

## サステナブル社会への表面改質技術の貢献

## Contribution of surface modification technology to a sustainable society

日本パーカー（正）\*中山 隆臣

Takaomi Nakayama

## 1. はじめに

近年、温室効果ガス（GHG）に起因した地球温暖化による気候変動が、地球規模での課題となっている。われわれは、表面改質技術を通じ金属材料を腐食や摩耗から守り、部材の長寿命化を図ることを企業理念として事業を行ってきた。部材の長寿命化は、地球上の資源を金属に変換し更に部材に加工するためのエネルギー消費を削減するという意味で、持続可能な社会に貢献していると言える。しかしながら、これまでに表面改質技術の貢献を、具体的に数値化した例は記憶にない。そこで、部材の長寿命化が GHG の主たる CO<sub>2</sub> 排出に対して、どのように作用しているのかを試算した結果を報告する。

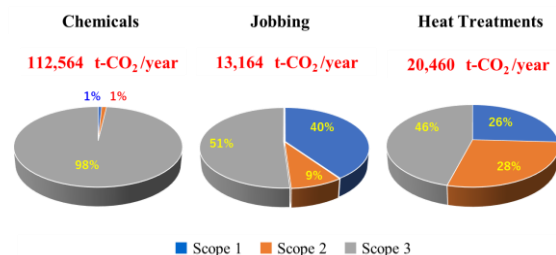
2. CO<sub>2</sub> 排出量の試算方法

## 2.1 防錆防食、及びトライボロジー

公表されているデータを元に、防錆防食技術およびトライボロジー技術によって金属材料を長寿命化することにより得られる CO<sub>2</sub> 排出抑制量を算出した。

## 2.2 企業としての作用

表面改質薬剤の製造事業、表面改質受託加工事業を行っている企業として、当社の企業活動によって排出される CO<sub>2</sub> 量と抑制される量を算出した。排出量は、GHG プロトコルに従い、Scope1（事業者自らによる温室効果ガスの直接排出）、Scope2（他社から供給された電気・熱・蒸気の使用に伴う間接排出）、Scope3（事業者の活動に関連する他社の排出）を算出した。抑制される量に関しては、①実験データより長寿命化の効果を定量化、②対象となる素材量を薬剤出荷量や受託加工量より算定、③表面改質が施されなかった場合失われる素材量（補填が必要と考える）を算出、④CO<sub>2</sub> 排出係数より CO<sub>2</sub> 排出抑制量を算出した。

Fig. 1 The CO<sub>2</sub> emission from Nihon Parkerizing in 2022

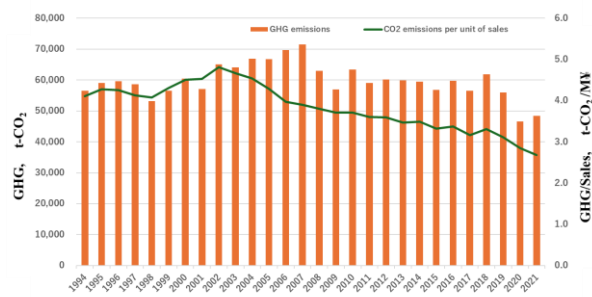
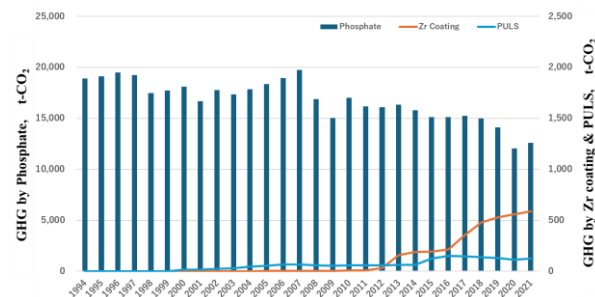
## 3. 結果、および考察

3.1 当社の企業活動による CO<sub>2</sub> 発生量

当社の主要事業は、薬品（Chemical）、防錆加工（Jobbing）、及び熱処理（Heat treatment）の3分野に分類される。図1に示した通り、2022年度の当社全体の CO<sub>2</sub> 排出量 19.6 万トンに対して、薬品事業の排出量は、11.2 万トンであり最も多い。更に、薬品事業からの CO<sub>2</sub> 排出量内訳では、原材料等に由来する Scope3 が 98%を占める<sup>1)</sup>。

Scope3に該当するCO<sub>2</sub>排出量が、2022年度の薬品事業における排出量の98%を占めるが、CO<sub>2</sub>排出量の総量自体を放置してきた訳ではない。そこで、1994年から2021年までの国内薬品事業の原料由来CO<sub>2</sub>排出量と単位売上当たりの同排出量の推移を図2示す。2002年を頂点として単位売上当たりの排出量は年々減少している。また、CO<sub>2</sub>排出量も減少傾向であり、これは、当社製品がCO<sub>2</sub>排出量の少ない製品に置き換わっていることを示す。そこで、長年薬品事業の主力製品であったリン酸塩処理が、開発品に置き換わったことによるCO<sub>2</sub>排出量の低減効果を図3に示す。

図3の左側縦軸はリン酸塩処理によるCO<sub>2</sub>排出量を、右側縦軸は代替技術によるそれを示す。リン酸塩処理による排出量の減少に伴い、代替技術による排出量は増加している。しかしながら、代替技術による排出量のスケールはリン酸塩処理の1/10であり、CO<sub>2</sub>排出量はリン酸塩処理のピーク時と比較

Fig. 2 The CO<sub>2</sub> emission from chemical division JapanFig. 3 The CO<sub>2</sub> emission from phosphate in Japan

して約35%減少している。

### 3.2 表面改質技術による CO<sub>2</sub> 発生抑制量

当社の表面改質技術が対象とする素材は、主に金属材料である。資源としての金属のほとんどは、地球上に酸化物（腐食した状態とも言える）として存在している。人類は、酸化物を金属に還元し、更に加工することで金属材料（道具）として使用している。ここで、酸化物を還元するためにはエネルギーを必要とする。また、還元された金属は、自然な状態である酸化物に戻ろうとする。当社の表面改質技術の目的は、金属材料の防錆性を高めることや、金属材料表面の耐摩耗性を高めることで、金属材料の寿命を延ばすことにある。金属材料の寿命を延ばすことによって、金属材料を得るために使用される莫大なエネルギーを節約することができる。現在利用されているエネルギーは、未だGHG発生源となっている場合が多い。従って、新しい表面改質技術を開発し、金属材料の寿命を更に延ばすことも気候変動の課題に対する社会貢献の一部となっている。

表面改質技術の CO<sub>2</sub> 発生量抑制効果の一例として、自動車車体の塗装前処理の効果の試算結果を記す。前処理は、金属表面に化成皮膜を形成させ、素材と塗膜との界面に耐食性と密着性を付与し、防錆性の発現に寄与している。低温化技術により生産工程での熱エネルギーを軽減させ、工程での CO<sub>2</sub> 排出量の低減に貢献してきた。また、形成される皮膜をリン酸亜鉛処理から Zr 化成処理<sup>2)</sup>に置き換えることによって、15.5kg/台であった CO<sub>2</sub> が発生量を 6.2kg/台にまで低減した。われわれが薬剤を供給する自動車ボディ台数から換算すると国内で 4.1 万トン/年、全世界で 12.6 万トン/年の貢献量となる。また、自動車の価値は、綺麗な塗装外観を有していることにもある。図 4 は、化成皮膜の有無で電着塗装板の腐食サイクル試験を行った例である。外観に影響を及ぼす腐食の観点からは、化成皮膜が施されることによって自動車車体の寿命が 3 倍になると推定される。その結果、自動車車体の外板部分の鋼材（100Kg と想定）分だけで、かつ、われわれの薬剤供給対象車のみでも日本で年間 177 万トン、全世界では 544 万トンの CO<sub>2</sub> 発生が抑制されていると試算される。

トライボロジーに関連する経済損失も算出されており、GDP の 0.50.5～2.62.6%に相当するといわれているが、算出根拠が腐食ほど明確でない。また、トライボロジーの場合には、摩擦摩耗と一体で分離が困難である。近年の調査としては、欧州での結果が比較的多く引用されているようであり、GNP 比 1.4%との数値が示されている<sup>3)</sup>。先進国（工業国）では、同じような規模と考えられるので摩擦を含む損失、更に CO<sub>2</sub> 排出量に多大な影響を与えているものと考えられる。一方、金属材料という側面から考えると、腐食はほぼ全ての鋼材に影響するが、摩擦が関与するのは動く部材に限られる。これを正確に見積もることは困難ではあるが、国内の軸受鋼、工具鋼、機械構造用鋼（炭素鋼 合金鋼）などの総販売量から今般類推した。その結果、推定対象鋼材量は 200 万トン/年となった。2022 年度の最終製品鋼材総量 7,496 万トンの 2.7%に該当する。動力・動力伝達部において摩擦摩耗は重要であり、これら部材寿命を伸ばすことにより、腐食と同じように CO<sub>2</sub> の排出量を抑制していることは、定性的には間違いない。そして、腐食の場合と異なり、摩擦摩耗に関しては、その技術がないとモノとして成立しないことも多い。成立しないものを見積もることは難しいが、ここでは、それも含め長寿命化効果が 20 倍と仮定した。それによれば国内で 4,000 万トンの鋼材生産が必要となり、これを CO<sub>2</sub> 排出量に換算すると 8,000 万トンとなる。トライボロジー技術により金属を守ることで CO<sub>2</sub> 排出量が大きく抑制されていることが示唆される。

## 4. おわりに

今回、表面改質技術の貢献という観点から、われわれの企業活動による CO<sub>2</sub> 排出量とその抑制効果を試算した。当社は、日本において年間 19.6 万トンに相当する CO<sub>2</sub> の排出（消費）をしている。一方、市場での製造工程での低温化などの改良および金属材料を腐食や摩擦摩耗から守り長寿命化すること、また、表面に機能を与えることによる省エネなどにより CO<sub>2</sub> 排出を抑制している。今後も表面改質技術を通じ金属を腐食や摩耗から守り、持続可能な社会の実現に貢献していきたい。

## 文献

- 1) 吉田・木下・中山：サステナブル社会に対する表面改質の貢献，日本パーカライジング技報，36 (2024) 3.
- 2) 中山・細野：環境にやさしい塗装下地用新規金属酸化膜処理薬剤の開発，色材協会誌，79, 9, (2006) 382.
- 3) M. Woydt Woydt ; Wear , 203768 (2021) 474.

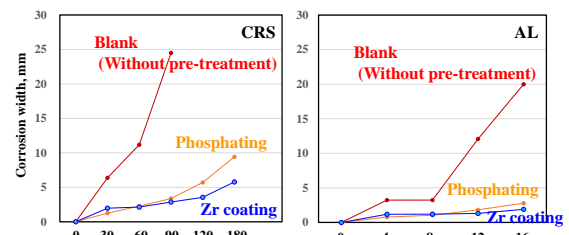


Fig. 4 The effect of pre-treatment on car life