

平成28年度 地域志向教育研究プロジェクト推進事業 事業報告書

	7		
①プロジェクト名称:	北陸スマートアグリ		
②プロジェクトメンバー:			
学部学科・所属部署	氏名	役割	
環境・建築学部 環境土木工学科	徳永 光晴	総括	
バイオ・化学部応用化学科	土佐光司	分担	
工学部 情報工学科	河並 崇	分担	
産学連携推進部 連携推進室	川本 拓見、林 学	事務担当	
③プロジェクトへの参加者数 (補助期間終了時)			
学部1～3年次生	研究室所属学生(大学院生含む)	外部参加者数	
11名	7名	2社	
④関連した主要授業科目名			
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
空間情報工学	3	選択	環境土木工学科
	主な特徴: リモートセンシング工学の基礎、UAVの特徴、近赤外と植生の関係、農業への応用について講義		
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
水と環境の化学	3	選択	応用化学科
	主な特徴: 羽咋市の農地からの栄養塩汚濁負荷発生量を推定する演習を行い、河川の水質汚濁への影響を推定した。		
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
化学工学	2	必修	応用化学科
	主な特徴: 化学物質の生態系を含む環境動態について、米を一例として取り上げて講義した。		
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
プロジェクトデザインⅢ	4	必修	環境土木工学科・応用化学科・情報工学科
	主な特徴: プロジェクトデザインⅢの研究テーマとして活動した。		
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
専門ゼミ	3	必修	応用化学科

	<p>主な特徴：</p> <p>ケルダール法による米のタンパク含有率分析を行い、レポートを作成した。</p>
--	--

⑤事業概要 (800 字以上 1000 字以内)

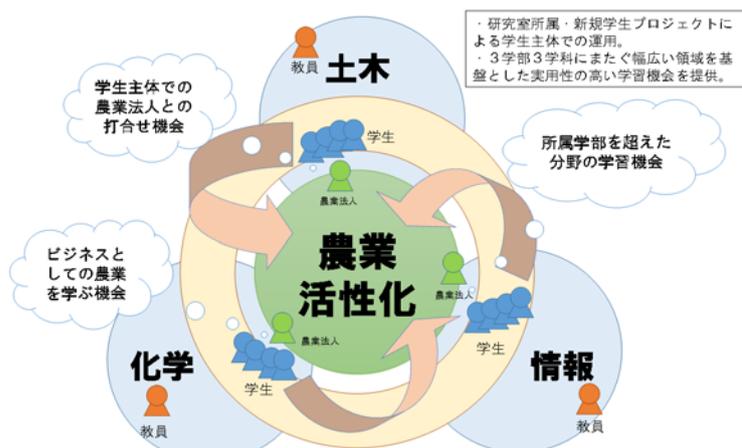
※申請時に記載した内容をコピーしてください。

過疎化・高齢化が進行する我が国において、「地方創生」は重要な課題の一つである。本学が位置する北陸地域においては、地域の特性を生かした「農業」の振興・活性化が求められている。農業は、我が国の基幹産業の一つであるにもかかわらず、農業就業人口の減少・高齢化、食料自給率の低下、TPP など関税との関係、農業従事者の収入減少、耕作放棄地の増加などさまざまな問題を抱えている。北陸地域では、65 歳以上の農業従事者の割合は全国平均を上回っており、高齢化が進み、耕作放棄地の増加が顕著になっている[食料・農業・農林白書(農林水産省)]。

その一方で、本地域では農業法人による稲作が行われており、新規の若い従事者を社員として雇用し、農業就業人口の増加に寄与している。しかしながら農業法人においてもさまざまな問題を抱えていることが、教育研究交流会「農業イノベーション」(平成 26 年 10 月 3 日開催)や第 2 回アイディアソン(農業)(平成 26 年 11 月 27 日開催)における議論で認識できた。特に、「生産管理」に関して、農業従事者が経験に基づいて人手により行っており、その手間を削減し、管理コストを削減すること、管理のノウハウを数値で蓄積することなどの要望が高いことがわかった。

本プロジェクトは、稲作の「生産管理」において、生産性を高めるために必要な環境情報を収集する手法を提案・開発するものである。本プロジェクトは、(1)稲の成長をモニタリングする手法の開発(2)良食味米生産を目指した土壌管理、施肥技術のための土壌・用水水質分析(3)IoT を活用した農場監視システムの開発に大別される。

本プロジェクトで期待される成果は、土木・化学・情報技術を統合化した北陸地域スマートアグリ手法を開発し、稲作の「生産管理」を効率化させることである。さらに農業法人と連携することにより、実験場の提供を受けるだけでなく、実用性の高い提案ができるものと確信する。学生に対する教育機会としては、右図に示すように学生が主体となりプロジェクトを推進することにより、農業法人との調整や打ち合わせを通し、工学を活用したビジネスとして農業を学ぶ機会を提供できる。さらに情報系の学生にフィールドワークの場を提供できる。さらに農家出身の学生やオーナーズプロジェクトなど学科を問わず幅広くプロジェクト参加学生を募集することを計画している。また、プロジェクト終了後においても地元農業法人との連携を継続するこ



本プロジェクトにおける学生の学習機会

とにより、農業法人との調整や打ち合わせを通し、工学を活用したビジネスとして農業を学ぶ機会を提供できる。さらに情報系の学生にフィールドワークの場を提供できる。さらに農家出身の学生やオーナーズプロジェクトなど学科を問わず幅広くプロジェクト参加学生を募集することを計画している。また、プロジェクト終了後においても地元農業法人との連携を継続するこ

とが可能であると判断している。

⑥地域志向教育研究プロジェクトの活動実績

※平成 28 年度 地域志向教育研究プロジェクト 事業計画書を踏まえてご記入ください。

※写真や定量的なデータを用いて具体的に表現してください。

圃場モニタリングシステム

本研究では農作業の効率化を IoT の視点から軽減することを目的とし、図 1 のようなビニールハウス内の天井付近に鉄道模型を利用したレール移動型センサーシステムを設置して圃場のモニタリングを行う。これまでのビニールハウス等でのモニタリングシステムは定点でのセンサー値の取得が主たる方法であったが、レール移動型センサーシステムではビニールハウス内の任意の場所でのセンサー値の取得が可能で有り、より細かなモニタリングを実現するとともに、センサーの設置箇所を減らすことも可能となる。

本システムは図 2 に示すように、親機と子機からなるシステムであり、子機は図 3 のような鉄道模型の HO ゲージの車両とマイコン Arduino、通信モジュール TWE-Lite を用いて、圃場の各種情報を観測する。子機に HO ゲージを用いる利点としては、電源供給がレールで行えるかつモータを駆動刷る程度の大きな電流値が得られることから、任意の場所でのセンサー値の取得だけでなく、アクチュエーターを用いた作業も可能になると想定している。本年度は、センサー値の取得のみを行った。

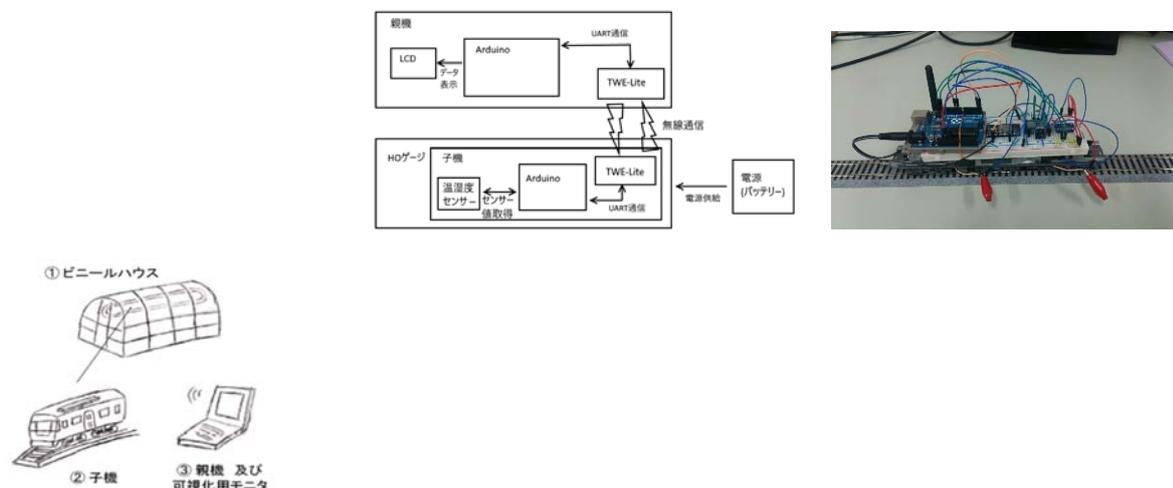


図 1 システムの概要

図 2 システムの回路構成

図 3 開発した子機

本システムの評価としては通信性能評価と機能評価を行った。まず通信性能評価は、親機と子機間の距離とデータ送受信の成功率を比較した。図 4 は金沢工業大学 67 号館 2 階の廊下で行った結果である。5m とから 60m まで 5m 間隔で実験しており、各々子機から 100 回データ送信を行い、その到着率を示している。本結果より、40m よりも近い範囲であれば 90%以上の成功率を得ており、安定的な通信が確保できていると考えられる。45m 以上の通信については、90%を下回り、55m 以上では 70%をも下回ることから、間に中継器を設置することや同じデータを

複数回送信するなどのソフトウェアによる冗長化が必要であると考えられる。

図5は機能評価の結果であり、研究室内の5カ所の温度と湿度を30秒ずつ調査したものである。2回目の停止位置にはヒートガン、5回目の停止位置には加湿器を置き、環境に変化を与え評価を行った結果、2回目の測定値は温度の上昇がみられ、5回目の測定値は湿度の上昇を確認することができた。これにより、本システムが自動的に複数箇所のセンサー値を取得し、その箇所でのデータが得られることを確認した。

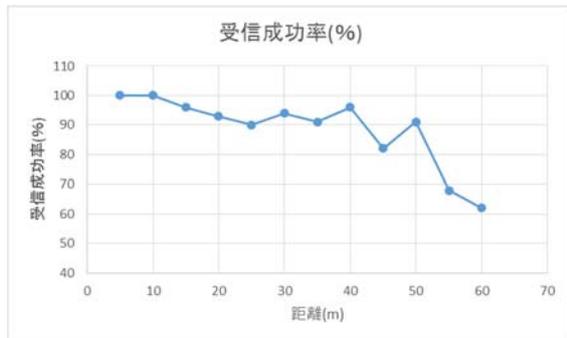


図4 通信性能評価

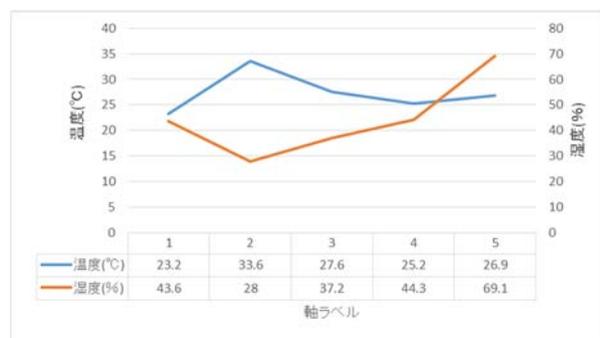


図5 機能評価

ドローンを活用した稲の成長をモニタリングする手法の開発

ドローンから撮影した画像から、稲の3次元モデルを作成し、その精度を検証した。図1は、算出された3次元モデルである。図中の点は、トータルステーションにより測量した検証点である。得られた精度は、X方向誤差:7.4cm、Y方向誤差:6.8cm、Z方向誤差:14.9cmであった。精度は期待していたほど高いものではなかったが、その理由の一つとして、稲は自然物で風などで揺れるため、検証点を特定するのが困難であるためである。しかしながら、算出された3次元モデルから、稲の倒れ込みや粗密箇所などの判別ができることが確認された。そのため、実用上問題がないと判断できる。



図6 ドローンから算出した稲の3次元モデル(表層部)

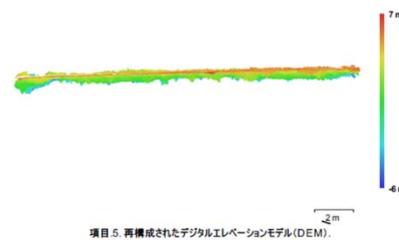


図7 ドローンから算出した稲の3次元モデル(横断面図)

稲の植生指標(NDVI)と米粒に含まれるタンパク質に相関関係があるといわれているが、それを検証するために、ハンドヘルド型センサー(グリーンシーカー)により植生指標を計測した。計測した植生指標とタンパク質の関係は次項にて紹介する。図3は、収穫前の9月における植生指標(NDVI)の変化である。収穫期が近づくにしたがって植生指標が低下していることが確認できた。これにより刈り取る時期を判断する材料となること

がわかつ



た。

図 8 収穫前の植生指標の変化

これらの活動の一部が、NHK テレビ「ナビゲーション（“省力農業”が拓く未来～大量離農時代に備える～）」（平成 28 年 7 月 22 日放送）にて紹介された。



良食味米生産を目指した土壌管理、施肥技術のための土壌・用水水質分析

水田で収穫された米の食味関連成分（遊離脂肪酸度、水分、タンパク、アミロース）を分析した。また、分析した米が収穫された水田において、水田用水を採取し、試料中の肥料成分の分析を行った。さらに、これらの分析結果から、米の食味関連成分と用水中の肥料成分との関係および NDVI との関係を経験的に統計解析した。

米の食味関連成分の測定値を表 1 に示す。米の食味関連成分の良食味米としての基準値は、水分の含有率は 14～16%、たんぱく質の含有率は 5～9%、アミロースの含有率 17～23%、遊離脂肪酸度は、10～20 とされている。たんぱく質含有率は全ての試料において上記の基準値を満たしていた。水分およびタンパク質は全試料において基準値内であった。

表 1 米試料の食味関連成分

番号	水分 (%)	タンパク質 (%)	アミロース (%)	遊離脂肪酸
1	14.9	7.62	23.0	24.3
2	15.5	7.35	17.2	40.8
7	15.3	6.79	26.5	23.9
12	15.2	6.26	22.6	43.6
37	15.9	6.91	17.1	33.6
47	14.4	5.79	27.0	35.8

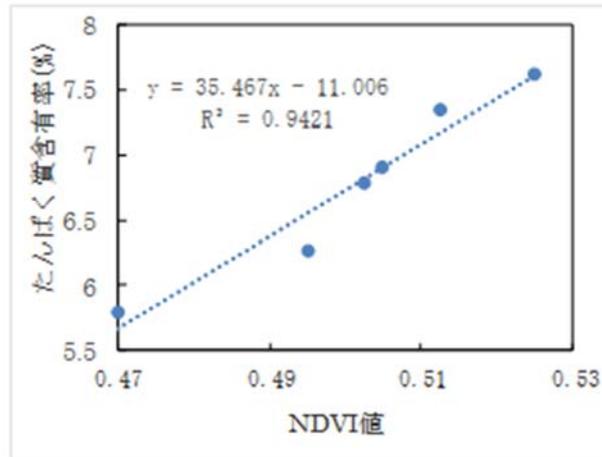


図 10 タンパク質と NDVI 値との関係

測定した米の食味関連成分濃度と NDVI 値の関係を統計解析した。タンパク質含有量と NDVI 値に有意な相関が得られた(図 10)。タンパク質含有量と NDVI 値に相関があることは多くの水田で報告されており、本プロジェクトの成果においても同様の結果が得られた。この結果、本プロジェクトの成果をもとに、NDVI 値を用いて、対象水田を管理する具体的な手法の開発が可能となることが示された。一方、遊離脂肪酸度やアミロース含有量と NDVI 値の関係についても相関を検討したが、有意な関係はなかった。また、用水試料と食味関連成分の関係についても検討したが、有意な相関はみられなかった。

これらの成果内容を、KIT 空間情報セミナー（平成 28 年 11 月 25 日）およびプロジェクトデザインⅢ交換発表審査会（平成 29 年 2 月 15 日）において、発表した。

⑦地域志向教育研究プロジェクトの具体的な成果

※活動実績に関連させてなるべく定量的にご記入ください。

※学生の成長の視点からご記入ください。

圃場モニタリングシステム

親機と複数の子機を開発した。親機と子機と共通にソフトウェアだけでなく回路の新規開発および既存の鉄道模型も行っている。これらによって、学生は情報工学だけでなく電子工学や通信工学の知見を得て実現する力が身についたと考えられる。

研究所内のみの実験となったが、複数の条件を考えながらの実験を行う経験をさせることができた。空間情報セミナーでのポスターセッションとプロジェクトデザインⅢ公開発表審査会により、学生は活動をまとめ発表する力を身につけられたと考えられる。

ドローンを活用した稲の成長をモニタリングする手法の開発

対象とした地域の圃場に対し、植生指標を計測する方法を提案できた。今後は、棚田など異

なる環境の圃場についても検討する必要がある。学生は、農業法人の農業従事者と圃場の状況について綿密な調整を行う必要があるため、本プロジェクトを通してコミュニケーション能力の向上をはかることができた。農業従事者は高齢者が多いため、いろいろな意味で社会勉強になったのではないかと推察する。

良食味米生産を目指した土壌管理、施肥技術のための土壌・用水水質分析

平成 28 年度は、水田土壌、用水および米の試料を採取し、分析し、米の食味関連成分であるタンパク含有量と NDVI 値に相関があることおよびその他の食味関連成分と NDVI 値には相関がないことを調査対象としたフィールドにおいて明確化できた。これらの活動の過程において、学生は調査対象水田を管理する組合とのやりとり、土木工学科教員・学生との情報交換および研究協力といった、通常室内での研究活動では体験できない行動を体験できた。また、学生は農地で試料を採取する経験や事前に採取計画を自ら立案するという経験を得た。これらにより、学生は、化学の教科書的知識を実地に応用する能力が養われたと考えられる。学生は外部からの参加者の前で 2 回のプレゼンテーションを行い、質疑応答に対応した。これにより、活動内容をまとめ、プレゼンテーションする能力を得たと考えられる。

⑧次年度以降の活動予定

圃場モニタリングシステム

H0 ゲージを用いたシステム開発得た知見を元に、レール型からワイヤ型に変えた子機システムの開発を目指す。また、子機にアクチュエーターを搭載することで、ハウスの通気口の開閉や水やりといった圃場の遠隔操作を可能とする。これを一定の時刻やセンサー値によって行うことで、圃場作業の自動化を目指す。

ドローンを活用した稲の成長をモニタリングする手法の開発

稲の収穫前で、植生指標の計測および 3 次元モデルの作成を行うことができた。今後は、ドローンを活用して、田植え後の稲の成長速度を計測する手法の開発、および圃場の水位を計測する手法の開発を行う。

良食味米生産を目指した土壌管理、施肥技術のための土壌・用水水質分析

平成 28 年度は、水田土壌、用水および米の試料を採取し、分析し、米の食味関連成分であるタンパク含有量と NDVI 値に相関があることおよびその他の食味関連成分と NDVI 値には相関がないことを調査対象としたフィールドにおいて明確化できた。これらは平成 27 年度には明確にはできなかったことであり、本プロジェクトにおける重要な進歩である。次年度はこれらの成果をふまえ、対象とした水田のより効率的な管理方法を具体的に開発する段階へと進めていくための活動を行う。