

ラジエーター式放熱装置 つくり方マニュアル

材料費 12 万円程度で、簡単につくれる
温室の冷暖房用の放熱装置です



イチゴ栽培温室
(福島県伊達郡川俣町)



パプリカ栽培温室
(茨城県つくば市)



中央農業研究センター／東北農業研究センター

目次

はじめに	3
スペック	4
必要な材料	4
必要な工具	6
つくり方	7
1. ベース部をつくる	7
2. ダクト部をつくる	8
3. 組み立てる	10
参考：金属でつくる場合	13
その他	17
材料費	18

※本装置およびつくり方は特許出願済です（特願 2018-225087）

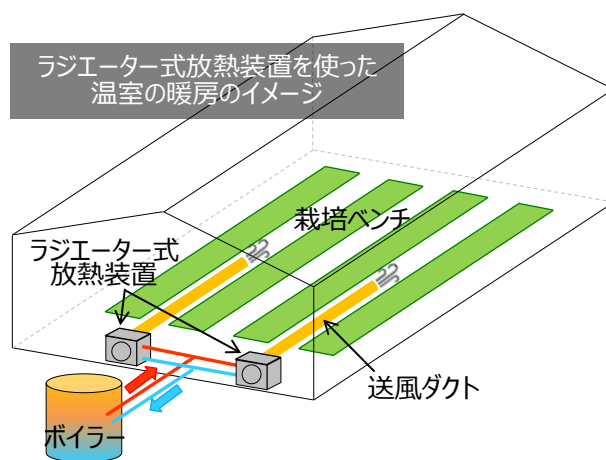
※表紙の左下および右下の写真の装置は、このマニュアルでつくり方を紹介している装置と基本仕様や性能は変わりませんが、フレームを有するなど構造が一部異なります（このマニュアルの装置はフレームレスのため、より軽量かつ簡単につくれます）

はじめに

自動車部品のラジエーターと、空調用のダクトファンを利用して、温室の冷暖房に使える放熱装置を**材料費 12 万円程度で簡単につくれます**。この放熱装置にボイラーなどで温めたお湯を通し送風すれば、温風を出して冬に温室内を暖房することができます。また、低い温度の井戸水などが利用できれば、夏に温室内を冷房するのにも使えます。

このラジエーター式放熱装置は、温室の冷暖房に使うことを想定して考案したのですが、施設の空調などにも使っていただけると考えています。また、暖房利用に関しては、お湯を供給さえできれば、熱源は選びません。

ベース(架台)となる部分と、ラジエーターとダクトファンを繋ぐダクト部分を作り、それらを組み立てていきます。このマニュアルでは、木材でつくる方法を主に載せています。木材の方が簡単ですが、ステンレス板など金属でつくった方が耐久性は高くなります。ご自分の工作の腕前や、手持ちの道具などに応じて木材でつくるか金属でつくるかお選びください。



※右の写真(金属でつくったもの)は、このマニュアルにつくり方を載せているものとは構造が若干異なり、ダクトファンとラジエーターを繋ぐ向かって左側のダクトの形状が台形になっています。

スペック

サイズ・重さ

サイズ： 幅 710 mm×奥行 610 mm×高さ 600 mm

重さ： 約 45 kg

※このマニュアルに掲載の方法でつくった場合で、つくり方や使う材料によってサイズや重さは異なる可能性があります。

能力

- ・このマニュアルに掲載しているようにラジエーターを 2 枚直列に並べた場合、温水温度 **60℃で 20 kW**、**80℃で 25 kW** 程度の暖房能力があります。
- ・使うラジエーターの枚数を 1 枚にしたり 3 枚にしたりすることで、冷暖房能力を変えられます。

必要な材料

No.	材料	メーカー・品番・仕様	数量	備考
1	ラジエーター	KOYORAD PL012378 (トヨタ・ハイエース用 純正品番 16400-75480 または 16400- 75481)	2 枚	・純正品は 1 枚 5 万円程度ですが、国産 の互換品が半額程度で市販されているの で、互換品を使うと安上がりです。 ・KOYORAD 製以外にも、各社が生産販 売しています。
2	ダクトファン	ソーワテクニカ DF-40ETD1	1 台	・ソーワテクニカのダクトファンは仕様（径、 電源、風量など）の異なる機種がラインナ ップされています。使う場所の電源（100V か 200V か）や必要風量（温室の大き さ）によってファンを選択してください。
3	耐熱ホース	十川産業 THE-38	15 cm	・80℃程度の温度に耐えられるものであれ ば別のホースでも良いです。
4	ホース	内径 9 mm 程度のもの	50 cm	・このマニュアルでは内径 9 mm×外径 12 mm のシリコンチューブを使っています。
5	ホースバンド	外径 12 mm 程度のホースを 止められるもの	4 個	・このマニュアルでは、タカギ QG421 を使っ ています。
6	ホースバンド	外径 48 mm 程度のホースを 止められるもの	2 個	・このマニュアルでは、タカギ QG427 を使っ ています。
7	ゴム栓	径が 13 mm 程度のもの	2 個	・シリコン栓など材質は問いません。 ・このマニュアルでは直径 13 mm×長さ 10 mm の金属製の丸棒で代用しています。
8	シリコンシーラント	メーカー・品番問わず	2 本	・このマニュアルでは、コニシ シリコンコーク 330 mL (ホワイトとグレー)を使っています。
9	金折・ステー	50×50×25 mm 程度のもの	10 個	・ホームセンターで売っているような適当なも のを選んでください。長穴のものが取り付け 時に調整ができるためオススメです。 ・このマニュアルでは、八幡ねじ アルミステー L AL-7を使っています。
10	ボルト	M6×15	16 本	
11	ボルト	M12×25	4 本	

12	ナット	M12	4 個	
13	ワッシャー・バネワッシャー	M6	各 16 個	
14	ワッシャー・バネワッシャー	M12	各 4 個	
15	ベニヤ合板	910×1820×12 mm (縦×横×厚さ)	1 枚	・材質は何でも良いですが、温室内は高温 度になったり薬液などがかったりすること があるので、耐水性のあるものを選んで ください。 ・コンパネ（コンクリート型枠用合板）が オススメです。 ・厚さは薄くても厚くても良いですが、 12 mm 程度あった方がたわみにくく、 作業もしやすいです。
16	ベニヤ合板	550×600×25 mm 程度	1 枚	・ベース部になるので、厚さは 25 mm でなくても良いですが、厚みはある程度 あった方が良いでしょう。 ・厚さ 12 mm のコンパネを 2 枚重ねて 貼り合わせても良いでしょう。
17	角材	80×80×215 mm	2 本	・ダクトファンを固定する架台になりま す。高さが 80 mm 程度あれば、サイズ や材質は問いません。
18	皿木ネジ	M3.5×25	46 本	
19	皿木ネジ	M4.5×38	6 本	
20	トラスタッピング	M4×16	20 本	
21	トラスタッピング	M5×25	4 本	
22	トラスタッピング	M6×16	8 本	
23	木工用ボンド	適宜		

※金属でつくる場合は上記の 15～23 に代わり下記の a～k をお使いください

No.	材料	メーカー・品番・仕様	数量	備考
a	ステンレス鋼板	1000×2000×1 mm (縦×横×厚さ)	1 枚	・アルミやブリキでも可です。加工し やすいものを選んでください。 ・厚さは薄くても厚くても良いです が、0.5 mm 程度だとたわみやすく、 厚くなると重くなるため、1 mm 程 度がオススメです。
b	等辺山形鋼(アングル)	L 40X40X3 (40×40×3 mm)	2.5 m 程度	・アングルではなく角鋼などでも良 いです。
c	溝形鋼(チャンネル)	[80X40X3 215mm (80×40×3 mm)	2 本	・ダクトファンを固定する架台になり ます。長辺が 80 mm 程度であれば、 チャンネルでなくても良いですし、 材質も問いません。
d	ブラインドリベット	φ4.0 mm で 2～3mm 程度 の板厚を止められるもの	66 本	・このマニュアルでは、藤原産業 SK11 ブラインドリベット SA5-2LB を使っ ています。
e	防錆塗料	メーカー・品番問わず 色はお好みで	適宜	・温室内は高温になったり薬液などが かったりすることがあるので、アング ルとチャンネルで組むベース部には防 錆塗料を塗っておくことをオススメ します。 ・このマニュアルでは、大日本塗料 ス ーパーシルバー(銀色)を使っています。
f	ボルト	M8×25	4 本	
g	ボルト	M10×20	8 本	
h	ナット	M8	4 個	
i	ナット	M10	8 個	
i	ワッシャー・バネワッシャー	M8	各 4 個	
k	ワッシャー・バネワッシャー	M10	各 8 個	

必要な工具

No.	工具	仕様	備考
1	電動ドライバー		
2	電動ジグソー		
3	プラスチック用ノコギリ		
4	コーキングガン		
5	ドライバー＋－	適宜	
6	スパナ	適宜	
7	電動丸ノコ		
8	木材用ノコギリ		
9	ドリルビット	木工用 φ15 mm	・ネジ止め時の下穴用に φ3 mm 程度のドリルビットもあると良いです。
10	ジグソーブレード	木工用	・曲線用が良いです。

※金属でつくる場合は上記の 7～10 に代わり下記の a～i が必要です

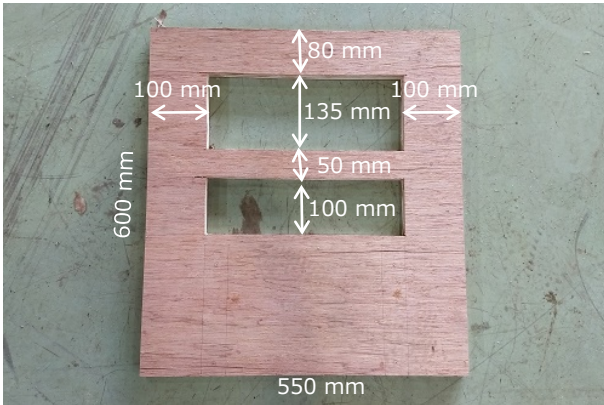
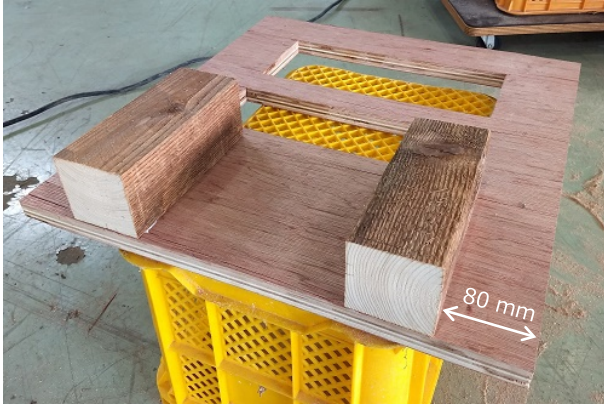
No.	工具	仕様	備考
a	高速切断機		
b	グラインダー		
c	ベンダー		
d	溶接機		
e	電動ドリル		
f	ドリルビット	金工用 φ4.2 mm	
g	ステップドリル	φ16 mm 程度までの穴の開けられるもの	
h	ジグソーブレード	金工用	
i	リベッター		

つくり方

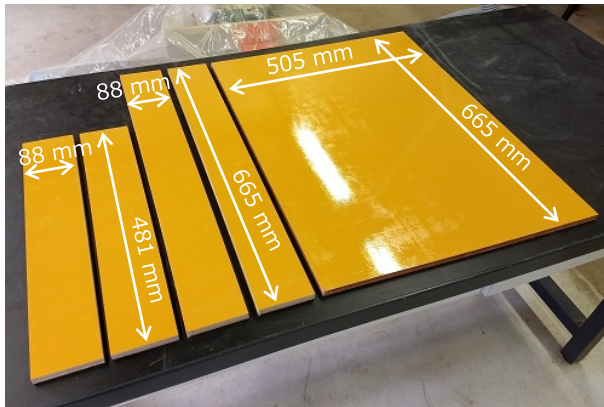
つくり方は下の 1.~3.の手順です。

1. ベース部をつくる
2. ダクト部をつくる
3. 組み立てる

1. ベース部をつくる

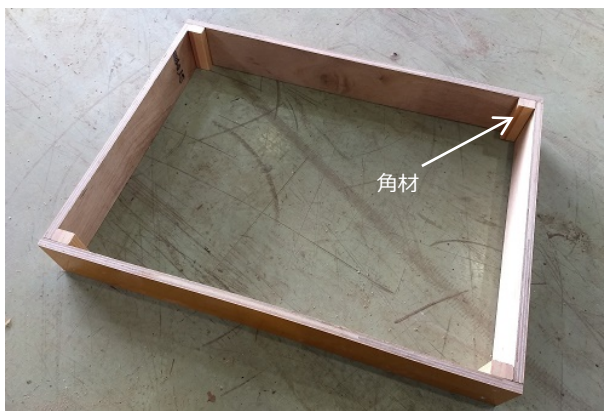
	<p>①</p> <ul style="list-style-type: none">•厚さ 25 mm の合板を 550×600 mm に切り出します。つづいて、左の写真の位置に長方形の穴を 2 カ所開けます。 <p>※このマニュアルでは厚さ 25 mm の合板を使用していますが、厚さ 12mm のコンパネ(コンクリート型枠用合板)を 2 枚重ねて貼り合わせるなどしたものを使っても良いです。</p> <p>※この長方形の穴は、のちほどシリコンシーラントを充填する際に必要になるものです。シーラントが充填できれば、穴の大きさは指定通りである必要はありません。</p>
	<p>②</p> <ul style="list-style-type: none">•80×80 mm の角材を 215 mm に切ったものを 2 本用意し、木工用ボンドで合板に貼り付け、裏側から皿木ネジ M4.5×3.8 で止めます。これでベース部は完成です。

2. ダクト部をつくる



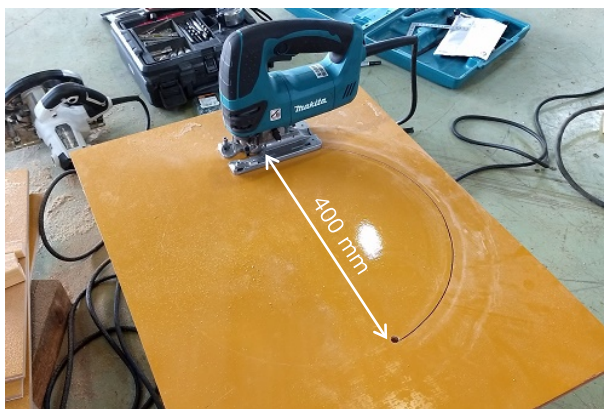
- ①
- まず、ダクトファンとラジエーターで挟まれる部分のダクトをつくります。
 - 丸ノコを使って合板を以下のサイズに切り出します。
 $88 \times 665 \text{ mm} \times 2 \text{ 枚}$
 $88 \times 481 \text{ mm} \times 2 \text{ 枚}$
 $505 \times 665 \text{ mm} \times 1 \text{ 枚}$

※ホームセンターの木材加工コーナーでパネルソーで切ってもらうこともオススメです。

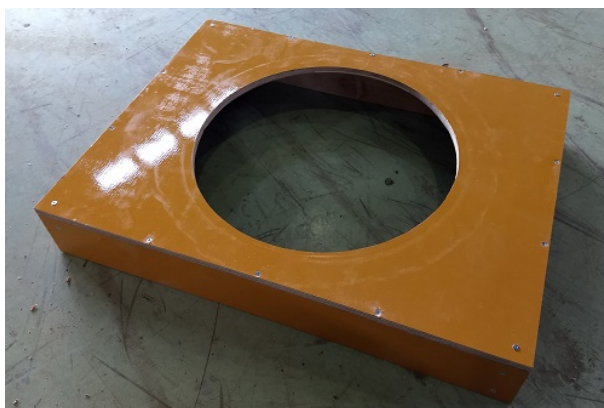


- ②
- $88 \times 665 \text{ mm}$ と $88 \times 481 \text{ mm}$ の合板を、皿木ネジ M3.5×25 を使って接合します。

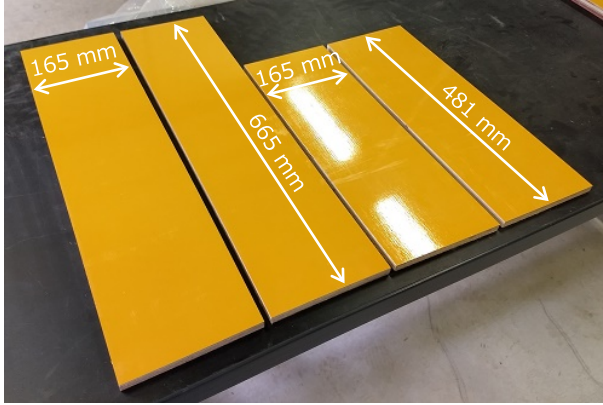
※左の写真のように、接合部の内側に角材を当てると、ネジ止めしやすい上に強度が上がるためオススメです。



- ③
- ①で切り出した $505 \times 665 \text{ mm}$ の合板の中央に、ジグソーで直径 400 mm の丸穴を開けます（あとでこの部分にダクトファンを接続します）。



- ④
- ②で組み立てた部分と、③で丸穴を開けた合板を皿木ネジ M3.5×25 で接合します。これでダクトファンとラジエーターで挟まれる部分のダクトは完成です。



- ⑤
- つづいて、ラジエーター2枚で挟まれる部分のダクトをつくります。
 - 丸ノコを使って合板を以下のサイズに切り出します。
 165×665 mm×2枚
 165×481 mm×2枚



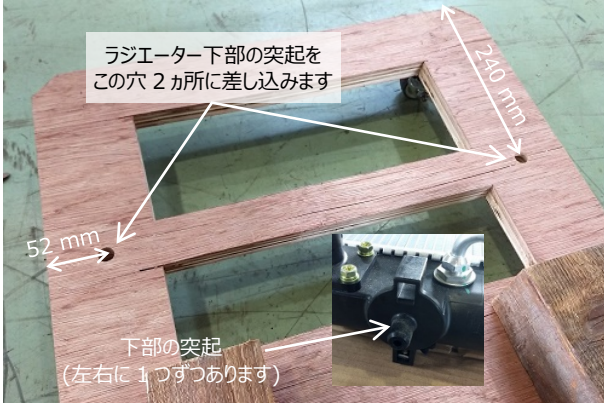
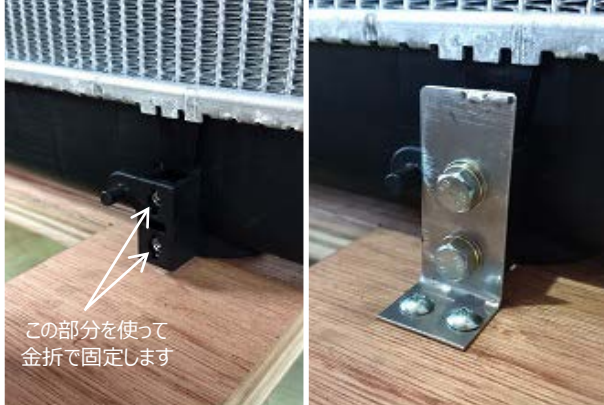
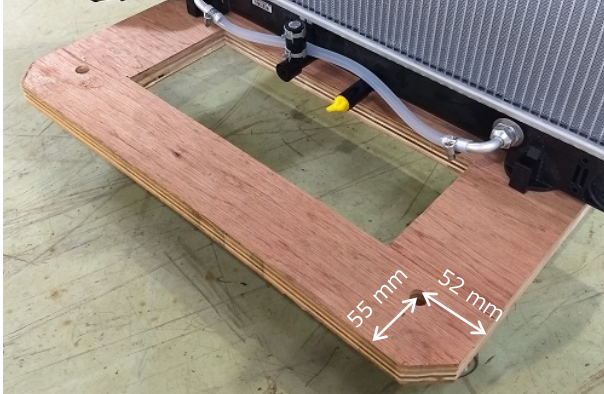
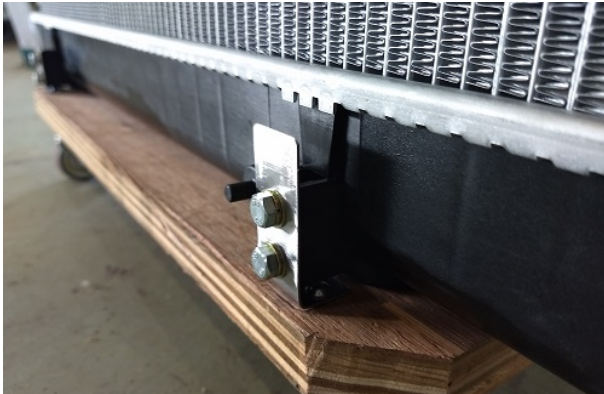
- ⑥
- ⑤で切り出した合板を、皿木ネジ M3.5×25 を使って接合します。これでラジエーター2枚で挟まれる部分のダクトは完成です。

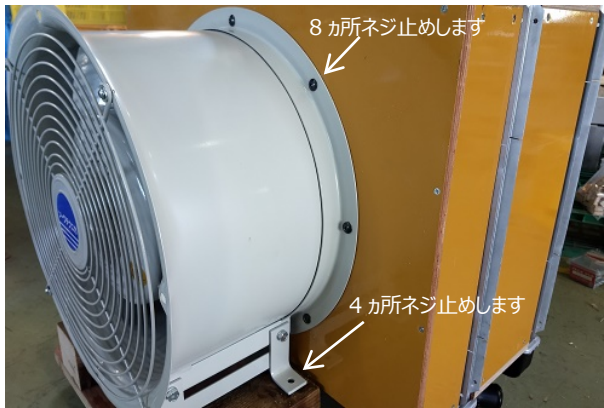


- ⑦
- ④と⑥で組み立てたダクト部の内側から、コーキングガンで接合部分にシリコンシーラントを充填します。
- ※すべて組み立てたあとでダクト部の外側からコーキングしたり、ダクトテープを外側から貼ったりしても良いですが、内側からコーキングしておいた方が仕上がりが綺麗です。

3. 組み立てる

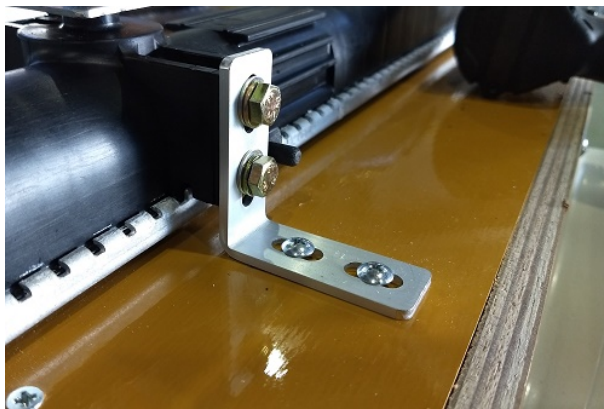
	<p>① ・ラジエーターの左の写真の部品を取り外します。</p> <p>※取り外した部品のうち、金属のパイプ部分は使用しないので、処分してください。</p>
	<p>② ・①で取り外した部品のうち、黒いゴムチューブを半分に切断し、栓として 13 mm 径程度の丸棒を入れ、元の場所にはめます。</p> <p>※左の写真では直径 13 mm×長さ 10 mm の金属の丸棒を使っていますが、栓として使えればゴム栓でも何でも構いません。</p>
	<p>③ ・左の写真の部分を、内径 9 mm 程度のホースとホースバンドで繋ぎます。</p> <p>※左の写真では内径 9 mm×外径 12 mm のシリコンチューブを使っています。 ※左右を繋ぐのではなく、それぞれ栓にしても良いです。</p>
	<p>④ ・左の写真の部品をいったん取り外し、直線部分をノコしてプラスチック用ノギリで切断し、元に戻します。 ・ラジエーターは 2 枚あるので、①～④の工程は 2 枚とも同様にを行います。</p> <p>※Oリングがあるので、元に戻す際に忘れずに取り付けてください。</p>

 <p>ラジエーター下部の突起をこの穴2か所に差し込みます</p> <p>240 mm</p> <p>52 mm</p> <p>下部の突起 (左右に1つずつあります)</p>	<p>⑤</p> <ul style="list-style-type: none"> ベース部の左の写真の部分に、電動ドリルで直径16 mmで深さ20 mm以上の穴を開けます。 <p>※このあとこの穴に差し込むラジエーター下部の突起が20 mmなので、20 mm以上の深さの穴を開けてください。貫通させても構いません。</p>
 <p>この部分を使って金折で固定します</p>	<p>⑥</p> <ul style="list-style-type: none"> ⑤で開けた穴に、1枚目のラジエーターの下部の突起を差し込み、左の写真の部分に金折(ステー)を使って固定します。金折とラジエーターを繋ぐボルトはM6×15 mmです。金折とベース部はM4×16のトラスタッピングで繋がります。固定する部分は2か所あります。ラジエーターは④で切断加工した部品が⑤の写真の上側になる向きで取り付けます。 <p>※左の写真では自作の金折を使っていますが、ホームセンターで売っているような50×50×25 mm程度で長穴の金折を使ってください。</p> <p>※金属でつくる場合は、木ネジで留めている部分をピアスビス(鉄板ビス)かリベットで止めてください。</p>
 <p>55 mm</p> <p>52 mm</p>	<p>⑦</p> <ul style="list-style-type: none"> ベース部の左の写真の部分に、⑤と同様に電動ドリルで直径15 mmで深さ20 mm以上の穴を開けます。
	<p>⑧</p> <ul style="list-style-type: none"> ⑦で開けた穴に、2枚目のラジエーターの下部の突起を差し込み、左の写真の部分に金折(ステー)を使って固定します。金折とラジエーターを繋ぐボルトはM6×15 mmです。金折とベース部はM4×16のトラスタッピングで繋がります。固定する部分は2か所あります。ラジエーターは④で切断加工した部品が1枚目のラジエーターの方になる向きで取り付けます。 <p>※いったんラジエーターをベース部に差し込み、金折の位置合わせをし、ラジエーターを外して、先に金折をベース台にネジ止めしてください。</p>

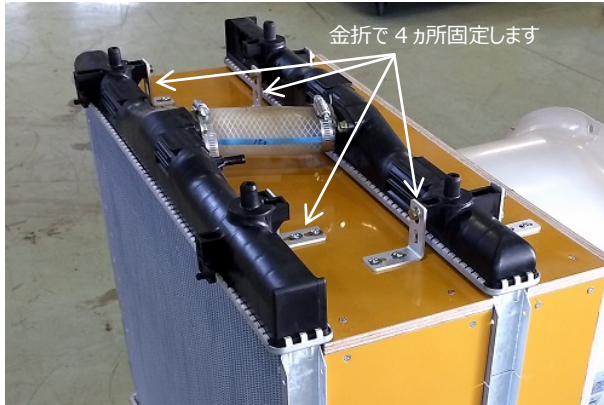


- ⑨
- ・ダクトファンをベース部の角材の上に載せ、ダクトを挟み込みます。高さを合わせたら、ダクトファンとダクトをトラスタッピング M6×16 で接合するとともに、ダクトファンと角材をトラスタッピング M5×25 で接合します。

※金属でつくる場合は、ダクトおよびベース部の溝形鋼(チャンネル)に電動ドリルでφ13 程度の穴を開け、ダクトファンとボルト・ナットで接合してください。

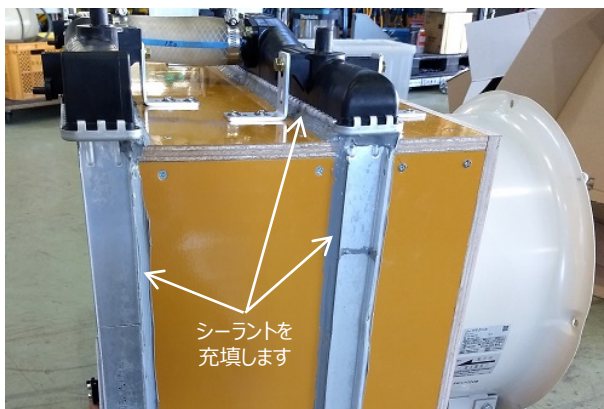


- ⑩
- ・ダクトファンとラジエーターで挟まれる部分のダクトを、ラジエーターの上部の 2 ヲ所で、金折(ステー)を使って固定します。金折とラジエーターを繋ぐボルトは M6×15 mm です。金折とベース部は M4×16 のトラスタッピングで繋がります。

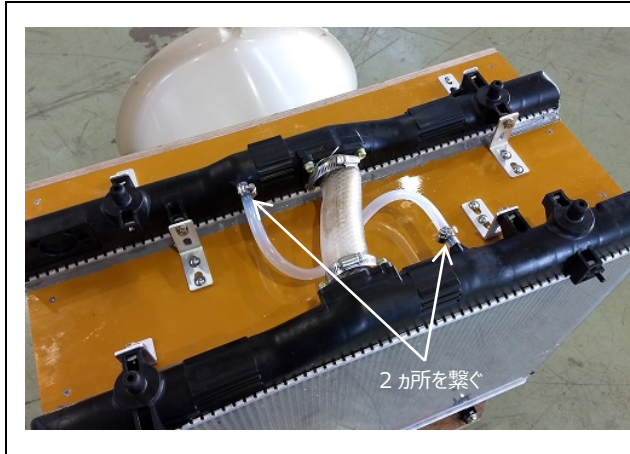


- ⑪
- ・④で切断加工した部品を、耐熱ホースとホースバンドで繋がります。ホースの長さは 15 cm がちょうど良いです。
 - ・2 枚のラジエーターの間の部分にもダクトを挟み込み、⑩と同様に金折を使って固定します。

※耐熱ホースが固くて入れにくい場合は、ホースを熱湯に浸けると柔らかくなって入れやすくなります。



- ⑫
- ・ラジエーターとダクトの接合部に、コーキングガンでシリコンシーラントを充填します。下側も忘れずに充填してください。

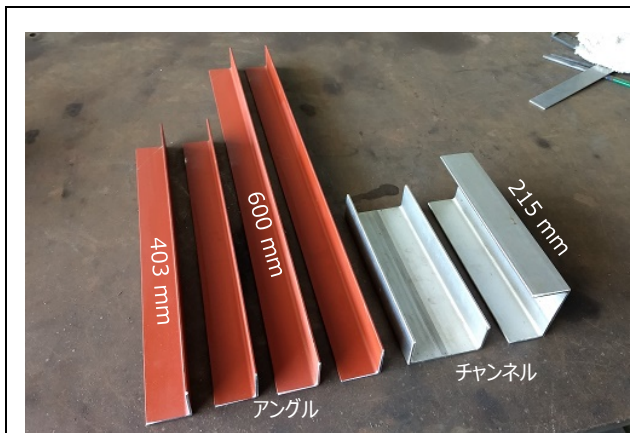


- ⑬
- 左の写真の部分、内径 9 mm 程度のホースとホースバンドで繋ぎます。
 - これでラジエーター式放熱装置が完成です。

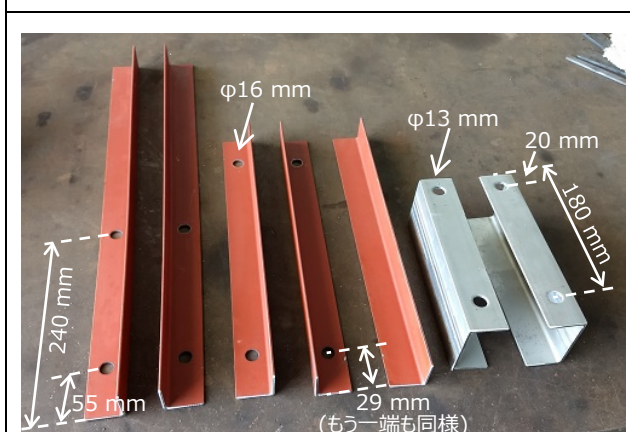
※左の写真では内径 9 mm×外径 12 mm のシリコンチューブを使っています。
 ※はじめて水を通すときは、この部分のホースをいったん外してエア抜きをします。

参考：金属でつくる場合（3.の組み立ては木材の場合とほぼおなじです）

1. ベース部をつくる

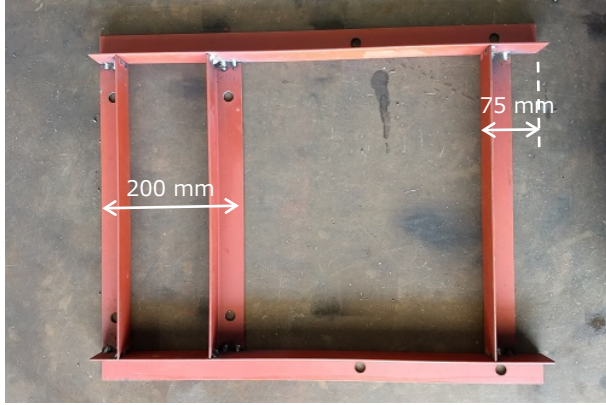


- ①
- まず、材料を高速切断機を使って以下のサイズに切り出します。
- | | |
|---------------|------------|
| 等辺山形鋼(アングル) : | 600 mm×2 本 |
| | 403 mm×3 本 |
| 溝形鋼(チャンネル) : | 215 mm×2 本 |

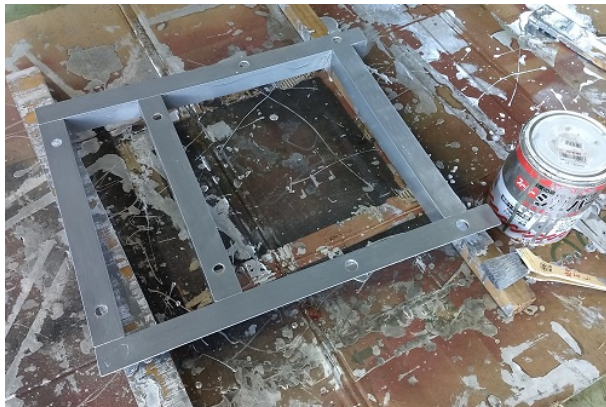


- ②
- 切り出した材料に穴を開けます。穴の大きさは、600 mm のアングルが φ16 mm、403 mm のアングル 2 本とチャンネルが φ13 mm です。403 mm のアングル 1 本は穴を開ける必要がありません。

※このマニュアルでは油圧パンチャーを使って穴を開けましたが、電動ドリルとステップドリルを使うと比較的に穴開けができます。

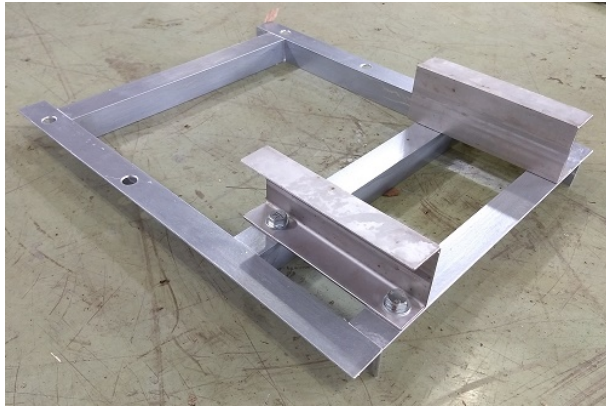


- ③
・アングルを溶接します。アングルの向きと穴の位置を間違えないように注意してください。



- ④
・アングルを溶接したものを防錆塗料で塗装します。

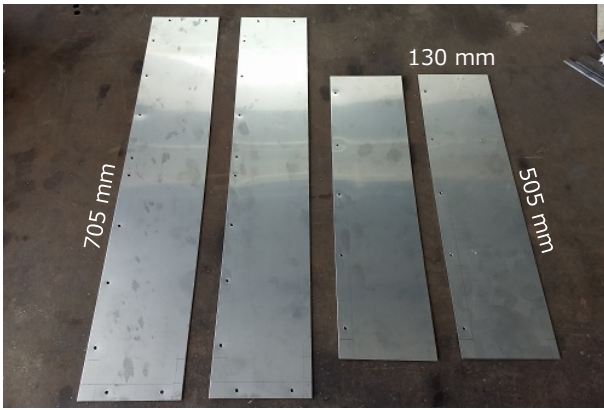
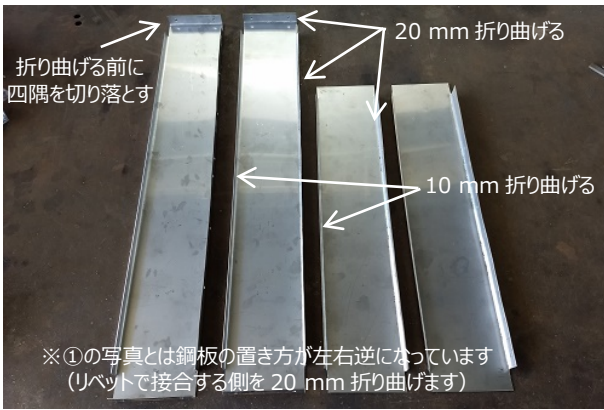

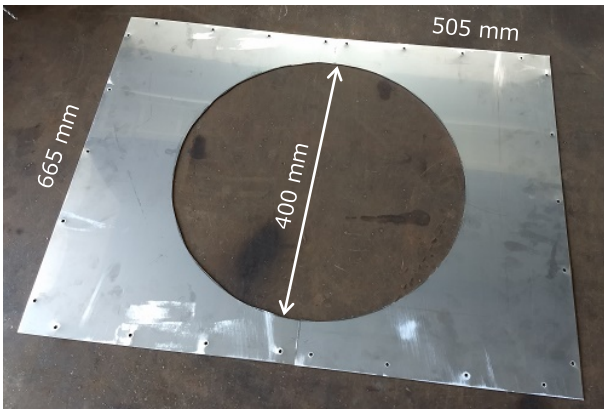
※このマニュアルでは、あらかじめ防錆塗装されたカラーアングルを使用していますが、切断面や溶接した部分は錆びやすいため、全体を塗装しています。

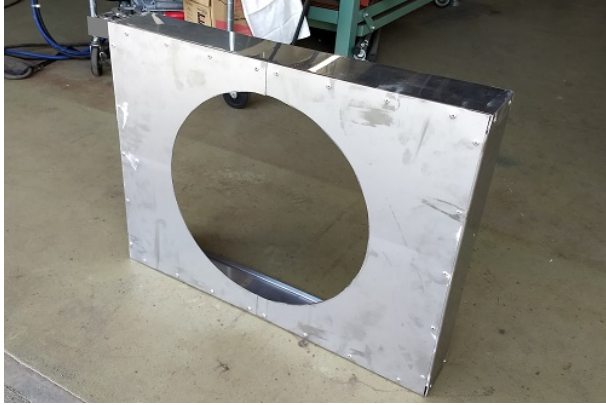


- ⑤
・塗料が乾いたら、溶接・塗装したアングルにチャンネルをM12×25のボルトとナットで結合します。これでベース部は完成です。

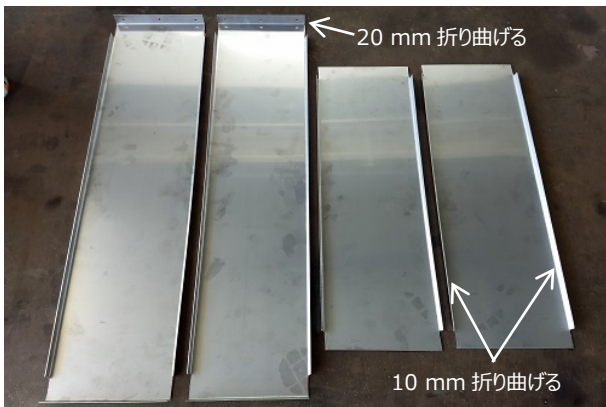
※しっかりと結合できれば、ボルト・ナットのサイズはM12でなくても構いません。

2. ダクト部をつくる ※ダクト部は、ダクトメーカーにサイズを指定して特注してもらっても良いです

	<p>①</p> <ul style="list-style-type: none"> まず、ダクトファンとラジエーターで挟まれる部分のダクトをつくります。 ステンレス鋼板を以下のサイズに切り出します。 130×705 mm×2 枚 130×505 mm×2 枚 <p>※このあと折り曲げますが、折り曲げる前に左の写真のようにリベットで接合する部分に穴を開けておくことと楽です。 ※このマニュアル用の工作では、シャーリングマシンで鋼板を切り出しています。ジグソーでも切り出せますが、シャーリングの方が綺麗に切り出せるため、シャーリングマシンがない場合はシャーリング加工のみ外注するのもオススメです。</p>
 <p>※①の写真とは鋼板の置き方が左右逆になっています (リベットで接合する側を 20 mm 折り曲げます)</p>	<p>②</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 枚とも、長辺側の片方を 20 mm、もう片方を 10 mm 折り曲げます。 長さ 705 mm の 2 枚は、短辺側の両サイドを 20 mm 折り曲げます。 <p>※長辺側の片方の 10 mm は折り曲げなくても良いですが、折り曲げることでたわみにくくなり強度も上がるため、折り曲げることをオススメします。 ※とくにバンダーを使って折り曲げる場合には、四隅を 10×30～50 mm 程度切り落とすと、スムーズに折り曲げられる上に、組み立てたときに綺麗に仕上がります。</p>
	<p>③</p> <ul style="list-style-type: none"> 長さ 705 mm の鋼板の 20 mm 折り曲げた部分と長さ 505 mm の端を合わせ、電動ドリルで 4.2 mm の穴を開け、ブラインドリベットで接合します。 <p>※接合はピアスピス(鉄板ビス)や溶接によっても構いません。スポット溶接ができる場合は、それが一番楽だと思います。</p>
	<p>④</p> <ul style="list-style-type: none"> つづいて、鋼板を 505×665 mm に切り出し、ジグソーで中央に直径 400 mm の丸穴を開けます (あとでこの部分にダクトファンを接続します)。

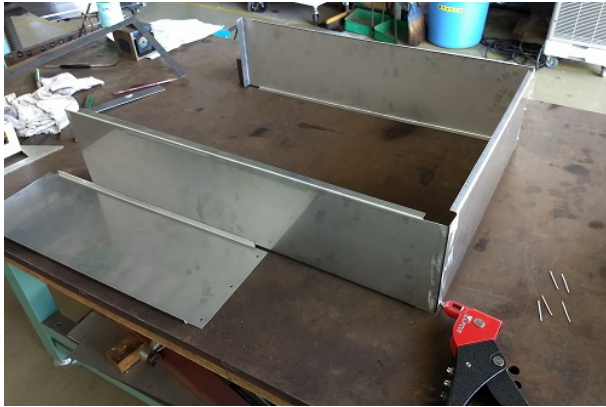


- ⑤
- ・③でつくった部分の 20 mm 折り返した部分と、④でつくった部分をリベットで接合します。これでダクトファンとラジエーターで挟まれる部分のダクトは完成です。



- ⑥
- ・つづいて、ラジエーター 2 枚で挟まれる部分のダクトをつります。
 - ・ステンレス鋼板を以下のサイズに切り出します。
185×705 mm×2 枚
185×505 mm×2 枚
 - ・4 枚とも、長辺側の両サイドを 10 mm 折り曲げます。
 - ・長さ 705 mm の 2 枚は、短辺側の両サイドを 20 mm 折り曲げます。

※長辺側の両サイドは折り曲げなくても良いですが、折り曲げることでたわみにくくなり強度も上がるため、折り曲げることをおすすめします。



- ⑦
- ・長さ 705 mm の鋼板の 20 mm 折り曲げた部分と長さ 505 mm の端を合わせ、電動ドリルで 4.2 mm の穴を開け、リベットで接合します。四隅を接合したら、ラジエーター 2 枚で挟まれる部分のダクトは完成です。



- ⑧
- ・⑤と⑦で組み立てたダクト部の内側から、コーキングガンで接合部分にシリコンシーラントを充填します。

※すべて組み立てたあとでダクト部の外側からコーキングしたり、ダクトテープを外側から貼ったりしても良いですが、内側からコーキングしておいた方が仕上がりが綺麗です。

その他

- 工作にあまり慣れていない方は、熟練者の指導のもとに作業を行うなど、十分に気をつけて工作を行ってください。
- 使う液体はふつうの水で良いですが、配管などにステンレス以外の錆びる金属を用いる場合には、水に防錆剤を添加するなどしてください。
- ボイラーなどと繋いで実際に使う場合には、このラジエーター式放熱装置のほかに配管(耐熱ホース、耐熱硬質ポリ塩ビ管(HT 管)など)や送水ポンプが必要になります。このマニュアルの表紙の写真の温室では、送水ポンプとしてシールレスポンプ(エレポン化工機 SL-20N 200V 仕様)を使用しています。ラジエーター式放熱装置を使用する環境に応じて、適当なポンプを選定ください。
- ラジエーターのホース接続口の口径は 40 A(1 1/2 インチ)ですが、ポンプの口径に合わせて 25 A(1 インチ)程度に配管径を落としても良いです。
- このマニュアルでは風下側(ダクトファンと反対側)にはダクトをつけていません。使われる環境に合わせて、必要に応じて別途 **2.** でつくったのと同様のダクトをつくってください。市販のダクト継手(カラーニップル)と組み合わせるなどすると良いです。
- キャスターをつけておくと便利です。このマニュアルの写真のものは、車輪径 50 mm の自在キャスター(ウレタン車)を 4 輪つけています。

材 料 費 (参 考)

No.	材料	メーカー・品番・仕様	数量	単価	合計
1	ラジエーター	KOYORAD PL012378	2 枚	25,000 円/枚	50,000 円
2	ダクトファン	ソーテックニカ DF-40ETD1	1 台	50,000 円/台	50,000 円
3	耐熱ホース	十川産業 THE-38	15 cm	3,500 円/m	525 円
4	ホース	9×12 mm	50 cm	200 円/m	100 円
5	ホースバンド	タカギ QG421	4 個	241 円/個	964 円
6	ホースバンド	タカギ QG427	2 個	450 円/個	900 円
7	ゴム栓	径が 13 mm 程度のもの	2 個	150 円/個	300 円
8	シリコンシーラント	コニシ シリコンコーク 330 mL	2 本	2,181 円/本	4,362 円
9	金折・ステー	八幡ねじ アルミステー-L AL-7	10 個	226 円/個	2,260 円
10	ボルト	M6×15	16 本	5 円/本	80 円
11	ボルト	M12×25	4 本	28 円/本	112 円
12	ナット	M12	4 個	15 円/個	60 円
13	ワッシャー・バネワッシャー	M6	各 16 個	5 円/個	160 円
14	ワッシャー・バネワッシャー	M12	各 4 個	10 円/個	80 円
15	ベニヤ合板	910×1820×12 mm	1 枚	3,500 円/枚	3,500 円
16	ベニヤ合板	550×600×25 mm	1 枚	3,500 円/枚	3,500 円
17	角材	80×80×215 mm	2 本	2,000 円/本	4,000 円
18	皿木ネジ	M3.5×25	46 本	2 円/本	92 円
19	皿木ネジ	M4.5×38	6 本	5 円/本	30 円
20	トラスタッピング	M4×16	20 本	5 円/本	100 円
21	トラスタッピング	M5×25	4 本	10 円/本	40 円
22	トラスタッピング	M6×16	8 本	10 円/本	80 円
23	木工用ボンド	コニシ ボンド 木工用	適宜	200 円	200 円
				合計	121,445 円

※金属でつくる場合には上記 15～23 の代わりに下記の a～k を使います (1～14 は共通で使います)

a	ステンレス鋼板	1000×2000×1mm SUS304 2B 仕上げ	1 枚	9,000 円/枚	9,000 円
b	等辺山形鋼(アングル)	L 40X40X3	2.5 m	2,500 円	2,500 円
c	溝形鋼(チャンネル)	[80X40X3 215mm	2 本	2,000 円/本	4,000 円
d	ブラインドリベット	藤原産業 SK11 SA5-2LB	66 本	4.5 円/本	297 円
e	防錆塗料	大日本塗料 スーパーシルバー	0.2 L	702 円/0.2L	702 円
f	ボルト	M8×25	4 本	15 円/本	60 円
g	ボルト	M10×20	8 本	25 円/本	200 円
h	ナット	M8	4 個	5 円/個	20 円
i	ナット	M10	8 個	10 円/個	80 円
j	ワッシャー・バネワッシャー	M8	各 4 個	5 円/個	40 円
k	ワッシャー・バネワッシャー	M10	各 8 個	10 円/個	160 円
				金属でつくる場合の合計	126,962 円

2018年12月 作成
「ラジエーター式放熱装置 作り方マニュアル」

著者：竹倉憲弘、金井源太、山下善道

＜本マニュアルの内容についてのお問い合わせ先＞

農研機構 中央農業研究センター

産学連携室 広報(問合せ窓口)

TEL: 029-838-8481(代表)

<https://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/>

※ 本マニュアルの記載内容を転載・複製する場合は、
農研機構 中央農業研究センターの許可を得てください。