

# 3級技能検定の実技試験課題を用いた 人材育成マニュアル

Human Resource Development Manual

⊕ 機械保全職種 電気系保全作業 ⊕



厚生労働省指定試験機関

**JIPM** 公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会  
Japan Institute of Plant Maintenance

### **3級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル作成委員会**

堀田 源治（九州工業大学教授）

山崎 哲治（ものづくりマイスター）

杉原 範彦（東京都職業能力開発センター）

町田 建也（東京都職業能力開発センター）

（敬称略、順不同）

# 目次

---

<b>1</b>	<b>このマニュアルの使い方</b> .....	1
<b>2</b>	<b>電気設備を安全に取り扱うために</b> .....	2
<b>3</b>	<b>一般的な機械・設備における電気系保全作業に求められる技能</b> .....	3
<b>4</b>	<b>実技課題の概要</b> .....	4
	課題の説明	
<b>5</b>	<b>実技課題に含まれる技能の内容</b> .....	8
	(1) 有接点リレーシーケンス回路図に関する技能	
	(2) 配線作業に関する技能	
	(3) テスタの使い方に関する技能	
	(4) 配線点検に関する技能	
<b>6</b>	<b>課題の実施方法（作業手順）</b> .....	9
	(1) 課題に取り組むための準備	
	[1] 使用部品・材料等の準備	
	[2] 使用工具等の準備	
	(2) 課題 1 の作業手順	
	[1] タイムチャートから有接点リレーシーケンス回路図の作成	
	[2] 必要配線の電線切断作業	
	[3] 端子の圧着作業	
	[4] 配線作業	
	[5] 配線点検作業	
	[6] リレー・タイマの差し込み	
	[7] 動作確認作業（試運転）	
	[8] 正常動作しない場合の対応例	
	(3) 課題 2 の作業手順	
	[1] リレーとタイマの良否判定作業	
	[2] 有接点リレーシーケンス回路の不良箇所の点検と復旧作業	
<b>7</b>	<b>基礎知識</b> .....	34
	(1) 有接点リレーシーケンスの基礎知識	
	[1] 押しボタンスイッチの構造と接点	
	[2] 図記号と文字記号	
	[3] リレーの構造	
	[4] リレーとタイマの基本回路	
	(2) 使用工具の基礎知識	
	[1] ドライバ	
	[2] テスタ	
	[3] ワイヤストリッパ	
	[4] 圧着工具（圧着ペンチ）	

# 1 このマニュアルの使い方

このマニュアルには、過去の機械保全技能検定3級実技試験で出題された課題を一つの事例として取り上げ、その実技課題に含まれる技能の内容、具体的な実施方法（作業手順）を掲載しています。

特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、作業手順を写真や解説で紹介し、現場でスムーズな実技指導が行えるよう配慮しています。

本マニュアルの利用にあたっては、訓練時間・訓練期間等を考慮の上、受講者の技能レベルに合わせて利用されることをお勧めします。

なお、本マニュアルは、機械保全技能検定3級電気系保全作業の実技試験に合格する観点から解説したものではありませんが、過去の実技試験の課題を使用した解説となっているため、現職の技能検定委員など関係者がこれを用いて、講師として受検者を指導してはならないことに留意してください。

※本マニュアルは、2023年時点の法令を参考に作成しております。

次ページ以降に掲載してあります各項目の掲載内容や概要は以下の通りです。

項目	概要
<b>2</b> 一般的な機械・設備における電気系保全作業に求められる技能	技能検定に限らず、一般的な機械・設備における電気系保全作業に求められている技能について、一般論を掲載。
<b>3</b> 実技課題の概要	本マニュアルで取り上げた実技課題についてその概要を掲載。
<b>4</b> 実技課題に含まれる技能の内容	実技課題に必要とされる技能のポイントを掲載。
<b>5</b> 課題の実施方法（作業手順）	作業手順の一例を紹介するとともに、実技課題に必要とされる特徴的スキルやその内容について掲載。
<b>6</b> 基本知識	実技課題に必要とされる基本知識について掲載。

※要注意点には  マークを付けています。

## 2

# 電気設備を安全に取り扱うために

電流が人体を通り抜けることにより身体に受ける衝撃を電撃（電気ショック）と言いますが、電撃の危険度は、電流によって決定されます。電圧の大きさは二次的要素であり、電撃を受けたときに人体に流れる電流は、そのときの人体抵抗を含めた電気回路の抵抗値が同じであれば、電圧が低いほど電流が小さくなり電撃の危険度は低下します。

電源は一般には電圧で表示されます。電撃の危険度も電圧で表示したほうが理解されやすいため、日本では「許容接触電圧」という呼び方で、通常の状態では 50V 以下、著しく濡れているときは 25V 以下とされています（国によっては人体に危険とならない程度の電圧を「安全電圧」と称しています）。

また、労働者が感電する恐れがある場合には、労働安全衛生法第 59 条第 3 項で、危険または有害な業務に就かせるときには「特別教育」を行うよう事業者に求めており、通常、低圧電気関連の業務について、「充電電路の敷設若しくは修理の業務」や「充電部分が露出している開閉器の操作の業務」を行うときには、事業者が感電の恐れがあると判断した場合には「低圧電気取扱特別教育」の修得が必要とされています。

このマニュアルでは許容接触電圧の第 3 種を満たす DC24V を使用しておりますので、特別教育は不要ですが、実務においては業務の内容に応じて低圧電気取扱特別教育を受講してください。

### 接触状態と許容接触電圧：（社）日本電気協会「低圧電路地絡保護指針」より

接触状態		許容接触電圧
第 1 種	・人体の大部分が水中にある状態	2.5V 以下
第 2 種	・人体が著しく濡れている状態 ・金属製の電気装置や造営物に人体の一部が常時触れている状態	25V 以下
第 3 種	・第 1 種、第 2 種以外の場合で、通常の人体状態において接触電圧が加わると、危険性が高い状態	50V 以下
第 4 種	・第 1 種、第 2 種以外の場合で、通常の人体状態において接触電圧が加わっても危険性の低い状態 ・接触電圧が加わるおそれがない状態	制限なし

参考書籍：低圧電気取扱安全必携 特別教育テキスト（中央労働災害防止協会）：

# 3

## 一般的な機械・設備における電気系保全作業に求められる技能

設備とは必要な機器や装置などを備え付けることであり、人々の要求や要望を具現化するために欠かせない道具です。企業における設備のライフサイクルの中では、常に安定した品質の製品をつくりつづける必要があり、設備を維持管理していく活動が設備保全活動です。

設備保全活動と聞くと、設備を安定稼働させるための維持活動と捉えられがちですが、生産活動の<sup>まった</sup>全きを保つ、すなわち完全な状態を維持するというのが本来の目的です。設備保全活動とは工場の生産ラインに設置されている機械設備の故障や劣化を予防し維持・保全することで、作業としては、設備の異常の発見や原因の究明、対応策の検討などがあげられます。設備保全の仕事は日常点検、定期点検、パトロール点検によって機械・設備の現状把握が作業のベースとなります。現場でデータを計測・集計し、故障した状況やデータの異常値に関して統計的に解析することで不具合原因の究明と対策を検討します。いずれも人が判断を行う必要があり、保全作業を行う担当者や管理者には、的確な判断能力と技能・技術が必要です。また、製造現場や技術者、社外の関係者らとの連携が欠かせない仕事であるため、専門スキルとともに協調性やコミュニケーション能力も必要となります。

現代の社会では様々な分野で産業機械の自動化、デジタル化、IoT化、AIなどが進み、次々と新しい技術が生み出されており、設備技術の進歩、システムの進化や複雑化により時代とともに変化していますので機械の保全方式などもこれらの変化に対応していく必要があります。

このように設備の保全、特に電気設備の保全では機械だけではなく、多種多様な電気要素部品、システム、ソフトウェアなどの幅広い専門知識、高度な技能・技術が必要とされます。

設備保全活動における電気系保全作業に必要な技能・技術とは、

- 電気設備を安全に点検できる能力
- 電気設備の故障箇所を安全にトラブルシューティングできる能力
- 電気設備を適切に分解・組立てができる能力
- 電気設備だけでなく生産設備全体の稼働状態を判断する能力
- 既存の設備をよりよい稼働状態に改良できる能力

などですが、機械保全技能検定電気系保全作業での実技試験の試験範囲は以下の内容となっています。

### [1] 機械制御回路組立てに関する技能

- ① 作業の段取り
- ② 仕様（タイムチャート）をもとに有接点リレーシーケンス回路図の作成
- ③ 配線及び接続
- ④ 回路動作確認

### [2] 機械電気部品の欠陥発見に関する技能

有接点のリレーやタイマは接触不良や溶着などの欠陥が発生することがあり、シーケンス制御が正常に動作しないことがあります。欠陥要素を回路計（テスタ）を使って探索する技能が必要です。

### [3] 回路異常時における問題解決に関する技能

制御機器の不良や、有接点リレーシーケンス回路内の不具合箇所を見つけ復元する技能も求められます。不具合箇所を短時間で見つけ出し、復旧することは、社内の工程運転部門や、顧客からの信頼を獲得できます。

# 4 実技課題の概要

機械保全技能検定電気系保全作業では機械や装置の動作を制御する有接点リレーシーケンスの技能を評価する課題 1 と、制御機器や制御回路に故障がないか探索し復旧する技能を評価する課題 2 に分かれています。課題の実施概要は以下の通りです。

## 課題 1 有接点リレーシーケンス回路の製作

支給された試験用盤に、課題 1 に示すタイムチャートから有接点リレーシーケンス回路を製作し、指示された仕様通りの動作を確認します。

## 課題 2 有接点リレーシーケンス回路の復旧作業

### 2-1 リレー・タイマ単体の点検作業

試験用盤とリレー 4 つ、タイマ 2 つが支給されます。配布されたリレー・タイマが正常に動作するか試験用盤上のリレー・タイマのチェック用ソケットと持参したテストを用いて正常かどうかの判断を行います。異常がある場合はその不良原因を解答用紙（マークシート）の解答欄に記入します。

### 2-2 有接点リレーシーケンス回路の点検作業

支給された試験用盤に組立てられた有接点リレーシーケンス回路が、配布された問題の仕様通りに動作するか点検作業を行い、仕様通りの動作をしない場合は修復を行います。また、使用するリレーとタイマは課題 2-1 の点検作業の結果、良品のリレー・タイマを用います。

## 課題の説明

実技課題は、与えられたタイムチャートから有接点リレーシーケンス回路を製作し、仕様通りに動作させる課題 1 と、与えられたリレーとタイマの不具合を判定し、既に組み上がっている有接点リレーシーケンス回路の欠陥を修復して仕様通りの動作をさせる課題 2 があります。

### 課題 1 有接点リレーシーケンス回路の製作

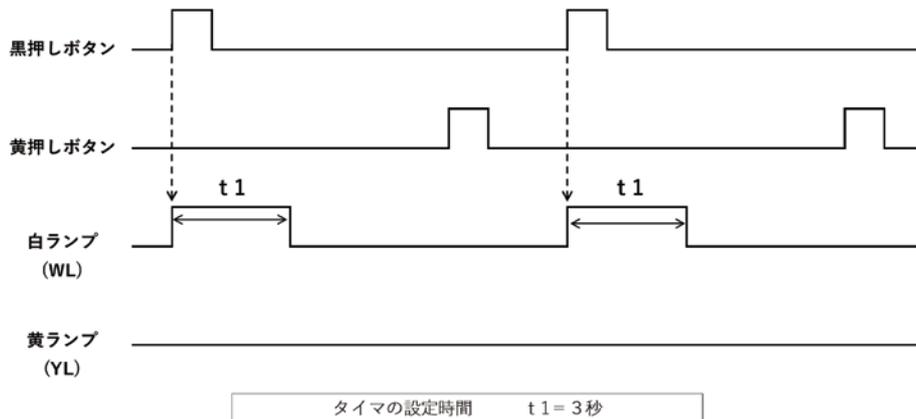
課題 1 では検定試験前に事前公開問題として下記のようなタイムチャートが示されます。

この例では、黒押しボタンスイッチを押すと白ランプが 3 秒間点灯した後に消灯するというタイムチャートです（下記タイムチャートでは同じ動作を 2 回繰り返しています）。

まず公開されている白ランプのタイムチャートから有接点リレーシーケンス回路を製作する練習をしましょう。

検定試験で与えられる機材は試験用盤とリレー 2 個・タイマ 2 個、材料は配線用 KIV 線と Y 型裸圧着端子です。（詳細は後述の概要を参照願います。ホームページでも公開されています。）

#### ▶ 事前公開問題（参考例）

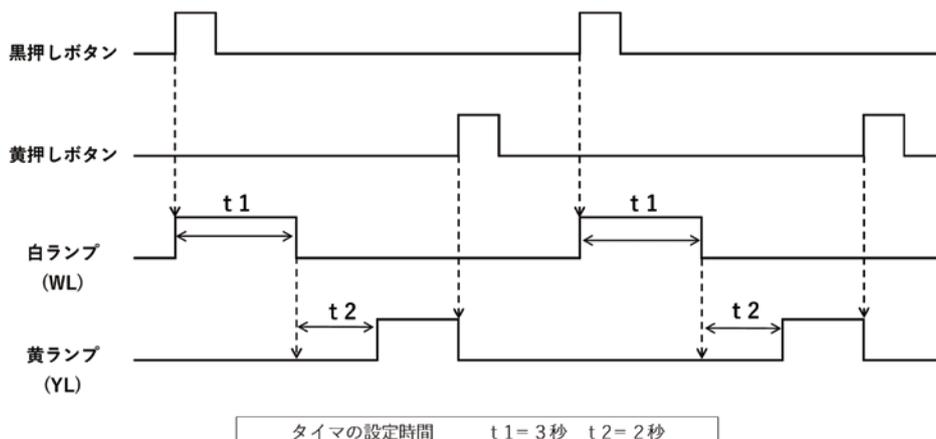


試験当日は黄ランプの動作も加わり下記の例のようにタイムチャートにも記載されます。

この課題例では、黒押しボタンスイッチを押すと白ランプが 3 秒間点灯した後に、消灯し、その 2 秒後に黄ランプが点灯します。次に黄押しボタンスイッチを押すと黄ランプは消灯します（下記タイムチャートでは同じ動作を 2 回繰り返しています）。

この 2 つのランプをタイムチャート通りに動作させる有接点リレーシーケンス回路を製作します。

#### ▶ 試験問題（参考例）



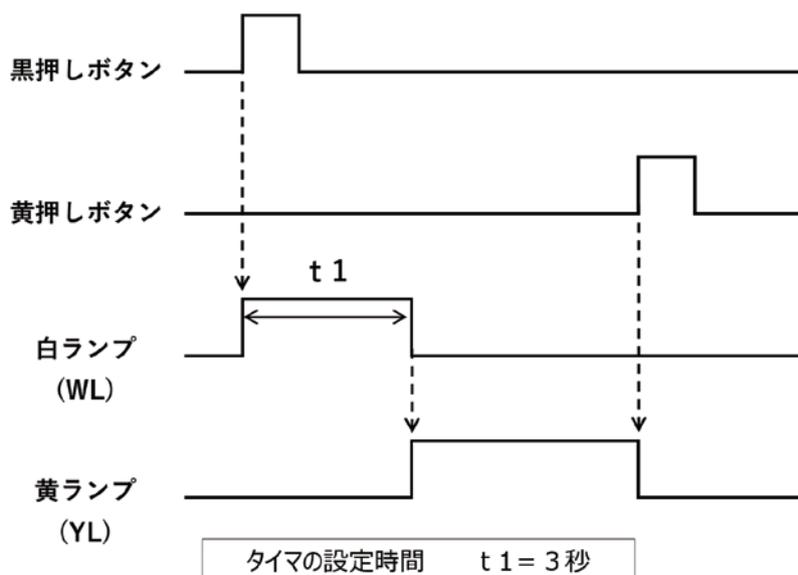
## 課題2 リレー・タイマ単体の点検作業及び有接点リレーシーケンス回路の点検作業

課題2は与えられた試験用盤及び制御部品（リレー・タイマ）を使って、配布される問題に書かれている仕様通りに動作するように、故障診断及び修復、動作確認を行う課題になります。

まず、リレーとタイマが正常に動作する良品であるかどうかを試験用盤のチェック用ソケットとテストを使って点検します。

次に有接点リレーシーケンス回路が仕様通りに動作するか点検します。

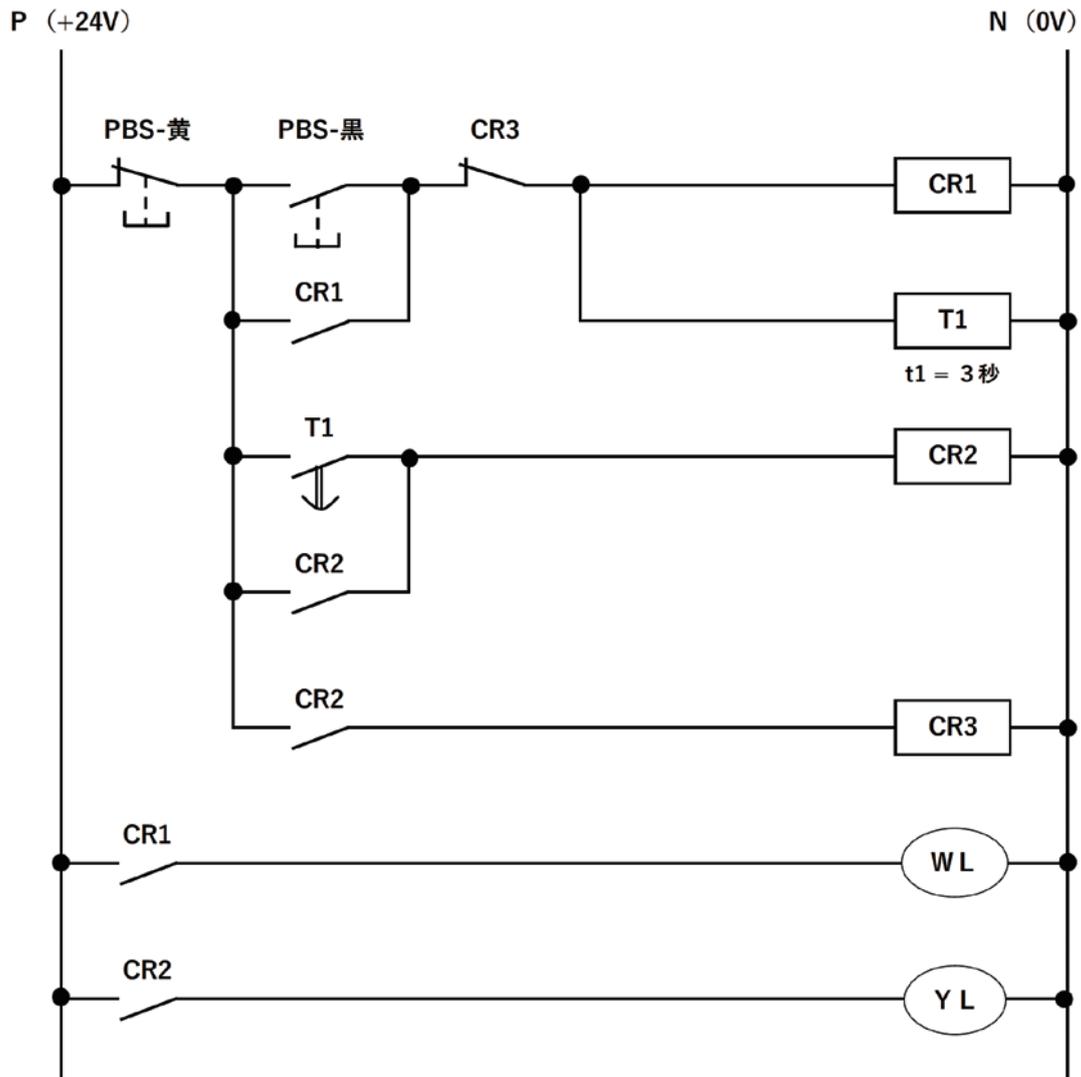
### 課題2 動作のタイムチャート



#### ▶解説

黒押しボタンスイッチを押すと白ランプが点灯し、同時にタイマが起動します。  
タイマが3秒経過したところで白ランプが消灯するとともに黄ランプが点灯します。  
黄押しボタンスイッチを押すと黄ランプは消灯し、初期状態に戻ります。

## 課題 2 の有接点シーケンス制御回路図



CR	: リレー
T	: タイマー
WL	: 白ランプ
YL	: 黄ランプ
PBS	: 押しボタンスイッチ

リレーは3つ、タイマは1つを使用する回路になっています。

### 参考 接点図記号

	メーク接点 (a 接点)	ブレーク接点 (b 接点)
押しボタンスイッチ		
接点 (リレー接点)		
限時動作瞬時復帰接点 (タイマ接点)		

# 5

## 実技課題に含まれる技能の内容

### 1 有接点リレーシーケンス回路に関する技能

タイムチャートから有接点リレーシーケンス回路を作成しますが、ここでは部品の知識のほか、タイムチャートを読み解いて有接点リレーシーケンス回路図面を作成できることが求められます。

そのためには、有接点リレーシーケンス回路の基本を知っておく必要があります。

本マニュアル内の「6 基礎知識」に有接点リレーシーケンスの基礎知識について掲載していますので参考にしてください。

### 2 配線作業に関する技能

[1] 実技課題では制御回路の配線作業が必要となります。課題 1 でも課題 2 でも有接点リレーシーケンス回路図に基づき、未配線、誤配線、誤接続などがないように確実に配線作業ができることが大切です。

配線作業における主な注意点は次の通りです。

- ① 電線を適切な長さに切断
- ② ワイヤストリッパを使用して電線の被覆剥き作業が適切に行えること

[2] 制御用リレーやタイマのソケット、押しボタンスイッチやランプの中継端子との配線接続は圧着端子接続の技能が必要です。

施工上の注意点は次の通りです。

- ① 適正な圧着工具を使用し、圧着不良や傷などの端末処理不良を起こさないこと
- ② 圧着位置が前後・左右の中央であること
- ③ 圧着端子からの電線末端の出方、電線被覆と圧着端子間の隙間が適切であること
- ④ 圧着端子を曲げて接続しないこと
- ⑤ 芯線のほつれが無いように圧着すること

### 3 テスタの使い方に関する技能

有接点のリレーとタイマにおける接触不良や溶着などの欠陥や配線の不具合を点検するためにはテスタを正しく取り扱う技能が必要です。

### 4 配線点検に関する技能

配線点検は仕様通りに製作できたか、あるいは修復できたかをテスタや目視で確認します。点検順序を考えて迅速適確に作業を行うことが大切です。

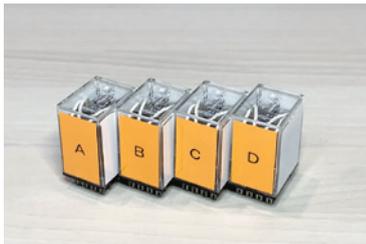
# 6

## 課題の実施方法（作業手順）

### 1 課題に取り組むための準備

#### [1] 使用部品・材料等の準備

本マニュアルで使用する使用部品・材料等は以下の通りです。なお、有接点リレーシーケンス回路製作の課題で使用するものと、不良個所の点検と修復作業の課題で使用するものは品名欄で区別しています。また、参考写真欄に掲載した器具等は本マニュアルの作業に使用した器具等を一例として示しています。

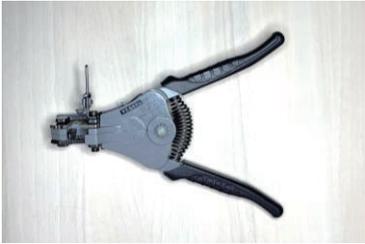
No.	品名 (文字記号)	参考写真	数量	仕様等
1	リレー (CR)		2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミニチュアリレー (DC24V用、4c)</li> <li>・課題1用 (良品)</li> </ul>
2	タイマ (T)		2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミニチュアタイマ (DC24V用、4c)</li> <li>・課題1用 (良品)</li> </ul>
3	リレー (CR)		4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミニチュアリレー (DC24V用、4c)</li> <li>・課題2用 (不良品含む)</li> </ul>
4	タイマ (T)		2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミニチュアタイマ (DC24V用、4c)</li> <li>・課題2用 (不良品含む)</li> </ul>
5	圧着端子		100	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1.25mm<sup>2</sup> Y型 裸圧着端子</li> <li>・絶縁処理なし</li> </ul>

No.	品名 (文字記号)	参考写真	数量	仕様等
6	600V ビニール電線 (KIV)		8m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・0.75mm<sup>2</sup> (青)</li> <li>・課題 1 用</li> </ul>
7	600V ビニール電線 (KIV)		1m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・0.75mm<sup>2</sup> (白)</li> <li>・課題 2 用</li> </ul>

## [2] 使用工具等の準備

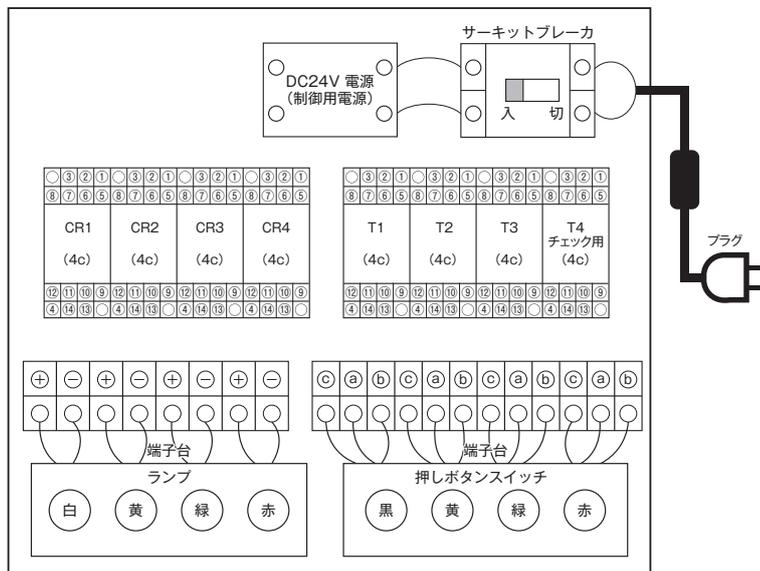
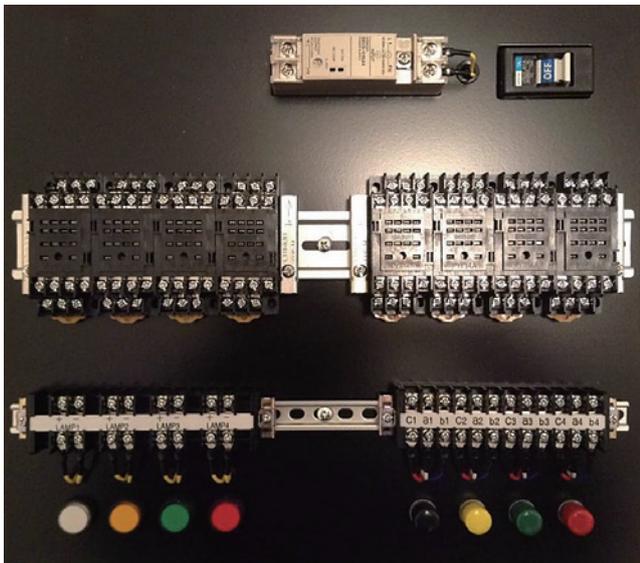
工具等を下表から適切に選択して準備する。

注：技能検定では電動工具は使用できません

No.	品名 (文字記号)	参考写真	数量	仕様等
1	十字ねじ回し (プラスドライバ)		1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2 番 手動式</li> </ul>
2	ニッパ		1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・KIV 線 0.75mm<sup>2</sup> が切断できるもの</li> </ul>
3	ワイヤストリッパ		1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・KIV 線 0.75mm<sup>2</sup> の被覆を剥けるもの</li> </ul>

No.	品名 (文字記号)	参考写真	数量	仕様等
4	圧着ペンチ		1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・裸圧着端子用</li> <li>・成形確認機構（ラチェット）付き</li> <li>・圧着端子 1.25mm<sup>2</sup> を KIV 線 0.75mm<sup>2</sup> に圧着できるもの</li> </ul>
5	テスタ (回路計)		1	アナログ、デジタルどちらでも可

### 試験用盤



- ・表示ランプ (DC24V 用)
- ・押しボタンスイッチ (自動復帰型)
- ・ソケット (機器取付けレール含む)
- ・サーキットブレーカ (1A)
- ・DC24V 電源
- ・ランプ用端子台
- ・押しボタンスイッチ用端子台

## 2 課題 1 (有接点リレーシーケンス回路の製作) の作業手順

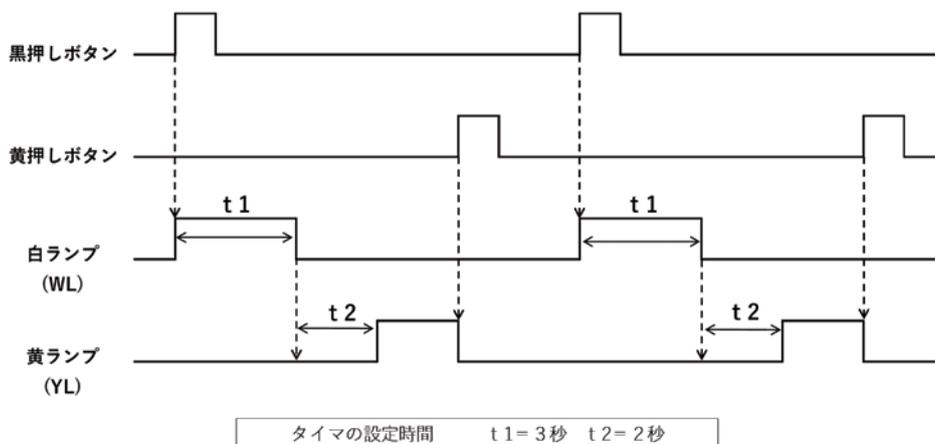
### [1] タイムチャートから有接点リレーシーケンス回路図の作成

この有接点リレーシーケンス回路図は試験当日の問題の一例です。過不足無い配線で描いてみましょう。

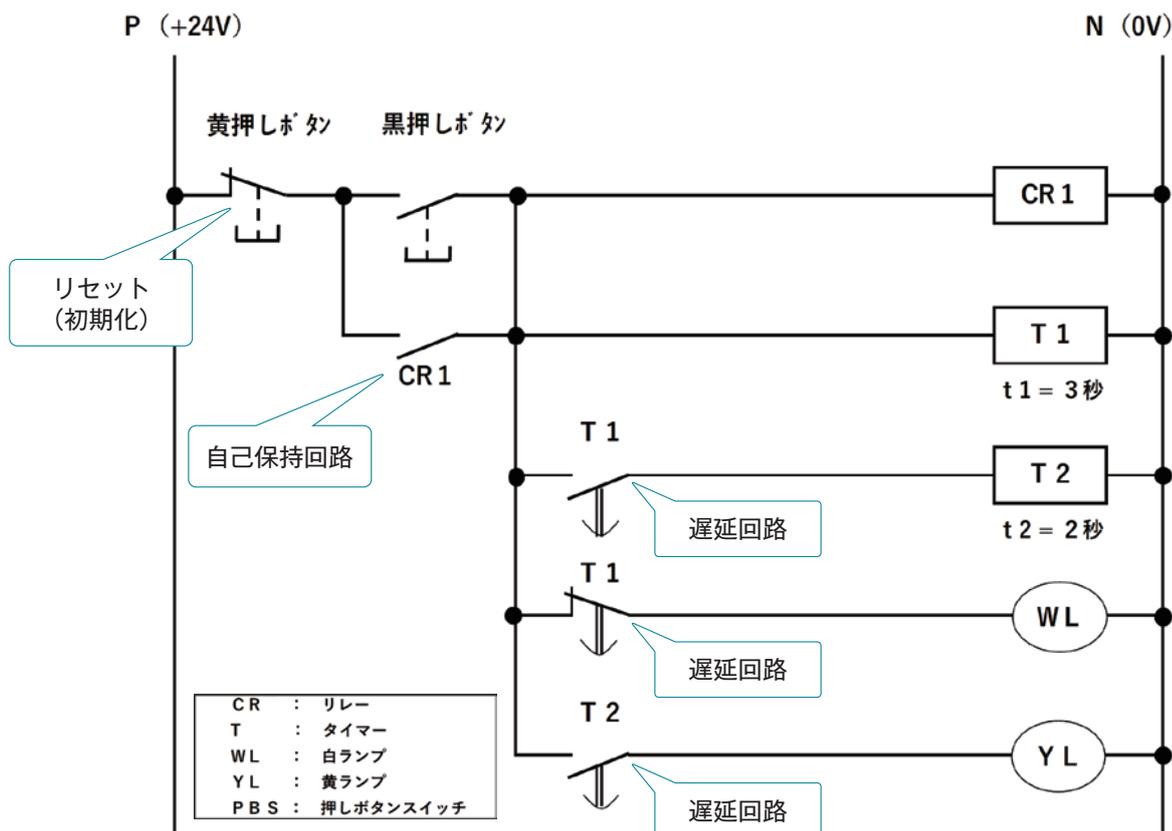
事前公開問題では白ランプの動作のみ公開されていますが、実際の試験では黄ランプの動作も加わり下記の例のようにタイムチャートにも記載されます。事前公開の問題は充分練習しておきましょう。この課題例では、黒押しボタンスイッチを押すと白ランプが3秒間点灯した後に、消灯し、その2秒後に黄ランプが点灯します。次に黄押しボタンスイッチを押すと黄ランプは消灯します（下記タイムチャートでは同じ動作を2回繰り返しています）。

この2つのランプをタイムチャート通りに動作させる有接点リレーシーケンス回路を製作します。

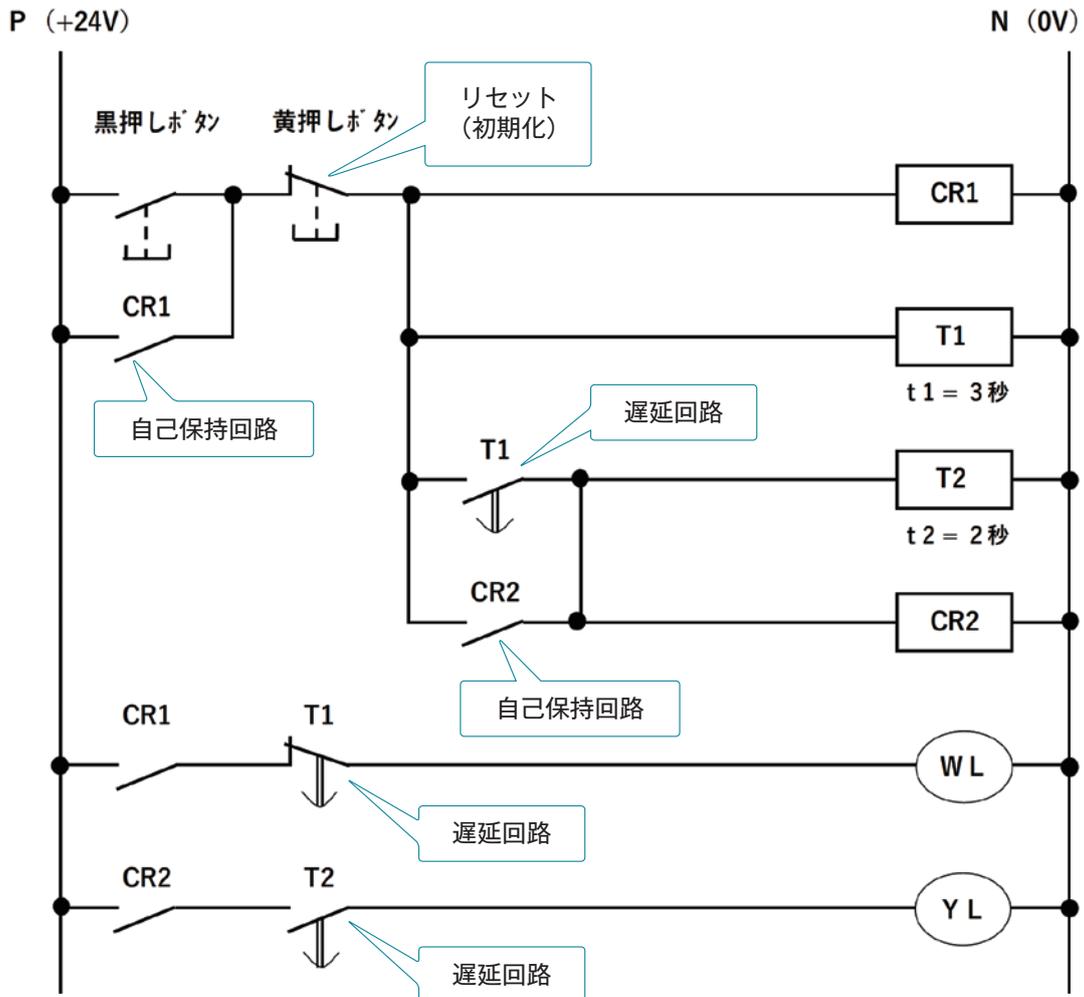
#### ▶ 試験問題



#### ▶ 有接点リレーシーケンス回路図 (参考例 1)



## ▶有接点リレーシーケンス回路図（参考例 2）



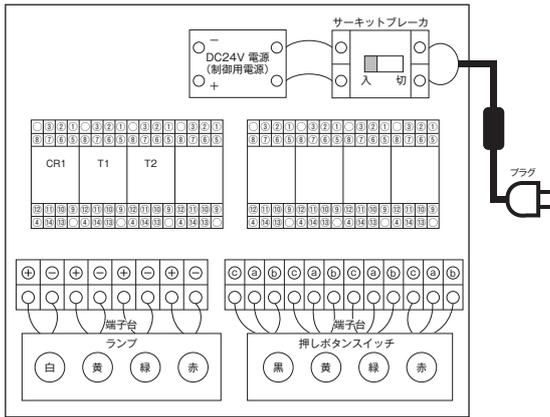
参考例 1 も参考例 2 もタイムチャート通りの動作をします。リレー 2 個・タイマ 2 個を支給されますが、参考例 1 のようにリレー 1 つのみの使用でも構いません。

部品点数が少ないほど故障する確率が少なくなると言えますが、メンテナンス性も考慮して回路を設計することが大切です。

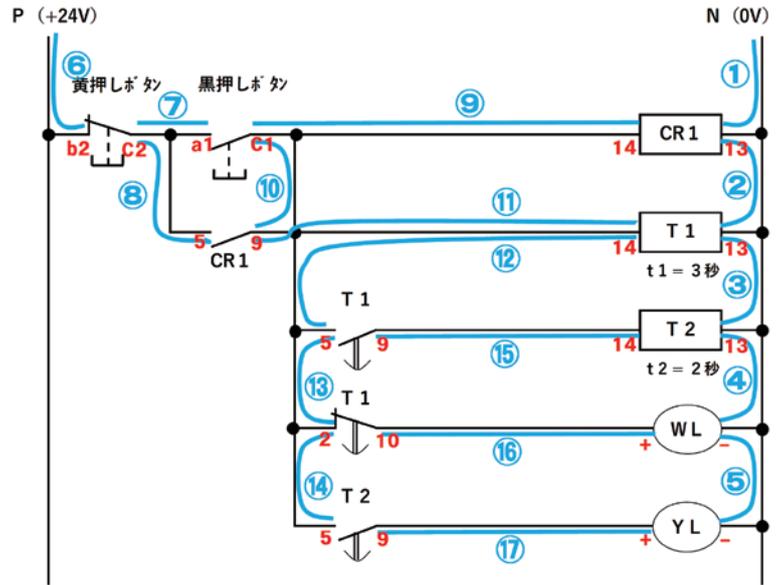
参考例 2 ではリレーを 2 つ使っています。タイマの接点を自己保持を掛けて確実性を上げています。また、負荷であるランプ点灯の回路はシーケンス制御部分とは分離してあります。実際の設備などでは負荷が大きい場合がありますのでこのような回路を採用することがあります。

また、危険な動作をするような設備では、接点の溶着を考慮して負荷を確実に止めるような回路にしておく安全対策を考慮する必要があります。

## [2] 必要配線の電線切断作業



実体配線図 (①～⑤の配線)



タイムチャートに基づいて作成した有接点リレーシーケンス回路の配線作業を行います。(今回は参考例1の回路図で上図の①～⑰の順で配線してみます。配線順は他にも色々あります。)

- ① 電源のマイナス端子から CR1 の 13 番 (①) までの電線の長さを決め切断します。次に T1 の 13 番 (②)、以降順に T2 の 13 番 (③)、WL のマイナス (④)、YL のマイナス (⑤) までの電線をニッパやワイヤーストリッパの電線切断部で切断します。
- ② このあとは順次⑥～⑰の配線を作成していきませんが、同一の端子に接続される電線の切断が終わったところで電線の両端をワイヤーストリッパで被覆を剥き、圧着端子で圧着し、端子に接続していきます。

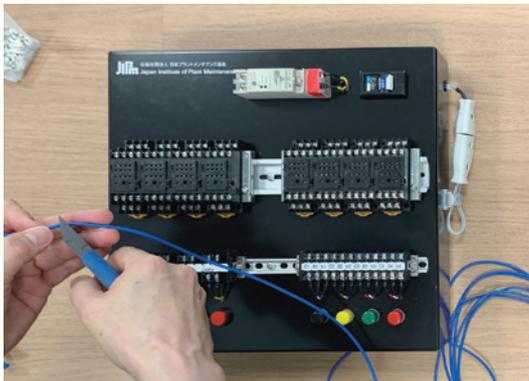
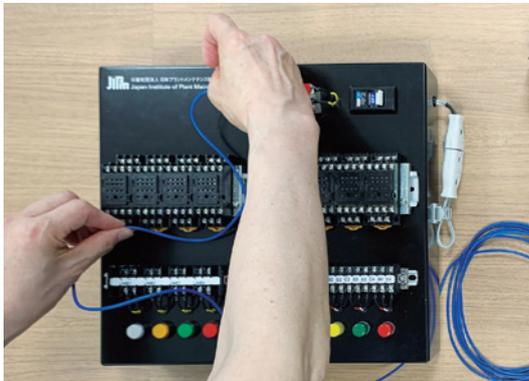
### ▶ 電線切断作業のポイント

- ・ 配線の長さは長すぎても短すぎても良くありません。回路図及び接続機器の配置から適切な長さで切断します。
- ・ 電線を切る場合はニッパやワイヤーストリッパの電線切断部などで行います。



### 配線被覆剥き作業

必要な長さに切断した電線には圧着端子を取り付ける必要があります。圧着端子を圧着する前に、電線の被覆を圧着端子の規定通りの長さに剥く必要があります。電線被覆を剥くためには、ワイヤーストリッパを使います。(詳細な使い方は基本編参照のこと)



### [3] 端子の圧着作業

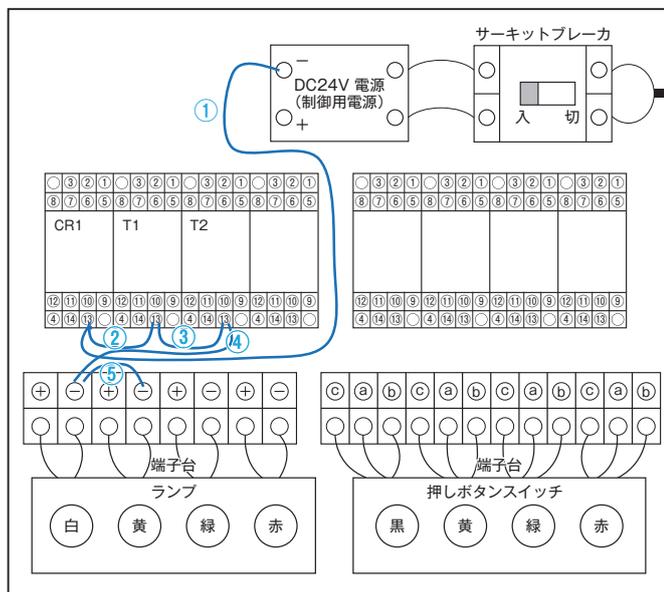


圧着作業は圧着端子のスリーブ部分に被覆を剥いた芯線を差し込み、圧着工具でスリーブ部分を押し込んで接続します。圧着端子または圧着工具のサイズが電線に合っていないと接触不良や断線の原因になるので作業時は注意しましょう。

配線に使用される電線については多種多様なものがあります。検定試験では制御用の KIV 電線 0.75mm<sup>2</sup> が配布されます。

圧着に関する詳細は「6 基礎知識」を参照。

### [4] 配線作業



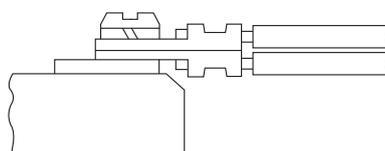
制御回路を製作していくうえで欠かせないものが配線作業です。設備の仕様であるタイムチャートから有線点リレーシーケンス回路を作成し、その回路図をもとに配線作業をおこないます。実務に携わる人にとっては時間を要しない作業ですが、配線に不慣れな人にとっては時間がかかります。

配線に使用される電線については多種多様なものがあります。検定試験では制御用の KIV 電線 0.75mm<sup>2</sup> が配布されます。

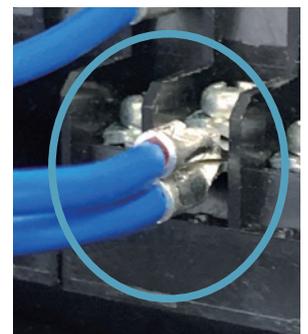
電線の被覆の色については、一般的に直流 12V・24V 系は青、交流 100V・200V 系が黄を使用していることが多いです（検定試験で配布される電線は課題 1 用が青、課題 2 用が白です）。



写真は①～⑤の N ラインを配線・接続している場面です。端子接続部分では 2 個の圧着端子を接続する部分があります。端子の背面同士を重ね、端子台の奥まで差し込み、上下 2 つの端子を揃えて端子ねじを締めます。



< 2 個の圧着端子の正しい接続例 >



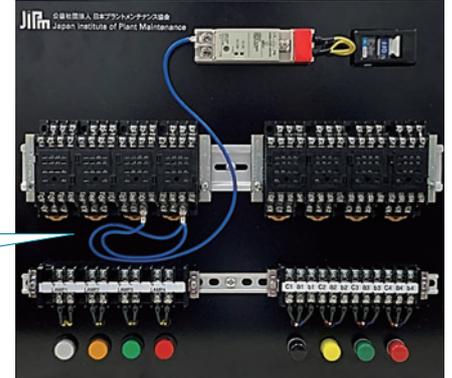
## ▶ 配線作業のポイント

### ① 配線数を少なく、余分な配線は行わない

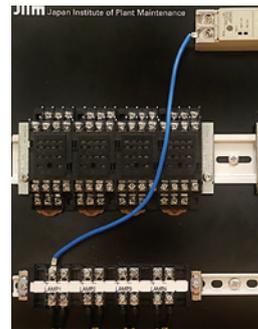


長すぎる配線は他の機器や動体物と接触してしまったり、場合によっては誘導ノイズを発してしまうこともありますので適切な長さで配線することが必要です。

電線が長すぎる

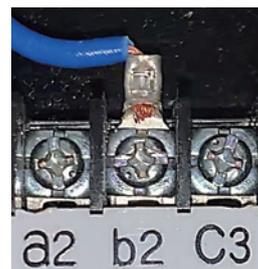


### ② 部品、器具などの上を横切るといった配線は行わない（機器取付けレール上は除く）



機器取付けレール（DIN レール）上の通過は問題ないのでソケットが無い部分を通しましょう。

### ③ 極度に折り曲げないこと



端子圧着部からの電線は直線部分が必要です。

### ④ 圧着端子を背合わせではなく同方向に揃えてねじを締めると、電線の素線を圧着した部分が邪魔になって隙間が生じ、端子同士あるいはねじとの接触不良が起きたりねじを締めることができずに緩む原因となりますので、圧着端子 2 個を同一端子に同方向から接続する場合は、圧着端子の背中同士を合わせてねじを締めると端子台と圧着端子 2 個がねじによって完全に締めることができます。（端子台によっては、電線の圧着部分が端子台に干渉し、締めることが出来ない物もあるので注意が必要です）。

3個以上の圧着端子を1つの端子に固定すると、どの組み合わせであっても電線の圧着部分が干渉し、ねじを確実に締めることができません。

以上より、圧着端子は1個だけ接続するのが最良で、圧着端子を背中合わせにした場合は2個までを端子台に固定できます。2つの端子を同じ方向に向け横にずらしてハの字のように接続する方法もありますが、複数の端子が並ぶ端子台では隣の端子と接触する可能性もありますので横にずらすハの字接続のやりかたは一般的には実施しません。



背面同士ではない例



背面同士ではない例



横にずらすハの字の例

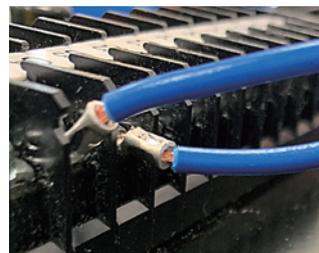


3本以上接続の例

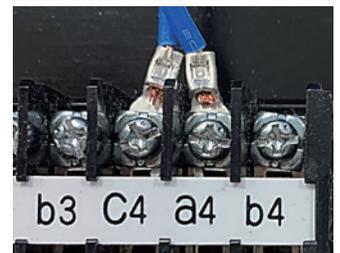


⑤ 端子が並んでいるような中継端子などでは隣同士が近づかないようにします。

また、端子ねじ締めに影響するため圧着端子が上方向に曲がりすぎないようにしましょう。



圧着端子の曲げ過ぎ（上方向）  
（端子とねじが密着しにくい。端子の折損やゆるみにつながる）



端子台への締め付け曲がり  
（隣同士で接触する可能性あり）

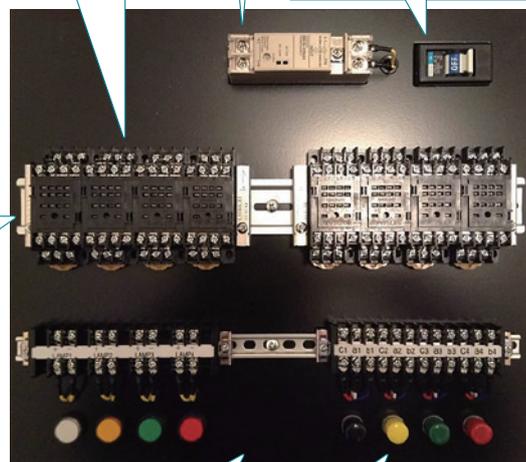
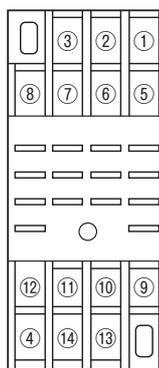
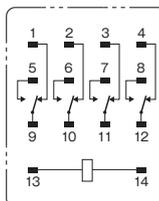
## ⑥ 配線するうえでの留意点

DC24V の極性に注意

ソケットはどこを  
使っても構わない

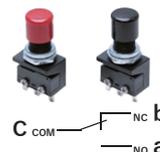
配線の接続作業や  
リレータイマの挿  
抜時は切る

### ソケットの 端子配列



配線は  
部品上を通さない

### スイッチの 接点構成



- ・効率的な配線手順 ⇒ 電源 N 側渡り配線を先に行う
- ・ソケットの下段端子接続を先に行う  
(1 番、2 番、3 番、4 番、13 番、14 番)
- ・部品 (ソケットや中継端子、スイッチやランプなど) に掛からないように配線する。

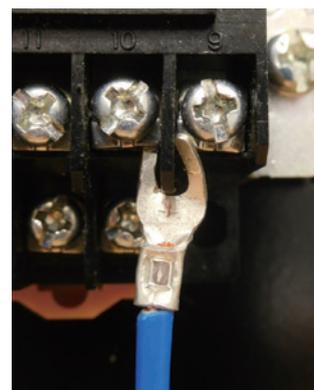


## そのほかの端子接続の不良事例

**圧着端子の差し込み不足**  
(ねじ部との接触面積不足、  
ねじの確実な締め付け不能)



**圧着端子の片側ねじ止め**  
(ねじ部との接触面積不足、  
ねじの確実な締め付け不能)

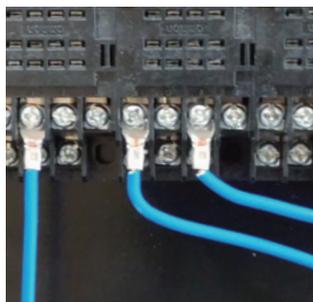




## そのほかの端子接続の不良事例

### 圧着端子側電線の直線長さ不足

(配線の余裕がなく張力が掛かってしまい経時で素線切れが発生する)



### 圧着端子の未使用

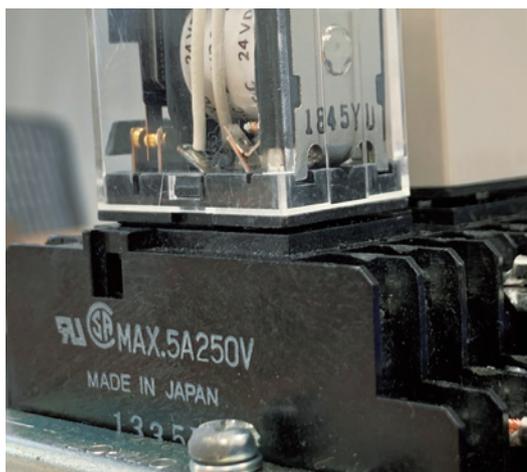
(KIV線の素線切れが発生する。経時でねじがゆるみやすい)



## [5] 配線点検作業

配線作業が完了しましたら、配線確認せずに電源を入れないようにしましょう。図面通りに配線できているか、圧着端子の端子へのねじ込み接続が確実にできているかなどをテスト及び目視で確認しましょう。

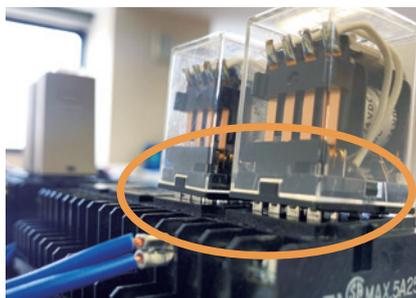
## [6] リレー・タイマの差し込み



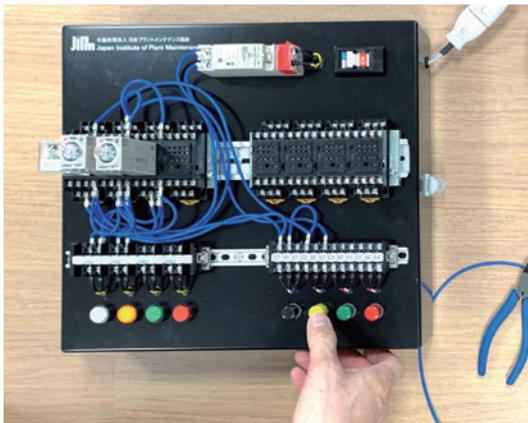
差し込み状態が良い例

リレーやタイマのソケットへの差し込みは、接触不良がないように確実に差し込む必要があります。リレーやタイマの電極部分（金属の足）が横から見て、見えない位に差し込みます。実際の設備では振動などで抜けないようにソケット保持金具を使う場合もあります。また、リレーやタイマは精密に作られています。取り扱い次第では内部回路に損傷を与える可能性があります。特に落下などによる衝撃は接点動作に影響を与えてしまう可能性がありますので注意しましょう。

差し込み不足の事例



## [7] 動作確認作業（試運転）

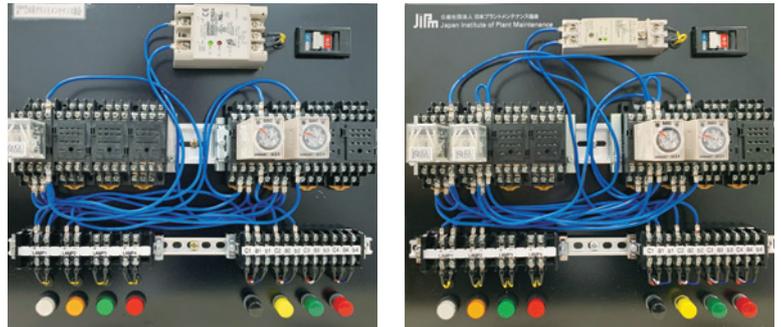


配線の点検作業が完了したところで、盤上に絶縁被覆や電線の素線などが無いように電線くずなどは片付けておきましょう。

### ▶ 動作確認作業（試運転）でのポイント

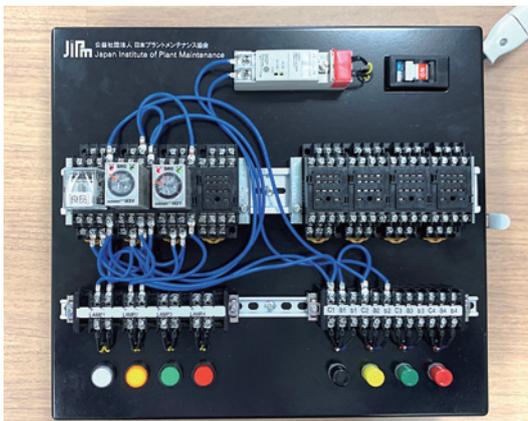
- ① 仕様に基づいた制御定数の設定を間違えないこと（タイマの時間設定値など）
- ② 配線接続の修正やリレー・タイマの挿抜時には電源を切ること

※課題 1 の作品事例（別課題の事例です）



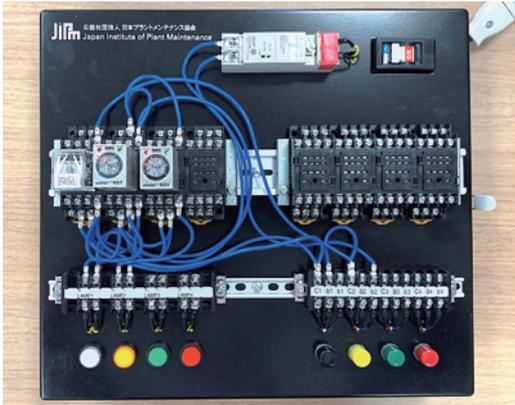
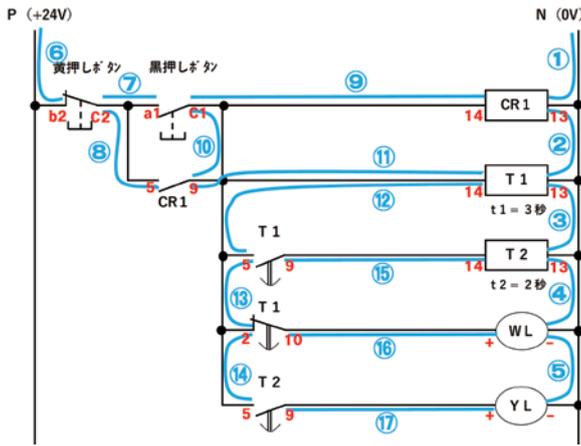
ここまでの作業時間の目安は 50 分です。

## [8] 正常動作しない場合の対応例

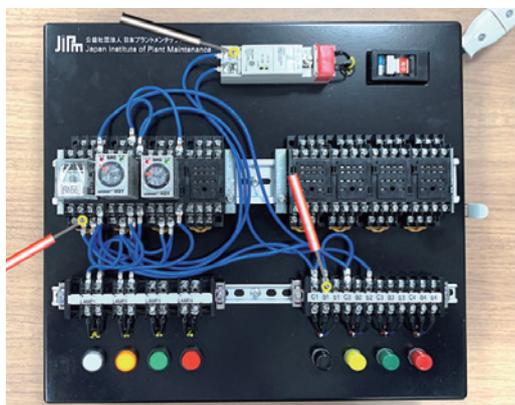
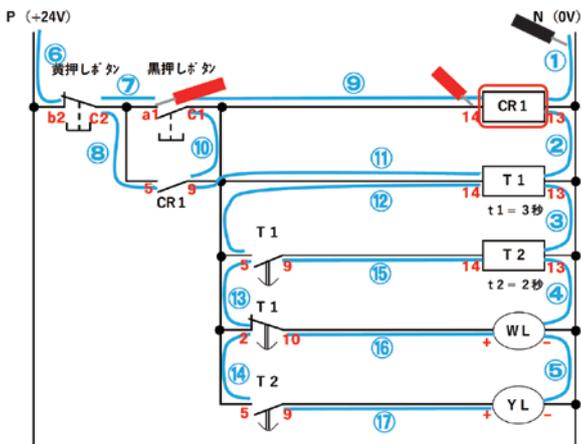


### ① 電源を切って回路を確認する場合

- i. テスタを使い、電源部分の + V と - V の端子間の抵抗値を測定し 0 Ω でないことを確認します。0 Ω の場合は作成した回路のどこかで短絡状態になっている可能性があります。（但し、DC24V 電源の内部抵抗が小さいため測定レンジには注意する必要があります。）
- ii. 配線を接続している端子にゆるみがないか確認し、緩い場合は端子の増し締めを行います。
- ii. 作成した図面の N (0V) 側から電線を一本ずつ図面通りに配線させているか確認します。不足している場合は線を適切な長さに切断、圧着加工して配線を加えます。
- iii. タイマのソケット部分の配線接続では端子の 13 番と 14 番の接続間違いが無いか確認します。タイマのコイル端子には極性があり、逆に接続するとタイマは動作しません。
- iv. ソケットの端子番号を間違えていないか、押しボタンスイッチの接点の端子を間違えていないか確認します。



— テスタ棒 (+)      — テスタ棒 (-)

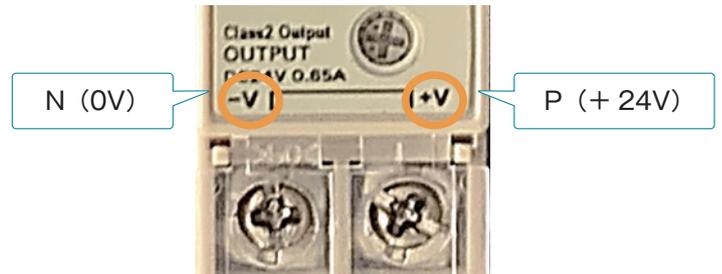


## ② 電源を ON したままで回路を点検する場合

DC24V 電源の + 側 (+V) の端子にテストの + 棒を接触させます。テストの一棒を DC24V 電源の - 側 (-V) 端子に接続させ、電圧測定モードを選択したテストで、「電圧有り」かどうか確認します。「電圧無し」の場合は DC24V 電源の故障や配線の短絡の可能性がありま

次に上記の状態でもテストの一棒を CR1 の 13 番、T1 の 13 番、T2 の 13 番、WL の -、YL の - の端子を確認し、それぞれの端子で「電圧有り」かどうかを確認します。「電圧無し」の端子があれば、その直前の配線に不具合がある可能性があります。

DC24V 電源の出力端子



DC24V 電源の極性はメーカーや機種によっても異なりますので注意が必要です。

### ケース 1

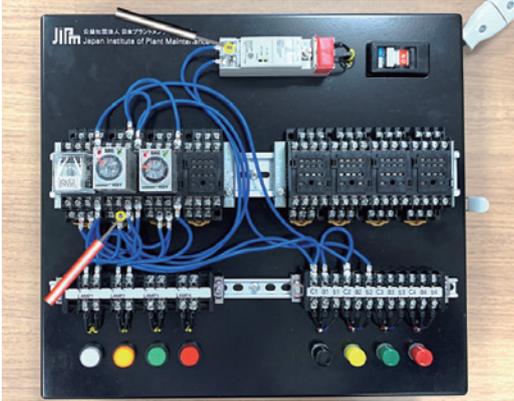
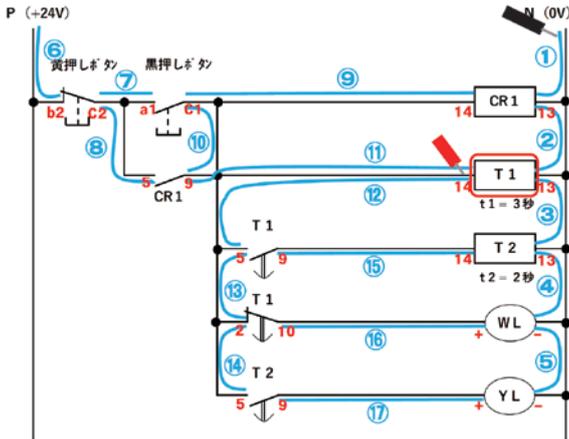
#### 黒押しボタンを押しても CR1 が動作しない

**前提** ①～⑤は正しく配線されていること。

**手順 1** テスタの一棒を配線①～⑤のいずれかの端子、+棒を配線⑦の端子に接続した状態で「電圧有り」を確認します。「電圧無し」の場合は黄押しボタンの接点の使い方が間違っているか故障が考えられます。

**手順 2** テスタの一棒は手順 1 と同じ端子に接続したままで、+棒を配線⑨の端子に接続し、黒押しボタンは押さずに「電圧無し」、黒押しボタンを押したときに「電圧有り」を確認します。この状態にならない場合は黒押しボタンの接点の使い方に間違いがあるか故障が考えられます。また、この状態で CR1 が動作していないのであれば CR1 の 13 番、14 番にきちんと接続されているか確認しましょう。

**手順 3** テスタの一棒は手順 1 と同じ端子に接続したままで、+棒を配線⑨の端子に接続し、黒押しボタンを押して、「電圧有り」を確認、それでも CR1 が動作しなければ CR1 の故障が考えられます。また、「電圧無し」の場合は黒押しボタンの接点の故障が考えられます。

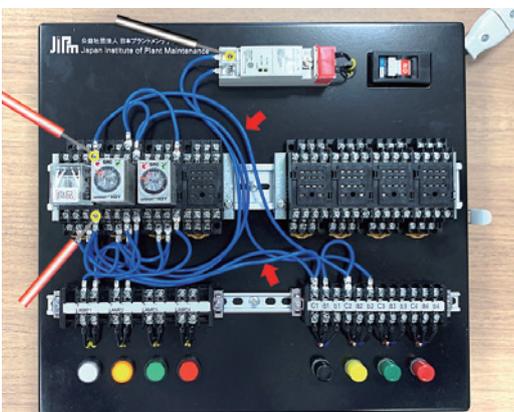
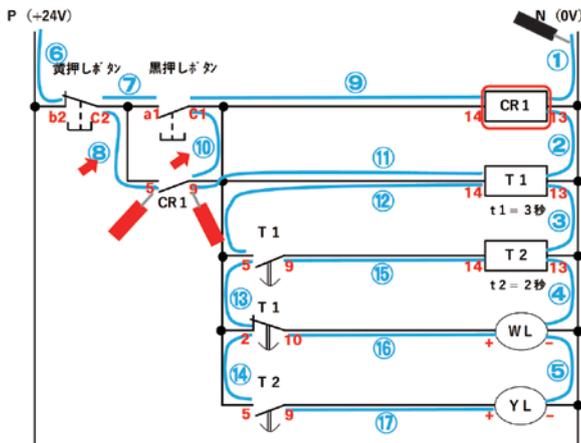


## ケース 2

CR1 は動作し自己保持がかかるが  
T1 が動作しない

**前提** ①～⑤は正しく配線されていること。

**手順** テスタの一棒を配線①～⑤のいずれかの端子、+棒を配線⑪の T1 の 14 番端子に接続し、黒押しボタンを押して、「電圧有り」を確認。「電圧有り」の場合は、タイマ T1 に不具合がある可能性があります。「電圧無し」の場合は、配線⑪の間違い、また配線⑪が正しい場合はタイマ T1 本体に不具合（内部での短絡など）がある可能性があります。



## ケース 3

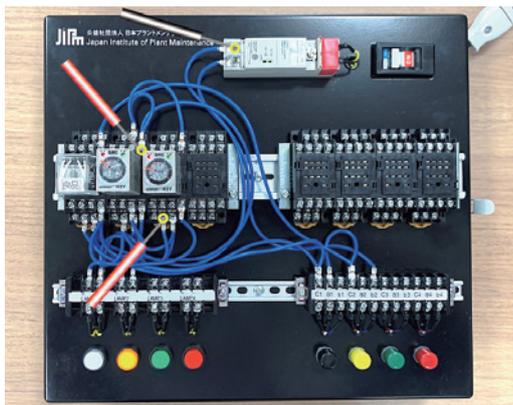
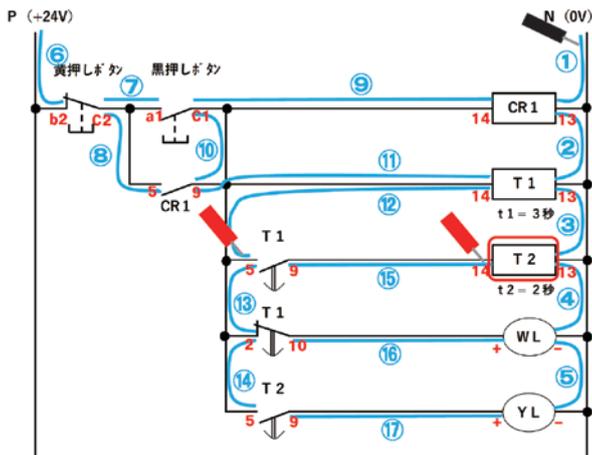
黒押しボタンを押したときには CR1 が  
動作するが、黒押しボタンを放すと  
CR1 がオフする

**前提** ①～⑤は正しく配線されていること。

**手順** 現象から推察すると自己保持回路になっていない可能性があります。配線⑧及び配線⑩が接続されているか、ソケット端子の接続先は間違っていないかを確認します。

テスタを使っての点検は、テスタの一棒を配線①～⑤のいずれかの端子、+棒を配線⑧の CR1 の 5 番端子に接続し、「電圧有り」を確認。「電圧無し」の場合は、配線⑧に不具合がある可能性があります。次にテスタの一棒はそのまま配線①～⑤のいずれかの端子、+棒を配線⑩の CR1 の 9 番端子に接続し、黒押しボタンを押して、「電圧有り」を確認。「電圧無し」の場合は、配線⑩に不具合、または CR1 の接点 (5-9 番) に不具合 (接触不良) がある可能性があります。

このとき、T1 が動作している場合は配線⑩を経由して T1 に給電されていることとなりますので配線⑩には不具合がなく CR1 の接点 (5-9 番) に不具合があると考えられます。



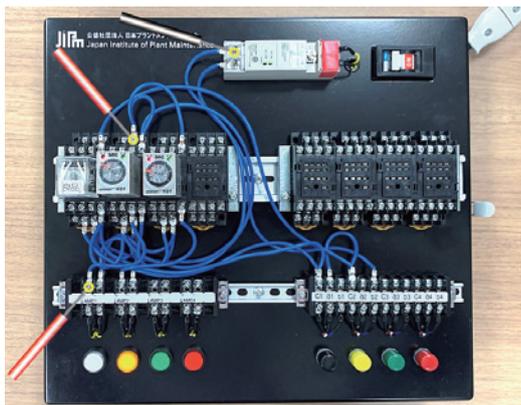
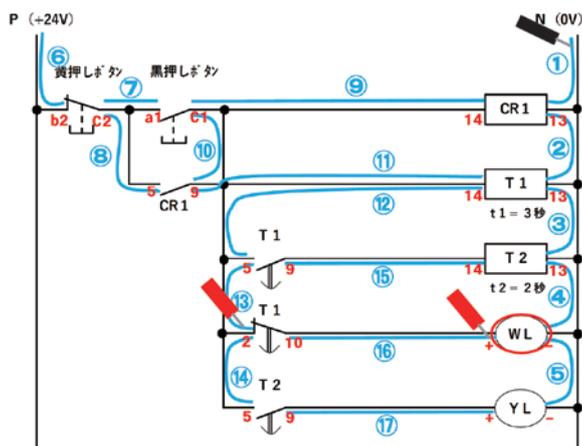
#### ケース 4

### CR1 と T1 が動作するが T2 が動作しない

**前提** ①～⑤は正しく配線されていること。

**手順 1** テスタの一棒を配線①～⑤のいずれかの端子、+棒を配線⑫の端子に接続し、「電圧有り」を確認します。「電圧無し」の場合は配線⑫そのものか端子接続状態に不具合がある可能性があります。

**手順 2** テスタの一棒は手順 1 と同じ端子に接続したままで、+棒を配線⑮の端子に接続し、「電圧有り」を確認します。「電圧無し」の場合は配線⑮そのものか端子接続状態に不具合、T1 の接点 (5-9 番) に不具合 (接触不良) がある可能性があります。



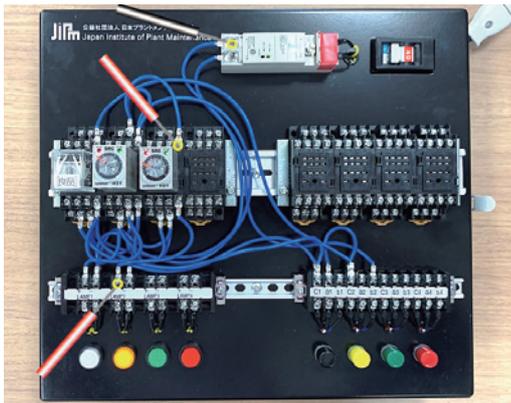
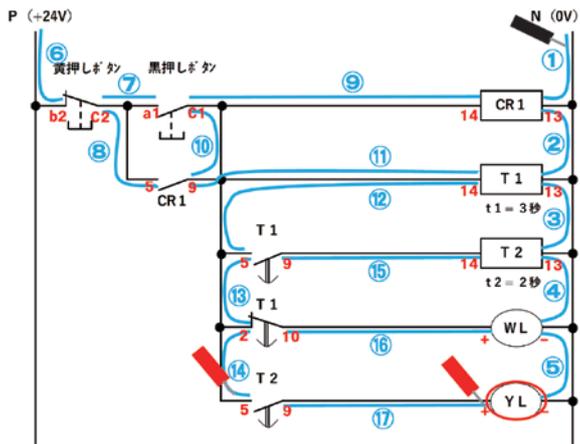
#### ケース 5

### 黒押しボタンを押すと、CR1 と T1 が動作後 T2 が動作するが白ランプが動作しない (点灯しない、点灯しっぱなし)

**前提** ①～⑤は正しく配線されていること。

**手順 1** 白ランプが点灯しない場合、テスタの一棒を配線①～⑤のいずれかの端子、+棒を配線⑬の端子に接続し、「電圧有り」を確認します。「電圧無し」の場合は配線⑬そのものか端子接続状態に不具合がある可能性があります。次にテスタの一棒は手順 1 と同じ端子に接続し、+棒を配線⑯の端子に接続し、「電圧有り」を確認します。「電圧無し」の場合は配線⑯そのものか端子接続状態、または、T1 の接点 (2-10 番) に不具合 (接触不良)、もしくは白ランプ自体の不具合がある可能性があります。

**手順 2** 白ランプが点灯し、T1 のタイムアップ後は消灯せず点灯しっぱなしの場合、T1 の接点 (2-10 番) に不具合 (接点の溶着) がある可能性があります。



## ケース 6

黒押しボタンを押してCR1とT1が動作後  
T2が動作するが黄ランプが動作しない  
(点灯しない)

**前提** ①～⑤は正しく配線されていること。

**手順** 黄ランプが点灯しない場合、テストの一棒を配線①～⑤のいずれかの端子、+棒を配線⑭の端子に接続し、「電圧有り」を確認します。「電圧無し」の場合は配線⑭そのものか端子接続状態に不具合がある可能性があります。次にテストの一棒は手順1と同じ端子に接続し、+棒を配線⑰の端子に接続し、「電圧有り」を確認します。「電圧無し」の場合は配線⑰そのものか端子接続状態、または、T2の接点(5-9番)に不具合(接触不良)、もしくは黄ランプ自体の不具合がある可能性があります。

### 3 課題 2 (リレー・タイマ単体の点検作業及び有接点リレーシーケンス回路の点検作業) の作業手順

#### [1] リレーとタイマの良否判定作業

リレーとタイマの不良の種類は、コイルの断線、コイルのレアショート、a 接点接触不良 (a 接点非導通)、b 接点接触不良 (b 接点非導通)、a 接点溶着、b 接点溶着が一般的です。

不良の種類	主な不良の原因	チェック方法
コイルの断線	過電圧印加によるコイル断線など	テスタを使用し導通、非導通を測定します。通常 DC24V リレーのコイル抵抗値 600 Ω 前後です。
コイルのレアショート	コイルへの過電圧印加によりコイルがレアショートするなど	コイルの焼損であり、通常は絶縁部分が破壊され短絡状態となります。従ってテスタの抵抗レンジにより導通を測定した場合抵抗が 0 近くになります。電源を入れての測定はブレーカーが作動したり異臭を発生する可能性もあるのでコイルに通電しないで測定します。
a 接点接触不良 (a 接点非導通)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リレー単品の落下衝撃による部品破損</li> <li>・接点摩耗</li> <li>・酸化皮膜の生成</li> <li>・硫化 / 塩化</li> <li>・カーボン生成 など</li> </ul>	試験用ソケットにリレーまたはタイマを差し込み、電源の ON/OFF を行ったとき電源 ON のときに a 接点の導通なし、電源 OFF のとき a 接点の導通なしとなります。接触不良とは本来、導通、非導通が不安定な状態をいい、正常状態と接点導通不良と判断できないことがあります。本試験では抵抗値が∞である場合を接触不良としています。
b 接点接触不良 (b 接点非導通)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リレー単品の落下衝撃による部品破損</li> <li>・接点摩耗</li> <li>・酸化皮膜の生成</li> <li>・硫化 / 塩化</li> <li>・カーボン生成 など</li> </ul>	試験用ソケットにリレーまたはタイマを差し込み、電源の ON/OFF を行ったとき b 接点の導通なし、電源 ON のときに b 接点の導通なしとなります。接触不良とは本来、導通、非導通が不安定な状態をいい、正常と思われる状態でも起こる可能性もあります。本試験では抵抗値が∞である場合を接触不良としています。
a 接点溶着	<ul style="list-style-type: none"> <li>・接点チャタリングによるアークの影響</li> <li>・接点定格電流以上の過電流 など</li> </ul>	試験用ソケットにリレーまたはタイマを差し込み、電源 ON/OFF を行ったとき、a 接点が常時導通状態となってしまいます。a 接点が過電流等のため共通接点 (c 接点) と溶融して接着してしまう現象です。この場合、電源 OFF でも b 接点接触不良 (b 接点非導通) となりますが、これは主要因ではありませんので不良の種類としては正しくありません。
b 接点溶着	<ul style="list-style-type: none"> <li>・接点チャタリングによるアークの影響</li> <li>・接点定格電流以上の過電流 など</li> </ul>	試験用ソケットにリレーまたはタイマを差し込み、電源 ON/OFF を行ったとき、b 接点が常時導通状態となってしまいます。b 接点が過電流等のため共通接点 (c 接点) と溶融して接着してしまう現象です。この場合、電源 ON でも a 接点接触不良 (a 接点非導通) となりますが、これは主要因ではありませんので不良の種類としては正しくありません。

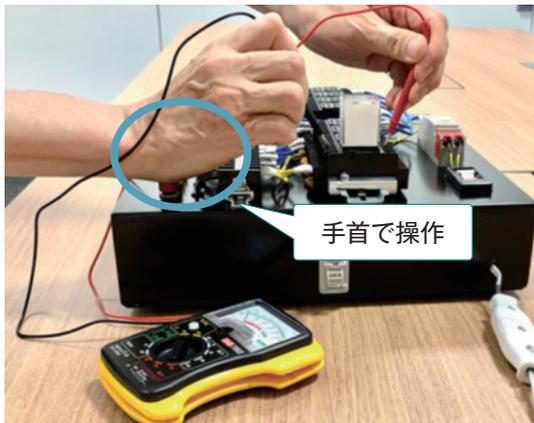
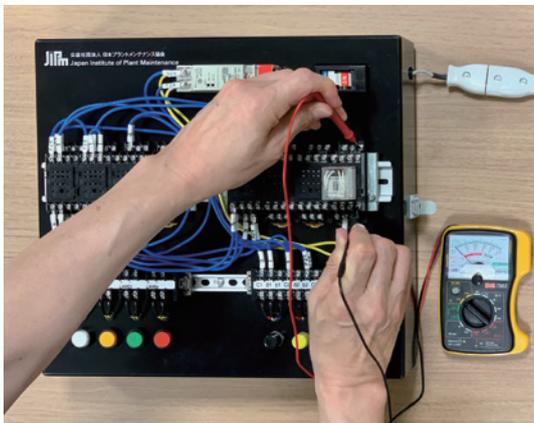
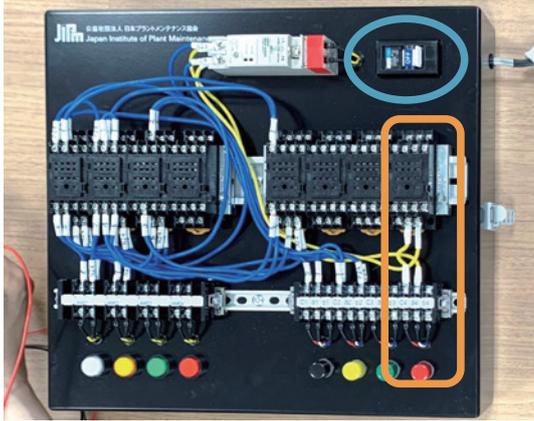


リレー



タイマ

# [1] リレーとタイマの良否判定作業

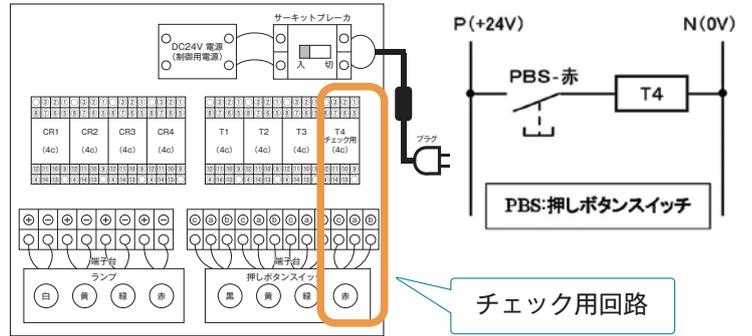


接点検作業の様子

- ① 電源が切れている状態でリレーやタイマをチェック用のソケットに差し込む。

試験用盤

チェック用回路図



- ② リレーやタイマのコイルの状態をテストのテスト棒をリレーやタイマの足に当てて確認する（13-14番）。  
測定の結果、抵抗値がリレーの場合は  $0\ \Omega$  近く（レアショート）であったり、 $\infty$ （断線）でないことを確認し、タイマの場合は  $0\ \Omega$  近く（レアショート）でないことを確認します。（断線については内部回路により、判断しにくい）

※コイルの測定時はチェック用ソケットは使用しない。

レアショートの場合、通電しての確認は過電流によりコイル焼損や発火の可能性があります。

- ③ リレーやタイマをソケットに差し込み、電源を入れて、テストのテスト棒を a 接点（たとえば 5-9 番端子）に当てて赤ボタンスイッチを ON/OFF して導通状態を確認する。
- ④ 次に b 接点（1-9 番端子）に当てて赤ボタンスイッチを ON/OFF し導通状態を確認する。
- ⑤ 以下、各 a 接点、b 接点の導通確認を行う。

※デジタルテスタでは抵抗測定モードではなく導通点検モードで、アナログテスタでは抵抗測定モードで導通確認する。また、複数人でデジタルテスタのブザー鳴動モードで測定していると音が混じり合い誤判断する可能性がありますので注意しましょう。

## [2] 有接点リレーシーケンス回路の不良箇所の点検と復旧作業

機械の中の電気設備は使っていくうちに端子部がゆるみ、接触不良や端子が外れてしまうことがあります。また、配線の引き回しがわるかったり、移動する機械でのケーブルに外的な力が加わり配線の素線が切れて機械が正常動作しなくなることがあります。

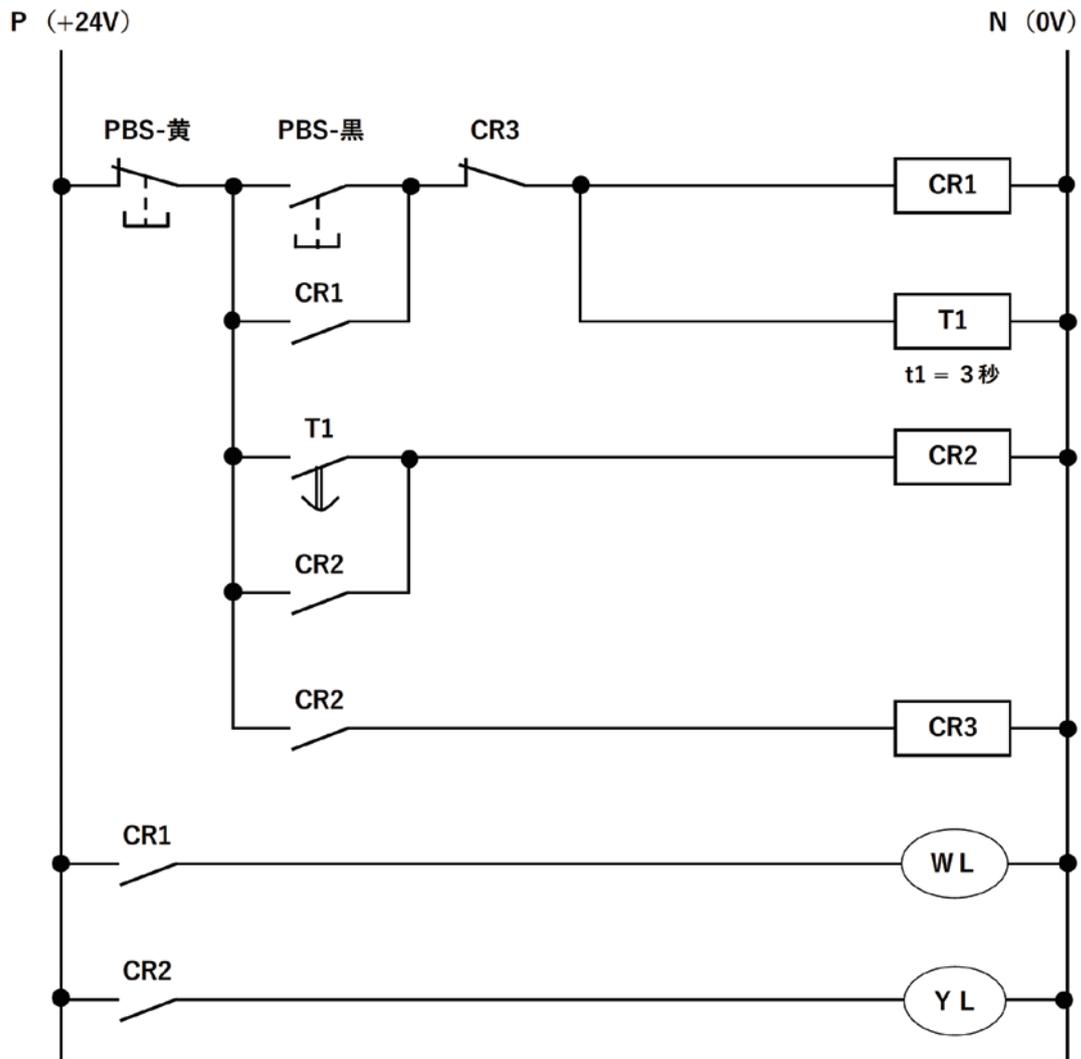
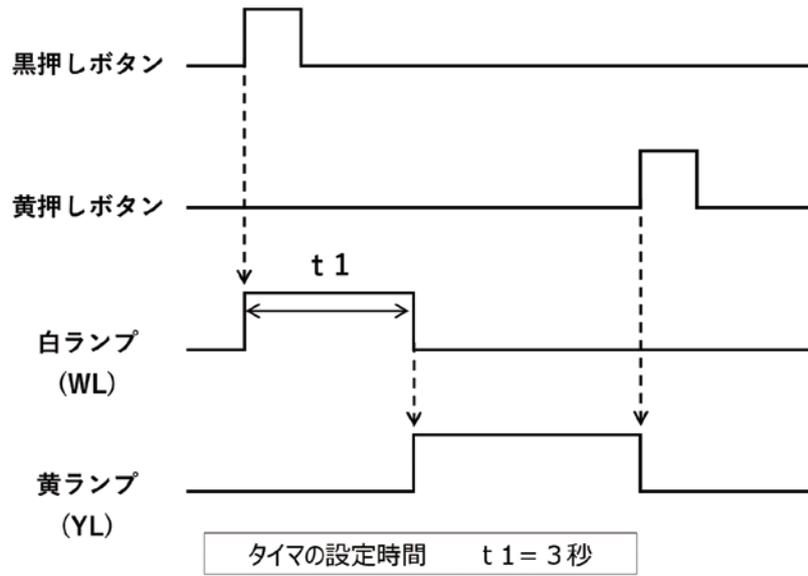
更に、何らかのトラブルが発生し、配線を外さなければならない事態になり、復旧時に配線忘れや接続する端子を誤って接続してしまう可能性もあります。そのまま電源を入れ機械を使おうとしても正常動作せず、また危険な動作をするかもしれません。電気設備の回路を変更したり一時取り外したりした場合や運転中に突然正常動作しなくなった場合などのときには電気的な点検が必要になり、原因を特定し確実な復旧を行う必要があります。

課題 2-2 は、課題 2-1 で判別した正常動作するリレーとタイマを使用し、タイムチャート通りの動作をするか、正常動作しない場合は有線点リレーシーケンス回路内のどこかに不良（欠陥）がある可能性があり、テストを使って不具合を点検して原因を取り除き、正常動作するように復旧します。

提示されているタイムチャートと有接点リレーシーケンス回路図をもとに、試験用盤を点検し、不良箇所のみを修復します。修復するためには次のような条件があります。

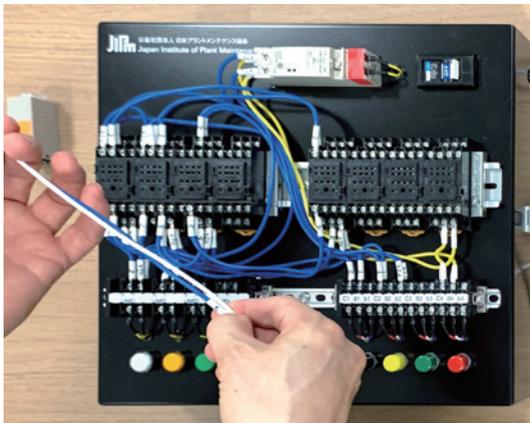
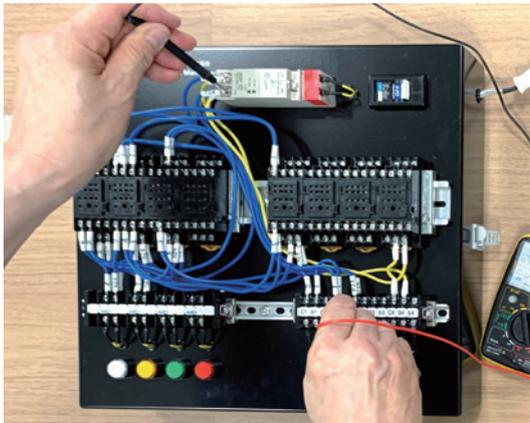
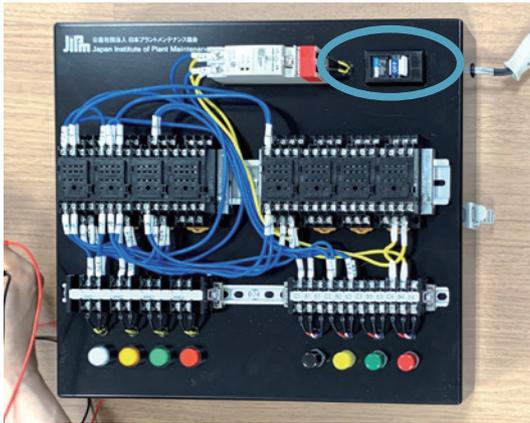
- リレー・タイマは“[1] リレーとタイマの良否判定作業”の結果、良品と判断したものを使用する
- 修復した箇所は指定された白色の線を新たに加工して配線する
- 配線は適切な長さとし、圧着端子を使用してねじ止めする
- 不必要な配線は行わない

▶タイムチャートと有接点シーケンス制御回路図が次のように提示されます。



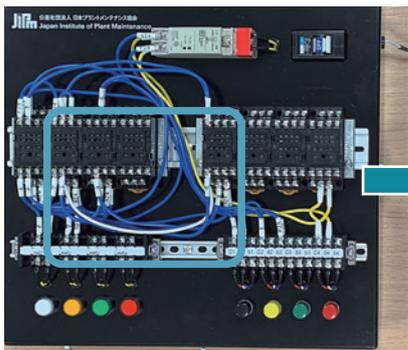
CR	: リレー
T	: タイマー
WL	: 白ランプ
YL	: 黄ランプ
PBS	: 押しボタンスイッチ

## [2] 有接点リレーシーケンス回路の不良箇所の点検と復旧作業

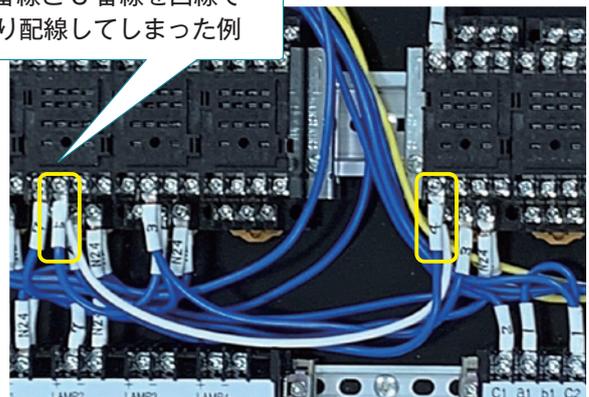


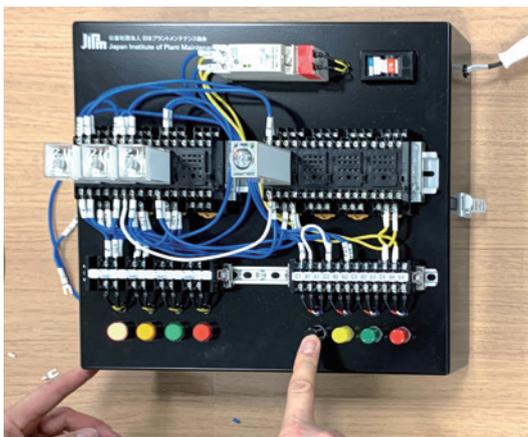
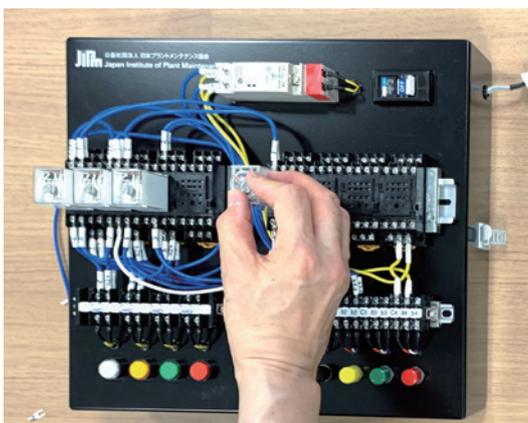
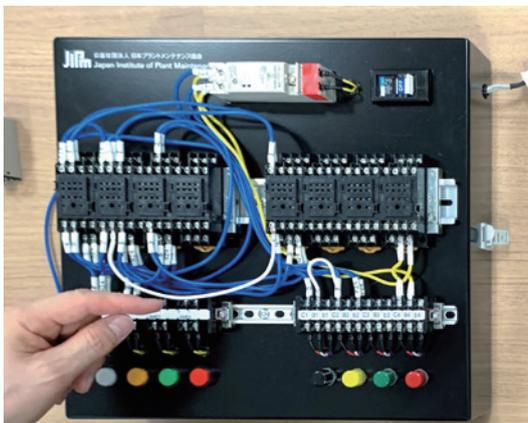
### ・回路点検の手順（一例）

- ① 電源は切っておく。（サーキットプロテクタで OFF）
- ② リレーやタイマはソケットから外しておく。（配線しただいでは回路の回り込みが発生し、測定できない可能性があります）
- ③ 電源の+側と-側から配線を 1 本ずつたどって、有接点リレーシーケンス回路図の実体配線がどのように配線されているか確認しつつ、各配線をテスタを使用し導通確認する。  
各配線には線番号が付いていますので有接点リレーシーケンス制御回路図には線番号と、接続されている機器（リレーやタイマ、ランプやスイッチなど）の端子番号を回路図に書き込んでいくとわかりやすくなります。
- ④ 点検途中で配線がされていない部分がありましたら、白色の線を適切な長さに加工して、端子を圧着し、両端子に接続します。
- ⑤ 点検途中で導通がない配線を見つけた場合は不良配線（断線）の可能性があります。配線を端子から外し念のため電線のみで断線の有無を確認します。不良の配線であった場合、その不良配線は取り除き、新たに白色の線を適切な長さに加工して、端子を圧着し、外した端子（2カ所）に接続します。接続する際には端子の向きなどには注意しましょう。
- ⑥ 復旧時には違う線番号同士を接続してはいけません。回路図通りに接続しましょう。



4 番線と 5 番線を白線で  
渡り配線してしまった例





⑦ 有接点リレーシーケンス回路図全体を点検、復旧が終わったところで、今一度回路内に短絡箇所がないか DC24V 電源の+側と-側をテストで測定し導通がないことを確認しておきましょう。

※ DC24V 電源の内部抵抗が小さいため、短絡していると判断しないように注意しましょう。

⑧ ここまで問題がなければ、正常動作するリレーとタイマをソケットに確実に差し込んで、タイマは時間の設定を行ってから、電源を入れて動作確認します。タイムチャート通りに動作するかどうか確認しましょう。

#### ・タイマの設定

支給されるタイマは最大値が 10 秒です。タイマの真上から見て、タイムチャート通りの



0 秒                      3 秒                      10 秒

時間を設定しましょう（中央が 3 秒に設定した例）。

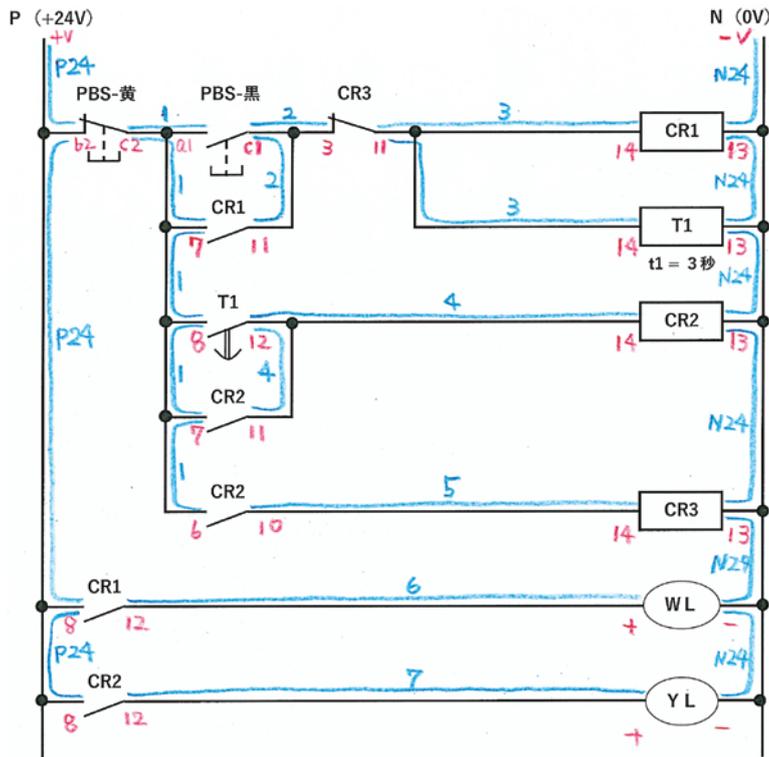
仕様が 3 秒である事例では、0 秒や 10 秒の設定ではタイムチャート通りの動作をしていないと判断します。タイムチャート通りに動作しない場合は、他に不良があると思われるので、タイムチャートと何が違うのか冷静に比較し、有接点リレーシーケンス回路図のどのあたりで正常動作していないのか推察し、電源を切ってから配線を更に点検しましょう。

⑨ 正常に動作したことを確認して、今一度リレー・タイマの良否判定マークシートに不備がないか確認し、机上及び床の被覆などの片付け、工具などの整理整頓を行ったのちに作業終了の合図をします。

ここまでの作業時間の目安は 30 分です。

## 有接点リレーシーケンス回路図に配線点検の結果を記入した事例

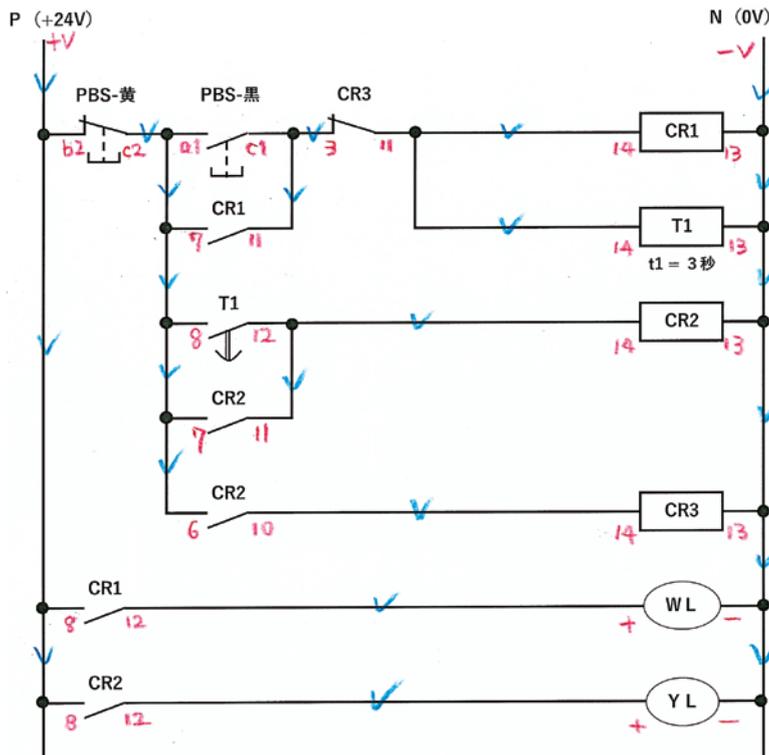
① 配線されている電線の線番、接続先、導通状態を図面に書き込んだ事例



赤の数字記号は端子番号  
青の数字は線番

- i. スイッチ、リレー、タイマ、ランプ、電源の接続端子番号を読み取り記入しておく。
- ii. N (0V) ラインの配線を DC24V 電源の -V 端子から順にたどって読み取った内容を回路図に記入します。途中で導通が切れてしまった場合はそこに不良があります。
- iii. P (+24V) ラインの配線を DC24V 電源の +V 端子から順にたどって読み取った内容を回路図に記入します。途中で導通が切れてしまった場合はそこに不良があります。
- iv. テスタのリード棒のプラス側 (赤) とマイナス側 (黒) をそれぞれの端子に接続して導通状態を測定します。途中で導通が切れてしまった場合はそこに不良があります (次ページ)。

② 配線がされているか、導通があるか、のチェックを図面に書き込んだ事例



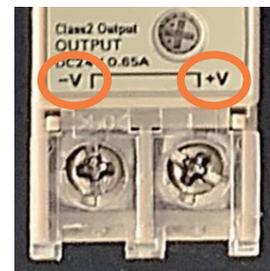
### 不良があった場合の対応

#### ■ 非導通 (断線) の線有りの場合…

新しい電線を非導通の電線と同じ長さで切断、端子を圧着加工し、取り替えます。

#### ■ 線が配線されていない (未配線) の場合…

新しい電線を適切な長さで切断、端子を圧着加工し、接続します。



DC24V 電源の出力端子  
(極性を確認しましょう)

## ▶有接点リレーシーケンス回路図から

- ① どこにつながっているか
- ② 端子番号は何番か
- ③ 線番は何番か

をこの表のように配線の導通を測定していきます。

テスト棒：赤 ↓			テスト棒：黒 ↓		測定順
機器	端子	線番	機器	端子	
N (0V)	-V	N24	CR1	13	↓
			T1	13	
			CR2	13	
			CR3	13	
			WL	-	
			YL	-	
P (+24V)	+V	P24	PBS-黄	b2	
			CR1	8	
			CR2	8	
PBS-黄	c2	1	PBS-黒	a1	
			CR1	7	
			T1	8	
			CR2	7	
			CR2	6	
CR1	14	3	CR3	11	
			T1	14	
CR3	3	2	PBS-黒	c1	
			CR1	11	
CR2	14	4	T1	12	
			CR2	11	
CR3	14	5	CR2	10	
WL	+	6	CR1	12	
YL	+	7	CR2	12	

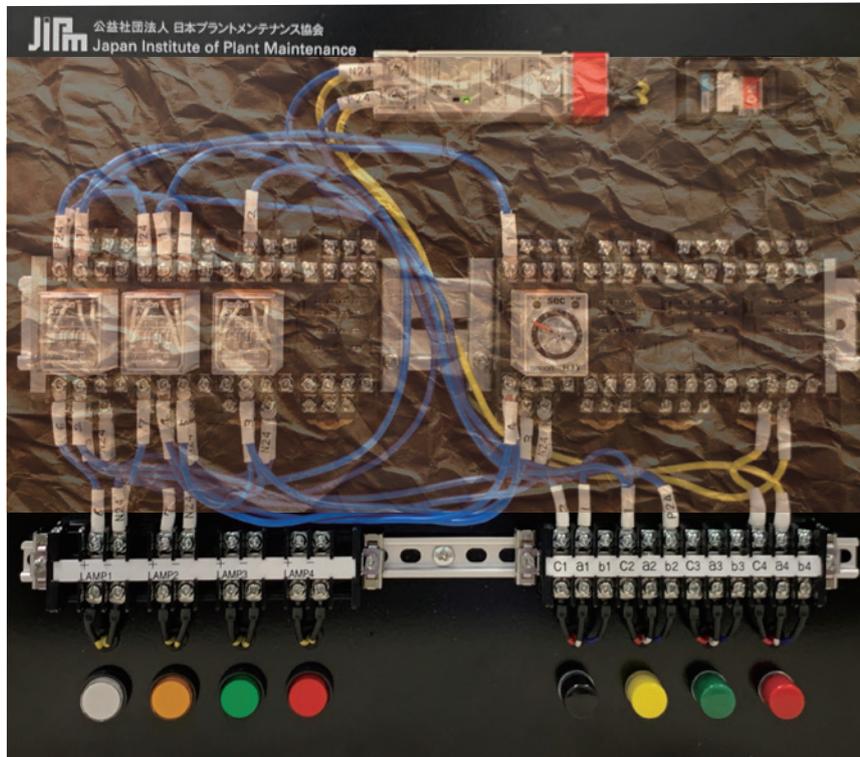
配線を点検する方法は他にもあります。

工場の設備などでは電源を OFF できない場合があります。その場合は、リレーやタイマは取り付けられたままになります。テストは電圧測定モードを選択して、テストのマイナスのリード棒（黒）を電源の N ラインに接続したままにし、プラスのリード棒（赤）を P24 ラインから順に各端子を測定して、電圧の有り無しを測定します。ここでは詳細な説明は省略します（21 ページの課題 1 での動作しない場合の対応例の「②電源を ON したままで回路を確認する場合」を参考にしてください）。

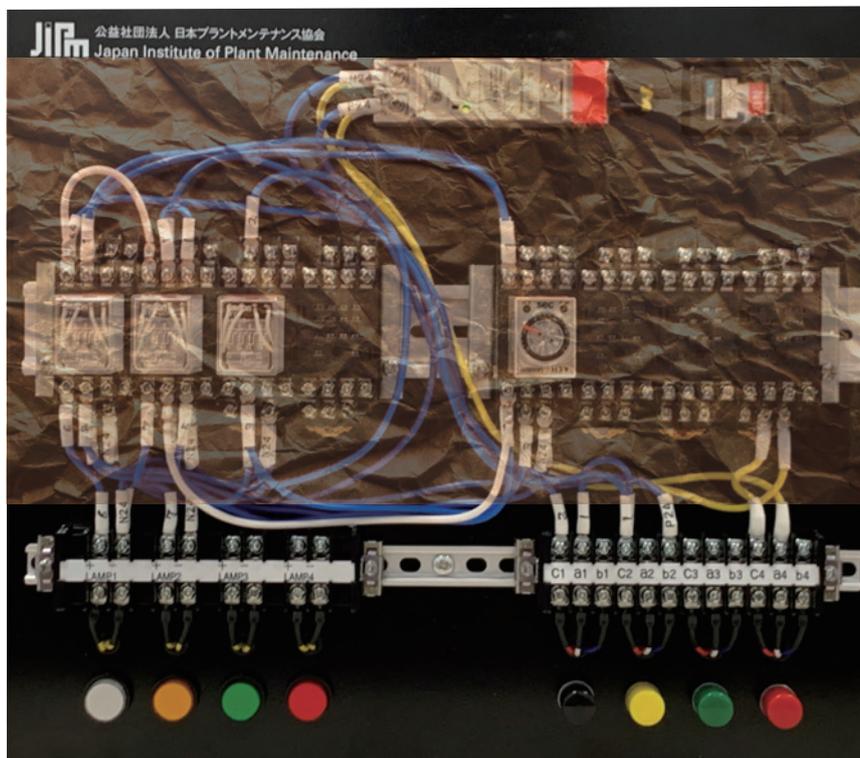
## 課題2 試験用盤例

不良の配線がある場合は、その配線を白色の線で修復します。

配布された盤にリレー・タイマを差し込んだ状態



不具合の配線を見つけ、白色の線で修復完了した状態



※配線接続時は電源を OFF にすること

# 7

## 基礎知識

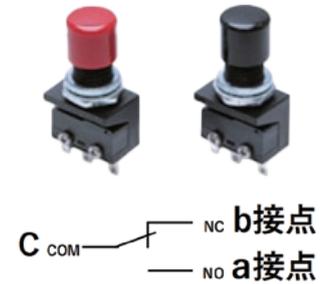
### 1 有接点リレーシーケンスの基礎知識

#### [1] 押しボタンスイッチの構造と接点

押しボタンスイッチの接点はメーク接点 (a 接点)、ブレーク接点 (b 接点)、メーク・ブレーク (非オーバーラップ切り替え接点: c 接点) があります。

試験の試験用盤では c 接点タイプのスイッチを採用しています。

また、各押しボタンスイッチはモーメンタリ型を使っています。



NC: ノーマリークローズ  
 NO: ノーマリーオープン  
 COM: 共通 (NC、NO とともに使用する)

#### [2] 図記号と文字記号

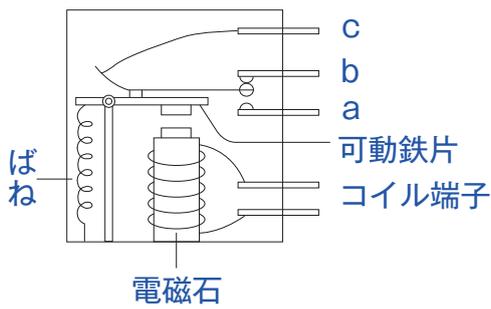
名称	文字記号	図記号	機器の姿
押しボタンスイッチ a 接点	BS		
押しボタンスイッチ b 接点			
表示ランプ	PL		 ランプ DC24V 白・黄・緑・赤
リレーコイル	CR		 ミニチュア リレー DC24V c 接点 4 回路 動作表示無し
リレー接点 a 接点			
リレー接点 b 接点			
タイマコイル	TLR		 ミニチュア タイマ DC24V 極性あり c 接点 4 回路 動作表示有り
タイマ接点 a 接点			
タイマ接点 b 接点			

メーク接点 (a 接点): スイッチを押すと接点が閉じ、手を放すと接点が開く (Normal Open[NO])

ブレーク接点 (b 接点): スイッチを押すと接点が開き、手を放すと接点が開じる (Normal Close[NC])

電気用図記号 [JIS C 0617-7] 準拠

### [3] リレーの構造

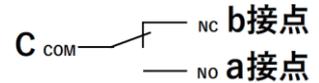


リレーとはコイルに与えられる入力信号（電圧、電流）によりスイッチ（接点機構）の開閉を行うものです。

有接点リレー（メカニカルリレー）は電磁石の力を利用して機械的に接点を開閉させることで信号や電流、電圧を入り切りするものです。

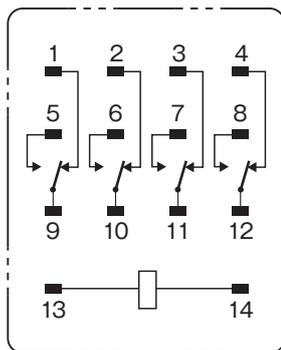
※このほかに無接点リレー（半導体リレー）があり、入り切りは電子回路の働きで行っています。

1 極の接点構成は COM と NO a 接点、COM と NC b 接点となっています。



4 極のリレーを接触端子（足）側からみた図です。

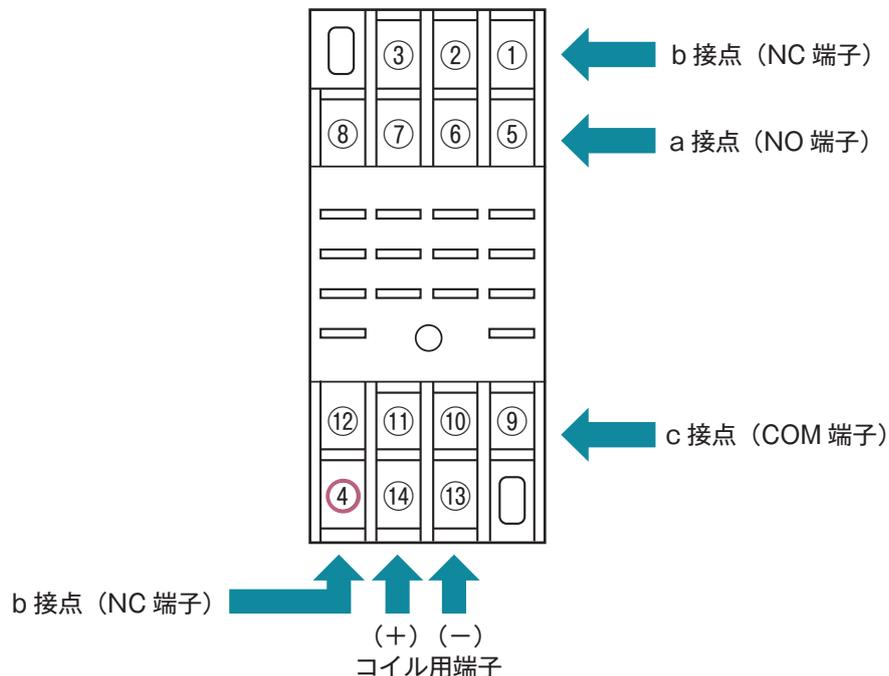
※コイルは 13-14 番端子



b 接点 (NC 端子)	1	2	3	4
a 接点 (NO 端子)	5	6	7	8
共通端子 (COM 端子)	9	10	11	12

端子名と端子番号一覧

ソケットの端子配列はこのようになっており、b 接点の 4 番端子だけ他の配列と違っていただきますので注意が必要です。



## [4] リレーとタイマの基本回路

### ① a 接点

通常接点は開いておりランプ消灯。黒押しボタンを押してリレー (CR1) が動作すると、リレー接点が閉じ、ランプが点灯します。

#### タイムチャート

The timing chart shows a square wave pulse for the black push button. Below it, the white lamp (WL) also shows a square wave pulse that occurs only when the button is pressed, indicating that the lamp turns on during the button press.

#### シーケンス回路図

The schematic diagram shows a 24V AC power source (P) and a neutral line (N, 0V). A normally closed contact labeled CR1 is connected to the power source. A normally open contact, also labeled CR1, is connected to the power source and a white lamp (WL). The lamp is connected to the neutral line.

---

#### P と N の配線を接続した例

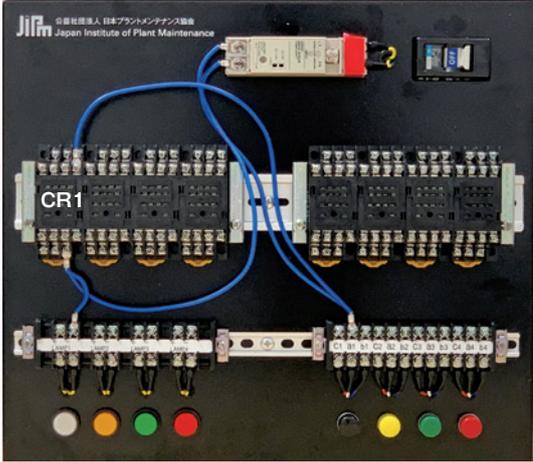
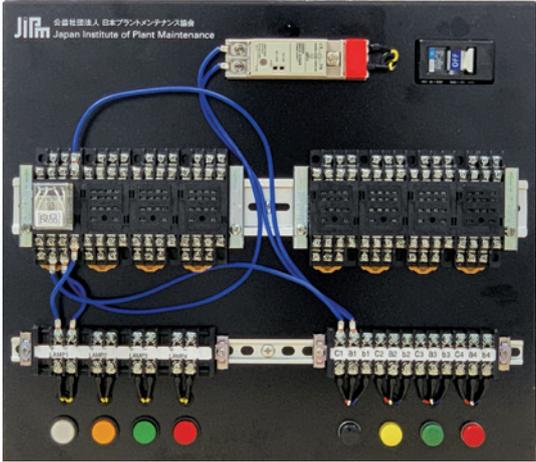
This diagram shows the specific wiring connections. The power source P (+24V) is connected to terminal a1 of the normally open contact (C1). The neutral line N (0V) is connected to terminal 13 of the normally closed contact (C1). The lamp (WL) is connected to terminals 5 and 9.

#### すべての配線の接続が完了した例

This diagram shows the complete wiring of the circuit, including the power source, relay, and lamp. The connections are the same as in the previous diagram, but now the entire circuit is shown as a single unit.

○	③	②	①
⑧	⑦	⑥	⑤
⑫	⑪	⑩	⑨
④	⑬	⑭	⑮

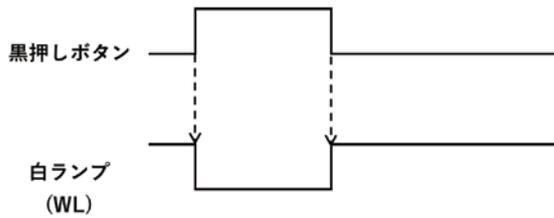
ソケット端子配列

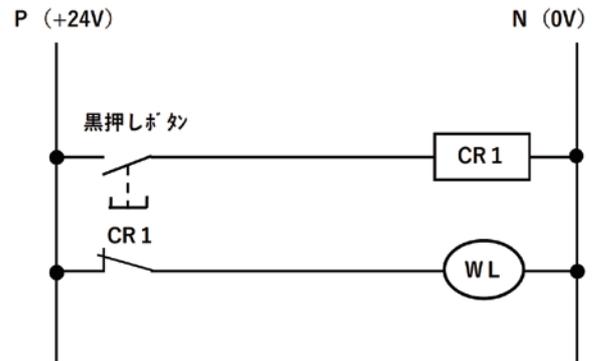
## ② b 接点

通常接点が閉じておりランプは点灯。黒押しボタンを押してリレー（CR1）が動作すると、リレー接点が開き、ランプは消灯します。

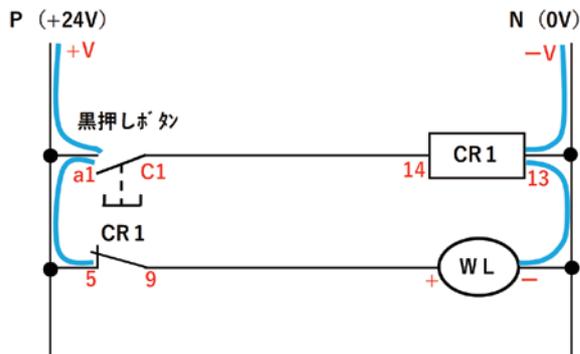
### タイムチャート



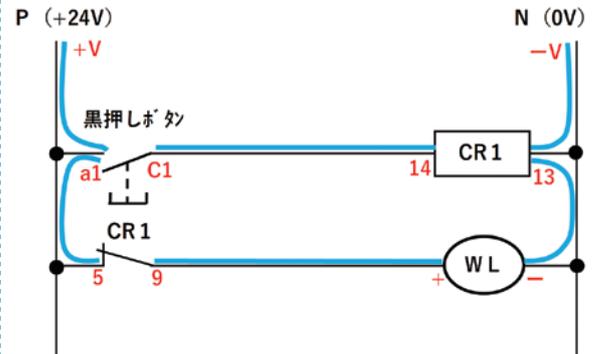
### シーケンス回路図



### P と N の配線を接続した例

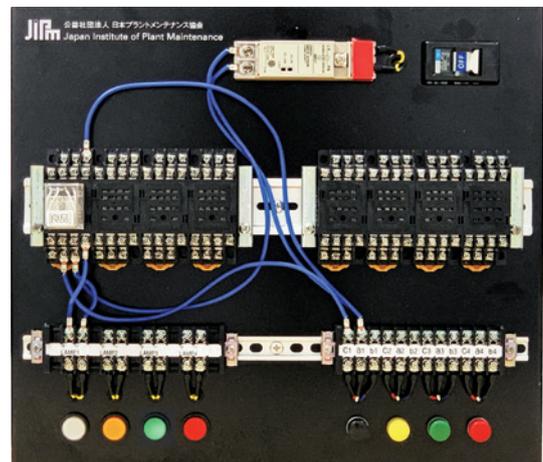
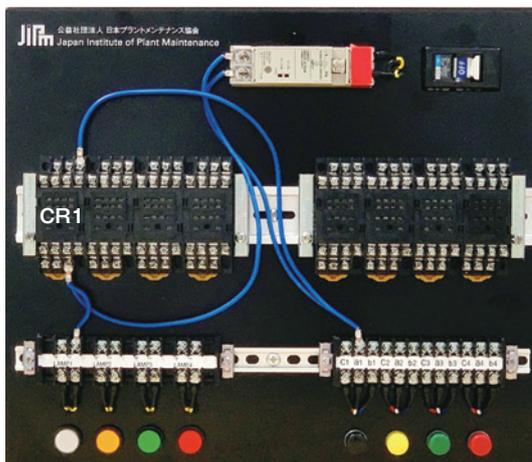


### すべての配線の接続が完了した例



0	③	②	①
⑧	⑦	⑥	⑤
⑫	⑪	⑩	⑨
④	⑬	⑭	⑮

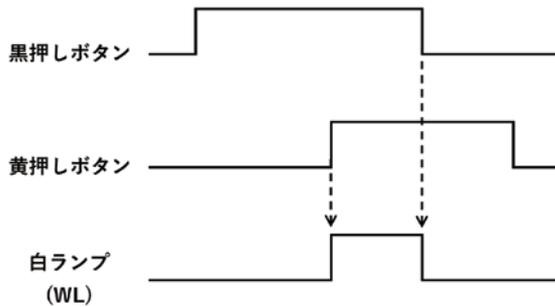
ソケット端子配列



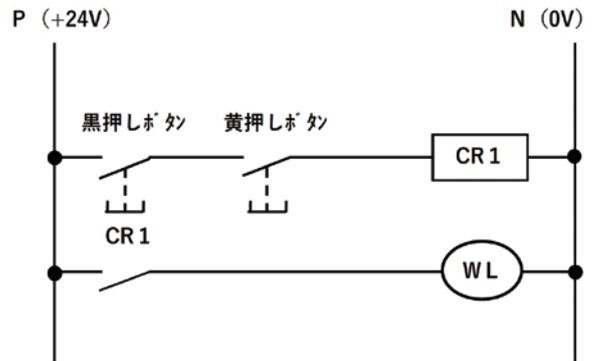
### ③ AND 回路

2つのスイッチが両方とも押されたときに、リレーが動作し、リレー接点が閉じてランプが点灯します。

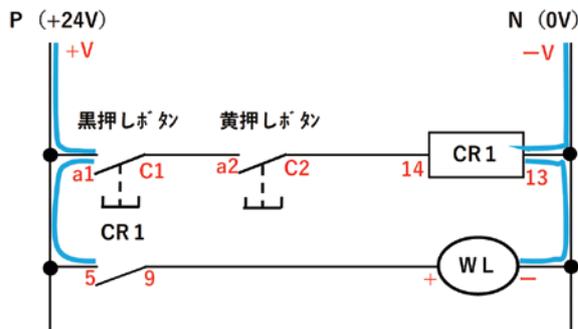
#### タイムチャート



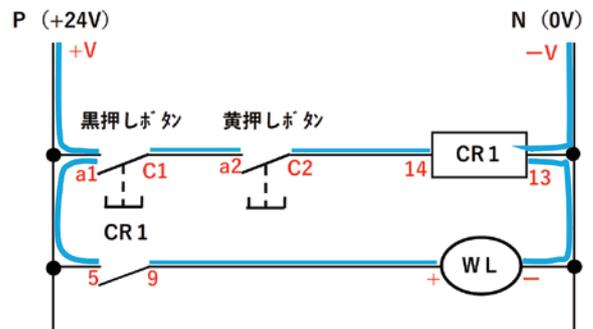
#### シーケンス回路図



#### P と N の配線を接続した例

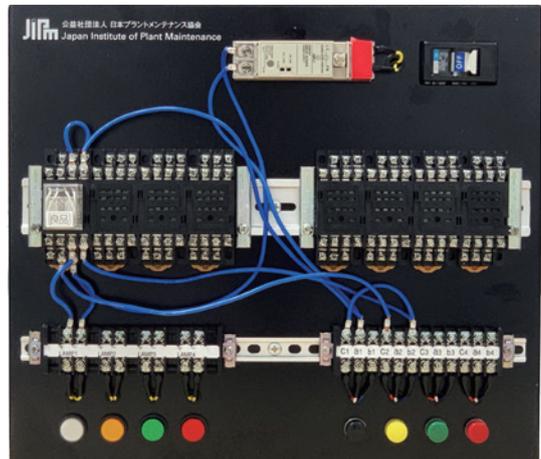
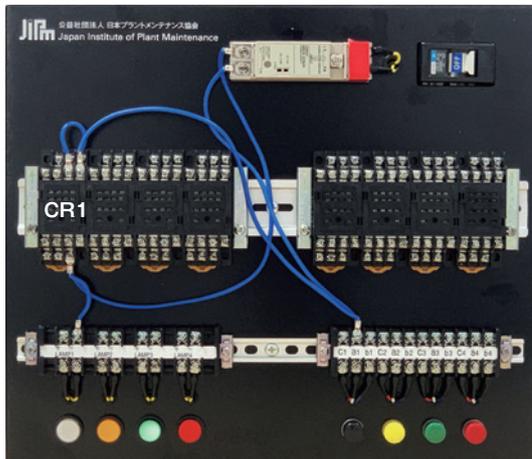


#### すべての配線の接続が完了した例



0	3	2	1
8	7	6	5
12	11	10	9
4	14	13	

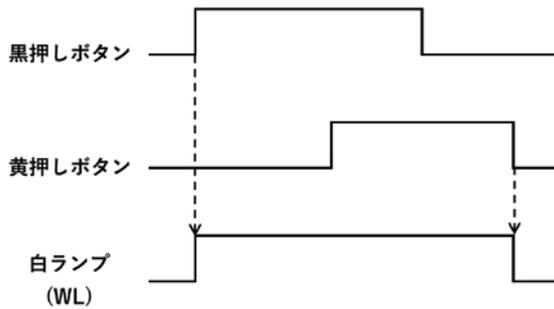
ソケット端子配列



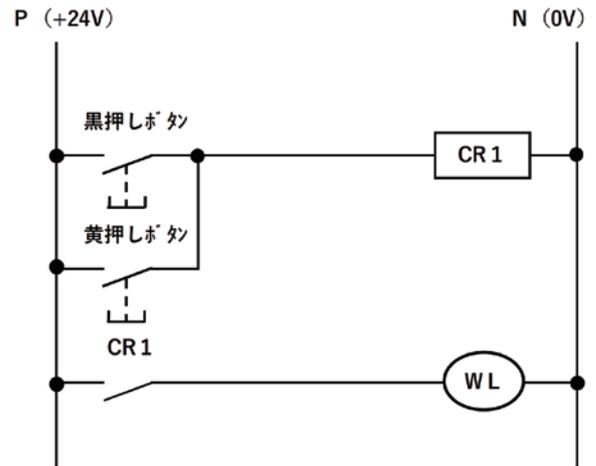
#### ④ OR回路

2つのスイッチのうちどちらかが押されていると、リレーが動作し、リレー接点が閉じてランプが点灯します。

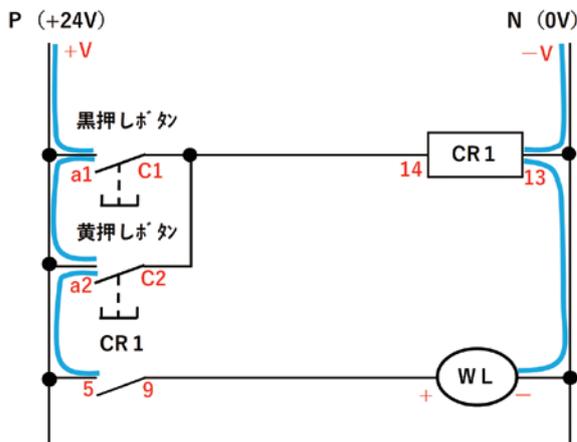
#### タイムチャート



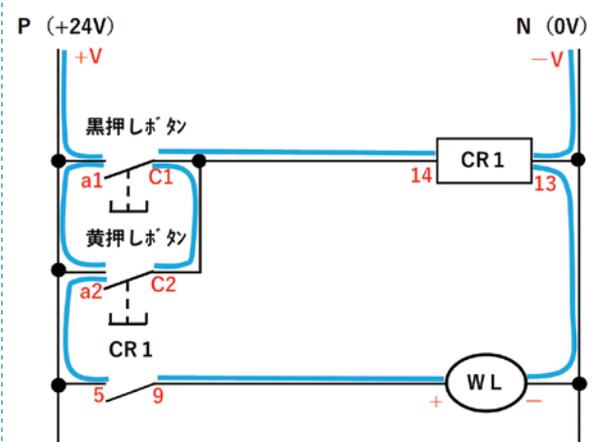
#### シーケンス回路図



#### P と N の配線を接続した例

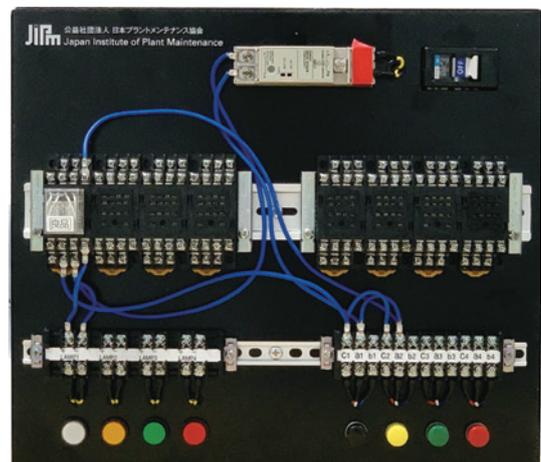
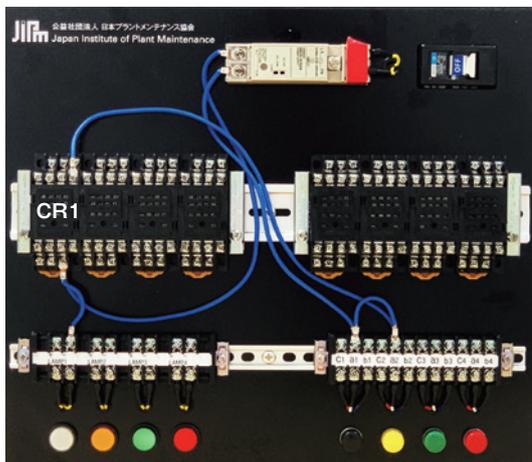


#### すべての配線の接続が完了した例



0	3	2	1
8	7	6	5
12	11	10	9
4	15	13	

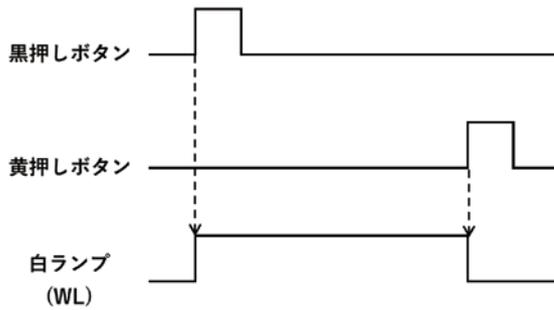
ソケット端子配列



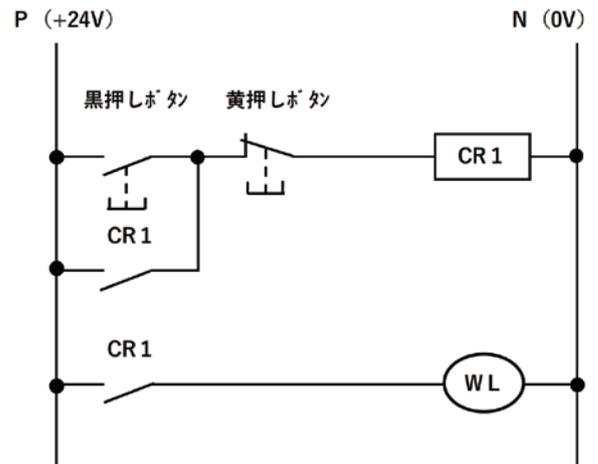
### ⑤ 自己保持回路とリセット回路

起動信号でリレーを動作させ、停止信号（リセット）が入力されるまで状態を保持します。

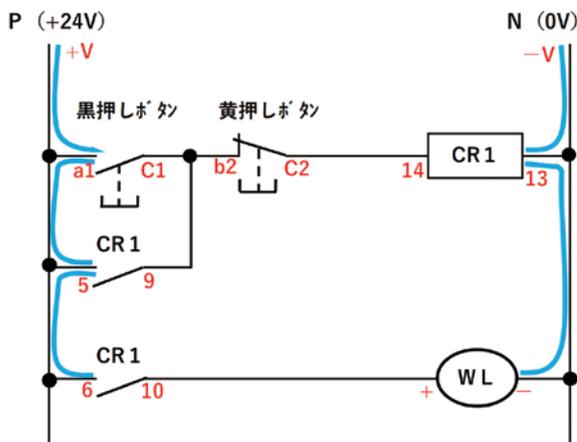
#### タイムチャート



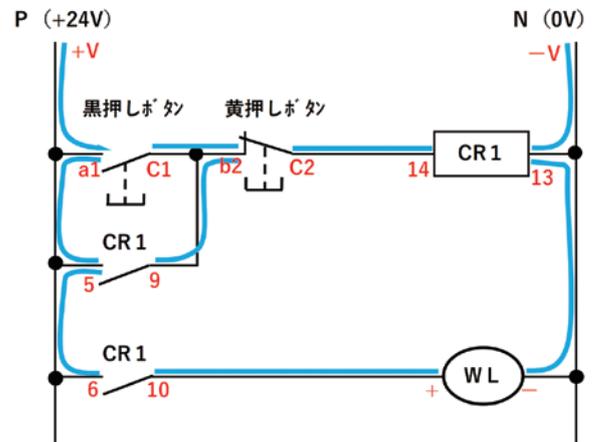
#### シーケンス回路図 (1)



#### P と N の配線を接続した例

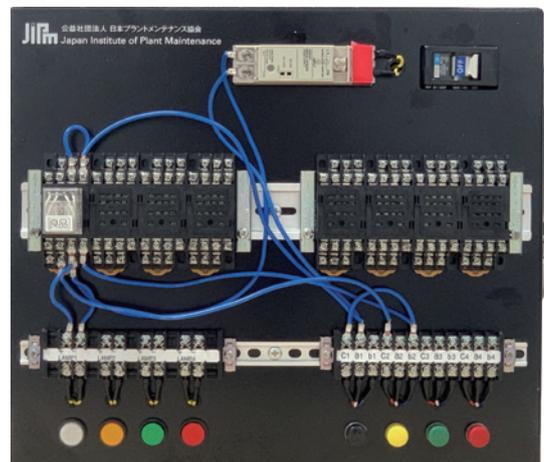
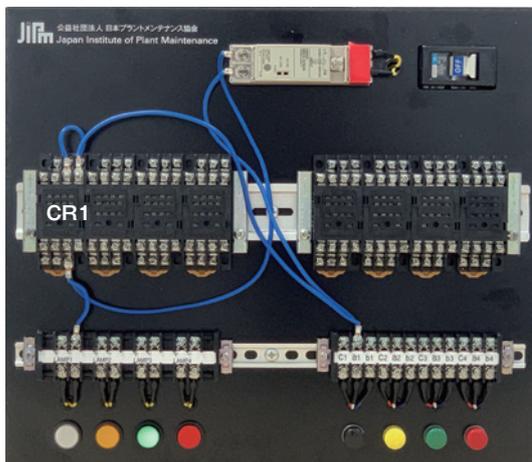


#### すべての配線の接続が完了した例



0	3	2	1
8	7	6	5
12	11	10	9
4	14	13	

ソケット端子配列

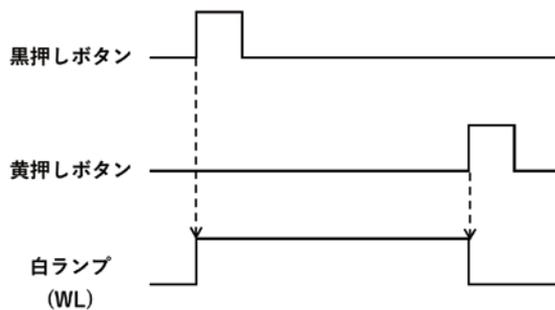


回路の組み方は様々なものがあり、それぞれ考えがあって組み込まれています。

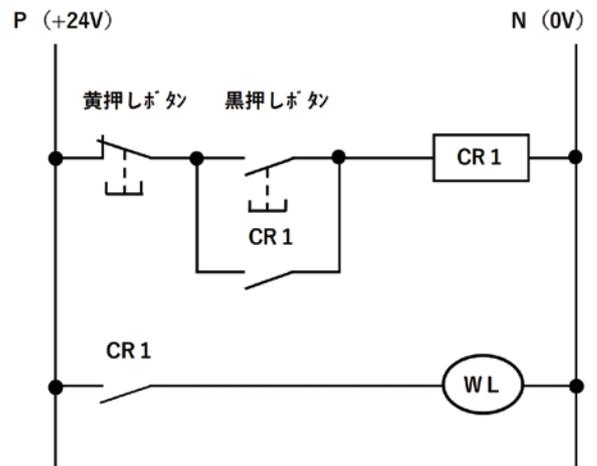
ここでは前ページのタイムチャートに基づく回路図の他に2つの事例で説明します。シーケンス回路図(1)は制御する回路と出力動作させる回路を分けています(大きい負荷の機器や突入電流が大きな機器では出力する回路は分けます。)

シーケンス回路図(2)はb接点を使っている黄押しボタンを先頭に配置し、出力の白ランプは制御する回路(ボタンスイッチなどを経由)の中に入れていきます。

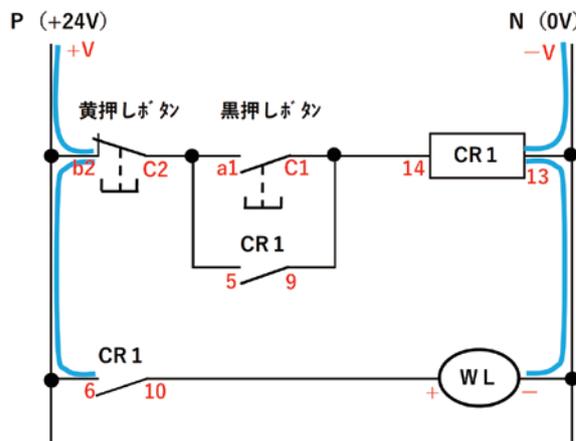
### タイムチャート



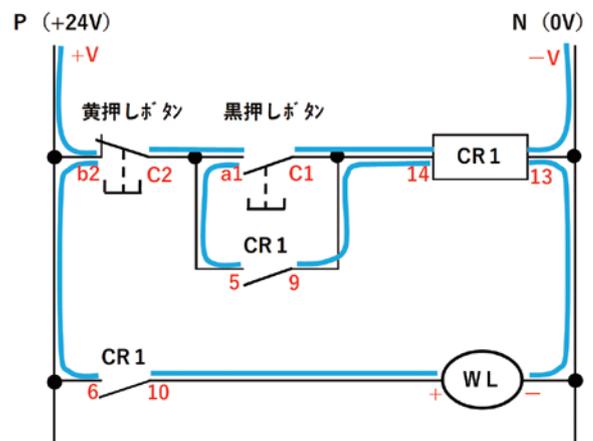
### シーケンス回路図 (2)



### PとNの配線を接続した例

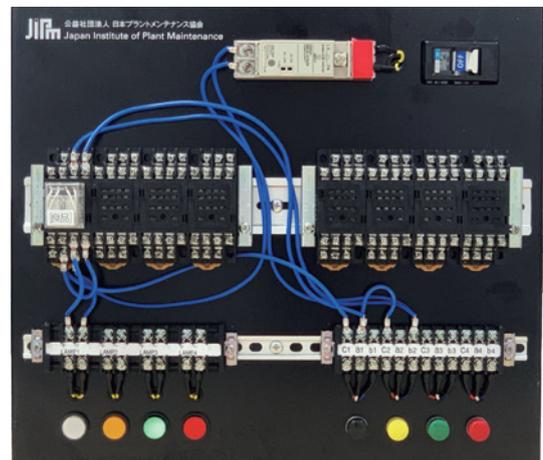
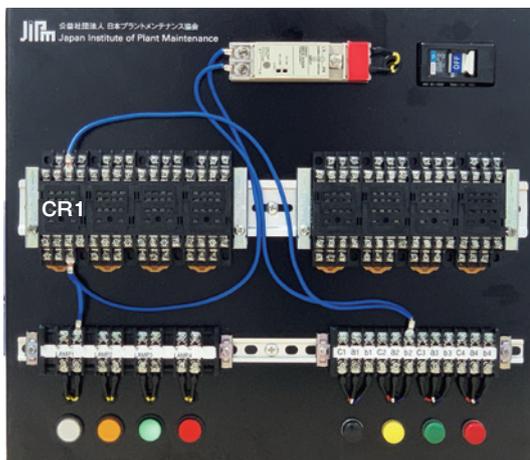


### すべての配線の接続が完了した例



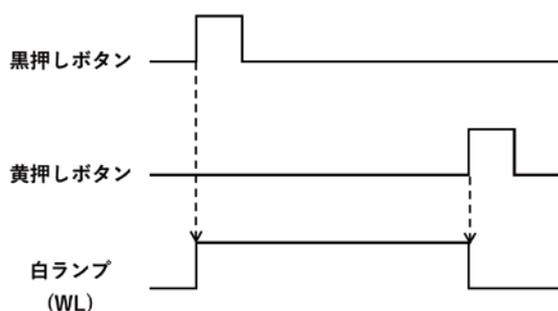
○	③	②	①
⑧	⑦	⑥	⑤
⑫	⑪	⑩	⑨
④	⑬	⑭	⑮

ソケット端子配列

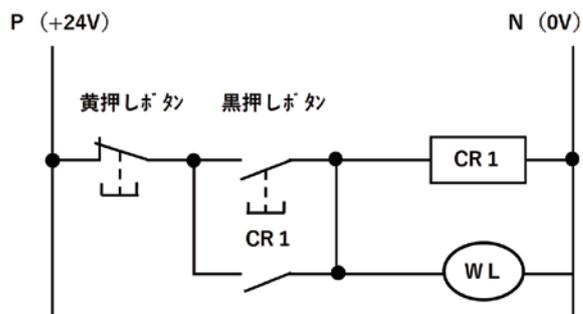


シーケンス回路図 (3) はシーケンス回路図 (1) と (2) の中間的な回路です。実際の回路では出力の接点のところに緊急停止のスイッチをいれる場合もあります。

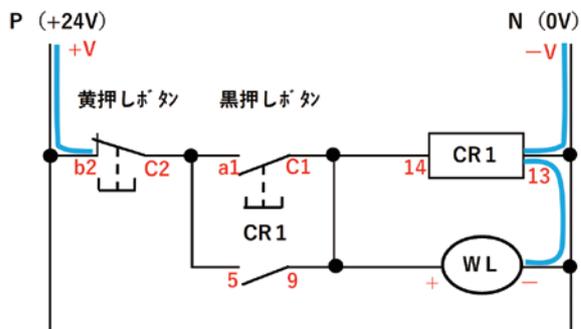
### タイムチャート



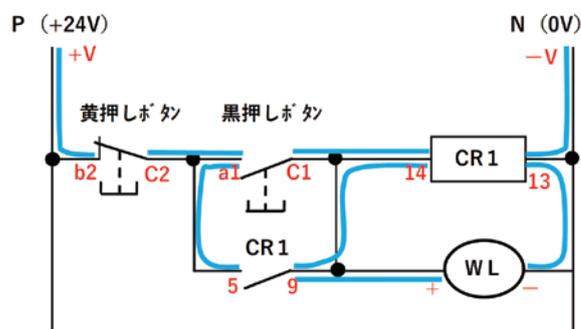
### シーケンス回路図 (3)



### P と N の配線を接続した例

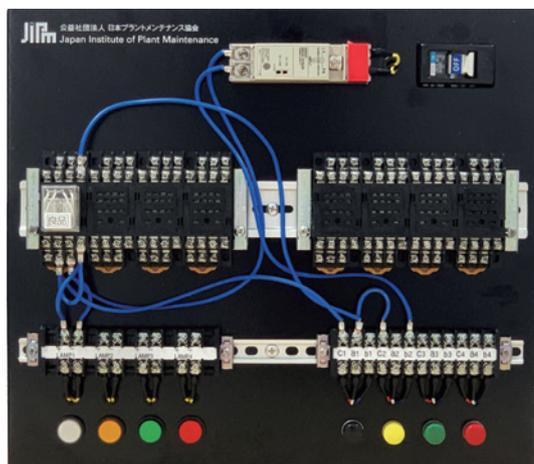
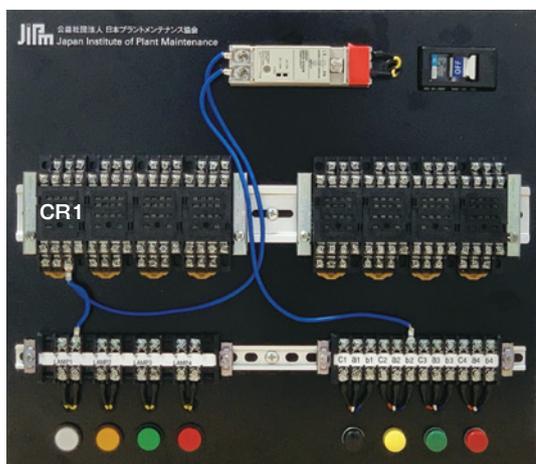


### すべての配線の接続が完了した例



0	3	2	1
8	7	6	5
12	11	10	9
4	14	13	

ソケット端子配列

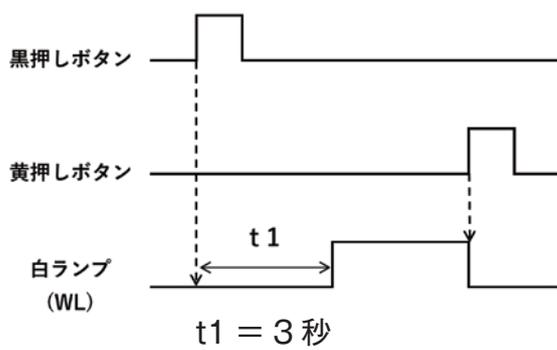


## ⑥ タイマ回路

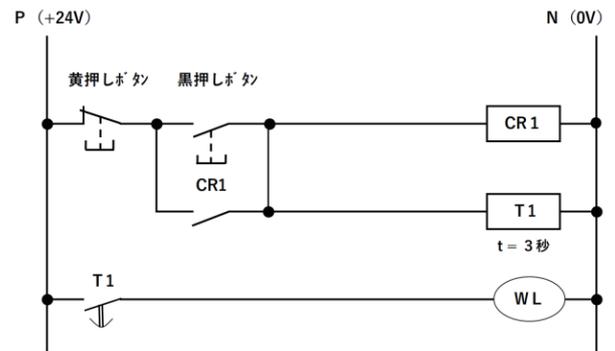
### ⑥-1) オンディレイタイマ回路

起動信号の入力後、設定時間後にリレーが動作し回路が閉じ、ランプが点灯します。

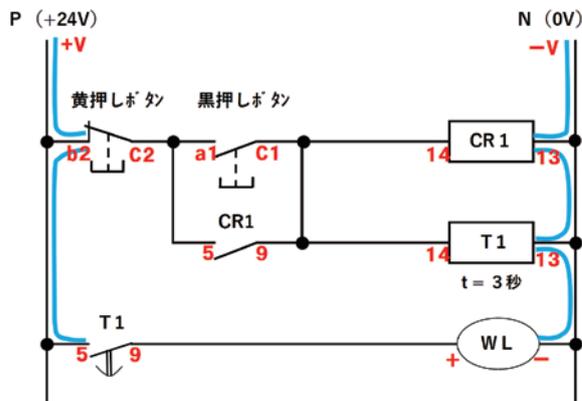
#### タイムチャート



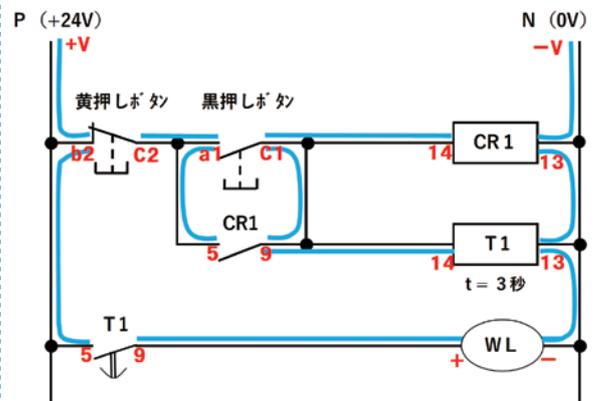
#### シーケンス回路図



#### PとNの配線を接続した例

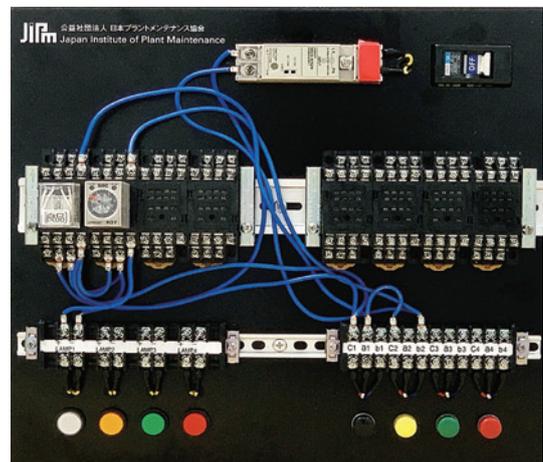
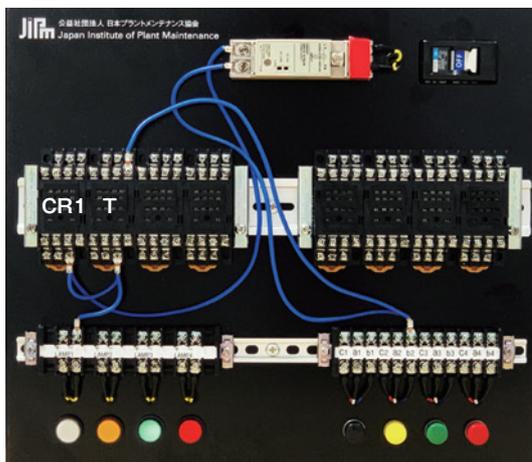


#### すべての配線の接続が完了した例



①	②	③
④	⑤	⑥
⑦	⑧	⑨
⑩	⑪	⑫
⑬	⑭	⑮
⑯	⑰	⑱
⑲	⑳	㉑
㉒	㉓	㉔

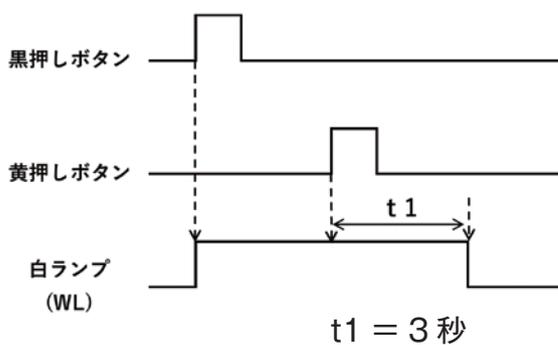
ソケット端子配列



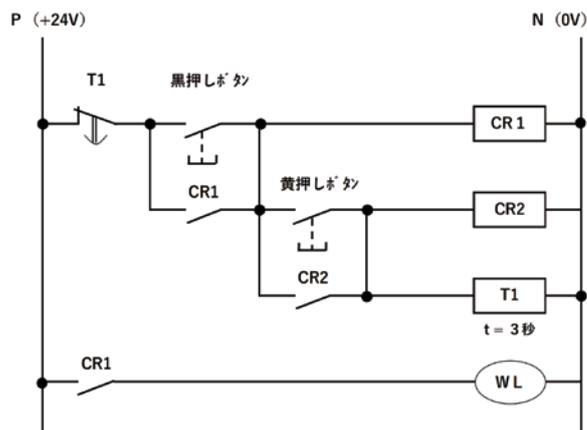
⑥-2) オフディレイタイマ回路

停止信号の入力後、設定時間後にリレーが動作し、回路が開きランプが消灯します。

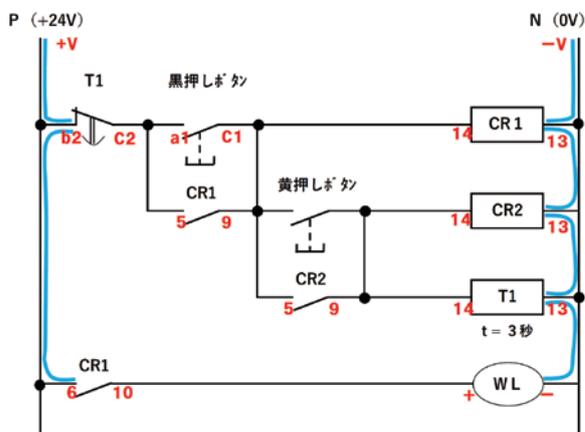
タイムチャート



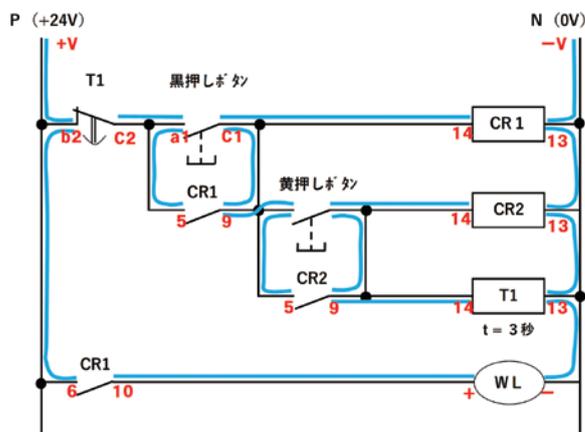
シーケンス回路図



PとNの配線を接続した例

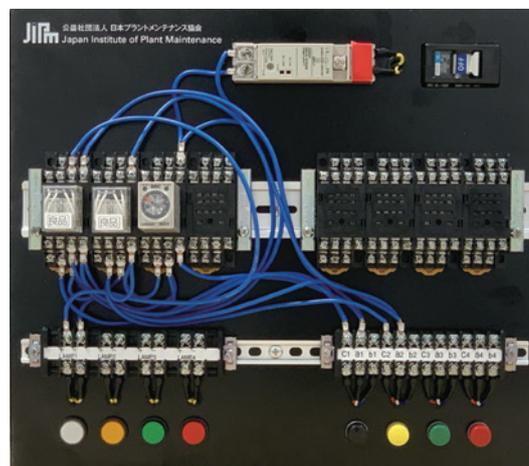
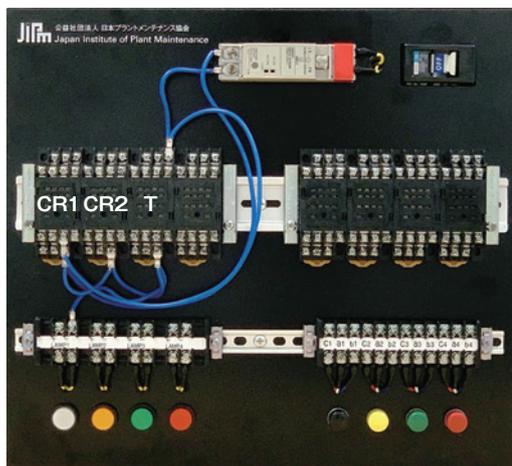


すべての配線の接続が完了した例



0	③	②	①
⑧	⑦	⑥	⑤
⑫	⑪	⑩	⑨
④	⑬	⑭	⑮

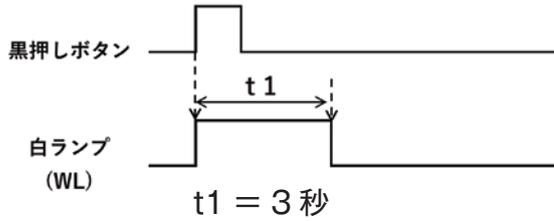
ソケット端子配列



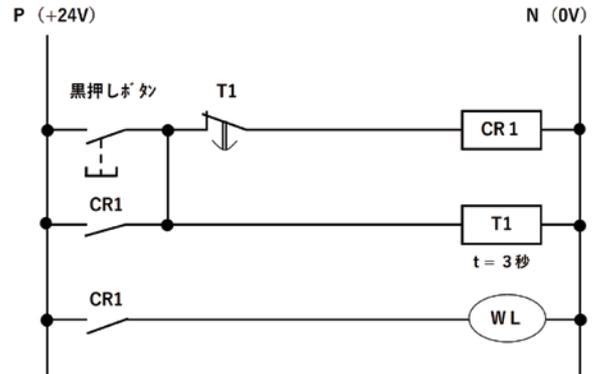
⑥ -3) ワンショット回路

起動信号の入力後、設定時間だけリレーが動作し回路が閉じランプが点灯、設定時間後は回路が開きランプは消灯します。

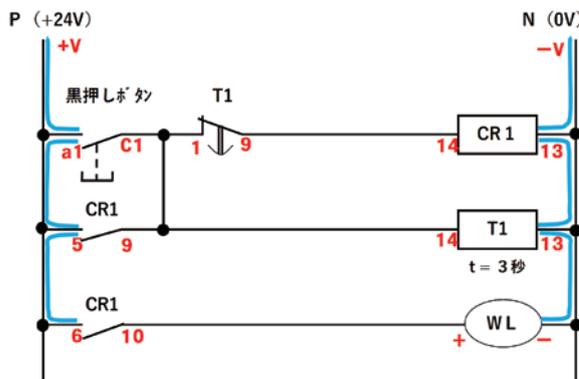
タイムチャート



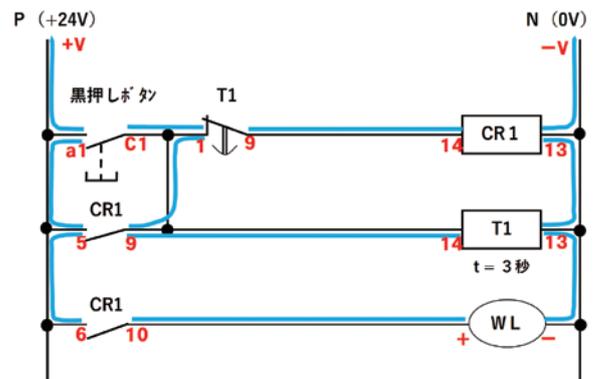
シーケンス回路図



P と N の配線を接続した例

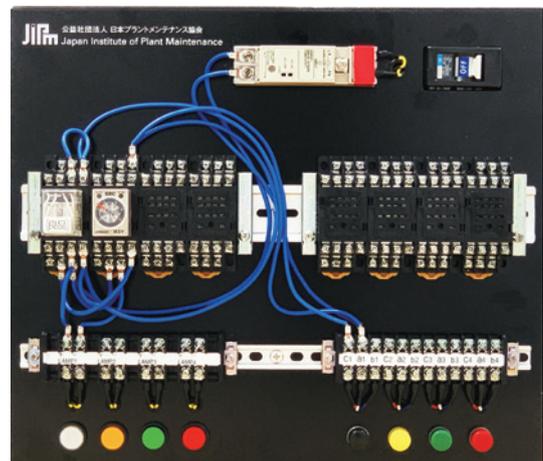
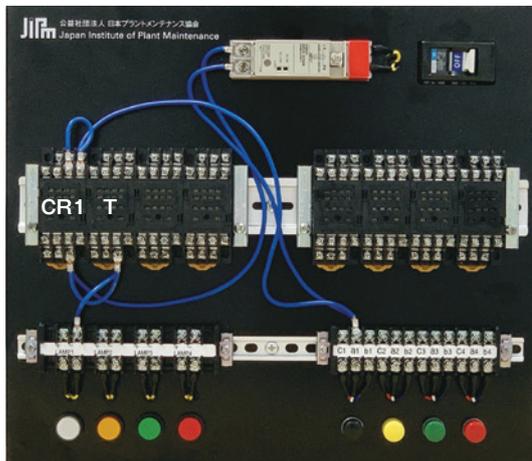


すべての配線の接続が完了した例



0	3	2	1
8	7	6	5
12	11	10	9
4	14	13	

ソケット端子配列



⑦ インターロック回路（先行優先回路）

モータの正転・逆転のような、相反する動作が同時に発生しないようにする回路です。

黒か黄のボタンスイッチを押すともう片方のボタンスイッチを受け付けません。切り替える際には緑の停止ボタンスイッチを押します。慣性のある回転体（ファンなど）や、安全性を考慮する際に使われる回路です。

### タイムチャート

### シーケンス回路図

---

### PとNの配線を接続した例

### すべての配線の接続が完了した例

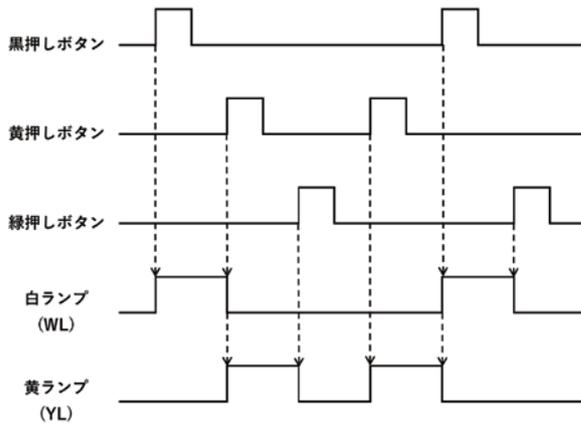
12	11	10	9
8	7	6	5
4	3	2	1

ソケット端子配列

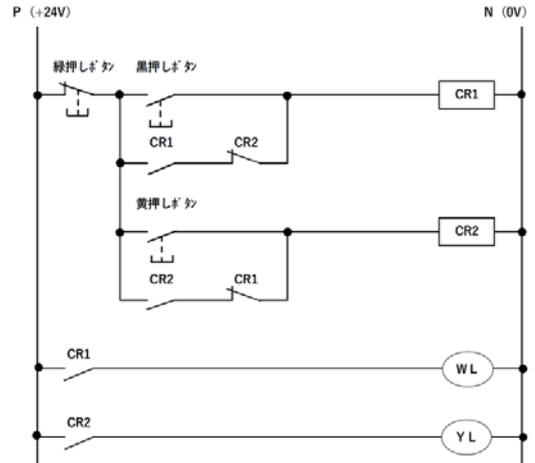
### ⑧ 新入力優先回路

モータなどの正転・逆転のような、相反する動作が同時に発生しないようにする回路です。

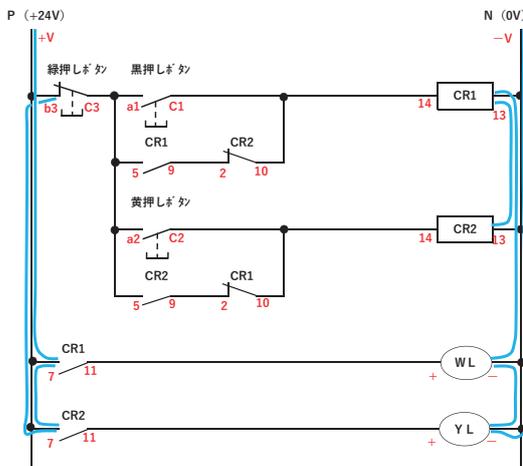
#### タイムチャート



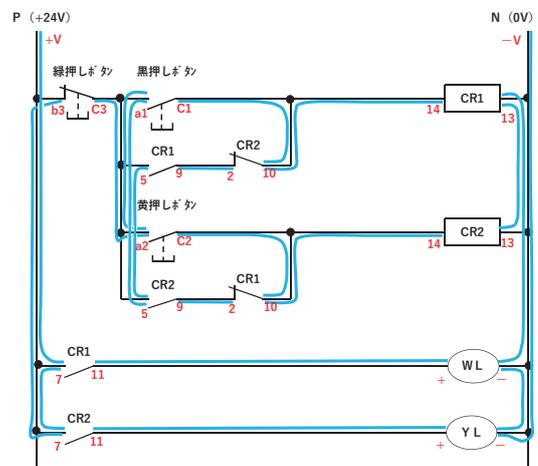
#### シーケンス回路図



#### PとNの配線を接続した例

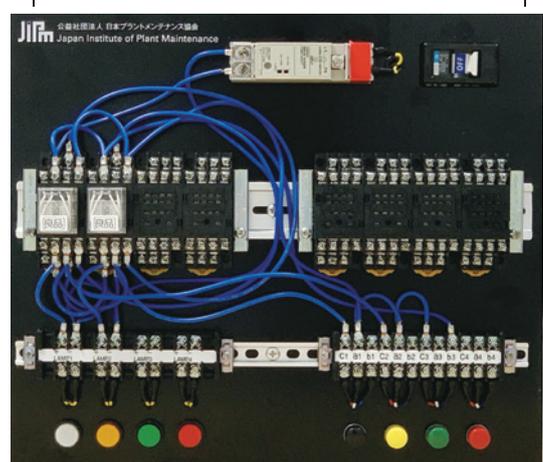
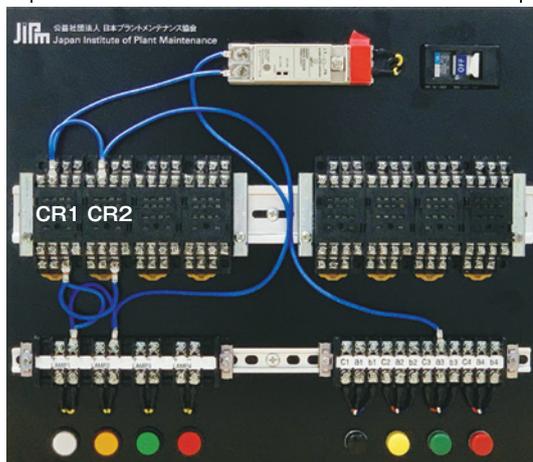


#### すべての配線の接続が完了した例



0	3	2	1
8	7	6	5
12	11	10	9
4	14	13	

ソケット端子配列



## 2 使用工具の基礎知識

### [1] 十字ねじ回し（プラスドライバー）

ここでは、一般的な機械・設備における電気系保全作業で使用するプラスドライバーについて説明いたします。



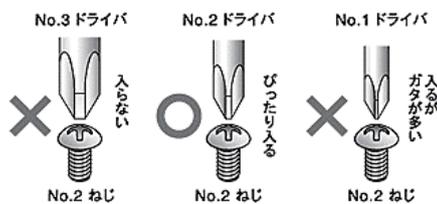
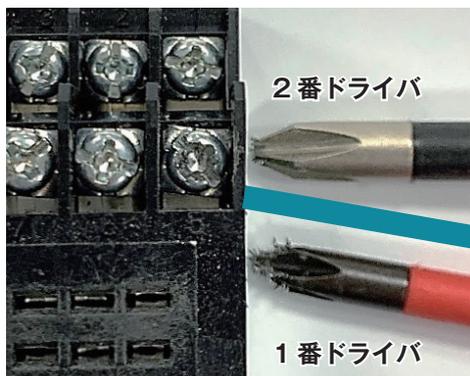
① プラスドライバーは JIS では十字ねじ回しとよび、十字穴付き小ねじ（プラスねじ）に使用します。ねじの十字穴の大きさに適合したドライバーを使用することが大切です。（JIS B 4633）

② ドライバーは普通形と貫通形があり、普通形は軸（金属部分）がハンドルの途中まで入って固定されています。

また、貫通形は軸がハンドルの中心を通過して末端の手に触れるところまでつながっています。強く締めたねじや錆び付いたねじにショックを与えて緩める場合などにも使えます。但し、電気回路では誤って活線に接続してしまうことがありますので回路の端子ねじをしめたり緩めたりするところでの使用は好ましくありません（グリップの樹脂は絶縁のためのものではありません）。

③ 選定するドライバーの仕様について

ねじの番手サイズに合っていないドライバーでねじを回そうとすると、ガタつきが生まれます。更に力をくわえていくとねじ頭の部分が、けずれてしまう可能性があります。そうなった場合は適合する番手のドライバーを使ってもきちんと回せなくなる可能性もあります。



2番が適切なドライバーであるが、1番を使用してしまったため、ねじ頭がけずれてしまった事例。

また、一般に電気関連の作業では電気につながっているところを締める可能性があり、もし活線だった場合、貫通型は感電の恐れがありますので使用しません。非貫通の絶縁式のドライバーを使用します。



貫通形ドライバー



ねじと接触する先端部と手が触れるグリップ部が導通状態にあり、電圧によっては危険である。

④ ドライバの正しい使い方

はじめにドライバとねじのサイズが合っていることを確認しましょう。サイズが合っていないと、ドライバとねじの間がぐらついてしまいますので、サイズの合ったものを選びましょう。

ドライバは、ねじを軽く押えつけるようにしながら回しましょう。軸がぶれないように、軸にも手を添えるのがポイントです。締めるときは回しはじめは軽く回るのであまり意識をしなくても良いですが、最後にしっかり締めるときは押す力を意識して下さい。固く締まったねじを緩めるときは、最初は特に押す力を強めないとネジを傷めてしまうので注意が必要です。

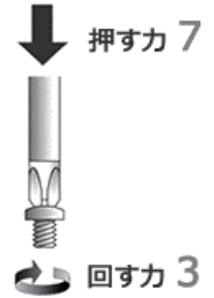
・基本は 7:3 の法則

基本は「押す力:回す力=7:3」ですが、ねじが軽く回る場合は押す力を弱めても大丈夫です。逆に、固く締まったねじを緩める場合は押す力をさらに大きくする必要があります。

片手で使用すると、ドライバの軸がぶれてネジをしっかりと締めることができません。

・形状

丸軸と角軸があります。一般的には丸軸形状です。高いトルクを必要とする場合は、角軸のドライバを使ってスパナやレンチを掛けて力を加えることもあります。



⑤ 参考（そのほかの形状）



寸法表示は軸の付け根から先端までの長さで表します。

呼び番号	1 番	2 番	3 番	4 番
軸の長さ（一般的）	75	100	150	200
小ねじの呼び径	~ 2.9	3 ~ 5	5.5 ~ 7	7.5 ~

JIS 規格では 1 番から 4 番までのものを H 形と称し、更に 0 番に相当する S 形が規定されています。

## [2] テスタ (回路計)

ここでは、一般的な機械・設備における電気系保全作業で使用するテスタについて説明いたします。



テスタで導通を測定します。

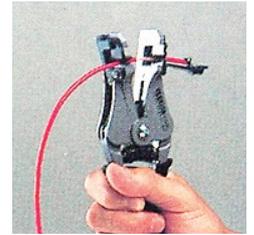
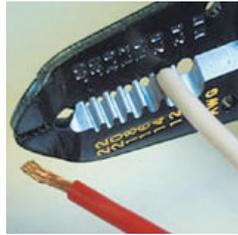
テスタの使い方としては抵抗測定、電圧の測定、導通の点検などがありますが、ここでは回路の配線状態やリレー・タイマの接点に導通があるか測定するための導通の点検について述べます。

デジタルテスタの場合、導通点検ファンクションを持っているものが多くあります。測定モード選択を抵抗測定モードにし、測定モードボタンでブザーマークを選んで、テストピン同士を接触させてブザーが鳴るのを確認してください（機種によっては測定モード選択の中に抵抗測定モードと導通点検モードが分かれているものもあります）。また、或るテスタの取扱説明書には、抵抗値が 20 から 300  $\Omega$  でブザーが鳴ると記載されています。ビニール被覆線などは、配線が途中で断線していても被覆によりわからないことが多いので、導通を点検します。電線がつながっていれば、抵抗は 0  $\Omega$  に近いので、すぐにブザーが鳴ります。ところが、途中で線が切れていれば、抵抗値は無限大と考えられるのでブザーは鳴りません。

リレーやタイマの接点の導通状態を確認するにはソケットにリレーやタイマを差し込み、a 接点 (5,6,7,8 番端子) であれば、コイルに通電した状態で導通を測定し、b 接点 (1,2,3,4 番端子) であれば、コイルに通電しない状態で通電を測定します。

一方、ほとんどのアナログテスタには導通点検モードボタンはなく、ブザーはついていません。しかし、測定モード選択を抵抗測定モード（低倍率）にして、抵抗値を測定することにより判断ができます。すなわち、メータの指針が、0  $\Omega$  に近ければ導通有り、 $\infty$ （無限大） $\Omega$  に近ければ断線と判断することができます。

### [3] ワイヤstripper



#### ワイヤstripperの使い方

ワイヤstripperは電気配線の作業で活躍する工具です。配線作業上、使用頻度の高い工具の一つです。ワイヤstripperは、電線や導線を覆っている被覆を剥くための専用工具です。

一般的に電線はビニールや塩ビで覆われているため、端子へ接続する際などには使用したい部分の被覆を中の芯線を傷つけずに剥がさなくてはなりません。被覆を挟んで引き抜く手動タイプや、バネの力によって自動的に被覆が剥けるオートタイプなど、いくつかの種類があります。

##### ① ワイヤstripper (手動タイプ)

軽量かつ安価で、扱いやすい点が特徴です。電線や芯線の太さに合わせた穴状の刃が複数あるため、その都度電線に合わせて穴を選択する必要があります。

##### ② ワイヤstripper (オートタイプ)

オートタイプの場合は、対応する電線の太さこそ少ないものの、素早く剥ける点が有利です。電線をワイヤstripperに仮押さえしグリップを握るだけで、自動的に被覆部分がスライドされて剥ぎ取れます。

##### ③ ワイヤstripper (ストレートタイプ)

電線の先端だけではなく途中の被覆を剥くことが出来るため、電線の接続や窮屈な配電盤などでの作業に適しています。

#### ▶ ワイヤstripperの用途

ワイヤstripperの目的は、内側の芯線を傷つけずに被覆を剥くことにあります。カッターやペンチやニッパなど他の工具を代用して被覆を剥く作業者がいますが、それでは芯線を傷つけてしまう可能性が高く、危険です。芯線を傷つけてしまうと、電線の抵抗値が高まって発熱し、火災の原因にもなりかねません。

芯線の構造には、1本の「単芯線」と数本が束ねられた「より線」の2種類があります。より線の場合、芯線の切断によって電線の抵抗値が高まるだけでなく、固定してもすぐに緩んでしまったり、切断した先端が他の電線に接触したりと、様々なリスクが高まります。端子にかませる場合でも、はんだ付けをする場合でも、電線の被覆を剥くという作業は必要不可欠であり、ワイヤstripperは、作業効率を上げる道具です。

## ワイヤストリッパ取り扱い上でのポイント

- ① 被覆を剥くときには芯線に傷をつけないこと。
- ② 被覆を剥くときには、盤の上では行わないこと。(サイズを間違えてしまった場合など、素線を切ってしまう、その素線が盤上の機器に入り込んで短絡事故になるかもしれません)

### 例



A、B、Cの3種類ある。  
A: 0.5、1.2、1.6、2.0 (単線用)  
B: 1.0、1.6、2.0、2.6、3.2 (単線用)  
C: 0.9、1.25、2.0、3.5、5.5 (より線用)

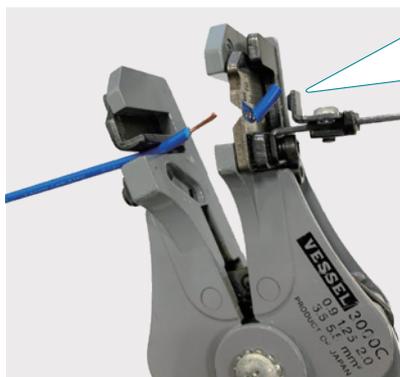


ストリッパブレード部

電線サイズに適合したところを選ぶ。  
(小さいサイズでは素線を傷つけてしまいます。大きなサイズではうまく被覆が剥けません。)



電線サイズ(径)に合ったワイヤストリッパの被覆剥き位置(穴)に電線をセットして端子に合わせた適正な長さに被覆を剥く。



圧着接続するために、芯線をよじることはしない。

### ストリップゲージ

事前に被覆を剥く長さを決めてストリップゲージで長さ調節しておきます。ストリップゲージの当て板に電線の先端をあてる。当て板に当てた状態でストリップします。

## [4] 圧着工具（圧着ペンチ）

手動式と油圧式がありますが、細い電線には一般的に手動式を使います。



### ▶ 圧着工具の使い方

圧着工具は細かい作業を行うための工具ですので、手順をしっかりと確認しながら、丁寧に作業を行うことが大切です。

### ▶ 寸法、適用範囲の確認

締め付けを行うダイスは、端子の呼び寸法に適合した位置で使用しましょう。また、工具の取扱説明書を確認し、適用範囲内での圧着作業を行ってください。

### ▶ 端子の設置

被覆を剥いた電線の芯線に端子を差し入れます。電線の芯線は、端子から約 1 mm 出ている状態が適切です。過不足なく芯線が出るように調整してください。次に、圧着部位をダイスに設置します。

オンダイス側に端子のろう付部分が来るようにします。

### ▶ 圧着

圧着工具を操作し、圧着を開始します。手動式・電動式どちらの圧着工具でも、圧着が完了したことを示すショック機構が確認できるところまでハンドルを握ってください。

また、圧着工具は JIS 規格に則っているものを使いましょう。

成形確認機構（ラチェット）が設けられており、圧着が完了するとハンドルが開くようになっています。ハンドルが開くようになるまで強く締め込みましょう。圧着が完了すると、端子には使用したダイスの規格が刻印されます。

### ▶ 使用上の注意点

圧着工具は電気配線に関わる工具であるため、使用方法を誤るとショートや断線を引き起こし、さらには火災などの重大な事故を招く恐れもあります。下記の点に十分注意を払って作業を行ってください。

### ▶ 適切な工具を使用する

工具の適用範囲外の作業を無理に行ってははいけません。たとえば、絶縁被覆付端子や閉端接続子を裸圧着端子用の工具で無理に取り付けてしまうと、絶縁のための被覆体が圧着部で押しつぶされたり破れたりし、必要な耐電圧を発揮することができなくなります。

### ▶ 適切な長さで被覆を剥く

電線の被覆を剥く長さは、取り付けたい端子によって異なります。端子の作業指示書をよく確認して指示に従ってください。剥き方が長すぎる場合・短すぎる場合、どちらの場合も圧着の性能に関わります。

## 圧着ペンチ比較



裸圧着端子



絶縁被覆付圧着端子



リングスリーブ

歯口は1枚歯



裸圧着端子の場合は凹凸歯口で1カ所をカシメます。

裸圧着端子用工具

歯口は2枚歯



電線の「芯線部」と「被覆部」の2カ所を同時カシメします。

絶縁被覆付端子用工具

柄の色は黄色



リングスリーブ用工具

### ▶ 圧着端子の取り付けに注意する

適切な工具を用いて適切に圧着を行っても、圧着端子の取り扱いを誤り、圧着を失敗する場合があります。圧着端子のサイズが芯線の太さに適合していない、圧着端子を逆向きに取り付けてしまう、芯線の差し込み具合が適切でない、などを起こさないようにします。

### ▶ 適切な歯口で圧着する

端子のサイズに適合した歯口を使用して圧着します。歯口が大きすぎても小さすぎても適切な圧着を得ることができません。

### ▶ 圧着位置に注意する

圧着は、適切な位置で行う必要があります。端子の作業指示書に従って、適切な位置を確認してから作業にあたってください。

### ▶ 感電に注意する

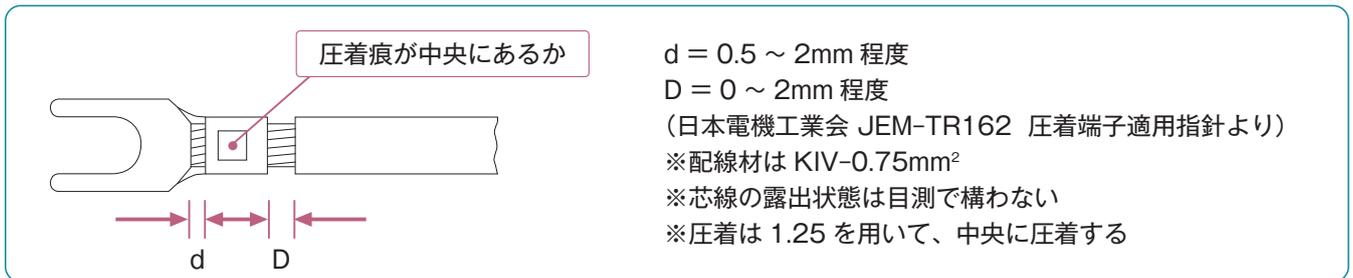
圧着工具を用いた作業では電線を取り扱うため、電線に電気が流れていないことを確認してください。活線状態で圧着してはいけません。また、周囲に活線がある環境での作業は危険なため避けてください。

### ▶ 怪我に注意する

圧着工具のダイスやハンドルは開き口が狭く、作業時に手指などを挟むことがあります。十分に注意しながら圧着を行ってください。

## ▶ 圧着作業上のポイント

- ① 圧着工具は成型確認機構（ラチェット機能）付きのものを使う
- ② 圧着の際には電線の被覆への傷、素線の切断（素線数減）・傷などを発生させないように十分に注意する
- ③ 電線サイズに適合する端子を選定する
- ④ 圧着工具の使用サイズと電線の太さが合っていることを確認する
- ⑤ 圧着工具のガタがないことを確認する
- ⑥ あらかじめテストピースを作り、圧着状態を確認しておく
- ⑦ 圧着端子の中心をくわえるように仮押さえして、端子に垂直に力をかける
- ⑧ 圧着状態は以下の図のように行う



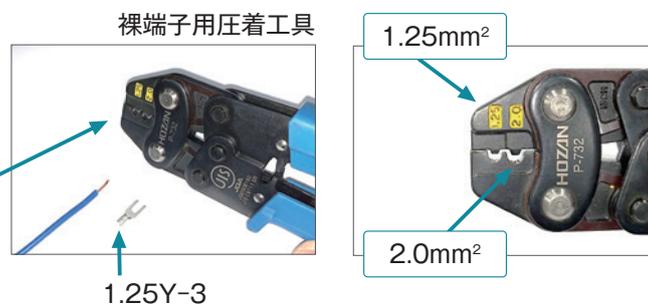
圧着工具は、電線に端子を接続する際には必ず使用する工具です。適切な圧着のためには、寸法や適用範囲などの各種規格を守らなければなりません。正しい使用方法をよく確認したうえで、丁寧に作業を行ってください。

## ▶ 圧着手順

- ① 圧着する歯口の決定。

例) 1.25Y-3 の場合

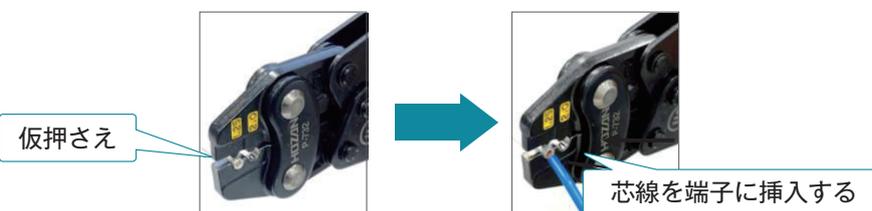
1.25Y-3 の端子の圧着歯口に  
圧着端子をセットします。



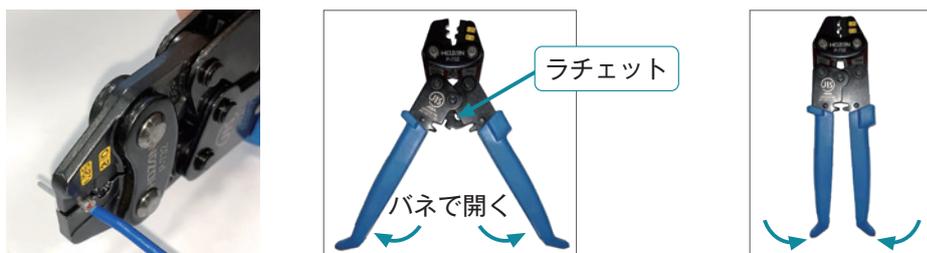
- ② ろう付け部を上にし、中心を合わせオスダイスでカシメます。



- ③ 端子を歯口に仮押さえしてから電線の芯線を挿入します。



④ ラチェットが解除されるまで握る。



圧着工具のラチェットは圧着不足を防止する目的で取り付けられていますのでラチェットははずさないでください。

※圧着痕



ダイスの刻印

刻印された圧着端子 (「1」)

※電線は 0.75mm<sup>2</sup>  
圧着端子は 1.25Y-3

## ⚠️ 圧着端子の不良事例

### 圧着面表裏誤り

ろう付け側に凸が出てしまい信頼性に欠ける

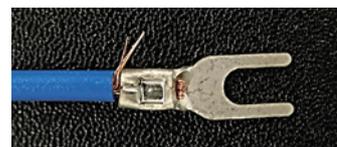


### 中心圧着ズレ (上)



### 素線のはみだし

圧着不足及び隣接の端子と接触する可能性あり



### 圧着ズレ

素線と接している部分が少なく抜ける可能性あり



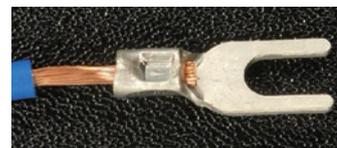
### 芯線突出し不足

芯線と端子の接触が不確実な可能性がある



### 被覆剥離過ぎ

隣の端子配線と接触してしまう可能性がある



### 中心圧着ズレ (下)



### 芯線突出し過ぎ

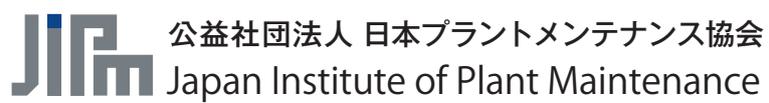
芯線が長すぎて端子ねじにくいこんでしまい端子と確実に接触せず接触不良になる可能性がある



### 圧着ダイスの誤り

圧着ダイスが正規なものではない





**3 級技能検定の実技試験課題を用いた人材育成マニュアル**

令和 5 年 4 月発行 初版

公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会