

商品・技術開発における取り組み

マツダは、世界の自動車産業を取り巻く環境の急激な変化を踏まえ、より長期的な視野に立ち、クルマの持つ魅力である「走る喜び」によって、「地球」「社会」「人」それぞれの課題解決を目指す新しいチャレンジ「サステイナブル“Zoom-Zoom”宣言2030」を2017年に公表しました（P8-12参照）。これは、美しい地球と心豊かな人・社会の実現を使命と捉え、クルマの持つ価値により、人の心を元気にすることを追究し続けるもので、環境分野においては「環境保全の取り組みにより、豊かで美しい地球と永続的に共存できる未来を築いていく」というマツダのチャレンジを表しています。

エネルギー／温暖化対策

商品環境性能についてのマツダの考え方

世界で自動車の保有台数が増加する中、私たち自動車メーカーは排出ガスのクリーン化による大気汚染の防止や、燃費向上によるCO₂排出量削減、さらには枯渇が危惧される化石燃料への依存低減などに、これまで以上に取り組んでいかなければなりません。このような自動車業界が抱える環境課題に対して、地域、車両特性、燃料特性などのさまざまな側面を考慮した「複数の選択肢（マルチソリューション）」を準備しておく必要があると考えています。

地球温暖化への対応

マツダは自動車産業の使命として、クルマの製造・使用・廃棄というライフサイクル全体を視野に入れて、CO₂を中心とする温室効果ガスの本質的な排出削減を最優先課題の一つととらえています。走行時（Tank-to-Wheel）のみならず、燃料採掘／精製／発電時（Well-to-Tank）を含んだ「Well-to-Wheel」視点で、最も寄与できる状態にしたいと考えています。世界各地のエネルギー源・発電形態などを考え、複数の選択肢（マルチソリューション）を持つことで、それぞれの地域に最適なCO₂の排出削減に貢献します。マツダは、2017年8月、『Well-to-Wheel』での企業平均CO₂の排出を、2050年までに2010年比90%削減することを視野に、2030年までに50%削減することを「目指す」という新たな目標を設定しました。

ライフサイクルアセスメント（LCA）

マツダは、クルマの原料調達・製造・使用・リサイクル・廃棄までの各段階における環境影響を算出し評価する手法、ライフサイクルアセスメント（LCA）を、クルマのライフサイクルにおける環境負荷低減の機会を特定する手段として2009年より採用し、各段階における環境負荷低減に向けた活動に積極的に取り組んでいます。また、環境性能に関わる新技術においては、国際規格（ISO14040／ISO14044）に準拠した手法に基づき、客観性と信頼性を担保した評価を進めています。

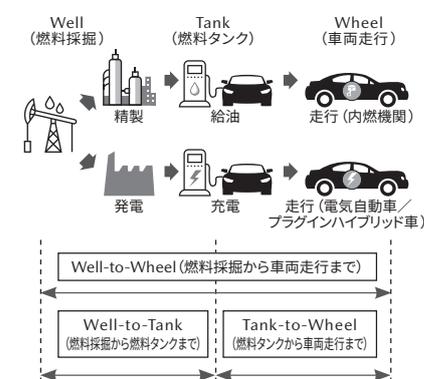
LCAを活用したマルチソリューションでの技術開発

マツダでは、各地域における自動車のパワーソースの適性やエネルギー事情、電力の発電構成などを踏まえた適材適所の対応が可能となるマルチソリューションを提供できるよう、開発を進めています。2018年度には、世界5地域における内燃機関自動車と電気自動車（EV）のライフサイクルでのCO₂排出量を評価し、地域毎の電力の状況や燃費／電費、生涯走行距離等によって、内燃機関自動車とEVのライフサイクルでのCO₂排出量の優位性は変化することが分かりました。2019年度にはこのようなLCAの結果を国際論文にまとめ、学会で発表しました。

a Well-to-Wheelの視点

クルマのライフサイクル全体でのCO₂削減に向け、「Well-to-Wheel」視点でのCO₂削減に取り組む

Well-to-Wheel概念図*



* 化石燃料を採掘して車両走行する場合。

b マツダのLCAに関する学会/論文発表

学会発表:

The 9th International Conference on Life Cycle Management (2019年8月)

演題: Estimation of CO₂ Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA

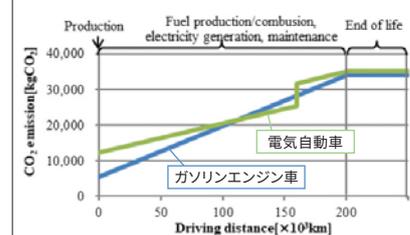
学術論文発表:

Sustainability誌, 2019, Volume 11, Issue 9, p.2690

題目: Estimation of CO₂ Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA
<https://doi.org/10.3390/su11092690>

c 内燃機関自動車と電気自動車のCO₂排出量の比較の一例（日本）

走行距離が約11万kmまでは内燃機関自動車の方がCO₂排出量が低くなり、約11万km以上では電気自動車のCO₂排出量が低くなる（しかし、電気自動車のバッテリーを16万kmで1回交換すると、内燃機関自動車のCO₂排出量が低くなる）。

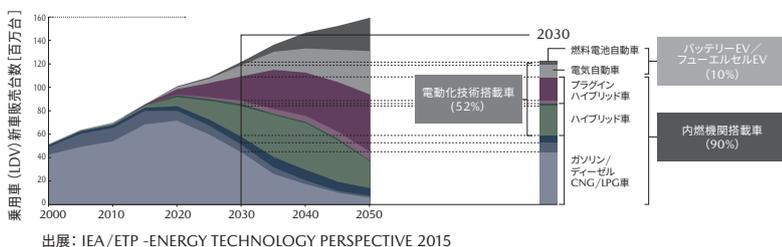


ビルディングブロック戦略

マツダ車のCO₂排出削減・燃費向上の目標達成に向け「ビルディングブロック戦略」を採用しています。今後も、内燃機関はグローバル市場における自動車の主要な動力技術であり続けるとの予測に基づき内燃機関の徹底的な理想追求は引き続き重要であると考えています。「ビルディングブロック戦略」では内燃機関の理想を追求し続けつつも、各国・地域のエネルギー資源、規制、発電形態、インフラの整備状況などを考慮し、最適な制御技術や効率的な電動化技術を組み合わせ、電気自動車(EV)、プラグインハイブリッド自動車などを商品化していきます。このビルディングブロック戦略とモデルベース開発 (P125参照)・モノ造り革新 (P123参照) などのプロセス革新の進化により、限られた経営資源の中で、お客さまの期待を超える商品・技術を提供します。なお、クリーン発電地域や、大気汚染抑制のための自動車に関する規制がある地域に対しては、EVなどの電気駆動技術を展開する予定です。

e パワートレイン(動力系)技術のグローバル市場に占める割合のイメージ

内燃機関自動車は、将来においても世界的に大多数を占めると予測され、CO₂削減に最も寄与すると考えられている (2030年時点 内燃機関自動車約90%)

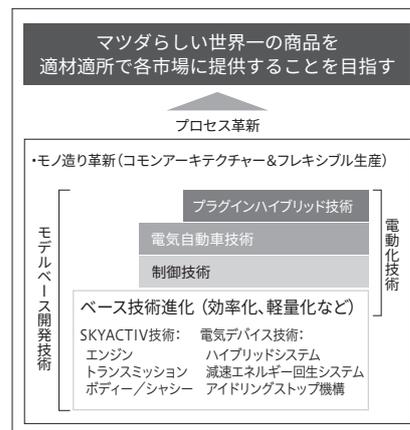


SKYACTIV技術による「ベース技術」の徹底的な改善

革新的なベース技術の総称が「SKYACTIV技術」です。SKYACTIV技術で、クルマの基本性能となるエンジンやトランスミッションなどのパワートレインの効率改善や車両の軽量化、空力特性などのベース技術をゼロから見直し、革新的な技術開発を実現しています。2011年に「SKYACTIV-G」を搭載したデミオ(国内モデル)の導入以降、順次グローバルにSKYACTIV技術搭載車種を拡大し、2012年に発売したCX-5以降、SKYACTIV技術をフル搭載した車種を拡大しています。

2019年から、ガソリンエンジンにおいて圧縮着火を制御する技術の実用化に世界で初めて※1めどをつけた新世代エンジン「SKYACTIV-X(スカイアクティブ・エックス)」を含めた新世代技術を順次導入しています。このエンジンはガソリンエンジンとディーゼルエンジンの長を融合した、新しいマツダ独自の内燃機関であり、優れた環境性能と出力・動力性能を妥協なく両立しています。現在でも商品力の高い「SKYACTIV-G」、「SKYACTIV-D」を今後も継続的に進化させつつ、「SKYACTIV-X」の導入機種を拡大していきます。

d ビルディングブロック戦略



f SKYACTIV-Xの特徴

	ガソリンエンジン	SKYACTIV-X	ディーゼルエンジン
燃費	▲	◎	◎
トルク	▲	◎	◎
レスポンス	▲	◎	◎
出力(伸び)	◎	◎	▲
暖房性	◎	◎	▲
排気浄化性	◎	◎	▲

お客さまへの提供価値

※1 2017年8月現在 マツダ調べ。

燃費向上への取り組み

マツダは、お客さまの経済的負担を軽減し、地球温暖化要因となる化石燃料の利用を低減するため、燃費向上に取り組んでいます。“実用燃費”の向上を重視し、お客さまの使い方の違いや、外気温の変化などの環境要因などで起こる、燃費変動を抑制するため、一部のシリンダー内の燃焼を休止させる「気筒休止」技術や、効率を突き詰めて磨き上げたエンジンの性能を最大限に活用し、効率的な電動化技術を組み合わせることで、燃費と走りの向上を実現させるマイルドハイブリッドシステム「M HYBRID (M ハイブリッド)」を採用しています。また、お客さまの利用環境に近い燃費情報を提供するために、日本車でいち早く「WLTCモード※1」燃費表示を導入しています。

電動化技術の開発

各地域における自動車のパワーソースの適性やエネルギー事情、電力の発電構成などを踏まえ、適材適所の対応が可能なマルチソリューションを提供できるよう、電動化技術の開発を進めています。マツダは、2030年には生産するすべてのクルマに、電動化技術を搭載する予定とし、そのパワーユニットの構成比は、プラグインハイブリッド車※2や、ハイブリッド車などを含めた内燃機関搭載車が95%、電気駆動のみの電気自動車が5%と想定しています。電気駆動ならではの利点を活かし、人間の特性や感覚を第一に考えたマツダならではの「人間中心」のアプローチで電動化技術の開発を進めています。

電気自動車

電気自動車(EV)においても、「サステイナブル"Zoom-Zoom"宣言2030」の考え方に則り、開発に取り組んでいます。「Well-to-Wheel」視点では、クリーン発電で電力をまかなえる地域や、大気汚染抑制の規制がある地域に対しては、EVなどの電気駆動技術が最適な解決策と考え、「走る喜び」にあふれたEVの開発を進めています。ライフサイクルの視点では、適切な容量のバッテリーを搭載していくことで、本質的な地球環境負荷低減に貢献したいと考えています。2019年10月の「第46回東京モーターショー」(主催：一般社団法人 日本自動車工業会)において、マツダ初の量産EVを世界初公開しました。2020年9月から欧州で発売し、順次グローバルに発売を開始します(P12、13-16参照)。

g

g MAZDA MX-30



※1 Worldwide-harmonized Light vehicles Test Cycle (世界統一試験サイクル) モードの略称。WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure: 乗用車などの国際調和排出ガス・燃費試験法) に基づく測定方式。
 ※2 家庭用電源で電池を充電できるハイブリッド車。

TOPICS 電気自動車駆動用バッテリーのリユース技術を活用したバーチャルパワープラント実証試験について

マツダは、中国電力株式会社および株式会社明電舎と、電気自動車(EV)の駆動用バッテリーをリユースした定置型蓄電池システムの構築、およびこれを活用したバーチャルパワープラント(VPP)※1実証試験に共同で取り組む共同研究契約を締結しました。本実証試験では、電気自動車の駆動用バッテリーをVPPのリソースとしてリユースする可能性を検証するため、複数の駆動用バッテリーを統合制御するシステムを構築し、再生エネを含む分散型電源などと組み合わせることで、応答性、蓄電池の劣化特性などを評価します。これにより、再生エネの最大限活用、需給バランス制御などに繋がる制御技術の獲得を目指します。マツダは、このような取り組みにより、クルマとエネルギーの融合から派生する新たなサービスにつながる技術を獲得し、地球環境および地域への貢献に取り組んでいきます。

※1 一般家庭や工場などが保有する再生可能エネルギー、EV、蓄電池などの多数の分散型電源を束ねて、あたかも1つの発電所のように統合・制御するもの。
<https://newsroom.mazda.com/ja/publicity/release/2019/201910/191017a.pdf>

代替燃料対応技術の開発推進

商品を通じた地球温暖化対策を進めるにあたり、国や地域に適したエネルギーが利用できるよう、多様なバイオ燃料や合成燃料などのさまざまな代替燃料対応技術の研究・開発を推進しています。

バイオエタノール／バイオディーゼル混合燃料への対応

植物から生成するバイオエタノールおよびバイオディーゼルの混合燃料は、CO₂排出量削減に効果があることから注目されています。マツダはこれらの燃料に対応可能なクルマを販売しています。

自動車用次世代液体燃料の普及拡大に向けた取り組み

マツダは、自動車などの内燃機関を搭載した移動体のエネルギー源については、将来においても液体燃料が、効率かつ実用的な手段であると考えています。特に微細藻類油脂や廃食油を原料とした自動車用次世代バイオ液体燃料（以下、次世代バイオ燃料）をはじめとする再生可能液体燃料は、とうもろこしなどの食料を原料とした従来型のバイオ燃料とは異なり、食料競合や森林破壊といった問題がないため持続可能性に優れ、追加インフラを必要とせず石油由来燃料からの100%代替が期待できるエネルギー源と考えています。

2017年4月には、広島大学大学院においてマツダとの共同研究講座として「次世代自動車技術共同研究講座 藻類エネルギー創成研究室」を開設し、JST「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（OPERA）」の支援もいただきながら、ゲノム編集技術を用いた藻類高性能化研究を進めるなど、微細藻類から再生可能な液体バイオ燃料を創成する研究を進めています。^{※1}

2018年6月には、ひろしま自動車産学官連携推進会議（ひろ自連）が株式会社ユーグレナ（以下ユーグレナ社）と共同で推進している、広島での次世代バイオ燃料の実証事業計画「ひろしま“Your Green Fuel”プロジェクト」に参画。ユーグレナ社が推進するGreen Oil Japanと連携し、カーボンニュートラルな次世代バイオ燃料の原料製造・供給から利用に至るまでのバリューチェーン全体を広島地域で支える地方創生モデルの構築を目指しています。^{※2}

マツダは、次世代バイオ燃料の普及拡大を技術面からサポートするために産学官連携・企業間連携などを積極的に進めています（P126-130参照）。

h バイオエタノール／バイオディーゼル混合燃料への適合車販売状況^{※1}

日本：「B5」^{※2}対応-MAZDA2、MAZDA3、MAZDA6、CX-3、CX-30、CX-5
 タイ：「E20」^{※3}対応-MAZDA2、CX-8
 「E85」^{※4}対応-MAZDA3、CX-3、CX-30、CX-5

※1 仕様により異なります

※2 バイオディーゼル燃料を5%混合した軽油

※3 エタノールを20%混合したガソリン

※4 エタノールを85%混合したガソリン

※1 <https://newsroom.mazda.com/ja/publicity/release/2017/201704/170428c.html>

※2 <https://newsroom.mazda.com/ja/publicity/release/2018/201806/180613a.html>

車両の軽量化を実現するための技術開発

マツダは、構造そのものが軽量に設計されたSKYACTIV技術のほか、細部に至るまで、軽さのための新技術も積極的に取り入れています。樹脂やアルミ材や高張力鋼板など軽さと強さを兼ね備えた材料を使用し、軽量化を徹底的に追求しています。

クラストップレベルの軽量バンパーを実現する自動車部品用樹脂材料

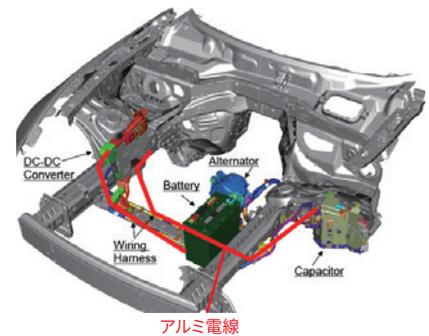
従来と同等の剛性を保ちながら、車両の軽量化を実現する自動車部品用の樹脂材料を開発しました。部品をより薄肉で製造し材料使用量の大幅な削減が可能となるため、フロントおよびリアバンパーに採用した場合、約20%軽量化することができました。薄肉化による成形時の冷却時間を短縮したことに加え、CAE解析技術の活用などにより、バンパーの成形時間を約半分に短縮し、製造時の消費エネルギーを大幅に削減することができました。

マツダでは、この樹脂材料を採用した軽量バンパーをさらに約4%低比重化し、クラス^{*1}トップレベルの軽量バンパーを新世代商品群に順次搭載しています。2018年度にMAZDA3、2019年度には、CX-30に搭載しました。

アルミ電線を使用した軽量ワイヤハーネス

従来と同等の接続信頼性（品質）を保ちながら、車両の軽量化が可能となるアルミ電線を使用した軽量ワイヤハーネスを開発しました。この軽量ワイヤハーネスを2015年発売のロードスター／MX-5に搭載して以降、順次搭載車種^{*2}を拡大しています。2019年度はCX-30に搭載しました。

i ロードスター／MX-5のアルミ電線
キャパシターとDC-DCコンバーターの接続
DC-DCコンバーターとバッテリーの接続



クリーンエミッション

排出ガスのクリーン化

排出ガスによる大気汚染防止のために、低排出ガス車の開発に取り組んでおり、各国・各地域の排出ガス規制に適合した車種の市場導入を進めています。

（主要国の規制適合状況）

- 日本：2018年から施行されている新しい排出ガス規制モード（WLTCモード）に適合
- 米国：Tier3／LEV2,3規制に適合
- 欧州：Euro6規制に適合
- 中国：国5（Euro5レベル）規制に適合

※1 排気量1500cc～2000ccクラス 2017年3月現在 マツダ調べ。
 ※2 搭載車種（2020年6月時点）：ロードスター／MX-5、MAZDA3、CX-30、アテンザ／MAZDA6、CX-5、CX-8、CX-9。

貴金属シングルナノ触媒技術

マツダはグローバルでの排出ガスや燃費規制の強化、新興国成長などによる市場拡大、希少資源の枯渇などを考慮しています。マツダ独自のシングルナノテクノロジーやスス(PM)酸化触媒を開発し、貴金属の使用低減、および排出ガスのクリーン化を進めています。

シングルナノテクノロジーによる貴金属の使用量の大幅削減

ガソリン用三元触媒に対して、レアメタル(貴金属)やレアアース(セリア材)といった希少元素の使用量を低減した上で、優れた触媒性能を発揮させることが重要と考え、2009年、クルマの触媒に使用する貴金属を当社従来比約70%削減しながらも、排ガスの浄化性能と高い耐久性を同時に実現できるシングルナノ触媒^{※1}を世界で初めて^{※2}実用化しました。

同触媒の貴金属の使用量をさらに約30~40%低減させることに成功し、2011年に導入したデミオ(海外名:MAZDA2)以降、順次グローバルに採用し、現在ではクリーンディーゼルエンジンSKYACTIV-Dにも採用しています。

参照URL

https://www.mazda.com/ja/innovation/technology/env/other/singlenano_tech/

PM酸化触媒の高性能化技術

ディーゼルエンジン用の触媒に関して、スス(PM)を速やかに燃焼除去しCO₂排出量を削減する独自のPM酸化技術を開発しました。この技術は、従来触媒と比べて触媒粒子の表面だけでなく内部の酸素まで有効に活用でき、より多くの高活性な酸素をスス(PM)へ供給可能にするなど、飛躍的な機能の向上を実現しています。本技術採用前に比べて、希少元素である貴金属を約10分の1まで低減するとともに、車のライフサイクルを通して触媒機能を維持できる耐久性を実現しています。2009年よりディーゼルエンジン搭載車に順次搭載し、2019年度にCX-30へ搭載しました。

化学物質・重金属の適正な管理

マツダは「環境負荷物質管理基準」を発行し、購入する部品や材料に関して使用を制限(禁止または報告)する物質・重金属を規定し、適切に管理しています。

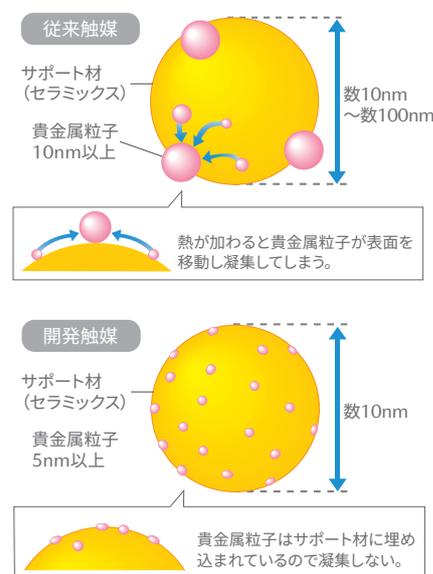
自動車部品の材料情報収集・管理

サプライチェーン全体で、鉛、水銀、六価クロム、カドミウムといった環境負荷物質の適正な管理を推進するため、国際標準システム「IMDS」^{※3}を用い、サプライヤーの材料情報収集を行っています(日本自動車工業会の自主目標(鉛・水銀の削減、六価クロム・カドミウムの使用禁止)を2007年2月までに全て前倒しで達成)。

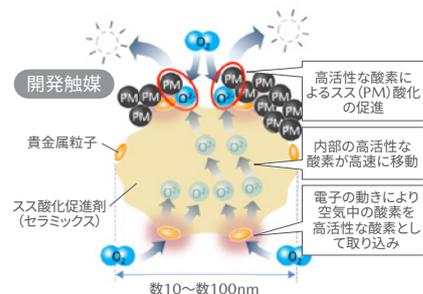
IMDS運用に関する取り組み

- サプライヤーにIMDSデータを適切に入力してもらうため、ガイドラインを毎年発行・提供
- IMDSを通じて収集したデータを、車両のリサイクル可能率の算出や欧州の化学物質規制「REACH」^{※4}など、各種規制の対応に活用

j 新触媒技術による貴金属分散モデル



k スス(PM)酸化触媒の仕組み



l IMDSの仕組み



※1 ナノテクノロジーよりさらに微細な材料構造を制御するシングルナノテクノロジーを用いた触媒。
 ※2 2003年11月 国内特許取得 2005年8月 国際特許取得
 ※3 International Material Data System.
 ※4 Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals.

車室内VOCの削減

快適な車内環境を保つためにホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなどシックハウス症候群の原因とされるVOC※1の削減に取り組んでいます。

- 2007年発売のデミオ(海外名:MAZDA2)以降の新型車では、インテリアに使われる主要な樹脂や塗料、接着剤などの素材そのものを低VOC化し、厚生労働省室内濃度指針値をクリア(2019年導入のCX-30も同指針値をクリア)

自動車騒音の低減

マツダでは、最新の法定騒音規制値よりも厳しい自主基準値を定め、乗用車、商用車の全車種において、この自主基準値を達成させることで道路交通騒音の低減に努めています。また、自動車から発生する主な音源のエンジン騒音、吸排気系騒音、タイヤ騒音を低減するための技術開発にも積極的に取り組んでいます。

m 騒音防止対策の事例 (MAZDA3)



資源循環の推進

リサイクルに配慮した開発・設計

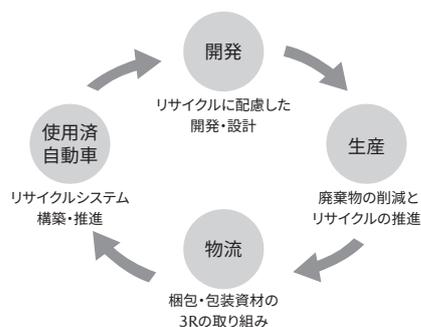
マツダでは自動車の全ライフサイクルにおいて3R(リデュース、リユース、リサイクル)を軸とした資源循環の取り組みを行っています。自動車の材料には、鉄、アルミニウム、樹脂、レアメタルなど限りある資源が含まれています。

マツダは、「リサイクル設計ガイドライン」を1992年に策定し、開発中の全てのクルマに3R設計を取り入れています。

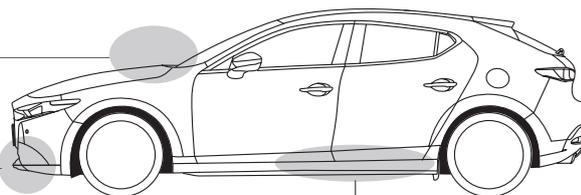
具体的には、以下の取り組みを推進することで、新車のリサイクル性を向上させています。

1. リサイクル可能な部品や素材を取り出しやすくするために、解体・分離が容易な車両の設計、解体技術の研究
2. ASR※2の構成重量の多くを占める樹脂について、リサイクルしやすい材料の採用

n 3Rを軸とした資源循環



- **インストルメントパネル**
インストルメントパネルの締結部を、離脱しやすい構造とすることで、解体時に引っ張ると容易に外れる
- バンパー**
バンパー下の締結部を薄肉化して外れやすい構造とする事で、解体時に開口部を引っ張るとバンパーが破断せずに外れる



- 易解体アース端子**
ハーネスを引き抜く際に端子部がちぎれ、ハーネスが残らない構造

※1 Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物。

※2 Automobile Shredder Residue

ボディガラ(使用済自動車から、バッテリーやタイヤ・液類などの適正処理が必要な部品、エンジンやバンパーなどの有価部品を取り除いた物)をシュレッダーで破砕し、金属類を分別回収した後の残留物。

バイオマテリアルの採用を拡大

p q

石油資源の使用量削減やCO₂排出量の抑制といった環境負荷の低減に貢献できる植物由来のバイオマテリアルの技術開発に積極的に取り組んでいます。2006年、業界初の高耐熱・高強度な自動車内装部品用バイオプラスチック、2007年には、世界初の植物由来100%の繊維からなる自動車用シート表皮バイオフアブリックを開発しました。2014年には、自動車の外装意匠部品として使用可能なバイオエンジニアリングプラスチック(以下、バイオエンブラ)^{※1}を開発し、順次採用を拡大しています。

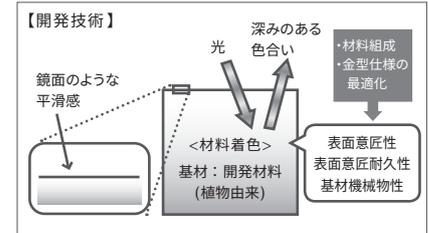
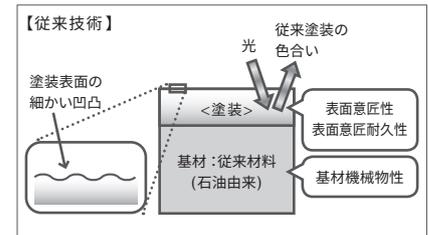
バイオエンブラの採用

2014年：無塗装で高質感のバイオエンブラの特徴を生かした内外装意匠部品の無塗装化技術開発を行い、材料の持つ優れた環境性能だけでなく、従来の塗装では実現できない高質感と、塗装工程廃止による環境貢献およびコスト改善を実現。

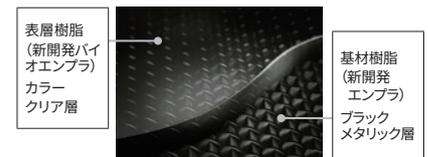
2017年：フロントグリルのような複雑な形状の大型外装部品にも対応できるよう、材料の開発と金型仕様の最適化を行い、成形性を大幅に向上。2020年、上記バイオエンブラの開発において「令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰」の「科学技術賞（開発部門）」を受賞

2018年：環境に優しく透明感のあるバイオエンブラを使用した表層樹脂と、基材表面に柄を刻み込んだ基材樹脂との2層成形により、深みのある色合いと精緻感、陰影感など、従来の技術では実現困難な意匠を実現させながら、環境負荷の低減を可能にするバイオエンブラ新意匠2層成形技術を開発。

p 2014年：特徴を生かした内外装意匠部品の無塗装化技術開発



q 2018年：バイオエンブラ新意匠2層成形技術
 バイオエンブラ新意匠2層成形技術 断面模式図



※1 バイオエンブラは、マツダ株式会社が三菱化学株式会社と共同開発。