

研究課題	科学的根拠に基づく ICT と産業用ドローン技術を融合した新しい農業教育アプローチ
副題	～北海道稲作の高精度リモートセンシングと環境モニタリングの実践～
キーワード	農業 ドローン リモートセンシング 操縦士 ICT 農業 DX モニタリング
学校/団体名	公立北海道岩見沢農業高等学校
所在地	〒068-0818 北海道岩見沢市並木町 1-5
ホームページ	http://www.gannou.ed.jp/

1. 研究の背景

近年、食糧安全保障の問題や米不足等において、国産穀物を生産する農業の職業的価値は高まっている。北海道農業は国内の農家と比べ大規模な経営を行う農家が多いが、生産者の高齢化による稼働負担増加や担い手不足が深刻化している。国内有数の稲作地帯である空知でも、農業就業人口が減少し、余った水田を守るため規模拡大を余儀なくされている。一戸当たりの耕作面積が増加したことで、管理が行き届かず、品質や収量の低下が地域の課題となっている。

本校で水稻を専攻する生徒の多くが将来は就農し生産者となる。生徒達の営農地でも離農する農家が増え、今農業を学んでいる高校生は、実際に生産者として地域で中核的役割を担う 30代～40代の頃には、農家戸数が今の3分の1、作付面積が今の倍になることが統計から予測される。つまり、今の農業高校生は、現在の生産手法では解決できない、誰も経験したことのない新たな時代に直面するのである。そのため、少ない労働力で多くの面積を効率よく管理する「新しい農業」を実現させる必要がある。

地域産業の根幹である農業生産を維持するために、農作業のスマート化は省力化や生産性の向上が期待できる。スマート農業の実現には、ロボット技術や 5G 等の未来技術を用いたスマート農業の導入・普及を加速させ、作業の自動化をはじめ、様々なデータの形式化や利活用など Society5.0 社会の実現を意識したデジタル教育が必要である。これまでのような生産者の経験から導かれる「勘」による管理手法から、科学的なデータから導く「データ駆動型の管理手法」に転換することが重要である。生徒の科学的根拠に基づいたデータ駆動型の思考を育成し、最新のデジタル農業教育を通して、個々の地域・農業経営に合わせたスマート農業導入のための取捨選択ができる環境を整え、地域の課題解決につなげていきたい。農業分野での ICT・計測機器を活用した新しい「デジタル農業教育」の教育的意義は大きい。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「デジタル農業教育」を通して「地域と共生した、持続可能な米づくりの変革(DX)」である。熟練した生産者の技術を、デジタルの技術で見える化する。つまり、経験と勘に左右されていた「匠のアナログの手法」と、ICT機器を活用した「デジタル技術」を「融合」させることを目指している。

本校水稻専攻班では、プロジェクト学習法を主体とし、岩農での授業(一部は実際の営農圃場)

を通し、「知る」「試す」「導入する」の3段階の研究プロセスで、ICT機器や様々なセンサーからのデータをもとに、生徒が自らの手と足を使い、実際の生産圃場で計測し収集したデータと比較し、精度や効率の検証を行っている。次の主な6つのICT研究を通して、「稲作の地域DX構築・社会実装」を目指した学習に取り組んでいる。

3. 研究の経過

(1) ドローン技能・教育

基礎～中級：4月・5月に集中して実施。理論から自動航行プログラミングまでをカバー。

操縦士養成：10月に総合評価試験を行い、ライセンスレベルの技能定着を図る。

地域貢献：7月のデモ、9月の小中学生向け体験プログラムを通じた社会実装。

(2) 研究・データ解析（スマート農業）

環境計測：水温、遠隔水管理、土壌状態のモニタリング。

高度解析：8月にNDVI（植生指数）を用いた詳細解析を行い、実際の営農（肥培管理）へフィードバックする。

実証フィールド：学校圃場・長沼町・栗沢町の営農地にて実地検証を実施。

(3) 事務管理・報告

5月末：改善計画の提出。

8月末：収支管理（出納帳）の中間チェック。

9月：中間報告による進捗評価。

(4) 成果の集約と評価

発表と振り返り：12月に研究成果発表会を行い、1年間の活動を振り返るとともに、次年度に向けた改善点を特定する。

最終評価：1月に各生徒の総合評価および外部審査員によるプロジェクトの最終評価を実施し、教育的成果を明確にする。

4. 代表的な実践

今年度特に重点として取り組んだデジタル教育実践が2つある。

(1) ドローンによるリモートセンシングを活用した水稻の生育診断と精密施肥の体系化

本研究は、ヤンマーアグリジャパン株式会社からの技術指導を端緒として着手した、ドローンによるリモートセンシング技術の確立を目的としている。本年度は、ドローンに搭載したマルチスペクトルカメラを用いて自ら飛行プログラムを構築し、水田の生育状況をデジタルデータとして解析・可視化する実践に取り組んだ。



写真1 ドローンの自動飛行を行う生徒

調査にあたっては、従来活用してきた「Phantom 4」に加え、農業土木工学科との連携により「Mavic 3 Multispectral (Mavic 3M)」を導入した。これにより、生産者自らの手によるリアルタイムな生育診断が可能となった。具体的には、本校の管

理する水田 2 枚を対象とし、空撮によるリモートセンシングデータと、地上での実地調査データの比較検証を実施した。地上調査では、水田を 50 の区画に精緻に分割し、SPAD 計を用いた葉緑素分析を行うことでデータの裏付けを確保した。一方で空中からは、指導教官のもとで安全運用に関する高度な知識と飛行技術を習得した上で、6 月から 9 月にかけて定期的な観測飛行を実施した。

飛行に際しては、リアルタイム画像変換技術を用い、生育分布の把握に最適な近赤外線および光スペクトルの調整を行った。さらに、算出された NDVI (正規化植生指数) 数値を解析することで、葉色、茎数、窒素吸収量といった生育状況のデジタル化に成功し、従来、熟練者の目視に頼っていた「生育のばらつき」を明確な数値として可視化した。



図1 Mavic 3 Multispectral (Mavic 3M) によるリアルタイム解析画像 (2026年8月北海道岩見技術農業高校水稻圃場)

画像分析の結果、特に 1 号田において顕著な生育のばらつきが判明した。実際に指標の異なる地点の生育診断を行ったところ、草丈で 10cm、SPAD 値で 9.4 という大きな差異が認められた。2 号田と比較しても、1 号田は圃場内での生育の偏りが大きく、適切な追肥による補正が必要であると判断した。

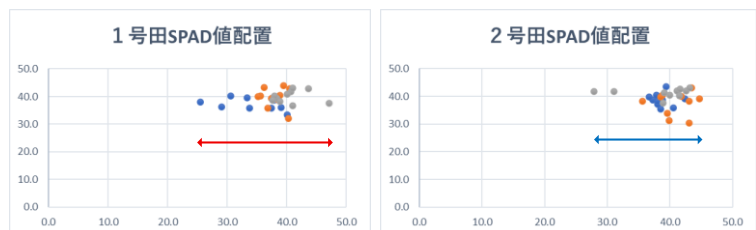


図2 1号田と2号田の生育のバラツキ (1号田はバラツキが大きい)

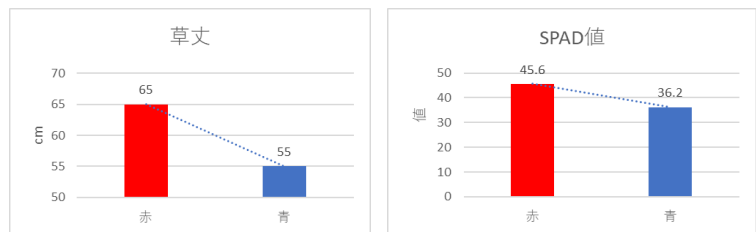


図3 草丈と SPAD 計 (葉緑素計) の比較 (画像解析結果で青い部分は生育不良)

この分析結果に基づき、必要な箇所のみ肥料を散布する「ピンポイント施肥」の実践に移行した。インストラクター資格を有する指導教官の助言のもと、産業用ドローンの送信機(プロポ)に最適な飛行プログラムを構築し、ドローンライセンスを取得した班員自らが操縦を担うことで、データに基づいた精密な施肥を実現した。

施肥後のセンシング画像を確認したところ、以前見られた生育のばらつきが解消されていることが確認された。収穫後の収量調査においても、箇所による極端な差は認められず、生育の均一化に成功した。その経済的・環境的な成果は極めて大きく、圃場全体に一律施肥を行った場合と比較して窒素分を 68%削減し、10a あたり 28,000 円のコストダウンを達成した。さらに、生育の最適化により収量が 10%向上しただけでなく、玄米タンパク質含有率を 0.3%低下させることに成功し、食味品質の向上という付加価値も得られた。



写真 2 生徒自ら大型ドローンを操作し局所施肥を行う

以上の通り、ドローンによるリモートセンシングは、必要な箇所に必要な分だけ肥料を投じることで、生育の均一化と化学肥料の削減、さらには環境負荷の低減を同時に実現する有効な手法である。現在は、酪農学園大学の小川教授および小林教授の指導を仰ぎ、マルチスペクトルカメラを用いた最新の画像解析手法や肥料分布の可視化について、より高度な技術習得を進めている。また、衛星画像分析サービス「ザルビオ」とも連携し、過去 2 年間にわたる本校営農地の生育履歴の検証も開始した。今後は、これらの多角的なデータと土壌分析結果を連動させることで、次年度には生産者自らがデータを主導する、より高品質かつ高収量な「精密稲作」を確立させていきたい。

(2) ICT 水田管理システムを活用した省力化と栽培管理の最適化に関する実証研究

本校が生産する米は、米・食味鑑定士協会が主催する「全国農業高校お米甲子園」において最高金賞を受賞するなど、極めて高い食味品質を誇っている。しかし、その卓越した品質を支えているのは、指導教員による頻繁な見回りと緻密な水管理という、長年の経験に基づく多大な労力である。そこで本研究では、ICT 技術が水田管理の省力化および技術承継に有効であるという仮説を立て、株式会社ベジタリアとの共同研究のもと、水田センサーおよび生育管理システム「Paddy Watch」を活用した実証実験に取り組んだ。

本実験の要点は、「熟練者（指導教官）による管理」と、センサーから得られる科学的データを指標とした「未熟な生産者（生徒）によるデジタル管理」の比較検証にある。経験の浅い生徒であっても、データに基づけば理想的な水管理を再現できるかという点に主眼を置いた。田植え後、試験田に水田センサーを設置し、「水位」「水温」「地温」を 24 時間体制で測定。蓄積されたデータはクラウド経由でスマート



写真 3 (株) ベジタリアから機材提供



図 4 スマホの画面で確認

フォンから随時確認できる体制を構築した。システムが提示する理想的な水位や予測温度を指針とし、科目「水稻」で習得した栽培理論と照らし合わせることで、データ主導型の栽培管理を完結させた。

実証の結果、収量調査において「デジタル管理区」は、乾物重および玄米収量の双方で「熟練者管理区」を上回る極めて良好な成果を得た。これは、客観的なデータに基づく迅速な判断が、収量向上に直結した結果であると分析される。また、経営面においても顕著な成果が見られ、水管理の効率化によって労働時間は33%削減、労働費においても当初目標の5%を上回る7%の削減を達成した。

	慣行区	モニタリング区	差
乾物重(g/50区画)	3,460	3,780	320
玄米収量(g/50区画)	1,725	2,071	346
収穫係数	0.499	0.548	0.049

図5 収量調査の結果比較(乾物重と玄米重)

収量構成/区画	1号田	2号田
	慣行区	デジタル区
収量(1株)	55.5	66.8
1㎡あたり株数	32.0	32.0
1㎡あたり籾重(g)	592.0	712.5
1aあたり籾重(kg)	59.2	71.3
10aあたり籾重(kg)	592.0	712.5
もみすり歩合(%)	80.0	80.0
10aあたり玄米重(kg)	473.6	570.0
1戸あたり収量換算(kg)	50,401	60,662
10aあたり粗収益(円)	¥125,220	¥150,715
1戸あたり粗収益(円)	¥12,641,308	¥15,215,124

図6 収益性分析の結果比較

一方で、詳細な考察により、数値データのみでは網羅できない「経験値」の重要性も浮き彫りとなった。特に「落水・中干し」のタイミングにおいて、指導教員は圃場固有の土壌特性を考慮し、意図的に長めの中干しを実施していた。この判断により、収穫時の土壌が適度に乾燥し、コンバインの沈下を防ぐなど、収穫作業の効率化が図られていたのである。土壌断面調査においても、各土層の分布から教官の判断の妥当性が裏付けられた。また、頻繁な見回りは、数値化が困難な病害虫の兆候や漏水の早期発見にも寄与しており、現場に足を運ぶことの重要性を再認識する結果となった。

	慣行	デジタル	増減
種子予措	0.16	0.16	100%
育苗	2.46	2.46	100%
耕起・整地	1.7	1.7	100%
田植	1.9	1.9	100%
管理	2.48	1.66	67%
防除	0.23	0.23	100%
刈取脱穀	1.66	1.66	100%
乾燥	0.69	0.69	100%
合計	11.28	10.46	93%

図7 労働費の比較(規模15ha以上/10a当)

結論として、ICT水田管理システムの導入は、理想的な栽培管理の実現と大幅な省力化に極めて有効である。しかし、システムの利点を最大限に引き出すためには、ICTによるデータ解析と、対象となる水田の特性把握という「経験」を融合させることが、より最適で精度の高い管理を実現するための鍵であると考察した。

(3) 農業用ドローンライセンス講習とスマート農業教室

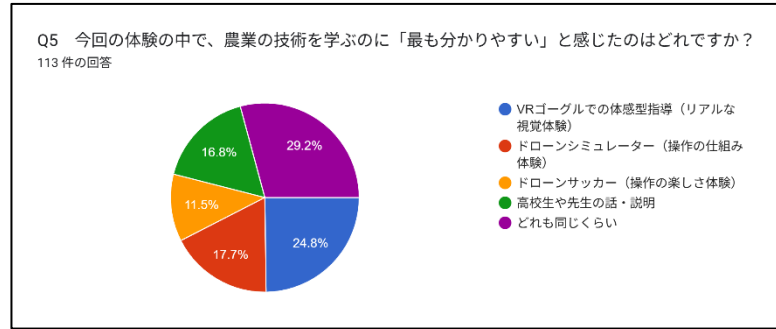
地域ではドローン操縦士が足りない現状から、NTTe-DroneTechnology(株)のご協力で、国産ドローンAC-101について、国内初となる学校の授業を通じた5日間のライセンス講習を行った。水稻専攻班の45%がライセンスを取得し、自ら農薬散布や肥料散布ができるようになり、より地域への貢献が可能になった。今後はライセンスを持つ生徒が、近所の農家の防除を引き受け、地域の大事な役割を果たすことを期待したい。

また、今回の研究の成果を広く社会に発信し、農業の魅力を伝える活動にも力を入れた。9月、地域の中学1年生120名を対象に、「スマート農業教室」を実施。ドローン練習機の操作体験やVRゴーグルを使ったドローン飛行体験。ドローンの操縦訓練で使用しているシュミレーターを体験する活動を行った。体験した中学生に対してアンケート調査を実施したとこ



写真4 中学生へのスマート農業教室

る、大半の ICT を駆使した新しい農業への関心を高めることができた。



5. 研究の成果

本研究は、先端技術の導入だけでなく、生徒が「自らデータを収集し、解析し、意思決定を行う」というプロセスを通じて、次世代の農業経営者に必要な資質を養う大きな教育的成果を上げた。

(1) データ駆動型思考への変容と課題解決能力の向上

「経験と勘」という理解しにくい農業の要素を、ドローンによる NDVI 解析や水田センサーの数値として可視化することで、生徒の思考が「根拠に基づく判断」へと変化できた。特に 1 号田の生育不良を自ら発見し、散布プログラムを構築して「ピンポイント施肥」を実践した過程は、従来の受動的な実習を超え、科学的根拠に基づき自ら課題解決を導き出す探究学習となった。

(2) 技術習得による新しい農業への意欲向上と職業的自覚の醸成

ドローン操縦ライセンスの取得やマルチスペクトルカメラの運用、ICT システムの活用を通じ、生徒は「誰も経験したことのない新しい農業」の担い手であるという望ましい自覚を持ったと感じる。熟練者の管理を上回る収量をデジタルで達成した成功体験は、労働力不足という現代の大きな課題を「テクノロジーで克服できる」という自信と、将来の就農に対する前向きな意欲につながった。

(3) スマート農業による効率的な経営・環境改善の実証

今回の実験から経済面でも、窒素成分 68%削減、10a あたり 28,000 円のコストダウン、労働時間 33%削減という数値を達成できた。このことから、スマート農業が単なる「省力化」ではなく、食味向上 (玄米タンパク質 0.3%減) という付加価値と環境負荷低減を両立させる「持続可能な経営モデル」であることを生徒自らが証明できた。

6. 今後の課題・展望

(1) 「デジタルの課題」を理解する望ましい技術承継

今回の実証を通じ、センサー数値には現れない「土壌の締め具合」や「微細な病害虫の兆候」を見抜く熟練者の卓越した観察眼 (経験知) の重要性を生徒たちが再認識したことは、本研究の大きな収穫である。今後は、ICT は何でも解決できるわけではなく、現場を歩く「アナログの観察力」と「デジタルの解析力」をいかに高い次元で融合させるかが、教育プログラムとしての深化のポイントとなると考える。

(2) 地域社会への実装とリーダーシップの発揮

本校で育った生徒たちが、将来 30 代～40 代となり地域の中核を担う際、本研究で培った「デ

一タ駆動型の管理手法」が標準となる。今後は、酪農学園大学や企業、衛星画像サービス等との連携をさらに強め、生徒たちが地域農家に対しスマート農業の「取捨選択」をアドバイスできるような、地域農業 DX の拠点校としての役割を本校が担っていくことを目指したい。

(3) 次年度は「DX」から「GX」へ

次年度は、今年度の研究をさらに発展させ、「生産性向上」や「経済的利益」を追求しながら、同時に気候変動や生物多様性といった「自然環境」を幅広く理解し、それらを活用する高度な経営能力を身に付けさせたい。つまり、北海道の基幹産業である農業が直面する「環境(気候変動)」「エネルギー(資源)」「生態系(生物多様性と鳥獣害)」という複合的な課題に対し、生徒自身が1人1台端末を活用し、先端 ICT と連動させ「見えないもの」をデータ化し、科学的根拠に基づく解決策を見出す探究活動を行いたい。これまで「見えなかった」温室効果ガスや生態系の動きを、ICT を用いてデータ化(可視化)することは、環境対策であると同時に、経営の持続可能性を高める手段でもある。生徒たちは、メタン削減による J クレジット収入や、精密農業による減収回避といった実証を通じ、「環境配慮(GX)が経済的メリットにも繋がる」という新しい農業のあり方を実体験として学ぶ。これにより、経験や勘に頼る従来の農業から、データという科学的根拠に基づいて最適な営農モデルを導き出す「稼げる GX 農業」の実践力を養ってほしい。

7. おわりに

北海道には「ゆめぴりか」という北海道のプレミアム品種がある。ゆめぴりかを生産するには、厳しい生産基準をクリアし、緻密な肥培管理と高い生産技術が必要である。見まわりに時間をかけ、水田に何度も足を運ぶ現在の手法では、規模拡大に限界があるのも事実である。加えて、商品価値の根拠となる栽培履歴情報や品質を構成する成分、土壌の物理性と科学性の診断、周辺環境の生態系や労働環境に至るまで、あらゆる「情報」をいつでも明確に、科学的にわかりやすく示すことが「生産者」として必須となっている。私たちが普段授業で行っている農業の学びは、科学的な視点から「植物」「生物」「環境」を導く学問であり、これまで目で見えなかったアナログの手法(農家の匠の技)を見える化し、比較・検証し、評価することで、本校農業教育のさらなる発展と生徒の成長が期待できる。農業分野での ICT を活用した「デジタル農業教育」の教育的意義は大きい。

本研究に御助言いただきました、北海道大学星野先生、酪農学園大学小川先生、(株)スマートリンク北海道小林先生、いわみざわ地域 ICT 農業利活用研究会、岩見沢市、NTT-dronetechnology 小島さん、また、最後までサポートしていただいたパナソニック教育財団様に心より感謝申し上げます。