

# 自動車用駆動製品の技術動向と展望

## Technical Trends and Outlook for Automotive Driveline Products

中岡靖統 Y. NAKAOKA

In order to respond to market demands, such as vehicle electrification, “CASE (Connected, Autonomous, Share & Services, Electric)” and “MaaS (Mobility as a Service)”, JTEKT is pushing ahead with the electrification of driveline products for use on automobiles, as well as the strengthening of fundamental technologies for existing products. We aim to “leap to a leading company in the world as a driveline system supplier”. This article introduces our automotive driveline product development initiatives as we strive to “leap forward and become world-leading company as a driveline system supplier.”

**Key Words:** driveline, vehicle electrification, CASE, MaaS, E-AWD

### 1. はじめに

エンジンやモータが発生した動力をタイヤに伝達し、車の3大要素である「走る」・「曲がる」・「止まる」の中で「走る」の役割を担っているのが駆動製品である。車が低燃費・安全走行を行うためには、路面状況・走行状態に応じて、すべての駆動輪に適切な駆動力を配分することが求められる。当社の駆動製品は、軸受や油圧・電子制御の分野で培った多くのコア技術を取り入れ、「モノづくりを通じて人々の幸福と、豊かな社会づくりに貢

献する」という当社の企業理念を受け、製品開発に取り組んでいる。

近年、ハイブリッド自動車(HV)、電気自動車(EV)、燃料電池自動車(FCV)などの普及による動力源の多様化、高度運転支援システム(ADAS)や自動運転システムの発展にともない、この数年間で自動車産業に大変革をもたらすといわれる「CASE (Connected, Autonomous, Share & Services, Electric)」「MaaS (Mobility as a Service)」への対応が求められている(図1)。

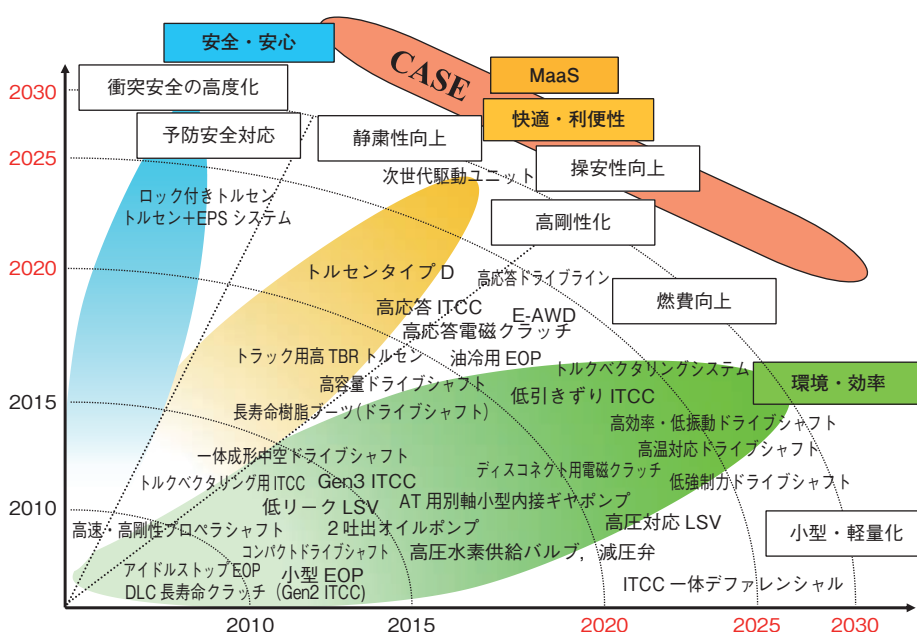


図1 駆動製品ロードマップ  
Road map of driveline products



図2 駆動製品の目指す姿  
 Aim of JTEKT driveline products

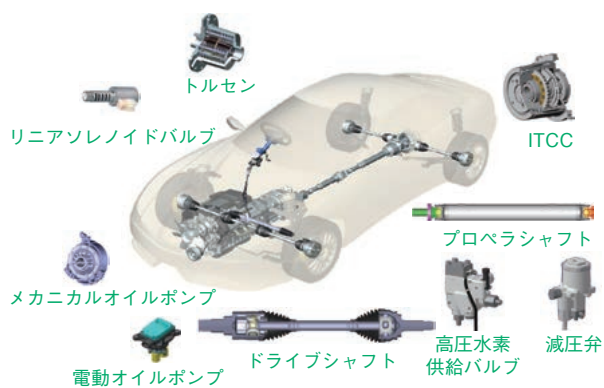


図3 駆動製品群  
 JTEKT driveline products

電池自動車に搭載されている、高圧水素供給バルブや減圧弁などの開発・生産も行っている（図3）。

### 3. 基盤部品の強化

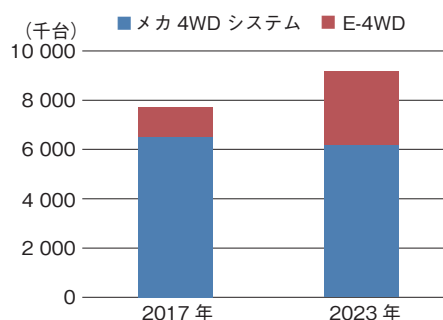
今後の技術革新や各国の燃費規制を受けた車両の電動化により、4WD 電動化が確実に進展する一方で、従来システムも当面、大きな割合で残ることも予想される（図4）。したがって当社は、電動化と従来の4WD システム需要の両面を見据えた対応が必要と考え、以下に紹介する基盤強化活動を展開している。

当社においても、ドライブラインシステムサプライヤとして世界のリーディングカンパニへ飛躍することを目指し、将来を見据えた技術・開発体制を強化している（図2）。

本報では、当社の駆動製品における技術動向とその取り組みならびに将来展望について紹介する。

## 2. 自動車用駆動部品

当社では、エンジンの動力をタイヤに駆動力として伝達するドライブシャフト・プロペラシャフト、電子式トルク制御カップリングITCC（Intelligent Torque Controlled Coupling）およびトルセンを、また、AT/CVT 用としては、油圧を発生させるメカニカルオイルポンプ（MOP）、電動オイルポンプ（EOP）およびリニアソレノイドバルブを製品化している。近年では燃料



経済産業省：自動車新時代戦略会議（第一回）資料より抜粋

図4 4WD 需要予測  
 4WD demand forecast

### 3.1 高効率対応ドライブシャフト

エンジンが発生する回転力を等速にタイヤに伝達するドライブシャフトにおいて、アウトボード（タイヤ側）ジョイントの内部摩擦に寄与する寸法（ファネルアングル、ボール径、ボール接触角など）の見直しを実施することにより、低振動を実現した。インボード（デファレンシャル側）ジョイントにおいては、自己発熱量に寄与する面圧（P 値）とすべり速度（V 値）を抑制する設計を織り込むことにより、高温環境下でも寿命をおとさず、高効率特性を実現した（図5）。

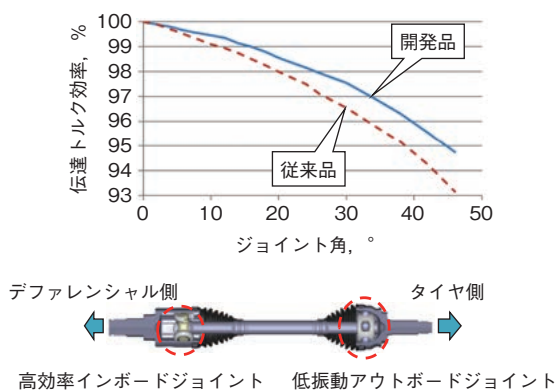


図5 高効率ドライブシャフト  
High-efficiency driveshaft

### 3.2 トルクコントロールデバイス (TCD)

#### 3.2.1 ディスコネクト用電磁クラッチの高応答化技術

4WD と 2WD を切り替えるデバイスである電磁クラッチにおいては、車両が旋回する時に発生する左右 G によりクラッチ内のオイルの浸漬状態が変化することで応答時間のばらつきが発生する。そこで、そのばらつきを抑えるため、内部コイルに引き付けられるアーマチャ部品については、オイルの排出抵抗を低減するため、溝形状を最適化した。また、アウトプレートのウェーブ化でトルクの遮断時間を短縮することにより、応答速度が速く、制御性に優れた電磁クラッチを市場投入した（図6）。

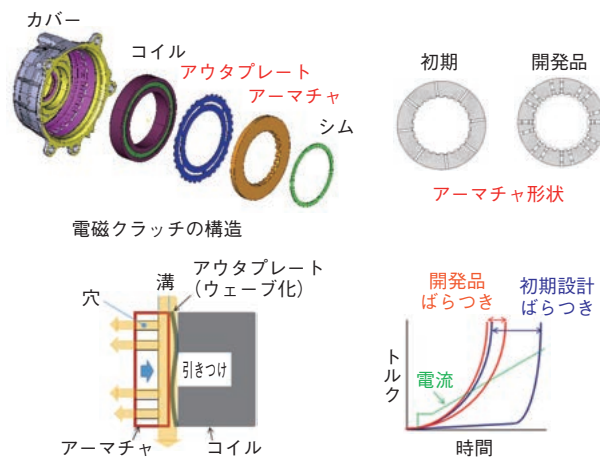


図6 ディスコネクト用電磁クラッチの高応答化  
High-responsiveness of electromagnetic clutch for disconnect

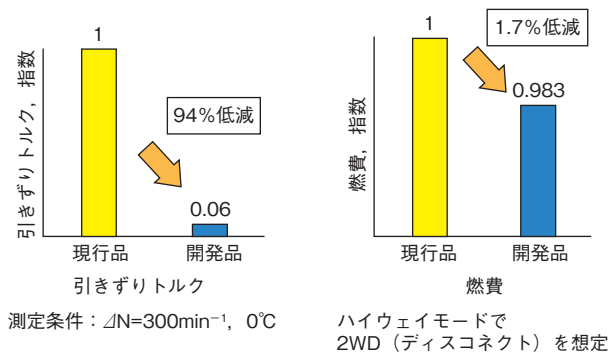
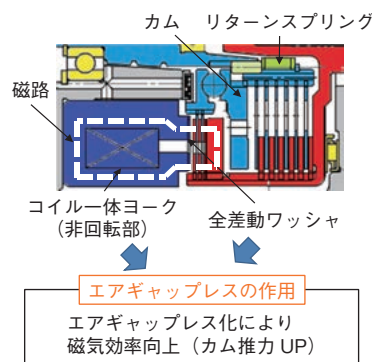
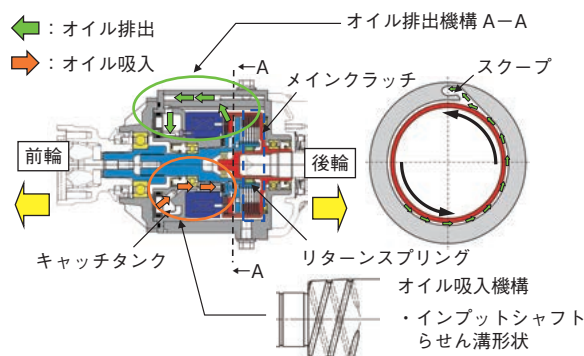


図7 低引きずり ITCC  
Low drag ITCC

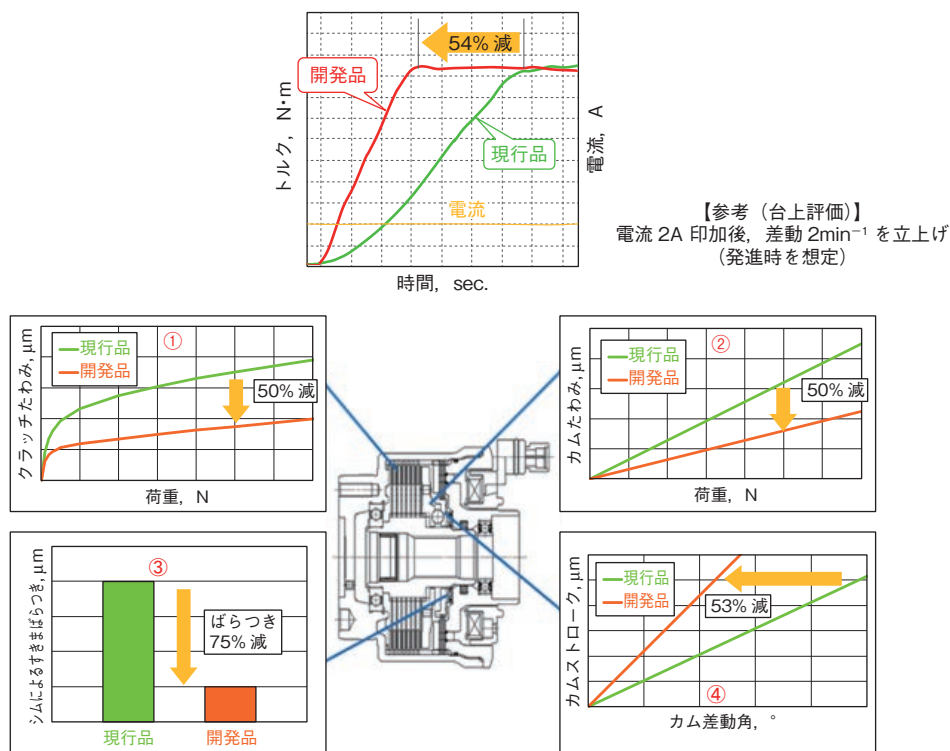


図8 高応答 ITCC  
High-responsiveness ITCC

### 3.2.2 低引きずり (低摩擦) ITCC

電子カム式アクチュエータと湿式多板クラッチにより後輪への伝達トルクを制御する ITCC では、高引きずりトルクが課題になっていた。そのためクラッチハウジングにキャッチタンクを設けることと、インプットシャフトをらせん溝形状とすることによりオイルの排出・吸入機構の最適化と、リターン springs を追加することにより、引きずりトルクからカム推力 (起動) をキャンセルする対応を行った。その結果、メインクラッチとカム間の引きずりトルクを劇的に低減することが可能となり、4WD 車両の燃費改善に貢献した (図7)。

### 3.2.3 高応答 ITCC

4WD 車両のさらなる発進性・旋回性の性能向上のため、ITCC の部品最適化 (クラッチの高剛性化、カムの高剛性化、内部すきま管理の精度向上、カム溝角度の大角化) を図ることにより、ドライブラインの高応答化 (現行 ITCC 作動時間より 54% の高応答化) に貢献した (図8)。

### 3.3 小型・軽量トルセン

これまでのフロントデファレンシャル向けトルセンタイプ B は、左右輪の差動制限装置として、トルクバイアス効果により走行安定性の向上を図ってきた。さらに複合プラネットギヤかみあい構成を見直し、小型・軽量化を実現したトルセンタイプ D を開発し、従来のフロントオープンデファレンシャルから置き換えることにより、FF 車の直進加速安定性、旋回安定性が向上し、安全・安心走行に貢献できた (図9)。

ギヤ全長短縮によりオープンデファレンシャルスペースに搭載可能

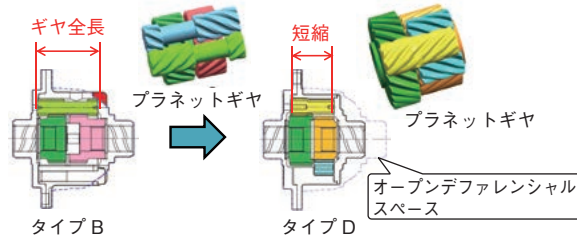


図9 小型・軽量トルセンタイプ D  
Compact, lightweight TORSEN Type D

## 4. 事業進化のための新製品開発

### 4.1 E-AWD

CASE への対応について、Electric（電動化）の領域では、従来の4WDシステムで培った技術や知見を生かした電動4WDシステム「E-AWD (Electric-ALL WHEEL DRIVE)」の開発を進めている。これは、FF車の後輪をモータ駆動させることにより電動4WDとするものである。駆動モータ、インバータ、減速機により構成されるE-AWDでは、小型モータとインバータを合体構造とし、モータと同軸出力とした減速機との組合せにより小型化を図り、低床車に搭載可能なシステムとした（図10）。構造がシンプルな切り離しクラッチも設定可能で、高速走行時モータを停止することにより、しゅう動抵抗、かくはん抵抗を低減し、燃費向上を図っている。また後述のトルセンやツインクラッチと組み合わせることにより、高付加価値仕様の開発を進めている。

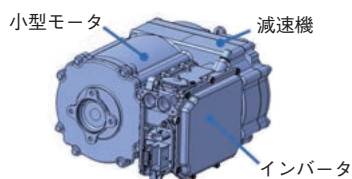


図10 小型 E-AWD  
Compact E-AWD

### 4.2 トルクコントロールデバイスの開発

ITCC やトルセンなどのトルクコントロールデバイス (TCD) は、図11に示すように車両の低燃費化ニーズの拡大、電動化に対応し、ドライブラインの各デバイスのシナジーを生む活動を展開している。また、ドライブラインばかりでなく、ステアリングやブレーキシステムも含めた車両全体での最適制御システムを提案することにより、電動化・高機能・高度運転支援の要求に応えていきたい。

#### 4.2.1 小型・軽量・効率化 ITCC 一体デファレンシャル

FF用4WD車のリア駆動ユニット (ITCC とデファレンシャル) において、従来の機能が重複していた部品 (シャフト、軸受など) を共用・省略するとともに、鋳造部品の型割り方向を最適化するなどの改良を加え、大幅な軽量化を実現した。また円すいころ軸受のしゅう動抵抗を低減、一部玉軸受化を実施し、システム全体の高効率化も実現した。さらにITCC単体システムで確立した最新の高応答化機能も織り込んだ (図12)。

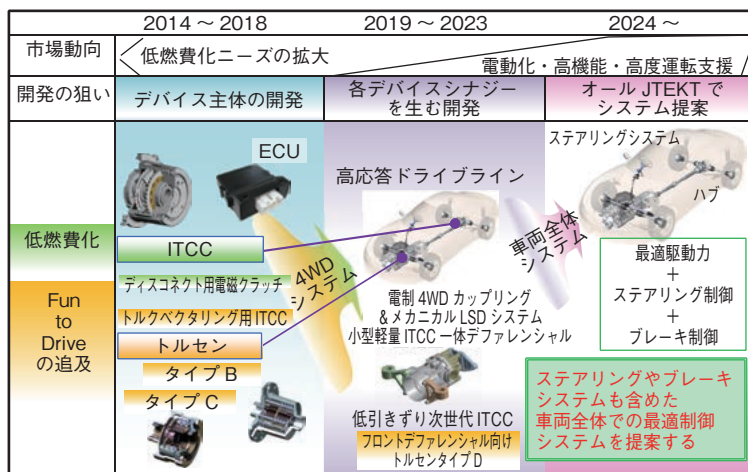


図11 トルクコントロールデバイス開発取り組み  
JTEKT's initiatives for torque control device development





変更内容	小型・軽量	高効率	高応答
キャリアの型割り方向最適化	✓		
リングギヤをデファレンシャルに溶接	✓		
ダストシールリップ構造を見直し、しゅう動抵抗低減		✓	
全円すいころ軸受のしゅう動抵抗低減、一部玉軸受化		✓	
フロントハウジングの鋳造法を変更し、工程時間と歩留まりを改善	✓		
カム、主クラッチなどシステム構成を見直し高応答化 (応答時間: 80→45ms)			✓

図12 TCD 一体デファレンシャル  
TCD integrated differential

#### 4.2.2 ITCC +トルセン+ EPS システム

ITCC (電制4WDカップリング), トルセン (フロントデファレンシャルとして搭載) にEPS (電動パワーステアリング) のトルクステア補償制御を組み合わせることにより、トルセンのトルクバイアス効果を最大限に生かしたITCCのトルク制御が可能となり、旋回初期のトレース性向上とリヤトルク制御による安定したコーナリング性能・トラクション性能が向上した(図13)。

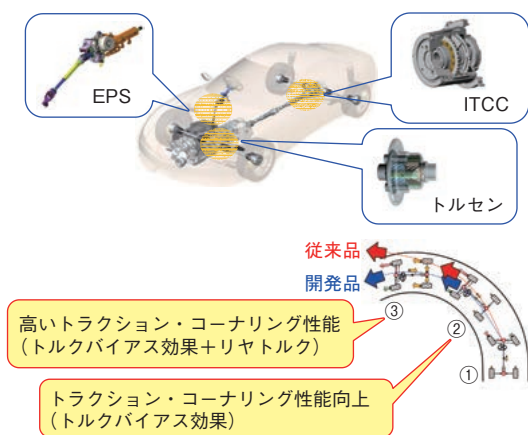


図13 ITCC+トルセン+EPS システム  
ITCC & TORSEN & EPS system

#### 4.3 当社が目指すドライブラインシステムサプライヤの姿

今後当社は、ドライブラインシステムサプライヤとして、車両システム目線で、駆動力、運動性能、振動低減などの車両最適化の提案をしていきたい。特に、車両性能企画提案および4WDシステム提案を強化すべき領域として取り組み、従来のコア技術を基盤としたユニット開発へフィードバックさせていく活動を展開していく(図14)。

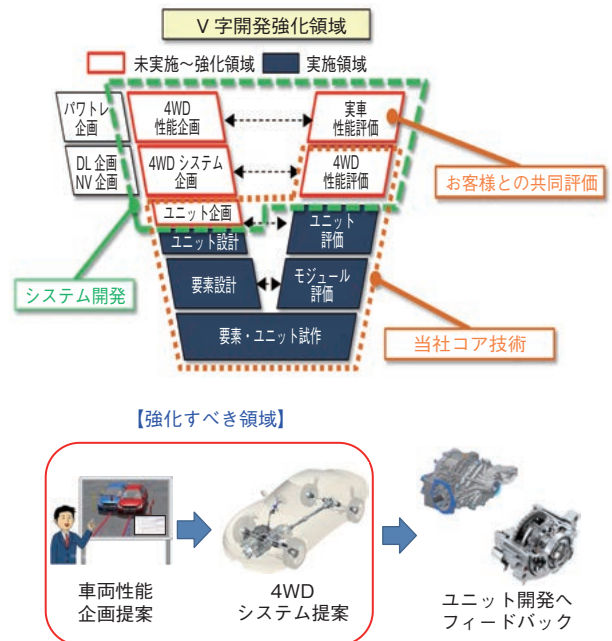


図14 目指すドライブシステムサプライヤの姿  
Vision of a driveline system supplier

## 5. その他電動化を支える部品開発

### 5.1 電動オイルポンプ (EOP)

車両のアイドルストップ時、トランスミッションに油圧を供給する目的で開発された電動オイルポンプ (EOP) は、モーター体化や軸受配置の工夫などにより小型・効率化を実現した。また、内製化技術を生かすことにより、HEV/EV 走行モータの冷却用途にも対応できる高流量タイプ EOP も開発した。今後は減速機ユニットなど、多機能用途に対応するために高出力化し、高

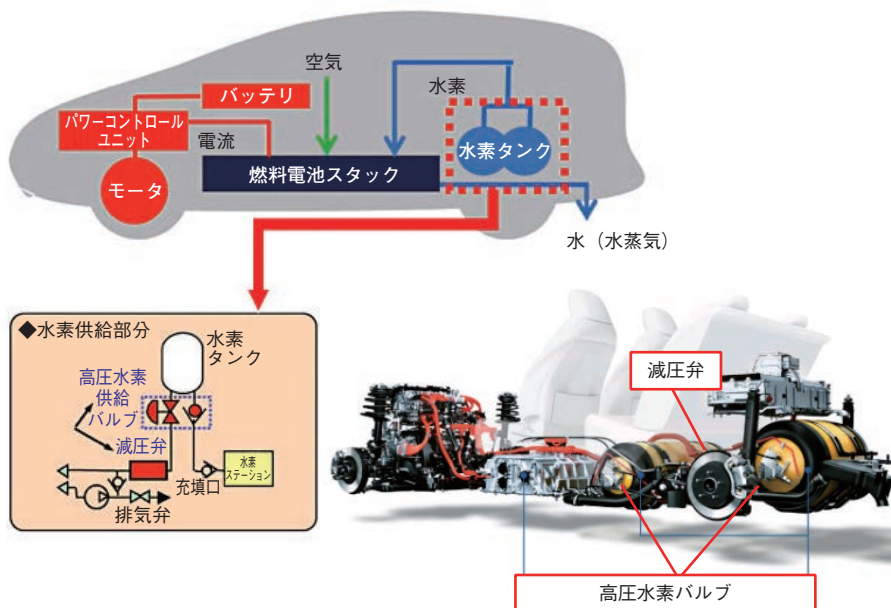
流量・高出力タイプ EOP に基盤要素技術 (内・外接ギヤ、ベーンタイプ) を組み合わせ、幅広いラインアップを図ることにより、グローバルな市場ニーズに対応していきたい (図 15)。

### 5.2 FCV 用高圧水素供給バルブと減圧弁

2014 年に水素社会普及活動として投入された燃料電池自動車 (FCV) MIRAI 用の高圧水素供給バルブと減圧弁 (図 16) は、従来のステアリングシステムなどでも経験のなかった 70MPa の高圧使用条件を達成する必

	2014 ~ 2018	2019 ~ 2023	2024 ~
自動車	低燃費化ニーズの拡大 燃費向上	さらなる燃費向上 (CO <sub>2</sub> 削減) の高まり アイドルストップ採用車の拡大	電動化・高機能・高度運転支援 電動車両の増加
市場動向	AT の多段化、クロスレシオ化		AT の進化
	CVT 変速比幅の拡大		CVT の進化
	モーター水冷	冷却効率のさらなる向上の高まり 油冷 (モーターケース)	モーター内部油冷、インバータ冷却ニーズ
EOP 開発	T/M 直付けタイプ 樹脂モールドによる モーターケース一体化 高出力化 ポンプ効率向上 モーターの相電流制御	新用途 高流量タイプ モーター冷却用途 高出力タイプ 多機能用途	電動ポンプ ラインアップ化 お客様の 用途に応える タイプを提案 車両・ユニット の電動化
基盤技術	高圧水素供給バルブ・減圧弁の解析技術 低温始動性シミュレーション キャビテーション発生の見える化 ベーンポンプ開発の可視化技術		内接ギヤ 外接ギヤ ベーン ポンプ要素

図 15 EOP 開発の取り組み  
Initiatives for EOP development



出典 <https://toyota.jp/request/webcatalog/mirai/>

図 16 高圧水素バルブと減圧弁

High-pressure hydrogen valve and pressure reducing valve

要があり、特にシール面に関わる精密な加工精度や面性状など、モノづくりの上での課題解決がかぎとなった。複雑形状ステンレス (SUS) への MIM (Metal Injection Molding) 工法による加工代の最小化や、難加工材料 (SUS、樹脂) への低周波振動切削など、スマート工法を駆使して対応している (図17)。

今後の本格量産化に向け、小型・軽量化(減圧弁カバー短縮化、ピストンしゅう動部の3→2層構造化)に取り組んでいる。その応力解析において、従来の最大主応力を指標にした弾性解析から、延性材料に適したトレスカ応力を指標とした弾塑性解析を採用することにより、70MPa までの高圧状態の圧力変動解析を高精度化した。また、高圧水素流れの乱れによる NV 発生に対し、高速流れ部可視化技術を活用することにより、発生メカニズムを解明し、静粛性を向上させた。

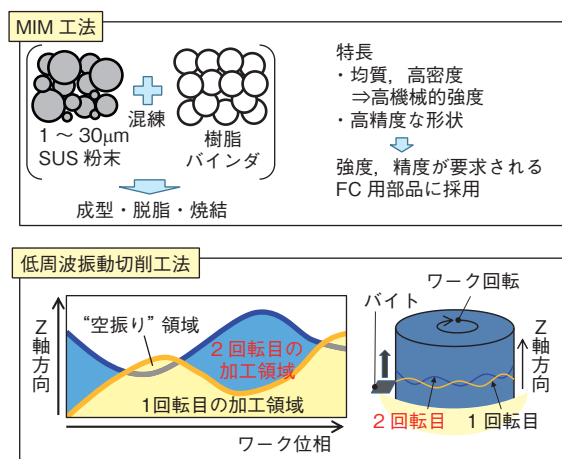


図17 スマート工法  
Smart techniques

## 6. 次世代技術への取り組み

自動車の電動化や自動運転化あるいは社会の高齢化が進む中、ユーザーのニーズは日々変化ならびに進化しており、幅広い操舵角を可能にするホイールサスペンション、高齢者でも安全・安心に運転できる車両制御、快適な運転環境 (空間) の実現、電費の向上など、次世代への取り組みが急務となっている。当社も将来ニーズに応えるため、操舵と駆動を連携した統合制御、軸受・歯車の損失低減、ヒューマンモデル解析など、ジェイテクトグループの技術を結集し、未来の車両づくりに貢献していく (図18)。

## 7. おわりに

本報では、当社の自動車用駆動製品ならびに技術を紹介するとともに今後の動向と取り組みを紹介した。今後、車両の電動化、自動運転化が急速に進む中、ドライブラインやトランスミッション用のユニット技術を有し、世界をリードするサプライヤへの飛躍を目指して、No. 1 & Only One と誇れる製品開発を進めていきたい。

そのためにはジェイテクトグループの強みを結集して、自動車産業で日々進行する大変革の動向を見極め、将来を見据えた技術・開発体制を強化していくとともに、地球環境保全と安全性向上に貢献していく。

\* ITCC, TORSEN は株式会社ジェイテクトの登録商標です。

・ 将来への KeyWord : **CASE**

つながる車	自動運転	共有する車	電動化
-------	------	-------	-----

・ 車両空間全体を利用 : **MaaS**

出典 <https://www.broadsheet.ie/2019/01/30/robomart/>      出典 <https://www.therobotreport.com/amazon-autonomous-vehicle-invest/>

写真は当社社員による撮影

写真は当社社員による撮影

出典 toyota global news room

JTEKT 技術領域である操舵・ドライブラインの形態が大きく変化

操舵&駆動ユニットの変革が求められる

図18 次世代技術への取り組み  
Initiatives for next-generation technologies



**参考文献**

- 1) 酒井俊文：自動車用駆動ユニットの動向と展望,  
JTEKT ENGINEERING JOURNAL, No. 1013 (2015)  
16.
- 2) 株式会社ジェイテクト：ジェイテクト10年史(2016).

**筆者**

中岡靖統\*  
Y. NAKAOKA

\* 常務執行役員