



金屬製品產業減碳趨勢與方案分享

金屬工業研究發展中心
製程處

成形組 陳彥儒 博士

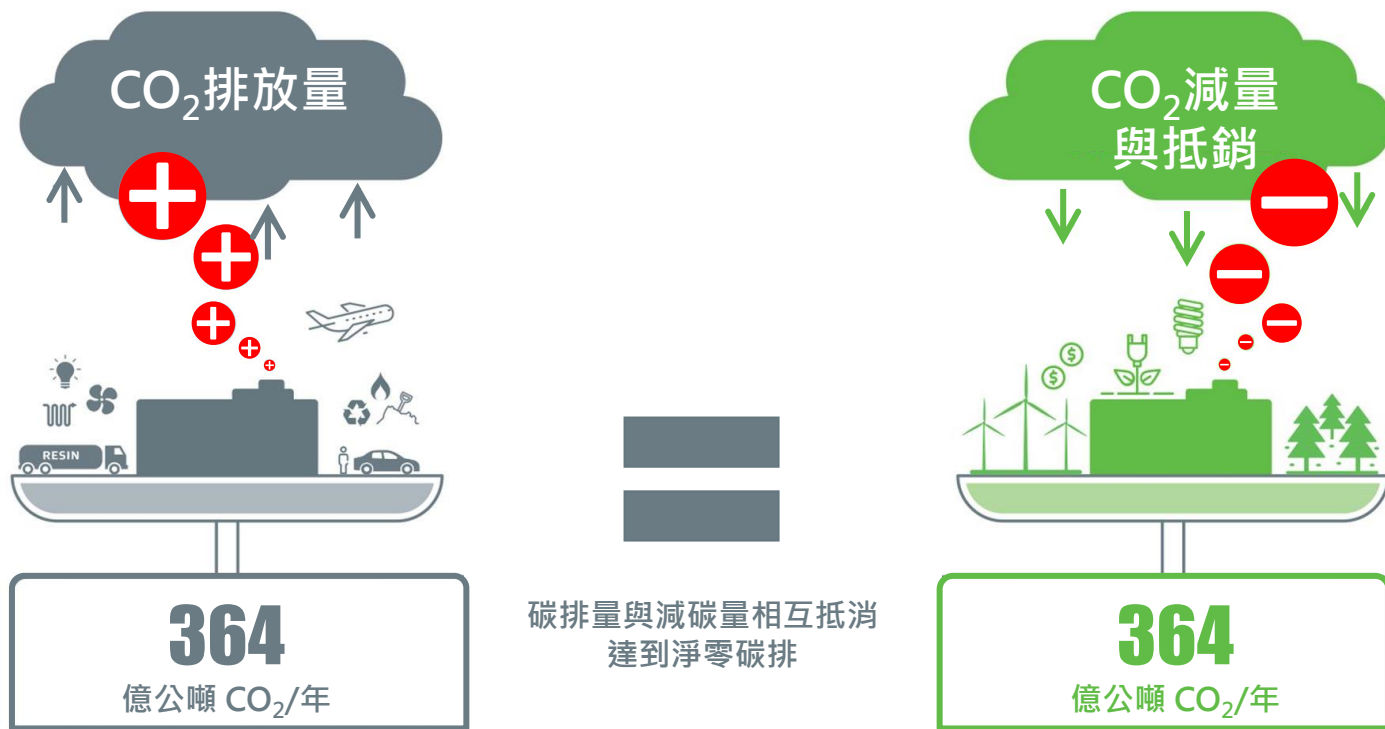
設備組 黃建注 博士



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

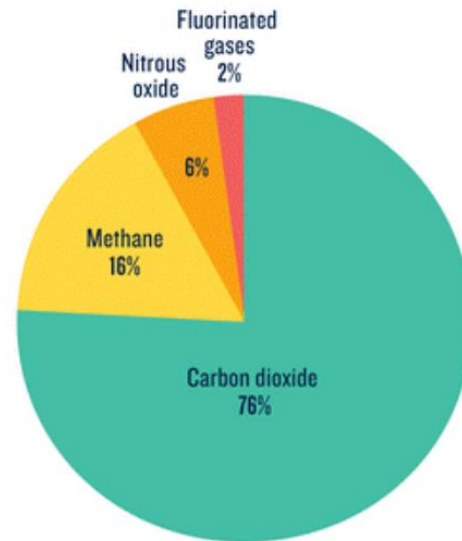
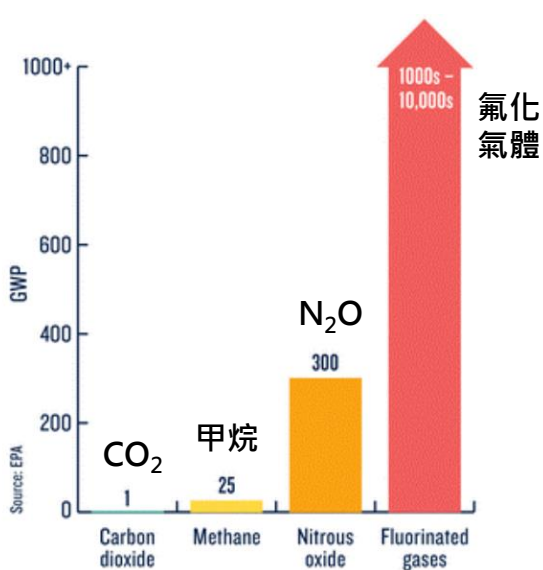
- **碳中和**：產品所產生的碳排量，透過**自我減量**(Reduction)與**外部抵換**(Offset)後，抵銷碳足跡
- **淨零碳排**：產品**減少或停止排放溫室氣體(GHG)**，並**扣除經過認證的移除量**後，其淨值為零



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

* GHG：Greenhouse Gas, 溫室效應氣體

溫室氣體與碳當量



各種溫室氣體之全球暖化潛勢(GWP)比較

製造活動之溫室氣體對整體碳排占比

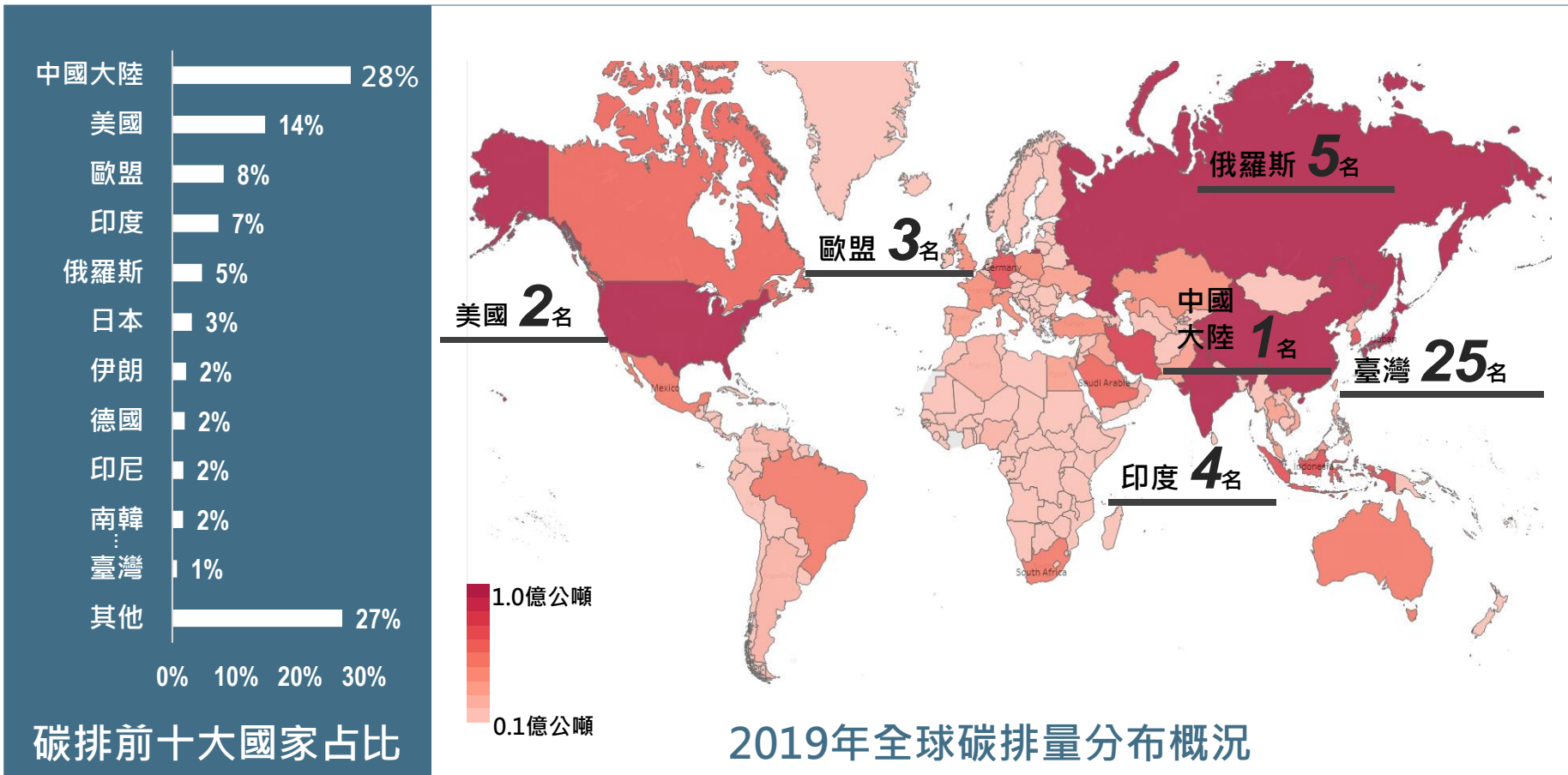
GWP
概念
相似於...





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.

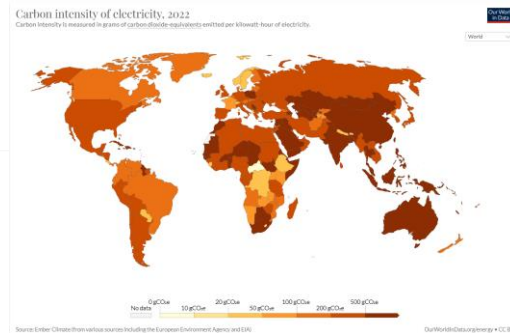
註1：2019年水準，生產1度電產生0.55公斤CO₂；2021年我國電力碳排係數為0.509公斤CO₂e/度

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



全球電力排碳係數比較

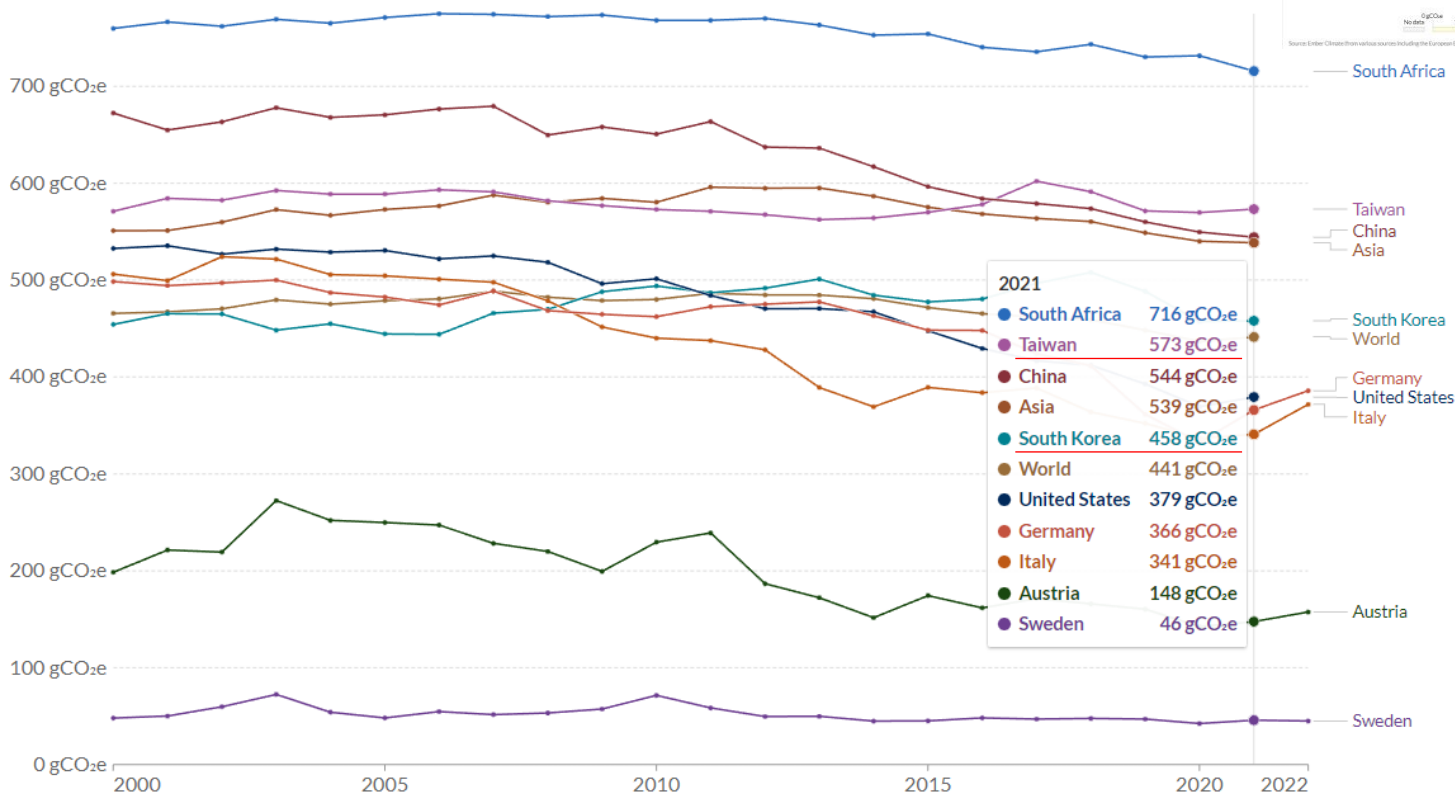
- 瑞典：98.2%電力來自低碳能源
(水力發電40.3%、風力發電19.4%)
- 美國：2022年太陽能成長3.5%、化石燃料減少2.6%



Carbon intensity of electricity, 2000 to 2022

Carbon intensity is measured in grams of carbon dioxide-equivalents emitted per kilowatt-hour of electricity.

+ Add country □ Relative change



Source: Ember Climate (from various sources including the European Environment Agency and EIA)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

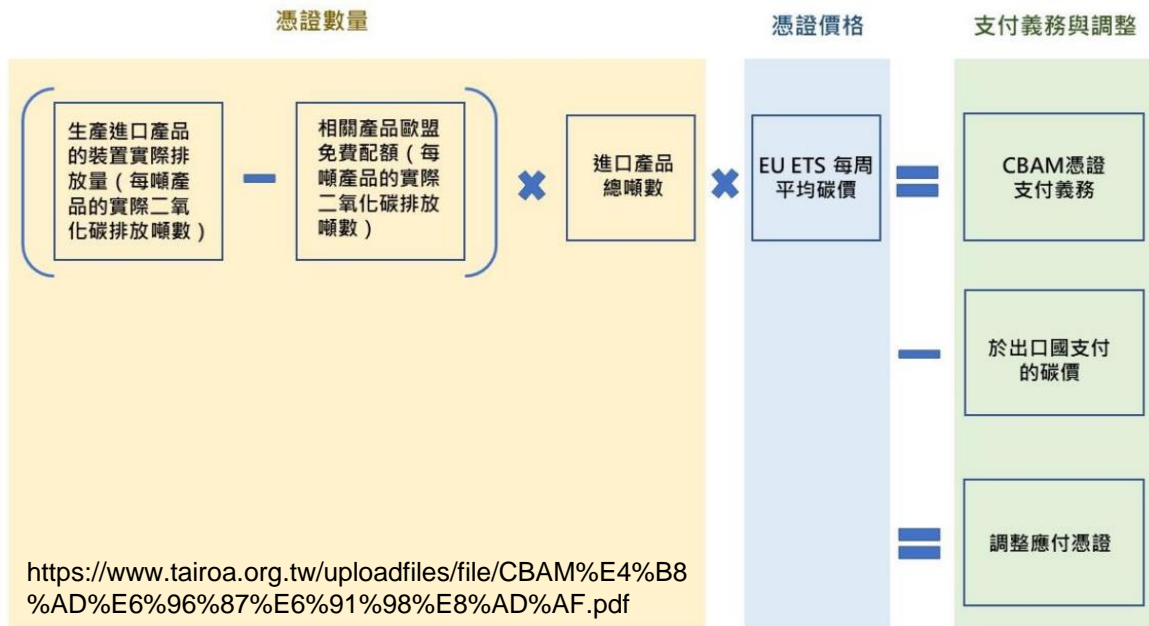
▶ 2000 ○ 2022

<https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>



CBAM(碳邊境調整機制)

- 進口公告之涵蓋貨品至歐盟區域應購買**CBAM憑證**
- 產品**免費配額可扣除**；2026年後此機制後可能退場
- 2023年1月1日生效；2027年起實際課徵 CBAM 憑證
- 進口商應**每季**向 CBAM 主管機關提交CBAM 報告，包含該季度進口數量、實際產品碳含量、實際產品間接排放碳含量、於出口國繳納碳價
- CBAM 報告最遲於該季過後 1 個月內提交。CBAM 主管機關應對未提交 CBAM 報告的申報人處以勸誡性處罰



鋼鐵 Iron and Steel		
歐盟稅號	貨品敘述	溫室氣體類別
72	Iron and steel - Except: 7202 Ferro-alloys 7204 Ferrous waste and scrap; remelting scrap ingots and steel	Carbon dioxide

鋁 Aluminium		
歐盟稅號	貨品敘述	溫室氣體類別
7604	Aluminium bars, rods and profiles	Carbon dioxide and perfluorocarbons



<https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>

政府相關政策及資源

2050淨零轉型 12項關鍵戰略

01 風電/光電

裝置容量持續累積

- 離岸風電** 累計設置量
 - 2025年 —— 5.6GW
 - 2030年 —— 13.1GW
- 太陽光電** 累計設置量
 - 2025年 —— 20GW
 - 2030年 —— 31GW

03 前瞻能源

- 地熱發電** 累計設置量
 - 2025年 —— 20MW
 - 2030年 —— 56-192MW
- 生質能** 累計設置量
 - 2025年 —— 778MW
 - 2030年 —— 805~1,329MW
- 海洋能** 累計設置量
 - 2025年 —— 0~0.1MW
 - 2030年 —— 0.1~1MW

06 碳捕捉

目標 2030年CCUS減碳目標為176-460萬噸

透過五大面向積極推動：

- 技術面
- 法規面
- 學術面
- 經濟面
- 公正轉型面

2025年前啟動2案 CCS 示範驗證計畫

07 運具電動化及無碳化

- 補充提高電動運具數量
- 完善使用環境、增加充電設施
- 推動國產化及產業技術升級

09 自然碳匯

- 2025年前建立自然碳匯中
土壤、森林、海洋三路徑的基礎調研工作
- 多元模式協助 **新增** 自然碳匯效益
eg. 獎勵補貼、碳權機制、農業ESG方案等

11 綠色金融

- 由大到小，上市櫃公司完成碳盤查及查證
- 建立及整合ESG平台，強化個別金融業進行氣候風險評估

碳權抵換 - 太陽光電

- **西班牙**2022年自用太陽能電力發電總量達2,649百萬瓦(MW) , 較2021年成長130% , 相當於西國2座核電廠發電量。其中**61% (1,625 百萬瓦)來自工業設置** , 39%源於住宅設置
- **法國**政府於2022年11月通過規定 , 擁有80個停車位以上的停車場在2027年前必須要安裝太陽能板 ; 超過400個車位的停車場 , 則需要在2025年前讓一半的空間被太陽能板覆蓋



碳權抵換 - 自然碳匯

- 跨國碳權交易平台 (如新加坡Climate Impact X)
- **綠碳：**
計算植物體內二氧化碳的進出量，也就是將收入（吸收量）扣掉支出（排放量），就能得到淨收入（碳匯）
- **藍碳：**
測定較困難(開放環境)，碳權發行量少
- **黃碳：**
測定方法建立中



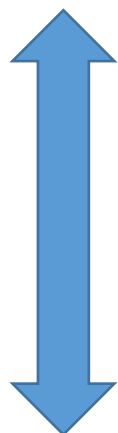


組織碳盤查與產品碳足跡

製造 – 交易完成
(搖籃 – 大門)

ISO-14064-1

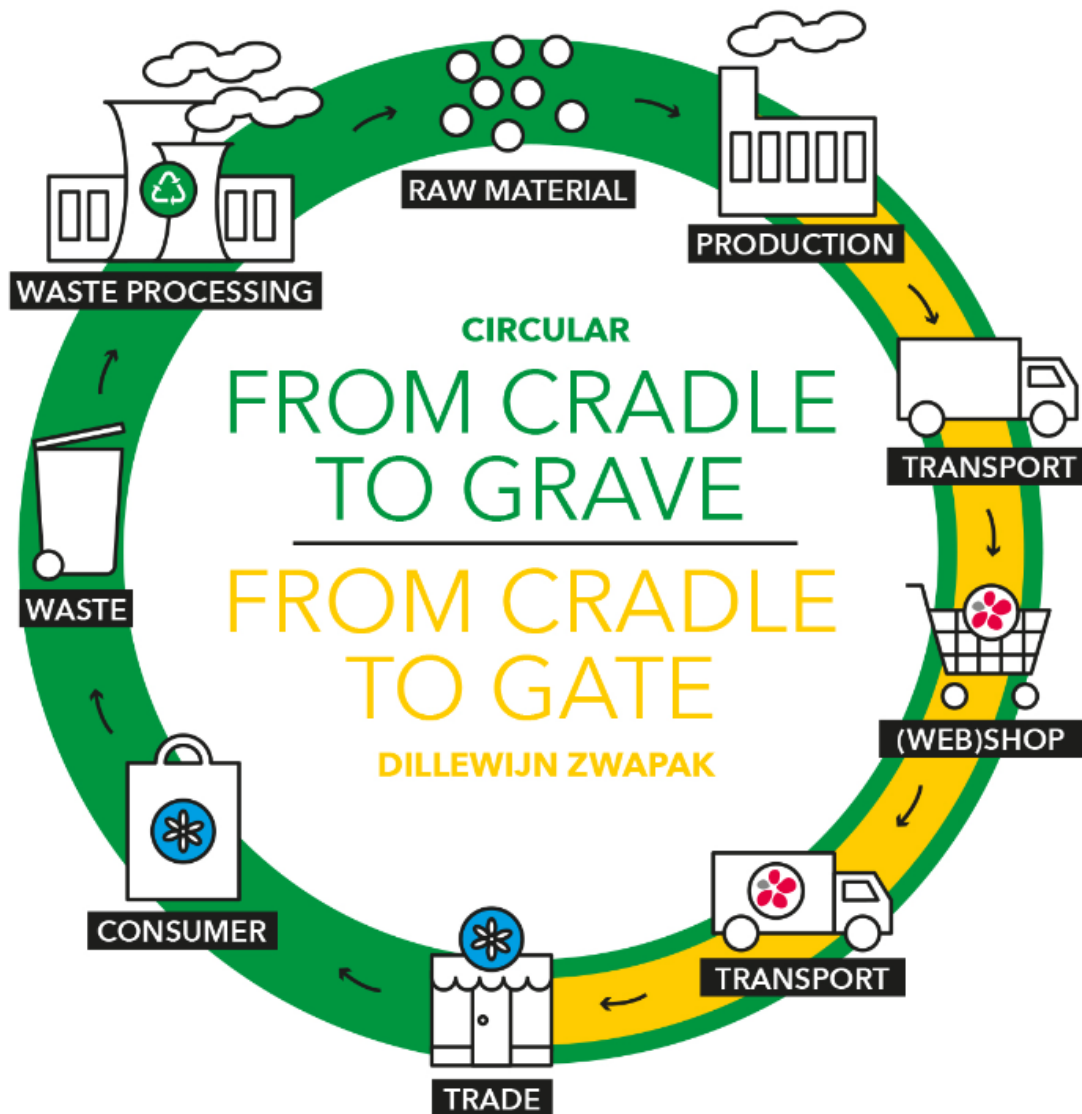
組織碳盤查
(公司、子公司)



ISO-14067

產品碳足跡
(單一品項)

製造 – 壽命終結
(搖籃 – 墳墓)





政府相關政策及資源

CEO減碳好幫手

產業節能減碳資訊網



碳盤查

- 製造部門行動方案
- 淨零專區
- 碳盤查專區
- 產業輔導資源成果

聯絡
窗口

綠基會
(04)2350-8042

節能技術廠商交流平台



碳減量

- 技術/產品資訊
- 輔導工具
- 輔導/補助資訊
- 諮詢/媒合

聯絡
窗口

產基會
(02)7704-5248

事業溫室氣體排放量平台



碳抵換

- 減量方法
- 抵換專案案件
- 減量額度帳戶
- 合格認證/查證機構

聯絡
窗口

環保署
(02)2311-7722 #2795

產業碳估算工具

試算練習區 (訪客)



請輸入過去12個月的使用情形

電力使用	汽機使用	柴油使用	天然氣使用	廢水處理費
單位	單位	單位	單位	單位
數值	數值	數值	數值	數值

碳排總計

碳排計算量

單位: tCO₂e/年

點: 汽車 船隻 飛機 鐵路

概算碳排量

產業別試算區 (製造/服務業)

製造業試算區

燃料計算

固態燃料

燃料種類	單位	數量
燃料種類	單位	數量
燃料種類	單位	數量
燃料種類	單位	數量

掌握碳排分布

輔導專線

中企處 0800-035399

產業競爭力發展中心

輔導資源搜尋



協助
產業升級轉型

諮詢 訪視
診斷 媒合

協助
營運困難企業

災後復建服務
無薪假與員工關懷
債權債務協商協助

我們是產業競爭力發展中心的服務團隊
我們是一群充滿活力、有服務熱誠的
產業服務團隊。你有問題，我們來協助。

產業競爭力發展中心
0800-000257



輔導專線
0800-000-257

政府相關政策及資源 (續)

頭家帶隊 由上而下 提升企業減碳認知



112年
即刻啟動

依需求
選擇課程

結合各界專家能量，協助產業跨出減碳第一步，邁向淨零轉型



CEO班



講習班



種子班

訓練天數	半天	1天	3天(+2天)
對象	公司高階主管 鼓勵公司啟動淨零	公協會/ 工業區 瞭解排放/供應鏈要求盤查	公協會/ 工業區 法規/供應鏈要求 查證者
課程重點	① 國內外淨零趨勢 ② 政府資源	① 線上基礎+實體案例教學 ② 經濟部金好算軟體試算	① ISO碳盤查(碳足跡) ② 案例研討+自廠碳排計算

政府相關政策及資源 (續)

節能輔導資源助攻減碳

協助進行能源分析、問題診斷，提出改善建議

- 電力
- (1) 契約容量最佳化
- (2) 電力品質診斷
- (3) 能源管理系統建置

- 泵浦
- (1) 泵浦變頻調速
- (2) 泵浦耗能建議

- 空調
- (1) 空調耗能建議
- (2) 風機最適化評估
- (3) 冰水機效能診斷
- (4) 冷卻水塔效能評估
- (5) 水泵效能評估

1

免費服務

盤點耗能設備
量化能源基線
提出改善方案
制訂推動措施
建立管理制度
檢視節能成效
協助補助申請
節省運轉成本
提高競爭優勢

2

3

4

- 空壓
- (1) 壓縮空氣耗能診斷
- (2) 管線洩漏檢測
- (3) 系統最適化建議

5

- 鍋爐 / 製程
- (1) 燃料替代評估
- (2) 製程設備效率評估
- (3) 熱回收評估

6

- 風機
- (1) 風機變頻調速
- (2) 風機耗能建議
- (3) 風扇改用高效率節能葉片

碳盤查範疇

針對工廠營運過程產生7種**溫室氣體排放量**，進行全廠排放量盤查作業，以**CO₂當量(CO₂e)**表示。

溫室氣體排放量 = \sum 活動數據 (燃料耗用量、用電量等) \times GHG排放係數 \times GWP值



資料來源：產業節能減碳資訊網；工業局『產業淨零趨勢與因應做法』簡報

* 七種溫室氣體：二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、一氧化二氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFC)、全氟化碳(PFC)、六氟化碳(SF₆)、三氟化氮(NF₃)



國際指標業者之淨零願景

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



製品減排
(範疇三)

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
(範疇一、二)

SDGsへの貢献



ライフサイクルCO₂ゼロチャレンジ

Challenge

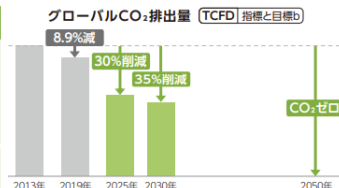


ライフサイクル全体での
CO₂排出ゼロを目指す
製品生命週期淨零
(範疇一、二、三)

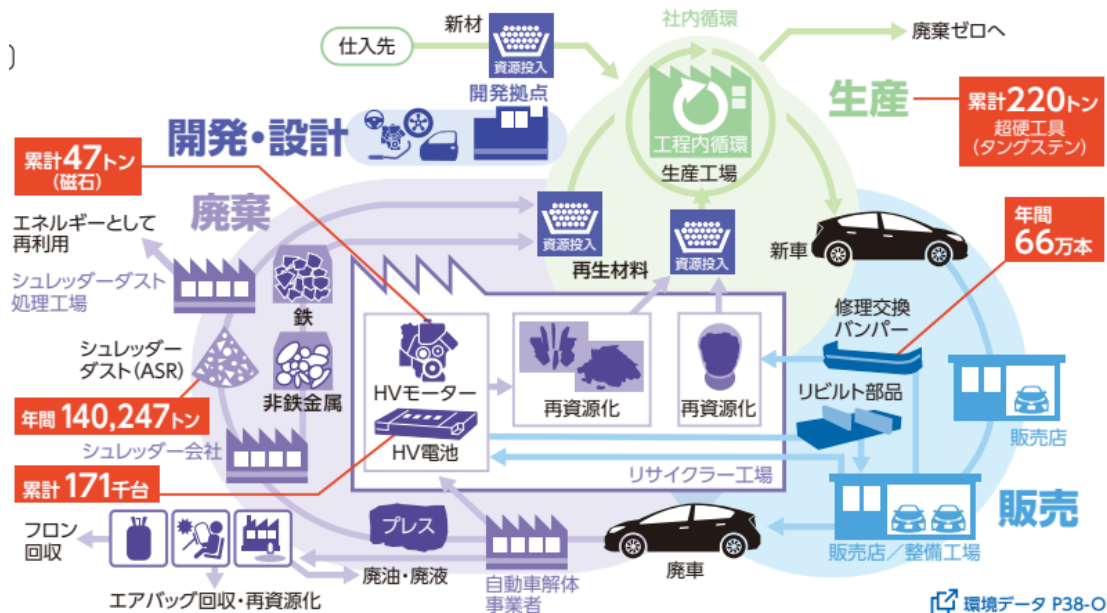
SDGsへの貢献



	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、水電解式水素発生充填装置)



- 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



鍛造業者碳盤查數據分享

以日本為例

- 製造業佔整體碳排量**75.7%**；鋼鐵業佔製造業分類中的75%
- 金屬製品及非鐵金屬製品產業排放之溫室氣體均為**CO₂** (99%以上)
- 非鐵金屬之總碳排量約為金屬製品產業之**2倍**

AISIN アイシン機工株式会社

- 營業額約NT\$ 207億元；員工數2,744人
- 年度碳排量：**56,216 噸CO₂e**



冷鍛
成形

精密
加工

熱處
理

雷射
銲接



オイルポンプ Assy



オイルポンプ Assy



オイルポンプ Assy



オイルポンプ Assy



オイルポンプ Assy



インプット Assy

<https://aisin-kiko.jp/>

KAWADA カワダ株式会社

- 營業額約NT\$ 31.2億元；員工數578人
- 年度碳排量：**24,729 噸CO₂e**

01 ホイールハブ



企画設計・製作 熱間鍛造 機械加工・高周波焼入 納品

02 プロペラシャフト



企画製作 熱間鍛造・電鍍塗装 機械加工 圧縮成形 組立・静電塗装 納品



熱鍛
成形

模具
加工

熱處
理

銲接

塗装

<https://www.kawadakk.jp/technology/integrated>



鍛造業者碳盤查數據分享

以日本為例

SSC 株式会社
杉浦製作所

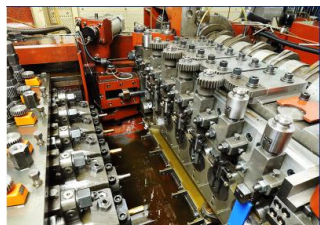
- 營業額約NT\$ 64.1億元；員工數598人
- 年度碳排量：16,770 噸CO₂e



冷鍛
成形



熱鍛
成形



(M3 ~ M22)



(M22 ~ M100)

模具
加工

熱處
理



表面
處理

<https://ssc-ltd.co.jp/>

GOHSYU

- 營業額約NT\$ 45.8億元；員工數345人
- 年度碳排量：23,800 噸CO₂e

冷間成形ライン
340TON フローフォーミング
フォーマーライン ライン
🔧×1 🔧×3
月産量：310萬件



冷鍛
成形

熱間成形ライン
2000~4000TON 2000TON 600~1000TON
🔧×7 🔧×8 🔧×7
月産量：610萬件



熱鍛
成形

素材熱処理 加工熱処理炉
連続式焼入焼戻炉 完成品熱処理
連続式焼ならし炉 浸炭焼入焼戻炉
ベル型焼きなまし炉 真空焼入焼戻炉
月産 2,900TON 月産 27TON



熱處
理

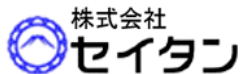
模具
加工

<https://www.gohsyu.com/equipment/>



鍛造業者 碳盤查數據分享

以日本為例



- 營業額約NT\$ 6.9億元；員工數149人
- 年度碳排量：9,648噸CO₂e



お急ぎの場合はご相談下さい！

平均加工日数 **10日~14日**

過去に最短**4日**納品の実績があります！

熱鍛
成形

模具
加工

熱處
理



- 營業額約NT\$ 10.5億元；員工數160人
- 年度碳排量：7,420噸CO₂e



鋼鐵製品

鋁合金製品



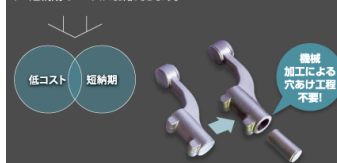
熱鍛
成形

模具
加工

熱處
理

異方向穴あけ技術 (CP工法：Cross Piercing工法)

これまで型割方向にしかなかった穴あけをCP工法（インライン）で任意の方向と寸法で実現しました。
鍛造後の機械加工を大幅に低減し、低コスト・短納期のニーズにお応えします。



中空曲げ鍛造工法 (WF工法：Wrap Forging工法)

鍛造工程でのスリット成形・内径成形が可能



- 特徴1 CP工法からさらに材料歩留まりが向上
- 特徴2 CP工法同様、内径を高精度で成形可能
- 特徴3 スリット及び内径の機械加工費を大幅削減または、機械加工レス化
- 特徴4 様々な形状バリエーションで製作可能



<http://www.seitan.co.jp/>

<http://www.tfo-corp.co.jp/>

鍛造業者減碳規劃案例 1

ThyssenKrupp(德)-提升能源使用效率、導入智慧自動化技術

- 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；投資NT\$25億元建置新鍛造產線，透過**高度自動化減少能耗37%**，單站碳排料減少**512噸CO₂e**



<https://www.thyssenkrupp.com/en/stories/engineering-and-innovation/making-plans-for-the-future-at-the-homburg-site>

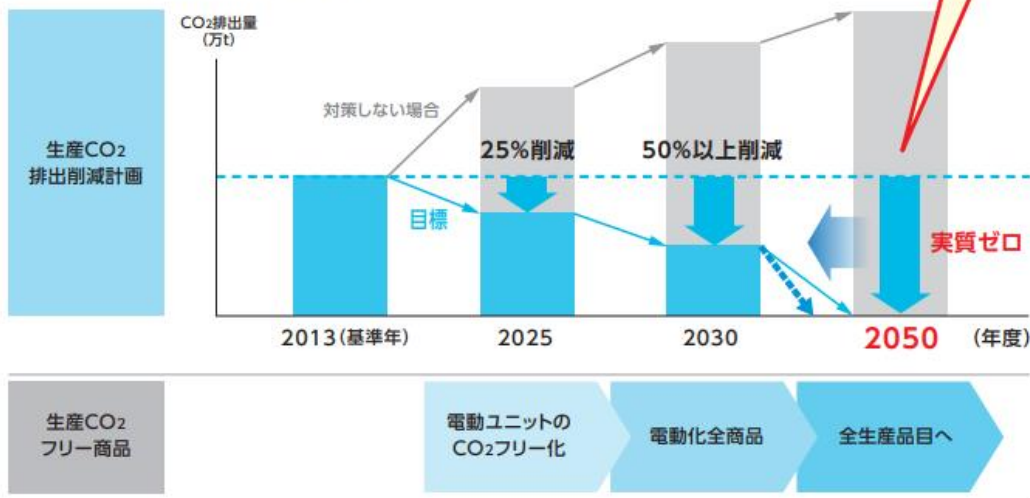
鍛造業者減碳規劃案例 2

Step 1 – 設定目標

アイシンの生産におけるカーボンニュートラルの目標

生産時のCO₂排出量を2030年に50%削減し、
2050年には実質ゼロをめざします。
また、実質ゼロは2050年より前に実現するようチャレンジしています。

生産CO₂実質ゼロへのロードマップ



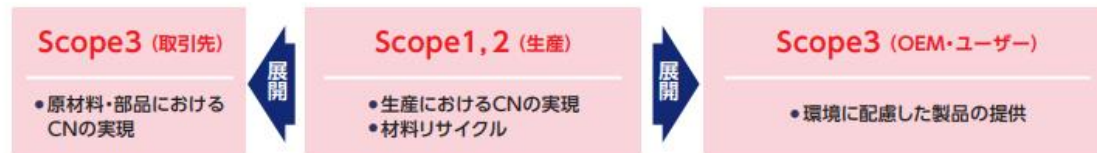
2050年までには
カーボンニュートラルを
達成するのじゃ!



鍛造業者減碳規劃案例 2(續)

Step 2 – 設定範疇與場域

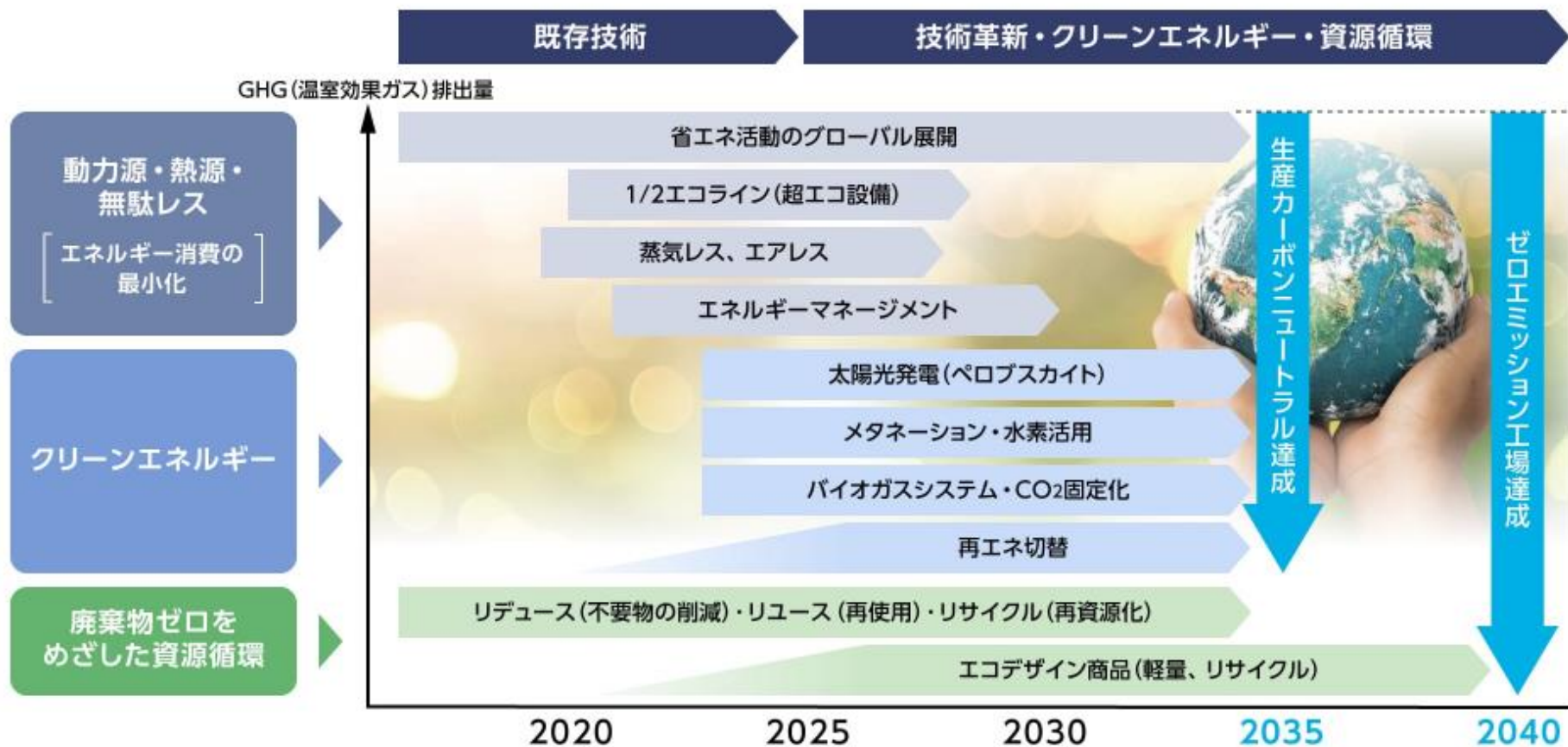
カーボンニュートラル実現に向けて



自社のCO₂排出だけでなく、原材料・部品の製造、使用、廃棄までサプライチェーン全体で排出量を低減。

鍛造業者減碳規劃案例 2(續)

Step 3 – 技術手段導入



地球環境と人にやさしいゼロエミッション工場に向けた道筋

鍛造業者減碳規劃案例 2(續)

Step 4 – 成效檢核確認

モノづくりのエコデザイン (つくり視点)

金属系のエコデザイン (金型・治具類)

減らす  小型軽量カセット (体格△80%)
端材の部品活用 (再利用率23%)
端材 → 分割入子

**リユース
リサイクル**  共通設計で更新時の再利用
(再利用率75%)

寿命向上  熱衝撃緩和・高精度面性状
(寿命1.3倍)

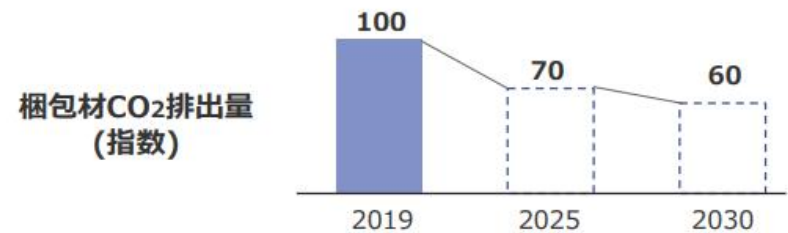


樹脂系のエコデザイン (物流資材など)

減らす  薄肉軽量 梱包仕様
使用量の適正化 (廃棄物△18%)

**リユース
長寿命**  リターナブル・高強度設計で循環・再利用
(廃棄物△14%)

リサイクル  バイオプラスチック化
(2025年導入に向け開発中)

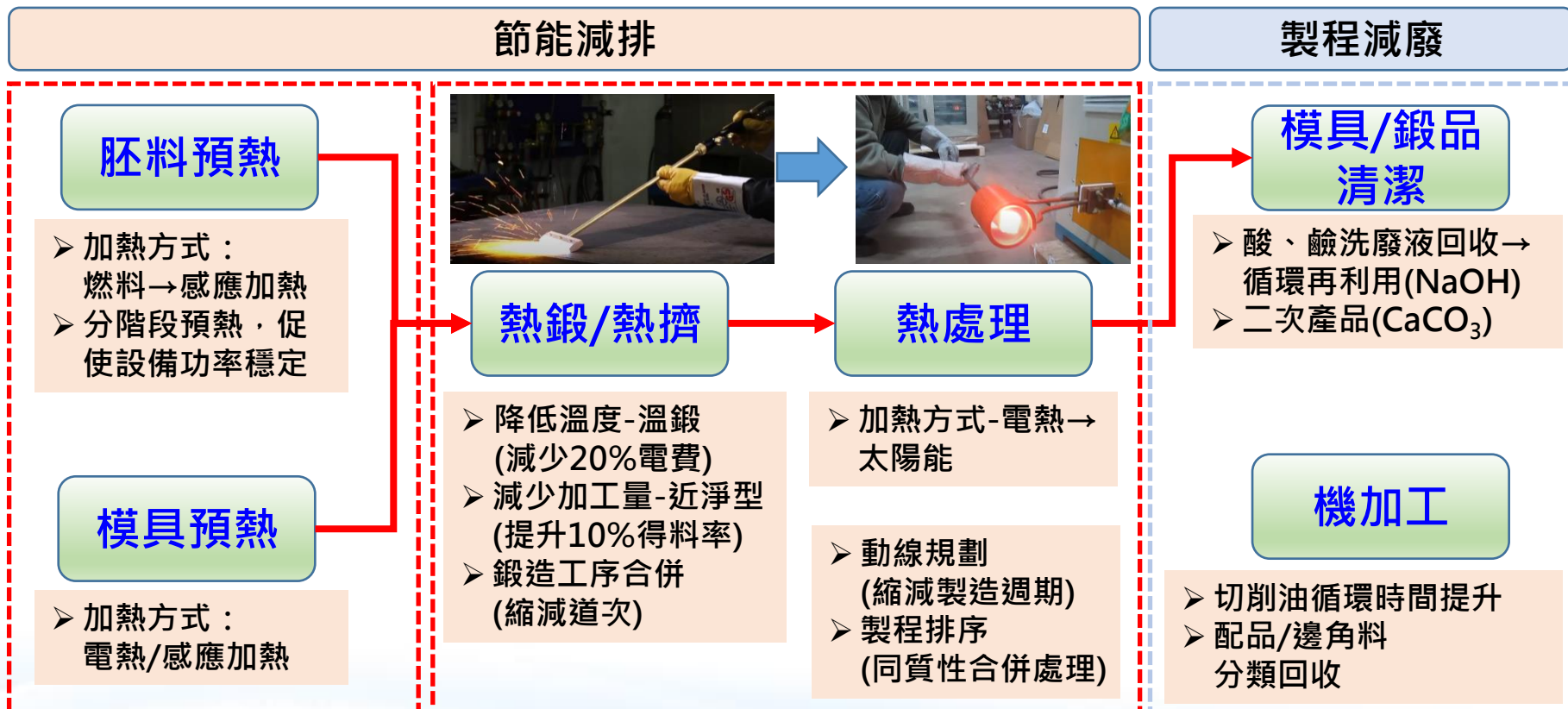


金屬製品製程減碳方案倡議

金屬成形產業製程現況

- **熱間成形**製程包含製程前模具/胚料加熱、主製程、機械加工、製程後熱處理、表面處理等程序，碳排主要來自材料加熱/冷卻及設備能耗，**加熱技術目前以電力為主，燃氣/油為輔**。製程中潤滑、製程後酸鹼洗等廢棄物處理也是碳排項目之一。
- **冷間成形**製程雖無需加熱，但需進行退火、球化、抽線等前處理。其成形製程中碳排主要來自設備能耗(電力間接排放)、製程餘料與廢棄物等。

可行減碳方案



金屬製品製程減碳方向倡議 (續)

馬達本體與驅控 (點)

負載匹配優化 (線)

系統智慧節能 (面)

~2%



- 磁熱固多物理耦合分析
- 高效率鐵芯連續製程優化...

節能馬達開發

~5%



- 功率元件開發
- 功率模組開發...

馬達高效驅控

~8%



- 流體機械流場設計
- 高效葉輪一體成型...

傳動模組匹配

~10%



- AI智慧控制系統
- 馬達節能驗證技術與示範...

系統智慧節能暨驗證

各單元效率提升總合 (約>25%)

馬達系統節能關鍵技術

聯繫窗口：黃建注 博士 (07-3513121 #2468)

金屬製品製程減碳方向倡議 (續)

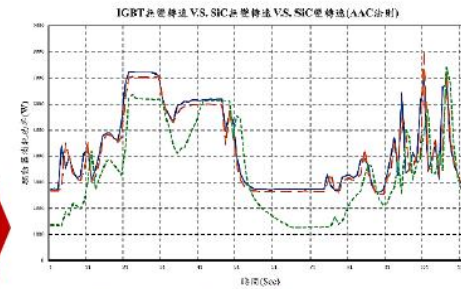
■ 技術突破或創新作法

- 碳化矽矽驅動器於平台的節能測試，**節能率3%**
- 外嵌近似動態規劃動力驅動暨優化技術，並整合碳化矽驅動器於射出機，優化轉速調整，**節能率>10%**

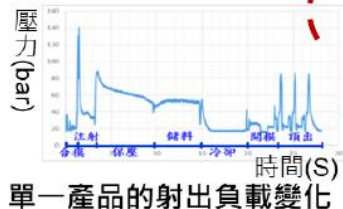
驅動器運轉節能率比較表

	IGBT無變轉速	IGBT變轉速 (AAC法則)	SiC無變轉速	SiC變轉速 (AAC法則)
節能率提升 (%)	100	-14.49	-3.23	-18.65

- 感應馬達外嵌加裝變頻器調速約可以**節能10%**以上
- 換裝永磁馬達和驅動器，**優化設備動系約可以節能20%**以上
- 以射出機系統場域為例，**開發機器學習法則**外嵌於碳化矽驅動器，**可再次優化並達成全程提升節能率20%**。



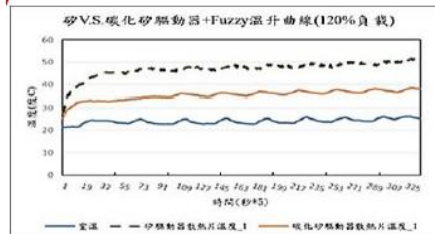
IGBT無變轉速 VS. SiC無變轉速 VS. SiC變轉速(AAC法則)
 全程節能率提升約18.6%



全碳化矽溫升及功率量測



變轉速控制外嵌油壓動力系統節能驗證



降溫比例約26%



整合碳化矽驅動器於射出機場域節能測試



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

