

PART1

電気・電子の
基礎知識

P.5

1-1	電気の基礎	6
1-2	電気配線図と配線記号	9
1-3	電圧、電流、抵抗の関係 その1	12
1-4	電圧、電流、抵抗の関係 その2	16
1-5	抵抗に電流が流れると……電圧降下	20
1-6	電力	24
1-7	配線にも抵抗が……電気抵抗	26
1-8	抵抗をつなぐと	30
1-9	接触抵抗	34
1-10	電流の三大作用-発熱作用 その1	36
1-11	電流の三大作用-磁気作用 その1	40
1-12	電流の三大作用-磁気作用 その2	45
1-13	電流の三大作用-磁気作用 その3	50
1-14	電流の三大作用-磁気作用 その4	55
1-15	磁気は電気を作る その1	59
1-16	磁気は電気を作る その2	63
1-17	半導体素子の作用と特性 ダイオード その1	68
1-18	半導体素子の作用と特性 ダイオード その2	72
1-19	半導体素子の作用と特性 トランジスタ その1	79
1-20	半導体素子の作用と特性 トランジスタ その2	82
1-21	半導体素子の作用と特性 トランジスタ その3	86
1-22	交流の基礎知識 その1	91
1-23	交流の基礎知識 その2	95
1-24	交流の基礎知識 その3	99
1-25	交流の基礎知識 その4	103
1-26	キルヒホッフの法則	107

なるほど！よくわかる！

電動車整備のための

電気・電子の
基礎知識

PART2

自動車部品と電気

P.111

2-1	電気回路の故障診断	その1	112
2-2	電気回路の故障診断	その2	117
2-3	電気回路の故障診断	その3	122
2-4	電気回路の故障診断	その4	126
2-5	制御回路の基礎	その1	130
2-6	制御回路の基礎	その2	132
2-7	制御回路の基礎	その3	136
2-8	バッテリー	その1 自動車とバッテリー	140
2-9	バッテリー	その2 鉛バッテリー	144
2-10	バッテリー	その3 ニッケル水素電池	148
2-11	バッテリー	その4 リチウムイオン電池	151
2-12	バッテリー	その5 燃料電池	153
2-13	電気二重層キャパシタ		157
2-14	コンデンサ		159
2-15	電池の仕様に使われる用語と単位		164
2-16	電動コンプレッサー		167
2-17	パワーウィンドウシステムの構造と整備	その1	172
2-18	パワーウィンドウシステムの構造と整備	その2	177
2-19	ステアリングバイワイヤ		181

PART3

電動車の構造と電気回路

P.183

3-1	電動システムの電気回路	その1	184
3-2	電動システムの電気回路	その2	189
3-3	各種電動車の電気回路の特徴	バッテリー EV	193
3-4	各種電動車の電気回路の特徴	ハイブリッドEV	198

PART1

電気・電子の基礎知識

1-1 電気の基礎

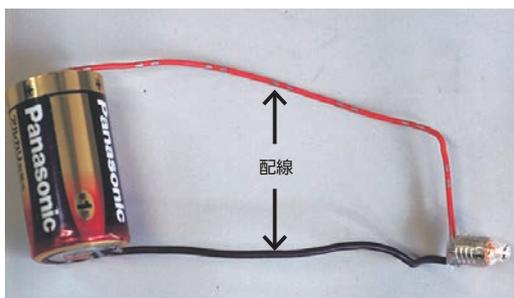
電装品と関係ない整備はまれ

今や自動車は電気・電子のかたまりと化しています。高度に電子化された自動車では、コンピューターだけでも100個近く搭載されているといわれる時代です。そのため、電気・電子装置電装品の整備と関係しない分解整備や車体整備はほとんどないといえます。钣金塗装をするには钣金塗装の専門知識が、分解整備をするには分解整備の専門知識が必要です。同様に電気・電子装置の整備には、電気・電子の専門知識が必要となります。

電気装置の基本は

乾電池に配線をして第1図のようにつなぐと豆電球が点灯します。乾電池の片方には電気の取り出し口（出口）が、反対側には電気の回収口（入り口）が設けられています（第2図①）。この出口と入り口のことを「端子」といいます。同様に、豆電球にも電気の入り口と出口、つまり端子が2つ設けられています（第2図②）。そして、乾電池の端子と豆電球の端子を互いにつなぐと豆電球が点灯します。

自動車の電装品も、基本はこの乾電池と豆電球の関係とまったく同じです。つまり、乾電池をつなげば豆電球が点く……ということが分かれば、自動車の電装品の作動は理解できるということです。もちろん、正しい整備も可能です。というわけで、食わず嫌いにならないで先に進むことにしましょう。



第1図 乾電池に豆電球を配線でつなぐと、豆電球が点灯する。自動車の電気装置も、基本はこれとまったく同じである

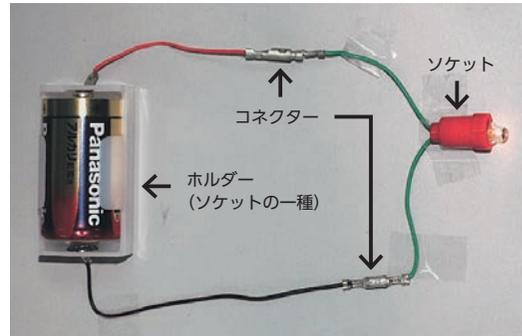


第2図 乾電池には、電気の出口と入り口の2つの端子がある。豆電球にも同様に、電気の入り口と出口の2つの端子がある

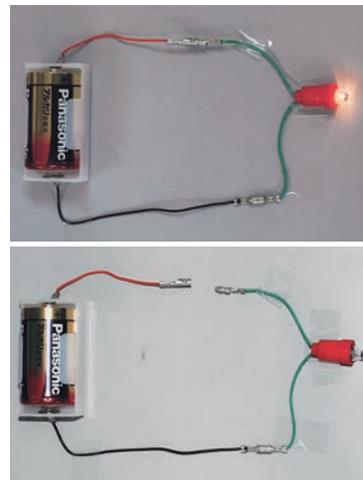
実際には

現実には、配線以外に何も使わないで第1図のように乾電池と豆電球の端子をつなぎ合わせることは困難です。したがって、両者を簡単につなぎ合わせる部品が用意されています。その部品を使い、乾電池と豆電球をつなぐと第3図のようになります。乾電池や豆電球の端子に直接つなぐ部品は「ソケット」などと称されています。ソケットにも端子が設けられていて、乾電池や豆電球の端子とソケットの端子を簡単に接触させる構造上の工夫（ネジやスナップ）がなされています。

また、ソケットの端子には乾電池と豆電球の端子同士をつなぐための配線が取り付けられています。その配線の末端には、配線と配線を簡単につなぐことができるように工夫した構造の「コネクター」という部品が装着されています。つまりコネクターもソケットと同じで、相手の端子と直接触れる端子があり、その端子に配線がつながれた構造になっています。よって、ソケットをコネクターと称しているケースもあります。



第3図 各部品の端子同士をつなぎやすくするための部品が準備されている。ソケットやコネクターなどである。それらを使って乾電池と豆電球の端子をつなぐとこのようになる。ただし豆電球は点き放しになる



第4図 豆電球を点けたい時は、コネクターを全部つないでやれば良い。また、消したい時はコネクターをどれか一つ外せば良い。ただし、実際の自動車でするのは無理である

さらに

実際の電気装置には、さらに欠かせない部品があります。それは「スイッチ」です。スイッチは乾電池の端子と豆電球の端子をつないだ状態にしたり、つながらない状態にしたりする部品です。なぜスイッチが必要かという点、豆電球を点け放しではなく、点けたり消したりしたいからです。

消したい時は乾電池か豆電球または配線のいずれかの端子を離し、点けたい時はつなげば良いのです（第4図）。しかし現実には、その作業をするのは無理です。感電するかも知れません。また、何度も繰り返して切り離したりつないだりすると、コネクターやソケットが壊れてしまいます。そして、何よりも面倒です。これらのマイナス点を一挙に解決するのがスイッチです。

PART2

自動車部品と電気

2-1 電気回路の故障診断 その1

PART1では、電気の基礎について学んできました。PART2からは、もう少し実際の仕事に近い内容について説明します。まずは、電気回路＝電気装置の故障診断です。今まで通り電気の理屈から入るのではなく、もっと身近ないつもの水装置（第1図）を使いながら考えてみたいと思います。

水車が回らない……

水装置において、「バルブを全開にしても、水車が回らない」という故障が発生したとしましょう。この故障の原因として考えられることを列記してください。

- ①水管がどこかで完全に詰まっているかも……
- ②ポンプの吐出圧が0であるかも……
- ③水車が壊れているかも……

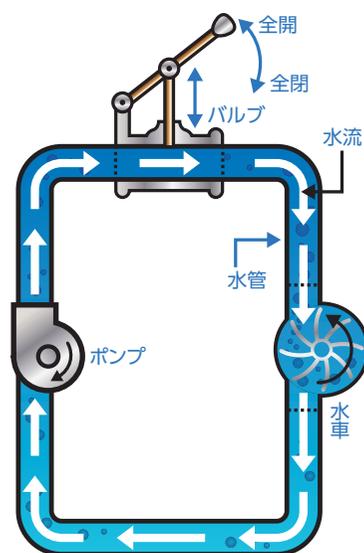
といった原因が考えられることは、だれでも簡単に答えることができるでしょう。

電気回路に置き換えると

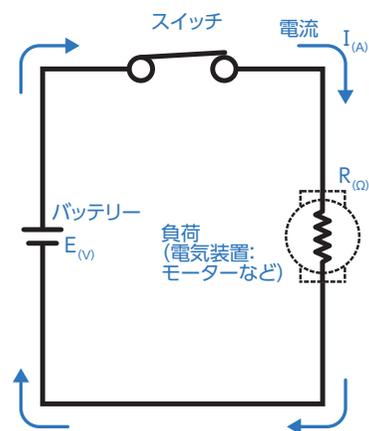
電気回路（第2図）において“水車が回らない”のは、“電気装置（電装品）が動かない”ということです。ちなみに電装品は、モーターやランプ、電磁石（電磁弁）などいろいろあります。

(1) 水管がどこかで完全に詰まっているかも……

自動車の電気回路では、水管は配線でした。したがって、水管の詰まり＝配線の断線ということになります。また、電気回路では抵抗（負荷）も配線の役目をしています。したが



第1図 水装置に置き換えて、電気回路の故障原因を考える



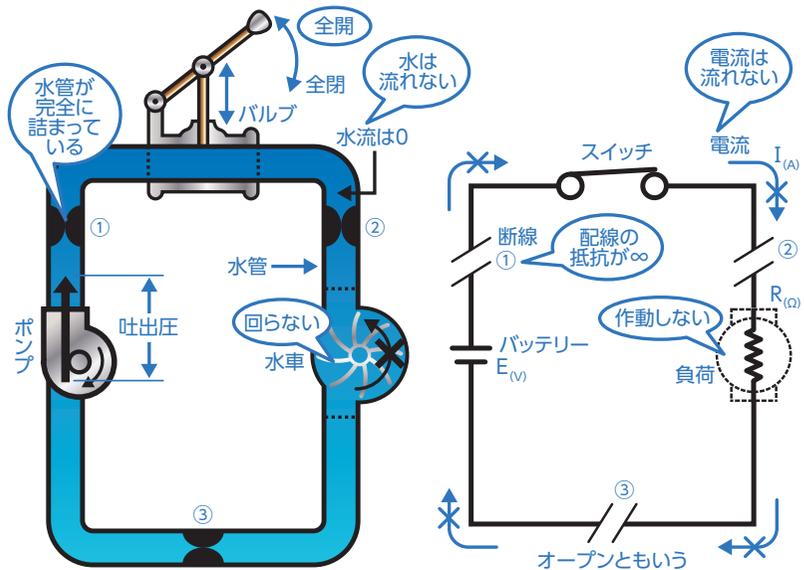
第2図 第1図の水装置を電気回路に置き換えると……

って配線の断線=抵抗の断線 ($\infty\Omega$) とも考えられます。つまり、水管の詰まり=配線または抵抗の断線 (後述) ということになります (第3図)。

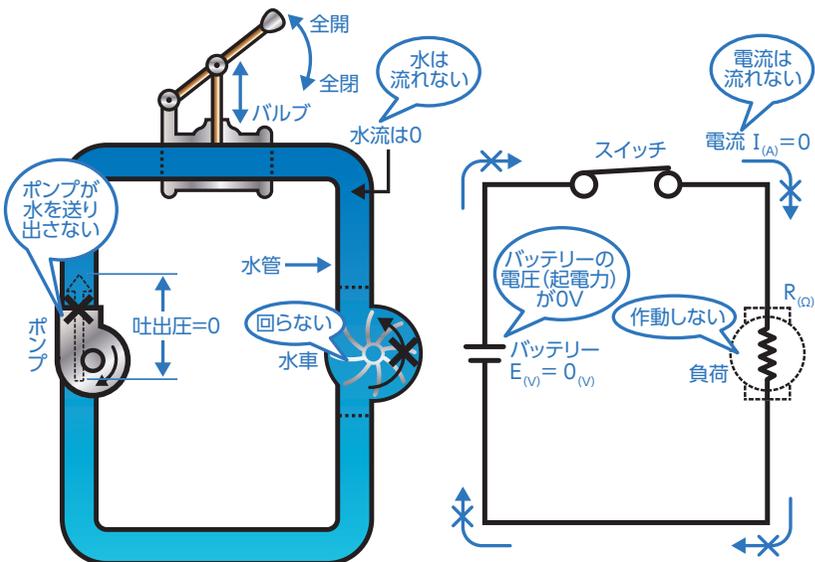
(2) ポンプの吐出圧が0であるかも……

ポンプはバッテリー、吐出圧はバッテリー (電源) の電圧でした。したがって、ポンプの吐出圧 0 = バッテリーの電圧が $0V$ ということになります。ちなみにバッテリーの電圧が $0V$ になった状態を“バッテリー上がり”と称しています (第4図)。

第3図 水管の詰まり=配線が断線している場合



第4図 ポンプの吐出圧が 0 = バッテリーの電圧が $0V$ の場合



(3) 水車が壊れているかも……

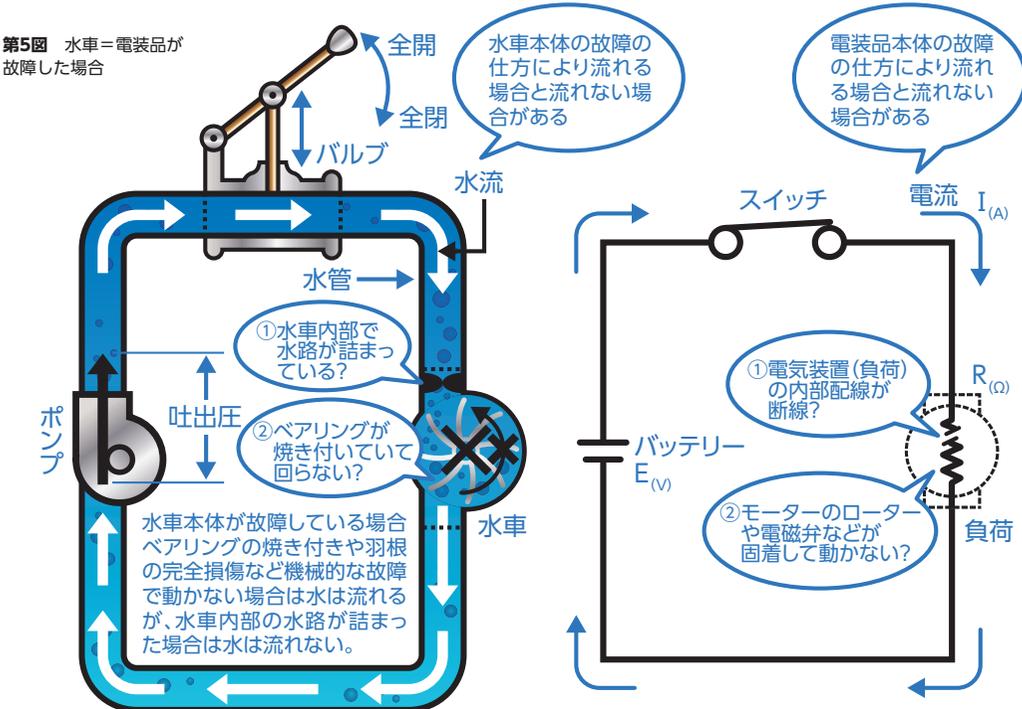
水車は電装品でした。したがって、「水車が壊れている＝電装品本体が壊れている」ということになります。なお、水車（本体）の故障といってもいろいろあります。たとえば、羽根車やそのベアリングが焼き付いてしまっているような機械的故障。そしてもう一つは、羽根車本体内の水路（＝内部水管）が完全に詰まってしまっていることもありえます。

ところで電装品は、電気的には“負荷”と称していました。そして、負荷は電装品内部の抵抗でもあります。したがって、電装品本体が壊れている場合は電装品本体のベアリングの焼き付きといった機械的故障、このほか、内部の抵抗の断線という電気的故障が考えられます（第5図）。

故障原因の切り分け

ところで、先に列記した故障原因のなかで水車の機械的故障以外は、水は水管に流れません。ただし、水車の機械的な故障時だけは水管に水が流れています。電気回路に置き換えると、電装品の機械的故障以外は配線（電気回路）に電流が流れていない。ただし、機械的な故障時は電気回路に電流が流れている、ということです。

言い方を変えれば、故障時に回路に電流が流れているか否かを点検し、(1) 流れていなければ回路の電気的故障、(2) 流れていれば電装品の機械的故障と判別することが可能です。



PART3

電動車の構造と電気回路

3-1 電動システムの電気回路 その1

電動車とその種類

電動車とは文字通り電気（モーターを駆動して）動く車の総称で、EV（Electric Vehicle）はその呼称です。

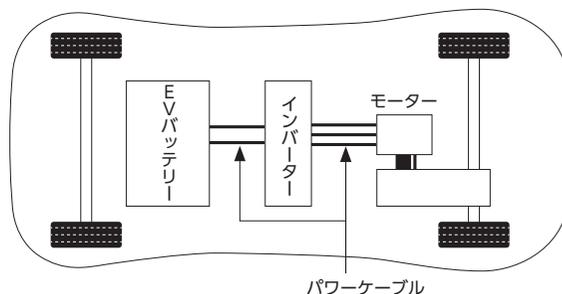
その中に、バッテリーEV（Battery Electric Vehicle：BEV）、ハイブリッドEV（Hybrid Electric Vehicle：HEV）、プラグインハイブリッドEV（Plug-in Hybrid Electric Vehicle：PHEV）、燃料電池車（Fuel Cell Electric Vehicle：FCEV）などがあります。なおEVは現在のところでは、BEVのこととして一般的に理解されています。

ちなみに、ZEVはゼロエミッション車（Zero Emission Vehicle）のことで、排気ガスを出さない車の呼称です。BEV、FCEVが、それに該当します。

またエンジン車は、ICE（Internal Combustion Engine：内燃機関またはInternal Combustion Engine Car）という呼称が使われています。

電動システムの基本構成

電動車はモーターで駆動輪を駆動して走行します。電動システム中、モーターを駆動するための主要な電気装置はモーター、駆動用バッテリー、インバーターそしてそれらを結ぶパワーケーブルの4つです（第1図）。なお本書では、駆動用バッテリーをEVバッテリーと称します。ここで言う電動システムは、車の駆動系統ともいえます。EVバッテリー、インバーター、モーターの3者はパワーケーブルで接続されていて、互いに電気をやり取りしています。この駆動系統はコンピューターで制御されていますが、前述の電動システムはその制御システムを除いての話です。



第1図 モーター駆動システムの基本構成

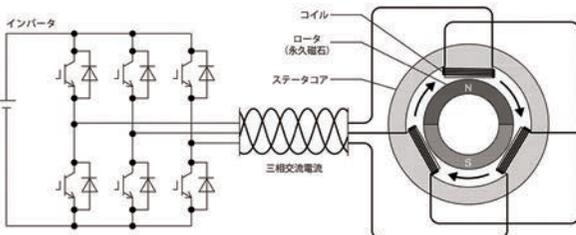
モーターの駆動回路

モーターを駆動する回路そのものは、それほど複雑ではありません（第2図）。ただし、駆動回路には大きな電力すなわち高い電圧が作用し、さらに大きな電流が流れます。なお本書では、電力とすべきところを電気などと表記することがあります。電気が苦手の人にも、話を分かりやすくするためです。ご理解ください。

1. 回路を構成する装置の概要

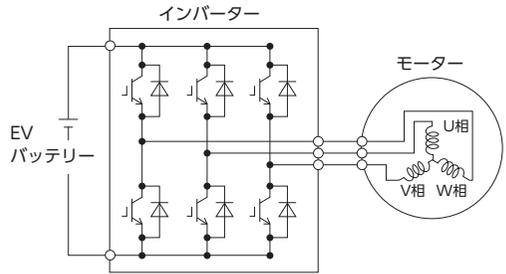
①モーター

モーター（第3図）は、永久磁石界磁式同期型の交流モーターがほとんどです。別名、永久磁石同期型とか三相交流同期型とも称されています。回転することで駆動力を発生するローター（回転子）には、永久磁石が埋め込まれています。一方、固定されていてローターを回転させるステーター（固定子）のコアには、三相のコイルが巻かれています。このステーターコイルに三相交流電流を流すと、モーター内に回転磁界が発生します（第4図）。発生した回転磁界により、ローターの永久磁石との間で吸引力と反発力が発生します。この吸引力と反発力により、自由に動けるローターが回転しトルクを発生します（第5図）。この場合、三相交流がステーターコイルに流す電流が大きいほどトルクは大きくなり、三相交流の周波数が高いほど回転数が高くなります。

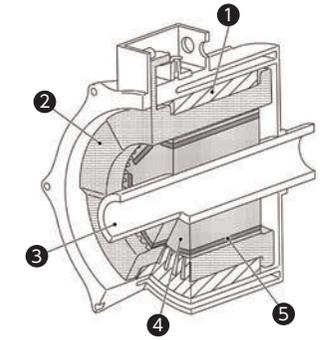


第4図 モーター及びインバーターの電気回路

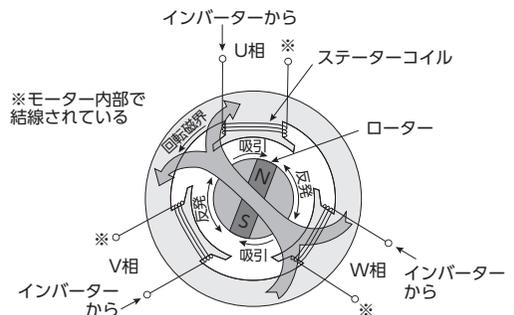
第2図 駆動システムの基本回路



第3図 永久磁石界磁式同期モーターの構造。シャフトが付いているのがローター、もう一方がステーター



①ステーターコア
②コイル
③シャフト
④ローターコア
⑤永久磁石



第5図 モーターの作動原理