

ジェイテクトグループの環境配慮型製品の開発・設計に関する取組み

JTEKT Group Activities to Develop and Design Environmentally Friendly Products

林田一徳 K. HAYASHIDA

JTEKT has established six specialized environmental subcommittees under the Global Environmental Conservation Committee and promotes environmental conservation activities on a companywide basis. The Environmental Design Subcommittee, one of the six subcommittees, has been carrying out activities related to the development and design stages in order to promote the creation of environmentally friendly products. In 2003, it established a "basic formula for environmental efficiency" as a common index for all JTEKT products with the aim of preventing global warming. This paper presents various activities by the JTEKT Group to create environmentally friendly products in the areas of both automotive and industrial products and reduce environmental load.

Key Words: environmental management, environmental performance, environment-friendly products, environmental efficiency, global environment conservation committee, design subcommittee, bearing, steering system, driveline product, machine tool

1. はじめに^{1)~6)}

近年の先進国での地球温暖化防止への取組みは、1997年の「第3回気候変動枠組条約締結国会議(COP3)」で採択された国際約束である京都議定書(2005年発効)を受けて、大きく動きは始めている。温室効果ガスのうち二酸化炭素(以下CO₂)については、第一約束期間(2008年~2012年)の先進国全体の平均年間排出量が1990年の排出量の95%以下になるよう、各国の数値目標が決められており、我が国の平均年間排出量は1990年の94%以下に抑えるよう決められている(目標は1990年の純排出量から6%以上の削減)。CO₂排出量の20%は自動車などの運輸部門からのもので、エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネルギー法)に基づき、自動車メーカーでは燃費基準の達成時期を前倒しし、2007年度末でガソリン車の90%が2010年度基準を達成している。現在では2015年度基準(16.8km/L)の達成に向けて低燃費と低排出ガスを両立できる技術開発を急いでいる。

このような状況の中、ジェイテクトにおいては、環境マネジメントを推進するため1990年代より「地球環境保全委員会」を設立し、環境に関する会社方針や目標の審議・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のため、6つの専門部会を設置し環境保全活動

を推進してきた(図1)。その1つである「環境設計部会」では、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・設計段階での取組みを行ってきた。この部会では、2003年にジェイテクトグループが扱うあらゆる製品の環境効率を定量的に評価するため「環境効率の基本式」を定め、省エネルギー、小型・軽量化をはじめとする技術を盛り込んだ環境配慮型製品の開発・設計活動に取り組んでいる。ここでは、自動車分

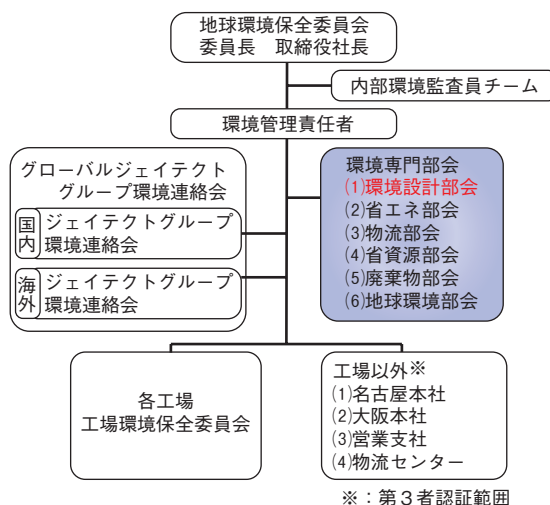


図1 ジェイテクトの環境経営に関する推進体制
JTEKT organizational structure to promote environmental management

野と一般産業分野におけるジェイテクトグループの環境配慮型製品の環境負荷低減に向けての取組みについて紹介する。

2. 環境効率の指標化^{5), 6)}

2.1 環境設計部会の狙いと役割

ジェイテクトは、地球環境にやさしいモノづくり企業として、生産活動における環境負荷低減とともに、環境配慮型製品の開発・提供を通じて地球環境保全に貢献し、持続可能な社会の実現に向け活動を推進している。この環境配慮型製品の開発・提供を担う環境設計部会では、開発・設計段階における努力を最重要課題の一つと捉え、以下の狙いと役割で製品（商品）の開発・設計に取り組んでいる。

- 【狙い】**
- ①環境を重視したモノづくりへの取組み強化
 - ②環境負荷のより少ない独創的な製品（商品）をマーケットに提供
 - ③地球温暖化防止につながる小型・軽量・高効率製品（商品）の開発・設計

【役割】 ジェイテクトグループにおける環境配慮型製品の開発・設計指針の提示とその促進

2.2 環境効率

2008年日本自動車部品工業会より製品環境指標ガイドライン⁷⁾が示されているが、2002年当時は具体的な指標がなかった。そこで、ジェイテクトでは、環境負荷、特に地球温暖化防止につながるCO₂低減を図るため、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（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、同時に環境を配慮した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（式(2)）、環境負荷低減率（式(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効率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、本式導入以前の製品と

いうことで、2002年時点での製品とした。

このようにジェイテクトが独自に定めた共通指標により、あらゆる製品の開発成果を横ならびで評価できるようになり、中長期的および年度ごとにジェイテクトグループでの目標値を定め、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. 自動車分野における取組み^{5), 6)}

前述したように自動車メーカーでは2015年度燃費基準の達成に向け低燃費と低排出ガスを両立できる技術開発を急いでおり、部品メーカーであるジェイテクトにおいても、高性能と環境性の両立を目指し、小型・軽量化、省エネルギーなど燃費改善に向けた環境技術の開発強化を進めている。ここでは最近のステアリング製品および軸受・駆動製品に関する取組みと成果について紹介する。

3.1 ステアリング

自動車の「曲がる」機能を担うステアリングシステムでは、その性能と信頼性が重視される。ジェイテクトは、あらゆるタイプのステアリングシステムを提供している世界でも数少ない企業であり、その責任として高性能と環境性の両立を目指し取り組んでいる。

ステアリングは、油圧式パワーステアリング（HPS）、電動ポンプ式油圧パワーステアリング（H-EPS[®]）、電動パワーステアリング（EPS）の3つに大別される。電動パワーステアリングは、油圧式パワーステアリングに比べエネルギー消費量が1/6と少なく（図2）、ポンプやホースなどの部品がないためコンパクトであることから近年、環境・省エネルギーの観点からグローバルでEPS化の流れは加速している。ステアリングにおける主な取組み事例をまとめて表1に示す。

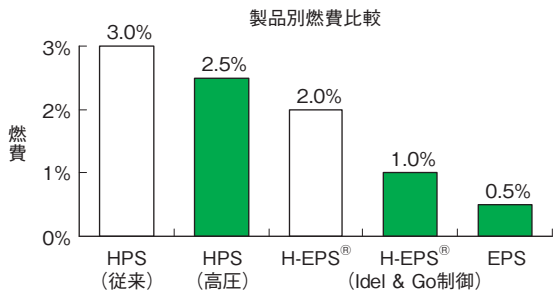


図2 ステアリングのエネルギー消費比較
Comparison of energy consumption ratio by steering system

コラムアシストタイプ電動パワーステアリング (C-EPS®) では、2008年に電動チルト&テレスコピック搭載の高出力C-EPS®を開発した。減速機部およびトルクセンサ部の小型軽量化とキーロック構造の小型化をはじめ徹底した小型軽量化を行い、システム全体で30%の軽量化を実現した。そのほか、トルク損失22%低減により環境負荷低減率39%を達成した。

ラックアシストタイプ電動パワーステアリング (R-EPS®) では、2006年にラック同軸電動パワーステ

表1 ステアリングにおける主な取組み事例
Examples of main activities related to steering systems

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
電動パワーステアリング	コラムアシストタイプ (C-EPS®) 	■電動チルト&テレスコピック機構の一体化による小型化, 軽量化 ■ホールIC式トルクセンサ採用による小型化, 軽量化 ■ブラシレスモータ化による小型化, 軽量化 ★質量 30% 削減 ★トルク損失 22% 低減 ★消費エネルギー 83% 削減	1.63	39%
	ピニオンアシストタイプ (P-EPS®) 	■モータ/コントローラ一体化による小型化, 軽量化 ■ブラシレスモータ化による小型化, 軽量化 ★質量 30% 削減 ★トルク損失 22% 低減 ★消費エネルギー 83% 削減	1.64	39%
	ラックアシストタイプ (E-VGR® 一体型) 	■電子制御式ギヤ比可変機構 (E-VGR®) 一体化による小型化 ■モータ効率向上による小型化, 高出力化 ■ブラシレスモータ化による小型化, 軽量化 ★質量 26% 削減 ★トルク損失 40% 低減 ★消費エネルギー 83% 削減 ※2006年「第4回ものづくり部品大賞」(日刊工業新聞社)の「自動車部品賞」受賞	1.79	44%
電動ポンプ式油圧パワーステアリング	(H-EPS®) 	■モータ/コントローラ一体化による小型化, 軽量化 ■Idel & Go制御による省エネルギー化 ■ブラシレスモータ採用による高応答 ■ギヤポンプによる高効率 ★質量 20% 削減 ★トルク損失 12% 低減 ★消費エネルギー 67% 削減	1.4	29%
油圧式パワーステアリング	(HPS) 	■摩擦圧接によるラック軽量化 ■高流量バルブ, 高流量ポンプによる低損失化 ★質量 13% 削減 ★トルク損失 20% 低減 ★消費エネルギー 17% 削減	1.20	17%

アリング (RD-EPS[®]) の高出力化と電子制御式ギヤ比可変機構 (E-VGR[®]) の一体化に成功した。E-VGR[®] の一体化とモータ効率向上による小型・高出力化を行い、

システム全体で 26% の軽量化とトルク損失 40% 低減により環境負荷低減率 44% を達成した。この製品は、車速に応じステアリングギヤ比を変化させ走行安定性を

表2 軸受・駆動における主な取組み事例
Examples of main activities related to bearings & driveline components

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
エンジン	ターボチャージャ用セラミック軸受 	<ul style="list-style-type: none"> ■フルフロート軸受の転がり軸受化によりターボ効率を向上 ■セラミック玉を採用することでさらなるターボ効率向上に寄与 ★消費エネルギー 67% 削減 	1.21	17%
シャシ	軽自動車向け軽量・低トルクハブユニット軸受 	<ul style="list-style-type: none"> ■軸受フランジの減肉化とボール径に最適化 ■ABS センサの内蔵 ■ダストシールリップの接触面圧と接触幅を最適化し、低トルク化と防水性確保を両立 ★質量 20% 削減 ★トルク損失 30% 低減 	1.19	16%
ドライブトレイン	電子制御 4WD カップリング ITCC [®] 	<ul style="list-style-type: none"> ■ITCC[®] 専用高性能オイルの開発し、パイロットクラッチの磨耗抑制と温度安定性を確保 ■パイロットクラッチ表面への DLC-Si コーティングにより耐久性向上 ★質量 15% 削減 ★負荷能力 2.1 倍向上 ※ 2007 年「第 21 回中日産業技術賞」(中日新聞社)の「経済産業大臣賞」受賞 	1.23	19%
	超低トルク円すいころ軸受 LFT [®] - III 	<ul style="list-style-type: none"> ■内部諸元の最適化による低トルク化と長寿命, 高剛性を両立 ■長寿命熱処理の適用による小型化 ■流入油量を制御してかくはん抵抗を低減 ★質量 40% 削減 ★トルク損失 80% 低減 ※ 2006 年「第 27 回優秀省エネルギー機器表彰」(社団法人日本機械工業連合会)の「経済産業大臣賞」受賞 	1.47	32%
トランスミッション・トランスファ	低トルクスラスト針状ころ軸受 	<ul style="list-style-type: none"> ■高精度プレス技術を駆使した新形状の保持器による軽量化 ■保持器最適設計によりころと保持器間のしゅう動抵抗を低減 ★質量 20 ~ 30% 削減 ★トルク損失 60% 低減 	1.35	26%
	コンパクトトルセン タイプC 	<ul style="list-style-type: none"> ■最適設計, 構成部品の一体化による小型化, 軽量化 ★質量 27% 削減 	1.22	18%

向上させた。さらに自動車の走行状態や安定性を検知し、運転者のハンドル操作をアシストする機能が備わったインテリジェントフロントステアリング (IFS[®]) システムとなっており、環境性能と安全性を兼ね備えた製品として、顧客から高い評価をいただいている。

一方、H-EPS[®]、HPS においても、それぞれのシステムの特徴を考慮した最適設計への技術開発を行っており、それぞれ環境負荷低減率 29%、17% と成果を出している。

3.2 軸受・駆動製品

自動車には、数多くの軸受・駆動製品が使用されている。自動車用軸受・駆動製品分野で世界トップレベルを誇るジェイテクトでは、小型・軽量化、省エネルギーなど車両燃費改善に向けた環境技術開発を材料、潤滑などのトライボロジー技術面と設計・モノづくり面で強力に進めている。

軸受・駆動製品における主な取組み事例をまとめて表2に示す。シャシ用としての小型・軽量化への取組みは、ホイール用軸受（ハブユニット）に代表され、組立性向上と性能の向上の両面において技術開発を進めている。第三世代ハブユニット*においては、周辺部品であるブレーキドラム、ホイールを含めたアクスルアセンブリでのCAE解析による軽量化設計とモノづくりの技術を駆使し、強度や耐久性を確保すると同時に、20%の軽量化を実現した。またハブユニットシールにおいては、防水性を確保する最適形状設計と低トルク化に向けた材料開発を行い、トルク損失を30%低減した。これらによりハブユニットは環境負荷低減率16%を達成した。今後小型車向けとして、ABSセンサを内蔵させた製品を順次、市場投入する予定である。

ドライブトレイン用としては、ディファレンシャルギヤに多用される円すいころ軸受や電子制御4WDカップリング (ITCC[®]) が軸受・駆動製品を代表する製品で、設計技術と材料、熱処理、潤滑などのトライボロジー技術開発の強力な推進で大きな成果を挙げている。超低トルク円すいころ軸受 (LFT[®]-Ⅲ) は、内部諸元の最適化、流入油量の最適制御によりトルク損失を80%低減した。同時に、材料表面の硬さや材料組織を最適化する熱処理技術の開発による異物油中での長寿命化（高負荷容量化）の結果、40%の小型化（軽量化）に成功し、環境負荷低減率32%を達成した。同様に電子制御4WDカップリング (ITCC[®]) においても、クラッチの耐久性向上のため、温度粘度変化の少ないITCC[®] 専用の高

性能オイルの開発や耐摩耗性に優れるダイヤモンドライクカーボン (DLC-Si) コーティングの開発などトライボロジー技術の開発により、環境負荷低減率19%を達成した。LFT[®]-ⅢおよびITCC[®] は、すでに量産化されており、省エネルギー効果と技術の独創性、経済性が高く評価され、それぞれ、2006年、2007年に経済産業大臣賞を受賞している。

そのほかのエンジン用やトランスミッション・トランスファ用においても、それぞれのシステムの特徴を考慮した最適設計に向けた技術開発で小型・軽量化を行っており、環境負荷低減率17～32%の成果を出している。

※第三世代ハブユニット：①軸受外輪とハウジングが一体 ②内輪の一方もハブシャフトと一体の構造

4. 一般産業分野における取組み

工作機械をはじめとする一般産業機器においては、地球温暖化防止につながる電力消費削減や省資源が地球環境保護の上から重要であるとの認識のもと、ジェイテクトグループ一丸となって開発・設計を進めている。一部の機器においては製品アセスメントを実施し、製造から使用、廃却までの製品ライフサイクル全体として環境に与える影響を評価しており、真に環境負荷の少ない製品を社会に提供する活動を進めている。以下に工作機械関連と産業機器に関する取組みと成果について紹介する。主な取組み事例をまとめて表3に示す。

工作機械関連としては、研削盤、旋削盤、マシニングセンタなどがあり、中でも円筒研削盤や複合研削盤などの研削盤が代表製品（装置）で、製品アセスメントの観点からの環境負荷低減に向け取り組んでいる。GL32J円筒研削盤は、スライド抵抗低減、クーラント量削減、砥石軸受油供給冷却エネルギー削減などのエコロジー研削技術開発と高剛性砥石軸の開発により、60mmの幅広砥石による加工を実現した。これらにより生産性が大幅に向上し、工作物1本当当たりの消費エネルギーを45%削減することに成功した。環境負荷低減率は21%で、これは工作物を年間20万本加工する場合、10.5トンのCO₂削減に相当する。

産業機器関連としては、ジェイテクトグループ各社の製品・装置が多く、半導体・液晶関係や一般工業関係の各種熱処理装置からベーンポンプをはじめとする油圧機器、電子機器、研削用CBN砥石と多岐に渡る。代表例

として油圧ユニットについて紹介する。油圧ユニットにおける省エネルギー方策としては、電力消費の大きい発電機すなわちモータに関する対策を施すことが効果的である。表3に示したばね式アキュムレータは、必要部分のみを昇圧させ、回路圧力を低下させ電動機の小型化を図るとともにばね式アキュムレータによる圧力保持機構

を付加することにより消費電力を63%削減した。アキュムレータを付加することにより質量が6%増加したが、消費電力の削減効果により環境負荷低減率45%を達成した。油圧ユニットは工場の設備関係で、数多く使用されており、大きな省エネルギー貢献が期待できる製品である。

表3 一般産業分野における主な取組み事例
Examples of main activities related to general industrial fields

	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
工作機械関連	GL32J 円筒研削盤 	■研削部の高剛性砥石軸を開発 ■研削部以外の装置省エネルギー対策： ・スライド抵抗低減 ・クーラント量削減 ・砥石軸受油供給冷却エネルギーの削減 ★消費エネルギー 45% 削減 ★CO ₂ 10.5 トン削減（工作物を年間 20 万本加工する場合）	1.26	21%
	TG5-100 複合研削盤 	■砥石台トラバース方式の採用によるサイズダウン化 ■リニアガイドの採用による送りスライドの摩擦抵抗低減化でモータサイズダウン ★設備軽量化 20% ★消費電力 24% 削減	1.33	25%
産業機器関連	真空パージ式ボックス炉 (光洋サーモシステム株式会社) 	■ボトムヒータ 3 分割制御による炉内熱分布の均一化 ■ボトムヒータの半円化による放散熱量の削減 ■加熱室の断熱材の内外 2 層化 ★質量 44% 削減 ★消費電力 44% 削減	1.78	44%
	ばね式アキュムレータ(豊興工業株式会社) 	■ばねによるクランプ圧力保持で電動機を停止して省エネルギー化 ■ハイテグラ式アキュムレータを追加 ★質量 6% 増 ★消費電力 63% 削減	1.82	45%
	円筒研削盤用 CBN 砥石 (豊田バンモップス株式会社) 	■砥石層増加による寿命向上 ■CBN 砥粒の細粒化による研削抵抗低減 ★寿命向上 3.2 倍 ★研削抵抗 20% 低減	1.64	39%
	汎用小型 PLC (光洋電子工業株式会社) 	■I/O プラグイン方式から I/O 連結方式へ構造変更することによる軽量化 ■電源をベース内蔵方式から電源モジュール化へ構成変更することによる省電力化 ★質量 61% 削減 ★消費電力 58% 低減	1.75	59%

5. おわりに

ジェイテクトグループの環境配慮型製品の開発・設計に関する取り組みについて、ジェイテクト独自の社内共通指標である環境負荷低減率で開発成果を見える化し、紹介した。

経済産業省では、CO₂排出量の「見える化」の一手段としてカーボンフットプリント制度の導入に向け、2009年より試行を検討している。この制度は、商品およびサービスの原材料調達から廃棄・リサイクルに至るライフサイクル全体を通しての環境負荷を定量的に算出するLCA（ライフサイクルアセスメント、Life Cycle Assessment）手法を活用し、ライフサイクル全体における温室効果ガス排出量をCO₂に換算し表示しようとするものである⁹⁾。

先日の国連気候サミットで、温室効果ガス1990年比25%の削減目標を鳩山首相が表明した。今後環境に関する要求は、ますます厳しくなる。それに対応するために、環境技術開発をジェイテクトグループ一丸となって推進し、地球環境にやさしいモノづくり企業として社会に貢献して行きたい。一方、環境指標については、現在ジェイテクトの独自指標で進めているが、並行してLCA手法に基づく推進も検討している。経済産業省や各種工業会と連携し、将来的には規格化された共通指標での「見える化」に向け推進したい。

参考文献

- 1) FOURIN, Inc：世界自動車省エネルギー技術動向(2009)。
- 2) 湊 清之：燃費規制とCO₂削減効果，国際交通安全学会誌，vol. 29, no. 2(2004)31。
- 3) 北川史和：2010年以降の自動車産業，第100回NRIメディアフォーラム(2009)。
- 4) 光洋精工株式会社：環境報告書(2003)。
- 5) 株式会社ジェイテクト：社会・環境報告書(2007)。
- 6) 株式会社ジェイテクト：CSRレポート(2008)。
- 7) 社団法人 日本自動車部品工業会：製品環境指標ガイドライン 第二版(2008)。
- 8) 経済産業省：第4回カーボンフットプリント制度の実用化・普及推進研究会資料(2009)。

筆者



林田一徳*

K. HAYASHIDA

* 研究開発センター 研究企画部