

ラジアル荷重測定用摩擦帯電 センサ組込み転がり軸受の開発

関西大学

システム理工学部 機械工学科

教授 谷 弘詞

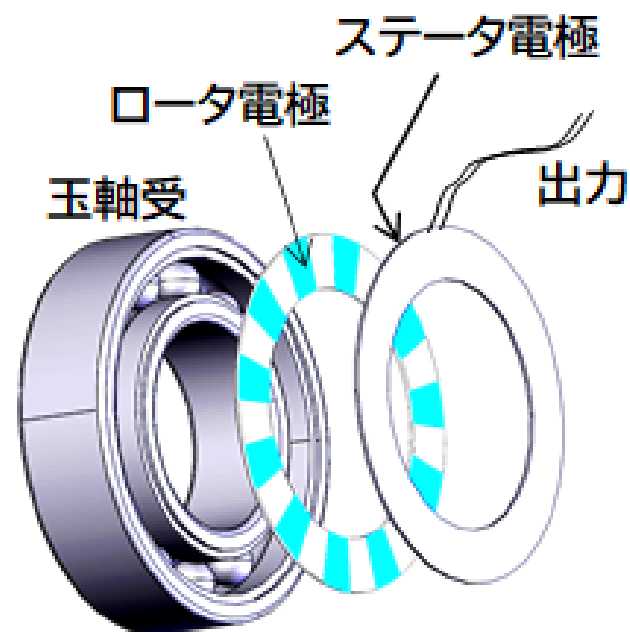
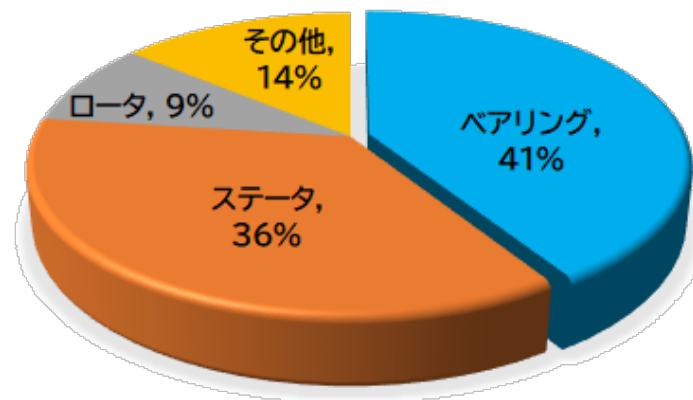
2022年9月22日

1. 摩擦発電機と摩擦帯電センサ
2. 従来技術とその問題点
3. 新技術の特徴・従来技術との比較
4. 想定される用途
5. 実用化に向けた課題
6. 企業への期待

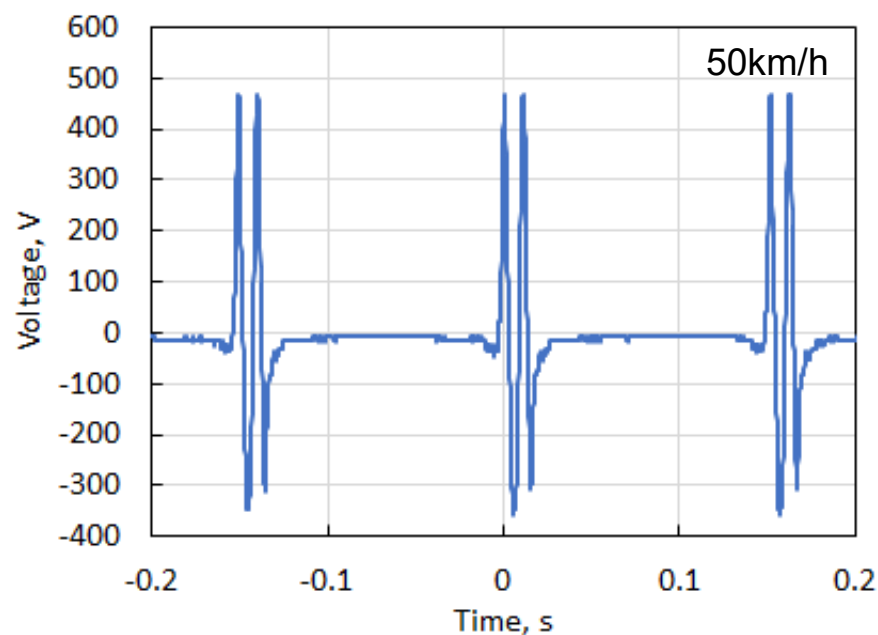
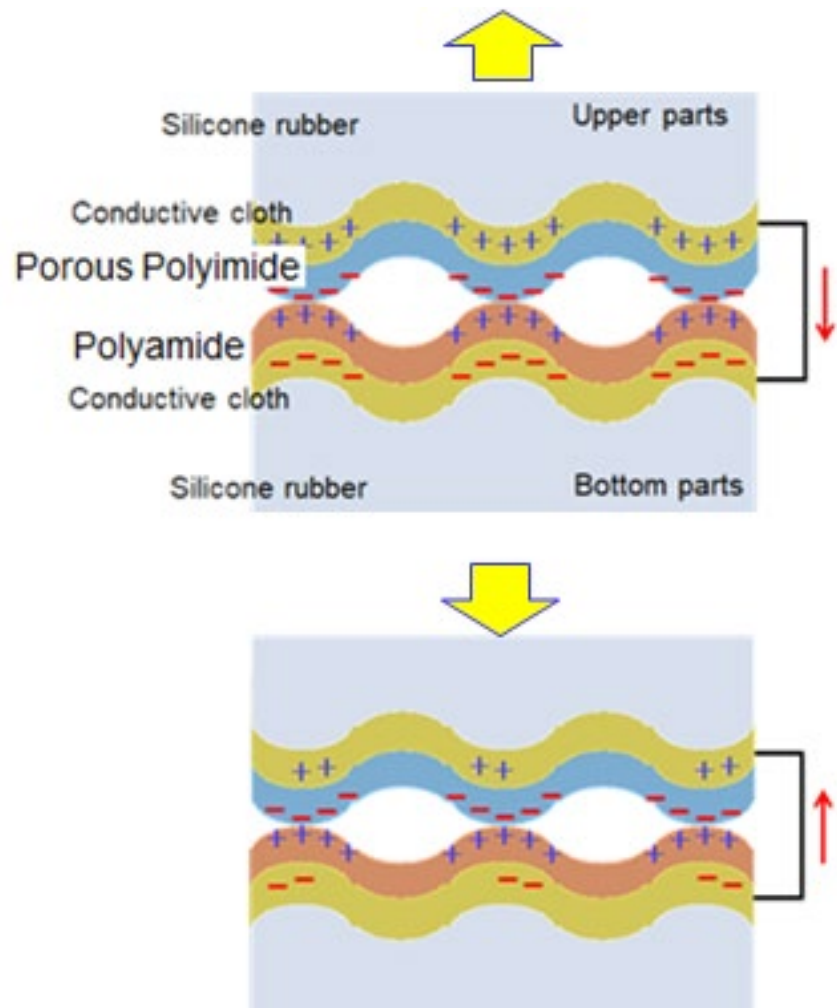
その他

- ・ 本技術に関する知的財産権
- ・ 産学連携の経歴
- ・ お問い合わせ先

モータの故障モード(EPRI and IEEE study)

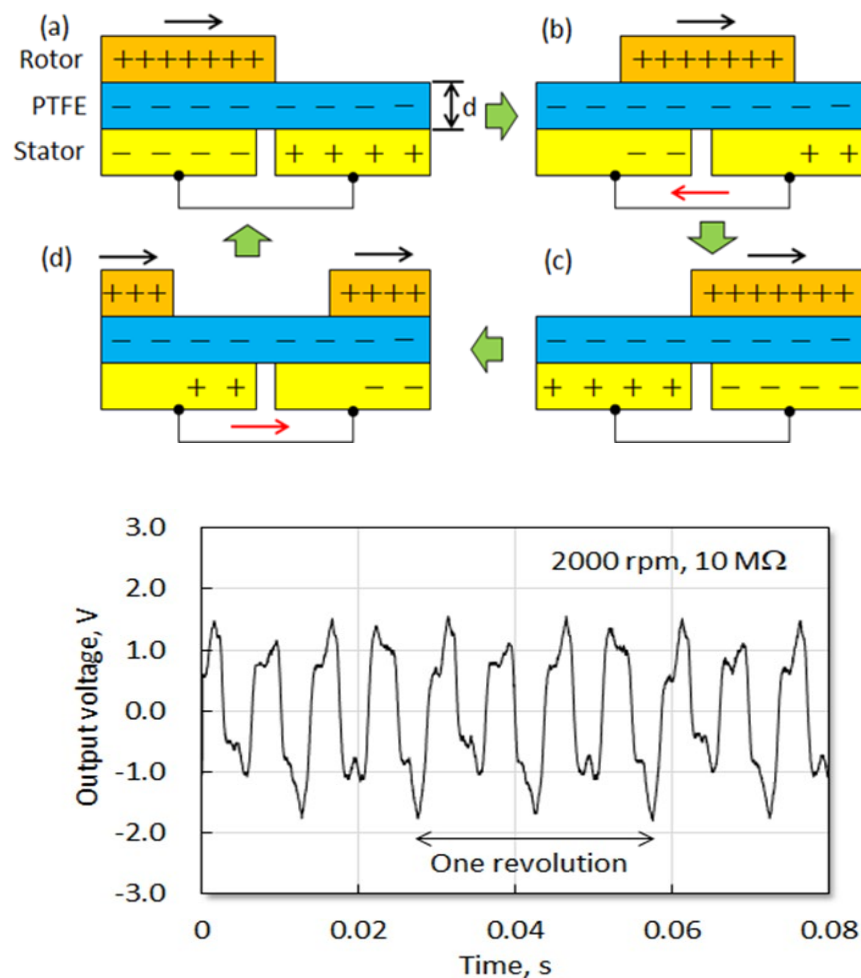
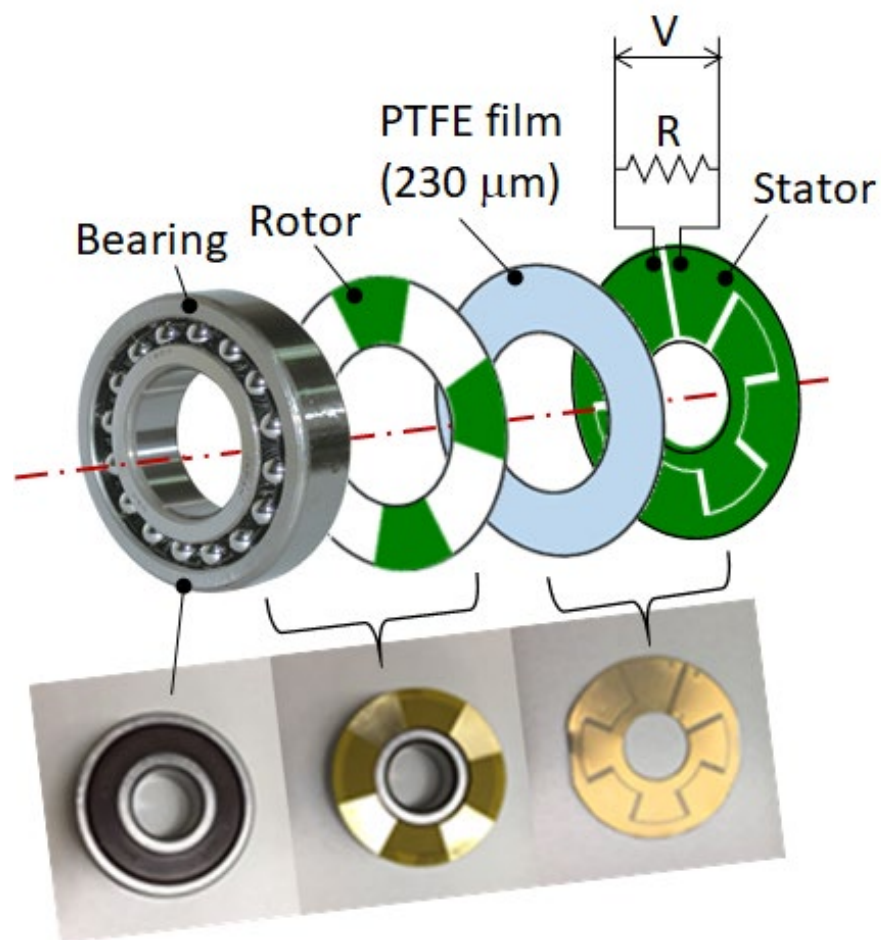


摩擦発電機と摩擦帯電センサ - 1



現在開発中のタイヤ組込み摩擦発電機の構造と出力例

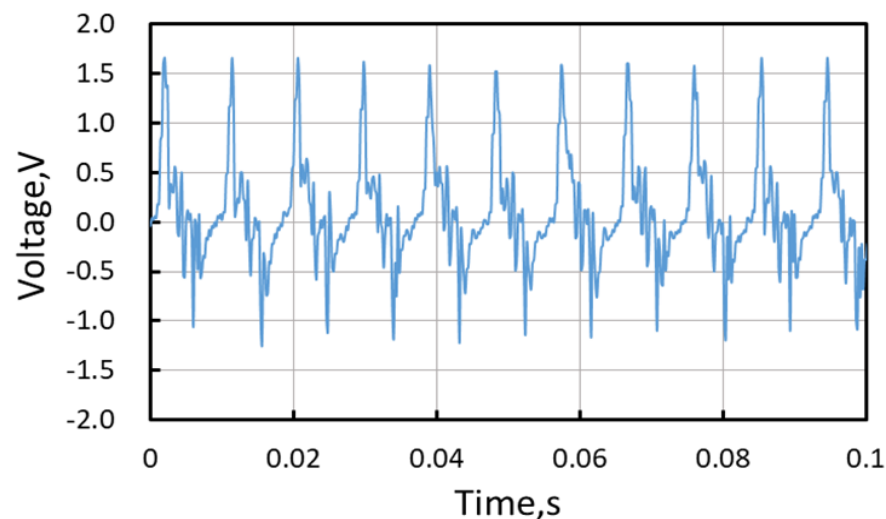
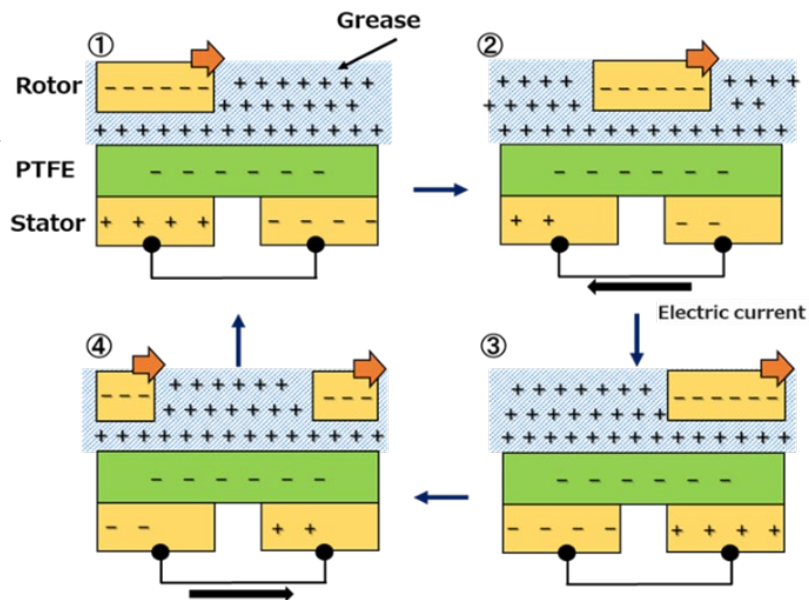
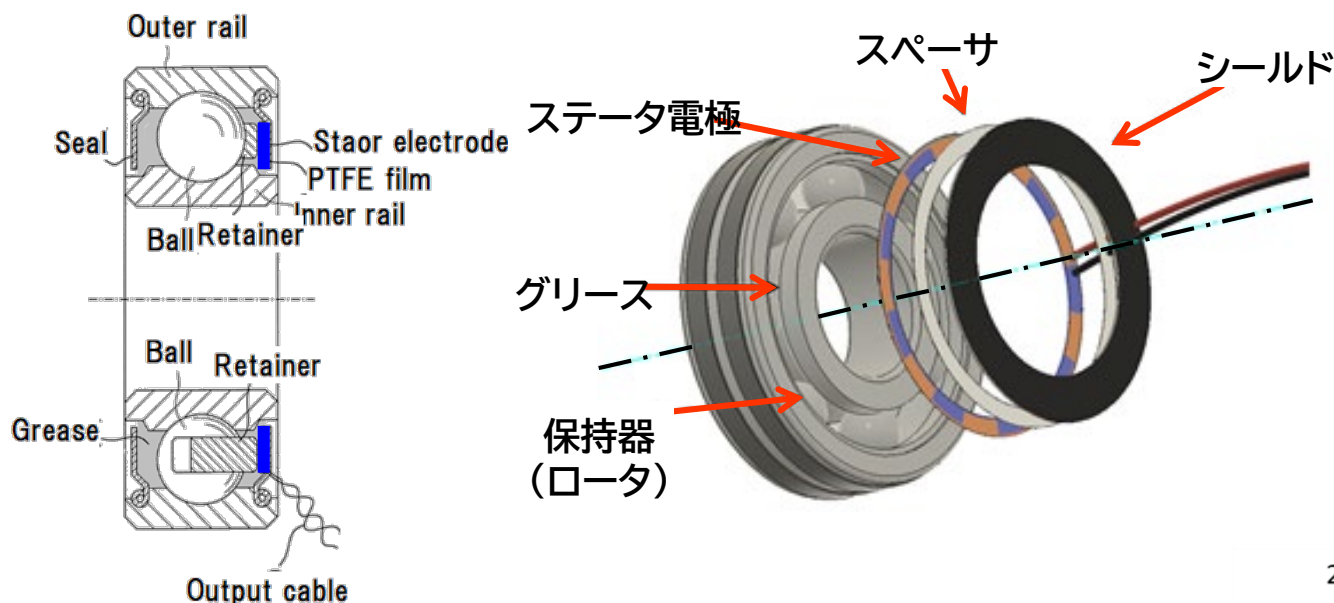
摩擦発電機と摩擦帯電センサ - 2



パルスの数から回転数測定が可能

摩擦発電のセンサ利用例 ➡ 摩擦帯電センサ組み込み軸受

摩擦発電機と摩擦帯電センサ - 3



保持器をロータ電極として
グリースを介した摩擦帯電センサ

グリースを介しても発電可能 ➡ 保持器の公転回転数を検出可能

従来技術とその問題点

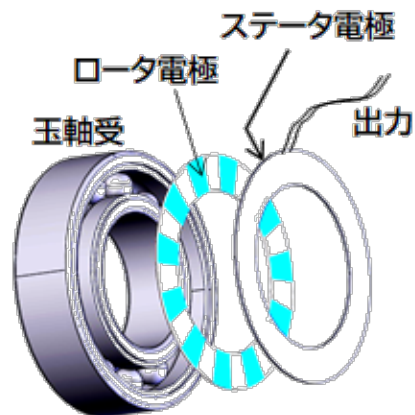
既に実用化されているものには、磁気エンコーダを用いた回転数モニタリング軸受等があるが、

- 磁化工程など複雑な上に、小型化するのが困難であると推定
- 軸受荷重のモニタは出来ない

等の問題点があり、小径軸受（直径20mm以下）に広く利用されるまでには至っていない

技術比較

会社		各社	A社	B社	本技術
センサ種類		磁気エンコーダ + ホール素子	温度・加速度・ 磁気エンコーダ	磁歪素子	摩擦帯電センサ
モニタ項目	回転速度	○	○	○	○
	温度・振動	—	○	—	—
	トルク	—	—	○	—
	荷重	—	—	—	○
サイズ		厚さ大?	変更なし	厚さ大	変更なし
シールド性		○	○	○	◎
小型化		△	△	△	◎



ホイールハブ用軸受などで使用されている

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来は比較的大きな径の軸受向けのセンサ組込み軸受が実用化されてきたが、摩擦帯電センサを組込むことで小径軸受でも回転数・荷重のモニタリングが可能となる。
- 本技術により、小径軸受の運転状態モニタリングが可能になり、小型モータの保守メンテナンスが容易になることが期待される。

動作検証実験



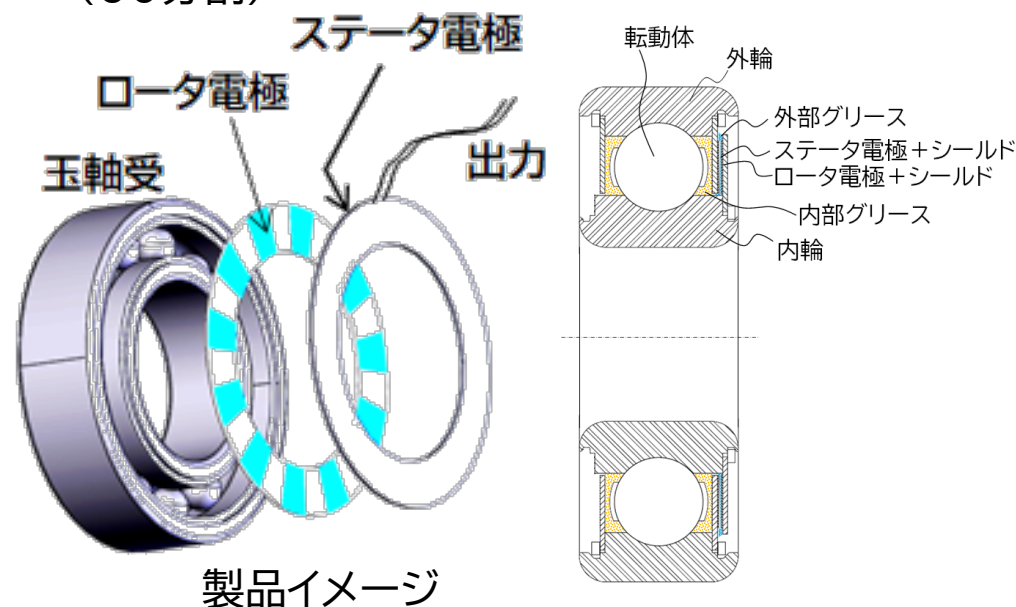
深溝玉軸受

ロータ電極組込
(60分割)

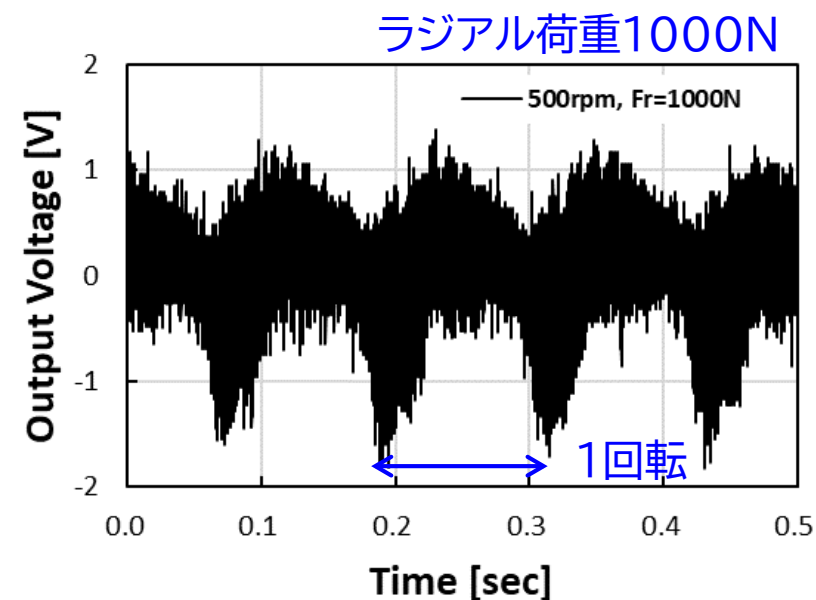
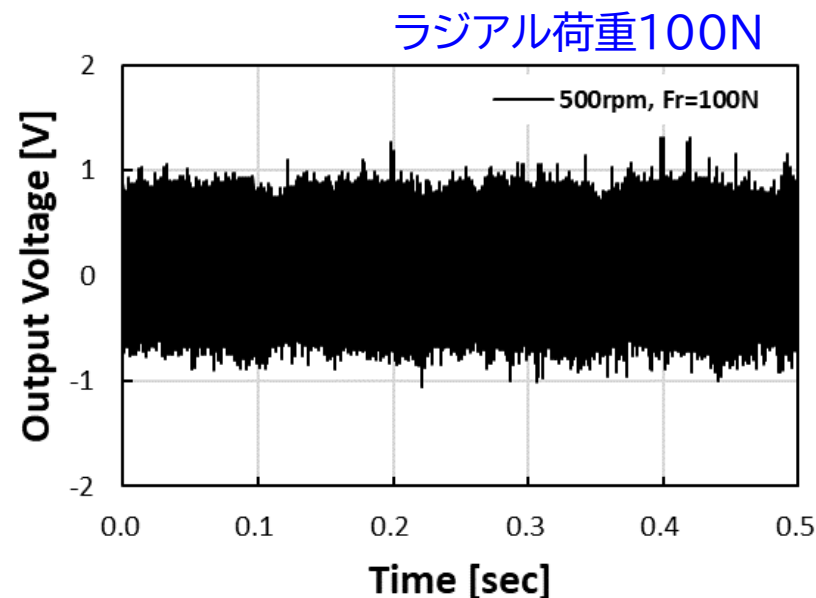
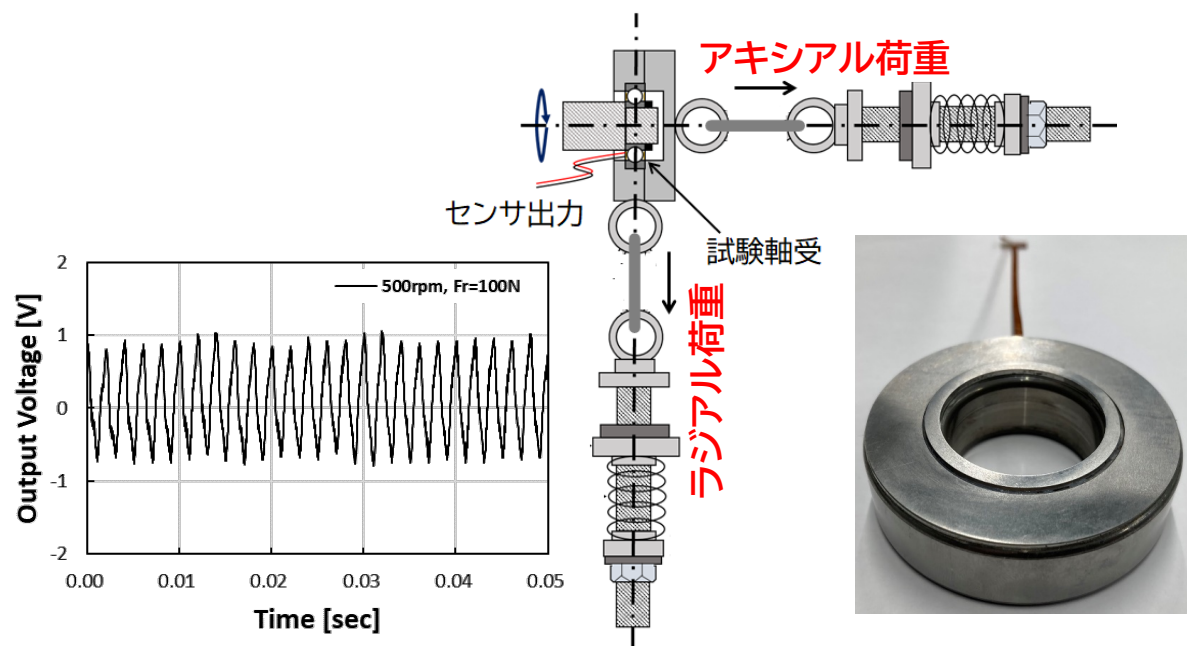
ステータ電極
(60分割)

電極組込み後(試作品)

軸受の加工が困難だったため
外付けシールドに電極を
取り付けて実験を行った

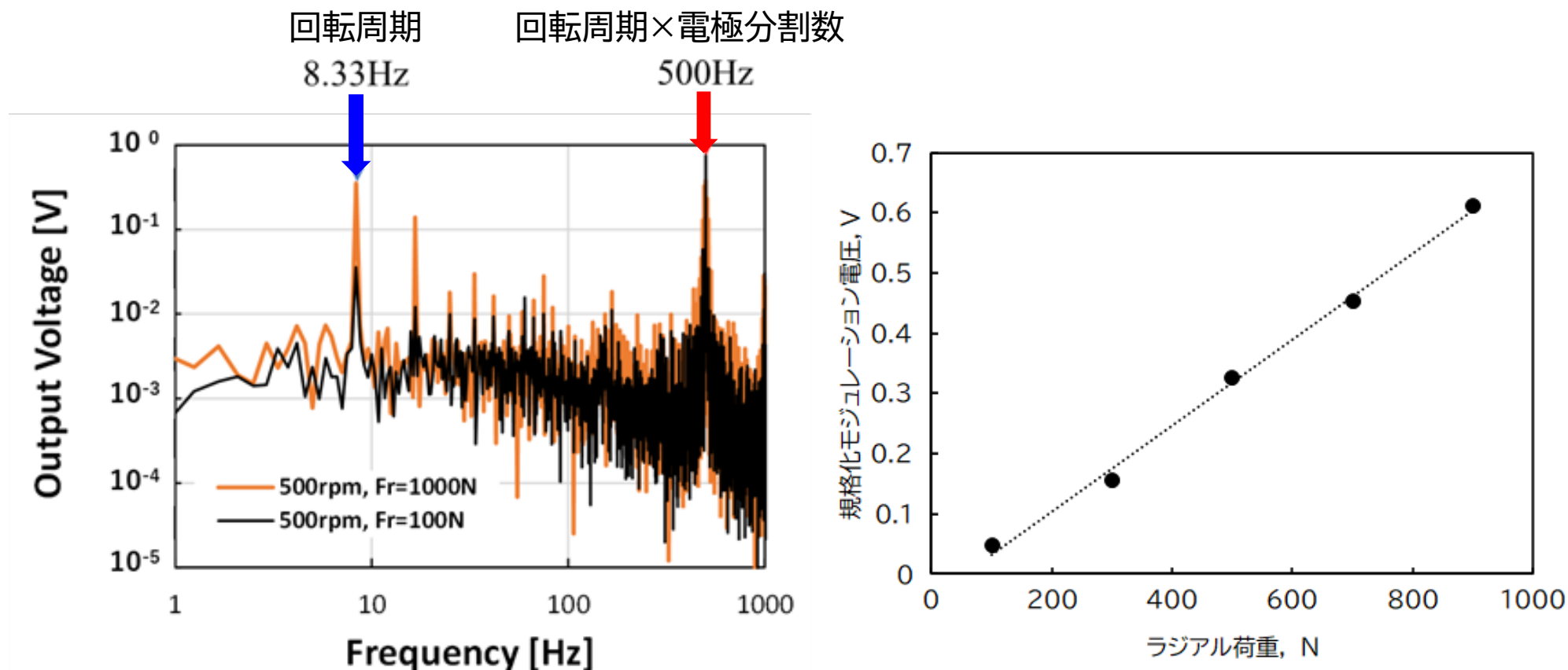


ラジアル荷重による波形変化



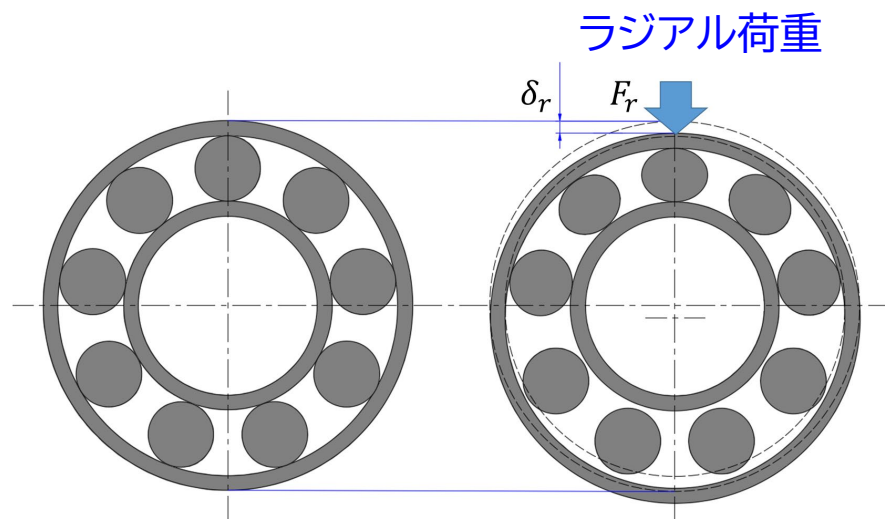
ラジアル荷重を加えると
モジュレーションが発生する

ラジアル荷重とモジュレーション電圧

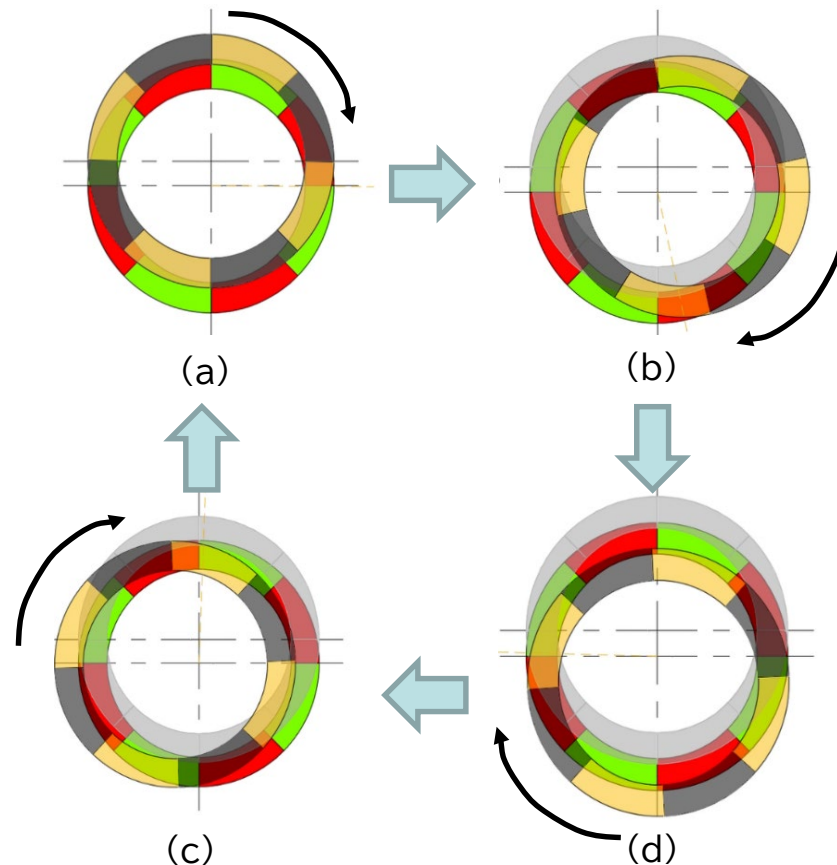


ラジアル荷重を加えると規格化モジュレーション電圧が
比例して変化する ➡ ラジアル荷重の推定が可能

モジュレーション発生要因



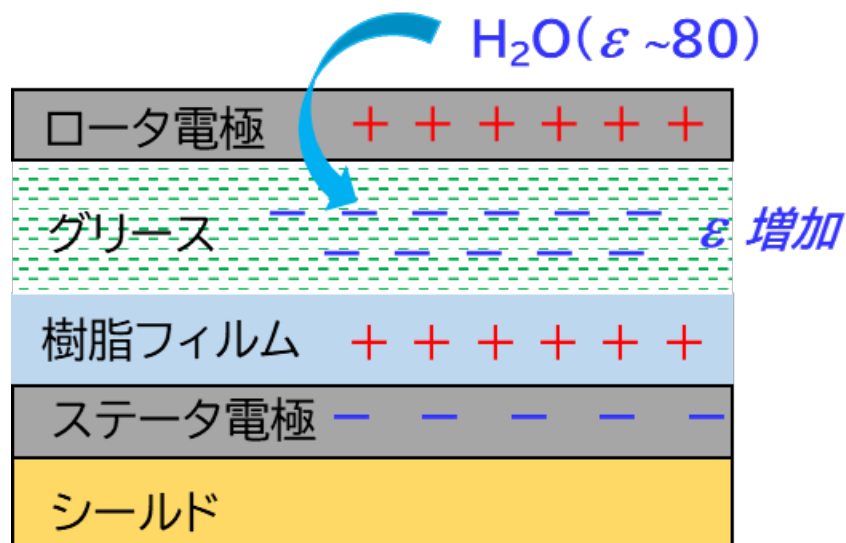
ラジアル荷重による内輪・外輪の
回転中心のずれ



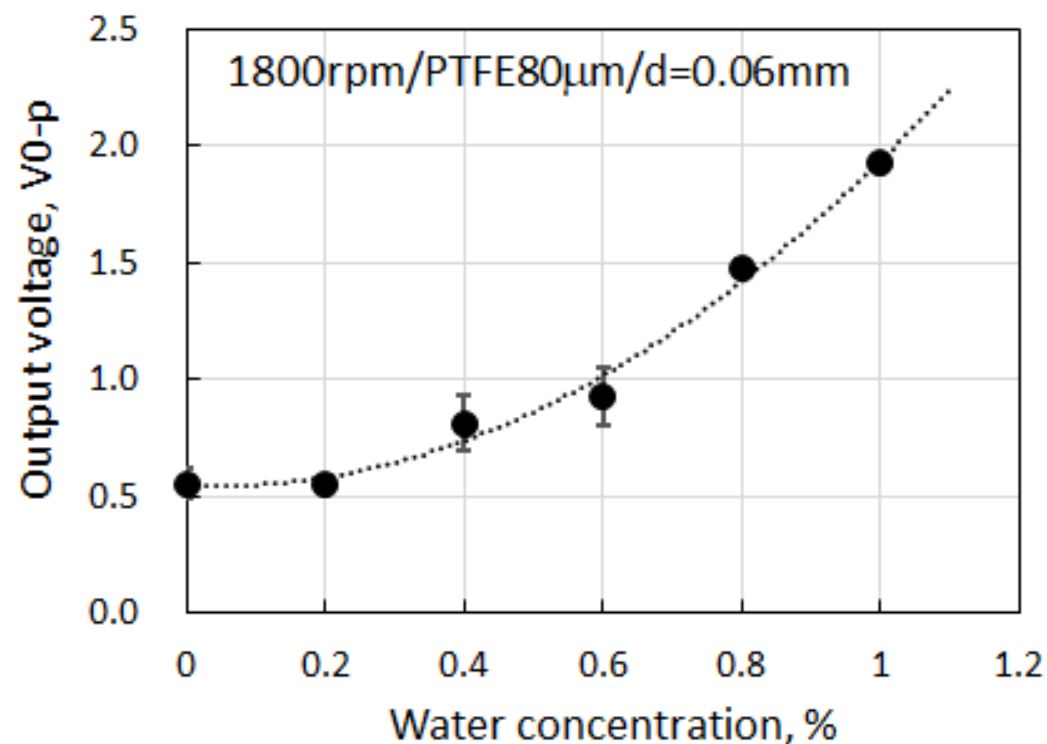
電極の重なり面積の変化

初期偏心と荷重による回転中心のずれにより
モジュレーションが発生する

グリースへの水混入モニタ

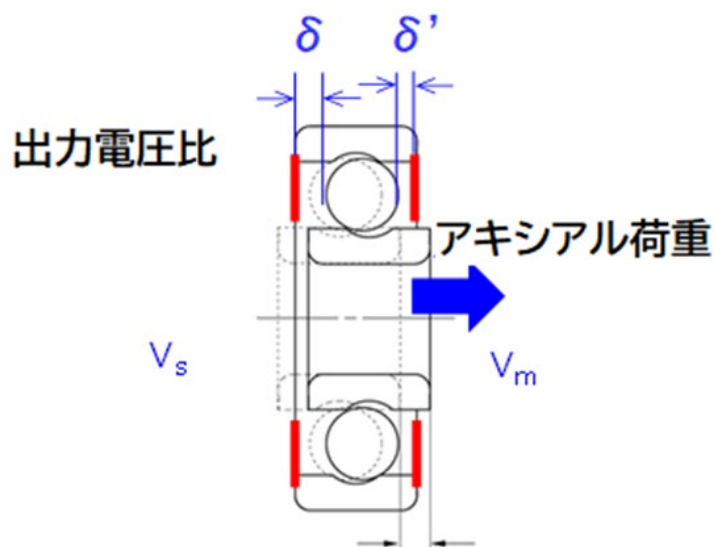


水が混入すると比誘電率が増加

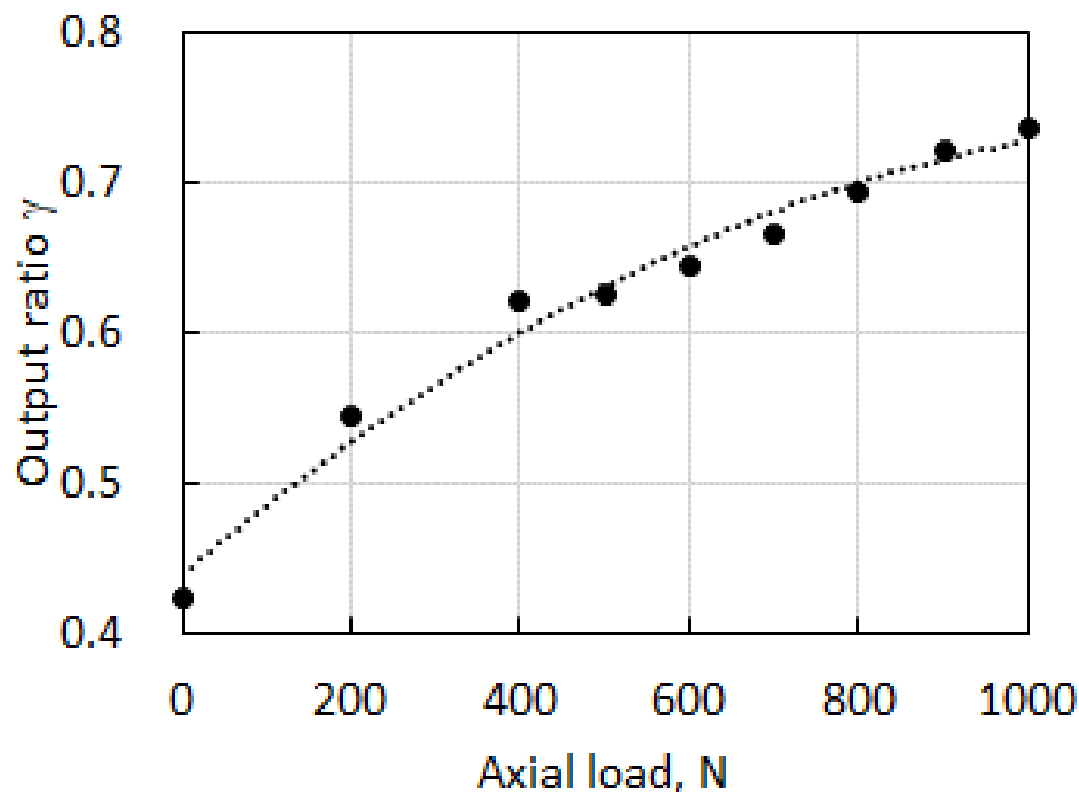


グリースへ水が混入することでセンサ出力が増加する

アキシアル荷重のモニタ



両面へセンサを取付け
その出力を比較する

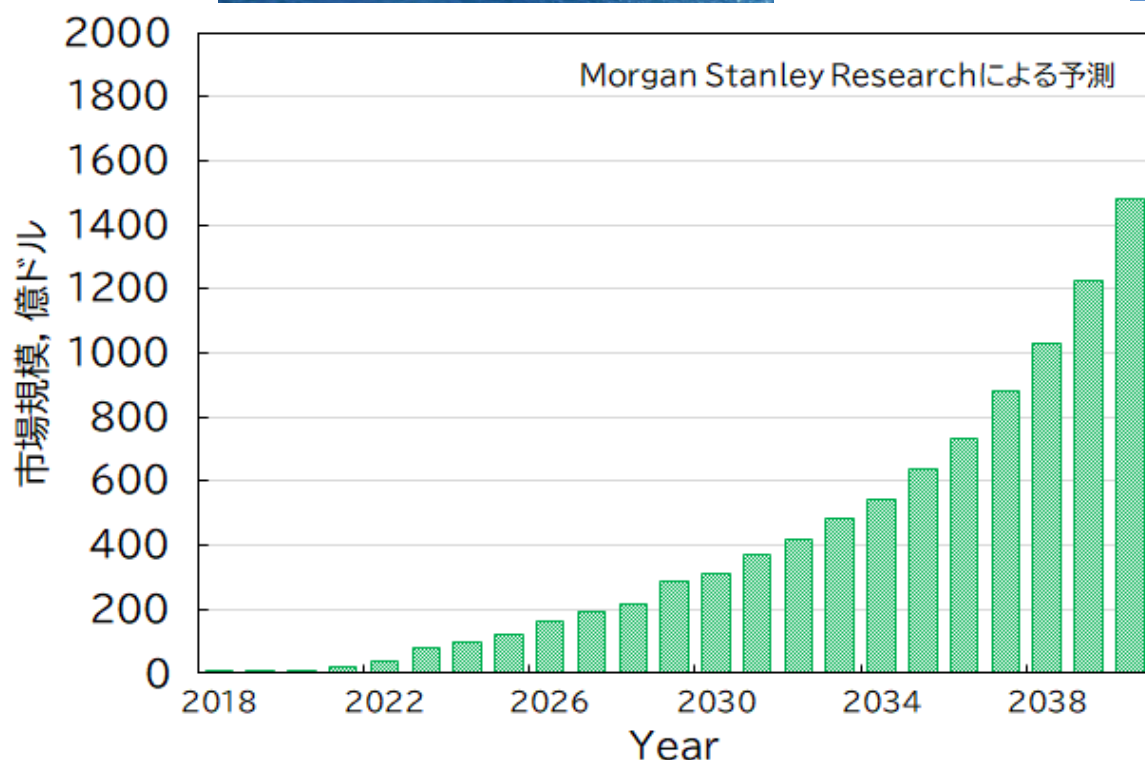


センサ出力電圧比をモニタすることで
アキシアル荷重の変動も検出可能

想定される用途

- 本技術を用いると、電源レスセンシング，小型化が可能になる.
- 本技術の特徴を生かすためには、小径軸受に摩擦帯電センサを組み込み保全・メンテナンスに利用することが効果的と考える.

本技術にマッチする用途



【高信頼性と保守メンテ性の両立】

- 小型化・高速化
- エアモビリティは連続運転出来ない
- 保守メンテの重要性UP

実用化に向けた課題

- 現在，原理的な確認が可能なところまで開発済み．しかし，実際の軸受に組込む点が出来ていない．
- 今後，実際に軸受に組込み特性を確認する．
- ドローン等のモータに組込み，フィールドで軸受にどのような力が作用しているかを調べていきたい．

企業への期待

- 実軸受へ組込み，計測精度の検証を共同で行える企業との共同研究を希望.
- センサ組込み軸受をドローン等のモータへ組込み，動作中に作用する軸受荷重をモニタして，そのデータの有効利用を共同で行える企業との共同研究を希望.

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 状態計測装置
- 登録番号 : 特許第7061357号
- 出願人 : 関西大学
- 発明者 : 谷 弘詞

産学連携の経歴

- ・ 2008年 - 2022年 20社 以上と共同研究実施
- ・ 2018年 - 2019年 JST A-STEP FSに採択
「摩擦帯電センサを用いたインテリジェントタイヤの開発」
- ・ 2019年 - 2021年 JST A-STEP 産学共同フェーズに採択
「摩擦帯電センサを用いたインテリジェントタイヤの開発」
- ・ 2022年 - 2024年 NEDO 脱炭素社会実現に向けた省エネルギー
技術の研究開発・社会実装促進プログラムに採択
「摩擦発電機を用いたインテリジェントタイヤの開発」

お問い合わせ先



関西大学
KANSAI UNIVERSITY

社会連携部

<https://www.kansai-u.ac.jp/renkei/>

産学官連携センター・知財センター

<https://www.kansai-u.ac.jp/renkei/industry/>



sangakukan-mm@ml.kandai.jp