

# カナック処理を活用した 金型の長寿命化による CO<sub>2</sub> 排出量可視化と削減効果

(株)カナック 山田 哲嘉\*

金型ができるまでには、多くの温室効果ガス (CO<sub>2</sub>) が排出されている。鉄の原料になる鉄鉱石の調達には 100% 国外からの輸入に頼り、調達においては環境へのさまざまな負荷が生じている。製鉄工程では、輸入した鉄鉱石と石灰石・コークスを交互に投入し、約 1,200℃ の熱風を吹き込むことで「銑鉄」を製造、あとに不要な炭素を取り除き、成分調整を行うことで「鋼」へと変化させていく。この製鉄工程で排出される CO<sub>2</sub> は日本の CO<sub>2</sub> 総排出量の 14% を占める。そして、製鉄工程を経てできた鋼は多くの電力を使って加工され、金型が完成する。1t の金型を加工した際の電力量は、一般家庭 10 年分もの電力に相当する。

モノづくり大国日本において、金型は必要不可欠なものであるが、課題も多い。当社では表面処理を通じて、従来の価値である「金型寿命向上」、「生産性向上」、「段取替えコスト削減」に加え、「CO<sub>2</sub> 排出量削減」と

いう新しい付加価値を顧客に示し、認識してもらう必要があると考える。

## カナック処理の特徴

一般的な窒化処理は鋼に含まれる鉄 (Fe) に反応させて表面を硬くするが、カナック処理はクロム (Cr) に反応させることで硬化層を生成する。これにより、以下のような特徴を得ることが可能である。

### 1. 寸法変化や面荒れが少ない

カナック処理は 500~530℃ で処理を施すことにより、熱の影響による寸法変化は一般的な窒化処理よりは小さくなる。また、化合物層 (白層) が生成されないため、鋼の上に物質が乗る、付着することがない。これにより、当社データによると ±5 μm 以内で寸法変化が収まる。

### 2. 複雑な形状、深穴にも均一な効果が得られる

ガス窒化の一種であるカナック処理では、金型角部への硬化層集中はなく、複雑形状の金型や注射針の細穴内径部まで均一に硬化層を生成する。

### 3. 処理後のダメージが少ない

70° と 90° の金型エッジ部を、処理 1 回目終了後、3 回目終了後で拡大した写真の比較を図 1 に示す。それぞれの金型には欠けやダレ、析出炭化物の生成がなく、金型のダメージが少ないことがわかる。

### 4. 浅い硬化層を生成する

SKD61 ではおよそ 50 μm までがカナック処理効果 (図 2) となり、母材の硬さを残す硬化層の浅いカナックの窒化処理は、クラックが入った際に伸展を防ぎ、その後の補修を容易にする。

\*Tetsuyoshi Yamada : 経営戦略室 室長  
〒426-0001 静岡県藤枝市仮宿 1634-1  
TEL(054)644-7988

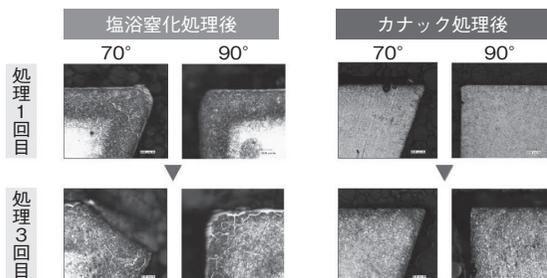


図 1 塩浴窒化処理後とカナック処理後の処理 1 回目終了後と 3 回目終了後の比較

以上のことから、アルミダイカスト金型、樹脂金型、プレス金型、成形機に付帯するホップや配管、チェーンなど幅広い分野の摩耗対策に適応が可能となった。

## CO<sub>2</sub> 排出量可視化と削減効果 —(株)リコーの事例

(株)リコーから提供いただいた調査資料(図3)では、「仕入先金型」は無処理の金型、「社内内製金型」はカナック処理をした際の金型である。同じ樹脂フィラー30%添加において、製品生産数と修復履歴の違いを確認した。無処理の金型では64万個の製品生産で金型が使用不可、溶接補修を17回実施した。カナック処理済みの金型では130万個で予定生産数を終了、溶接補修は複数回(3回と仮定)実施した。カナック処理を施すことで製品生産数は203%増加、溶接補修回数は83%削減可能となり、無処理の金型で予定生産数の130万個を生産するとなると、3つの金型が必要となる。

無処理の金型3型で130万個生産時と、カナック処理の金型1型で130万個生産時、金型の長寿命化に伴うCO<sub>2</sub>排出量の可視化をするために、金型の上流から下流まで「原材料の調達」、「輸送」、「生産」、「廃棄」とライフサイクルステージを洗い出し、スコープ1(自社が直接排出する温室効果ガス)、スコープ2(自社が間接排出する温室効果ガス)、スコープ3(原材料仕入れや販売後に排出される温室効果ガス)の各工程のCO<sub>2</sub>排出量を可視化する。リコーに協力いただき、活動量である「重量」、「金額」、「距離」、「生産数」、「電力量」などのさまざまな情報を提供いただいた結果を示す。

### 1. スコープ2(間接排出)

リコーから見て、使用した電力に当たる(図4)。「鋼の加工」、「成形トライ」、「成形」と3つの工程で電力を使用しており、CO<sub>2</sub>排出量を算定する。東京電力管内の工場で金型を内製、成形トライまでを実施し、金型をタイの工場に送り、生産を実施する。CO<sub>2</sub>排出量で大きく差が出るのは、やはり鋼の加工時に用いる電力量であり、2型分多く製作をすることで

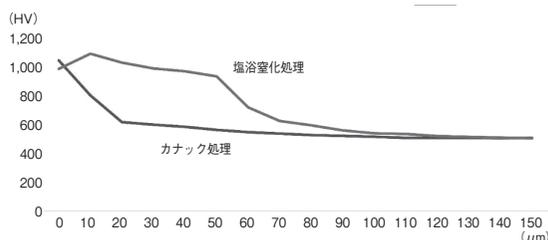


図2 カナック処理後の硬さ分布

約80tの差が生じる。

### 2. スコープ3カテゴリ1(購入した製品・サービス)

リコーから見て、購入した製品・サービスに当たる(図5)。当社へ表面処理依頼を発注する際も購入したサービスとなる。当社では工程にある輸送(引き取り)、表面処理、輸送(配達)を組織レベルのCO<sub>2</sub>データ算定が完了しているため、1次データとして提供することが可能。藤枝工場は2022年度に1,051tのCO<sub>2</sub>を排出し、191.8tの金型を表面処理施工している。つまり、1tの金型を表面処理する際に、5.48tのCO<sub>2</sub>が排出されていることとなる。

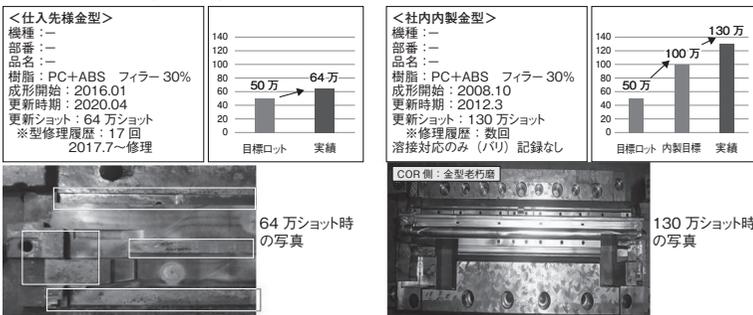
表面処理を金型重要部0.16tの金型に行うにあたり、0.88tのCO<sub>2</sub>が排出されることとなる。また、無処理の金型は17回の溶接修理を外部に依頼し、45万円程度かかっていたため、表面処理回数が3回と仮定するとCO<sub>2</sub>排出量にも約4t差が生じる。

### 3. スコープ3カテゴリ2(資本財)

スコープ3カテゴリ2は、資本財からのCO<sub>2</sub>の排出量を指す(図6)。金型1型を約3,000万円です資本

## ■ 金型の高耐久技術

高寿命金型の確認：高精度 Mo 部品 (PC+ABS：フィラー含有30%) において型構造や処理で倍の耐久性を目指している。※目標50万ショットを100万ショット以上の耐久を目指す施策。過去実績から、その効果の確認を行った。



資料提供：(株)リコー

図3 (株)リコー調査資料

スコープ 2



無処理 153.38 t-CO<sub>2</sub>      カナック処理 70.02 t-CO<sub>2</sub>

※小数点第3位を四捨五入

間接排出

工程	スコープ/カテゴリ	① 排出原単位					② 活動量		③ CO <sub>2</sub> 排出量 (①*②=③)	
		分類	品目	排出原単位の種類 (アスエネデータと紐づけ)	排出係数	データソース	実数	単位		補足
鋼の加工	スコープ 2	電気	電気 (2022年度)	東京電力エナジーパートナー様 (参考値) 事業者全体、23年7月修正	0.000451	環境省 電気事業者別 排出係数一覧	92,400	kWh	・全型1型マシニング加工時間=2,800時間 加工に用いる消費電力/1時間=33kVA ※2,800時間*33kVA=92,400kWh	41.672
成形フライ (800個生産)	スコープ 2	電気	電気 (2022年度)	東京電力エナジーパートナー様 (参考値) 事業者全体、23年7月修正	0.000451	環境省 電気事業者別 排出係数一覧	30.64	kWh	・1,000個生産時の電力=38.3kWh ※(800個/1,000個)*38.3kWh	0.014
成形 (1,300,000個生産)	スコープ 2	電気	電気 (2016年度)	Thailand (Nationwide)	0.000569	IGES Ver11.1	49,790	kWh	・1,000個生産時の電力=38.3kWh ※(1,300,000個/1,000個)*38.3kWh	28.331

工程	スコープ/カテゴリ	① 排出原単位					② 活動量		③ CO <sub>2</sub> 排出量 (①*②=③)	
		分類	品目	排出原単位の種類 (アスエネデータと紐づけ)	排出係数	データソース	実数	単位		補足
鋼の加工 (全型3個生産)	スコープ 2	電気	電気 (2022年度)	東京電力エナジーパートナー様 (参考値) 事業者全体、23年7月修正	0.000451	環境省 電気事業者別 排出係数一覧	277,200	kWh	・全型1型マシニング加工時間=2,800時間 加工に用いる消費電力/1時間=33kVA ※2,800時間*33kVA=92,400kWh	125.016
成形フライ3型分 (800個生産)	スコープ 2	電気	電気 (2022年度)	東京電力エナジーパートナー様 (参考値) 事業者全体、23年7月修正	0.000451	環境省 電気事業者別 排出係数一覧	30.64	kWh	・1,000個生産時の電力=38.3kWh ※(800個/1,000個)*38.3kWh	0.042
成形2型分 (640,000個成形時*2)	スコープ 2	電気	電気 (2016年度)	Thailand (Nationwide)	0.000569	IGES Ver11.1	49,024	kWh	・1,000個生産時の電力=38.3kWh ※(640,000個/1,000個)*38.3kWh*2型	27.894
成形1型分 (20,000個生産)	Scope 2	電気	電気 (2016年度)	Thailand (Nationwide)	0.000569	IGES Ver11.1	766	kWh	・1,000個生産時の電力=38.3kWh ※(20,000個/1,000個)*38.3kWh	0.435

図 4 スコープ 2 (間接排出)

カテゴリ 1



無処理 17.70 t-CO<sub>2</sub>      カナック処理 5.65 t-CO<sub>2</sub>

※小数点第3位を四捨五入

購入した製品・サービス

工程	スコープ/カテゴリ	① 排出原単位					② 活動量		③ CO <sub>2</sub> 排出量 (①*②=③)	
		分類	品目	排出原単位の種類 (アスエネデータと紐づけ)	排出係数	データソース	実数	単位		補足
鋼の購入 ※輸送含む	カテゴリ1	鋼材	熱間圧延鋼材	熱間圧延鋼材 (物量ベース)	1.9	環境省 Ver.3.1	2,297	t		4.364
輸送 (取引)										
表面処理 ※輸送含む	カテゴリ1	1次データ	表面処理 (カナック処理) ※輸送段階含む	一次データ ※別シート>カナック処理重量に対するCO <sub>2</sub> 排出量より	-	-	-	kL	1.0511 CO <sub>2</sub> (原料工場 CO <sub>2</sub> 排出量) / 191.81 (原料工場年間処理重量) * 0.161 (純リコー全型重量)	0.880
輸送 (配達)										
溶接補修	カテゴリ1	その他の金属製品	その他の金属製品	その他の金属製品	0.00000512	環境省 Ver.3.1	79,200	円	・補修合計金額 45 万円 (修理 17 回の合計) ・補修合計回数 3 回で換算 ※45万円/17回=2.64万円 (1回当たり) 溶接補修金額) * 3 回	0.406

工程	スコープ/カテゴリ	① 排出原単位					② 活動量		③ CO <sub>2</sub> 排出量 (①*②=③)	
		分類	品目	排出原単位の種類 (アスエネデータと紐づけ)	排出係数	データソース	実数	単位		補足
鋼の購入 ※輸送含む3型分	カテゴリ1	鋼材	熱間圧延鋼材	熱間圧延鋼材 (物量ベース)	1.9	環境省 Ver.3.1	2,297	t		13.092
溶接補修	カテゴリ1	その他の金属製品	その他の金属製品	その他の金属製品	0.00000512	環境省 Ver.3.1	450,000	円	・補修合計金額 45 万円 (修理 17 回の合計) *2 型分	4.608

図 5 スコープ 3 カテゴリ 1 (購入した製品・サービス)

カテゴリ 2



無処理 297.90 t-CO<sub>2</sub>      カナック処理 99.3 t-CO<sub>2</sub>

※小数点第3位を四捨五入

資本財

工程	スコープ/カテゴリ	① 排出原単位					② 活動量		③ CO <sub>2</sub> 排出量 (①*②=③)	
		分類	品目	排出原単位の種類 (アスエネデータと紐づけ)	排出係数	データソース	実数	単位		補足
資本財 (資産計上)	カテゴリ2	一般機械	事務用・サービス用機器	事務用・サービス用機器	3.31	環境省 Ver.3.1	30	百万円	・1型 30百万円で計上	99.300

工程	スコープ/カテゴリ	① 排出原単位					② 活動量		③ CO <sub>2</sub> 排出量 (①*②=③)	
		分類	品目	排出原単位の種類 (アスエネデータと紐づけ)	排出係数	データソース	実数	単位		補足
資本財 (資産計上)	カテゴリ2	一般機械	事務用・サービス用機器	事務用・サービス用機器	3.31	環境省 Ver.3.1	90	百万円	・1型 30百万円で計上を3型分	297.900

図 6 スコープ 3 カテゴリ 2 (資本財)

計上しているため、「事務用・サービス用機器 3.31」の排出係数を用いて、資本登記費用を掛けることで CO<sub>2</sub> 排出量を導く。1型と3型で約 200 t の差が生じる。

4. スコープ 3 カテゴリ 4 [輸送、配送 (上流)]

スコープ 3 カテゴリ 4 は輸送時に排出される CO<sub>2</sub> 排出量を指す (図 7)。国内で製作された金型は横浜

港からタイのレムチャバン港に送られる。横浜港からレムチャバン港までの片道 4,599 km は金型製作回数の 1 型分が 3 型分かで差が生じる。

5. スコープ 3 カテゴリ 5 (廃棄)

スコープ 3 カテゴリ 5 は廃棄時に排出される CO<sub>2</sub> 排出量を指す。金型に用いる鋼は廃棄する際には「鉄

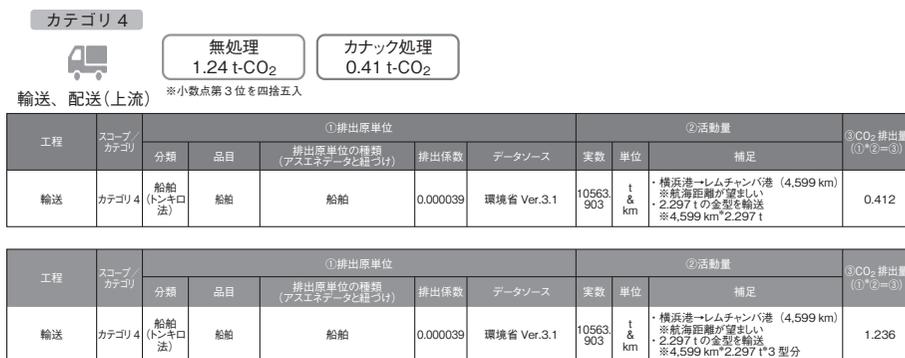


図7 スコープ3 カテゴリ4 [輸送、配送(上流)]

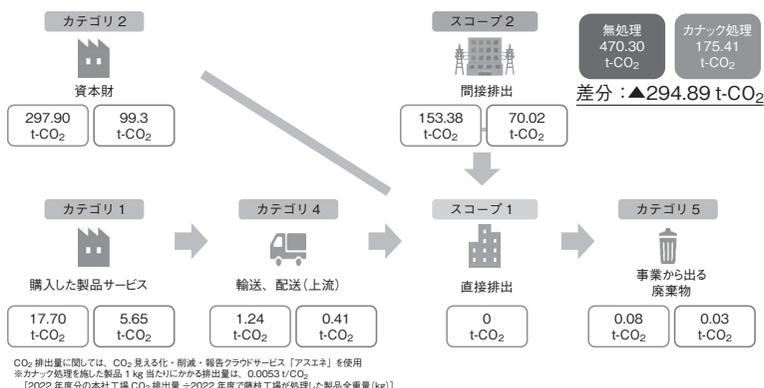


図8 ライフサイクル全体の CO<sub>2</sub> 排出量

くず」となる。処理後がリサイクルされているかは不明なため、処理方法不明、輸送段階を含んだ排出係数を用いて CO<sub>2</sub> 排出量を算出する。

### 6. ライフサイクル全体の CO<sub>2</sub> 排出量

130万個の製品生産に対して無処理で金型を3型製作した場合と、カナック処理を実施して1型製作した場合とで、ライフサイクル全体で CO<sub>2</sub> 排出量に差が出てくるのが明確となった(図8)。特に、金型加工時の電力使用による CO<sub>2</sub> 排出量(スコープ2)と、高価な金型を資本登記した際の CO<sub>2</sub> 排出量(スコープ3 カテゴリ2)には大きな差が生じたことがわかった。以上のことから、金型を長寿命化することで CO<sub>2</sub> 排出量が削減されることが明確となった。金型2型分の削減効果である 294.89 tは、当社東海工場の年間 CO<sub>2</sub> 排出量 261 t とほぼ同等である。

☆

日本は多くの天然資源を調達し、その後の製鉄、加工、モノづくり、廃棄においても多くの CO<sub>2</sub> を排出

している。より良い地球を未来に引き継ぐために、表面処理で金型の長寿命化を実現し、今ある限られた資源を効果的かつ長期的に活用することで、CO<sub>2</sub> 排出量削減と資源循環が可能になる。温室効果ガスの排出を「0」に近づけていく努力をしていくカーボンニュートラル(CN)、資源投入量や消費量を抑えつつ付加価値を生み出すサーキュラーエコノミー(CE)に、表面処理業を営む当社は貢献できると考える。

2030年のSDGsゴールの達成、2050年のCN達成と、われわれは高いハードルを目の前にしている。しかし、従来との違いは、個人、各企業、各産業とすべての今いる人たちが共通の問題と捉えていることである。今後は従来の商流だけのつながりでなく、サプライチェーン全体で、今ある経験と知識をもとに対話を続けることが重要だ。そのために、筆者は製造業での仲間をつくり、広げ、社会に前向きで、小さな変化を生む表面処理業の一つの会社になることを志す。

最後に、今回の調査資料を提供いただき、さまざまな活動量の提供をいただいたりコーに謝意を表す。