

1、製作動機

2011年の夏は、カロリー制限の食事療法の影響かどうか判らないが、初めて夏バテを感じ、夏バテには甘酒が良い(女房の言)とのことで、甘酒作りにチャレンジしてみたが、保温維持がうまく行かなかった。

最初は、電気釜の保温機能を使うと良いとのことで、ネットから得た方法の要領で、お粥を作り冷ましてから米麹と混ぜて温度調節し、60℃を少し下回った温度にしてから、念のため湯せん状態で蓋を開けたまま布巾で覆いをして保温で放置した。しかし数時間後に温度を計ったら70℃を越えていました。60℃を越えて30分以上放置すると酵素がだめになり、糖化が進まないとのことで、完全な温度管理の失敗でした。

そこで、温度が上がり過ぎないように再度一から挑戦、今度は、発泡スチロールの箱にお粥と米麹を混ぜた60℃弱の甘酒の材料を入れた器を入れ、箱内に保温のためのビンに入れたお湯を置き、温度をたびたび計測しながら、温度が下がったらお湯を交換することを繰り返して、何とか55℃から60℃の温度を保ちながら8時間の保温を続けて、漸く、甘い甘酒の濃縮物ができた。とても手間が掛かったし温度を保つのに目が離せなかった。

これが毎回では大変と思ったのと、我が家は、ここ8年ほど毎年味噌づくりをしているが、米麹は出来あい品を購入していました。来年は麹づくりにチャレンジしてみようと思っていたので、醗酵のための室代わりの大き目の保温箱も必要と考えて、電気仕掛けの保温箱の製作を思い立ちました。

2、仕様目標

- ・ 1度に麹を5キロ以上作れる容量があること。出きれば10キロ。
- ・ 完全密閉もでき、多少の外気の循環もでき、これが切換え可能なこと。
- ・ 甘酒作りのために必要な、器内の流動物の攪拌を外部よりできること。
- ・ 内部の温度確認が蓋を開けないで可能なこと。
- ・ 保温温度は室温から60℃の範囲でできること。(60℃を越えると、箱の素材など、耐熱性確保の障害が多くなるので、60℃を最大とする)
- ・ コントロール温度精度は ± 2 ℃以内、表示上は ± 1 ℃程度を目標にする。
- ・ 保温時間の設定が可能なこと。ミニマム単位10分、最大10時間以上。
- ・ 中の状態が外から目視できること。(窓付き)

3、設計計画

最初はネットで紹介していた、蒸しタオルの保温などに使用している電気保温器の利用を考えたが、甘酒作りには充分の大きさだが、味噌用の麹作りには必要な大きさも、適当な外気の循環もできない、低温の設定ができないようなので、全て自製する方向にした。

- ・ 作りやすいように、箱は骨組み木製主体、断熱は発泡スチロール、内面はステンレス板張りで構成し、湿気による本体の腐食を防止して、かつ衛生面の維持を容易にする。
- ・ 温度のコントロールには電子サーモスタットを使用する。(バイメタル式のもの、ON, OFFの温度差が3℃以上は必要で、絶対精度も含めると、5℃の温度幅を確保するのにぎりぎり

りであることが判ったので、温度差が1も可能な電子式にした。難点は、安いものを探したが、結局これだけで8千円掛かった。)

- AC電源をON、OFFできるタイマーが必要であるが、手持ちの古い11時間タイマー(松下製)を利用する。
- 箱内の空気温度や対象物の実温度確認には、手持ちの料理用の電子温度計を使用する。
- 加熱用のヒーターは、ポット保温器などの流用も考えたが、大きさや、能力がイマイチのようなので、これも自製する。ヒーター能力は50W、100W、200Wの手動切換えができるようにする。(自動にすると苦手な電子コントロール回路を設計するしかなくなり、正直、電子回路の設計知識が少ないので)
- 内部空気はACファンで循環式にして、箱内の温度バラツキを押さえる。
- 内部確認のためにガラス窓を設けて、内部照明も備える。

かなり本格的な電気製品の設計製作になってしまったが、2ヶ月ほど掛けてのんびりと製作した。

4、製作結果



外観 (左の写真参照)

大きさ (単位mm)

外形:(部分突起含む)

幅456×高さ450×奥行355

保温利用空間サイズ:

幅307×高さ330×奥行274

制御温度精度

循環空気の制御精度はドリフト1、表示温度との温度差1以内。(確認に使用した料理温度計の精度も含めて考えると、設定温度

に対して、温度精度+1、-2以内は保てると思える結果が得られた。ただし温度上昇時は200Wヒータを使用して高速昇温した場合、40設定では4程度のオーバーシュートが発生するため、この防止には、5程度手前で50Wに切換えることが必要である。即ち、設定温度付近まで上昇する間の監視が必要である。)

内部の対象物で湿気のある自己発熱の少ないものをオープン状態で保温すると、気化熱の影響か空気温度より3程度低い温度で安定状態になった。この辺はノウハウで、使用しながら補正をどう行なうか経験を積むしかないと考える。

各部状態



前扉を開けた状態：扉の右側が操作パネル、ステンレス板の継ぎ目はバスボンドでシール。
操作パネルの裏側内部には、空気循環用のファンを内蔵したダクトを設け、上部の隙間から空気を吸い込んで、ヒーターの下部の空間に空気を送り込みます。保温空間と外部、制御機器空間との外壁は内側より0.1mmのSUS板、2.5mm合板、20mm発泡スチロール、3mm合板の順の断熱構造にした。



箱内部の底には取り外しができるステンレスパイプとアルミ L チャンネルで作成したスノコが置けるようになっていて、スノコは上部に約10cm間隔で設置できるように、棚受けを両側壁に設けた。

スノコの下には右側を兆番で支持し、下部を清掃できるように跳ね上げられるヒータパネルがある。

ヒータパネルの構造：

- ・ サイズ：200×300、厚さ4mm、
- ・ 発熱材：約0.2mm径で長さ2.3mのニクロム線（100W用）を2系列使用。
- ・ 配置：2系統を蛇行配置 ショート防止のため、配置の経路維持の構造を工夫。
- ・ 絶縁支持構造：0.5mmのシリコンゴムシートとその外側を1.5mmのアルミ板でサンドイッチ。ニクロム線配置の間に空気穴を設けてあり放熱効果を持たせた。
- ・ 電気配線：直列接続と並列接続及び単独の3種類をスイッチングできるようにしてある。直列時は50W、並列時は200W、単独一個使用時は100Wの発熱能力になる。

発熱能力の使い分け法：

200Wは高速昇温する時に使用、50Wは保温専用、100Wは設定温度の高い時の保温と、昇温時に使う。設定温度により使い分け、手動切換えである。

パネル表面の温度実測：

空気循環用ファンの使用で、環境温度より50Wで約16℃、100Wで22℃、200Wで51℃温度上昇する。万一の場合の火災防止のための温度ヒューズは154℃の物をヒーターの裏に抱かせた。（シリコンゴムシートの耐熱温度が160℃であることから購入したが、目的の制御温度MAX60℃+温度上昇52℃で最高温度予測110℃台なので、130℃前後の温度ヒューズでも良かったが、結構価格が高いので変更しない。）

配線：

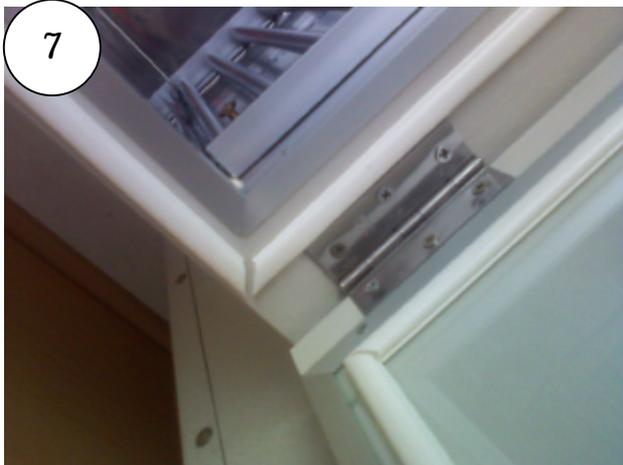
パネルからの配線は裸の撚り線をガラス繊維織のチューブに通して、20cmの長さを通風のある空間に空中配線し、放熱を図り、ターミナル端子に集めたのち、そこから操作機器

空間までは通常配線にした。



左上奥に照明を設置：豆球を胃腸薬の空き瓶のカバーで覆い、内部が結露しないようにした。電球は連続点灯すると瓶内部の温度が上がるので、スイッチはノンロックにして、押している間のみ点灯する。

右の上奥（空気循環の吸い込み口近く）にサーモスタットの温度センサー部（サーミスター素子方式）を、断熱材を介して支持配置。



扉部にはシリコンゴム製のドアシール用パッキンを2重に設けた。

操作パネルは上部から、照明用スイッチ、温度コントロール装置（韓国製、UTH-150）、ヒーター切換えスイッチ、表面は2mmの透明エンビシートで表示などを保護。

その下に11時間まで設定できるタイマーで、設定時間後OFFのみの機能にした。タイマーダイヤルの下は、タイマー使用の切換えスイッチ（連続 設定時間後OFF）その下が電源スイッチと表示灯、その右側ヒューズ（5A）ホルダ、アース用端子。



内部の器の中の保温対象流動物をかき混ぜられるかき混ぜ軸（下部がプロペラ形状）装置上面に のかき混ぜ軸を挿入できる穴と、料理用温度計の先端を挿入できる穴を設けた。他に、ファンを設置した装置右側空間の側面には外気吸込み用の穴も設けてある。使用しないときはネジ込み取り付けの蓋がある。外気取り込みの時の排気穴は上部の穴のどちらかを開ける。線香の煙で動作状況を確認したが、良好。

5、製作材料費

購入品予定 1万5千円以内が、思いの外高額になり約2万6千円

主な出費

・温度制御用のサーモスタット T U H - 1 5 0（送料込み）	¥8,000
・A Cファンモータ 松下製 80×80品（送料込み）	¥2,240
・ステンレス板 300×920を2枚、450×920を1枚	¥3,514
・シリコンゴムシート 200×300×0.5 2枚	¥1,934
・アルミ板 200×300×1.5 2枚	¥1,550
・アルミ引き抜き材（扉枠ガラス押さえ兼用、棚受け等に使用）	¥1,570
・スイッチ、温度ヒューズ、配線材など電気部材	¥1,699
・ネジ他金物小物、シリコンゴムシール、断熱材、プラ板など	¥2,814
・木材、接着剤、サンドペーパー、白塗料など	¥2,027

木材の大半は手持ちの材料を使用、タイマーも手持ち品、外面塗装は手持ち塗料でブレンドし着色。扉のガラスは以前廃棄の家具から外した保管品をカット（このためにガラスカッターも買った¥1,785）

などなど、全て新規購入すると3万円は越えた形になりました。

6、反省

- ・ ちょっと工夫のつもりが本格的になりすぎて、且つ凝り過ぎ、思いのほかの出費になった。せいぜい活用しないと元が取れない日曜大工になった。
- ・ 色々勉強できて物づくりの知識拡大には役立ったと思い、懐の痛みは我慢。
- ・ 費用は掛かったが、出来栄には満足している。悩みは「デカイ、重い、置き場がない」の妻の言で、冷蔵庫の上に鎮座している。必要な時にはテーブルの上などに移動して使用することにした。年取ったら疲れる移動作業になりそう。
- ・ 重くなった原因は、扉両面の全面と窓部範囲の3mm厚ガラス板の3重断熱構造。最高60 だからプラスチック板にした方が断熱性能も、重さも有利であるが、傷付き易いからと、手持ちのガラスにしたのがまずかった。プラ板の表面を硬くする簡単に塗装でき安い透明のコーティング材があれば便利か。
- ・ バイメタル式のサーモスタットで充分目的を果たせたと思う。試運転での保温対象物の温度の状況を見ると、周囲循環空気の5 程度のドリフトがあっても、対象物の温度は2 程度のドリフトに収まりそうなので。
- ・ のんびりと製作したので、9月になって完成。夏も終わった。

以上