

技能競技大会を活用した 人材育成の取組マニュアル

冷凍空調技術職種編



はじめに

技能五輪全国大会をはじめとする技能競技大会は、国内の青年技能者の技能レベルを競うことにより、青年技能者に努力目標を与えるとともに、技能に身近に触れる機会を提供するなど、広く国民一般に対して、技能の重要性、必要性をアピールし、技能尊重気運の醸成を図ることを目的として実施されており、近年参加選手数が増加傾向にあるなど、活性化を見せています。

この理由として、技能競技大会が単に技能レベルを競い合う大会であるだけでなく、大会参加に向けた訓練を通じて技能レベルはもとより、段取り構成力、応用力、判断力、忍耐力など、技能者として必要な人格形成にも大きな影響を及ぼし、将来、ものづくり立国日本を支え、日本のマザー工場機能を維持するのに必要な中核技能者の育成に大きな役割を果たしていることが挙げられます。

しかしながら、技能競技大会に出場するには各都道府県で開催される地方予選を勝ち抜き、決められた大会会場に集まる必要があるため、会場から遠方の企業や、訓練方法のノウハウを持たない企業にとってはハードルが高いことは否めません。

このため厚生労働省では、「ものづくりマイスター」が企業、職業訓練施設、工業高校等の若年者に対して、技能競技大会の競技課題等を活用した実技指導等を行うことにより、若年技能者を育成する新しい事業を創設しました。

「技能競技大会を活用した人材育成の取組マニュアル」は、「ものづくりマイスター」はもとより、企業、職業訓練施設、工業高校等の関係者が、技能競技大会の競技課題等を活用した人材育成等を理解し、訓練計画の策定、実技指導等を行う際に使用されることを想定して作られており、製造、建設業関係の職種について、職種共通編及び職種別編の2種類から構成されています。

職種共通編では、①技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の特徴及び人材育成の効果、②技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の取組方法の概要、③技能競技大会及び技能検定の実技課題の入手方法などが説明されています。

職種別編では、①競技課題の概要、②競技課題が求める技能の内容、③採点基準、④技能習得のための訓練方法、⑤課題の実施方法(作業手順)、⑥期待される取組成果などを説明しています。

これらのマニュアルのほかに、技能競技大会の競技課題等を活用した訓練による人材育成の具体的な取組について、企業、教育訓練機関での事例を紹介した「好事例集」も作成されています。そちらも参考としてください。

最後に、ご多忙の中、本マニュアル作成にご協力いただいた次の方々から心から感謝申し上げます。

井澤 秀昭 (一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合)

仲村 直基 (埼玉県産業労働部産業人材育成課)

渡邊 学 (神奈川県立東部総合職業技術校)

近藤 務 (一般社団法人日本空調冷凍研究所)

大島 敏正 (一般社団法人日本冷凍空調工業会)

坂口 正友 (一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合)

(敬称略 順不同)

【実演協力】

日立アプライアンス株式会社

目 次

1	このマニュアルの使い方	1
2	冷凍空調技術職種に求められる技能	2
3	競技課題の概要	3
	(1) 材料、使用工具	
	(2) 課題条件	
	(3) 製作物	
	(4) 大会の様子	
4	競技課題が求める技能の内容	5
	(1) 課題作成に必要となる技能要素とその水準	
	(2) 制限時間内に仕上げるためには	
5	採点基準	7
	(1) 採点項目及び配点	
	(2) 採点方法	
	(3) 実施形式別採点基準（例）	
	(4) 大会の成績結果	
6	技能習得のための訓練方法	12
	(1) 技能要素を習得するための訓練方法	
	(2) カリキュラム例	
	(3) 訓練の例	
7	課題の実施方法（作業手順）	14
	(1) 持参部品の加工	(2) 前日の準備
	(3) 銅管の加工組立て	(4) 蒸発器の設置
	(5) 異種鋼管（銅管－炭素鋼鋼管）の加工（水槽の外側の加工）	
	(6) 自由製作課題の製作	(7) 電気配線（インターフェイス端子台配線）
	(8) p - h 線図上の冷凍サイクル作成およびタイムチャート作成	
8	期待される取組の成果	69

巻末資料

参考資料1 第52回技能五輪全国大会「冷凍空調技術」職種競技課題等一式

参考資料2 R134a p - h 線図

1 このマニュアルの使い方

この職種別マニュアルには、技能五輪全国大会の競技課題や採点基準（公開が可能な部分）の他、競技課題の具体的な実施方法（作業手順）や競技課題を通して培った技能を現業でどのように役立てるかのヒントとなる事例等を記載している。

特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、課題作製の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る。しかしながら、そもそも技能五輪全国大会の競技課題は、技能検定1級レベルの技能を必要とするだけでなく、多くの技能要素を含んでいること、限られた時間内で完成させなければならないこと等から、受講者や職種によっては、短時間・短期間の訓練で課題全てを完成させることは難しいと考える。

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必要な箇所（特定の作業や一部部品の作業手順等）を利用されることをお勧めする。

本マニュアルを参照し、若年者に技能を身につけさせる指針として活用願いたい。

次ページ以降の各項目の記載内容の概要は以下のとおり。

項目	概要
2 冷凍空調技術職種に求められる技能	競技に限らず、冷凍空調技術職種に携わる技能者が実務上必要となる技能について、一般論を記載。
3 競技課題の概要	本マニュアルで取り上げる競技課題の概要。競技では、何を材料に、何（課題条件）を手がかりにして、何（製作物）を作るのかについて掲載。
4 競技課題が求める技能の内容	作業手順を勘案しつつ、競技課題が求めている具体的な技能の内容（要素）について列挙するとともに、それぞれについて求められる技能レベルについて掲載。また、競技課題を制限時間内に仕上げるポイント、参加者・指導者のコメント等を紹介。
5 採点基準	どこを採点対象とするのか等、採点基準や評価方法について、今後の大会運営に支障を来さない範囲で掲載。合わせて実際の大会結果についても掲載する。
6 技能習得のための訓練方法	先に記述した技能要素を習得するための訓練方法の一例について掲載。
7 課題の実施方法（作業手順）	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。技能のポイント、具体的な課題作製の手順、取組・作業のポイント等を紹介。
8 期待される取組の成果	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。競技課題を用いた訓練等を行う目的や期待する成果等について紹介。

2 冷凍空調技術職種に求められる技能

現在、中規模以下のビルにおける冷暖房はヒートポンプエアコンによって行われるのが一般的である。

エアコンは室内空気と外気間の熱を運搬する媒体として冷媒を使用し、これを繰り返し 圧縮→凝縮→膨張→蒸発 させることによって「蒸気圧縮式冷凍サイクル」を構成している。圧縮された高温・高圧の冷媒ガスを室外機で凝縮（液化）させ、これを室内機で蒸発（気化）させて低温を作り、室内を冷房している。逆にヒートポンプによる暖房時は、圧縮された冷媒ガスを室内機に送り、これが凝縮する際に放出される熱で暖房している。

食品等を凍結させる冷凍機においても、基本的原理はエアコンと同様の冷凍サイクルを用い、冷媒を氷点下で蒸発させて冷凍庫内を低温度に保っている。

エアコン等は建築物の構造や状況等に応じて設置されるため、冷媒配管や電気配線等の各種工事に加え適切な保守（メンテナンス）や冷媒の取扱いが必須であり、これらの技能が冷凍空調技術職種に求められている。

据付工事においては、システム内を循環する冷媒の圧力損失を最小限に抑えること、潤滑油が圧縮機に戻ることに、設置工事中や設置後において冷媒を漏洩させないこと等が重要であり、管の曲げ加工、拡張加工、フレア加工等の技能に加えて酸素－アセチレン溶接機や冷媒用器工具の正しい取扱技能が要求される。

また、電気配線工事においては、電源工事や接地工事のほか制御配線回路に関する知識が必要である。

冷凍サイクルは、冷媒の圧縮、膨張に伴う凝縮、蒸発といった潜熱変化を利用している。冷媒の圧力や温度を測定し、冷媒の状態図（ $p-h$ 線図）から冷凍サイクル内の比エンタルピ等を読み取ることで、エアコン等が発揮している能力や効率を算出でき、運転状態の良否を判別することができる。

また、空気の温度や湿度などを状態図（湿り空気線図）上に書き入れることで、室内を適切な状態に保つ上で必要な冷暖房能力等を算出することができる。

冷凍空調技術職種に求められる基本技能要素は次のとおり。

① 銅管等の加工

銅管の切断、バリ取り、フレア加工、拡張加工、曲げ加工等の技能

② 銅管等の接続

フレア接続、ロウ付け接続（銅管－銅管、銅管－銅管）等の技能

③ 電気配線工事

電源工事、シーケンス制御配線工事（タイムチャート作成含む）等の知識及び技能

④ $p-h$ 線図による冷凍能力計算

冷凍サイクルが効率よく適切に稼働しているか評価するための冷凍能力等を算出する知識

⑤ 湿り空気線図による能力計算

冷暖房時にエアコン等が発揮している能力を算出する知識

⑥ エアコン等の保守

エアコン等の故障診断とその原因を判断する知識

⑦ 冷媒の取扱

真空ポンプ、ゲージマニホールド等、各種冷媒取扱器工具の使用法に関する知識及び技能

⑧ 安全作業

装置の安全性等を確認するための気密試験、真空試験、絶縁抵抗試験など各種試験法に関する知識及び技能

3 競技課題の概要

競技課題は、大別して課題Ⅰ：冷凍サイクル作製、課題Ⅱ：冷凍サイクルデータ測定、能力計算及びペーパーテスト、課題Ⅲ：制御配線の3課題から構成されている。

(1) 材料、使用工具

競技課題で使用する材料

- ・支給材料：銅管、鋼管、銅管継手、溶接棒（りん銅ロウ、銀ロウ）、フラックス等
 - ・持参材料：コンデンシングユニット、フレア継手、電磁弁、電気ヒータ、支持金物等
- 競技者が持参する工具類

- ・工具：パイプカッタ、パイプベンダ、フレアツール、溶接用吹管、溶接用圧力調整器等
- ・測定器類：ノギス、直尺（スケール）、曲尺（さしがね）、サーキットテスタ、絶縁抵抗計、クランプ電流計、表面温度計、真空ポンプ、ゲージマニホールド等

(2) 課題条件

課題Ⅰ：冷凍サイクル製作

課題Ⅰ標準時間：3時間（打切時間：4時間）

課題図面に基づき冷媒配管と電気回路を製作する。加工作業終了後、真空試験等を実施し冷凍サイクルの冷却運転を行う。主な作業要素は配管加工、配線作業、気密試験及び真空試験である。

課題Ⅱ・Ⅲ標準時間：合計 1時間30分（打切時間：2時間）

課題Ⅱ：冷凍サイクルデータ測定と能力計算及びペーパーテスト

課題Ⅰで製作した冷凍サイクルが要求された能力を発揮できているかを客観的に判断するためデータ測定を行う。また、測定結果を基に $p-h$ 線図を用いて冷凍能力を算出し能力評価を行う。

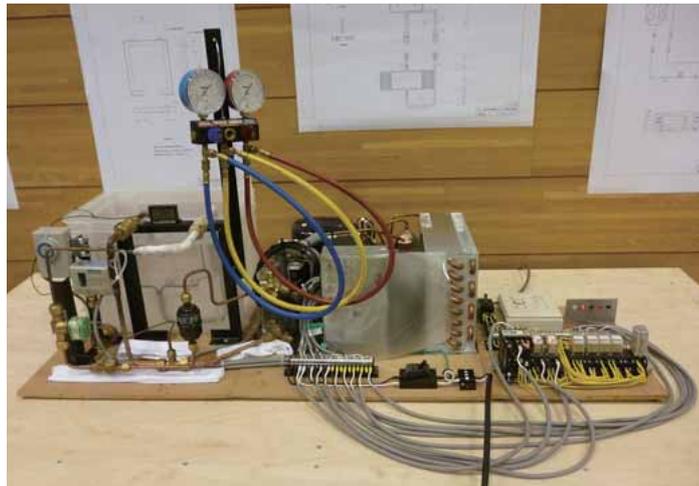
ペーパーテストでは、湿り空気線図を用いた能力計算とエアコン等の故障診断を行う。

課題Ⅲ：制御配線

冷凍サイクルのタイムチャートを完成させ、仕様書により提示される課題を追加して配線する。

(3) 製作物

競技大会で展示された参考作品の写真を示す。競技課題には自由製作課題となっている部分があるため、製作された作品は選手一人一人異なった形状となる。



(大会の競技中に展示された参考作品)

(4) 大会の様子

第52回大会の競技風景の写真を掲示する。



4 競技課題が求める技能の内容

(1) 課題作成に必要なとなる技能要素とその水準

第52回大会の実技課題は、冷凍サイクル配管、制御配線及び冷凍空調理論に分かれる。冷媒配管、制御配線を製作する上で必要となる特徴的な技能は、次のとおりである。

(ア) 冷凍サイクル配管

冷媒がスムーズに循環することを目的とする。

冷媒配管加工は材質や形状の異なる管や継手を適材適所に利用して接合する作業であり、大別してロウ付けと加工の技能が求められる。ロウ付け接合部や曲げ加工部の正確さ、美しさと大気圧の16倍の圧力でもガス漏れを生じない高い気密性と堅牢さが問われている。

配管における大まかな作業順序は、使用する管の巻き戻し、寸法取り、切断、曲げ加工、ロウ付けやフレア継手を利用する接続、気密試験等の実施である。また、課題図面から指示された作品を製作するには、軟質の銅管を使用することもあり、変形防止等に配慮しながらの各部品の加工組立ての技能が必要である。

① 巻き戻し作業

ループ状で支給されたなまし銅管を直管に巻き戻す。管の外表面を傷つけないように、平坦な場所でゆっくりと、よれないように伸ばしを行う。

② 寸法取り

課題図面から必要な寸法を割り出し、銅管を曲げる箇所、銅管・銅管の切断箇所等のマーキングを行う。

③ 切断

パイプカッタ等を使用して、マーキングした箇所を、ごみが入らないように端面を下に向け、直角に切断する。銅管の内表面を傷つけないように専用リーマやスクレーパ等でバリ取り、面取りを行う。

④ 曲げ加工

マーキングした箇所を手曲げしたり、パイプベンダを使用したりして曲げる。銅管径により適切な器工具を選択する。寸法指示の指定がある場合は、指定どおりに加工できているかをスケールで確認する。

⑤ 接続

競技課題の接続法は、ロウ付け接続とフレア継手による接続が採用されている。

ロウ付け作業は、母材の加熱技能、ロウの差し方により仕上がりが左右される。

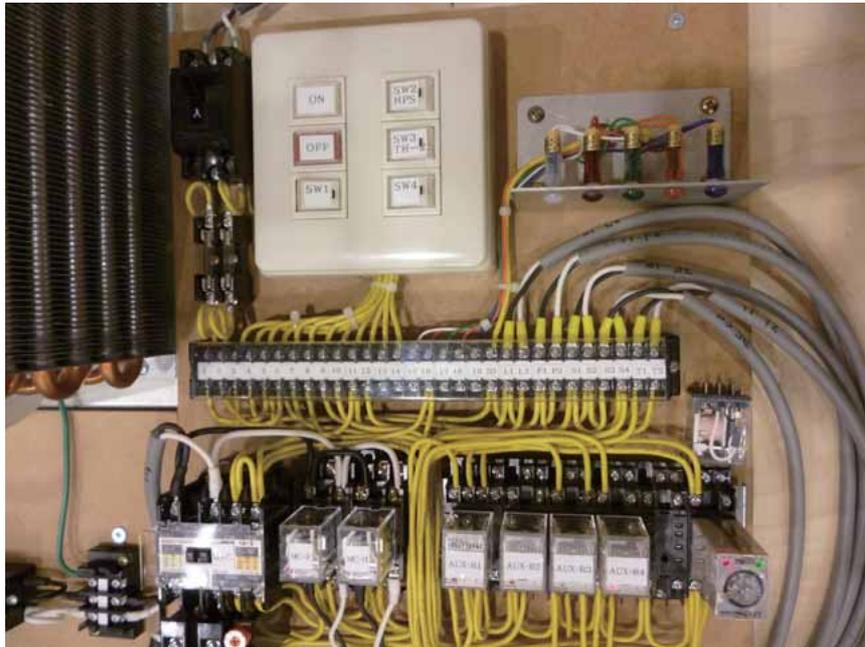
ロウ付け接続の手順は、ロウ付け部の清浄化（みがき、脱脂、フラックス塗布）、継手の仮差し込み、不活性ガスによるブロー（窒素置換）、トーチ炎の調整、予熱、ロウ付け（加熱、差しロウ）、冷却である。

⑥ 気密試験

配管系内の漏れの有無を確認する。

(イ) 制御配線

自動ポンプダウン運転回路を備えた水冷却装置の制御回路の作品の写真である。



競技では、写真の制御盤下部の配線を行う。標準仕様書に指定された補助リレー、タイマ、ソケットを取り付けた周囲の配線作業である。配線は最も合理的な経路を通し、配線の美しさも問われる。端子接続は緩みのないように行い、締付け後に緩みの有無を必ず確認する。

(ウ) 冷凍空調理論

エアコンや冷凍機は冷凍サイクルで動くように成り立っている。冷媒が冷凍装置内を循環する間に、各機器内でどのような状態に変化し、エンタルピー（持っている熱と圧力エネルギーの和）がどのように変化したか、また冷媒に対して熱エネルギーと圧力エネルギーの変化がどのようになされているかを知ることが必要である。

冷凍サイクルは、 $p-h$ 線図上に描く。そのためには、実際に冷凍装置を稼働させ、必要な箇所の温度、圧力等を測定することになる。

(2) 制限時間内に仕上げるためには

決定した作業手順どおりにまず実施する。できないところを見つけて、その箇所をできるようにするまで訓練する。できない時は、できない理由を探しながらやり方を変更して行ってみる。それでもできない時は、指導員、先輩や友人に聞くことが大切である。

作業を速やかに進めるには、次のことを工夫する。

- ・作業性の悪い手順をなくすこと
- ・作業する際の無駄な動きをしないこと
- ・工具の配置を工夫すること
- ・工具箱内の配置を工夫すること

5 採点基準

技能五輪全国大会の採点基準については、競技課題採点要領でその採点項目と内容が示されているが、具体的な配点や、採点基準は公開されていない。本マニュアルにおいては、採点基準の概要を掲載する。

(1) 採点項目及び配点

採点項目及び配点は、次表のとおり。

採点項目		配点	備考
課題Ⅰ	作品	300	・冷凍サイクル、配線課題（基本課題） ・冷却運転ができなかった場合は、失格とする。
	寸法精度 出来栄え		
作業内容			
課題Ⅱ	冷凍機能力計算	100	・能力計算、ペーパーテストの順に行う。
	ペーパーテスト		
課題Ⅲ	タイムチャート	100	・配線課題（追加課題1～3）
	作品		
	出来栄え		
	課題完成度		
作業内容			
得点合計		500	

(2) 採点方法

- (ア) 課題Ⅱ冷凍機能力計算及びペーパーテスト以外の採点は減点法とし、各項目の配点から項目ごとの減点を差し引いたものを各項目の得点とする。
- (イ) 気密試験、真空試験が合格しなかった場合、課題Ⅰから減点する。
- (ウ) 材料等の追加支給があった場合は、課題Ⅰ及び課題Ⅲから、それぞれの点数を減点する。

(3) 実施形式別採点基準（例）

以下に採点基準の例を示す。

なお、「○」とした箇所については、採点基準作成者があらかじめ適宜指定し、使用されたい。

(3)-1 失格要件

次に示す項目のうち1項目でも該当するものがある場合は、採点の対象とせず失格とし、採点用紙の得点欄に「失格」と明記し、該当事項を備考欄に記入する。

- (ア) 課題Ⅰの冷却運転ができないもの
- (イ) 課題図に示された以外の加工をしたもの
- (ウ) 不正行為並びに禁止された作業等のあったもの
- (エ) 本人の不注意により、他人にけがをさせたもの
- (オ) 課題Ⅲで絶縁被覆を折り曲げると心線が露出する程度に損傷しているもの
- (カ) 課題Ⅲで心線を著しく損傷しているもの
- (キ) 課題Ⅲで絶縁被覆を著しくむき過ぎているもの（台座から心線突出など）
- (ク) 課題Ⅲで絶縁被覆の上からネジで締め付けているもの

(3)-2 項目別採点基準

(ア) 作品

a 課題 I 寸法精度 (配点なし/減点数を課題 I 合計点から減点する。)

別紙図面 (図省略) 「寸法測定箇所」に示す○～○の○○か所の寸法を測定し、各々の基準寸法との誤差値により減点する。

例

- ・ 誤差 1mm 未満 減点 0
- ・ 誤差 1mm 以上 2mm 未満 減点 2
- ・ 誤差 2mm 以上 3mm 未満 減点 4

以下同様に、誤差が 1mm 増すごとに減点数も 2 ずつ増加するものとする。

b 課題 I 出来栄 (配点なし/減点数を課題 I 合計点から減点する。)

評価	評価基準
上	欠点が認められないもの
中	多少の欠点が認められるもの
下	決定的な欠点が認められるもの

採点箇所 (例)

銅-銅部ロウ付け	配管 (曲げ、トラップの有無)
銅-鉄部ロウ付け	配管 (メンテナンス性)
熱交換器ループ部	キャピラリ (膨張弁部)
1/4"配管 45° 曲げ	キャピラリ (圧力開閉器部)
3/8"、1/4"配管 90° 曲げ	内部酸化物の有無
1/2"配管フレア部	ロウ材の溶け込み
3/8"配管フレア部	支持金物
1/4"配管フレア部	キャピラリ 1/4"配管重なり
配管 (水平・垂直)	全体仕上げ
配管 (機器類収まり)	

(イ) 課題 I 気密試験 (配点なし/減点項目 1 回につき減点○点)

選手に気密試験を行わせ、指定圧力 (1.6 [MPa]) に達しバルブを閉止してから 15 秒後、圧力降下のあるものを減点する。

減点項目

圧力降下のあるもの

(ウ) 課題 I 真空試験 (配点なし/減点項目 1 回につき減点○点)

真空ポンプを 10 分間運転し、連成計が -0.1 [MPa] であることを確認する。

ポンプ停止後、2 分間そのままの状態にし、連成計の針が戻らないことを確認する。

減点項目

連成計の針が戻るもの

(エ) 課題Ⅰ 作業内容 (配点なし/減点数を課題Ⅰ合計点から減点する。)

減点項目 (例)

工具の取扱方法が悪いもの
工具、材料等の整理整頓が悪いもの
作業帽又は保護帽を着用しないで作業したもの
保護メガネ及び手袋をしないでロウ付け作業をしたもの
保護メガネをしないで電気ドリル作業をしたもの
手袋をして電気ドリル作業をしたもの
管の端面加工の時に切粉が管内に入るような作業をしたもの
作業の手順が悪いもの (気密試験等の手順を除く。)
天板等を汚損したもの
レンガ及び作品が、天板の外に出た状態でロウ付け作業したもの
本人の不注意により本人がけがをしたもの
他人に迷惑をかけたもの
指示されていない作業を行ったもの (不正行為を除く。)
サービスバルブの取扱方法が悪いもの
ゲージマニホールドの取扱方法が悪いもの
真空ポンプの取扱方法が悪いもの
気密試験、真空試験の手際が悪いもの
絶縁測定、電圧測定の手際が悪いもの
配線課題制御回路の確認が1度でパスしなかったもの
ヒューズを追加支給したもの
冷凍機の運転確認の手際が悪いもの
冷媒ガスを漏れさせたもの

(オ) 課題Ⅰ 作業時間 (配点なし/超過時間1分につき○点を課題Ⅰ合計点から減点する。)

作業時間の採点は、次の a～d に基づき超過時間を算出し、減点する。

a	競技開始時刻から選手が作業終了の意思表示をした時までの時間を測定し、これを作業時間とする。
b	作業中、選手の責めによらない事由によって作業が中断された場合の作業中断時間は、損失時間とする。
c	作業時間から損失時間を差し引いた時間を所要時間とする。
d	所要時間から標準時間を差し引いた時間を超過時間とする。

超過時間

1分増加するごとに○点

(力) 課題Ⅱ 作業内容 (配点なし/減点数を課題Ⅱ合計点から減点する。)

減点項目 (例)

指定された箇所の温度、圧力測定の手際が悪いもの
運転電流値測定の手際が悪いもの

(キ) 課題Ⅲ タイムチャート (配点なし/項目ごとに各○点)

AUX-R1、SV-2、TLR メーク接点、SV-1、MC の5項目について、項目ごとに採点する。

(ク) 課題Ⅲ 出来栄え、課題完成度 (配点なし/減点数を課題Ⅲ合計点から減点する。)

(ケ) 課題Ⅱ・Ⅲ 作業時間 (配点なし/超過時間1分につき課題Ⅱ・Ⅲから○点減点する。)

減点項目 (例)

配線が雑然としているもの
課題の確認が1度でパスしなかったもの (課題ごとに)
追加課題が完成しなかったもの

作業時間の採点は、次の a～d に基づき超過時間を算出し、減点する。

a	競技開始時刻から配線課題 (追加課題3) が終了するまでの時間を測定し、これを作業時間とする。
b	作業中、選手の責めによらない事由によって作業が中断された場合の作業中断時間は、損失時間とする。
c	作業時間から損失時間を差し引いた時間を所要時間とする。
d	所要時間から標準時間を差し引いた時間を超過時間とする。

超過時間

1分増加するごとに○点

(コ) 課題Ⅲ 作業内容 (配点なし/減点数を課題Ⅲ合計点から減点する。)

減点項目 (例)

工具の取扱方法が悪いもの
工具、材料等の整理整頓が悪いもの
作業の手順が悪いもの
作業帽又は保護帽を着用しないで作業したもの
他人に迷惑をかけたもの
本人の不注意により本人がけがをしたもの
指示されていない作業を行ったもの (不正行為を除く。)
ポンプダウンの手際が悪いもの

(3)-3 得点換算

各項目の得点を合計した点を100点満点に換算し、選手の得点成績とする。

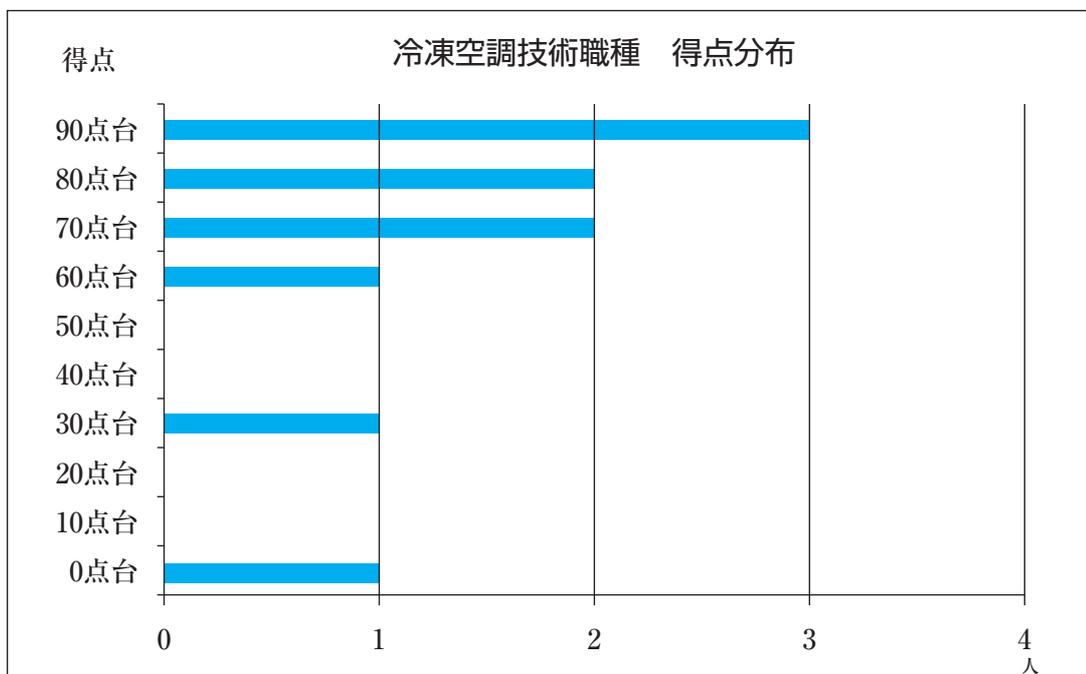
(4) 大会の成績結果

第52回技能五輪全国大会における競技結果の成績と得点分布は、次のとおりである。

(成績)

大会での成績	人数 (名)
金 賞	1
銀 賞	2
銅 賞	2

(得点分布)



6 技能習得のための訓練方法

(1) 技能要素を習得するための訓練方法

競技大会の課題を製作する上で求められる技能に係わる要素は、概ね次のとおりである。

- ① 冷凍空調に関する知識
- ② 配管及び配線に使用する材料及び器工具に関する知識
- ③ 読図作業
- ④ 配管作業
- ⑤ 配管の気密試験作業
- ⑥ 制御配線作業
- ⑦ 試験運転調整作業

(2) カリキュラム例

技能要素を習得するための訓練方法例の概要は下表のとおりである。

教科の細目	内容	時間配分 (%)
冷凍空調に関する知識	冷凍原理について習得する。 ヒートポンプに関する知識を習得する。 冷凍サイクルの要素部品の役割と動作に関する知識を習得する。 冷凍空調システムを分析するための諸技法と知識を習得する。 ◦ $p-h$ 線図 (モリエル線図) ◦ 成績係数 (COP)	35
配管及び配線に使用する材料及び器工具に関する知識	配管及び配線に使用する管材、継手、電線、電磁弁等について、その種類、性質、特徴、使用法及び使用上の注意事項等に関する知識と技術を習得する。 配管及び配線工事に使用する器工具についての知識と技術を習得する。	5
読図作業	図面を読み、切断、曲げ加工などの作業を行うために必要な寸法を瞬時に計算し、マーキングする技能を習得する。	5
配管作業	銅管などの切断、曲げ加工、フレア加工、拡管の知識と技能を習得する。 ロウ付けの知識と技能を習得する。 加工した銅管等を組み立てる知識と技能を習得する。	45
自動制御に関する知識	自動制御回路に関する知識及び配線作業に関する知識と技能について習得する。 ◦ タイムチャート	5
試験運転調整作業	気密試験、真空試験、絶縁抵抗測定、ポンプダウン作業等について、実施目的及び方法の知識と技術を習得する。	5
	合 計	100

(3) 訓練の例

選手に選抜される若年者は、4月入社 of 技能系社員から面接等で選考する。選考の条件は、①やる気、②計算能力、③技能センスである。

選抜選手は、競技課題が発表（3か月前）されるまでの期間は肉体的、精神的な訓練及び基本的な技能についての訓練を行う。訓練といえども会社の業務として実施するので、選手が途中でリタイアしないように配慮して訓練計画が練られている。訓練計画を作成するのは指導員である。選手は訓練を通して冷凍空調技術職種に関係するすべての技能を習得することができる。

7 課題の実施方法（作業手順）

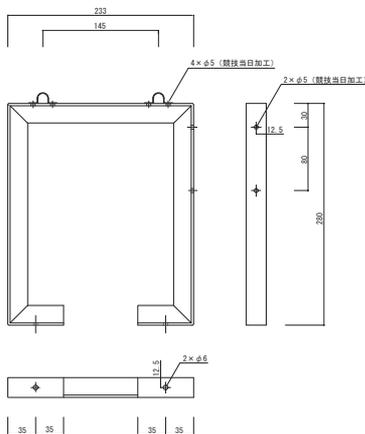
本章は、第52回全国大会の冷凍空調技術職種の課題Ⅰである冷凍機冷媒配管に係る配管組立て、課題Ⅰで完成した冷凍機を使用して $p-h$ 線図上に冷凍サイクルを描く作業について記載する。

競技課題に記載されている配管組立て完了後の気密試験、真空試験及び絶縁抵抗測定、課題Ⅱの冷凍機運転データ測定、能力計算及びペーパーテスト並びに競技日に仕様により提示される制御配線、またポンプダウン作業に関しては記載しない。

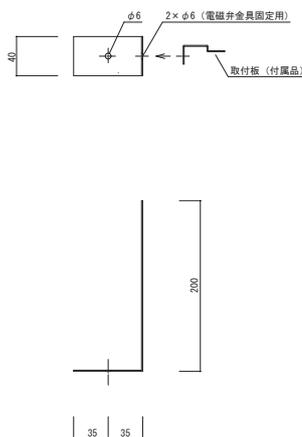
(1) 持参部品の加工

競技課題では加工したものを持参する部品があるが、作業手順を説明する上で必要な部品は以下のとおりである。

[1] 支持金物の加工

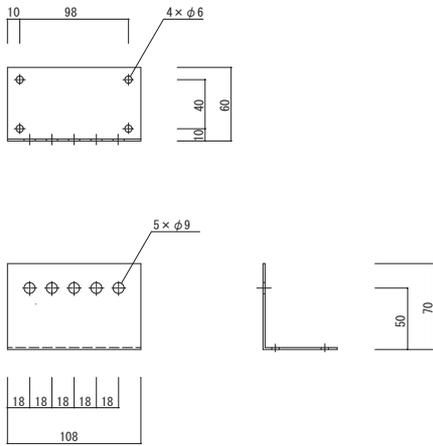


支持金物A
競技当日加工以外の部分を加工する。



支持金物B
アルミ板（厚さ1.6mm）に電磁弁金具固定用の穴をあけ、電磁弁の取付板を固定する。
ベース板への設置は、競技前日作業で行う。

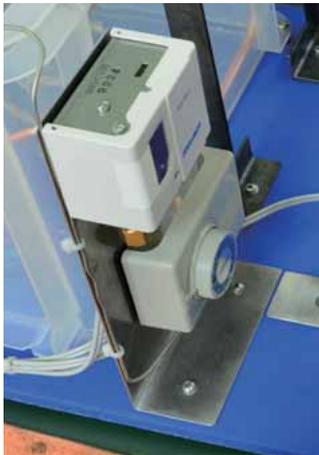
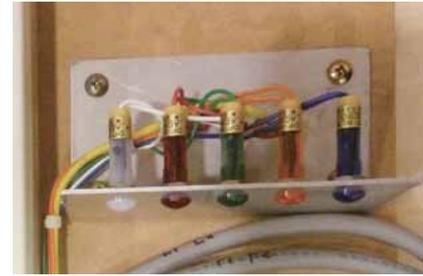




支持金物C

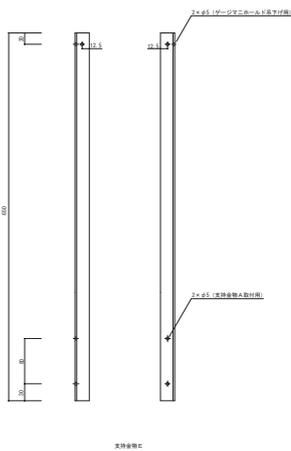
パイロットランプを取り付ける支持台を作製し、制御盤に取り付ける。

パイロットランプの取付けは、左から乳白、赤、緑、橙、青の順とし、片側のリード線取付部分を、ジャンパー線で結線する。



支持金物D

アルミ板（厚さ1.6mm）を自由な寸法及び形状に曲げたものにサーモスタット、低圧圧力開閉器を取り付ける。ベース板への設置は、競技前日作業で行う。



支持金物E

等辺山形鋼を指定の長さに切断する。

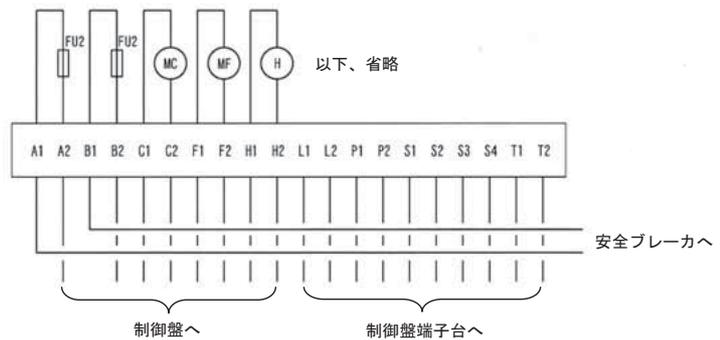
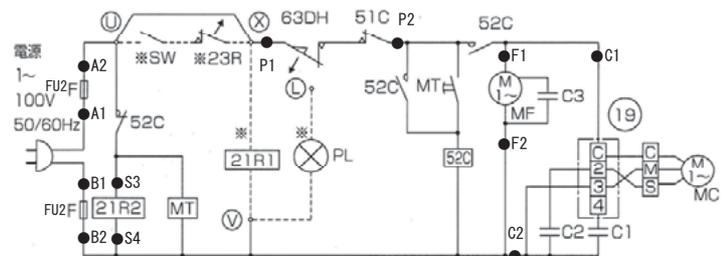


[2] 制御箱内の既設配線加工



既設制御箱内の既設配線を下図の●部分で切断し、ビニルキャブタイヤ丸形コードを絶縁被覆付閉端接続子で圧着接続し、インターフェイス端子台の指定の端子番号に接続できるようにする。

M9A-03LAB



[3] 水槽の加工



水槽に課題寸法の穴をあけ、電気ヒータを固定する。スペーサを使用して、ベース板に取り付ける。穴あけ作業は、ステップドリルを使用してもよい。



電気ヒータにビニルキャブタイヤ丸形コードを接続する。

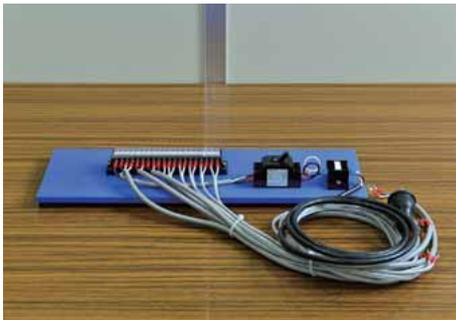
[4] 電源端子台配線



ビニルキャブタイヤケーブルを制御箱に結線する。



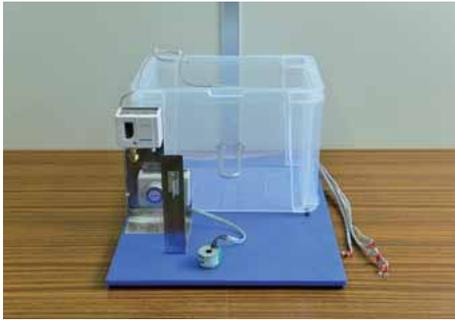
電源端子台の一番上の端子に接続する長さで切断し、端末加工を行う。



電源側に、ビニルキャブタイヤ丸形コード（長さ1.5m）
接地極付差込プラグを取り付ける。
制御盤へ接続するビニル平行コードを接続する。

(2) 前日の準備

[1] ベース板への設置



ベース板に水槽（電気ヒータ付）、支持金物B（電磁弁付）、支持金物D（サーモスタット付）を取り付ける。

[2] 電源端子台配線



制御箱の電線を電源端子台の各端子に結線する。



POINT

電線被覆部を巻き込んで締め付けると抵抗が増し、発熱・発火の原因となる。

[3] 支持金物Eの穴あけ加工、支持金物Aの穴あけ加工及びベース板への設置



支持金物Eの穴あけ加工を行う。
支持金物Aへの取付位置を課題図面から読み取り、筆記具でマーキングする。
スケールを使用し、課題寸法に適合するように正確に行う。



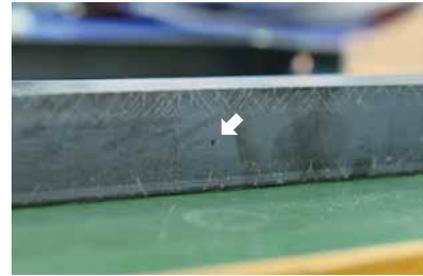
ドリルの先端が逃げないようにセンターポンチでポンチ打ちする。



適宜切削油をさし、ハンドドリルで穴をあけ、バリ取りを行う。



課題寸法に適合するようにスケールを使用して、サドル及び支持金物Eを取り付けるボルト穴の位置を支持金物Aに正確にマーキングする。



支持金物Aの穴あけ加工を行う。
ドリルの先端が逃げないようにセンターポンチでポンチ打ちする。



ハンドドリルを使用して穴をあけ、バリ取りを行う。



支持金物A、Eの加工を終えたところ。

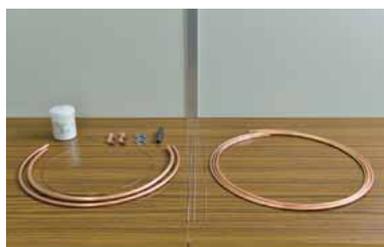


支持金物Aをベース板に固定する。



課題寸法に適合するように設置位置の調整を行う。

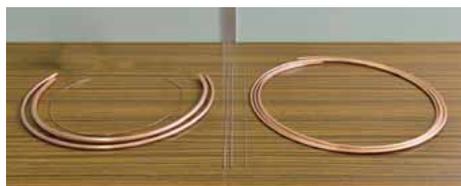
(3) 銅管の加工組立て



課題のポイント

銅管の加工と組立ての作業を行う。
 ループ状で支給される銅管をストレート状に伸ばして加工する。
 銅管の伸縮の性質を理解して加工する。

[1] 巻戻し作業



支給される銅管の状態。



銅管を床面が平坦な場所で伸ばす。

POINT

コイルを伸ばす時に床面を引きずらない。



丁寧に、真っ直ぐに伸ばす。



銅管の末端部分は形状が歪んでいるので切断する。



真っ直ぐになるよう調整する。

[2] 切断作業

(ア) パイプカッタによる方法



課題図面から銅管の切断長さを読み取って切断箇所をマーキングする。



銅管の外径に合ったサイズのパイプカッタを使用する。パイプカッタにより銅管を正しく直角に切断する。パイプカッタをゆっくり締め込み銅管の変形がないように切断する。

POINT

銅管は軟らかいのでおくりをかけ過ぎるとつぶれが発生する。
7~8回転で切断する程度のおくりが適正。



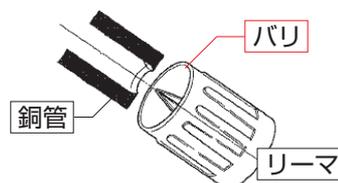
切断面をやすりで滑らかにする。



管端内側のバリを、銅管用のハンドリーマを使用して綺麗に取る。
切断面を整えないとフレア面に傷が付き、フレア接続をしたときに冷媒漏れの原因となる。

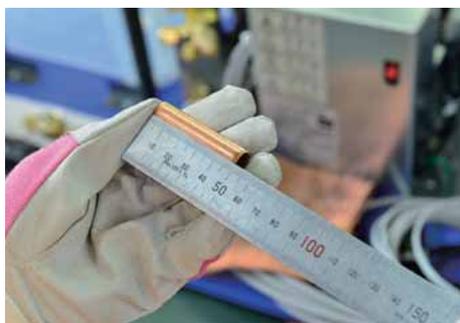
POINT

ゴミが入らないように端面を下に向け、銅管内に切粉が入らないようにする。



なお、スクレーパ型リーマを用いることもある。





課題寸法に合致しているかを確認する。



切断作業を終えたところ。

(イ)ニッパによる方法(キャピラリチューブ)



巻き戻し作業を行う。



キャピラリチューブを全長300mmになるようにマーキングする。



ニッパを使用して切断する。





プライヤを使用して、潰れた管を整形する。



[3] フレア継手による接続

課題のポイント

バリ取り等の管端処理を行った銅管をフレアツールにより拡管するフレア加工作業である。フレアナットを挿入し、フレアダイス面から配管先端までは適正な寸法にセットし、フレア内面に傷が付かないように真円で均一に加工する。

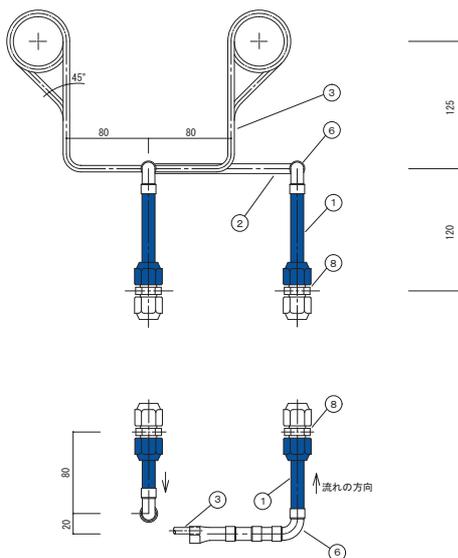
フレア加工後、次の点を確認する。

- ①フレア部外径が適正範囲内にあること。
- ②フレア内面が、均等な幅で光沢があること。
- ③フレア部の肉厚が均等であること。

不良品を接続すると、必ず冷媒漏れの原因となるので、その場合は再加工する。

不良品とは、①バリ取り不足、②切粉などによる内面の傷、③フレア寸法不足、④フレア寸法過大、⑤フレア拡管部の傾き、⑥フレア面のひび割れ等である。

(ア) フレア加工作業



左図の青色部分のフレア加工を行う。

フレア加工する前に、フレアツールのコーン部（フレアポンチ部）の清掃を行う。





管端が真円であること、バリ取りが完了していること、管内面が清浄であることを確認する。
変形した銅管は、その管端を真円に修正する。

POINT

使用するフレアツールにより突き出し量を変える必要があり、フレア外径が最適なサイズとなるようにする。
フレア接続部が変形状態であるとガス漏れの原因となる。

フレアサイズ推奨値 (JIS B8607)

呼び	管外径	フレア外径 (+0 -0.4)	
		第1種	第2種
1/4	6.35	9.0	9.1
3/8	9.52	13.0	13.2
1/2	12.70	16.2	16.6
5/8	15.88	19.4	19.7
3/4	19.05	23.3	24.0

第1種：最高使用圧力3.45MPa以下
第2種：最高使用圧力4.15MPa以下



銅管の規定寸法 (0~0.5mm) をフレアダイス面から頭出しする。

POINT

フレアダイスからの突き出ししろを正しくセットする。

頭出し寸法

配管径 (mm)	頭出し寸法 (mm)
6.35、9.52、12.70	0~0.5



フレアダイスにフレアポンチをかませ、フレアポンチのセンタを銅管の中心にくるようにセットする。

POINT

中心がずれていると、フレア管端部の肉厚に不揃い（偏肉）ができ、ガス漏れの原因となる。





フレアポンチのハンドルを徐々に回し、銅管を拡げる。
クラッチが切れる（確実にカチッと音がする）までハンドルを回し続ける。
さらに3~4回転させ、なじませる。
ハンドルを最上部まで回してから銅管を抜く。



フレア面を確認する。
この工程が確実に行われないと冷媒漏れの原因となる。

POINT

フレア面のチェック項目

- ① フレア部の大きさが適切であること。
- ② フレア内面が、均等な幅で光沢があること。
- ③ フレア部の肉厚が均等であること。



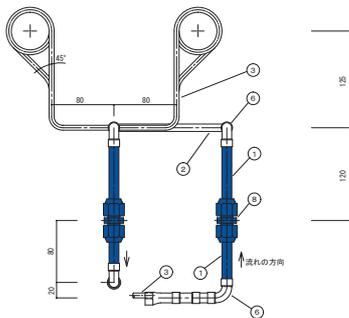
フレアナットを正しい方向で、銅管にはめ込む。

POINT

両端にナットが入る場合は、ナットの向きを確認して先に銅管に通してから加工する。



(イ) フレア接続作業



左図の青色部分を製作する。



フレア管端部とフレア管継手端部（オス）のシート面、フレア背面に冷凍機油を薄く噴霧する。



フレアナットの中心を合わせ、手締めでねじ込む。

POINT

手でスムーズに閉まらない場合は、ねじ山が合っていないので、再度外して締め直す。



銅管、フレア継手の直線性を確認する。



フレア継手をスパナとモンキスパナで押さえて締め付ける（ダブルスパナ法）。



POINT

適正な締め付力で締める。
締め付力が過少だと漏洩の原因となる。
締め付力が過大だと経年による割れの原因となる。
(適正な締め付力)

管外径 (mm)	締め付力N・m (kgf・m)
φ 9.52	34~42 (3.5~4.3)
φ 12.70	49~61 (5.0~6.2)



銅管とフレア継手の直線性を、再度確認する。

POINT

銅管と接続部との中心が直線となっていない時は、銅管を傷つけないように、バイスにウエスをして軽く固定し、直線性の矯正を行う。



[4] 曲げ作業

課題のポイント

曲げる箇所に印を付けて曲げる。

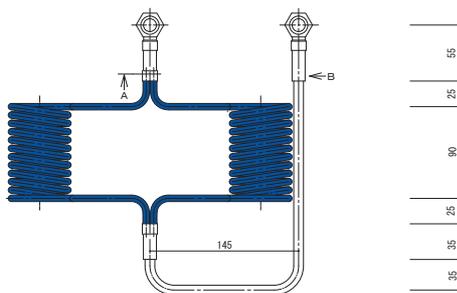
銅管は曲げると伸びる性質があるので、この性質をよく理解して加工する。

急激に曲げると銅管のつぶれ（座屈、しわ、変形）、亀裂が発生する。

曲げ加工法には、手曲げ加工による方法とパイプベンダ加工による方法の他にスプリングベンダを使用した加工による方法がある。

寸法精度が求められる。

(ア) 手曲げ加工による方法



蒸発器の銅管スパイラル部分の手曲げ加工を行う。
同寸法のを2つ作るが、巻く方向は逆である。



銅管の巻き戻し作業を行う。



配管用炭素鋼鋼管ジグを利用し、銅管を曲げる。

巻きはじめは、バイスに固定した鋼管に巻きつける。ある程度巻いたらバイスからはずし、銅管の方を回して巻きつける。



POINT

親指を支点に曲げ作業を開始する。
支点を少しずつずらし、ゆっくりと銅管を潰さないように慎重に滑らかに曲げる。



延伸部分の巻き戻しを行う。



課題図の寸法を考慮して、銅管を切断する。



銅管の曲がり角度を課題図面に合わせるため、バイスを利用して微調整する。



作業台に置き、出来栄を目視で確認する。

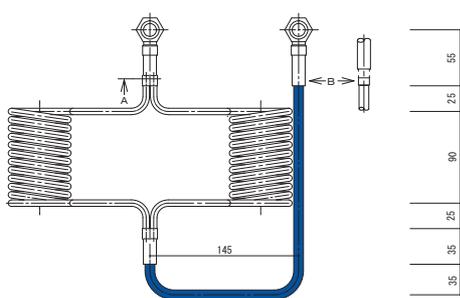


スパイラル高さの微調整を行う。



課題寸法に合致しているかを確認する。

(イ) パイプベンダ加工による方法



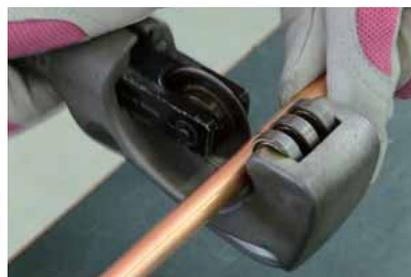
パイプベンダを使用し、左図青色部分の曲げ加工を行う。



銅管の巻き戻し作業を行う。



課題図面から銅管の必要長さを計算してマーキングする。
マーキングした箇所
で切断する。



課題図面から曲げ寸法を読み取り、その寸法からパイプベンダにかかる曲げ長さを減じた寸法の位置をマーキングする。



マーキングした位置をパイプベンダのゼロ位置に合わせる。



POINT

冷媒配管は、外径の4倍以上の曲げ半径が推奨されている。

配管サイズ	最小曲げ半径 (mm)
φ6.35、φ9.52	30~40
φ12.7	40~60

曲げ内側にしわが現れる場合、曲げ半径が過小か、管肉厚が薄く適正でないので使用しない。芯管を管内に通して曲げると、しわを予防できる。



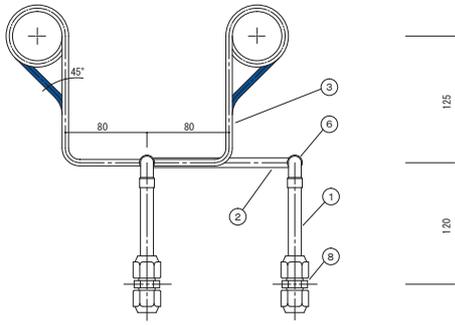
曲げる方向の確認をする。



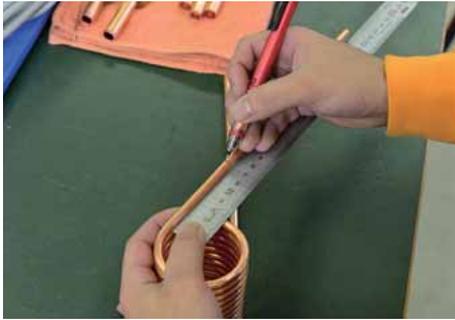
ゆっくりと均一な力で曲げる。



曲げ部分の平行性の確認を行う。



左図の青色部分（45°）の曲げ加工を行う。



課題で指定された角度45°が取れる位置にマーキングする。



マーキングした位置をパイプベンダのゼロ位置に合わせる。



ゆっくりと丁寧に曲げる。

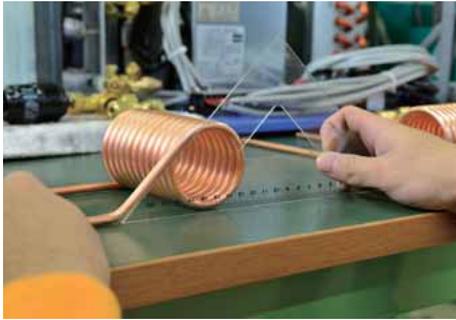
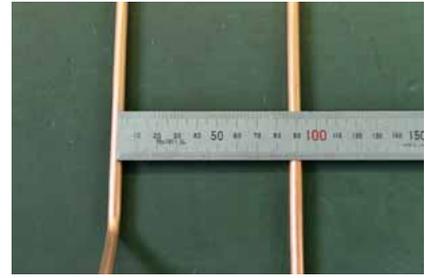


バイスや作業台を利用して、アーム間の平行性、アームの平坦さを調整する。

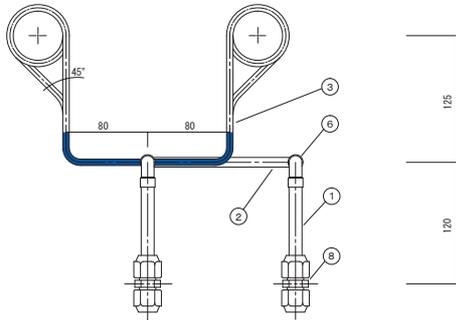




アームの間隔が課題寸法に合致することを確認する。



三角定規で45°の確認を行う。



左図の青色部分の曲げ加工を行う。



曲げる箇所の銅管外側からの長さを課題図面から読み取る。耐火レンガにスパイラル部分を押しあてて固定し、スケールを当てて曲げる箇所をマーキングする。



マーキングした位置をパイプベンダのゼロ位置に合わせる。



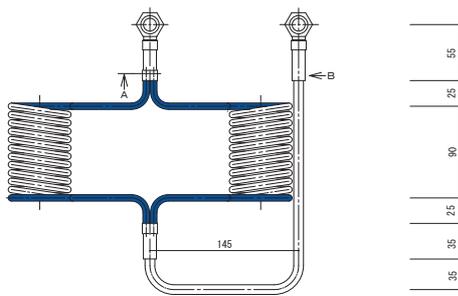
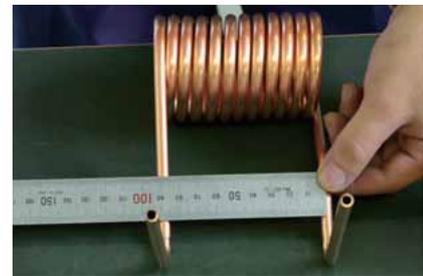
曲げる方向を確認した後、ゆっくりと曲げる。



作業台に載せて平坦さを確認する。



課題寸法に合致していることを確認する。



左図の青色部分を製作するために、曲げ加工及び切断作業を行う。



目視により水平垂直等の微調整を行う。



課題寸法に基づき、曲げ加工する位置にマーキングする。



パイプベンダを使用して丁寧に曲げ、曲げ方向を確認する。



反対側のアームを曲げる。



微調整を行う。



課題寸法に基づき、切断位置及びロウ付けする重なり深さ（挿入位置）をマーキングする。

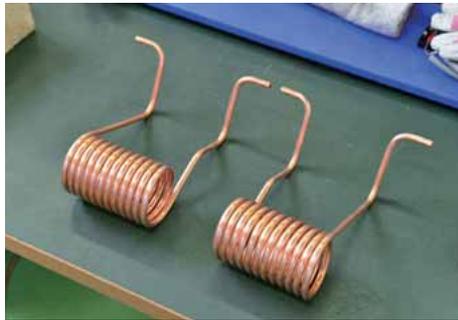




パイプカッタにより切断する。



銅管用のハンドリーマを使用してバリ取りを行う。



蒸発器の曲げ加工を終えたところ。

[5] 拡管作業



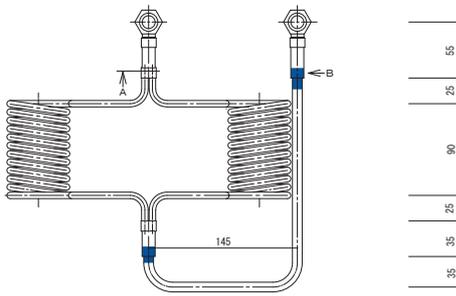
課題のポイント

チューブエキスパンダを使用した銅管の拡管作業を行う。
銅管の伸縮の性質を理解して加工する。
寸法精度と加工スピードが求められている。
作業中に管端が変形した場合は、サイジングツールを使用して変形した管端を真円に修正する。



切断した銅管の拡管を行う。
管端の一部だけに力がかからないように、銅管を少しずつ手で回しながら拡管する。





左図の青色部分の拡管を行う。



拡管のためのマーキングを行い、その位置で切断する。



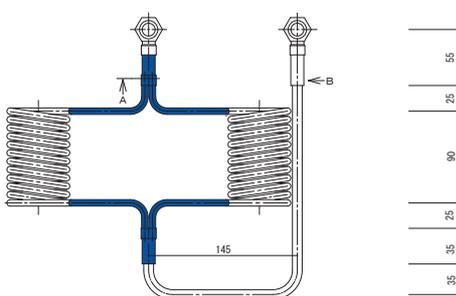
チューブエキスパンダを使用して拡管を行う。



接続が的確にできるかを確認する。



[6] 接続加工



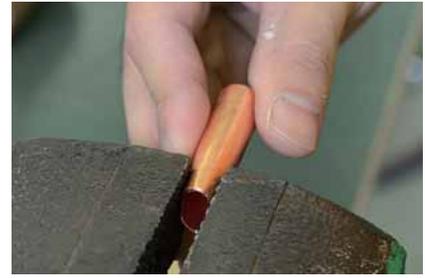
左図の青色部分の接続加工を行う。
太い配管が細い配管を
包み込むように加工する。



A 部断面



バイスを利用して、2本のパイプを挿入できるように変形させる。



向きを変えて整形する。



製作加工したパーツの2本の銅管を挿入する。



挿入した2本の銅管が動かないように貫通ドライバを使用して銅管を潰し、仮止めを行う。

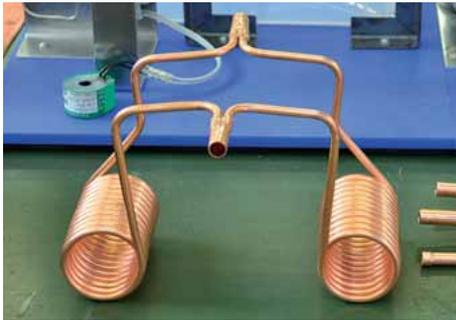


課題寸法に合致していることを確認する。





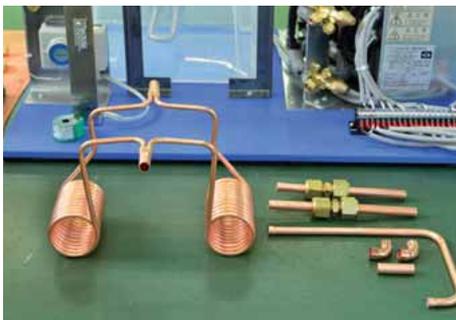
確認できたら、2本のパイプを固定する。



接続加工の完了。



[7] ロウ付けによる接続作業



ロウ付けする主なパーツ

課題のポイント

美しく速くロウ付けする。

ロウ（融点：450℃以上の溶加材）を使用し母材を溶融せずに「濡れ」と「毛細管現象」により接続する。毛細管現象が十分作用しない場合、接合部でロウが行き渡らない部分が発生し接続不良となる。

冷媒配管は、「乾燥」、「気密」、「清浄」を保持することが大切である。ロウ付け時の管内部の酸化被膜の形成を防止するため、加熱時には窒素ブローを行い、管内部に不活性ガス（窒素ガス）を充満させて酸素を減少させる。



ロウ付けによる接続作業で使用する工具類。

POINT

銅管同士の接続にはりん銅ロウを用いる。5～8%含まれるりんの還元作用によりフラックスを使用しないで銅管のロウ付けが可能。



窒素ブローに使用する工具。

POINT

窒素ブロー用キャップは、切断作業で発生する残材の銅管を利用して自作する。



窒素ブローに適切な流量となるように供給圧力を調整する。



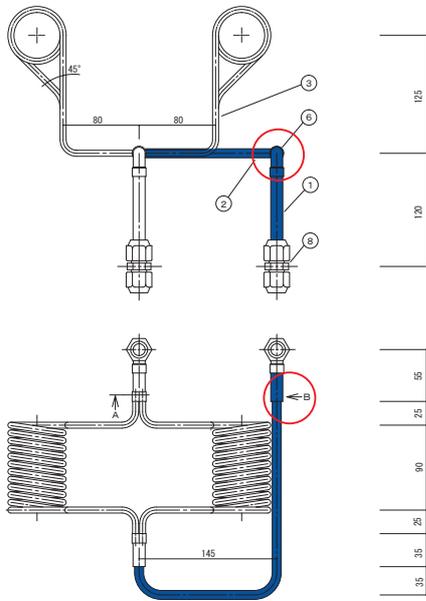
POINT

窒素置換せずに銅管を加熱すると管内面に酸化被膜（黒色）を形成してしまう。この膜が剥離すると、電磁弁・キャピラリチューブ・アキュムレータの油戻し穴や圧縮機内部の油ポンプ吸込口等に詰まることがあり、正常な運転を妨げる原因となる。窒素ブローをすると酸化皮膜の形成を防止できる。



窒素ブローなし

窒素ブローあり



左図の青色部分のロウ付けによる接続を行う。



ロウ付けする銅管に窒素ブロー用の細管を挿入して、キャップを装着し、窒素が流れていることを確認する。



管内に窒素ガスが流れていることを耳を当てて確認する。



ロウ付けを行う。
ロウ付けの際には、遮光性のある保護メガネを着用する。



POINT

炎は直角に当てて、常に動かし続ける。
ロウ付け部分が赤褐色（600～650℃）から淡赤色（760～850℃）になったときにロウを差す。
隙間の入口にロウを差し、吸い込まれていけば適正温度である。
十分なフィレットをなだらかに形成するようにする。



濡れたウエスで加熱部を冷却する。
加熱した管を十分冷却するまで窒素は流し続ける。



キャップを取り外し、製作したパーツを取り付ける。



課題寸法の長さに調整する。



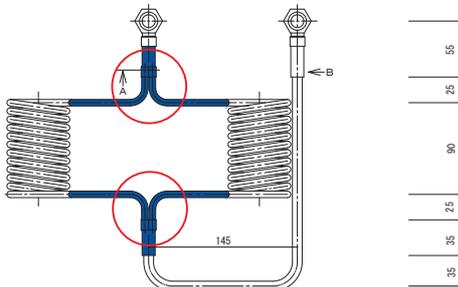
動かないように銅管をプライヤで軽く潰して固定する。



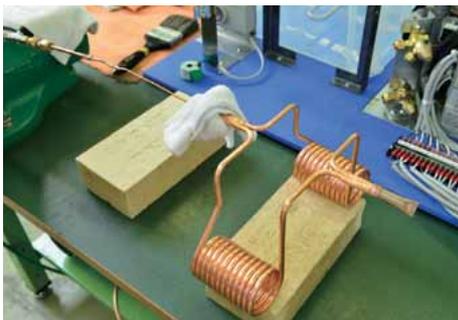
窒素ブローをしながらロウ付けを行う。



濡れたウエスで加熱部を冷却する。



左図の赤丸部分のロウ付けによる接合を行う。



窒素ブロー用の細管を加工パーツの一端に挿入し、濡れたウエスで動かないように固定する。
ブローガスの出口側に製作したキャップをし、窒素の充満を図る。



管内に窒素ガスが流れていることを、耳を当てて確認する。



ロウ付けしない部分に炎が回らないように濡れたウエスを巻いてロウ付け作業を行う。



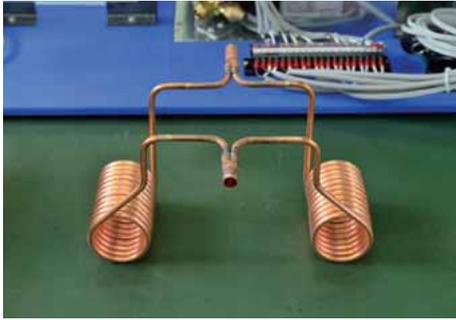
反対側の部分をロウ付けする。



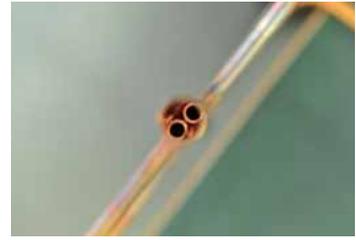
ロウ付け不良が無いかを目視によって確認する。



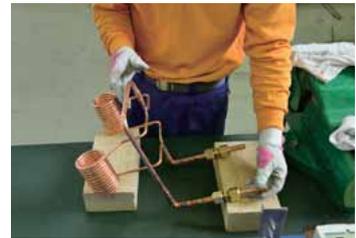
濡れたウエスを使用して加熱部を冷却する。



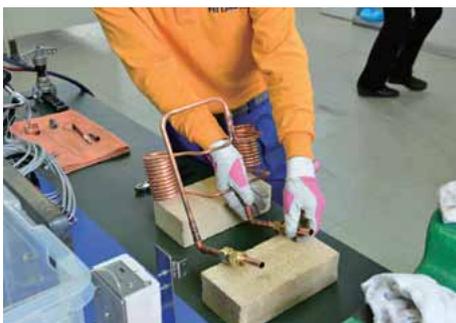
2管を1管に接続するロウ付けを終えたところ。



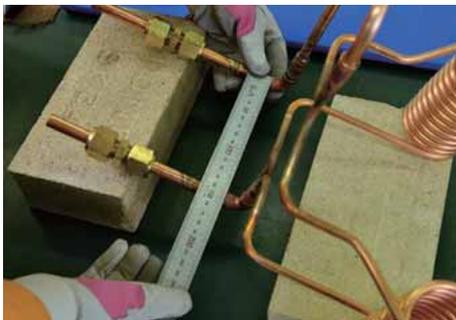
別々に製作したパーツを課題図面のとおりに取り付け、安定した状態でロウ付け接続ができるように耐火レンガを使用して固定する。



課題寸法に合致していることを確認したのち、取り付け部分が動かないようにプライヤで銅管を軽く潰して固定する。



取り付けたパーツの向きが課題図面どおりであることを確認する。



課題寸法に合致しているかを確認する。
火炎を当てたくない箇所、必要に応じて養生を行う。





窒素ブロー用の細管を銅管の一端に挿入して、キャップを装着する。



課題寸法に合致していることを確認した後、ロウ付けを行う。



目視によりロウ付け部分の接続状態を確認する。

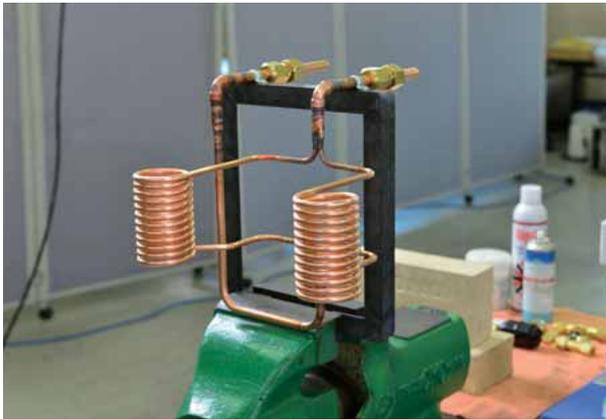


濡れたウエスで冷却する。



蒸発器の加工を終えたところ。

(4) 蒸発器の設置



課題のポイント

製作した蒸発器を課題図面の寸法どおりに組み立てる。
 支持台となる固定金具の部分に据え付け、固定する。
 寸法精度を確保し、見栄え良く設置する。



水槽に製作した蒸発器を置く。



支持金物Aに仮止めする。

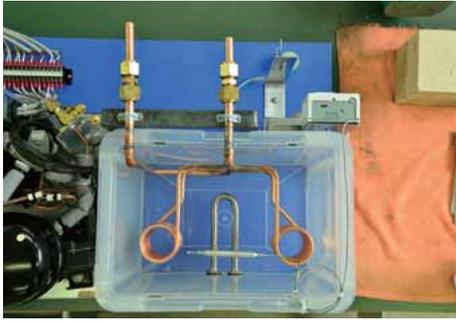


課題寸法に合致するよう調節する。



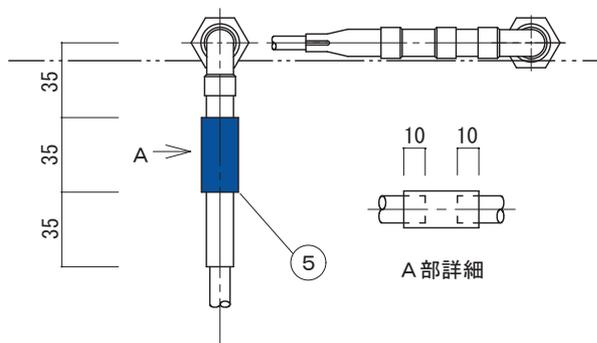
寸法どおりであることを確認し、サドルを確実に支持金物Aに固定する。





蒸発器の設置を終えたところ。

(5) 異種金属（管部：銅管－炭素鋼鋼管）の加工（水槽の外側の加工）



課題のポイント

水槽の外側に取り付ける異種金属（管部）の加工を行う。
 炭素鋼鋼管は、弓ノコを使用して直角に切断する。
 ロウ付けには銀ロウを用いる。
 銀ロウ使用時は、フラックスを使用する。
 銅管及び炭素鋼鋼管の性質を理解して加工する。

[1] 配管用炭素鋼鋼管の切断作業



課題寸法の長さを計測し、鋼管の切断位置をマーキングする。



適宜切削油をさし、弓ノコを使用して切断する。



ヤスリを使用して、切断面を仕上げる。

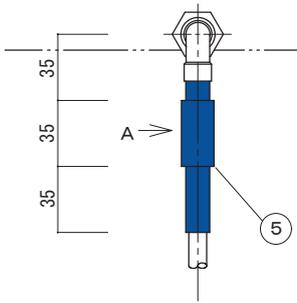


ヤスリを使用して、鋼管の外面のバリ取りを行う。



銅管用スクレーパ型リーマを使用して、銅管内面のバリ取りを行う。

[2] 銀ロウによる接続作業



切断したパーツを使用して、左図の青色部分の銀ロウによるロウ付けを行う。



上下の溶接箇所にフラックスを薄く塗布する。



POINT

フラックスは加熱の際に接合部全体に広がるので挿入する銅管の管端まで塗る必要はない。
挿入する銅管の管端や継手の内面には塗らない。



窒素ブローをしながら、上下の接合部を銀ロウを使用してロウ付けする。





濡れたウエスで冷却、拭き取りし、フラックスを完全に除去する。



POINT

フラックスが配管内に残留すると、異物（コンタミ）となる場合がある。



異種金属ろう付け作業を終えたところ。

(6) 自由製作課題の製作



課題のポイント

最も合理的な配管経路で冷凍サイクルを完成する。

競技者により配管の経路は異なるので、事前に形状を検討し、確定しておく。

この出来具合が冷凍機の冷凍サイクルの能力を左右する。



製作したパーツ（写真下）等を使用して、自由製作課題部分を組み立てる。



フレア部分に冷凍機油を噴霧する。

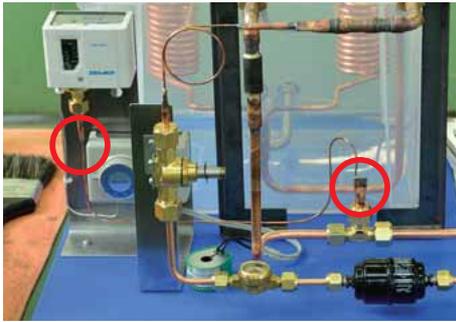


低圧圧力開閉器用圧力取出部のフレア継手に仮固定する。





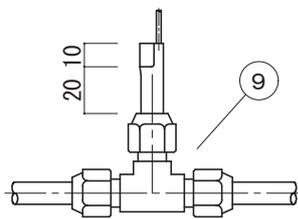
直線方向のフレアナット（赤丸）を確実に締めつける。



仮固定したパーツ（写真下）をはずし、低圧圧力開閉器連絡配管部分のキャピラリチューブ取り出し加工を行う。



キャピラリチューブの挿入長さ（課題寸法）の位置をマーキングする。

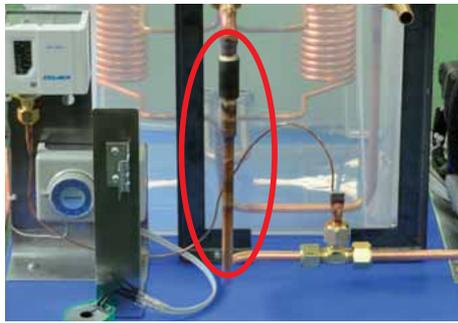


キャピラリチューブを差し込む銅管部分を、プライヤを使用して差し込める程度に潰し、キャピラリチューブをマーキング位置まで挿入し、仮止めする。



バイスを利用して銅管をかしめる。キャピラリチューブの両端とも同様に加工する。





製作したパーツを使用して、左写真の赤丸部分の配管を組み立てる。



チューブエキスパンダを使用して、接合部の銅管のはまり具合を調整する。



スケールを使用して、課題の指定寸法に合致するように調整する。



組み立てた連絡配管部分のキャピラリチューブ（左写真カラー部分）をりん銅ロウを使用してロウ付けする。



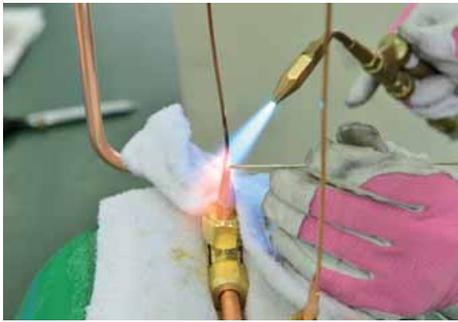
継手部分を利用してパーツをバイスに固定し、組み立てる。



窒素ブロー用キャップと窒素ブロー用細管を取り付ける。



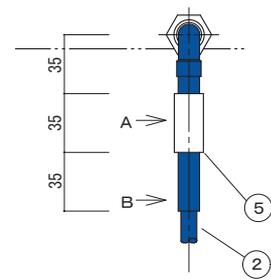
設置したパーツの向きや角度を目視で確認する。



窒素ガスをブローしながら、連絡配管部分の両端をりん銅ロウでロウ付けする。



左写真の銅管赤丸部分（下図青色部分）の銅管部を、りん銅ロウを使用してロウ付け接続を行う。
製作したパーツを右図のとおり組み立てる。



窒素ブローしながら、下部のロウ付け部分をロウ付けする。





上部のロウ付け部分も同様にロウ付けする。



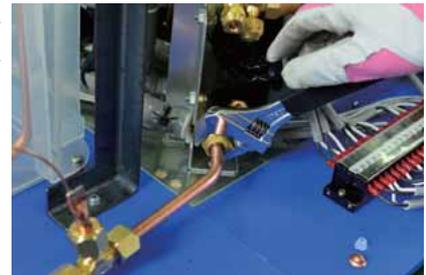
濡れたウエスにより加熱部の冷却を行う。



製作したパーツ（左写真）を写真（下）のように組み立てる。



コンデンシングユニットのガス管（下部）にフレア継手で製作したパーツを接続する（ダブルスパナ使用）。



水槽内の蒸発器部と接続する。



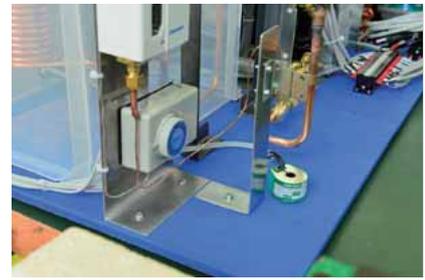
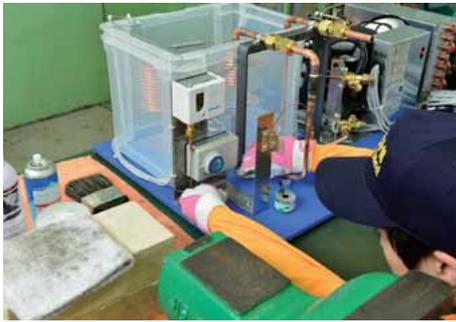
微調整を行う。



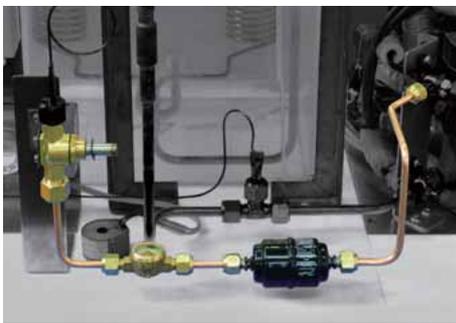
低圧圧力開閉器にフレア継手で接続する。



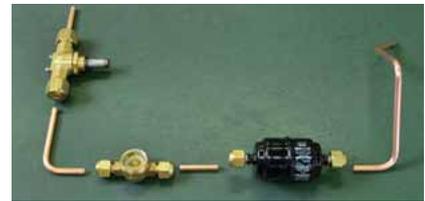
キャピラリチューブの微調整を行う。



課題寸法に合致していることを確認する。



製作したパーツと電磁弁、サイトグラス、ドライヤを使用して、左写真のカラー部分を組み立てる。





電磁弁に接続する側の管端をフレア加工する。



フレア接続部に冷凍機油を噴霧する。



ダブルスパナを使用して、電磁弁と製作したパーツのフレアナットを締め付ける。



パーツの直線性を確認し、微調整を行う。



ドライヤとサイトグラスを製作したパーツに接続する。



サイトグラスの向きを確認し、確実に締め付ける。



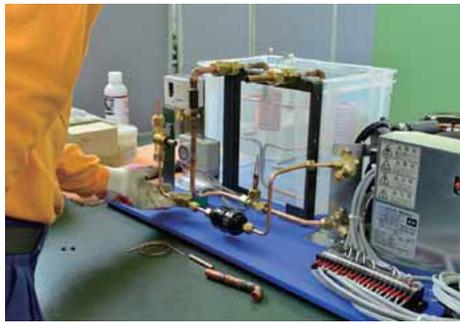
POINT

サイトグラスは、冷媒充填量が不足すると気泡（フラッシュガス）が発生し、その状況を確認することができる。また、サイトグラス内にモイスチャインジケータ付きのものは、その色の变化で水分含有量の良否を判定できる。サイトグラス内の視認性が高いこと、交換等メンテナンス性を考慮することが重要である。



電磁弁をサイトグラス側にフレア接続する。目視により向きや角度を確認し、確実に締め付ける。





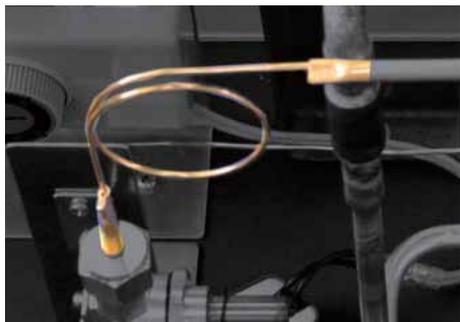
組み立てたパーツとコンデンシングユニットの液管（上部）を接続する。



電磁弁を支持金物Bに固定する。



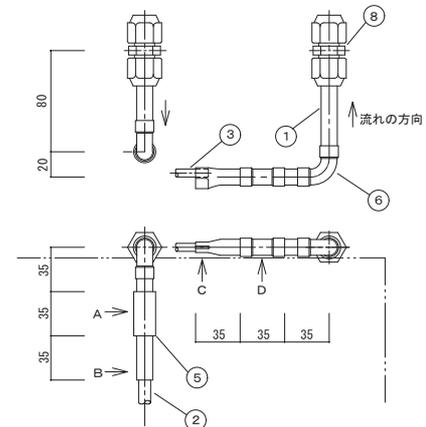
支持金物Bの垂直度を確認し、位置の微調整をする。



キャピラリチューブの曲げ加工、組立て、りん銅ロウを使用したロウ付けを行う。



課題I-3のC部の加工をするために、接続するパーツをバイスに固定する。

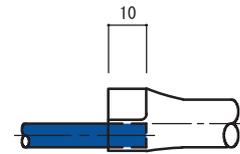




部品③を差し込める程度に太い管をバイスで潰す。



課題寸法に切断した部品③をマーキング位置まで太い管に挿入する。



部品③が抜けなくなるまでバイスでかしめる。



配管用炭素鋼鋼管ジグをバイスに固定し、キャピラリチューブを巻き付ける。



想定した寸法・形状に調整する。



キャピラリチューブを挿入する管端を、挿入できるくらいまでプライヤで加工する。



曲げ加工したキャピラリチューブをマーキングした位置まで挿入し、プライヤでかしめる。



配置の間隔を確認する。



ろう付けの際に火炎をあてたくない部分を養生する。



窒素ブロー装置を調整し、窒素ガスが流れていることを確認する。





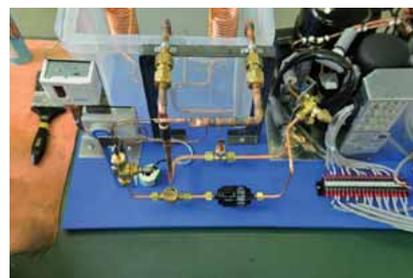
接合部分のロウ付けを行う。ロウ付けしにくい箇所は、必要に応じてロウ棒を曲げて作業する。



ロウ付け部確認後、濡れたウエスで冷却する。

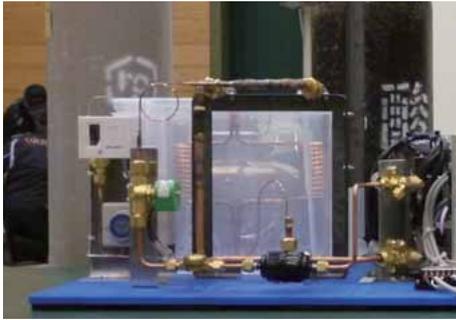
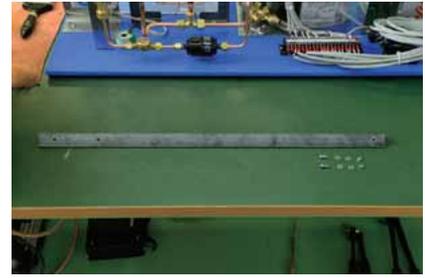


各部分の位置の微調整を行う。





支持金物Aに穴あけ加工した支持金物Eを取り付ける。



自由製作課題部分の配管終了。



電気配線を終えたところ。



ゲージマニホールドをサービスポートに接続し、支持金物Eに取り付ける。



装置の運転を行い、高圧・低圧、圧縮器出入口温度、膨張弁（キャピラリチューブ）前後の温度などを確認し、冷却運転ができているかを確認して完了。

第52回技能五輪全国大会の配線課題（基本課題）のポイントは、以下のとおり。

- SV2による停止時の高低圧圧力のバランス
- タイマ（本来3分間設定）による頻繁な発停の防止
- サーモオフに伴う停止時のポンプダウン制御
- THR-C・51C・63DH等の保護回路

その他、以下の知識も必要となる。

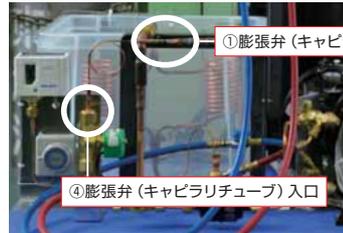
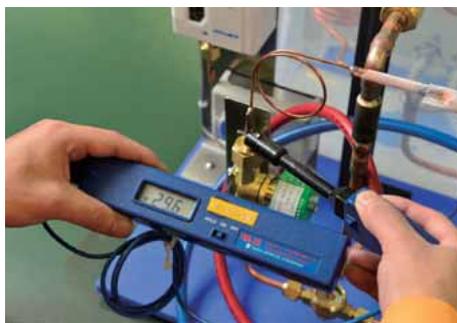
- 対象機器の運転灯、又は停止灯
- ポンプダウン回路の意味・制御方法
- 強制ポンプダウンの方法 等

(8) *p-h*線図上の冷凍サイクル作成およびタイムチャート作成

冷凍機を運転して必要な箇所の圧力、温度を測定し、冷凍サイクルを *p-h* 線図上に記入する。また当日指定のタイムチャートを作成する。測定値は、製作した冷凍機の状態によって選手一人ひとり異なる数値となる。ここでは実演者の冷凍サイクルとタイムチャートを提示する。



ゲージマニホールドの圧縮機高圧側及び低圧側のゲージ圧を読み取る。
膨張弁（キャピラリチューブ）入口及び出口、コンデンシングユニット内の圧縮機吸入口及び吐出口の温度を測定する。

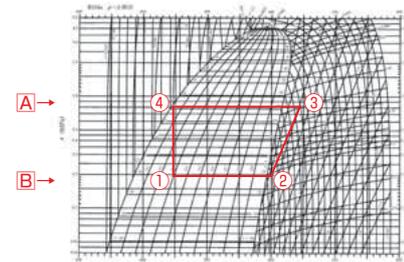


POINT

ゲージ圧の単位はMPa、*p-h*線図の縦軸の絶対圧力の単位はMPa absなので、次式で換算する。
絶対圧力=ゲージ圧+大気圧
≒ゲージ圧+0.1 MPa
膨張弁で減圧する前後の比エンタルピーは等比エンタルピー変化である。



測定値から必要な情報を *p-h* 線図上にプロットし、冷凍サイクルを赤鉛筆で作成する。



圧力

A：圧縮機高圧側

B：圧縮機低圧側

温度

①：膨張弁（キャピラリチューブ）出口

②：圧縮機吸入口

③：圧縮機吐出口

④：膨張弁（キャピラリチューブ）入口

8 期待される取組の成果

(1) 技能五輪全国大会に参加する目的と目標

技能五輪全国大会に参加する目的は、意欲ある若手の技能者の明確な目標を与えて、その技能レベルを短期間に引き上げることにより、将来的に、現場で指導的立場に立ち、また、製品の設計者に対して製造工程での作業性の改善を提案する等の技術的提案力があるような技能者を育成することである。また、技能五輪全国大会で優秀な成績を残した選手を自らの生産現場に有することは、選手のみならず、社員全体の技能向上への関心を高める意味でも大きな意義がある。

(2) 技能五輪後に期待されること

エアコンや冷凍機は、冷凍サイクルで動くようになっている。冷凍サイクルが $p-h$ 線図を描く知識があれば、実際の冷凍空調装置の稼働状態を把握することができるし、万が一故障したときも速やかに故障した部分を判断することができる。エアコンや冷凍機にトラブルが発生した時の故障診断に冷凍空調理論は重要な知識であり、この知識を有する技術者は冷凍空調システムを運用する際の現場でも大きな力を発揮する。五輪経験者は、現場では指導的立場で業務をする技術者となることが期待される。

第52回技能五輪全国大会では初めて自由製作課題（最も合理的な配管経路）が取り入れられた。一番良いと思う作品を想像し、それに向かって製作するにはどうしたらよいかを考えて配管経路を決める。訓練の途中で作業の改善は、選手と相談しながら、選手が作業しやすい方法を模索する。改善を何度も繰り返して、理想とする配管を作り上げていく。課題図面がゴールならばそのゴールにより近い作品を製作するにはどうすればよいか、採点される箇所はどこか、見栄えを良くするにはどうすれば良いかなどを指導員は選手と一緒に考えて考える。このように、競技大会に自由製作課題が取り入れられたことは、アイデアを具現化する技能が鍛えられ、選手のみならず指導員の成長をも促す場になっている。

競技を終了した選手は配管技能のみならず冷凍空調理論、電気理論を訓練で習得しているので、これらの技能を有効活用できる部署に配属されて指導する立場になる。競技会参加のための訓練は、配属部署で指導ができるレベルまでに短期間で教育することができる。

現在、この業界では地球の環境改善を目的として各種製品の省エネ化を強力に図っており、特に冷凍空調技術を利用して農水産物を高度に加工することで得られる新機能を付与した高付加価値商品等が開発されている。冷凍空調技術を利用した冷凍空調による凍結、濃縮、抽出、分離、粉碎、解凍技術は今や世界のキーテクノロジーとして新たな技術分野に位置付けられているが、これらに携わる「ものづくり」の一翼を担う優秀な技能者を育成することができる。



指導をいただいた
日立アプライアンス株式会社
齊藤 慎哉 さん



実技演習していただいた
技能五輪全国大会
第51回大会 金賞受賞
第52回大会 銅賞受賞
日立アプライアンス株式会社
岩辺 大輔 さん



解説をいただいた
日立アプライアンス株式会社
佐藤 道雄 さん



インタビューを受けていただいた
佐藤 道雄 さん (左)、齊藤 慎哉 さん (中央)、岩辺 大輔 さん (右)

卷 末 資 料

(参考資料 1) 第 52 回技能五輪全国大会「冷凍空調技術」職種 競技課題等一式

公 表**第 52 回技能五輪全国大会「冷凍空調技術」職種 競技課題****競技前日に行う作業**

1. コンデンシングユニット、ベース板及び端子台板を、作業台上の任意の位置に配置する。
2. ベース板に水槽（電気ヒータ付）、支持金物 B（電磁弁付）、支持金物 D（サーモスタット等付）を取り付ける。
3. 制御箱、電気ヒータ、サーモスタット等の電線を、端子台板の各端子に結線する。
4. 溶接用ポンペに圧力調整器を取り付け、試験的に着火する。（着火後は、元弁を閉め、ホース内部のガスを抜く。）

課題Ⅰ 冷凍機冷媒配管課題（9：00～13：00）

次の配管等加工手順を参考に、以下の作業を行いなさい。

● 競技時間

課題Ⅰ 標準時間：3 時間 00 分 打切時間：4 時間 00 分

● 配管等加工手順（加工手順の前後は不問）

1. 支持金物 A、熱交換器を完成させ、取り付ける。
2. 部品番号⑧とコンデンシングユニット間を配管する。
なお、減圧用キャピラリチューブについては、全長 300mm、太い配管との重なり深さは 10mm とする。
3. 配管加工完了後、各自の作業スペースで気密試験、真空試験を実施する。
4. 制御盤をコンデンシングユニットの右側に配置し、配線課題（基本課題）を完成させる。
5. 水槽に水をくみ、冷凍機の絶縁が確保されていることを確認する。
6. 冷凍機が冷却運転できることを確認する。（データ測定は課題Ⅱで行う。）

課題Ⅱ 冷凍機運転データ測定、能力計算及びペーパーテスト（課題Ⅱ・Ⅲ合計 13：45～15：45）

課題Ⅰで完成させた冷凍機を使用して、次の課題を行いなさい。

● 競技時間

課題Ⅱ・Ⅲ合計（連続して実施） 標準時間：1 時間 30 分 打切時間：2 時間 00 分

● 作業手順

1. 冷凍機運転開始 5 分後のデータを、「冷凍機能力計算シート」に基づき測定する。
2. 測定結果を基に、p-h 線図上に冷凍サイクルを描き、指示された項目について計算処理する。
3. ペーパーテスト（冷凍空調和機器施工技能検定試験実技ペーパーテスト 1 級問題相当）を行う。
設問は「冷凍空調機の故障と原因」、「空気線図」の 2 問

課題Ⅲ 制御配線課題

課題Ⅱが完了したら、タイムチャートを完成させる。

課題Ⅰの制御盤を使用して、仕様により提示される追加課題 1～3 を、基本課題に追加して配線する。

制御配線課題が完了したら申し出ること。その後、ポンプダウン作業を行うが、作業開始については競技委員の指示による。

なお、ポンプダウン作業は競技時間から除外する。

● 材料表

部品番号	品名	寸法又は規格	数量	備考	持参
①	銅管 (りん脱酸銅管・軟質)	JIS H 3300 C1220T-O 外径12.7mm肉厚0.8mm 長さ約800mm	1	ループ状で支給	
②	銅管 (りん脱酸銅管・軟質)	JIS H 3300 C1220T-O 外径9.52mm肉厚0.8mm 長さ約1000mm	1	ループ状で支給	
③	銅管 (りん脱酸銅管・軟質)	JIS H 3300 C1220T-O 外径6.35mm肉厚0.8mm 長さ約6000mm	1	ループ状で支給	
④	銅管 (りん脱酸銅管・軟質)	外径2mm内径1mm 長さ800mm	1	キャピラリチューブ	
⑤	配管用炭素鋼鋼管 (黒)	JIS G 3452 外径17.3mm肉厚2.3mm 長さ100mm	1	10A、3/8B	
⑥	溶接用銅管継手 (90° エルボ)	JIS H 3401 12.7mm	4		
⑦	サドル	φ12.7mm用	2		
⑧	フレア継手 (ナット付き)	1/2" (12.7mm) ユニオン	2	指定品なし	○
⑨	フレア継手 (ナット付き)	3/8" (9.52mm) ティー (低圧圧力取出用)	1	指定品なし	○
	コンデンスユニット	三菱電機株 M9A-03LAB	1	冷媒R134a 500g充填	○
	支持金物A	等辺山形鋼 (25mm×25mm×3mm)	1	サドル穴、支持金物E固定 用穴以外、加工済み	○
	支持金物B・C・D	アルミ板(t=1.6mm)	各1	加工済み	○
	支持金物E	25mm×25mm×3mm	1	穴以外、加工済み	○
	電磁弁	サギノミヤ SEV-502BX	1	取付板(付属品)使用	○
	電気ヒータ	YAGAMI LUB1J50	1	水槽に取付	○
	サーモスタット	サギノミヤ BLS-C1020-L1	1	支持金物Dに取付	○
	低圧圧力開閉器	サギノミヤ SNS-C106	1	支持金物Dに取付	○
	ドライヤ	コンデンスユニット付属品	1	相当品可	○
	サイトグラス	1/4"フレア接続タイプ	1	指定品なし	○
	ベース板	510mm×418mm×9mm	1	穴加工済み	○
	端子台板	150mm×480mm×9mm 接地極付プラグ、コト1.5m	1	端子等、取付済み	○
	制御盤	370mm×315mm×9mm	1	機器取付済み	○
	溶接棒(りん銅ロウ)	JIS Z 3264 BCuP-3 φ2.4	2		
	溶接棒(銀ロウ)	JIS Z 3261 BAg-4 φ1.6	1	異種金属用	
	フラックス		1	銀ロウ用	
	ガラス管ヒューズ	0.5A	2	制御盤用	
	ビニルキャブタイヤ 丸形コード	VCTF 1.25平方ミリ 2心(灰)	一式	制御盤-端子台板 主回路連絡配線	○
	ビニル平行コード	VFF 1.25平方ミリ 2心(灰)	一式	制御盤-端子台板 制御回路連絡配線	○
	600Vビニル絶縁電線	IV 1.25平方ミリ(黄)	一式	制御盤配線用	○
	結束バンド (ケーブルタイ)	幅3.5mm 長さ150mm(乳白)	必要数		○
	小ねじ (なべ・プラス)	M4~M6	必要数	各種機器類、 支持金物等固定用	○
	六角ナット	M4~M6	必要数	各種機器類、 支持金物等固定用	○
	平座金	呼び4mm、5mm、6mm	必要数	各種機器類、 支持金物等固定用	○

● 採点項目及び配点

採 点 項 目		配 点	備 考
課 題 I	作 品	60	課題 I 及び課題 III の採点は、 減点法とする。 なお、課題ごとの得点がマイナス点となる場合は、0点として処理する。
	寸法精度 出来栄え		
作 業 内 容			
課 題 II	冷 凍 機 能 力 計 算	16	
	ペ ー パ ー テ ス ト	4	
課 題 III	タ イ ム チ ャ ー ト	20	
	作 品		出来栄え
	課 題 完 成 度		
	作 業 内 容		
得 点 合 計		100	

その他、詳細は第 52 回技能五輪全国大会「冷凍空調技術職種 注意事項」(別紙)によること。

■タイムスケジュール

○競技会場下見日【平成26年11月28日(金)】

時 刻 (時:分~時:分)	所要時間 (時間・分)	適 用
09:00~09:10	0・10	受付、溶接作業資格証確認
09:10~09:40	0・30	作業場抽選、注意事項の伝達
09:40~11:40	2・00	持参工具及び材料の展開、支給材料の確認 ベース板に水槽、支持金物B、支持金物Dを取付 制御箱、電気ヒータ、サーモスタット等を端子台板に結線 溶接吹管試験着火、質疑応答

○競技実施日【平成26年11月29日(土)】

時 刻 (時:分~時:分)	所要時間 (時間・分)	適 用
08:30~08:40	0・10	集合・受付
08:40~09:00	0・20	課題説明・注意事項
09:00~12:00	3・00	競技(課題 I 標準時間 3時間)
12:00~13:00	1・00	競技(課題 I 延長時間 1時間)
注 気密試験、真空試験、絶縁測定等は、競技委員等立会いの下、確認を受け、次の行程に進む。		
12:00~13:35	1・35	昼食・休憩
13:35~13:45	0・10	課題 II・III 説明
13:45~15:15	1・30	競技(課題 II・III 標準時間 1時間30分)
15:15~15:45	0・30	競技(課題 II・III 延長時間 30分間)
15:45~16:00	0・15	ポンプダウン作業
16:00~16:15	0・15	工具・材料片付け、清掃、解散

注 競技が終了又は昼食・休憩となる場合は、5分前にその旨を通告する。

公表

第52回技能五輪全国大会「冷凍空調技術」職種 持参工具一覧表

区分	品名	寸法又は規格	数量	備考	
工具類	スパナ	各種	適宜	モンキスパナ可	
	プライヤ		適宜		
	ニツバ		1		
	ワイヤストリッパ		1		
	片手ハンマ		1		
	やすり	各種(紙やすりは除く)	適宜	ロウ付け後のみがき加工は禁止	
	センターポンチ		1		
	けがき針		1		
	弓ノコ	弓ノコ・ノコ刃ともサイズ自由	1	ノコ刃予備含む。	
	パイプカッタ		適宜	鋼管切断のみ使用 電動式は不可	
	パイプベンダ	3/8", 1/4"用	各1		
	チューブエキスパンダ	3/8", 1/2"用	適宜		
	面取器	各種	適宜	銅管用、鉄管用	
	フレアツール	1/2", 3/8", 1/4"用	1	電動式は不可	
	ドライバ	各種	適宜	電動式は不可	
	ハンドドリル	回転用(充電式可)	1	穴開け加工はハンドドリルを使用	
	ドリルビット	各種	適宜	固定金具穴開け用	
	ラチェットレンチ	四角穴	1	コンデンシングユニット操作弁用	
	配管用炭素鋼鋼管(白)	JIS G 3452 外径48.6長さ250mm	1	蒸発器曲げ加工用ジグ	
	圧力調整器	酸素用、アセチレン用	各1	ゴムホース付き	
	圧力調整器	窒素置換、気密試験用	1	気密試験圧力1.6[MPa]	
	圧力調整器用アダプタ	酸素用、窒素用	適宜	酸素ポンベと窒素ポンベは「雌ねじ」	
	ホース	窒素置換用	1		
	バルブ又はコック	窒素置換用	適宜	必要に応じて使用	
	コックハンドル	酸素、窒素、アセチレン用	各1		
	溶接用吹管	シングルバーナに限る。	1		
	火口掃除針		1		
	点火ライター		1	溶接用に限る。	
	耐火レンガ	JIS R 2101	2	各辺[mm] 230×114×65以下	
	溶接作業用シート	耐熱性	適宜	課題作品、作業台養生用	
	ガス漏れ検知液		1	配管、ポンベホース等漏れ検査用	
	冷凍機油	油さし入り	1	フレア部用	
	切削油	油さし入り	1	穴あけ加工用	
	水用ポリタンク	20L ノズルなし 白色	1	水槽の給水、排水用	
	灯油ポンプ	水槽の給水、排水用	1	手動、電動いずれも可	
	測定具類	ノギス		1	
		直尺(スケール)	300~600各種	適宜	コンベックスメジャ可
		曲尺(さしがね)		1	
		サーキットテスタ		1	
		絶縁抵抗計	500Vメガ	1	
クランプ電流計			1		
ゲージマニホールド			1	R134a用	
真空ポンプ			1		
表面温度計			1	非接触式は不可	
ウエス			適宜		
小ぼうき			1		
保護めがね			適宜	ロウ付け・切削用	
保護手袋			1	ロウ付け用	
作業帽又は保護帽			1		
腰袋			適宜	必要に応じて使用	
ガス溶接技能講習修了証又はガス溶接作業主任者免許証			1		
安全靴			1		
工具スタンド又はボックス		各辺の長さ400mm以内	適宜	蓋のないものに限る。	
踏み台			適宜	身長と作業台高さとの調整用	
ストップウォッチ			1		
電卓			1	プログラム機能付きは不可	
筆記用具			適宜	p-h線図記入用に赤鉛筆必須	
三角定規			1	p-h線図記入用	

公表

第52回技能五輪全国大会「冷凍空調技術」職種 競技会場設備基準

区分	品名	寸法又は規格	数量	備考
設備類	作業スペース	幅2500mm×奥行き2500mm	各1	
	作業台	中量又は重量作業台、下部に棚板付き	各1	
	万力	125mm以上	各1	作業台長辺左側に固定
	過負荷保護付漏電遮断器	AC100V B20A 感度電流30mA以下	各1	作業台右奥脚に固定
	電源	AC100V 15Aコンセント2口 (接地極付)	各1	作業台天板右側
	溶接用ポンベ(酸素)		各1	作業台反対側に固定
	溶接用ポンベ (アセチレン)		各1	作業台反対側に固定
	窒素ガスポンベ		各1	作業台反対側に固定
	水用ポリタンク	20L ノズルなし 幅200mm以下	2	水槽給水、排水用
	水バケツ		各1	
	選手用折りたたみいす		各1	ペーパーテスト用
	長机		8	白布つき
	コンデンシングユニット		2	予備
	時計		2	
工具類	ドライバ		4	各種
	ニツパ		4	
	パイプカッタ		4	銅管用
	モンキスパナ	250mm、300mm	各4	
	ガラス管ヒューズ	30A	20	再支給用
	ガラス管ヒューズ	0.5A	100	支給、再支給用
	電磁弁	サギノミヤ SEV-502BX (コイルAC100V)	2	フレアタイプ
	サーキットテスタ		1	
	絶縁抵抗計	500Vメガ	1	
	クランプ電流計		1	
	ゲージマニホールド		1	R134a用
	真空ポンプ		1	
	ガスもれ検知液	ギュボフレックス	1	
	その他	p-h線図		各1
冷媒ガス		5kgボンベ入り	1	R134a
台はかり			1	冷媒計量用
ビニルテープ		白	1	
灯油ポンプ		水槽の給水、排水用	1	
ワイヤレスマイク		スピーカ別仕様のもの	1	
ホイッスル			1	
消火器			適宜	

公表

第 52 回技能五輪全国大会「冷凍空調技術」職種 注意事項

以下の「注意事項」に違反した場合は、失格又は減点となる場合がある。

■注意事項

1. 競技課題、競技用図面等は、競技当日配布するものを使用すること。
2. 「持参工具等一覧表」にない工具、加工用治具等の持参は禁止する。ただし、安全に留意しながら支給材料を加工用補助具として使用することは可とする。
3. 競技中は、競技委員及び競技補佐員（以下、競技委員等）以外の者との一切のコンタクトを禁止する。
4. 最も合理的な配管経路により、冷凍サイクルを完成させること。
なお、油戻しのための横走り管の下り勾配は不要とする。
5. ロウ付け時は、窒素ブローを行うこと。（ブロー用ホース、配管の形状等は自由）
6. ロウ付け部の冷却は濡らしたウエスにより行うこと。
7. 管や継手などは、必要に応じて最小限ヤスリなどで加工して使用すること。
なお、ロウ付け部のみがき加工やロウ材の削り落とし作業等は禁止する。（ウエスによる拭き取り作業のみ可）
8. 全ての穴開け加工は、ハンドドリルを使用すること。
なお、ハンドドリルは充電式ドリルでも可とするが、ドライバとしての使用は禁止する。
9. 作業時の服装は、長袖とする。
10. ハンドドリル使用時は手袋の着用を禁止する。
11. ロウ付け作業、穴あけ作業は、保護メガネを着用すること。
なお、ロウ付け作業には、遮光性のあるものを使用すること。
12. 工具ボックス、工具スタンドの大きさは各辺とも 400mm 以内とし、いずれか 1 つを作業台に置くことができる。
13. 窒素ガスは、酸化皮膜生成防止のための窒素ブロー用並びに気密試験用として使用すること。
14. ロウ付け作業は、配管を仮固定した状態、万力を使用した状態、耐火レンガ上で行う状態、いずれも可とする。
なお、耐火レンガを使用したロウ付け作業は、作品及び耐火レンガが天板の内側にある状態で行うこと。
15. ロウ付けにより作業台等を汚損しないこと。（溶接作業用シート等による作業台等の保護も可とする。）
16. 異種金属のロウ付けは、銀ロウにより行うこと。
17. 作業台付近の水の入ったバケツは、ウエスを濡らすことに利用する。
18. 競技開始後、材料の再支給が必要となった場合は申し出ること。ただし、相当の減点となる。
19. 気密試験は、作業スペースにて競技委員等の立ち会いの下、選手が行う。
20. 気密試験は、ホース類等の器具を接続する前に競技委員等の確認を受けてから行うこと。
21. 気密試験に引き続き、真空試験を行うこと。
22. 漏れがあった場合、漏れ箇所を修正し、再度、気密試験を実施する。
23. 真空ポンプ運転中並びに真空放置中に、安全に配慮しながら他の作業を実施することも可とする。
24. 水槽の給水・排水は、水用ポリタンクを作業台の上に乗せ、安定した状態で灯油ポンプを使用して行うこと。
25. 絶縁抵抗測定は、競技委員等の確認を受けてから行うこと。
26. 絶縁抵抗測定が終了したら、コンデンシングユニット内の冷媒を配管側に開放し、冷却運転することを確認する。

27. 課題Ⅰが終了したら、作業台上及び作業台周辺の片付けをしてから競技委員等に申し出ること。(掃き掃除などは不要)
28. 冷凍機の運転状態が安定しない場合でも、運転開始5分後の運転データを測定すること。
29. 圧縮機ピストン押しのけ量は、60Hz地域の値で提示する。それにより計算処理すること。
30. 課題Ⅱ、課題Ⅲは連続して行う。課題Ⅱの解答用紙等を提出した後、課題Ⅲのタイムチャートへ進むこと。
31. タイムチャートを作成するに当たり、制御盤を使用した動作確認は禁止する。
32. タイムチャートの横軸(時間)は、時間表記のあるもの以外は、ノンスケールとする。
33. タイムチャートを記入するに当たり、定規の使用の有無は問わない。
34. タイムチャートの解答用紙を提出した後、課題Ⅲの追加配線課題へ進むこと。
35. 課題Ⅲは、追加課題1~3ごとに競技委員等の確認を受け、次の課題に進むこと。
36. 課題Ⅲ提出時は、結束バンド(ケーブルタイ)を使用した状態で提出すること。
37. 制御配線課題が全て完了したら、競技打ち切り時間を待ってポンプダウン作業を行う。
38. ポンプダウン作業は競技時間外に行い、手際のよし悪しのみ採点対象とする。
39. 冷凍機は、ポンプダウンが完了し、コンデンシングユニットの操作弁を閉鎖した状態で提出すること。
40. 課題Ⅲが作業途中で打ち切りとなった場合は、冷凍機を運転できる状態にし、競技委員等の確認を受けた後、手動でポンプダウン作業を行う。

■気密試験実施要領

配管加工終了後、各自の作業スペースで気密試験を行う。

- ① 気密試験を開始する旨、競技委員等に伝える。
- ② 競技委員等立会いの下、指定圧力の1.6[MPa]まで段階的に圧力を上昇させる。
- ③ バルブを閉じて15秒間放置し、圧力が低下しなければ合格とする。
- ④ 圧力が低下する場合は、ガス漏れ検知液で漏れ箇所を特定し、補修する。
- ⑤ 試験の方法については、別紙「気密試験作業標準」による。

■真空試験実施要領

気密試験終了後、真空試験を行う。

- ① 真空ポンプを10分間運転(真空乾燥作業)し、連成計が -0.1 [MPa]になっていることを確認する。
- ② 2分間そのままの状態にし、連成計の針が戻らなければ合格とする。(真空放置試験)

■絶縁抵抗測定要領

冷凍機の運転に先立ち、圧縮機、送風機、電気ヒータ各部の絶縁抵抗測定を行う。

- ① 水槽に水を汲む。
- ② インターフェイス端子台の適切な端子に電圧を印加し、抵抗値が 10 [M Ω]以上あることを確認する。

■ポンプダウン作業実施要領

課題Ⅲに続き、ポンプダウン作業を行う。(競技時間外)

- ① SW1を閉にする。
- ② 冷凍機を運転する。
- ③ コンデンシングユニットのガス側閉鎖弁を全閉し、およそ半回転戻す。
- ④ コンデンシングユニットの液側閉鎖弁を全閉する。
- ⑤ 高圧側連成計が 0 [MPa]になったらガス側閉鎖弁を全閉し、速やかにコンデンシングユニットを停止する。
- ⑥ 15秒後に連成計の圧力が上がらないことを確認する。

■作業環境について

1. 標準作業台：サカエ中量作業台 KT タイプ、間口 1800mm（棚板付、サカエリユーム天板）
2. 作業台の長辺左側に 125mm 以上の万力付き
3. 作業台上に、独立した漏電遮断器で保護された 100V、2 口コンセント（接地極付）あり
4. 作業台反対側に、作業者から見て左から順に窒素ガス、アセチレンガス及び酸素ガスボンベを配置
5. 高さを調整するため、踏み台使用可
6. 約 2.5m×2.5m の作業スペース内に配置し、全ての作業を、作業台及び作業スペース内で行う。

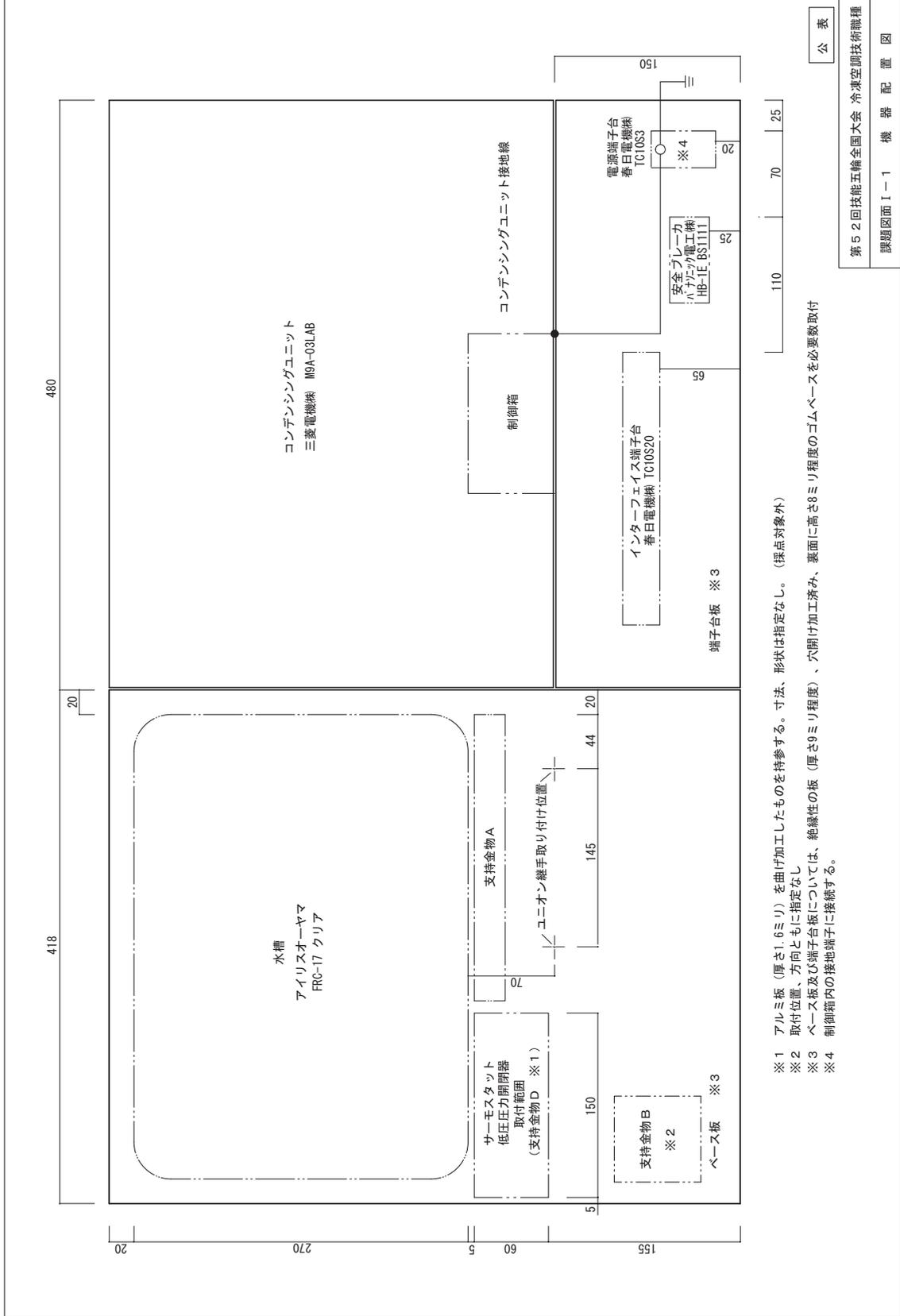
■失格要件（参考）

次に示す項目のうち、1 つでも該当するものがある場合は採点の対象とせず失格とする。

1. 課題（課題Ⅲの追加課題を除く）が未完成または未提出のもの
2. 課題図に示された以外の加工をしたもの
3. 不正行為並びに禁止された作業等のあったもの
4. 本人の不注意により他人にけがをさせたもの
5. 絶縁被覆を折り曲げると心線が露出するほど被覆が損傷しているもの
6. 心線を著しく損傷しているもの
7. 絶縁被覆を著しくむき過ぎているもの（台座から心線突出など）
8. 絶縁被覆の上からネジで締め付けているもの

■減点要件（参考）

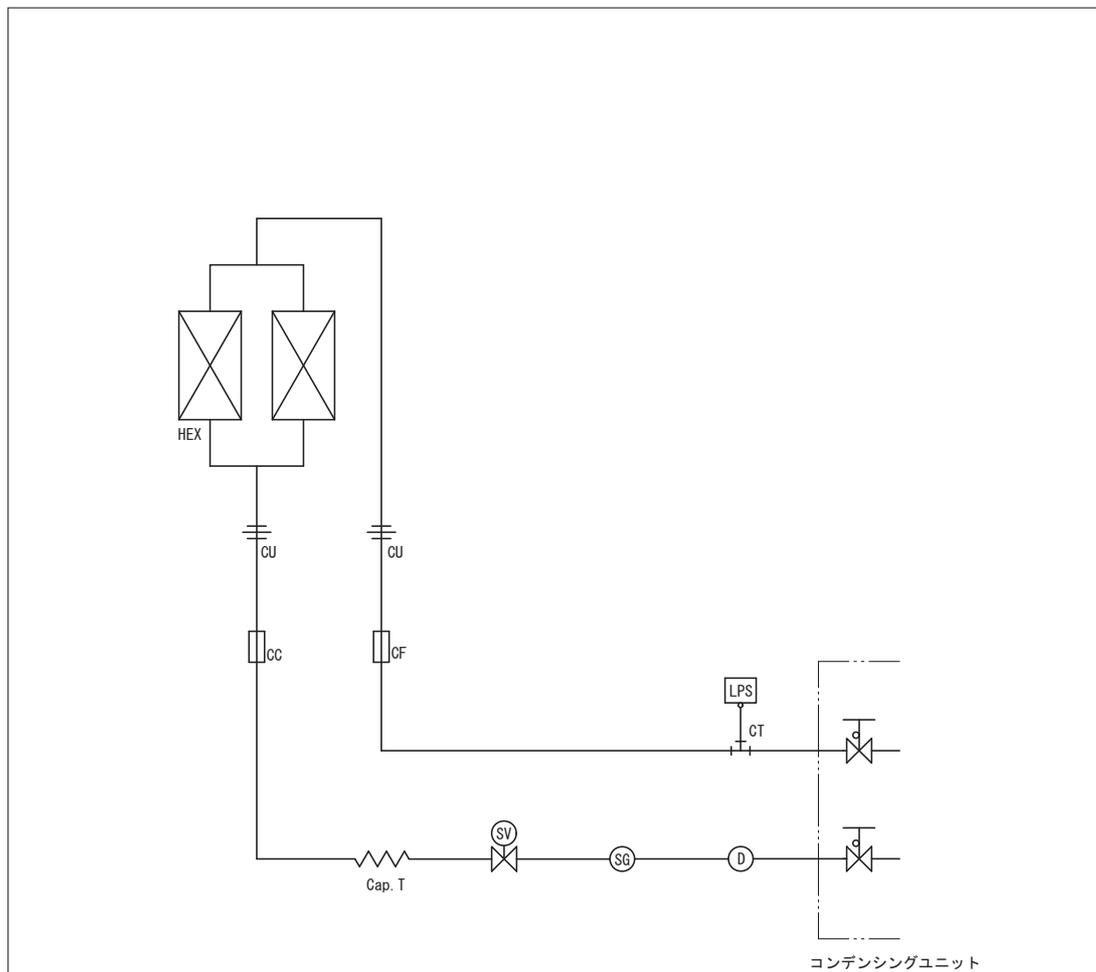
1. 注意事項等で指示された以外の作業を行ったもの
2. 課題Ⅰの仕上がり寸法に 1mm 以上の誤差のあるもの
3. 材料、ヒューズ等の追加支給を受けたもの
4. 標準時間から延長して作業したもの（1 分につき 1 点減点）
5. ロウ付け、ベンダ加工、フレア加工、ループ加工、酸化被膜の付着、ロウ材の溶け込み等の状態が悪いもの
6. 配管、機器類の収まり、全体的な出来栄等が悪いもの
7. 気密試験、真空試験で漏れ箇所があるもの
8. 工具並びに材料等の取扱、作業の手順、保護帽等の着用状態が悪いもの
9. 気密試験、真空試験、絶縁測定、電圧測定、動作確認等の手際の悪いもの
10. 冷凍機のデータ測定方法が正しくないもの（測定箇所、読取り数値の誤り等）
11. 作業誤りにより冷媒ガスを漏えいさせたもの
12. 課題Ⅲの追加課題が出来なかったもの（1 課題につき 3 点減点）



- ※1 アルミ板(厚さ1.6ミリ)を曲げ加工したものを参照する。寸法、形状は指定なし。(採点対象外)
- ※2 取付位置、方向ともに指定なし
- ※3 ベース板及び端子台板については、絶縁性の板(厚さ9ミリ程度)、穴開け加工済み、裏面に高さ8ミリ程度のゴムベースを必要数取付
- ※4 制御箱内の接地端子に接続する。

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種
課題図面1-1 機器配置図

公表



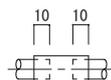
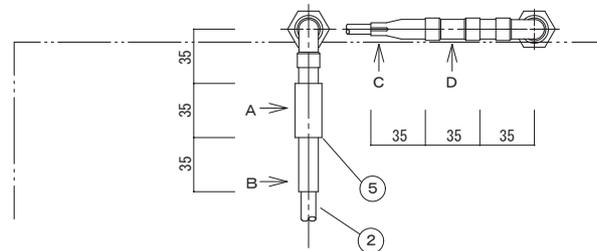
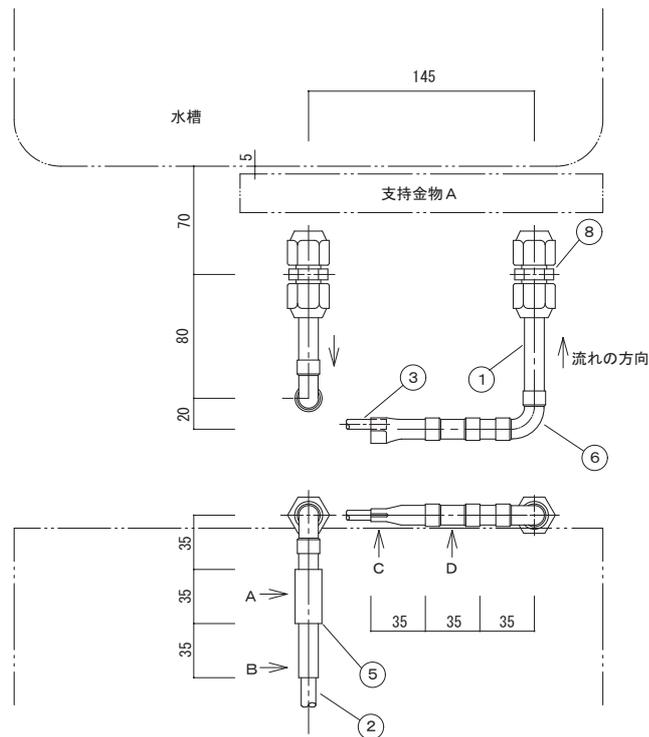
凡例

Cap. T	キャピラリチューブ	D	ドライヤ
CC	銅管継手	HEX	蒸発器
CF	鉄管継手	LPS	低圧圧力開閉器
CT	フレア継手 (ティー)	SG	サイトグラス
CU	フレア継手 (ユニオン)	SV	電磁弁 (SV-1)

公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種

課題I-2 冷媒配管系統図

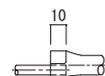


A部詳細



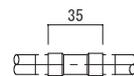
B部詳細

細い銅管を太い銅管の内径まで拡管し、ロウ付けする



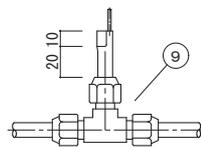
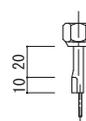
C部詳細

太い配管が細い配管を包み込むように加工し、ロウ付けする



D部詳細

支給材料を拡管してロウ付けする。



低圧圧力開閉器への配管取出し方法

連絡配管は、キャピラリチューブを使用する

公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種

課題I-3 冷媒配管施工図



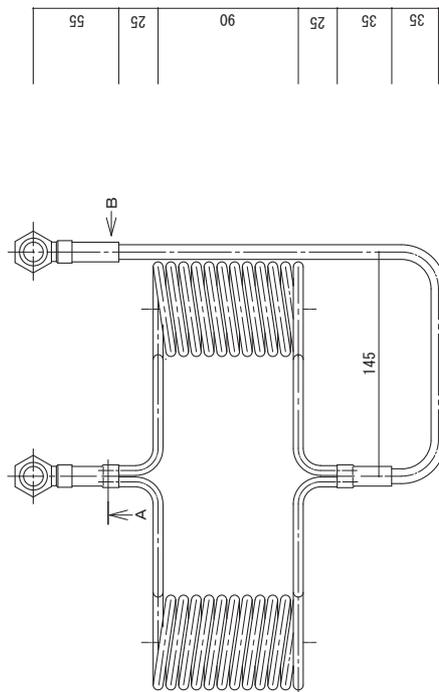
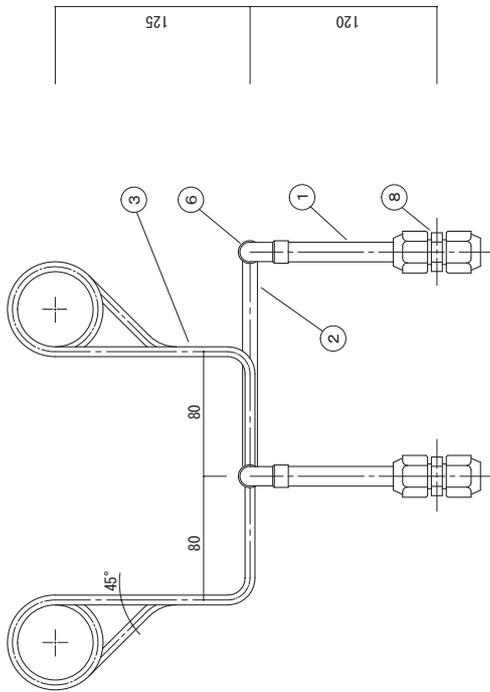
太い配管が細い配管を包み込む
ように加工し、ロウ付けする
重なり深さ 10ミリ

A 部断面



細い銅管を太い銅管の内径
まで拡張し、ロウ付けする

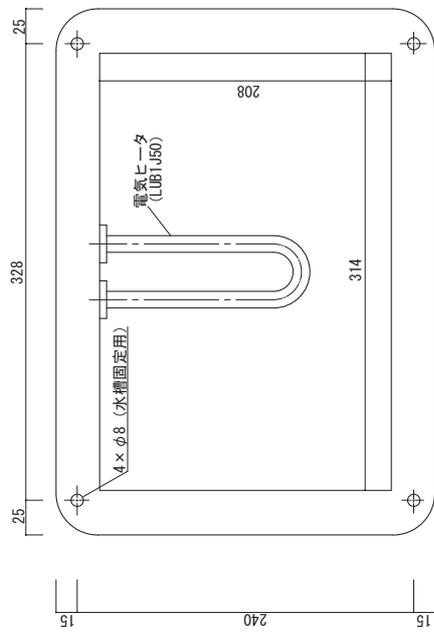
B 部詳細



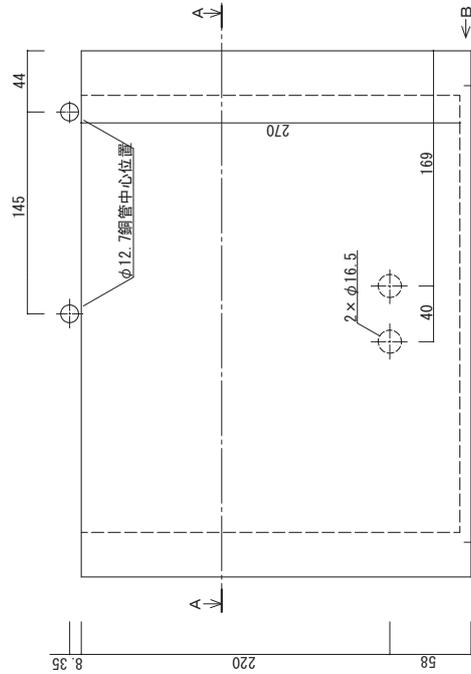
公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種

課題図面 I-4 蒸発器施工図



断面A-A



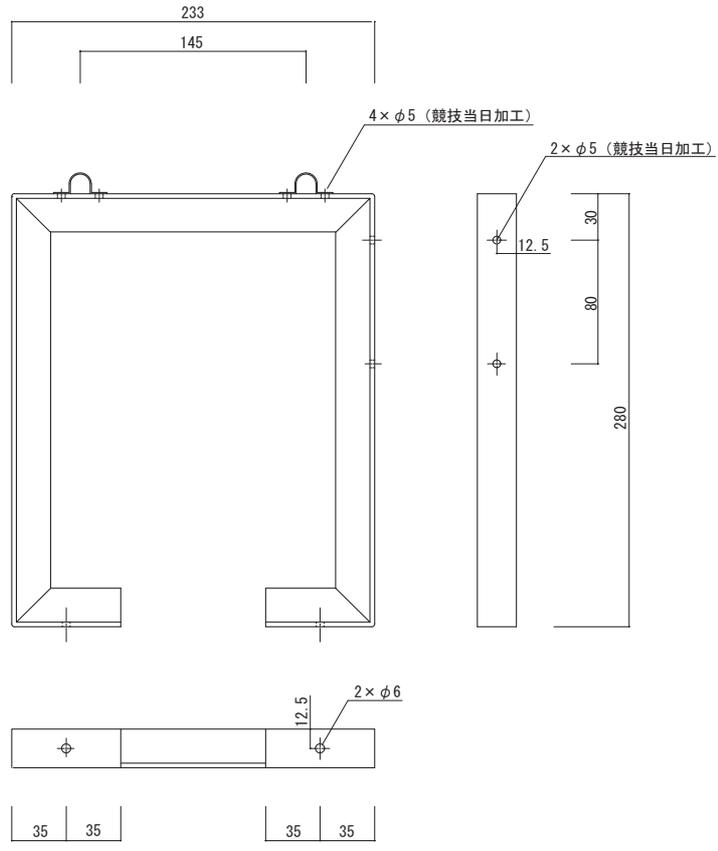
ベース板への取付けは、スペーサを使用して行うこと。(取付状態等は採点対象外)

全て穴加工済みとし、電気ヒータは取付けた状態で持参する。

公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種

課題図面I-5 水槽加工図

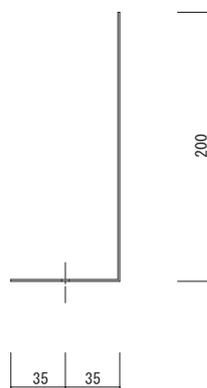
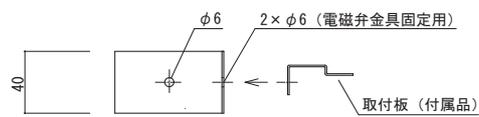


支持金物 A

切断、曲げ及び溶接の方法は指定なし。
 競技当日加工部以外、加工済みのものを持参する。
 競技当日の加工部分のみ、採点対象とする。

公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種
課題 I - 6 支持金物 A 加工図



支持金物B

アルミ製（厚さ1.6mm、加工済み）を持参する。

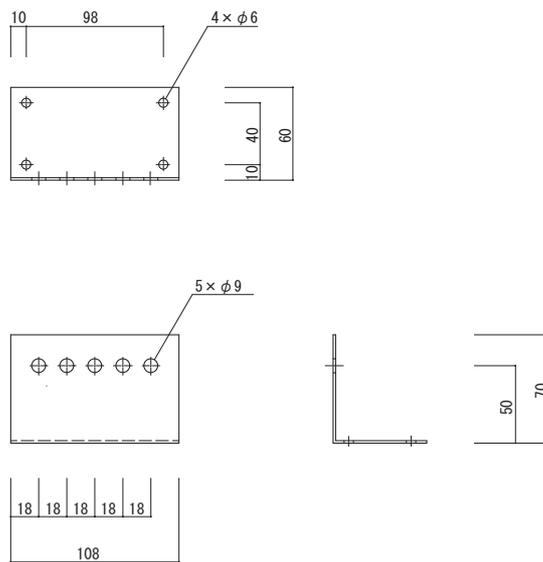
仕上精度は、採点対象外とする。

電磁弁取付高さ及びベース板固定位置は指定なし。

公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種

課題I-7 支持金物B 加工図



支持金物C

アルミ製（厚さ1.6mm、加工済み）を、制御盤に取り付ける。
仕上精度は、採点対象外とする。

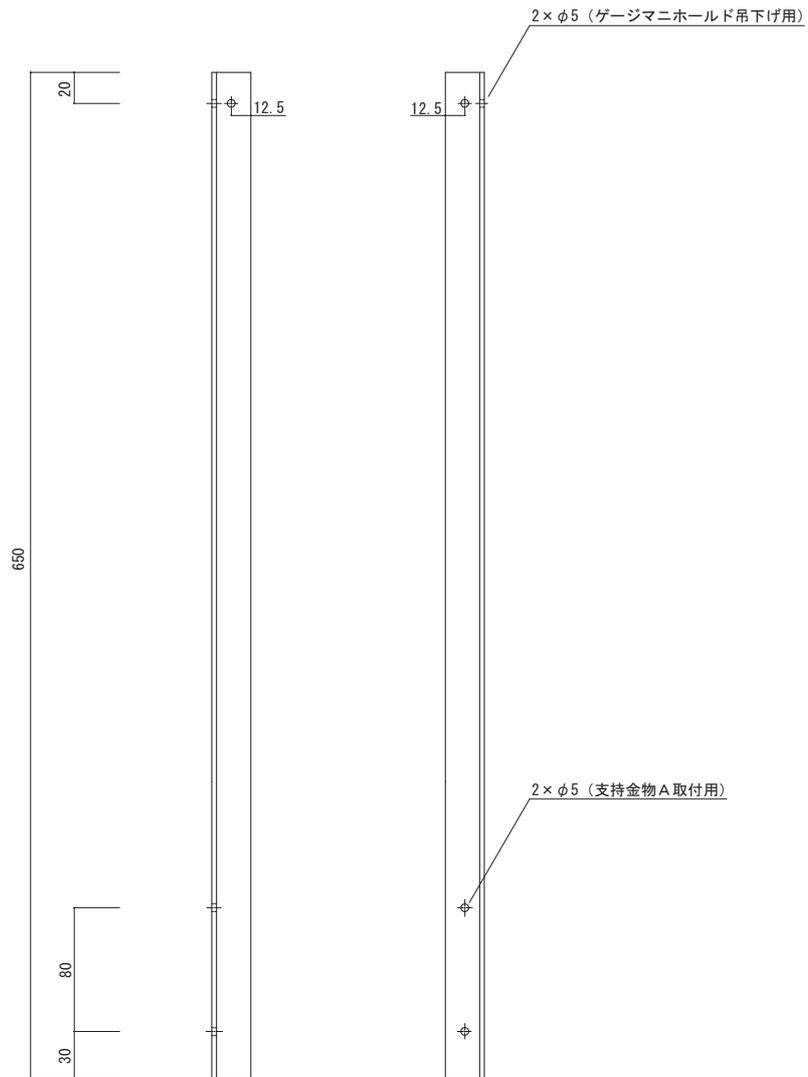
パイロットランプ取付方法

左から乳白、赤、緑、橙の順に取り付け、片側のリード線取付部分を、ジャンパー線で短絡する。

公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種

課題I-8 支持金物C 加工図



支持金物 E

穴加工以外は、加工済みのものを持参する
競技当日の加工部分のみ、採点対象とする

公表

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種

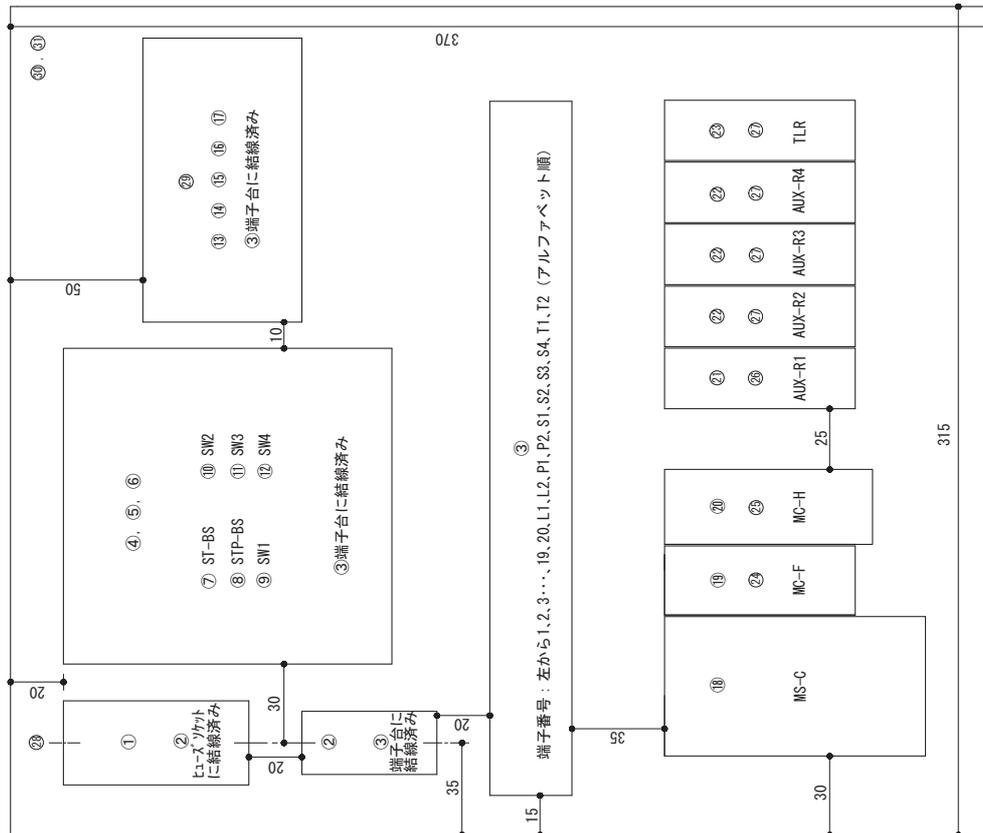
課題 I-9 支持金物 E 加工図

【機器表】

No.	品名	数	標準仕様	端子台番号
①	安全ブレーカ	1	ハナニカ電工機 HB-1E BS1111 (15A)	
②	ヒューズソケット	1	ホトハソケット F7111-2P	1, 2
③	端子台	1	春日電機機 TC10S30 (30極)	
④	スイッチボックス	1	ハナニカ機 4M4E-42個用 DZB262E	
⑤	プレート	1	ハナニカ機 WM6006W (6個用)	
⑥	絶縁取付枠	2	ハナニカ機 WIF3710K	
⑦	押ボタンスイッチ	1	ハナニカ機 WM5461K	3, 4
⑧	押ボタンスイッチ	1	ハナニカ機 WM5460K	5, 6
⑨	スイッチ (SW1)	1	ハナニカ機 WM5061	7, 8
⑩	スイッチ (SW2)	1	ハナニカ機 WM5061	9, 10
⑪	スイッチ (SW3)	1	ハナニカ機 WM5061	11, 12
⑫	スイッチ (SW4)	1	ハナニカ機 WM5061	13, 14
⑬	パイロットランプ	1	機殻詰製作所 DF-8FL W (乳白)	15, 20
⑭	パイロットランプ	1	機殻詰製作所 DF-8FL R (赤)	16, 20
⑮	パイロットランプ	1	機殻詰製作所 DF-8FL G (緑)	17, 20
⑯	パイロットランプ	1	機殻詰製作所 DF-8FL O (黒)	18, 20
⑰	パイロットランプ	1	機殻詰製作所 DF-8FL B (青)	19, 20
⑱	電磁開閉器	1	春日電機機 MUF10-5 HB 622 (圧縮機用)	
⑲	補助リレー	1	ハナニカ機 形MY4N (送風機用)	
⑳	電磁接触器	1	ハナニカ機 形LY2N (電気ヒータ用)	
㉑	補助リレー	1	ハナニカ機 形MY3N (AC100V)	
㉒	補助リレー	4	ハナニカ機 形MY2N (AC100V)	
㉓	タイマ	1	ハナニカ機 形H3Y-2 (AC100V、3秒に設定)	
㉔	ソケット	1	ハナニカ機 形PF14A	
㉕	ソケット	1	ハナニカ機 形PTF08A	
㉖	ソケット	1	ハナニカ機 形PF11A	
㉗	ソケット	4	ハナニカ機 形PF08A	
㉘	差込みプラグ	1	100V15A用 ①に結線済みコード長さ1.5m	
㉙	支持金物C	1	パイロットランプ取付、結線済み	
㉚	ベース板	1	絶縁性 厚さ9mm程度の板	
㉛	ゴムベース	6	径10mm程度 高さ8mm程度 裏面に取付	

【注意事項】

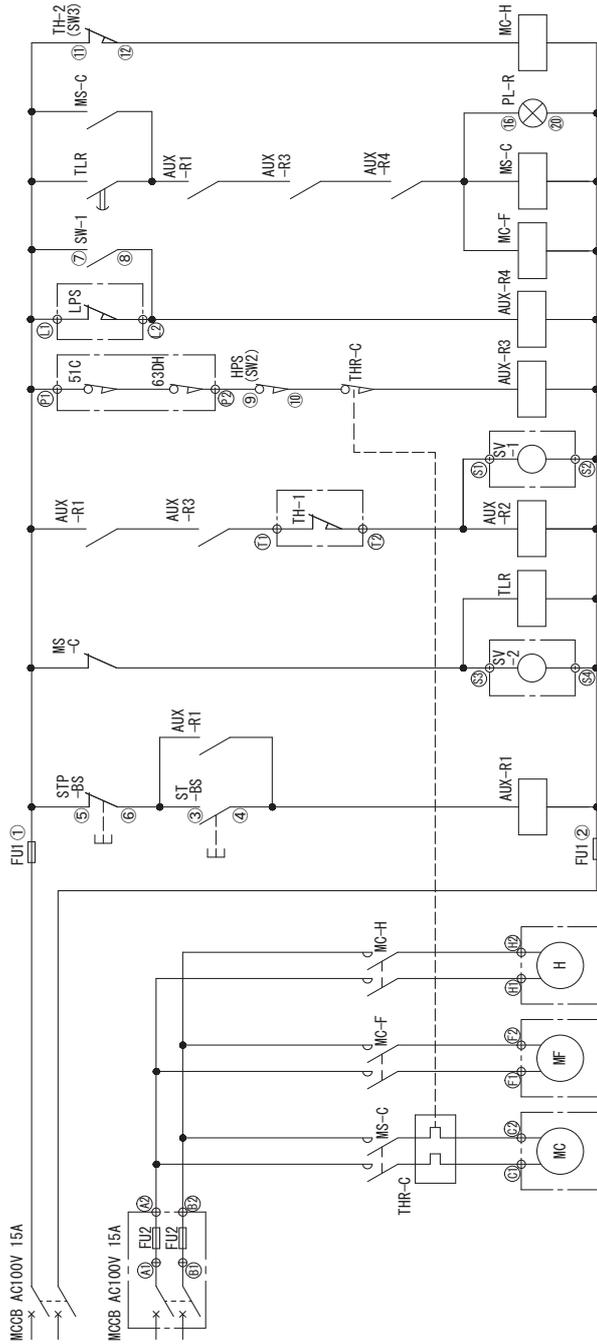
- 1 全ての機器は組立て済み、①から⑰については配線済みのものを持参すること。
- 2 部品番号⑱及び㉑～㉗については、指定された端子台番号（上側）に結線すること。
- 3 外部機器への配線は、指定された端子台番号（上側）に結線すること。
- 4 部品番号㉘～㉚については、銘板を表示すること。
- 5 難読当日の配線は、部品番号㉛～㉝の周囲を最も合理的な経路で行うこと。
- 6 ガラス管ヒューズは持参しないこと。



公表

■ 課題 I 配線課題 (基本課題)

- 1 競技当日指定される確認作業(サーキットスタ使用)を行いなさい。
- 2 下の配線課題を完成させ、冷凍機と接続し、正常に運転することを確認しなさい。



注意事項 1 ○付き数字は制御盤端子台の番号を、○付きアルファベットの番号を、端子台板の端子台番号を示す。 2 -----で囲まれた部分は外部配線を示す。

凡例

51C	モータプロテクタ	HPS	モータブレーカ	MS-C	電磁閉器 (圧縮機)	SWI	スイッチ (THR-C強制作用)
63DH	圧力開閉器 (高圧)	LPS	低圧圧力開閉器 ※2	PL-R	パイロットランプ (赤)	TLR	タイマ (3秒)
AUX-R1	補助リレー	MC	電動機 (圧縮機)	ST-BS	押ボタンスイッチ	TH-1	サーモスタット (圧縮機用) ※3
FU1	ガラス管ヒューズ (0.5A)	MC-F	電磁接触器 (送風機)	STP-BS	押ボタンスイッチ	TH-2	サーモスタット (電気ヒータ) ※4
FU2	ガラス管ヒューズ (30A・付属)	MC-H	電磁接触器 (電気ヒータ)	SV-1	電磁弁 (液管)	THR-C	通電流継電器 (圧縮機)
H	電気ヒータ	MF	電動機 (送風機)	SV-2	電磁弁 (コンデンシングユニット)		

※1 圧力上昇により接点閉

※2 圧力低下により接点閉

※3 温度低下により接点閉

※4 温度上昇により接点閉

第52回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種
課題図面 I-11 制御配線課題 (基本回路)

公表

端子台板配線方法

1 インターフェイス端子台

- ① 制御箱内の既設配線を●部分で切断し、ビニルキャブタイヤ丸形コード（VCTF1.25 平方ミリ 2 心）を絶縁被覆付閉端接続子で圧着接続する。（図 1 参照）
- ② 電気ヒータ、サーモスタット等の機器にビニルキャブタイヤ丸形コードを接続する。
- ③ コードをインターフェイス端子台上側に接続する長さで切断し、端末加工する。（図 2 参照）

なお、配線端末への端子接続、線番表示等の有無は問わない。

以上の状態で持参し、インターフェイス端子台上側及び安全ブレーカ等への結線は、競技前日に行う。

図 1 電気配線図

M9A-03LAB

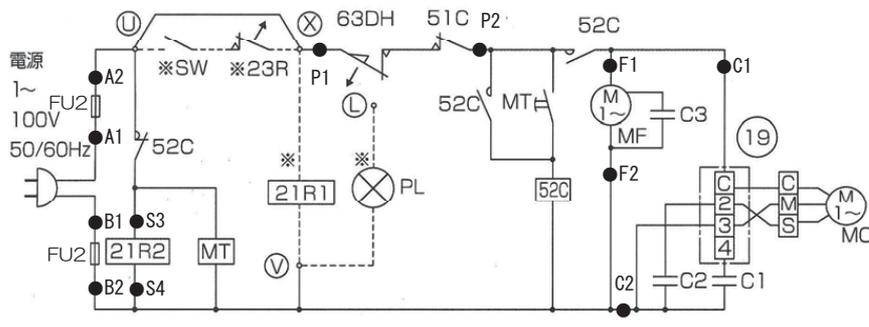
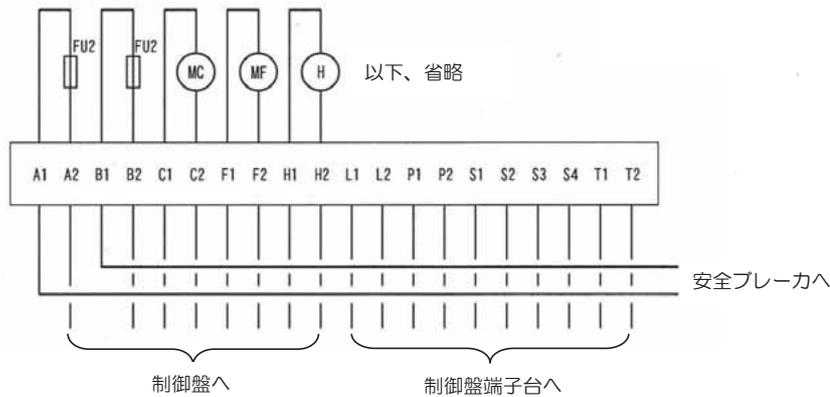


図 2 インターフェイス端子台配線接続要領

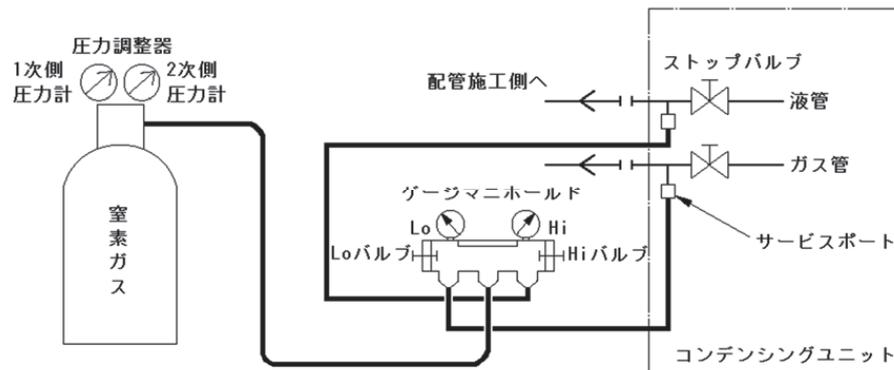


2 電源端子台

- ① 600V ビニル絶縁電線（IV1.6 ミリ緑）を制御箱に結線し、電源端子台の一番上の端子に接続する長さで切断し、端末加工する。
 - ② 電源側に、ビニルキャブタイヤ丸形コード（VCTF1.25 平方ミリ 3 心、長さ 1.5m）接地極付差込プラグを取り付ける。
- 以上の状態で持参し、電源端子台への結線は、競技前日に行う。

第 52 回技能五輪全国大会 冷凍空調技術職種
気密試験作業標準

1. 器具類接続要領



気密試験時の器具類接続図

2. 作業手順

- ① 圧力調整器の圧力調整ハンドルがゆるんでいる（弁閉）状態を確認
- ② コンデンシングユニットのストップバルブ（液管、ガス管）が全閉状態であることを確認
- ③ (1) 器具類接続要領のとおり器具類を接続
- ④ ゲージマニホールドのバルブ（Lo、Hi）を全閉にして 15 秒後に圧力が上がらないことを確認（ストップバルブの気密確認）
- ⑤ ゲージマニホールドのバルブ（Lo、Hi）を全開
- ⑥ 窒素ポンペの元コックを開く
- ⑦ 圧力調整器の 2 次側圧力計とゲージマニホールドの圧力計を対比しながら、圧力調整器の圧力調整ハンドルをゆっくり閉めて（弁閉）**0.3MPa** まで昇圧^{※1}
- ⑧ ゲージマニホールドのバルブ（Lo、Hi）を全閉
- ⑨ 15 秒放置し圧力の降下がないことを確認^{※2}
- ⑩ ゲージマニホールドのバルブ（Lo、Hi）を全開
- ⑪ 圧力を **0.8MPa** まで昇圧しゲージマニホールドのバルブ（Lo、Hi）を全閉^{※2}
- ⑫ 15 秒放置し圧力の降下がないことを確認
- ⑬ ゲージマニホールドのバルブ（Lo、Hi）を全開
- ⑭ 圧力を気密試験圧力の **1.6MPa** まで昇圧^{※2}

- ⑮ 窒素ポンベの元コックを全閉
- ⑯ ゲージマニホールドのバルブ (Lo、Hi) を全閉後、15 秒放置し圧力の降下がないことを確認
- ⑰ 試験合格確認後、ゲージマニホールドのバルブ (Lo、Hi) を全開にし、ホースをゆっくりにゆるめ圧力を逃がす

※1 圧力計の指示値に差異があった場合は、昇圧を即刻中止し圧力計を確認する

※2 圧力の降下があった場合は、音、発泡液などを利用して漏れ箇所を特定し、管内圧力を大気圧まで降下してから修理する

以上

この作業標準は、技能五輪競技課題のみを対象としている。

平成 26 年 10 月 21 日

平成 11 月 14 日 Q29～31 追加

第 52 回 技能五輪全国大会（愛知）

冷凍空調技術職種 Q&A

- Q1. ベース板に水槽を取り付けた状態で競技前日に作業台に運び込んでよいか。
A1. 不問。
- Q2. ゲージマニホールドはデジタル式でもよいか
A2. 不問。
- Q3. 端子台板の接地端子は接地付プラグに接続するのですか。
A3. そのとおり。作業台上に 2 ロコンセント（接地極付）の作業環境を確認願う。
- Q4. 課題 1-2 冷媒配管系統図上の CF(鉄管継手)の横、高圧配管の CC(銅管継手)は、銅パイプを加工するのか(材料表に銅管継手ソケットはなし)。
A4. 支給材料の銅管（12.7mm）を両側拡管加工する（課題 I - 3 図面修正）。
- Q5. TH-1(サーモスタット圧縮機用)の感知管の取付位置は。
A5. 水槽の水温を感知できるようフリーに設置(当日の気温等により感温筒を、あえて水槽外の外気に触れさせることも検討中)。
- Q6. 持参工具について ドリルビット 1/4 3/8 固定金具等穴開けとありますが具体的にどの部分でしょうか。
A6. 1/4 3/8 は誤表記（持参工具一覧修正）。穴開け箇所は、支持金物 A（銅管 12.7mm 固定×2＋支持金物 E 固定用×2）、及び支持金物 E（支持金物 A への固定穴×2＋ゲージマニホールド掛け用穴×2）。
- Q7. 持参工具について 冷凍機油 油さし入り はスプレー式でも可でしょうか。
A7. 可。
- Q8. 作業について 水槽への給水も作業時間に含まれますか。
A8. 含む。
- Q9. 作業について 注意事項の 39 閉鎖弁を閉鎖した状態で提出とありますが、閉鎖した状態で作

業台上での事ですか。

A9. 作業台に置いた状態で提出とする。

Q10. 作業について 支持金物 B・C・D アルミ板 1.6mm とありますが 1.5mm でも OK でしょうか (市販品で 1.6mm がありません)。

A10. 不問。振れ止め補強など適宜行うことも可。

Q11. 支持金物 A・E ですが塗装の必要はどうでしょうか、観客からみて見栄えがよいのと、万力で傷は遠目ではわかり難いとは思いますが。

A11. さび止め塗装のみ可 (必須ではなく、採点対象外)。

Q12. ろう付け作業は、製品のろう付け部が耐火レンガの上で行われていれば、作業台に直接置いた状態で作業可能か。(蒸発器等)

A12. 可。

Q13. VCTF と VFF を使用する箇所の詳細を明記して頂きたい。

A13. VCTF は圧縮機・ファン・ヒータの主回路連絡配線に使用。VFF は制御(操作)回路に使用する。

Q14. 注意事項 4 で「最も合理的な配管経路により冷凍サイクルを完成させる」と記載されていますが、合理的とは何を意味するのでしょうか。採点に影響が出るのでしょうか。合理的とは (配管の曲げ加工数・配管の残量・ドライヤー等の固定・形状の見栄え) ですか。

A14. そのとおり。その他メンテナンス性、性能の担保等も採点対象とする。ただし、油戻りのための下がり勾配やトラップは対象外とする。

Q15. 支給材料表の中で支持金具固定用に、なべ子ねじ M4~M6 と記載されていますが、寸法 (長さ) を教えてください。

A15. 任意とする。固定するのに最適な長さとする。

Q16. ユニットや水槽を固定するベース板が 9mm 程度と記載されていますが、当社が用意したベース板は 15mm です。問題ありませんか。

A16. 不問。

Q17. 絶縁抵抗試験は 2 回行うのか。

A17. 1 回である。 配布資料から、「配管加工終了後、」を削除する。

Q18. 絶縁抵抗測定時は、印加電圧は 500V で 抵抗値 10MΩ 以上か。

A16. YES

Q19. 気密試験用圧力調整器に流量計つきでもOKか

A19. OK。

Q20. 水槽に入れる水の量は？

A20. 熱交換器が水没する量（ポリタンク20Lで水没する）

Q21. 課題図 I-11 の中で 2 は 課題 2 ではないか。

A21. そのとおりです。修正します。

Q22. 端子台番号を記入してもよいか。

A22. OK。

Q23. 低圧圧力開閉器の設定値は。

A23. 0MPaでも作動しないように設定願う。参考値：diff=0.4、range=0.4

Q24. 課題図面 I-10 の⑥WTF3710Kだと干渉してプレートがういてしまう。WN3710020ではないか。

A24. 確認して必要に応じ修正する。ただし既に購入していて、プレートがういていてもOKとする。

Q25. ヒータへの配線接続部に絶縁キャップをつけるか？

A25. 直接触れないようカバーなどの処理を願う。絶縁テープでもOK。

Q26. ベースを3分割にしているが配管・配線をするとう動かせない。1枚ものの板の上においてもよいか？

A26. NG。動かせないことを前提にしているので、動かせると有利になってしまう。

Q27. I-7 取り付けの向きに指定は？

A27. 指定なし。

Q28. ヒューズ支給のタイミングは？

A28. 課題 I の前に支給済み。

Q29. 冷凍機冷媒配管課題におけるドライヤ配管用の1/4フレアナットの指示がされていないと思われる。持参なのか、支給されるのか。

A29. ドライヤとセットとみなし、持参品とする。

Q30. 持参材料にある、支持金物 A・支持金物 E について

支持金物 A(サドル穴、支持金物 E 固定用穴以外加工済み)

支持金物 E(穴以外加工済み)

上記の文章が競技課題の材料表に記載されているが、穴以外加工済みということは、ポンチを使用し、穴を開けるところを印しておいても良いか？

A30. NG。穴開け加工は、寸法取り、けがき、ポンチうち、穴開け加工までを想定。

Q31.

①持参材料にあるビニルキャブタイヤ丸型コード(VCTF1.25 平方ミリ 2 心(灰))について、材料表の備考欄に、制御盤・端子台板 主回路連絡配線と記載があるが、練習中に使用した電線をそのまま使用しても良いか？(電線を使用する長さにカットし、被覆を剥き、なおかつ導線が見えておりそのまま端子に接続できる状態で持参しても良いか？)

②また、ビニルキャブタイヤ丸型コードの被覆を完全に剥き、被覆内黒色・白色の状態を持参し、競技当日使用しても良いか？

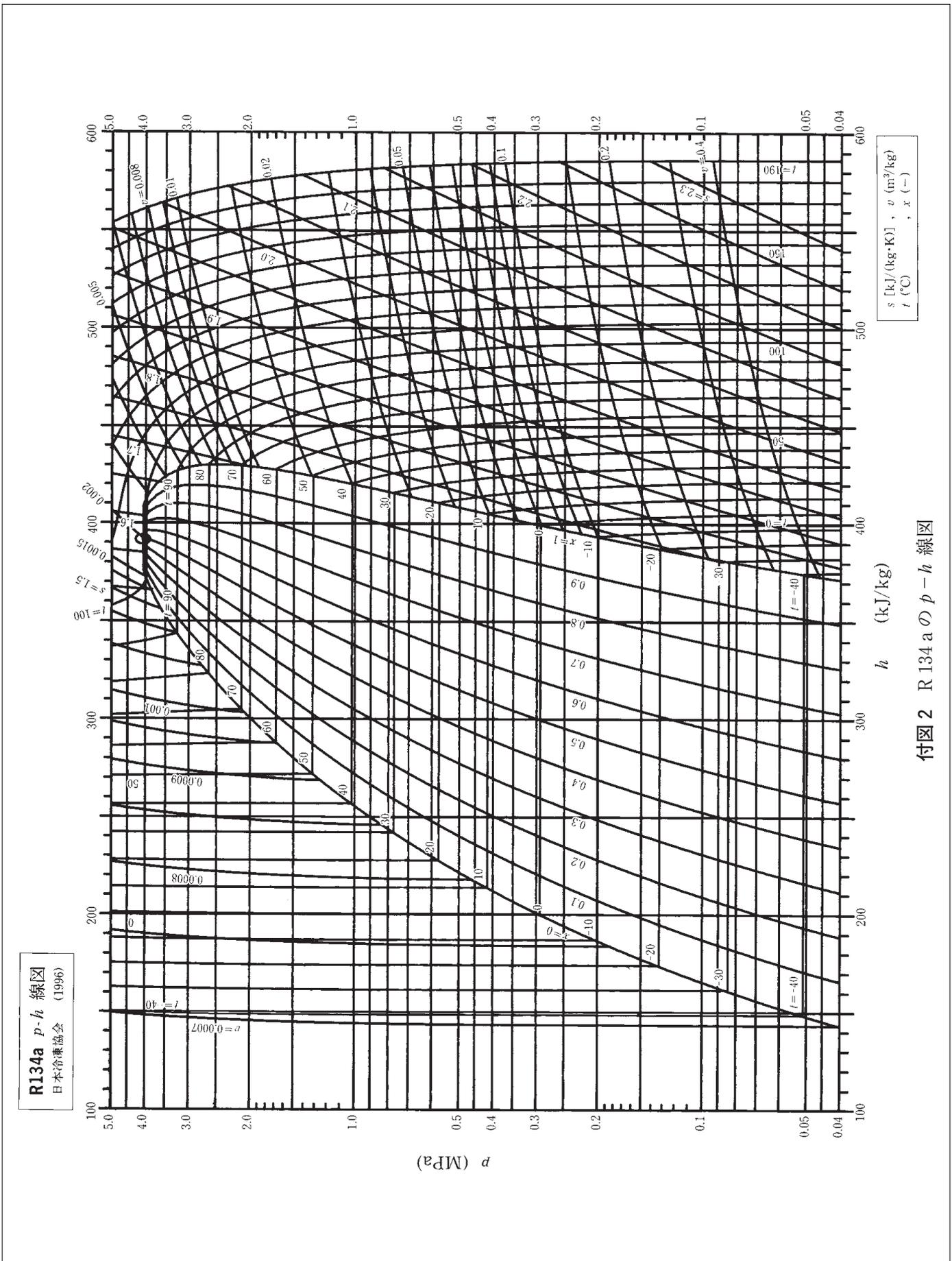
A31.

① OK

② NG。(ビニルシース(外皮)を剥くと判断したが、ビニルシースを外すことは仕様性能が得られない可能性があるため)

以上

(参考資料 2) R134a $p-h$ 線図



付図 2 R134a の $p-h$ 線図

出典：SIによる上級冷凍受験テキスト（第7次改定）付図2、（公社）日本冷凍空調学会、2011

