

## 4-2 自動運転に必要なもの

自動運転に必要なものには、

- ・列車の位置を知るセンサ
- ・自動閉塞信号機とATS
- ・自動運転に対応するパワー・バック
- ・自動化されたポイント制御
- ・フィーダの自動選択
- ・これらを制御するパソコン

この六つがあげられます。センサ以外はすべてパソコンと付加回路で実現することもできます。順を追って説明していきましょう。

### 4-2-1 センサ

車両の位置を知るセンサはさまざまなものがあり、用途やレイアウトへの実装などを考えて選択する必要があります。ここでは、鉄道模型に利用できる数種類のセンサを紹介します。

#### ● センサ・レールとコンタクト・センサ

図4-1のように線路の一部を切ると、これをセンサ・レールとすることができます。この方法は施工後の調整がなくメンテナンスも不要ですが、レールに無給電区間が生じるため、編成にモータ車が1台しかない場合は、走行性能に支障が出る場合があります。またセンサ・レールは短いほうがよいのですが、レールを枕木で支える必要がありますので、枕木2〜3本分を目安にレールを切って作ると良いでしょう。

センサへの配線は、アイソレート（絶縁）された電源を使用する方法と、レールの走行用電源を利用する方法があります。アイソレート電源は、乾電池を使用する方法やモジュール化された小型電源を使用する

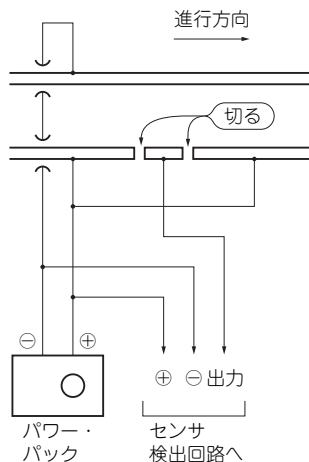


図4-1 センサ・レール  
パワー・バックからの電源は線路から取り出してもよい。

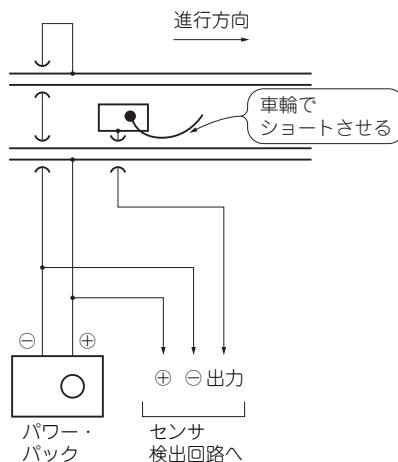


図4-2 コンタクト・センサ

方法があります。

線路を切るのに抵抗のある方は、図4-2のコンタクト・センサを使用する方法もあります。コンタクト・センサは模型車両への負担が小さく、設置も比較的簡単ですが、調整がシビアです。設置例は2章2-5で紹介しています。

センサ・レールとコンタクト・センサは互換性があり、検出回路は同じものを使用することができます。検出回路には図4-3のような走行用電源を使用するのが簡単ですが、レールに一定以上の電圧がかかっていないと検出できません。そこで、確実性を求める場合は周辺回路から絶縁された電源(アイソレート電源という)を使用します。

アイソレート電源は図4-4のように乾電池で実現することができますが、取り替えが利かない部分には、ユニバーサル基板に載る超小型の絶縁型DC-DCコンバータ・ユニットを使用するとよいでしょう(写真4-2)。ただし、DC-DCコンバータ・ユニットは必ず流しておかなければならない電流の量が決められているものがあります。この場合は、出力側に並列にLEDと抵抗を取り付け、これを電源表示ランプにするとよいでしょう。

## ● 磁石センサ

車両に永久磁石を積み、線路側に組み込んだリード・スイッチやホール素子などで車両を検知する方法があります(図4-5)。ハード側の準備として車両すべてに磁石を積む必要があり、さらに検知のタイミングや感度の調整も必要になります。

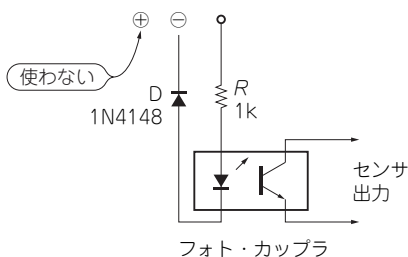


図4-3 走行用電源を利用した検出回路

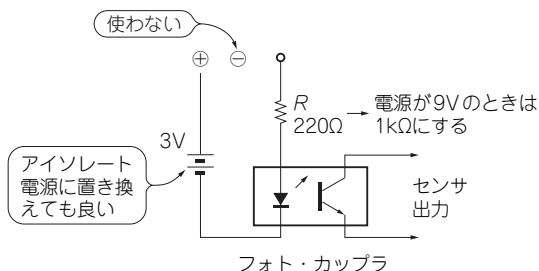


図4-4 アイソレート電源に乾電池を使用した検出回路  
DC-DCコンバータ・ユニットに置き換える場合は、その電圧に応じて抵抗の値を変更する必要がある。



写真4-2 超小型の絶縁型DC-DCコンバータ・ユニットの例  
写真はMINMAX MAU114で12V出力。このシリーズは出力3.3V～12Vの間で4種類がライン・アップされている。これらを使用すれば、簡単にアイソレートされた電源を得ることができる。

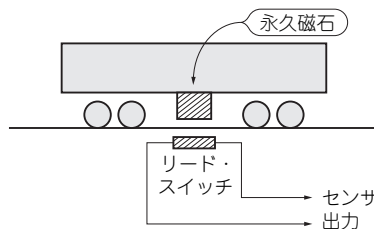


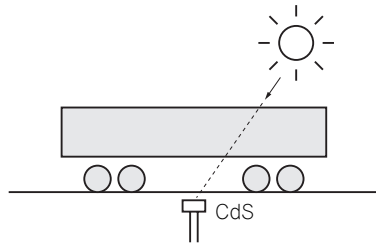
図4-5 検知に磁石を利用する方法

## ● 光センサ

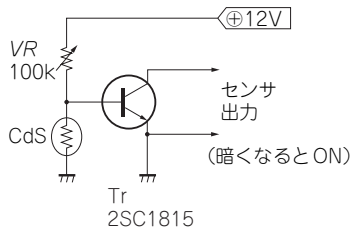
光センサにはいろいろな種類がありますが、鉄道模型に使えるのは実装が比較的簡単なCdSやフォト・トランジスタでしょう(図4-6, 図4-7)。

光センサ図4-8のようにセンサに届いている光が遮られることで車両の検知を行います。写真4-3がフォト・センサ型の光センサをレール上に配置したようです。

光センサ方式は外来光による影響が大きく、線路上への実装方法の工夫やフィルタ回路などを設ける必要があります。

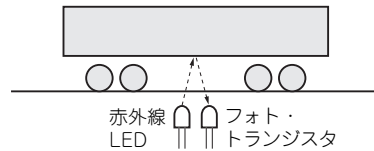


(a) 設置方法

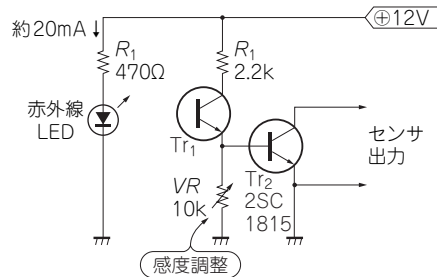


(b) 動作回路

図4-6 自然光を利用した光センサ  
これはCdSを使用したシンプルなもの。

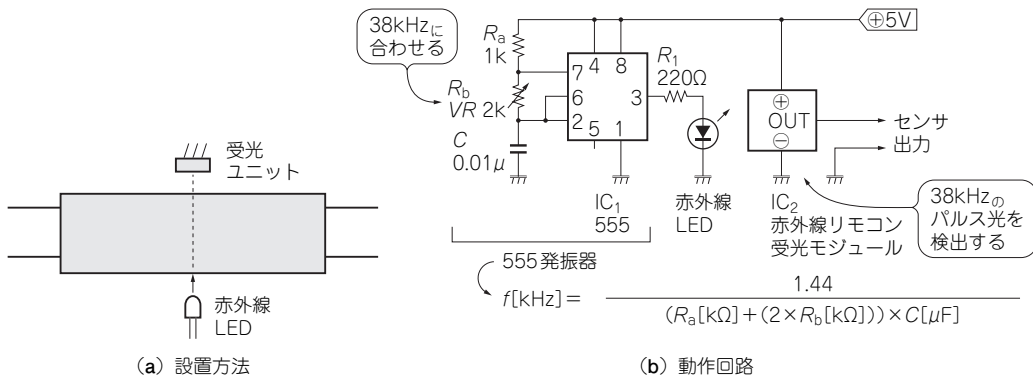


(a) 設置方法

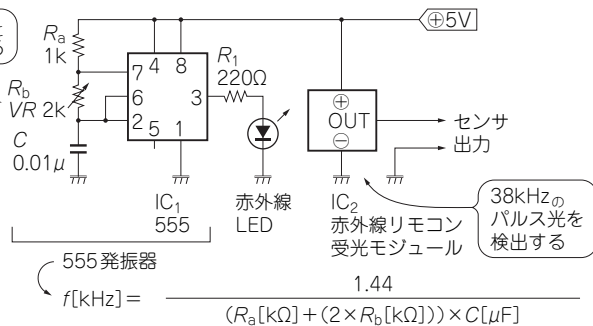


(b) 動作回路

図4-7 反射型光センサ  
これは、フォト・トランジスタを使用したもの。



(a) 設置方法



(b) 動作回路

図4-8 エリア・センサ  
センサに届く光を遮ると反応する。

## ● 電流を測って検知する方法

パワー・バックと線路の間に電流センサを入れ、一定以上の電流が流れているかを調べて車両の走行検知をする方法があります。この方法は、車両の在線を確認するのに有効で、センサをレイアウトに設置する必要がないのが特徴です。

図4-9のようにパワー・バック・フィーダ間にセンサを入れるため、電圧降下が起きるのが欠点です。図4-10のようにフォト・カップラを使う回路もあります。電圧降下対策として、図4-11のような方法も用いられます。

写真4-3

光センサをレール上に実装したところ

左側の白いものが赤外線LEDで、右側の黒いものがフォト・トランジスタ。反射型光センサは、このように目立たないように設置できるのが利点。(撮影協力：小金井HOクラブ)

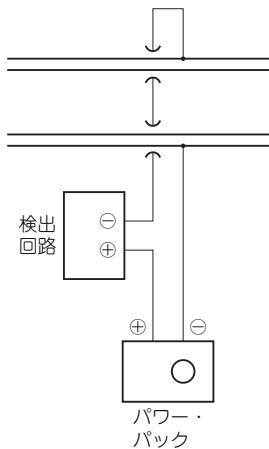
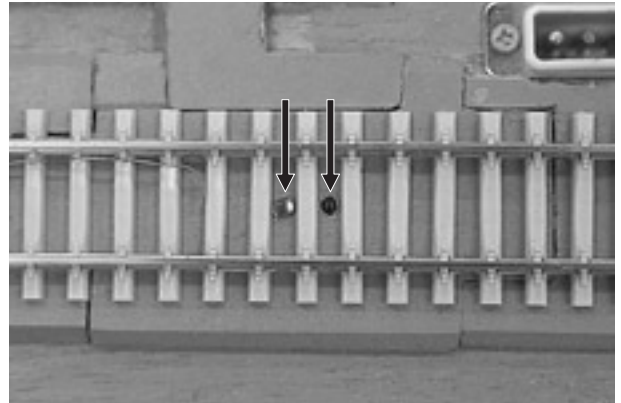


図4-9 検出回路のつなぎ方  
このように、パワー・バックとフィーダの間に入れる。

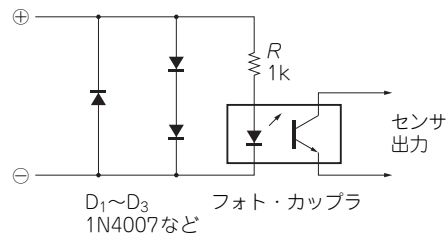


図4-10 フォト・カップラを使用する例  
電流による検知方法は設置や逆電圧対策は容易だが、電圧降下が大きいのが欠点。

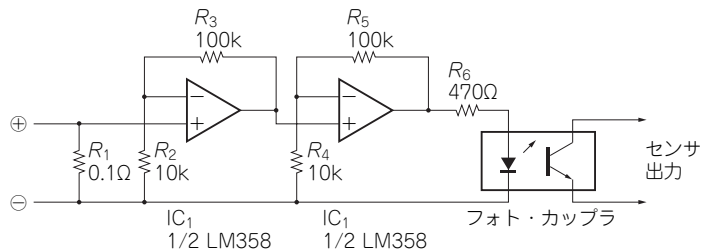


図4-11 抵抗を使用する例  
電圧降下が起きにくいので、電流計はこのような回路が多い。ただし、この回路のままでは逆電圧はかけられない。なお、検出用抵抗 $R_1$ を1ΩにすればOPアンプの増幅回路は1段でもよい。

## 4-2-2 自動閉塞信号機とATS

### ● 自動閉塞信号機

鉄道の自動閉塞信号機は、図4-12のように信号機の先の区間に列車が在線しているかを確認して信号を現示しています。鉄道模型でも、センサと複数の信号機を使用することで、同様に信号機を組むことができます。

鉄道模型の自動閉塞信号機は、図4-13のようにPICなどのマイコンを利用して作るのがよいでしょう。信号現示を後ろの信号に伝える信号線は信号現示から取り出す方法や、信号線の電圧を変化させる方法、信号線にデータ信号を載せる方法などがあります。

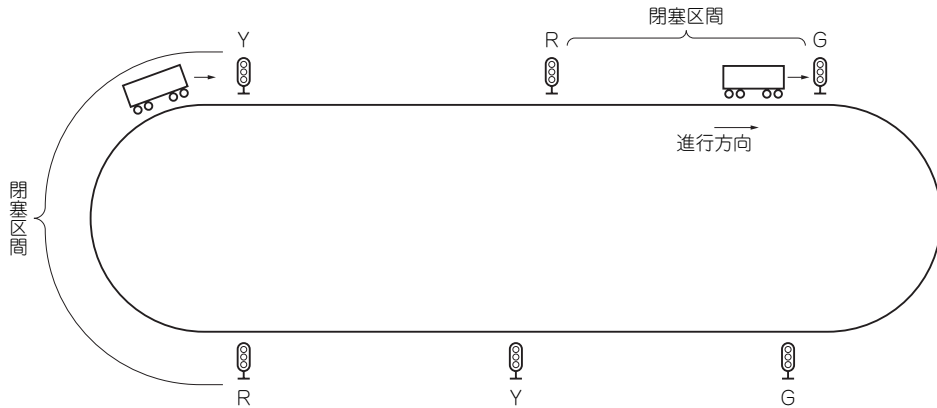


図4-12 自動閉塞信号機概念図  
列車の後ろにある信号機は赤、その後ろは順に黄、青となる。

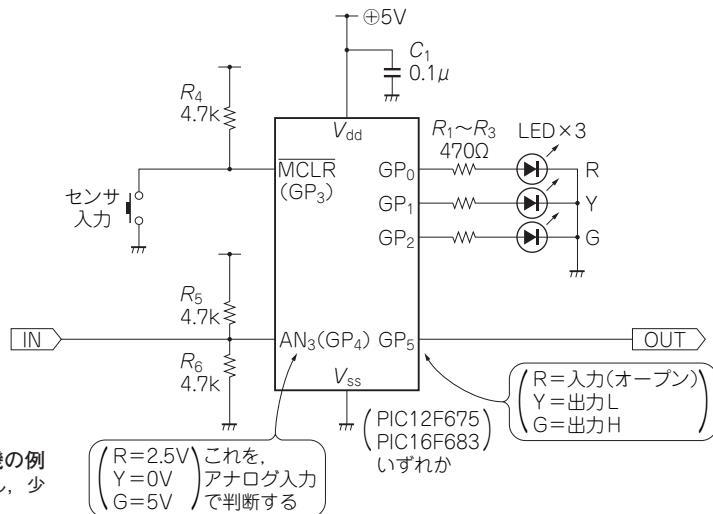


図4-13  
PIC12F675/683を使用した信号機の例  
入力にPICのA/Dコンバータを使用し、少  
ピンPICで信号機を実現している。

また、駅構内で列車の入換作業をしているときに操作盤から停止信号を送ることで、場内信号機を赤にすることもできます。これと後述のATSを組み合わせれば、本線上の列車と入換中の列車との衝突を避けることもできます。このように、小規模のレイアウトでは必要なものだけを路線上に実装するのも良いでしょう。

## ● ATS

鉄道の保安装置であるATS(自動列車停止装置)も、鉄道模型で実現することができます。これは、信号機のセンサとは別に停止させようとする位置にセンサを設け、信号機が赤のときにレールへの通電を止める方法で実現します。図4-14が回路例です。

ATSセンサは図4-15のように設置します。赤になっている信号機の前でATSを検知して列車が停止するようにします。信号機の「赤」現示と連動させるATS内蔵信号機の回路例を図4-16に載せておきます。

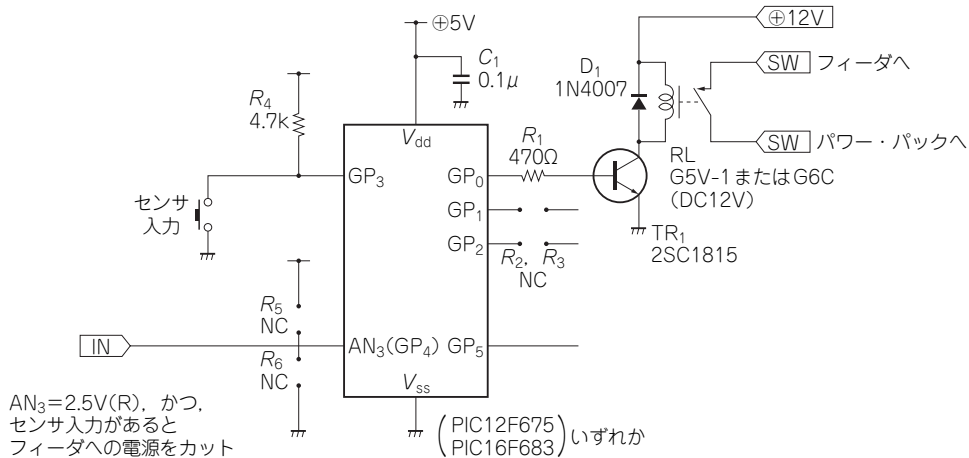


図4-14 PIC12F675/683を使用したATSの回路

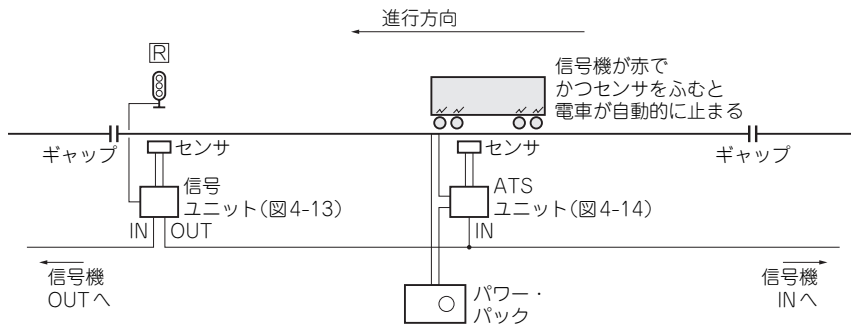


図4-15 ATSセンサの設置例

ATSのセンサは列車が信号機の手前で止まれる位置に設置する。