

非乗用車向けEPSの開発

三宅 壯一郎 ・ 富田 陽 紀

1 はじめに

非乗用車とはオフロード車・建設機械・農業機械などの乗用車以外の車両を指している。これら非乗用車市場は、オフロードの全地形対応車（All Terrain Vehicle 以下ATV）にKYB製電動パワーステアリング（Electric Power Steering 以下EPS）が2005年に初採用されて以降、年々EPSの搭載率が上昇している。搭載理由は操舵力アシストやキックバック抑制による運転者への負担低減、将来の自動操舵に向けた布石など、車両用途に合わせて多岐にわたっている。この度、非乗用車市場に向けた多用途に使用されるEPSを開発し、2019年より量産を開始した。次項より、非乗用車向けEPSの特徴を説明する。

2 非乗用車向けEPSについて

非乗用車の市場規模はメイン市場であるオフロード車のATV／多用途作業四輪車両（Utility Task Vehicle 以下UTV）で年間90万台と言われおり、そのうちEPSが搭載されている車両の割合は約80%とも言われている。ATV/UTV市場のEPSに求められる機能要求を図1に示す。

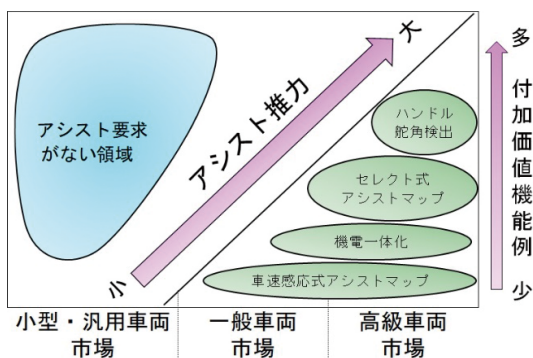


図1 ATV/UTV市場

小型・汎用車両領域においては、車格が小さくステアリングへのアシストがなくとも不満なく操舵可

能な領域であり、EPS機能を求める声は少ない。一般車両の領域においては、小型・汎用領域と比較して車両重量も増え、円滑な操舵のためにEPSを用いたステアリングのアシスト機能が必要となってくるが、車両価格を抑えるためアシスト機構に特化した安価なEPSが求められている。一方、高級車両領域においては、車両統合制御等の多機能化が進んでおり、EPSについてもアシスト機能のみでなく、コントローラやハンドル舵角検出センサの一体化等の付加価値の高い製品が求められている。高級車両市場は車両の高機能・高性能を求める今のユーザー需要に合致した領域であり、今後最も成長が見込まれる市場となっている。

このように非乗用車は車両領域ごとに求められる製品の性質が違い、また一機種あたりの生産台数は少なく、多機種少量生産となる市場である。そのため、本製品においてはコアとなる機能部品の標準化を推し進め、取付けなどの車両特有寸法に関わる部位のみ専用設計とするEPSを開発することで、多機種少量生産の市場への対応を可能にした。また、EPSの付加価値を上げる事で今後市場領域の拡大が予測される高級車両領域にも対応できる製品とした。

3 仕様

今回開発した非乗用車向けEPSの構成を図2に示す。ATV向けEPSの量産メーカーとして市場をリードしてきた当社製品のさらなる付加価値向上のため、本製品で新規採用した機能を表1に示す。

表1 新規採用機能

	名称	嬉しさ
1	共通モジュール設計ASSY	低コスト化
2	ハンドル舵角検出機構付センサ	多機能化
3	樹脂スタブケース	軽量化
4	内製機電一体型ブラシレスモータ	多機能化

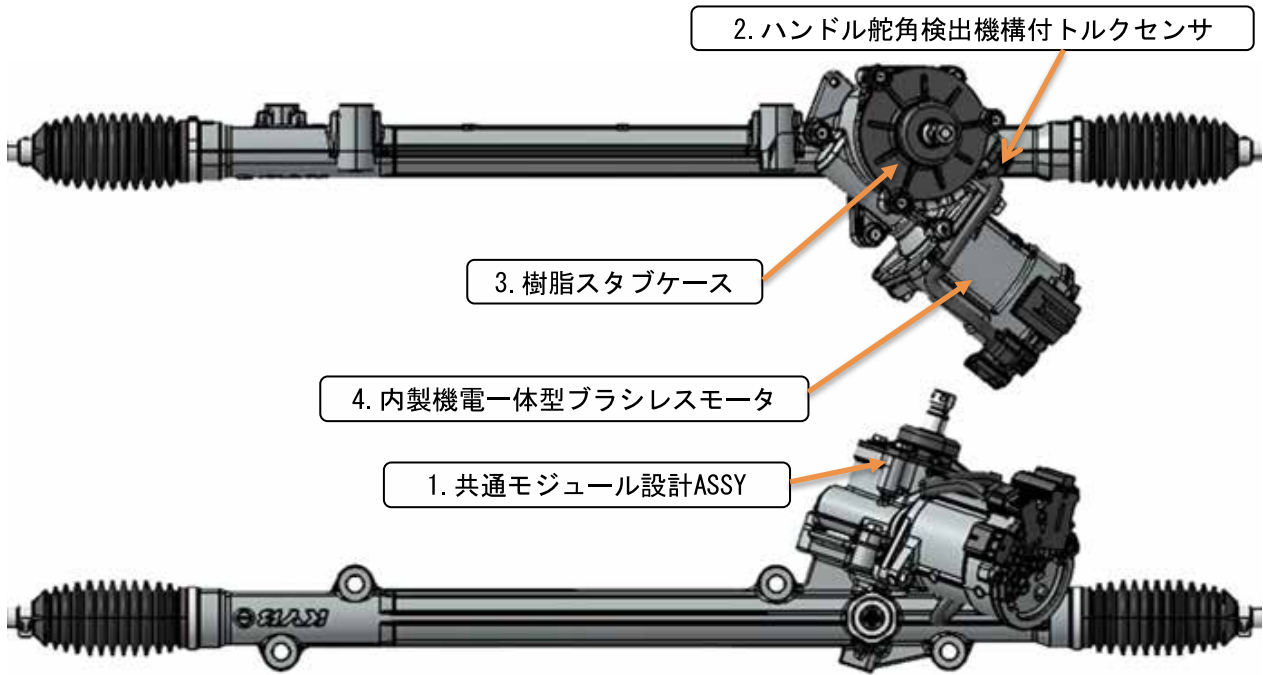


図2 非乗用車向けEPSの構成

3.1 共通モジュール設計ASSY

多機種少量生産となる非乗用車市場において、型費抑制・共通化による数量効果での原価低減を実現するためEPSコア機能部のモジュール化設計を実施した(図3)。

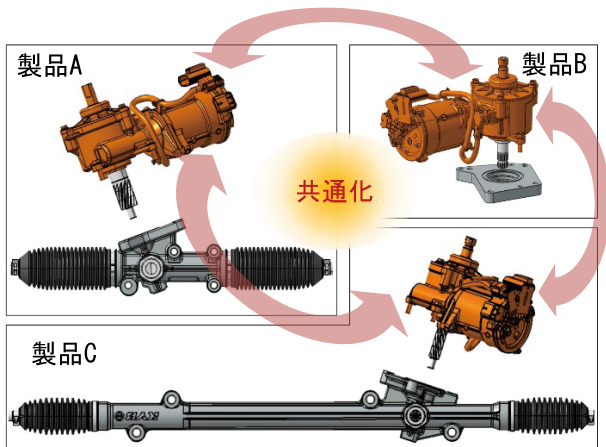


図3 共通化イメージ

EPSにおいてコア機能となる、入力トルク検出機構、アシスト機構部において共通モジュール設計ASSY部の部品点数で共有化率94%を実現している。

非乗用車市場においても車両の大型化が進んでおり、高出力化の要求は年々高まっている。一方モジュール化設計を行うためには多岐にわたる車両において、周辺部品とのクリアランスを確保する必要があるため小型化は必須となる。本製品では、これ

ら高出力かつ小型化の要求に対して新規モジュールの減速機を採用する事で成立させている。

本共通モジュール部を採用した非乗用車向けEPSの主要諸元の1例を表2に示す。

表2 主要諸元

項目	仕様・諸元
理論推力	7540N
減速比	1 : 18.5

3.2 ハンドル舵角検出機構付センサ

本製品では、ハンドル舵角検出機構付センサ(Torque Angle Sensor 以下TAS)をKYB製EPSとして初採用している(図4)。

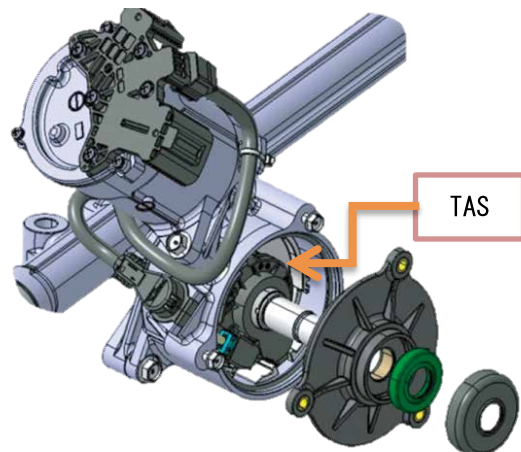


図4 TAS部

先に述べたように非乗用車市場において、高級車両の高機能化が進んでおり、トラクションコントロール/スタビリティコントロール/横転防止機構などにハンドル舵角情報が使用されている。

従来、ハンドル舵角の検出は車両側にて行われていたが、TASを採用することで、EPSのみでハンドル舵角の検出⇒送信が可能となり、それによって車両側にて舵角センサ、取付ブラケットを廃止することができるため、部品点数削減による車両組立の簡素化が可能となる。

ハンドル舵角検出のフローを図5に示す。



図5 ハンドル舵角検出のフロー

TASとEPSの一体化により取得できる情報の分解能が飛躍的に向上するため、手を放した時のハンドル戻りのフィーリング改善、外乱抑制制御などの操舵フィーリング向上、自動操舵への転用などが可能となっている（図6）。

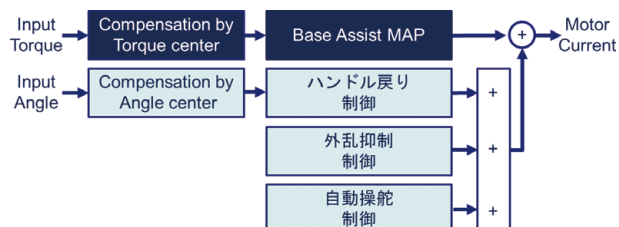


図6 制御ブロックイメージ図

3.3 樹脂スタブケース

従来EPSに樹脂部品はセンサのハウジング、コネクタなどわずかな部品のみに限られていた。本製品では、軽量化及び加工レス化による低コスト化を実現すべく、図7に示すように従来アルミハウジングで製造されていたスタブケースを初めて樹脂化した。

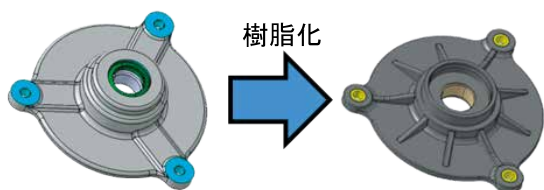


図7 樹脂スタブケース


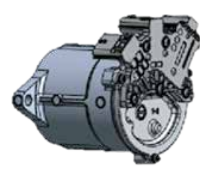
樹脂メーカーと協力し、使用環境の温度変化及び外

部負荷による寸法変化の構造解析を実施し、形状の最適化を達成、非乗用車ならではの環境性能を満足する部品としている。

3.4 内製機電一体型ブラシレスモータ

先に述べたとおり非乗用車市場においてもEPSは高出力化・小型化・軽量化が求められている。これらの要求を実現するため電装部品では、従来使用していたコントローラ別体のブラシ付きモータに対して、コントローラを一体化させた機電一体型ブラシレスモータを開発した。この開発により出力は約2.6倍、重量は20%減り、市場の要求に対応可能となった。表3に新旧電装部品の比較を示す。

表3 電装新旧比較

項目	旧電装品	新規電装品
構成	 機電別体	 機電一体
モータ	ブラシ付き	ブラシレス
出力	EPS推力2880N相当	EPS推力7540N相当
重量	1.60kg + 0.87kg	1.97kg

また今回、構成要素となるモータ、コントローラ、機構部、ソフトウェアの全てを内製開発した。これにより各要素における機能追加や設計変更だけでなく、全体を通しての影響分析や改良提案もスピーディに実施でき、顧客が求める多機種・短納期の要求に対応可能となった。特に細かな追加、変更要求が繰り返されるソフトウェアにおいては、内製開発の強みである柔軟かつ迅速な対応が必要不可欠であった。具体的にはモデルベース開発を行っている制御アプリケーション及びチューニングアプリケーションソフトは車種ごとの追加が容易に可能であり、基盤となるベースソフトウェア部の変更も要求に応じて可能となった。

今回開発したソフトウェアの特徴の一つとして、チューニング用の制御マップを最大12マップ保有することができる。これにより、車両側からCAN通信などを通してマップをセレクトすれば、一種類の機電一体型ブラシレスモータ及び共通モジュール設計ASSYで多車種に展開が可能となる（図8）。

また、その制御マップを変更するためのチューニングインターフェースも開発し、素早い車両適合が可能になっている。

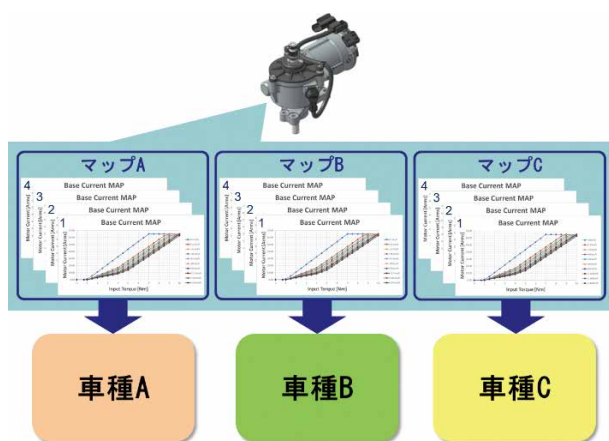


図8 制御マップ車両適用イメージ

更に、本機電一体型ブラシレスモータは同一形状で出力トルク及び価格の異なる3種のグレードを用意しており、車種サイズに合わせた選定が可能となっている。

4 拡販性

非乗用車向け新型EPSは、2019年からラック&ピニオン式EPSの量産が開始され、各車格向けのラインナップが展開可能となっている。

乗用車のような丸ハンドル式の車両に対してラック&ピニオン式は滑らかなフィーリングを実現でき

るメリットがある。一方で、オートバイのようなバーハンドル式の車両に対しては車両の構造上、ラック&ピニオン式EPSの採用は難しく、モータによるアシスト機構部とシャフトで構成されたコラム式EPSが多く採用されている。

これらのバーハンドル車両にも対応するため、非乗用車向けEPSは、共通モジュール設計ASSYを流用し、車両側取付部を有するハウジングのみを新設することで、コラム式EPS要求にも対応可能となっている。

5 おわりに

今回開発した非乗用車向けEPSは共通モジュール設計ASSY並びに内製機電一体型ブラシレスモータを採用したことにより、非乗用車市場特有の開発スピードにも確実に追従できる製品となった。また、高出力かつ市場の多様な要求に対応可能なパフォーマンスを持ち合わせており、今後更なる拡販が可能と考える。

引き続き市場、顧客に受け入れられる製品の開発、提案を実施していきたい。

最後に今回の開発にご協力いただいた方々にこの場をお借りしてお礼を申し上げます。

著者



三宅 壯一朗

2006年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部ステアリング事業部ステアリング技術部。電動パワーステアリングの設計、開発に従事。



富田 陽紀

2014年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部技術統轄部電子技術部。電動パワーステアリングの設計、開発に従事。