

ベアリング業界における地球温暖化対策の取組 ～低炭素社会実行計画 2018年度実績報告～

2020年1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「低炭素社会実行計画」概要
3. 2018年度の実績
4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献
5. 海外での削減貢献
6. 革新的な技術開発・導入
7. その他の取組

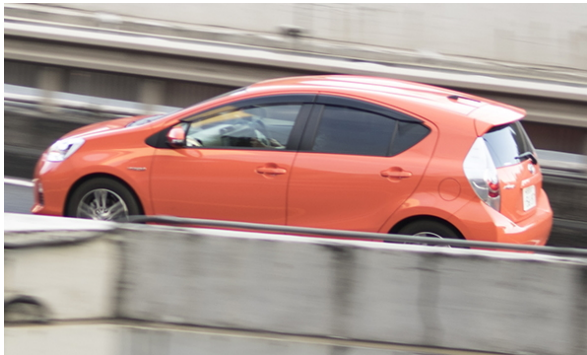
0. 昨年度審議会での評価・指摘事項

- 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「革新的な技術開発・導入」について、各社が継続的に取組まれている状況を示してほしい。
 - ②ベアリングが組込まれた製品を通じてCO2削減に貢献していることを定量的に示してほしい。
 - － 課題
 - ①個別企業が取組んでいる技術開発であり、どこまで公表できるか個別に調整する必要がある。
 - ②ベアリングは機械に組み込まれる部品で多種多様であり、組み込まれる最終製品やその箇所の条件などが様々であるので、CO2削減貢献量の算出は困難性を伴う。
- 指摘を踏まえた今年度の改善・追加等
 - － 検討結果
 - ①昨年度報告した日本精工(株)が取組まれている「オフセット軸減速機内蔵ハブ軸受ユニット」に関して、ロードマップなどを使用し、継続的な取組み状況を示すこととした。
 - ②会員企業が取組んだ個別のベアリングCO2排出削減貢献量の事例を収集・紹介する。今後も、工業会として定量化について検討していく。

1. ベアリング業界の概要（1）

- 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。

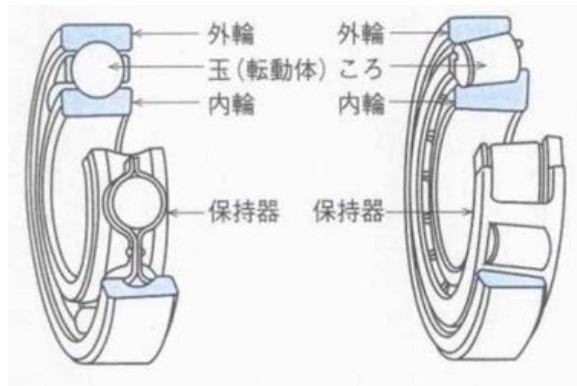
〈ベアリングが使用されている代表的な製品〉



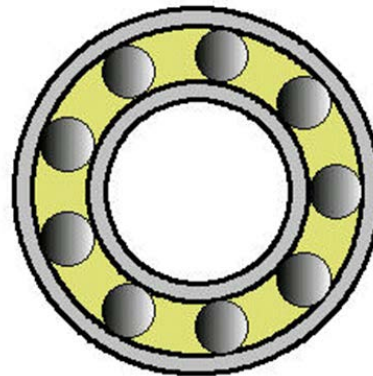
1. ベアリング業界の概要（2）

- 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、随所に組み込まれ、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9100億円

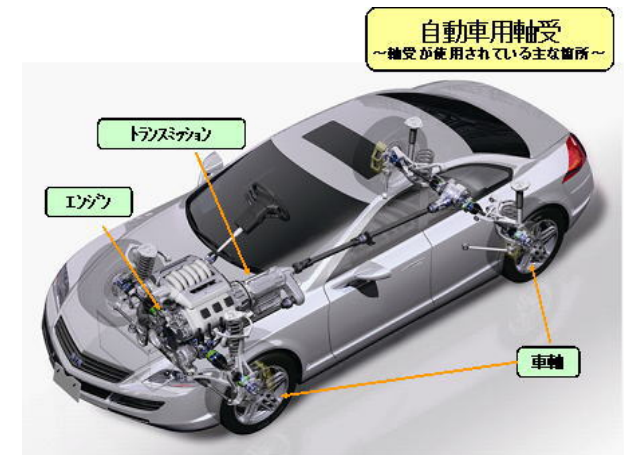
ベアリングの基本構造



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

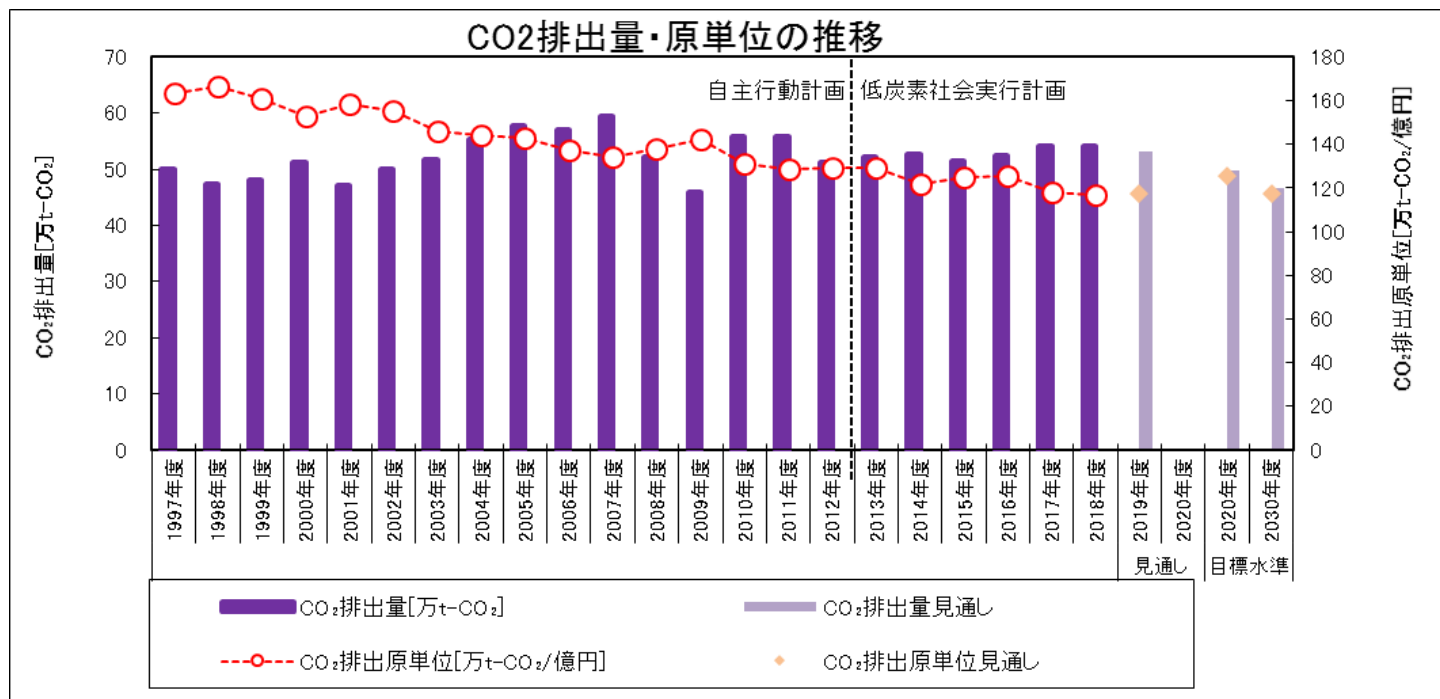


2. ベアリング業界の「低炭素社会実行計画」概要

- 目標指標：CO₂排出原単位
 - 2020年 2014年3月策定
CO₂排出原単位を1997年比で23%削減することに努める。
 - 2030年 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。
- 目標策定の背景
環境自主行動計画の目標は1998年度に作成。1990年度データ把握が困難な企業があったため、直近の1997年度を基準年度に定め、省エネ法の年率1%を念頭においたCO₂排出原単位（固定係数ベース）の目標とした。これを踏まえ、この基準を継続し1997年度から23年後の2020年度に23%以上削減となるように目標設定をした。
- 前提条件
 - ①2020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。

3. 2018年度の取組実績（1）

- 2018年度の実績値
 - CO₂排出量：54.1万 t-CO₂（基準年度比108.4%、2017年度比100.0%）
 - CO₂原単位：116.9 t-CO₂/億円（基準年度比71.6%、2016年度比99.2%）
- 進捗率
 - 2020年目標：123.4%
 - 2030年目標：101.3%



3. 2018年度の取組実績（2）

実績の推移

	基準年度 (1997年度)	2017年度 実績	2018年度 実績
CO ₂ 排出量 (万t-CO ₂)	49.9	54.1	54.1
CO ₂ 原単位 (t-CO ₂ /億円) (基準年比%)	163.2 (100.0%)	117.8 (72.2%)	116.9 (71.6%)

要因分析

CO₂排出原単位の要因分析

	基準年度→2018年度変化分	
	(t-CO ₂ /億円)	(%)
事業者省エネ努力分	-48.3	-29.6
燃料転換の変化	-6.8	-4.1
購入電力の変化	8.7	5.4
CO ₂ 排出原単位の増減	-46.3	-28.4

CO₂排出量の要因分析

	基準年度→2018年度変化分	
	(万t-CO ₂)	(%)
事業者省エネ努力分	-17.6	-35.2
燃料転換の変化	-4.6	-9.3
購入電力の変化	4.4	8.8
生産活動量の変化	22.0	44.0
CO ₂ 排出量の増減	4.2	8.4

* 合計値は、四捨五入の関係で一致しない場合がある。

3. 2018年度の取組実績（3）

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等	削減見込量	導入状況・普及率等
【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	約13,000t-CO2	2018年度まで 52% 2020年度まで 110%
【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	約4,000t-CO2	2018年度まで 172% 2020年度まで 190%
【生産設備関連】 インバータ化、高効率設備への置き換え、高効率トランスの導入などを実施	約2,000t-CO2	2018年度まで 137% 2020年度まで 150%

【業界内の好取組事例】

- ・ 会員企業の中には、最新鋭の熱処理設備を導入し省エネ化を実現した。本設備は高性能断熱材の使用、雰囲気ガス発生機を加熱炉内に内蔵させることによる加熱エネルギーの抑制、パイロットバーナーの時限点火方式などの工夫により、従来設備と比較して年間約110万kWh(CO2排出量換算421トン/年)の電力を削減した。

4. 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 (2018年度)
1	低フリクションハブベアリングⅢ (NTN(株))	自動車走行時の回転フリクションを62%低減、車両燃費を約0.53%向上。 (別紙プレゼンテーション資料参照)
2	複列4点接触玉軸受 (株不二越)	自動車の駆動装置用軸受の従来の円すいころ軸受に対し、使用段階のCO2排出量を0.29%削減。 (別紙プレゼンテーション資料参照)
3	次世代超低トルク円すいころ軸受 LFT-IV (株ジェイテクト)	自動車のデファレンシャルなどの駆動系ユニットで使用される「円すいころ軸受」を潤滑油量と保持器の設計を見直し、従来品に比べトルクを50%低減し、車の燃費を約2.5%向上。 (別紙プレゼンテーション資料参照)
4	高効率モータ軸受 (日本精工(株))	産業機械に使用される高効率モータ軸受は、従来品と比べグリースや保持器を見直し、損失を6~8割低減。寿命を2.7倍に延長。 (別紙プレゼンテーション資料参照)

- 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、10~13ページを参照。

4. 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

低フリクションハブベアリング III [NTN株式会社]

回転フリクションを62%低減する「低フリクションハブベアリング III」を開発
走行時の回転フリクションを62%低減、車両燃費を約0.53%向上*1

NTN株式会社(以下、NTN)は、回転フリクションを従来品比で62%低減した「低フリクションハブベアリング III」を開発しました。

近年、グローバルで自動車の燃費向上やCO2排出規制の強化が進み、車両走行時の消費エネルギーの削減がますます重要になっています。燃費や電費の効率をより高めるため、タイヤの回転を支えるハブベアリングには基本性能である寿命や強度を満たした上で、さらなる回転フリクション(摩擦)の低減が求められています。

NTNは、これまで長年にわたり、ハブベアリングの軽量化や長寿命化、高効率化などを追求し、研究・開発を重ねてまいりました。ベアリングと周辺部品とのユニット化(GEN1~GEN3)を進め、小型・軽量化による低燃費化や組付性の向上に貢献してきたほか、材料やグリース、シールなどの改良を重ねることで、長寿命化と低フリクション化を実現した商品を市場展開し、現在ではハブベアリングで世界シェアトップを誇っています。

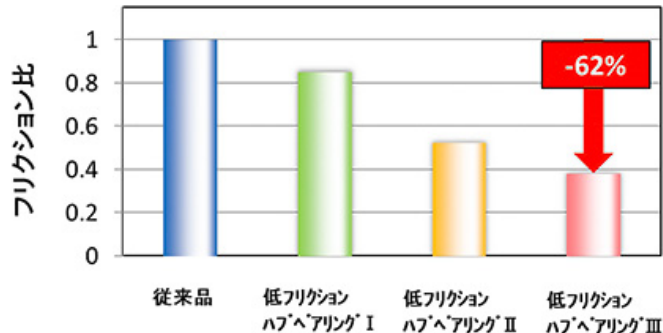
NTNは、本開発品を、グローバルに提案・市場展開し、自動車の低燃費化ならびに環境性能の向上に貢献してまいります。

*1) 当社計算に基づいて算出。0.53%燃費向上により、一度の給油で4.5~5.5km 走行距離が増加(1,200~1,500cc:ガソリン車のカタログ値をベースに算出した場合)

*2) 2017年10月24日:プレスリリース「低フリクションハブベアリング II」を開発
https://www.ntn.co.jp/japan/news/new_products/news201700101.html

*3) 車両輸送時など微振動に伴い摩耗が発生する現象

【フリクション変遷】



【特徴】

ハブベアリングの回転フリクションを62%低減(従来品比)

1	低フリクショングリースの開発・適用:配合成分と粘度を更に改良
2	予圧の最適化
3	ラビリンス付きシール構造の適用:「低フリクションハブベアリング II」から適用

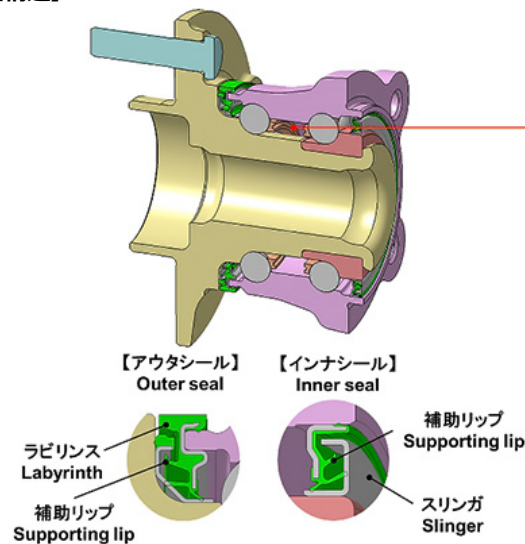
【商品写真】



【適用部位】



【構造】



◀新開発▶

●低フリクショングリース Low friction grease

- ・基油低粘度化
Base oil viscosity is lower
- ・増ちょう剤改良
Thickener improvement
- ・添加剤見直し
Revised additive contents

軸受部回転フリクション低減
Reduce bearing rotational friction

●低フリクションシール Low friction seal

- ・ラビリンス構造
Labyrinth structure
- ・リップ接触最適化
Lip contact optimization
- ・シール専用グリースの適用
Application of seal grease

シール回転フリクション低減
Reduce seal rotational friction

以上

4. 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

複列4点接触玉軸受 [株式会社不二越]

[複列4点接触玉軸受の採用により使用段階のCO2排出量を0.29%削減]

温室効果ガスの排出による地球の温暖化は気候変動を引き起こし、大きな社会的、経済的な問題となることが広く認識されています。

自動車は、化石燃料を用いる内燃機関にかわり、ハイブリッドやEV、FCVへ急速にシフトしつつあります。

これらの高効率なシステムにおいても、燃費や電費効率をさらに高めることは、NACHIの重要なミッションです。

NACHI不二越では、自動車の駆動装置用軸受（図1～3）として、従来の円すいころ軸受に対し、40～80%のフリクションを低減させ得る、複列4点接触玉軸受を開発しました（図4）。

従来の円すいころ軸受に対し、非分離・一体構造のため取り扱いが容易で、自動車の駆動ユニット組立設備の簡略化・専有面積・電力使用量の削減に貢献します。

また、4点接触玉軸受の特性として、単列深溝玉軸受に比べ高い剛性や長寿命であることに加え、NACHIの特殊鋼との組み合わせにより駆動ユニットの軽量・コンパクト化に貢献することが可能です。

【商品写真】



図1. 商品写真

【構造】

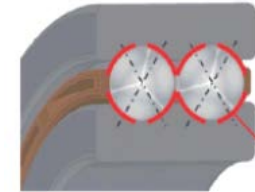


図2. 軸受構造

【適用部位】

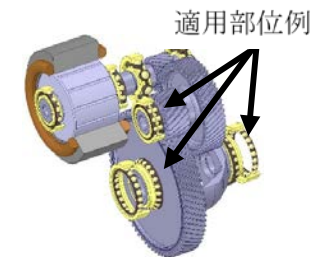


図3. 適用事例

【複列4点接触玉軸受のフリクション性能およびCO2排出削減効果】

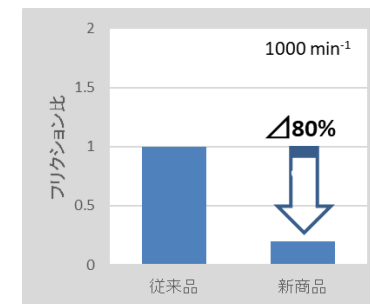


図4a フリクション比較例

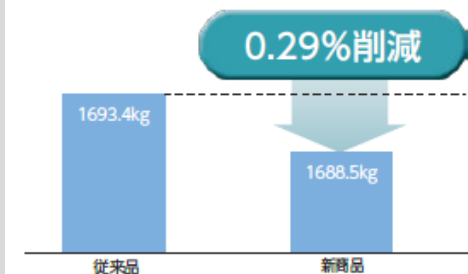


図4b CO2削減推定量(弊社推定値)

リンク

http://www.nachi-fujikoshi.co.jp/ir/pdf/2019_report.pdf

不二越 環境レポート2019 P.15を参照ください

4. 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

次世代超低トルク円すいころ軸受 LFT-IV [株式会社ジェイテクト]

No.1 の低トルク性能でさらなるクルマのCO₂排出削減に貢献

<はじめに>

地球温暖化への対策としてクルマには、さらなる低燃費化が求められています。

クルマのトランスミッションやデファレンシャルなどの駆動系ユニットでは、多くの円すいころ軸受が潤滑油の中で使われます。ジェイテクトは、大幅にトルク損失を低減した円すいころ軸受 LFT®-IVにて、さらなるクルマのCO₂排出削減に貢献しています。

<特長>

軸受内部への潤滑油量の流入を抑制して潤滑油のかくはん抵抗を低減することで、大幅にトルク損失を低減しました。

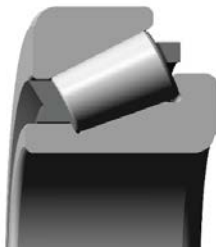


図1 LFT-IVの構造



図2 開発品(外観)

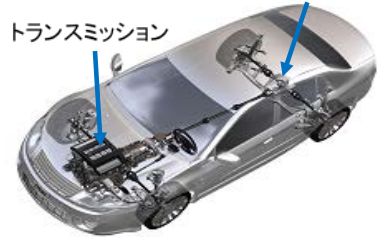


図3 適用箇所

特長

- ・設計自由度の高い樹脂保持器を採用
- ・保持器小端面形状変更による軸受内部への潤滑油流入抑制

(1)開発の着目点

トルク損失要因の大きな寄与率を占める潤滑油のかくはん損失に着目(図4および5)。

軸受内部への潤滑油の流入抑制にて、かくはん抵抗のトルク損失の低減を狙いました。

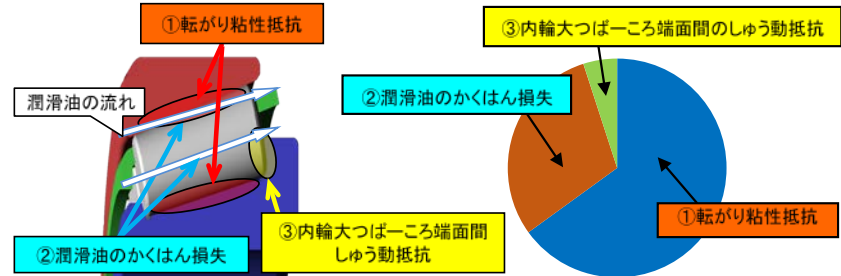


図4 円すいころ軸受のトルク要因

図5 円すいころ軸受の損失発生要因と寄与率

(2)保持器小端面の形状設計

潤滑油の流体解析を活用し、流入を抑制

する保持器の形状を設計しています。

潤滑油の流入口に低圧が発生して、軸受

内部への潤滑油の流入を抑制します(図6)。

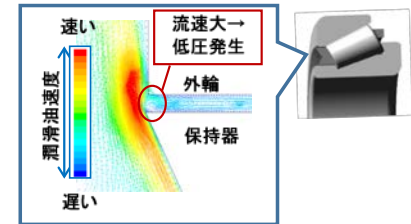
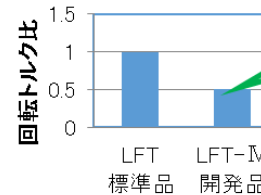


図6 潤滑油の流体解析

(3)トルク損失低減の効果確認(実機デファレンシャルを模擬した試験)



LFT-IV(開発品):LFT標準品の50%低減

試験条件

回転速度, min ⁻¹	2000
荷重, kN	無負荷(予圧3.0kN)
潤滑油	ギヤ油
温度, °C	50

図6 トルク損失の確認結果

期待されるクルマの燃費効果:約2.5%向上

4. 低炭素製品・サービス等による他部門での貢献（事例4）

ベアリングのCO2排出削減貢献量の事例紹介

「高効率モータ用軸受」-軸受の損失を6割低減-

[日本精工株式会社]

～世界の電力消費の4割を占める産業機械向けモータの省エネを実現～

(1) 開発の背景



軸受による損失は、モータ消費電力の1%程度と少ないものの、その波及効果が大いことから、更なる損失低減が期待されています。この社会的な期待に応えるべく、NSKは製品開発を進めました。

世界的な環境保護意識の高まりに伴い、あらゆる産業分野でCO2の削減や消費電力の低減が進められています。特に、産業機械に使用されるモータは、主にポンプ、送風機、圧縮機など様々な機械を駆動しており、世界の消費電力量の4割以上を占めていると言われています。このため、世界中の国々で産業機械向けモータの効率向上を義務付ける規制が導入されています。

開発の背景 モータを取巻く環境

世界各地域における地球環境保護意識の高まり
地球温暖化防止:CO2削減、消費電力削減の世界的動き
各国で、モータの効率向上を義務付ける規制 → 各モーターメーカー省エネ取組み



(2) 製品の特長

1. 損失の低減

NSK開発の専用グリースを使用し、その量を最適化することにより、回転時のグリースの攪拌抵抗を減らし、損失を6割低減しました。また、プラスチック保持器の採用により、更なる損失の低減が可能です(最大8割低減)。

2. 寿命の延長

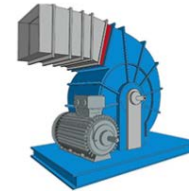
NSK開発の専用グリースにより、従来品に比べ回転時の軸受内部の摩耗が抑えられることから、寿命の延長(2.7倍以上)を可能にしました

(3) 製品の用途と構造

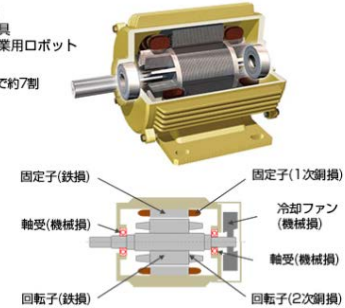
開発の背景 モータの用途と構造

- 用途
- ポンプ
 - 圧縮機
 - 送風機
 - 動力伝達装置
 - 金属工作機械
 - 農業用機械器具
 - 運搬機械、産業用ロボット
- (参考) 日本ではポンプ、圧縮機、送風機で約7割

送風機でのモータ使用例



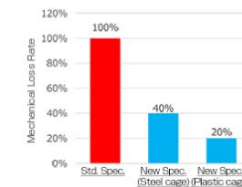
構造



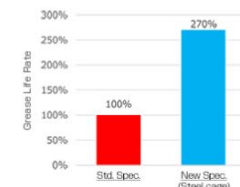
(4) 製品の効果

開発軸受の性能

モータ機械損失測定結果



グリース寿命試験結果



損失の低減

✓ NSK開発の専用グリースで封入量を最適化 → 損失を6割低減
(更にプラスチック保持器採用では最大8割低減)

寿命の延長

✓ NSK開発の専用グリース採用 → 寿命2.7倍以上

(5) リンク先

<https://www.nsk.com/jp/company/news/2018/0925a.html>

5. 海外での削減貢献

	海外での削減貢献	削減実績 (2018年度)
1	ドイツの工場で、インバータ制御のエアーコンプレッサを導入	180t-CO2削減
2	フランスの工場で、駐車場を太陽光発電機付き屋根にリニューアル	500t-CO2削減

- 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。

6. 革新的な技術開発・導入

革新的技術・サービス	導入時期	削減見込量
<p>走行中の車両に搭載されたインホイールモータに、道路から直接非接触で給電するために『オフセット軸減速機内蔵ハブ軸受ユニット』開発。これにより車両の駆動に必要な減速比を確保しつつ、インホイールモータ全体の小型化を実現した。また従来型の遊星歯車を内蔵した方式に比較して、部品点数を大幅に削減し、実用性を高めた。(日本精工(株))</p>	<p>テストコースでの実験車の走行試験に成功。東京大学、東洋電機製造らとの共同研究。 2019年度には新たにインホイールモータを小型化し、また実験車両の新規製作に着手。2019年度中の稼働を目指している。</p>	<p>2025年：1.2万t-CO2 2030年：6.0万t-CO2 2035年：22万t-CO2</p>

上記の「オフセット軸減速機内蔵ハブ軸受ユニット」の技術開発・導入のロードマップ

	技術・サービス	2018	2019	2020	2021	2025	2030	2035
1	電気自動車 ※HEV,PHEV,FCV含まず	13,300台	22,000台	25,600台	34,600台	133,000台	252,000台	446,000台
2	うち走行中非接触給電できる車両	-	-	-	-	500台	2,500台	9,000台
3	削減見込量 (万t-CO2)					1.2	6.0	22

注：CO2削減見込量は日本精工(株)の試算による。

6. 革新的な技術開発・導入

「オフセット軸減速機内蔵ハブ軸受ユニット」に関する技術開発の概要

本件開発に関する走行中非接触給電技術は、自動車分野に限って言えば、広く電気自動車全般に利用可能な技術である。電源には水力、風力、太陽光発電などの再生可能エネルギーも利用でき、運輸部門のCO2削減に貢献する。また、同様の技術は自動車分野だけでなく、船舶や一般産業機械でも用途が多数あり、技術の汎用性は非常に高い。

更に、走行中非接触給電技術は、再生エネルギーの利用用途として適している他、ドライバを必要としない自動走行車(自動運転Lv.4以上)と親和性が高い。従って、高齢化社会や運送業界のドライバ不足など社会的な貢献も大きい。



図1 オフセット軸減速機内蔵ハブ軸受ユニット

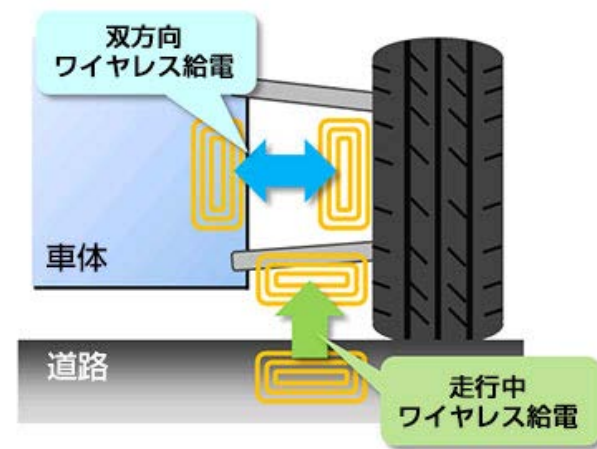


図2 道路からインホイールモータへの走行中給電の概念図

7. 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。

- 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。