

平成27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 (全8ページ以内)

※番号 (記入不要)	18		
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	0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、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: 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、受講者全員が出身地を対象地域として、汚濁負荷発生量を計算した。		
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
	主な特徴: 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。		
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。		

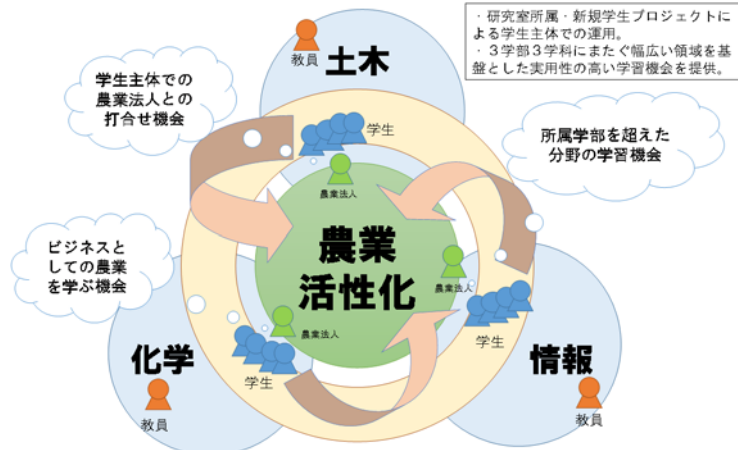
⑤事業概要 (800 字以上 1000 字以内)

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)圃場の土壌管理(3)圃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とが可能であると判断している。



本プロジェクトにおける学生の学習機会

⑥地域志向教育研究プロジェクトの活動実績

農業法人が抱える課題の把握

本学にて開催された、教育研究交流会「農業イノベーション」(平成26年10月03日)、第2回アイデアソン(農業) (平成26年11月27日)に参加し、農業法人が抱える課題をディスカッションした。石川県の代表的な農業法人である「株式会社六星」および「株式会社金沢大地」と打ち合わせし(平成27年02月26日)、現場見学会を開催した(平成27年03月19日)。



農業法人と学生との
アイデアソン

交流会や打ち合わせなどを通して、「株式会社金沢大地」および「農業組合法人しなんだ」より実験サイトの提供を得ることができた。

中間報告会の開催

平成27年9月25日、本学イノベーションホールにて本プロジェクトの中間報告会を開催した。はじめに徳永より本プロジェクトの全体説明の後、東京大学農学部飯田准教授、企業による講演の他、徳永研、土佐研、河並研の学生がプロジェクトの活動報告を行った。



中間報告会

新聞・雑誌への掲載

本プロジェクトの活動内容の一部が次の新聞・雑誌に掲載された。

- ・北國新聞 32面 平成27年5月23日
- ・月刊北國アクタス pp.49-50 平成27年10月号
- ・日本経済新聞 北陸面 平成27年12月1日



北國新聞



北國アクタス



日本経済新聞

1. 稲の成長をモニタリングする手法の開発

(1) UAV(ドローン)を利用し圃場観測の実証実験を行った。広域を観測する場合は、固定翼タイプ UAV(eBee, Sensefly 社製)、狭域を観測する場合は、ホバリングが可能な回転翼タイプ UAV(Phantom2 もしくは3, DJI 社製)を利用した。

圃場管理者は、稲葉の色、葉数をあぜ脇の指定した場所の稲を色見本と比べて確認するが、UAV による観測では、圃場全体の葉色を確認できることを実証した。ただし、天候による色の相違を補正は今後の課題となった。



固定翼 UAV



回転翼 UAV



回転翼 UAV の実験風景



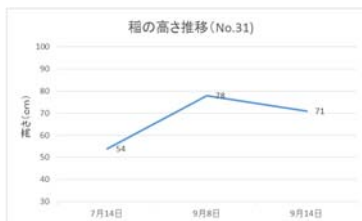
固定翼 UAV から得られた画像



作成した圃場 3 次元モデル

(2) 稲の成長モデルを作成するための稲の 3 次元モデルの作成

圃場管理者は、田植えからある一定期間の間、稲高を計測し、成長具合を確認する。しかしその確認は葉色の管理と同様にあぜ脇の一部の稲にとどまっている。UAV で撮影した画像から、3 次元モデルを作成する手法を開発し、圃場全体の 3 次元モデルを作成した。



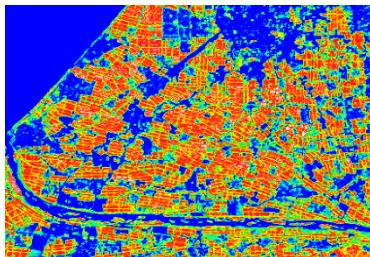
稲高の推移、刈取前は稲穂がたれて稲高が下がったことがわかる



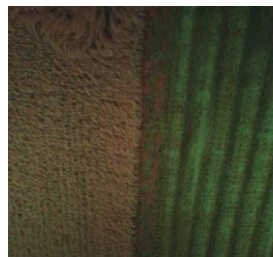
「こしひかり」の植生指標の刈取時期の推移、まだ刈取には早いことを示している

(3) 植生指標の算出

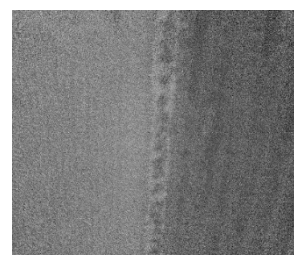
米のうまみは、タンパク質量などに関係し、また、タンパク質量と植生指標に高い相関関係があることが既往の研究で確認されている。植生指標は、近赤外域データと赤バンドデータから算出することができる。近赤外カメラ(購入設備、Yubaflex, BIZWORKS 社製)を利用し、圃場の近赤外データを観測した。撮影した近赤外データから植生指標の算出を行った。



植生指標画像(白山市)



近赤外カメラ画像



NDVI:0.077 NDVI:-0.222

植生指標画像

これらの活動の内、植生指標に関する成果を平成 27 年 9 月 25 日に開催した中間報告会にて学部 4 年生が発表した。また、圃場の 3 次元モデリングに関する成果をプロジェクトデザイン III 公開発表会にて学部 4 年生が発表した。

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

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、水田用水および土壌試料を採取し、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土壌・用水中の肥料成分との関係およびNDVI との関係を経験解析した。

米の食味関連成分の分析結果を図1に示す。各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。水分は全試料においてやや低めであったが、これは実験室での試料保存中に乾燥が進んだ可能性がある。遊離脂肪酸度は上記の基準を超えるものがあつたが、これも実験室での試料保存中に酸化が進行し、変質した可能性が考えられる。アミロース含有率は1試料を除き、上記の基準値内であった。

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が、有意な結果は得られなかった。有意な結果が得られなかったのは試料数が少ないこと、試料間の食味関連成分濃度の差が小さいことが原因と考えられた。

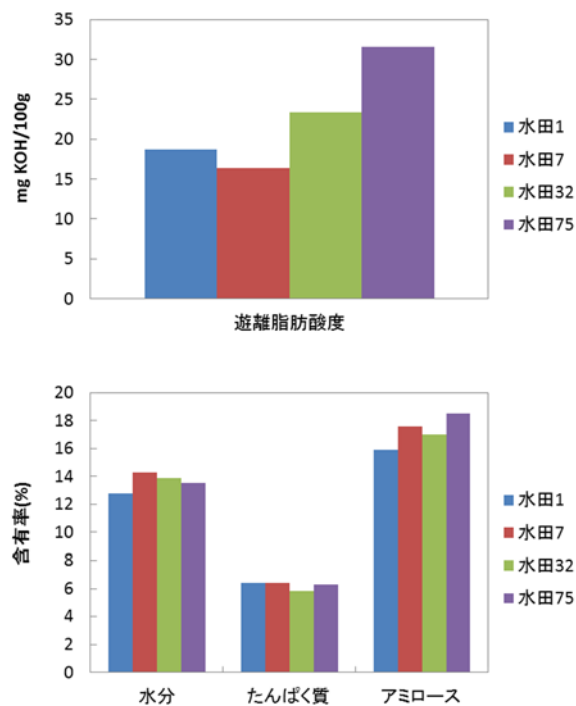


図1 精米中の食味関連成分(遊離脂肪酸度、水分、タンパク、アミロース)濃度

土壌試料中の肥料成分の分析結果の例を図2に示す。測定した土壌中のアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、全窒素、オルトリン酸および全りん濃度と米の食味成分の関係を統計解析したが、有意な結果は得られなかった。有意な結果が得られなかったのは試料数が少ないこと、試料間の食味関連成分濃度の差が小さいことが原因と考えられた。

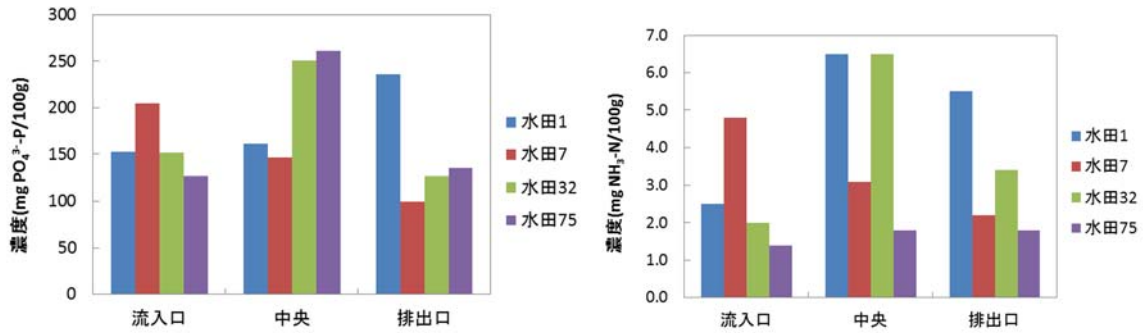


図2 土壌中の全りん濃度(左図)およびアンモニア性窒素濃度(右図)

これらの成果内容を、KIT 空間情報セミナー（平成 27 年 9 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 28 年 2 月 13 日）において、発表した。

3. 省電力圃場監視システム

農家の経験や勘によって行われている農業に IT の技術を組み合わせ、農作物の管理などを最適化するシステムを開発することを目的に活動を行っている。事業計画に基づき、H27 年 8 月までに図 3 に示すような最低限のセンサーネットワークシステムの開発を行った。複数台のセンサー端末からのセンサー情報をサーバに集約し、図 4 に示すようなサーバ上で Web ブラウザを通して取得データの閲覧および各種設定ができるシステムを構築した。

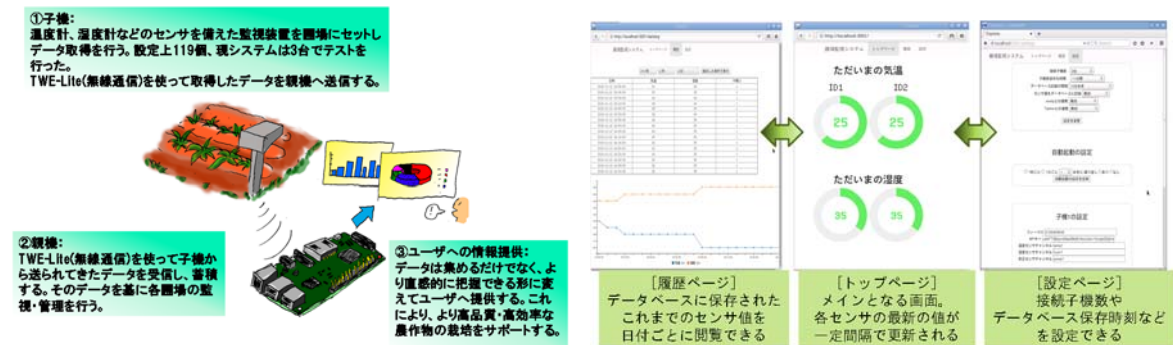


図3 システム概要

図4 データの確認と設定画面

このシステムを H27 年 8 月、株式会社金沢大地の圃場において第 1 回目の運用テストを行ったところデータの収集保存に関しては正常に動作することが確認できた。しかしながら、図 5 に示す様に本来約 100m 必要な子機と親機間の通信距離が子機から約 25m の範囲でしかデータが届かないという課題が見出された。そこで、無線通信性能を約 100m に向上させるための調査実験をやっかほりサーチキャンパス内において行い、アンテナの種類や設置位置、送信回数などを見直した。アンテナは野外アンテナに変更し、アンテナ位置を地上から約 1.7m の位置に取りつけることで通信距離約 100m のデータ送信が確認できた。この知見を基に、H27 年 12 月に第 2 回の運用テストを行ったところ、図 3 における目標とする通信距離での通信が可能となり、図 6 のように実際の圃場データ（図は H27 年 12 月 21 日のデータ）の取得が可能となった。

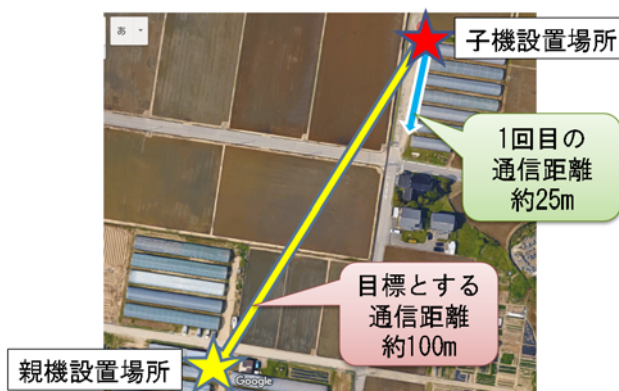


図5 現地テスト1回目の通信距離計測結果

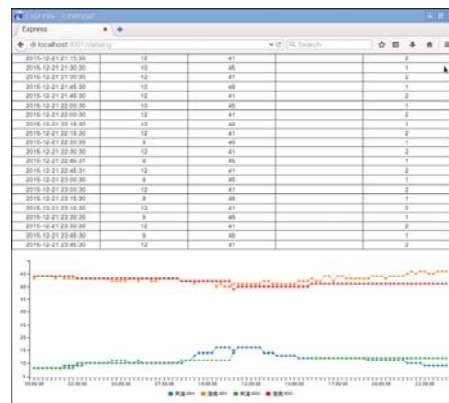


図6 実際に取得した圃場データ

第1回目の運用テストでは通信距離の他、消費電力の問題も見出された。そこで、図7のように低消費電力機能やソーラー発電モジュールを有した専用の基板を設計開発した。消費電力の評価では、親機をニッケル水素単3充電電池5本直列接続で運用したところ、対策前の連続動作では約6時間であったものが、専用基板の機能によって1時間の間欠動作で動かす事ができるようになり、1週間以上（現在も測定中）の運用が可能となっている。子機についても、ボタン電池での運用でも10日以上（現在も測定中）の運用が可能となった。

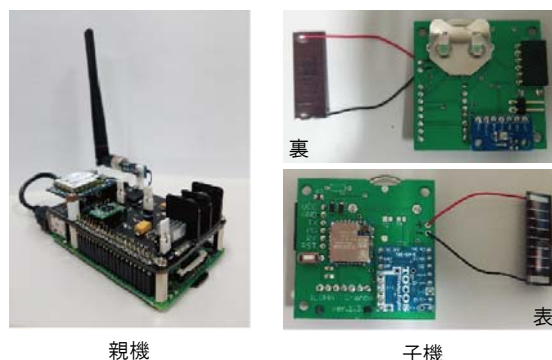


図7 開発した親機と子機

これらの成果のうち、第1回目の運用テストの結果は、KIT 空間情報セミナー（H27年9月25日）にて報告を行った。また、第2回目の運用テストを含む最終成果については、H28年3月8日に石川高専で開催予定の平成27年度学生による研究発表会にて報告を行う予定である。

⑦地域志向教育研究プロジェクトの具体的な成果

1. 稲の成長をモニタリングする手法の開発

UAV を活用して、3次元モデルの作成や植生指標の算出など従来では得られなかったデータを収集する方法を開発した。学生は、授業で習った技術を実際の農業に適用できることを経験した。地元の農業従事者との会議や現場での調整および実験を通して、地域の課題や問題について深く認識することができるようになった。通常、学部生が社会人が参加する報告会や学会でプレゼンテーションをすることはあまりないが、それを経験することによって、自ら考え行動できる機会を得ることができた。

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

水田用水および土壌中の肥料関連し分を分析した。分析方法の選定・決定、試薬および器具の購入など、研究室には必要な物品がない状態からの出発であったため、学生は自ら文献を調査し、考え、決断し、実行するというプロセスを経験できた。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。

3. 省電力圃場監視システム

親機と複数の子機（それぞれ専用基板を設計）を開発した。親機は、子機から送られてきたデータを蓄積し、Web アプリケーションからの閲覧と設定、クラウドストレージへのアップロード機能等を備えている。親機と子機と共通に低消費電力化機能を有している。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。

省電力圃場監視システムを開発し運用するにあたり、学生は研究室だけの活動だけではなく2回にわたり実際の圃場に出向いての運用テストを行った。これにより、研究室だけでは生じない問題に直面できその解決を工学的に行うなどの経験を積むことが可能となった。特に情報工学科ではフィールドワークは少ないことであり、2回の運用テスト以外にも屋内外での実験を行い、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。

2件の学外発表を行い、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。

⑧次年度以降の活動予定

1. 無人飛行機(UAV)による農作物生育モニタリング

無人飛行機による観測頻度を高め、観測データの精度を向上させる。平成27年度で開発した圃場3次元モデリング手法を適用して稲の成長モデルを開発する。平成27年度では植生指標としてNDVIを利用したが、石川地域に適合する新たな植生指標を提案する。植生指標と米の旨味成分との関係を明らかにする。

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

平成27年度は、水田土壌、用水および米の試料を採取し、分析できたが、良食味米生産条件の検討にまでは至らなかった。これを実現するには、試料採取計画を目的に沿うように立案し、多数の試料を分析することが必要である。平成28年度は、毎月1回程度の試料採取を行い、米の成長過程における分析を行い、良食味米生産条件の検討を可能とする予定である。

3. 省電力圃場監視システム

さらなる低消費電力化とソーラー発電を含めたエネルギーハーベスト環境での運用方法の開発を進める。また、子機にアクチュエータを搭載することで、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。