

オンリーワン技術を活かした高性能歯車の取り組み

High Performance Gears with JTEKT Only One Technology

牧 泰希 H. MAKI

Concerns about environmental issues are accelerating the adoption of electrification in vehicles, and the demand for electric units (eAxle) is also rising rapidly. In addition, declining birthrates and aging populations are increasing worldwide, which is increasing the demand for industrial robots. JTEKT proposes gears with Only One technology that is not available from other companies, by combining the strengths of analysis technology (gear double digital twin) and manufacturing know-how cultivated in automobile parts, bearings, machine tools, etc. Aiming to be a comprehensive gear builder, JTEKT contributes to society by "delivering the gears the world wants".

Key Words: gear, 3D tooth modification, gear double digital twin, gear machining, gear skiving, gear grinding, eAxle, industrial robots

1. はじめに

世界的な環境課題への関心が高まる中、カーボンニュートラルの実現に向けて、日本政府は「2050年に温室効果ガス排出ゼロ」を宣言している。自動車業界においてもカーボンニュートラルへの対応は避けて通れない課題となっており、CASEやMaaSといった大変革に伴い、電動ユニット(eAxle)の需要が急速に高まっている。同時に世界的な少子高齢化による労働人口減少やコロナ禍での生産性低下を背景に、工場では自動化や省人化を目的とした産業用ロボットの導入が加速している。最近では人が混在する環境で一緒に働く協働ロボットの活用も始まりつつある。このような大変革時代において、自動車の主要ユニットや産業用ロボットも大きく構造が変化してきているが、そこに使われる基盤となる要素や技術は不変である。今後、その技術力の優劣が自動車や

産業用ロボットの競争力を左右するようになってくると考える。当社では基盤要素・技術に対する取り組みとして、自動車部品、軸受、工作機械で培った解析技術やモノづくりの強みを活かすことができる歯車に着目した。具体的には図1に示すような「歯車・軸受のシミュレーション技術」「スカイビング・歯研の3D歯面修整加工技術」「素材材から完成までの全ての工程を最適提案」の強みを融合することで、他社にはないOnly One技術としてお客様に提供する準備をしてきた。

本報では、「Gear Innovation～あなたの想う歯車を世界に届ける～」をコンセプトに掲げ、総合ギヤビルダーとして、軸受と合わせたユニット構造解析技術を活用したOnly One歯車技術と、2021年11月にオープンしたGear Innovation Center(歯車開発センター)の概要を報告する。

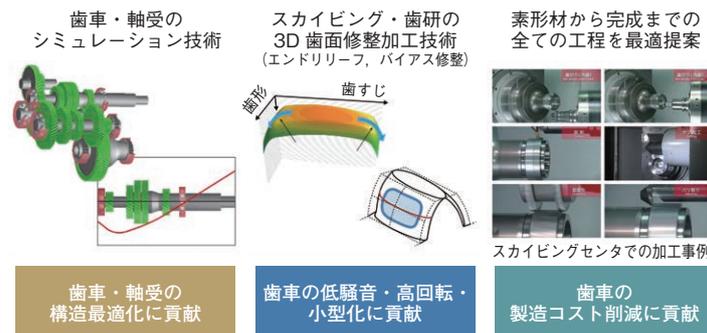


図1 ジェイテクトの歯車 Only One 技術
Only One technology of JTEKT gears

2. 歯車ダブルデジタルツイン (シミュレーション技術)

自動車の電動化が進む中、自動車部品にはこれまで以上に高い効率や静粛性などが求められている (図2)。たとえば電動車に使われる電動ユニット (eAxle) においては、小型化、低コスト化といった要求とともに、さらに厳しい使用条件下で歯車のかみあいを正常化するニーズが高まると予想している。

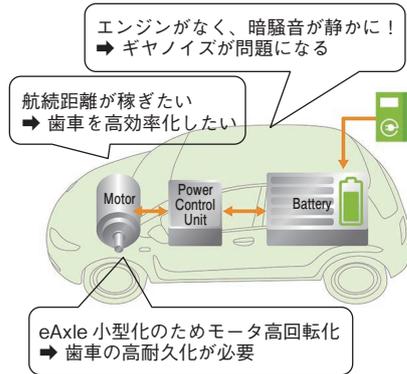


図2 電動車を取り巻く環境の変化

Changes in the electric vehicle environment

ジェイテクトグループにはスカイピングや歯研といった世界トップクラスの歯車加工技術があり、これら加工機の加工シミュレーション技術の開発を進める中で3D歯面修整加工の量産化に挑み、これを実現した。さらに歯車性能におけるデジタルツイン*1 (音・振動・強度

など)と加工におけるデジタルツイン (形状・精度・時間など)を連携させ、歯車ダブルデジタルツインと呼ぶシミュレーションシステムを構築した。これにより構造と加工の最適化を提案可能としている (図3)。歯車性能デジタルツインでは、それぞれの性能シミュレーションと検証サイクルを組み合わせ、システムの全体最適化を可能にしている (図4)。歯車加工デジタルツインでは、性能シミュレーションから導き出された3D歯面修整に対する加工性や精度を、経験に基づいた加工シミュレーションにより解析、検証している (図5)。

これにより小型かつ高耐久、低騒音の高性能な歯車や減速機をご提案し、小型化による新製品の開発および資源の低減に取り組んでいく。また、ギヤラインビルダーとしての当社の強みを活かして、工程集約による生産変動や工程変更に対応する。さらにAI技術を活用した工具寿命予測による工具費削減などのソリューションを提供することで効率的、安定的な歯車生産をご提案する。

*1 デジタルツインとは、実世界から収集したさまざまなデータを、まるで双子のようにコンピュータ上で再現する技術のこと。

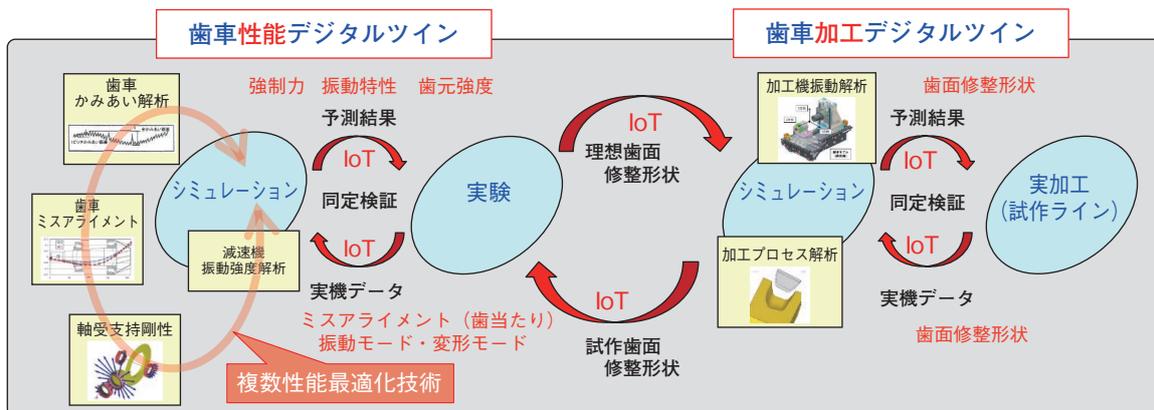


図3 歯車ダブルデジタルツインコンセプト

Gear double digital twin concept

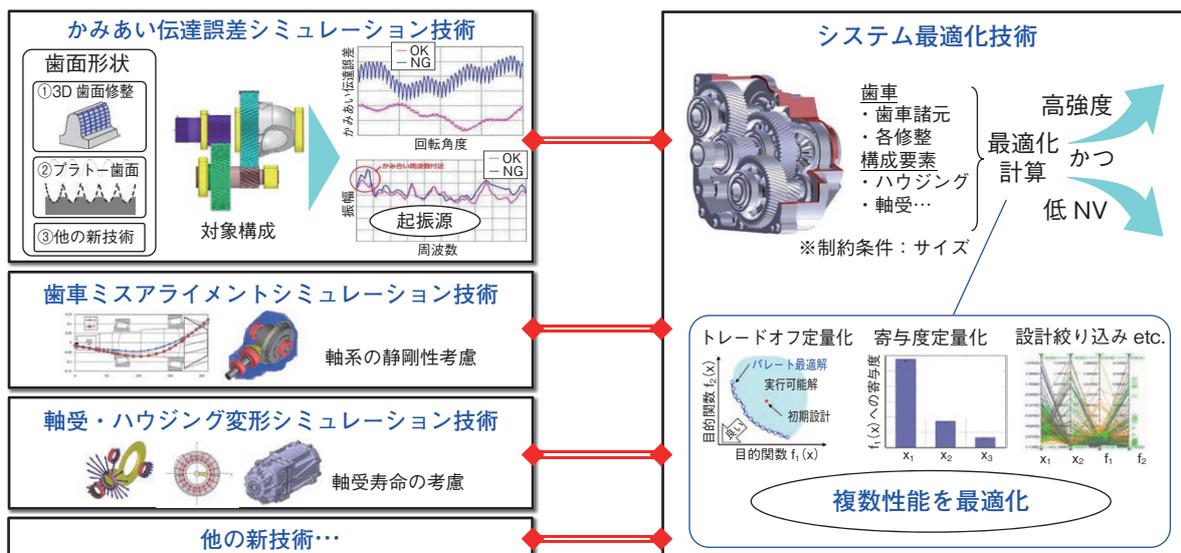


図4 歯車性能デジタルツインコンセプト
Gear performance digital twin concept

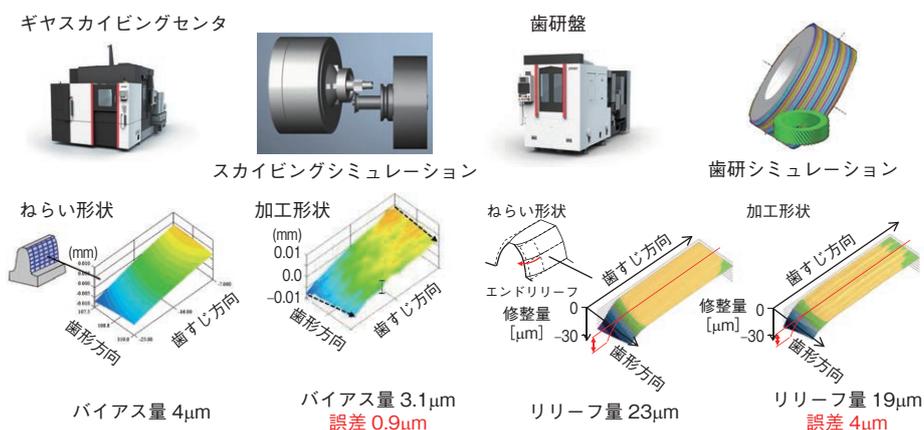


図5 歯車加工デジタルツインコンセプト
Gear machining digital twin concept

3. Only One 技術 (3D 歯面修整技術) の適用事例

スカイピング、歯研で創生される 3D 歯面修整の有効性を検証した結果を報告する。ここでは、eAxle を小型・軽量化するために片持ち支持した歯車において、3D 歯面修整を適用した事例を示す (図6)。エンドリリーフと呼ばれる歯面修整を施すことでかみあいを修整し、歯面の摩耗を低減した結果である。

歯車諸元は、中心距離 65mm、モジュール 1.55、圧力角 22 度、ねじれ角 26.5 度、歯数 15/61、有効歯幅 24.5mm、総かみあい率 3.47 とした。

片当たり品を基準に、エンドリリーフを付与したものと比較した。解析では、エンドリリーフの付与で面圧が約 22% 低減でき、その最大位置も歯幅端部歯幅中央よ

りに移動している。耐久評価の結果、片当たり品ではトロコイド干渉によるドライブギヤの歯元部摩耗進展が大きく、10 万回時点でドライブギヤ歯元側でピッチングが発生したが、エンドリリーフ付与品はトロコイド干渉による摩耗も小さく、25 万回時点でもピッチングは発生しなかった。このように、軸受の支持剛性を含めた歯車解析技術を適用し、3D 歯面修整を行うことによって、今後の歯車装置を小型化できることが示された¹⁾。

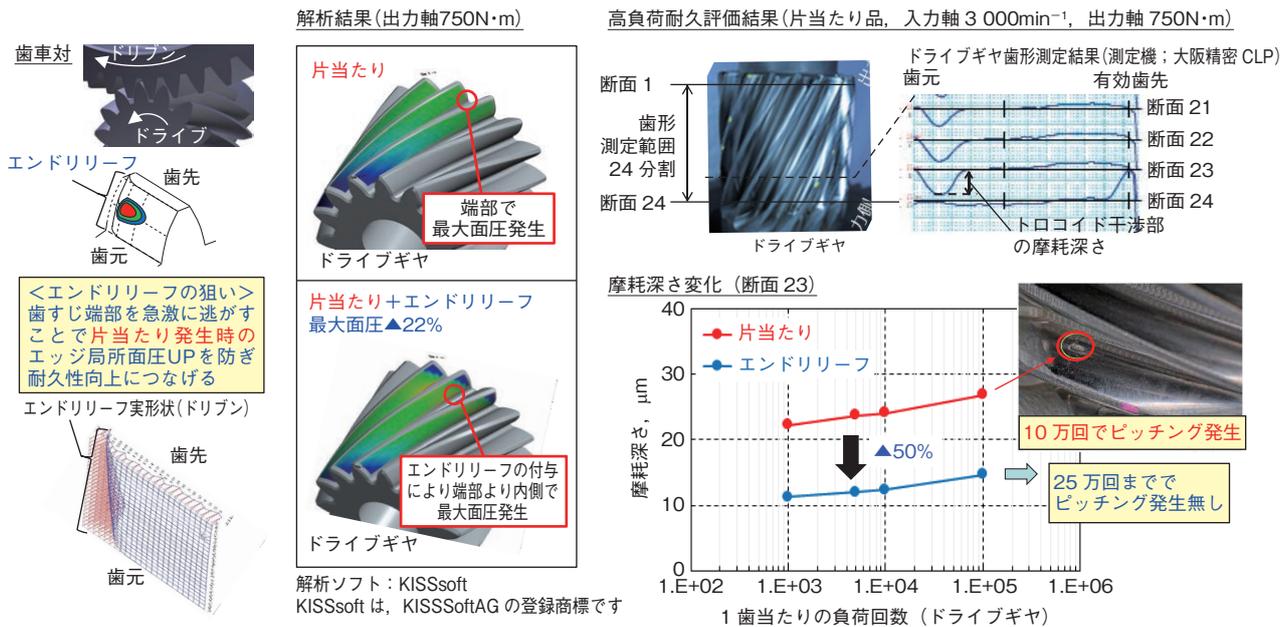


図6 3D 歯面修整の適用事例
Example applications of 3D tooth modification

4. 「Gear Innovation Center」でできること

当社の刈谷工場内に「Gear Innovation Center (歯車開発センター)」をオープンし、お客様のニーズに対応した高性能歯車を超短期でご提案していく体制をジェイテクトグループとして整備した(図7)。

このセンター内には、旋盤、ギヤスカイピングセンタ、円筒研削盤、歯研盤、歯車測定器などを常設²⁾、さらに、

Sky Tool Factory としてスカイビングツールを中心に工具の内製化も実現した。

これにより、お客様は工程ごとに試作メーカーに発注する必要がなくなり、工程スルーで試作の調整工数を大幅に削減することが可能となる。前述した3D 歯面修整の試作を含め、総合ギヤビルダーとして高性能歯車の短納期化に貢献していく(図8)。

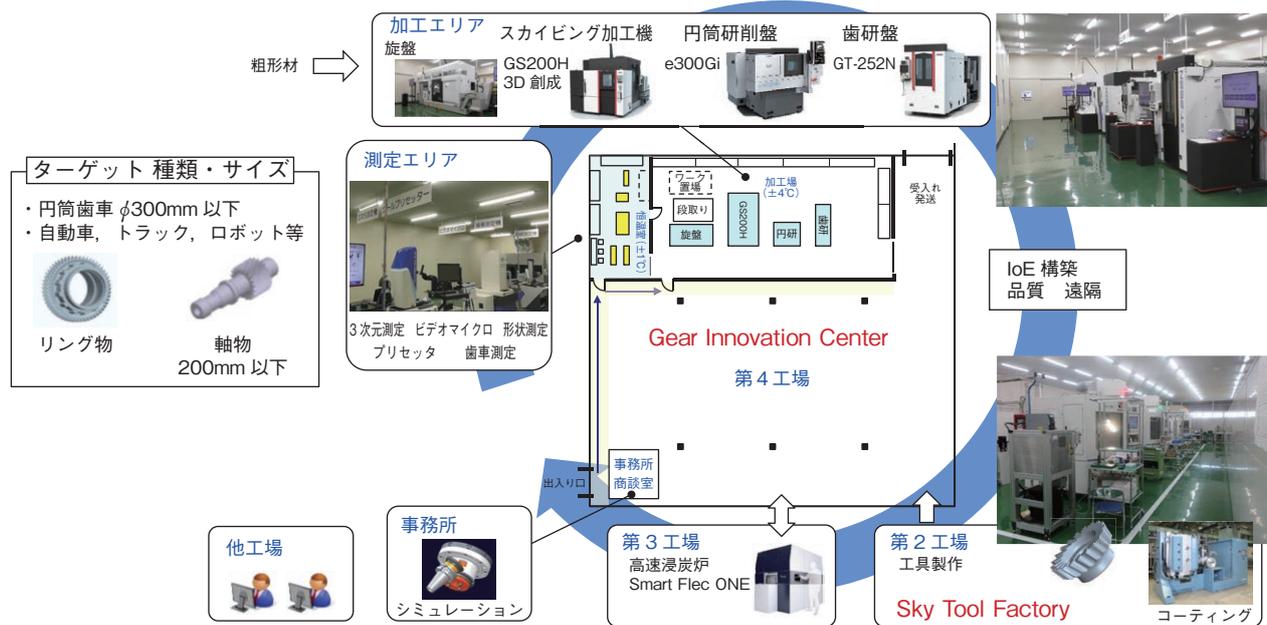


図7 Gear Innovation Center の概要
Overview of Gear Innovation Center

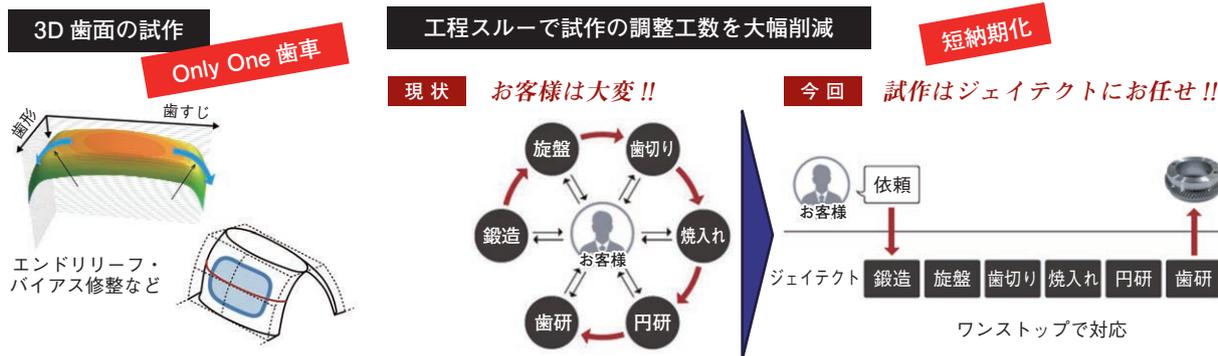


図8 Gear Innovation Center のねらい
Concept of Gear Innovation Center

5. おわりに ～総合ギヤビルダーのその先へ

当社グループが持っている歯車解析技術や加工技術を活かし、オンリーワンの歯車を追求することで、自動車産業やロボット産業等の幅広い分野への貢献に向けて取り組んでいく。そして、その先に目指しているのは、安心・安全・快適で、お客様により身近にお役に立てる製品が世の中にあふれることである。「あなたの想う歯車を世界に届ける」ことを通じて、そうした世の中に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 多田典広：ギヤスカイピング 3D 歯面創成加工技術の開発, JTEKT ENGINEERING JOURNAL No. 1018 (2021)64.
- 2) 大塚義夫：GS200H5 ギヤスカイピングセンタの開発, JTEKT ENGINEERING JOURNAL No. 1015 (2017)58.

筆者



牧 泰希*
H. MAKI

* 副本部長