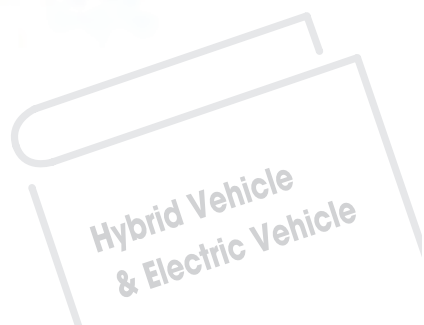


HV・EVの 技術解説

構造と整備

プリウス20・プリウス30
インサイト・リーフ



プリウス (NHW20) 構造の写真集



▲エンジン出力軸とプラネタリ・キャリア

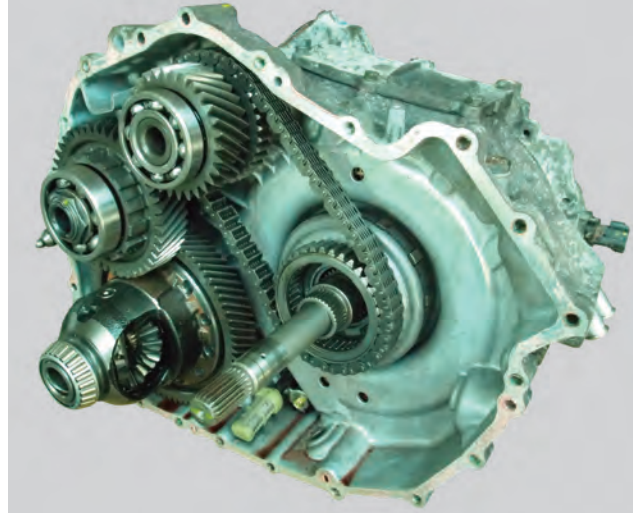


◀エンジン側のトランス
アクスル・タンパ



◀モータの外側端部に装着されている
オイル・ポンプ

トランスアクスル



◀トランスアクスルは、トランスアクスル・タンパ、モータ、ジェネレータ、チェーン、プラネタリ・ギヤ・ユニット、減速機構部、ディファレンシャルなどで構成されている



▲モータと直結しているインターナル・ギヤ



◀ジェネレータと直結しているサン・ギヤ



◀ポンプからのオイルはこの送油管を通じてモータとジェネレータ間のギヤ部に圧送される

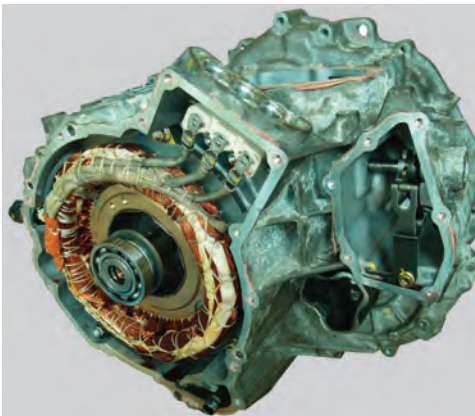


▲チェーンはサイレント式を採用



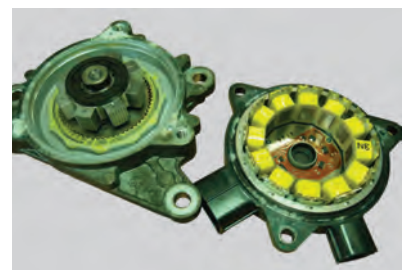
◀モータ・ケースに装着されているパーキング・ロック・アクチュエータ

モータ

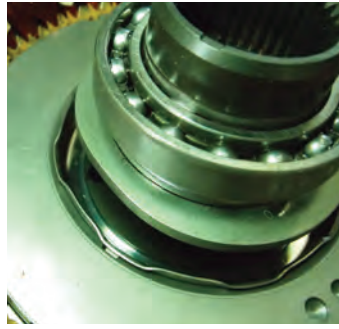
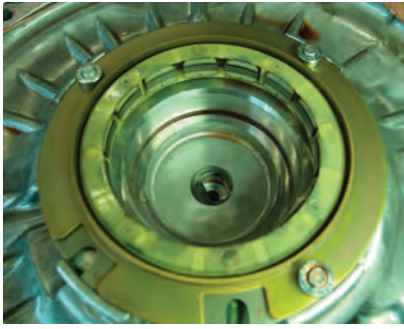


▲モータのロータ部とステータ・コイル

◀モータ ASSY



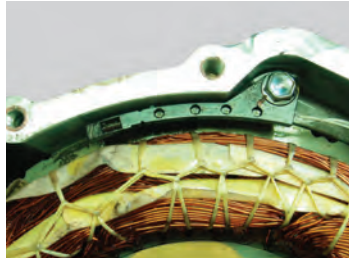
▲パーキング・ロック・アクチュエータの内部。ロータを回転させる



▲モータ用回転センサ（レゾルバ）のステータ（左）と楕円形のロータ（右）



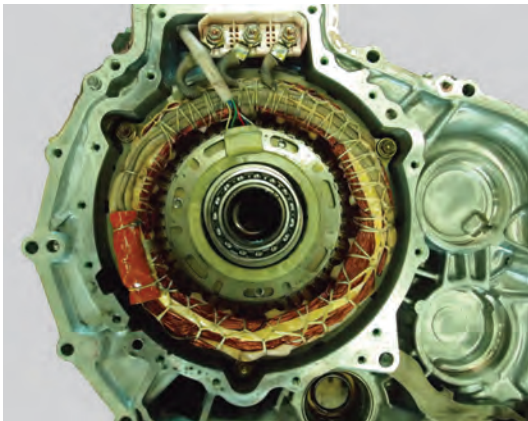
◀モータ・ケース上部の冷却用水路



▲モータ型式の鋳出。左側ドライブ・シャフト取付け部付近

◀モータのステータ・コイル付近に取り付けられている温度センサ

ジェネレータ



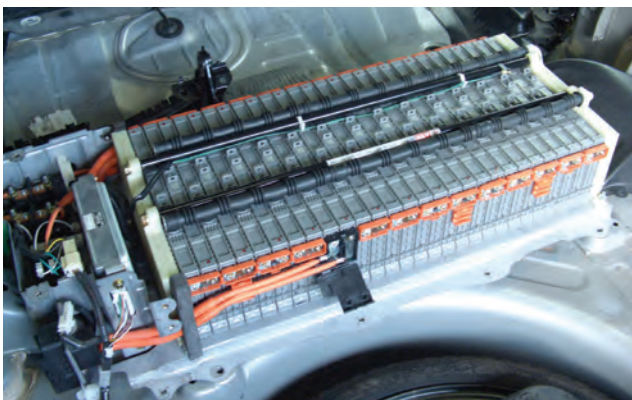
▼ロータに付いているバランス調整用の削り穴。



◀ジェネレータのエンジン側。ここにトランスアクスル・ダンパがはめこまれる

◀ジェネレータのステータ・コイル。モータと比べて径はほぼ同じであるが、厚さが大きく異なる

HV バッテリ



▲HV バッテリと機器類。バッテリーの上部にあるホースは水素排気チューブ

▶バッテリー関連の機器類。システム・メイン・リレーの他、バッテリー・コンピュータなどが納められている



◀HV バッテリは1モジュールごとにプラス端子とマイナス端子を交互に配置し、それを金具とナットで接続する構造になっている

■ 1. 低圧電気の基礎知識	
1. 低圧電気の危険性……………	12
2. 交流の一般知識……………	16
■ 2. HV・EVの基礎	
1. HVの基本的な仕組み……………	18
2. EVの基本的な仕組み……………	27
3. HVとEVの注意事項……………	31
■ 3. プリウス NHW20	
[構造・作動]	
1. 性能……………	34
2. THS IIの概要……………	35
3. THS IIシステム……………	37
4. HVバッテリー……………	56
5. 電動インバータ・エアコン……………	60
[点検・整備]	
6. HVの注意事項……………	63
7. サービス・プラグ・グリップ……………	65
8. 整備モード……………	67
9. ブレーキ・フルード交換（エア抜き）……………	68
10. インバータ用冷却水の交換……………	71
11. 高圧電気端子の脱着……………	72
■ 4. プリウス ZVW30	
[構造・作動]	
1. 性能……………	73
2. HVクーリング・システム……………	74
3. パワー・ケーブル……………	74
[点検・整備]	
4. HVの注意事項……………	75
5. サービス・プラグ・グリップ……………	77
6. 整備モード……………	78
7. ブレーキ・フルード取替……………	80
8. インバータ用冷却水の交換……………	82
■ 5. インサイト ZE2	
[構造・作動]	
1. 性能……………	83
2. 概要……………	83
3. システムの作動……………	85
4. メータ表示機能……………	86
5. オート・アイドル・ストップ・システム……………	87
6. 構成部品……………	88
[点検・整備]	
7. HVの注意事項……………	93
8. メイン・スイッチのOFFまたはON……………	95
9. オート・アイドル・ストップ・システム簡易点検……………	95
10. IMAシステム構成部品の脱着……………	96
■ 6. リーフ ZEO	
[構造・作動]	
1. 性能……………	98
2. EVコントロール・システム……………	99
3. 駆動モータ・システム……………	113
4. EVバッテリー・システム……………	118
5. 車両充電システム……………	124
6. 高電圧冷却システム……………	127
7. 減速機……………	129
8. 電制シフト……………	130
9. 電動型制御ブレーキ……………	134
10. 電動パーキング・ブレーキ・システム……………	138
11. エアコン・システム……………	141
12. 車両接近通報装置……………	143
13. 2ステップ&3ステップ・タイプコネクタ……………	145
[点検・整備]	
14. EVの注意事項……………	146
15. サービス・プラグ取り外し……………	148
16. コンデンサの放電点検……………	148
17. 電動パーキング・ブレーキ……………	149
18. ブレーキ・フルード……………	150
19. 高電圧冷却水の交換……………	150
20. ヒータ・フルードの交換……………	151
21. 減速機のアース・ブラシ……………	152
■ 7. 追加解説	
1. 駆動モータ……………	154
2. インバータ……………	163
3. 降圧・昇圧コンバータ……………	175
4. 駆動用バッテリー……………	185

《ご案内》

本書の「1. 低圧電気の基礎知識」では、救命処置の手順を省略してあります。詳しくは、弊社発行の「ハイブリッドカー整備マニュアル VOL.1」に収録してあります。

HV・EVの整備作業については、「ハイブリッドカー整備マニュアル VOL.1 (8モデル)」、「ハイブリッドカー整備マニュアル VOL.2 (8モデル)」、「HV・EV整備マニュアル VOL.3 (平成25年1月発行予定)」に車種別に作業方法を掲載しています。併せてご活用ください。

HV・EVに関する用語

1 車両関係の用語

- 一充電走行距離…駆動用バッテリーが完全充電状態から、ある定められた走行モードを連続走行可能な距離。単位は主に km。
- インホイール・モータ電気自動車…電動機を車両のホイールに内蔵した電気自動車。
- 回生…モータやジェネレータに発生する制動エネルギーを電気エネルギーに変換して電源に戻すこと。
- 回生制動…モータをジェネレータとして働かせ、発生した電力をバッテリーなどのエネルギー貯蔵装置に充電することによって制動力を得る方法。
- 駆動用バッテリー…HV・EVにおいて駆動モータに電力を供給するためのバッテリー。これに対し、本書では補機類の作動に使用する12Vのものを補機用バッテリーとした。
- 交流充電電力量…交流電源から充電器への入力電力量。単位はWh。普通充電では、200V（または100V）の単相交流が車載充電器に供給されており、これが交流充電電力量となる。
- 交流充電電力量消費率…充電器を含めた単位走行距離あたりの電力消費量。交流充電電力量／一充電走行距離で求められる。単位はWh/km。車両重量が同じであるとすると、バッテリーへの充電効率と駆動用モータの効率でほぼ数値が決まる。
- サーキット・ブレーカ…電気回路に異常電流が流れた場合に電流を遮断する装置。
- サービス・プラグ…駆動用バッテリーなどの点検、交換時などに電気回路を遮断する装置。駆動用バッテリー付近に装着されている。
- シリーズ・ハイブリッド車…車両の駆動力がモータだけから得られるハイブリッド車。シリーズは、「連続、一組、直列」の意。
- スイッチング・ノイズ…インバータ等のスイッチング回路から発生するノイズ。
- 実用最高速度…駆動用バッテリーが完全充電状態から30分間維持できる走行可能な最高速度。
- 制御装置過熱警報装置…主制御装置の温度が許容値を超えていることを警報する装置。
- 走行時電力量消費率…単位走行距離あたりの電力消費量。 $(\text{放電電力量} - \text{回生電力量}) / \text{一充電走行距離}$ で求められる。単位はWh/km。
- 走行（運転）可能表示灯…運転可能であることを表示する装置。READY表示。
- 電磁波障害…電気回路から発生する電磁波によって、有用な電波及び他の機器の正常な動作を妨害すること。
- 燃料電気自動車…燃料電池を電源とする電気自動車。
- バッテリー過熱警報装置…駆動用バッテリーの電解液または電槽の温度が許容値を超えていることを警報する装置。
- パラレル・ハイブリッド車…車両の駆動力がモータとエンジンの両方同時、または片方ずつから得られるハイブリッド車。パラレルは、「平行、電気の並列」の意。
- パワー・トレーン…パワー・ユニットとドライブ・トレーンを組み合わせたシステム。パワー・ユニットは、駆動モータやインバータ、ECUを含む。ドライブ・トレーンは、トランスミッションやディファレンシャルなどから構成される。プリウスの動力分割機構はプラネタリ・ギヤ・ユニットを利用したもので無段変速機能を備えており、一般車のATとドライブ・トレーンが大きく異なる。
- パラレル・シリーズ・ハイブリッド車…パラレルとシリーズの両方の機能を併せ持つハイブリッド車。
- プラグイン・ハイブリッド・ビークル（PHV）…外部から充電するためのプラグを備えたHV。

1. 低圧電気の基礎知識

1 低圧電気の危険性

1 電気の区分

電気は直流と交流があり、更に厚生労働省の関係法令により低圧、高圧及び特別高圧の3種類に分けられている。

《電圧の種別 安衛則第36条》

	直流 (DC)	交流 (AC)
特別高圧	7000V 超	
高圧	750V 超 7000V 以下	600V 超 7000V 以下
低圧	750V 以下	600V 以下

※安衛側：労働安全衛生規則

HV・EV は、駆動バッテリーからインバータまでは直流、そしてインバータから駆動モータまでは交流となっており、直流と交流の両方が使われている。

本書で取り上げている HV・EV において、直流と交流の別及び電圧は次のとおりである。

《HV・EV が使用する電流と電圧》

車種	駆動バッテリー	昇圧コンバータ	インバータ	駆動モータ
プリウス NHW20	直流 201.6V	⇒直流 500V	直流⇒交流	交流
プリウス ZVW30	直流 201.6V	⇒直流 650V	直流⇒交流	交流
インサイト ZE2	直流 100V	—	直流⇒交流	交流
リーフ ZE0	直流 360V	—	直流⇒交流	交流

インバータでは直流から駆動モータ用の三相交流に変換する。駆動モータに発生するトルクは電流にほぼ比例するため、インバータで直流から交流に変換する際、電圧を調整することでトルクを制御している。また、駆動モータの回転数は三相交流の周波数により決定される。このことから、インバータからモータに出力する交流は、電圧と周波数が調整されている。

2 感電死亡事故の状況

次の表は、平成 16 年から平成 22 年までの感電死亡事故件数をまとめたものである（安全衛生情報センター調べ）。平成 22 年において、感電死亡事故は 12 件発生した。また、平成 22 年の感電死傷事故件数は、118 件であった。このうち、起因別に分類すると、「電気設備」によるものが 83 件と最も多かった。

《感電死亡事故件数の推移》

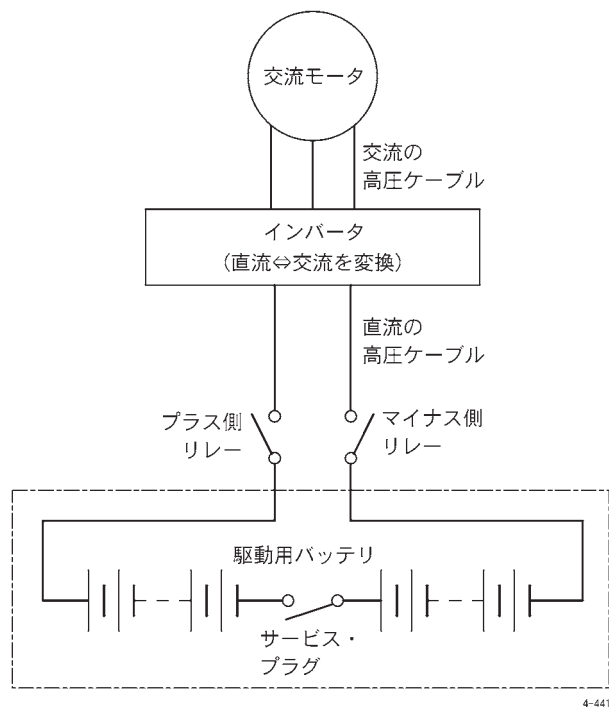
年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年
件数	23	28	19	14	21	14	12

安衛則第 97 条（労働者死傷病報告）によると、事業者は労働者が労働災害等により負傷、死亡、又は休業したとき、遅滞なく労働者死傷病報告書を所轄労働基準監督署長に提出しなければならない。この規定に基づき、事業者から労働災害の報告がなされている。

3 HV・EVで考えられる感電事故

HV・EVでは、駆動バッテリーからの高圧ケーブルがプラス側、マイナス側それぞれ別個に配線されている。補機用バッテリーのように、ボデー・アースはとられていない。また、駆動バッテリーの出力付近にプラス用とマイナス用のメイン・リレーが配置されている。パワー・スイッチ OFFの状態では、2個のリレーは共に接点開となっている。

一方、駆動バッテリーは各モジュールまたはセル（単電池）が直列に接続されており、中間付近にサービス・プラグ（メイン・スイッチ）が直列に配置されている。点検整備時や事故時はこのサービス・プラグを取り外すことで、駆動用バッテリーの内部でも電気回路が遮断される（図1-1）。



《図1-1 高圧ケーブルとスイッチ》

このような状態では、意識して感電事故を起こさない限り、なかなか事故は起きるものではない。逆に、事故が起きない設計としてある。

考えられる感電事故の原因として、事故車の状態と作業者のミスが挙げられる。

事故により駆動用バッテリー付近が損傷し、サービス・プラグ（メイン・スイッチ）が取り外せない場合はどうするのか。更に、パワー・スイッチが OFF に出来ない、ヒューズが外せない、ゼロ・ボルトが確認できない、等さまざまな状態が考えられる。1人で判断してはならない。

もう一つの原因である作業者のミスは、いくつかの原因が重なることで発生する。メイン・スイッチを OFF にしたので、サービス・プラグ（メイン・スイッチ）の取り外しを省略した。補機バッテリーを取り外すと初期化が面倒なので、取り付けのまま作業した。他の人が絶縁手袋を使っていたので、やむを得ず素手で作業した、など。一つ一つの不適切な作業は、それ単独で感電事故は起きない。しかし、こうした「慣れ」による不適切な作業が重なると、感電事故だけでなくさまざまな事故を引き起こす。

2. HV・EVの基礎

1 HVの基本的な仕組み

1 ハイブリッド・システムの種類

ハイブリッド・システムとは、ガソリン・エンジンとモータのように2種類の動力源を組み合わせる使用するパワー・トレインを呼ぶ。このシステムの特徴は、走行条件に応じてガソリン・エンジンと駆動モータ、またはディーゼル・エンジンと駆動モータを巧みに使い分け、それぞれの持つ長所を活かしつつ、不得意な部分を補うことができる点にある。このため、滑らかでレスポンスの良い動力性能を得ることができる。更に、燃料消費や排出ガスを大幅に抑制できる。

ハイブリッド・システムは、効率の面から三相交流の駆動モータが用いられている。一方、駆動用バッテリーは高圧の直流である。また、エンジンの動力を元にしてジェネレータが発電する電気は、三相交流である。駆動輪から駆動モータにより回生される電気も、三相交流である。このように、システム中には高圧直流と三相交流が混在する。高圧直流と三相交流を変換する装置がインバータである。



ハイブリッド・システムは、動力源の組み合わせ方によりシリーズ、パラレル、パラレル・シリーズの3種類ある。また、本書で収録している車種は次のとおりである。

HVの車種	システムの種類
プリウス NHW20	パラレル・シリーズ
プリウス ZVW30	パラレル・シリーズ
インサイト ZE2	パラレル

〔1〕シリーズ・ハイブリッド・システム

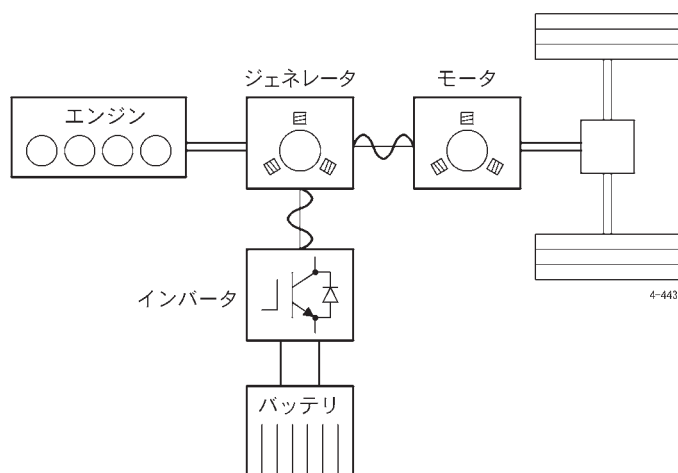
シリーズ・ハイブリッド・システムは、駆動モータのみによって自動車を駆動する。駆動モータ⇒駆動輪への関係が直列的（シリーズ）であるため、このように呼ばれる（図2-1）。エンジンは、駆動モータ及び駆動用バッテリーへの電力供給源として機能する。

エンジンの動力によりジェネレータが三相交流を発電すると、その電力は駆動モータに供給されるとともに、インバータを介して駆動用バッテリーに充電される。より大きなモータ出力が必要なときは、エンジン回転速度を上げて発電量を増やすとともに、駆動用バッテリーからの放電量も増やす。

エンジンの動力をどのように使うかによって、このシステムは2つの考え方がある。

1つは、要求される駆動力に関係なく、エンジンを常に出力効率が最も高い運転領域で回転させるというものである。ジェネレータは要求される駆動力に応じて、モータに三相交流を送電するとともに、残った電力はインバータを介して駆動用バッテリーに充電する。要求される駆動力がジェネレータ発電量を上回る場合は、駆動用バッテリーがインバータを介して電力を供給する。駆動輪からの回生時は、駆動モータが三相交流を発電し、インバータを介して駆動用バッテリーに充電する。この考え方に従うと、エンジンは小型・低出力で済むが、駆動用バッテリーは大きな容量が要求される。駆動力の変動は、主に駆動用バッテリーが対応する。

もう1つの考え方は、要求される駆動力に応じてエンジン出力を調整するというものである。要求される駆動力が大きい場合は、エンジン回転数を上げてジェネレータ発電量を増やし、駆動モータ出力を高める。要求される駆動力が小さい場合は、エンジン回転数を下げてジェネレータ発電量を減らす。この考え方では、エンジンの動力による駆動用バッテリーへの充電は、最低限に抑えられる。駆動用バッテリーは、主に回生電流の充電用に用いられる。また、駆動力の変動は、主にエンジンが対応する。



《図2-1 シリーズ・ハイブリッド》

〔2〕 平行・ハイブリッド・システム

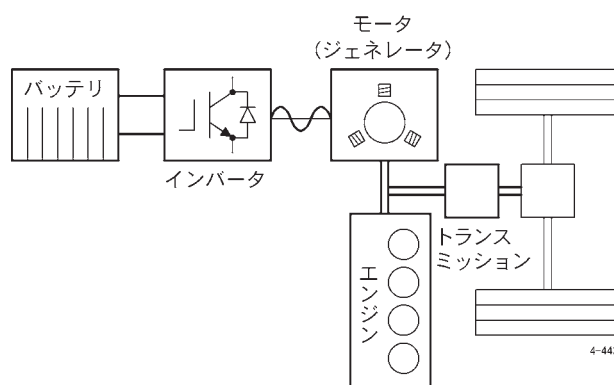
平行・ハイブリッド・システムは、エンジンと駆動モータの両方で自動車を駆動する。エンジンと駆動モータからの駆動輪への動力伝達が並列的（平行）であるため、このように呼ばれる。図2-2では、エンジンと駆動モータが直結されているが、間にクラッチを介しているものもある。

このシステムでは、自動車の加速時にエンジンの動力を駆動モータが補助する。減速時は、駆動モータをジェネレータとして機能させ、インバータを介して回生電流を駆動用バッテリーに充電する。

駆動用バッテリーの充電状況が良好な場合、低速走行時は駆動モータの動力だけで走行する。これは、エンジンの低負荷・低回転域では出力効率が悪いためである。また、エンジンの効率が良くなる高負荷・中回転域ではエンジンのみで走行し、駆動モータは使わない。

駆動用バッテリーの充電状況が悪化すると、通常の走行時であっても駆動モータをジェネレータとして機能させ、インバータを介して駆動用バッテリーを充電する。

自動車が停止し、駆動用バッテリーが一定以上充電されている状態では、アイドリング・ストップする。



《図2-2 平行・ハイブリッド》

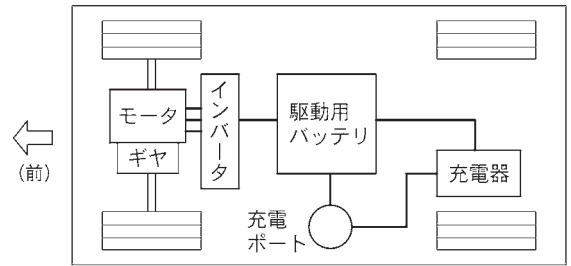
ホンダ・インサイトに採用されているトランスミッションは、CVT式を採用している。ただし、トルク・コンバータは装着されていない。内部のスタート・クラッチ圧を制御することで、スムーズな発進を行っている。なお、燃費向上のため、ブレーキ・ペダルを踏んでいるときのクリープ力は、ブレーキ・ペダルを踏んでいないときのクリープ力より弱く設定してある。

2 EVの基本的な仕組み

1 基本構造

(1) パワー・トレーン

図2-13は、高圧電流の流れをまとめたものである。高圧電流は、充電ポート⇒車載充電器⇒駆動用バッテリー⇒インバータ⇒駆動用モータへと流れる。ただし、急速充電の場合は、充電用電流が駆動用バッテリーへ直接流れる。



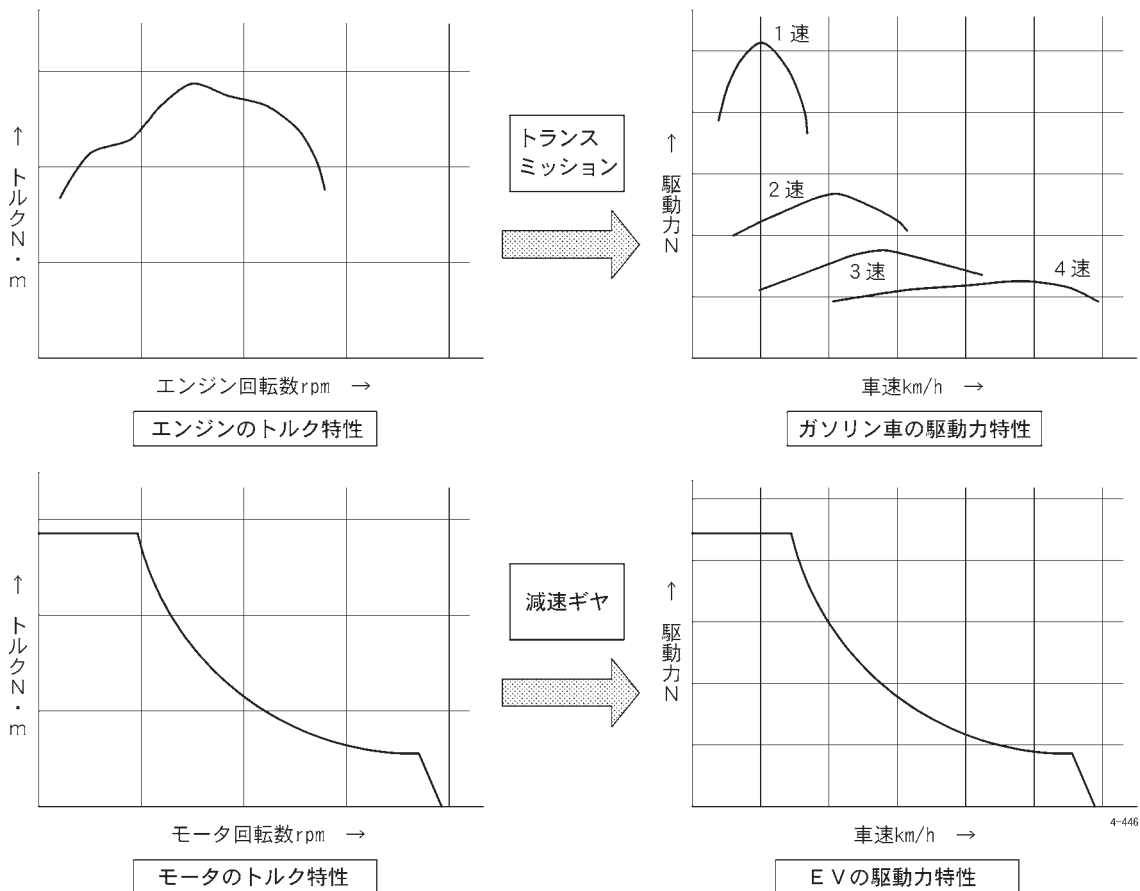
《図2-13 EVの高圧電流の流れ》

駆動用モータによる動力は、減速ギヤを介してファイナル・ギヤに伝えられる。トランスアクスル内にはトルク・コンバータやCVTなどのトランスミッションが用いられていない。モータの動力は、減速ギヤとディファレンシャルを介してホイール側に伝わる。これは、駆動用モータの特性による。

図2-14は、ガソリン・エンジン車とEVについて、トルク特性と駆動力特性などをまとめたものである。

エンジンは、回転速度を上げないとトルクが大きくなる。また、最高回転速度がモータに比べて低い。こうした特性から、ガソリン車はトランスミッションを用いて、低速時は減速比を大きくして駆動力を高めている。また、高速時は変速比を小さくして駆動力を低くしている。

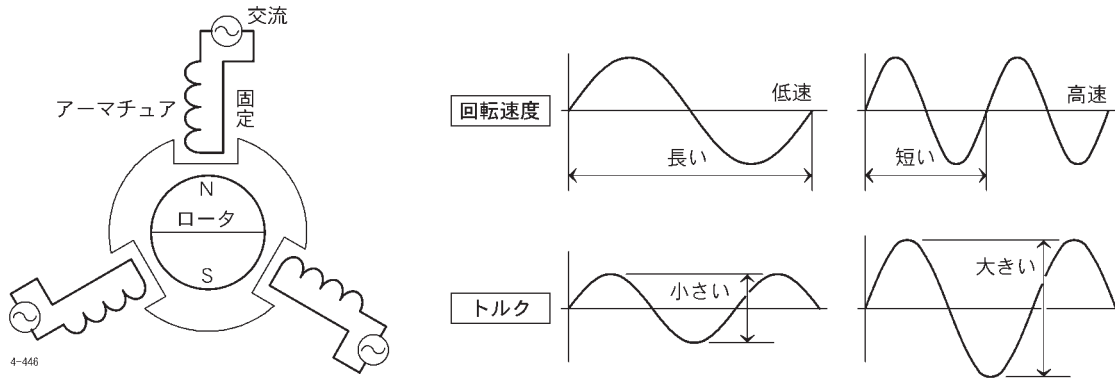
これに対し、モータは理想的なトルク特性を備えている。低速時はトルクが最大で、回転速度が高くなるに従って、トルクが緩やかに低下する。また、最高回転速度は一般的なガソリン・エンジンの約6000rpmに比べて非常に高く、リーフのEM61型モータは10,390rpmとなっている。この結果、トランスミッションは必要とせず、減速ギヤだけで済むようになっている。



《図2-14 トルク特性と駆動力特性の比較》

EVにトルク・コンバータが不要なのは、当然である。アイドリングがなく、しかもアクセル・ペダルでモータの回転数とトルクを細かく制御できるため、あえてトルク・コンバータを設ける必要がない。

駆動用モータは、永久磁石型同期モータが使われている。このモータはコイルを巻いたアーマチュア（固定子）と、鉄心と永久磁石から成るロータで構成されている。電力は三相交流が使われる。アーマチュアに流す三相交流で回転磁界を作ると、これに同期した速度でロータが回転する。従って、モータの回転速度は交流の周波数で、そしてトルクは流す電流の量でそれぞれ調整する。ただし、図2-15では交流がきれいな正弦波で描かれているが、実際はパルス幅変調（PWM）制御されるため、その平均的な電圧が正弦波となる。



《図2-15 永久磁石型同期モータの構造と交流の制御》

駆動用モータに三相交流を供給しているのがインバータである。インバータは駆動用バッテリーからの高圧直流をモータ用の三相交流に変換する働きをする。また、モータ・コントローラからの制御信号により、交流の周波数と交流の大きさを調整する。直流から交流への変換は、スイッチング素子により直流を断続することにより行っている。

〔2〕 駆動用バッテリーと高圧配線

EVの駆動用バッテリーは、リチウムイオン二次電池が使われている。

リーフは、4枚のセル（ラミネート構造）を1つにまとめたモジュールを48個直列に接続してある。定格電圧が360.0Vであることから、 $360.0V / 48$ 個となり、1個あたりの電圧が7.5Vとなる。リチウムイオン二次電池の公称電圧は3.6～3.7Vであることから、モジュール内では4個のセルが直列と並列を組み合わせて接続されていることになる。

リーフは、駆動用バッテリーがフロア下面、充電器がリヤ・ボデーに取り付けられている。駆動用バッテリーからの充放電電流は、全てDC/DCジャンクション・ボックスを介して流れる。DC/DCジャンクション・ボックス～インバータ～駆動モータの流れは、HVシステムと同じである。HVシステムと異なるのは、容量である。

リーフの電動コンプレッサはDCブラシレス・モータが使われ、DC/DCジャンクション・ボックスから直流の電力を受けている。モータ内部では、インバータにより三相交流に変換してモータに電力供給する。これに対し、プリウスNHW20はコンプレッサ用モータに三相交流を供給する。実は、プリウスはインバータ内に電動コンプレッサ用のインバータ回路を別に備えており、そこで負荷に応じた三相交流に変換している。

リーフのメーカー資料によると、モータの駆動軸に発生する電気ノイズは、ギヤを介して減速機のメイン・シャフトに伝わり、ブラシにより減速機ケースに落としている。

なお、図2-16では充電ポート～充電器間の高圧配線が車両右側を通っているが、実際は車両中央を通っている。

3. プリウス NHW20

構造・作動

1 性能

車両型式	ZA-NHW20	
車両重量 (kg)	1250 ~ 1300	
燃料消費率 (km/L)	10・15 モード	30.0 ~ 35.5
	JC08 モード	—
最高速度 (km/h)	165 (推定)	
ハイブリッド方式	パラレル・シリーズ	

エンジン型式	1NZ-FXE
エンジン排気量 (cc)	1496
最高出力 (ネット) [kW (PS) /rpm]	57 (77) /5000
最大トルク (ネット) [N・m (kgf・m) /rpm]	115 (11.7) /4200

モータ型式	3CM
種類	交流同期電動機 (永久磁石式同期型モータ)
定格電圧 (V)	500
最高出力 [kW (PS) /rpm]	50 (68) /1200 ~ 1540
最大トルク [N・m (kgf・m) /rpm]	400 (40.8) / 0 ~ 1200
冷却方法	水冷式

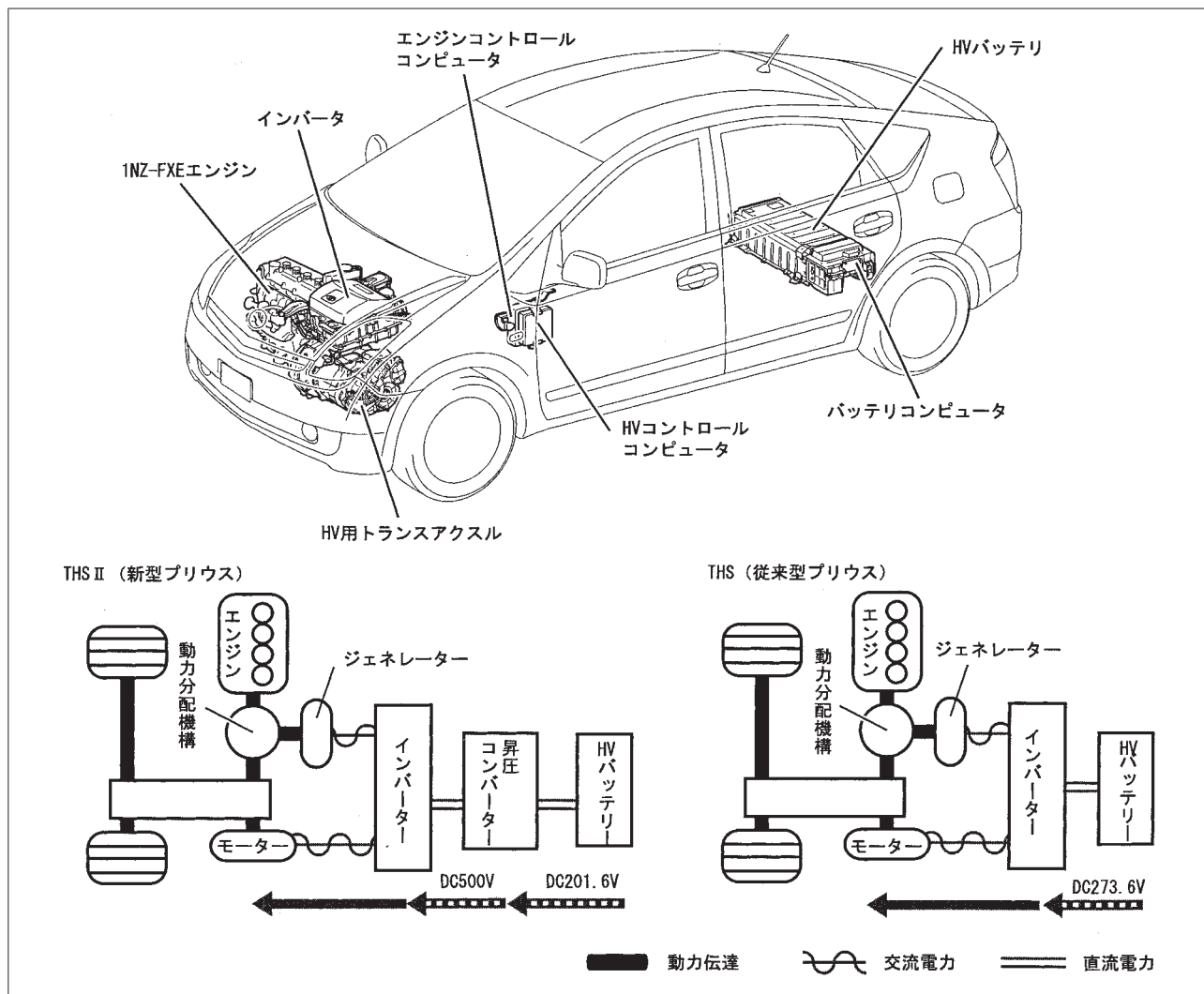
《HV バッテリー》

種類	ニッケル・水素電池
構成	6 セル×28 モジュール
セル総数	168
定格電圧 (V)	201.6
容量 (Ah)	6.5 (3 時間率容量)
重量 (kg)	—
冷却方法	電動ファン空冷式

2 THS IIの概要

THSは、TOYOTA Hybrid Systemの略である。プリウス NHW10にはTHSが採用されていたが、プリウス NHW20では、THS IIが採用されている。

THS IIでは、モータ及びジェネレータとHVバッテリー間の電圧を201.6Vから最大500Vまで変換する昇圧コンバータを採用したことにより、モータ、ジェネレータを高電圧で駆動することが可能になった。これにより、小電流での電力供給による電気損失を抑制するとともに、モータの高出力化を実現した。



1 THS II作動の基本的な考え方

アクセル・ペダルで要求される駆動力を、エンジン及びモータの駆動力によりまかなう。

エンジンは最適燃費線上（あらかじめ設定された燃料消費率が良い高トルク域）で作動する。エンジンが効率の悪い低負荷の領域では、エンジンを使わずモータで走行する。

HVバッテリーの充電状態を一定に保つため、SOC値を検出する。SOC値低下時は、エンジン出力を上げて発電し、SOC値を回復させる。

2 リンクレス式アクセル系を採用

ETCS-i（1弁式電子制御スロットル・ボデー）を採用することで、アクセル・ペダルとスロットル・ボデー間をリンクレスとした。各種センサーからの信号によって、エンジンECUとハイブリッドECUがスロットル・バルブ開度を決定することで、運転状態及びバッテリー充電状態に応じたきめ細かいスロットル制御を可能とした。

4. プリウス ZVW30

構造・作動

1 性能

車両型式	DAA-ZVW30	
車両重量 (kg)	1310 ~ 1400	
燃料消費率 (km/L)	10・15 モード	35.5 ~ 38.0
	JC08 モード	30.4 ~ 32.6
最高速度 (km/h)	—	
ハイブリッド方式	パラレル・シリーズ	

エンジン型式	2ZR-FXE
エンジン排気量 (cc)	1797
最高出力 (ネット) [kW (PS) /rpm]	73 (99) /5800
最大トルク (ネット) [N・m (kgf・m) /rpm]	142 (14.5) /4500

モータ型式 (MG2)	3JM
種類	交流同期電動機
定格電圧 (V)	650
最高出力 [kW (PS) /rpm]	60 (82) /1500
最大トルク [N・m (kgf・m) /rpm]	207 (21.1) /1000
冷却方法	空冷式

《HV バッテリ》

種類	ニッケル・水素電池
構成	6 セル× 28 モジュール
セル総数	168
定格電圧 (V)	201.6
容量 (Ah)	6.5 (3 時間率容量)
重量 (kg)	—
冷却方法	電動ファン空冷式

◆プリウス NHW20 からの HV システムに関する主な変更内容 (編集部)

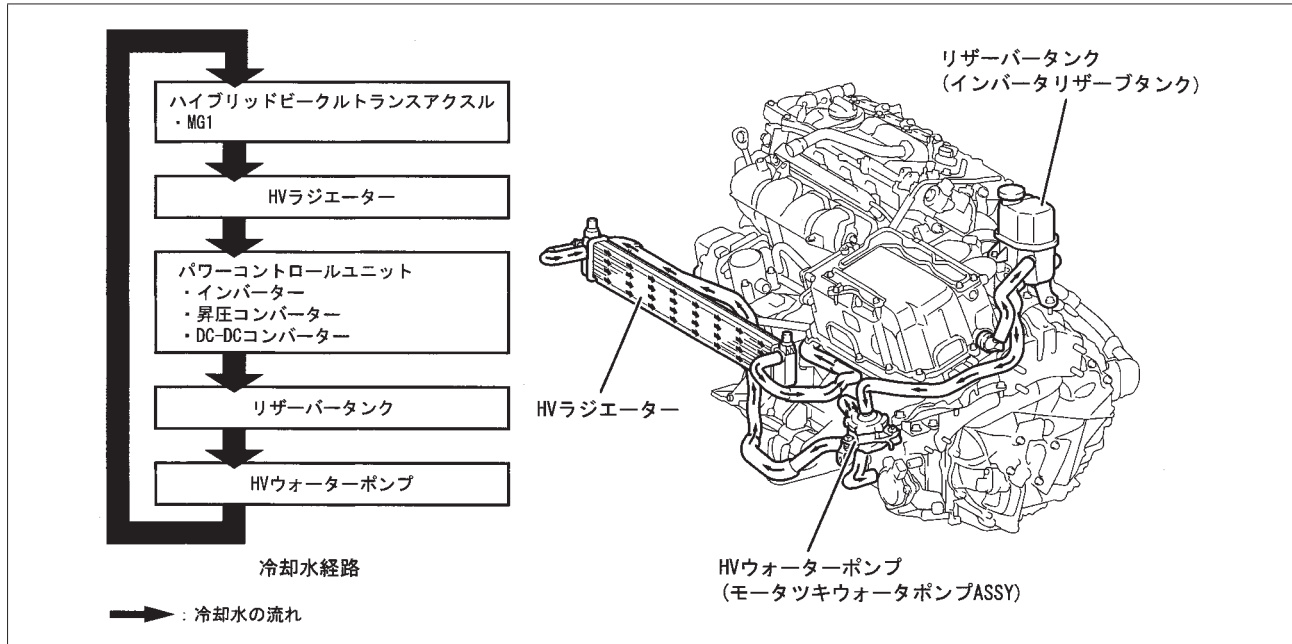
1. 新たに、モータ・リダクション (リダクション・プラネタリ・ギヤ) 機構を採用した。MG 2 の回転は、この機構により減速してファイナル・ギヤに伝えられるが、トルクは増大する。また、減速・制動時は、駆動輪から増速されて MG 2 を高速回転させる。
2. HV バッテリの電圧は従来と同じ 201.6V であるが、昇圧コンバータによる昇圧が従来の最大 500V から最大 650V に高められている。
3. 従来のジェネレータ、モータを、それぞれ MG 1、MG 2 に名称変更した。MG 1 は、HV バッテリの充電や MG 2 の駆動用電力を供給するとともに、エンジン始動用のスタータ機能がある。また、MG 2 はエンジンの補助動力源として単独で作動したり、エンジンの出力を補助する。回生制動時は発電し、HV バッテリに充電する。
4. MG 1 の冷却方式を水冷式としたのに対し、MG 2 の冷却方式は空冷式を採用した。
5. HV クーリング・システムをエンジン冷却用から完全に独立させた。新たに HV 用のラジエータを設けた。
6. HV バッテリのパワー・ケーブル接続位置が、従来のバッテリー左側からバッテリー右側に変更された。また、サービス・プラグ・グリップ取り付け位置も変更された。

2 HVクーリング・システム

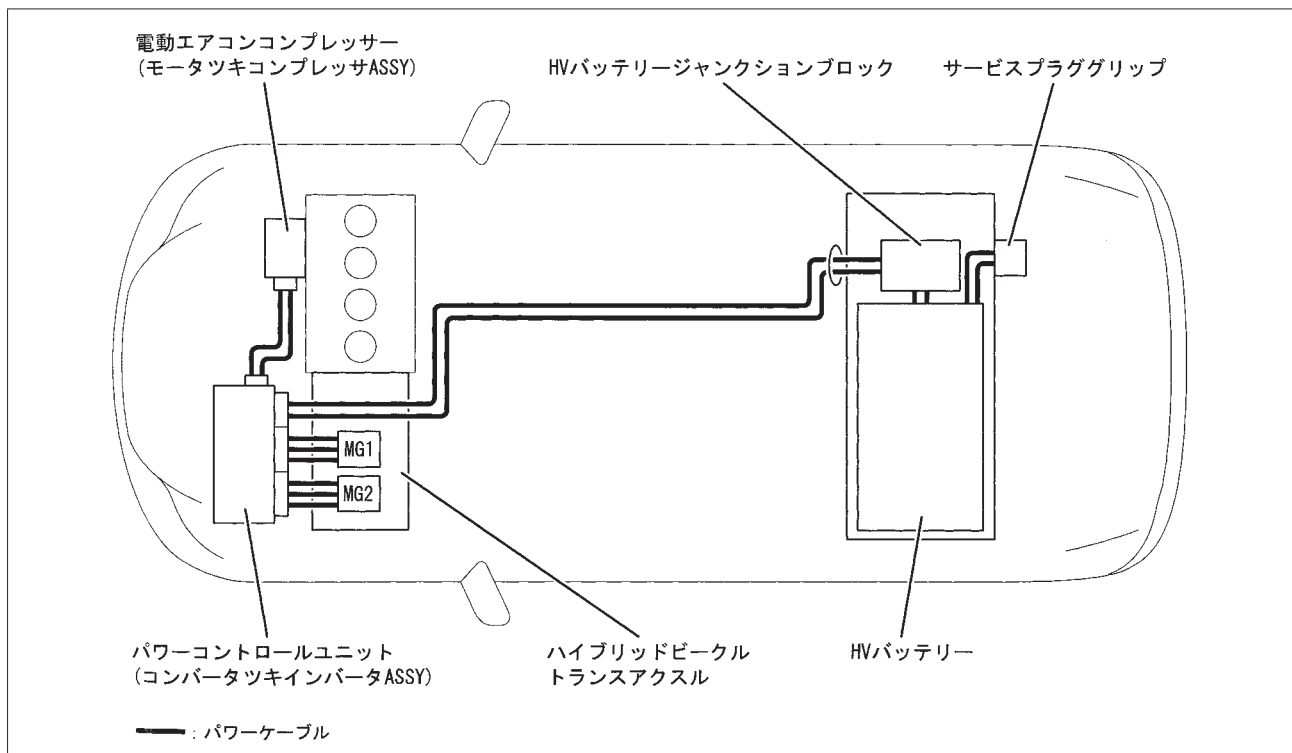
HVクーリング・システムは、エンジン冷却用クーリング・システムから冷却水経路を独立させ、HVシステム専用のHVラジエーター、HVウォータ・ポンプおよびリザーバ・タンクなどを設定することで、インバータ、昇圧コンバータ、DC-DCコンバータ、およびMG1を冷却する水冷式のクーリング・システムとした。

HVラジエーターをエンジン冷却用ラジエーターの前面に設置し、クーリング・ファン・システムを共有化することで、HVクーリング・システムの省スペース化を図った。

パワー・マネジメント・コントロール・コンピュータ（HV機能）は、冷却水、パワー・コントロール・ユニット内各部、MG1およびMG2の温度を基に、HVウォータ・ポンプを3段階に可変制御するとともに、冷却水温度が設定値以上になると、クーリング・ファンの駆動要求信号をエンジン・コントロール・コンピュータへ送信する。



3 パワー・ケーブル



15. インサイト ZE2

構造・作動

1 性能

車両型式	DAA-ZE2	
車両重量 (kg)	1190 ~ 1200	
燃料消費率 (km/L)	10・15 モード	28.0 ~ 30.0
	JC08 モード	24.0 ~ 26.0
最高速度 (km/h)	180 (推定)	
ハイブリッド方式	パラレル・シリーズ	

エンジン型式	LDA
エンジン排気量 (cc)	1339
最高出力 (ネット) [kW (PS) /rpm]	65 (88) /5800
最大トルク (ネット) [N・m (kgf・m) /rpm]	121 (12.3) /4500

モータ型式	MF6
種類	三相交流同期電動機
定格電圧 (V)	100
最高出力 [kW (PS) /rpm]	10 (14) /1500
最大トルク [N・m (kgf・m) /rpm]	78 (8.0) /1000
冷却方法	空冷式

《IMA バッテリ》

種類	ニッケル・水素電池
構成	12 セル×7 モジュール
セル総数	84
定格電圧 (V)	100
容量 (Ah)	5.75
重量 (kg)	約 30
冷却方法	電動ファン空冷式

2 概要

IMA (Integrated Motor Assisted) システムは、主動力としてのガソリン・エンジンに加えて、補助動力としての電気モータ (IMA モータ) による駆動を行う高効率のパラレル (並列) HV システムである。

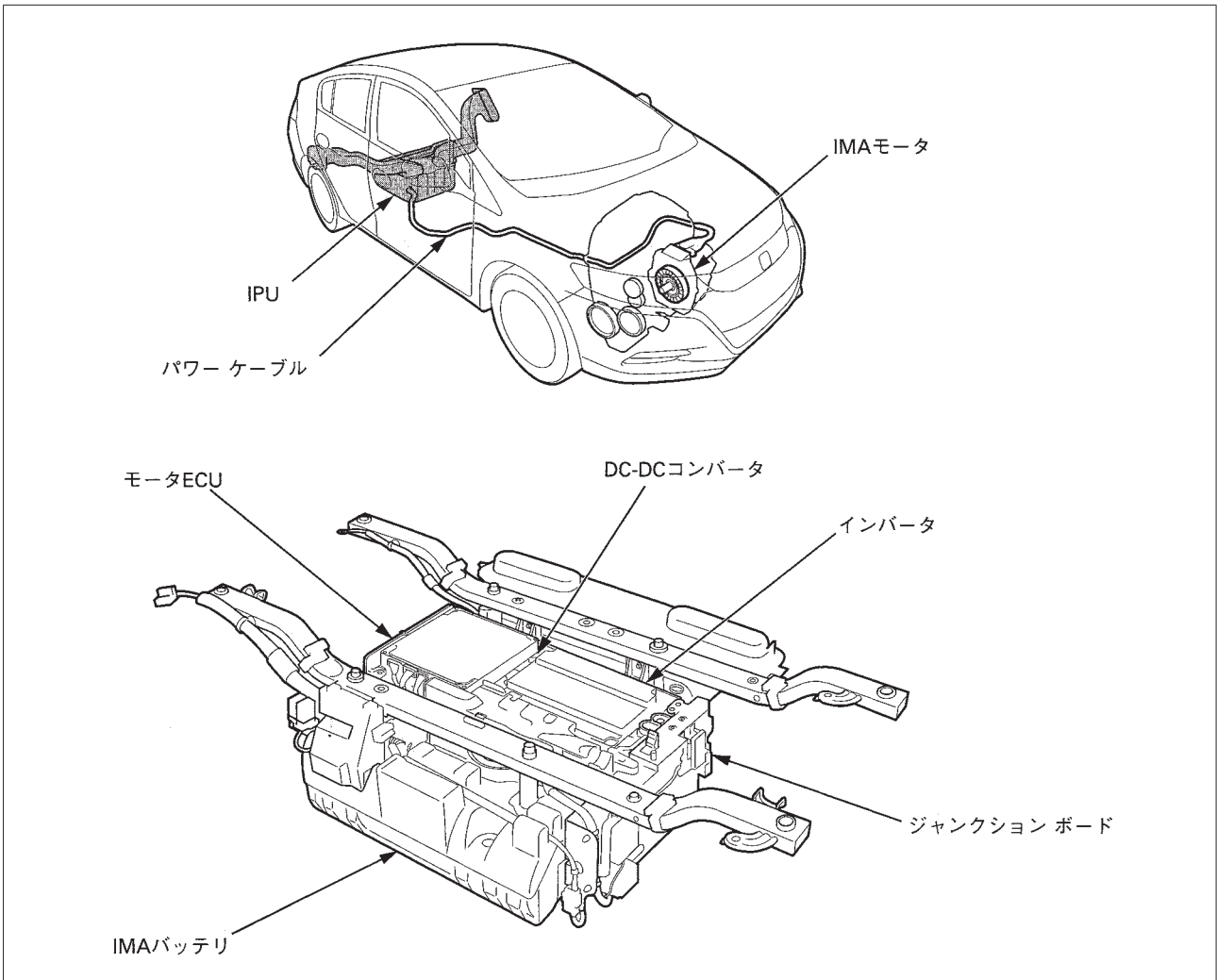
組み合わされるガソリン・エンジンは、1.3L直列4気筒のLDA型である。i-Dsl (2点位相差点火) システム、i-VTECなどを採用することにより、消費燃料と排出ガスの低減を図っている。

また、エンジンのクランクシャフトに直結された IMA モータは、車輪の駆動を行うモータとしての機能の他に、減速時などに発電を行うジェネレータとしての機能と、エンジンを始動するスタータとしての機能を併せ持っている。

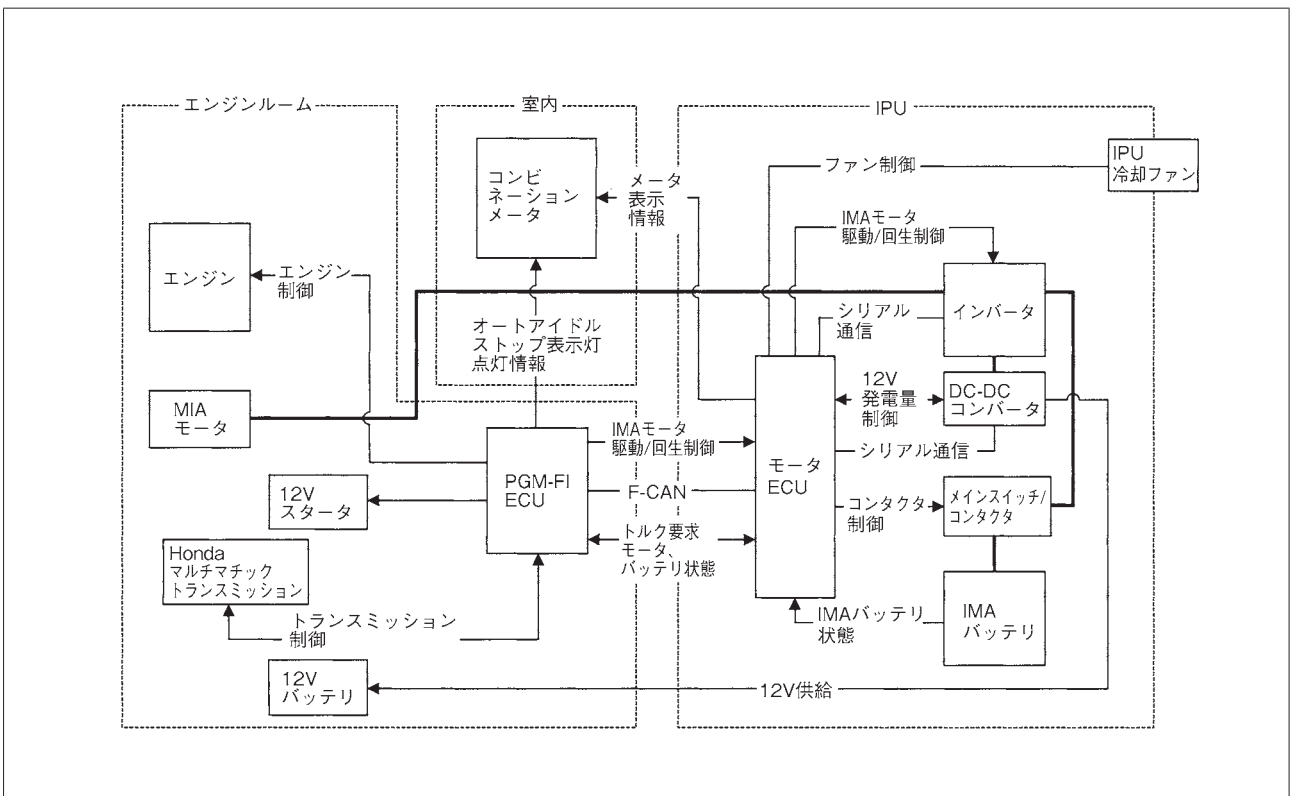
システムは、DC100V の IMA バッテリ、交流同期式の IMA モータ、およびそれらの制御装置と補機類で構成されている。荷室下部の IPU (インテリジェント・パワー・ユニット) 内には、IMA バッテリ、インバータ、モータ ECU、DC - DC コンバータなどが搭載されている。直流の高電圧回路を IPU 内に集中配置することにより安全性の向上を図っている。

IMA システムでは、通常は使用していない減速時のエネルギーを電気エネルギーに回生しているため、燃費を向上することができる。また、モータのアシストにより出力を約 10% 増大させている。

〔構成図〕



〔システム図〕



6. リーフ ZEO

構造・作動

1 性能

車両型式	ZAA-ZEO
車両重量 (kg)	1520
JC08 モード交流電力量消費率 (国土交通省審査値) Wh/km	124
JC08 モード1 充電走行距離 (国土交通省審査値) km	200
最高速度 (km/h)	140 以上

モータ型式	EM61
定格出力 (kW/rpm)	80/6150
最高出力 (ネット) [kW (PS) /rpm]	80 (109) /2730-9800
最大トルク (ネット) [N・m (kgf・m) /rpm]	280 (28.6) /0-2730
最高回転数 (rpm)	10,390
冷却方法	水冷式

《駆動用バッテリー》

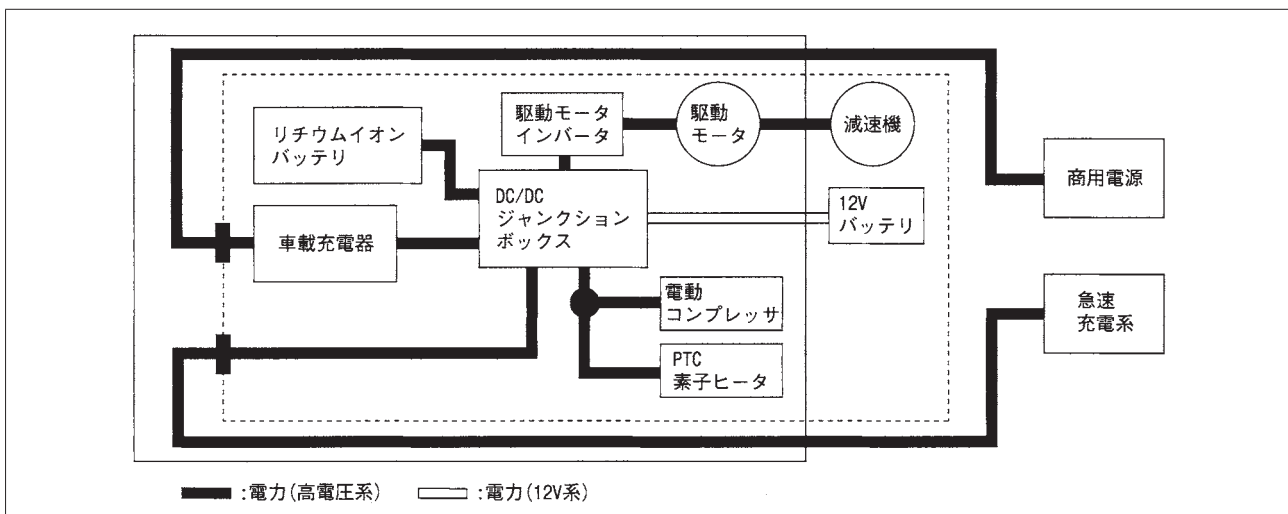
種類	リチウムイオン二次電池
構成	48 モジュール (192 セル)
定格電圧 (V)	360
総電力量 (kWh)	24
バッテリー・パック重量 (kg)	294

《駆動用バッテリー充電時間》

充電方法	充電目安時間
普通充電 (AC200V)	満充電まで約 8 時間
普通充電 (AC100V)	満充電まで約 28 時間
急速充電	充電量 80% まで約 30 分

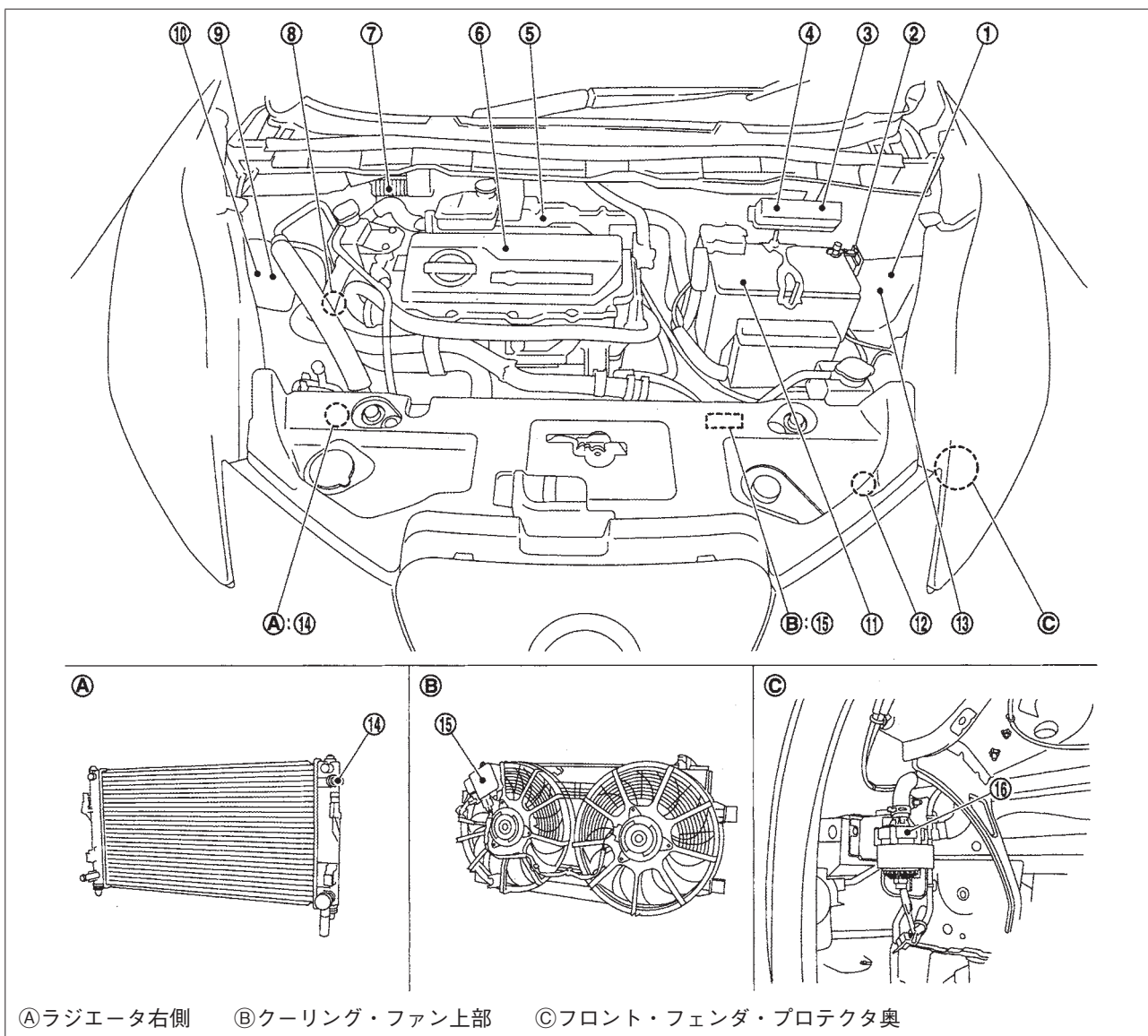
※ EV 用充電ケーブル (EVSE) は、普通充電 (AC200V) 用のものが標準装備。

〔システム図〕



2 EVコントロール・システム

〔モータ・ルーム 部品取付位置〕



① F/S リレー (IPDM E/R)	② バッテリ電流センサ (バッテリ温度センサ内蔵)
③ M/C リレー	④ リバース・ランプ・リレー
⑤ DC/DC ジャンクション・ボックス	⑥ 駆動モータ・インバータ
⑦ 電動型制御ブレーキ・ユニット	⑧ 電動ウォータ・ポンプ 1
⑨ F/S CHG リレー	⑩ A/C リレー
⑪ 12V バッテリ	⑫ 冷媒圧力センサ
⑬ SSOFF リレー (IPDM E/R)	⑭ 水温センサ
⑮ クーリング・ファン・コントロール・モジュール	⑯ 電動ウォータ・ポンプ 2

17. 追加解説

1 駆動モータ

1 モータの基本原理

(1) 直流モータ

直流モータは、図7-1のように界磁電流を流すことにより電磁石となるフィールド、コイルが巻いてあって回転するアーマチュア、アーマチュア・コイルに電機子電流を供給するブラシとコンミュテータで構成されている。界磁電流を流すと、フィールドとアーマチュア間のエア・ギャップに磁束が発生する。この状態で、アーマチュア・コイルに電機子電流を流すと、フレミングの左手の法則（図7-2）により、アーマチュア・コイルには図の矢印の方向に次の力（F）が発生する。なお、フレミングの左手の法則は磁界中の導体に電流を流すと、導体に力が発生するというものである。

$$\textcircled{\text{C}} F = B \times I \times l$$

ここで、Bは磁束密度、Iは電機子電流、lは磁界中のアーマチュア・コイルの長さとする。また、アーマチュア中心からコイルまでの半径をrとすれば、 $F \times r$ がモータに発生するトルクとなる。

トルクによりロータが回転すると、ブラシに接触するコンミュテータが切り替わるため、アーマチュア・コイルに流れる電流の向きが逆となり、引き続きモータを回転させようとするトルクが発生する。

直流モータは、ブラシとコンミュテータの働きにより直流電源を接続するだけで回転させることができる。

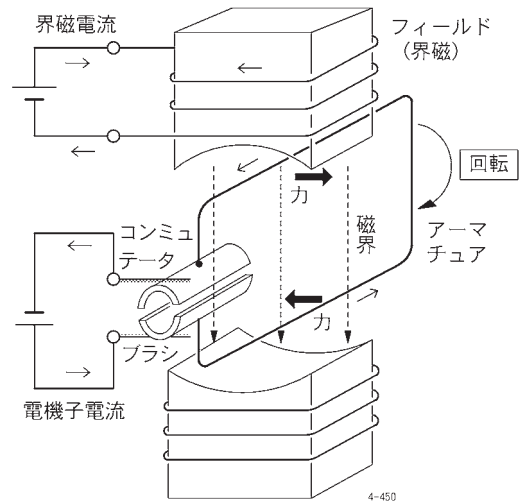
モータが回転すると、電磁誘導という現象が同時に発生する。フレミングの右手の法則（図7-3）によると、磁界中にある導体が移動すると、導体に起電力（E）が発生する。

$$\textcircled{\text{C}} E = B \times l \times V$$

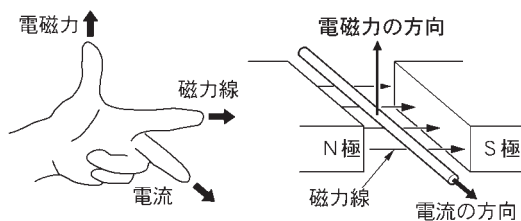
ここで、Vは導体の移動速度とする。

この起電力（E）の向きは、電機子電流の方向と逆になるため、モータでは逆起電力と呼ばれる。

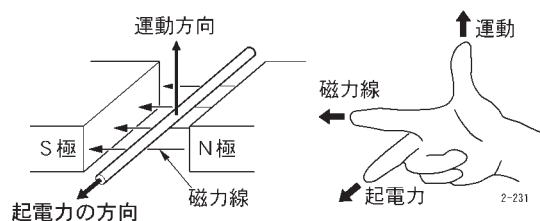
モータのアーマチュアを外部から回すと、フレミングの右手の法則により、アーマチュア・コイルの両端子に起電力（E）が発生する。この場合の電圧を誘導電圧という。



《図7-1 直流モータの原理》



《図7-2 フレミングの左手の法則》



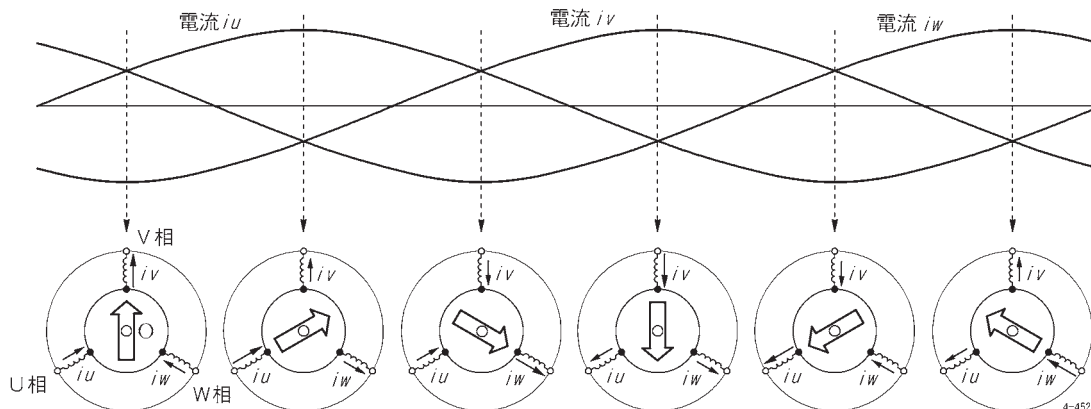
《図7-3 フレミングの右手の法則》

2 交流モータ

〔1〕三相交流と回転磁界

図7-4のように120°ずつずらして配置したコイルに、120°ずつ位相をずらした正弦波交流を流し、コイルの中心点Oに発生する磁界について考えてみる。

各コイルをU相、V相、W相とし、U相コイルに流す電流を i_u 、V相コイルに流す電流を i_v 、W相コイルに流す電流を i_w とする。各コイルが作る磁界はコイルに流れる電流に比例する。また、合成磁界はベクトルとして考えることができるため、各位置の合成磁界は中心点の矢印となる。この矢印は右方向に回転していることから、合成磁界は回転磁界であることがわかる。また、回転は電源周波数に同期している。



《図7-4 三相交流による回転磁界の発生》

この回転磁界の中心に磁石や細長い鉄棒を配置すると、電源周波数に同期して回転する。磁石を配置した場合は、回転磁界によりステータにN極とS極が生じ、磁石の異極と吸引するとともに同極とは反発し、これが回転トルクとなる。鉄棒を配置した場合は、ステータのN極またはS極と鉄棒の端部が吸引することで回転トルクが発生する。

以上が交流同期モータの原理である。

回転磁界については、直流モータもブラシとコンミュテータを使うことで得ている。コイルに流す電流の向きを機械的に切り替えて回転磁界を発生させている。

〔2〕種類と特徴

かつてEVの駆動モータには直流モータが使われていた。直流モータは制御がしやすいという利点があるが、ブラシを使用しているため、定期的な保守点検が必要となる。これに対し、交流モータはブラシレス構造であるため保守点検が必要ない。交流モータの種類ごとに主な特徴をまとめると、次のとおりである。誘導モータ以外は全て同期モータとなる。

《HV・EVに用いられる交流モータ》

種類	トルク	長所	短所	
誘導モータ	電磁力トルク	堅牢で安価、弱め磁界が簡単	効率が低い、ロータが発熱	
永久磁石型同期モータ	表面磁石同期モータ	マグネット・トルク	高効率、ロータ構造が簡単	磁石が高価、高温で熱減磁
	埋込磁石同期モータ	マグネット・トルク＋リラクタンس・トルク	高効率、トルクが大きい	磁石が高価、ロータ構造が複雑
同期リラクタンス・モータ	リラクタンス・トルク	ロータ構造が簡単、最高回転速度が高い	効率がやや低い	
スイッチト・リラクタンス・モータ	リラクタンス・トルク	ロータ構造が簡単、最高回転速度が高い	効率がやや低い、振動・騒音	

《資料転載協力》

- トヨタ自動車(株)
- 本田技研工業(株)
- 日産自動車(株)

【ご注意】

本書は、各自動車メーカーが発行する各種技術マニュアル・データをもとにして編集してあります。各種技術マニュアル・データからの編集にあたり、小社は各自動車メーカーからあらかじめ図版等の使用許諾を得て本書に使用しています。従って、図版等についての著作権は、各自動車メーカーに帰属します。

本書の著作権は小社及び各自動車メーカーが有しています。著作権者に無断でコピーしたり、画像データ等にして送信することは、たとえ一部であっても著作権法違反となります。

HV・EVの技術解説 構造と整備

-
- 発行所 株式会社 自動車公論社
〒110-0005
東京都台東区上野3-1-8 佐藤ビル4F
TEL 03-3837-5730 (代) FAX 03-3837-5740
 - 発行日 平成24年10月
 - 印刷 平成24年10月
 - 定価 2,800円 送料200円 (共に税込み)
-