

| |
|---------------------|
| 特集 ICT が変える食料・農業・農村 |
|---------------------|

スマート農業の現状と展望
—経営視点で未来農業を考える—

九州大学大学院農学研究院教授
南石晃明

はじめに

スマート農業が注目されて様々な研究が進められているが、農業経営に具体的にどのような効果があるのか、将来どのような農業経営が展望できるのかは必ずしも明らかになっていない。そこで、本稿では、農匠ナビ 1000 や SIP 等の研究プロジェクト成果に基づきながら、主に稲作経営を対象としてスマート農業の現状を概観する。また、作業自動化が最も進んでいる酪農と比較することで、経営視点で未来農業を考え、スマート農業の展望を行う。

ところで、精密農業、スマート農業、デジタル農業といった関連する用語がしばしば用いられるが、これらはどのような関係にあるのであろうか。精密農業は、圃場内の生育や収量のバラツキの最小化などを目標とする栽培条件最適化を行うもので 1990 年代から様々な研究がおこなわれている。その後、2010 年代になると、農場全体の意思決定支援や農作業自動化（ロボット化）を目指すスマート農業の研究が活発化した。さらに、近年では、農場内外の多様なネットワークの連携やそれから得られるビッグデータ解析を特徴とするデジタル農業も注目を浴びている。

DLG (2018) では以下のように整理を行っており、以下に原文抜粋を示す。() 内には、筆者がそれぞれを特徴づけると考えるキーワードを示している。

- ・精密農業（栽培条件最適化）：

Precision Farming is understood to mean optimizing growth conditions by means of sensory analysis and precise application technology.

- ・スマート農業（意思決定支援、自動化）：

Smart Farming is the further development of Precision Farming and contributes chiefly to supporting decision-making, as information processing has become increasingly complex due to data fusion and analysis and can only be mastered using partial or complete automation.

- ・デジタル農業（ネットワーク、ビッグデータ）：

Digital Farming is understood to mean consistent application of the methods of “Precision Farming and Smart Farming”, internal and external networking of the farm and use of web-based data platforms together with Big Data analyses.

なお、農匠ナビ 1000 および SIP の両プロジェクトの研究成果は、拙編著『稲作スマート農業の実践と次世代経営の展望』(養賢堂、2019 年) に基づいている。詳しくは拙編著を参照されたい。

1 稲作におけるスマート農業の先進経営事例と経営的評価

「農匠ナビ 1000」研究プロジェクトは、農業経営に関する技術・ノウハウ・技能を ICT (情報通信技術) も含めてパッケージ化して、低コストかつ高収益の水田農業を追究し、次世代農業経営へ継承・発展させていくことを目的としている。「農匠ナビ」は、農業の匠の育成を支援する手法および情報システムの総称である。また、技術パッケージの実践性を担保するため、農業経営者自らが研究機関として農業経営技術パッケージの研究開発実践に取り組む点にコンソーシアム (共同事業体) としての大きな特徴がある。農匠ナビ 1000 プロジェクト (第 1 期) には、わが国を代表する稲作経営 4 社が参画し、全国約 1000 圃場の生体情報、環境情報、農作業情報を収集・蓄積し、稲作ビッグデータの構築・解析を行った (図 1)。その後の第 2 期には、茨城県に加えて福岡県等も参画し、技術パッケージの導入による生産コスト低減効果の実証も行った。また、省力化や収量向上に向けて水管理作業の自動化を行う自動給水機の開発実証も行った。



図 1 農匠ナビ 1000 プロジェクトのデータフロー

出典: 南石他 (2016)

稲作ビッグデータ構築では、生体情報としては収量・品質や生育状況、環境情報としては気象条件(日射量、温度等)、圃場条件(地力、排水等)、土壌の物理化学特性、水環境(水位、水温等)、農作業情報としては作業(田植、施肥、収穫等)の時期や内容を対象とした。これらのビッグデータ解析を行うことで、栽培時期、土壌条件、施肥に加えて、水管理が水稻の圃場別収量の決定要因として重要であることが再確認された。具体的には、生育ステージの特定時期の水温・水位の改善が収量や品質の向上に有効であり、今後の経営革新に効果的であることが、データ解析と栽培試験の両アプローチで確認された。そこで、水管理の自動化を図るため、自動給水機の開発実証を行い、その有効性を実証した。また、自動給水機の価格分析や費用対効果分析を行い、受容価格帯を明らかにするとともに、省力化と収量の両向上が期待できる場合にのみ導入の効果が費用を上回ることを明らかにした。

図 2 は、茨城県における稲作経営技術パッケージによる生産コスト低減の実証成果を示している。実証経営の戦略・立地に最適な技術パッケージ導入により、収量向上が実現でき、減収せず規模拡大可能であることを示唆している。具体的には、高密度播種技術、自動給水機、流し込み施肥、IT コンバイン、圃場管理システム等の様々な技術を、各実証経営の技術水準や圃場条件、さらには経営戦略に応じて最適に組み合わせることで、生産コスト 2 割削減目標を概ね達成できた。これらの実践的成果から、基本技術励行の効果が大きく、ICT はその契機となったことが確認されている。



図 2 稲作経営技術パッケージによる生産コスト低減の実証 (茨城県)

出典：南石 (2019)

SIP プロジェクトでは、100 ha 超の先進大規模稲作経営 2 社を参考にした最適農計画モデルを作成し、ロボット農機（トラクター、田植機、自動給水機、コンバイン）の導入効果を分析した。この最適農計画モデルには、品種別（コシヒカリやゆめひたち等）・栽培時期別（4 月～6 月）・栽培様式別（移植・乾田播種、慣行・有機等）の 20 技術体系、各技術体系の作業時間、過去 20 年間の時間降水量から推計した主要作業の作業可能時間の年次変動等等を組み込んでおり、営農実態に即した現実的なモデルとなっている。

解析結果から、これらの一連のロボット農機が将来無人自動化され導入された場合の規模拡大効果は 8%程度であると推計された（図 3）。稲作経営における農機ロボット（研究開発中を含む）は、季節限定（2～3 か月）の特定作業自動化であり、その規模拡大効果は限定的であることを示唆する結果となった。

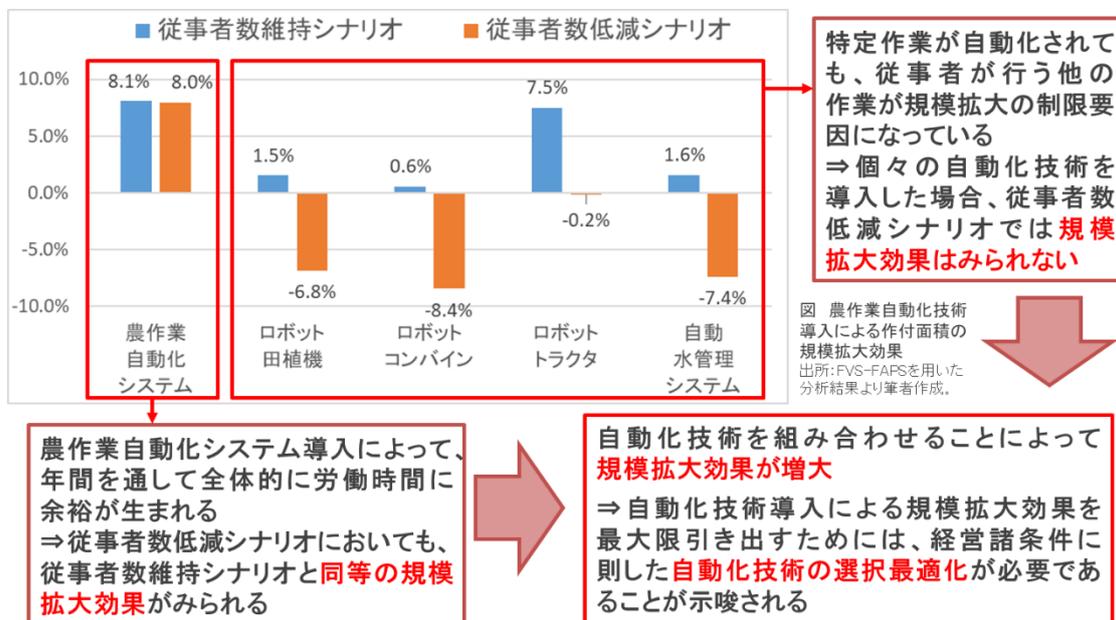


図 3 ロボット農機の規模拡大効果

出典：南石（2019）

より詳しく見ると、一つの作業が自動化されても、従事者が行う他の作業が規模拡大の制限要因になっている。このため、個々の自動化技術を導入した場合、従事者数低減シナリオでは規模拡大効果はみられない。これに対して、一連の自動化技術を組合わせた農作業自動化システム導入によって、年間を通して全体的に労働時間に余裕が生まれる。これにより、従事者数低減シナリオにおいても、従事者数維持シナリオと同等の規模拡大効果がみられる。これらのことから、自動化技術を組み合わせることによって規模拡大効果が増大し、自動化技術導入による規模拡大効果を最大限引き出すことが可能になる。換言すれば、対象経営の諸条件に則した自動化技術の選択最適化が必要であることが示唆される。

2 スマート農業の未来像とリスク

稲作の状況と異なり、酪農においては、給餌、畜舎清掃、搾乳などの無人作業ロボットが商品化されている（図 4）。これら一連の作業ロボットを導入することで、ほぼ無人の農場を実現している先進大規模経営も既に存在している。この先進事例（オランダ）では、経営主は会社勤務であり、100 頭規模の酪農生産がほぼ無人で行われている。経営主が畜舎に出向くのは、朝夕のみであり、日中にセンサーが異常を検知した時にはメーカーのフィールドマンが農場に出向き対応を行うという。



図 4 先進酪農経営におけるスマート農業の実践風景
出典：現地調査（2018 年、オランダ）に基づき筆者作成

こうした先進経営事例は、酪農従事者が、毎日朝夕の搾乳作業から解放され、労働環境が大幅に改善されることを示している。これにより、家族団らんや余暇の時間を確保できることになり、後継者の就農にもつながる効果が期待できる。技術的に生産過程自動化が可能になれば、この事例のように兼業という選択肢も可能になる。また、資本力がある経営は、生産規模拡大（生産制限の無い国の場合）や事業多角化など、新たな経営展開が可能になる。その一方で、農業のスマート化が進めば、例えば、酪農においては停電による乳房炎発生など生産リスクの増大も深刻な問題となる。図 5 は、DLG(2018)が整理したデジタル農業のリスクの一例を示している。デジタル農業（スマート農業を含む）には「Opportunities」と「Risks」の両面があるが、両者を如何にバランスさせるかが重要になる。「Risks」は、データセキュ

リティの欠如 (Lack of Data Security)、データ収集・提供に対する不十分な報酬 (Insufficient Returns)、バリューチェーンにおける過度のデータ開示 (Too much Transparency in Agribusiness Value Chains)、行政に対する過度のデータ開示 (Too much Transparency for Public Administration) 等に大別されている。

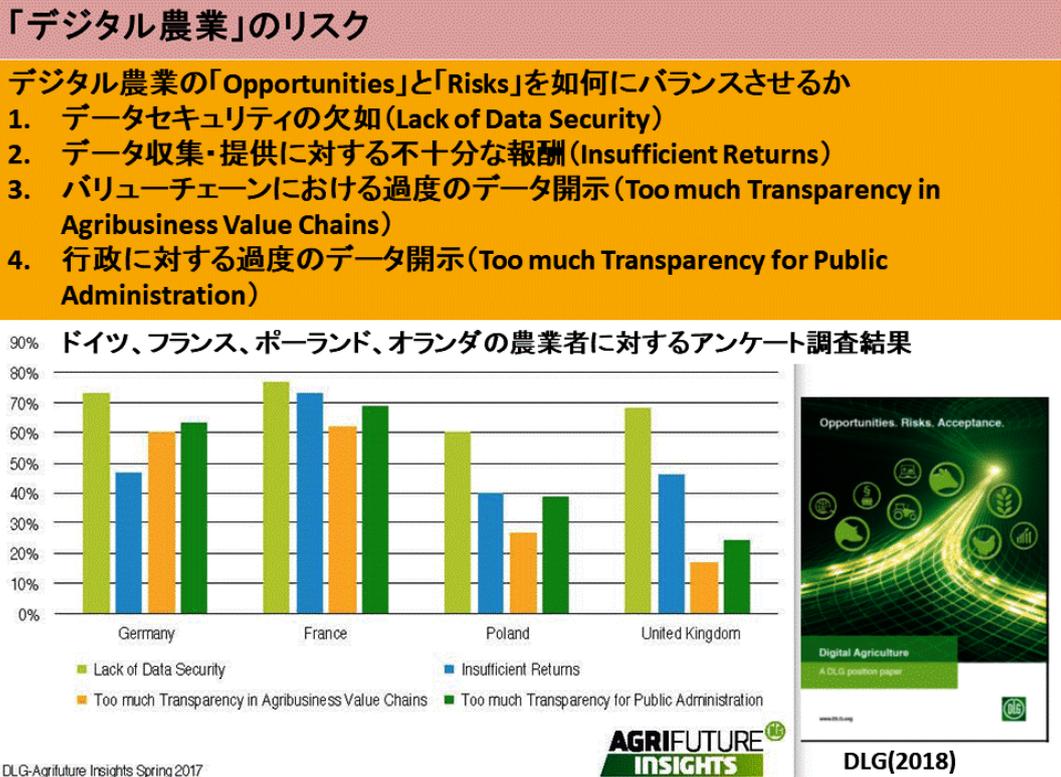


図 5 デジタル農業のリスク
出典：DLG (2018) から筆者作成

おわりに

スマート農業技術 (ICT 活用) の現状をみると、スマート農業は増収・省力化・コスト削減など経営改善の契機となるが、導入コストの低下や活用方法 (省力化と増収の両立) の確立が当面の課題である。稲作経営におけるスマート農業は、現状では季節限定の特定作業自動化であり、その規模拡大効果は限定的である。これに対して、酪農経営では、通年使用可能・汎用的な作業自動化が既に実現されており、技術的には、大きな経営革新を実現できる段階に至っている。このようにスマート農業やデジタル農業には、作目によっては、その効果が異なっている。酪農経営では、現段階でも大きな機会「Opportunities」が期待できるが、それと同時に「Risks」の増大も懸念される。農業のスマート化・デジタル化の効果とリスクをどのようにバランスさせるか、何をどのような目的でスマート化・デジタル化するのか、これらを経営視点で精査することが未来農業の鍵になる。

付記

本稿は、日本学術振興会基盤研究（課題番号 JP 19H00960、研究代表 南石晃明）の研究成果に基づく。

文献

- 1 農業情報学会[編]『新スマート農業』（農林統計出版、2019年）
- 2 南石晃明[編著]『稲作スマート農業の実践と次世代経営展望』（養賢堂、2019年）
- 3 南石晃明・長命洋佑・松江勇次[編著]『TPP時代の稲作経営革新とスマート農業——営農技術パッケージとICT活用』（養賢堂、2016年）
- 4 DLG (2018) Digital Agriculture, Opportunities, Risks, Acceptance, A DLG position paper, https://www.smart-akis.com/wp-content/uploads/2018/03/Folder_Position_Digitalisierung_e_IT.pdf