

カーボンニュートラル実現に向けた豊田自動織機の実践 Toyota Industries Corporation's Efforts to Go Carbon Neutral

大河内 亮平^{*1} 猪俣 征一郎^{*1} 北中 直輝^{*1} 一柳 渉^{*2}
Ryohei Okochi Seichiro Inomata Naoki Kitanaka Wataru Ichiyanagi

*1 環境マネジメント部 *2 エンジン事業部 安全衛生環境部

要 旨 世界でカーボンニュートラル実現に向けた活動が加速する中、顧客などさまざまなステークホルダーからのカーボンニュートラルに関する要求が増加している。豊田自動織機は2050年にめざす姿として「CO₂ゼロ社会への挑戦」を掲げて、製品と生産の両面でCO₂削減に取り組んでおり、本紙では生産設備の省エネ、再生可能エネルギー（以下、再エネ）の効率的な活用、および、CO₂リサイクル技術の取り組みを紹介する。

キーワード：CO₂、カーボンニュートラル、再生可能エネルギー（再エネ）

Abstract As activities to achieve carbon neutrality accelerate around the world, demands for carbon neutrality from various stakeholders, including customers, are increasing. Taking on challenge of realizing a zero CO₂ emission society by 2050, Toyota Industries Corporation is working to reduce CO₂ emissions from both its products and production. This paper introduces its efforts in energy conservation at production facilities, efficient use of renewable energy, and initiatives for CO₂ recycling technology.

Keywords: CO₂, Carbon neutral, Renewable energy

1 はじめに

2023年11月にアラブ首長国連邦のドバイで開催された国連気候変動枠組条約第28回締約国会議（COP28）において、「グローバル・ストックテイク（GST）」がパリ協定発効以降、初めて実施された。これは、気温上昇を産業革命前のレベルから1.5℃未満に抑える目標の達成に向けた世界全体の進捗状況を評価するしくみである。GSTの結果から1.5℃未満という目標と現状の間には大きな隔たりがあることが明らかになり、温室効果ガス排出量を2019年比で2030年までに43%、2035年までに60%削減する必要性が確認された。

COP28で採択された決定文書に盛り込まれた内容は、この1.5℃目標達成のための緊急的な行動の必要性、2025年までの温室効果ガス排出のピークアウト、全ガス・全セクターを対象とした排出削減目標の策定、および国ごとに異なる道筋を考慮した分野別の排出削減への貢献などである。具体的には、「2030年までに再エネ発電容量を世界全体で3倍、省エネ改善率を世界平均で2倍に」、「再エネや原子力、CCUS*などのCO₂除去技術、低炭素水素などを含むゼロ・低排出技術の加速」、「ゼロ・低排出自動車の導入やインフラ構築を含め、多様な道筋の下で道路交通の排出削減を加速」などが挙げられている。^[1]

*CO₂を分離・貯留して利用する技術

こうした中、当社では産業車両・物流関連事業お

よび自動車関連事業を通じて脱炭素に向けたさまざまな取り組みを進めている。

2 当社におけるCO₂削減の考え方

当社は環境方針であるグローバル環境宣言のもと「脱炭素社会の構築」に取り組んでおり、長期環境ビジョンである「2050年にめざす姿」にて、「グローバルでのCO₂ゼロ」を掲げ、スコープ1から3までを通じた削減を進めている。

スコープ1とは、自社の生産活動で使用する燃料の燃焼による直接的な排出、スコープ2は電力などの使用に伴う間接的な排出、スコープ3はサプライチェーンにおける自社以外の排出を指す。これらの定義は国際的な基準であるGHG（Greenhouse Gas）プロトコルで規定されている。

当社の2023年度のスコープ1、2および3の排出量を図1に示す。総排出量のうちスコープ3のカテゴリー11（製品使用時）の排出が大半を占めており、自社からの排出であるスコープ1、2とスコープ3のカテゴリー11について重点的に削減を進めている。特にスコープ1、2については、2013年度比で2025年度に25%削減、2030年度には50%削減を目標に定め、取り組んでいる。

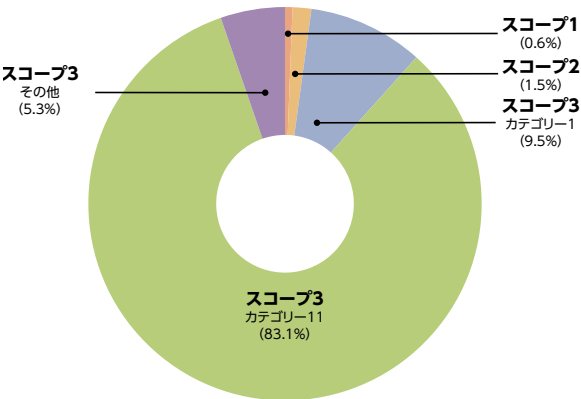


図1 豊田自動織機のCO₂排出量（23年度）
Fig.1 CO₂ emissions of Toyota Industries Corporation (FY2024)

当社のCO₂削減の考え方を図2に示す。スコープ1、2における削減については、生産設備や動力設備等のエネルギー使用量を省エネにより徹底的に削減したうえで、再エネを導入。さらに残った排出についてはCO₂を回収し、再びエネルギーとして再利用する技術の開発などによりCO₂ゼロの達成を目指す。スコープ3については、製品ごとのエネルギー効率向上、電動化や軽量化の技術開発などによる削減に取り組んでいる。今回はスコープ1、2についての削減活動を紹介する。

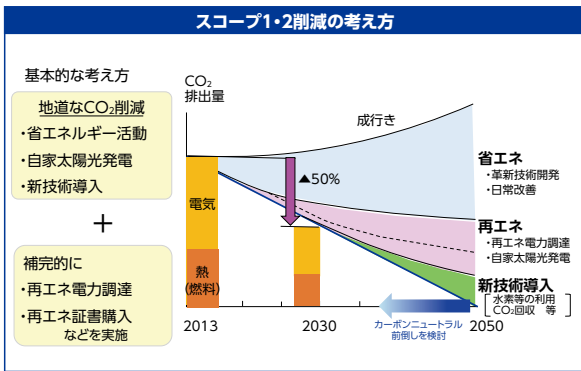


図2 当社のスコープ1・2削減の考え方
Fig.2 Our Approach to Scope 1 and 2 Reduction

1) 工業炉における省エネ

エンジン事業部では、2050年全社CO₂排出ゼロの方針を自部門のロードマップに反映させ、その実現に向けて活動を推進している。今回の取り組みはエンジン部品を生産する東知多工場のCO₂排出量の40%を占める鑄造工程の加熱プロセスに関する事例である。

東知多工場では、中子の乾燥、材料の溶解および保持、ならびに熱処理を行う計29台の工業炉（図3）を保有している。これらの炉のうち、特にアル

カーボンニュートラル実現に向けた豊田自動織機の実践

ミ溶解保持炉と鑄鉄熱処理炉はエネルギー使用量が多いため、改善に取り組んだ。

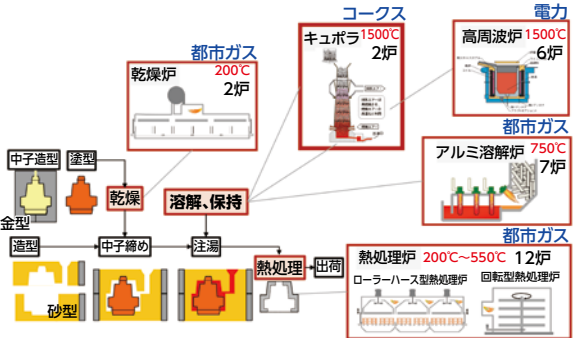


図3 東知多工場が保有する工業炉
Fig.3 Industrial furnaces owned by Higashi Chita Plant

製品の生産に必要なエネルギー（正味エネルギー）と炉に投入したエネルギーを調査し分析したところ、エネルギーをムダに消費していることがわかった。アルミ溶解保持炉では、炉体からの放熱と溶解したアルミの取り出し箇所（以下、汲出し口）からの放熱が主な損失源であった。対策として、炉体については、断熱パネルの貼付や遮熱塗料の塗布により損失を低減し、溶湯の汲出し口は、蓋の範囲を拡大し、厚みを増して断熱性を向上することで低減した。一方、鑄鉄熱処理炉では、炉体からの放熱とワークの置台であるトレー加熱が損失源であった。これに対し、炉体についてはアルミ溶解保持炉と同様に断熱対策を行い、ワーク用トレーは、強度を保ちつつ、材料を最少化することでトレー加熱に使われるエネルギーを削減した（図4）。これらの総合的な改善によりCO₂排出量を約242トン削減することができた。

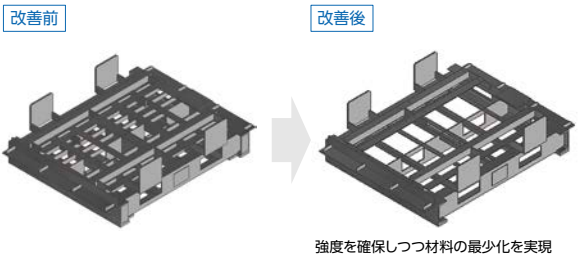


図4 ワーク用トレー材料最少化による加熱エネルギーの削減
Fig.4 Reduction of Heating Energy by Minimizing Work Tray Materials

2) メタネーション

スコープ1のCO₂排出をゼロにするには、工業炉やボイラー等における燃料の燃焼を省エネにより最小限に抑えたうえで、非化石燃料への転換や化石燃料の燃焼により発生したCO₂の回収など

の対策を実施する必要がある。高浜工場では、ボイラーの燃焼に伴う排気ガスに含まれるCO₂を直接回収し、再利用するメタネーション装置の実証を2022年7月より実施している。メタネーションとはCO₂とH₂（水素）からCH₄（メタン）を合成する技術であり、都市ガスの成分の約90%がメタンであることから、メタネーション装置で生成されたメタンはそのままボイラーの燃料として使用できる。これにより、新たな都市ガスを燃焼させる必要がなくなりCO₂排出量の削減が可能になる。また、工業炉等も現状のまま利用できるなど、カーボンニュートラルを目指すための有用な手段の一つと考えている。装置の構成を図5に示す（写真 図6）。

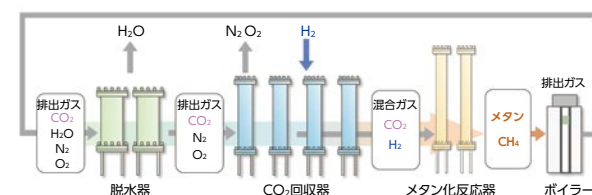


図5 メタネーション構成図
Fig.5 Methanation Equipment Configuration Diagram



図6 メタネーション装置 (高浜工場)
Fig.6 Methanation Equipment (Takahama Plant)

当社のメタネーションプロセスでは、まず、排気ガスに含まれる水分を脱水器により除去する。続いてCO₂回収器により窒素や酸素といった不純物を分離除去し、CO₂を選択的に回収する。その後、回収したCO₂に水素を混合し、メタン化反応器における触媒反応でメタンを合成する。

上記のプロセスにおいて、排気ガスに含まれるCO₂の濃度が低いと、CO₂回収に必要なエネルギー消費量が増加するため、CO₂濃度が低い工業炉やボイラーなどにメタネーションを適応させるには回収エネルギーを低減する技術が必要とな

る。

この点に関して、当社が実証しているメタネーションの特徴は、CO₂回収において消費されるエネルギーが少ないことであり、これは主に、当社が使用している吸着材の特性によるものである。この吸着材を用いたCO₂回収器を装置に組み込むことで、99%以上のCO₂を効率良く回収できる技術を確立した。さらに、95%以上の高濃度メタンの生成に成功している。

今後は、CO₂吸着材やメタン反応触媒の耐久性をはじめとした実用面での性能を検証するほか、水素利用に伴う安全対策などの取組みを進める。

3) 電力マネジメントシステム

太陽光発電や風力発電などの再エネはカーボンニュートラルを達成するために不可欠な要素である。しかし、これらのエネルギー源は気象条件によって発電量が変動するため、エネルギーの安定供給が難しいという問題がある。工場などでは、発電量が常時変動する再エネだけでは需要の増減に迅速に対応することが困難である。このような再エネの不安定性等の解決策として、需要量に対して供給量をコントロールできる電力マネジメントシステムの開発が重要となってくる。

当社は、スコープ2削減に向けて、省エネ活動に加え再エネ電力の比率を2025年までに15%に引き上げる目標を設定し、自敷地内に太陽光発電設備を設置するオンサイト発電を中心に積極的に再エネを導入している。

現状では、屋根の耐荷重制限などにより導入可能な発電容量に限界があるが、この問題を解決するため、業界ではペロブスカイトなどの薄膜型太陽光パネルの開発が進んでおり、将来的にはオンサイトでの発電量の大幅な増加が期待できる。

こうした状況から、当社では電力需要に即した太陽光発電の安定供給体制を整える必要があると考え、高浜工場に電力マネジメントシステムを構築し、実証試験を2024年10月に開始した。本システムの構成を図7に示す。

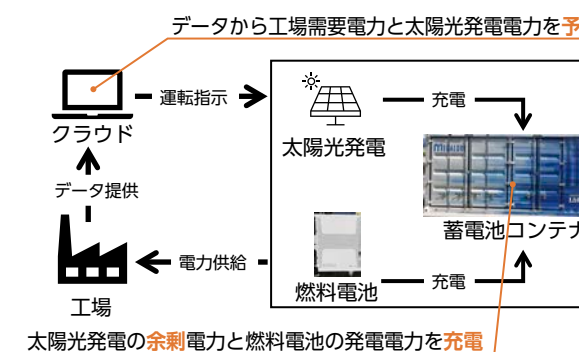


図7 電力マネジメントシステム構成図
Fig.7 Power Management System Configuration Diagram

当社の電力マネジメントシステムの主な構成要素は、再エネ電力を生成する太陽光パネル、その電力を充電する蓄電池、水素を燃料として発電する燃料電池であり、そのしくみについて以下に記す。

太陽光パネルによる発電量が工場の需要電力を上回る場合は、その余剰電力を蓄電池に充電する。逆に、天候不順により発電量が減少する場合や、生産負荷や寒暖に伴う空調負荷の増大等により需要電力が発電量を上回る場合は、蓄電池からの放電や燃料電池の発電によって電力を供給する。これらの機器はエネルギーマネジメントシステムによって策定された運転計画に基づき制御されており、その運転計画は、気象データなどさまざまな情報をもとに最適化され、学習することで精度が向上していく。

当社が実証しているシステムの特徴は、自社製品である蓄電池と燃料電池を活用している点である。蓄電池には、電動フォークリフト用リチウムイオン電池をリユースしてコンテナに搭載したMEGALORE[®]を用い、また、燃料電池は汎用型の小型燃料電池モジュールを使用している（図8、9）。

今後は、再エネによる電力の効率的な活用を実現する電力マネジメントシステムを他の工場にも展開し、企業全体でカーボンニュートラル実現に向けた取組みを進めていきたい。



図8 蓄電池 (高浜工場)
Fig.8 Storage Battery (MEGALORE[®]) (Takahama Plant)



図9 燃料電池 (高浜工場)
Fig.9 Fuel Cell (Takahama Plant)

3 まとめ

以上述べたとおり、当社はカーボンニュートラル達成に向けて、省エネ、再エネの効率的な利用およびCO₂回収・リサイクル技術などさまざまな切り口で取組みを行っている。現時点では、経済的にも技術的にも課題は残っているが、地道な省エネ活動を積み重ねるとともに、取り組んでいる技術の実用化に向けた開発を進めていく。

■参考文献

- [1] 経済産業省 資源エネルギー庁 ホームページ
https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/cop28_01.html

■著者紹介■



大河内 亮平



猪俣 征一郎



北中 直輝



一柳 渉