

MOTOR

エレクトロニクス

NO.
1

スーッとパワフル加速！巻き線と電子回路で回転速度とトルクをチューン！

EVブラシレス・モーターで走りを制す

太陽エネルギーだけで90km/h 走行するソーラーカー“Tokai Challenger”

デジタル秤を使って精度99%も実現可能“簡易トルク計”の製作

EVミニカート・レース優勝記：走行データを活用してモーターをチューンアップ！

<http://toragi.cqpub.co.jp>

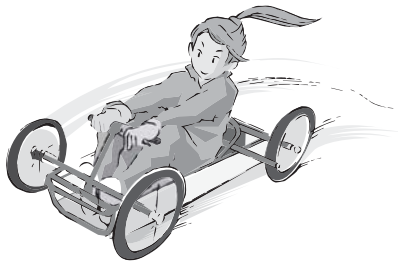


ご購入はこちら。
<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/47/47111.htm>

見本
CQ出版社

第1章

～モータはエンジンとは特性がまったく異なる～



EVモータの基本を知ろう

内山 英和

EV（電気自動車）の駆動用モータは、従来車のエンジンの代替といえる。クルマ製作の肝がエンジン技術であったように、手作りEVの肝はモータ技術であるのだが、モータとエンジンとは、その物理的な基本特性でまったく異なる。この特集の最初に、モータの基本的な動作特性をエンジンと比較しながら見ていくことにする。また、モータ特性としてよく使用される基本的なパラメータについて復習しておく。モータにもいろいろな種類があるが、この章の最後に、EV駆動用のモータとしてよく使われている4種類のモータの特徴をまとめておく。（編集部）

らのクルマを乗り比べた方は、エンジン駆動車とモータ駆動車とでは、「運転感覚は少し違うな…」くらいに思われた方が多いと思います。

そこで第1章では、モータの動作特性を理解するために、エンジンと比較してみることにします。まずは、モータの特性を直感的に理解していただきたいと思います。

● 身近なところでモータのニーズは増えている

エンジンは、家庭内には自動車やバイク以外（これも屋外に置かれる）にあまり見かけませんが、モータはいろいろな家電製品の中に大小たくさん入っています。エアコン、洗濯機、冷蔵庫、掃除機、CD/DVD/HDレコーダ…。そのほか、ビルでも、工場でも、多種多様なモータがたくさん使われています（図1）。じつは、ガソリン乗用車にも1台で数十個から100個以上のモータが使われています。身近なところで、モータの使用頻度は増えているといえます。

モータは、“電気エネルギー”から“磁気エネルギー”に変換し、さらに“動力エネルギー”に変換して活用するメカニズムです。用途ごとに、いろいろな種類のエネルギーを融合する総合的な技術力が必要です。つまり、モータ技術は、その制御技術とともに理解するには、ちょっと厄介やっかいで説明が少し複雑になると思います。最初は、できるだけ直感的にわかるように説明

1. モータの特徴とは

■ 1.1 モータのことを理解するためには

● クルマの駆動源としてエンジンとモータでどう違う？

EVやハイブリッド車が増えつつあります。これらはモータを搭載しています。クルマを運転している方々は、「燃費/電費はどうなっているのか」、「エコ具合はどうか」に関心はもっていても、「エンジンの特性とモータの特性と比べるとどうか」についてまでは関心がある方は少ないかもしれません。一方、これ

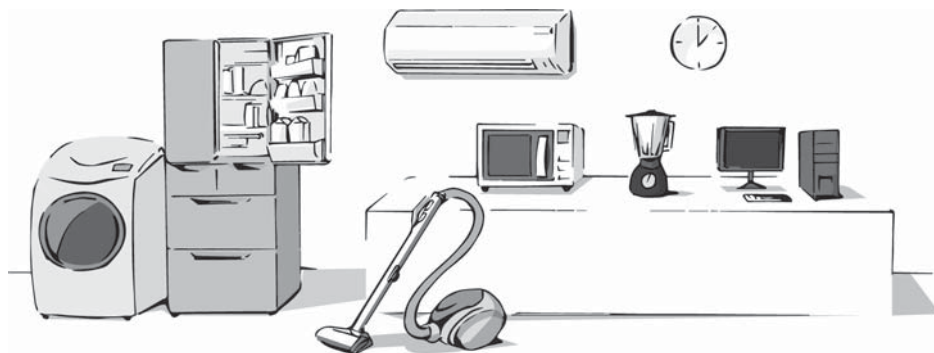


図1 モータは身近なところにいっぱいある。洗濯機、冷蔵庫、エアコン、掃除機、電子レンジ、ミキサ、時計、PCのHDD/CD/DVD…

見本

を心がけたいと思います。逆にいえば、このモータ技術は奥深く、まだまだ未開拓な余地が多く残っていて、これから多くのエンジニアの方々が挑戦していく熱い世界だと思えます。

■ 1.2 エンジンとモータの特性の違いは？

● クルマ駆動用としてエンジンよりモータが優れている点

さて、クルマの動力源としてこれまで主力だった“エンジン”と比較しながらモータの特性を見ていきましょう。結論を先に述べると、モータは以下のような特徴があります。

(1) エネルギー効率が良い

エンジンのエネルギー効率は10～15%。対してモータは80～90%と高効率(コラムA)。

(2) 構造がシンプル

一般車のエンジンは、数え方により大きく異なるが、1000点以上の部品から構成されているといわれている。一方モータは、部品点数が100点程度と圧倒的に少ない。これは故障率の低さや低コストにつながる。

(3) 細かな制御が可能

例えばモータはエンジンではできない逆回転が容易。バック・ギヤがなくても、モータ逆転で後進が可能。また、モータなら数十～数万rpmといった幅広い回転数にも対応可能。エンジンは数百～1万rpm程度が使用限界(低速回転でも高速回転でもモータには及ばない)。

(4) メンテナンス・フリー

エンジンでは不可欠なオイル、フィルタ交換などが不要。また、長期保管後でも即使用可能。

(5) 長寿命

モータは機械的摩擦部品が少ないために、エンジンに比べて長寿命。消耗部品はベアリングくらい。

(6) 低騒音、低振動、低発熱

モータは、回転時の音が静か。エンジンで必要な

消音器(マフラ)などは不要。また、排気ガスも出ないし、発熱もエンジンほどではないので、屋内利用が可能。

(7) 発電機にもなる

モータは回生が実現できる、つまり発電機になる(すべてのモータというわけではないが)。エンジンはもちろん発電機にはならない。

(8) アイドリングが不要

エンジンは始動から本来の性能を出すまでに時間がかかる。いわゆるアイドリング。信号で停車中でもエンジンが動いている(図2)。モータはアイドリングがまったく不要。しかし、このエンジンの大きな欠点も、最近の自動車用では大きく改善しつつある。

このようにモータは、エンジンに勝る数多くのポテンシャルを持っています。

● クルマ駆動用としてモータがエンジンより劣る点

次にエンジンの優位性、というよりモータの欠点についてまとめておきます。

(1) 航続距離が短い

モータの最大の欠点(モータ自体の問題ではないが)、モータのエネルギー源である“電気”の溜め方/運び方がガソリンよりもやっかいなことです。エンジンで使うガソリンは水よりも軽いですが、タンクに何十kgも溜めて走行します。一方、電気は、それ自体の重さはほとんどないですが、蓄えるのに電池かキャパシタ(コンデンサ)を使用するしかなく、同等のエネルギー蓄えるのに、結果ガソリンよりも大きく重くなります。

また電池は、化学反応によって電気を充放電するので、充電には数時間単位での時間がかかり(図3)、耐用年数も短い傾向にあります。キャパシタは、化学反応がないので充電は早いし耐用年数も電池よりはよいのですが、電池よりもさらに“かさばる”し、コストも高くなります(コラムC)。

ガソリン満タンで400～500kmほどの航続距離が

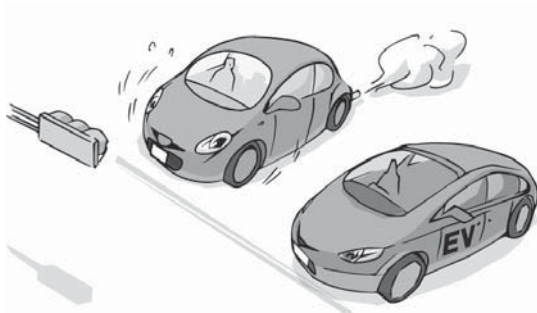


図2 EVの停車中はモータは駆動していない
一方、エンジン車は停車中でもエンジンが動いていることが多い



図3 EVの充電は時間がかかる…
満充電するには、かなりの時間が必要!

コラムA EVはエンジン車よりも本当にエコ？～Well to Wheel指標で比較する～

EVはエンジン車より、かなりエコだという意見がある一方、そうではない、という意見もあります。ここでは、EVとエンジン車の“エネルギー利用効率”について比較してみます。エネルギー利用効率は、エネルギー利用率とかエネルギー効率とか、類似の用語がいろいろあり、それぞれ定義が異なるのでしばしば混乱します。

それに似た用語の一つに「Well to Wheel」という指標があります。直訳すると「井戸（石油採掘）から車輪まで」です。自動車を動かすエネルギー源の採掘から最終段階の車輪の動力までに、エネルギーがどれだけ使われて、その全使用エネルギーの何%がクルマの動力として使われたかを示すものです（図A）。少しでも公正なエコ度を比較するための指標というわけです。しかし、Well to Wheelも試算する人によって大きく値が異なります。

● 慶応大学の資料では、エンジン車8.6%、EV35%

図B(a)は、慶応義塾大学のエリーカ・プロジェクトで発表されたWell to Wheel値です。これによると、エンジン車では、もともとのエネルギー（原油の持つ化学エネルギー？）の8.6%しか有効に使われていないことになります。すなわち、残りの91.4%のエネルギーは熱に変化したり、化学エネルギーのまま捨てられたり、ということです。それに対してEVでは最終的に35%が有効に使われている

そうです。65%が無駄になってはいます。それでもエンジン車に比べれば利用率は約4倍です。

● 群馬大学の資料では、エンジン車12%、EV18%

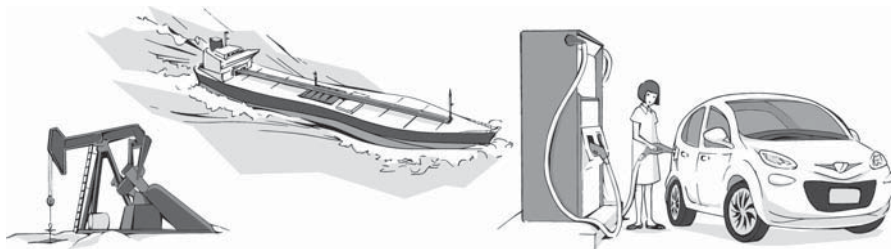
また、傾向は同じでもその数値に関しては別の資料もあります。図B(b)は同じくWell to Wheelの試算です。こちらは群馬大学によるものです。

こちらの資料では両者の差は慶応大学のものより小さくなっています。どちらが正確かは判断できませんが、これらの資料から次のことがいえると思います。

- (1) エネルギーの有効利用という観点ではEVがエンジン車より優れている
- (2) EVが使う電気をどこの発電に頼るかによって、将来エネルギー利用効率改善の余地がある
- (3) 電気の「作り方」「運び方」「溜め方」が重要である

原油など化石燃料の産出地域は限られますが、電気は工夫次第でいろいろなところで作ることが可能です。特に自然エネルギー（太陽光、地熱、風力、水力）を有効利用する技術が進めば上記「Well to Wheel」の差は大幅に拡大していくのではないかと推測します。

そういう意味でEVを支える技術領域は、単にモータやバッテリー分野にとどまらず、発電・送電・蓄電など広範囲に及びます。そしてそれら技術の進化和融合が重要になると考えられます。



図A Well to Wheelは「井戸から車輪まで！」という指標

ガソリン車

$$\boxed{\text{精製(92\%)}} \times \boxed{\text{輸送(98\%)}} \times \boxed{\text{エンジン効率(9.6\%)}} = \boxed{\text{総合効率(8.6\%)}}$$

電気自動車

$$\boxed{\text{発電(53\%)}} \times \boxed{\text{送電(96\%)}} \times \boxed{\text{充電(85\%)}} \times \boxed{\text{モータ効率(80\%)}} = \boxed{\text{総合効率(35\%)}}$$

(a) 慶応大学での試算

ガソリン車

$$\boxed{\text{精製(87\%)}} \times \boxed{\text{輸送(92\%)}} \times \boxed{\text{エンジン効率(15\%)}} = \boxed{\text{総合効率(12\%)}}$$

電気自動車

$$\boxed{\text{重油精製(89\%)}} \times \boxed{\text{火力発電(40\%)}} \times \boxed{\text{送配電(91\%)}} \times \boxed{\text{電池(70\%)}} \times \boxed{\text{モータ効率(80\%)}} = \boxed{\text{総合効率(18\%)}}$$

(b) 群馬大学での試算

図B Well to Wheel指標

見本

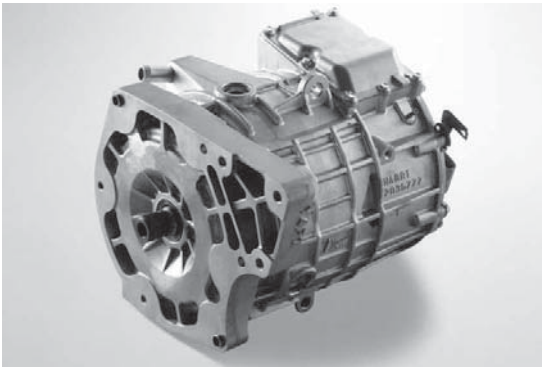


写真1 三菱i-MiEV用ブラシレス・モータ [三菱自動車工業(株)のパンフレットから]

可能ですが、EVでは重たい電池をたくさん積んでその半分ほどしか航続距離がありません。最近注目されている水素燃料電池は、航続距離は大幅に改善されるのですが、インフラ(水素充填設備)のコストがかかるといわれていて、すぐには救世主にはなれないと思われれます。

モータ自体の欠点ではないにしても、結局、電気エネルギーの溜め方が大きなネックです。

(2) 最大出力維持が難しい

一般的にモータは、カタログ上の最大出力の状態では連続使用できません。後述しますが、モータの最大出力発生時の効率は、特に制御を入れない素の特性では50%前後となるので、入力半分は熱として失われています。この発熱により、短時間でしか使用できません。これは、模型用モータからEV用モータまで基本的に同じです。

EV用の大きなモータでは、コイル冷却手段(空冷、水冷、油冷)を整えて使用可能領域を広く確保していますが、それでも連続で使える最大出力は、そのモータが理論的に可能な値よりはずっと低く押さえられています。

一方、エンジンでは、最大出力発生ポイントで連続使用が可能です。めったに使わないところですが、最高速度はこの領域を使用しています。

(3) 音・振動が車としては小さすぎる

これはモータ優位編にありました。しかし考え方によってはこれはエンジン優位点にもなりそうです。自動車やバイクを考えた場合、エンジン音や振動は欠点であると同時にまた魅力にもなり得るものと思います。ハーレー・ダビッドソンのバイクから、音と振動をなくしたらその魅力は半減することでしょう。

(4) 発熱を暖房に使えない

モータの優れた点で述べた項目ですが、逆に欠点となることもあります。

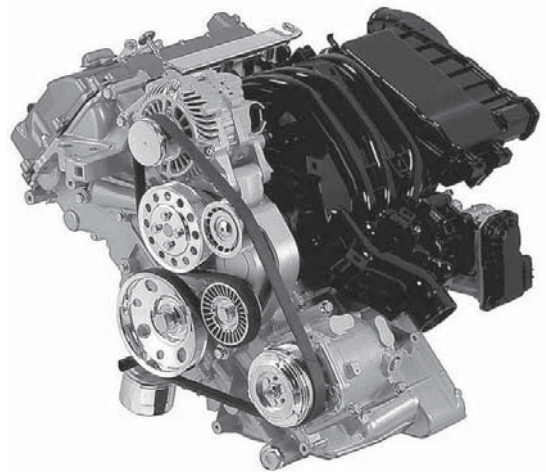


写真2 三菱iに搭載されたエンジン [三菱自動車工業(株)の発表資料から]

自動車には冷暖房が必要ですが、特に暖房についてはエンジンの効率の低さが幸いです。水冷エンジンでは、エンジン冷却の際に発生した熱(エンジンから奪った熱)を暖房に利用できます。しかし、EVのモータも発熱し冷却もしますが、暖房に使えるまでの発熱とはなっていません。EVの暖房としては電気ヒータなどを使うしかありませんが、別手段で暖房しています。

また、振動や音も、ときによっては運転者にとって心地良いこともあります。高級大型車や大型バイクのエンジン音が人気なのは、技術とは別次元の話です。

■ 1.3 エンジンとモータの構造比較

● 部品点数がとても少ないモータ

自動車用の駆動モータとエンジンを比較してみましょう。市販車で、エンジン車版とEV版とがある車種があるので、その車種で比較します。写真1にEVの例として三菱自動車i-MiEVに使われているブラシレス・モータを示します。

写真2は、同じくエンジン車の例として三菱自動車iのガソリン・エンジンの写真です。これだけ見てもわかりづらいかと思いますが、モータの部品点数の少なさ、シンプルさは想像できるかと思いますが、エンジンの構造は複雑です。

もう一つ、EVの例として日産リーフのモータを見てください。写真3は、このカット・モデルです。ここではミッション(減速機)まで含んでいます。エンジンよりずっとシンプルな構成であることがわかります。

写真4は筆者らが分解調査したときの写真です。このようにモータは数えるほどの部品点数で構成されています。

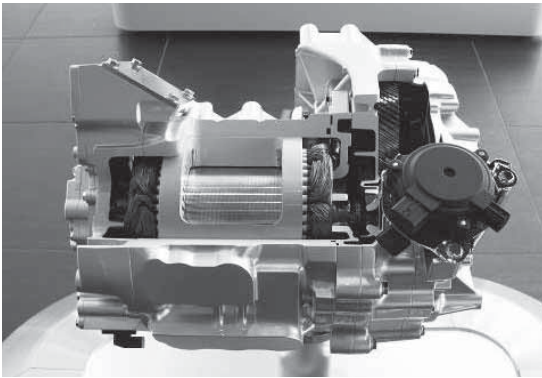


写真3 日産リーフに搭載されたモータと減速機のカット・モデル
(日産ギャラリーのフォト・ギャラリーから)

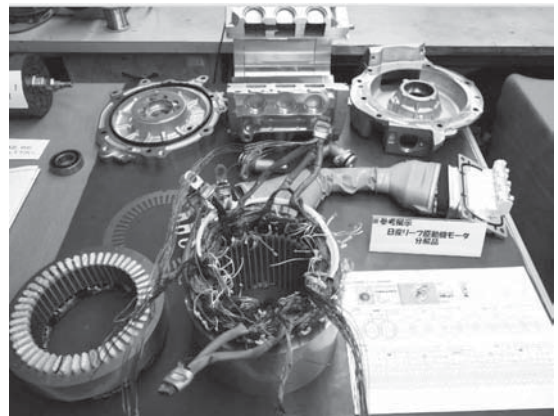


写真4 日産リーフに搭載されたモータを分解したところ

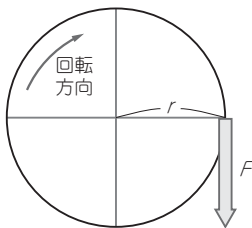


図4 トルクとは何か

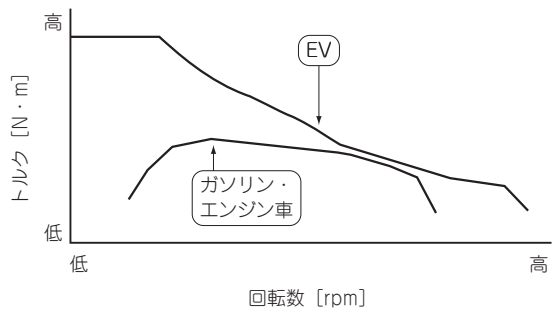


図5 EVとガソリン・エンジン車のトルク特性の違い

表1 EVとガソリン・エンジン車の動力比較

項目	モータ	エンジン
最高出力	47kW (3000~6000rpm)	47kW (6000rpm)
最大トルク	180N・m (0~2000rpm)	94N・m (3000rpm)

■ 1.4 エンジンとモータの特性比較

● T-N特性図で比較するとトルクが大きいのは…

モータの動力性能を見る指標としてよく使われるT-N特性(トルク-回転数特性)のグラフを使って、モータとエンジンの違いを考察します。T-N特性グラフとは、横軸に回転数、縦軸にトルクを示したものです。トルクは、クルマに関心をもっている人にはなじみの用語です。回転半径と力の積で表す「力のモーメント」です(図4)。トルクは、モータやエンジンの特性を示す重要なパラメータで、モータやエンジンの回転数に対応したトルク値が求められるので、T-N特性図は特に重要な特性図です。

図5は、ネットで公開されている三菱自動車i-MiEVとそのベースとなったガソリン・エンジンのT-N特性を比較したグラフです注1。エンジンの中でも強力なターボ仕様車と比較しても、モータのトルク

の大きさがよくわかると思います。数値で比較したものを表1に示します。

● 最高出力は同じでも最大トルクはモータのほうが2倍大きい

表1を見ると、最高出力は両者とも47kWで同じ数値ですが、最大トルクはモータのほうが約2倍あります。しかも高いトルクを低回転で実現していることがわかります(モータの最大トルクは0~2000rpmで発生。エンジンでは0rpm時のトルクはゼロ)。

つまり、低回転時の出力(「トルク×回転数」に比例)に大きな差があります。EVのほうが原理的(特性的)に発進加速性に優れていることを示唆しています。

ただし、「加速が良い」=「高トルク」ではありません。例えていうと、ブルドーザは高トルクなエンジン(またはモータ)を搭載していますが、加速性がいいわけではありません。加速性は、「トルク×回転数」つまり、モータの“出力”に比例します。

■ 1.5 エンジンとモータの動力性能の作り方比較

● 動力性能は“トルク”と“回転数”で決まらない!?

エンジンとモータの“トルク”と“回転数”の特性

見本

注1: ガソリン・エンジン車[i]は、すでに販売を終了しているため、数値は2009年時点のもので比較した。

コラムB 再考 エンジンのT-N特性

● 原理モデルでエンジンとモータの特性比較

エンジンとモータのT-N特性を本文で比べましたが、エンジンとモータをきわめて単純な原理モデルで比較すると図Cのようになります。エンジンのT-N特性は右肩上がりの直線で、モータはまったく逆の右肩下がりの直線になります。これだと、エンジンとモータの特性の差は歴然と異なるのがわかります。

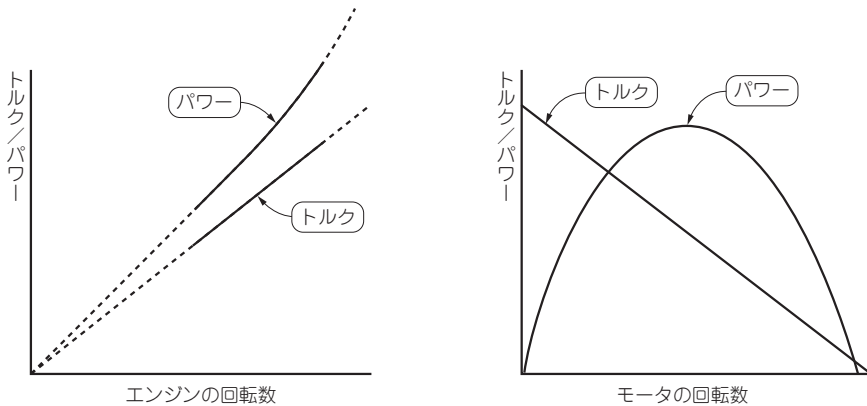
図C(a)のエンジンのT-N特性図に破線があるのは、エンジンの動作原理に起因します。自動車用の多くが搭載している4サイクル・エンジンの動作図を図Dに示します。エンジンは、燃料と空気の混合ガスを爆発・燃焼させて、そのときの膨張力で回転運動を作ります。

ここで注意したいのは爆発・燃焼による膨張工程です。シリンダの中での爆発・燃焼(速度)はほぼ

瞬時に起こりますが、完全なタイム・ゼロでもありません。ごくごく短時間に起こります。エンジンの4サイクル工程で2回転(720度)するのですが、トルク発生に寄与する期間は全体の約5%(36度)ほどしかないそうです。そして、残念なことに、爆発・燃焼は、ゆっくりと起きません。さらに、短時間で燃焼させることもできません。エンジンのT-N特性が無限に右肩上がりに伸びるわけではなく、ごく一部の回転領域でしか実線にならない理由です。

現実のエンジンのT-N特性は、図中に示したように右肩上がりというよりは、放物線状になります。

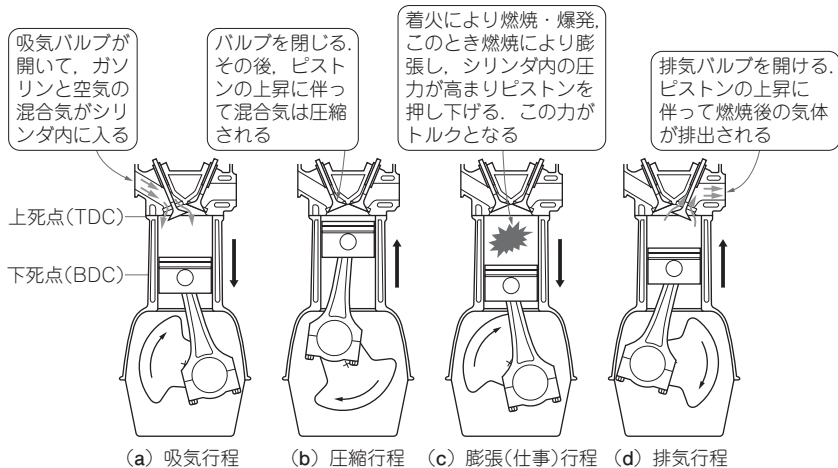
一方、モータは図C(b)に示すように、エンジンと比べて、原理モデルに近い特性です。しかし、EV用のモータには、発熱による損傷や事故を防ぐため電流制限(リミッタ)をつけています。



(a) エンジン(現実のエンジンでは、どちらも放物線状になる)

(b) モータ

図C 原理モデルによるガソリン・エンジンとモータのT-N特性



図D 4サイクル・エンジンの動作原理

(a) 吸気行程

(b) 圧縮行程

(c) 膨張(仕事)行程

(d) 排気行程

見本

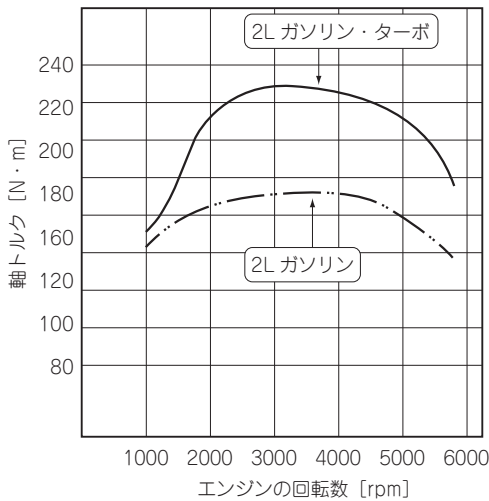


図6 ガソリン・エンジンのT-N特性

較をして、両者が大きく異なることがわかったかと思えます。ただし、この特性がそのままクルマの“動力特性”(クルマの“走り”としての性能)になるわけではありません。

例えばクルマで、急な登り坂を走行するときには「速度よりもトルク」が欲しいですし、高速道路で100km/hで走行したいときには「トルクよりも高速回転」が欲しくなります。

いうまでもなく、クルマの特性というのは、エンジンやモータの素の性能をそのまま使っているものではありません。クルマの設計者は、運転手のクルマに対する要求に応えるため、何らかのメカニズム(機構)を通して、エンジンやモータの性能からクルマの「動力性能を作り出す」ことをするのです。次に、そのメカニズムの説明をします。

● エンジンでは回転数の領域が広く取れない

エンジン車のことを考えます。図6にエンジン単体のT-N特性の例を示します。

エンジンの原動力は、燃料と空気の混合ガスがエンジンのシリンダの中で燃焼・爆発し、ピストンが動かされることで発生します。よって、回転数がゼロのときは爆発も起こらずトルクもゼロです。クルマのエンジン(4サイクル)では、内部ピストンの上下運動2往復(4サイクル)で1回の燃焼爆発が起こり、回転運動が作られます。よってエンジンのトルクは、回転数(爆発数)と正比例関係になるはずですが、実際のクルマでは、エンジンの1000rpm以下の回転数領域の線が描かれていません。その1000rpm以下は安定したトルクが得られず使えない領域で、逆に6000rpm以上も高速回転すぎて使えない領域なのです(コラムB)。

そこで、エンジンに最適な回転数領域までは、回転数の増加に伴ってトルクも上昇し、あるところでピークを迎え、その後、下降する特性を持っています。クルマのエンジンの使える回転数領域は、無制限に広くとることは難しいのです。

そこでエンジン車の場合は、この単体特性を基に、4速や5速といった変速機(トランスミッション)を駆使することにより、低速回転(低速)時のトルクを上げつつ、高速でも走行できる高速回転の性能も作り出しています。

● エンジン車の駆動力と速度の関係

エンジンやモータの特性は上記のようにトルクと回転数の回転数で示しますが、クルマ駆動性能の指標としては、駆動力と速度の関係になります。図7に示すのは、4速手動変速機(マニュアル・トランスミッション)の最大駆動力線図です。各ギヤにおけるアクセル全開時の駆動力を示しています。

横軸に回転数ではなく“車速(=タイヤの回転数×タイヤ円周)”を、縦軸にトルクでなく“駆動力(=トルク/タイヤ半径)”を示していますが、本質的にはモータのT-N特性グラフと同じです。タイヤの項目が突然出てきましたが、同じ回転数だとタイヤの半径が大きいほうが速度を出せます。逆に半径の小さいタイヤのほうが駆動力は上がります(坂道を登りやすくなる)。

トルクと駆動力、回転数と速度と少し混乱しかかっているかもしれませんが、もう少し後でこれらディメンジョンの整理をすることにします。

● 走行抵抗はマイナスの駆動力

図7の縦軸には、走行路の勾配と速度に応じた“走行抵抗”も示しています。クルマの走行抵抗は、駆動力と逆向きに働く力です。

走行抵抗は、

- ① 勾配(坂道)抵抗
- ② 空気抵抗
- ③ 転がり抵抗
- ④ 加速抵抗

といろいろありますが、図7は、ある勾配を走行するときに生じる全走行抵抗を勘案しています。

道路の勾配とは、水平方向100mに対して垂直に何m上がっているかを表していて、単位は%になります。水平100mで5m上がれば、その勾配は+5%になります。“勾配による走行抵抗”は、勾配とクルマの走行する速度によって決まります。

クルマでは走行抵抗はきわめて重要です。つまり、

走行抵抗 < 駆動力

となると、クルマは加速します。また、

走行抵抗 = 駆動力

になると定速走行になります。もちろん

見本

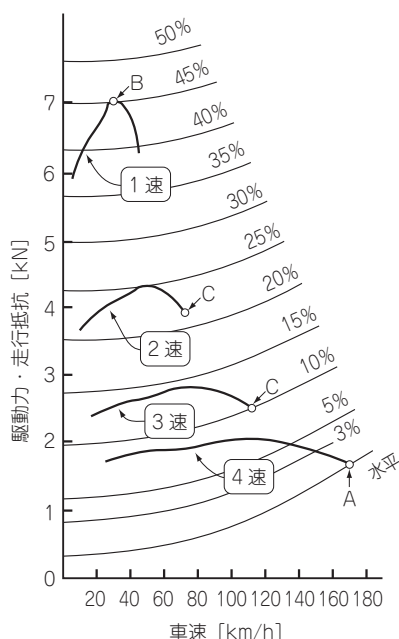


図7 駆動力と走行抵抗
4速手動変速機の場合

走行抵抗 > 駆動力

では、駆動しません。エンジン車だけでなくEVでも同じです。また、図7から、各勾配、各ギヤにおける最高速度が求まります。

つまり、図7のAが最高速度(4速時)、Bが登坂できる最高勾配、Cが2速・3速での最高速度のポイントということになります。

● モータの T-N 特性はエンジンとは逆の右肩下がり

エンジンに対してモータは、「低回転時に高トルク、高回転時に低トルク」という基本特性を持っています(図8)。EVの原動機として使う際には、このモータの基本特性をベースとして、モータのコイルに流す電流(相電流)をプログラムで制御することでトルク特性を作り、さらに適正な減速機と組み合わせることで望ましい走行特性を作り出しています。

市販のEVのトルク特性は、運転時に違和感がないよう、できるだけエンジン車の操作感(フィーリング)に近づけるように制御されています。

実際のEVの走行性能曲線の例を図9に示します。このように、原動機にモータを使うEVでは、もともと自動車として要求される「低速(低回転)高トルク、高速(高回転)低トルク」の特性のため、適正な減速比のギヤを用いることで、変速機なしでも全域走行が可能になります。その結果、ギヤ・チェンジでの加速ロスやトルク変動がなく、スムーズで力強い加速感が得られます。

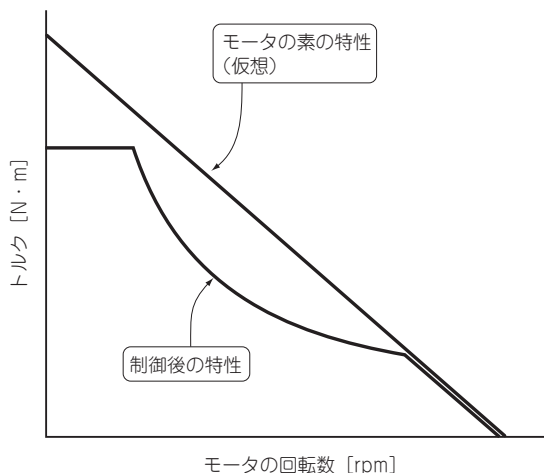


図8 モータの T-N 特性

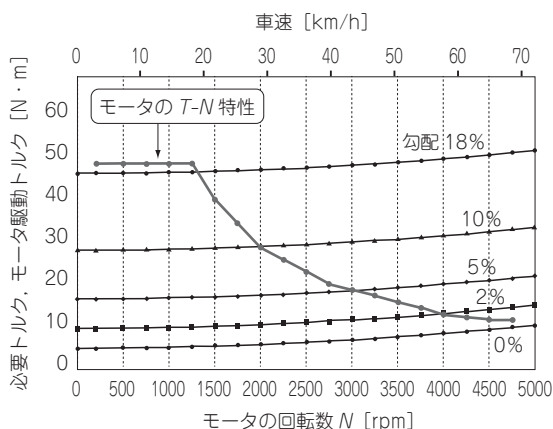


図9 EV用モータの走行性能曲線

各勾配を各車速で走行するための必要トルクを示したグラフの上に、モータの T-N 特性グラフ(モータの駆動トルクと回転数を示したものを)を重ねた。変速機を使わない場合、減速比は固定であるので、横軸の車速とモータの回転数は比例している。また、縦軸は、減速比やタイヤ径を考慮したモータ出力軸での必要トルク(および駆動トルク)で表している

2. EV とエネルギーと力

● 航続距離問題をクリアするには…

先に述べたように、EVの最大の課題は“航続距離”です。したがって手作りEVレースでは、航続距離を競うことが多いのです。航続距離を競うレースに参加しようと考えた場合も、使用電池の有限のエネルギーを「どのように消費していくか」の戦略がとても重要です。EVのモータ制御技術のキモともいえるところです。

そこでEVとエネルギーの話に入ります。少し混乱しやすいのは、いろいろなエネルギー系の用語とて

見本

Redefining Power Conversion

新しい材料 **GaN** [窒化ガリウム] で
未来のエネルギーに革命を

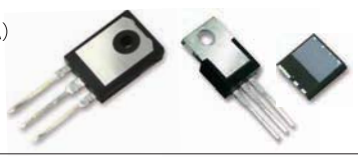


transphorm

Transphorm は高信頼性の 600V GaN パワーデバイスを提供しています。

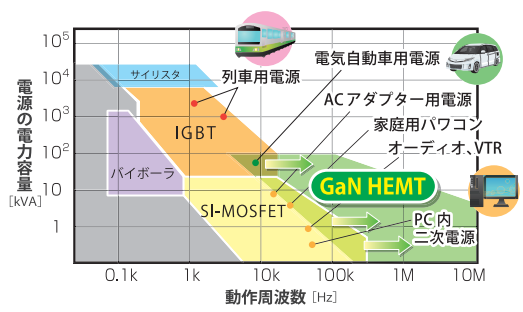
EZ-GaN™

- 世界初! 600V の高信頼性 GaN (9A/17A/34A)
- 超高速駆動で小型設計
- スイッチング損失を極限まで低減
- 多様な開発用評価ボード



GaN パワーデバイスがひらく新しい世界

GaN パワーデバイスならではの高速性能により、Si デバイスでは実現できなかった小型、高効率なパワーシステムへの道がひらかれました。
太陽光発電、IT 機器用電源、家電用電源装置、AC アダプタ、モーター駆動、さらには自動車用機器など、あらゆるアプリケーションで省エネルギーによる環境改善に貢献できます。



トランスフォーム・ジャパン株式会社
www.transphormjapan.com

神奈川県横浜市港北区新横浜 2-5-15 新横浜センタービル 9F
TEL: 045-471-1370 (代表) FAX: 045-471-1386
Twitter ID: @transphormjapan

富士通エレクトロニクス株式会社
045-415-5822

飯田通商株式会社
03-6866-7201

株式会社 UKC ホールディングス
03-5496-1128

雑誌 06664-09
© 2015.10.29



4910066640958
02400

見本