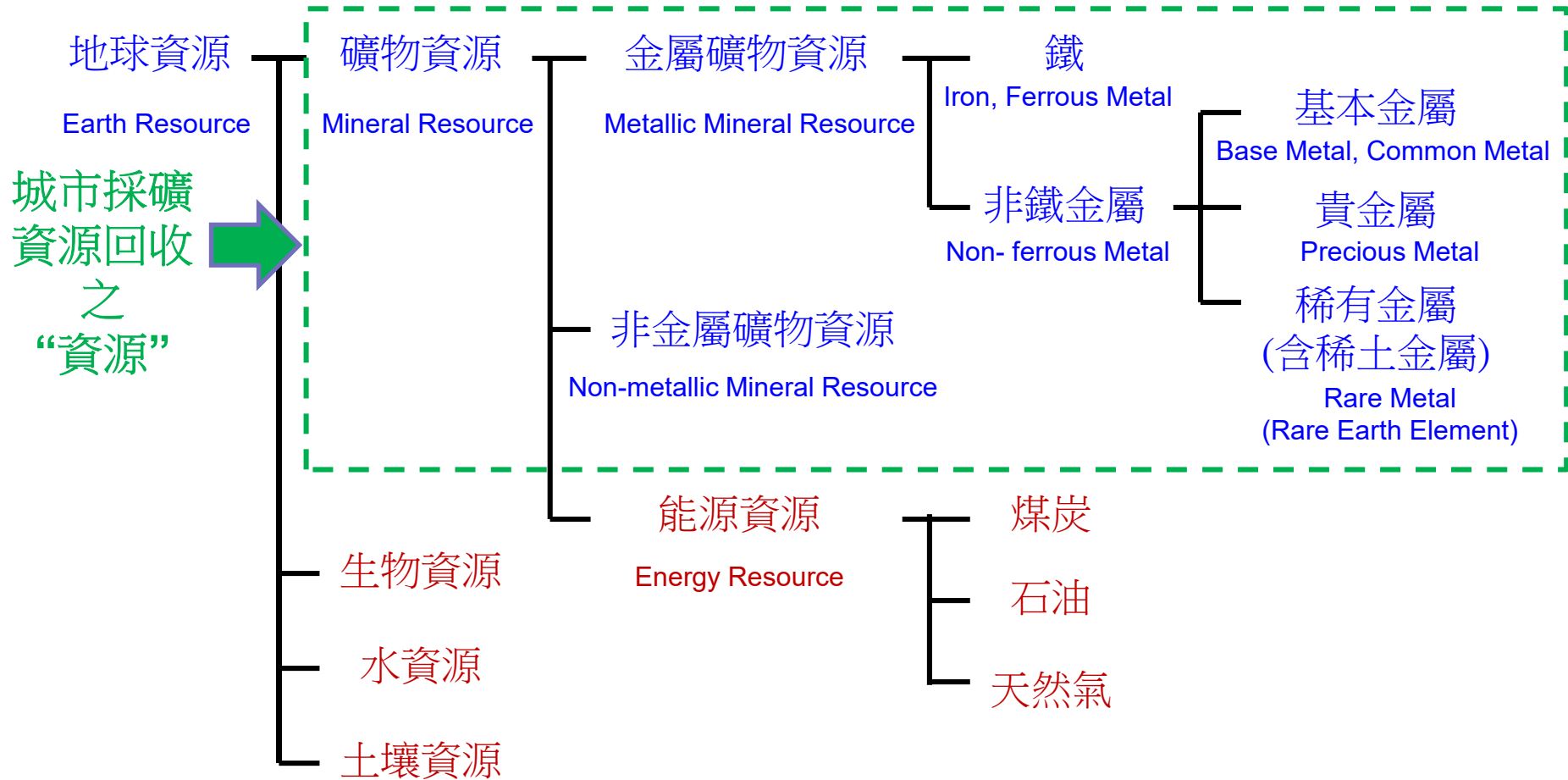
循環經濟

循環 + 經濟

1. 循環什麼?
2. 如何循環?

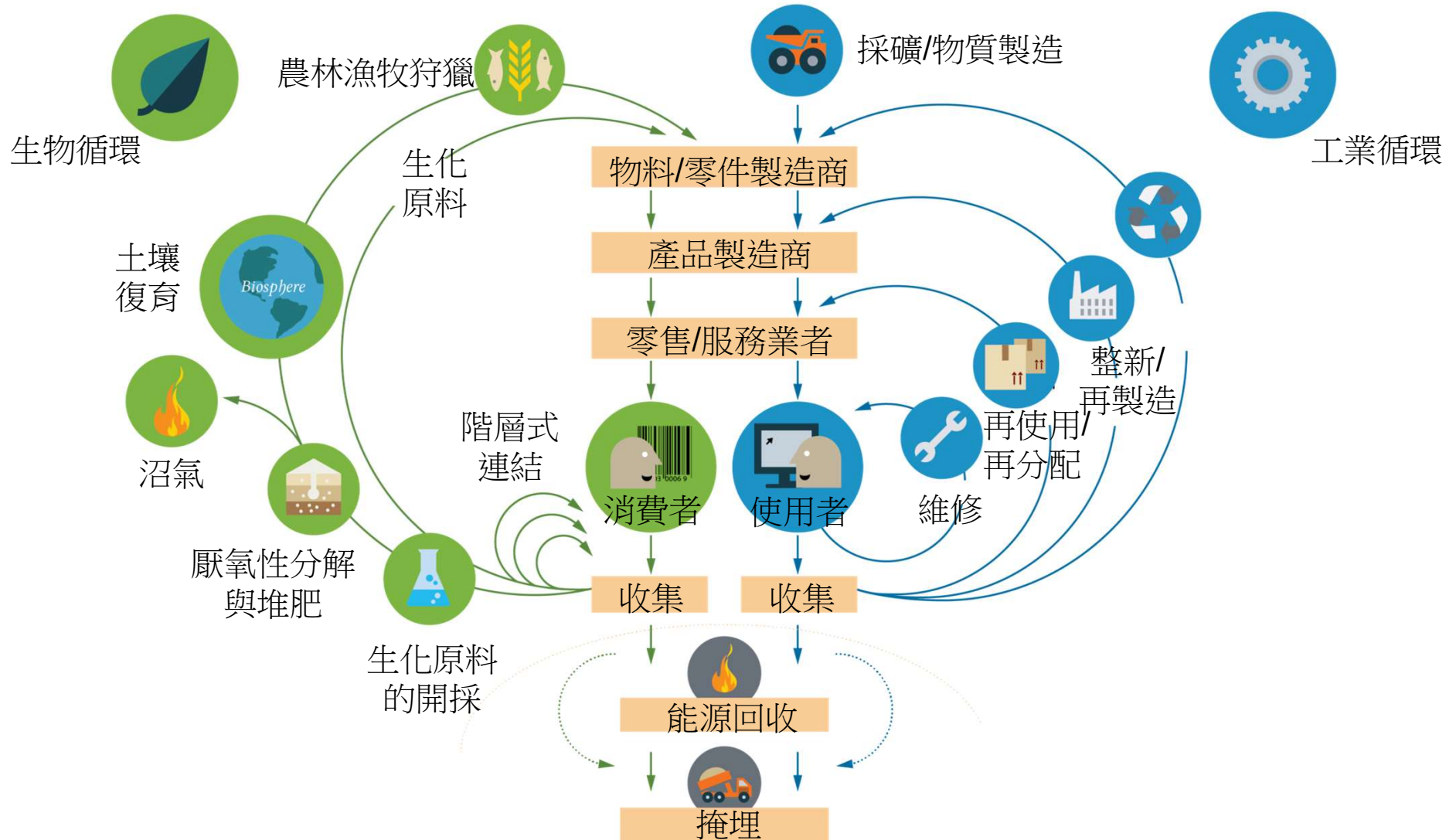
經濟效益
(獲利 > 成本)

資源的分類



(細井義孝、鉦物資源フロンティア、日刊工業新聞社 (2012))

循環經濟蝴蝶圖



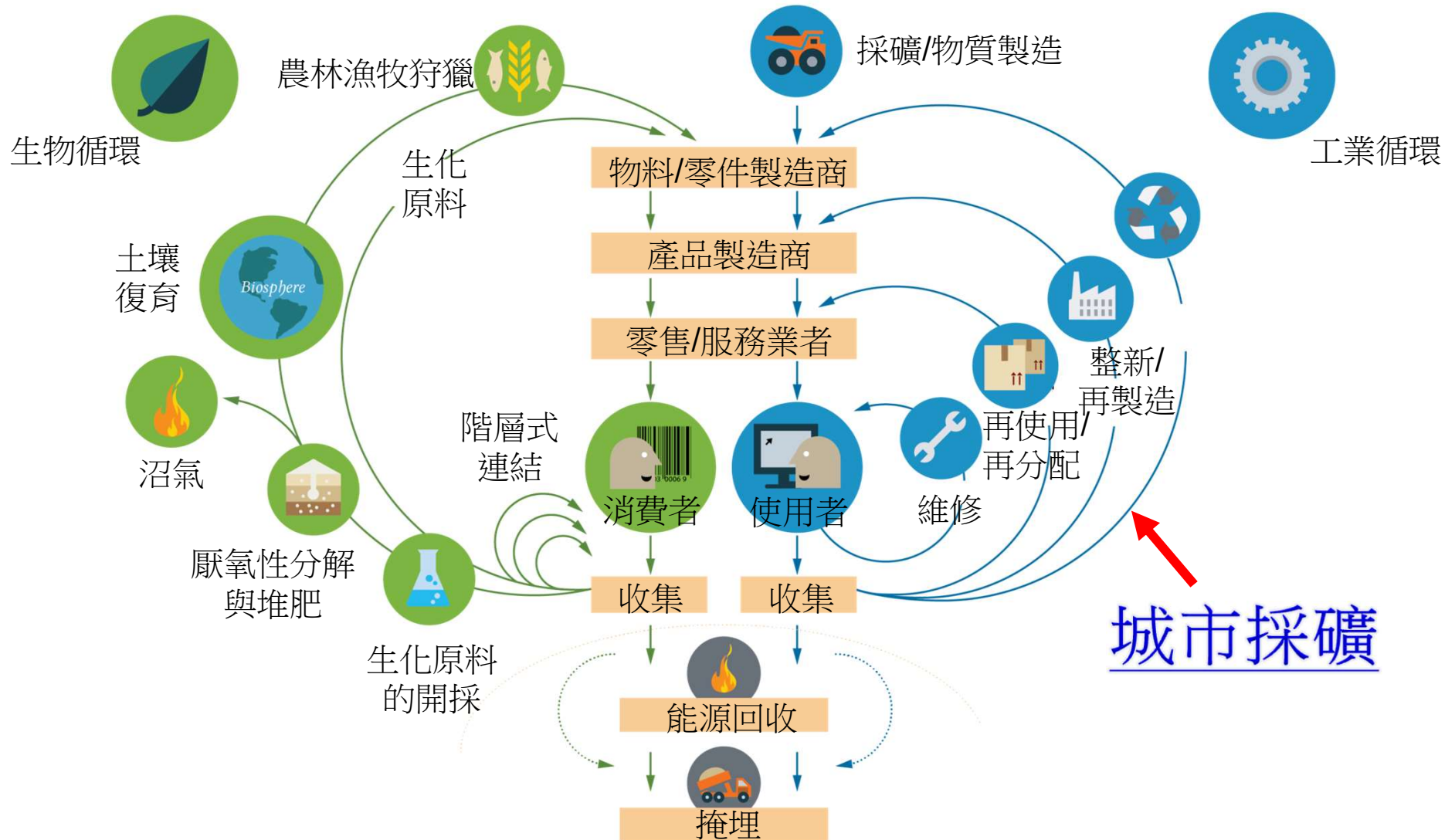


循環經濟

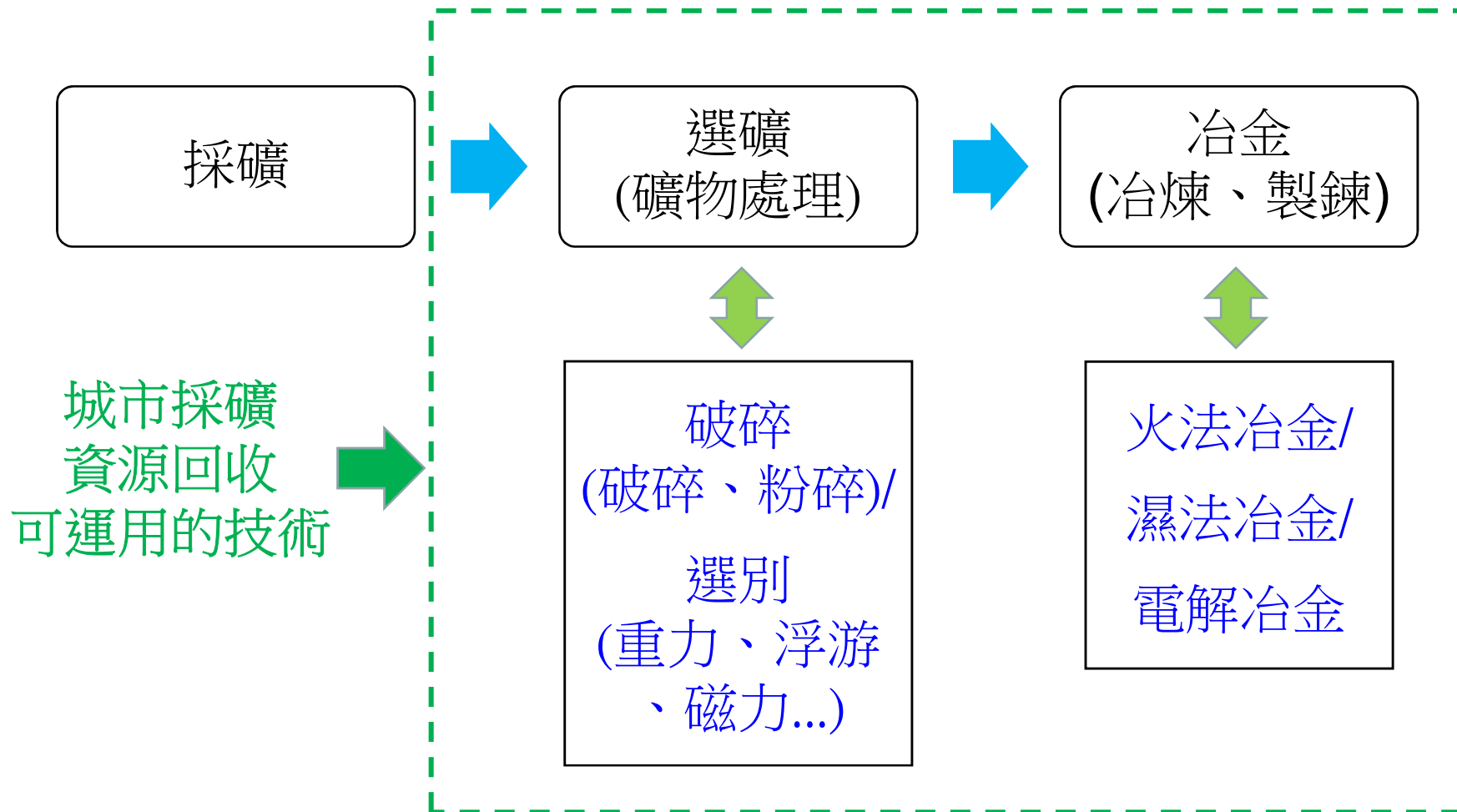
VS.

城市採礦

循環經濟蝴蝶圖



城市採礦資源回收技術與流程





城市採礦 資源回收

VS.

廢棄物資源化

循環經濟

循環 + 經濟

經濟效益
(獲利 > 成本)

1. 循環什麼?
2. 如何循環?



廢棄物 vs. 資源物

無人要

有人要

無經濟效益
(獲利<成本)

有經濟效益
(獲利>成本)

(張祖恩教授：廢棄物是錯置的資源)

礦物資源 vs. 廢棄物資源

評價特性	礦物資源	廢棄物資源
量	現在無問題 將來不安	現在比礦物資源少 將來增加
質(品位)	低	高
質(不純物)	安定	不安定
地理條件	離消費地遠	離消費地近
處理成本	便宜	貴
問題點	寡占	收集

礦石和電子製品中的非鐵金屬品位

鉬石に含まれる非鉄金属の品位と非鉄金属含有製品から回収される金属類の品位

(Pd)

	金 (g/t)	銀 (g/t)	銅 (%)	パラジウム (g/t)
鉬山	0.1~10	1~数十 g/t	0.1~数%	数 g/t
携帯電話	280~320	1,500	0.1	100
電子基板	100	2,000	0.1~0.2	

(出典「循環ビジネス戦略 循環型社会を築くビジネス支援のあり方」)

金属のリサイクル率

元素名	主要用途	リサイクル率 (%)	主要リサイクル源
銅	電線・伸銅品	24	電線屑・伸銅屑・鋳物屑
鉛	蓄電池、無機薬品	64	蓄電池
(Zn) 亜鉛	メッキ、伸銅	30	加工屑、電気炉ダスト
(Ni) ニッケル	ステンレス、メッキ	0.4	廃鋼材、触媒
(W) タングステン	触媒、超硬工具	14	廃超硬工具
(Al) アルミニウム	圧延品、アルミ缶	29	加工屑、廃アルミ缶

(出典：鉬物資源マテリアルフロー2013)

推動循環經濟之城市採礦要因

■ 礦物資源開發要因：

品位、礦量、技術、成本 (金屬價格)

■ 城市採礦推動要因：

➤ 技術可行性：適用礦物技術未必適用於廢棄物

➤ 有否經濟效益：成本 vs. 獲益

➤ 料源規模：初期成本可否攤還

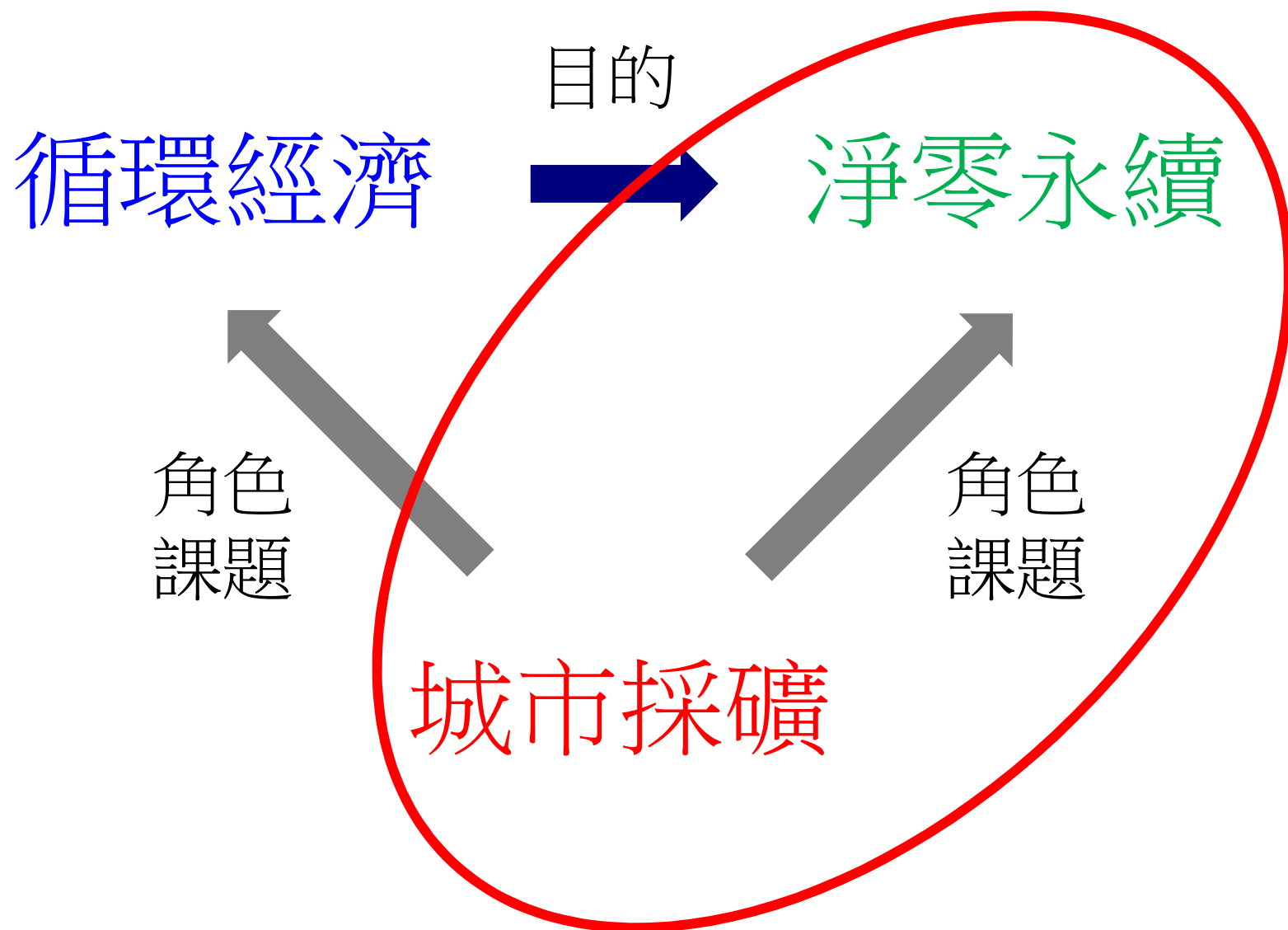
➤ 法規限制：巴賽爾公約…



循環經濟之系統範圍

國內 or 亞洲 or 全球

簡報內容



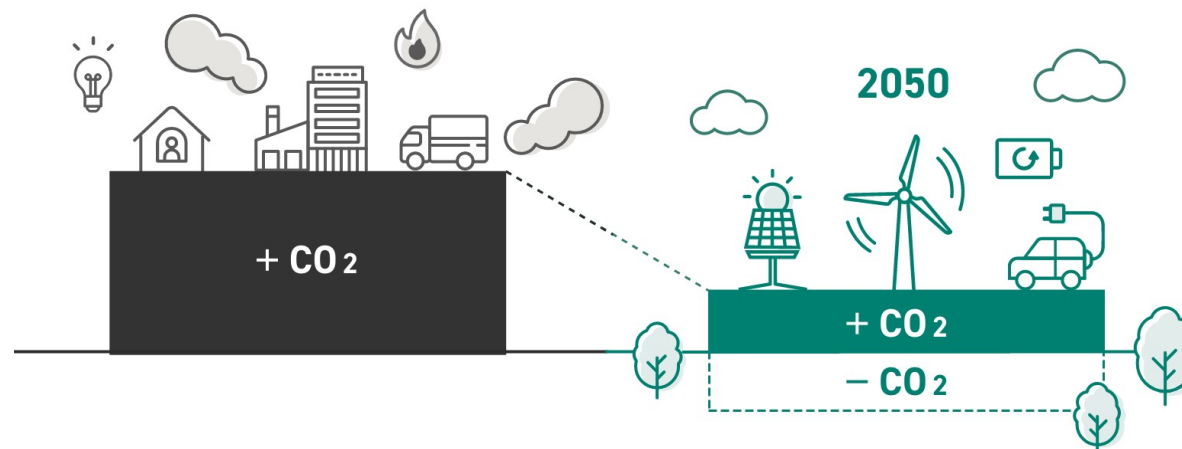
實現碳中和與淨零永續的方式

- **Reducing GHG emission**

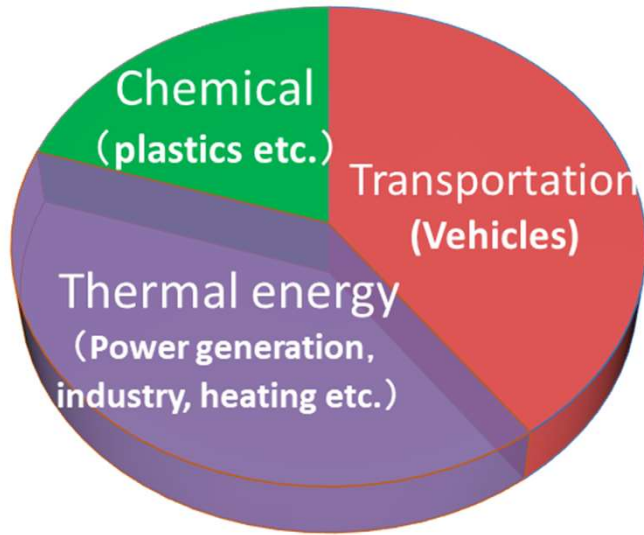
- Electric power generation, thermal energy use, and transportation technologies must be changed

- **Enhancing GHG adsorption**

- Reforestation, CO₂ underground storage, and DAC (Direct Air Capture)



降低溫室氣體排放的方法



Oil consumption

Elements need for EV



Motor: REEs (Nd, Dy.)

Battery: Li, Ni, Co

- ✓ Decarbonization of electric power generation
- ✓ Electric Vehicle (EV) used for Transportation

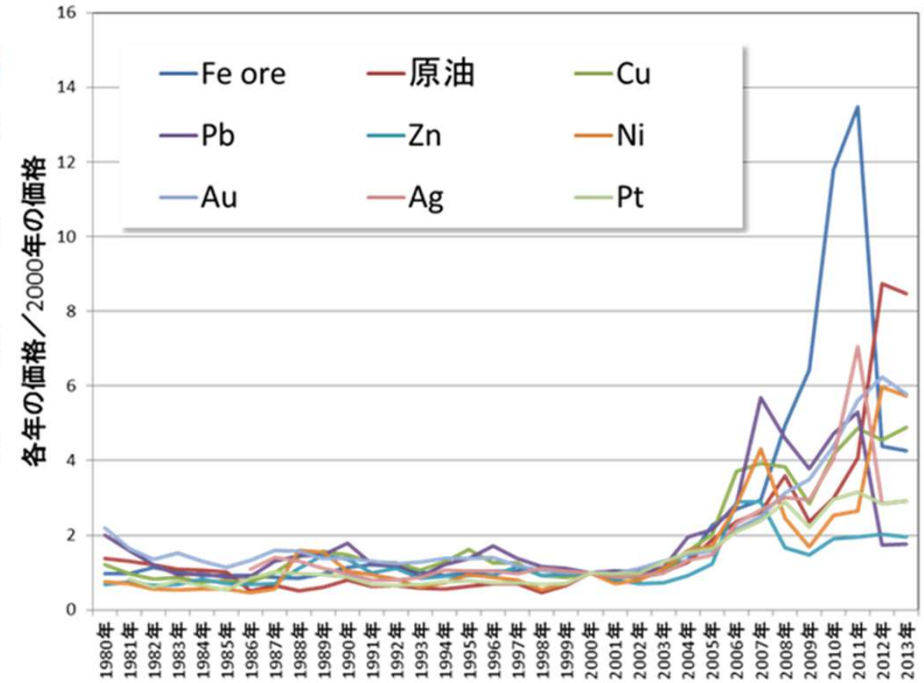
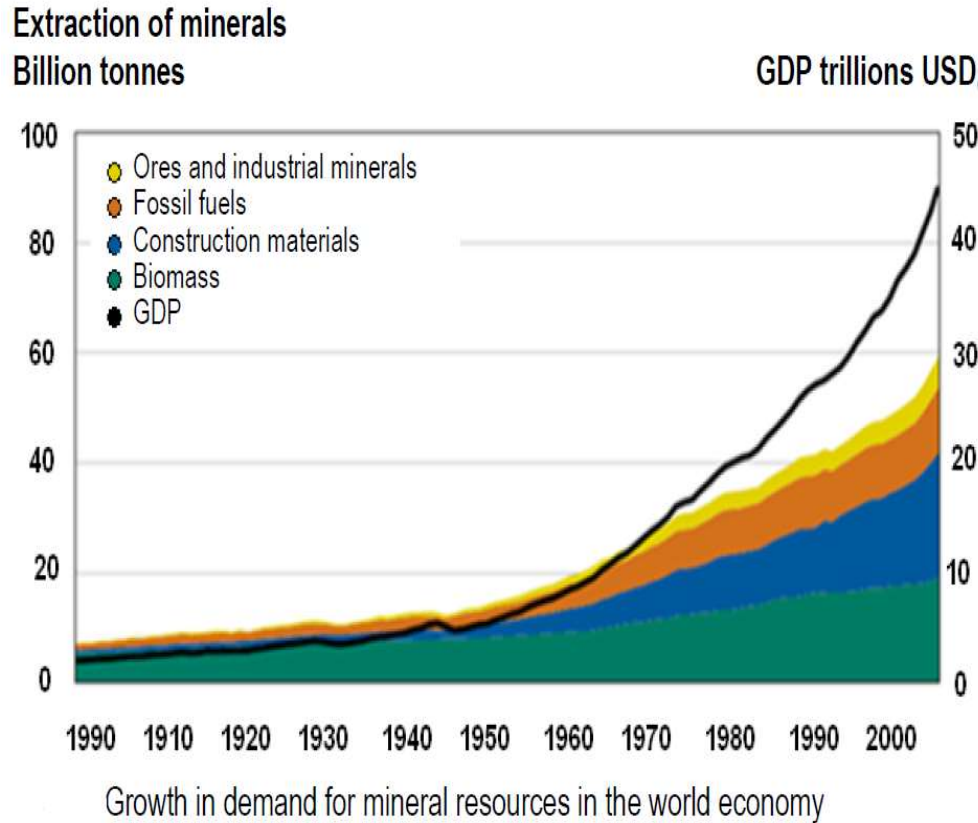
【Now】 Oil-powered vehicles



【Future】 Electric vehicles (EV)



經濟成長需要資源



Increases in demand and price of mineral resources

Resource and material supply will be a neck to achieve carbon neutral and zero emission

城市採礦資源回收的動機

- **成本價格考量**：從廢棄物進行資源回收，比從自然界生產的成本便宜。
- **以減量為目的**：減少廢棄物產生量，進而減輕掩埋場負荷。如資源回收費用比金屬價格高時，費用差額需由生產者或消費者負擔。
- **健康管理**：通常金屬都具有毒性，如鎘、水銀等，微量即具高毒性，花大筆經費也需回收或轉變為無害型態。
- **資源的枯竭**：資源回收可增加資源量，進而延緩資源的枯竭，特別對於可用年數較短的資源。
- 現實上，資源回收以成本價格為最優先考量，為了資源枯竭而進行資源回收的例子幾乎不存在。

結語

- 可以不做資源回收，但不可以沒有資源回收技術
- 製造廢棄物簡單，處理廢棄物難，從廢棄物中回收資源更難
- 技術可行→經濟可行→環境可行

~ 資源回收技術開發需要更多人才及經費投入 ~

北科大環境所
億光大樓12F~13F



**簡報完畢
敬請指較**