

コルヌスパイラルを用いた 特殊歯形歯車設計技術

広島県立総合技術研究所

東部工業技術センター 加工技術研究部

主任研究員 佐々木 秀和

共同研究者：宮奥エンジニアリング

2019年10月10日

どんな技術？

- 歯車の歯形を特殊な歯形に置き換える技術
- 高強度（小さく軽くできる，長寿命）
- 優れた伝達効率
- 1つの工具で異なる歯数に対応



歯車の現状

通常，歯車といえは
インボリュート歯車

ここが
インボリュート



- 百年超える実績
- 設計しやすい
- 加工しやすい
- 検査しやすい

従来技術の問題点 (性能面のニーズ)

機械を高性能化したい
インボリュート歯車ユーザーの声

小型軽量

耐久性UP

伝達効率UP

従来の
対策検討項目

- 潤滑
- 材料
- 加工精度
- 歯形修正

インボリュート歯車で対応できる高性能化に限界

従来の特特殊歯形歯車の特徴

	インボリュート歯車	特特殊歯形歯車
設計面	市販ソフトウェア	複雑な計算
性能面 (強度, 効率等)	基準	性能向上を 目的に開発
製作面	1つの工具で 歯数違いの歯車を 加工できる	歯数に応じた 専用工具で 加工

開発に至る関連技術の発展

新たな歯車を開発するには・・・

複雑な計算を短時間処理

特殊形状の工具製作

特殊形状の歯形測定

に対応できる設備が必要

□ 計算機
□ 加工機
□ 測定機

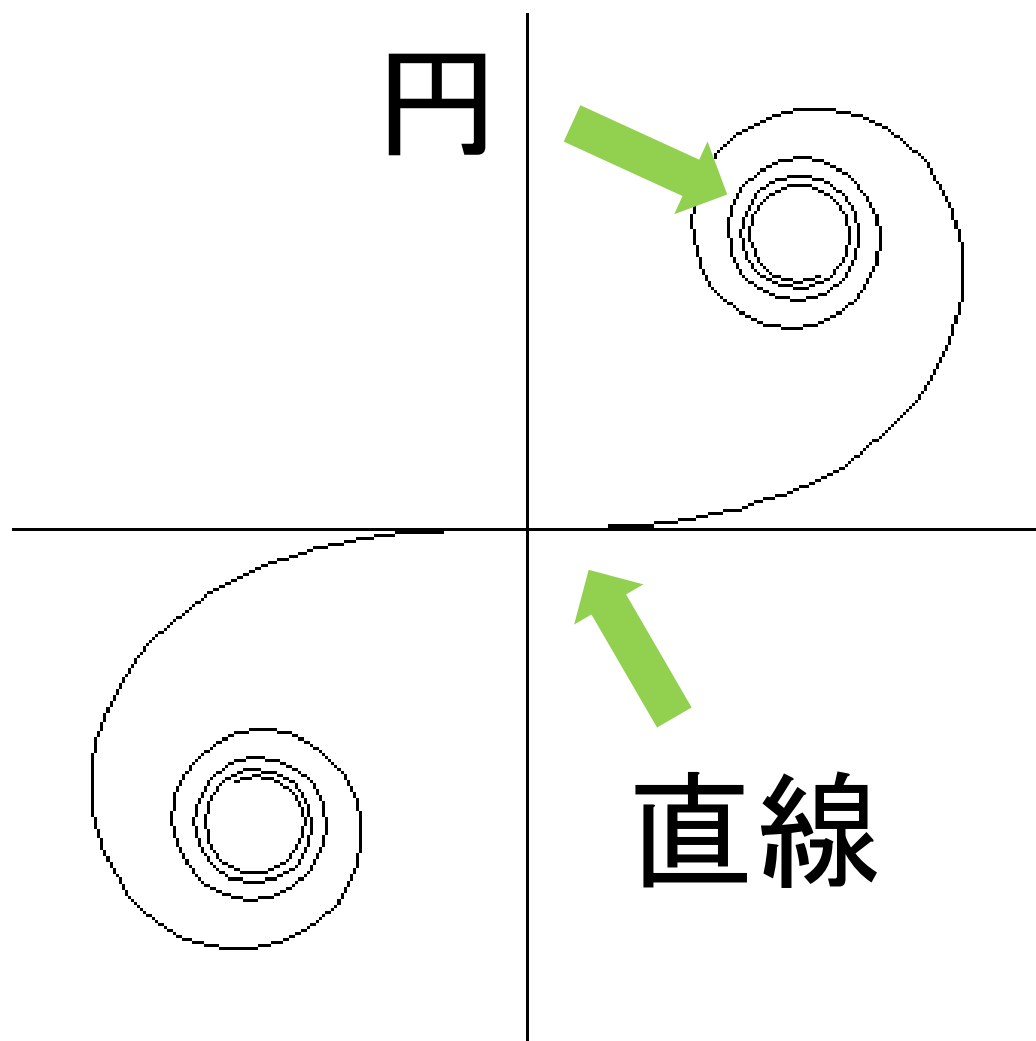


の発展

新しい歯車を実現するための
環境が整った

技術説明

コルヌスパイラルとは？



‘直線’と‘円’を

緩やかに

そして

滑らかに

繋ぐ

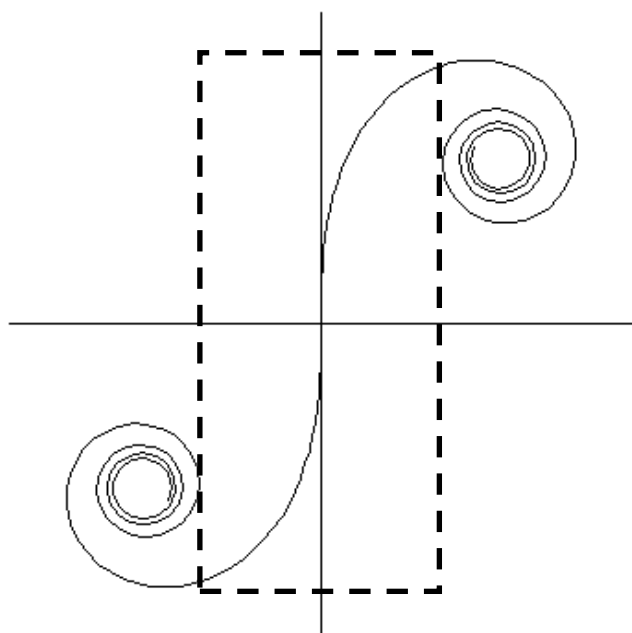
コルヌスパイラルとは？

＊ 身近な使用例 ＊

高速道路のカーブ
ハンドル操作の安定化

ローラーコースター
むち打ち防止効果

コルヌスパイラルを歯車にどう使う？



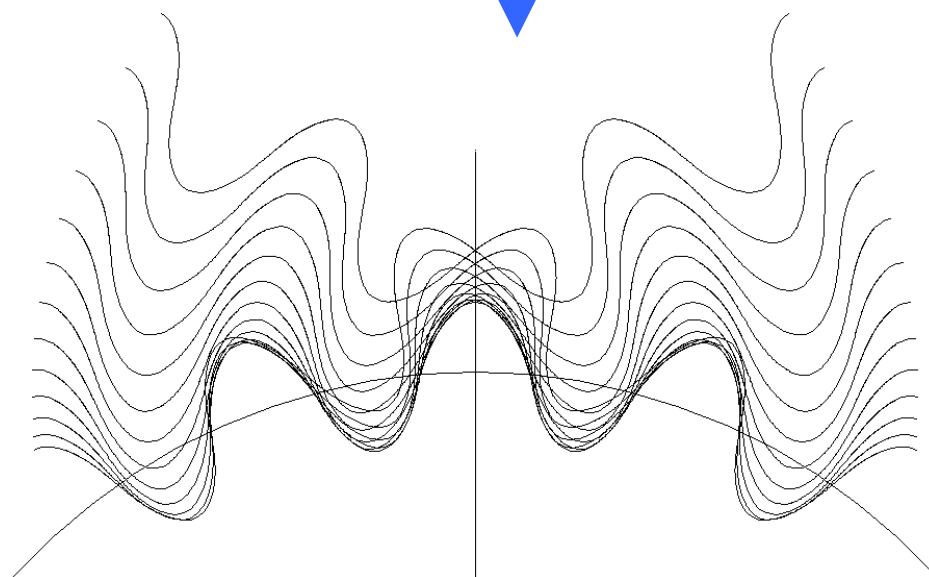
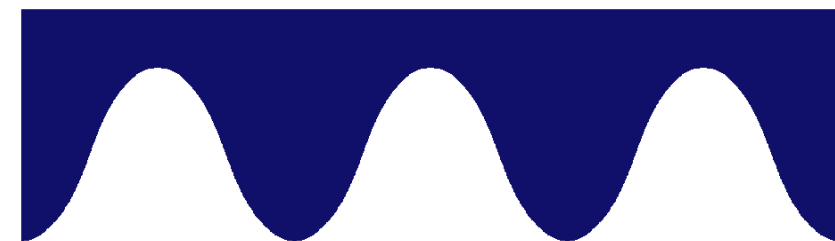
コルヌスパイラル



傾ける



歯車の基本形状

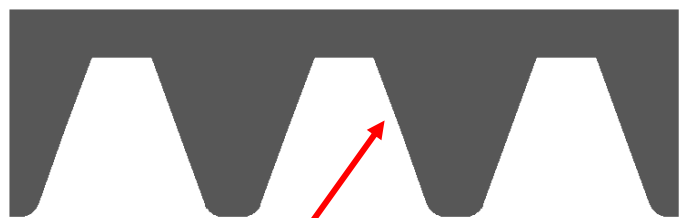


コルヌ歯車完成

従来技術と新技術との比較

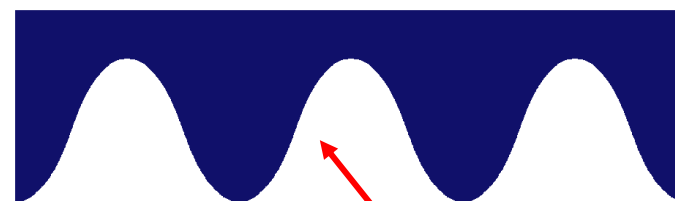
従来技術

新技術

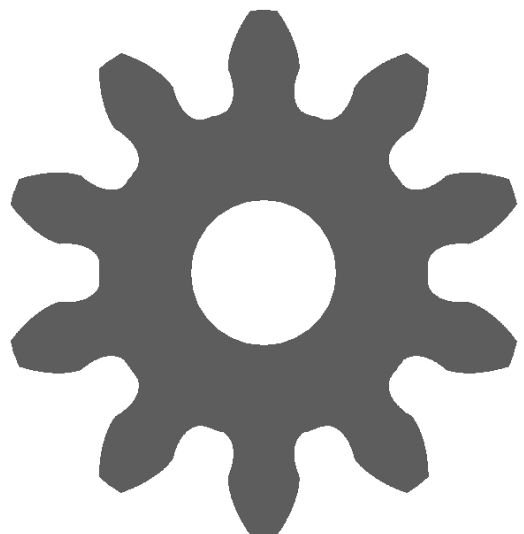


直線

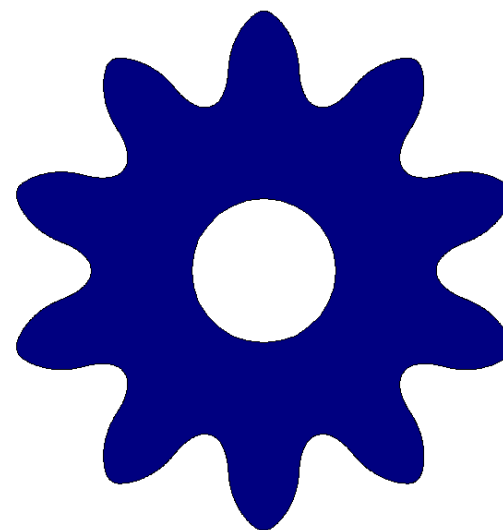
基本形状
が違う



コルヌ螺旋

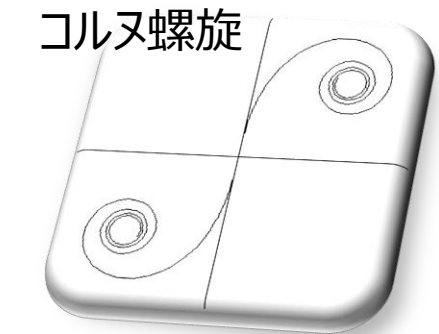


インボリュート歯車

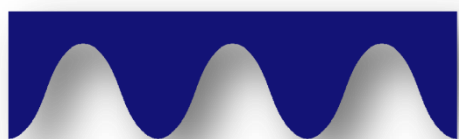


コルヌ歯車

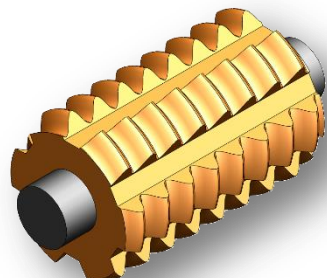
歯車の加工



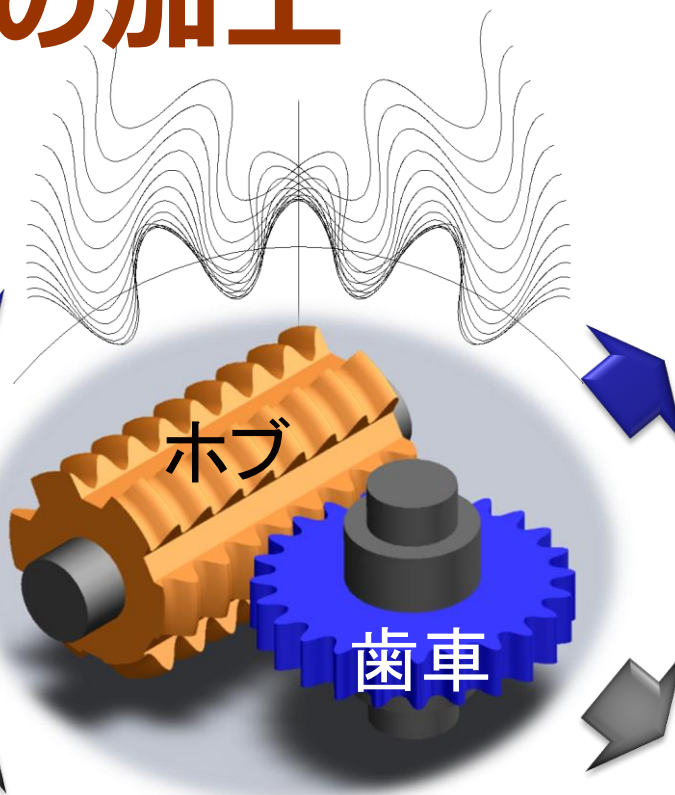
コルヌ螺旋



コルヌ
基本歯形



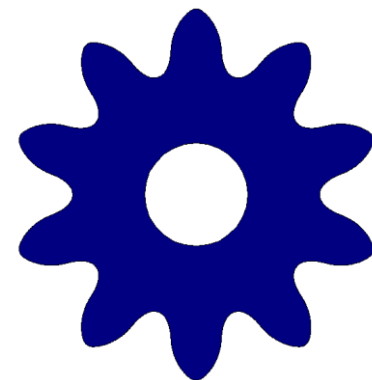
コルヌ歯車用ホブ



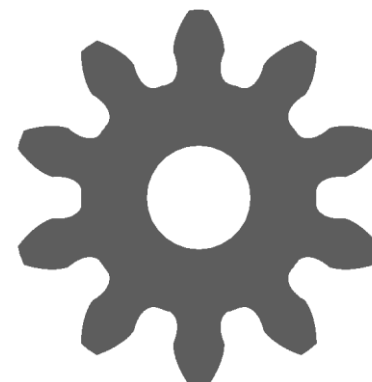
ホブ

歯車

ホブ盤で加工



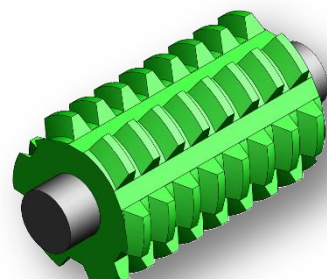
コルヌ歯車



インボリュート歯車



インボリュート
基本歯形



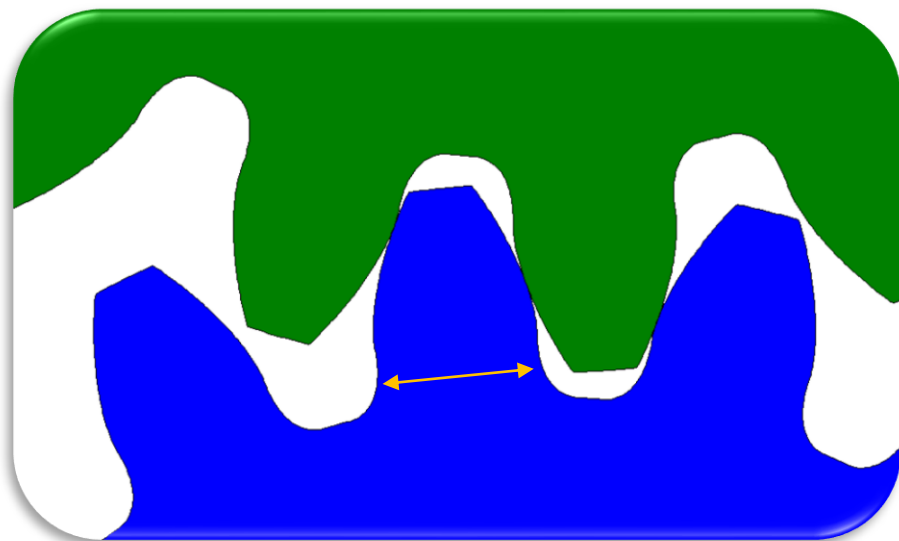
インボリュート歯車用ホブ



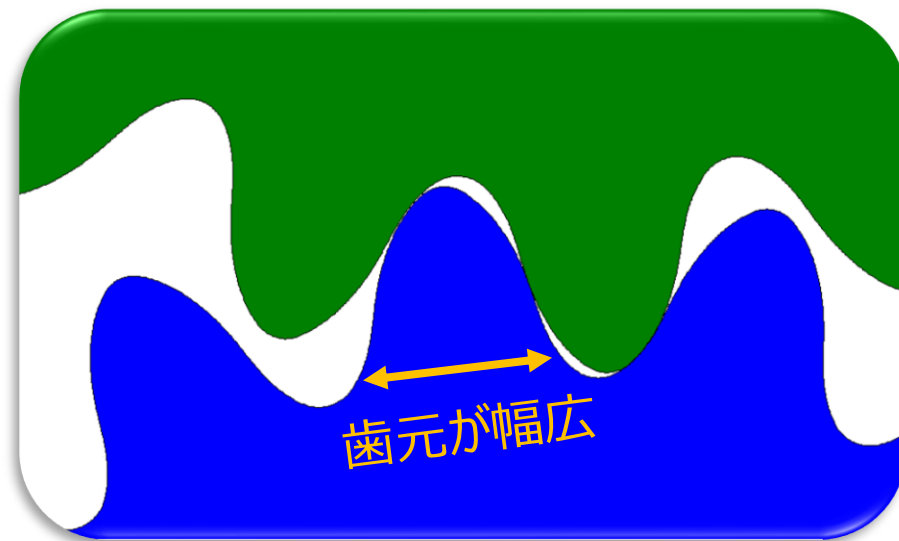
ホブ盤加工でコルヌ歯車を製作できる
異なる歯数も一つのホブで加工

従来技術と新技術との比較

インボリュート歯車



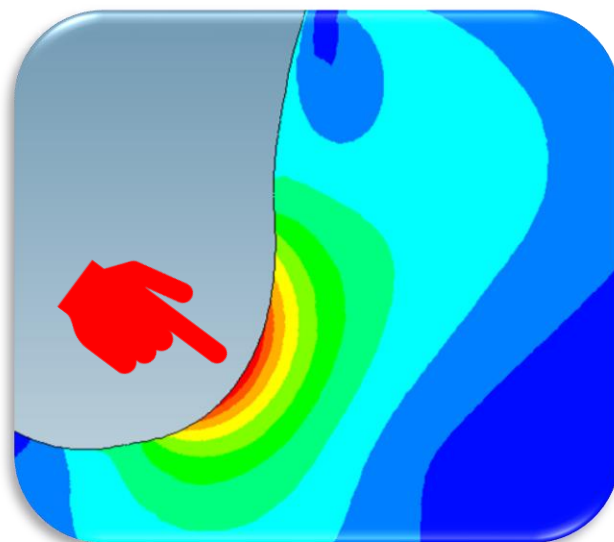
コルヌ歯車



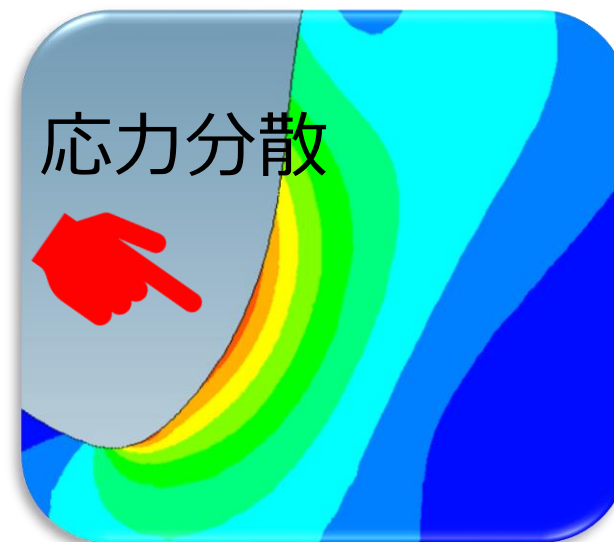
コルヌ歯車の特徴	効果
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 歯元がなだらか, 幅広 ✓ すべりが少ない ✓ 凹面と凸面で噛み合う 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 応力分散, 折れにくい ➤ 摩擦熱低減 ➤ 接触力分散, 摩擦摩耗抑制

従来技術と新技術との比較

歯元応力のFEM解析



インボリュート歯車

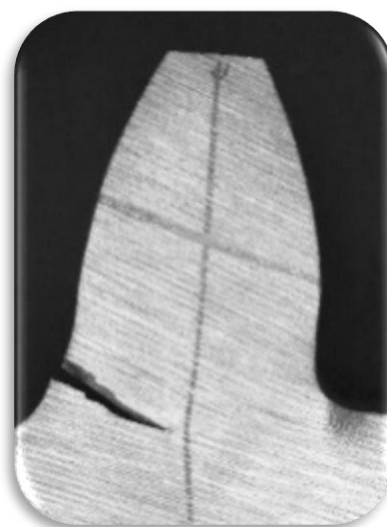
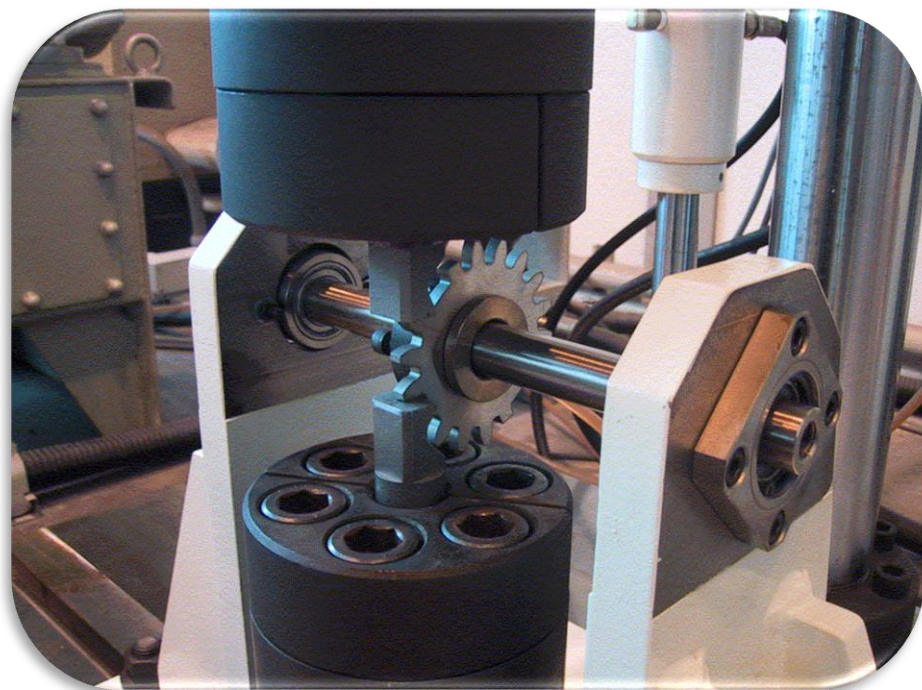


コルヌ歯車

	インボリュート歯車	コルヌ歯車	
最大歯元応力 (MPa)	349	298 ↓	15% 低減

従来技術と新技術との比較

歯元曲げ疲労強度評価



インボリュート歯車



コルヌ歯車

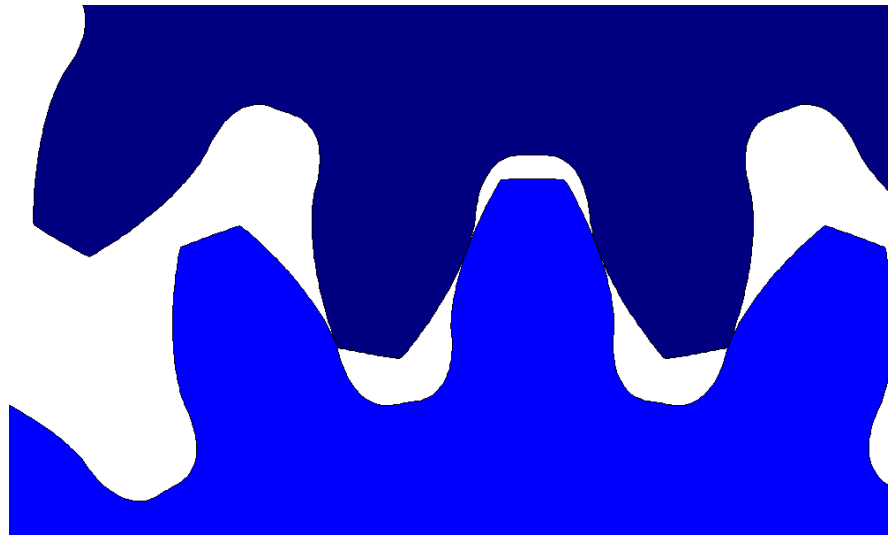
	インボリュート歯車	コルヌ歯車
疲労限度 (kN)	2.25	2.70 ↑ 20% 増加

期待できる効果

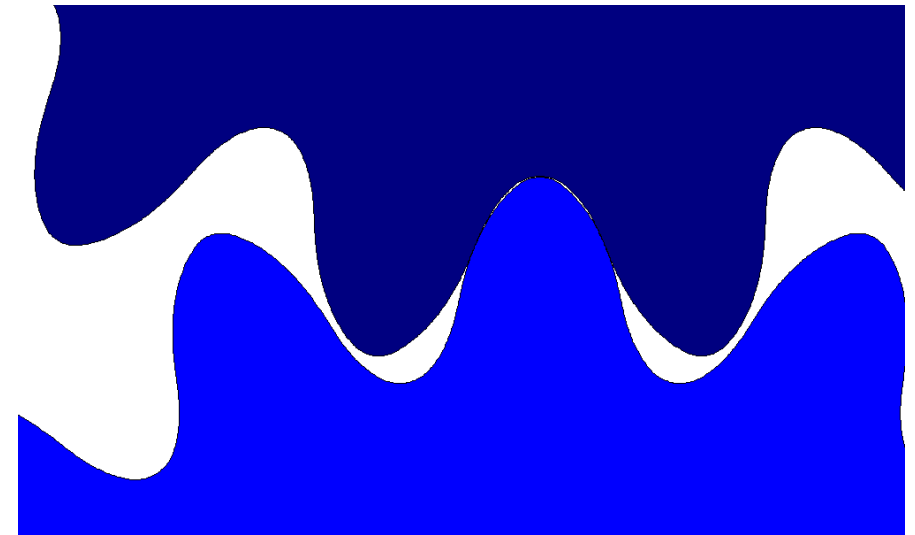
- 負荷時の歯のたわみを低減できる
→ なめらかな回転
- 歯元の亀裂による折損が起こりにくい
→ 歯車の厚みを薄くできる（軽量）
歯車の歯数を小さくできる（小型）

従来技術と新技術との比較

インボリュート歯車



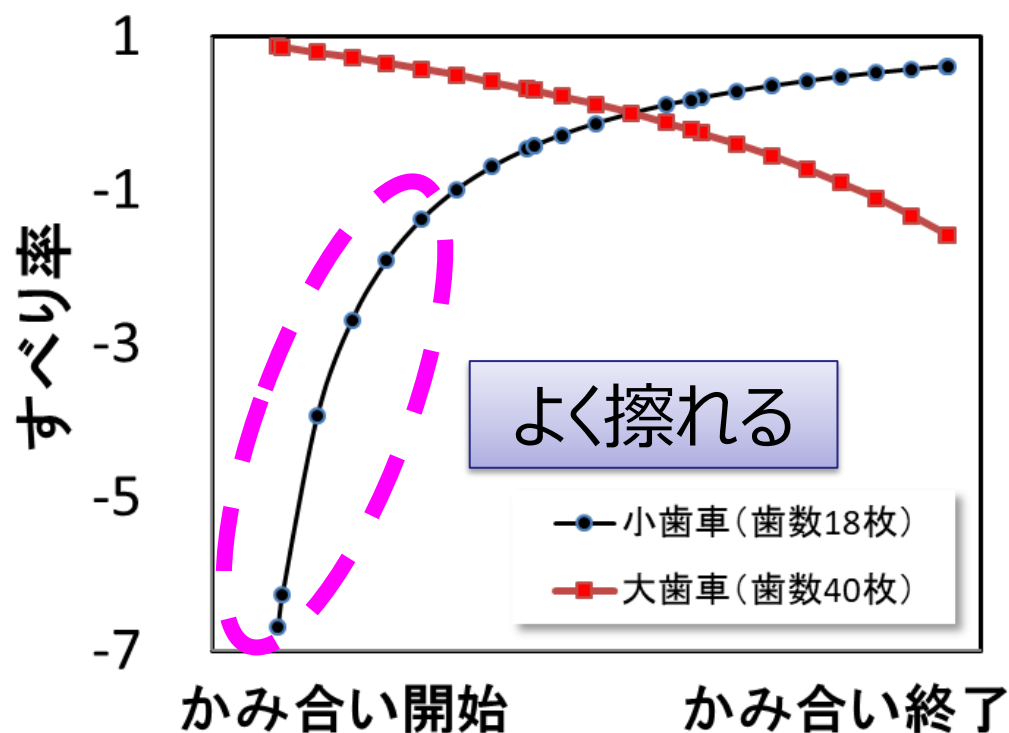
コルヌ歯車



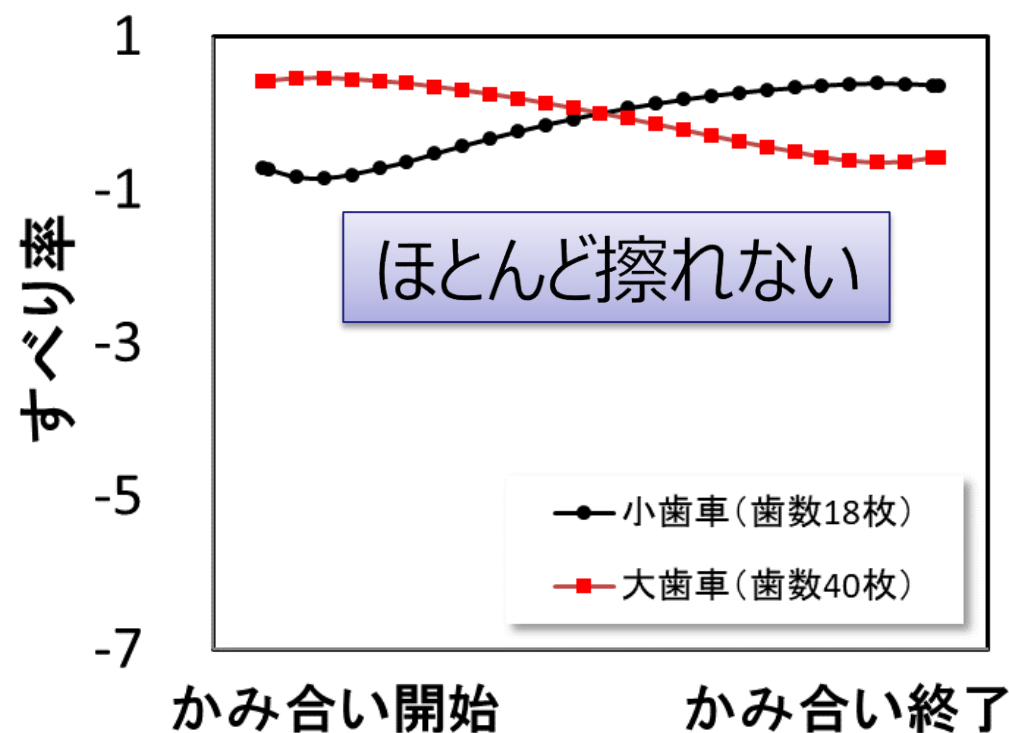
コルヌ歯車の特徴	効果
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 歯元がなだらか, 幅広 ✓ すべりが少ない ✓ 凹面と凸面で噛み合う 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 応力分散, 折れにくい ➤ 摩擦熱低減 ➤ 接触力分散, 摩擦摩耗抑制

従来技術と新技術との比較

すべり率 歯面同士が擦れ合う度合い



インボリュート歯車



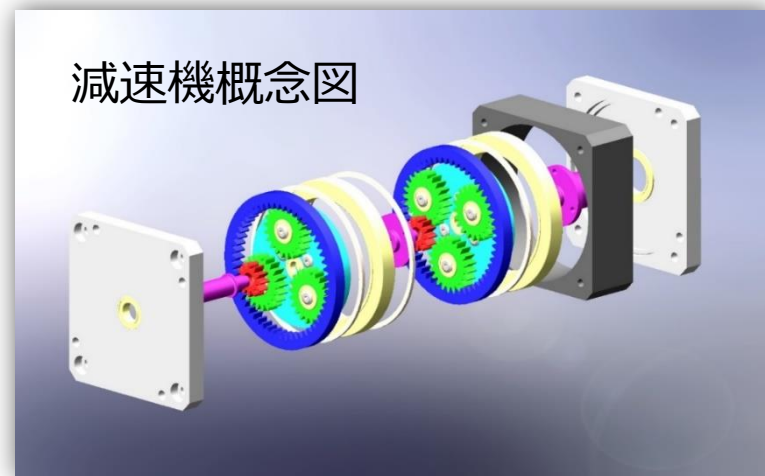
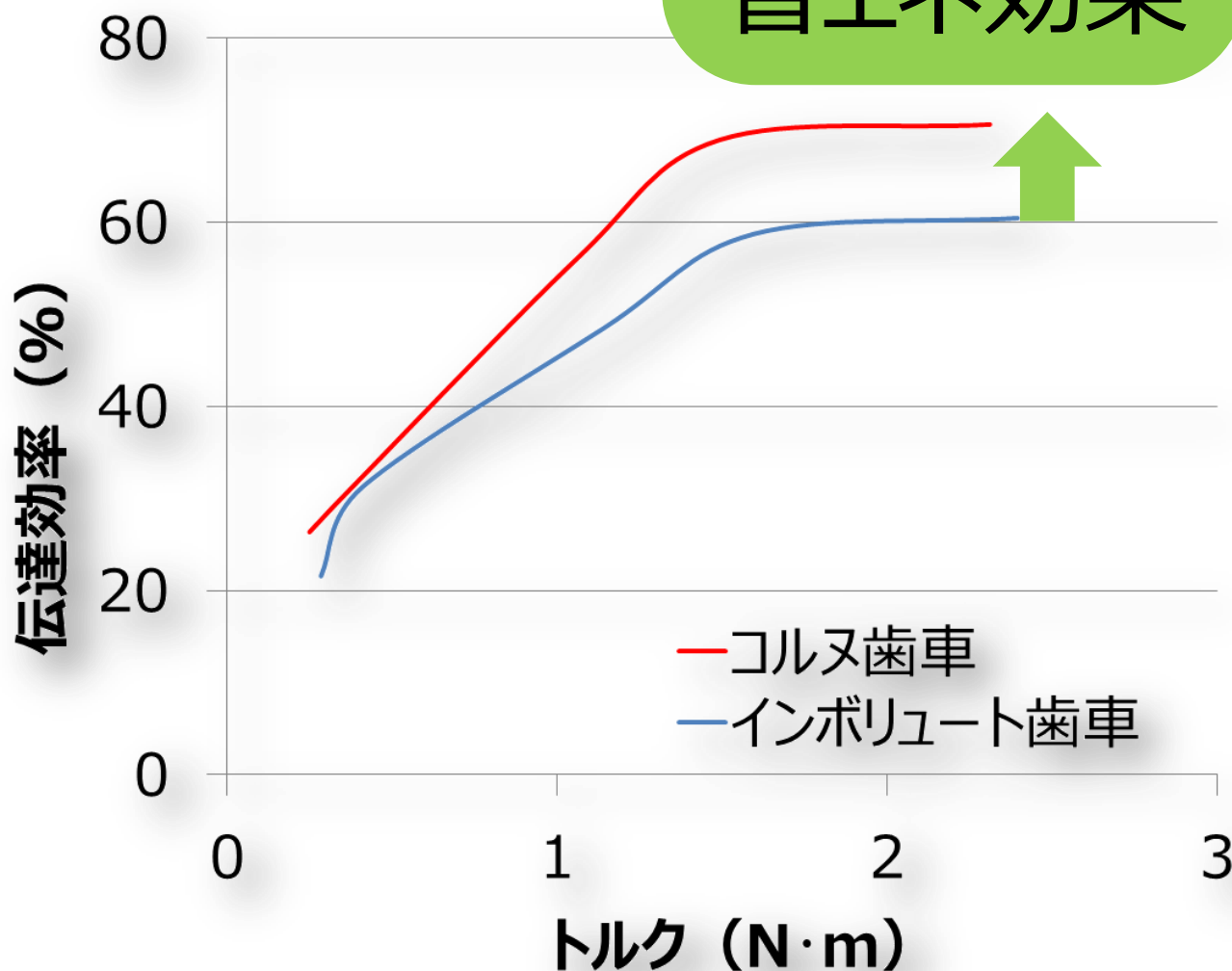
コルヌ歯車

摩擦が少ない → 歯面上の発熱を抑制

従来技術と新技術との比較

伝達効率

省エネ効果



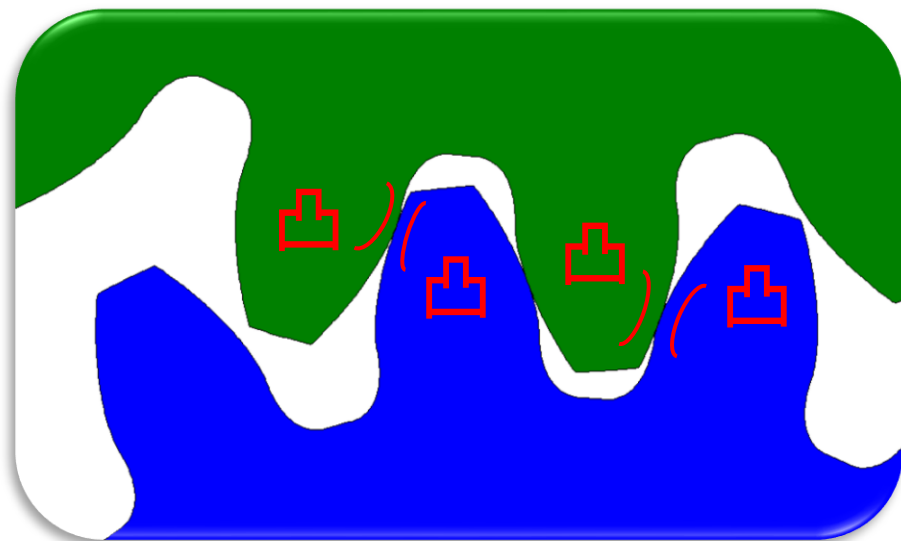
コルヌ歯車



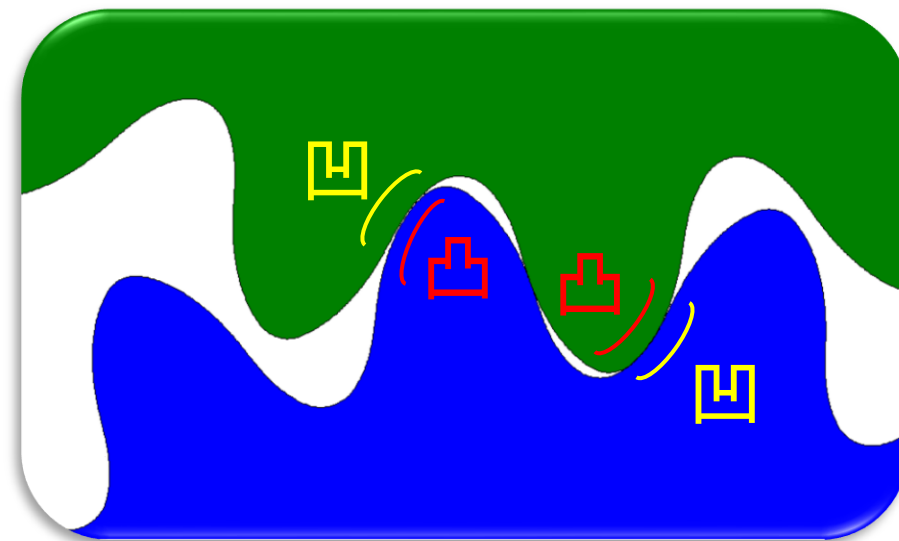
インボリュート歯車

従来技術と新技術との比較

インボリュート歯車



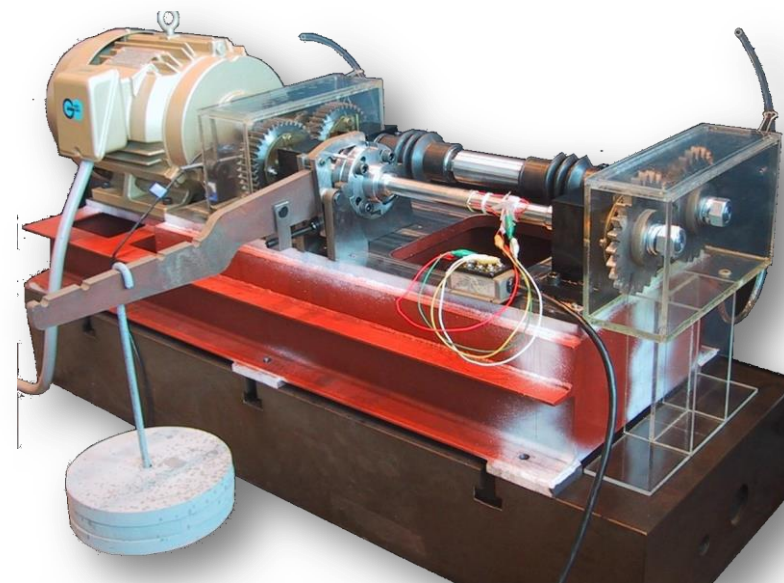
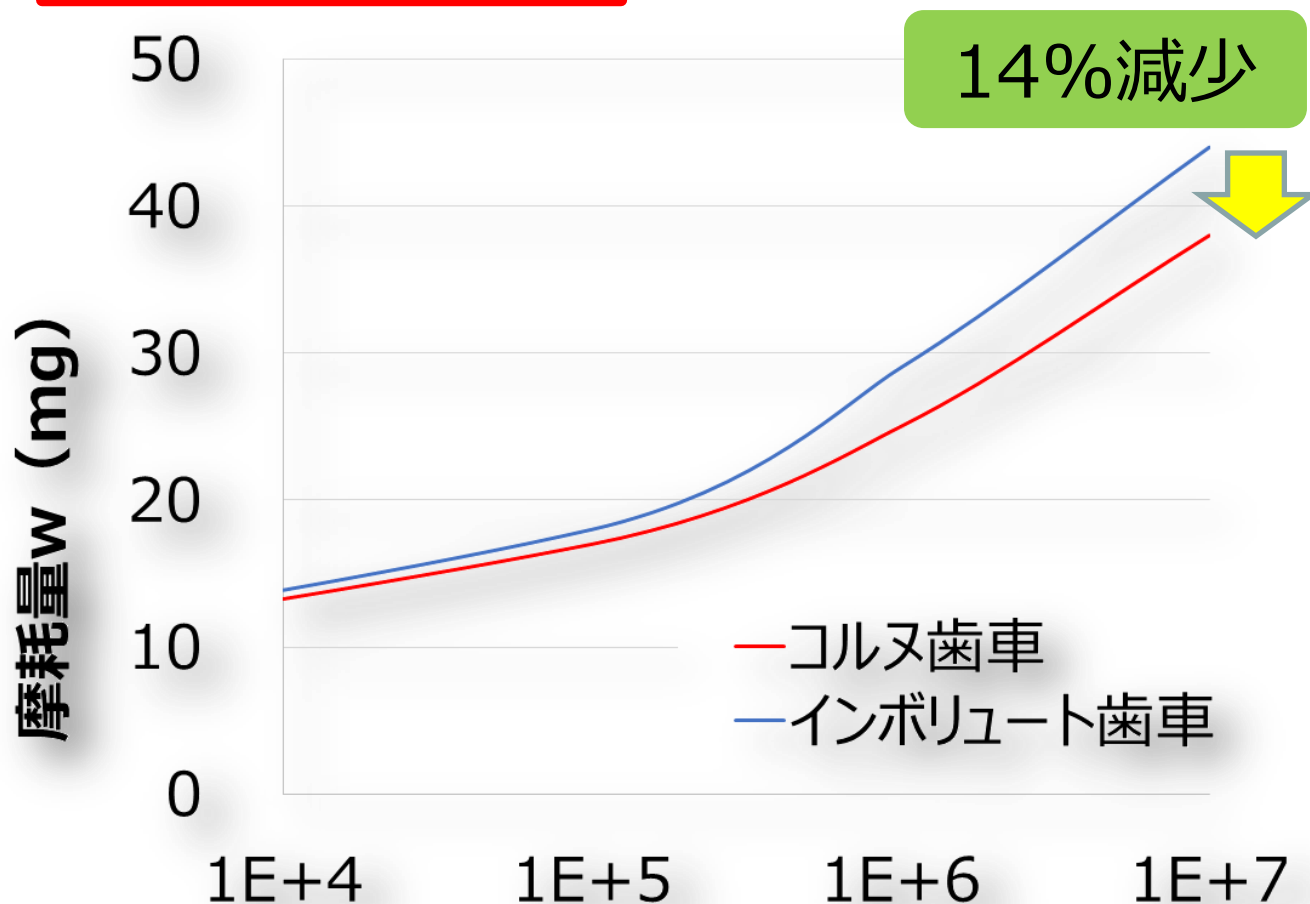
コルヌ歯車



コルヌ歯車の特徴	効果
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 歯元がなだらか、幅広 ✓ すべりが少ない ✓ 凹面と凸面で噛み合う 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 応力分散, 折れにくい ➤ 摩擦熱低減 ➤ 接触力分散, 摩擦摩耗抑制

従来技術と新技術との比較

歯面摩耗試験

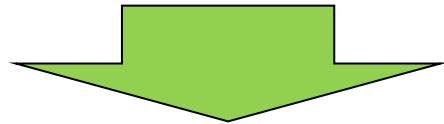


繰返し数 N

歯面の耐久性向上

期待できる効果

- すべりが少ない
→ 歯面同士の擦れが少ない
- 凹凸面噛み合い
→ 歯面の接触面圧が小さい

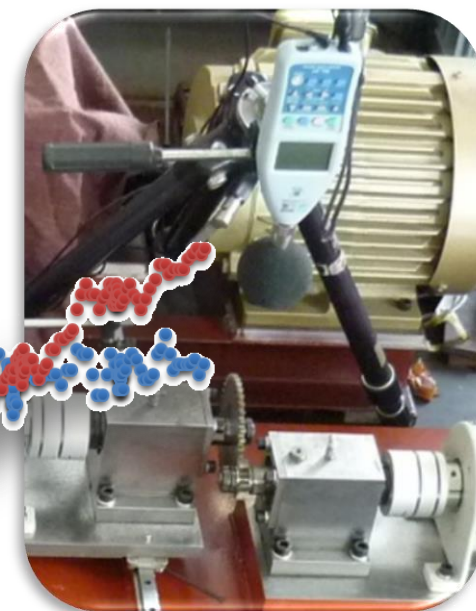
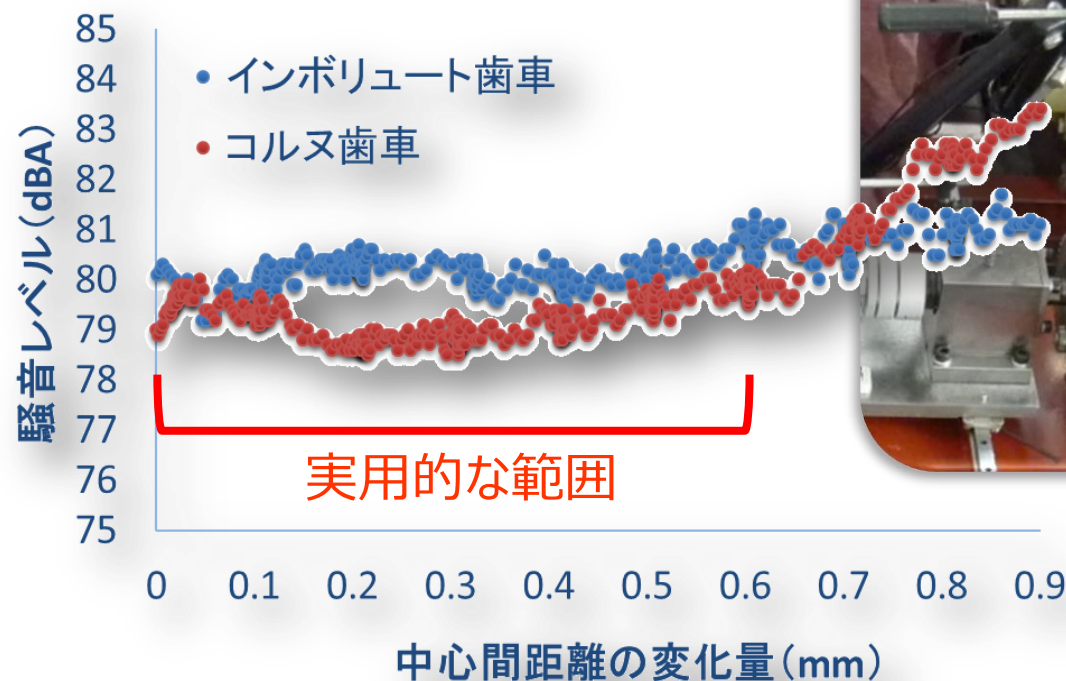
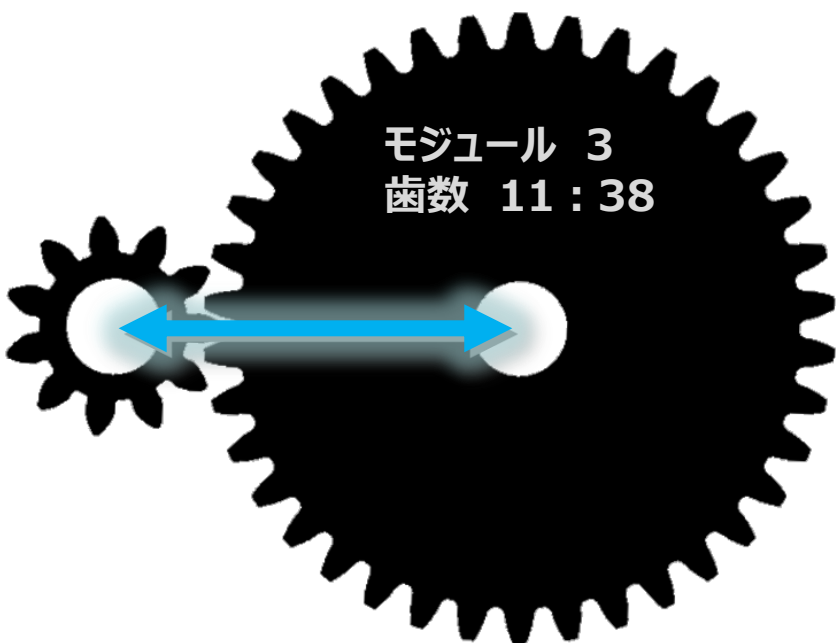


- 歯面の発熱を抑制，エネルギー効率向上
- 摩耗抑制，耐久性向上，長寿命

従来技術と新技術との比較

歯車騒音評価

特殊歯形歯車は中心間距離の誤差に敏感
誤差の許容量を確認



中心間距離を変化させて騒音測定

$0.6/3 = 0.2$ (mm/モジュール)
離れても静かな噛み合い

想定される用途

- 優れた機械的強度特性を活かした既存製品の歯車機構を小型軽量化や高耐久化
- 省エネ効果がある特徴を活かしたバッテリー駆動機械
- 摩耗が少ない特徴を活かした食品機械やクリーンルーム内の歯車

実用化に向けた課題

- コルヌ歯車設計手法は確立済み
- 技術移転を促進する
歯車設計ソフトウェアの開発
- 量産数に応じた加工メーカーとの
連携体制の確立

企業への期待

- 歯車設計や製作に取組んで頂ける
パートナー企業を探しています
- 歯車設計ソフトウェアを開発・販売可能な
ソフトウェアベンダーを探しています

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : コルヌ螺旋歯形歯車
- 出願番号 : 特願2007-513030
- 出願人 : 広島県, 宮奥エンジニアリング
- 発明者 : 兼廣二郎, 佐々木秀和, 宮奥勉

産学連携の経歴

- ◎ 2006年 JST実用化可能性事業に採択
-2007年
- ◎ 2007年 ひろしまベンチャー育成賞金賞を受賞
- ◎ 2010年 三菱UFJ技術育成財団研究開発助成事業に採択
- ◎ 2011年 日本発明振興協会発明研究奨励金授与
- ◎ 2015年 JSTマッチングプランナープログラムに採択
-2016年

お問い合わせ先

○ 最初の相談について

広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター
技術支援部

TEL 084-931-2402

FAX 084-931-0409

e-mail ekcgijutsu@pref.hiroshima.lg.jp

○ 契約に関することについて

広島県立総合技術研究所 企画部

TEL 082-223-1200

FAX 082-248-7055

e-mail sgkkikaku@pref.hiroshima.lg.jp