



金屬工業研究發展中心  
METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE

# 金屬製品產業之減碳方案倡議

金屬工業研究發展中心  
製程處 成形組



# 碳中和與淨零碳排議題

## 國際碳中和趨勢-標竿鋼廠力拼減碳，挑戰碳中和目標

- 2020年聯合國《排放差距報告》指出目前共有**126個國家**已通過、提出與考慮**2050年碳中和目標**；其中，歐盟預計**2023年前**啟動**碳邊境稅**，初期聚焦**高碳排進口產品**(鋼鐵及鋁金屬等)
- 國際鋼廠相繼提出**碳中和及減碳目標**並投入相關技術研發與合作，為30年後所需之突破性減碳製程技術建立基礎，期在減碳上有所作為進入未來**產業鏈主導廠商的重要供應商**



### AK Steel

- 母公司Cleveland-Cliffs承諾到2030年將溫室氣體排放量**減少25%**

### ArcelorMittal

- 2030年**減排達30%**，2050年實現**淨零碳排**
- 發展替代能源，**循環碳、再生電力、綠氫煉鋼、碳捕捉與封存**。

### 寶武太鋼集團

- 提出寶武綠色低碳路線，目標**2050年達到碳中和**

### 日本製鐵

- 提出2050**碳中和願景**，2030年**碳減量30%**目標
- 擬訂**電弧爐**生產高規格鋼材研發計畫、**氫能煉鋼**

### Tata Steel

- 2030年實現減碳**30~40%**，2050年實現**碳中和**
- 每公噸鋼材加收**12歐元碳附加費**(約新台幣400元)

### Outokumpu

- 2019年每生產一噸鋼產生1.6噸碳(中國大陸和印尼約為8噸)
- 承諾到**2050年實現碳中和**

### 浦項

- 誓言要在2030年**減碳20%**；**2050年達成碳中和**
- 推出綠色鋼鐵政策，使用**氫氣及再生能源**

### 中鋼

- 目標2050年發展**氫能煉鋼、碳捕捉、鋼鐵石化業聯合生產**
- 投資113億減碳製程(減碳147萬噸)，投資太陽光電及離岸風電
- 規劃**2021年Q1**徵收碳附加費，將成為**亞洲首例**



# 碳中和與淨零碳排議題

## 國際協會碳中和指引-鋼鐵產業

- 世界鋼協(World Steel Association)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)<sup>(註)</sup>



##### 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H<sub>2</sub>O而非CO<sub>2</sub>

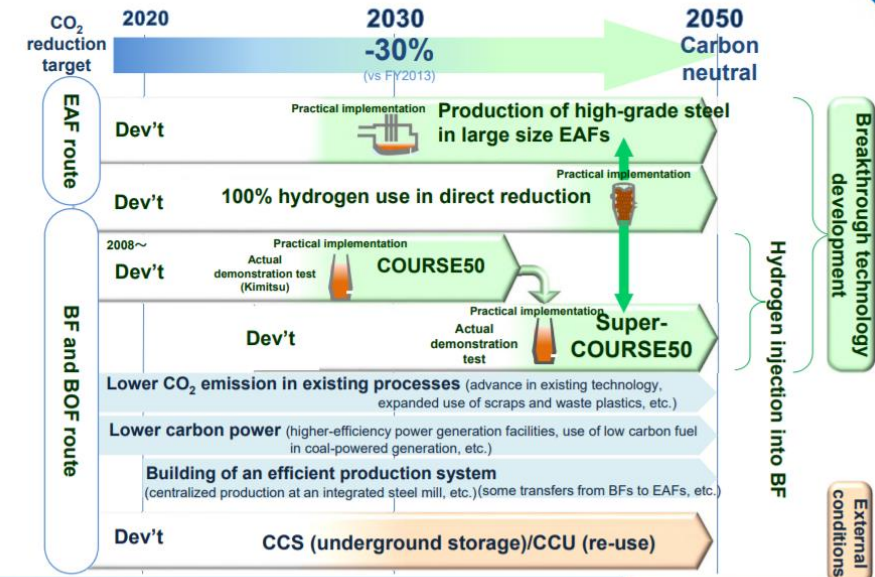
金屬中心MII成果，未經同意不得轉載



# 國際指標業者之碳中和案例

## 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 CO<sub>2</sub> emissions reduction measures



NIPPON STEEL

© 2021 NIPPON STEEL CORPORATION All Rights Reserved.

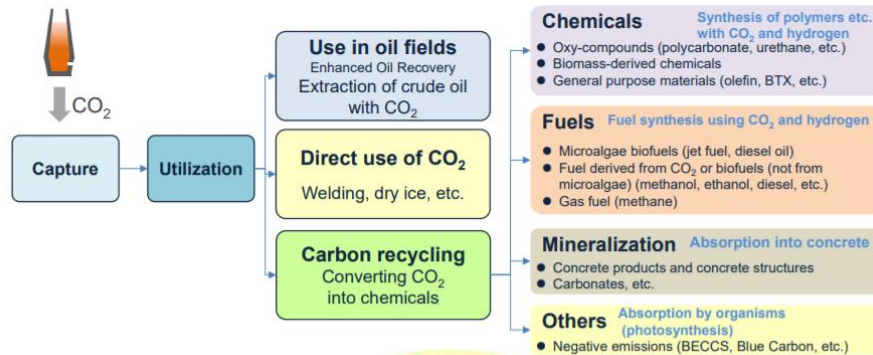
### 能耗降低、環保製程開發：

- 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): CO<sub>2</sub> recycling

Converting captured CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> is chemically stable.
- Except for mineralization, the storage is temporal and the CO<sub>2</sub> is eventually re-released into the atmosphere through combustion and decomposition.
- The amount of chemicals and fixed amount of CO<sub>2</sub> is limited.

NIPPON STEEL

© 2021 NIPPON STEEL CORPORATION All Rights Reserved.

### CO<sub>2</sub>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





# 國際指標業者之碳中和案例

## 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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>回收





# 國際指標業者之碳中和案例

## 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CO<sub>2</sub>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





# 國際指標業者之碳中和案例

## TOYOTA-以純電車、xHV推動減碳行動方案至淨零目標

“CO<sub>2</sub>ゼロ”を成し遂げる

新車CO<sub>2</sub>ゼロチャレンジ

Challenge



2050年グローバル\*  
新車平均CO<sub>2</sub>排出量  
(TtW\*)の90%削減  
(2010年比)を目指す

SDGsへの貢献



製品浄零

工場CO<sub>2</sub>ゼロチャレンジ

Challenge



2050年グローバル工場  
CO<sub>2</sub>排出ゼロを目指す  
全球工場浄零

SDGsへの貢献



ライフサイクルCO<sub>2</sub>ゼロチャレンジ

Challenge

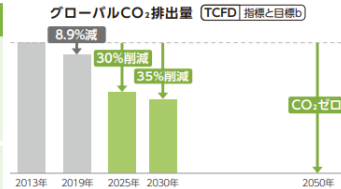


ライフサイクル全体での  
CO<sub>2</sub>排出ゼロを目指す  
製品生命週期浄零

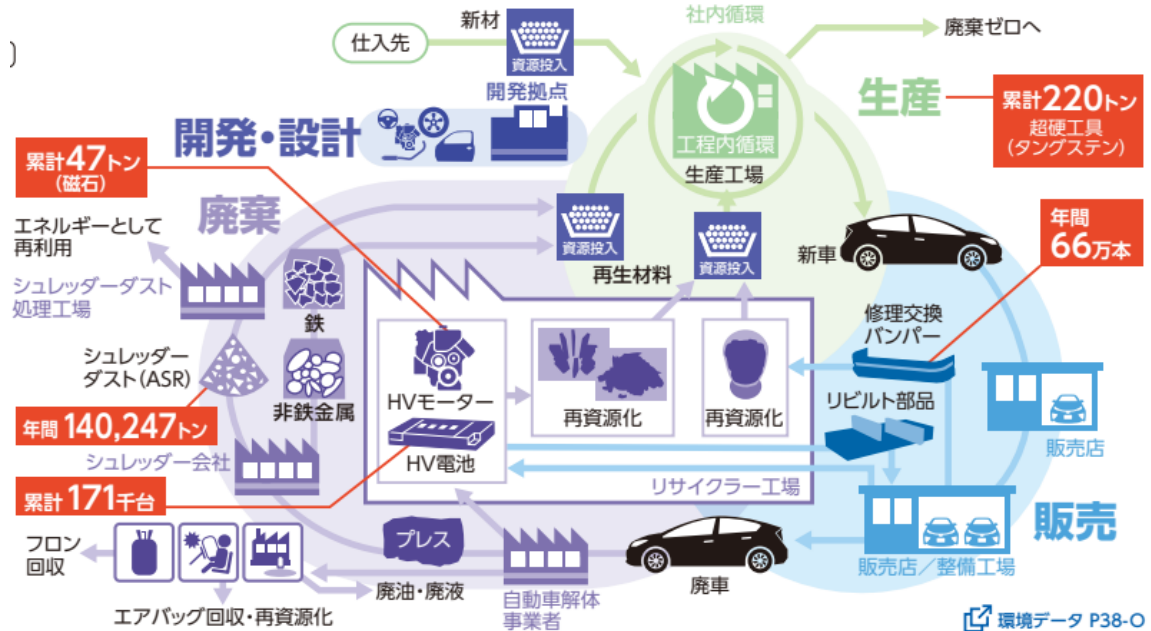
SDGsへの貢献



	2025年目標	2019年(度)の取り組み
工場CO <sub>2</sub> (TCFD)指標と目標C	<ul style="list-style-type: none"> <li>革新技术、日常改善、再生可能エネルギー導入によるCO<sub>2</sub>排出量低減</li> <li>グローバル工場からのCO<sub>2</sub>排出量 2013年比30%削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>CO<sub>2</sub>排出量は568万トン(2013年比8.9%減)</li> </ul>
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー電力導入率 25%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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)</li> </ul>
水素	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素利活用技術の開発を積極的に推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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、水電解式水素発生充填装置)</li> </ul>



- 再生エネルギー應用
- 氢能應用



### TOYOTA Global Car-to-Car Recycle Project

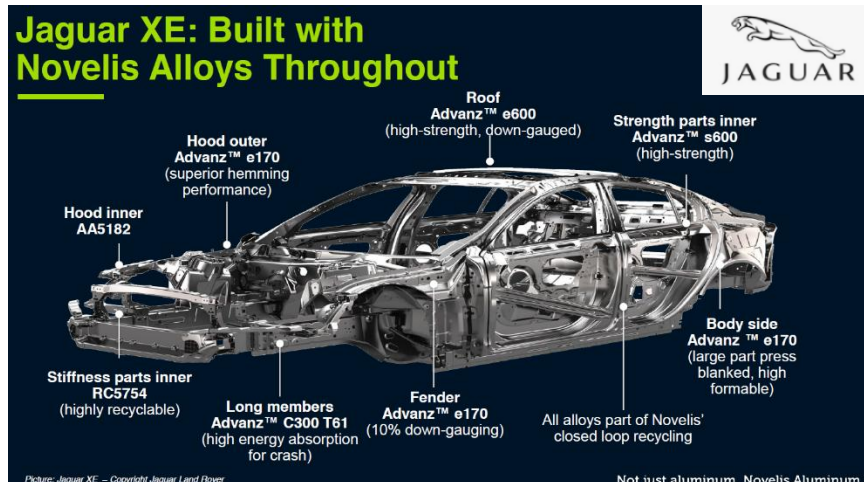
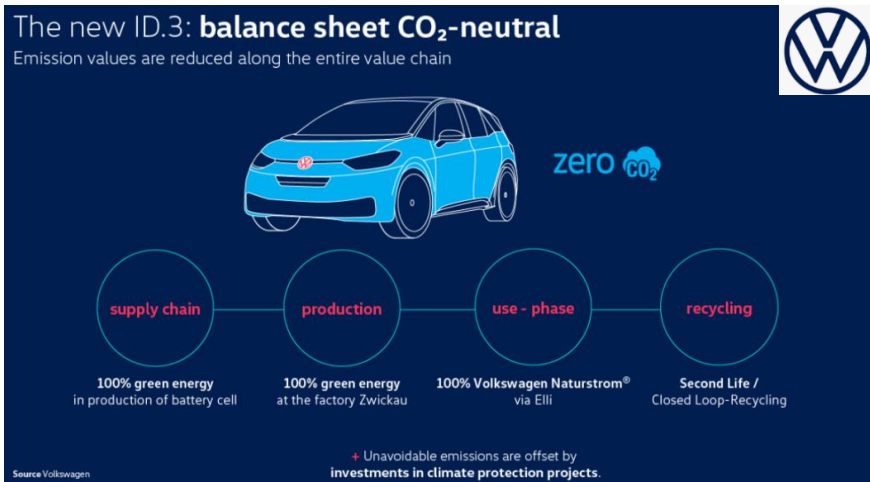
- 材料製造、部品製造、車輛製造階段之減廢
- 物流、車輛運行減碳排
- 廢棄原料、部件回收再利用





# 國際指標業者之碳中和案例

## 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



# 國際指標業者之碳中和案例

## 日本AIST-金屬再利用製程技術

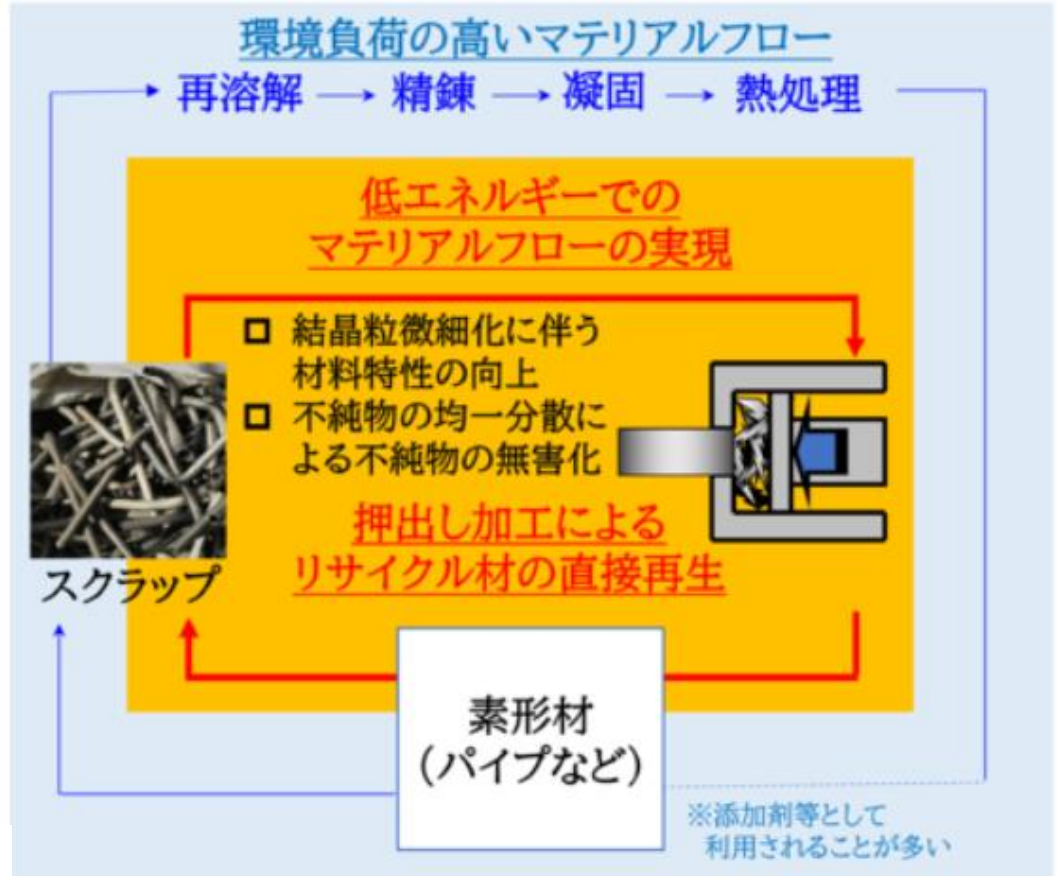
### 鎂合金細晶化擠型技術：

- 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 ( $\mu\text{m}$ )
Recycled specimen	348	255	12.0	14.1
Reference specimen	344	259	11.6	13.5



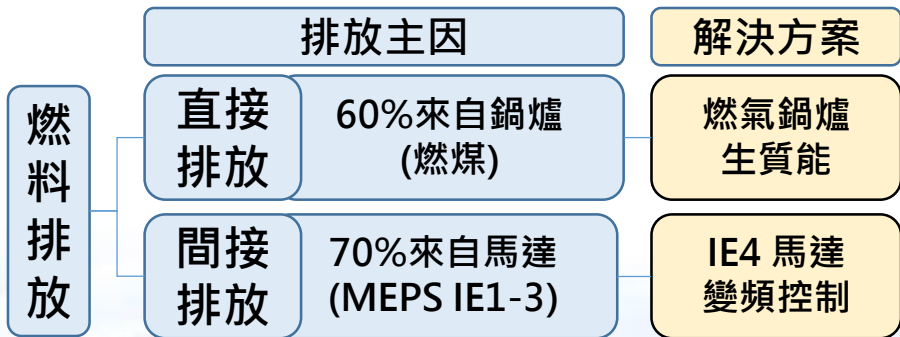
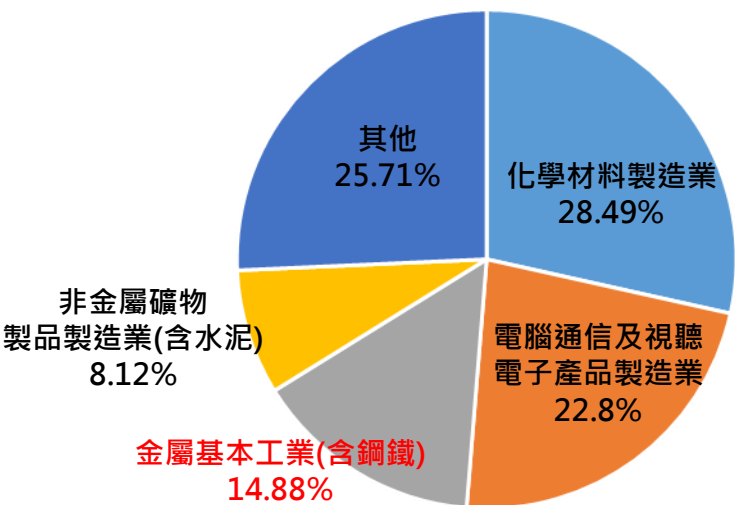
— 「固体リサイクル法」を利用したマテリアルフロー  
 — 「従来型リサイクル法」を利用したマテリアルフロー

# 金屬製品製程減碳方向盤點

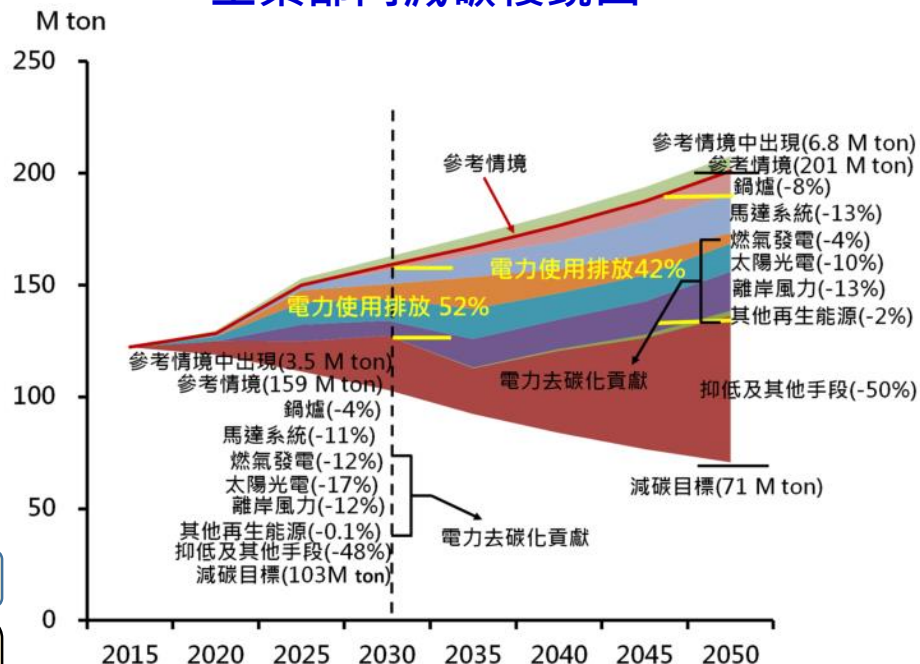
## 2019我國產業燃料燃燒碳排放量

	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

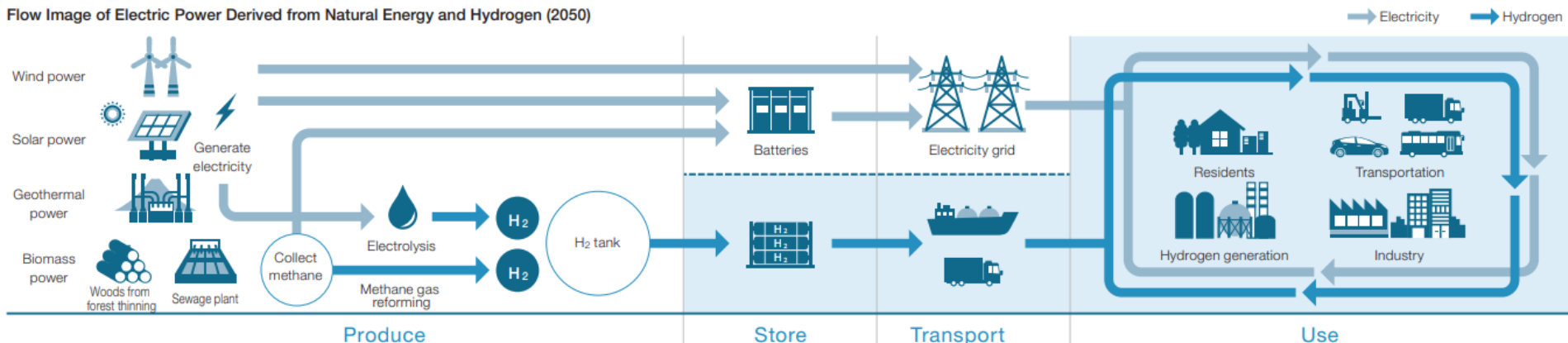


- 馬達效能優化、電力去碳化技術之減碳貢獻 ~52%
- 達到探中和仍須導入創新技術之應用：  
製程節能減排、廢料回收再利用、綠色能源 (氫能)

# 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

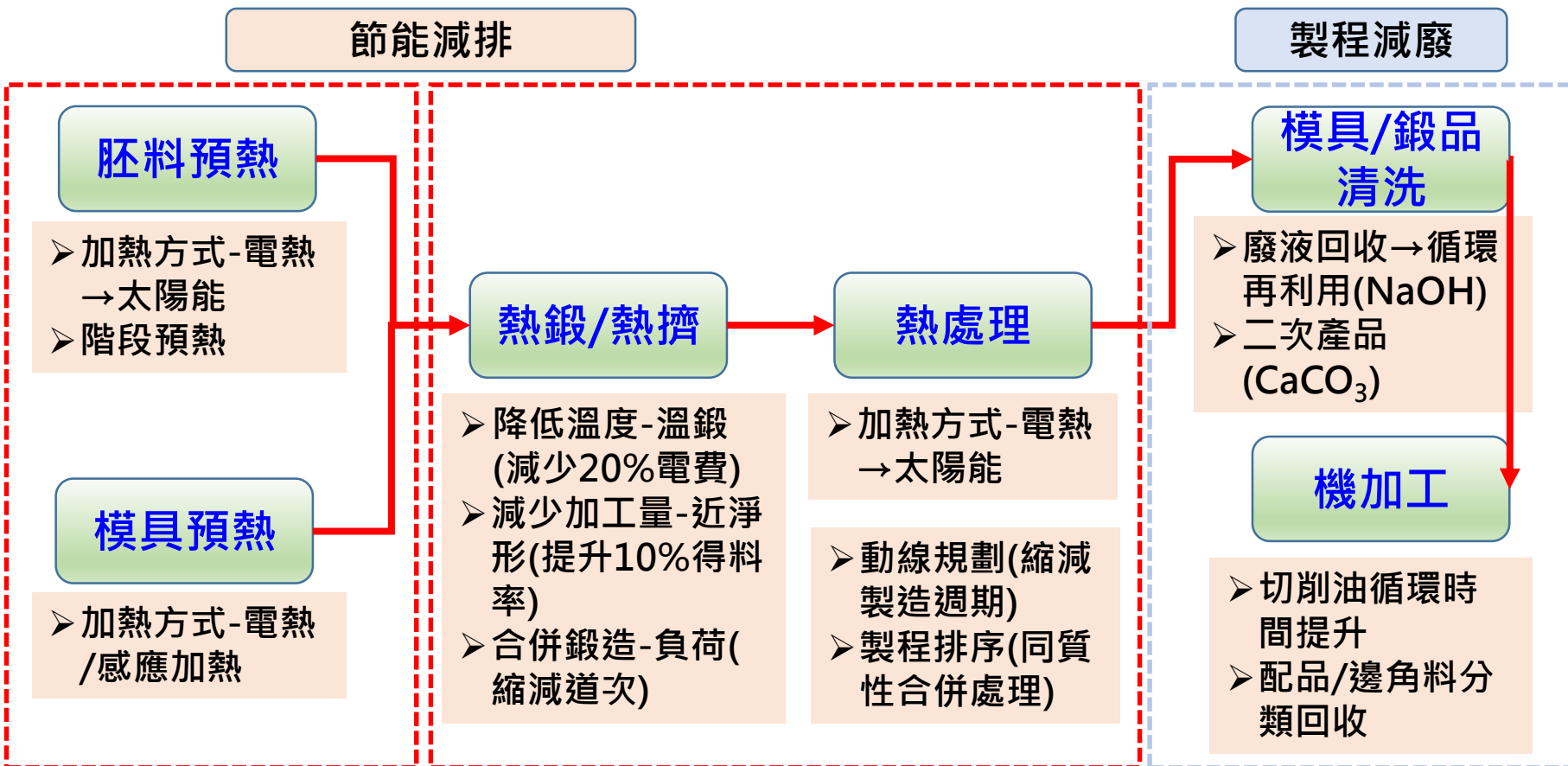
#### 熱處理端

- 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

## 熱鍛/熱擠廠減碳建議





# 減碳方案倡議 - 金屬製品製程 (續)

## ➤ 以碳鋼/特殊功能線材伸線產業為例：

### 伸線製程

- 以國內伸線設備平均馬達馬力為75HP，一度電=1KWH，電價=TWD 2.5元/度(工業用電)，**75HP=55.95KW**

每小時電費	NTD 140元
20小時電費(日工作量)	NTD 2,798元
每月電費(以每月25日計算)	NTD 69,938元
每年電費	<b>NTD 839,250元</b>

- 單一伸線廠平均約有**12台**伸線設備，台灣粗估約有**106家**伸線廠
- 台灣一年伸線製程所需耗費電費約**NT\$ 10.6億元**

### 熱處理製程

- 台灣碳鋼線材產量約**110萬噸/年**，特殊線材約**5萬噸/年**
- 預估製程熱處理費用(約**5元/2度電/kg**)
- 台灣一年碳鋼線材**熱處理**電費約**NT\$ 55億元**
- 台灣一年特殊功能線材**熱處理**電費約**NT\$ 2.5億元**

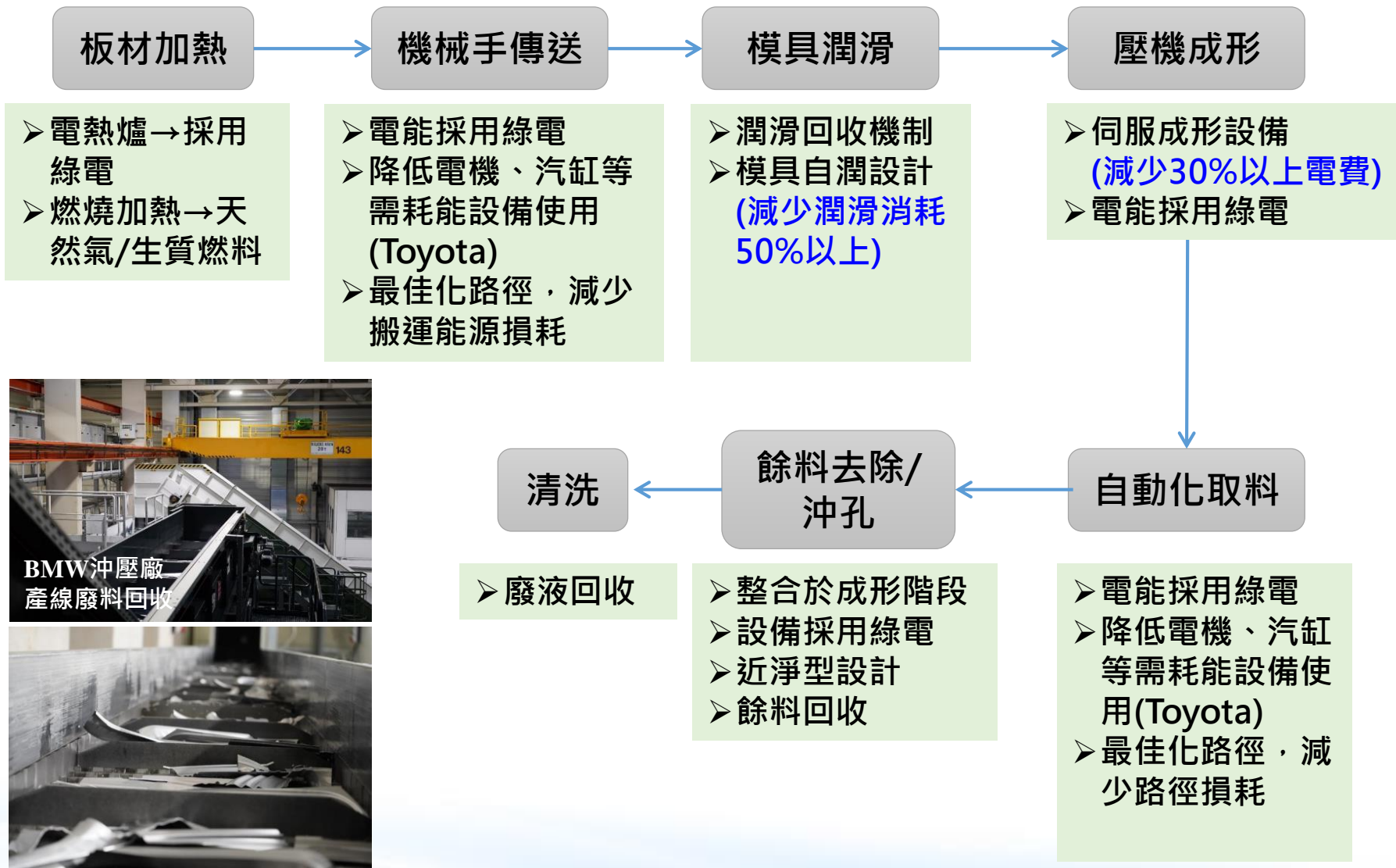
### 碳排

- 1度電=0.492 kgCO<sub>2</sub>e
- 台灣伸線產業一年約耗電**27.24億度**(成形+熱處理)
- 換算碳價(約105元/噸)約**NT\$ 1.4億元**

- 伸線流程整體能源損耗粗估約**NT\$68億元/年**
- 藉由**溫抽製程**：**碳鋼線材**可以**減少伸線道次30%**  
**特殊功能線材**可以**減少熱處理次數30%**
- 預計一年可降低能源損耗約**NT\$ 20億元**

# 減碳方案倡議 - 金屬製品製程 (續)

## ➤ 沖壓製程碳足跡路徑

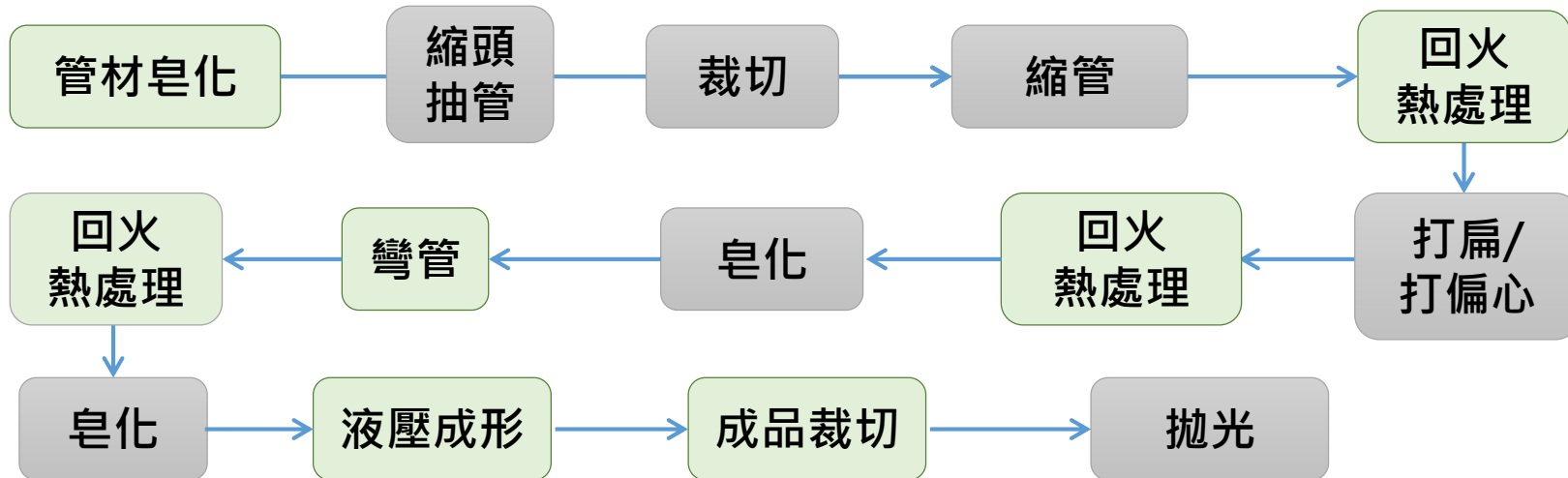






# 減碳方案倡議 - 金屬製品製程 (續)

## ➤ 自行車管材加工足跡路徑



➤ 皂化潤滑：廢液回收→循環再利用(NaOH) (減少潤滑消耗50%以上)

➤ 設備：採用伺服設備，如彎管/液壓成形設備(節能30%以上)

設備電能採用綠電

➤ 熱處理：電熱爐→採用綠電

燃燒加熱→天然氣/生質燃料

➤ 成品裁切：廠內鋁料回收

➤ 整體：利用模擬分析進行較佳方案設計，減少道次浪費(節能15%以上)



# 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，使用再生能源及導入回收材料應用已為出口產業必須面對的技術挑戰
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
4. 希望能向貴公司請益：
  - 目前在供應鏈體系中是否有被要求“減碳”目標？
  - 工廠是否已開始關注碳中和議題？是否有展開碳足跡評估工作？
  - 未來是否有規劃應用再生能源？或逐步替換廠內使用燃料之設備？



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