

# ターボチャージャー用電制アクチュエーター のトランスアクスル用途への展開

Turbocharger Electric Actuators for Transaxle Applications

\*三菱電機モビリティ株式会社

## 要 旨

近年の電気自動車(EV)化に伴い、内燃機関(ICE)車の需要が減少する中で、ターボチャージャー用アクチュエーターの需要も減少していく傾向にあり、三菱電機モビリティ株式会社(MELMB)としてアクチュエーターの新たな用途への適用を検討している。MELMBのアクチュエーターの最大の特長は、減速機構及び直動出力機構をモーター内部に持っているという点にあり、車両の様々な用途で、小型・軽量化や車両側機構の簡略化などの有効性が期待される。一例として、三菱自動車工業株式会社(以下“三菱自動車”という。)が公開した“エクスフォース”ハイブリッドEVモデルに採用された、トランスアクスル用途への展開での開発内容をまとめる。今後も多様な用途で直動のニーズは存在すると考えられるため、各用途に向けた直動アクチュエーターの適用開発を進める。

## 1. ま え が き

近年のカーボンニュートラルに向けた排ガス規制の厳格化や燃費基準の引上げに対応するため、多くの自動車メーカーがEVの開発と普及を加速させている。この動きは、ICEを搭載した従来型の車両の市場規模を縮小させるとともに、車両の構造や制御システムの大きな変革を促している。

このような背景の下、従来のICE車両で重要な役割を果たしていたターボチャージャー用アクチュエーターの需要も、次第に減少していく傾向にある。そこで、MELMBではアクチュエーターの新たな用途への適用を模索し始めた。

MELMBのアクチュエーターは、モーター内部に減速機構と直動出力機構を持っており、単体で高精度な直動運動を実現できる点が最大の特長である。この直動運動が可能なアクチュエーターに対しては、ターボチャージャー用途以外にも多様なニーズが存在している。

本稿では、その一例として、三菱自動車のエクスフォース向けに採用された、トランスアクスルの2速切替用途及びモーター断接用途の事例を述べる。これらの採用例は、MELMBのアクチュエーターが新たな車両用途でも有効であることを示す。

## 2. MELMBのアクチュエーターの従来の用途と構造

この章では、従来の用途(ターボチャージャー用途)での使われ方及び必要能力に関する説明と、それに対応したMELMBのアクチュエーターの構造に関して述べる。

### 2.1 ターボチャージャー用途での使用

ターボチャージャーとは、エンジンの機械損失を低減するための小型化に伴う出力低下を補うために必要な過給システムの一つで、エンジンからの排気ガスでタービンを回して、同軸上に構成されたコンプレッサーを回転させ、エンジンへの吸入空気を過給することで出力を増加させることができる装置である。エンジンへの吸入量はタービンに取り付けられたバルブで調整され、このバルブ開度を調整する機能をMELMBのアクチュエーターが担っている(図1)。

アクチュエーターに対しては安定した過給圧を得るため、このバルブ開度の調整を高精度で制御し、排気ガスの圧力脈動に対する位置保持性が要求される。それとともに、エンジンルーム狭小化に伴う小型化によって、エンジンにより近い位置に配置されることから、耐熱性や耐振性も要求される。



図1-ターボチャージャー用途での使用例

## 2.2 MELMBのアクチュエーターの構造

MELMBのアクチュエーター(図2(a))は回転子内にねじ機構が設けられており、送りねじ構造にすることで直動変換機構及び減速機構を同時に実現しているのが特長である。ねじの逆効率によって位置保持力も向上する(図2(b))。

センサー検出機構は磁界のベクトル変化を読むことで位置検出を行う機構を採用している。これによって高温でのマグネット減磁の影響を受けないため、より高温域でも高精度の位置検出が可能になる(図2(c))。

また、アクチュエーター内部には素子等の使用環境温度に制限がある部品を使用していないため、使用温度範囲としては160℃まで対応可能になっている。

これらのことから、温度領域にかかわらず高精度な位置検出が可能である。送りねじ機構によって排気ガスの脈動にも影響されない位置保持性を持っていることから、ターボチャージャー用途では数多く採用されている。

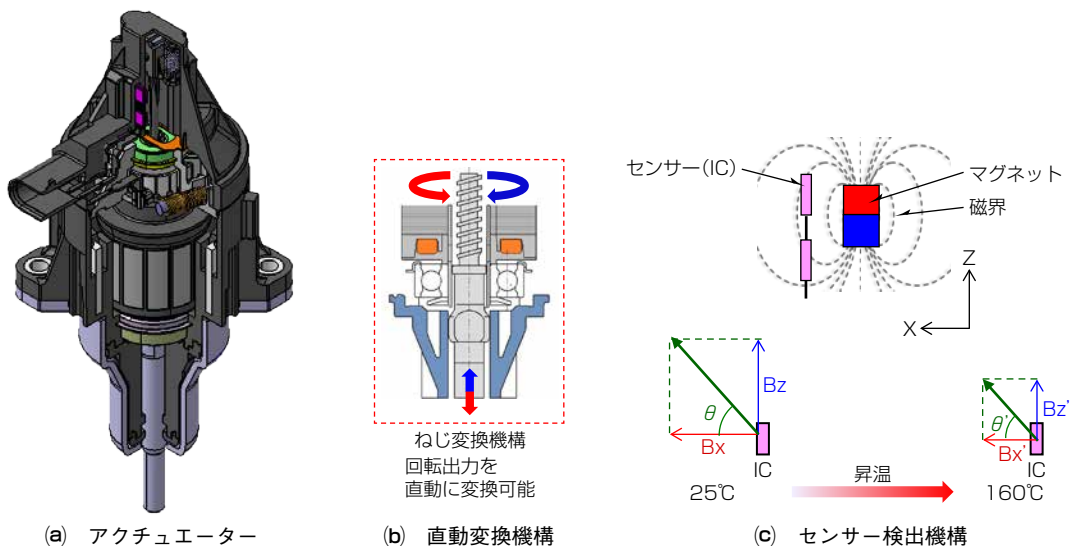


図2-MELMBのアクチュエーターの構造<sup>(1)</sup>

## 3. トランスアクスル用途への適用

この章では新たな用途として、三菱自動車のエクスポース向けに採用された、トランスアクスルの2速切替用途及びモーター断接用途の事例について述べる。

### 3.1 2速切替用途及びモーター断接用途

近年の環境規制強化から、ハイブリッド車でもより低燃費のシステムが求められている。エクスポース(図3)では、

次の機構<sup>(2)</sup>を採用することで燃費向上を図っている。

- ① 2速切替機構：高速走行時や登坂時にエンジン動力をより効率的に使用
- ② モーター断接機構：アクセル操作の少ない高速域で、モーターとドライブシャフトを切り離すことによる駆動抵抗を低減

どちらの用途も機構としてはシフトフォークを直動に動かす必要があり、その点にMELMBのアクチュエーターとの親和性があった(図4)。



出典：三菱自動車 HEV：Hybrid Electric Vehicle

図3-三菱自動車エクスポースHEVモデル<sup>(2)</sup>

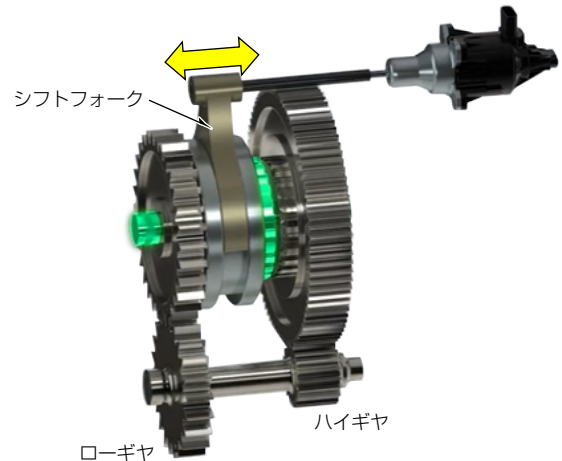


図4-シフトフォーク機構(イメージ)

### 3.2 アクチュエーターに対する要求仕様

ターボチャージャー用途との要求仕様について比較する(表1)。

表1-要求仕様比較

| 項目   | ターボチャージャー用途 | 2速切替/モーター断接用途 |
|------|-------------|---------------|
| 動作環境 | 最高温度        | 高(○) / 低(◎)   |
|      | 振動          | 大(○) / 小(◎)   |
|      | 動作回数        | 多(○) / 少(◎)   |
| 要求性能 | 必要推力        | 小(○) / 大(△)   |
|      | ストローク       | 同等(=)         |
|      | センサー精度      | 同等(=)         |

動作環境に関して、2速切替用途及びモーター断接用途どちらもトランスアクスルに取り付くことになる。そのため、ターボチャージャー用途に比べて熱及び振動源になるエンジンから遠ざかる位置に配置されることになり、温度、振動環境に関する耐性は十分満たしている。また、動作頻度でも、アクセル開度によって細かく調整されるターボチャージャー用途と違って、動作するシチュエーションが限定されていることもあり、動作回数に関しても十分な耐性がある。

要求性能に関して、必要ストローク、センサー精度はターボチャージャー用途と同等要求であり、MELMBのアクチュエーターには十分な性能があった。

必要推力に関して、ターボチャージャー用途では、排気ガス圧に抗してバルブを開閉するための推力が必要になる。この場合、負荷はバルブ開度に応じて排気ガス圧が変化するため、アクチュエーターのストロークに対して比較的にリアに変動する特性を示す(図5)。

一方、2速切替用途及びモーター断接用途では、高速回転中のギヤを係合・解除するための推力が要求される。この場合、負荷はギヤの係合/解除の瞬間に急激に変化し、ターボチャージャー用途に比べてより高い推力が必要になる(図6)。

MELMBのアクチュエーターは、送りねじ機構による減速機構をモーター内部に備えており、高推力の発生が可能である。この構造的な特性によって、先に述べた高推力要求にも対応可能であることが確認された。最終的には、負荷状況を模擬した耐久試験も実施し、要求性能及び信頼性を十分に満足することを実証した。

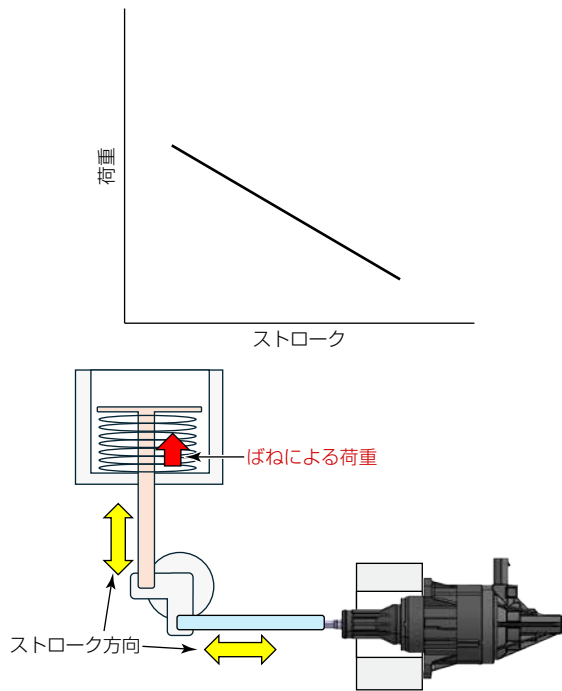


図5-ターボチャージャー用途治具／負荷イメージ

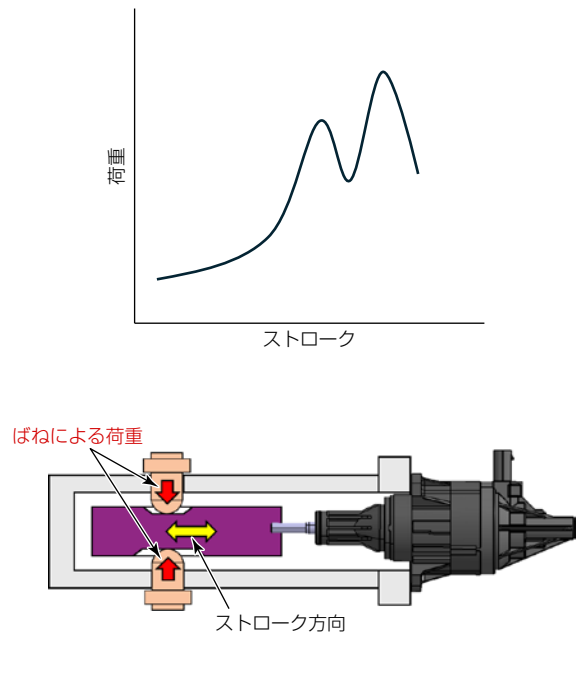


図6-シフトフォーク用途治具／負荷イメージ

## 4. むすび

今回の事例は、ターボチャージャー用途以外での直動アクチュエーターの有効性を示す一例に過ぎない。実際には、モビリティ分野でもロック、クラッチ、昇降用途など直動アクチュエーターに対するニーズは存在している。自動車分野に限らず、ロボットや産業機器等の他業界でも高出力／高耐久のMELMB直動アクチュエーターの適用可能性を探求していくとともに、それぞれのニーズに適したアクチュエーターの開発を推進し、今後も革新的な製品づくりを通じて、幅広い分野での課題解決に貢献していく。

## 参考文献

- (1) 山岡邦宏, ほか: 次世代電制ウエストゲートアクチュエータ, 三菱電機技報, 93, No.5, 323~325 (2019)
- (2) 三菱自動車工業(株): 三菱自動車、コンパクトSUV『エクスポース』のHEVモデルをタイで世界初披露(2025)  
[https://www.mitsubishi-motors.com/jp/newsroom/newsrelease/2025/20250320\\_1.html](https://www.mitsubishi-motors.com/jp/newsroom/newsrelease/2025/20250320_1.html)