

II. 農業生産現場への AI 活用ビジネスの現状と今後の事業展開の方向性

1. ビジネスモデル

1.1 製品・サービス内容の類型

AI等を活用した農業データ解析をサービスとして展開していくためには、農業生産者に対する何らかの価値提供に繋がらなくてはならない。そこで以下では、現在展開されている製品・サービスについて、提供されている価値の在り方に着目しながら類型化を行う。現在展開されている主な価値提供の在り方としては、「見える化」、「高収量・高品質化」、「省力化・自動化」の3類型に分けられることから¹⁰⁵、これら製品・サービス事例について概要を整理する。

図表 50 生産者のニーズと対応するサービス形態

生産者のニーズ	対応するサービス	
データを見たい／データを収集する機器が欲しい	①見える化 (収集・計測)	<ul style="list-style-type: none"> - データ収集の機器提供 - データ記録のためのアプリケーション - データの見える化のためのアプリケーション
収量を増やす方法を知りたい／病虫害リスクを減らしたい／品質を向上させたい	②高収量・高品質化 (解析・判断)	<ul style="list-style-type: none"> - データ解析による収穫量予測 - 有用指標値への変換 - 病虫害発生 of 異常検知
農作業／栽培管理作業を代わりに行ってほしい	③省力化・自動化 (制御・作業)	<ul style="list-style-type: none"> - 作業代替ロボットの提供 - 自動制御機器の提供

(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

¹⁰⁵ 実際には3種類の価値提供を組み合わせた形でサービスは提供されている。事例紹介では、各製品・サービスを特に付加価値が大きく特徴的な段階に便宜的に分類し紹介している。

1.1.1 見える化

(1) 環境モニタリング機器の提供

これまで計測されていなかった栽培に係るデータを見える化するための製品・サービスを提供するビジネス形態である。

作物の生育においては様々な環境変数が影響するが、直接目に見えないこれら環境変数をコントロールするための第一歩として、データ収集機器と分かりやすい UI の提供によって見える化を助けている。現状は、特に地上環境データ（温度、湿度、CO₂等）のモニタリングへのニーズが大きく、土壌データまで取得している農業生産者は一部に限られる。

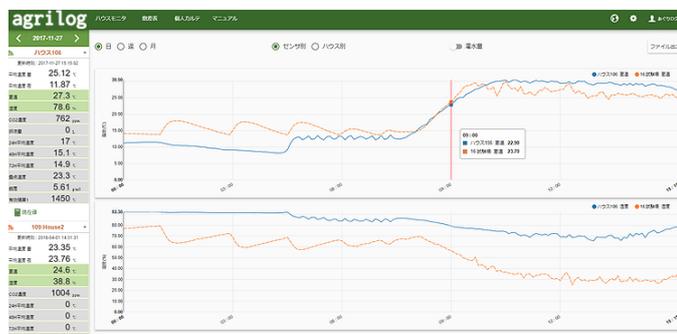
図表 51 環境モニタリング機器（セラク社「みどりモニタ」）



(出所) セラク社「みどりモニタの製品仕様・料金 | みどりクラウド」(2019.11.28 閲覧)
(<https://info.midori-cloud.net/production/monitor/spec/>)

単なるモニタリング機器の提供にとどまらず、通信機能を活かして SNS 機能を搭載させ、他のユーザー（生産者）の栽培管理とのグラフィカルな比較を可能とすることで付加価値を創出している事例もある。こうした機能により、農家グループでの情報・ノウハウの共有や、新たな知見の獲得にもつながっている。

図表 52 栽培管理 UI 提供（IT 工房 Z「あぐりログ」）



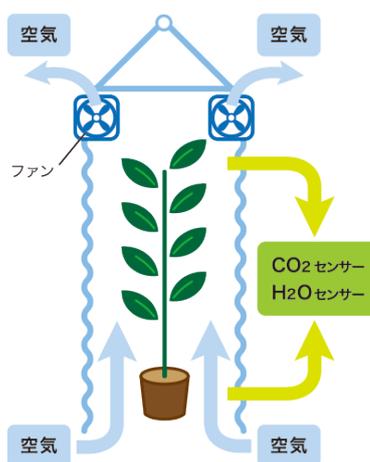
(出所) IT 工房 Z 社「あぐりログとは? - IoT システム構築の IT 工房 Z」(2019.11.28 閲覧)
(<https://itkobo-z.jp/agrilog>)

(2) 植物代謝モニタリング装置の提供

通常、栽培管理が行き届く施設園芸においても、植物が行う光合成等の代謝状況はセンサ等で計測することが出来ないことから、植物の代謝状況まではモニタリングが難しい。

この問題を解決するため、PLANT DATA 社では、植物個体群の光合成と蒸散速度をリアルタイムで実測できる装置を商品化している。同装置により、栽培している植物の光合成状況を把握でき、これまで見ていなかった植物の代謝状況を見える化することで、より効率的な環境制御が期待できる。

図表 53 光合成蒸散リアルタイム計測のイメージ図



(出所) PLANT DATA 社「光合成蒸散リアルタイム計測 - PLANT DATA 株式会社」(2019.11.28 閲覧) (<https://www.plantdata.net/photosynthesis.html>)

また同社では、クロロフィル蛍光計測装置の開発も行っている。クロロフィル蛍光とは、植物が吸収した光エネルギーのうちで光合成に用いられず余った光エネルギーが、赤色光として植物から発せられるもので、これを計測することにより植物のストレス状態を数値評価することが可能となる。

図表 54 クロロフィル蛍光計測装置



(出所) PLANT DATA 社「クロロフィル蛍光計測 - PLANT DATA 株式会社」(2019.11.28 閲覧)
(<https://www.plantdata.net/chlorophyll.html>)

図表 55 クロロフィル蛍光計測による植物診断の仕組み



(出所) PLANT DATA 社「クロロフィル蛍光計測 - PLANT DATA 株式会社」(2019.11.28 閲覧)
(<https://www.plantdata.net/chlorophyll.html>)

(3) 作業記録 UI

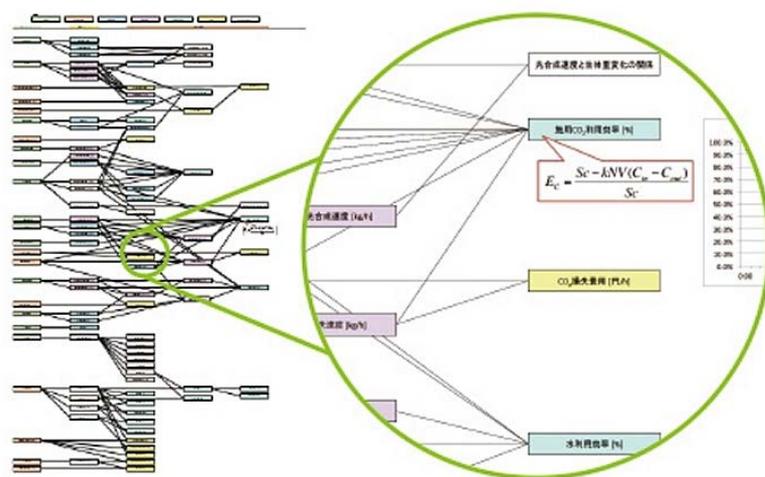
生産者が作業記録を付け生育状況や作業状況を管理するためのアプリケーションとして提供されている。ハードウェアと連携させる機能を有している場合もあるが、基本的にはソフトウェアの提供のみでハードウェアの購入は必要ないことから安価に導入が可能であり、比較的広く普及し始めている。また、GAP 等の認証取得にこうした作業記録が求められることから、こうしたニーズを捉えて展開しているビジネスモデルである。

1.1.2 高収量・高品質化

(1) 測定値から指標値への変換による予測・判断システム

プランテックス社が提供するシステムでは、植物工場において各種センサにて測定された「測定値」を、栽培理論式を用いて有益な「指標値」に変換している。指標値によって、植物が出荷日までに出荷可能な大きさになるか、異常はないか等、工場の状況を確認できる。単なる測定値であるデータの羅列からは見えてこない変換を行うことで、予測や判断を行うことを可能としている。同システムは、データが異常な値を取った場合のアラート機能も有している。

図表 56 測定値から指標値への変換に用いる数式システム



(出所) プランテックス社「Science - 株式会社プランテックス」(2019.11.28 閲覧)
<http://www.plantx.co.jp/science/>

(2) 画像解析による病害検知・収量等予測

ViAR&E 社では、World Wide Japan Food Platform コンソーシアムにて移動ロボット、センサ連携統合システムの開発を行っている。センサやカメラを搭載し、圃場内を走行するロボット「作物見守り君」によって画像データを取得し、病害の発見、水管理、雑草対策、地力窒素増加、稲穂の成長観察、追肥量の最適化、収穫期の最適化等に使用可能となる見込みである。

現状は開発中でありサービスとして展開しているわけではないが、将来的にこうしたロボットによるデータ取得および解析サービスを生産者に提供していくことが期待される。

図表 57 「作物見守り君」



図表 58 病害検知のイメージ



いもち病

(Deep Learningの活用)

(出所) ViAR&E 市浦茂「農業、畜産分野でのIoT、AI(人工知能)、ロボット活用」

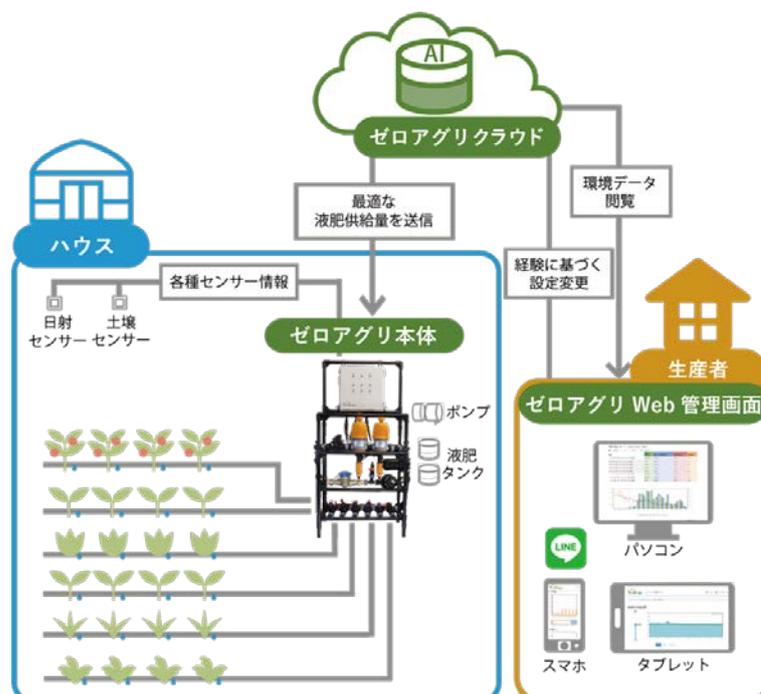
1.1.3 省力化・自動化

(1) 自動制御

ルートレック・ネットワークス社が提供する「ゼロアグリ」では、センサ群で取得した情報をベースにハウス栽培内の灌水量の自動制御が可能である。タイマーの設定に基づく灌水等は従来から行われてきたが、同製品の特徴は、日々変化する各種センサから得られた栽培環境データや天候情報をもとに、AIが適切な灌水量を判断し、自動でこうした制御が行われる点である。

生産者は多忙であり、特に作物の水やりに要する労力は多大であるため、こうした作業を代替することで価値を創出している。

図表 59 「ゼロアグリ」の体系



(出所) ルートレック・ネットワークス社「ゼロアグリとは | AI 灌水施肥システム ZeRo.agri (ゼロアグリ) 製品紹介」(2019.11.28 閲覧) (<https://www.zero-agri.jp/about/>)

(2) 自動収穫ロボット

inaho 社では、アスパラガスの収穫作業の代替を行うロボットを開発している。同社のロボットでは、搭載したカメラによって圃場内に敷かれたテープを画像認識することで自動走行し、画像認識を利用して対象作物の物体検知を行い、自動で収穫作業を行うことが可能である。

収穫に適した期間は短いことから多くの人手が必要であり、また収穫作業には多大な労力を要するため、同ロボットによってこれを代替し、農業生産者の省力化を図ることで、価値を生み出している。

図表 60 inaho 社が提供する収穫ロボット



(出所) inaho 社「Service _ inaho 株式会社」(2019.11.28 閲覧) (<https://inaho.co/service/>)

図表 61 inaho 社のビジネスモデル



(出所) inaho 社「Service _ inaho 株式会社」(2019.11.28 閲覧) (<https://inaho.co/service/>)

1.2 料金体系上の類型

農業生産に係る AI/ICT 関連製品・サービスの提供時のビジネスモデルとしては、大別して「売り切り型」、「サブスクリプション型」、「併用型」の3種類がある。それぞれ農業生産者側とサービスを提供する企業側に、メリット・デメリットが存在することから、図表 62 に整理する。

図表 62 料金体系別のメリット・デメリット

		(1) 売り切り	(2) サブスクリプション型	(3) 併用型
農業生産者	メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 所有できることへの満足感・安心感がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 初期投資がなく、導入が容易 ■ リスクを考慮せずに導入が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 初期投資が小さく、導入が比較的容易 ■ リスクを考慮せずに導入が可能
	デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 初期投資が大きく、導入しづらい ■ 購入後に不要となった場合リスクがある 	<ul style="list-style-type: none"> ■ (大きなデメリットはない) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 機器によっては一定程度の初期投資がかかり、導入に伴うリスクも多少ある
企業	メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 販売できれば大きな収益が得られる 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 初期投資がないため、受け入れられやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 初期投資が小さいため、比較的受け入れられやすい ■ 完全なサブスクリプション型に比べ、収益を上げやすい
	デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 特に高価な機器の場合、販売自体が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 採算性の確保が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 収益性の確保には大きなシェア獲得が必要

(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

1.2.1 売り切り型

スマート農業機器は、価格が高くなりやすいことから、売り切り型のビジネスモデルは数が少ない。一部の農業機械等は売り切りでの展開がなされているが、投資額が巨大となることから、大規模農業法人や北海道の大規模農家等ターゲットを絞って提供されている。

企業側としては、販売がスムーズに進めば売り切り型は採算性の確保がしやすいビジネスモデルと言えるが、農家にとっては導入に伴うリスクが大きい。特に、通信機能が搭載されクラウドと連携する機器の場合は、継続的に通信を行う必要があることから、売り切りモデルとの親和性は低いと言える。

1.2.2 サブスクリプション型

多くの分野においてサブスクリプション型のビジネスモデルの展開が拡大しているが、スマート農業分野においても一部企業でこうしたサービスの展開が検討されている。サブスクリプション型のサービスの場合、導入に伴うコストは発生しないため、生産者としては気軽に試行できることが利点である。

また、サブスクリプション型の別の利点として、生産者自身は機器を保有しないことから、最新のテクノロジーを定期的にアップデートしていくことが可能な点が挙げられる¹⁰⁶。ソフトウェアやカメラ・センサーの技術は進歩が速いため、売り切りのビジネスモデルでは次第に古くなってしまいう問題があるが、サブスクリプション型のビジネスモデルの場合、常に最新の技術を農家が利用可能となる¹⁰⁶。また、導入後に明らかになった新たなニーズにも柔軟に対応していくことが可能である¹⁰⁶。

さらに、設備の売り切りだと、企業側には売ることのみに焦点が当たるため、生産者のランニングの部分までは配慮が及ばない場合が多い。一方サブスクリプション型のビジネスモデルでは、設備販売の時点でランニングも考慮した合理的なもの売るため、持続可能性がある¹⁰⁷。例えば、農業生産者の成果（生産状況）に応じて料金を回収するようなビジネスモデルの場合、農業生産者の生産効率の向上が、企業側の利益向上にもつながることから¹⁰⁶、農業生産者の収益改善をサービス提供側も真剣に考えることとなる。

初期コストゼロのビジネスモデルは、巨額の投資をするとは考えにくい高齢の農業者にも受け入れられやすく、また、このようなビジネスモデルにより、資本力のない若い人材が、リスクを抑えながら農業に参入しやすくなると考えられる¹⁰⁶。

1.2.3 併用型¹⁰⁸

スマート農業に係る商品・サービス販売のビジネスモデルとしては、売り切りやサブスクリプション単体は多くなく、多くの場合は初期費用として一定程度の金額を受け取りつつ、通信料等として月額費用等を負担してもらう併用型を採用している。

現状は、どういったビジネスモデルが成功しやすいか明確な答えがない状況であり、各社が試行錯誤を繰り返している。ユーザーサイド（農業生産者）としては、初期投資がなく、リスクも小さい成功報酬型が望まれるが、メーカーサイド（企業側）としては、そのようなビジネスモデルで持続可能な利益を得られるかという点が難しく、今後の動向が注目される。

¹⁰⁶ 関係者ヒアリングより

¹⁰⁷ 関係者ヒアリングより

¹⁰⁸ 関係者ヒアリングより

2. ビジネス展開上の課題・条件

2.1 製品・サービス開発上の課題

データを活用したビジネス展開上の課題は、製品・サービスの開発段階において企業が抱える課題と、その製品・サービスを生産者に販売・導入する段階における課題に分けられる。

以下では、これらの課題について順に整理する。

2.1.1 データ収集・計測時の課題

(1) 収集の前提に係る課題

1) データ提供へのインセンティブ不足

製品・サービスの開発に際しては、データの収集が不可欠であるが、農業生産者はデータ提供に必要性を感じない場合が多いため、データ提供により得られるインセンティブを与える必要がある¹⁰⁹。後述する個人情報流出へのリスクもあることから、農業生産者がデータを提供することによりどのような追加的サービスを受けられるか、具体的なメリットを示さない限り、積極的なデータ提供は期待できない。現状は、データの集約により、どういった未来が実現されるかビジョンが見えないため、農業生産者はデータ提供することに抵抗感がある¹⁰⁹。

例えば環境モニタリング機器の提供を行いながらデータを収集する場合であれば、機器の利用自体に価値があるため、機器の利用に伴いデータを提供することへの抵抗感は小さい可能性がある。他方、今後サービスを展開するためのデータ収集に協力してもらうためには、そのサービス内容及びそれに伴い生産者が得られるメリットを丁寧に説明していく必要がある。

2) 情報取得への懸念¹¹⁰

農業生産に係るデータの収集に際しては、生産者の同意を得ることが必要となるが、データの使われ方や流出の可能性について懸念を示す生産者は少なくない。特に、収量データは経営情報であり、また労務データは個人情報となるので、データ提供への抵抗感は大きい。また、データには栽培のノウハウが凝縮されているため、安易に開示することに対して懸念を示す場合もある。

一般的には、分析時には個人名等は秘匿された状態で使用し外部には開示しないことを約束し、秘密保持に係る契約を結ぶことで解決している場合が多いが、データの

¹⁰⁹ 関係者ヒアリングより

¹¹⁰ 関係者ヒアリングより

利用目的や利用形態について明確となるような説明を行った上でデータ収集への協力を依頼する必要があると考えられる。

(2) 技術的課題

1) 農業分野の知識不足

データの収集・計測機器やサービスの提供においては、農業以外の分野から参入する事例も少なくないが、農業分野の知識を一定程度備えていないと意味のあるデータ収集を行うことは難しい。技術的には他分野の知見が活かせる場合であっても、農業分野特有の制約条件等に気づかずデータを取得してしまい、データを実際に生かすことが出来ていない場合がある¹¹¹。

データの収集・計測を行う目的設定の段階から、農業分野や現場での知識があるメンバーや外部有識者の意見を聴取し、その実現可能性や現場での制約条件等を加味した上でデータ収集・計測のフローを細かく設計していく必要がある。

2) データの均質性の課題

生産者ごとに異なる条件下でデータが取得されていることにより、計測値に不均質性が生じる。例えば、センサの設置条件によって取得されるデータの値は変わってしまうため、得られたデータに対してどの程度信頼が置けるか判断がつかないことが課題である¹¹²。

生産者個人としてデータを収集・利用する場合には、取得された値の時間的変動を把握できれば十分な場合も多いが、複数の生産者から得られたデータを集約して何らかの分析を行う場合は、異なる生産者から統一的な条件でデータを取得しない限り（もしくは統一的な条件とみなせるための補正をかけない限り）、意味のある分析を行うことは難しくなる。たとえば、生産者ごとに得られたデータで値が異なっていたとしても、それが設置条件等のデータ取得条件の差異によるものなのか、実際の環境の差異なのか判別がつかない状況では、どのような環境制御が最適か分析することは難しい。

¹¹¹ 関係者ヒアリングより

¹¹² 関係者ヒアリングより

2.1.2 データ解析における課題

(1) 解析の前提に係る課題

1) 解析へのニーズ不足¹¹³

農業生産の分野においては、そもそもデータの解析に対するニーズが大きくない点がビジネス展開上の最大の課題である。データ分析により栽培管理のコンサルティングまで実施したいと考えている企業は多いが、日本ではデータ分析による農業コンサルティングは農業生産者にとって馴染みがなく、受け入れられづらいことが障壁となっている。

理由の一つとしては、農業生産者に対する国や農協からの農業指導は無料で行われているため、こうした指導に対して対価を支払うことへの意識が生産者に根付いていないことが挙げられる。まずは、こうした指導と、データ分析に基づくコンサルティングとの違いを理解してもらうことが必要であり、料金を支払ってまで助言・指導を受けることへの重要性を喚起していく必要がある。

2) ニーズに基づく目的設定・手法選択

現状は、農業生産者のデータ分析に対するニーズを完全に把握できていないため、目指すべき製品・サービスの内容が定まりづらいと考えられる。環境モニタリング機器等を用いてデータを取得する農業生産者は増加しているが、取得したデータの見方や活用方法が不明であるという意見も一定程度存在している¹¹⁴。こうした実態をさらに詳細に把握し、どのような分析内容・サービス内容が求められているかを検討していく必要がある。

ニーズに基づき分析・サービスの目的を固めた上で、目的に合わせて適切な手法を検討していく必要がある。AI/ICT等の技術ありきで開発を行おうとする事例も見られるが、AI/ICTの活用は手段であって目的ではないため、目的に合致した適切な手法を選択していくことが求められる¹¹⁵。

¹¹³ 関係者ヒアリングより

¹¹⁴ 関係者ヒアリングより

¹¹⁵ 関係者ヒアリングより

(2) 技術的課題

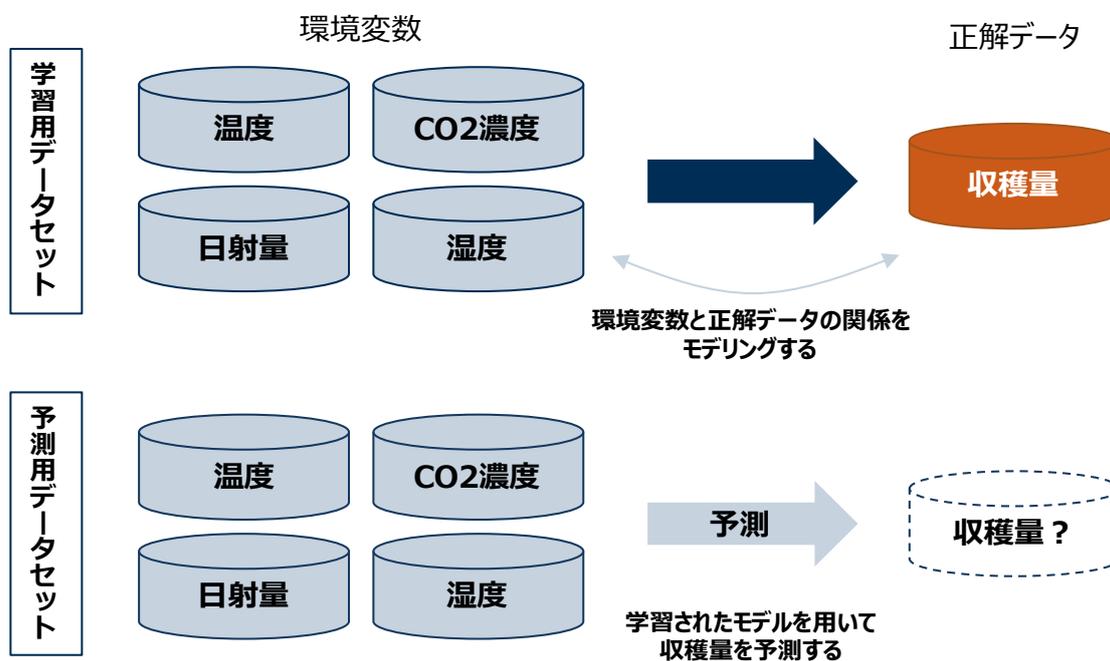
1) 正解データの不足 116

一般的な機械学習のモデリング（教師あり学習）の場合、教師データとなる学習用のデータセットが必要であり、説明変数となるデータ（例：環境変数）と目的変数となる正解データ（例：収穫量）が紐づいたデータセットが必要となる。このデータセットを分析することで、説明変数と正解データの関係がモデリングされ、予測等に利用することが可能となる。

一方、センサ類で取得可能な変数は環境変数にとどまり、生産者が最終的に目的とする変数（収穫量、品質（病虫害有無）、生育状況等）を取得し紐づけることが難しいことから、データに基づくモデリングがしづらい点が大きな課題となっている。そのため現状は、単純にデータを集めても、指針となる正解データが存在していない状態であり、どのように改善すべきか判断ができない状態である。

一部の企業では、収穫量データを生産者から収集する取組等も進めているが、売りに直結し重要なデータであるためなかなか開示してもらえず、活用の方法が限られてしまっている。

図表 63 機械学習モデリングのイメージ



(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

116 関係者ヒアリングより

2) データの均質性

データ収集の課題としても挙げたが、データの均質性が担保されていないことは、データの解析上大きな課題となる。データの取り方次第でデータの値は変わってしまい、同じ土壌を分析したとしても、センサや分析機関によって異なる結果が出てくる。土壌診断では、物理性、化学性、生物性のバランス（比）は各分析機関で同様な値が出るが、基準値となる値が定まらなると、比較の際にどの値を信用して良いか分からないことが分析を難しくしている¹¹⁷。

近年、データを大量に集めてビッグデータ化しようとする試みも見られるが、データの取得条件等が異なる中でデータ数を集め、AI等を活用しようと思っても難しい。再現性を伴い、環境が異なっても適用可能なデータを解析に使用しなければ、解析の結果得られるモデル等の精度も低くなってしまふ¹¹⁸。

3) データ量の不足

データ解析一般に共通する課題ではあるが、農業分野においても同様、解析に使用するデータ数を増やすことが重要な課題である^{119 120}。データ数を増加させることに関する農業分野特有の課題として、農業は生産サイクルが長く、一連のデータ取得に時間がかかる点が挙げられる¹²¹。そのため、生産に係るデータを取得しようとする場合、1戸の生産者から得られるデータは、1シーズンに1セットのみであり、サンプルサイズを大きくしづらい。

解析内容にもよるが、500程度のデータ数があれば一定程度の解析結果は出せるとも言われており¹²²、企業側ではこれだけのデータを収集するための何らかのスキームが求められる。

¹¹⁷ 関係者ヒアリングより

¹¹⁸ 関係者ヒアリングより

¹¹⁹ ただし露地に関しては、そもそもデータに基づき実行できる制御・作業が少ないため、そこから逆算して取得すべきデータはそれほど多くなく、リモートセンシングやドローン等によって比較的容易に取得可能であるとの意見も得られている。（関係者ヒアリングより）

¹²⁰ 正解データの入手困難性については既に上で指摘しているが、ここでは正解データに限らず説明変数も含めたデータ量の不足に関する課題を述べている。

¹²¹ 関係者ヒアリングより

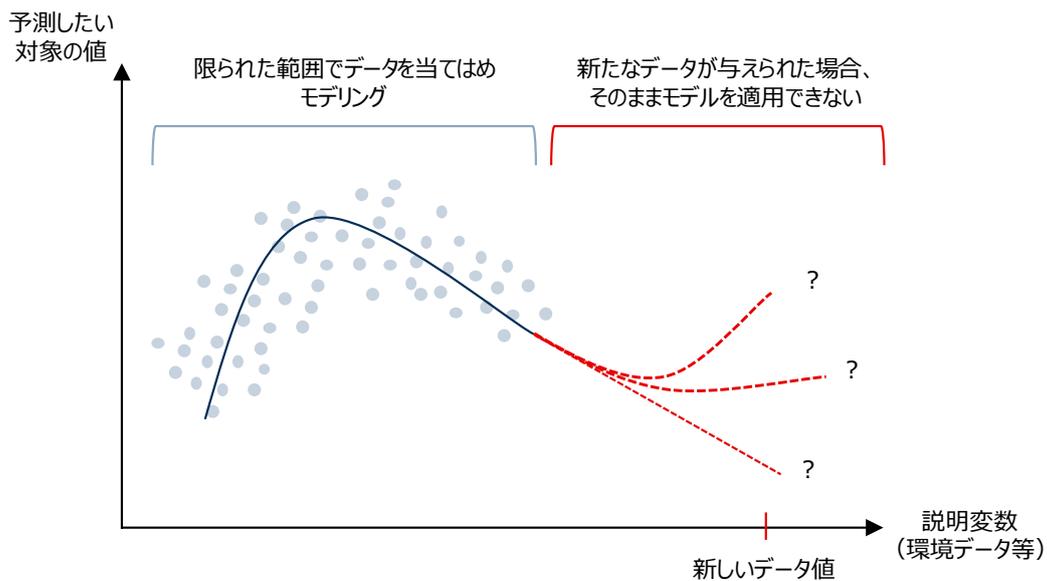
¹²² 関係者ヒアリングより

4) バリエーションの不足 123

データ量の問題とも関係するが、生産者の置かれた環境は多様であるため、分析モデルを多様な生産者に適用しようとする場合、それら生産者が置かれた環境を網羅できるように多様なデータを取得してモデリングを行うことが重要である。農業生産の前提となる条件のバリエーションは多く、栽培時期や地域、品種によって最適な栽培方法も異なることが分析上難しい点である。限られた条件を前提にモデリングを行った場合、その条件特有の最適解（最適な栽培方法等）は得られるかもしれないが、条件が変わった際には同じモデルを適用することは難しい。

灌水を例にとると、土壌ごとに最適な灌水量は異なるため、ある土地の土壌に最適な灌水量を予測するためには同様の土壌から一定数のデータを取得している必要がある。このように、それぞれのバリエーションに対して一定数のサンプル数が必要である。

図表 64 データのバリエーション不足のイメージ



(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

5) 農業データ解析企業のキャパシティ不足

一部企業においては、データ解析のキャパシティが不足しているために踏み込めていない状況も見られる。データに基づきどのように栽培を改善すべきかという農業分野に関する知見が障壁となっているケースが多く、特に他業界から参入した企業の場合はこうした知識不足が課題となりやすい。

例えば、他業界から参入した企業からは、以下のような意見が挙げられている。

- データをどう使うか（どう環境を変えるべきか）という解析・提案の部分まで踏み込めると良いと考えている。ただし、当社単体では、栽培の知識がないため実現が難しい。
- データサイエンティストだけでは開発を進めることは難しい。分野の知識がないと、データから意味を読み取ったり、アルゴリズムを開発することが難しい。そのため最近では、分野の知識が豊富な社員に、データ分析についても学んでもらう方向で進めている。

また、一般的な分野と比較して、農業生産には環境要因が大きく影響し、環境のコントロールができないため、対照実験を実施した上で結果を比較できないことも分析を難しくしている¹²⁴。最適な生産を実現するためには、環境変数等のパラメータを個別に制御できなければならないが、各変数は互いに影響し合うため、施設栽培であっても個別の制御は難しい場合が多い。一つの変数を変えると他の変数も連動してしまうため、どの変数がどのように栽培に影響したかを分析することが難しい¹²⁵。

さらに、農業生産は望ましい管理方法が生育段階によっても異なるため、最適な管理方法を導くための解析が難しいことも課題である。例えば、春先で日射量が下がっていく時期と寒くなる時期では適切な栽培管理は異なり、各変数の最適な状態は時系列で変動する¹²⁴。

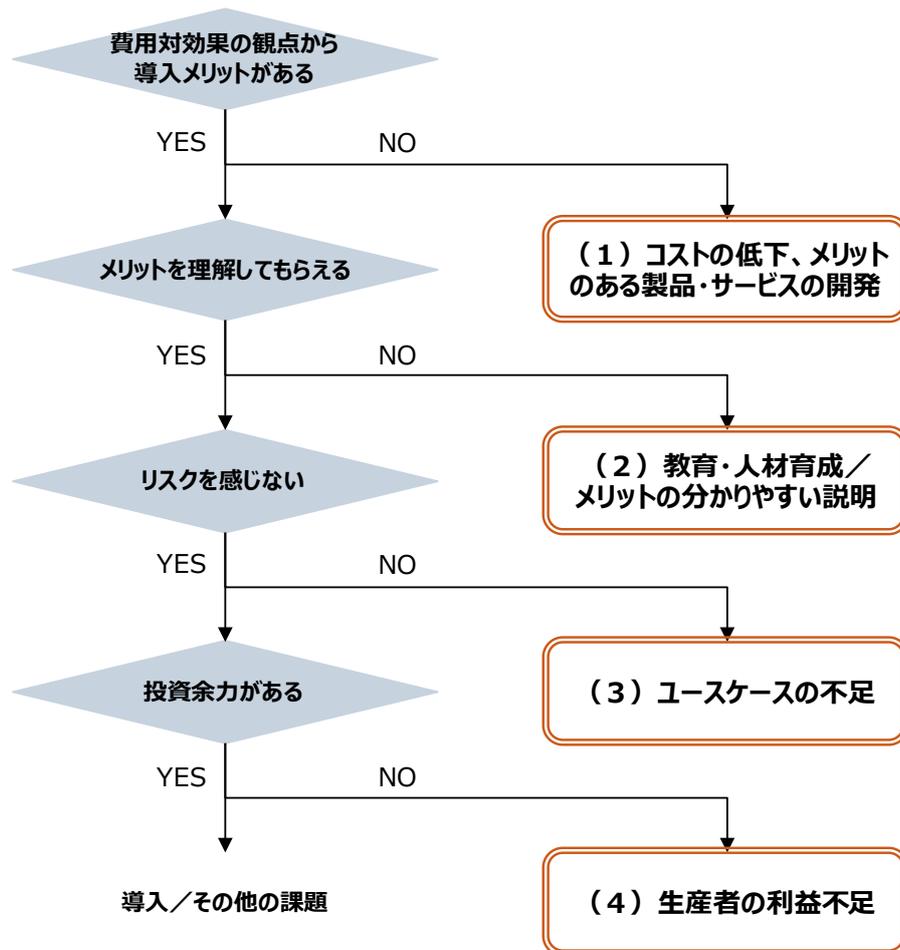
¹²⁴ 関係者ヒアリングより

¹²⁵ 関係者ヒアリングより

2.2 製品・サービス導入上の課題

農業生産者が AI/ICT に係る製品・サービスを導入に至るまでのフローと、各段階における課題は以下の図のように整理できる。各段階の内容について、次頁以降で詳述する。

図表 65 製品・サービス導入に至るまでのフローチャート



(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(1) コストの低下／導入メリットのある製品・サービスの開発

まず大前提の課題として、製品・サービスの導入に伴う費用に対して、長期的に得られる効果が上回っていなければ、導入は進まない。製品・サービスを開発する企業側としては、基本的にその前提で製品・サービスの開発を目指す、商品によってはコストを抑えづらく、安価な価格設定が難しい場合もある。また、農業生産者と異なる前提条件を想定している場合等、現実的でない前提に基づいた費用対効果試算を行っている場合もある¹²⁶。

農業生産者としては、データ活用のための投資を行った分だけ、作物に価格転嫁できればメリットがあると言えるが、創意工夫がそのまま農作物に転嫁されるわけではないため、データ利用の努力や試行錯誤が儲けに繋がらないことも多い¹²⁷。流通企業等の巻き込みやブランド化を目指さない限り、生産現場で製品・サービスを導入するだけでは収益の増加に直結しづらいことが現状はハードルとなっている。

(2) 人材育成／明確なメリットの提示

長期的に見てメリットのある製品・サービスの導入・拡大に向けた課題として、製品・サービスがもたらすメリットを農業生産者に十分理解してもらえないことが挙げられる¹²⁸。農業生産者は、消費者の感覚で農業経営に係る意思決定を行うケースが多く、人件費を考慮していない等費用対効果を見積もる上での齟齬が生じてしまう。企業と同じ感覚で農業経営を行う「ビジネスマン農家」といえる農業生産者が不足していることが、データを活用した製品・サービスの導入に向けた大きな課題となる¹²⁷。また、農業生産者に対する補助金が出ているため、改善への問題意識を持たず、現状のままの生産方法で良いと考える農家も多い状況である¹²⁹。

現在の農業生産者に対して網羅的に教育を行っていくことは現実的でないことから、農業学校の教材の中でスマート農業や土壌分析についての教育が今後の課題である¹²⁷。ただし、そもそも農業分野における AI/ICT 活用自体が新しい分野であり、大学や農業学校で教えるための人材が不足している状況であり¹³⁰、今後人材育成のための体制をどのように構築していくか検討していく必要がある。

¹²⁶ 例えば増加した収量分は追加的な労力を投じずに必ず販売可能である等

¹²⁷ 関係者ヒアリングより

¹²⁸ 関係者ヒアリングより

¹²⁹ 関係者ヒアリングより

¹³⁰ 関係者ヒアリングより

(3) ユースケース不足

製品・サービスの導入に係るメリットを正しく理解していたとしても、農業生産者はリスク回避的である場合が多く、リスクを恐れて導入には至らない場合も多い。こうした問題の根底にある課題として、現状ユースケースが多くなく、周囲に参考となる他の生産者が少ないことが挙げられる¹³¹。

特に、農業分野においては、オピニオンリーダーの影響範囲が極めて狭く、地域が異なると全く環境は異なるという考え方から、離れた地域のユースケースは参考として受け入れてもらえない¹³²。ユースケースを各地で増やしていくためには、ある条件（面積、地域、作物、収穫量）でデータ活用に向けた投資を行った場合に得られる年収幅を示すような標準モデルを作り、リスク回避的な農業生産者に対して導入を促すことが有効であると考えられる¹³¹。

(4) 投資余力の不足

農業生産者は、大規模経営を行う生産者や高価買い取りを期待できる販路開拓に成功している等の場合を除き、投資余力が多く残されていることは少ない¹³³。そのため、長期的に導入メリットがあったとしても、それを導入するための体力がないことが課題として挙げられる。

131 関係者ヒアリングより

132 関係者ヒアリングより

133 関係者ヒアリングより

3. ビジネス拡大に向けた今後の方向性

3.1 AI/ICT を活用したデータ解析に係るビジネス拡大に向けた方向性

AI/ICT を活用したデータ解析に係るビジネスが拡大するための方向性として、それぞ
れ前掲の課題に対応させる形で以下の図に整理する。課題によっては、企業の自主的な
取組のみでは対応が難しい場合もあることから、今後求められる取組を担う主な主体に
ついて整理している。

図表 66 AI/ICT を活用したデータ解析に係るビジネス拡大に向けた課題と今後の方向性

主な課題		求められる方向性
製品・サービス 開発の拡大に 向けた課題	データ収集の前提課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ データ提供へのインセンティブがない ■ 個人情報取得への懸念がある <ul style="list-style-type: none"> ■ サービス提供と合わせたシステムチックなデータ取得 ■ 丁寧な説明・プレゼン
	データ収集の技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ データの均質性がない ■ ドメイン知識の不足 <ul style="list-style-type: none"> ■ データ収集方法に係る基準化・規格化、データプラットフォーム化 ■ 不均質データの調整・変換技術の開発
	データ解析の前提課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 解析ニーズが大きくない ■ ニーズの把握が不十分 <ul style="list-style-type: none"> ■ データ解析メソッドの教育・意識改革 ■ ニーズ把握のためのFS実施
	データ解析の技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 正解データ不足 ■ データの質・量が不十分 <ul style="list-style-type: none"> ■ 良質なデータ取得のためのビジネスモデル考案 ■ 不均質データの調整・変換技術の開発
製品・サービス 導入の拡大に 向けた方向性	コストメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 導入メリットが乏しい ■ コストが大きい <ul style="list-style-type: none"> ■ コストダウン、新たなビジネスモデル模索 ■ 導入補助金（サブスク型含め）
	人材育成	<ul style="list-style-type: none"> ■ 生産者側のIT知識不足 ■ 明確なメリットの提示不足 <ul style="list-style-type: none"> ■ 農業学校での教育カリキュラムの充実、国/JA等の指導強化 ■ 企業側の提案・プレゼン力の強化
	ユースケース	<ul style="list-style-type: none"> ■ 成功事例の不足 <ul style="list-style-type: none"> ■ モデルプロジェクト、実証プロジェクトの拡大 ■ （補助事業だけでなく）実際の成功事例の創出
	投資余力	<ul style="list-style-type: none"> ■ 小規模経営生産者の利益不足 <ul style="list-style-type: none"> ■ ターゲティングの明確化、コストダウン

政 政府が主な主体 企 企業が主な主体

(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

3.1.1 製品・サービス開発の拡大に向けた方向性

(1) データ収集の前提課題の解決に向けた方向性

データ収集の前提課題として、農業生産者からデータを提供することのインセンティブが不足していることが課題として挙げられた。この解決に向けては、インセンティブを付与せずともデータを提供してもらえようような、サービス提供と合わせたシステムチックなデータ取得方法を企業側で検討していくことが求められる。既に紹介したように、様々な製品・サービス提供と組み合わせる形でデータ取得を進める事例は存在しており、今後はこうした各企業の工夫がさらに拡大することが望まれる。もしデータ収集時にメリットを付与できない「解析」単体でのサービス展開を検討する場合には、将来的に儲かる最適な農業が提案される未来像をイメージさせる必要がある¹³⁴。または、「収集・計測」自体に価値をもたせたサービスを展開しながらデータ収集を行い、データが蓄積した段階で「解析」のサービスに乗り出すことが妥当と考えられる。

また、個人情報取得への懸念については、何より安心感を与えるための丁寧な説明・プレゼンが必要となるほか、契約によって解決を行う等の対応が考えられる。

(2) データ収集の技術的課題の解決に向けた方向性

データ収集の技術的課題解決に向けては、データ収集方法に係る基準化・規格化、データプラットフォーム化や、不均質データの調整・変換技術の開発等の方向性が考えられる。

一方で、既に現場で計測されているデータについては、計測方法を変更することは容易でなく、精度やメタデータ（計測に用いた製品や条件等）取得まで指定するような標準化は現実的でないとの指摘も得られており¹³⁵、闇雲に標準化を進めるべきであるとは言い切れない。現実のビジネスでは、統一基準で取得されていないようなデータ収集方法であっても、データの相対変化を見るだけで意味はあるが、メタデータを取ることにビジネス的な意味はないとの意見が得られた¹³⁵。

そのため、こうした現場でのビジネスの実態を踏まえながら、横断的・統一的に利用可能なデータが得られるような方向性を模索していく必要がある。例えばデータの統一化を進めるための一つの方向性として、データを測る場所や方法が異なっても汎用化できるルールや変換方法をソフトウェアで運用するアプローチが考えられる¹³⁵。

いずれの場合も、データ提供側にメリットはないことを念頭に置きつつ、データを

¹³⁴ 関係者ヒアリングより

¹³⁵ 関係者ヒアリングより

収集する側が、データを提供する側のレベルを合わせるようなコストを払い、統合可能な質の高いデータを集められるような仕組みとする必要がある¹³⁶。

(3) データ解析の前提課題（ニーズ不足、ニーズ把握）の解決に向けた方向性

データ解析の前提課題の解決に向けては、データ解析メリットの教育・意識改革や、ニーズ把握のためのFS¹³⁷実施等の方向性が考えられる。現状は、データ解析に基づく助言・コンサルティングへの対価を支払うことへの意識が根付いていないことから、こうしたサービスは、通常行われている農協や国の機関からの指導や助言とは似て異なるものであることを具体的に示す必要がある。

海外では、農業コンサルティング会社が自ら栽培施設を保有し、実証を行いながらデータを収集している事例が見られる。こうした事例では、自社で得られた解析結果に基づき、最新の栽培技術導入により収量を上げるためのデータ解析をコンサルティングツールとして使用している¹³⁸。民間主導でこうした取組まで行うことが難しい場合には、国や研究機関が主体となって農業データ解析の意義に関する意識醸成を進めていく必要がある。

(4) データ解析の技術的課題の解決に向けた方向性

データ解析の技術的課題の解決に向けては、良質なデータ取得のためのビジネスモデル考案、不均質データの調整・変換技術の開発等の方向性が考えられる。

正解データの不足の問題に対しては、こうしたデータを含めて収集していくためのビジネス上の工夫や技術的な対応を行う等の方策が必要となる。例えば一部の企業では、生育情報や経営情報を入力するためのアプリケーションを提供しており、サービスの提供に紐づけて正解データを収集している。

また、技術的な対応の事例としては、従来は困難であった生育情報に係るモニタリング機器のレンタルサービスを検討している企業や、栽培期間中に撮影した画像データの情報から生育情報を取得し、環境情報にリンクさせることを検討している企業がある¹³⁹。

136 関係者ヒアリングより

137 Feasibility Study: 実現可能性調査

138 関係者ヒアリングより

139 関係者ヒアリングより

3.1.2 製品・サービス導入の拡大に向けた方向性

(1) コストメリットの解決に向けた方向性

コストメリットの解決に向けては、企業側としてはコストダウンや新たなビジネス上の戦略模索等の対応の方向性がある。

単純に IT 等に対して投資しただけでは付加価値は生まれず、販売単価を上げることもできないため、生産方法の変更に伴いブランド化を目指す等の生産者の取組が必要である。企業側としてはそういった取り組みを併せて後押ししていくようなビジネス上の戦略が求められる¹⁴⁰。

また、製品・サービスの導入メリットが大きくなるような新規就農者等の生産者に絞ってターゲットングしていく等の戦略もあり得る。特に土づくりを始めとする農業生産は経験と勘に依存する部分が大きく、新規参入農家は独自のノウハウも持っていないことが参入障壁の1つとなっている。新規参入農家にとっては標準モデルが存在する状態から事業開始できると難易度が下がるため、高齢農家に比べて新規参入農家にはデータを活用した製品・サービスが受け入れられやすいと考えられる¹⁴⁰。

また、政府としてのコストメリットの課題の解決に向けては、サブスクリプション型のビジネスモデルも含めた導入補助金等が挙げられる。

サブスクリプション型のビジネスモデルは、農家にとってリスクも小さく、コストメリットの問題を解決するための一手段になりうると考えられる。しかし、農業機械の導入に対しては補助金が存在するが、こうした補助金は売り切りへの適用に限定されている場合が多く、サブスクリプション型のサービス導入の場合は補助金が適用できなくなる点が懸念されている¹⁴¹。そのため、サブスクリプション型の製品・サービスも含めた導入支援制度が求められる。

(2) 人材育成の解決に向けた方向性¹⁴²

人材育成の解決に向けては、まずは企業側の提案・プレゼン力の強化等の方向性がある。アプローチの方法としては、生産者のモチベーションコントロールまで企業が行うことは容易でないことから、データ計測・活用を行う生産者の収量や品質を数字として提示し、得られるメリットに関する数字を直接的に示すことが最短と考えられる。

¹⁴⁰ 関係者ヒアリングより

¹⁴¹ 関係者ヒアリングより

¹⁴² 関係者ヒアリングより

農業生産者は人件費をコストだと考えていないことから、新たな製品・サービスの導入による効率化のメリットを訴えても魅力的に映らない場合が多く、得策ではないと考えられる¹⁴⁰。むしろ、農業生産者はリスクを嫌うケースが多いため、保険料を支払うことでリスクを軽減する考え方のもと導入を促す方針が理解されやすい。

企業側の努力だけでは難しい場合もあることから、農業学校での教育カリキュラムの充実、国/JA等の指導強化も今後は必要と考えられる。特別な教育を受けずとも農業は行えることから、農業生産者の知識レベルには生産者間で大きな差があるが、農業生産者が減少する中で高収量・高品質な生産を目指すのであれば、データやICT技術の扱い等も含めた、より広範な知識を持った農業生産者を育成していく必要がある¹⁴³。特に、今後の農業生産を担う農業学校の学生に対して、スマート農業や土壌分析について教育していくことが望まれる¹⁴⁰。

現状はそもそも農業分野とIT技術の双方に明るい教育者が不足している状況ではあるが、いずれか一方に詳しい人材は豊富に存在することから、これら分野の連携によりカリキュラムを構築していく等の対応が考えられる。さらに、単にカリキュラムを用意しただけでは、全体的な知識レベルの向上は見込めないことから、教育を受けることのインセンティブを与える必要がある。極端な例として、土壌やICTに関する内容を農業学校で修めた場合は、同じ農作物でも高く買うような仕組みがあれば、こうした内容に関する人材育成は進むと考えられる¹⁴⁰。

(3) ユースケース拡大に向けた方向性

ユースケース拡大に向けては、モデルプロジェクト、実証プロジェクトの拡大や、(補助事業だけでなく)実際の成功事例の創出等の方向性が考えられる。

コストに見合った導入効果が出るか分からず、リスクを抱えることに対して抵抗のある農業生産者も多いため、どのような効果が出るか指針を示すことができれば導入は進むと考えられる。地域のコーディネーターに相当する人物がまずは実践し、成功モデルを作ると追随する農業生産者は多く出てくると思われるため、こうした周囲の農業生産者をリードするようなプロジェクトが必要である¹⁴⁴。

¹⁴³ 例えば渡邊(2018)は、今後農業生産者が減少し大規模経営が進む環境下において、「生産技術だけでなく、経営やマーケティング、その他起業に必要なスキルとICTおよび各種データ分析といったスキルも身につけた次世代の農業生産者(スマートファーマー)が必要とされている」と指摘している。(引用元:渡邊 智之「スマート農業のすすめ~次世代農業人の心得~」産業開発機構(2018/5/8))

¹⁴⁴ 関係者ヒアリングより

(4) 投資余力の問題への対処方向性

投資余力の問題への対処に向けては、ターゲティングの明確化、コストダウン等の方向性が考えられる。特に投資余力が限られた小規模な農家に対しては、初期費用を抑えたビジネスモデルを含めて検討していく必要がある。実際に、生産規模に応じて料金体系を変えるようなビジネス事例もあり¹⁴⁵、ユースケースや評判の拡大のために小規模農家に対しては安価な料金を提示し、大規模生産者に対する販売で回収していくようなビジネスモデルが採用されている。

¹⁴⁵ 関係者ヒアリングより

3.2 土壌データを活用した製品・サービスの拡大に向けた方向性

(1) データ収集に伴う手間・コストの削減

土壌データの収集に向けては、大前提として収集・計測のための実用的な手段が限られていることが課題として挙げられる。既に第2章、第3章で見てきたように、物理性・化学性を簡便に計測するためのセンサ技術や、生物性診断のための技術は存在するが、コスト面やデータ活用方法の難しさ等の観点から、現場での導入は進みづらという課題がある。地上部環境のモニタリングに比べて土壌環境のモニタリングは設置上のコストもあり、土壌データの計測を行う場合には、農業生産者に対して簡便な計測を謡うことは難しく、導入上のボトルネックとなっている¹⁴⁶。

土壌微生物等も含めた土壌の見える化技術・計測技術があれば、展開の見通しは巨大だが、計測の実現手段が乏しく、その手段も現状はオーバースペックとなっている。コストが高い等の課題もあるため、実用面で適用可能なラフで簡易な技術が求められる¹⁴⁷。さらに、こうした土壌の実用的な計測技術の確立に加えて、土壌に施用する改良剤等の見える化についても、今後の技術開発が望まれる。これら一連の技術により、土壌の状態を正確に把握し、改善するための方法論が明らかとなれば、土壌データを活用したビジネスの拡大が期待できる¹⁴⁷。

また、土壌センサでは土壌水分やEC、pHしか分からず、栄養素等は土壌分析にかけてみないとわからないため、安価かつ簡便に栄養素を把握できるセンサの開発が望まれる¹⁴⁸。

(2) データ収集方法の標準化

土壌センサでデータを取得する際は、土壌が濡れていなければならず、またセンサの埋め方も統一されていないと横断的なデータとして利用することが難しい¹⁴⁶¹⁴⁸。このことが土壌センサに係る製品・サービスの提供を進めたいと考えている企業にとっての大きな課題となっている。取得されたデータの値に信頼が置けないことから、現状はデータを収集されていてもあまり参考にされていないケースもあり¹⁴⁸、データの取り方（埋める場所、深さ、チューブ類に対する位置取り等）等を標準化することが望まれる¹⁴⁶。

ただし既に述べたように、現在現場で計測されているデータについては、計測方法の変更を求める標準化は現実的でないとの指摘も得られており¹⁴⁷、こうした標準化に向けた取組は現場の実態を考慮して慎重に進めるべきであると考えられる。

¹⁴⁶ 関係者ヒアリングより

¹⁴⁷ 関係者ヒアリングより

¹⁴⁸ 関係者ヒアリングより

(3) データ収集・活用事例の創出 149

我が国として土壌データの収集・活用を目指す上では、それを推し進めるためのドライブが必要である。個々の生産者は、土壌データの収集・活用方法を把握していないケースが大多数であり、生産者自身がデータを収集・計測するメリットを感じている例は乏しい。そのため、国としてデータの収集・計測を推し進めていく場合は、個々の農家の直近の自主努力に期待しないような何らかの仕組みづくりが望まれる。

加えて、土壌データの活用を進めるための取組としては、補助金や実証プロジェクト等を活用しながら、ユースケースを増加させることが望まれる。例えば、土壌関係の研究組織に土壌分析モデルの作成を委託し、得られたデータを集約していくことで、土壌データの利用者が増加する可能性がある。

(4) データ活用の前提となるロジック・基礎研究の蓄積 150

土壌は不安定性・不確実性が大きく、一方でその不安定性・不確実性により土壌が緩衝地帯になっている部分もあり、農業における土の役割は極めて複雑である。依然として解明されていない部分も大きいことから、基礎研究によってベースとなる土壌研究をしっかりと行う必要があり、現場の知見と大学の研究を連携させながら、こうした取組を進めるための支援が望まれる。

特に、土壌の物理性、化学性、生物性それぞれ単独のメカニズムは徐々に解明されてきているが、これら3要素の関連性を総合的に分析するような研究は少ない。3要素はそれぞれ関係しており、その関係性が把握できていないと現場では利用できないことから、総合的な土壌のメカニズムを研究するための研究費の支援や、分野間の連携を促すプロジェクト組成が望まれる。

データ利用に係るIT側の技術的な課題はほとんど存在しないため、土壌と植物生育のメカニズムを解明できればIT化は容易である。そのため、土壌データの活用においては、施肥設計に生かすための基礎研究不足が最大の課題である。土壌の専門的な知識を持つ土壌医等の有識者からのアドバイスにAI技術等を用いることは理屈上可能かもしれないが、そのためにはデータが全く足りない状況である。基礎研究の蓄積と、専門家の知見を現場で活用していくためのデータ蓄積が今後求められる。

149 関係者ヒアリングより

150 関係者ヒアリングより

(5) ビジネス普及に向けた戦略構築 ¹⁵¹

現状、土壌分析業単体での料金回収は難しいことから、土壌の見える化サービス単体でマネタイズするのではなく、見える化技術を内部的に保有し、その技術を活用しながら顧客が満足するような価値の生み出し方でマネタイズする方向性がより現実的と考えられる。農業生産者が抱える課題は土壌に限らず多様であることから、土壌の見える化に係るサービスを課題解決と組み合わせながら展開していくことで、付加価値を生みやすくなる可能性がある。

また、現在主流でないコントラクタ事業化 ¹⁵²が進むことでデータ活用が進む可能性もある。海外の一部地域では、農業のコントラクタ事業化が進んでおり、農地のオーナーと収穫等の作業を行う主体が異なることがあるが、こうした人材と設備のシェアリングが進めば、データ計測機器やロボットも業界全体に必要な台数を確保すればよくなる。設備への補助金だけでなく、こうした新しい農業生産の運用を後押ししていくことで、結果的に土壌データを活用したビジネスが行いやすい環境となることが期待される。

¹⁵¹ 関係者ヒアリングより

¹⁵² 北海道庁が実施するコントラクタ実態調査における定義（※）では、農業分野におけるコントラクタとは、「農作業機械と労働力などを有して、農家等から農作業（酪農地域における飼料生産を含み、酪農ヘルパーは除く。）を請け負う組織（機関・団体等）」とされている。

※引用元：北海道庁「コントラクター実態調査について | 農政部農業経営局農業経営課」
(2019.11.28 閲覧) (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/kei/con.htm>)

令和元年度 I C TやA I化に対応した新たな土づくり体制実態調査

報告書

令和元年 1 1 月

委託先： 三菱U F Jリサーチ&コンサルティング株式会社
(担当：環境・エネルギー部)

※無許可の転載・掲載を禁じます。