

課題情報シート

テーマ	P L C及びマイコンを活用した水耕栽培ユニットの製作		
大学 校	東海職業能力開発大学校附属浜松職業能力開発短期大学校		
ホームページ	www3.jeed.or.jp/shizuoka/college/		
電話番号	053-441-4444（学務援助課）		
訓練課程	専門課程	訓練科	電気エネルギー制御科
担当指導員	浅井隆久		

開発（制作）年度・期間

2017 年度 ・ 10 カ月

（内訳）1号機製作：5カ月、2号機製作：5カ月、1号機改造：5カ月

開発（制作）学生数

6名

（内訳）P L C制御制作・電子回路設計制作：2名、マイコンプログラム設計：1名、筐体設計者：2名、部材担当：1名、機械加工・組立て：全員

習得した技能・技術

技術：機械図面C A D、電気回路C A D、シーケンスプログラム（ラダー）、グラフィック（タッチパネル）、Arduino®言語、アンケート解析（分布評価・相関分析）、組立て時のトルク管理、スケジュール管理（ガントチャート、アローダイアグラム）

技能：レーザー加工操作、ファインカッター操作、ボール盤操作、プレスブレーキ

開発（制作）のポイント

制御について、設計・開発・選定・加工・組立て・配線・プログラミング・動作確認をするまでを、Q C Dを意識して授業で学んだことを深く理解することが必要となります。学生にはベンチマーキングとして農業に従事する方から講義を聴き、市販されている水耕栽培ユニットや工場で稼働している水耕栽培システムを調査することで装置の理解を深めました。また、市販装置にはない独自性の機能を検討させることで、学習した技術を用いて具現化させるかを考えさせました。

前半では、制御の主体を1年の後期で学習したP L Cを使用することとし、水耕栽培による作物の育成の難しさを体験させました。成果物の評価として9月に開催された「第7回産業振興フェア in いわた」に1号機を出展し成果物の評価をアンケートを使用して測定することと、学生自らが来場者へ制作物のプレゼンテーション能力を養う場としました。

後半では、アンケート結果を分布評価・相関分析および言語データ分析を行い1号機改造と制御を2年前期で学習するマイコン主体とした室内専用の2号機に取り組むようにしました。プリント基板への実装作業やマイコンのプログラミング作成では、実習で習得した技術をさらに応用できるように

自ら調べ知恵をだすようにしました。ポリテックビジョン in 浜松では、2台で育成させた作物を載せた状態で展示を行い、各学生が説明することでプレゼンテーション能力をさらに養うことができました。

訓練（指導）のポイント

グループ員構成が6名で短納期開発のため、リーダー、サブリーダーを決めネットワーク組織型にしてQCDを常に意識することから始めました。また常に問題点を共有化することに努めることで検討項目が明確になり、学生間の風通しがよくなりました。

筐体設計・加工は、立体図形の作成などの知識が必要となり無料提供されている3次元CADソフトの習得と未経験のレーザー加工技術とファインカッターによる切断技術を習得させることができました。

配線及び組立ては、ネジの締めすぎや破損を防止することを目的に工具の使い方、トルク管理の必要性を習得させることができました。

開発物の仕様

項目	内容	
	1号機（1号機改造版）	2号機
寸法	幅 900×奥行 600×高 980[mm]	幅 440×奥行 210×高 380[mm]
重量	約 54[kg]（約 55[kg]）水タンク 18ℓ含	約 8.5[kg]水槽部の水 4ℓ含
筐体	アルミフレーム、アクリル板	アクリル板
電源	AC 100 [V]、DC 5、12、24 [V]	AC 100 [V]、DC12 [V]
制御	PLC（三菱電機製 FX3G）	Arduino®
栽培数	24 か所	8 か所
機能	作物育成用 4 色 LED 自動点滅、自動換気、 溶液循環、ろ過、水漏れ緊急停止、 押しボタン操作（タッチパネル操作）、 天井扉手動開閉、（水温調節）	作物育成用 2 色 LED 自動点滅、自動換気、 押しボタン操作による温湿度及び照度イン ジケータ表示、夜間停止モード
利用環境	ベランダ及び小さな庭	室内

使用機器

開発において使用した機器等（機器名・メーカー・型番）

ハードウェア

レーザー加工機（Mazak、SUPER TURBO-X44）、グラインダー（YODOGAWA DENKI SEISAKUSYO、FOR FS-1N）、FINE CUT（平和テクニカ、HS-45AC）、ボール盤（ENSHU、ESD-350S）、プレスブレーキ（AMADA、RGM2 3512）

ソフトウェア

ECAD® dio2015、GX Developer® Ver. 8.1、GX Works® Ver. 1.5、GT Designer® Ver. 1.6

参 考 文 献

『今日からモノ知りシリーズ植物工場の本』 日刊工業新聞社

『Arduino をはじめよう』 オーム社

内田治（２００１年）『実践アンケート調査入門』 日本経済新聞社

浅野紀夫（１９９９年）『顧客満足度調査のノウハウ』 かんき出版

角田克彦（２００５年）『ＱＣ手法Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ』 日科技連

パナソニック「人工光型 野菜工場システム」

<http://www2.panasonic.biz/es/solution/works/fukushima.html>

水耕栽培ユニットの制作

電気エネルギー制御科

1. はじめに

近年の制御技術の発展により、工場内で行われる PLC やロボットの制御・管理だけでなく、富士通の Akisai 農場, パナソニックの人工光型植物工場をはじめとする産業メーカーの農業進出が進んできた。そこでこれまで学んできた制御技術の知識を活用し、個人で扱える水耕栽培ユニットの制作を行った。

これらの制作過程で、新しい機械加工技術の習得と技術の向上, Quality Cost Delivery の考え方をさらに深めた。

2. 概要

9 月末にいわた産業振興フェアに出展をする目標を掲げ、限られた時間の中で成果物を完成させるには現在持っている知識・技能を使うべきだと考え、PLC の制御を主体とした 1 号機を製作した。完成した栽培ユニットを出展し、来場者へのアンケートを実施して分析を行い、またアグリビジネスを行っている企業からそのノウハウを学び装置の改良点の洗い出しを行った。結果、より実用性に富んだ商品としての価値を目指す 2 号機の製作と、多機能性を持つ 1 号機の改良を行うに至った。以下、アンケートの一部を箇条書きしたものである。また図 1, 2 にいわた産業振興フェアの風景を示す。

＜アンケートの言語データ＞

- ・構造の簡略化や大きさの改善。
- ・使われていない空間が多い。組込式の方が使いやすい。
- ・食物として考えるとき、掃除＝清潔さを追求してほしい。



図 1. いわた産業振興フェア
出展風景 (1)



図 2. いわた産業振興フェア
出展風景 (2)

3. 仕様

1 号機、及び 2 号機の機能と装置構成を比較した結果を表 1、表 2 に示す。

表 1. 機能比較

機能	1 号機	2 号機
LED 照明	○	○
温度管理	△	×
水温管理	○	×
送風	○	○
溶液循環	○	△
表示機能	×	○
製作コスト	高い	安い
重量	重い	軽い
扱いやすさ	難しい	易しい
栽培量	多い	少ない

○：有 ×：無 △：一部有

表 2. 装置構成

使用機器	1 号機	2 号機
制御機器	PLC (FX3G)	Arduino®
栽培 LED	4 色 LED (白赤緑青) 1 本	2 色 LED (赤青) 3 本
表示器	-	インジケーター
ポンプ	AC100V 小型ポンプ	DC12V 小型ポンプ
濾過機	AC100V 6 層濾過	-
センサ	温度、湿度、水滴、 水位(フロート)	温度、湿度、 水位(レベル)、光

4. 1 号機

1 号機は磐田産業フェアへの出展に向け制作したため、構想設計のデモ機として考えて行った。構想設計を 5 月～、フレームの加工や機器組み付けなどを 7 月～9 月末で行った。水耕栽培ユニットの制作は零からのスタートで、制作は難航した。主な機能は、溶液タンクから水槽への給水、水槽からタンクへ排水・循環。栽培 LED の 24 時間制御。温湿度を取得し、換気窓・ファンの制御などを行う。安全対策として、水槽から水が漏れ制御部に浸水した場合に動作を停止する水滴感知センサを備える。想定する利用環境は一般家庭の室内や庭であるが展示会で大きさについて改善を求められた。

5. 2 号機

1 号機を展示会へ出展した事により得られた改善点を基に 2 号機の設計開発を行った。2 号機は一般家庭の室内利用を想定し、気温・水温管理機能、大型フィルターは搭載せず、制御装置に Arduino®を使用する事で小型・軽量化、制作コストの削減を図る。

栽培用 LED 照明は点灯開始時刻、消灯時刻を装置に組み込まれたボタンから設定が可能である。また光センサを用い、室内の電灯が消灯すると同時に栽培 LED を消灯させる事も可能である。水流ポンプの駆動音や LED の明かりが気になる場合に、動作を停止させる「おやすみモード」を搭載する。温度センサにより気温を取得しインジケーターで温度を表示する。使用者はそれを見ることによって配置場所も変更し、温度管理を行うことができる。



図 3.1 号機外観

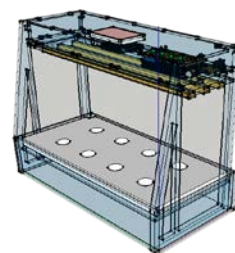


図 4.2 号機外観

6. スケジュール

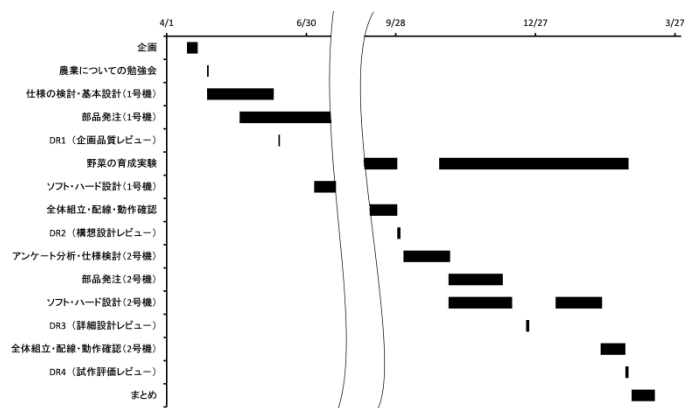


図 5. あろえ 1 号機・PAGU2 号機ガントチャート

7. おわりに

これまでに経験のない加工技術の取り扱いを学び、自分たちが設計した形になるよう修正を加えながら製作を行ってきた。またその製品が出来上がるまでの工程やそれに関わる品質管理について学ぶことができた。これらの製作実習を通して、自分たちが 2 年間を通して学んだことや、今回新しく学んだことが、産業に欠かせないものだという実感を持つことができた。

今後の社会生活の中で、加工技術はもちろん今回行った企画から制作までの開発プロセスの考え方を活かしていきたい。

参考文献

- (1) 「今日からモノ知りシリーズ 植物工場の本」
著：森 康裕 高辻正基 石原隆司
- (2) パナソニック「人工光型 野菜工場システム」
<http://www2.panasonic.biz/es/solution/works/fukushima.html>