



因應碳中和時代之金屬製品減碳方案分享

金屬工業研究發展中心
製程處 成形組
陳彥儒博士

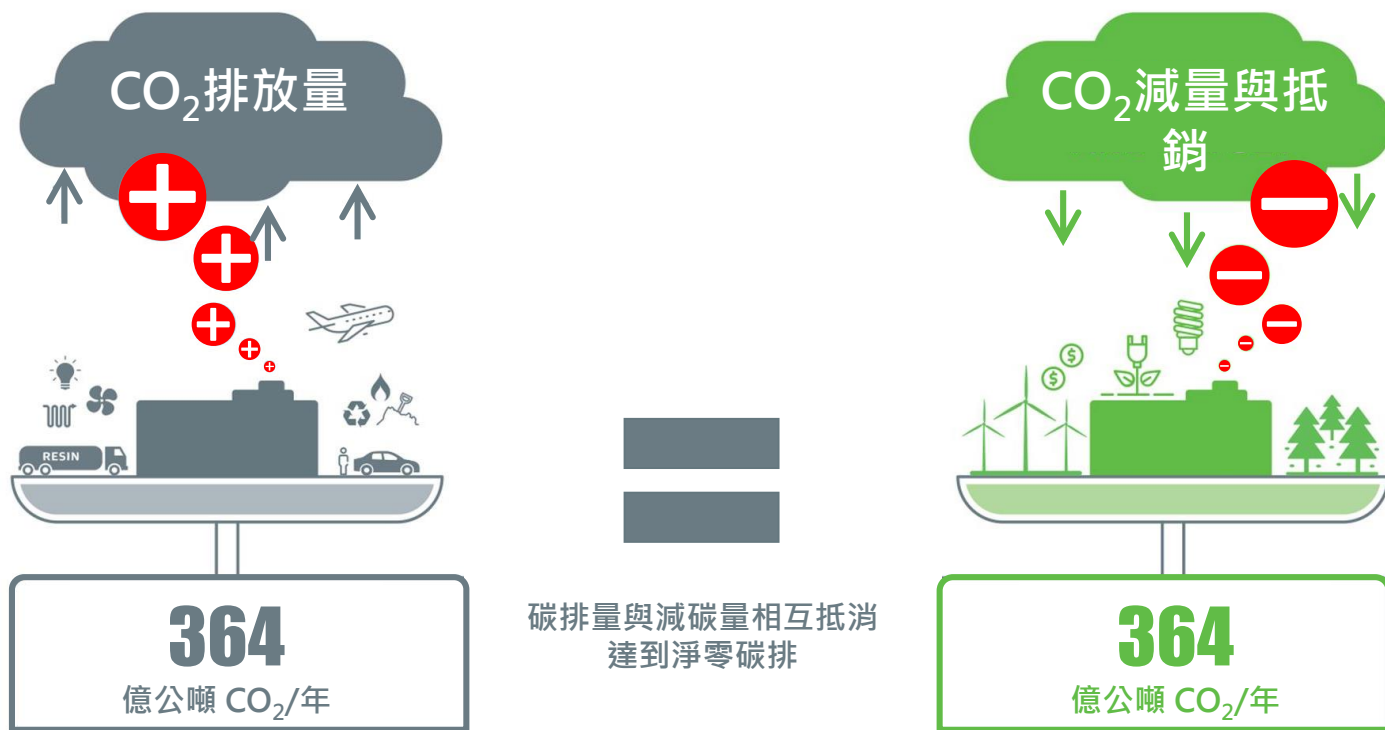


碳中和與淨零碳排

■ 依據聯合國政府間氣候變遷委員會 (IPCC) 定義

- **碳中和**：產品所產生的碳排量，透過**自我減量**(Reduction)與**外部抵換**(Offset)後，抵銷碳足跡
- **淨零碳排**：產品**減少或停止碳排**，再**扣除經過認證的移除量**後，其淨值為零

■ 碳中和與淨零碳排意涵相同，均意指CO₂排放量與移除量相等，以達到整體平衡

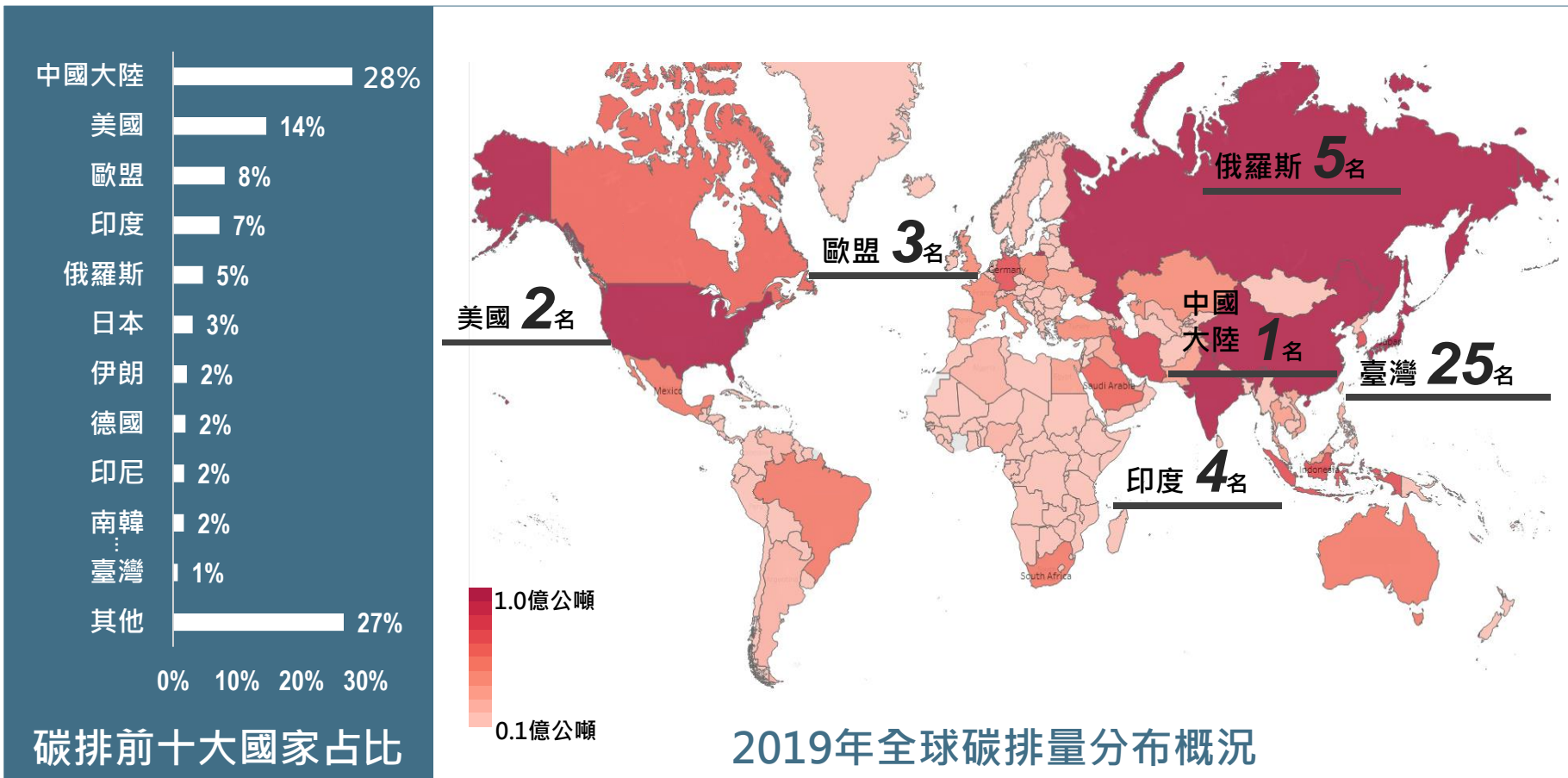


資料來源：英國標準協會BSI；聯合國政府間氣候變遷委員會全球升溫1.5°C特別報告



全球碳排大戶以工業國家居冠

- 2019年全球碳排量約364億公噸^[1]，其分布多集中於工業大國，以**中國大陸(28%)**、**美國(14%)**、**歐盟(8%)**、**印度(7%)**與**俄羅斯(5%)**位居前五，合計占比逾六成
- 碳排來源以**能源使用(73%)**為主，其餘則為**農業/林業(18%)**、**工業生產副產品(5%)**、**廢棄物(3%)**等使用^[2]



資料來源：Our World in Data based on Global Carbon Project; BP; Maddison; UNWPP.

註1：生產1度電產生0.55公斤CO₂。

註2：「能源類」如工業、運輸、建物等；「農業/林業類」如草地、農田、森林砍伐、作物燃燒、農業土壤、牲畜糞便等；「工業生產副產品」如水泥、化工、石化等；「廢棄物類」如廢水、垃圾等分解等。「化石燃料」亦稱礦石燃料，如煤炭、石油、天然氣等



全球各國力拼減碳，挑戰碳中和目標

- 全球多國已宣示2050年達成碳中和目標^[1]，部份國家(美/歐/日/韓)亦針對**高碳排產品(鋼鐵、鋁等)**制訂**碳邊境稅**
- 除匡列預算開發再生能源、研發減碳技術、資源循環再利用等項目，亦訂**碳定價機制**，協助其國內產業達成碳排減量

國際間碳中和時程

目標年	國家(131國)
2030	烏拉圭
2035	芬蘭
2040	奧地利、冰島
2045	瑞典
2050	<ul style="list-style-type: none"> • 歐洲：歐盟、英國、法國、德國、挪威、丹麥、瑞士、荷蘭、西班牙、葡萄牙、義大利、愛爾蘭、比利時、匈牙利、盧森堡、希臘、斯洛維尼亞、斯洛伐克、羅馬尼亞、馬爾他、立陶宛、拉脫維亞、捷克、克羅埃西亞、保加利亞、愛沙尼亞等 • 美洲：美國、加拿大、墨西哥、祕魯、阿根廷、智利、尼加拉瓜、哥倫比亞、哥斯大黎加、牙買加、巴哈馬、海地、厄瓜多、千里達及托巴哥、聖文森及格瑞那丁、聖露西亞、聖克里斯多福及尼維斯、格瑞那達、圭亞那、多明尼加、貝里斯、巴貝多、安地卡及巴布達等 • 亞洲：韓國、日本、寮國、緬甸、葉門、巴基斯坦、尼泊爾、賽普勒斯、柬埔寨、孟加拉、亞美尼亞、阿富汗、東加、東帝汶、馬爾地夫、黎巴嫩等 • 大洋洲：紐埃、瓦努阿圖、圖瓦盧、所羅門、薩摩亞、巴布亞紐幾內亞、帛琉、諾魯、吉里巴斯、紐西蘭、斐濟、馬紹爾、庫克群島、密克羅尼西亞等 • 非洲：南非、茅利塔尼亞、盧旺達、尚比亞、烏干達、坦尚尼亞、多哥、蘇丹、索馬利亞、賽拉里昂、賽內加爾、聖多美普林西比、尼日、莫三比克、馬利、馬拉威、馬達加斯加、利比里亞、賴索托、幾內亞比索、幾內亞、甘比亞、厄立垂亞、吉布地、剛果、查德、中非、布隆迪、布吉納法索、安哥拉、模里西斯、塞席爾、南蘇丹、納米比亞、摩納哥、科摩羅、維德角、貝南、衣索比亞等
2060	中國大陸

美國

重返巴黎協定並擬定氣候計畫，承諾2050年達成碳中和目標，擬對高碳排進口產品(鋼鐵、鋁等)徵收碳稅

歐盟

預計2023年前啟動碳邊境稅，初期聚焦高碳排進口產品(鋼鐵、鋁等)

中國大陸

中國鋁業、山東魏橋開始生產低碳鋁材，提升回收鋁使用比例

日本

斥資2兆日圓，協助業者從事減碳技術研發；針對非節能減碳產品課徵碳邊境稅

韓國

斥資8兆韓元，投入綠色新政(新/再生能源、資源循環再利用等)

臺灣

我國「溫室氣體減量及管理法」僅設定**2050年減碳50%**目標(基年2005年)

資料來源：The World Bank；https://reurl.cc/VEpLkA；https://reurl.cc/mL0xM1。| 註1：環境資訊中心(https://reurl.cc/Q94AM2)。



國際協會碳中和指引-鋼鐵

■世界鋼協(World Steel Association)亦建議，未來全球鋼鐵產業減排路徑可從**降低鋼廠環境衝擊**(**低碳/零碳/再生能源**、**廢鋼用量**)、**創新突破技術**(**碳捕捉/利用/封存**、**還原劑**、**製程效率**)、**因應生活型態轉型而開發先進鋼品**(**延長鋼材生命週期**、**滿足低碳應用**)等方面進行

碳中和路徑(世界鋼協 World Steel Association)

降低鋼廠環境衝擊



低碳/零碳/再生能源

- 生質燃料(取代煤)
- 太陽能(取代煤)



提升廢鋼用量

- 電弧爐廢鋼用量達100%
- 高爐廢鋼用量達30%

創新突破技術



碳捕捉/利用/封存

- 冶煉廠



還原劑

- 以氫氣作為還原劑(取代碳、焦煤)^[註]



提升製程效率

- 製程良率、製程可靠性
- 能源使用效率(降低冶煉能耗)
- 智慧熔煉(鋼水溫度、成分)

因應生活型態轉型 開發先進鋼品



延長鋼材生命週期

- 消費後產品回收與分類
- 重複使用、回收再利用等



低碳產品應用

- 零能耗建築
- 再生能源/電器化基礎設施

資料來源：<https://www.worldsteel.org/>, Climate change and the production of iron and steel, world steel

註：產生H₂O而非CO₂



國際協會碳中和指引-鋁金屬

■配合2050年碳中和目標，國際鋁協(International Aluminium Institute)建議未來全球鋁業減排路徑可從**電力脫碳**(低碳/零碳/再生能源、高效電網、碳捕捉與封存)、**減少直接排放**(提升化石燃料燃燒效能、提升冶煉/精煉技術、碳捕捉與封存)、**循環利用效率**(廢料回收率與添加量、再生料可加工性、零製程廢料)等方面著手

碳中和路徑(國際鋁協 International Aluminum Institute)

電力脫碳



低碳/零碳/再生能源

- 風電 · 核電 · 太陽能 · 氫能
- 水電 · 地熱 · 生質能



高效電網

- 減少電力傳輸的損失



碳捕捉與封存

- 發電廠

減少直接排放



提升化石燃料燃燒效能

- 數位熔煉 · 監測熔爐作業
- AI預警系統 · 克服電解槽衰退



提升冶煉/精煉技術

- 數位孿生 · 提升冶煉效率
- AI新材料開發技術



碳捕捉與封存

- 冶煉廠

循環利用效率



提升廢料回收率

- 消費後產品/製程廢料回收率
- 前處理精確性(切碎/分類/脫漆等)



提升廢鋁料用量

- 再生料使用比例100%



提升再生料可加工性

- 再生料與原生料品質一致
- 減少再生料重熔製程耗損



零製程廢料

- 減少一/二次加工廢料

資料來源：Aluminum Sector Greenhouse Gas Pathways to 2050, IAI.

註：碳中和定義為碳排放量與減碳量兩者間相互抵消後，達到淨零碳排放量



碳中和與淨零碳排 (續)

問題：碳中和與以往的節能減排有何不同？

- 「**碳中和**」是希望達成的結果，評估方法為「**碳足跡**」的追蹤
- 「**節能、減排、減廢、回收...**」為達到碳中和的可能**作法**
- 未能達到碳中和的影響：
 - 無法通過國際廠商之**供應鏈認證** (RE100成員：Apple、Google、HP...)
 - 外銷型產品將被**課徵碳稅** (歐盟：2023~2025過渡期；2026正式實施)
 - 海外生產(東南亞、中國)產品依據當地碳價法規不同，可能負擔高額碳稅

碳中和相關關鍵字搜尋排序*：

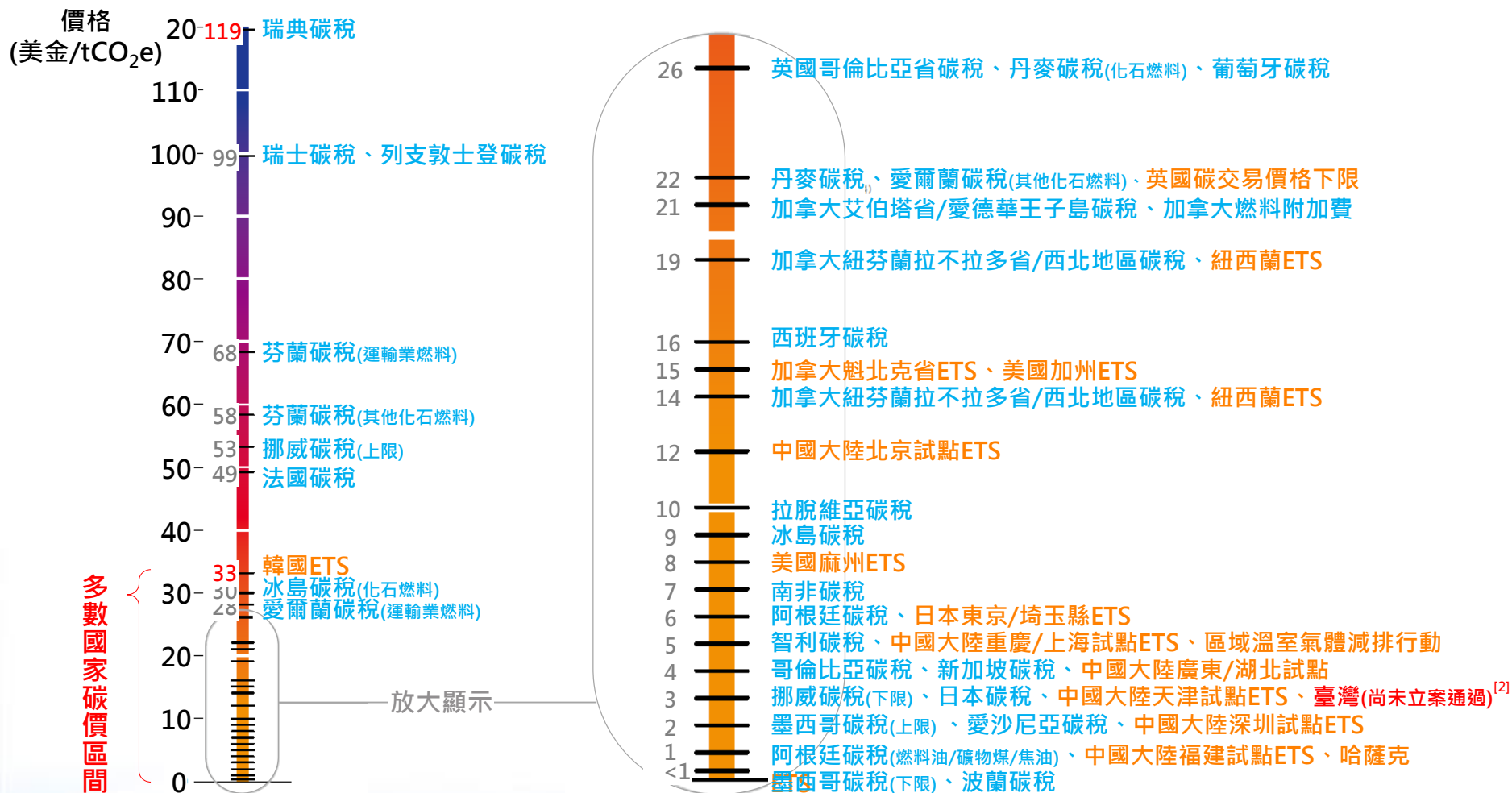
S/N	Freq.	Keyword	
1	553	Carbon footprint	碳足跡
2	503	CO ₂ emission	二氧化碳排放
3	449	Carbon emission	碳排放
4	445	Greenhouse gas emission	溫室氣體排放
5	404	Life cycle assessment	生命週期評估
6	337	Climate change	全球暖化/氣候變遷



國際碳定價政策概況-碳價水準

■全球碳價介於1至119美金/tCO₂e，其中以**瑞典**居冠，其餘**逾半數國家**價格多低於33美金/tCO₂e

■目前國內擬以碳排量2.5萬公噸/年列為碳排大戶(全國約290家)，碳價約**新臺幣100元/tCO₂e**^[2]



資料來源：The World Bank(2020) | 註1：CO₂e係指二氧化碳當量。 | 註2：<https://reurl.cc/1YeVpD>

金屬中心MII成果，未經同意不得轉載 (Metal Industry Intelligence All rights reserved. No reproduction without written permission).

減碳行動方案- 以東京奧運為例

能源

- 以**氢能發電**作為電力來源(定置型燃料電池站)
- 奧運聖火之燃料亦使用氢能，減少燃燒造成之溫室氣體排放



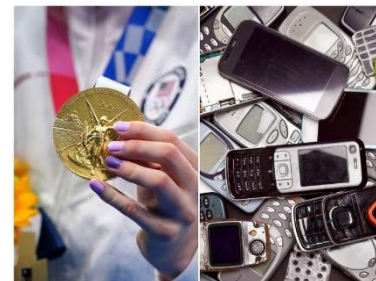
運輸

- 由100輛**燃料電池巴士**、500輛Mirai**燃料電池車**完成接駁任務
- 5.65kg H₂可運行1,360km (碳排300kg→0)



回收

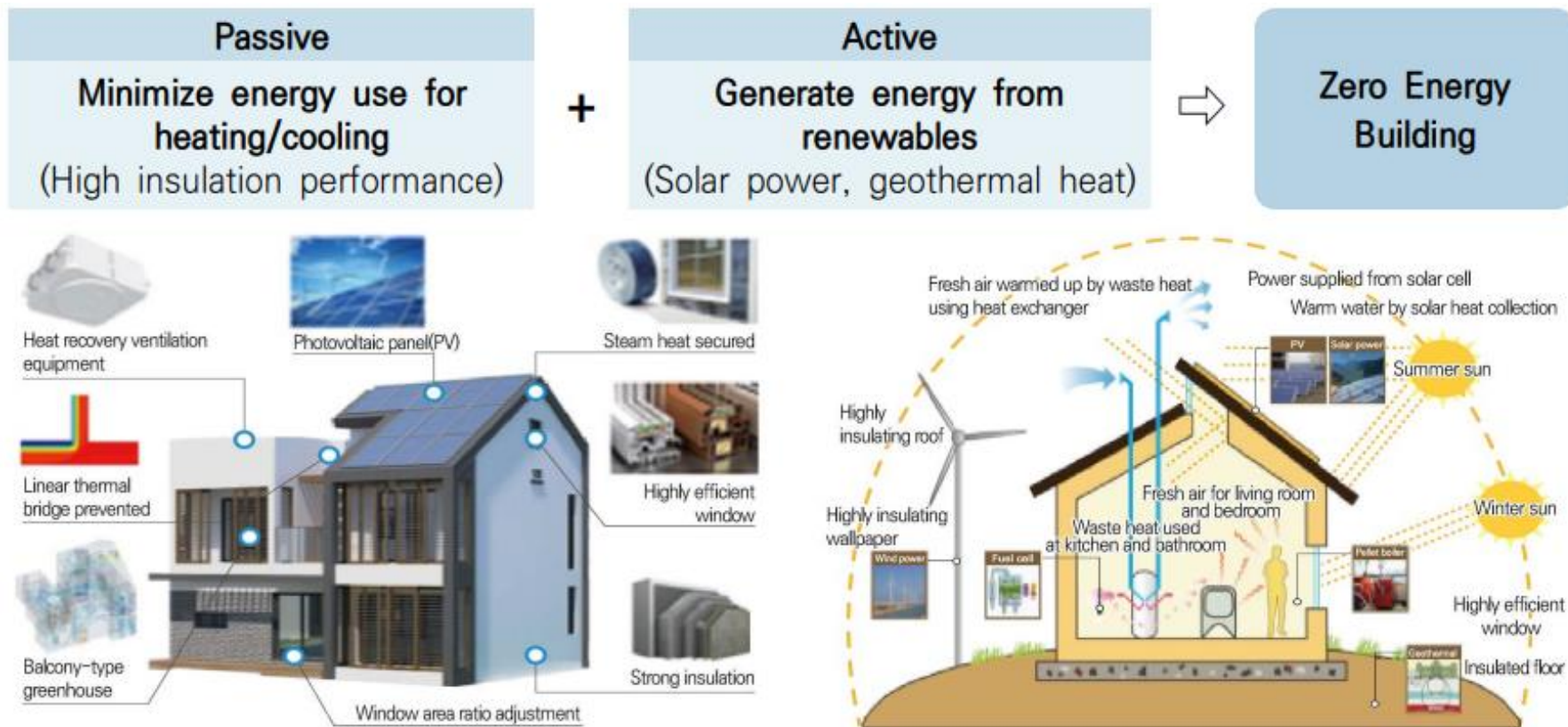
- 回收**79,000噸**3C產品，重熔煉製為獎牌
- 聖火由**回收鋁材**製成，降低材料碳含量



TOKIJIN YOSHIOKA

減碳行動方案- 韓國淨零住宅規劃

- 政策：2020年起建造之公有住宅，室內面積 $>1000\text{m}^2$ 者應滿足淨零標準
- 減少能源損耗：提升**隔熱**效能、**餘熱回收**利用、**絕熱**玻璃
- 綠能應用：以再生能源(**太陽能**、**風電**、**地熱**...)發電
- 節能建築設計：有效利用陽光照射、避免過度曝曬使屋內升溫

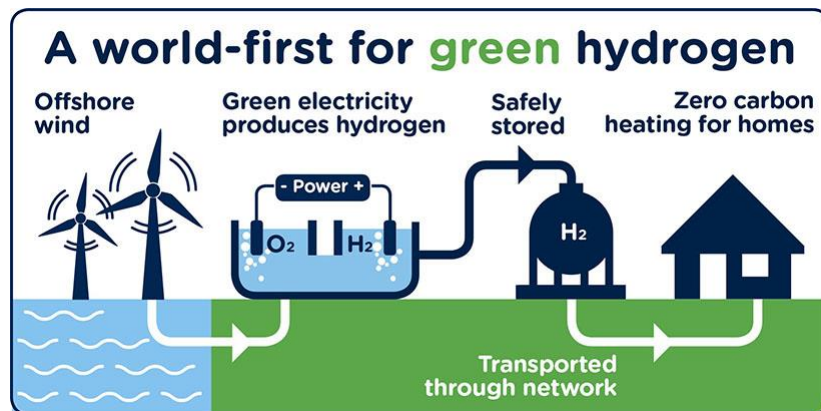
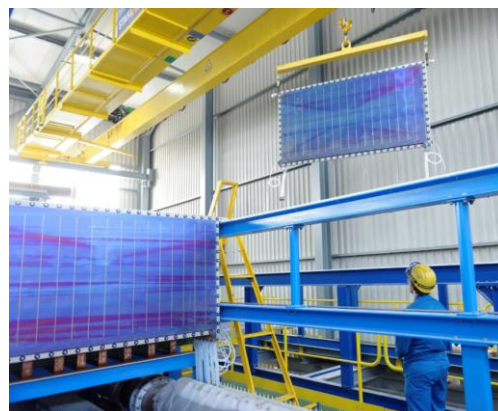




國際指標業者之減碳方案

ThyssenKrupp(德)-提升能源使用效率、應用再生能源、發展碳捕捉技術

- 鋼材製程減碳：bluemint鋼料**降低碳排70%以上** (2.1 CO₂e/ton→ 0.6 CO₂e/ton)
- 數位轉型導入：**供應鏈數據化、透明化**，藉AI技術控管物流，減少耗損、浪費
- 氫能技術開發：2019年公司碳排量佔德國溫室氣體總量3%；目前投入綠氫技術開發研究 (電解能力達500MW)



<https://www.thyssenkrupp.com/en/stories/engineering-and-innovation>

<https://fuelcellsworks.com/news/sgn-a-world-first-green-hydrogen-project-wins-uk-government-funding/>

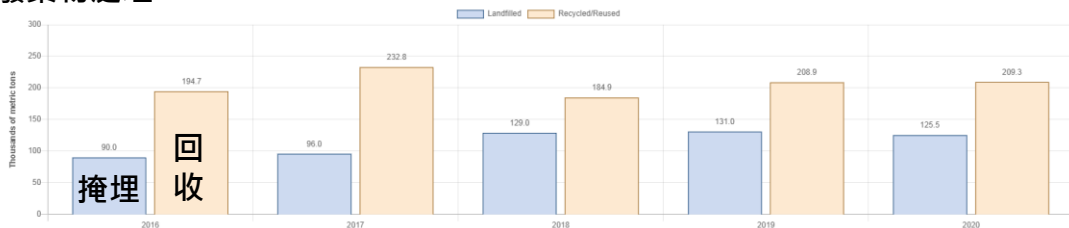


國際指標業者之減碳方案(續)

Alcoa(美)-提升能源使用效率、應用再生能源、發展碳捕捉技術

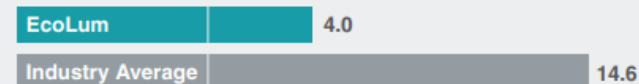
- 製程節能減排：溫室氣體排放較2019年減少14.6%
- 材料循環利用：製程廢棄物較2019年減少4.2%；掩埋廢棄物減少14.4%
- 綠能技術應用：Pinjarra廠區屋頂裝設242片太陽能板 (79KW)，減少對當地電網依賴50% (過往用電量佔該區域10%)

廢棄物處理



Global Alumina Smelting Emissions

Average CO_{2e} emissions per metric ton of aluminum produced



Source: Average data per CRU Aluminium Cost Model 2020 and CRU Bauxite and Alumina Cost Model 2020

Carbon Dioxide Equivalent Emissions Intensity

Metric tons of CO_{2e} per metric ton of production (IPCC, 5th AR)

		Refining	Smelting	Total
2015	BASELINE	0.55	6.06	7.10
2016		0.53	5.07	6.08
2017		0.53	4.20	5.21
2018		0.52	5.60	6.60
2019		0.52	5.98	6.96
2020		0.52	5.08	6.06

2020

1.1% decrease in energy intensity



1.6% decrease in carbon dioxide equivalent emissions

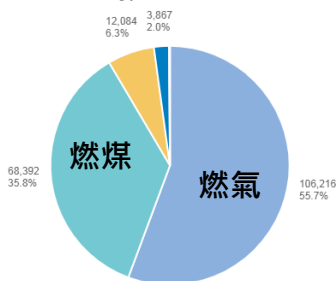


Approximately 78% of electricity consumed by our smelters was from renewable sources

0.92:1 ratio for new active mining disturbance to mine rehabilitation for the 2016 to 2020 period



Direct Thousands of Gigajoules





國際指標業者之減碳方案(續)

ATI(美)-場域內資源回收再利用，降低對環境衝擊

- LED照明：替換低效能照明，節省840萬度電(Cudahy工廠)；
降低溫室氣體排放量46% (Remscheid工廠)
- 廢水處理裝置：自2007年啟用以來，共回收60億加侖廢水；減少對附近水源的衝擊 (Brackenridge工廠)
- 材料回收再利用：較2018年材料回收量提升逾3倍、62%再應用於生產製程

Goals for Reducing Our Environmental Impact

We have established the following near- and longer-term goals relating to reductions in energy intensity, GHG emissions and freshwater intake, as well as targets for full ISO 14001 certification at each of our facilities and increases in our already extensive production use of recycled materials.

2022	2025*	2030*
Include all manufacturing facilities in metrics	Reduce Energy Intensity 5%	Reduce Energy Intensity 7%
All manufacturing facilities ISO 14001	Reduce CO2e/GHG emissions intensity by 5%	Reduce CO2e/GHG emissions intensity by 7%
	Reduce freshwater intake intensity by 5%	Reduce freshwater intake intensity by 8%
	Increase recycled materials used in production to 80%	Increase recycled materials used in production to 83%



More than **62%** recycled materials used in production



46% decline in Green House Gas (GHG) intensity (emissions per ton of production) since 2018



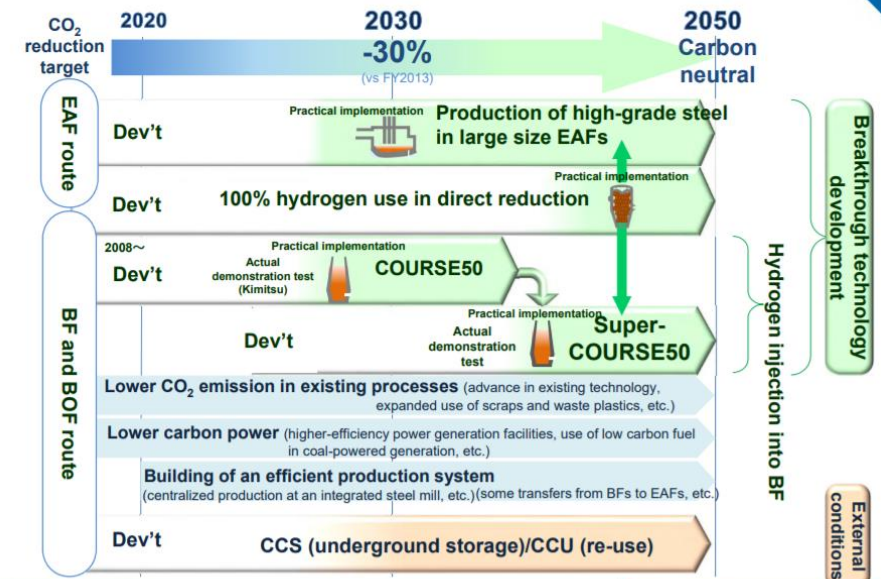
More than **6 BILLION** gallons of water recycled by our largest manufacturing facilities in 2020 and greater than 10% decline in kilogallon of freshwater intake per unit of production since 2018

Metric*	2018 Tons Recycled	2019 Tons Recycled	2020 Tons Recycled
Material Recycled	60,865	185,889	205,508

國際指標業者之減碳方案(續)

日本製鐵-提升能源使用效率、應用再生能源、發展碳捕捉技術

Our roadmap of CO₂ emissions reduction measures



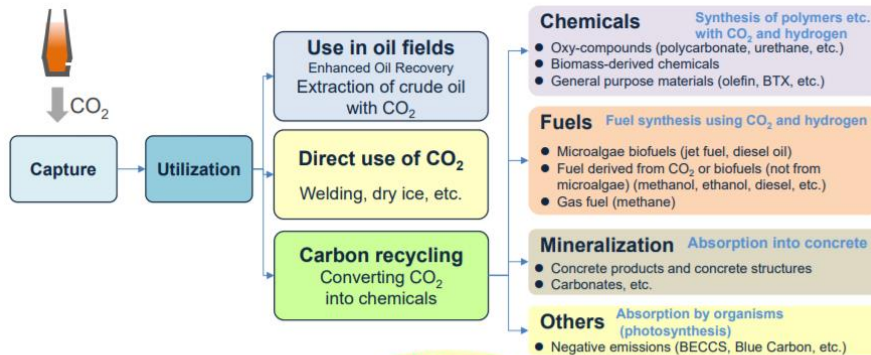
能耗降低、環保製程開發：

- 回收焦爐煤氣及餘熱，用於內部發電
- 以氫氣作為還原劑，取代既有較不環保的製程
- 發展碳捕捉、碳利用技術 (CCUS)

CCU (Carbon Capture and Utilization): CO₂ recycling

Converting captured CO₂ into feedstock of chemicals, etc.

METI, Carbon Recycling Technology Roadmap (2019)



Problems

- Conversion cost is relatively high.
- A large amount of carbon-free hydrogen is required for chemical conversion (reduction) since CO₂ is chemically stable.
- Except for mineralization, the storage is temporal and the CO₂ is eventually re-released into the atmosphere through combustion and decomposition.
- The amount of chemicals and fixed amount of CO₂ is limited.

CO₂減排方案：

- 捕捉後儲存至地底 (地殼表層)
- 再利用：
 - 直接利用：保護氣氛、乾冰...
 - 轉化應用：化學製品還原反應



國際指標業者之減碳方案(續)

大同特殊鋼-提升能源使用效率、應用再生能源、發展碳捕捉技術

2050年 カーボンニュートラルへ向けたロードマップ

“Daido Carbon Neutral Challenge”

カーボンニュートラルへ向けた3つの方針

- ① 既存技術を結集させた徹底省エネ
- ② 脱炭素電源の活用
- ③ 脱炭素技術の導入

燃焼製程減廢：

- 提升燃焼効率
- 應用氫能燃焼技術
- 製程中CO₂回收

再生能源利用：

- 應用節能技術
- 綠電應用 (太陽能、風電)
- 製程中CO₂回收





國際指標業者之減碳方案(續)

大同特殊鋼-提升能源使用效率、應用再生能源、發展碳捕捉技術

■ その他機械事業部製品による社会的貢献

・機械事業部 省エネ製品販売によるお客様でのCO₂削減への貢献

<STARQ®>

炉体回転式省エネ電気炉

・製品概要

炉体回転により、従来課題であったスクラップ不均一溶解によるホットスポット(熱損失)を解消、省エネに貢献

・製品,サービス分野

製鋼,電気炉メーカー

・削減貢献量 : 8,000t/年



<DINCS®>

高効率省エネ燃焼システム

・製品概要

3Dプリンタで成形した高効率熱交換器により燃焼排ガスによる空気予熱を限られたスペースで実現

・製品,サービス分野

鋼材部品の熱処理他

・削減貢献量 : 1,900t/年



<モジュールサーモ®>

省エネ型真空浸炭炉

・製品概要

変成ガス不使用の雰囲気と1℃自動計算機能により、省エネとスリム化を実現

・製品,サービス分野

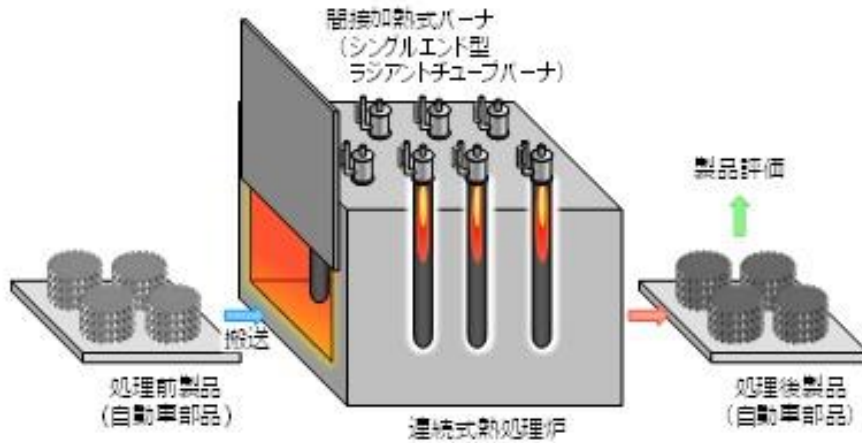
自動車部品の浸炭焼入

・削減貢献量 : 21,000t/年



國際指標業者之減碳方案(續)

東邦瓦斯-氫能燃燒技術開發



目前開發之氫能熱處理爐
燃料氣體可使用氫氣與瓦斯之混合物
以減少CO₂及溫室氣體排放量

図 連続式熱処理炉での評価イメージ

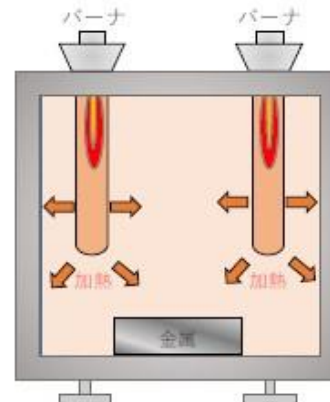
【同バーナの外觀】



本体部 (型式: SRTN-100)

- ・都市ガス仕様は、株式会社ナリタテクとの共同開発品
- ・燃焼排ガスの一部を燃焼用空気に混ぜる排ガス再循環方式を採用

【同バーナの利用イメージ】



在封閉加熱管內進行燃燒
透過加熱管表面之熱輻射
間接加熱金屬物件



國際指標業者之減碳方案(續)

TOYOTA-以純電車、xHV推動減碳行動方案至淨零目標

“CO₂ゼロ”を成し遂げる

新車CO₂ゼロチャレンジ

Challenge



2050年グローバル*
新車平均CO₂排出量
(TtW*)の90%削減
(2010年比)を目指す

SDGsへの貢献



製品淨零

工場CO₂ゼロチャレンジ

Challenge



2050年グローバル工場
CO₂排出ゼロを目指す
全球工廠淨零

SDGsへの貢献



ライフサイクル
CO₂ゼロチャレンジ

Challenge

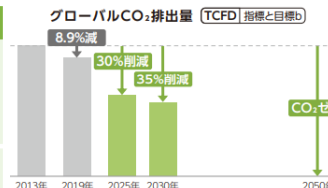


ライフサイクル全体での
CO₂排出ゼロを目指す
製品生命週期淨零

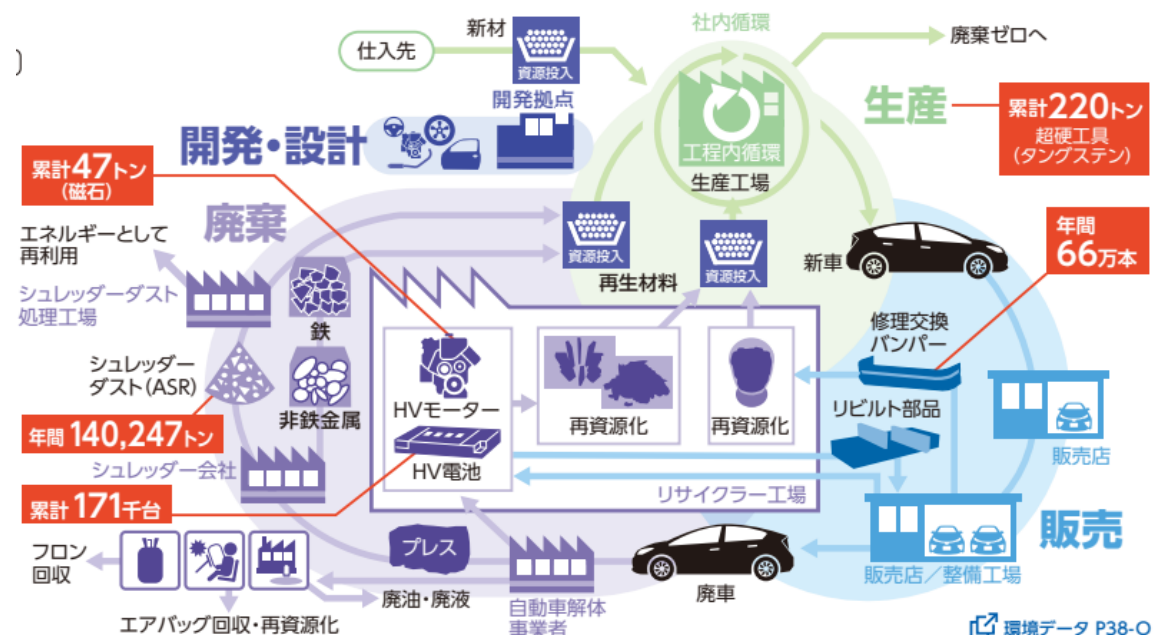
SDGsへの貢献



	2025年目標	2019年(度)の取り組み
工場CO ₂ (TCFD)指標と目標C	<ul style="list-style-type: none"> 革新技术、日常改善、再生可能エネルギー導入によるCO₂排出量低減 グローバル工場からのCO₂排出量 2013年比30%削減 	<ul style="list-style-type: none"> 静電気を活用した新型の塗装機(エアレス塗装機)などの革新技术の導入と、日常改善による省エネルギー活動を推進 CO₂排出量は568万トン(2013年比8.9%減)
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー電力導入率 25% 	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー電力導入率11.5%(欧州全工場および南米4工場、FCV[MIRAI]生産ラインにて再生可能エネルギー電力導入率100%を達成)
水素	<ul style="list-style-type: none"> 水素利活用技術の開発を積極的に推進 	<ul style="list-style-type: none"> 水素活用に向けた各種実証運転推進中(燃料電池(FC)発電機、水電解式水素発生装置)



- 再生エネルギー應用
- 氢能應用



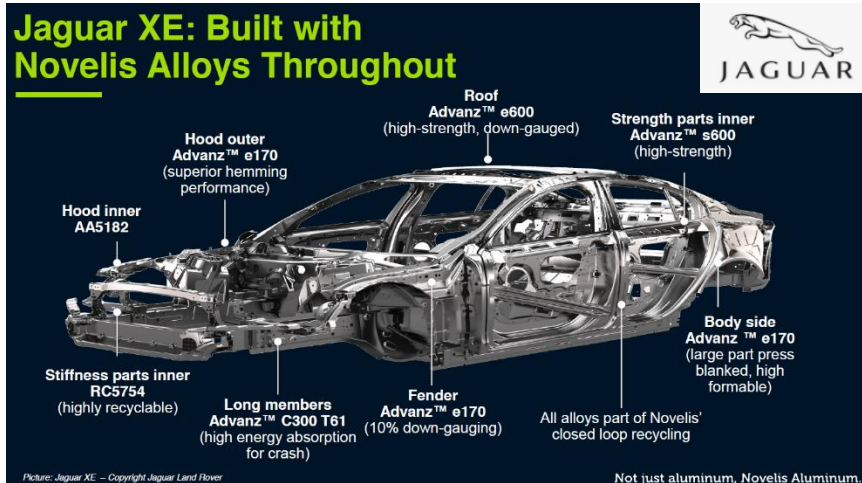
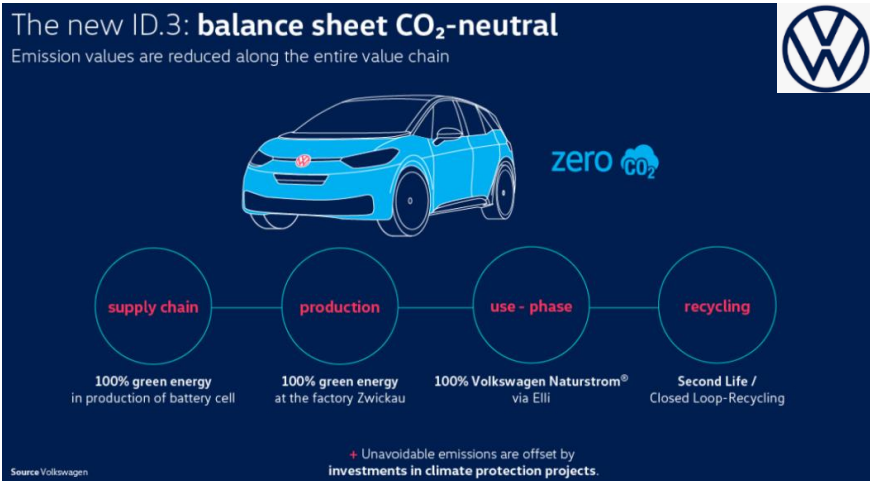
TOYOTA Global Car-to-Car Recycle Project

- 材料製造、部件製造、車輛製造階段之減廢
- 物流、車輛運行減碳排
- 廢棄原料、部件回收再利用



國際指標業者之減碳方案(續)

Volkswagen / Jaguar-標竿車廠致力投入閉循環製程技術



- **綠色電力：** 工廠50%的電力是來自水力、風電和太陽能的純綠色電力)。另外50%由內部天然氣發電廠所提供，此發電廠除了提供50%電力也同時提供內部所需熱能
- **控制供應鏈碳排：**
 - **電池製造：**大眾汽車與 LG Chemical達成一致，只有經過認證的綠色電力才能用於製造電池
 - **車體材料製造：**廠商使用end-of-pipe technologies(類似碳捕捉)可減少70%能源
 - **馬達零件製造：**如鋁材回收，可節省50%能源

- 從現有的Jaguar Land Rover汽車中回收鋁並將其重整成新的高級鋁，繼續用於新車的製造以達到閉循環生產，減少生產車輛所需的純鋁量及二氧化碳的排放量(目前已將每輛車的製造碳足跡減少了46%)
- 此項目由Innovate UK共同資助，Jaguar Land Rover目前每年使用18萬噸鋁，在2013年9月至2019年1月間已將約30萬噸的閉循環加工廢料應用於車輛生產線上

<https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/the-mega-potential-of-the-supply-chain-4651>

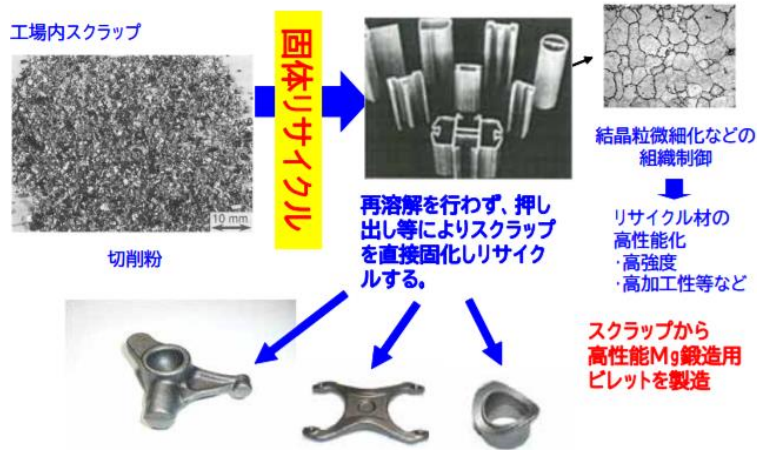
<https://media.jaguarlandrover.com/news/2019/04/i-pace-i-pace-jaguar-land-rover-gives-aluminium-second-life>

國際指標業者之減碳方案(續)

日本AIST-金屬再利用製程技術

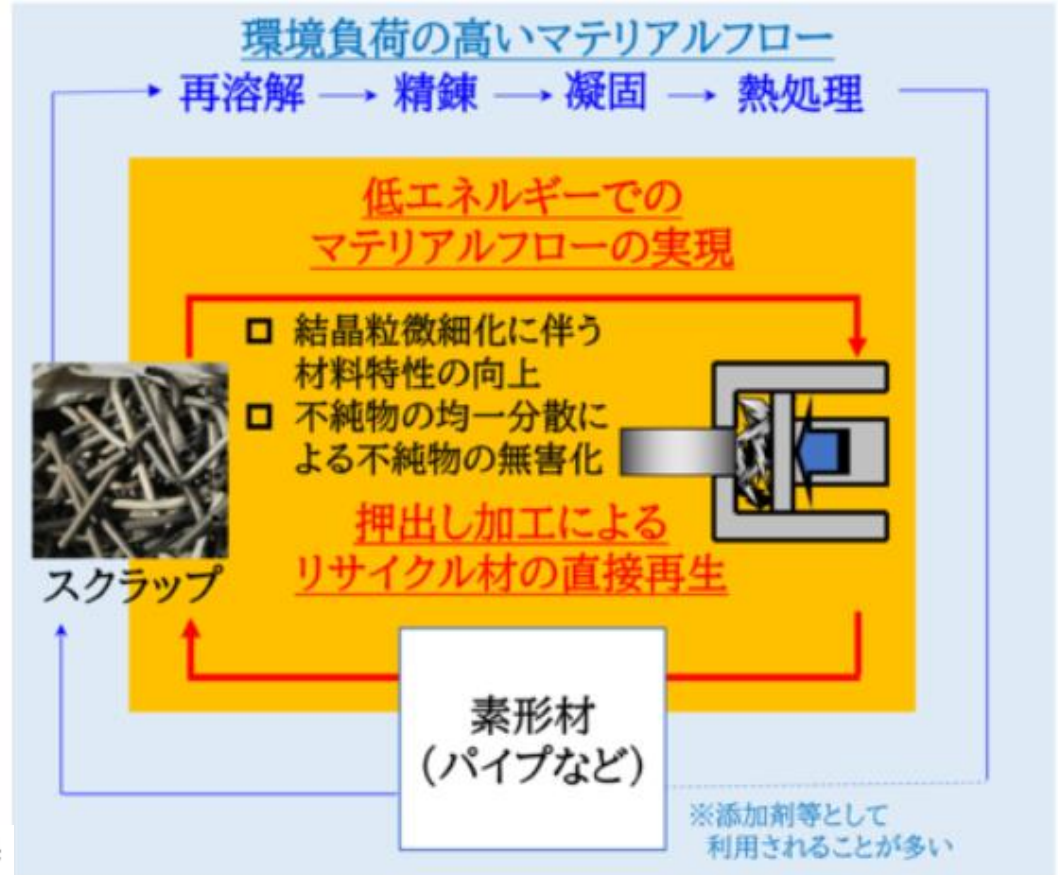
鎂合金細晶化擠型技術：

- 材料**不需熔融** (降低能耗)
- 透過**細晶化製程**，使內部雜質均勻化分佈，使影響降至最低
- 回收材機械性質與原始材料接近相同



表Ⅲ.2.3-12 固体リサイクル材と比較材の室温引張試験の結果

Alloy	Ultimate tensile strength (MPa)	0.2% Proof stress (MPa)	Elongation to failure (%)	Grain size (μm)
Recycled specimen	348	255	12.0	14.1
Reference specimen	344	259	11.6	13.5



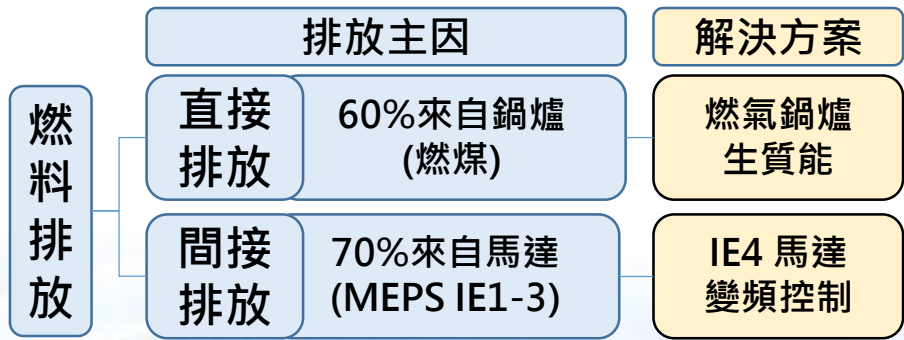
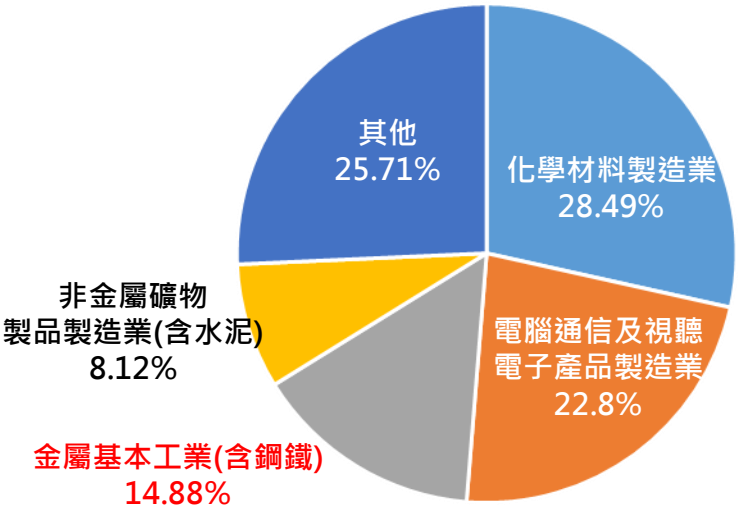
— 「固体リサイクル法」を利用した材料フロー
 — 「従来型リサイクル法」を利用した材料フロー

金屬製品製程減碳方向盤點

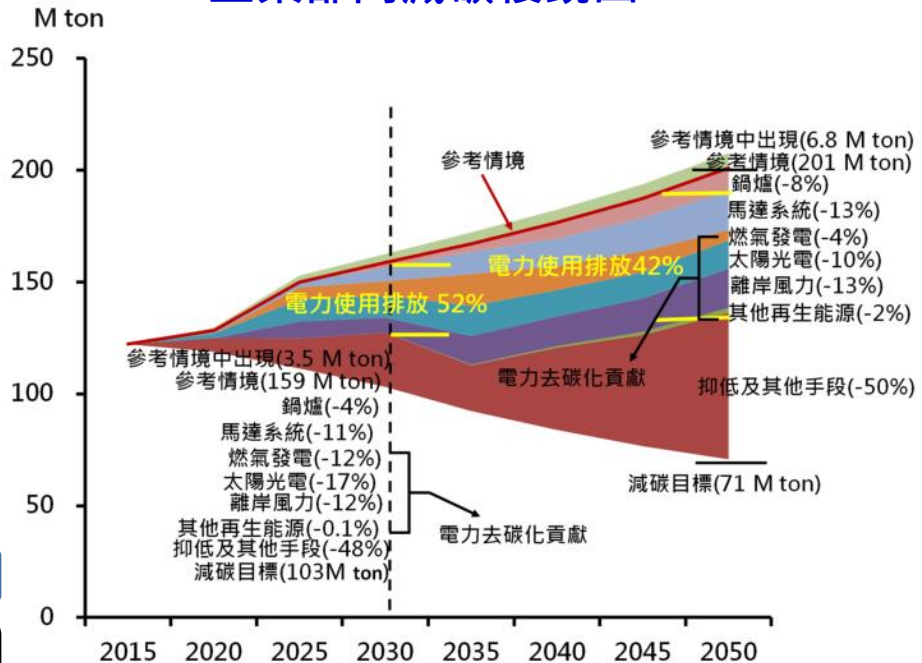
2019我國產業燃料燃燒碳排放

	總量	工業	能源	運輸
碳排放量 (百萬噸)	258.72	126.52	37.53	36.2
佔比(%)	-	48.9	14.51	13.99

工業部門燃料燃燒碳排放



工業部門減碳稜鏡圖



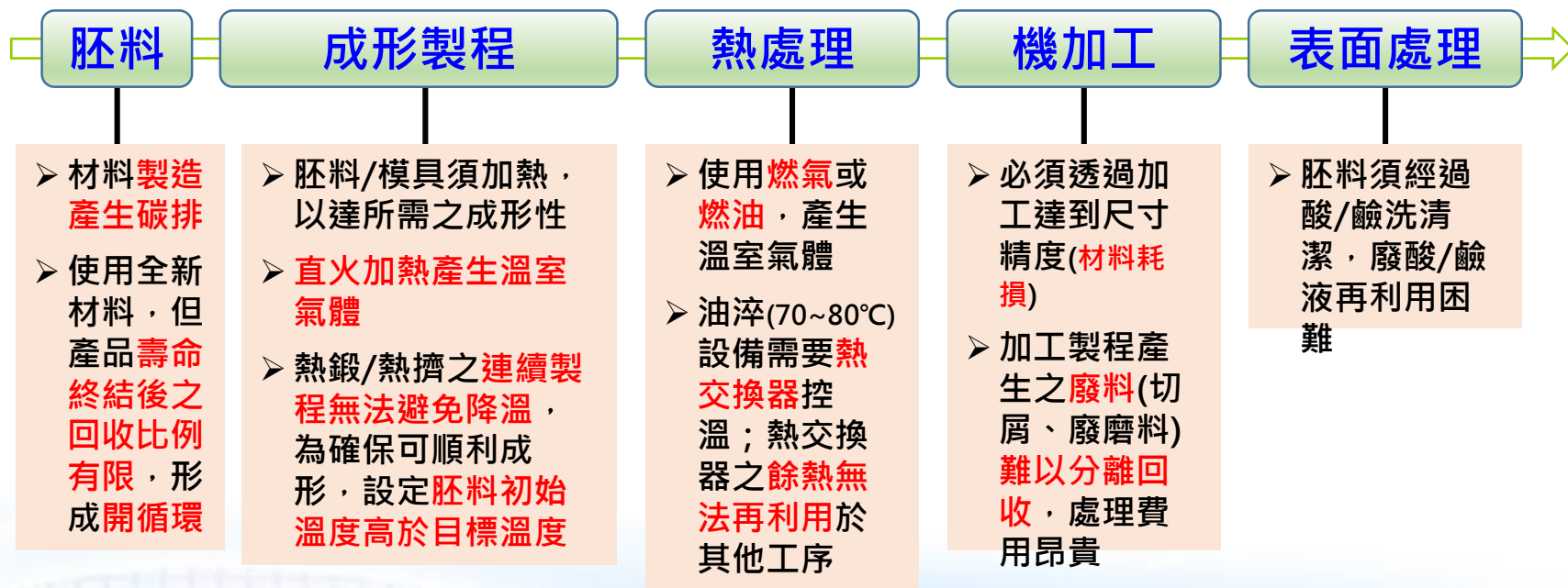
- 馬達效能優化、電力去碳化技術之減碳貢獻~52%
- 達到探中和仍須導入創新技術之應用：
製程節能減排、廢料回收再利用、綠色能源(氫能)

金屬製品製程減碳方向盤點 (續)

金屬成形產業-現況

- ✓ 鍛造/擠型相關業者約1.6萬家，年產量約195萬噸（鍛件、手工具、扣件、型材）；材料以鋼鐵/合金鋼為主，近年來受到汽車產業帶動，鋁合金鍛件及扣件之產量逐年增加。
- ✓ 成形製程主要包括下料、預成形、主製程、精整、熱處理、機加工、表面處理等。其中預成形、主成形、熱處理等工序均需依據材料特性進行胚料及模具加熱。目前業界常用之加熱方法包含：直火加熱(燃氣)、加熱爐(燃氣式、電阻式、燃油式)、紅外線裝置、感應加熱(低/中/高週波)。

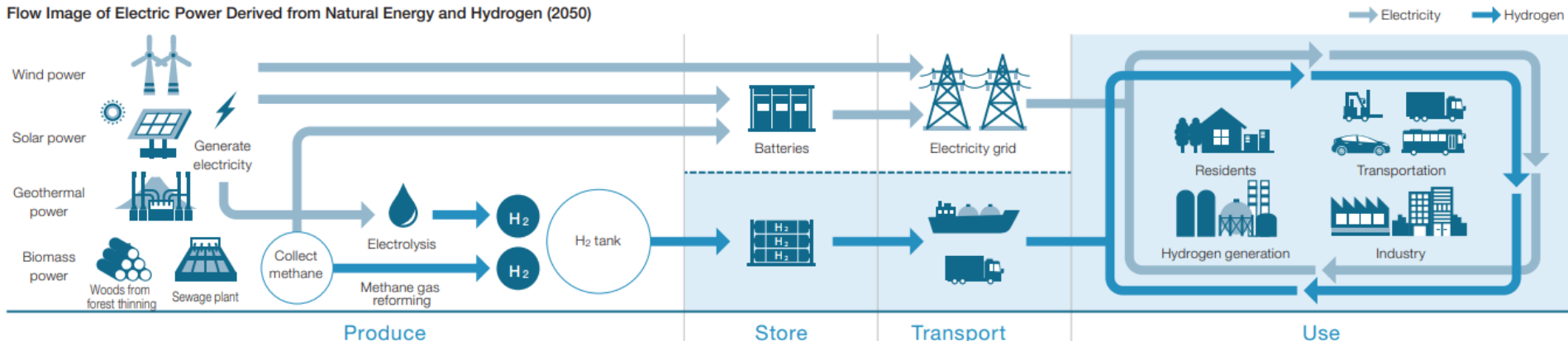
成形製程流程與碳排關聯



減碳方案倡議 - 金屬製品製程

材料 / 製程 / 加工 多管齊下

Flow Image of Electric Power Derived from Natural Energy and Hydrogen (2050)



綠能(乾淨能源)- 太陽能、風電、氫能

材料端

- 免調質鋼
減少熱處理
- 低碳合金鋼
減少碳使用量

製程端

- 近淨形-提升得料率
- 製程優化-減少加工道次
- 熱作→溫/冷作-降低碳排
- 規格相似→專家系統/
數據演算分析-減少試誤

熱處理端

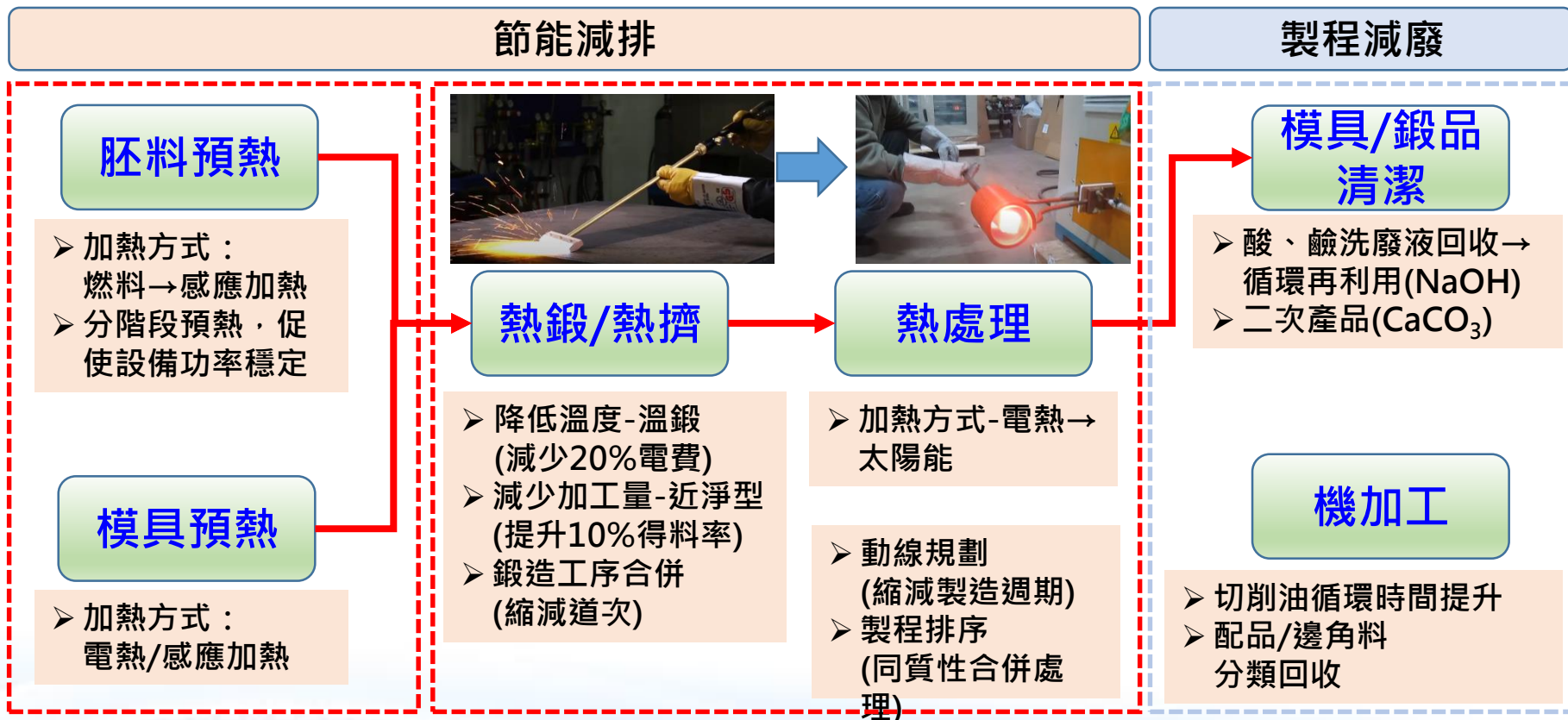
- 電熱式加熱-減少碳量
- 參數優化-精準控制
- 廢氣/廢液回收利用-
物質循環

減碳方案倡議 - 金屬製品製程

金屬成形產業-需求

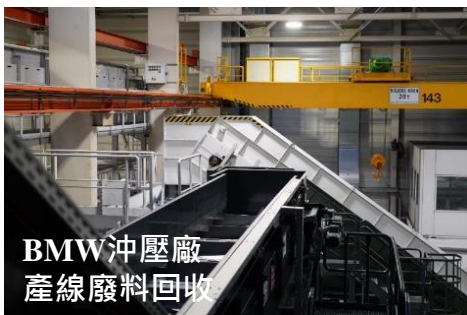
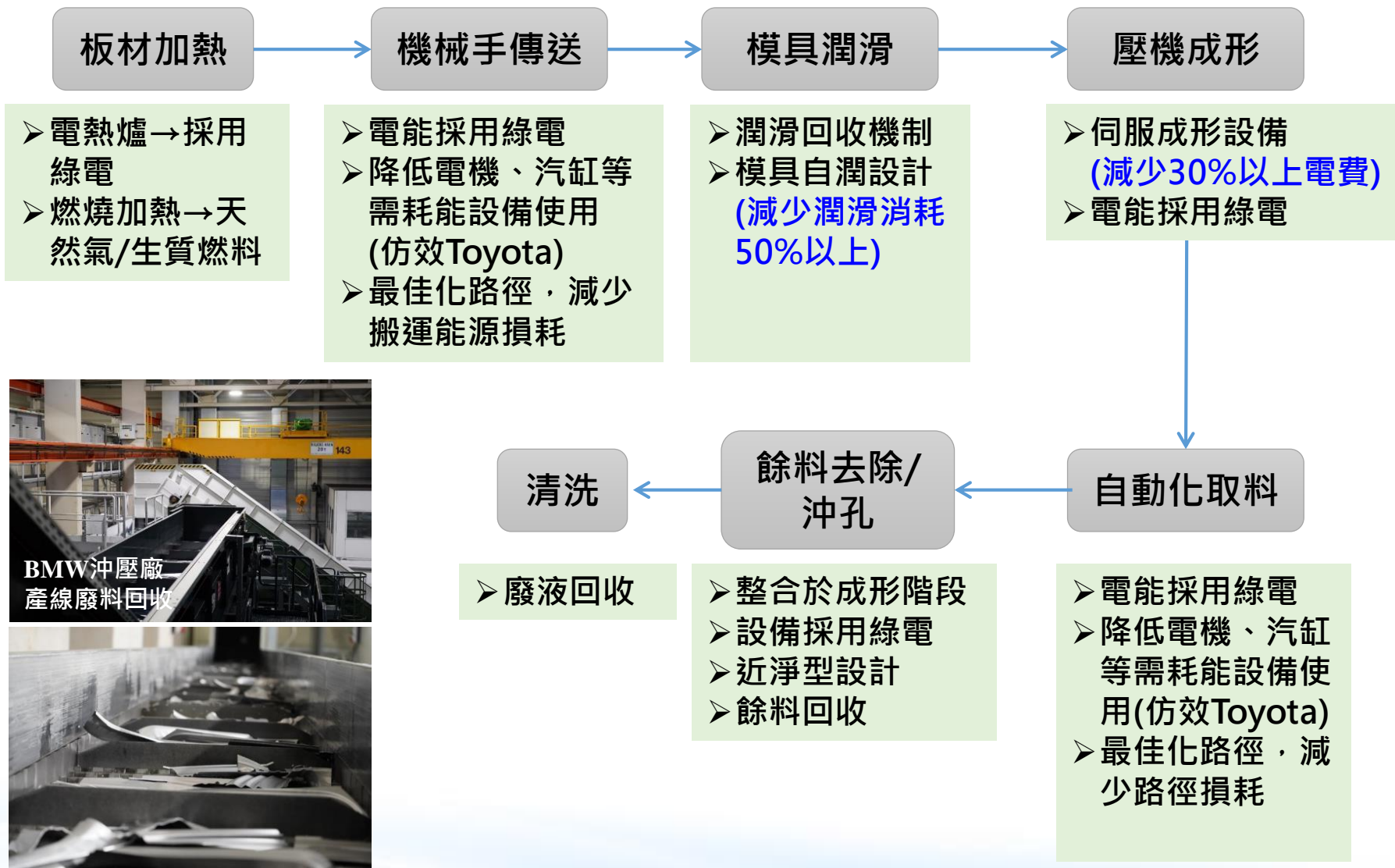
- 綠能應用：新設廠房普遍設有**太陽能板**，未來可實現「自發自用」；舊廠房仍待增設
- 製程熱區效率提升：避免使用直火加熱，改為**電爐或感應加熱**，有助於減少碳排
- 製程餘料、廢料回收：目前**餘/廢料**普遍以廢鐵進行回收處理，但產品仍以**原生料**為主
- 場域耗能改善：期待**製程廢熱可再利用**、純電運輸工具負載可提升

可行減碳方案



減碳方案倡議 - 金屬製品製程 (續)

沖壓製程可行減碳方案





總結

1. 碳中和議題持續受到關注，能源與石化產業首當其衝；
金屬製品相關產業目前尚未特別要求提出達成碳中和的時程規劃
2. 在全球綠色供應鏈要求下，使用綠色能源及回收材料應用已為即將來臨的技術挑戰
3. 未來出口類型產品可能課徵碳邊境稅，影響國內業者競爭力；
應思考何時開始進行製程碳足跡評估、減碳技術導入

➤ 建議減碳方向

1. 材料面：

- 提升再生材/回收材應用佔比
- 使用由綠色能源製造之材料；使用可減少熱處理道次之鋼材 (免調質鋼)

2. 製程面：

- 以溫間成形取代熱鍛/熱擠，減少對高溫加熱需求，並提升尺寸精度
- 以近淨型成形減少材料須被加工移除量
- 藉優化設計減少製程道次
- 發展製程餘熱/廢熱再利用技術，運用於維持廠內熱交換系統(水、油)溫度

3. 設備面：

- 避免直火加熱產生溫室氣體
- 使用高效率電熱設備取代傳統燃氣、燃油系統
- 發展氫能燃燒(混燒)系統，避免產生溫室氣體

4. 場域面：

- 建置綠能電力系統(太陽能、風電、水力)
- 廢材、餘熱回收再利用



簡報結束 敬請指教

Thanks for your attention!!

金屬工業

研究發展中心



Metal Industries Research
& Development Center





附件

Apple 承諾 2030 對供應鏈和產品實現100%碳中和---2020.07.21



- 持續在產品中提高低碳材料和回收材料的使用比例
- 擴大能源效率，降低能源使用，協助供應鏈實現相同轉型
- 繼續使用100%再生能源營運模式，並協助供應鏈改用清潔能源
- 對製程和材料進行技術改進，解決直接排放問題
- 在全球投資各類自然生態系復育，清除排放到大氣中的碳

低碳產品設計：

- Apple 最新的回收創新技術是透過一個稱為"Dave"的機器人，來拆解 iPhone 上的觸感引擎，以更好地回收稀土磁鐵和鎢等關鍵材料，同時還可以回收鋼材
- Apple 位於德州奧斯汀的材料回收實驗室致力發展創新的電子回收技術，目前正與卡內基梅隆大學合作，進一步開發各種工程解決方案
- 過去一年推出的所有 iPhone、iPad、Mac 和 Apple Watch 裝置均採用回收材料製造，包括首次 iPhone 觸感引擎 100% 採用回收的稀土元素製造
- 透過產品設計和回收內容物的種種創新，Apple 在 2019 年減少了 430 萬公噸的碳足跡；而在過去 11 年間，Apple 將產品所需的平均能耗降低了 73%

工藝和材料創新：

- Apple 透過投資以及與兩大鋁材供應商(Alcoa 和 Rio Tinto)的合作，開發無直接GHG排放冶鋁工藝(惰性陽極冶煉製程, Elysis)
- Apple 宣布此類低含碳鋁金屬目前正在投入首批生產，計劃用於 16 吋 MacBook Pro
- 透過與供應商合作，Apple 在 2019 年減少了 24.2 萬公噸的氟化氣體排放