

創造力・開発能力の習得を目指した家庭用植物工場の製作

小笠原 誠*

Development of Small Plant Factory for Acquisition of a Creativity and Development Capability based on Mechatronics Technology

Makoto Ogasawara*

要旨：制御機械科では、学生が実践的なメカトロニクス技術を習得できる高等教育機関を目指して、2年次のカリキュラムに総合システム実習という科目を設けている。本稿では、メカトロニクスという機械・電気電子・制御・情報等を融合した分野において、創造力と開発能力を有する実践技術者の育成を目指して試みた「家庭用植物工場の製作」という実習テーマについて報告する。この実習テーマにより、これまでに習得した知識の実践による学習効果に加えて、植物に関する知識も併せた複合的な思考の訓練や、有機EL照明などの先端技術に触れることによる学習意欲の向上を目指す。

キーワード：家庭用植物工場、有機EL照明

1. 緒 言

制御機械科では1年次に機械、電気・電子、制御、情報の基礎を学び、それらを基盤として2年次にメカトロニクスに関する実践的な技能・技術を学ぶカリキュラムを実施している。このカリキュラムの中で2年次前期の「総合システム実習」という科目では、学生本人の希望に基づいて、各教員の指導の下で資格の取得や創造力・開発能力の向上を目指すこととしている。ここで後者の創造力・開発能力の向上について考察すると、総合システム実習における実習テーマは、復習の面でこれまでの授業内容を最大限に活用することができ、併せて先進的な要素技術も取り入れる挑戦的な内容も含むようなテーマが望ましい。また、目まぐるしい技術革新を遂げる現代において、学生の興味や関心を生むためには、その時代をある程度反映するような先進的な実習テーマであることが求められる。

ここで近年の先端技術について考察すると、DNA鑑定に代表されるように生物や化学、電気・電子、機械などの複数分野における基礎的な技術を融合するものも多い。そこで本稿では、工学と農学の基礎的な技術を融合させた家庭用植物工場を実習テーマとして、学生のアイデアも取り入れ

ながら製作する実習について報告する。設計要件の作成、仕様の作成、設計、加工、組み立て、動作確認を経ることにより、総合的なメカトロニクス技術の習得を目指しつつ、また、実習テーマの自由度の高さを活かして、特に仕様の作成や設計に力点を置くことにより創造力・開発能力の向上を目指す。

2. 設計要件の設定

2.1 家庭用植物工場

植物工場とは、栽培環境の制御や収穫の自動化によって植物を計画的に生産するシステムであり、季節の制約を受けることがないため安定的に植物を収穫することができるという特徴を持っている。また、近年では四季を再現することで、年間の生産量を飛躍的に増加させる研究¹⁾も行われている。山形県では平成28年2月現在で8件の植物工場が稼働しており、花卉や葉物野菜を栽培している²⁾。また、全国的には育苗のみを行うものから果実を収穫するものまで多種多様の植物工場が存在しており、システムも完全人工光型や太陽光利用型、太陽光・人工光併用型があるといわれている³⁾。

これらの技術を応用して、近年ではU-ING社製 Green Farm や S-cubism 社製 Piccola など家庭用の植物工場が市場に現れるようになってきた。このように製品化された家庭用植物工場のシステムは

* 山形県立産業技術短期大学校庄内校
〒998-0102 山形県酒田市京田三丁目 57-4
e-mail: m-oga@shonai-cit.ac.jp

* Shonai College of Industry & Technology
3-57-4 Kyoden, Sakata City, Yamagata, 998-0102, Japan
e-mail: m-oga@shonai-cit.ac.jp

LED を光源とした完全人工光型で、葉物野菜や小型根菜を水耕栽培するものが多い。また、栽培環境の制御に関しては、光源やファンをタイマーで ON-OFF 制御するものなどもある。この家庭用植物工場を教材としてみると、制御機械科での学習内容を活用することができ、また自由度が高いため、創造力や開発能力を向上させるような課題となる可能性があるものといえる。

2.2 製作する家庭用植物工場の具体化

今年度の総合システム実習で本実習テーマを選択した学生3名と、製作する植物工場の要件について検討した結果を以下に箇条書きで示す。

- ・製作する植物工場は庄内校の PR 事業でも使用することを想定し、持ち運びが可能なものとする。また電源は家庭用電源を使用することとする。
- ・水耕栽培を基本として、葉物野菜を栽培することを想定した設計を行う。
- ・光源については、山形県で製品化・事業化に向けて強く推進している有機 EL 照明を先進的な要素技術と捉え、これを使用することとする。
- ・市販品で根の生育状態を観察できるものがないことから、培養液を溜めておく槽は透明な材料で製作する。
- ・換気のための小型ファンと、溶液への酸素供給のためのエアープンプを設置する。

3. 家庭用植物工場の設計

3.1 設計手法と方針

前節の要件に基づき、3 次元 CAD ソフトウェア SolidWorks2010 を使用して家庭用植物工場の設計を行った。設計手法はチーム設計で、家庭用植物工場を下部の土台と中間部の栽培空間、上部の光源等の 3 つのユニットに分割し、1 ユニットを 1 学生が担当することとした。すべての CAD データを同一のサーバで管理し、初期段階で各ユニットをサブアセンブリとする植物工場全体のアセンブリデータを作成しておき、各ユニットの設計を

進行させるごとに更新して確認しながら作業を進めることとした。ただし、今年度は学生が少人数であり、工数の削減が必要であったため、前節の具体化や設計に重点を置き、機械加工による構成部品や電気回路の製作は少なくする方針とした。

3.2 植物工場上部の設計

植物工場の上部には光源とファン、エアープンプ本体を設置することとした。また、これらを設置する上で防塵の観点からカバーを設置することとし、放熱の対策としてスリットを設けた。なお、このカバーは XYZ printing 社製 3D プリンター da Vinci 1.0 を使用して造形することとするが、造形サイズの関係からカバーを 1/4 ずつ造形し、これらを組み合わせることとした。図 3.1 にアセンブリデータの不等角投影図を示すとともに、図中に示す主な既製部品を表 3.1 に示す。

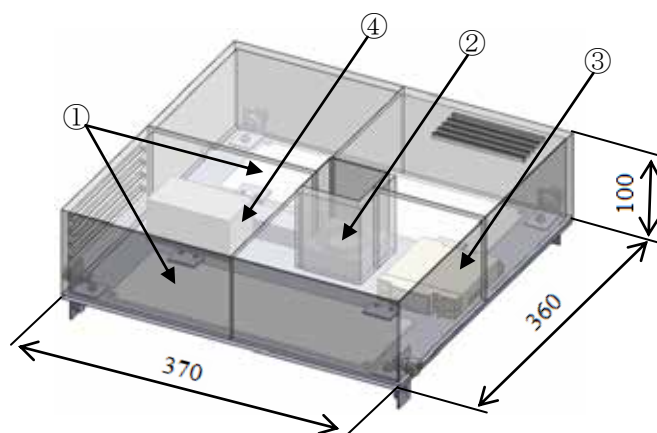


図 3.1 植物工場上部

表 3.1 植物工場上部に使用した主な既製品一覧

	製品名	型番	メーカー
①	有機 EL 照明	P09D0000W-A121	LUMIOTEC
②	プロペラファン	MDA625-12H	オリエンタルモーター
③	スイッチング パワーサプライ	S8VS-03012	オムロン
④	エアープンプ	CX-30	Tetra

3.3 植物工場中間部の設計

植物工場の中間部は植物を育てるエリアで、様々な方向から観察できるようにアクリル板で作製することとした。また、正面に開き戸を設ける

ことにより、収穫等を行うことができる構造とした。図 3.2 に不等角投影図を示すとともに、図中に示す主な規制部品を表 3.2 に示す。

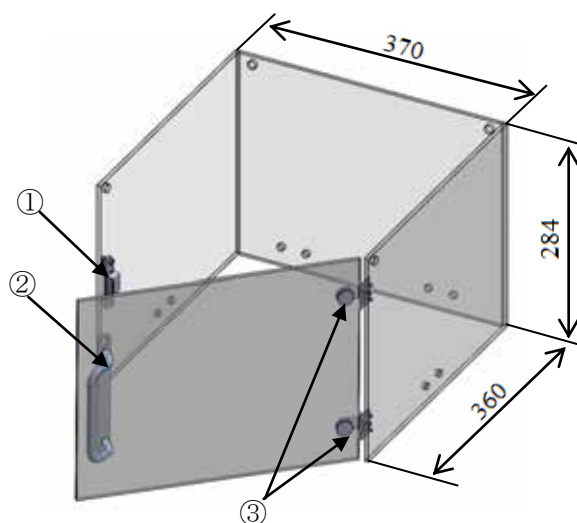


図 3.2 植物工場中段部

表 3.2 植物工場中段部に使用した主な既製品一覧

	製品名	型番	メーカー
①	マグネットキャッチ	HMGNA5	ミスミ
②	アングル取手	UHFNG125	ミスミ
③	SUS ガラス丁番インセット扉用	GH34-0SS	スガツネ工業

3.4 植物工場下部の設計

植物工場の下部は、持ち運びのための土台と溶液を溜めておく槽で構成している。図 3.3 にアセンブリデータの不等角投影図を示す。まず土台については厚さ 8mm のアルミ板の側面を四方向からアルミフレームで挟むことにより固定している。このアルミ板の上にアクリル板で作成した槽を置くことで、植物の根を観察できるものとしている。なお、持ち運びを容易にするために、アルミフレームには取手を取り付けることとした。この植物工場下部に使用した主な規制部品を表 3.3 に示すとともに、上部・中断部・下部をアセンブリしたときの不等角投影図も図 3.4 に示す。なお、実際の植物の栽培では、市販品である UING 社製の種子キットを使用し、3D プリンターで造形したパネルの窪みに栽培スポンジを入れ、その上に種を置くこととする。

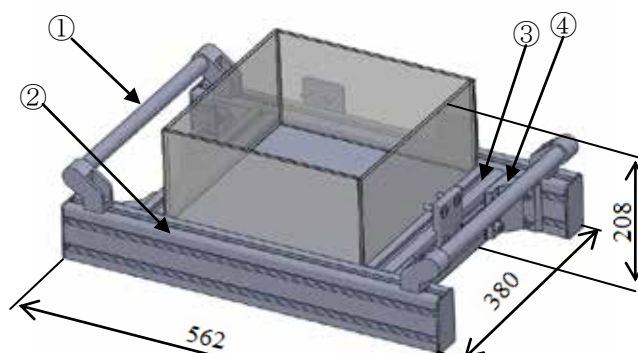


図 3.3 植物工場下部

表 3.3 植物工場中段部に使用した主な既製品一覧

	製品名	型番	メーカー
①	アルミパイプ取手	UHFAPF-340	ミスミ
②	8 シリーズ 長方形	HFS8-4080-562	ミスミ
③	8 シリーズ 長方形	HFS8-4080-300	ミスミ
④	突起付ブラケット	HBLFTD8-SET	ミスミ

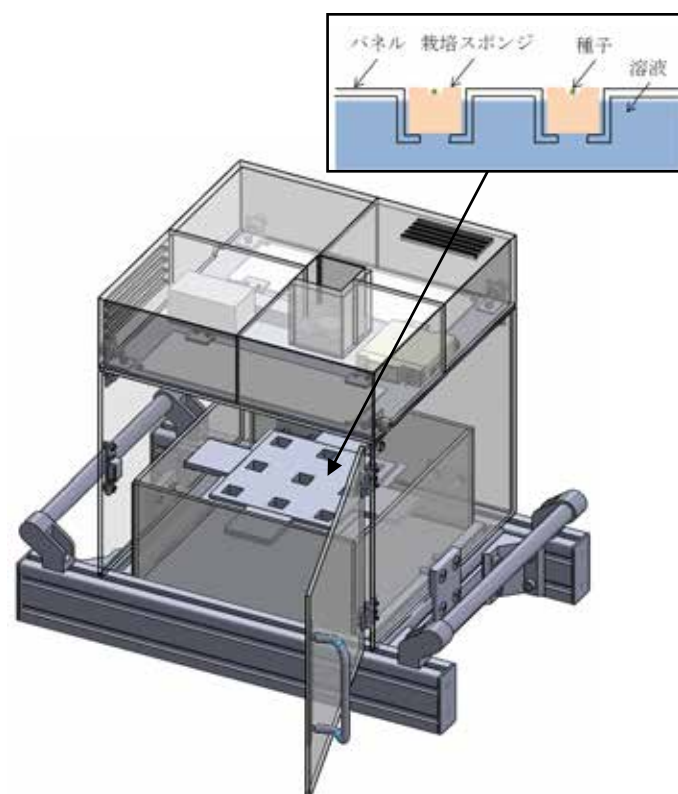


図 3.4 設計した植物工場

4. 家庭用植物工場の製作

3 章の設計を基に植物工場の製作を行った。なお、ユニットごとの作業量が大きく異なるため、

機械加工や 3D プリンターによる造形，電気回路の製作などはユニットによらず学生が力を合わせて行った．図 4.1 に今年度の総合システム実習で製作した植物工場の写真を示す．なお，アクリル板の接着は，アクリサンデー接着剤を用いた．

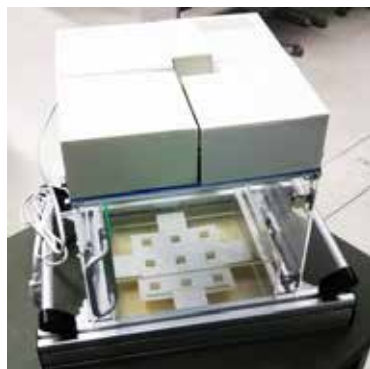


図 4.1 製作した植物工場

なお，この製作した植物工場は，図 4.2 の写真のようにイオンモール三川で実施した庄内校の PR イベントでも展示を行った．



図 4.2 展示会の様子

5. 教材としての評価と学習効果

今年度は試行の段階であったため，市場調査から始めたという点で卒業研究に近い実習となってしまう面はあるが，その中で根を観察できるようにするなど，学生のアイデアを取り入れた植物工場が製作できたことは，創造力・開発能力の習得という本テーマの目的を一定程度達成できたといえる．また，発展性について考察すると，例えばロボットアームによる収穫機能を付加することで機構学や制御工学などの要素も盛り込むことができるため，各ユニットを複数人で担当するようなグループワークとすることができれば，高度な

メカトロニクス技術を総合的に学習できる実習とすることもできる可能性があるといえる．また，今年度は山形県が製品化・事業化を推進している有機 EL 照明を光源に使用したが，このような先進技術や栽培する植物の選定などによっては，その土地の特徴を反映した実習テーマとすることができると考えられる．これは若者に地域の特徴を学んでもらえる教材としての発展性もあるということになるが，栽培する植物によっては市場にあるような一般的な家庭用植物工場にはならない可能性があるため，四年制大学の農学部や農業大学校等の農学に専門性を有する教育機関との連携により実現を図ることが望ましいといえる．

次に学習効果について，授業アンケートの「考え方、能力、知識、技術などの向上に得るところがありましたか」という問いに対しては，五段階評価で平均 4.7 というスコアであった．また，感想としては「自由度が高く楽しかった」や「チーム設計のやりがいを感じた」などあり，創造力・開発能力に加えて，コミュニケーション能力の向上にも大きく影響を与えたものと考えられる．なお，本科目終了後の学生 3 名はそれぞれ技能検定の取得にも取り組み，機械検査 2 級やシーケンス制御 2・3 級を受検するなど，意欲的な学生生活を過ごした．

6. 結言

本稿では総合的なメカトロニクス技術の習得を目指して，家庭用植物工場の製作を課題とした実習について報告した．今後は 5 章に示した発展性や，本科目を選択した学生の人数に合わせた実習内容の選定などの検討を進めることによって，メカトロニクス技術に基づいた創造力や開発能力の向上を目指すことのできる実習としていきたいと考えている．

文 献

- 1) 萩原，有江，車：四季を再現した植物工場でのブルーベリー周年生産：東京農工大学の取り組み（特集 完全人工光型植物工場：技術開発の最前線），施設と園芸，Vol.157， pp.9-14 (2012)
- 2) 東北農政局 生産部 園芸特産課：東北農政局管内の植物工場設置状況，<<http://www.maff.go.jp/tohoku/seisan/yasai/syokubutukoujyou/map.html>>(2017/2/9 アクセス)
- 3) 古在：人工光型植物工場，オーム社， pp.1-2 (2015)