

環境に配慮した研究開発の取り組み

Research and Development Aimed at Environmental Protection

唯根 勉 T. YUINE

Efforts to reduce the load placed on the environment contribute to the creation of a continually regenerable society and are indispensable to sustained economic growth and long-term corporate survival. This paper reports on R&D efforts aimed at environmentally important issues such as the conservation of resources and energy in the development of bearings, steerings and related products.

Key Words: bearing, steering, environment protection, LCA, research, development

1. はじめに

研究開発の究極の目的は、人類の繁栄や生活向上のため、幸せをもたらす製品・技術を社会に提供するための基盤作りとも言える。しかしながら、近年の急激な科学技術の進歩発展により、わが国をはじめとする先進国のライフスタイルである大量生産、大量消費、大量廃棄による地球環境の急激な悪化がもたらされ、その見直しが迫られるようになってきている。

有限である天然資源の消費を抑制し、地球環境への負荷を出来る限り低減する循環型社会の形成が必要¹⁾である。そのため、地球温暖化を防止する気候変動枠組み条約をはじめとするさまざまな環境関連の規制により、資源やエネルギーの浪費を防止し地球環境への負荷低減の必要性が高まってきている。したがって今後の持続可能な経済発展と企業存続のためには「環境保全への取り組み」は重要な課題である。

そこで本稿では、地球環境への負荷を低減し、循環型社会形成の役割を担う為の当社ならびにKoyoグループでの研究開発の取り組み状況について報告する。

2. 環境に配慮した研究開発の取り組み

2.1 研究開発の重点方針

当社ならびに光洋グループ各社では21世紀の持続的な発展のため、環境に配慮した技術開発を推進する上で、下記の3点を重点的に取り組んでいる。

- 1) 軸受、ステアリングおよびこれらの関連製品に於ける先行開発、要素研究および商品力向上のための研究

- 2) トライボロジー技術、材料技術、機械技術、電子技術、システム技術を中心とした基盤技術力の強化と充実のための研究
- 3) 自動車関連新商品、機械システム関連の技術開発の強化とFA制御技術を核とした光洋グループ各社の総合力向上のための研究

2.2 研究開発体制

研究開発部門である総合技術研究所は、企画部門、知的財産部門、基礎技術研究所、システム技術研究所により構成(図1)されている。

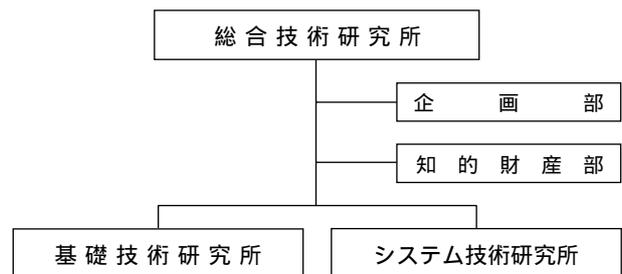


図1 総合技術研究所の組織
Organization of R&D center

基礎技術研究所では、トライボロジー技術、材料技術の基盤技術力強化ならびに軸受およびその関連製品の要素研究や先行開発を担当している。

また、システム技術研究所では、機械技術、電子技術、FA制御技術を中心とした基盤技術力強化ならびにステアリング、自動車関連およびFA関連商品の要素研究や先行開発を担当している。

2.3 環境保全技術開発の基本的な考え方と
その取り組み

これまで、開発した環境対応技術は単独でその性能・機能面や価格等について既存技術と比較評価されることが一般的であった。しかし、現在では材料設計をはじめとして、生産、使用、廃棄に至るまでの商品のライフサイクルを通して、地球環境への負荷低減を図るための技術開発が必要であり、かつ求められている。

もとより、当社の主力商品のひとつである転がり軸受は、機能、性能、特性から、それ自体が環境対応商品として摩擦によるエネルギー損失を低減することにより、燃料消費の低減ならびにそれに伴い発生する廃棄物の低減に貢献してきた。また、ステアリングについても、ハンドル操作時のみモータに電流を流し、動力補助を行う電動パワーステアリング(E P S : Electric Power Steering)を1988年に世界で初めて量産車に採用されて以来、油圧パワーステアリング装着車に比べ、約3%の燃費改善効果によるエネルギー損失低減に多大な貢献をしてきた。

当社で実施した軸受およびステアリングのLCA(Life Cycle Assessment)の結果(図2)より、当社製品においては製造段階よりも使用段階で、より多くの環境負荷を与えていることが明らかである。

そこで、製品の使用段階での環境負荷の低減を図るための技術開発が特に重要であり、これらを積極的に推進して顧客に提供することにより、社会に貢献していきたいと考える。技術開発にあたっての基本的な考え方は次の4項目であり、表1にその具体的内容を示す。

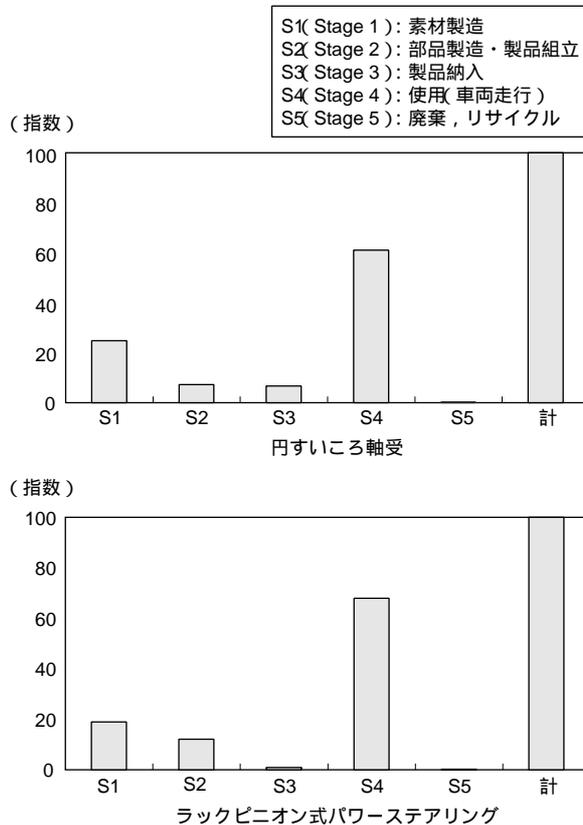


図2 CO₂排出量
CO₂ emission

1) 基本的な考え方

- (1) 省資源化 (できるだけ資源を使わない)
 - ・ 小型化(コンパクト化, ユニット化)ならびに長寿命化技術の開発
 - ・ 長寿命化技術は、小型化技術開発にも適用
- (2) 省エネ化 (できるだけエネルギーを使わない)

表1 環境保全型技術開発の対応

Development of environment protection technology

No.	プロセス	材 料	製 造	使 用	廃 却
1	省資源化	コンパクト化 ユニット化	材料歩留まり向上	長寿命・ 小型高性能化 最適設計	リサイクル材料化
2	省エネ化	コンパクト化 ユニット化 製造エネルギーの 少ない材料	取り代削減 加工容易化	軽量化 低摩擦化 高効率化	リサイクルエネルギーの 少ない材料, 設計
3	環境負荷物質の ゼロ化	有害物質を含有し ない材料選定 生分解性材料選定	有害物質不使用の 加工法 加工液の少量化	クリーン化 高密封化	放置, 焼却, リサイクル による有害物質排出防止
4	廃棄物の低減化	廃棄物の少ない材 料選定	切り粉, 研磨かす など削減, 再利用	包装の簡素化	リサイクル リユース 解体分別の容易化

- ・小型化(コンパクト化, ユニット化)ならびに軽量化技術開発
- ・低トルク化技術開発
- ・電動化技術開発
- (3)環境負荷物質のゼロ化(有害物質を使わない, 排出しない)
 - ・法規制, 市場ニーズを先取りした代替技術開発
 - ・生分解性対応技術開発
- (4)廃棄物の低減化(できるだけ廃棄物を出さない)
 - ・リサイクル化技術開発
 - ・解体・分別容易設計の技術開発

2) 具体的取り組み事例

(1) 省資源化

材料・熱処理技術の最適化と高度化による軸受の長寿命化技術開発に取り組み中である。清浄あるいは異物が混入した潤滑剤中や使用温度が高い(200 程度)場合など, それぞれに適応した寿命向上技術開発を推進しており, その取り組み内容を表2²⁾に示す。これらの長寿命化技術をもとにして現在使用されている, 種々の使用箇所や条件下での軸受の小型化への取り組みにも展開をはじめている。

(2) 省エネ化

自動車をはじめ幅広い分野で使用されている円すいころ軸受では, 設計段階での摩擦トルクの予測が重要である。そこで, 軌道部の摩擦トルクに着目した理論解析および実験解析により, 円すいころ軸受の摩擦トルク計算式³⁾を得ている。

$$M = 0.8 g_1 \tau U^{0.57} G^{-0.04} W^{0.22} + \mu e F_a \cos$$

この計算式により摩擦トルクに及ぼす軸受の内部設計諸元の影響が検討可能であり, 低トルク軸受設計に活かされている。フルトロイダル無段変速装置(IVT: Infinitely Variable Transmission)の心臓部であるパリエータの開発に取り組んでいる。動力伝達は, パリエータの構成部品であるディスクとローラ接触部(最大面圧1~3.5GPa)におけるトラクション力によって行われるため, 材料開発および油膜のEHL解析など軸受基盤技術の応用が不可欠である⁴⁾。

IVTのドライブラインは図3の構成例に示されるように, トルクスプリットギヤ(G), パリエータ(V), L/Hクラッチ(L, H), 遊星歯車(E)から成る。

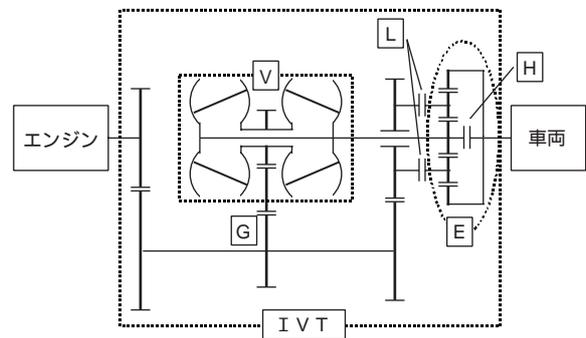


図3 IVTの構成例⁴⁾
Example of IVT configuration⁴⁾

表2 長寿命軸受の特長と用途²⁾

Characteristics and applications of KOYO long life bearings²⁾

長寿命軸受	特長と効果	寿命(標準軸受比)		用途例
		清浄潤滑剤中	異物混入潤滑剤中	
高清浄度鋼軸受(HRS)	・非金属介在物の低減 ・特殊溶解材相当の特性	3倍以上	同等	・自動車用
高強度鋼軸受(GTS)	・合金成分適正化によりマトリクス強度を向上	6倍以上	2倍以上	・高荷重用
SH軸受	・表面硬度大 ・耐摩耗性向上	2倍以上	3倍以上	・デファレンシャルギヤボックス, トランスミッションなどの異物混入潤滑剤中での使用
KE軸受	・表面硬度大 ・残留オーステナイト量を適正化	2倍以上	10倍以上	
準高温用鋼軸受(KUJ7)	・焼戻し軟化抵抗性を向上	7倍以上 (150 時)	2倍以上	・連続鋳造機 ・ターボチャージャ

また、IVTのバリエータは、図4に示されるようにダブルキャピティのフルトロイダル型である。トルクスプリットギヤより入力されたトルクは、入力ディスクから6個のローラを介して1対の出力ディスクへと伝達される。

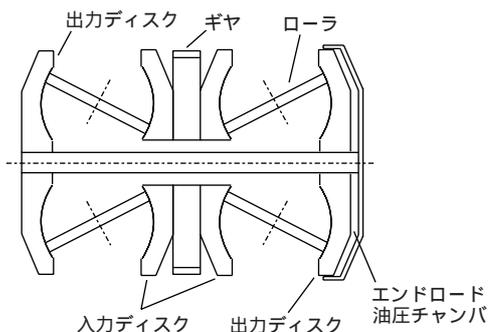


図4 フルトロイダルバリエータ⁴⁾
Full-toroidal variator⁴⁾

IVTは、エンジンとの統合制御および発進デバイスの削減により自動車の大幅な燃費向上を可能としている。

ステアリングの高度化技術として、電動パワーステアリングを用いたステアバイワイヤ技術開発に取り組んでいる。ステアバイワイヤでは、操舵系からステアリングホイールとステアリングギヤの機構的結合による制約を除き、前輪自動操舵の実用化を目指している。ステアリングホイール角と前輪舵角の最も基本的な制御である前輪舵角直接制御をはじめとする各種制御技術開発を中心に取り組んでいる⁵⁾。

図5にシステムの概略を示す。

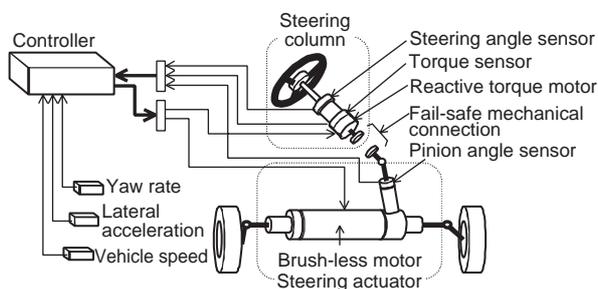


図5 ステアバイワイヤシステムの構成⁵⁾
Steer by Wire system construction⁵⁾

国家プロジェクト(NEDOの委託研究)である「フライホイール(以下FWと称す)電

力貯蔵用超電導軸受技術開発」への参画により、電力需要の抑制(夜間電力を貯蔵し、昼間に使用)技術開発にも取り組んでいる。直径400mm F Wの小型モデルの設計・試作・検証により貯蔵エネルギー0.5kWh(30 000min⁻¹)を実証した。この結果を、さらに貯蔵エネルギー10kWh(17 200min⁻¹)の直径1 m F Wの中型モデルに適用し継続取り組み中である⁶⁾。小型モデルとその構造を図6と図7に示す。



図6 F W小型モデル⁶⁾
FW small model system⁶⁾

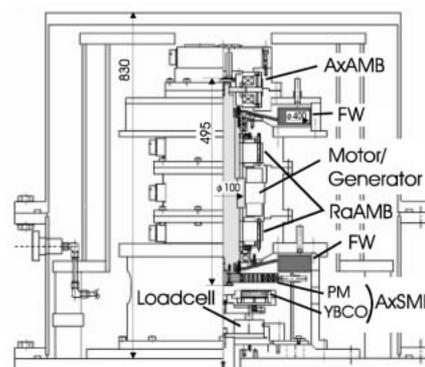


図7 F W小型モデルの構造⁶⁾
Structure of FW small model system⁶⁾

(3)環境負荷物質のゼロ化

欧州ELV(End-of-Life Vehicle)指令への対応として、軸受シールの金属環および軸受シールドのメッキ層に含まれる環境負荷物質である6価クロムの使用ゼロ化が必要であり、それぞれの金属環の表面処理の代替技術開発に取り組んでいる。

また、微生物によって有機化合物が二酸化炭素と水に分解される性質を有する生分解性グリースである、バイオスーパーLLグ

リース(図8)を開発(生分解度97.3%)し⁷⁾、
エコマークに認定されている。



図8 バイオスーパーLLグリース⁷⁾
Bio-super LL grease⁷⁾

(4) 廃棄物の低減化

製造工程内からの廃棄物ゼロ化を目指し、自動車用軸受に使用される樹脂保持器の再資源化に取り組んでいる。

2.4 LCAの取り組み

LCA(Life Cycle Assessment)は、主に工業製品の素材製造・生産・使用・廃棄の各ステージに関わる排出物(CO₂等)量を計量し、環境への負荷を評価し、その負荷の出来るだけ少ない生産工程や製品に移行することを検討する手法⁸⁾である。ISO14000シリーズのひとつとして国際標準化に向けて議論が進められている。

当社の主力商品である円すいころ軸受ならびにラックピニオン式パワーステアリングについて、各ステージに関わるCO₂排出量を計量したところ、製造段階よりも使用段階で、より多くの環境負荷を与えていることが明らかとなった(前述図2)。

この結果より、顧客における使用段階での環境負荷の低減を図るための技術開発が、特に重要であることが明確となった。

今後も、軸受の小型化、軽量化、低トルク化、ステアリングの電動化、軽量化、システム化、駆動系等新機械システムの省エネ化およびFAシステムの制御技術を含めた従来からの製品技術のコア技術の深化・育成等の継続取り組みと強化推進が必要であると考えている。さらに、LCAにつ

いても軸受およびステアリングの他品種への横展開等、当社としても独自に積極的に取り組む所存である。

3. 今後の取り組み

前述の軸受、ステアリングをはじめとする環境に配慮した研究開発の取り組みについて、今後もその技術の深化あるいは育成を進めていくが、さらに当社として研究開発に必要となる技術開発分野として、まず、ナノテクノロジーが挙げられる。

ナノテクノロジーは、ナノメートルサイズ(10⁻⁷~10⁻⁹m:ウイルスやたんぱく質分子の大きさ)で一定の機能を物質、構造、システムに創造するプロセス技術、計測技術であり、環境、自動車、エネルギー、情報通信等をはじめとして、極めて広範囲な分野に期待される技術である。この技術により、部品の超小型化、超高精度化および超低摩擦化が図れることから、省資源化、省エネ化が可能となる。

次に挙げられるのが、精密塑性加工技術である。当社の軸受、ステアリングの部品を含めて工業製品の多くは、切削、研削等の加工が必要であり多くの加工工程を経て製品となる。そこで、精密塑性加工の技術開発により、多工程で消費されるエネルギーや加工代の削減につながると考えている。

また、これまでに述べた多くの技術開発に関して、海外を含む各種研究機関との連携も図り、共同研究等による取り組みを推進したいと考えている。

4. 期待される総合技術研究所を目指して

今回、省資源や省エネルギーなどのあらゆる面で環境に配慮した研究開発について、総合技術研究所の取り組みの一部を紹介した。

今後も基盤技術の深化育成と高度化への追求により、環境分野をはじめとしたさまざまな分野での研究開発(図9)を進め、顧客や社会のニーズと期待に対応して、タイムリーに新しい技術を継続的に提供できる総合技術研究所を目指していきたい。

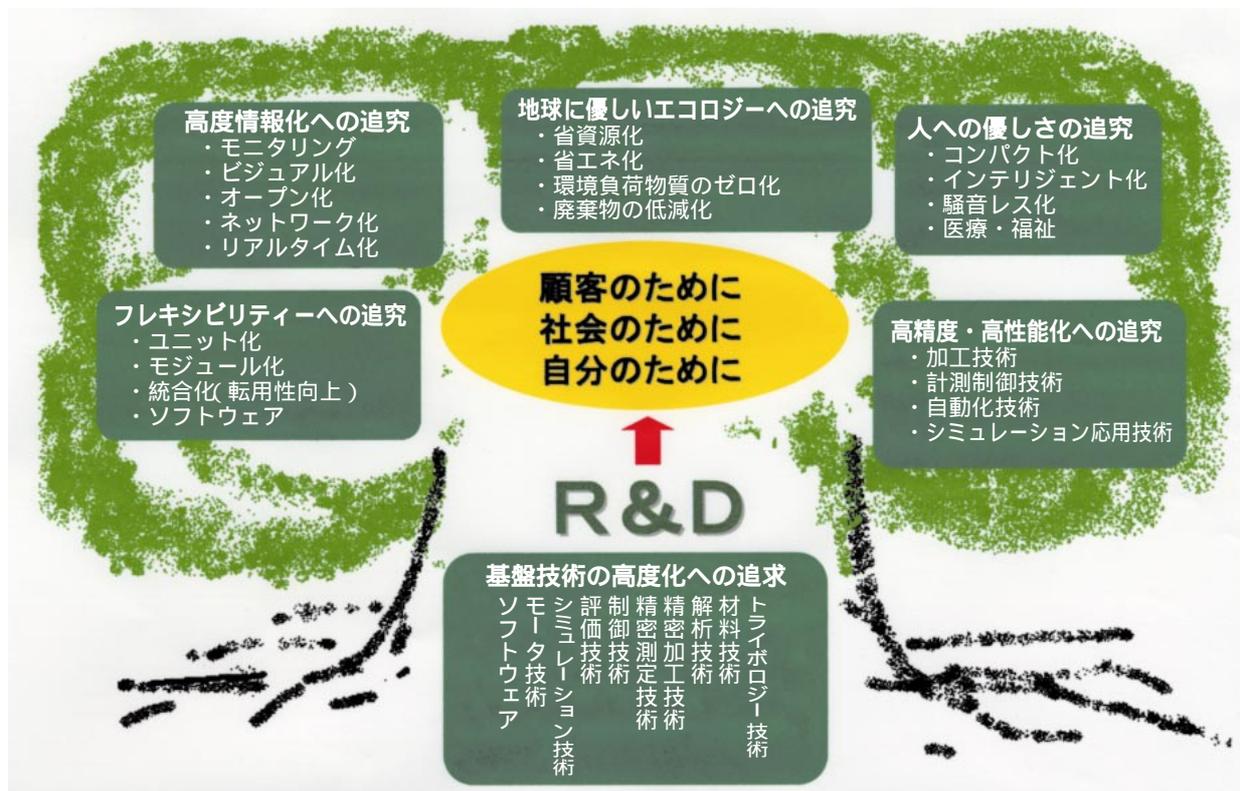


図9 研究開発ビジョン
R & D vision

参考文献

- 1) 加藤三郎：「循環社会」創造の条件，日刊工業新聞社(1998)。
- 2) 星野照男：KOYO Engineering Journal, no. 159(2001)107。
- 3) 松山博樹，鎌本繁夫：KOYO Engineering Journal, no. 159(2001)62。
- 4) 蓮田康彦，ロバート・フックス：KOYO Engineering Journal, no. 160(2001)25。
- 5) 高松孝修，中野史郎：KOYO Engineering Journal, no. 158(2000)21。
- 6) 高畑良一，宮川裕豊，亀野浩徳，上山拓知：KOYO Engineering Journal, no. 159(2001)68。
- 7) 加藤典子：KOYO Engineering Journal, no. 154(1998)21。
- 8) LCA実務入門編集委員会編集：LCA実務入門，産業環境管理協会(1998)。

筆者



唯根 勉*
T. YUINE

* 理事 総合技術研究所 企画部