

環境対応製品の開発・設計に関する取り組み

Activities Regarding the Development and Design of Environmentally Friendly Products

瀬川治彦 H. SEGAWA

We JTEKT have established six specialized environmental subcommittees under the Global Environmental Conservation Committee, through which our entire company promotes environmental conservation activities. The Environmental Responsive Products Subcommittee, which is one of these subcommittees, promotes conservation within the development and design stages of environmentally friendly products. In 2003, this group laid down a "basic type of environmental efficiency" as the common benchmark for all JTEKT group products, and in 2016 the group changed the base year from the initial 2003 to 2010 when formulating the JTEKT mid-term target plan, which has stricter targets to be fulfilled. The report introduces the activities within the Environmental Responsive Products Subcommittee geared towards the fulfillment of the Environmental Action Plan 2020.

Key Words: Development, design, environment, products

1. はじめに

近年、1997年の「第3回気候変動枠組条約締結会議(COP3)」で採決された京都議定書の2005年発効や環境負荷物質法制化などによりさまざまな地球環境問題に対する関心が高まりつつある¹⁾。また、2015年11月にパリで開催された「第21回気候変動枠組条約締結会議(COP21)」では、各国のCO₂削減目標が国連気候変動枠組条約事務局に提出され、日本は2030年度までに2013年度比で26%（2005年度比で25.4%）削減するとの国際的な公約が提出されており、2050年度には約80%削減するとの長期的な目標も策定されている。その中で、我が国ではCO₂排出量の20%は自動車などの輸送部門で排出されていると推定されている。各自動車メーカーおよび関連する部品メーカーにおいては、環境対応を経営の重要課題の一つとして位置付けており、企業活動が環境に与える影響を広く把握するとともに、地球・社会の持続可能な発展に貢献する取り組みが進められている。自動車メーカーではCO₂排出量削減のための最も有効な方法として、自動車の燃費の向上に向けて、最大限の努力が行われている。自動車の燃費は年々向上し、ガソリン乗用車の平均燃費は2014年度では22.4km/Lとなり、2015年度の燃費基準相当レベル（17.4km/L）を大きく上回り、さらに2020年度の燃費基準相当レベル（20.7km/L）をも達成している²⁾。

当社においても、自動車産業に数多くの製品を納入しており、さらなる自動車の効率向上に向けて環境配慮型製品の開発・設計が要求されている。その中で、地球環境保全に対する取り組み内容を定めた「環境理念」と「環境方針」からなる「ジェイテクトグループ環境ビジョン」を2011年3月に策定し、持続可能な社会の実現を目指し、目標達成に向けた行動計画を策定し、継続的活動を推進している。

2. ジェイテクトの取り組み

2.1 ジェイテクトの環境経営に関する推進体制^{3) 4)}

当社では、「社会の信頼に応え、モノづくりを通じて、人々の幸福と豊かな社会づくりに貢献する」という企業理念の実現に向けた一つの取り組みとして、社長を委員長とする「地球環境保全委員会」を1990年代より設置し、環境マネジメントに取り組んでいる。委員会では、会社方針に基づいた目標の審議・決定を行うとともに、環境方針に掲げる重点テーマの推進と進捗状況の確認のため、六つの専門部会を設置して環境保全活動を推進してきた（図1）。

その一つである「環境対応製品対策部会」は、開発・設計部門を横断して構成された組織であり、環境負荷低減、特に地球温暖化防止の観点から環境配慮型製品の開発・設計段階での取り組みを行ってきた。

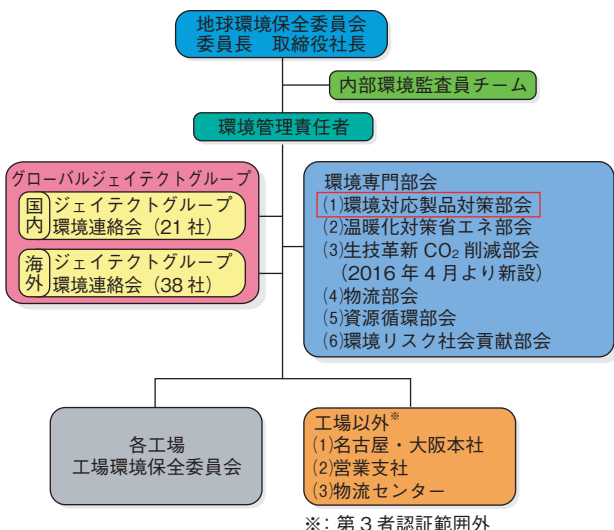


図1 ジェイテクトの環境経営に関する推進体制
Promotion structure of JTEKT's environmental management

2.2 2020年環境行動計画⁴⁾

2016年5月、「未来の子どもたちのために」をスローガンに、2050年の環境負荷極少化に向けた新たな取り組み指針として「環境チャレンジ2050」と、第1ステップの5ヵ年の活動計画「2020年環境行動計画」を策定した(表1)。

ここでは、開発・設計部門の環境問題への取り組みという観点から「2020年環境行動計画」の達成に向けて「環境対応製品対策部会」で取り組んでいる以下の(1)、(2)、(4)、(5)の項目について、その内容を紹介します。

表1 2020年環境行動計画
Environmental Action Plan 2020

区分	取り組み項目
製品・技術 環境配慮型製品の 開発・設計	(1) トップランナの環境負荷低減を推進する新技術・新製品の開発
	(2) 資源の有効利用に配慮した3R(リデュース, リユース, リサイクル)設計の推進
	(3) 製品に含有する環境負荷物質の管理・削減
	(4) 設計・開発段階での環境アセスメントの展開
	(5) 製品によるCO ₂ 削減貢献

3. 取り組み内容

3.1 環境配慮型製品の推移

「環境対応製品対策部会」では日々の活動を通じて、四つの事業領域(ステアリング、駆動、軸受、工作機械・メカトロ)で環境改善の一助となるよう開発・設計を進めており、環境に配慮した製品を数多く世の中に提供している。当社が提供した環境に配慮した製品の推移事例を下記に紹介する。

<ステアリング>

ステアリング製品では、自動車の「走る」「曲がる」「止まる」といった基本的な機能の中の「曲がる」という機能を担っている。1988年に当社が世界で初めて開発した電動パワーステアリング(EPS)は、従来の油圧式パワーステアリング(HPS)に比べて約3%の燃費向上効果があり、エネルギー消費量削減に大きく貢献している。さらに搭載性にも優れており、環境に配慮した当社の代表的な製品のひとつである。EPSは2000年以降に急速に適用の拡大が進んでおり、当社としてもさまざまな要望に対応したEPSを提供している。その結果、2015年度ではEPSは全ステアリング出荷台数の約75%を占めている(図2)。

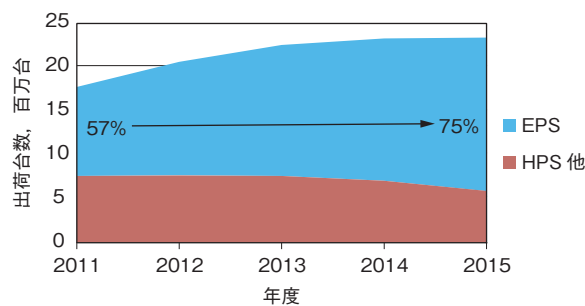


図2 ステアリング事業での環境配慮型製品の推移
Transition of environmentally friendly products within the steering business

<駆動>

4輪駆動車(4WD車)における後輪への駆動トルク配分を走行状態に応じて適正に配分するITCC(Intelligent Torque Controlled Coupling)は、1990年代に開発されて以来、多くの自動車に搭載されてきた。時代とともに、自動車業界では環境に配慮した低燃費化が進む中、4WD車においても同様に低燃費化が求められるようになってきた。こうしたニーズに応えるべく、内部の作動油の低粘度化や、クラッチ溝を工夫してのトルク低減など

の改善を通じて環境配慮型 ITCC へ次々と切替えを実施してきた。2015 年度には、全 ITCC 出荷台数の約 86% を占めている (図3)。

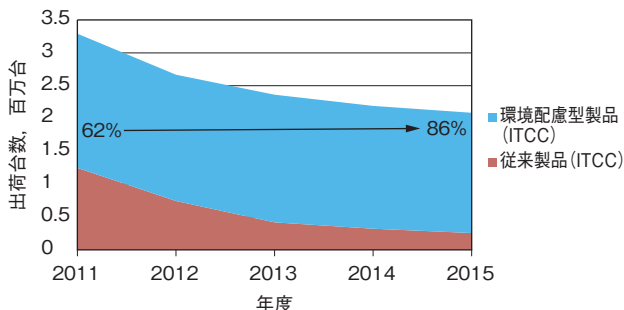


図3 駆動事業での環境配慮型製品の推移

Transition of environmentally friendly products within the driveline business

<軸受>

軸受製品は、あらゆる産業の「動かす」に貢献している。風力発電や高速鉄道などの産業機械や自動車向けに、低摩擦損失技術を駆使して多くの環境配慮型製品を提供している。

円すいころ軸受 (TRB) では、潤滑油量の制御や内部設計の最適化などにより、第4世代の TRB-LFT (LFT: Low Friction Torque) を開発し、低トルク化において第2世代 TRB-LFT 比で最大 50% 超の摩擦損失削減を実現した。これは 2015 年 10 月にラインアップし、環境配慮型製品として社会の環境保全、特に自動車の低燃費化と高効率化に大きく貢献している。

TRB-LFT は 1980 年の開発以降、継続的な改良を積み重ねて、2015 年度では、全 TRB 出荷台数の約 50% を占めている (図4)。

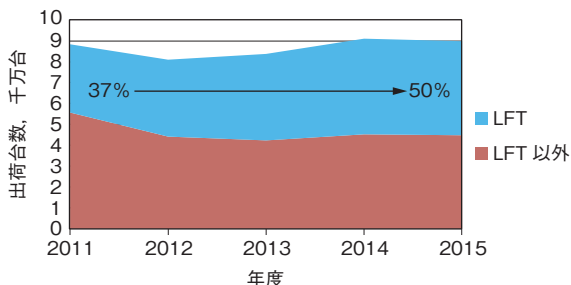


図4 軸受事業での環境配慮型製品の推移

Transition of environmentally friendly products within the bearing business

<工作機械・メカトロ>

工作機械・メカトロ事業では、研削盤、マシニングセンタ、切削盤などの提供により「ものづくりの根幹」を支えている。地球温暖化防止に対応した電力消費量削減や省資源が地球環境保護の観点から重要であるとの認識のもと、下記の3項目を主要な取り組みとし、省エネルギー技術を最大限に盛り込んだ環境配慮型製品の開発・設計を進めており、2015 年度では全出荷台数の約 70% を占めている (図5)。

[主要な取り組み項目]

- ①待機エネルギーの削減のため、Ecoモード制御 (設備のアイドルストップ) を採用
- ②定常エネルギーの削減のため、高効率可変容量形ベーンポンプなどの省エネルギー機器を採用
- ③サイクルタイムの短縮のため、最速CNCと高速ネットワークを採用

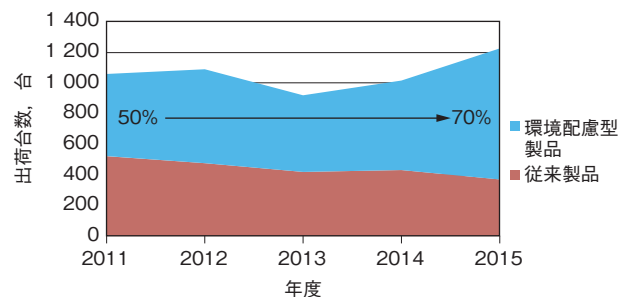


図5 工作機械・メカトロ事業での環境配慮型製品の推移

Transition of environmentally friendly products within the machine tool and mechatronics business

3.2 トップランナの環境負荷低減を推進する
新技術・新製品の開発

当社では製品の環境負荷低減効果を指標として数値で評価できるように、環境効率の基本式を独自に定めている。その基本式から算出された数値が高いほど環境負荷低減効果が大きく、「環境対応製品対策部会」では年度ごとに開発中の環境配慮型製品の中で最重点テーマをトップランナとして取り上げ、より高い環境効率値を目標としてその達成度を評価しながら製品開発に取り組んでいる⁴⁾。ここでは、環境効率の基本式と「環境対応製品対策部会」で取り組み中の事例を紹介する。

3.2.1 環境効率³⁾

2003年に、ジェイテクトグループのあらゆる製品の共通指標となる「環境効率の基本式(1)」を定めた。この基本式は、製品の性能（環境に与えるプラスの側面）を製品の環境負荷（環境に与えるマイナスの側面）で除算したもので、製品別の環境負荷値の正確な把握は困難であるため、代理特性として質量項（W）、損失項（T）、エネルギー項（E）を基本として算出するようにした。ここで、製品の性能改善度は当面考慮せず、製品の形態が大きく異なる場合は、他の代理特性で置き換えるなどの変換を行った。また、同時に環境配慮型製品の環境効率向上を定量的に分かりやすく指標化するため、環境効率値(2)、環境負荷低減率(3)も定めた。これは使用目的が同じである従来製品の環境指標と新製品の環境効率の比、もしくは低減割合（率）で示したものである。ここでの従来製品とは、当初は本式導入以前の製品ということから2003年時点での製品としたが、2016年のジェイテクト中期目標設定時に、従来製品の基準の見直しを実施し、当初設定時よりさらに厳しい基準として2010年を従来製品の基準に変更した。

このようにジェイテクトグループが独自に定めた共通指標により、あらゆる製品の開発・設計の成果を横並びで評価することにより、地球環境保全への貢献に努めてきた。

■環境効率の基本式

$$= \text{製品の性能} / \text{製品の環境負荷} \\ = 1 / \sqrt{(W^2 + T^2 + E^2)} \quad (1)$$

■環境効率値

$$= \text{新しい製品の環境効率} / \text{従来製品の環境効率} \quad (2)$$

■環境負荷低減率

$$= (1 - 1 / \text{新しい製品の環境効率} / \text{従来製品の環境効率}) \times 100 \\ = (1 - \text{従来製品の環境効率} / \text{新しい製品の環境効率}) \times 100 \quad (3)$$

3.2.2 トップランナ活動紹介

ステアリング、駆動、軸受、工作機械・メカトロの各事業で過去3年間にテーマとして取り上げて活動した事例の中から一例を紹介する（表2）。

<ステアリング>

エンジンルームのスペースが少ない小型車においては、車室内にパワーアシストユニットを配置するコラムアシストタイプ電動パワーステアリング（C-EPS）が適している。そのパワーアシストユニットの構成部品を主体に軽量化に取り組んだ。MCU（Motor Controller Unit）の内部構造・部品の見直し、インタミディエイトシャフトおよびコラムの中間シャフトでの中空化により、剛性を損なわず質量の削減を実施した。それぞれ従来製品に比べ質量削減（8%）、消費エネルギー削減（83%）を実現し、その結果、環境負荷低減率21%を達成した。

<駆動>

前後輪のトルク配分を制御するITCCは、コントロールクラッチを介してメインクラッチを制御し後輪側へトルクを伝えているが、コントロールクラッチ溝の改良により低温時の動作効率向上を図った。ドライブライン構成部品が持つべき最大負荷容量の適性化を図り、構成部品を小型・軽量化した（質量削減13%）。動作効率向上によるトルク損失低減（27%）、エネルギー損失削減（68%）と併せて、環境負荷低減率32%を達成した。

<軸受>

軸受の各要素に着目したトライボロジー技術の深化、内部設計および流動制御の最適化による徹底的なかくはん損失の低減とグリース基油の低粘度化やシールリップデザインの最適化などを織り込んだLFTシリーズを充実させ、製品展開した。

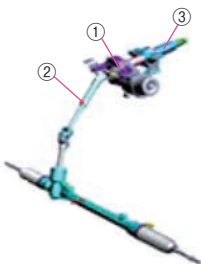
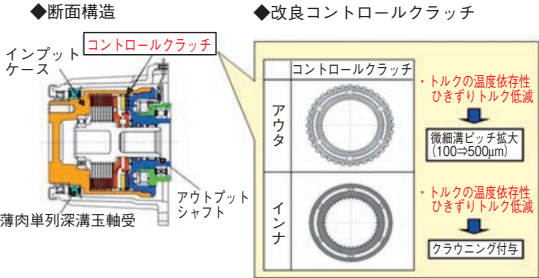
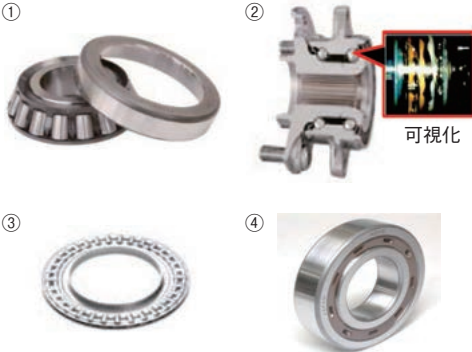
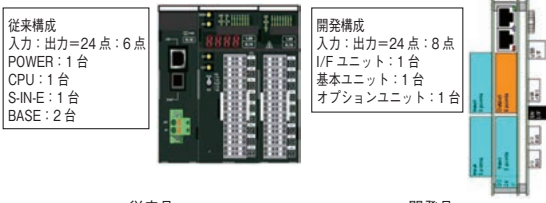
軸受仕様に応じて、最大50%の低トルク化を実現し、平均で環境負荷低減率14%を達成した。

<工作機械・メカトロ>

PLC（Programmable Logic Controller）は工作機械の頭脳の役割を担う部品であり、設備規模に合わせてフレキシブルに構成できる仕様が求められている。

ボード型安全PLCでは、樹脂筐体を廃止することにより従来のボード型構造をシンプルにし、使用部材を削減するとともに、回路を集約しマイコンの使用量を減少させた。さらに、消費電力を1.2kWh/年削減することにより、環境負荷低減率39%を達成した。

表2 トップランナの主な取り組み事例
Examples of main activities for leading products

	システム	開発のポイント・技術	環境効率値	環境負荷低減率												
ステアリング	コラムアシストタイプ 電動パワーステアリング (C-EPS) 	<ul style="list-style-type: none"> ■① MCU 内部構造・部品の見直し ■② インタミディエイトシャフトの中空化+摩擦圧接による軽量化 ■③ コラムの中間シャフト中空化による軽量化 ★質量 8% 削減 ★消費エネルギー 83% 削減 	1.26	21%												
駆動	ITCC 	<ul style="list-style-type: none"> ■コントロールクラッチ溝改良により低温時の動作効率を向上(ひきずりトルク低減) ⇒ドライブライン構成部品への最大負荷適性化 ⇒ドライブライン構成部品の小型・軽量化 ■部品構成の最適化による小型・軽量化 ★質量 13% 削減 ★トルク損失 27% 低減 ★エネルギー損失 68% 削減 	1.35	32%												
軸受	LFT シリーズ 	<ul style="list-style-type: none"> ■軸受内部設計最適化 ■保持器形状最適化による潤滑油の貫通量制御 ■新グリースの開発 ■解析/計測技術(グリース挙動可視化など) 様々なトライボロジー技術適用により、トルク損失を低減させた軸受をシリーズ展開 ★トルク低減 <table border="1" data-bbox="879 1541 1230 1688"> <tr> <td>① TRB-LFT(Ⅳ)</td> <td>△50%</td> <td>TRB-LFT(Ⅱ)比</td> </tr> <tr> <td>② HUB-LFT</td> <td>△50%</td> <td>従来品比</td> </tr> <tr> <td>③ NRB-LFT</td> <td>△50%</td> <td>従来品比</td> </tr> <tr> <td>④ BB-LFT</td> <td>△15%</td> <td>従来品比</td> </tr> </table>	① TRB-LFT(Ⅳ)	△50%	TRB-LFT(Ⅱ)比	② HUB-LFT	△50%	従来品比	③ NRB-LFT	△50%	従来品比	④ BB-LFT	△15%	従来品比	1.16	14%
① TRB-LFT(Ⅳ)	△50%	TRB-LFT(Ⅱ)比														
② HUB-LFT	△50%	従来品比														
③ NRB-LFT	△50%	従来品比														
④ BB-LFT	△15%	従来品比														
工作機械・メカトロ	ボード型安全 PLC 	<ul style="list-style-type: none"> ■樹脂筐体廃止による環境負荷物質の低減 ■回路集約による消費電力の低減 ★アンプ台の廃止: 1 308kg/年 〔CO₂ 排出量削減 (1 000 台当たり)〕 ★消費電力: 1.2kWh/年 	1.64	39%												

3.3 資源の有効利用に配慮した 3R（リデュース、リユース、リサイクル）設計の推進

3R とは環境設計を通じて、Reduce（リデュース：減らす）、Reuse（リユース：繰り返し使う）、Recycle（リサイクル：再資源化）を促進する活動であり、当社では構想段階から「リデュースを目指した小型・軽量化、長寿命化による資源使用量削減」、「リサイクルしやすい製品設計」を意識しながら開発・設計を推進している。ここでは、ステアリング、駆動、軸受、工作機械・メカトロの各事業で過去 3 年間にテーマとして取り上げて活動した事例の中から一例を紹介する（表 3）。

<ステアリング>

EPS には、運転者がステアリングホイールを回転させるのに必要な操舵力を検出するためのトルクセンサが取り付けられている。そのトルクセンサを EPS に取り付けているセンサハウジングを、従来のアルミダイキャストから樹脂センサハウジング一体成形に改良した。質量を従来品比で 33% 低減し軽量化することにより、鋼材の使用量削減に貢献している。

<駆動>

CVT（Continuously Variable Transmission）の潤滑油用ベーンポンプでは、小型・軽量化を目的に同軸型内接ギアポンプに代わる別置型ベーンポンプを開発した。本体回転部の径を小型化（52% 低減）、さらにポンプケースの材質を鋳鉄からアルミに変更することで軽量化（80% 低減）した。資源使用量削減および材質変更による軽量化により、自動車の燃費向上に貢献している。

<軸受>

高アキシャル荷重対応低トルク玉軸受は、従来の深溝玉軸受に対し、LFT 技術を駆使した油量制御保持器の採用により、トルク損失低減を図るとともに、アキシャル荷重負荷側の軌道深さを拡大することにより、外径を 10% 小さく、かつ耐アキシャル荷重性も向上できた（従来品比 1.8 倍）。トルク損失低減や小型化による軽量化により自動車の燃費向上に貢献している。

<工作機械・メカトロ>

従来の安全 PLC では内部メモリ・内部時計のバックアップ機能のため、バナジウムリチウム二次電池を使用

していた。PLC 内データに不揮発性メモリの使用と時計用 IC のスーパーキャパシタによるバックアップにより電池不要化を実現した。その結果、従来廃棄していた電池を無くすことで廃棄物ゼロとなり、廃棄物削減に貢献するとともに電池不要化による軽量化も達成した。

3.4 開発・設計段階での環境アセスメントの展開

近年、環境問題への意識が高まる中で、自動車部品メーカーにもできるだけ環境負荷の少ない製品を社会に普及させていくことが求められている。


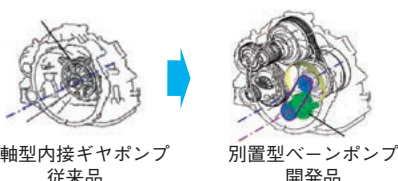
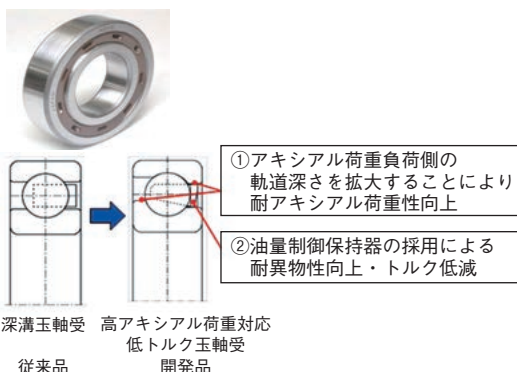
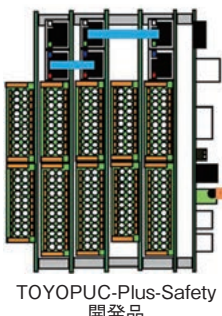
そこで、消費者が環境配慮型製品を選択できるようにするため、LCA（Life Cycle Assessment）といわれる製品のライフサイクル全体（原料調達から製造、輸送、使用、廃棄・リサイクルに至るまで）の環境負荷に関する情報の表示を行う動きも出てきている。LCA については、ISO（国際標準化機構）による環境マネジメントの国際規格の中で、ISO 規格が作成されている。したがって、我が国の企業においても CSR 報告書などで LCA が取り入れられることが多くなっている。

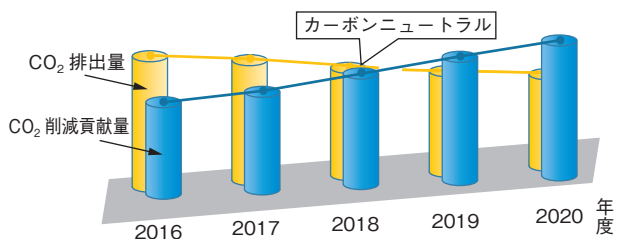
当社は、自動車部品メーカーで構成する JAPIA（一般社団法人 日本自動車部品工業会）の LCA 分科会に参画し、効率的なライフサイクル環境負荷量算出（製造段階および使用段階）の考え方を検討するとともに、社内での開発・設計段階での環境アセスメントの確実な実施について各チェック機関を設け、点検を行うことで環境配慮型製品の開発・設計を進めている。

3.5 製品による CO₂ 削減への貢献

CO₂ 排出量削減に貢献する環境配慮型製品の開発・設計を進める当社では、前述した「2020 年環境行動計画」で、製品の改善を進めることにより、製品使用時の CO₂ 排出量を削減し、ライフサイクルで地球温暖化防止に貢献するという新たな環境指標を設定した。自社の CO₂ 排出量を自社の CO₂ 削減貢献量で全量をオフセットする「カーボンニュートラル」の考え方を採用し、2020 年における製品による CO₂ 削減貢献量の目標は、ジェイテクトグループ全体の CO₂ 排出量と同等以上となる目標を設定した⁴⁾。「環境対応製品対策部会」では、2020 年の目標を 2019 年にいち早く達成できるように、鋭意活動に取り組んでいる（図 6）。

表3 3Rの主な取り組み事例
Examples of main 3R activities

分類(技術)	システム		3R 属性	開発のポイント(■)・効果(★)
資源使用量削減(小型・軽量化)	一体成形	ステアリング センサハウジング  アルミダイキャスト (アルミハウジング別体) 従来品 → 樹脂センサハウジング一体成形 開発品	Reduce (減らす)	■センサハウジングをアルミダイキャストから樹脂センサハウジング一体成形 ★軽量化：従来構造(アルミハウジング別体タイプ)比：トルクセンサ/ハウジング部 33% 減
	構造変更	駆動 CVT 潤滑油用ベーンポンプ  同軸型内接ギヤポンプ 従来品 → 別置型ベーンポンプ 開発品		■同軸型内接ギヤポンプを別置型ベーンポンプに変更 ■ポンプケース材質変更(鋳鉄→アルミ) ★小型化 本体回転部径 52% 減 ★軽量化 80% 減
		軸受 玉軸受  ①アキシャル荷重負荷側の軌道深さを拡大することにより耐アキシャル荷重性向上 ②油量制御保持器の採用による耐異物性向上・トルク低減 深溝玉軸受 高アキシャル荷重対応 従来品 → 低トルク玉軸受 開発品		■従来の深溝玉軸受に対しアキシャル荷重負荷側の軌道深さを拡大 ■油量制御保持器の採用(LFT技術) ★軽量化・小型化 外形10%縮小 ★耐アキシャル荷重性の向上 従来品比1.8倍
	部品変更	工作機械・メカトロ 電池不要安全 PLC  TOYOPUC-Plus-Safety 開発品		■PLC内データに不揮発性メモリを使用 ■時計用IC(RTC)の電源はスーパーキャパシタで15日間バックアップ ★電池廃棄物ゼロ ★軽量化 12g



・CO₂ 排出量は国内・海外グループを含めたグローバルCO₂ 排出量
・製品による削減貢献量はグローバルで算出した貢献量を単年度で表記

図6 製品によるCO₂削減貢献
Contributing to CO₂ reduction through products

4. おわりに

「環境対応製品対策部会」で取り組んでいる環境配慮型製品の開発・設計について紹介した。

本報では触れていないが、世の中では化学物質に対する環境規制も年々厳しくなっている。当社では製品に含まれる化学物質の環境規制への対応を確実に実施していくために、昨年度より「製品環境委員会」を立ち上げて製品に含まれる化学物質の管理にも取り組み始めている。

LCA に関しても 3.4 項にて取り組みを紹介したが、今後さらに環境規制が厳しくなり、企業に対して今まで以上に環境への取り組みが求められることとなる。その要求に応えられるように、LCA の観点を取り入れた環境指標の構築も検討していく必要がある。

自動車業界では今後、EV（電気自動車）や FCV（燃料電池車）の普及が進んでいくと考えられており、その動向に対応すべく当社でもステアリング、駆動、軸受、工作機械・メカトロの各技術を融合した No. 1 & Only One の製品をお客様に数多く提供していく責務がある。

また、「環境チャレンジ 2050 年」の達成に向け、「環境対応製品対策部会」としても技術者を対象に取り組んでいる技術教育を活用し、CO₂削減を意識した開発・設計をジェイテクトグループ全体に浸透させていくことで、結束力をさらに強化し、環境にやさしい製品をより多く世の中に送り出せるよう活動を加速させていきたい。

※ 1 C-EPS, ITCC, LFT は、株式会社ジェイテクトの登録商標です。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本自動車工業会：製品環境指標ガイドライン第二版(2008)4.
- 2) 一般社団法人日本自動車工業会：環境レポート 2016 (2016) 7.
- 3) 株式会社ジェイテクト：CSR レポート 2008(2008)8-9.
- 4) 株式会社ジェイテクト：CSR レポート 2016(2016) E_01, E_03, E_12.

筆者



瀬川治彦*

H. SEGAWA

* 常務執行役員