

電気工事競技の技術向上を目指して



長野県松本工業高等学校 電気科
3年 喜多 亮太
担当教諭 丸山 真明

1 研究の動機と目標

「第19回若年者ものづくり競技大会」及び「第23回高校生ものづくりコンテスト全国」などの、全国大会で上位入賞の目標を立てました。昨年までの経験より、目標達成のためには施工精度を高める必要があると考え研究に取り組むこととしました。また、この知識と技術を後輩に技術を引き継げるようにまとめることを意識しました。

2 研究に関する基礎知識

<概要>

全国工業高等学校長協会が工業教育の振興・発展のための活動の一環として主催する大会です。ものづくりの学習効果の発表の場として、技術・技能を競い合い、産業を支える日本の技術・技能水準の向上を図り、若年技術・技能労働者を確保、育成することが目的です。県大会、北信越大会、全国大会があります。

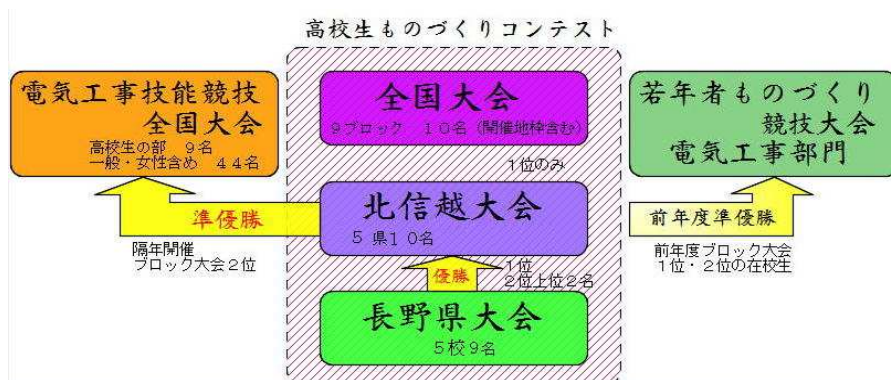
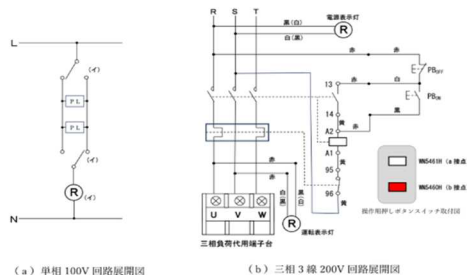


図1 ものづくりコンテストと他競技の関係

上図のように、北信越大会の結果により、全国大会出場意外にも翌年の若年者ものづくり競技大会（中央職業能力開発協会）、同年11月末に行われる電気工事技能競技全国大会（全国電気工事業組合）への出場資格を得ることができます。

<競技内容>

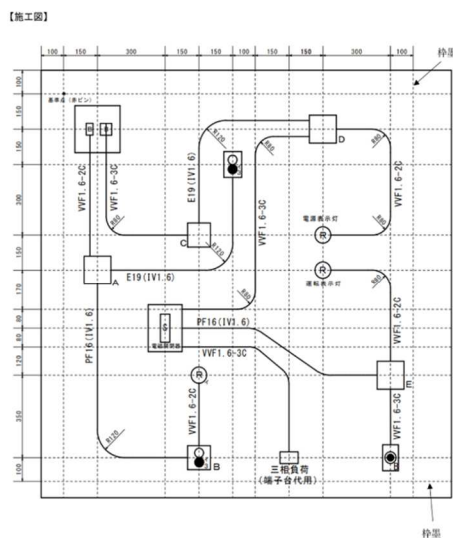
2時間の制限時間内で縦1800mm×横1800mmの垂直板上に、令和5年度の第一種電気工事士及び第二種電気工事士技能問題を参考にした競技課題を施工する競技です。電源、運転表示灯の相、ボックス内の接続方法は大会当日に抽選で決まります。全国大会は20%以内で当日課題変更があります。



<概要>

図2 事前公開の展開図と施工図

中央職業能力開発協会が主催する、公共職業能力開発施設、認定職業訓練施設、工業高等学校等で技能を習得中の20歳以下の者を対象とした大会です。技能習得の目標を与えて技能を向上さ



せることにより、若年者を一人前の技能労働者に育成し、若年者の就業促進を図り、同時に若年技能者の裾野の拡大を図ることを目標として開催されます。前年度の高校生ものづくりコンテスト北信越大会で1位または2位の在校生が参加できます。

＜競技内容＞

2時間30分の制限時間内で縦1820mm×横1720mmの垂直板上に、令和6年度の第二種電気工事士技能問題を実務的に発展させた競技課題を施工する競技です。課題は事前に公表されますが、競技当日に20%以内で課題変更がある可能性があります。

3 研究及び取り組みの内容

(1) 若年者ものづくり競技大会へ向けて

課題の公表が競技1ヶ月前であり、大会までの期間では練習時間が足りず競技時間内に作業を終了することが困難なため、全国大会で通用する完成度に到達することは難しいと考えました。そのため、過去2年分の課題を公表前から練習することによって、基礎力の向上に努めました。

a) 第18回(2024年度)若年者ものづくり競技大会の課題練習

この課題の回路は図左下のコンセントから給電し、分電盤で左右の回路に分ける回路です。回路①の回路(図参照)は3路スイッチ(イ)2個と4路スイッチ(イ)でランプ(イ)を点灯させる簡単な回路です。回路②(図参照)は自動点滅器とスイッチ(ロ)を経由してランプ(ロ)を点灯させるか、経由させずに点灯させるかを3路スイッチで切り替える少し複雑な回路です。

電源用コンセントから分電盤までの金属管が初めて施工する曲げ方でした。一箇所の屈曲で90度に曲げないため従来の正しく曲がっているか確認する方法が使えませんでした。競技図面に曲げ半径や曲げる位置が指定されていなかったため45度ずつ曲げることにし、二箇所の屈曲でちょうど90度になるようにしました。

このようにすることで、作業台の直角確認用のガイドに当てたときの曲げ始めから曲げ終わりの2点と、水平、垂直のガイドが交わる点で45度の直角三角形と同じように考えられるようになりました。2本のガイドが交わる点から金属管の曲げ始めと曲げ終わりの、それぞれの長さを等しくなるように曲げれば正しく曲がっているとわかるため、短時間で曲げの確認ができるようになりました。

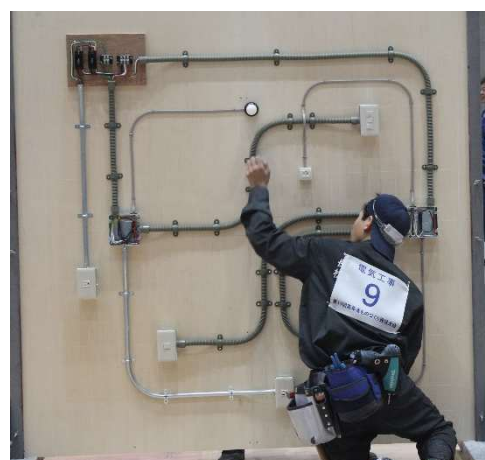


図3 若年者ものづくり競技大会の様子

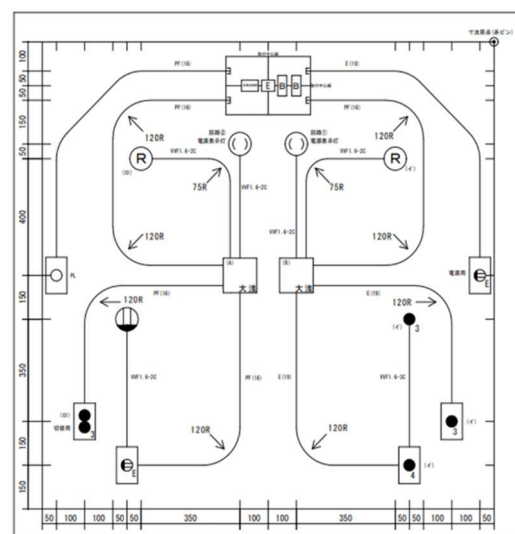


図4 2024年の競技大会 施工図

b) 第17回若年者ものづくり競技大会

この課題は図右下の電源用コンセントから電気を給電し、分電盤を挟んだ上下の回路に分かれる回路です。

回路①は分電盤の下側の回路で3路スイッチ（イ）を2個使いランプ（イ）を点滅させる回路です。回路②は分電盤の上側の回路で、ランプ（ロ）を自動点滅器で点灯させるか、単極スイッチ（ロ）で点灯させるかを切替用の3路スイッチを使い切り替える回路です。

この課題で工夫したことは分電盤の下側の配線、配管の順序です。VVFケーブルはステップルをハンマで打ち込むことによって固定します。このときに他の器具が近くにあると、上手くステップルにハンマが当たらず器具や作業板を破損してしまう可能性があります。

そのため、VVFケーブルを取り付ける前に金属管やPF管、ボックスを取り付けないようにし、どうしたら減点を減らすことができるのかについて考えられました。

また、この課題にはVVFケーブルをU字に曲げる箇所が3箇所あります。U字のうち2つの曲げの間の直線部分は2箇所目を曲げたとき、それに従って曲がってしまいます。ただ、この部分は後からでも直すことができるため、作業が一通り終わってからの修正の時間に直し、後から直すことのできない金属管等に時間をかけるようにするなど、時間配分を意識しました。

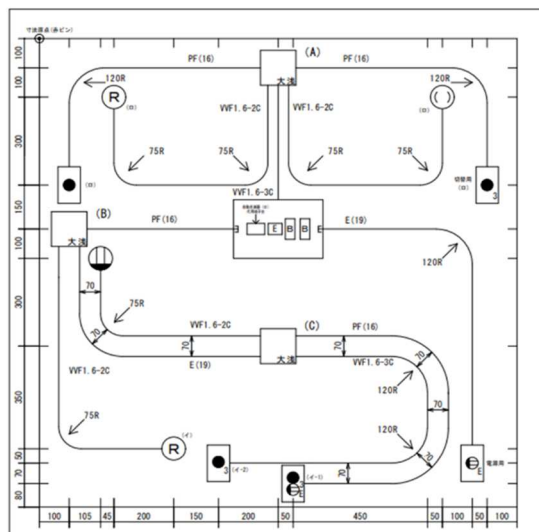


図5 2023年の競技大会 施工図

c) 第19回若年者ものづくり競技大会

この課題は図左中程の電源用コンセントから給電し、分電盤から左右に分ける回路です。回路①（図参照）は自動点滅器が「入」になっている時に切替用の3路スイッチでパイロットランプ（イ）かランプレセプタクル（イ）のいずれか片方を点灯させ、両極スイッチ（イ）で（イ）のランプを両方点灯させる回路です。回路②は3路スイッチ（ロ）を2個使い、ランプレセプタクル（ロ）を点灯させる回路です。回路②は3路スイッチ（ロ）を2個使い、ランプレセプタクル（ロ）を点灯させる回路です。

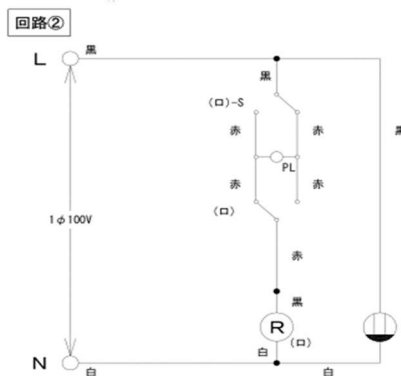
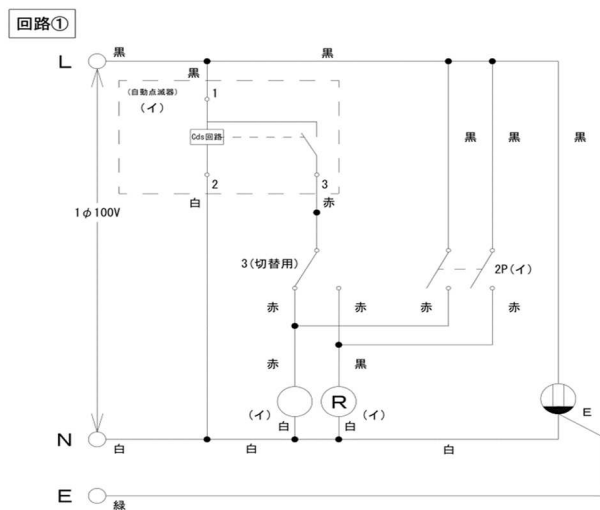


図6 2024年の競技大会 展開図

この大会では高校生ものづくりコンテストで使用できる一部の工具の使用できませんでした。競技規則によるとケーブル、管路の器具の曲げ半径確認用治具、ボックス、サドル、器具等の取付位置用の寸法治具の使用が不可となっていました。前者はR治具、後者は位置決めシートが該当していると考えました。R治具を使用する工程はケーブルと金属管、P F 管の曲げ加工です。ケーブルとP F 管の曲げ加工は作業板にコンパスで曲げる位置に線を引く方法で対応しました。金属管の曲げ加工は作業台上に曲げ半径を確認する箇所と、直角に曲がっているかを確認する箇所をコンパスや定規を使って作り、曲げるときには曲げ過ぎないように気をつけて施工するようにして対応しました。

また、位置決めシート(図8)が使用できなくなってしまったため、新たな方法を考えることが必要となりました。技能五輪選手の方が三角定規を用いていることを参考に、差し金で器具の位置を割り出していきました。位置決めシートを使っていた時よりは時間がかかるようになってしまいましたが、すべての工程を通して練習したときに制限時間をあまりオーバーせず、当日に使える最も確実な方法であったためこの方法で施工をすることにしました。この大会には当日課題変更があるため、時間に余裕を持って完成させられるようになってからこの練習もしました。あらかじめ変更箇所を予想しておき、練習当日に変更箇所を決めることによって、大会当日に課題変更で混乱するのを防ぎました。

(3) 治具

- ・ケーブル、管路の曲げ半径確認用治具は不可とする。
- ・ボックス、サドル、器具等の取付位置用の寸法治具の使用は不可とする。

若年者の大会は、技能五輪に準じて、市販品の使用しか認められない

制限時間に間に合うようになってからは、目立つ部分の配線を綺麗にみえるように工夫をしました。分電盤の配線はあらかじめ形を付けておいたり、インシュロックで束ねたりして、アウトレットボックス内の結線部分は電線の長さをそろえることによって見栄えが良くなるようにしました(図参照)。

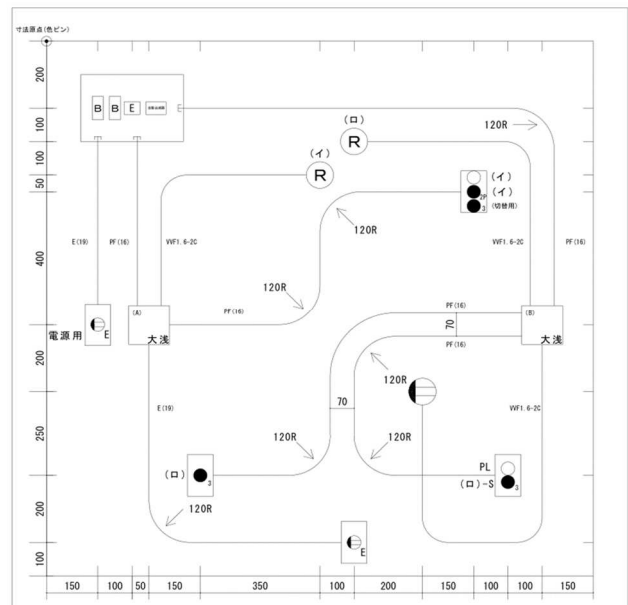


図7 2024年の競技大会 施工図

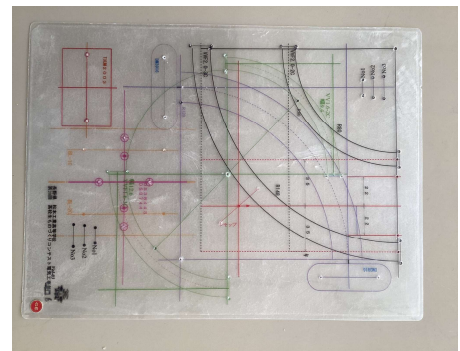


図8 器具やサドルなどの位置を割り出す位置決めシート

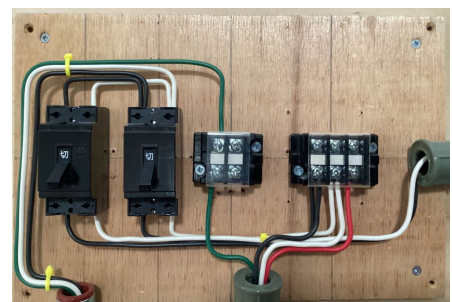


図9 分電盤への配線まとめ

(2) 高校生ものづくりコンテストに向けて

高校生ものづくりコンテストでは長野県大会、北信越大会、全国大会と段階を踏んで練習をしてきました。

この課題は200Vの回路がメインの課題です。回路(a)は100Vの回路で3路スイッチ(イ)を2個使い、ランプレセプタクル(イ)を点灯させる回路です。回路(b)は200Vの回路で電磁開閉器を用いて電動機を駆動させる回路です。回路(a)は3路スイッチ(イ)を使いランプレセプタクル(イ)を点灯させる簡単な回路ですが、回路(b)はこの大会で初めて出題された電磁開閉器を用いて回路です。

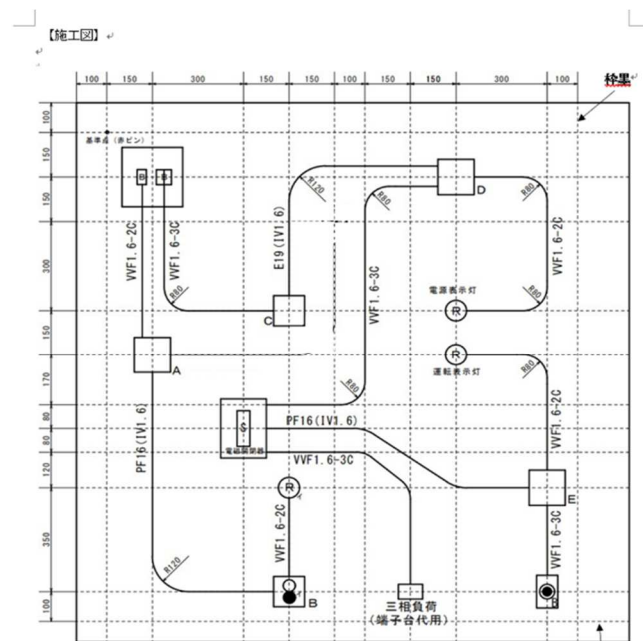


図 10 2024 年の高校生ものコン 施工図 特選

a) 長野県大会に向けて

県大会課題は全国大会課題の一部を省略し、また制限時間を延長したものに变更されています(図9参照)。全国大会課題が前年度末に公開されて依頼、全国大会の課題で練習を行ってきました。そのため、県大会用に、器具の位置を決めるための墨の寸法を覚えめました。課題施工図を確認しなくても墨が引けるようになってからは課題を一通り製作しました。何度か製作していくうちに作業量に対して時間が短く、スピードが必要であることがわかりました。

7月から1ヶ月間は若年者ものづくり競技大会の練習を行ったため、「高校生ものづくりコンテスト」の練習ができませんでした。「若年者ものづくり競技大会」から長野県大会用の練習日数が3日間しかなく、この期間内で墨、金属管、器具の取り付け位置などを思い出すのに苦労しました。毎回練習前に課題施工図を見ることで、課題製作中に図面を見直す時間が短くなるようになりました。県大会の課題が一部省略(施工図赤線部分)されていることで、作業時間や工程に余裕があったこともアドバンテージとなりました。

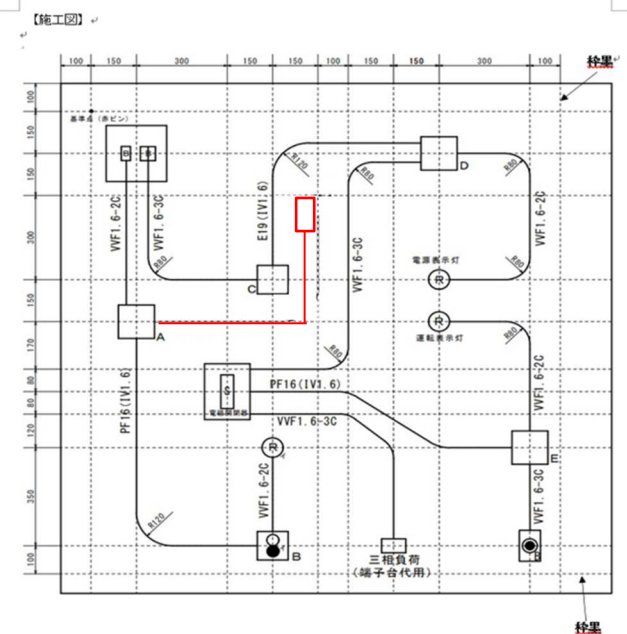


図 11 第 24 回高校生ものコン 長野県大会 施工・展開図

b) 北信越大会に向けて

競技課題は全国大会と同じ課題で制限時間も2時間です。

特に時間を意識して練習しました。VVFケーブルの配線時から浮きのない施工を行うには時間が掛かり過ぎてしまうため、ある程度浮きがなく大きな蛇行がなければ一端固定し、そこで発生した浮きや蛇行は、最後の修正時間で直すことにしました。また、始めは施工スピードが速くても工程を経ると、動きが遅くなると指摘を受けたため、ケーブル配線行程後のPF管配管行程でスピードに乗れるように意識しました。そのため、PF管サドルを腰袋の中に入れ、一つずつ取り出しビスを付けていっていたものを、スポンジ上にPF管サドルを並べ、その状態でビスを差していく方法に変えました。このような工夫と、工程間の作業切り替え時間も素早く動くことを意識することによって、最長7分の修正の時間を取ることができるようになりました。

c) 全国大会に向けて

この大会には全国各ブロック大会の優勝者が出場するため、今までより高い精度が必要だと感じました。

<北信越大会から改善した点>

アウトレットボックスやスイッチのカバーの水平が取れていなかったり、VVFケーブルや金属管の90度曲げの部分が規定の半径で曲がっていなかったりと、気をつければ改善できる箇所がいくつかありました。

ボックスの水平に付いては、水平調整を行うタイミングが、ボックス固定のビス打ち前に一度のみ行っていたことで、ビス留め中に水平がずれていくことが原因だと考えました。固定用のビスを止める順番を変更し、水平を取りやすくしました。今までは、一番始めに止めるビスを最後まで締め付け、水平を合わせてから次のビスを締め付けてボックスを固定していました。この方法では一本目のビスを止めた時点で水平がほぼ決まってしまうと思い、一度しか水平調整を行いませんでした。2本目のビスで固定するまで、水平調整が行えるように、一番目のビスは完全に締め付けずに少しだけ浮かせておき、次のビスは完成に締め付け、2番目のビスを止める際にボックスの水平を合わせます。そして始めのビスを完全に止める前に微調整を行う方法に変えました。このように行うで複数回の水平確認を行うタイミングができ、以前よりボックスの水平が取れるようになりました。

スイッチカバーを取り付ける作業は終盤で行うため、残りの時間を意識しすぎるがあまり、目分量で取り付けてしまっていたことが原因でした。目分量のみで取り付けないようカバーの上下の左右の幅が等しくなるように気を付けて施工をしました。

VVFケーブルが規定半径で曲がっていなかったのは、施工方法によるものでした。浮きが出来ないようケーブルを固定するとき、片方の手で電線を軽く手前に引き、反対側の手で電線を軽く押さえますが、軽く手前に引くところを真下に強く引いてしまい、曲げ部分が引きずられたことが原因でした。浮きかないようにケーブルを張る本来の方法は、夏季休業後に先輩からもう一度教わった時に思い出しました。それからは本来の方法でやるように心がけ、間違っ引張ってしまったときにはR治具で曲げの部分を元に戻すようにして改善しました。

金属管が規定半径で曲がっていなかったのは、一定の力で曲げ続けていなかったことが原因でした。

金属管は気温、湿度などに左右されるため練習と同じ力で曲げられませんが、一定の力で曲げないと修正するのが不可能になってしまうため、曲げ過ぎたと感じても同じ力で曲げるように意識しました。

各器具の止めネジには、それぞれ規定トルクが決まっており、達していないと減点されてしまいます。今年度の課題はネジ止めをする器具が多く、減点されるところが多くなる恐れがありました。そのため、それぞれの器具の規定トルクを調べ、規定以上で締め付けるようにしました。電動ドライバで締め付けるとすぐに舐めてしまうネジは、ドライバでできる限り強く締め付けました。しかし、安定したトルクで締め付けられない部分は、トルクドライバを使用することによって安定して締め付けられるようになりました。

4. 研究の成果と課題

(1) 第19回若年者ものづくり競技大会

日時・・・令和6年7月31日～8月1日

場所・・・群馬県高崎市 Gメッセ群馬

結果・・・銅賞

当日課題変更は電源用コンセントから分電盤までの金属管の寸法、露出コンセントとランプレセプタクルの位置の変更でした。練習で想定していたものとは異なっていましたが、時間に余裕を持って完成させられるようになっていたため、落ち着いて作業を行うことができました。ただ、露出コンセントの上下を確認せずに加工してしまったため減点されてしまいました。この他にも、VVFケーブルやPF管の蛇行、PF管サドルの水平が納得のいく状態ではなく、そのような箇所を気をつければさらに上位を狙うことができたため悔しい思いをしました。このような完成度でも銅賞を受賞することができたため、県の「信州の名工・優秀技能者表彰式」で表彰をしていただきました。

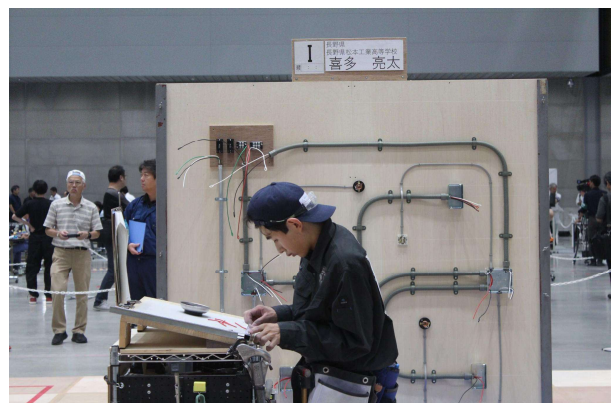


図 12 銅賞賞状 (左上)

図 13 協議中の様子 (右上)

図 14 参加者全員 (左下)

図 15 優秀技能者受賞 (左上)

(2) 第24回高校生ものづくりコンテスト

(a) 長野県大会

日時・・・令和6年8月6日

場所・・・長野県松本市 長野県松本工業高等学校

結果・・・優勝

大会当日の抽選の結果、ボックス内の接続はⅠ（A・C・Dリングスリーブ、B・E差込形コネクタ）、電源・運転表示灯の相はⅠ（R-S、U-W）に決まりました

練習した通りに施工できるよう気を付けましたが、不注意によるミスが起きてしまいました。既に切断したケーブルを取り付ける位置を間違えてしまったことと、電磁開閉器の一部を破損してしまうミスです。ケーブルは長さをよく確認しないまま取り付けてしまったこと、電磁開閉器の破損は結線にかかる時間を減らし、修正の時間を多く取るために急いで施工したことによって生じてしまいました。このようなミスが続いても優勝することができた要因は、この他に大きな減点につながるミスがなかったこと、時間に余裕を持って完成させられ、修正の際に丁寧にVVFケーブルやPF管の浮き、蛇行を修正できたためだと考えられます。

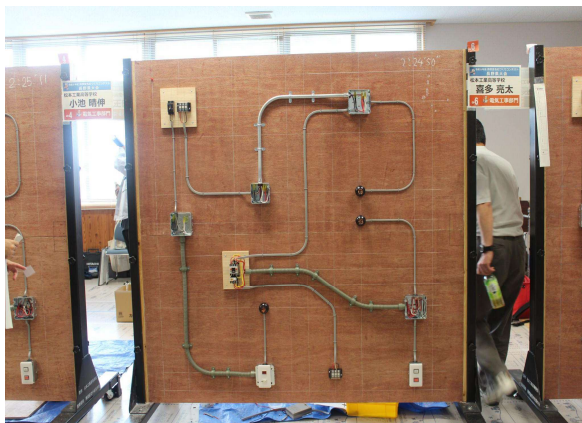


図 16 第24回高校生ものコン 長野県大会 完成作品



図 17 大会後の賞状 2年生小池君は4位入賞

(b) 北信越大会

日時・・・令和6年8月24日

場所・・・石川県金沢市 金沢市立工業高等学校

結果・・・最優秀賞

大会当日の抽選の結果、ボックス内の接続はⅠ（A・C・Dリングスリーブ、B・E差込形コネクタ）、電源・運転表示灯の相はⅡ（S-T、V-W）に決まりました。

この大会で製作した課題はこれまでの大会の中では一番良い完成度でした。大きな減点は怪我をしたことによって作業板を汚してしまったことのみで、器具の破損や誤結線などは無かったためです。ただ、器具の水平、ランプレセプタクルの位置のずれ、VVFケーブル・金属管のR部分のずれなど細かく見ると反省すべき点の多い大会でした。

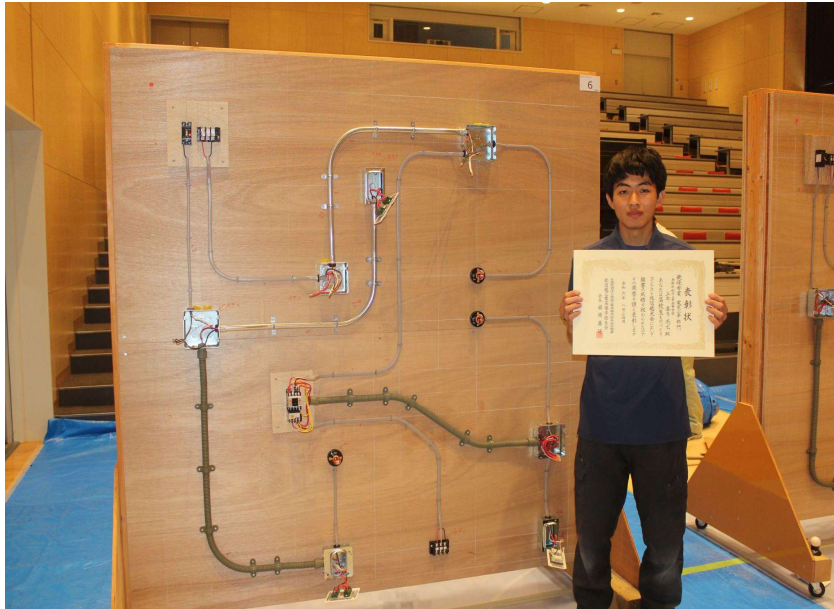


図 18 大会後の賞状 長野県開催以外では2回目の優勝

(c) 全国大会

日時・・・令和6年11月9日～11月10日

場所・・・宮城県多賀城市 宮城県職業能力開発促進センター

結果・・・敢闘賞

大会当日の抽選の結果、ボックス内の接続はⅡ（A・C・D差込形コネクタ、B・Eリングスリーブ）、電源・運転表示灯の相はⅠ（R-S、U-V）に決まりました。

開催地が長野県から遠く離れていたことが原因で支給された電線の材質が練習で使っていたものと異なっていました。ⅠV線は作業に支障がある程の違いはありませんでしたが、VVFケーブルや制御線で苦労しました。VVFケーブルは練習で使用していたものよりも内部の電線の滑りが悪く、曲げるところが思い通りに曲げるのが難しかったです。また、制御線が普段の練習で使用していたものよりも素線が細く

（図参照）、曲げても形が付きにくいものでした。この線を電磁開閉器に取り付けるときに、線が途中でねじれていることに気が付かず結線してしまったことが入賞できなかった要因で



図 19 電磁リレーの信号線の違い

す。作業終了後の点灯試験の際に200Vの回路が動作しなかったことで気が付きました。修正の時間で制御線の圧着不良があったためこの付近の修正をしましたが、今まではなかったミスであったため間違っているとは思わず、制限時間内で発見することができませんでした。

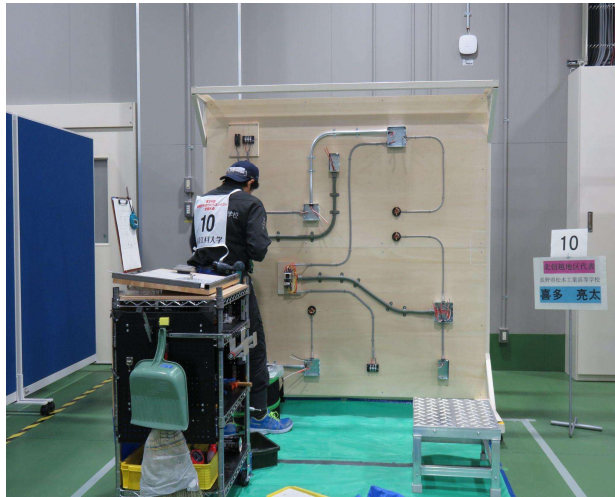


図 20 籤引きの結果 10人中10番目のブース

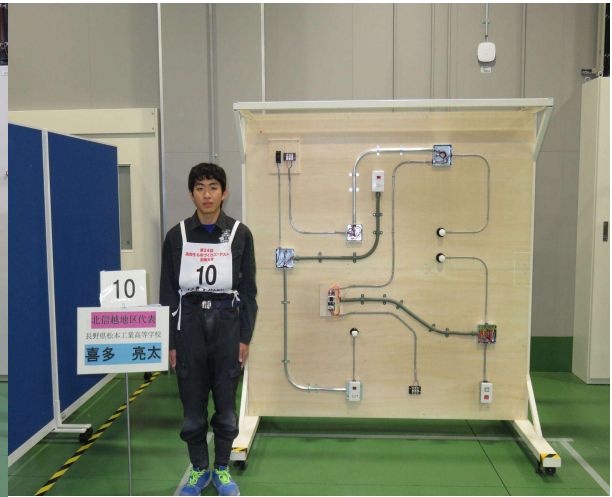


図 21 完成後の作品

5 反省・感想

一年生の終わりの第二種電気工事士の技能補修の際に顧問の先生から、電気工事競技をやってみないかと誘われたことがきっかけで電気工事競技を始めました。入部した当初は電気工事士の補修でやったように机上での作業しかしたことがなかったため1820mm×1820mmのまっさらな作業板に一から工事をするのには長い時間がかかりました。

一年目に、初めて見た大会は先輩が出場する若年者ものづくり競技大会でした。全国規模の大会が初めて見る大会で圧倒的なスピードに驚き、参考となることの多い大会でした。この年の目標はとにかく先輩に追いつくことにしました。ただ、出来栄えを意識し過ぎてしまい制限時間内に終了するのが難しい状態であったため、一旦精度を無視して施工しました。そうすることで制限時間に間に合うことができるようになりました。その結果、初めての県大会では準優勝をすることができました。ただ、完成度を見てみると取り付けられているボックスの位置が本来の位置とは異なり、金属管の水平が取れていませんでした。また、金属管に入れられる電線の最大条数を超えて配線が行われており、次の大会に出場するためには改善すべき点が多くありました。次に行われた北信越大会は県大会よりも制限時間が短く競技課題が全国大会と同じになるので、慌てて県大会と同じミスを再び起こらないように気を付けました。県大会のようなミスは起こりませんでしたが、ランプレセプタクルに電線を取り付ける作業で心線に誤って傷を付けてしまい折れてしまいました。ここでランプレセプタクルの位置を移動させるなど指示された通りに動作する回路にすれば減点は少なくなるのですが、そのことを咄嗟に判断することができずにそのまま放置してしまいました。そのためこの大会では入賞できませんでした。それでも出場した二年生以下の中では一位の成績であったので、次年度の若年者ものづくり競技大会に出場できることになりました。参加できる大会には出場し、自分の技術を向上させたいという思いがあったため出場することにしました。

二年目の令和6年度は、若年者ものづくり競技大会の過去の課題の練習を実際に出場した先輩からの指導を受けながら練習をしました。過去二年分の課題を練習しました。これらの競技課題に共通していることは、高校生ものづくりコンテストよりも配線配管が複雑で、分電盤周りの配線を行うということだと感じました。過去の課題を練習しておいたことによって、今年度の課題が公開されてから練習を始めても、通しでの練習をあまりせずに制限時間に間に合うようになりました。また、高校生ものづくりコンテストでは使える工具が使えなくなった時には過去に見たことを思い出し、すぐに対応ができました。大会開始前には緊張したものの、いざ競技が始まると緊張が無くなり普段通り作業ができました。途中間違った間隔で墨を引いてしまいましたが、その後には大きなミスは無いと思っていました。しかし、大会後に露出コンセントの上下が間違っていたことを知りました。私が露出コンセントに上下があることを完全に忘れていたために起こってしまったミスでした。

高校生ものづくりコンテストは入部したときの先輩が全国大会に出場し、準優勝をしていたことから全国大会に出場し、上位入賞をすることを目標に練習をしてきました。今年度の競技課題は電磁開閉器を使った回路でした。内部の回路を直接見ることができないことに加え、配線が複雑でよく分かりませんでした。制御線をまとめて結線すると結線が簡単になりました。県大会では長さの似ているVVFケーブルを取り違えて付けてしまうミスと電磁開閉器の一部を破損してしまうミスがありましたが、回路は正常に動作したため優勝をすることができました。北信越大会は県大会の18日後に開催されたため、夏休みはお盆以外は学校で練習をしました。その甲斐もあり北信越大会でも優勝をすることができました。この大会では怪我をしてしまったものの、大きな減点につながる誤結線などのミスがなく完成させられたことが大きな要因であったと考えました。このようにして全国大会に出場できることになりました。全国には猛者達がいるため精度を向上させることを意識して練習をしました。意識しすぎるあまり制限時間ぎりぎり終了するようになってしまいましたが、スピードのメリハリを意識すると多少時間に余裕ができるようになりました。そして全国大会当日、課題の変更が箇所が発表されましたが想定していたものよりも簡単な変更でした。競技中は電線の違いに苦労しましたが、大きなミスはないと思い込んでいました。しかし、終了宣言後の回路の点灯確認の際に200Vの回路が動作しませんでした。誤結線があるとは思っておらずとても驚きました。

この二年間の経験から自分で作業したところは何かしら間違えていると思って作業をするべきであるということをまなびました。また、このような結果は普段指導をして下さった丸山先生、支援をして下さった同窓会の皆様、応援してくれた家族、友人、先輩、部員の皆のおかげです。本当にありがとうございました。

6. 参考文献

若年者ものづくり競技大会

<https://www.javada.or.jp/jyakunen20/>

高校生ものづくりコンテスト全国大会

https://zenkoukyo.or.jp/index_contest/mono_index/