

儲かりそうな綿飴器の自作

金野茂男

1. はじめに

学園祭の飲食出店の定番として綿飴がある。通常は、専門業者やレンタル業者から賃貸して綿飴製造器を借りてきて出店している。が、この賃貸し代が結構高く、儲けの大半或いは、自腹を切らなくてはならないこともある。この綿飴器を自作してみた。

何年か前に学園祭に向けて学生が自作を試みた。綿菓子ではできたのはできたのであるが、少量であったり、刹那的であったり、更には装置の故障が連続し、安定して製造させるまでには至らなかった。不調の根本原因は原料であるザラメ糖の加熱方法にあり、これの抜本的な方法を見つけなければ、「儲かりそうな」綿飴器にはおぼつかないと思い、しばらくの間休眠状態であった。

小学生でもできる技術工作の課題の一つとして、綿飴器の作り方は公開されてはいる。空き缶の下側に穴を開ける。空き缶の上部に空き缶を回転できるようにモータを取り付ける。ザラメを空き缶に入れ、アルコールランプで加熱し、ザラメが溶けた時点で、モーターにスイッチを入れると、溶けたザラメが穴から遠心力で飛び出し、細い糸となって冷えて、綿飴となる。非常に簡単な装置ながら、これで一時的に綿飴を作り上げることができる。

実際に商売ができる装置では、ザラメを入れる回転容器部分内に加熱装置が置かれている。回転部分内に、外部から電源を供給するには、電気回路及び機械工作でそれなりの専門的知識及び技術が必要である。又、回転部分内に納まるヒーターに関しても大きさ及び電力の点からも専門的及び専用部品が必要である。

ザラメの加熱方法に良いアイデアが浮かばないことで、装置の自作を放棄していた。が、電磁誘導加熱装置の家庭版があることに気が付いた。一般の商品名では「IH調理器」と称しているものである。これを応用すれば、回転部に電源を供給しなくても、かつ回転部にヒーターを配置することもなく、回転部に入っているザラメを加熱することができるような気がした。本年度の学園祭も近づいて来た。再度綿飴製造器の製作に取りかかることにした。



写真1 使用したIH調理器

写真1に市販され、今回使用したIH調理器の鍋料理での使用例の外観を示している。外見ではホットプレートと見間違いしそうな調理器である。これらの最大の相違は、ホットプレートは鍋を直接的に「ヒーター熱で加熱」するが、IH調理器は鍋を間接的に「電磁波で誘導加熱」する点である。加熱方法が根本的に違うのである。IH調理器では、食材の入っている鍋の下のプレートの直下に加熱用コイルが内蔵されている。このコイルに高い周波数の交流（といっても25kHz程度に規格されているようである）を流す。この交流が電磁波となり、コイルから発射され、断熱台であるプレートを素通りし、この上に乗っている鍋（鉄がよるしい）を、電磁誘導の原理（より正確には電気回路では邪魔者であった渦電流損の逆利用といえる）で加熱する。

このIH調理器を利用すれば、ザラメの入った回転部分（この部分を以下ではフライパンと呼称する）を遠隔で加熱することができるのではないかとすれば、回転部分に加熱装置を組み入れる必要がないのではないかと考えたのである。

結果として、未だ少し不満があるが、一応満足のいく綿飴器を作り上げることができた。写真2、3にその外観を示しておく。写真2は前上方より、写真3は前方より見たものである。フライパンの加熱温度はボタン一つで自在に設定できる。また、フライパンの回転速度もボタンスイッチでの3段変速である。

温度設定にも依存するが、ザラメを投入し、加熱を開始して1分以内で綿飴が出てくる。出てきた綿を割り箸などで上手い具合に巻き取る。ザラメを投入補給し続ければ、連続して綿飴を作ることができる。が、現在のところ長時間の連続運転はできない。フライパンからの輻射熱でコイル板が過熱しないように、フライパンとコイル板の間においた断熱板（ベニヤ板で代用）が20分～30分以上の連続運転をすると、過熱してしまうのである。何故断熱板にベニヤ板を使用するの？ これに対する返答は後述している。ともあれ、5分～10分程度の連続運転では安定して使用できる。連続運転後は加熱を停止し、断熱板の冷却時間をしばらくとればよい。冷却がすんだら再開である。

以下で、製作方法を開示する。

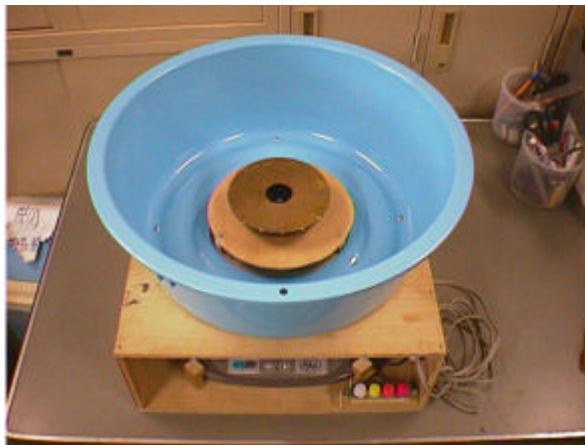


写真2 完成品（斜め上から）



写真3 完成品（前方より）

2. 用意する備品

できるだけ身近で調達できるものとしている。

IH調理器（電磁誘導加熱式ホットプレート）

フライパンを遠隔加熱するのに使用する。購入した機種とその仕様は以下の通りである。

製作会社 パール金属株式会社
機種名 H-6790

仕様（定格表）

電源	AC 100V 50 - 60Hz
消費電力	1300W (±10%)
加熱	(約) 80W ~ 1300W (±10%)
揚げ物	(約) 150 ~ 200
寸法	(約) 幅330mm × 奥行き370mm × 高さ54mm
重量	(約) 2.4kg
電源コード長	1.9m (マグネット脱着式)

コイルに流す交流の周波数は仕様書に記述されていない。一般の電気機器解説本を参考すると、電磁調理器 (= IH調理器、高周波調理器) の発振周波数は約25kHzと言う記述がある。企業間でこの周波数に統一が行われているのかもしれない。25kHzを高周波ということには意見が分かれそうである。

写真1がこれである。天ぷらも揚げることができると明記してあったので、これならばザラメ糖も充分溶かせるであろうと踏んだ。専門的になるが、IH調理器に使用できる鍋類は渦電流損が大きいのではなければならない。有効使用できる鍋は鉄系の鍋で、かつ底が平らな鍋である。ガラス鍋、アルミニウム鍋は不適合である。このため、未だ一般家庭に普及しているとは言えない調理器であるが、大型電気店では店頭販売はされている。

電磁誘導加熱装置として、この機種を選んだのは購入価格だけである。多くの機種が1万4,5千円以上している中で、7千円程度の特別価格で販売していたからである。他の機種でも天ぷらを揚げれるほどの出力電力があれば充分使えると思う。

鉄製のフライパン

ザラメ糖を収納し回転しながら加熱する。写真2, 6, 7で見れる。写真4, 5に補欠用に準備しておいた同型のフライパンを示している。外形が直径15cm、高さが3cmで、取っ手付きのフライパンである。カツ丼用には最適と見た。取っ手の取り付け部のリベットを壊し、取っ手を取り外した。その後リベット穴にはアルミリベットを打ち込んで、塞いだ。写真5がその時の姿である。形状がこのようなら他のフライパンでも良いが、底が平らで材質が鉄系でなければならない。



写真4 フライパン（横から）



写真5 フライパン（前上方から）

扇風機のモーター

フライパンの回転用である。写真3, 10, 11で見れる。羽が破損していたが、モーターが生きていたごくありふれた家庭用の卓上扇風機から抜き出したモーターである。回転速度は

「弱、中、強」の3段変速であり、都合がよいこと請け合いである。

洗濯用たらい

フライパンからでてきた綿飴を受け取る容器である。プラスチック製の洗濯用たらいとすることにした。直径が約50cm、高さが約17cmである。金属製たらいも考えられるが、出来上がった装置の運転ではたらいは殆ど加熱されないことがわかった。プラスチック製で充分である。

3. 制作・加工及び組み立て

台

写真2, 3, 11で見てとれる。厚さ12mmのベニヤ板で作成した。幅45cm×奥行き45cm×高さ18cmである。内部にIH調理器の本体、モーター、モータースイッチが納まる。フライパンを取り付けたモーターが回転する。余り軽い即ち、薄いベニヤ板では回転による振動を抑えきれない。できるだけ厚いベニヤ板とした方がよい。

モーター

写真3, 10, 11で見てとれる。扇風機からモーターを取り外す。電源コードやスイッチ類も使用するので一緒に取り外す。モーターの回転軸の前方はファンを取り付けるため結構長く、先端にはファン固定用の左ネジが切っただけである。この左ネジ部分は使用できないので、切り落とし、残った部分にダイスで新しく雄ネジを切り出す。回転軸直径は8mmであったので、M8のネジを切った。回転軸後方には首振り機構がある。使用しないので、取り外し、不要な部分は切り落とした。

モーターの前面に扇風機のケースに固定できるように取り付け穴がある。台の上面の中心部に寸法を合わせ、適当な穴を開け、モーターを取り付ける(写真10)。スイッチは操作しやすい位置に取り付ける(写真3, 11)。

コイル板(誘導加熱部)

写真7, 9で見てとれる。IH調理器の上部プレート板(セラミック)の下に、この誘導コイルが入っている。調理器の取扱説明書には、「改造はしない! 修理技術者以外の人は絶対に分解したり、修理はしない!」と明記されている。これにびびる人はやらないこと。自己責任の元で改造にはいる。

調理器のネジを外し、上蓋を取り外す。真ん中にコイルが鎮座している。コイルの中心に、温度センサが取り付けられている。この温度センサはプレート及びコイルが異常加熱したときのための安全センサである。使用しないので、コイル台から取り外す。センサ部を少しいじってみると、簡単に取り外せることがわかる。このセンサは基板にジャックで接続している。が、必要がないからといって、ジャックを抜き取っては行けない。ジャックを抜き取ってしまうと、回路上、センサがないことになってしまうので基板の回路が正常に作動しない可能性がある。センサ部は下蓋の空きスペースに適当に固定しておけばよい。

コイルは台の上に、コイルを取り外した本体は台の中に置く。延長線で両者を接続する。コイルには周波数25kHzで数百ボルトの電圧がかかるので、耐熱性の絶縁パイプなどを用い、延長線類の絶縁を確実にやる。本体のプラスチックの側面を適当に切り落とすことにより、線を引き出す部分を作れば、上蓋を元通りに戻すことができる。元通りに戻した本体を台の下板に固定する(写真11)。

コイルの取り付けにはスペーサを用いて台より浮かした(写真7, 9)。コイル面には耐熱等を考えて、シリコン充填材を塗布した。写真から少し色に変色していることが見てとれる(写真9)。これは充填材が過熱で変色したものである。試験製作でもあるので、過剰動作をさせて動作の安定性を確認しなければならない。その痛い結果である。変色しないことにこしたことはない。結果論であるが、充填材を塗布する必要はなさそうである。

写真9でコイル台の中央の穴からナットの付いたモーターの回転軸が貫通しているのが見て

とれる。

フライパン

このフライパンは底面直径は12cm、開口面直径は15cmである。中心に8mmの穴を開け、モーターの回転軸用とする。側面が上方に行くに従って広がっている。これはこのフライパンを回転させたとき、中に入れたザラメを遠心力で自動的に開口端に指向させてくれる。これも都合がよい。ザラメは回転の遠心力で側面に位置するようになるが、側面が垂直であると、側面のどのあたりにザラメが位置するようになるのか不定である。側面が傾斜していることでこれは回避できることになる。

なを好都合なことに、このフライパンの開放端は上手い具合に水平方向に庇が張り出しているように加工されている。このフライパンの上に蓋を被せ、蓋の円周に配置している幾つかのベロでこの庇に固定させることができる。ザラメの大きさは2mm～3mm程度なので、フライパンの底部分に1mm程度の溝を放射状に円周全体に切り出す。三角ヤスリを用いると便利である。この切れ目が溶けたザラメの放出口となる。この溝の大きさが綿の性質に大きな影響を与える。大きすぎるとザラメの粒が飛び出す、小さすぎると目詰まりを起こす。

蓋は庇のところに集まったザラメが飛び散らないようにすると共に、フライパンの保温効果も兼ねさせることができる。厚さ0.5mmの真鍮板で作る。主直径はフライパンの庇の直径とほぼ同じとするが、この蓋をフライパンに固定するためのベロ部分（紙飛行機などの糊代に相当する）も余分に切り出す（写真6,7）。中央には適当な大きさのザラメの投入口を開ける（写真2,6）。穴が小さすぎるとザラメを投入しにくい。大きすぎると、熱が逃げやすい。

コイル板とフライパンの相対位置関係

モーターの回転軸に切り出したネジの取り付けのナットの位置を変更することでコイル板とフライパンの間隔を自由に調節できる（写真7,10）。

コイル板とフライパンの間隔が大きすぎると、調理器本体でそれを感知し、コイル電源を自動的に遮断する。これではフライパンの加熱はできない。本体の回路図があれば、この部分の回路変更をしたかったのであるが、近年では家庭電気機器のみならず、実験用電気機器にさえ回路図が付属していることは滅多にない。6mmぐらいの間隔ならば遮断回路は動作しないようである。この間隔は機種にもよるであろう。ナットの位置を変更しながら、遮断回路が動作しない最大間隔とする。と言うのは、コイル板とフライパンの間に断熱材をはさみ入れる必要があるからである。短時間の動作ならば必要がないが、使用時間が長くなるとコイルで加熱され温度の上昇したフライパンの輻射熱でコイルが逆加熱される。商品としてのIH調理器では鍋を載せるセラミックプレートがその役割を担っていた。

断熱板

フライパンからの熱輻射によるコイルの過熱防止のために、両者の間に断熱板を取り付ける。この断熱板として、IH調理器本体上部にあるセラミックプレートを使用することが第1に考えられる。それを用いれば良いではないか。簡単なことではないか。と思われるかもしれないが、そうするにはこのセラミック板にモーターの回転軸が通り抜ける穴を開けなければならないのである。ガラスや、陶器の皿に穴を開けることと同じである。超音波ドリルなどの専用工具がないとできそうもない。

いろいろな材料を断熱板として試したが、加工し易さ、断熱性、耐熱性でお互いに痛し痒しであった。結局加工し易さと安さから厚さ3mmのベニヤ板とした（写真6,7,8）。が、決してベニヤ板では充分ではない。長時間の運転で上に鎮座しているフライパンからの熱輻射で過熱し、そのまま運転を継続していくと炭化にまで至る。そのため、連続運転に時間制限を設け、休ませて断熱板の冷却時間を稼ぐ形で使用することにしている。

たらい

断熱板程度の穴を底に開けておき、台の上に取り付ける。

組み立て手順

- I H調理器本体を台の底面に固定する（写真11）。
- モーターのスイッチを台の底面に固定する（写真11）。
- モーターを取り付ける（写真10）。
- コイル板をスペーサの上に置き、その上に断熱板を被せ、ネジ止めする（写真8, 9）。
- 下の断熱板に接触しないようフライパンを取り付ける（写真6, 7）。
- 間隔を大きくすると調理器本体の安全機構が作動し、コイル電源が自動的に切れる。
- たらいを取り付ける（写真2）。

以上で完成である。逆の手順で分解することもできる。

4. 終わりに

1人分程度の綿飴の製作時間はフライパンの加熱温度にもよるが、30秒とかからない。耐熱板の冷却のため、停止期間をおかなければならないが、安定して十分に動作させることができる装置である。学園祭などで使用したら十分に稼げると思う。装置は十分に耐久性があり、何年にわたっても使用できよう。又保守管理も簡単である。

主な備品の製作原価は以下の通りである。

I H調理器	7000円
モーター	0円
フライパン	800円
たらい	1000円

I H調理器が自前で調達できれば、製作原価を格安に抑えることができる。実製作日数は、材料の調達時間を除外して、1人で1日～2日である。

製作完了後、いろいろな改良案等がある。それを列記する。

ベニヤ板で代用しているコイル板とフライパンの間の断熱板を加工性があり、より耐熱性もあり、そして更にはより断熱性能の良いものとする。この改良で、コイル板の過熱を心配することなく長時間の運転が可能となろう。長時間運転が必要になれば来客があればの話であるが、製作者として、現在適当な材料を模索しているところである。

市販のザラメは見てわかるように茶色をしている。これでできた綿飴も少し茶色がかっている。気になるほどではないが、食紅などを少し混入すれば、ピンク色になるのかもしれない。

調理器本体を分解しコイルを良く観察すると、エナメル線やウレタン線で自前でも作れそうである。万が一コイルを燃やしてしまったならば自作すれば良いであろう。

フライパンとコイル板の間隔を広くすることができれば、それだけでコイル面の逆過熱を低く抑えることができる。しかし、調理器本体は空運転防止のため加熱鍋がないと安全機構が作動し、コイルへの電力を停止する。回路図があればこの安全機構を取り外したいのであるが。

現在のフライパンは写真で示している形状である。これを裏返した形状のフライパンの方が効率が良さそうである。つまり底面積が平らで最大直径を有し、蓋の方に傾斜を付けるのである。このような形状にすると、底全体が平らなので、溶けたザラメの吹き出し口まで、一様に加熱されることになるからである。適当な材料が見つかったならば、この改良案を試みるかもしれない。

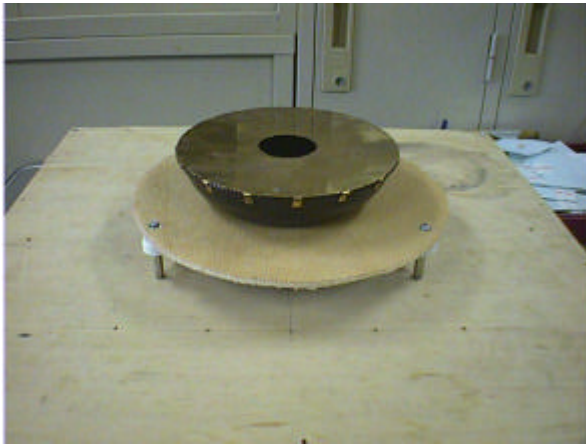


写真 6



写真 7

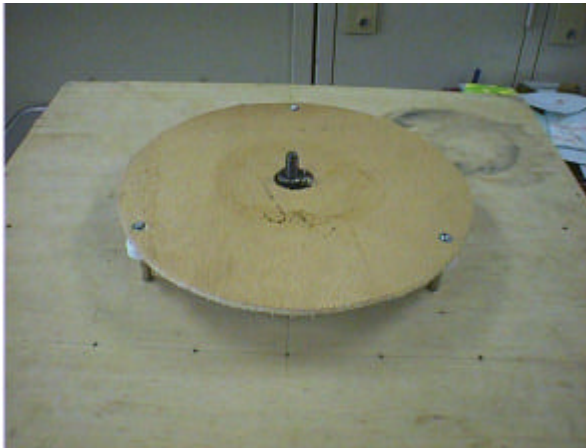


写真 8



写真 9

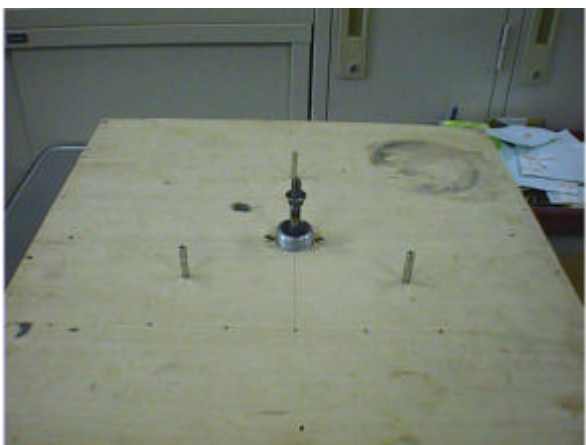


写真 10



写真 11

フライパンの加熱温度、フライパンに切り出した綿飴の吹き出し溝の大きさ、フライパンの回転速度に依存してどの様な綿飴ができるのか調べてみることも考えられる。

ザラメだけではなく、他の種類の砂糖での出来具合を調べてみるのも面白い。よく使用される白砂糖は微粒なので、工夫して粒状にすればやれそうである。黒砂糖ではどうであろうか。

2001年10月16日