

課題情報シート

課題名：	黒にんにく加工用電子温度調節器の製作		
施設名：	東北職業能力開発大学校附属 青森職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	制御技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

安全衛生、制御工学、計測工学、電気電子工学

(2) 課題に取り組む推奨段階

機械制御、センサ工学、電気・電子工学実験終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、機械加工技術、電気・電子技術及び制御技術の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人 数：1名

時 間：216時間

農業分野で、収穫した農産物に付加価値を持たせる目的で、種々な加工を施し出荷する機会が多くあります。最近、青森県の特産物である「生にんにく」を発酵処理させた「黒にんにく」という商品が脚光を浴びています。本総合制作実習では、青森県内の農産物加工業者との共同研究で、生にんにくを発酵処理する温室に使用する電子温度調節器の製作に取り組みました。黒にんにくは温度約 70[°C]、湿度約 80[%]の環境の中に、生にんにくを約 2 週間置き発酵させ、その後、数日間追熟させると得られます。製作した電子温度調節器は家庭での使用を考慮し、可能な限り小型化を目指しております。また、使用部品はできるだけ汎用品を採用し、安価に製作できるようにしてあります。小型温室(容量約 80ℓ位)と黒にんにく加工用温度調節器との組み合わせにより、家庭での簡単な黒にんにく発酵器の普及を狙うものであります。

課題の成果概要

制御目標温度である温室内の温度を一定にする温度調節を製作できました。温室の制御目標温度は黒にんにくの発酵温度に適した70[°C]の設定で使用しますが、0~90[°C]の任意値に設定ができます。

図1の左側部分はトリアック使用の過熱ヒータの電圧制御回路で、右側部分はサーミスタで温度を検出するトランジスタ回路です。電力回路のAC100[V]とセンサ回路のDC5[V]のインターフェースは有接点リレーを介しています。検出した温度の条件によりトリアックの点弧角を細かに調節するという比例制御方式も考えられますが、この製作では、トリアックのゲートのON-OFF(接・断)を行い、設定温度付近に幅を持たせた制御を行っています。トリアックの点弧角の調節で加熱ヒータのW数(発熱量)を固定していますが、点弧角の調節で発熱量は可変できます。図2は制御目標温度を70[°C]とした場合の温度制御特性曲線です。温度制御は室温13[°C]から開始し、約3[時間]連続で経過時間[分]に対する温度[°C]の計測結果です。95[分]経過後に目標の70[°C]に達しています。これ以降は目標温度付近をハンチングする結果となっています。ハンチングの周期は約7[分]で、偏差幅は約4.8[°C]となっております。

電源には家庭での普及を考慮し、AC100[V]を使用しております。

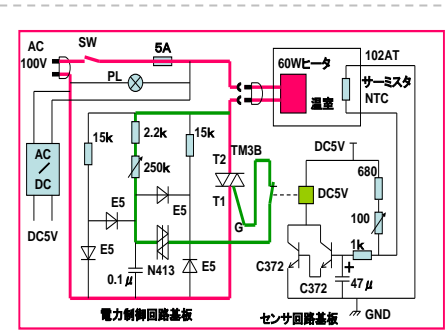


図1 電力制御—センサ回路図

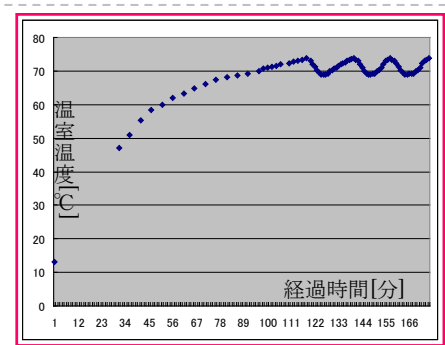


図2 温度制御特性曲線

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

共同研究のテーマでもある為、課題を進めるに当たり、共同研究者と数回の協議を行いました。この協議事項を尊重し、図3のような電子温度調節器の系統図を作成し、さらに具体化させるために図4のような制御系統図にまとめました。この図4から図1の電力制御—センサ回路図の作成を進めました。

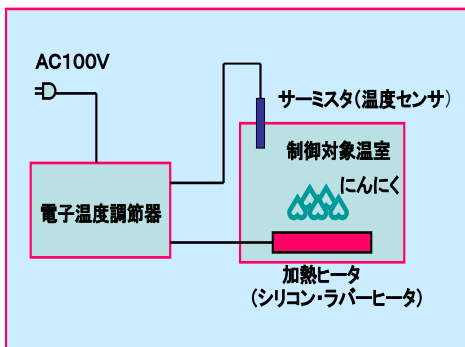


図3 電子温度調節器の系統図

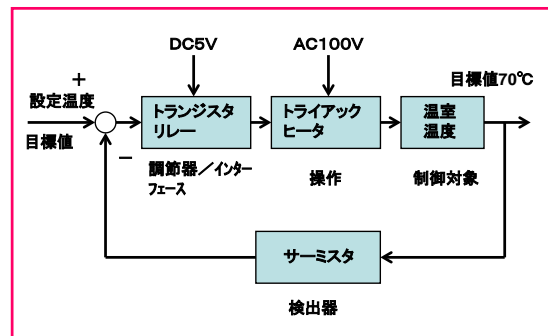


図4 制御系統図

装置の製作は、つぎのように進めました。

- ① 製作仕様の検討：部品の選定(電気定格、性能、寸法、入手の可能性など)。
- ② 電子回路基板(電力回路、センサ回路)の作成：部品の配置、はんだ付け作業。
- ③ 制御箱の作成：箱の大きさ決定、ケガキ作業、穴あけ作業、組立配線作業。
- ④ 温室の作成：(冷蔵庫を温蔵庫に改造)センサ取り付け、加熱ヒータなどの取り付け。
- ⑤ 予備の温度制御実験：水の加熱による定水温制御実験で可能性を確認。
- ⑥ 実際の温度制御実験：改造温度蔵庫の使用で実負荷試験、制御の質を検討。

特徴的な工程や効果的な指導方法について、下表の項目にまとめてあります。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○自動制御の系統的な考え方を習得できます。</p> <p>・フィードバック制御の知識</p>	<p>◇電子温度調節器の系統図の作成</p> <p>電源、電子温度調節器、加熱ヒータ、制御対象温室、温度センサの相関を表すような系統図を作成しました。</p>	<p>●本装置はシーケンス制御形式でも実現が可能ですが、より精度を上げるため、電力回路および電子回路の設計時にフィードバック制御形式になるように、指示しました。</p>
<p>○全体の構成部品の寸法から制御箱の大きさを決定します。</p> <p>(収納スペースから箱の大きさを決定し、使用部品のサイズを決める場合もあります。)</p>	<p>◇設計・製作仕様の決定</p> <p>項目に別け、使用部品のサイズを明らかにしました。</p> <p>電気定格:AC100[V]、500[W] 制御は個:W260×L180×H85 電力回路:(TM3B)トライアック AC100[V]、20[A]、(N413)ダイアック、各 CR 部品 センサ回路:(C372)トランジスタ センサ:サーミスタ 102-AT 1.0[kΩ](0Ω:25℃) 加熱ヒータ:シリコン・ラバー 60W</p>	<p>●共同研究者との協議事項を尊重するようにしました。</p> <p>①対象農産物:生にんにく(黒にんにくに加工)、②制御対象:温室の温度、③制御温度:70[℃]付近(制御幅約10[℃])、④使用電源:AC100[V](対象家庭用)、⑤制御の質:ON-OFF制御、⑥制御期間:連続(約2週間)、⑦制作費:安価(汎用性)、⑧小型(家庭用)、⑨温室:冷蔵庫改造利用</p>
<p>○半導体電力素子の利用の仕方</p>	<p>◇電力制御回路の作成</p> <p>トライアック使用の電力調整を検討しました。</p>	<p>●絶縁処理及び雑音</p>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
○半導体温度センサの利用の仕方	◇センサ回路の作成 サーミスタ使用のセンサ回路を検討しました。	●電力制御回路(AC100V)とセンサ回路(DC5V)との混触防止相互インターフェースの取り方及びセンサ回路を構成する抵抗(VR、R)の設計値により制御温度の設定値が変化することを強調、指導しました。
○フィードバック制御の系統を明らかにしました。	◇ 制御系統図の作成 フィードバック制御の全体を見渡せるようなブロック線図を作成しました。	●全体を見渡せるような図を作成するように指導しました。
○使用選定電子部品の定格の知識、はんだ付け作業	◇電子回路基板の作成 電力回路基板 センサ回路基板	●電子部品の取り付け方、適正なはんだ量を意識するように指導しました。
○製作品の性能評価	◇温度制御結果 温度制御特性曲線を作図させ、制御結果を検討しました。 目標温度付近は結果を拡大して検討しました。	●制御目標温度に対する制御結果を検討します。ハンチングの時間とかオフセットの温度幅に注意を喚起しました。

<所見>

学生がシーケンス制御及びフィードバック制御などに関する知識をある程度得ていても、実用装置に適用する場合、多少の戸惑いが見られます。与えられた温度制御の実現に向けて、電力回路とセンサ回路を電子化し、トライアックとサーミスタを選定しました。トライアックのゲート電流を調整することで電力制御が行えることが分かっていますが、これとサーミスタとどのように結合するか回路設計にも戸惑いが見られました。本製作では学生がこれまで得ている電力制御回路技術とセンサ回路技術の知識を有機的に結び付け、有接点によりインターフェースを取り、温度のフィードバック制御を実現しております。本装置の制御結果は加熱ヒータのON-OFF制御を行っており、制御目標温度に対してハンチングを伴っております。トライアックの点弧角を調節することにより、ハンチングの周期を調節できます。図2の温度制御特性はトライアックの点弧角が最大(加熱ヒータ60[W])の時を示したものです。

今後、サーミスタのセンサ信号をトライアックの点弧角に直接影響させるセンサ回路を考え、ハンチングの少ない制御装置を製作したいと思っております。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東北職業能力開発大学校附属 青森職業能力開発短期大学校
住 所 : 〒037-0002
青森県五所川原市大字飯詰字狐野 171-2
電話番号 : 0173-37-3201
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/aomori/default.htm>