

# 小型軽量コラムタイプ電動パワーステアリング (C-EPS) の開発

## Development of Compact and Light-Weight Column Type Electric Power Steering

川田善一 Y. KAWADA

We present a column type electric power steering (C-EPS) with remarkably reduced weight and cost that was developed and specialized for compact cars by optimizing the system output and reviewing collision safety systems. We adopted the concept of front-loading development in this project. On top of the design department, both the production engineering and purchasing departments also participated in product planning to determine specifications which take into account the ease of manufacturing.

In the future JTEKT plans to launch this newly developed C-EPS in the light vehicle market as its platform for compact cars.

**Key Words:** electric power steering, front-loading development, light-weight, low cost

### 1. はじめに

高まる環境意識と原油価格の高騰による低燃費車への移行の動きにより、軽自動車の需要が拡大している。これらに主に搭載されているコラムタイプ電動パワーステアリング (以下、C-EPS) にもさらなる小型化・軽量化が求められている。

これらのニーズにこたえるべく、当社は軽自動車用に特化した次世代戦略商品として全面展開できる小型軽量 C-EPS を開発したので紹介する。

### 2. 開発の狙いと開発目標値

開発の狙い

- (1)軽自動車に特化した低コスト化 C-EPS
- (2)軽プラットフォームとして標準化できる設計仕様および構造

開発目標値

- (1)性能 : 軽自動車用としての最適性能
- (2)質量 : 従来 C-EPS に対し 15% 低減
- (3)コスト : 従来 C-EPS に対し 25% 低減

### 3. フロントローディング開発の実施

本開発では、開発着手前に 12 ヶ月間のフロントローディング開発を実施した。この期間で着実に企画を練る

ことで開発着手までに目標値の目処付けをし、開発着手から生産準備への移行の間はこれらを実現する期間とすることで効率的な開発を狙いとした。

フロントローディング開発での取組み活動は、

- (1)自動車メーカーと一体となり、車両に求められる C-EPS の最適仕様を決定する。
- (2)設計ワーキンググループ・造りワーキンググループ・買いワーキンググループの三位一体となった SE (Simultaneous Engineering : 同期技術) 活動により新標準仕様を確立する。

上記の活動により、目標を達成した。

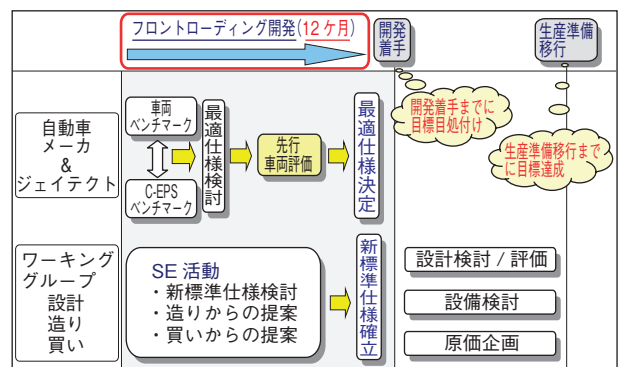


図 1 フロントローディング開発の概要  
Outline of front-loading development

## 4. 開発品の概要

### 4.1 開発品の構成と開発アイテム

開発品の構成を図2に、主要開発アイテムを表1に示す。

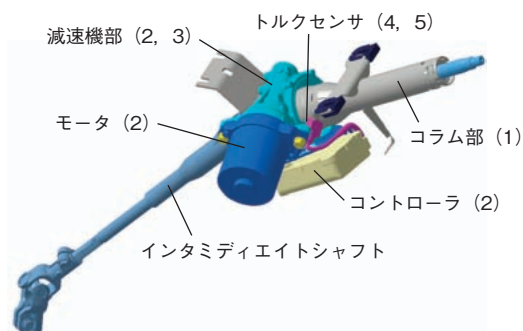


図2 開発品の構成

Structure of developed product

表1 主要開発アイテム

Main development items

主要開発アイテム	開発内容
1	EA (※1) 構造の簡素化
2	システム出力の最適化
3	ウォームシャフト転造化
4	チューブ一体センサハウジング
5	小型簡素化トルクセンサ

単管タイプ+ベンディングロアブラケット  
 軽自動車特化減速機 (減速比 16.67 : 1, モジュール 1.3)  
 低出力モータ, コントローラ (電流 30A 相当)  
 ウォームシャフト歯面一発転造仕上げによる研磨工程廃止  
 プレス拡管によるコラムチューブとセンサハウジングの一体化  
 磁気シールド板の廃止  
 固定方法変更による取付フランジ, 固定ねじ廃止

(※1 Energy Absorption : エネルギー吸収)

表1に記載していないアイテムを含め、全21項目の開発アイテムを対象としている。

## 4.2 主要開発アイテム

### 4.2.1 EA構造の簡素化

C-EPSのEA構造は、室内の衝突スペースを確保し易い二重管タイプが主流であるが、部品点数が多くなるため、質量が大きくなり、コストが高くなる。本開発では、単管タイプのベンディングロアブラケットでEAに必要な荷重特性を得る構造を採用することにした(図3)。衝突スペース確保の課題に対しては、コラム長

を従来品に対し50mm短縮することで解決した。また、フルストロークした際の総EA量が等しくなるように、カプセルの離脱荷重およびロアブラケットの形状と材質でチューニングした(図4)。

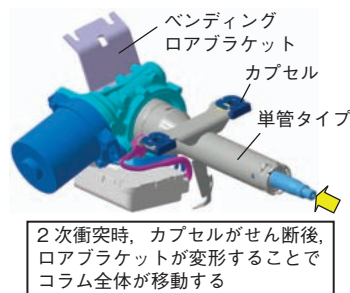


図3 コラム部形状詳細

Details of column structure

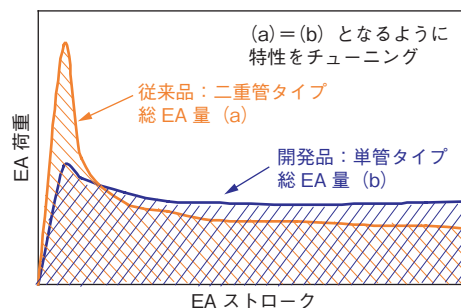


図4 EAストロークとEA荷重の関係

Relationship between EA stroke and EA load

### 4.2.2 システム出力の最適化

C-EPSの質量とコストを大きく左右するモータとコントローラを低コスト化するためにはメカ部品である減速機を高減速比にする必要がある。しかし高減速比にすることの背反として(1)転舵追従性の悪化、(2)イナーシャ感の増加、(3)フリクション増加などがあり、ウォーム&ホイール式の減速機では一般的に減速比20:1程度が限界とされる。

開発品は上記背反事項に加え、車両搭載性、減速機強度を考慮し、最適仕様としてモータとコントローラは電流30A相当、減速比16.67:1とした。

### 4.2.3 ウォームシャフト転造化

ギヤを小モジュール化(モジュール1.3)することで、ウォームシャフトの歯面仕上げを従来の切削→研磨仕上げから一発転造仕上げへと変更し、材料歩留まり100%および加工設備・加工工数の削減を実現した。

### 4.2.4 チューブ一体センサハウジング

トルクセンサ部品を格納するセンサハウジングは、アルミダイキャスト部品を用いるのが一般的であるが、開発品はパイプ材をプレス拡管することでコラムチューブと一体化させた (図5)。工法の最適化により量産を実現している。



図5 センサハウジングのパイプ材プレス化  
Pressed pipe for sensor housing

### 4.2.5 小型簡素化トルクセンサ

ホール IC 式トルクセンサの検出原理を図6に示す。操舵力が加わると、トーションバーで連結されたマグネットと磁気ヨークに角度差が生じ、マグネットの磁束が磁気ヨークから集磁リングに伝達される。集磁リングの突起部に挟まれたホール IC にトーションバーのねじれ角に比例した磁束が伝わることで操舵トルクを検出する。

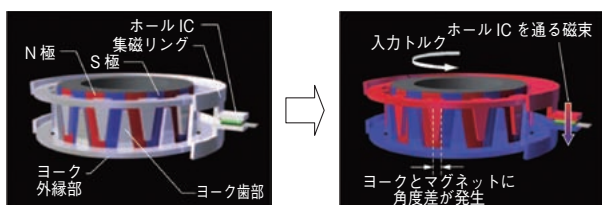


図6 ホール IC 式トルクセンサ検出原理  
Detection principle of hole IC type torque sensor

図7に開発したホール IC 式トルクセンサの構造を示す。センサハウジングをスチールパイプのプレス拡管にしたことで耐磁界性が向上したため、従来集磁リングに必要であった磁気シールド板の廃止が可能になった。また固定方法もねじ締結からチューブへの圧入固定に変更することで構造を簡素化した。

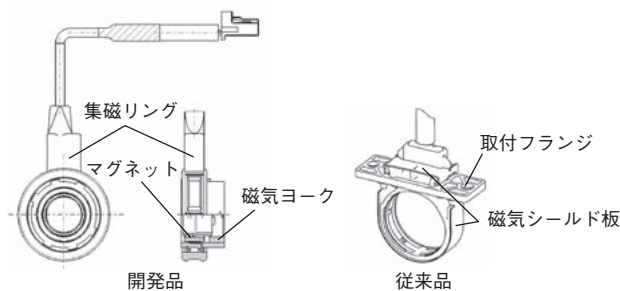


図7 ホール IC 式トルクセンサ構造  
Structure of hole IC type torque sensor

## 5. 効果

これらの対策を織り込んだ開発品の、従来品に対する質量・コストへの効果は図8の通りであり、共に開発目標値を達成した。特に軽量化においては、車両燃費向上に貢献していることに加え、C-EPSが軽量化されたことによる車両周辺部品の小型軽量化も実現している。

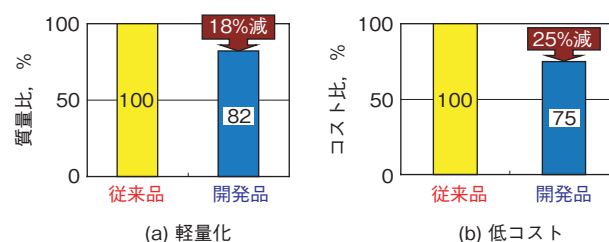


図8 質量・コストへの効果  
Effects on mass and cost

また、「環境効率の基本式<sup>※2</sup>」により計算した、従来品に対する開発品の環境負荷低減率は31%であり、環境に配慮した製品であるといえる。

※2 環境効率は、軽量化、小型化、省エネルギーなどの度合いから算出される数値。

$$\text{環境効率} = \frac{\text{製品の性能}}{\text{製品の環境負荷}} = \frac{1}{\sqrt{W^2 + T^2 + E^2}}$$

W: 質量項 T: 損失項 E: エネルギー項

$$\text{環境効率値} = \frac{\text{評価製品の環境効率}}{\text{基準製品の環境効率}}$$

$$\text{環境負荷低減率} = \left( 1 - \frac{1}{\text{環境効率値}} \right) \times 100$$

## 6. おわりに

今回、フロントローディング開発を実施することで軽自動車用として最適な小型軽量 C-EPS の量産化を実現した。ワーキンググループ制を取り入れることで、各ワーキングメンバーが目標値を共有化し、目標達成に向け一丸となった成果であるといえる。今後、本製品の設計仕様・構造を軽プラットフォームとして全面展開していく。また、本構造をベースとしてさらに高出力な小型車用への展開を現在計画中である。

\* 1 C-EPS は、株式会社ジェイテクトの登録商標です。

## 参考文献

- 1) ジェイテクト CSR レポート 2011
- 2) 永橋 豊, 川久保暁威, 辻本泰介, 景井勝典, 長谷川 純, 角谷智司 : JTEKT ENGINEERING JOURNAL, no. 1003(2006)

## 筆 者



川田善一\*  
Y. KAWADA

\* 自動車部品事業本部 西部テクニカルセンター