

E/06-10 エレクトロニクス, Young Makers

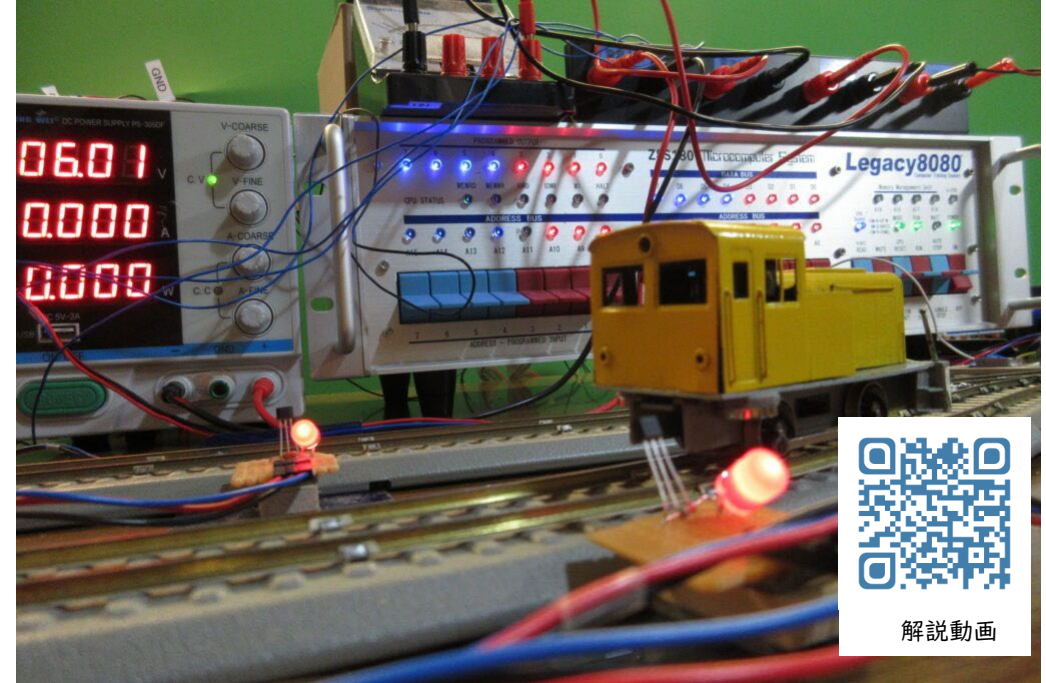
マイコンによる鉄道模型の 自動運転システム

解説編

HOPE-2022

HO gauge Programmed Environmental 2022

●HOPE-2022● 8bitマイコンを利用して鉄道模型HOゲージを自動運転するシステムです。直列接続した抵抗をマイコン制御のリレーで切り替えて列車の制御をします。ホール素子センサーで列車位置を検出し、往復運転と、ポイント切り替えによる車庫入れ運転の2種類の自動運転をします。



解説動画

中谷 亘佑 Kosuke Nakatani (大阪明星学園高等学校・2年)

Profile:



大阪で活動している工作が好きな高校生です。Maker Faire Kyoto 2020では、8bitマイコンでHOゲージのセンサーによる往復の自動運転を達成しました。今回は、ポイント切り替えも含んだ自動運転に加え、ゲストが自動操縦を楽しめる仕組みを実装しました。「車庫へ格納ボタン」、「緊急停止ボタン」で安全対策もばっちりです。
Web: <https://kosuke-nakatani.com/> Twitter: @Joe90_kosuke

目次

システムの構成と製作

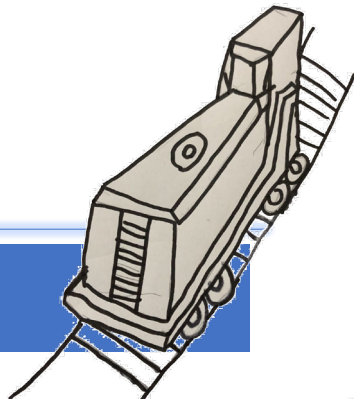
- はじめに
 - HOPE-2022は「原理原則の塊」
- HOPE-2020とHOPE-2022
 - 製作
 - システムの全容と各ユニット
 - 8ビットマイコン Legacy8080とPPI接続基板
 - ホールICセンサーの作製と機能

HO運転回りの製作

- 線路切り替え機能
 - 線路のポイント切り替えの電動化(ソレノイド)
 - 線路のポイント切り替えの機能
- 自動運転実現機能
 - 車両通過のモニタリング(ホールICセンサー)
 - 車両通過の信号の送受信(PPI接続基板)
 - 自動運転の特徴(運転経路入力と車庫へ格納操作)
 - 操作パネルのしくみ

Maker Faire TOKYO 仕様へ

- みんなが楽しめる対話型システムへ
 - キーボード入力から操作パネルへ



挑戦と失敗から得たこと

- 失敗は、ものづくりのオードブル
 - ホール素子IC基板回路図 / なぜ止まる?HOゲージ車両たち / 制御基板の配線のはんだづけの失敗 / 逆転回路の設計ミス / 部品購入の計画ミス / 抵抗器の直列接続回路の計算ミス / 挑戦して失敗して、思っていること

別冊付録:

- (1) HOPE-2022のプログラムのソースコード
- (2) 動画QR一覧

HOPE-2022は「原理原則の塊」

オームの法則を習った時に、これがものを作る時にどういう風に役に立つのか、僕にはピンとこなかった。たくさんの工作をしてきたし、ゲームも作ったりしていたけれど、オームの法則を使った記憶がなかったからだ。それで、オームの法則を使ったものづくりがどういうものかを知りたくなった。これがすべての始まりだった。社会で実際に働いている技術者の人たちを訪ねて、ものづくりの心や仕事で使っている技術や未来の技術のことを教えて頂いた。知れば知るほど「原理原則を使って考えること」が結構面白いと気づいた。HOPE-2022とHOPE-2020は、僕が、そんな「原理原則」で物を作ることの面白さを本物の技術者たちから教えてもらいながら、一緒に学んだ仲間と言える。僕とHOPE-202[02]は技術者ともものづくりの仲間の技術と心に支えられている。たくさんの人に色々なことを教えてもらった。

高校生になって取得した、第二級アマチュア無線技士の技術も、物理の知識が求められたし、第二種電気工事士の資格試験では、法規という分野があって、技術やモノが社会とどう関係あるかまでが試験の範囲に入っていた。僕は、物を作るということが、目の前の使える技術だけではなくて、いわば、原理原則のような「物事のしくみ」を知って、それを自分で計算したり組み合わせたりして、自分の作りたい新しいものへ進化させることが楽しいと思っている。

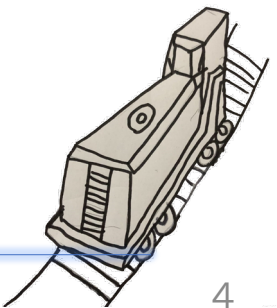
そんなわけで、HOPE-2022は中学の時のオームの法則とコンピュータの原理原則と言える8bitマイコンの範囲で、ICチップを使わないという制約をつけて、どこまで自分の作りたいシステムを実現できるかに挑戦した。

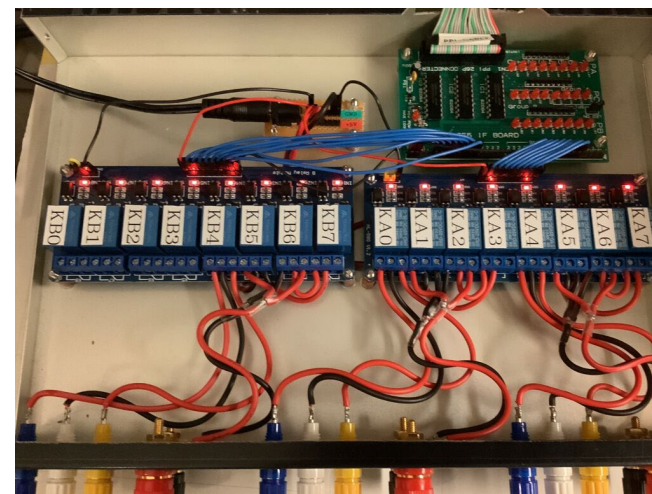
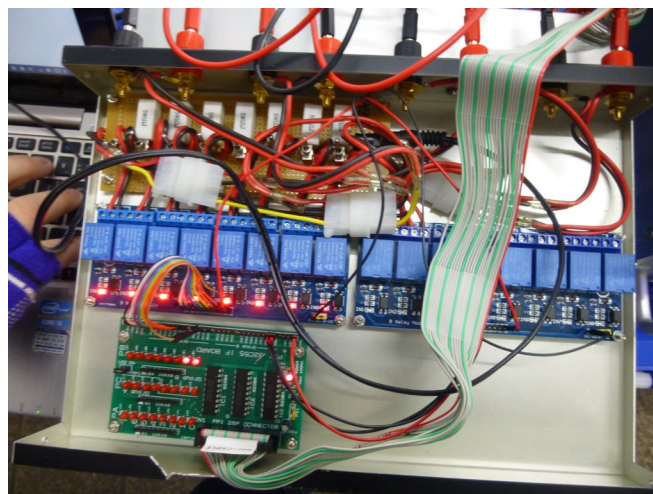
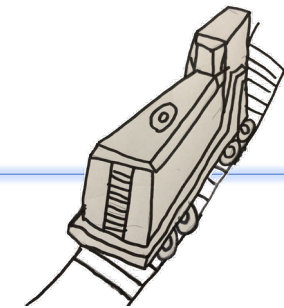
中学2年の時から、4年かかってまだ同じシステム？という見方もあるかもしれないけれど、僕は、敢えて「原理原則」にこだわって、自分の目指す最高のものを産み出すことに挑戦し続けている。

HOPEは希望だ。希望は、「未来に望みをかけること」と辞書にある。僕は、HOPE-2022に、ここに書いたようなこだわりを探求することで自分の未来を作っている。

そして、ものづくりを面白いと思える仲間と繋がって、すごい世界を作っていく。

×E





HOPE-2020とHOPE-2022の製作

HOPE-2022の製作

5V電源配置と配線

●HOPE-2022

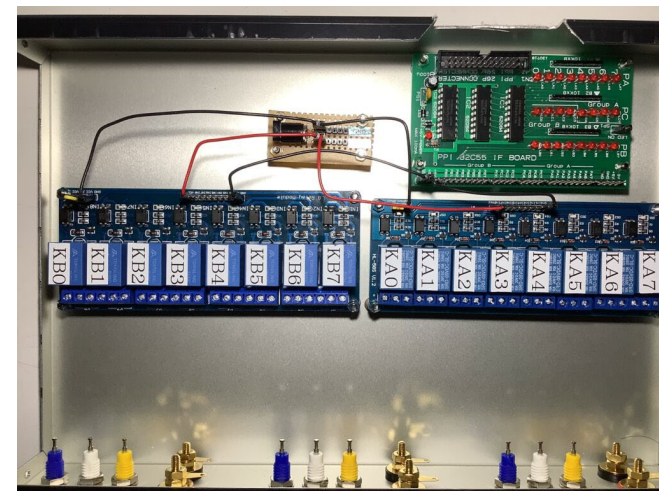
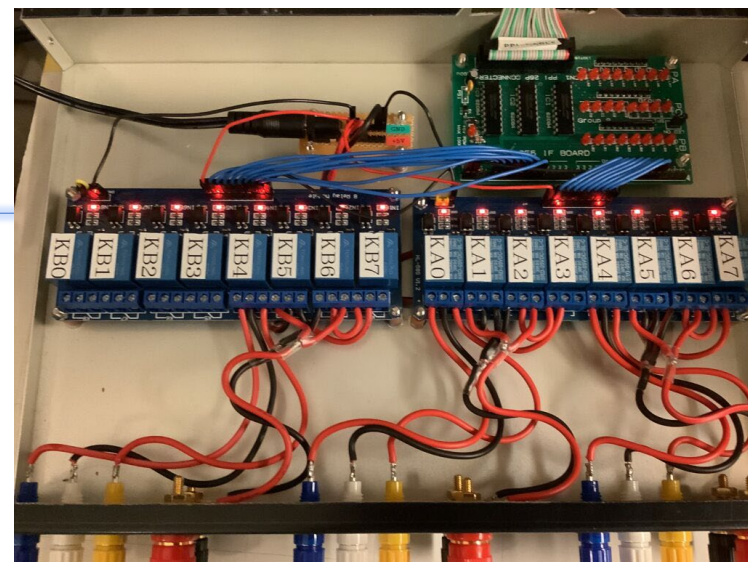
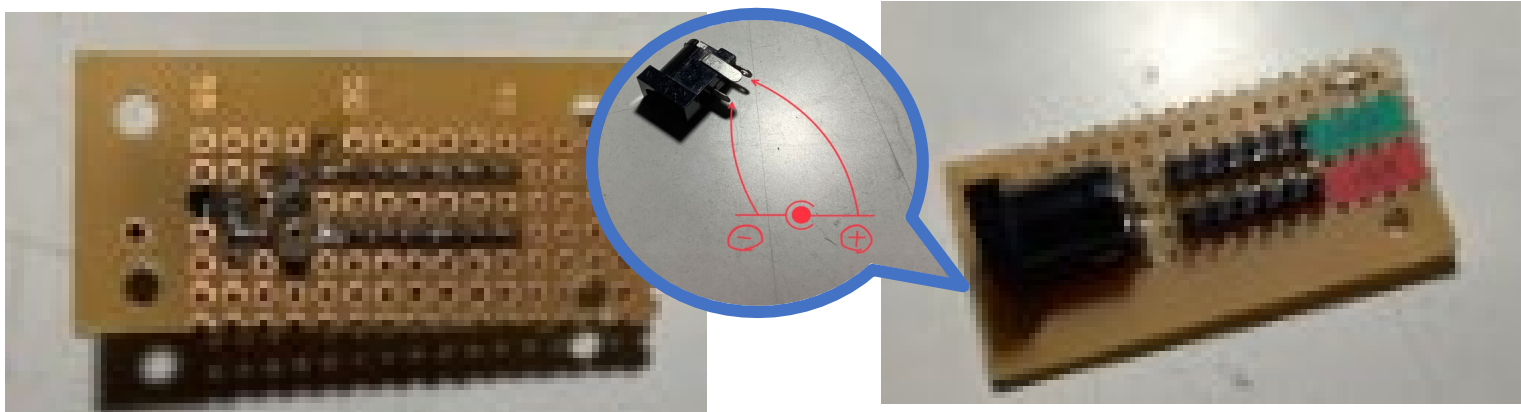
- HOゲージのポイントを制御するためのシステム
- ポイントを3セットまで制御することができる

●入出力端子

- 青・白・黄色端子は、ポイントのショート防止の切り替え用
- 赤・黒端子は、ソレノイド用

●電源基板

- ソレノイド、リレー基板に5Vの電源を供給する



HOPE-2022の配線(1)

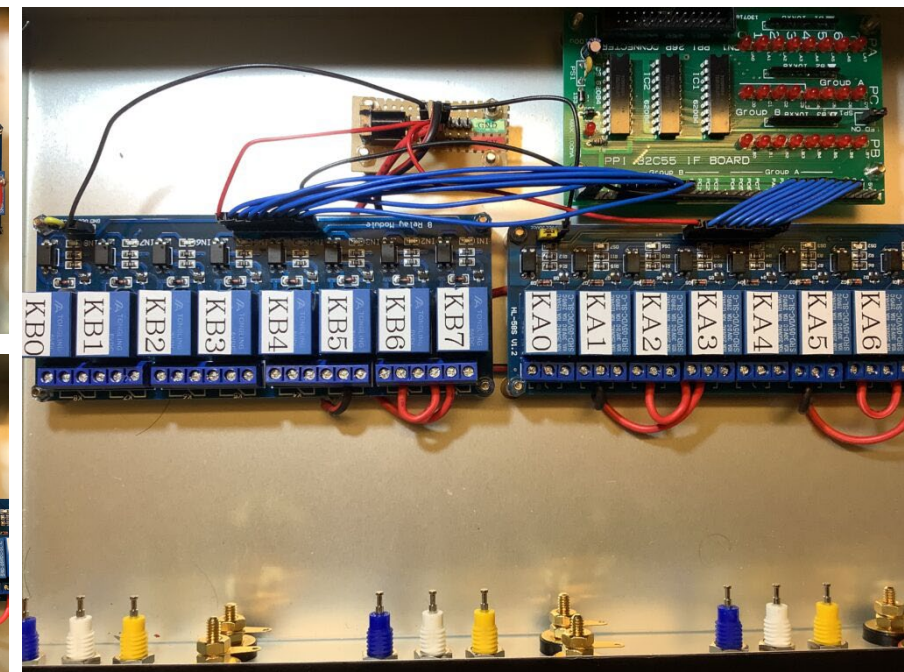
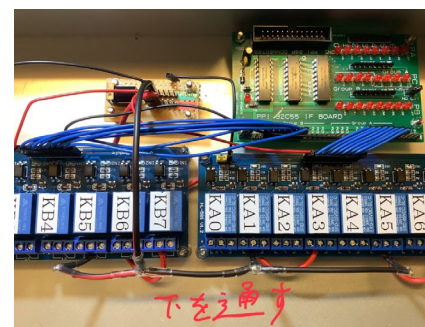
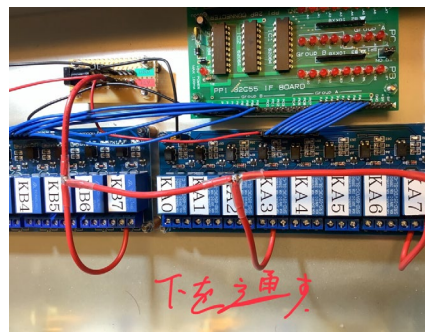
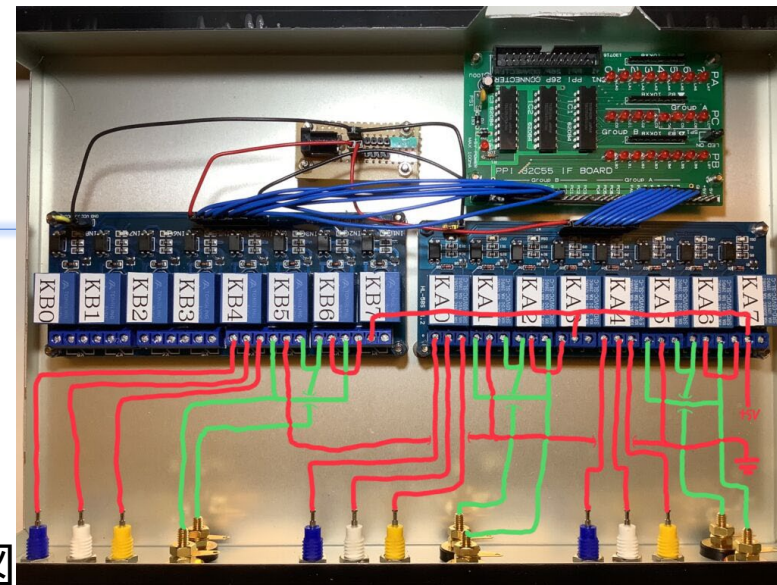
● 実態配線図

- 赤線は、ショート防止の配線
→ただし、全体の電源も赤線で描いている
- 緑線は、ソレノイドの電源用の配線

● 逆転回路

- 全部で3つ
- ソレノイドは6つ使用
- リレー番号の見やすさとPPIの配線のしやすさのために、配線はリレーの下を通してある

実体配線図



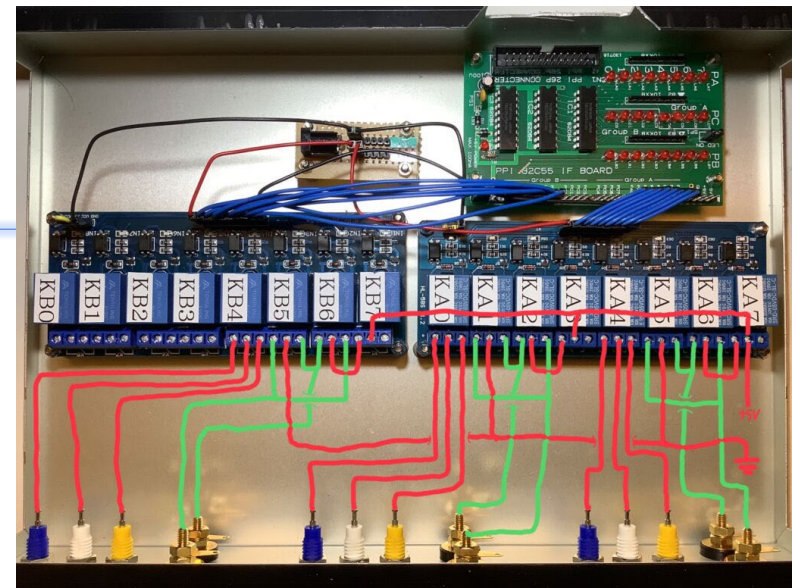
HOPE-2022の配線(2)

●電源配線

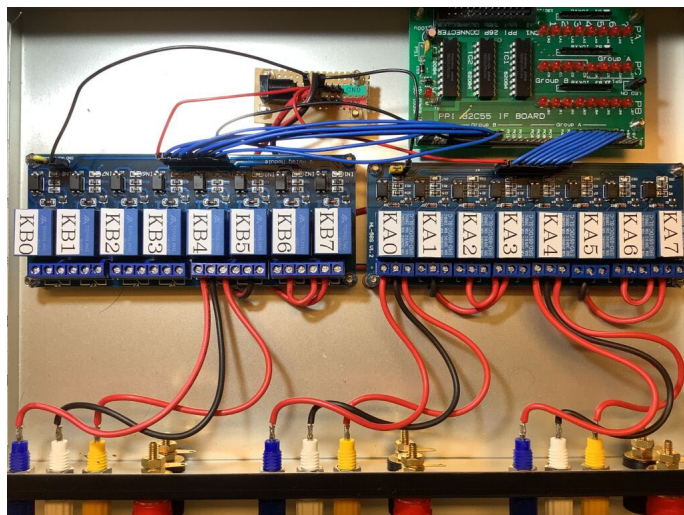
- リレー基板に+5VとGNDをそれぞれ配線し、電源基板のGNDとPPI接続基板のGNDを接続。

●逆転回路

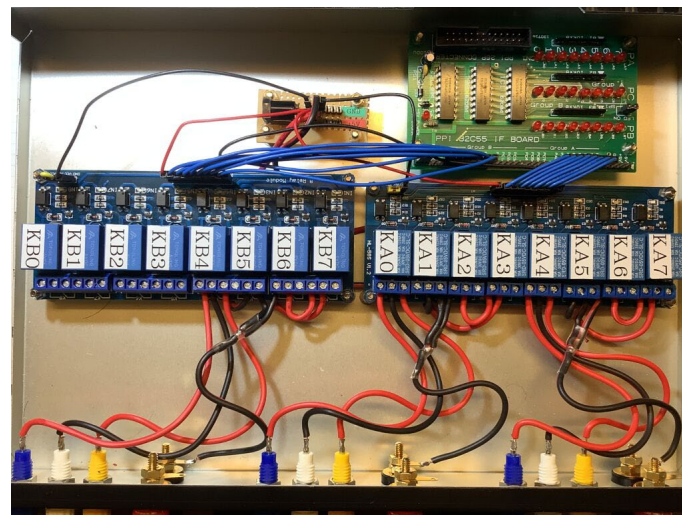
- 逆転回路を利用することで、2つのリレーを同時に切り替えて、電流の向きを逆にすることができる。



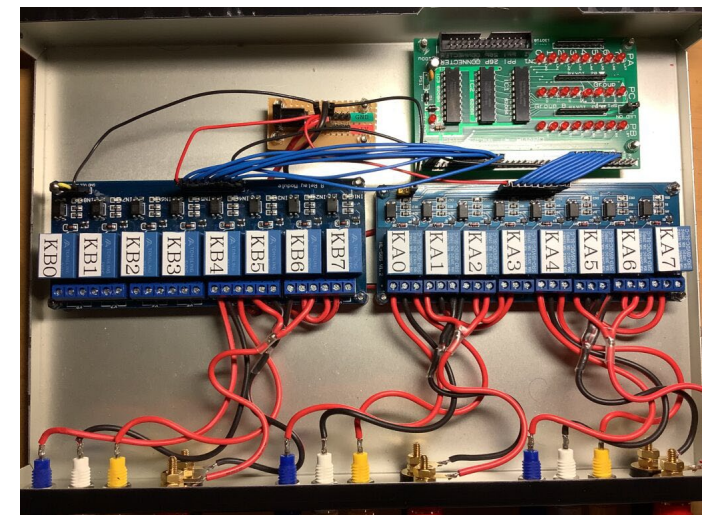
実体配線図



ソレノイドの配線は未着手



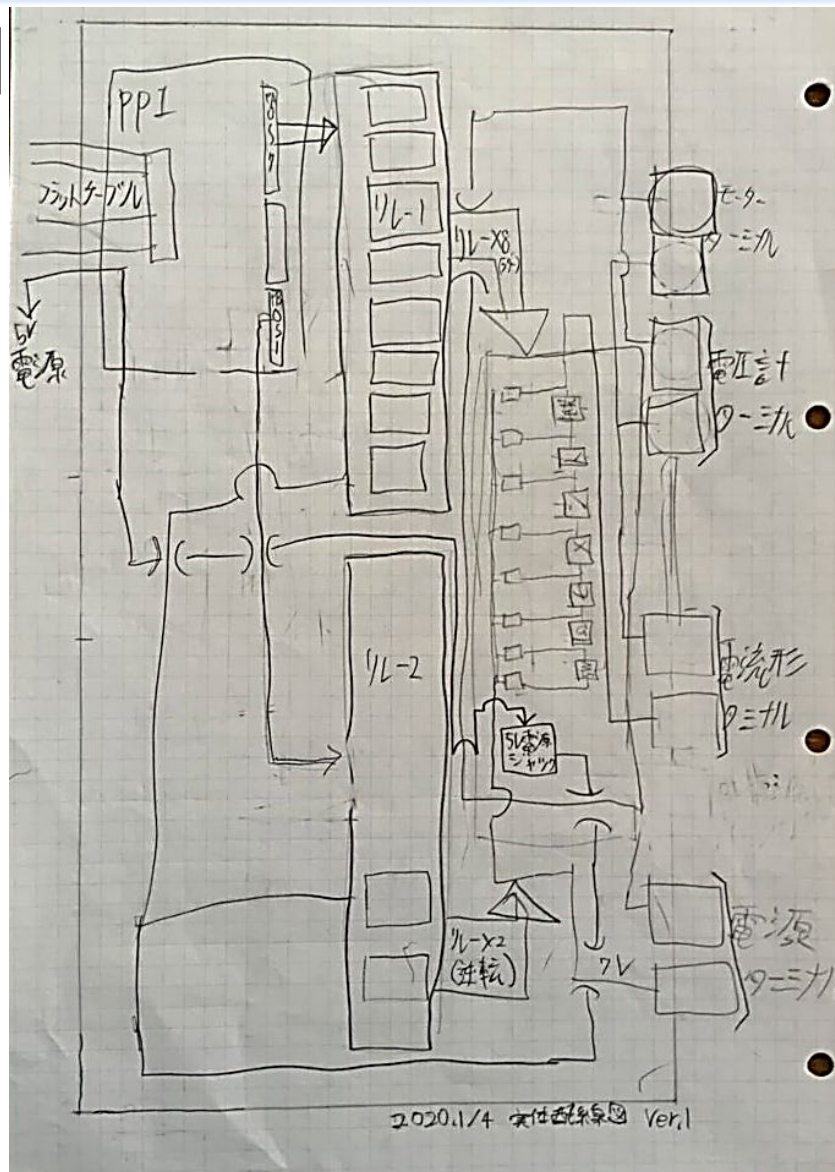
ソレノイドの片方の電源だけ配線済



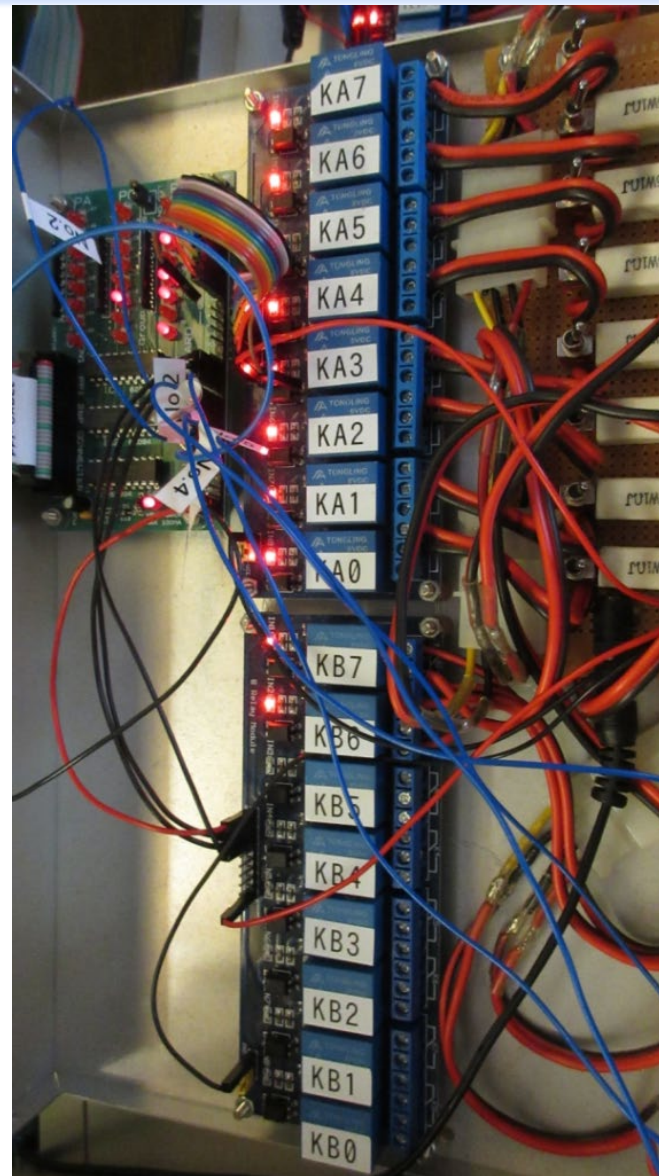
ソレノイドの両方の電源が配線済

HOPE-2020の実体配線図と実物

●実体配線図



●実物



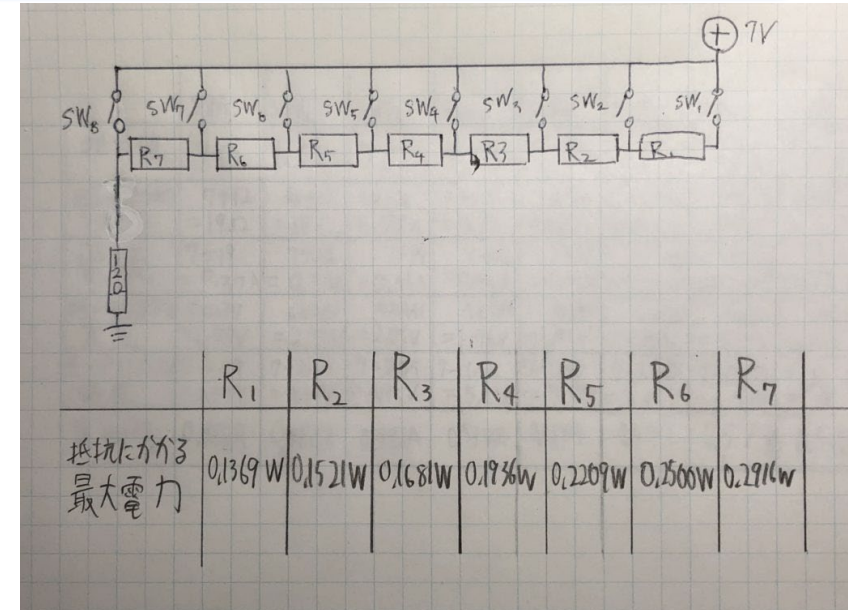
抵抗器の直列接続回路の仕様計算

● 抵抗器の直列接続回路の仕様計算

- スイッチONの時の抵抗値と実測値
 - 抵抗は1W10Ωのセメント抵抗を使う

● 電力計算

	SW ₁	SW ₂	SW ₃	SW ₄	SW ₅	SW ₆	SW ₇	SW ₈
抵抗値	7Ω	6Ω	5Ω	4Ω	3Ω	2Ω	1Ω	0Ω
回路全体の抵抗	7+12 =19Ω	6+12 =18Ω	5+12 =17Ω	4+12 =16Ω	3+12 =15Ω	2+12 =14Ω	1+12 =13Ω	0+12 =12Ω
電流	7÷19 =0.37A	7÷18 =0.39A	7÷17 =0.41A	7÷16 =0.44A	7÷15 =0.47A	7÷14 =0.50A	7÷13 =0.54A	7÷12 =0.58A
抵抗にかかす電圧	7×0.37 =2.59V	6×0.39 =2.34V	5×0.41 =2.05V	4×0.44 =1.76V	3×0.47 =1.41V	2×0.50 =1.00V	1×0.54 =0.54V	0×0.58 =0V
電源にかかす電圧	7-2.59 =4.41V	7-2.34 =4.66V	7-2.05 =4.95V	7-1.76 =5.24V	7-1.41 =5.59V	7-1.00 =6.00V	7-0.54 =6.46V	7-0 =7V
実測値	0.466A	0.481A	0.492A	0.537A	0.568A	0.572	0.573A	0.58A
1つの抵抗にかかす電圧	2.59÷7 =0.37V	2.34÷6 =0.39V	2.05÷5 =0.41V	1.76÷4 =0.44V	1.41÷3 =0.47V	1.00÷2 =0.50V	0.54÷1 =0.54V	0V÷0 =0V
1つの抵抗にかかす電力	0.37V×0.39A =0.1369W	0.39V×0.39A =0.1521W	0.41V×0.41A =0.1681W	0.44V×0.44A =0.1936W	0.47V×0.47A =0.2209W	0.50V×0.50A =0.2500W	0.54V×0.54A =0.2916W	0V×0.58A =0W

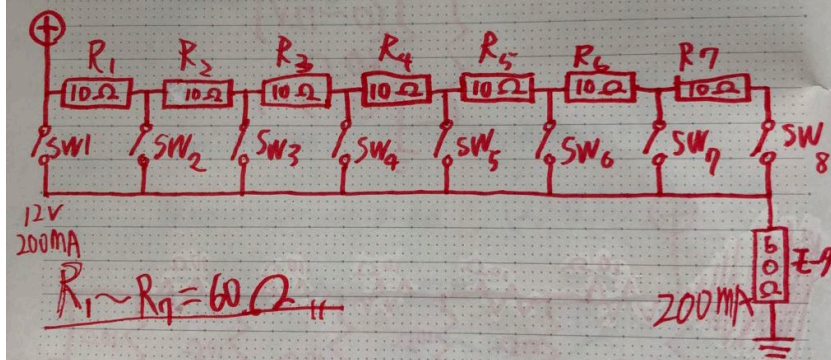


	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
抵抗にかかす最大電力	0.1369W	0.1521W	0.1681W	0.1936W	0.2209W	0.2500W	0.2916W

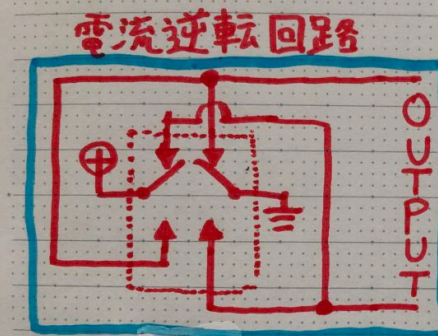
HOPE-2020の配線

- 回路構成は2つ
 - ラダー抵抗回路
 - 逆転回路
- ラダー抵抗
 - ラダー抵抗を利用して、電流の大きさを変えて、車両の速度を制御
- 逆転回路
 - 電源側につなぐと計測機器が壊れるので、モーターの手前に挟む。

ラダー抵抗



逆転回路



電圧と抵抗の関係

- 電圧を与えて、電流を計測し、抵抗を計算した。

- 電車は、黄色のディーゼル車を使用。

- 抵抗の最大値(@0V) 電流 0A

- 抵抗の最大値(@7V) 電流 15.05A

- 抵抗の数7

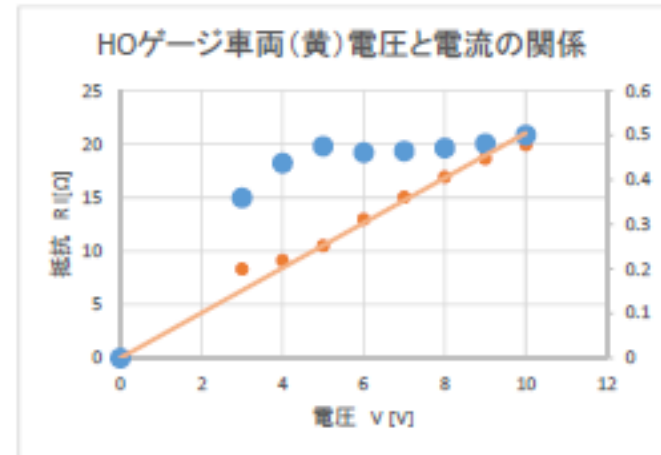
➡ 一つ当たりの抵抗値 2.15A 約2.2 Ω

- 抵抗の最大値(@3V) 8.33

- 抵抗の最大値(@7V) 15.05

- 抵抗の数7

➡ 一つ当たりの抵抗値 0.96A 約1.0 Ω

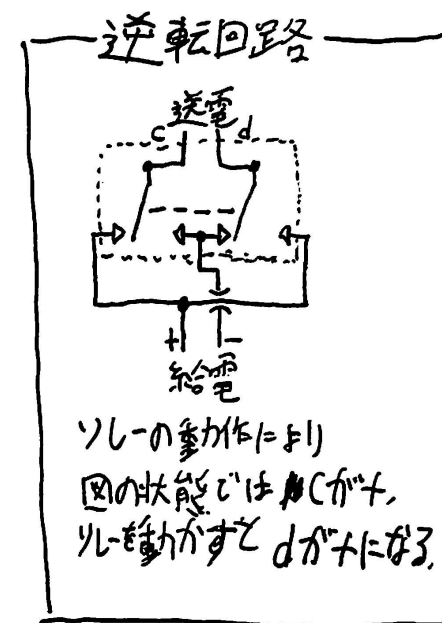
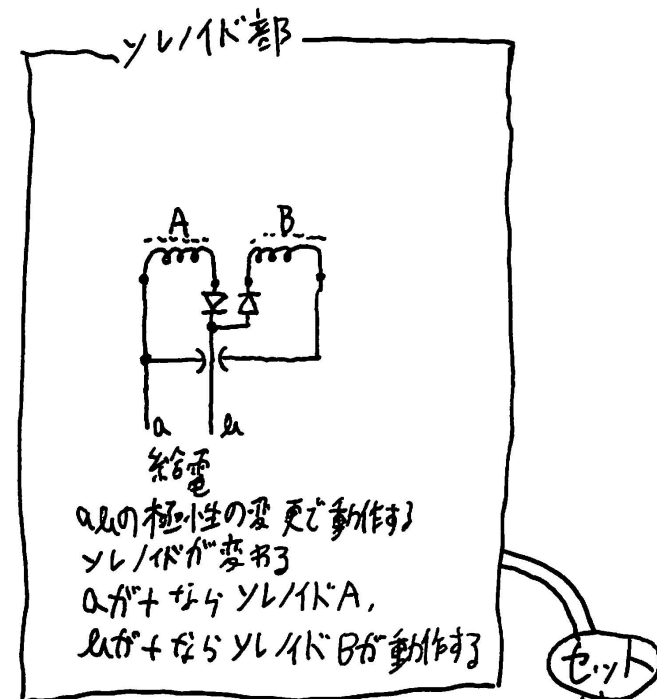
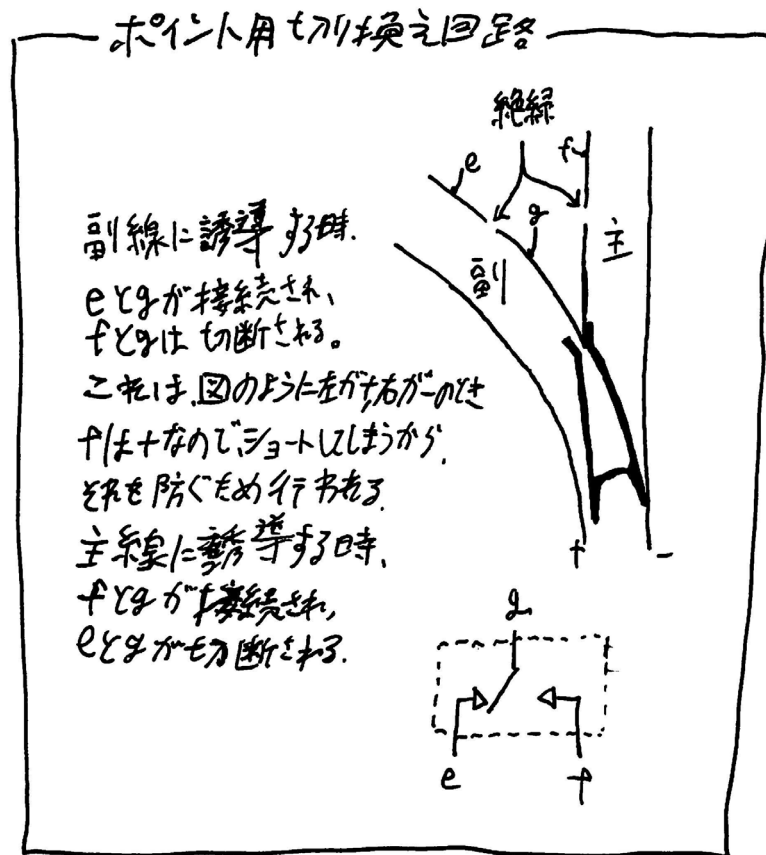


抵抗の最大
抵抗の最大
抵抗の数
一つ当た



抵抗の最大
抵抗の最大
抵抗の数
一つ当た

HOPE-2022の回路の検討



2022.01/22(3) HOPE-2021使用回路メモ

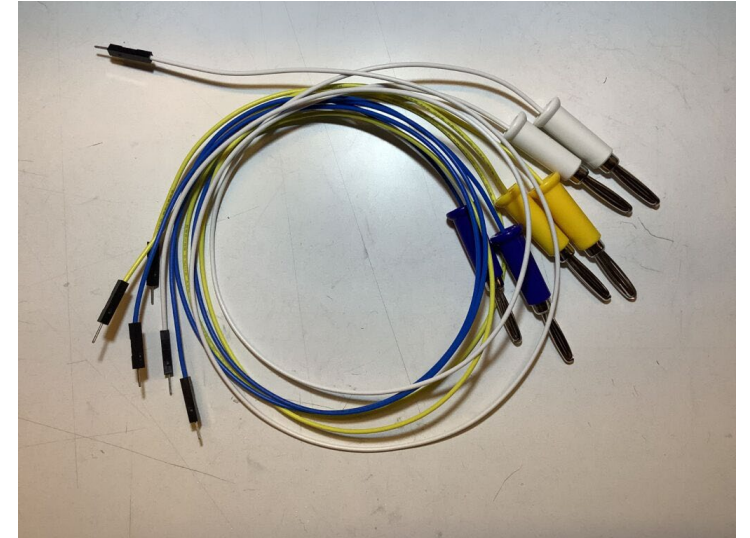
HOPE-2022用ケーブルの作製

●ポイント用ケーブルの作製

- 片方はピンヘッド、片方はバナナプラグのケーブルを青、白、黄それぞれ3本ずつ、合計9本作製。

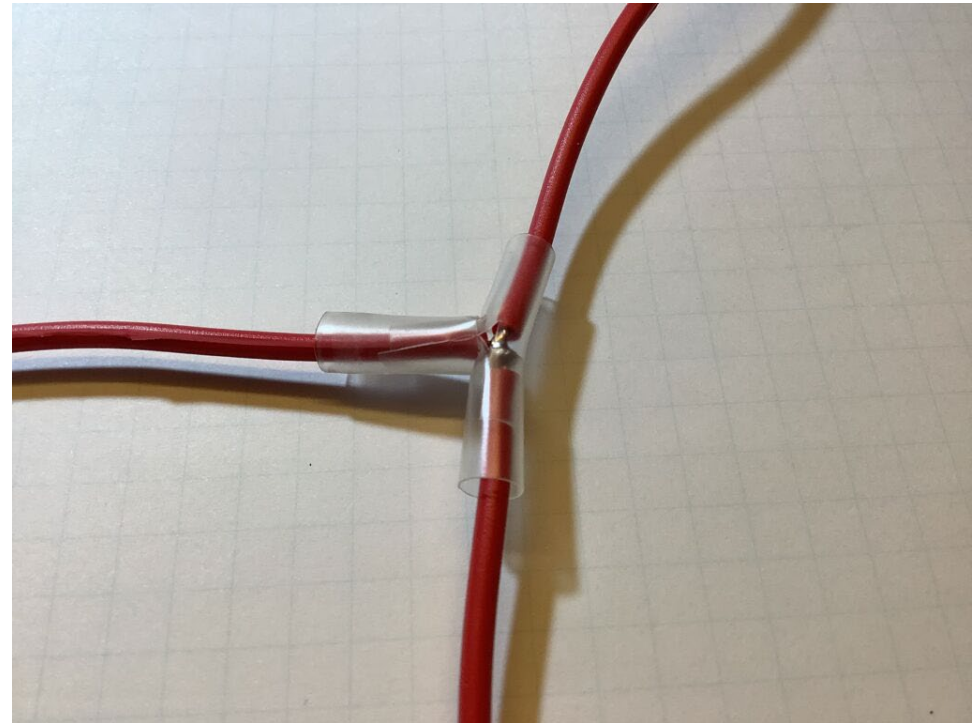
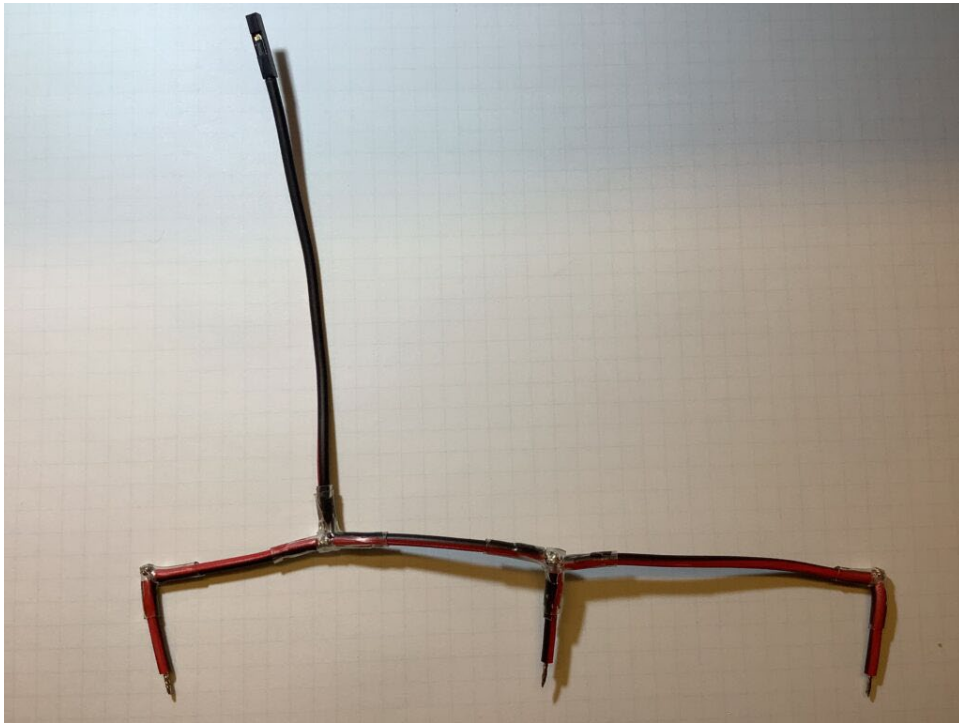
●ソレノイド用ケーブルの作製

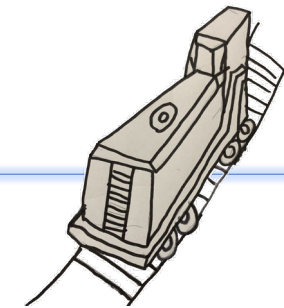
- ポイントを切り替えるためのソレノイドを動作させる、片方はピンソケット、片方はバナナプラグのケーブルを3本ずつ作製。



HOPE-2022の配線ケーブルの作製

- HOPE-2022内部のリレーとバナナプラグソケットを接続する
 - 複雑に結線されているので、作製は難しい
 - 電源ラインは電源用の+5Vからとり、ケーブルはリレー基板の下を通して見た目をスマートに保つ



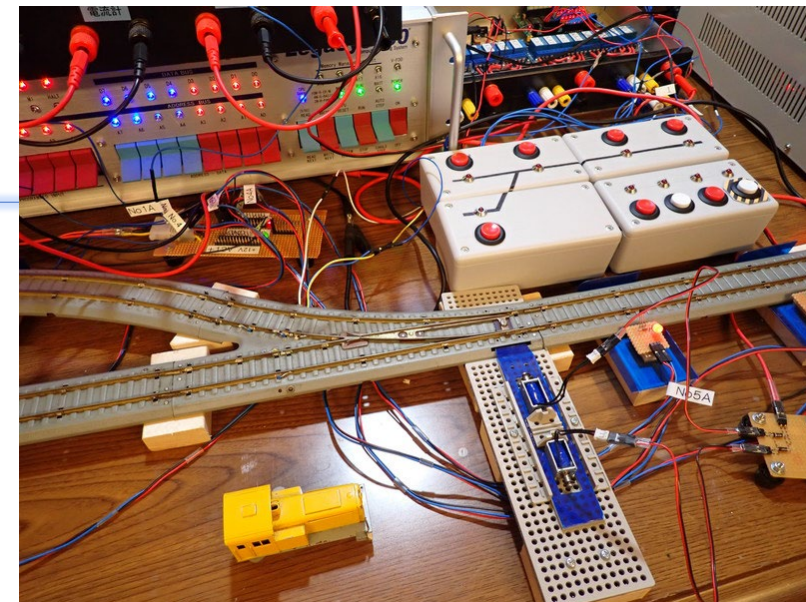


HOPE-2020と HOPE-2022システムの 全体と各ユニットの説明

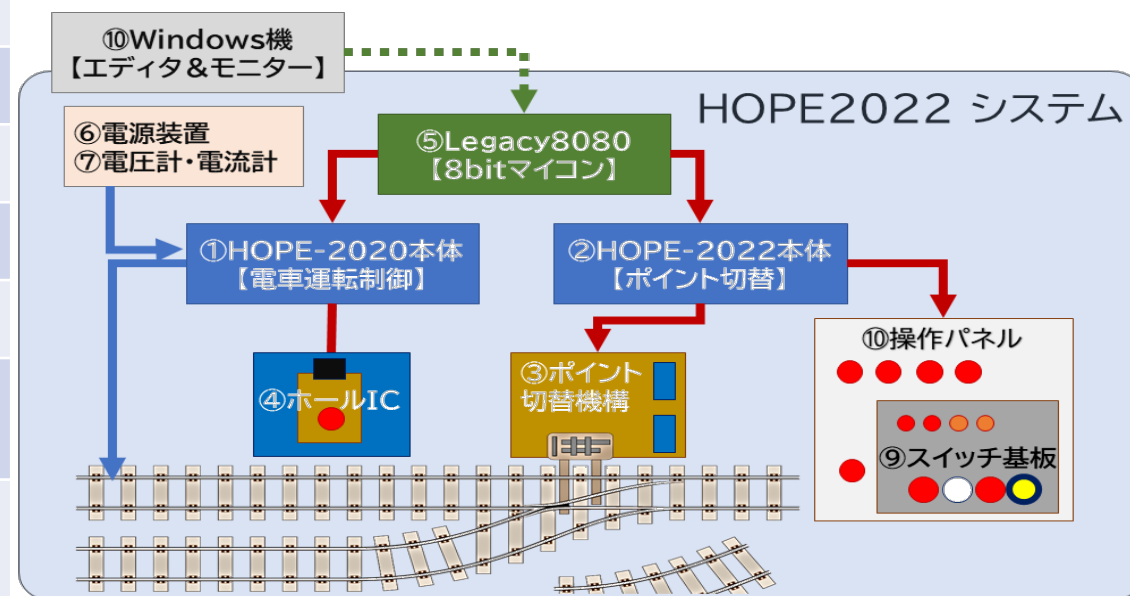
<https://kosuke-nakatani.com/2022/08/31/hope-2020-2022wholesystem/>

HOPE-2020とHOPE-2022 システム全体の解説(概要)

- HOPE-2020を含んだHOPE-2022のシステム全体の構成要素の概要とその関係
 - HOPE-2020単体のときから増えたり減ったりしている。

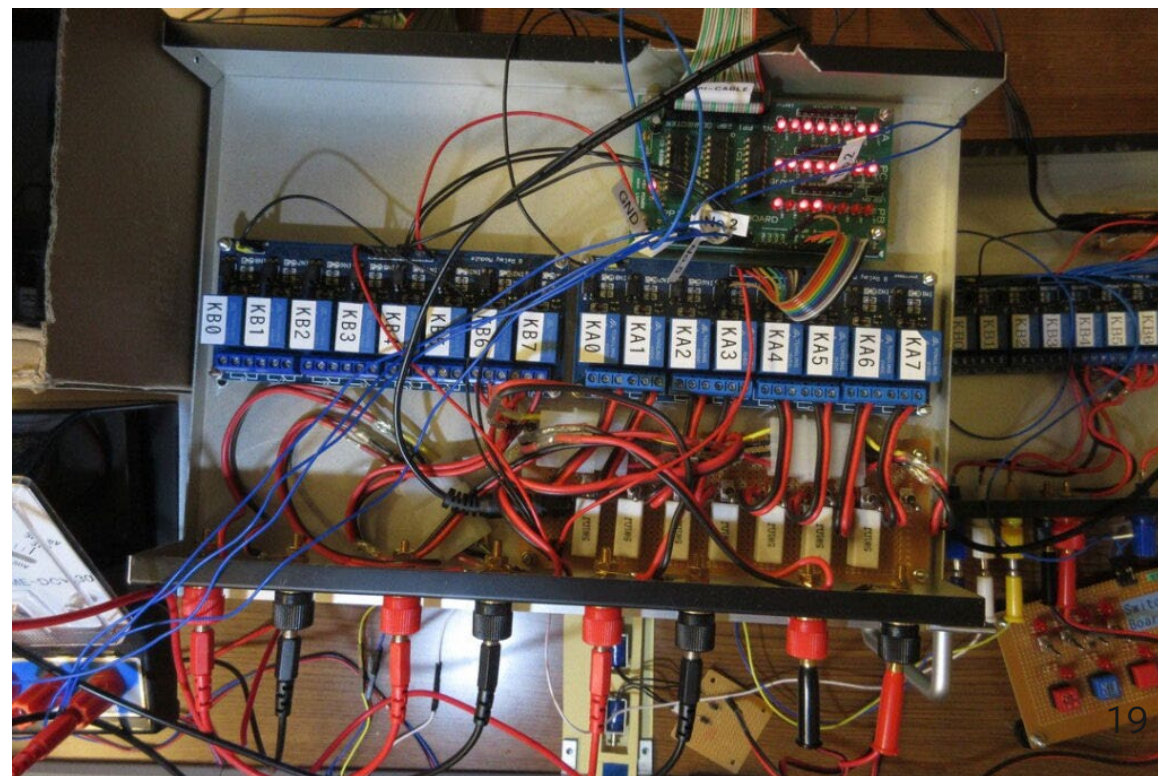
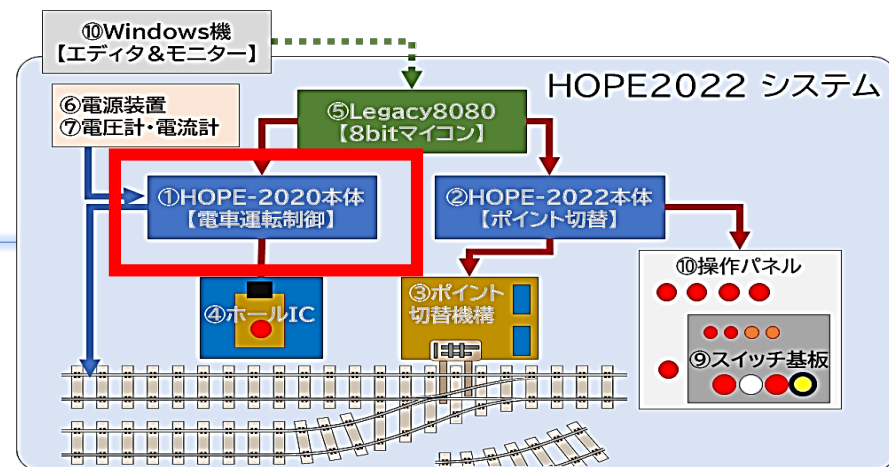


①HOPE-2020 本体	システムの根幹その1。
②HOPE-2022 本体	システムの根幹その2
⑤Legacy8080	8bitマイコン。
③ポイント	HOゲージ用の分岐点。
④ホールICセンサー	ホールICと抵抗,LEDを搭載したセンサー基板。
⑥電源装置	レールに電源を供給する。
⑦電圧計・電流計	レールおよび列車に流れている電流と電圧を確認。
⑧操作パネル・ ⑨スイッチ基板	スイッチが5+4個ついている操作パネル。
⑩windows機	プログラム作成とモニターの端末として使用する。



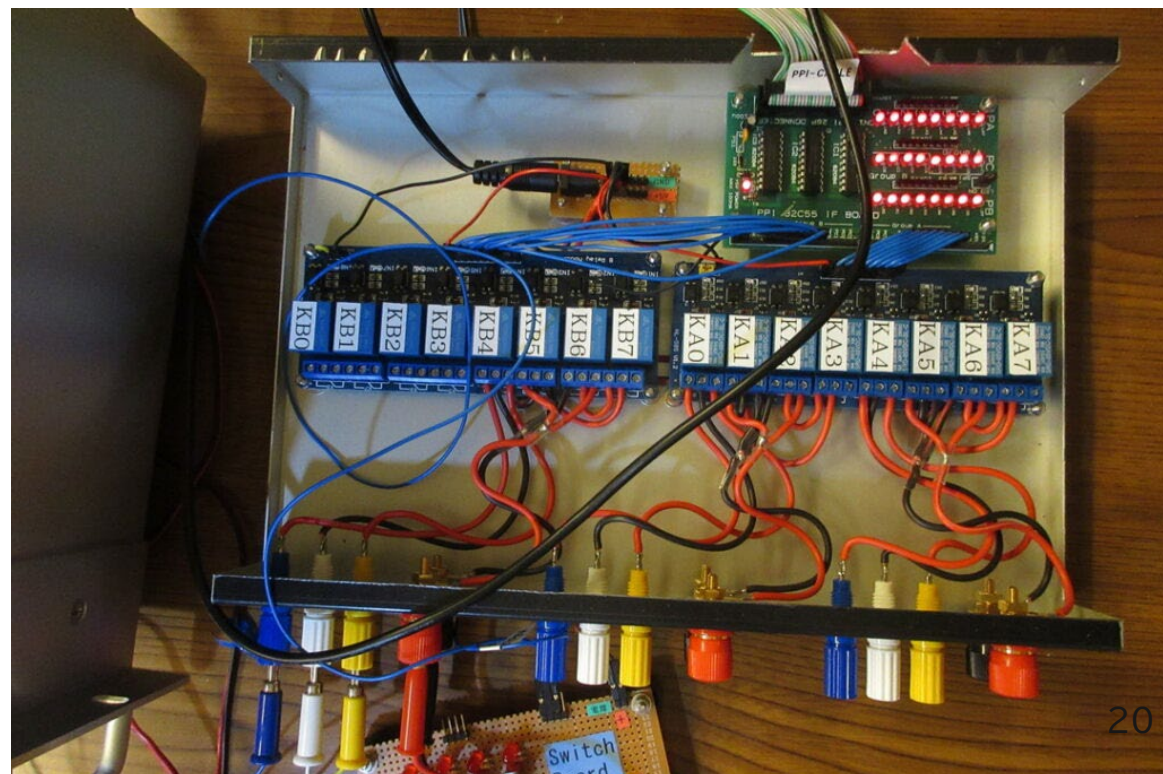
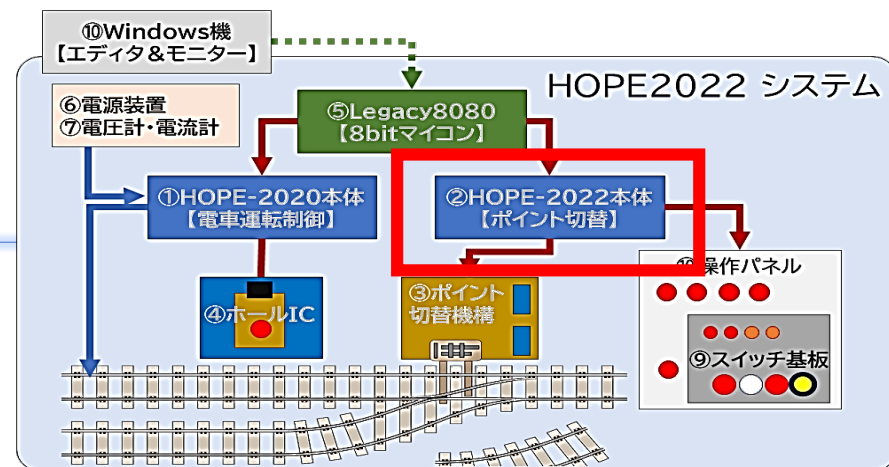
①HOPE-2020本体

- システムの根幹その1。
- Legacy 8080に接続されている。
- 機能
 - ホールICセンサーの読み取り
 - HO車両の速度・方向制御



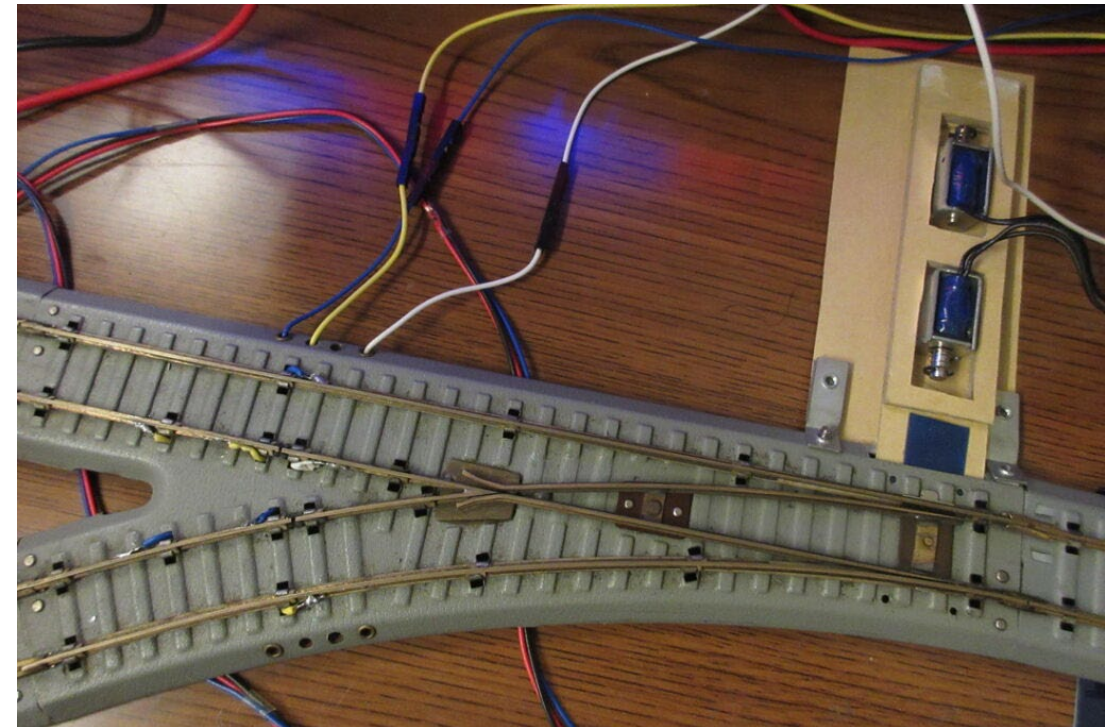
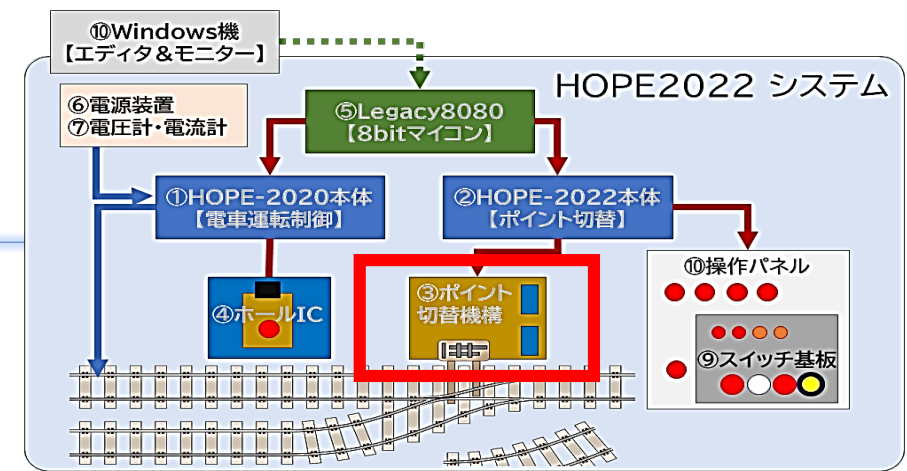
②HOPE-2022本体

- システムの根幹その2。
- Legacy 8080に接続されている。
- 機能
 - 操作パネルとスイッチ基板からの入力の読み取り
 - HOレールのポイント(分岐点)制御



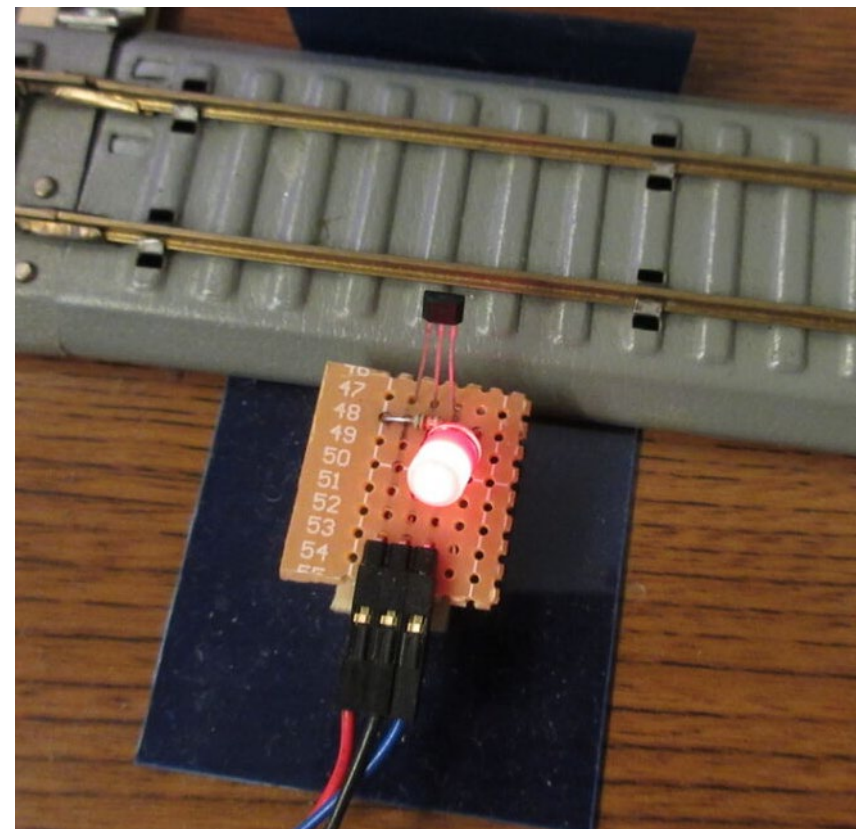
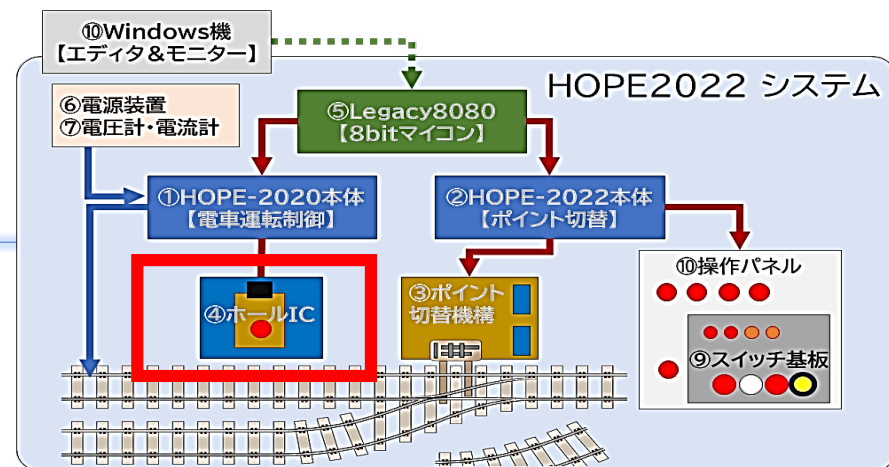
③HOレール切り替えポイント

- 市販のHOゲージのポイントを、ソレノイドを使って電気で制御できるように改造
- HOゲージ用の分岐点。HOPE-2022に接続されている。
- 機能
 - ソレノイドを2つ使うことによって信号で動かすことができる。
 - ダイオードを使うことによって、導線2本のみで制御することができる。
 - ショート防止の回路切り替えも設定。



④ ホールICセンサー

- ホールIC、抵抗、および、LEDを搭載したセンサー基板
- HOPE-2020に接続されている。
- 現在使用しているのは5つ
- 機能
 - それぞれが電車に張り付けられた磁力に反応して、列車の位置を信号として出力する。
 - 磁力に反応して、信号をLowにする。
 - 動作確認用に、ダイオードではなくLEDを使用した。

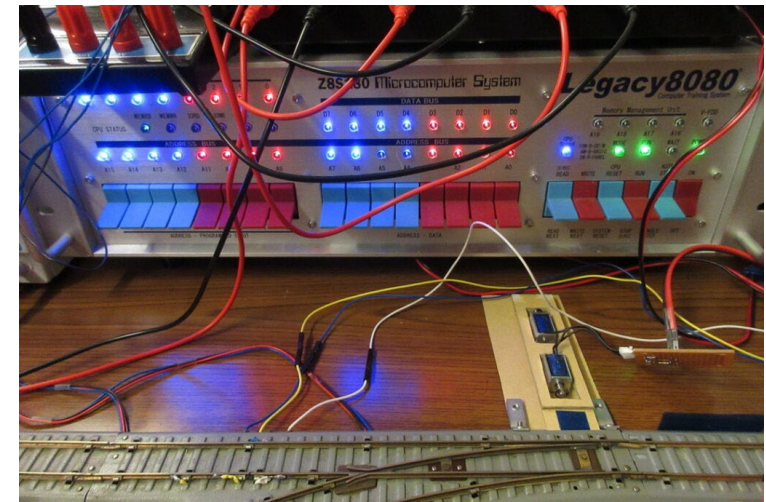
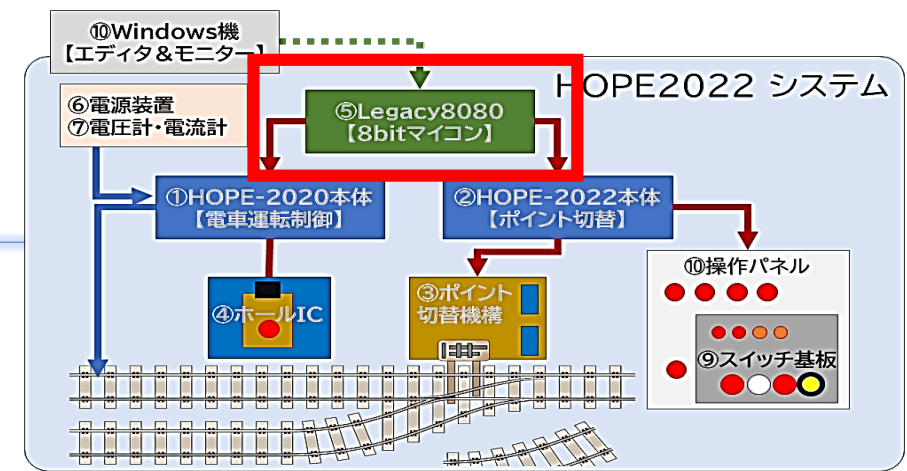
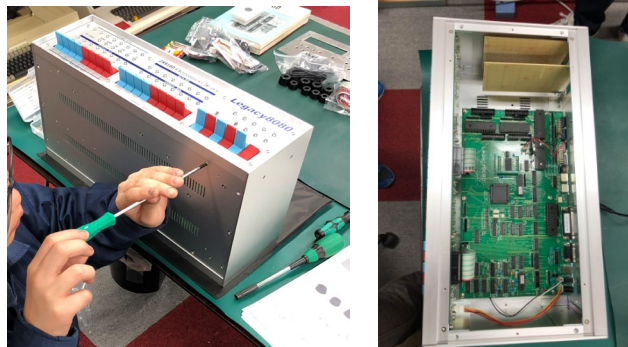


⑤ Legacy8080

- 8bitマイコン
 - 8bit*3 I/O ポートが4つある。
- Windows機に接続して、basicで稼働させる。
- 機能
 - プログラムの実行

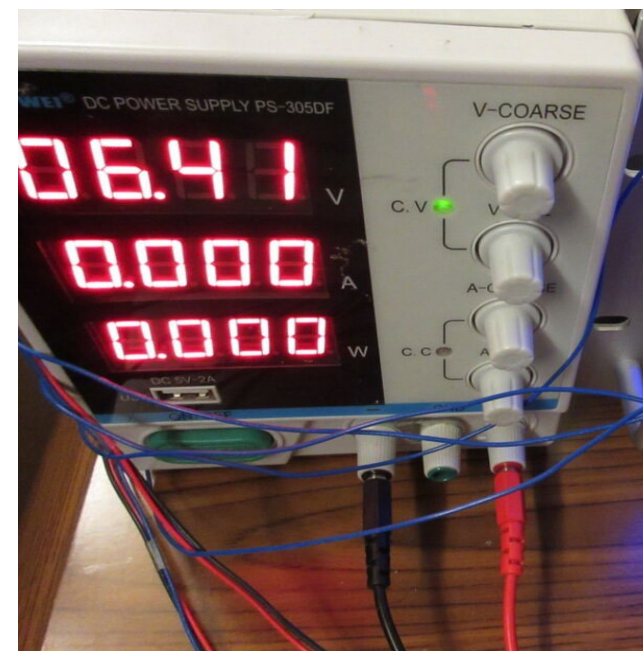
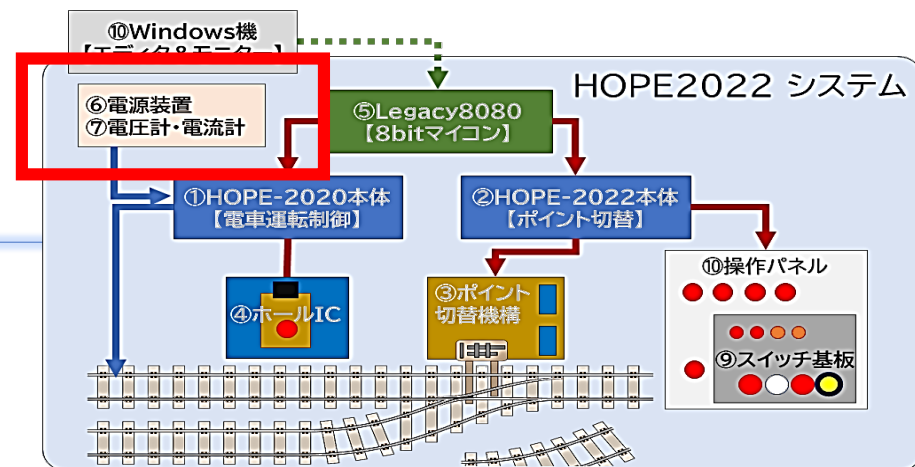
● Legacy 8080

- 多機能な8Bitマイコン
- WindowsからBASICが使える
- 8Bit I/Oポート多数
 - 8x3x4で、96ビットある。
 - たくさんのセンサーやスイッチからの信号を受け取ることが可能
 - たくさんのリレーなどを制御することが可能
- 起動時の動作
 - まず小さなICチップが立ち上がり小さなプログラムを走らせる。
 - その後、大きなプログラムが動いて、8bitマイコンが立ち上がる。



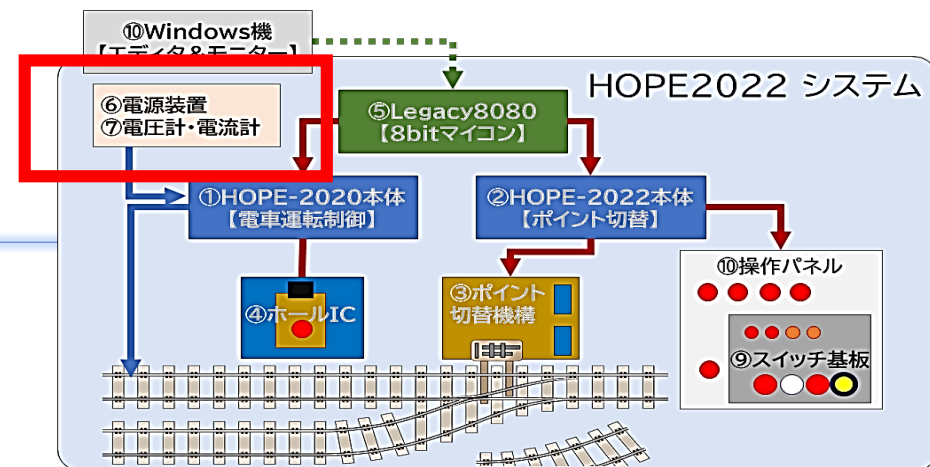
⑥電源装置

- HOPE-2020に接続されている。
- 0V～32Vを無段で変更できる。
- 今回は12Vで使用。
- 機能
 - 本体を通してレールに電源を供給する。



⑦ 電圧計・電流計

- 見やすさとロマンを追究し、アナログを採用。
- 機能
 - レールおよび列車に流れている電流と電圧を確認する。



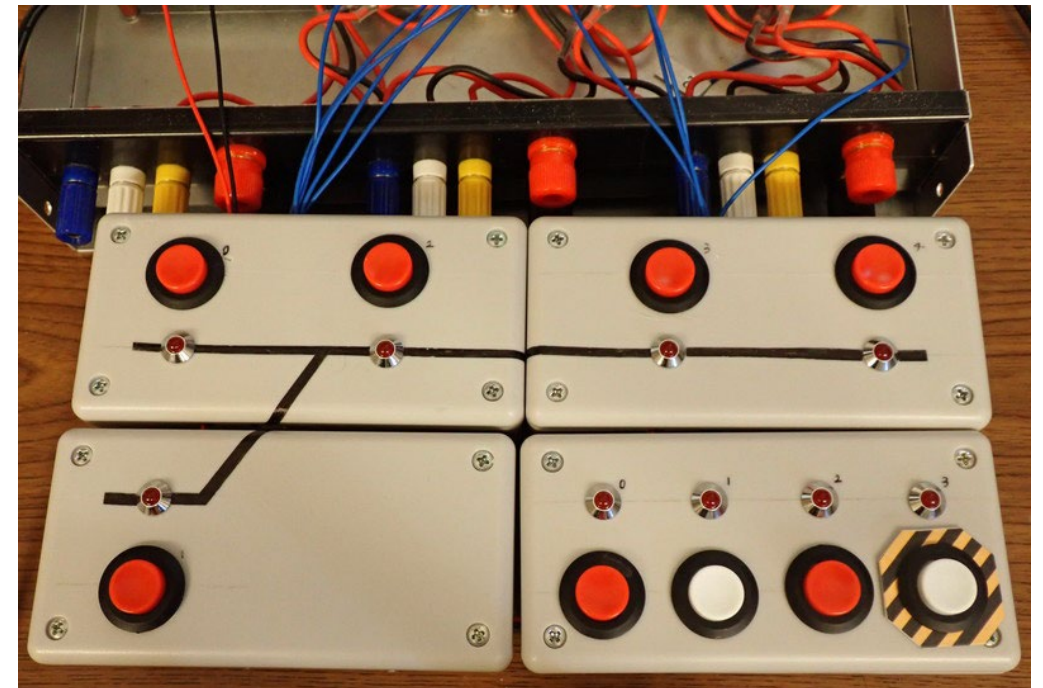
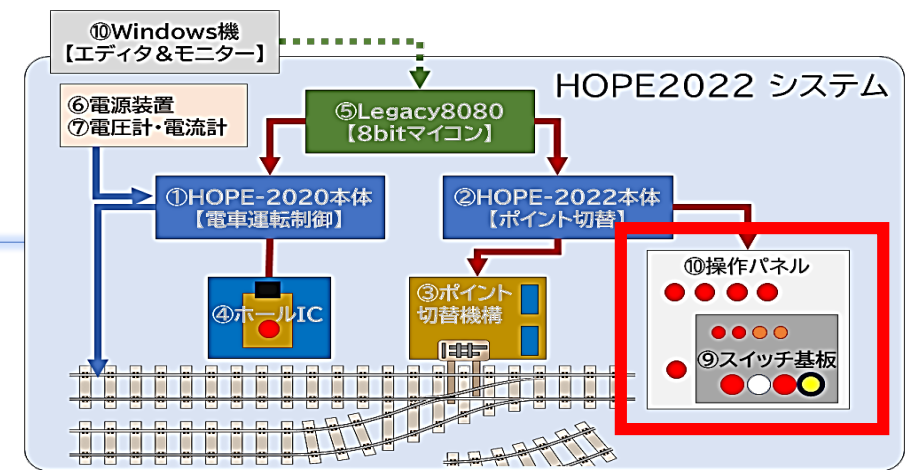
⑧ 操作パネル・⑨スイッチ基板

■操作パネル

- スイッチが5+4個ついている操作パネル。
- HOPE-2022に接続されている。
 - 昔存在したスイッチ基板は+4の部分に吸収された。
 - 現在使用しているのはこのうちの8つ。
- 機能
 - 列車の運行を制御できる。
 - それぞれの経路ポイント(ホールICセンサー)の位置に対応。
 - ゲストに対話型で楽しんでもらうために実装。

■スイッチ基板

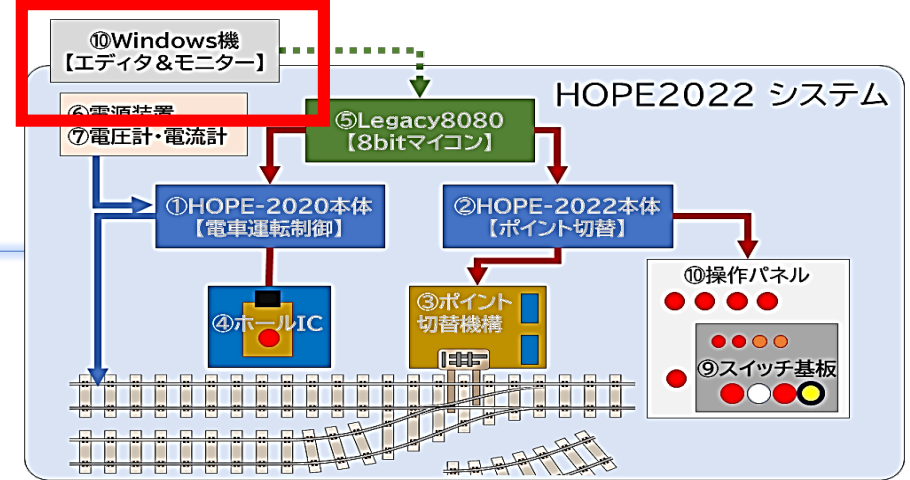
- 列車制御の入力用。
 - 右下のスイッチは、列車の制御用。



⑩windowsマシン

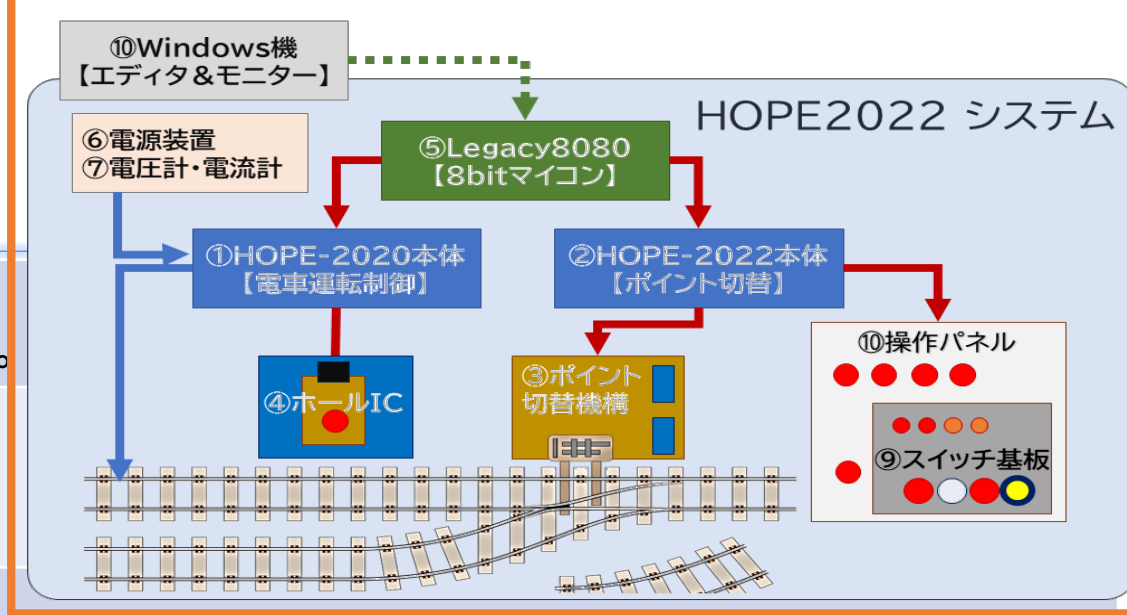
●機能

- プログラム作成とモニターの端末として使用
→プログラムが一旦動けば、必要のないハードウェアになる。

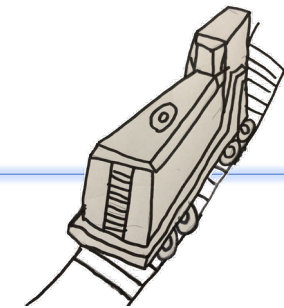


```
C:\CPM\20220831ProgBtn7.txt - Sublime Text (UNREGISTERED)
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help
20220830ProgBtn6.txt x 20220831ProgBtn7.txt x 20220831ProgBtn7解説.txt x
13 130 PIN%=IN($E5)
14 140 IF BIT(PIN%,0)=0 GOTO 1120
15 150 IF BIT(PIN%,7)=0 THEN PROG$=PROG$+"0"
16 160 IF BIT(PIN%,6)=0 THEN PROG$=PROG$+"4"
17 170 IF BIT(PIN%,5)=0 THEN PROG$=PROG$+"2"
18 180 IF BIT(PIN%,4)=0 THEN PROG$=PROG$+"3"
19 190 IF BIT(PIN%,3)=0 THEN PROG$=PROG$+"1"
20 200 IF BIT(PIN%,2)=0 GOTO 250
21 210 IF N%=LEN(PROG$)GOTO 120 ELSE GOTO 220
22 220 N%=LEN(PROG$)
23 230 IF N%>=38 THEN PRINT "OVERFLOW!":GOSUB 890:GOTO 40
24 240 PRINT "INPUT>>>",RIGHT$(PROG$,1),PROG$:GOTO 120
25 250 '---TONE=F
26 260 BEEP INT(50000/440)
27 270 GOSUB 890
28 280 '
29 290 PRINT "RUN":PRINT " "
30 300 OUT $E0,254
31 310 HUA%=0:HUB%=0
32 320 SHUT$="0"
33 330 '
34 340 FOR C%=2 TO N%
35 350 P%=VAL(RIGHT$(LEFT$(PROG$,C%),1))
36 360 IF C<N% THEN PF%=VAL(RIGHT$(LEFT$(PROG$,C%+1),1))
37 370 PRINT " ":PRINT " LOOP >>> ",C%
38 380 PRINT P%,PF%
```

HOPE-2020とHOPE-2022 システム全体のまとめ



①HOPE-2020 本体	システムの根幹その1。Legacy 8080に接続。 ホールICセンサーの読み取りと、速度・方向制御を行う。
②HOPE-2022 本体	システムの根幹その2。Legacy 8080に接続。 操作パネルとスイッチ基板からの入力の読み取りと、 ポイント(分岐点)制御を行う。
③ポイント	HOゲージ用の分岐点。HOPE-2022に接続。 ソレノイドを2つ使うことによって信号で動かすことができる。 ダイオードを使うことによって、導線2本のみで制御することができる。
④ホールIC センサー	ホールICと抵抗,LEDを搭載したセンサー基板。HOPE-2020に接続。 現在使用しているのは5つであり、それぞれが電車に張り付けられた磁力に反応して、列車の位置を信号として出力する。動作確認用もかねて、ダイオードではなくLEDを使用した。
⑤Legacy8080	8bitマイコン。8bit*3 I/O ポートが4つある。パソコンに接続して、basicで稼働させる。
⑥電源装置	HOPE-2020に接続され、本体を通してレールに電源を供給。0~32Vを無段で変更できる。今回は12Vで使用。
⑦電圧計・電流計	レールおよび列車に流れている電流と電圧を確認する。見やすさとロマンを追究し、アナログのものにした。
⑧操作パネル・ ⑨スイッチ基板	スイッチが5+4個ついている操作パネル。HOPE-2022に接続。昔存在したスイッチ基板は+4の部分に吸収された。現在使用しているのはこのうちの8つで、列車の運行を制御できる。
⑩windows機	プログラム作成とモニターの端末として使用。プログラムが一旦動けば、必要のないハードウェアになる。



HOPE-2022の 自動運転のシステムの動きの関係

PPI接続基板

PPI接続基板

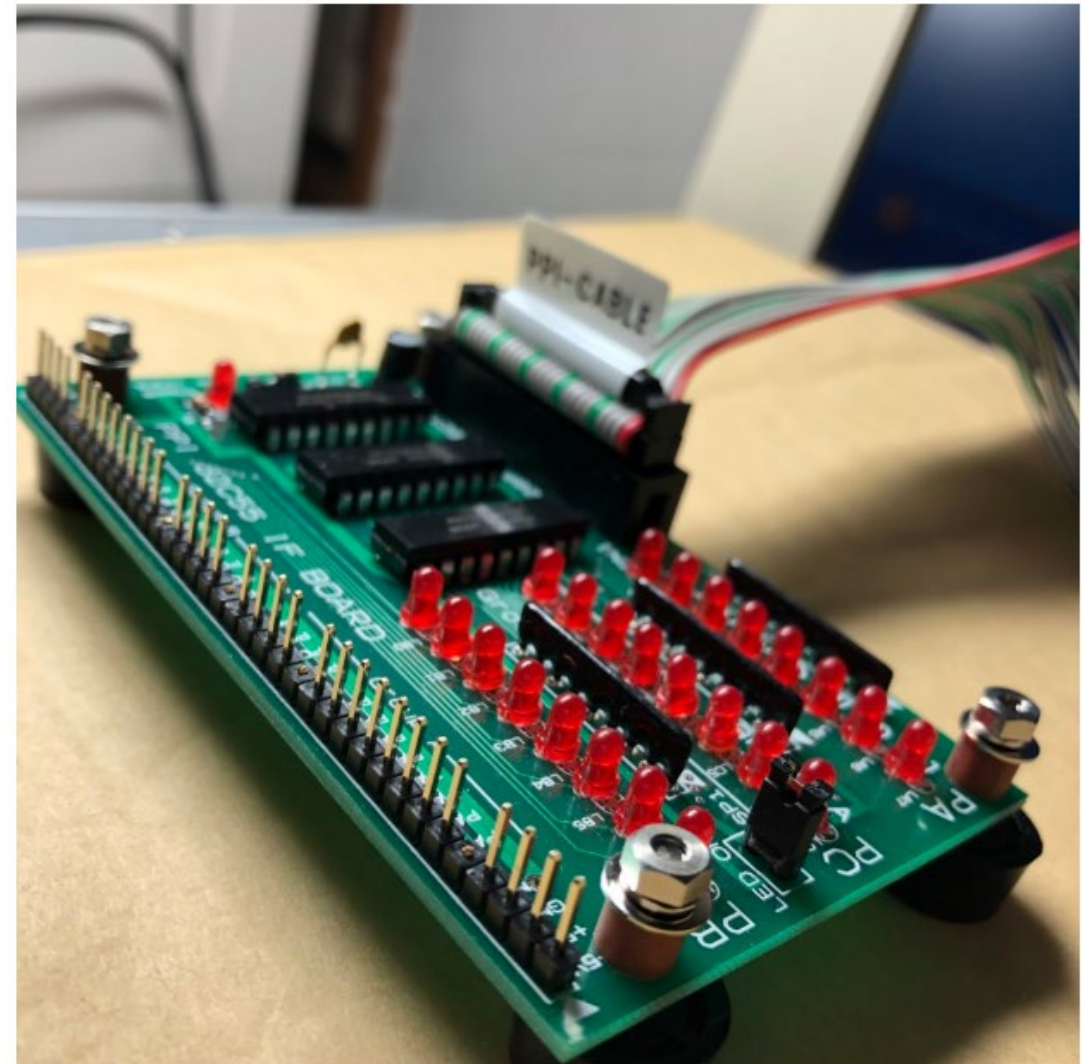
●特徴

- Legacy8080用のオプションボード
- PPI(82C55)の入出力用
26pinフラットケーブルコネクタに接続。
- モニター用LED

→ 82C55のAポート、Bポート、Cポートの
入出力の状態をビットごとにLEDでモニター

● PPI接続基板に足を取り付ける

- 基板とナットの間、プラスチックのワッシャーを挟む



(1) PPIポートの設定

- PPI接続基板は2つ使用
 - 一つ(PPI-0)は、HO列車の運連を制御する
 - もう一つ(PPI-1)は、ポイントの切り替えに使用

PPI-0				
	\$E0 (PA)	\$E1 (PB)	\$E2 (PC)	\$E3
	出力	入力	入力/出力	control
P0	速度制御			1
P1	速度制御			0
P2	速度制御			0
P3	速度制御	車庫センサー		0
P4	速度制御	PS側踏切センサー		1
P5	速度制御	GCS側踏切センサー	踏切制御	0
P6	速度制御	PSセンサー	方向制御	1
P7	速度制御	GCSセンサー	方向制御	0
				\$8A

PPI-1				
	\$E4 (PA)	\$E5 (PB)	\$E6 (PC)	\$E7
	出力	入力	出力/入力	control
P0	ポイント電源	緊急停止ボタン	ポイント電源	1
P1	ポイント制御	停止ボタン	ポイント制御	0
P2	ポイント制御	発進ボタン	ポイント制御	0
P3	ポイント回路制御	車庫ボタン	ポイント回路制御	0
P4	ポイント電源	PS側踏切ボタン		0
P5	ポイント制御	GCS側踏切ボタン		0
P6	ポイント制御	PSボタン		1
P7	ポイント回路制御	GCSボタン		1
				\$83

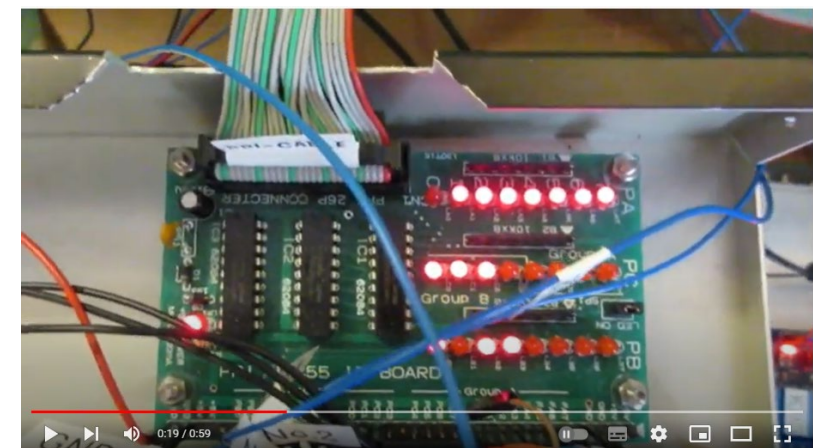
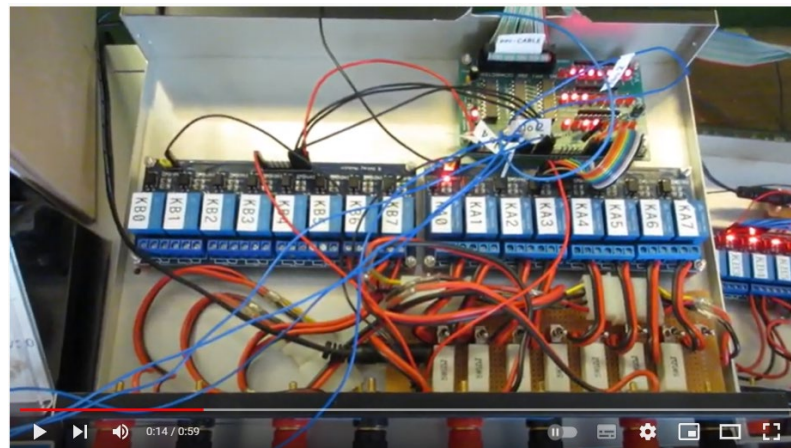
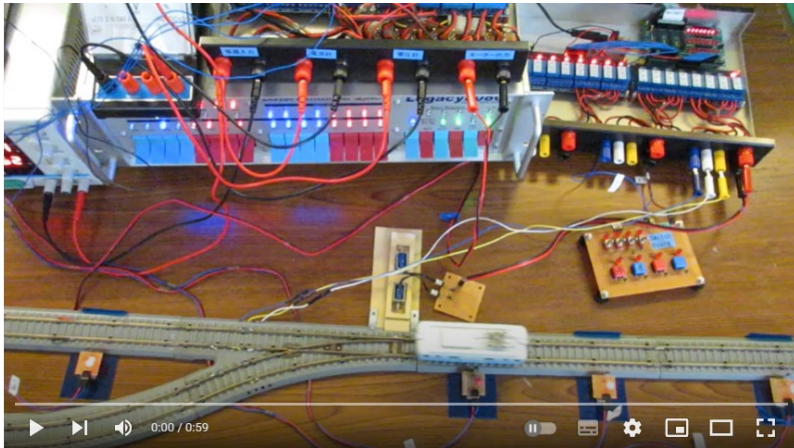
(2) ホールICセンサーの動きとLED点灯の流れ

- 自動運転中の様子
 - ホールICセンサーが反応すると、LEDライトが消灯する
- 車両通過時のシステムの動き
 - ホールICセンサーからの信号出力 ➡ HOPE-2020が受信
➡ PPI接続基板のLEDをプログラム通りに点滅させる

[https://www.youtube](https://www.youtube.com/watch?v=TSY)



0110014f

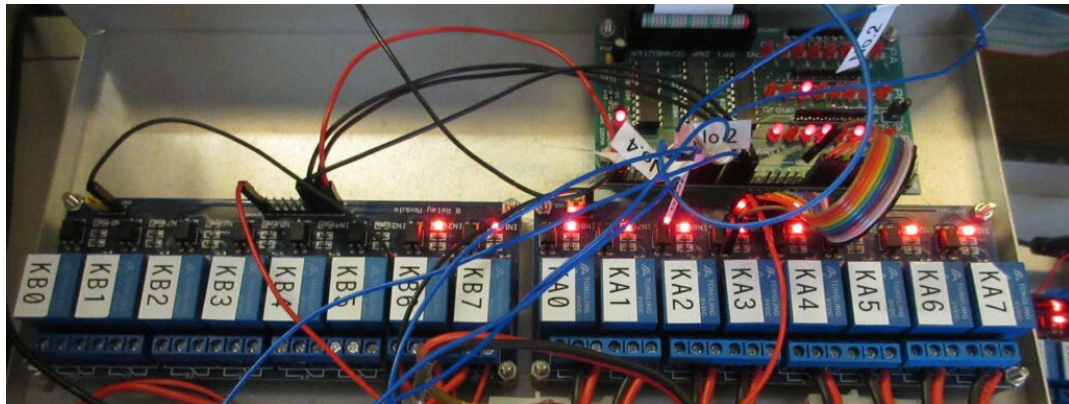


YouTube動画@Kosuke's_Garage

(3) PPIポートのLED点灯の様子と意味

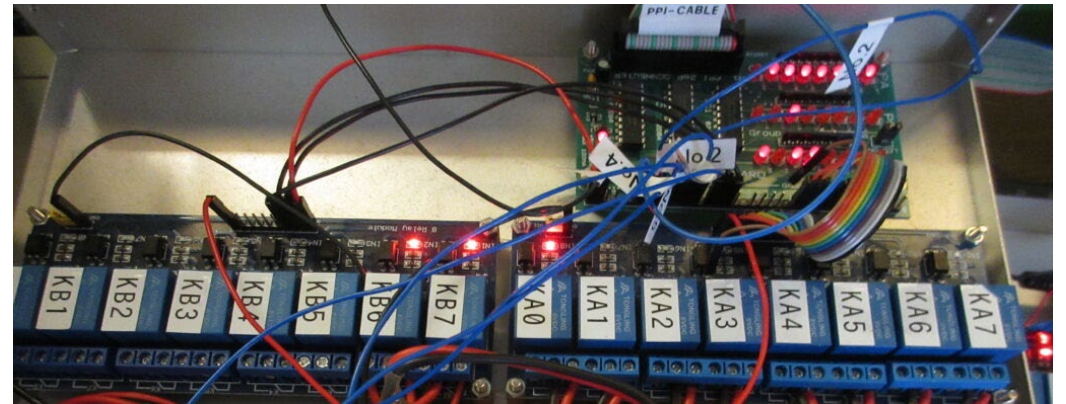
車両停止時

- KA0～KA7が点灯している。
 - 列車を走らせる電源が切られていることが分かる。
- KB5が点灯している。
 - 踏切が開いていることも分かる。

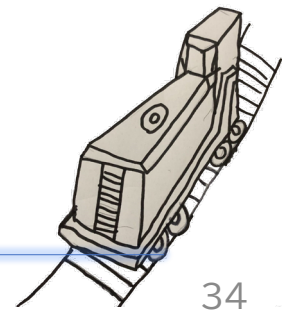


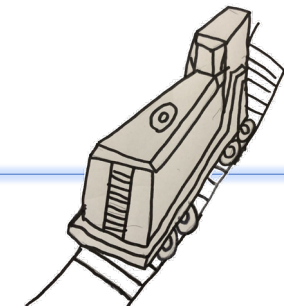
車両走行時

- KA1～KA7が消灯している
 - 一つでも消灯していれば走っていることを意味する。
- KB6～KB7が点灯している。
 - 右向きに走っていることが分かる。
 - KB5が消灯している。
 - 踏切が開いていることも分かる。



×モ





HOレールの切り替えポイント(分岐点)の 電動化のための構造と機能

ソレノイド

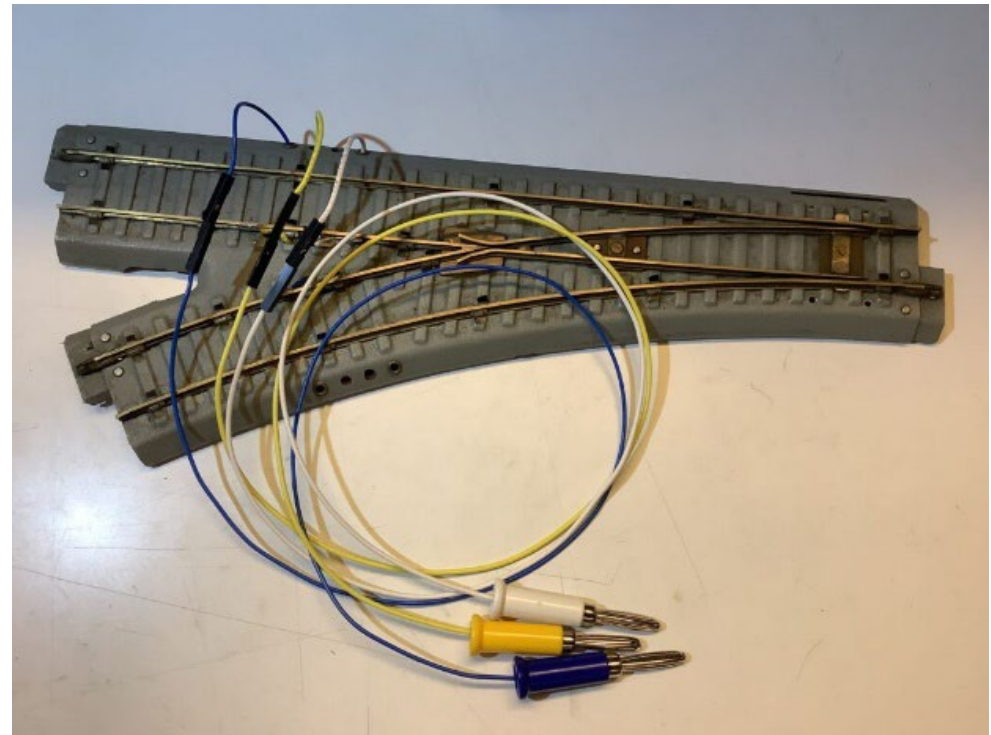
ポイント切り替えの電動化の手順

●概要

- 通常なら手動で動かすHOゲージのポイント(分岐点)を、**電動で制御**できるようにした。

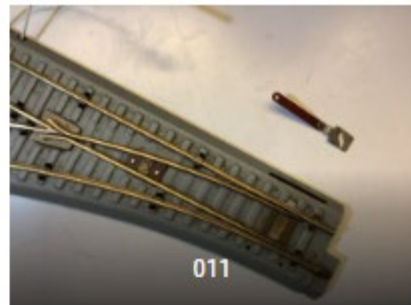
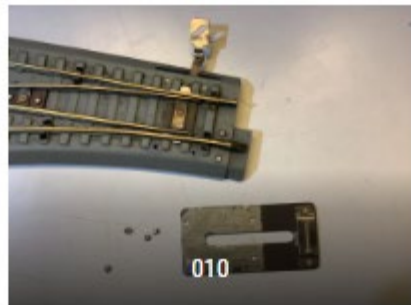
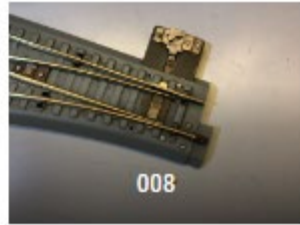
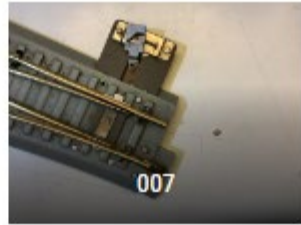
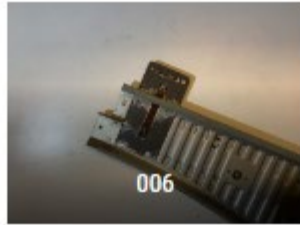
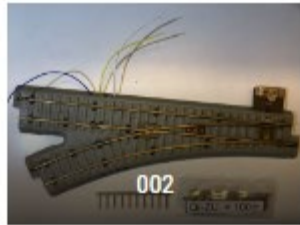
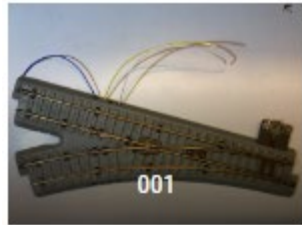
●改造の手順

- (1)レールの改造
- (2)回路の改造
- (3)ポイント切り替え装置の製作
- (4)実装



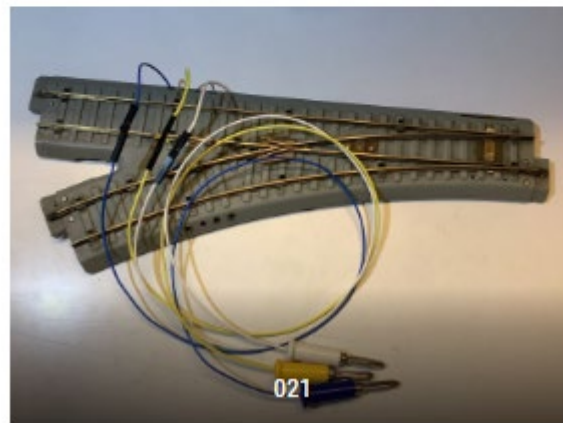
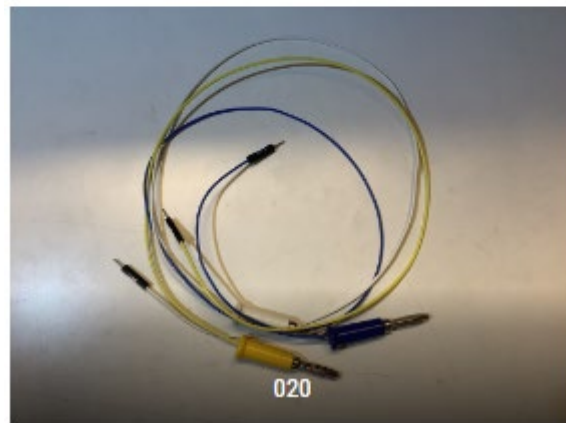
(1)レールの改造

- 既製品のポイントから切替機を取り外す。
 - 001-003 配線作業をした本体。本来はショートを回避するために手でピンを抜き差しするが、今回は電動で行う。
 - 004-011 切替機を取り外し、ソレノイドを取り付けできるようにする。



(2) 回路部分の改造

- ポイントを操作するための配線を用意する。
 - 片側にバナナプラグ、反対側にQIコネクタのメスを取り付けて、システムとつなぐケーブルを作る。

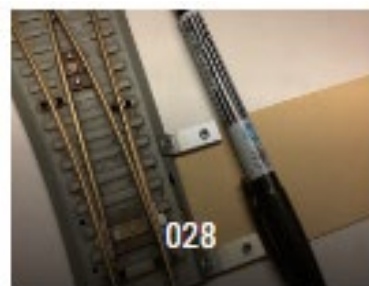
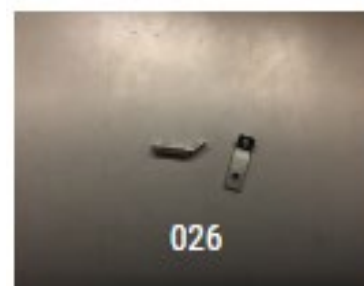
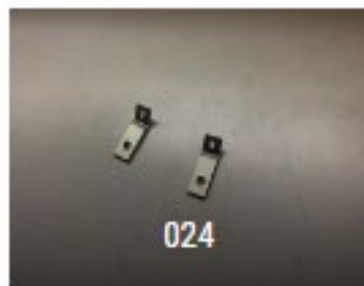


(3)ポイント部分の改造

- ソレノイド2つを固定し、レールに連動しているパーツで動作させる。

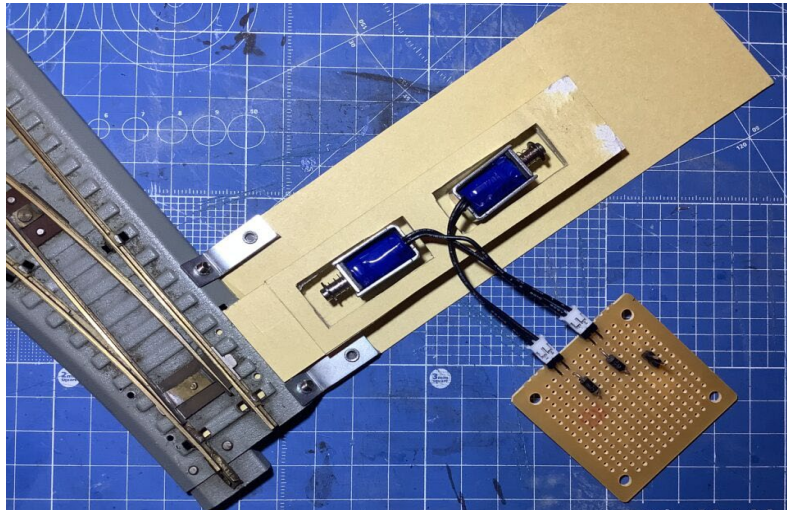
- 手順

022	購入したソレノイド。5Vで動作。
023	ポイントを切り替えるためのパーツ。
024-027	L字金具をまげて専用の金具を2つ。
028-032	金具と台座を取り付ける。
033	ソレノイドを二つ設置して動作する。

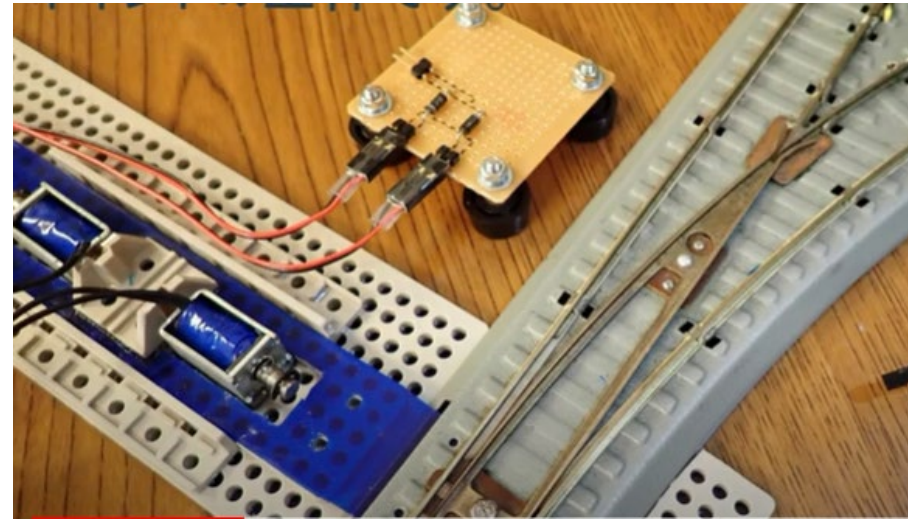


線路の切り替え装置の強度化

- HOゲージのポイントを**電動で制御**できるようにした。
 - Ver.1 ➡ 紙製で強度的に問題あり
 - Ver.2 ➡ 強度のある構造に作り直した。
- ➡改良
- 配線に無理がないように導線を十分な長さを取った
 - 基板に足をつけた



Ver.1 (紙製)



Ver.2(プラスチック製)

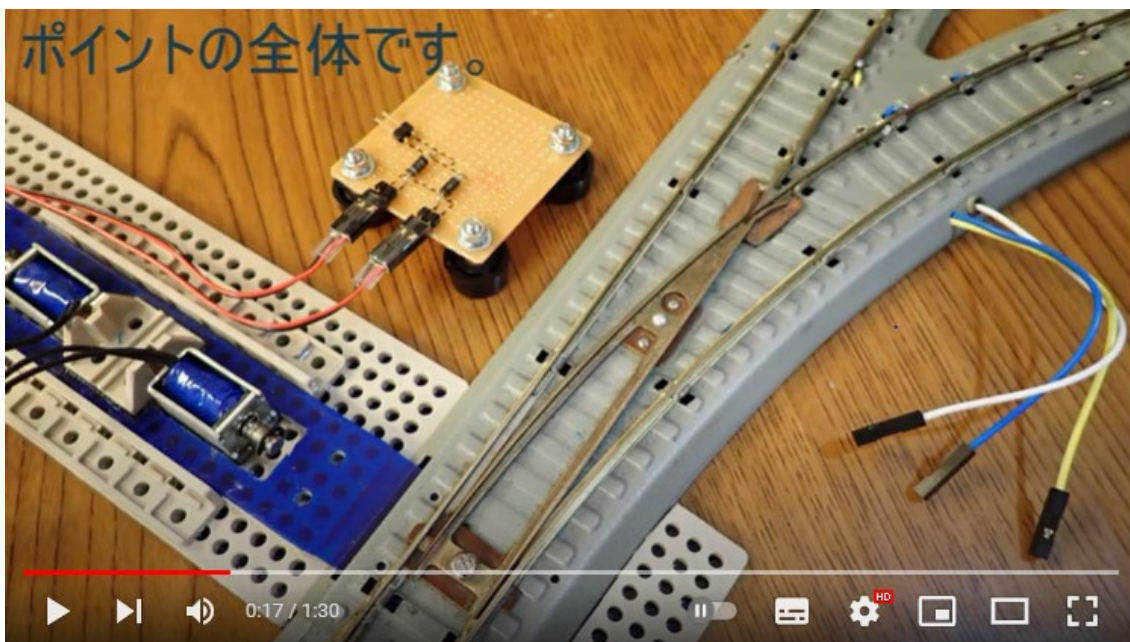
ソレノイドを使ったHOレールの切り替えポイント(分岐点)

- 市販のHOゲージのポイント(分岐点)を、ソレノイドを使って電気(信号)で制御できるように改造
 - ソレノイドを2つ使うことによって信号で動かすことができる。

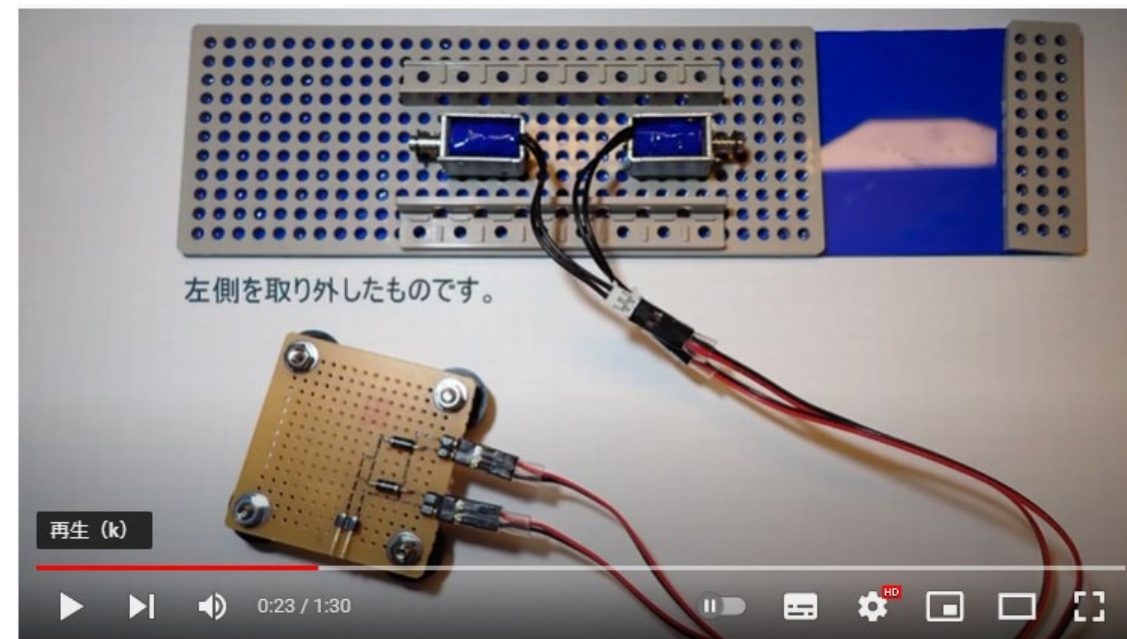
<https://www.youtube.com/watch?v=Lp8T6tVR1zg>



6tVR1zg



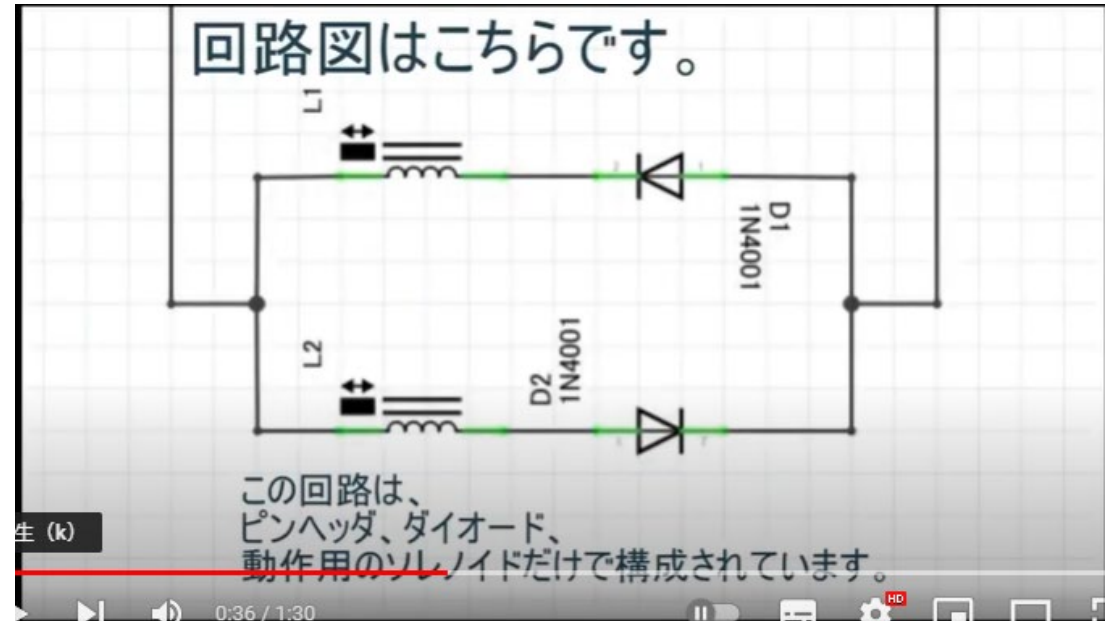
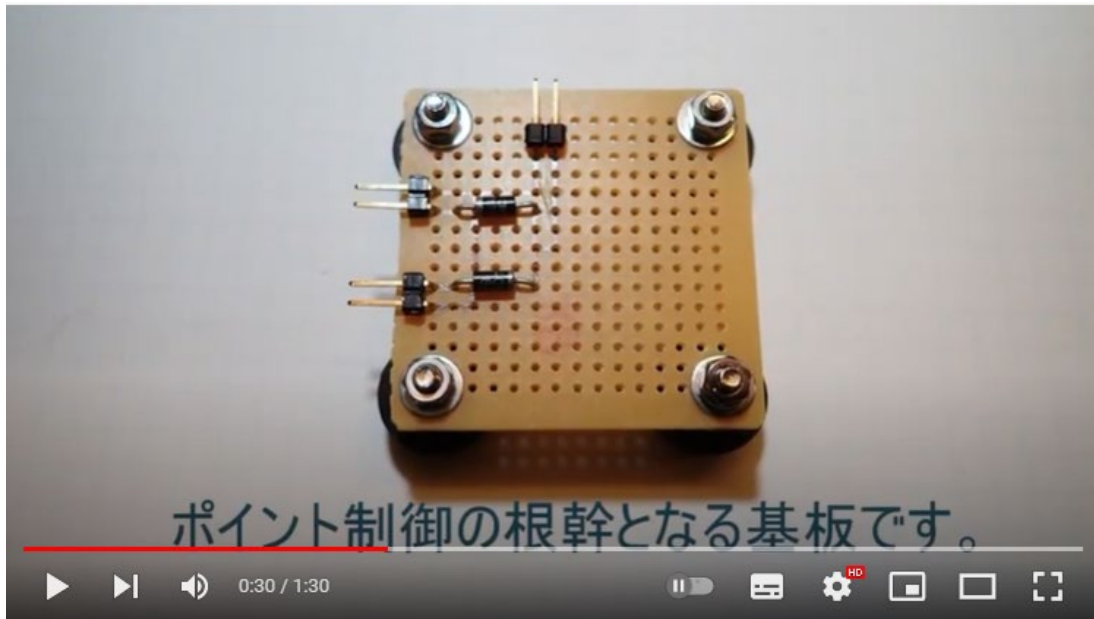
レールの切り替えポイントにセットしている状態



切り替えシステム部分だけ取り出したところ 41

ソレノイドを使ったH0レールの切り替えポイント(分岐点)

- ポイント制御の根幹となる基盤(左)
 - 構成するモノ
 - ピンヘッド、ダイオード、動作用のソレノイドだけ
- 回路図(右)



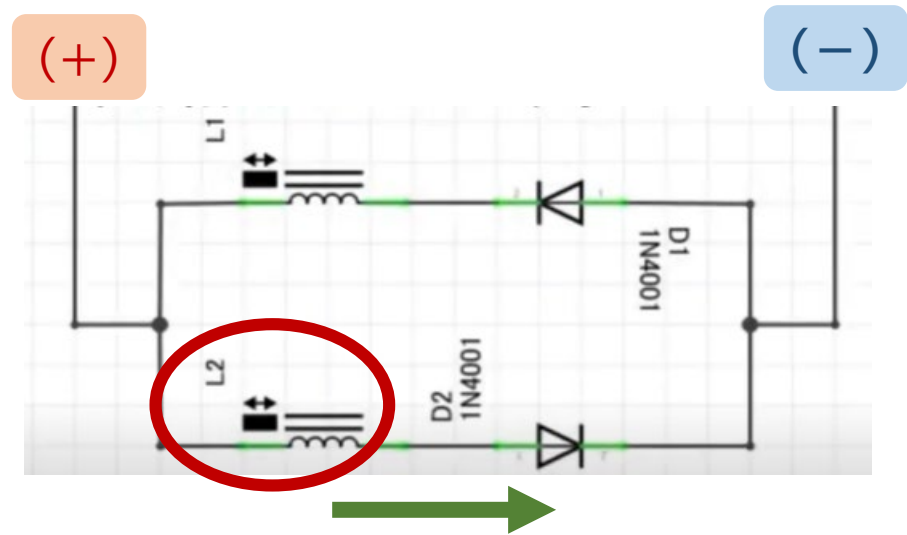
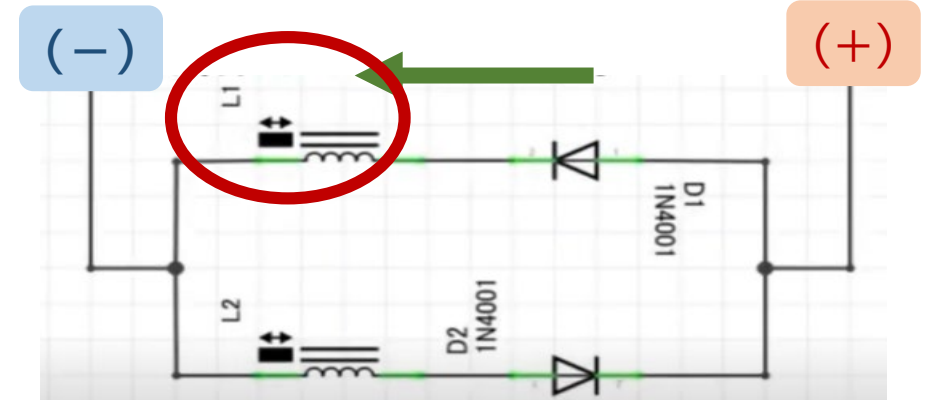
ソレノイドを使ったHOレールの切り替えポイント(分岐点)回路の特徴

- ポイント制御の回路のしくみ

- 両側の極性を入れ替えて使用
- (1) 右が+極、左が一極の場合
 - 電流はD1のみ通過でき、D2は通過できない。
 - そのため、**L1だけが動作**する。

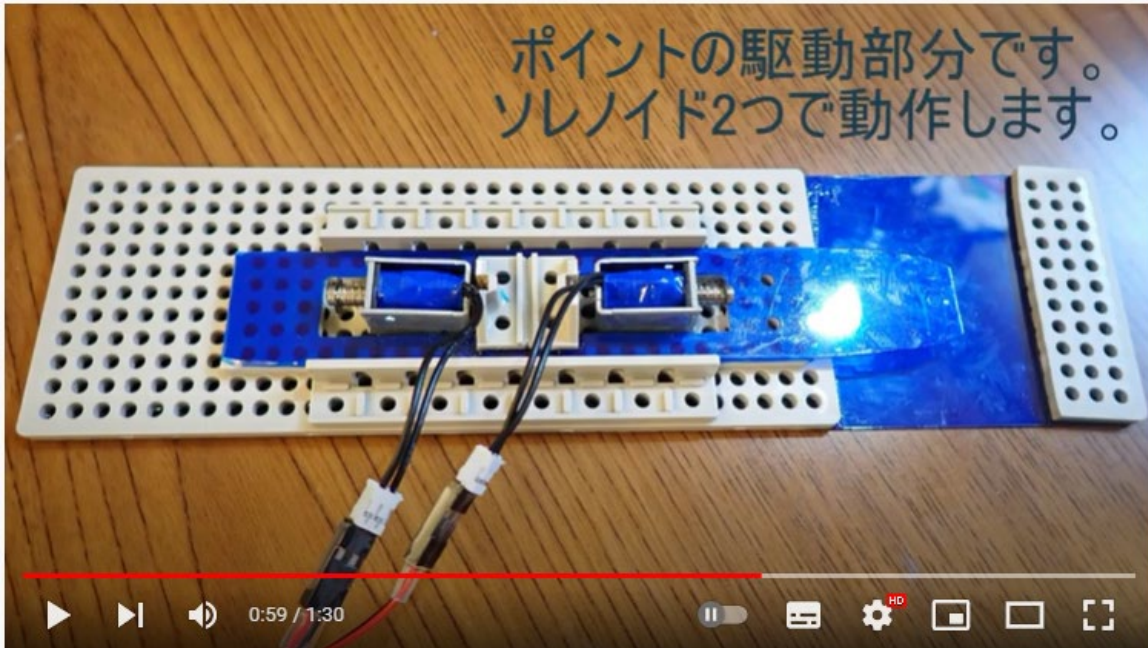
- (2) 左が+極、右が一極の場合
 - 電流はD2のみ通過でき、D1は通過できない。
 - そのため、**L2だけが動作**する。

- この回路は、両側の極性を入れ替えることで、2本の配線だけで、2つのソレノイドのON/OFFを制御することができる



ソレノイドと切り替えポイント(分岐点)の連動構造

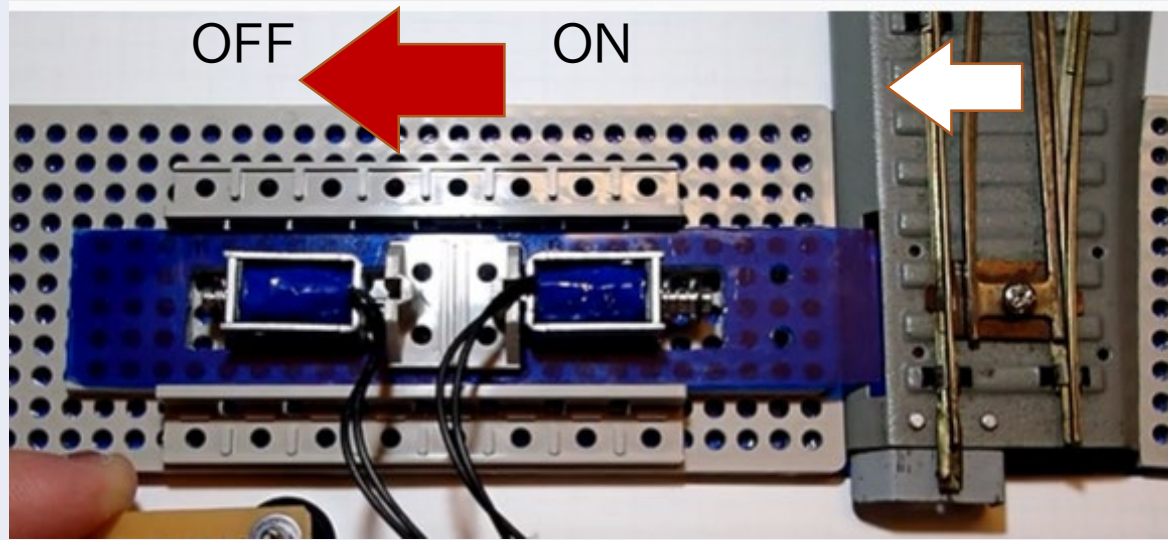
- ポイントの駆動部分は、ソレノイド2つで動作
 - 中央の四角いブロックがスライドする青色の細長いプレートに連結している
 - ➔ これを2つのソレノイドがそれぞれ反対方向に押すことでポイントを切り替える。
- 駆動部分(青い細長いプレート)とポイントが連結されている。
 - M3の10mmの鍋ネジとナット使用



ポイント切り替えのメカニズム

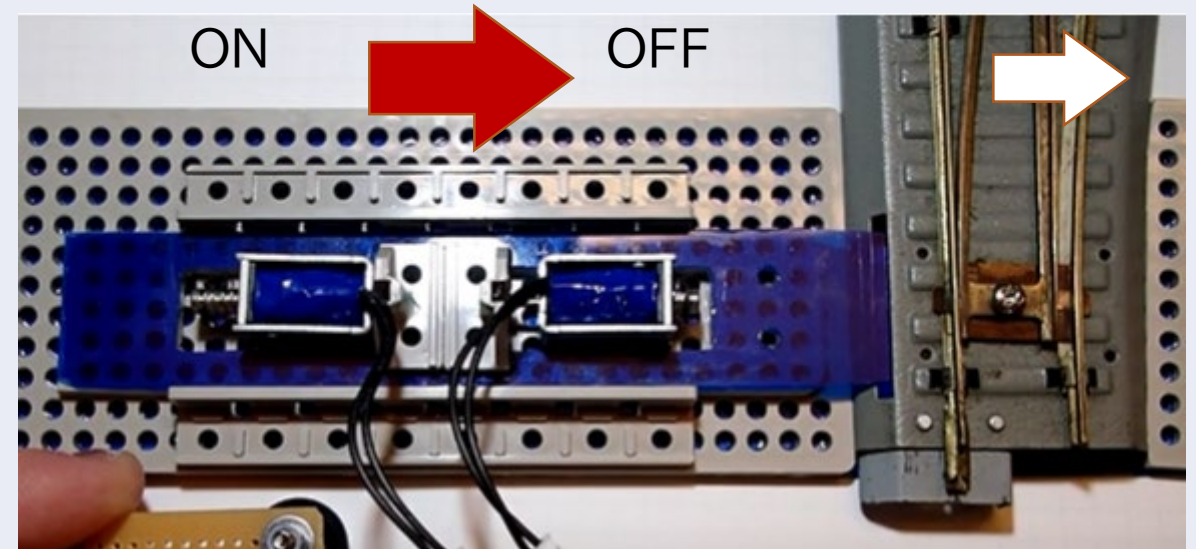
- 電流の向きを逆転することでポイントを切り替える

電源を(+)(-)の向きにつなぐ



- 車両は主線(左側)へ進行

電源を(-)(+)の向きにつなぐ



- 車両は副線(右側)へ進行

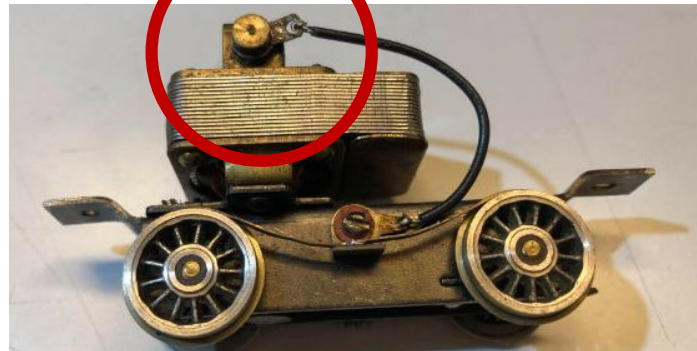
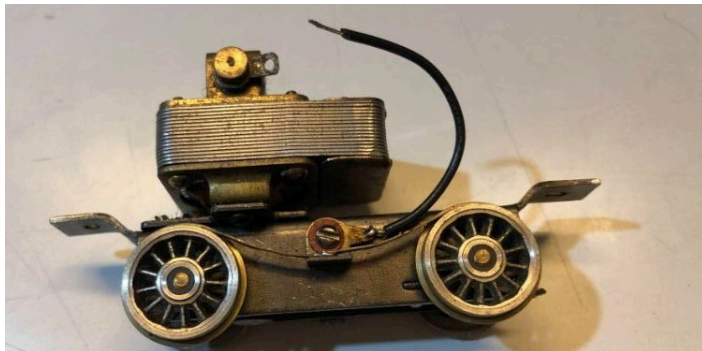
Break
Time

動かないHO車両の修理

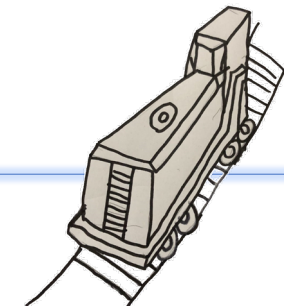
- 動かない少し大きめのHO車両の修理
- 分解開始
 - 中のモーター部分を取り出すために分解する。
- 配線のし直し
 - 本体から金属板を外し、金属板と導線をはんだ付けしなおす。



- モーター部分の配線につなぐ。



→これで無事に動くようになった。



車両モニター用 ホールICセンサーの作成と機能

ホールICセンサーの製作(1)

● 完成品が右図の2枚(表面・裏面)

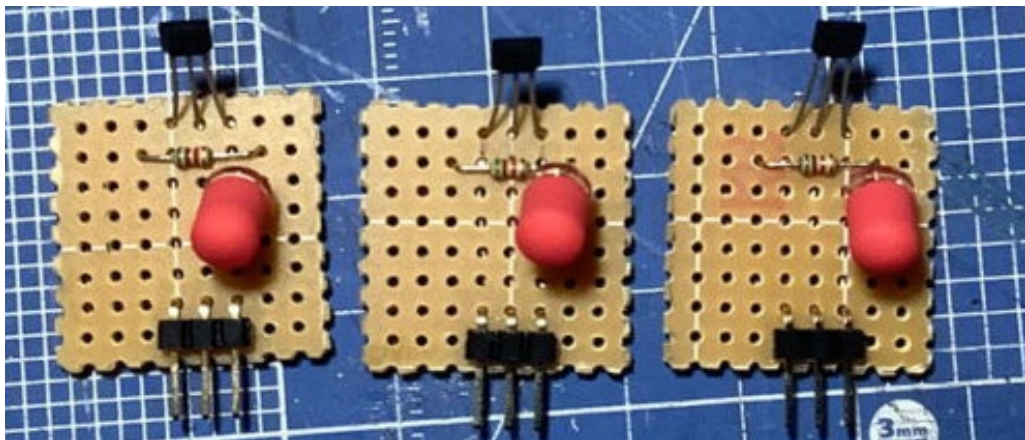
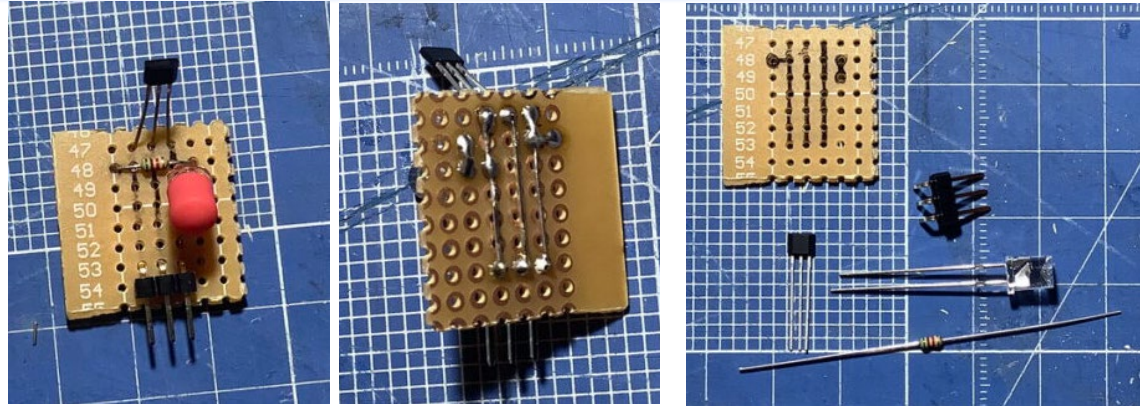
● 必要な部品

- L字型ピンヘッダ1列*3
- 赤色LED
- 1/4W炭素抵抗 5.1kΩ±5%(**緑・茶 赤・金**)
- ホール素子IC SK1816G

● 制作工程

- 使用基板は、“ICB-96”にいちばん近い“21-114”
- 穴が 6*8 使えるように切り取る
- 基板に配線図を書く基板に部品を取り付ける
- LEDにキャップをかぶせる➡そのままでは明るすぎる

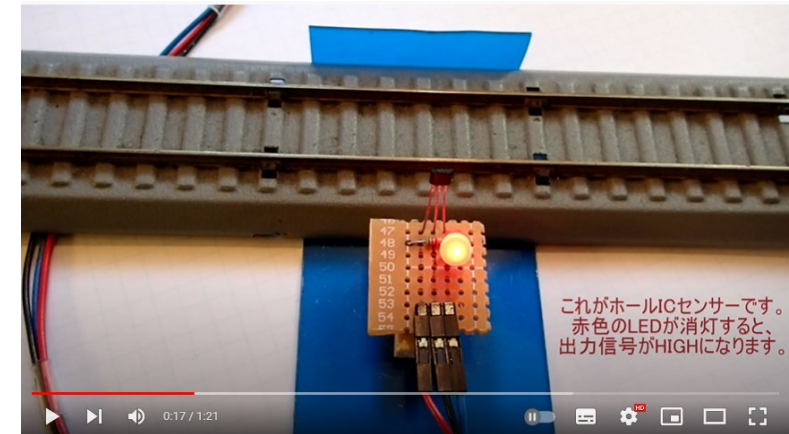
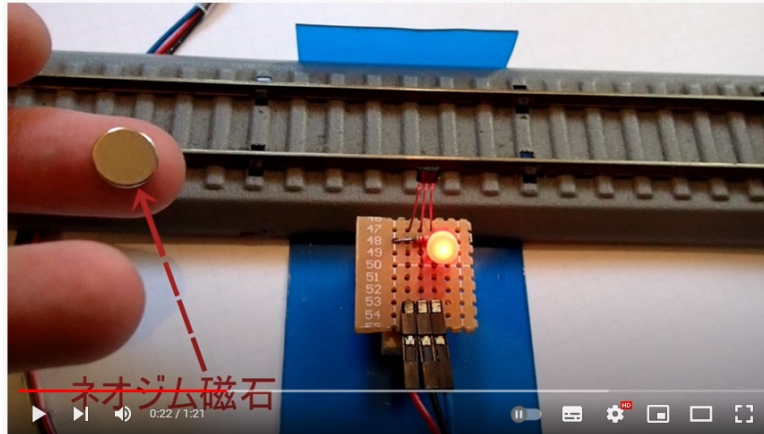
● 完成



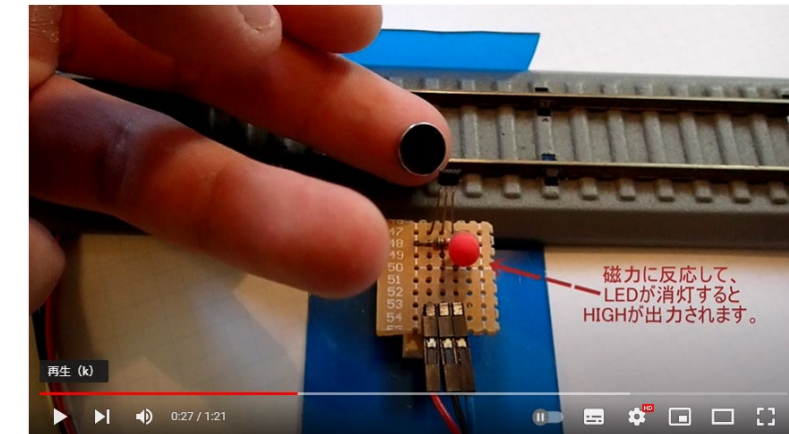
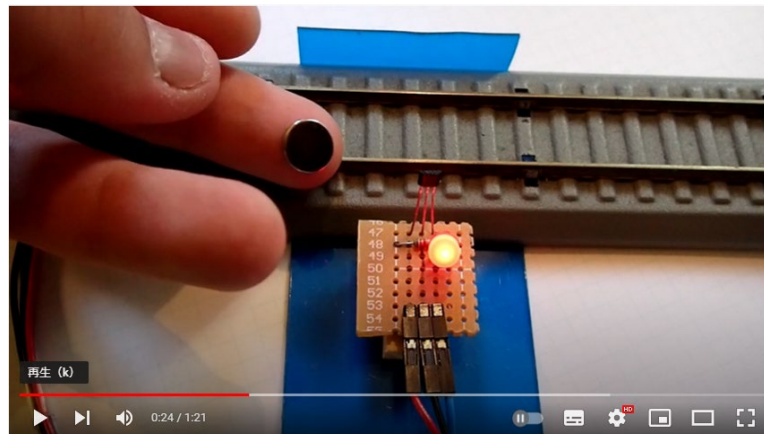
磁力とホールICセンサーの動作関係



- ホールICセンサーは、赤色LEDが消灯すると出力信号がHIGHになる。



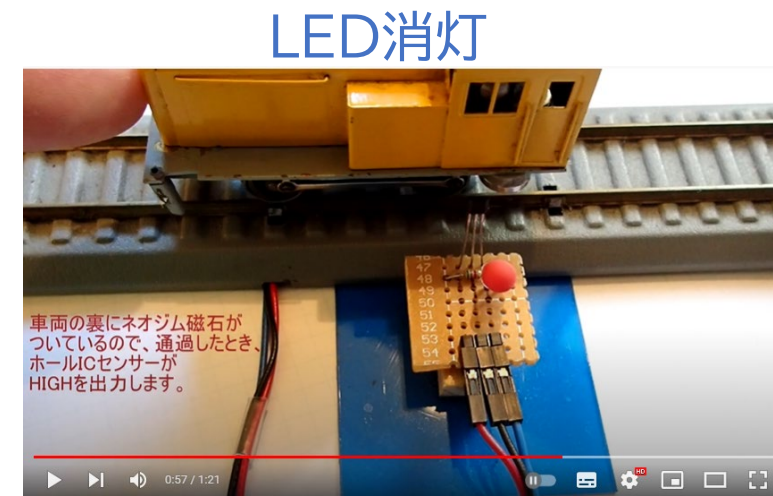
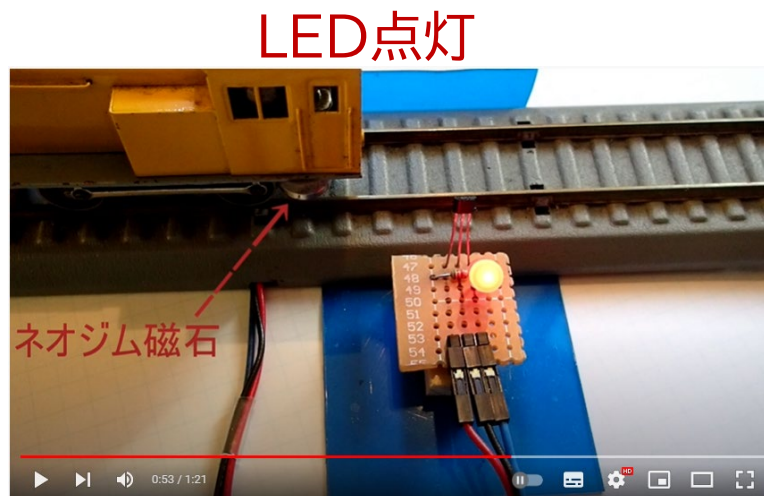
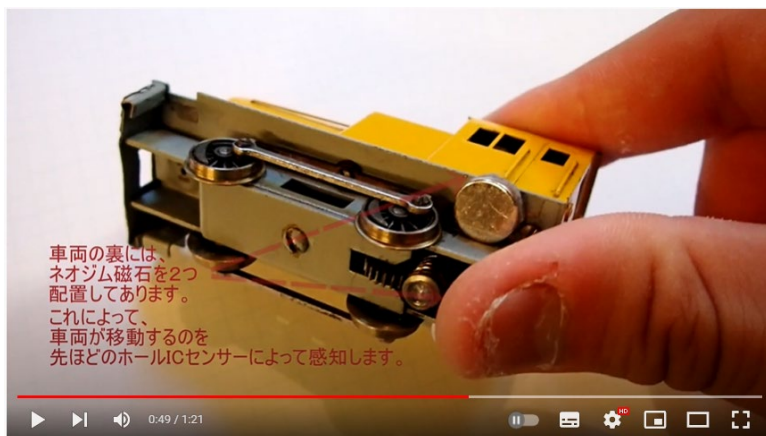
- 磁力に反応してLEDが消灯すると、出力信号HIGHが出力される。
 - 磁石が遠いとLEDが点灯し、磁石が近づくとLEDが消灯する

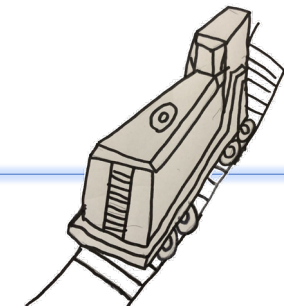


磁力とホールICセンサーの動作関係 HO車両の動きで確認



- 車両の裏にネオジム磁石を2つ配置している。
 - これによって、車両が移動するのをホールICセンサーが感知できる。
 - ➔ 車両が通過した時、ホールICセンサーが磁力を感じて、HIGHを出力する。





HOPE-2022

列車通過のモニタリング

列車通過のモニタリングシステム

- 自動運転の最重要要素

- 列車本体に取り付けた磁石をホールICが検知し、それをPPI接続基板を通して8bitマイコンが認識すること。

- システム全体構成

- PPI接続基板

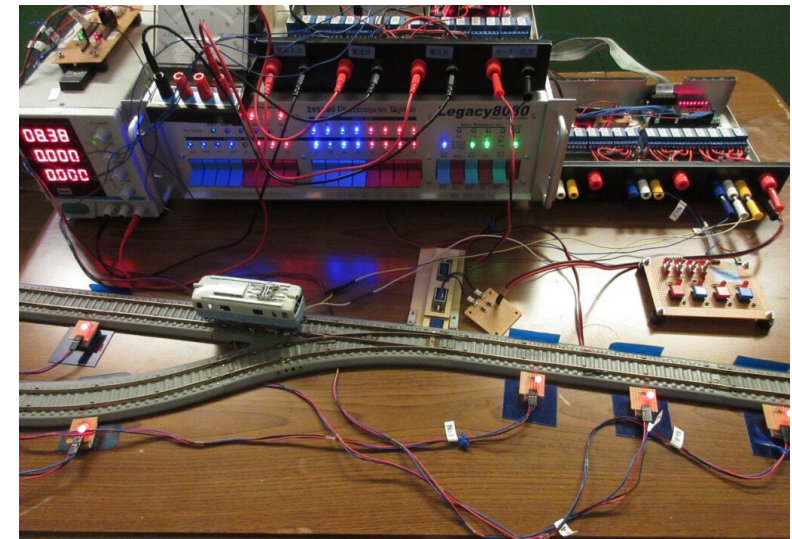
- 8bitマイコンにつながっている2枚のPPI接続基板が、リレーを制御する。

- ホールICセンサー

- 線路わきに設置してある赤いLEDライトを備えたホール素子センサーで列車が通過したかどうかを判断している。

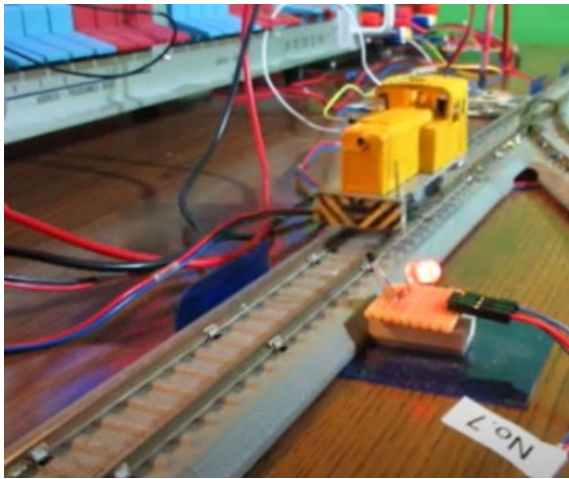
- 魅力的なアナログな針の動き

- アナログの電圧計と電流計が接続されており、線路に流れている電流の変化をモニターしている。
- アナログな針の動きにテンションが上がる。



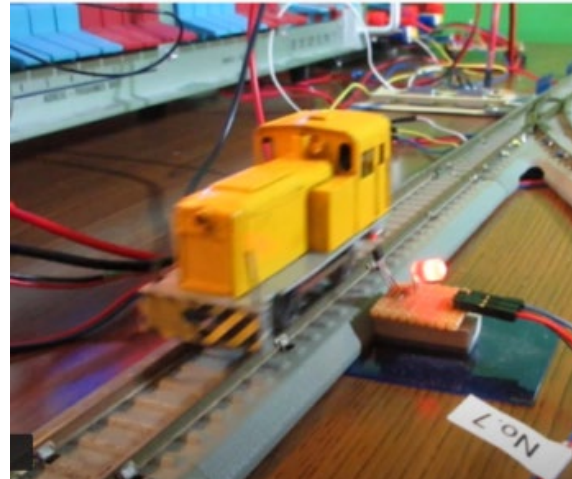
最重要要素(1)列車通過時のモニタリング

- 列車が近づくと、
 - 列車本体に取り付けた磁石をホールICが検知
 - 検地が目視できるように、検知するとLEDが消える仕組みにしている。
 - ホールICが検知するとそれをPPI接続基板を通して8bitマイコンに伝達する。



ホールICセンサーによる検知

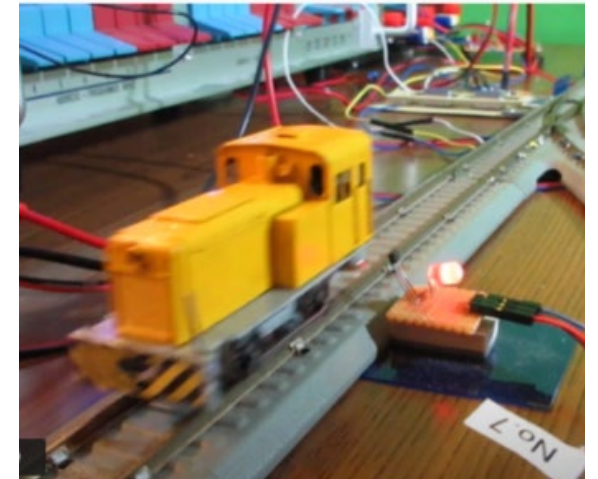
OFF



OFF

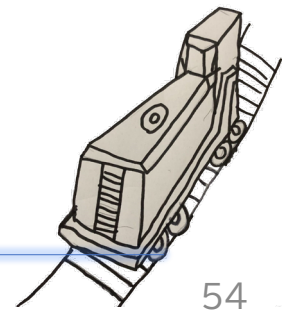


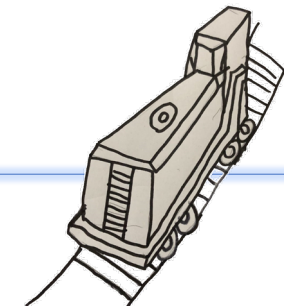
ON
列車通過！



OFF

×E





HOPE-2022の 自動運転の特徴 (運転経路入力と車庫へ格納操作)

自動運転の特徴(運転経路入力と車庫へ格納操作)

● 運転経路指定

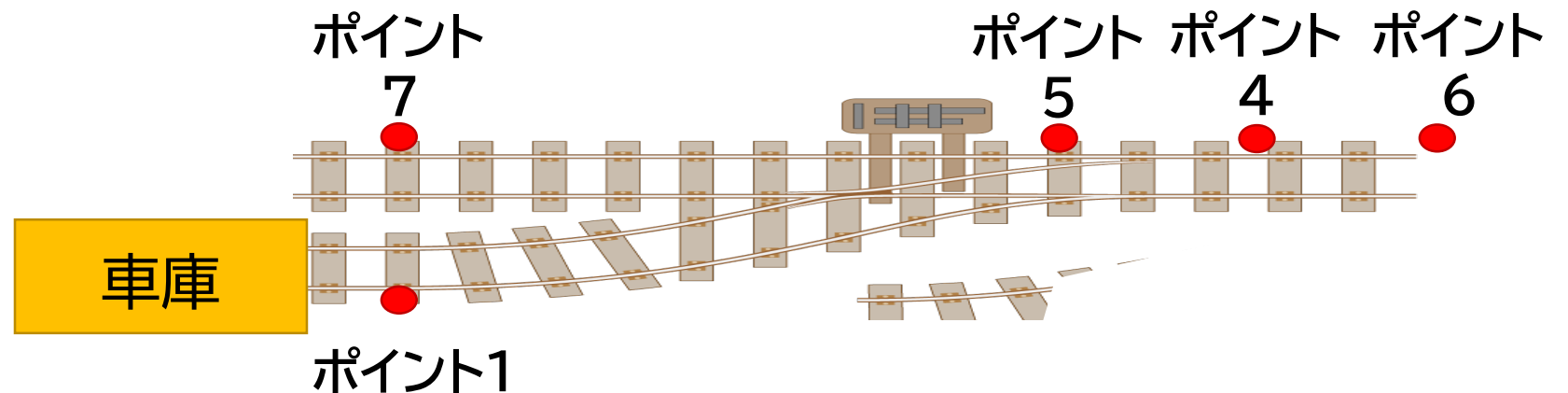
- ポイント番号を入力するとそのパスをたどって自動運転する。

● 緊急停止

- 「車庫へ格納ボタン」を押すと、どのタイミングでも車庫へ移動。
- 車庫入れのために、自動的にレールポイント(分岐点)を切り替える。

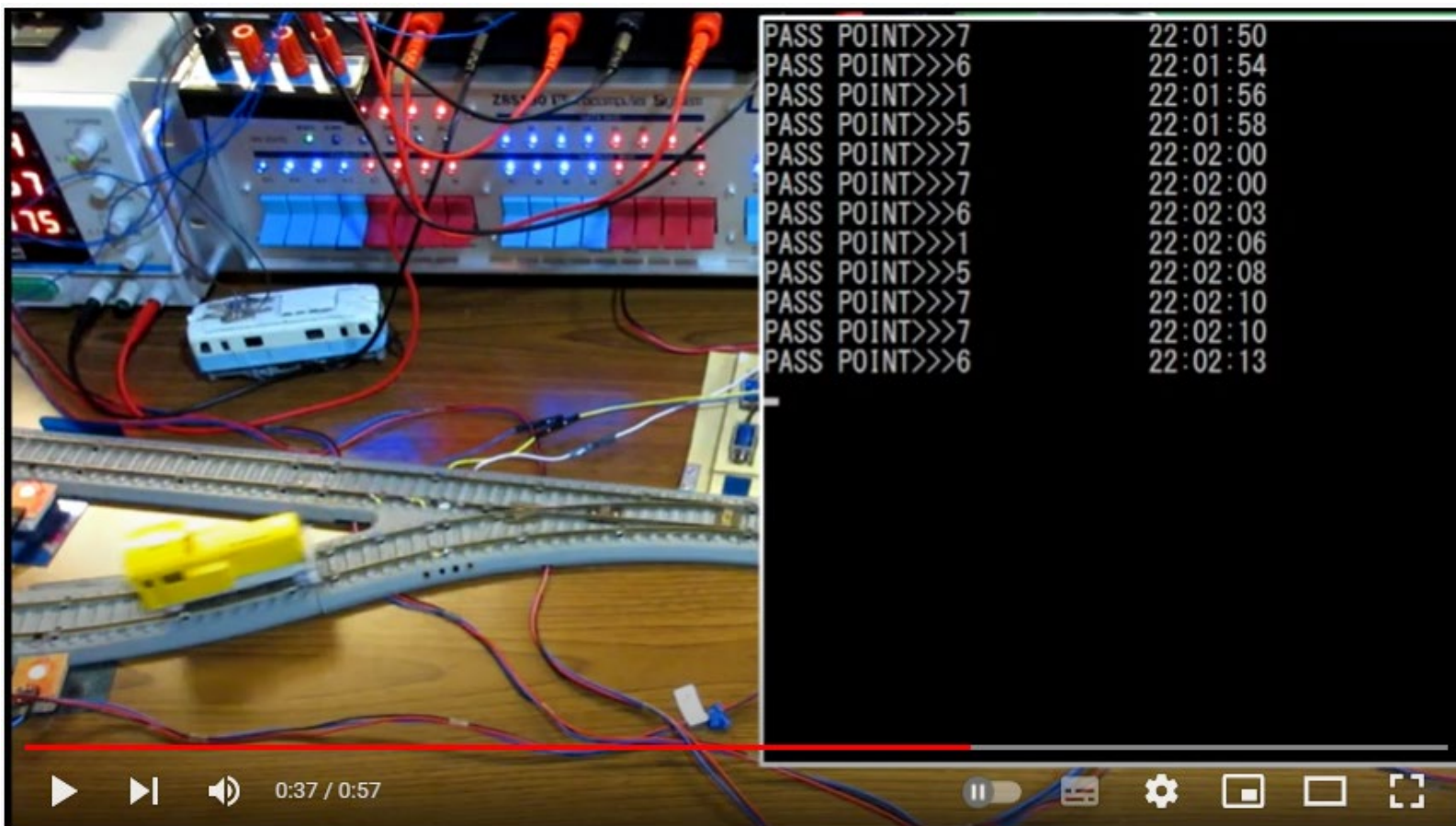
● 入力方法

- 開発当初は**キーボード**からポイント番号を手入力
- MKF2022出展決定後、ゲストに楽しんでもらうために、**操作パネル仕様に変更**。



【動画】指定区間の自動運転(キーボード入力)

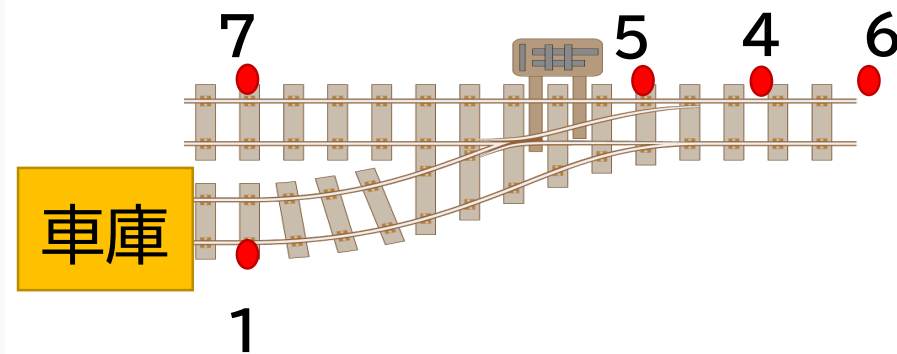
- あらかじめ指定した経路を自動運転する。
- 必要に応じて、ポイントも自動切換えする。



<https://www.youtube.com/watch?v=DGX1bzeJ3EA>



bzeJ3EA
GX1



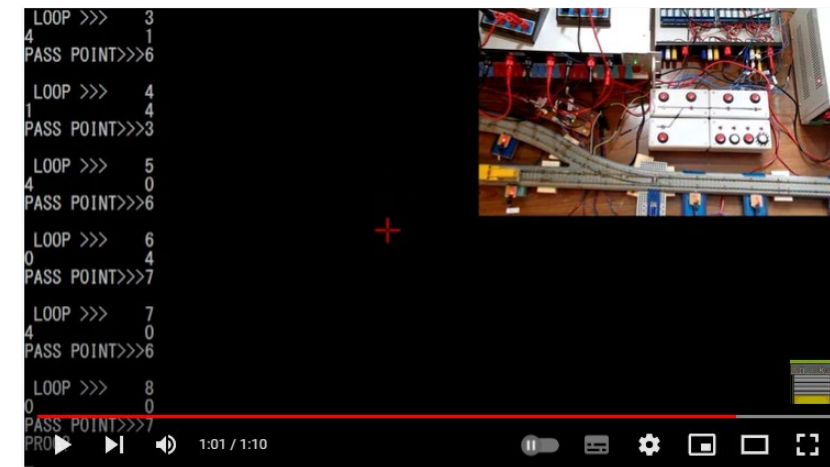
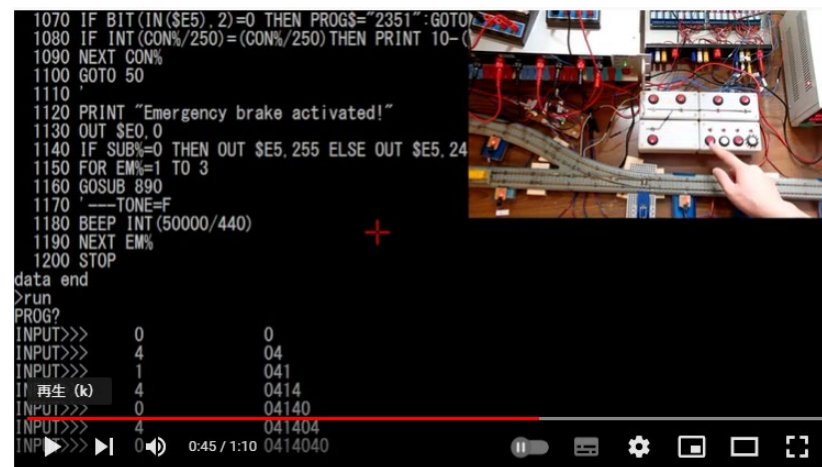
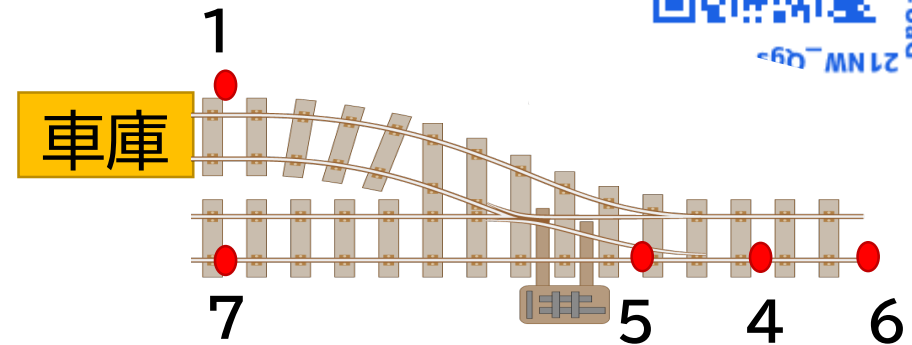
【動画】指定区間の自動運転(操作パネル入力)

<https://www.youtube.com/watch?v=UaG-6D7MM1Z>



UaG-6D7MM1Z

- 操作パネルによる経路指定の仕方
 - 操作パネルの経路番号(PASSPOINT)を入力する
 - GOボタンを押す
 - ゲストの入力した経路を自動運転する
 - 指定された経路が終わると自動的に停止する

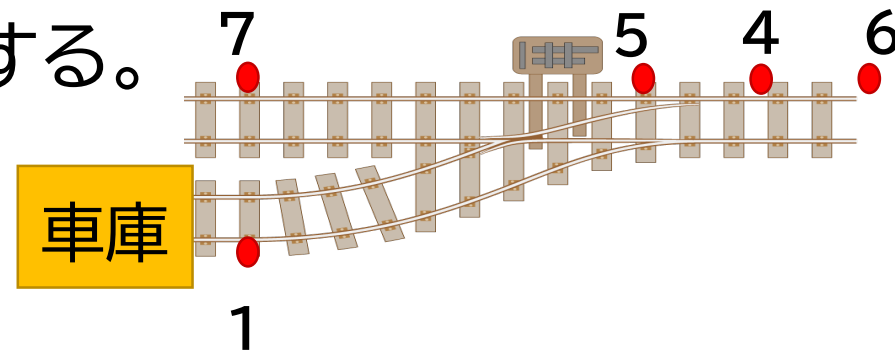


【動画】「車庫へ格納」入力による車庫入れ (キーボード入力)

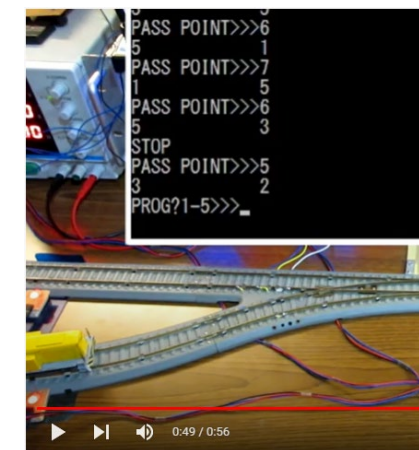
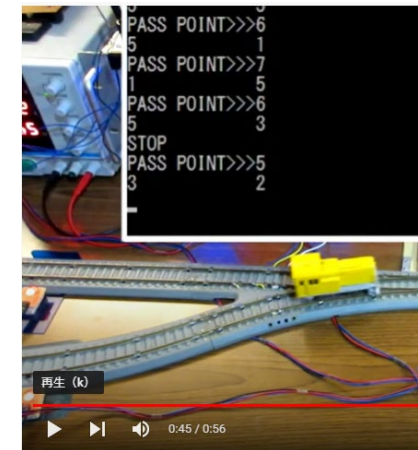
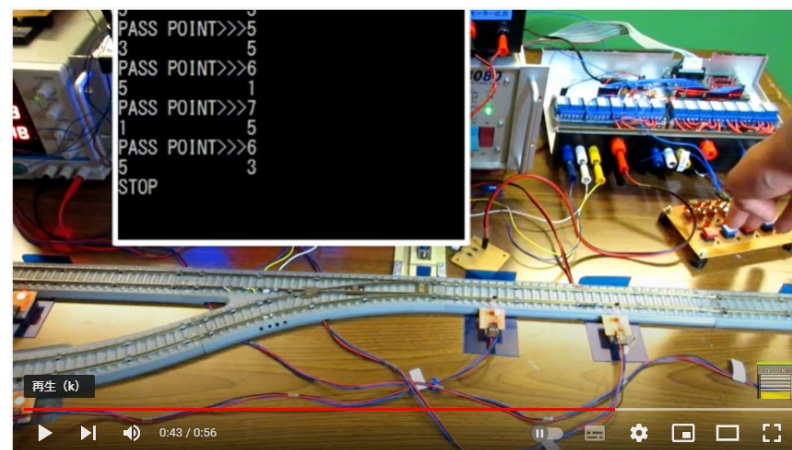
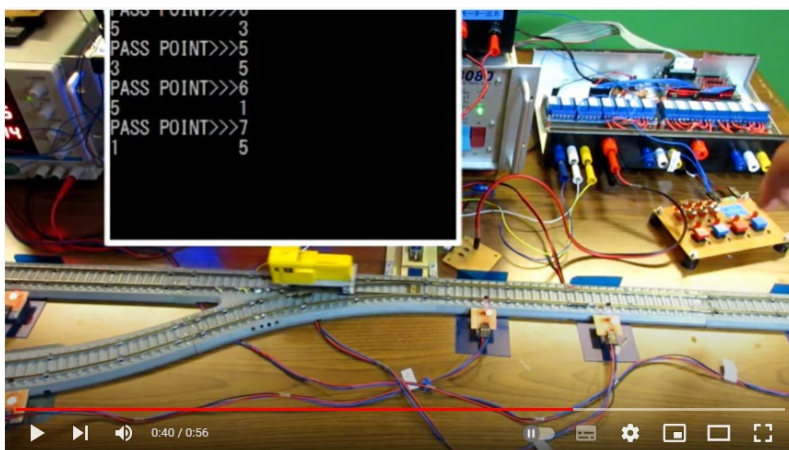


- 「車庫へ格納」入力で、経路指示による自動運転中でも車庫に移動する。

- 車庫は、手前の線路。
- 自動運転中のどのタイミングでも、「車庫へ格納」入力で、車庫に移動して停止。

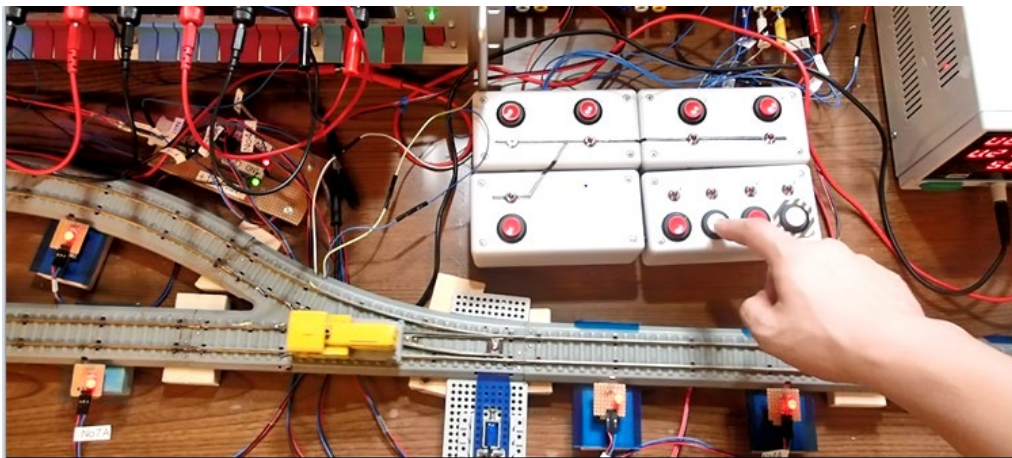
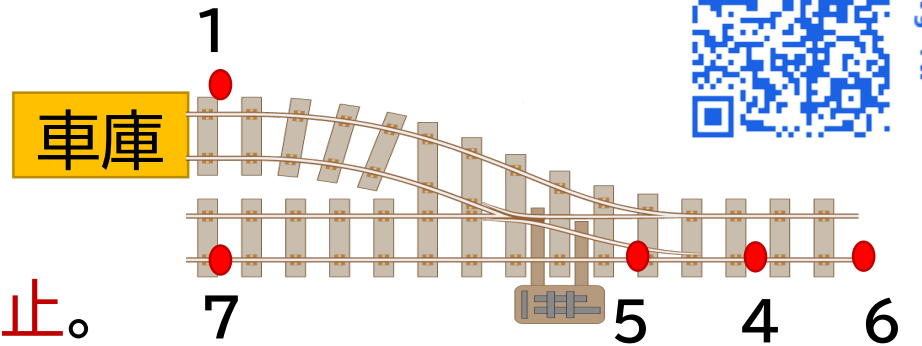


- 自動的にレールのポイント(分岐点)を切り替えるところが、ポイント。

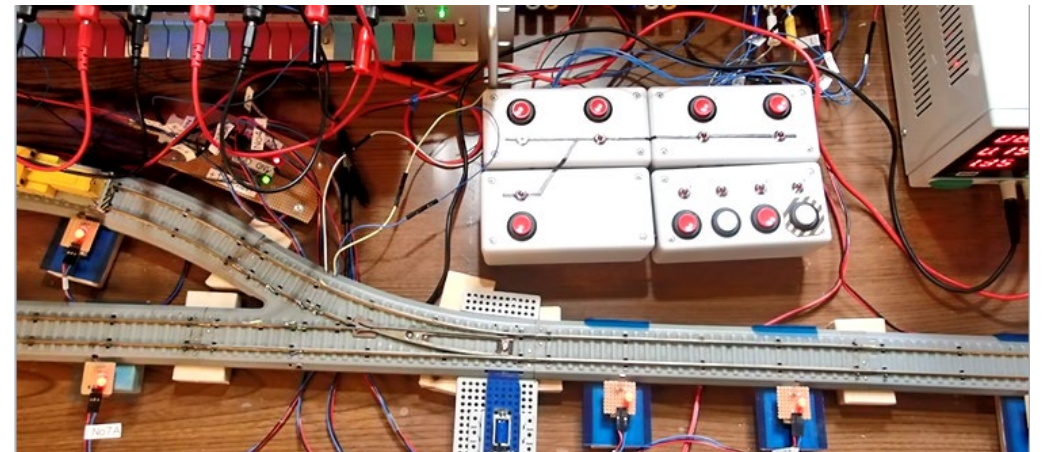


【動画】「車庫へ格納」入力による車庫入れ (操作パネル入力)

- 「車庫へ格納ボタン」で車庫に強制格納する。
 - 車庫は、奥の線路に変更になっている。
 - 自動運転中のどのタイミングでも、「車庫へ格納ボタン」を押すと、**車庫に移動して停止。**



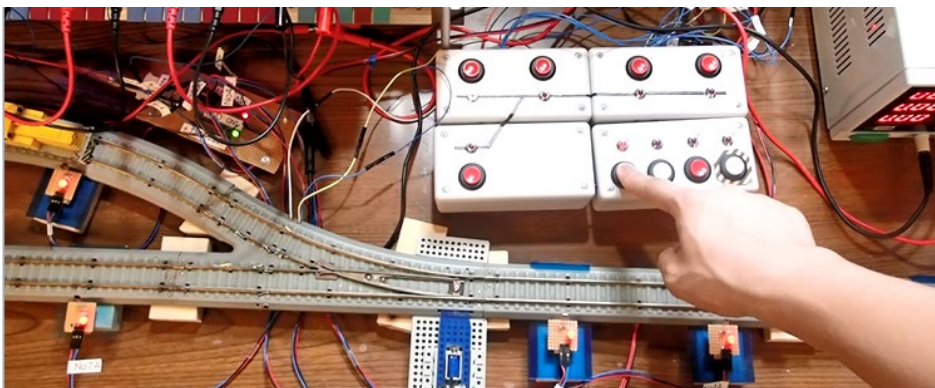
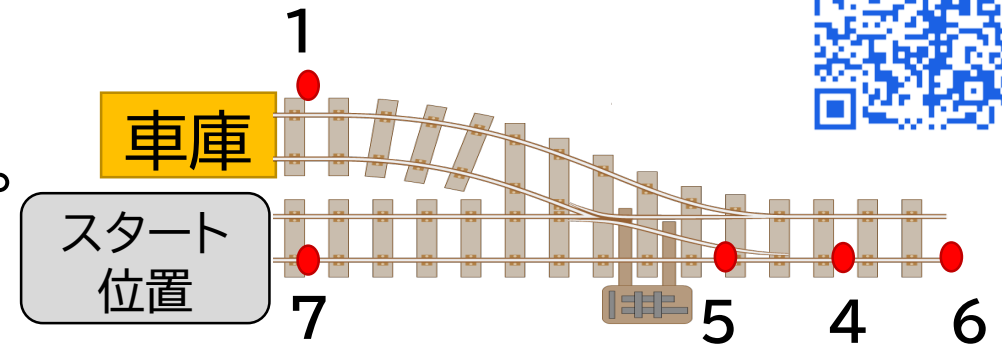
「車庫へ格納ボタン」を押す



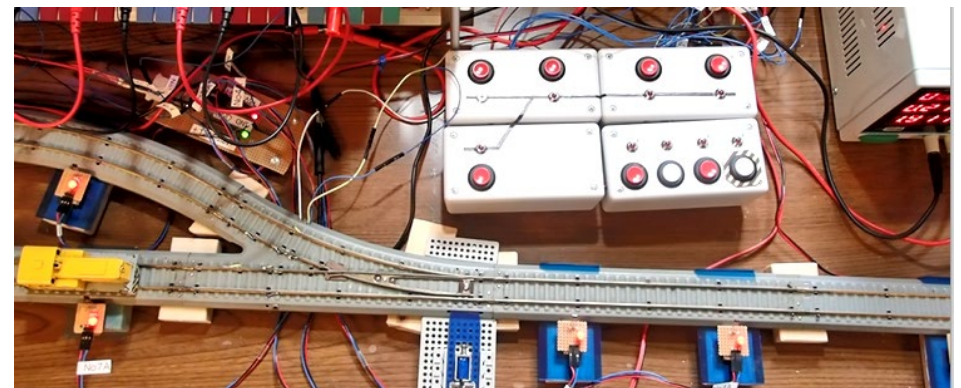
車庫に移動して停止。

車庫入れ処理時の、次の準備

- 「車庫へ格納ボタン」で車庫に強制格納する。
- その後に「GOボタン」を押すと
 - 自動的にスタートの位置に移動して停止する。
 - プログラム入力をしていない状態でも、スタート位置に移動して停止する。

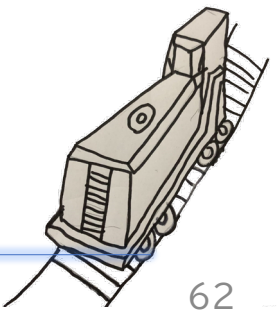


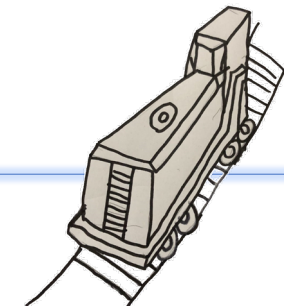
「GOボタン」を押す



スタート位置に移動して停止。

×モ





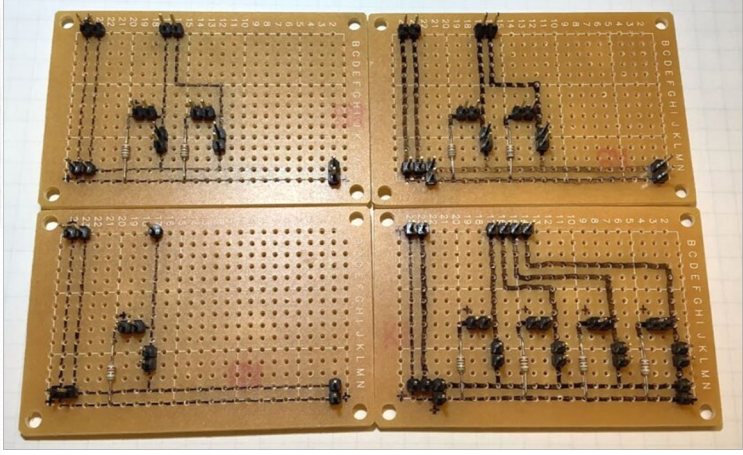
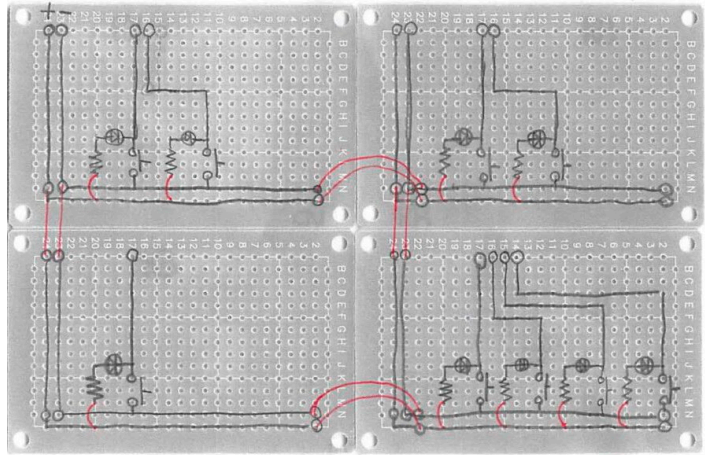
HOPE-2022システムの改良

みんなが楽しめる対話型システムへ

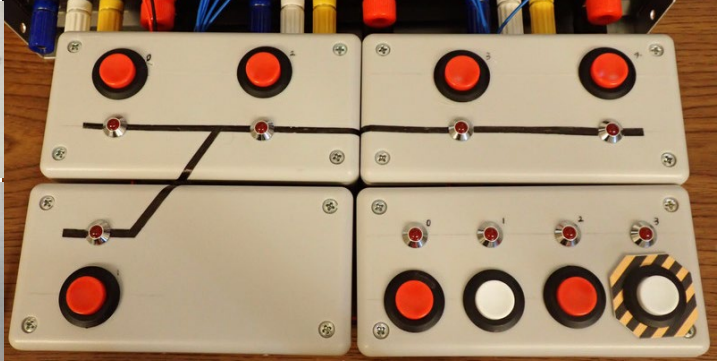
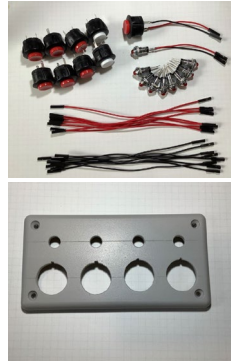


みんなが楽しめる対話型システムの作成

- 誰でも楽しめる対話型の自動運転装置を作成
- 操作パネルの回路図と実際の配線



- 操作パネル
 - 経路指定パネル
 - 経路を指定して自動運転を楽しむためのボタン
 - 制御パネル(GO & STOP)
 - 割り込み操作のためのボタン
 - 「STOPボタン」
電源を切っているのではなく、命令に割り込み車庫に格納。
 - 「緊急停止ボタン」
厳密な「STOPボタン」で、車両はもちろんプログラム自体も止めてしまう。



制御パネル(左から) ↑ GO、STOP、(空き)、緊急停止

自動運転の特徴(運転経路入力と車庫へ格納操作)

- 操作方法

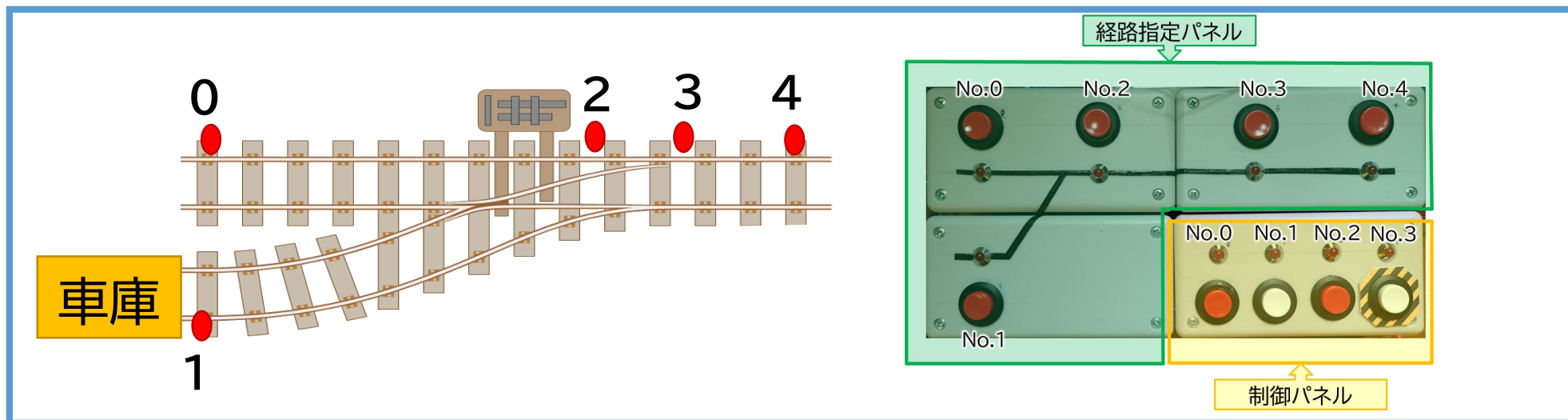
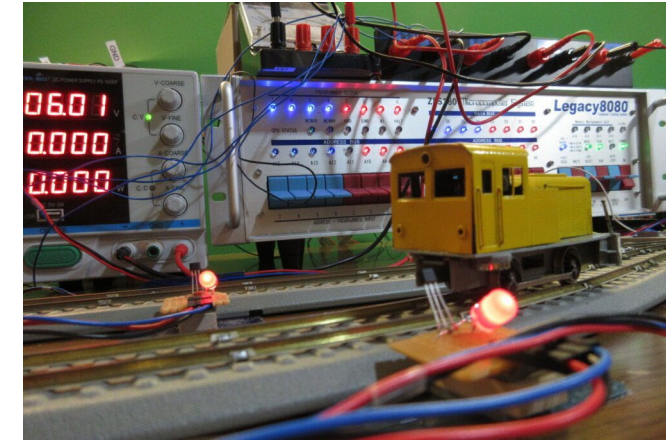
- 操作パネルから入力

- 運転経路指定

- ポイント番号の入力により、指定パスを通り、自動運転する。

- 緊急停止

- 「車庫へ格納ボタン」を押すと、どのタイミングでも車庫へ移動。
- 車庫入れのために、自動的にレールポイント(分岐点)を切り替える。



メモ

