

ベアリング業界における地球温暖化対策の取組 ～カーボンニュートラル行動計画2021年度実績報告～

2022年9月

一般社団法人日本ベアリング工業会

目 次

- 0. 昨年度審議会での評価・指摘事項
- 1. ベアリング業界の概要
- 2. ベアリング業界の「カーボンニュートラル行動計画」フェーズⅡ
- 3. 2021年度の実績
- 4. BAT、ベストプラクティスの導入推進状況
- 5. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献
- 6. 海外での削減貢献
- 7. 革新的な技術開発・導入
- 8. その他の取組

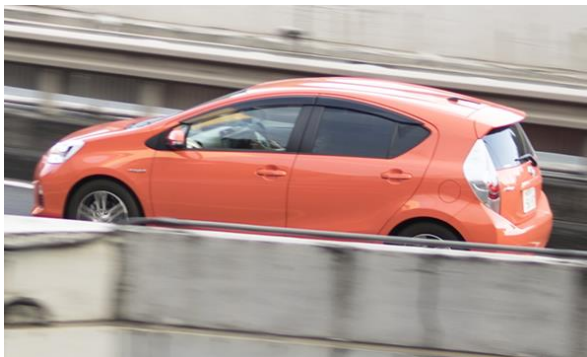
0. 昨年度審議会での評価・指摘事項

- 昨年度フォローアップWGにおける進捗評価
 - － 主なコメント・指摘事項
 - ①政府の目標見直しに伴い、各業界も2030年度目標の見直しの検討を行っていただきたい。
 - ②電力の再生可能エネルギー化を見えるようにしていただきたい。
 - ③ベアリングは見えないところでCO2削減に貢献しており、その事例を「CO2排出削減貢献レポート」に纏めており、今後も2050年カーボンニュートラルに向けて更に強化していただきたい。
- 指摘を踏まえた今年度の改善・追加等
 - － 検討結果
 - ①政府の目標見直しを踏まえ、当工業会の2030年度目標も見直しを検討し、本年中を目途に取りまとめることとした。
 - ②本年度から、参加企業が発電している再生可能エネルギー（太陽光発電・風力発電）の発電量及び再エネ由来の電力（グリーン電力）の購入について、報告することとした。
 - ③会員企業においては、日々、ベアリングの小型・軽量化、低トルク化、長寿命化などの技術開発を行っており、省エネルギー及びCO2削減に大きく貢献している。当工業会では、2023年1月から「CO2排出削減貢献レポート」の更新作業を行う予定。

1. ベアリング業界の概要

- ボール&ローラーベアリング（玉及びころ軸受）並びにその部分品を生産する製造業
- ベアリングは、自動車、産業機械を始めとするあらゆる機械の回転部分に使用され、機械製品の性能、品質を左右する機械要素部品。

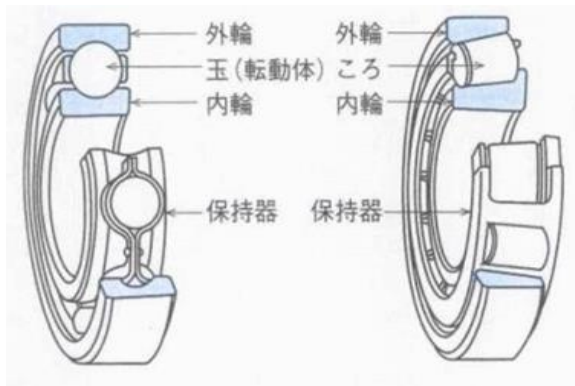
〈ベアリングが使用されている代表的な製品〉



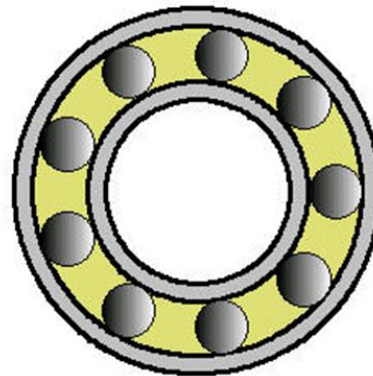
1. ベアリング業界の概要

- 軸を正確かつ滑らかに回転させ、摩擦によるエネルギー損失や発熱を低減させる部品で、まさに省エネルギーそのものを機能とする。
- ベアリングの典型的な構造としては、外輪、内輪の大小2つの輪の間に玉及びころが数個から十数個ほど入っている構造。
- 自動車では、エンジン・トランスミッション・車軸をはじめ、随所に組込まれ、1台あたり100～150個ほど使用されている。
- 業界の規模
 - 企業数：32社
 - 市場規模：約9500億円

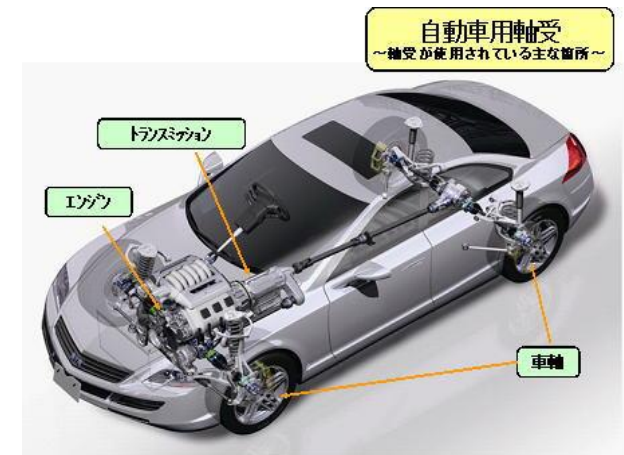
ベアリングの基本構造



ボールベアリングの断面モデル



自動車のベアリング使用例



2. ベアリング業界の「カーボンニュートラル行動計画」フェーズⅡ

- 目標指標：CO₂排出原単位
 - － 2030年目標 2015年5月策定
 - CO₂排出原単位を1997年比で28%削減することに努める。
- 前提条件
 - ①2030年度の生産量は、2012年度レベル以上とする。
 - ②電力の排出係数は、3.05 t-CO₂/万kWhに固定する。
- 目標策定の背景と目標水準設定の理由

2015年度に2030年度目標を検討するにあたり、温暖化対策を検討し始めた基準年度の1997年度から、毎年、前年比1%ずつ削減する取組みを行うと、2030年度には1997年度比で28%削減することとなり、まずは「2030年度に1997年度28%削減」の目標を設定し、毎年、地道な努力を積み重ねることにした。
- 目標が達成された場合の2013年度比CO₂排出量削減率：-10.9%
- 2050年カーボンニュートラルに向けた基本方針及び2030年度目標見直しの検討

2050年カーボンニュートラルに向けた基本方針及び2030年度目標見直しについて検討中であり、本年中を目途にまとめる予定。

3. 2021年度の取組実績

- 2021年度の実績値

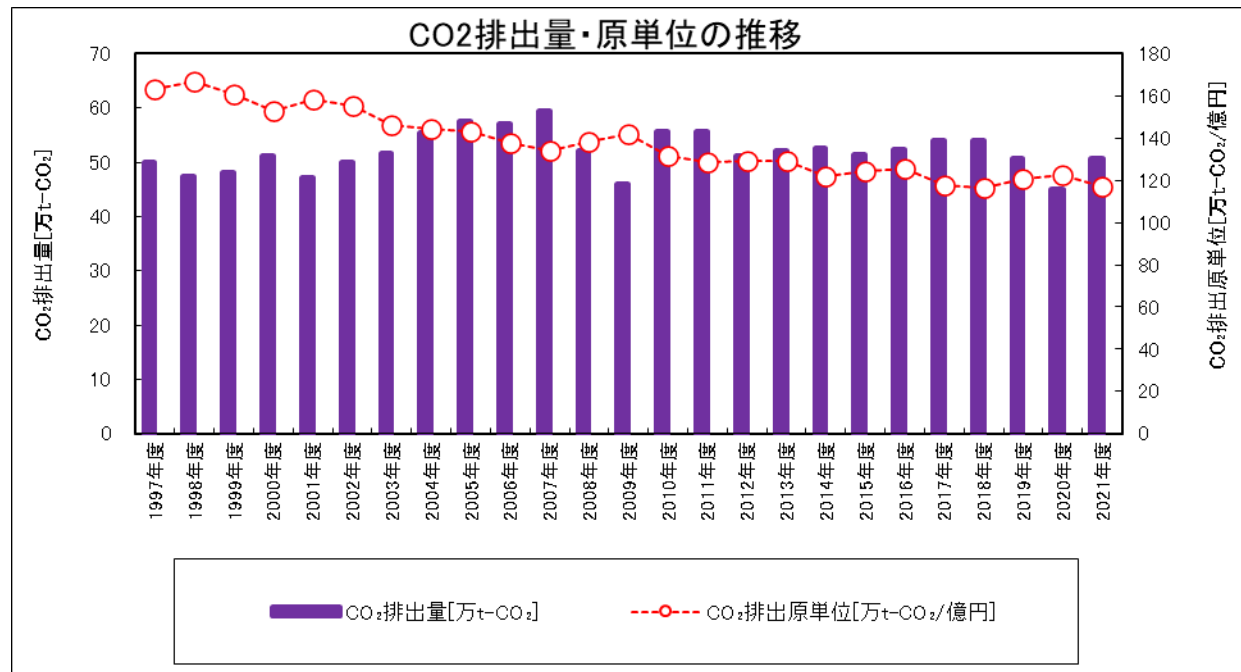
- CO₂排出量：50.7万 t-CO₂（基準年度比101.6%、2020年度比112.9%）
- CO₂原単位：116.9 t-CO₂/億円（基準年度比71.6%、2020年度95.2%）

- 目標達成率

- 2030年目標：101.3%

- 目標達成の要因

会員各社が、毎年、省エネ設備投資の増強やエネルギー効率向上、設備稼働率向上などを積極的に行ったことがあげられる。



3. 2021年度の取組実績

- 参加企業が発電している太陽光発電及び風力発電

種類	所在地（企業名・工場名等）	発電量 （万kWh）
太陽光発電	日本精工(株)藤沢工場桐原棟、グローバルトレーニングセンター	20.0
	(株)天辻鋼球製作所本社工場、滋賀工場	26.1
	井上軸受工業(株)	109.2
	NTN(株)三重製作所	18.7
	NTN(株)磐田製作所	0.3
	NTN(株)桑名製作所	50.4
	(株)ジェイテクト四国工場（徳島/香川）	48.0
	(株)ジェイテクト関東工場（羽村）	3.9
	(株)ジェイテクト亀山工場	47.6
	日本トムソン(株)岐阜製作所第二工場	14.0
	中西金属工業(株)名張工場	49.0
	(株)東振精機本社第4工場	6.5
	(株)東振精機本社第7工場	16.4
	合計	410.1
風力発電	NTN(株)三重製作所	0.01
	中西金属工業(株)名張工場	0.5
	中西金属工業(株)大阪工場	0.5
	中西金属工業(株)三重工場	0.5
	合計	1.5

* 順不同

- 再エネ由来の電力（グリーン電力）の購入

購入企業名	電力会社名・商品名
日本精工(株)	東京電力エナジーパートナー(株)水力由来再エネ電力
(株)ジェイテクト	出光グリーンパワー(株)プレミアムゼロプラン

* 順不同

4. BAT、ベストプラクティスの導入推進状況

BAT、ベストプラクティスの導入推進状況

2021年度実績

BAT・ベストプラクティス等	導入状況・普及率等	導入・普及に向けた課題
【熱処理炉関連】 燃料転換（天然ガス化）、断熱強化などの最新設備の導入	2021年度 26% 2030年度 100%	設備投資に関しては、景気の変動などにより見直しが行われる可能性がある。
【コンプレッサ関連】 台数制御、インバータ化、エア漏れ改善などの実施	2021年度 24% 2030年度 100%	同上
【空調関連】 高効率型（インバータ化など）への更新、燃料転換、集中制御などの実施	2021年度 4% 2030年度 100%	同上

5. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献

	低炭素製品・サービス等	削減実績 (2021年度)
1	互換性固定複列並列型アンギュラ玉軸受 (株不二越)	特殊な内部構造とすることで剛性と寿命を向上させ、軽量化、低トルク化を実現した。軸受損失トルク比較では従来品に比べ開発品は64%低減し、自動車の燃費向上を通じてCO2削減に貢献。 (9ページの貢献事例1を参照)
2	自動車電動ウォーターポンプ用「低トルク樹脂軸受」 (NTN株)	HEVやEV、FCVなどの電動車の冷却システムに使用される電動ウォーターポンプ向けに、スラスト面に設けた特殊潤滑溝によりトルクを従来品比で30%低減した。省エネルギー化によるCO2排出量の削減に貢献。 (10ページの貢献事例2を参照)
3	ハリアビリー®：工作機械主軸用高速軸受 (株ジェイテクト)	密度が低く軽量のセラミックボールと高速回転性に優れた樹脂保持器の採用に加え、内部設計の最適化により高剛性と高速回転性の両立を実現。潤滑方法の変更により、電力消費量を約80%削減。工作機械1台当たり1年間のCO2排出削減貢献量：6.3 ton。 (11ページの貢献事例3を参照)
4	バイオマスプラスチック保持器搭載 深溝玉軸受 (日本精工株)	世界で初めて100%植物由来の耐熱バイオマスプラスチック保持器を搭載した深溝玉軸受を開発。従来の石油由来のプラスチックに比べCO2削減効果の高いバイオマスプラスチック保持器を採用した軸受が、エアコンの空気を室内に送り出すファンモータに使用されている。 (12ページの貢献事例4を参照)

* 順不同

・ 削減貢献の概要、具体的事例

上記のとおり、会員企業においては、日々、ベアリングの小型・軽量化、低トルク化、長寿命化などの技術開発を行っており、省エネルギーに大きく貢献している。具体的事例の詳細は、9～12ページを参照。

5. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例1）

ベアリングのCO2排出削減貢献量の事例紹介

互換性固定複列並列型アンギュラ玉軸受[株式会社不二越]

【開発の背景】

自動車産業の厳しい燃費規制へ対応するために、軸受の損失低減が強く求められています。

不二越では、円すいころ軸受から複列4点接触玉軸受への置き換えを進めています。ころ軸受から玉軸受への置き換えでは、剛性、寿命で問題が発生しますが、特殊な内部構造とすることで剛性と寿命を向上させ、軽量化、低トルク化を実現し、自動車の燃費向上を通じてCO₂削減に貢献しています。

【開発品の特長】

1. 低トルク化

ころ軸受から玉軸受への構造変更を行うことで低トルク化を実現。

2. 長寿命、高剛性

多点接触化による高剛性化、荷重分散のよる耐外輪クリープ性向上を実現。

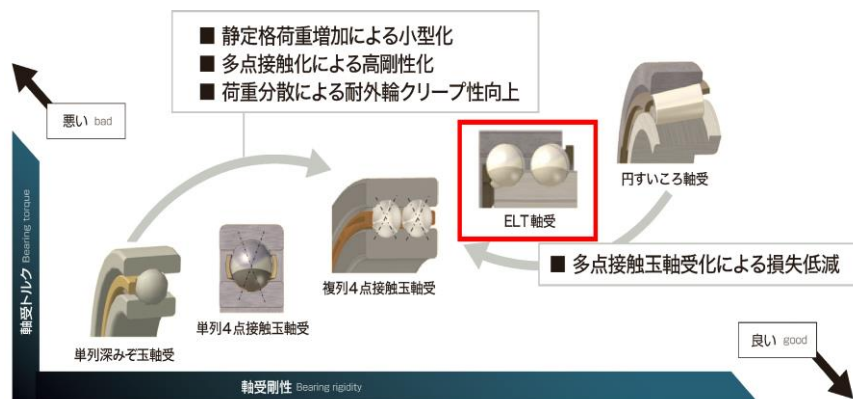


図1. 商品外観

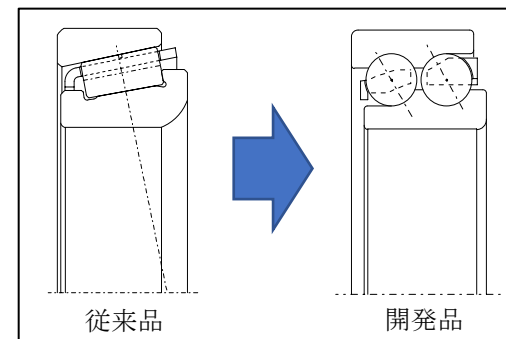


図2. 軸受構造

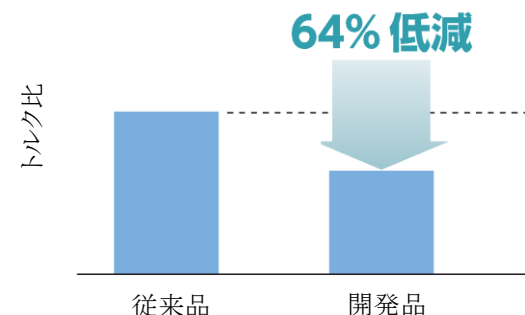


図3. 軸受損失トルク比較

5. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例2）

ベアリングのCO2 排出削減貢献量の事例紹介

自動車電動ウォーターポンプ用「低トルク樹脂軸受」を開発

NTN 株式会社

1. 従来品比で 30%トルクを低減し、自動車の低燃費化に貢献

NTN 株式会社(以下、NTN)は、HEV や EV、FCV などの自動車の冷却システムに使用される電動ウォーターポンプ向けに、スラスト面に設けた特殊潤滑溝によりトルクを従来品比で 30%低減した自動車電動ウォーターポンプ用「低トルク樹脂軸受」を開発しました。

2. 開発の背景

近年、自動車の電動化および低燃費化において、エンジンやインバータ、バッテリー、モータなど車両コンポーネントの熱管理(サーマルマネジメント)は重要な課題となっています。電動車では冷却水を循環させる電動ウォーターポンプが自動車 1 台あたり複数個搭載されており、電動ウォーターポンプ内で冷却水を押し出す役割を担うインペラ(羽根車)に軸受が使用されています。

電動ウォーターポンプ用軸受には、PPS 樹脂などを使った樹脂軸受やカーボン軸受など小型・軽量かつ耐薬品性を有するすべり軸受が使用されており、いずれの軸受も燃費向上を目的にさらなる低トルク化が求められています。

3. 本開発品の特長

今回開発した「低トルク樹脂軸受」は、固体潤滑剤などの独自配合により、水中使用時に優れた低摩擦・低摩耗特性を発揮する NTN 製 PPS 樹脂材料を使用するとともに、スラスト面に特殊潤滑溝を形成しています。従来は、潤滑溝に矩形溝を形成していましたが、本開発品の特殊潤滑溝は、軸受の反回転方向に徐々に溝が浅くなる勾配を設けることで、軸受回転時に冷却水を反回転方向に押し込み、動圧効果による圧力を発生させる設計としています。これにより、軸受のスラスト面の接触部に冷却水が入り込みやすくなり、従来品と同等以上の耐久性を維持しながらトルクを 30%低減することに成功しました。

本開発品は、カーボン軸受に発生しやすいクラック(割れや欠け)の心配がなく、水中における優れた耐摩耗性を有しており、カーボン軸受からの置き換えも可能なことから、電動ウォーターポンプ用途でのさらなる販売拡大を見込んでいます。

4. 特徴

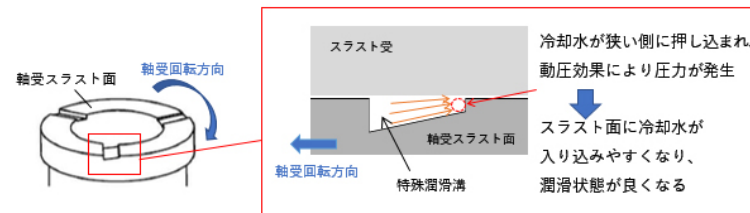
当社従来品(スラスト面に矩形溝を形成)比

1. 低トルク	30%低減
2. 耐久性	同等以上 水中で優れた低摩耗特性を発揮する NTN 製 PPS 樹脂材料を使用

5. 用途

HEV、EV、FCV 用電動ウォーターポンプ、住宅設備(自然冷媒ヒートポンプ給湯機、燃料電池コージェネレーションシステム)の電動ウォーターポンプ

6. 特殊潤滑溝の構造

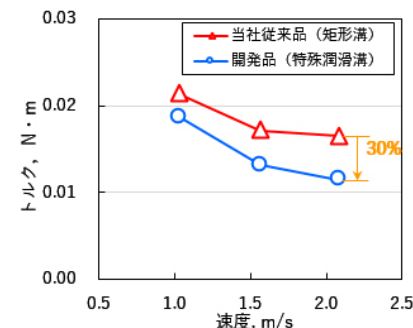


本開発品で使用している PPS 樹脂は耐薬品性にも優れているため、冷却水だけでなく、溶剤などさまざまな液体中で使用が可能です。自動車のほかにも、ZEH 対応の住宅設備で使用される自然冷媒ヒートポンプ給湯機や、家庭用燃料電池コージェネレーションシステムなどの循環や冷却用の電動ウォーターポンプにも使用可能で、省エネルギー化に貢献します。NTN は、本開発品を電動ウォーターポンプの省電力化に貢献する商品として、自動車部品メーカーや住宅設備メーカーへの提案を進め、自動車の電動化や省エネルギー化による CO2 排出量の削減に貢献してまいります。

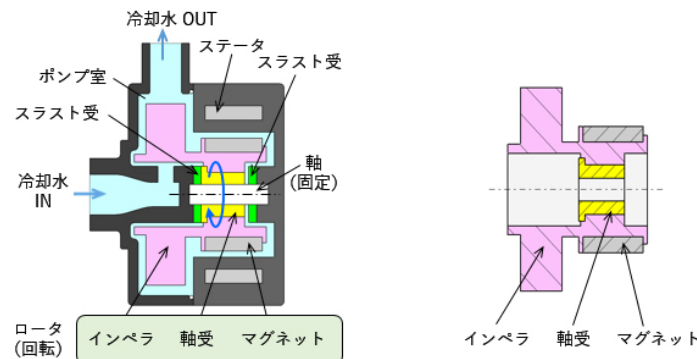
商品写真



従来品と開発品のトルク比較



ご参考：電動ウォーターポンプの構造



以上

5. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例3）

ベアリングのCO2排出削減貢献量の事例紹介

工作機械主軸用軸受(グリース潤滑領域拡大) [株式会社ジェイテクト]

1. 背景

工作機械には、高能率加工のために切削量の増加と高速回転が求められ、主軸用軸受には高剛性と高速回転性の両立が要求されます。高速回転主軸用軸受の潤滑方法としては、潤滑性能に優れたオイルエア潤滑が多く採用されます。しかし、オイルエア潤滑は付帯装置を含め、多くの電力を消費します。

ジェイテクトが新規開発した工作機械（横形マシニングセンタ FH5000S-i）では、従来のオイルエア潤滑をグリース潤滑へ変更し、電力消費量の削減を図りました。

2. ハイアビリー®：工作機械主軸用高速軸受

1) 密度が低く軽量のセラミックボールと高速回転性に優れた樹脂保持器の採用に加え、内部設計の最適化により高剛性と高速回転性の両立を実現しました。

グリース潤滑の工作機械では、最高レベルの $d_m n$ 値:160 万を達成。

注： $d_m n$ 値は、軸受の玉ピッチ円径 d_m と回転速度 n との積です。

2) 潤滑方法の変更により、電力消費量を約 80%削減（当社測定比）。

3. CO2 排出削減の効果（工作機械 1 台当たり）

1 年間の CO2 排出削減貢献量：6.3 ton

<19.3 時間/日 x 20 日/月 x 12 月/年の場合>



図1 主軸用高速軸受

1 工作機械の概要



図2 ジェイテクト製横形マシニングセンタ
FH5000S-i

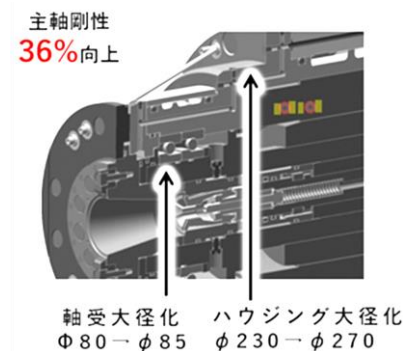
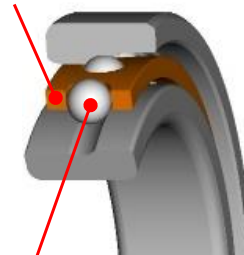


図3 高剛性主軸
軸受の $d_m n$ 値は 160 万

2 軸受の構造と効果

高速回転性に優れた樹脂保持器



セラミックボール(玉径小×玉数多)
⇒ 優れた高速回転性(遠心力やジャイロモーメントによる滑り現象の低減)
と、高剛性(玉数増加)の両立

図4 軸受の構造

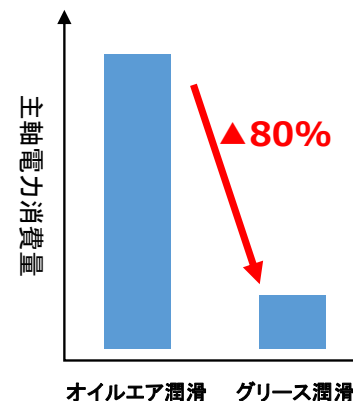


図5 主軸電力消費量削減

リンク先:<https://www.jtekt.co.jp/news/2022/220621.html>

5. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例4）

「バイオマスプラスチック保持器搭載 深溝玉軸受」

～エアコンファンモータ向けに製品化～

[日本精工株式会社]

- 世界で初めて 100%植物由来の耐熱バイオマスプラスチック^(※1)保持器を搭載した深溝玉軸受を開発^(※1) 再生可能な生物(主に植物)由来の資源を原料にしたプラスチック
- 従来の石油由来のプラスチックに比べ CO2 削減効果の高いバイオマスプラスチックを採用

(1) 開発の背景



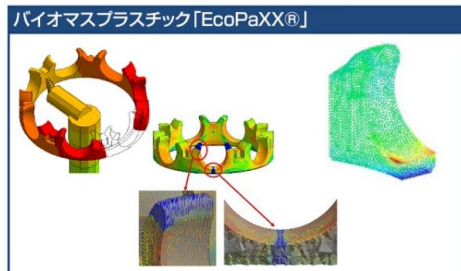
新興国の中間所得層の増加や、新型コロナウイルス感染拡大による換気機能付きなどの高機能エアコンへの買い替え需要の高まりを受け、エアコンの販売台数増加が見込まれています。

軸受は、エアコンの空気を室内に送り出すファンモータに使用されています。今回、日本精工（以降、NSK）は、環境に優しいバイオマスプラスチック保持器を本軸受に適用することで、カーボンニュートラル実現への貢献を目指します。

(2) 開発品の特徴

- 100%バイオマスプラスチック保持器を、エアコンファンモータ用軸受として初めて製品化。
- リアルデジタルツイン^(※2)の活用により、開発期間を短縮。

(※2) リアルデジタルツイン…現象の内部を詳細に観察し、そのカラクリの推理、モデル化を通じ本質を理解することで、既成概念を打ち破るソリューションを発想するNSK独自の開発手法

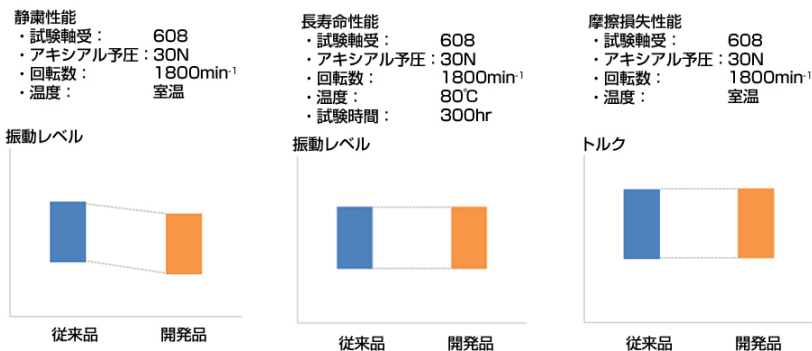


リアルデジタルツインの解析により、寸法・形状・変形・欠陥・成形不良・強度を評価し、従来のエアコンファンモータ用保持器と同等品質の保持器を短期間で試作することができました。

＜軸受評価結果＞

エアコンのファンモータ用の軸受には、信頼性に加え、静音性や低摩擦が求められています。本軸受は静音性、低摩擦に関する機能評価実験で、従来のプラスチック保持器と同等の性能を有することが確認されたため(下図)、従来保持器からバイオマスプラスチック保持器への置き換えが可能と判断しました。

静音性、低摩擦に関する機能評価実験結果



(3) 製品の効果

プラスチック保持器は、鉄保持器に比べ、軽量、低摩擦、複雑な形状が可能という3つの特長があり、小型軸受を中心に広く採用されています。本バイオマスプラスチック保持器を用いることによって、さらに“カーボンニュートラル実現への貢献”という新たな価値を提供します。

(4) リンク先

<https://www.nsk.com/jp/company/news/2021/1118a.html>

(2021年11月18日 プレスリリース)

6. 海外での削減貢献

	海外での削減貢献	削減実績 (t-CO2) (2019年度)	削減実績 (t-CO2) (2020年度)	削減実績 (t-CO2) (2021年度)
アジア	中国、タイ、マレーシア、インドの工場に太陽光発電を導入。 (株)ジェイテクト	3,833	4,442	5,413
	2019年度より、中国の4工場にて太陽光発電を導入。 (日本精工(株))	300	1,100	550
欧州	ドイツ、ポーランド、イギリス、オランダの主要工場などにおいて、グリーン電力を活用した体制を整備。(日本精工(株))	17,500	58,400	7,400

* 順不同

- 取組の具体的事例、取組実績の考察

会員企業では、海外の現地法人においても、国内と同様に省エネ活動などを推進している。これまでに進出先国・地域の環境保全に関しては、現地の現状を十分に配慮しつつ、事業展開を図ってきている。特に、途上国へ進出する際は日本の先進的技術を導入しており、当該国から高く評価されている企業もある。

7. 革新的な技術開発・導入

革新的な技術開発・導入については、2016年度から2019年度実績のフォローアップでは、以下のとおり、毎年、当工業会の会員各社が実施しているプロジェクトの内容を情報提供してきた。

2016年度：「インホイールモータシステム」「車軸用油浴複列円筒ころ軸受」

2017年度：「オフセット軸減速機内蔵ハブ軸受ユニット(1)」

2018年度：「オフセット軸減速機内蔵ハブ軸受ユニット(2)」

2019年度：「磁歪式トルクセンサ」

しかしながら、会員企業では、常にユーザー業界と連携して技術開発を進めており、守秘義務などにより内容を公表することが難しくなっている。このことから、革新的な技術開発・導入の情報提供は見合わせる。今後、また情報提供できる案件があれば報告する。

8. その他取組

- 情報発信の取組
 - － 業界団体
 - 参加企業の取組みをとりまとめ、「省エネ・廃棄物削減・包装材の改善事例集」を作成して会員各社へ配布。
 - 「ベアリングのCO₂排出削減貢献レポート」を作成し、当工業会ホームページで公開している。
 - 「ベアリングのCO₂排出削減貢献定量化ガイドライン」を作成し、当工業会ホームページで公開している。
 - － 個社
 - 会員企業の中には、対外的にCSRレポート（環境報告書）や環境関連を含むアニュアルレポートの発行、インターネット上でのホームページによる環境方針や環境会計の公表等を行っている。
- 国民運動での取組
 - 会員企業の中には、工場近郊の山を市町村と企業が一体となって森林再生を進める促進事業に取り組んでいる。また、植物を植えるなど美化と整備を継続して行っている。