



特集記事・5

カーボンニュートラルに向けた日本の各産業の取り組み

カーボンニュートラルに向けた自動車産業の取り組み

松島正秀

Masahide Matsushima

(一社) 日本自動車部品工業会
技術担当顧問

1 はじめに

2015年COP21（第21回気候変動枠組条約会議）で採択された「パリ協定」で、産業革命以降の平均気温上昇を2050年2℃未満の目標実現には、自動車からのCO₂排出量を‘13年比70%削減（17億トン）目標に、各国の年率3～5%の排出規制では増加する販売台数を考慮すると未達となり最大82%の削減が必要であり、各国10%以上の規制が必要となった。2℃の上昇では数億人が深刻な被害を受けるとIPCC（政府間パネル）が予測したが、2018年「1.5℃特別報告書」でEUが気温上昇1.5℃とした「2050年CO₂排出実質ゼロ」目標を設定し、2022年COP27では産業革命前に対し気温上昇1.5℃に抑える目標となった。

しかし、2023年3月国連の気候変動に関するIPCCは、今世紀末の気温上昇が1.5℃を超える可能性が高くなる恐れが強まり（気温がすでに1.1℃上昇）、‘30年にCO₂排出量を現状から50%削減が必要と報告した。対策されないと今世紀末に最大3.4℃上昇する可能性があり、気温上昇を1.5℃に抑えるには2019年比でCO₂を‘30年48%、‘40年80%、‘50年99%削減が必要になる。

日本のカーボンニュートラル目標値として、2030年は‘13年比46%減（さらに50%減を目指す）、最終年の2050年にカーボンニュートラルを達成するために、成長戦略の柱に経済と環境の好循環をあげ、グリーン社会の実現に最大限注力するとした。温暖化への対応は経済成長の制約でなく、積極的に温暖化対策を行うことで産業構造や経済社会の変革をもたらす、大きな成長につながるという発想の転換が必要としている。

自動車産業に対しては、「自動車新時代戦略会議」の政府方針で、2035年国内販売新車を100%電動化（HV、PHV、EV、FCV）、2050年までに世界で販売する全ての日本車を電動車

とするの方針を定めた。政府は2035年国内販売新車電動化100%に向けて、自動車産業の脱炭素化へ10年間で官民合わせて総額34兆円以上の投資促進（内電動化には15兆円、電池に7兆円、インフラに1兆円など）を行う。

2 自動車産業のカーボンニュートラル対応

CN対応は自動車産業でとらえるならば、原材料から製造、走行、廃棄までのLCA（Life-Cycle Assessment）において、CO₂排出量の削減に取り組まなければならない。このLCAを上流のScope3（原材料、輸送/配送、通勤その他Scope1,2に含まれない燃料やエネルギー、廃棄物など）、自動車産業企業活動のScope1（工場での生産活動における燃料燃焼）とScope2（企業での電気の使用）、下流のScope3（自動車の使用、自動車の廃棄、販売店などへの輸送/配送、販売店活動、修理加工など）に分けて管理が必要になる。大きくまとめるとScope1は自社生産活動に伴うCO₂排出削減、Scope2は自社が調達した電力などのエネルギーを生み出すためのCO₂排出削減、Scope3はサプライチェーン全体でのCO₂削減への取り組みになる。

3 日本の自動車メーカーのCN活動取り組み目標

トヨタでは2035年までに‘19年比CO₂を50%排出削減、‘35年までに自社工場CO₂排出ゼロ、‘50年には環境チャレンジ2050LCAにてCN達成を目指している。日産では2030年に‘19年比41%削減、‘50年までに車のライフサイクルにおけるCN達成を目標としている。ホンダでは2050年までに全ての製品と企業活動を通じてCNを目指し、国内生産2輪に

サステナブル材料100%採用としている。マツダでは2035年までに実質ゼロ（‘20年度排出CO₂は52.9万トンでScope2は44.1万トンとなっている）、‘50年までにライフサイクル全体でCNを実現する。スバルは2050年W to W（Well to Wheel: 油田から走行までのCO₂排出）でCO₂を90%以上削減しCN実現に貢献するとしている。スズキは太陽光発電設備の導入拡張や再生エネルギー電力の調達などの施策を展開し、ダイハツも塗装工程のリサイクルや太陽光エネルギー活用や、生産効率化での生産時間短縮などの具体策を展開するとしている。

自工会全体ではCN実現へ企業の枠を超えて課題解決に取り組むとしている。内部タスクフォースでHV、PHV、FCVはトヨタとホンダ、EVは日産と三菱、CN燃料はマツダ、軽自動車はスズキとダイハツをリーダーとし、それぞれがリードすることで採掘から廃棄までのLCA視点で取り組む体制をとった。

欧州や米国のカリフォルニア州などの一部の州では、EVが唯一の手段と主張しHVの燃費改善効果や合成燃料普及が考慮されていない。しかしながら、自工会は2050年CN取り組みに対して独自のシナリオを作成した。2050年の保有台数は約27億台（現状約15億台）で、CN燃料供給量は30～40%程度に増加と仮定、乗用車新車販売のEV、FCV比率とCN燃料供給量を3つのパターンに設定（新興国のEV、FCV比率に差をつけた）した。シナリオ1では電動車比率40%（先進国50%、新興国25%）CN燃料供給量約30%、シナリオ2では電動車比率75%（先進国100%、新興国50%）CN燃料供給量約20%、シナリオ3ではIEA-NZE（国際エネルギー機関の理想のシナリオ）ベースでバイオマスなどのCN燃料供給量約7%、以上の3つのシナリオはどれも、IPCC「第6次評価報告」の世界気温上昇を1.5℃以内に抑える場合の運輸部門のCO₂排出量を‘20年比42～68%削減目標内に収まるとした。2035年に内燃機関自動車の販売を禁止する決定をしていた、EUではe-fuelに関しては内燃機関エンジン搭載を認める改訂を行っている。

4 自動車メーカーの具体的取り組み

4.1 原材料の調達

Scope3の原材料の調達について、自動車メーカーはCN材料の調達に舵を切り始めている。特に使用量の多い鉄鋼などの金属材料については積極的な展開を図り始めた。

Mercedes Benzはパワートレインサポート 鋳造部品に、CO₂排出量70%削減した（リサイクル材25%を含む）低炭素アルミニウム（カーボンフットプリントはアルミ1kg製造にあたりCO₂排出量は2.8kg）をノルウェーのHydro社から調

達する。また、2030年までにグリーンスティール20万トン調達する計画で、‘26年から直接還元プラント生産CO₂削減スティールをドイツのテックセンクルupp・スティール社から調達、‘26年からドイツのザルツギッター・フラッハシュタル社グリーン電力粗鋼（直接還元プロセス電路製造鋼材）の調達契約を交わした。北京ベンツは中国の宝山鋼鉄と2023年からCO₂排出量を大幅に削減した低炭素鋼の供給を段階的に拡大することで合意し、‘26年からは水素製鉄や電炉を活用して50～80%、最終的に95% CO₂を削減した材料を調達する計画である。日産は2023年から神戸製鋼の低CO₂高炉鋼材「Kobenable Steel」とグリーンアルミニウム原材料板材を順次採用していく方針である。

Audiは2023年パートナー企業15社と共同プロジェクト「Material Loop」で、車両のライフサイクル終了後の使用済み素材を新車で再利用するクローズド・マテリアル・サイクルの確立を検討。回収した二次素材のダウンサイクル（素材品質劣化）を避けるために、100台を解体し素材ごとに研究し、二次素材約12%を含むスティールコイルから「A4」のドアインナーパネル生産を計画している。

Volvoは2022年に化石燃料を使用しない鉄鋼需要を高め、CNへの移行を加速させる「Steel Zero」イニシアティブに加盟、‘30年までにCO₂ベースで厳しい鉄鋼材調達要件を満たした化石燃料を使用しない鉄鋼材を‘50年までに調達する方針である。‘22年11月には世界で初めてスウェーデンの鉄鋼大手SSAB社が「Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology」で水素のみで製造した「グリーン鉄鋼」を一部使用した電動トラックの納車を開始した。

4.2 輸送対応

Audiは環境プログラム「Mission:Zero」の一環で、ハンガリー生産のモーターと電池モジュールとセルのベルギーへの輸送約1000kmをトラックから鉄道に変更した。これにより年間で2600トンのCO₂排出量を削減し、さらに輸送コストも数百ユーロ削減することができた。輸送時の品質と安全確保から、デジタル情報プラットフォームと特殊センサーテクノロジーで、温度と衝撃を監視している。2025年までに全ての電池コンポーネント輸送を鉄道に切り替える計画を推進中である。

日産は2023年3月から、カリフォルニア州での完成車輸送に、EVやFCVトラックを生産するNikola Motorなどのクラス8の電動大型トラックの使用を開始した。

4.3 生産対応

GMは2025年までに米国内の必要な電力を100%再生エネルギーで確保する調達契約締結し、‘25～‘30年に発生する約

100万トンのCO₂排出量を削減する計画である。

ドイツ国内の自動車産業は天然ガス消費の約37%をロシアからの輸入で賄っているため、業界全体が操業停滞の危機にあり直近の課題であり対策が急がれている。Mercedes-Benzは2025年までに国内のニューダーザクセン州テストコースに風力発電施設を建設し、国内の年間電力需要の15%相当を自社発電、残りの敷地には太陽光パネルの設置を検討している。BMWは2022年天然ガス依存の54%を削減するために、太陽光、地熱、水素エネルギーへの新規投資を検討している。

Renaultは2021年の一台あたりの生産エネルギー消費3.8MWhを'25年までに2.2MWh(40%の削減)にする計画である。マツダは2025年までに国内生産拠点の火力発電設備をアンモニアや水素などCO₂を排出しない燃料への切り替えを計画している。

三菱ふそうは2023年にポルトガルのトラマガル工場で再生可能エネルギー由来の電力を契約、1200枚の太陽光発電パネルを設置し、設備エネルギー効率のモニタリング、塗装工程の見直し、敷地内の車を小型EVトラック「e-Canter」へ変更するなどCNを目指している。'40年までにCO₂排出量より吸収量が多いクライメイト・ポジティブ(環境改善)創業を目指している。

トヨタは2023年FCV「MIRAI」の燃料電池スタックを流用した「水電解装置」を開発、太陽光や風力発電などの再生エネルギーで水を電気分解して「グリーン水素」を製造して、LPガスなどをグリーン水素に置き換える技術を確立した。

4.4 サプライヤーへの要求

GMではサプライヤーに環境と人権へのコミットメント誓約書「The Environmental, Social and Governance Partnership Pledge」に署名を求めた。プロフェッショナルサービス企業は2025年までに、製造業は'35年までに、原材料、物流業は'38年までに、それぞれScope1(自社工場の燃焼等による直接排出)とScope2(他社から供給される電気や熱等の生成時の間接排出)の排出量についてCNを達成すること。また'25年までにフランスEco Vadis(第三者評価機関)の「労働と人権、倫理」と「持続可能な調達」でスコア50以上を達成することとした。中小の企業にとっては非常に厳しい制約になっている。

日産は2023年Tier1の170社に対して、生産する部品に応じて17区分し、生産拠点や品目ごとに脱炭素化目標と達成手段の策定を要請、集中購買で支給するアルミ材も太陽光発電電解精錬した「グリーンアルミ」に切り替える。

5 自動車部品メーカーの対応

5.1 生産エネルギー対応

Forvia(旧FaureciaとHella合併企業)は2025年までに社内の炭素排出量をゼロにするために、世界300カ所にエネルギー消費を15%以上削減する設備を導入し、生産時生成された炭素を除去したエネルギーを使用することで'30年までに管理下のCO₂排出量のニュートラル化し、'50年の総排出量を実質ゼロにする目標を立てた。2020年に総ての事業運営に伴う温暖化ガス排出削減目標が環境団体のCDP、国連グローバル・コンパクト、世界資源研究所(WRI)、世界自然保護基金(WWF)の共同イニシアチブ(SBTi科学的根拠に基づく排出削減目標)から承認された。

ランクセスは再生可能エネルギーへの切り替えプロジェクト設置し、2040年クライメイト・ニュートラル(気候中立)に向けて1億ユーロ投資し、製造拠点での石炭使用の段階的廃止や亜酸化窒素(プラスチック製造時に生成されるCO₂の300倍有害物質)を100℃で酸素と窒素に分解するプラント設置、'30年にCO₂排出量を160万トンに削減し'40年実質ゼロ化する。

Schaefflerは2030年までに自社生産施設でのCN実現に向けて、'23年から10年間に渡り国内使用量の11%相当の電力を、太陽光発電大手Statkraft Markets社からの電力供給契約を締結した。

デンソーでは2021年「モノづくりカーボンニュートラル総本山」を設立、社内国内4モデル工場からグローバル工場への展開、さらに仕入れ先6000社に活動を拡大、アルミダイカスト工程では集中溶解炉や鋳造機の小型化、バイオ樹脂素材の採用拡大、半導体工程での洗浄液の蒸気加温に廃熱利用やヒートポンプの活用、工場の蒸気ドレン廃熱を100%再利用などで生産量あたりのCO₂排出量を'12年比半減目標を3年前倒しで'22年に達成、またIOTを活用したエネルギー使用量の可視化にも取り組んでいる。更に工場の排気ガスから回収したCO₂と再生可能エネルギーで生成した水素でメタンガスを合成し、燃料として活用する「CO₂循環プラント」も取り組んでいる。福島工場ではトヨタ「MIRAI」の燃料電池スタック部品を90%以上利用した水素製造装置を導入、太陽光や風力発電などの再生エネルギーで水を電気分解したグリーン水素を生成、工場内で発生した排気ガスを無害化するアフターバーナー炉にこのグリーン水素を使用している。

小糸製作所は2023年から静岡工場の電力を自然エネルギー由来「グリーン電力」に切り替え、他工場では太陽光パネルの設置、ランプ製造の樹脂量削減や成形機の冷却時間短縮など、樹脂メーカーと連携し'30年にCO₂排出量を'13年比半減させる計画など、'50年のCN達成に向けた取り組み中で

ある。

ヨロズでは2024年岐阜県に、生産工程で再生エネルギー利用や燃料資源のCN化も進め、完全なグリーン電力生産でCO₂排出実質ゼロの工場を新設した。太平洋工業でも2工場に容量1900kWの太陽光発電設備を増設、年間で802トンのCO₂排出を削減した。住友ゴムは2021年に水素燃料ボイラーを導入、'23年の太陽光発電と組み合わせてScope1,2のカーボンニュートラルタイヤの生産開始。AGCでは2022年からベルギー子会社で、近隣から硅砂の調達とガラス加工工場のカレット廃棄ガラスを調達、電気ブースター炉や太陽光発電、廃熱利用の製造工程で、CO₂排出量を40%以上削減した「Lowカーボンガラス」を製造した。

5.2 設備や物流改善

アイシン精機はe-Axle (EV用パワートレイン) 製造ラインでエア使用量の最大値を確保するために大型コンプレッサーを使用していたが、各製造ラインへの供給配管が長くエネルギーが減衰して圧力損出が発生することから、コンプレッサーを小型化することで各設備に取り付け、必要な量を供給する方式に変更しCO₂を削減した。

豊田合成はAI技術で国内物流を改善するCO₂削減取り組みを行なった。カメラで積載部品の個数など積載状況を認識し、このデータを元に担当者が満載基準を見直すことで、トラック本数が約10%減りCO₂排出量が削減された。

6 材料メーカーの対応

6.1 脱炭素素材の提供

日本製鐵は製造時のCO₂排出量実質ゼロのカーボンニュートラルスチール「NSカーボレックスニュートラル」を2023年上期から販売開始した。'22年に稼働した電炉プロセスで削減したCO₂削減量を、既存の鋼材製品に割り当てるマスバランス方式を採用して30万トン供給する。また、'22年瀬戸内製鉄所に新設した電炉を稼働開始してハイグレード電磁鋼板を製造、'30年までに外板用高級鋼板を大型電炉で製造する技術確立し「NSカーボレックス・ソリューション」ブランドで販売する。

ノルウェーのBlastr Green Steelも化石燃料を使用しない脱炭素化鉄鋼を北欧地域での供給を合意した。ベルギーのSolvay社は2022年オーガスタ工場では製造プロセスの改善を行い、使用電力を100%再生エネルギーとし'13年比プラントの地球温暖化係数(GWP)を30%削減、'18年比水消費量15%削減と持続不可能廃棄物を30%削減した。

6.2 新生産技術開発

欧州では新しい製造技術の実証実験でCO₂削減に取り組んでいる。

スウェーデンのSSAB社は鉄鉱石メーカーのLKABやエネルギー会社のVattenfallと共同で、鉄鉱石を原料とした製鉄に、原料炭に依存した高炉を使用しない世界初の鉄鋼技術「HYBRIT」を立ち上げた。溶鉱炉の燃料を水素に転換した水素還元鉄から作られた鉄鋼を2026年から商品化して、共同開発するVolvoに提供する計画を進めている。

ドイツのBASF、SABIC、リンデの3社は政府の補助金を受けて、世界初大規模電気加熱式スチームクラッカーの実証プラントを新設、基礎化学品を製造するスチームクラッカーは炭化水素をオレフィンや芳香族に分解するのに化石燃料を使用するが、電気の利用でCO₂排出量を90%削減できるとしている。

6.3 CNの見える化

原材料メーカーについて、自動車メーカーは品質、コストに加えて生産時のCO₂排出量もメーカー選定の基準にする意向が出てきている。原材料の調達から廃棄、リサイクルまでのライフサイクル全体でCO₂排出量の削減を目的とし、業界でのCNの見える化を進めている企業が出てきている。

帝人の米国子会社テイジン・オートモーティブ・テクノロジーは、生産する外装部品材料のライフサイクル全体でのCO₂排出量について、炭素繊維やアラミド樹脂などは材料から部品までのデータを提出している。旭化成もシリンダーヘッドカバー用ポリアミド樹脂「レオナ」やモーターギヤに使用されているポリアセタール樹脂「テナック」など5品目で、分散したサプライチェーン拠点を網羅した分析ツールを導入し、原料や生産拠点のデータ入力で製造時のCO₂排出量月次データを提供している。住友化学も2022年に自動計算ツールを使い原料や中間品、最終品など、各段階でCO₂排出量が見える化し、約2万品目のデータを'23年内に提供する準備を推進している。

7 自動車部品のCNによる変化

自動車産業のCNに向けては、FCVやEVを中心に電動化が推進されている。各自動車メーカーはEV専用ブランドを立ち上げてEV化を中心に取り組んでおり、EV専用のプラットフォームを開発して効率よくシリーズ化した車を投入しようとしている。

内製技術も大きく変化しパワープラントはエンジンからモーターと減速機、インバーターを一体化したe-Axleの生産変更に対応しなければならなくなっている。e-Axleについて

はBOSCHやデンソーなどの既存のメガサプライヤーに加えて、NidecやHUAWEIなど新たな企業が参入し激しいシェア争いが展開される状況になっている。e-Axleもさらに省電費とするために、過電流の発生を抑え鉄損低減へモーターのステーターやコアの材料を軟磁性製材料の電磁鋼板からアモルファス合金にする開発や、積層方式をカシメからレーザー溶接結合など技術改良が進められている。モーターの回転速度を連続的に可変駆動させるインバーターに使用されているパワー半導体もSi-IGBT（シリコン絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）からSiC（炭化ケイ素）にすることで、パワーコントロールユニットに流れる電流のON/OFFスイッチングの高速化や耐高温性で電費が10%近く改善されるのでSiCへの切り替えが進んでいる。

EVに使用されている電池にはリチウムイオン電池が使われている。正極に使われる物質の違いで種類が分かれるが、今最も多く使われているのは三元系リチウムイオン電池で、正極材のコバルトがリチウムイオンを含み、エネルギー密度の高いニッケルと安全性が高いマンガンとの組み合わせで構成されている。高容量でエネルギー密度が高いが、過充電などにより発熱発火のする可能性とコストが高い課題がある。最近ではEVの競争激化で低コストモデルの需要が高まり、エネルギー密度は低いが高熱安定性で原料が安いリン酸鉄リチウムイオン電池が搭載されるEVが中国車を中心に増えている。EVに搭載されるリチウムイオン電池では中国の新興企業寧特時代新能源科技（CATL）が30%を超えるシェアで独走している状況で、自動車メーカーも電池パックの内製化や協業による全固体電池などの次世代電池の研究開発に力を入れている。

8 新素材やリサイクル材料、リユース開発

カーボンニュートラル原材料だけでなく、植物由来材料から自動車部品を製造する取り組みも盛んに行われている。トヨタ車体は杉間伐材繊維を織り込んだ樹脂材料「タブウッド」を開発、PP同等性能で軽く高剛性で耐熱性の特徴を活かし、射出成形でブラケットやハーネスプロテクターを量産している。デンソーは発色性が良く塗装不要のデンブロン由来ポリカーボネートをナビのパネルに、耐熱性の高いひまし油由来樹脂をラジエータータンクや排ガスセンサー回路保護材に採用した。BASF社はガラス繊維30%、植物由来ひまし油バ

イオ系セバシン酸から作られるポリアミド系樹脂「Ultramid Balance」をリアバンパーステーに採用している。そのほか研究されている植物由来原材料として、サトウキビやアブラヤシなど多岐に渡っている。

リサイクル技術として世界で年間約10億本の使用済みタイヤは、その60%近くが燃料として使用されCO₂を排出している。ブリヂストンは2030年までにタイヤや化学品にリサイクルする熱分解技術の確立をENEOSと共同で開発に取り組んでいる。住友ゴムは韓国のLDカーボン社と廃タイヤからの回収カーボンブラックと熱分解油の事業化で協業している。Goodyearは全ての規制テストを合格し、転がり抵抗が低く燃費が向上し、CO₂排出量を削減するサステナブル素材90%のデモタイヤを発表した。ミシュランは従来品に比べ天然ゴム割合を増やし、ひまわり油などのバイオ由来樹脂や穀殻シリカ、カーボンブラックなどのサステナブル素材使用率45%以上のタイヤを開発、今後開発する標準タイヤの基礎技術とする。BMWは自動車製造での循環型経済探求「Car 2 Car」プロジェクトを立ち上げ、使用済み車両リサイクルで得られる二次原料から再使用率を約30%から50%に引き上げるとしている。

Renault Truckは廃車処分となった車両部品をリユースする解体工場を開設、エンジンやギヤボックス、キャビン、燃料タンク、バンパーなど再利用可能部品をチェックして洗浄し「Used Parts by Renault Trucks」のラベルを貼り、新品より50~60%安く販売し、リユース不可部材はリサイクルに使用している。ZFも交換期を迎えた高機能部品を新品同様に再生したリマン部品を販売開始、電子制御一体化の大型車両用ブレーキ制御を2種類販売している。

9 まとめ

自動車業界のカーボンニュートラルへの取り組みは始まったばかりである。どうしても車の電動化に注目が集まりEVを中心にパワープラントの革新がテーマとなり自動車産業全体が技術置換に取り組み始めた。しかし、生産工程や輸送におけるCO₂の削減や原材料まで遡った取り組みは自社の取り組みだけでは解決しない産業界全体を巻き込んだ変革である。カーボンニュートラルへの取り組みは日本の産業界全体で取り組むべきテーマで、日本産業の底力が試されている。

(2023年7月13日受付)