

複合領域・新領域価値創造教育プログラムの開発

熊本大学大学院自然科学研究科 情報電気電子工学専攻 松田俊郎

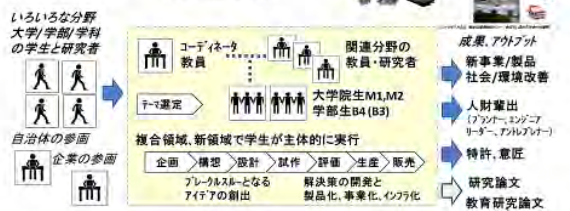
1. 概要

熊本大学工学部グローバルものづくり教育センターでは、あらたな取り組みとして、組織を俯瞰しリードするグローバルものづくり実践力と起業精神を持つ人材を育成することを目的とした「グローバルものづくり実践力協働教育事業」の構想を作り、文部科学省の採択を受けて、H27年度から教育事業を開始している。

その一環として、将来のアントレプレナーや企業のプロジェクトリーダーとなる人財の育成を目的としたトッパーナー育成型の教育プログラムとして「複合領域・新領域価値創造プログラム」の開発を H26 年度から進めてきた。

複合領域・新領域価値創造教育プログラム概要

複合領域、新領域にて、学生自らが産官学連携環境で、企画・構想から製品化/事業化/インフラ化を目標として研究開発する中期教育プログラム (3年間想定)



熊本大学 松田俊郎 2015年3月5日 H26年度ものづくりプロジェクト成果報告会

この教育プログラムは、いろいろな分野・技術が複合した、あるいは新規性・革新性が高い研究領域・事業領域に於いて、学生自らが産学・産官学連携環境で、主体的に企画・構想から製品化/事業化/インフラ化を目標として研究開発を行う中期教育プログラム (B4 から M2 迄の 3 年間想定) である。

本報告では、農工連携領域をテーマとする教育プログラムについて、準備期間である H26 年度と初年度である H27 年度の教育活動の成果を報告する。

2. 教育研究領域の選定

教育研究領域として「農工連携領域」を選定した。本教育プログラムは、長期的に取り組める多くの潜在テーマがあり産官学連携環境で進め易い領域を選定する必要がある。日本の農業は農業従事者減少、高齢化、耕作地減少等の長期的課題が進行する中で、国際的な競争力の確保が重要になっている。

農業機械に目を向ければ、オフロード車排気規制や小型耕運機の電動化が始まりつつあるが、対応すべき農作物や農機の種類が非常に多いことから、低炭素化、排気ゼロ化、省力化、省人化などの面で多くの改善

余地があると思われる。さらに熊本大学が立地する熊本県は全国有数の農業県であり、PBL に基づくテーマ選定と産官学連携環境を作り易いことが挙げられる。以上の観点から「農工連携領域」が最適と判断した。

3. 産官学連携環境の構築

学生が活動を行うフィールドをあらかじめ用意する必要があるので、自治体、企業、JA、農業法人と関係づくりを行い、下記の開発環境を構築した。

教育環境づくり (複合新領域・産官学環境の構築)

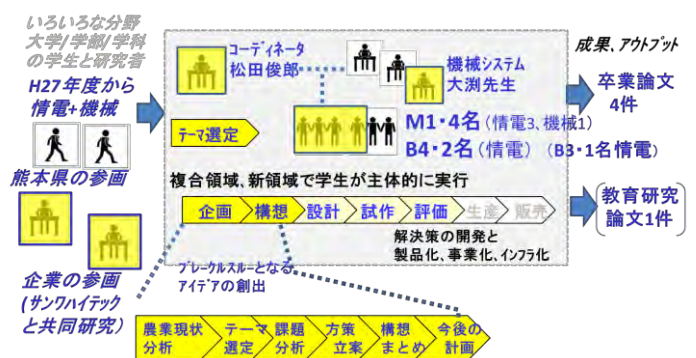
- 1) 熊本県から農工連携全般の協力を頂くことで合意した。
- 2) 合志市及び、合志市農業法人と調査協力と製品評価を合意した。
- 3) RIST検討会で学生に発表させた。(#1企画 @2014.7. #2構想 @2015.3)
- 4) (株)サンワハイテックと製品化を目標とした共同開発を開始した。(毎週1回定例進捗会議を実施)
- 5) 熊本県農研センターを試験場として活用させて頂いた。
- 6) JA鹿本に依頼し、学生のいろいろな調査に協力頂くことを合意した。(H28年1月から継続実施)



合志市農場現場

4. 活動体制と進捗

H26 年度は情報電気電子工学科の B4 卒論生 2 名を対象とし通年で本教育プログラムのトライアルを行ない、H27 年度は、機械システム工学の院生も加えた専攻横断体制 (M1 が 4 名、B4 が 2 名) で、企画、構想及び、1 号機の設計、試作、評価を完了させた。



5 製品開発プロセス

本教育プロジェクトは企業が行う製品開発プロセスそのものであることから下記の取り組みを指導した。

- 1) 農業の現場に出向いて、作業実態を見て、生産者の声を聴いて、課題とブレークスルーを見つけること
- 2) 既存の農業機械の使われ方、相場値 (能力、価格、諸元) 、課題を明確にすること

- 3) 図面を作り図面を基に機能と形状を考えること
- 4) 運動性能メカニズムの仮説を作り農場での実験で検証とパラメタの定量化を行うこと
- 5) バリュー（価格）とコストのバランスを見て採用する機能、構造を決めること。
- 6) 企業と毎週1回の定例ミーティングを行って進捗状況、課題、日程を共有化すること。
- 7) 開発日程表を作り進捗を管理すること

6. 学生のコンピテンシー評価

評価方法、評価基準は、本教育プログラムが目指す人材育成の目標そのものである。本教育プログラムでは経産省の社会人基礎力の12の要素を5段階にレーティングし、評点5は社会人で社会や企業のリーダーとして活躍する人の能力レベルとした。

学生が達成すべき能力レベルは、全要素で評点2以上を必達とし、評点3達成をチャレンジ目標とした

3つの力	12の要素	意 義	評価基準
知識・技能	言語	物事を伝える力	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	読解	他人に働きかける力	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	算数・数量	物事を進める力	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	図形・空間	物事を進める力	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
思考・判断力	課題発見	問題の発見	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	課題解決	問題の解決	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	意思決定	意思決定	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	実行	実行	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
コミュニケーション力	傾聴	傾聴	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	対話	対話	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	交渉	交渉	プロジェクトの進捗や課題を伝える力
	調整	調整	プロジェクトの進捗や課題を伝える力

学生評価は、学生自身の自己評価だけでなく、教員、参加学生、参加企業からの評価を加えた多面評価とした。

7. 学生が実施したプロジェクト活動内容

1) PBLに基づくテーマの選定

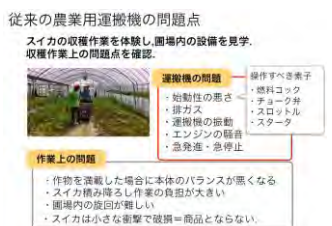
熊本県の農業全般の状況と課題について、熊本県の統計データ、JAなど農業関係者インタビュー、いろいろなインターネット情報など、さまざまな情報を俯瞰して検討した結果、熊本県の特産品であるスイカの収穫作業で使う農業用運搬機の電動化をテーマとした。

電動化する農業機械の選定
電動化する農業機械として「スイカ用農業運搬機」を選定。熊本県の農業に関わりの深い農業機械を電動化。



2) 製品の企画（課題分析と対策立案）

農家からのコメント、学生による運転体験などから、現状の運搬機



の課題をまとめ、電動化と操作性の改善、で課題を解決できると判断した。

3) 構想

実際のでのスイカ収穫作業での使われ方を分析して電動運搬機の目標性能を作り、電動化システムの構成とバッテリー容量とモータ出力を計画すると共に、操作系の設計コンセプトを立案した。

解決する問題点

運搬機の問題点を原因別に整理し、解決策を見出す。「エンジン」「制御」に関わる問題を解決する。

問題点	今回の対策
騒音	エンジンに起因する問題 電動化により解決
振動	
始動性	
排出ガス	制御に起因する問題 操作系統等の見直し
操作性	
発進・停止	本体構造に起因 次回以降に検討
積み降し	
旋回	

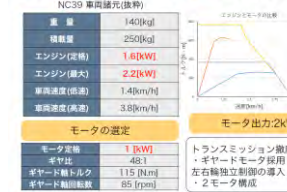
製作する電動運搬機の仕様

項目	改造前	試作1号機
全長	1700	1770
全幅	605	630
全高	840	810
機体質量	140	148 (バッテリー含まず)
動力	エンジン(燃料) 10kW	電動モータ(バッテリー) 2kW
変速	取付変速機	2.5km/hまで増速装置
バッテリー	2.8kWh (鉛蓄電池) 2V28Ah x 2 重量3kg 容量1kg	
積載量	250	150kgまで増減済み
モータ		最高モータ出力 100W
センサ, MCU等		ArduinoMEGA
		ロータリーエンコーダ 1100rpm 電流センサ 0-100A



試作1号機のモータ選定

エンジンスペックより、モータは2kW程度となった。



操作系統の改善

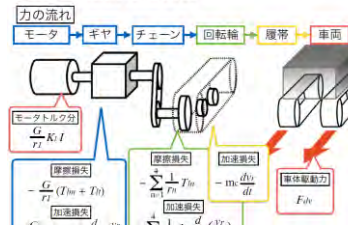
電動化に伴い、操作方法の簡略化を行った。

操作	エンジン式運搬機	電動運搬機 試作1号機
始動方法	燃料コック操作	メインスイッチON
変速	マニュアル変速機	変速レバー
前進	前進レバー	前進レバー
停止	停止レバー	停止レバー
旋回	ハンドル	ハンドル

4) 運動性能メカニズム検証とパラメタ定量化

車両運動方程式を作り実機で測定、検証した。

モータ→車両の関係式



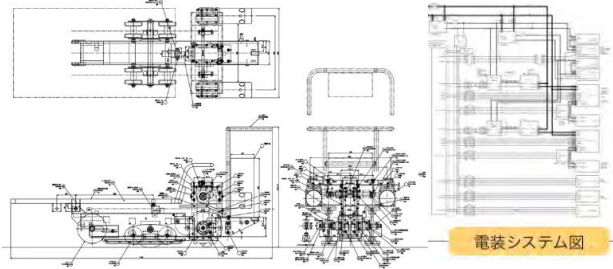
実験結果 モータ・履帯パラメータ

文字	名前	数値	単位	測定方法
R	電機コック	0.1	[Ω]	直接測定
L	電機コック	47	[μH]	直接測定
K_t	送電電力定数	0.043		
K_t	トルク定数	0.043		空転試験
J_{tot}	全慣性モーメント	0.098	[kg m ²]	
r	駆動半径	0.12	[m]	実走行試験

モータトルク: $T_m = 0.043 I$ [Nm]
 キヤトルク: $T_c = 48 T_m$ [Nm]
 車体駆動力: $F = \frac{T_c}{r}$ [N]

5) 設計

車両構造図、電気回路図等を作成した。



6) 試作

1号機を完成させた。



7) 実験評価

評価を行い狙い通りの性能が達成できたか確認した。

完成した電動運搬機の評価

各評価項目において改善が見られた。

作業準備時間の計測		作業準備時間	
始動性	電動化前【秒】	21.4	
	電動化後【秒】	10.1	
コース走行実験		←悪い	良い▶
		-2	-1 0 +1 +2
騒音			1.3
振動			1.2
操作性			1.5
発進・停止			1.6

評点とアンケートの対応(エンジン運搬機と比較して)
 -2(悪い) -1(やや悪い) 0(変化なし) +1(やや良い) +2(良い)

8) プロジェクト進捗管理

- ・開発日程表を作り進捗が見えるようにした。
- ・参加する企業、学生で毎週定例会議を行ない進捗状況の共有化、方針論議を行った。
- ・毎週の定例会議の議事録を作成し配布した。

日程表

会議など

議事録

9) 学生のコンピテンシー評価

コンピテンシーの自己評価と相互評価を実施した。(プロジェクトリーダー学生の事例を示すが、赤は他者評価であり、プロジェクト全員の状況把握と働きかけの不足、情報のタイムリー性などが指摘されている)

12の要素	自己評価	評点	評価の根拠、理由
主体性	5 4 3 2 1	2	2 開発プロジェクトを立ち上げるリーダーとして研究開発に責任を持ち自身の仕事に取り組もうとしているが、創意工夫が少ない
働きかけ力	5 4 3 2 1	2	2 企業や関連各所に対して自身(研究)の目標や背景を理解してもらい、協力やアドバイスを求めたが、案によっては難しい
実行力	5 4 3 2 1	1.5	1.5 その時々における開発プロジェクトの目標に対して、遅れやミスが多少みられるが取り組み、実行している
課題発見力	5 4 3 2 1	2	2 実際に顧客調査などで課題についてはおねね把握し、ブレインストーミングなどを行ったが、使い勝手など後回ししているものもある
計画力	5 4 3 2 1	1.5	1.5 大まかな計画目標は立てられているが遅延などが発生した際に次に対する見解や優先順位の見極めがまだ甘い場合がある
創造力	5 4 3 2 1	1.5	1.5 問題点や改善点を洗い出すことができるようになってきたと考えているが、独創性がやや希薄で固定観念にとらわれることが多い
発信力	5 4 3 2 1	2	2 プレゼンする力は研究室で鍛えられてきたと感じているが、業務依頼などでわかりにくい説明をしてしまうことがある
傾聴力	5 4 3 2 1	2.5	2.5 自身に関する項目に関しては相手の意見をおよそ理解できているが、最優先項目を取り入れているかは自信を持って言えない
柔軟性	5 4 3 2 1	2	2 周囲の意見や考えを取り入れて行動を取れていると考えるが、最優先項目で決まることが多い
状況把握力	5 4 3 2 1	2	2 このプロジェクトにおける自身の期待や立場の理解はできていると考えるが、忙しさや遅延に対する配慮がやや欠けていると考える
規律性	5 4 3 2 1	2.5	2.5 仕組やルールは作られていないが、基本的な大学および研究室におけるルール等は守れている
ストレスコントロール	5 4 3 2 1	2.5	2.5 自身のストレス管理は行っているが、メンバーの仕事が多いなどの場合の管理がやや甘いと感じている

8.H27年度の振り返り

1) 学生の達成レベル

教員の関与について、基本的には学生任せで進め、必要な技術やスキルの講義やゼミ、毎週の定例会議等での

の進め方のアドバイス程度に抑制しているが、

学生が、複合領域・新領域での産学官連携活動に学生自身の研究として主体的に取り組むことで、強いモチベーションを保ちながら、課題発見と解決を行い、関係者との交渉・相談、教員への報告を行う能力が習慣として身に付き始めていると判断できる。

参加企業からも、参加学生は皆、礼儀正しくて言葉遣いが良く、本プロジェクト活動への熱心さが伝わってくるとの評価を得ている。

また学生がコンピテンシーの評価を行うことで、自己の能力レベルを測定でき、かつ、自己の強み弱みを知ることができ、さらに他者評価により自己が気付かない部分も知ることができることは、学生の成長に大変有効な手段であると思われる。

2) 評価の課題

本教育プログラムは、H26年度は「農工連携テーマ」1件の活動であったが、H27年度からは「医工連携テーマ」「社会/工学連携テーマ」の教育プログラムが追加され、3つのプロジェクト活動がスタートしている。

3月3日に各プロジェクトの成果報告会を実施したが、コンピテンシー評価に若干のばらつきが見られたので、異なるプロジェクト、教員間での学生の能力評価のばらつきを極小化する為に、達成レベルの程度をさらに細かく定義する等の改善をH28年度に検討する。

9.今後の予定

農工連携領域での電動運搬機の実用化プロジェクトはH28年度が最終年度となり、量産試作品の設計、試作、評価及び、事業化(生産準備、販売)を行う予定である。現時点で電動運搬機のバリューにみあったコストを実現できるかという課題があり、難易度が高いプロジェクトとなっているが、学生諸君の主体的な取り組みと創意工夫で困難を打開し実用化の道筋を付けてくれることを期待し、ものづくり教員としての必要なサポートを続ける予定である。