気候変動適応を支えるデータ駆動型農業

――日本での普及に向けた展望――

研究員　宮田夏希

〔要　　旨〕

気候変動への適応を目的としたデータ駆動型農業は、多くの農業者にとって有意義と考えられる。しかし日本では小規模農家を中心にデータ活用の普及が進まず、課題の一つとして地域の支援体制が指摘されている。そこで本稿では、県単位でデータ駆動型農業に取り組む２事例を分析し、成果と普及に向けたポイントを検討した。その結果、地域の関係者を中心とした役割分担により、データ駆動型農業が気候変動適応の成果につながっていることが確認できた。地域の体制に関しては、開発・検証・活用促進・フィードバックといった役割を、県・農協系統・民間企業などで分担しながら連携することが重要である。また政策面では、国の適応計画にデータ駆動型農業を位置付け、導入支援や人材育成を後押しする意義があると考えられる。

目　次

はじめに
1　国内動向と課題整理
(1)　国内の動向
(2)　普及課題に関する先行研究
2　国内の事例
(1)　静岡県のレタス
(2)　山形県の米
3　事例の考察
(1)　気候変動適応の成果
(2)　成果を支えた仕組みや工夫
(3)　今後の課題
おわりに

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

はじめに

地球温暖化が進行しており、気候変動対策の重要性がますます高まっている。環境省（2020）によると、農業は気候変動による影響の重大性や緊急性が高いと評価されている。農業では既に様々な影響が出ているとの報告があり、具体的には、水稲の一等米比率の低下、野菜の生育不良、果樹の生理障害などがある。全国的に、多くの品目で品質や収量の低下、収穫時期の変化などが生じている。

そのため、農業分野において、気候変動による影響の防止・軽減を図るための対策、いわゆる「適応策」を打つことが喫緊の課題となっている。農業分野の気候変動適応の方針は、「農林水産省気候変動適応計画」（2023年８月改定）として取りまとめられている。それによると、農業全般の基本的な施策としては、「高温等の影響を回避・軽減する適応技術」「高温耐性品種等の導入」「品目転換」などが挙げられている。

しかし現行の計画では、データ駆動型農業（注１）のようなデジタル技術活用は明確に位置づけられていない。今後の適応策を考えるにあたっては、適応計画にデータ駆動型農業を位置付けることが有効となり得る。その理由は、農業では長年の経験や勘を頼りにする栽培管理が一般的だが、気候変動が問題となるなかでは、従来の気候条件と新たに直面する気候条件の差が大きくなるためである。さらに、気候変動によって新たな栽培適地が生じる場合には、地域に蓄積された知見が乏しいため、データに基づく判断支援が重要となる。このような状況においては、経験や勘だけでなく、気象などのデータや動植物の生理メカニズムを踏まえた予測をもとにして、作業時期などを判断する体制を整えることが有効になると考えられる。

そこで本稿では、気候変動適応を支えるデータ駆動型農業に注目し、国内動向と普及上の課題を整理したうえで事例を分析し、普及に向けた方向性を検討することを目的とする。

構成は、まず第１節で国内動向と普及上の課題を整理する。そのなかで、特に小規模農家での普及に課題があることや、集団的な取組みの有効性、国内事例の分析の必要性を提示する。それを踏まえて第２節では二つの国内事例を紹介し、第３節で事例をもとにした考察を行う。そして最後に、今後の展望について方向性を示す。

（注１）データ駆動型農業の定義については文献によって多少の違いがあるが、Mehrabi et al.（2021）では「農業システムにおける意思決定を支援するためにデータを活用し、生産量や収益、環境の持続可能性、食料安全保障などの成果を向上させる」ものとされている。

１　国内動向と課題整理

（1）国内の動向

最初に、データ駆動型農業に関連する研究・政策・基盤整備・現場活用の実態について概観する。

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

a　作物の生育に関する研究

気象条件と作物の生育や収量の関係を定式化する研究は、古くから蓄積があり、様々な生育モデルが構築されてきた（鮫島(2020)）。特に作物の生理的メカニズムを考慮したモデルは、異常気象など未経験の条件（外挿条件）のもとでも予測精度が良い傾向があるとされている。

そのほかには、病害虫や凍霜害の予測研究があり、さらに近年は情報通信技術の進展を背景に、リモートセンシング（衛星やドローンなどで上空から作物を観測する技術）やAI技術を使った画像解析による生育診断の研究も進んでいる（小林・神田(2021)、岩崎（2021)、佐久間ほか（2013)、薗部（2021)、高山（2021））。

こうした知見は、データ駆動型農業の基礎を成し、気候変動下での営農判断に役立つと考えられる。

b　政策の後押し

2024年の「食料・農業・農村基本法」改正や2025年の「基本計画」では、データ活用を含むスマート農業（注２）の推進が位置付けられた。他方で基本計画では、現状においてデータ活用の「普及は不十分」との記載がある。

こうした状況のもと、2024年には「スマート農業技術活用促進法」が施行された。同法に基づき認定を受けた農業者や事業者は、金融・税制面での支援を受けられる仕組みである。農業者の認定では、個別農家でのスマート農機の導入だけでなく、複数農家での共同利用や事業体への作業委託も対象となっている。

c　データ基盤整備とサービス開発

農業分野のデータ基盤に関しては、国家プロジェクトとして「WAGRI」が開発され、2019年から運用されている。WAGRIは、農業に関するデータやサービスを民間企業等に提供するプラットフォームである。具体的には、気象、農地、生育・収量予測、病害虫診断などのデータや機能をAPI（注３）として提供している。直近では220のAPIが公開されており、116の事業者が利用している（注４、注５）。

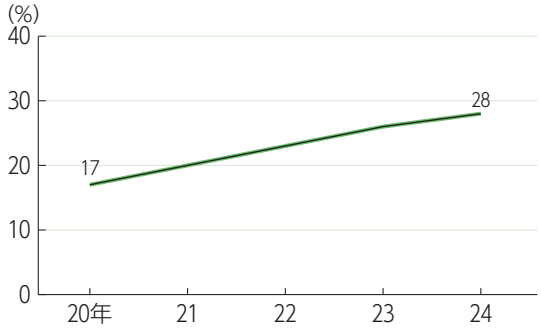
民間企業では、気象データなどをもとにした収穫適期予測や、リモートセンシングによる病害発生予測・生育診断のサービスが登場している。さらに地域レベルでも、県主導で予測システムを実用化する動きがみられる。例えば、本稿で紹介する静岡の「レタスのリアルタイム収穫生育予測システム」、山形の「やまがた米づくりナビ」などである。

d　普及状況

統計によると、データを活用する農業経営体の割合は徐々に増えているものの、2024年時点で28％にとどまっている（第１図)。統計上の定義を踏まえると、このなかには様々なレベルの活用が含まれていると考えられ、データの取得だけでなく一定の分析まで行っている経営体は、さらに少ないとみられる。

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

第1図　データを活用した農業を行っている経営体の割合



資料　農林水産省「農林業センサス」「農業構造動態調査」
（注）　2020年は全数調査、21～24年は標本調査。

経営規模別では、大規模経営では活用がある程度進んでいる一方、小規模経営では活用割合が低い（第１表）。日本農業では多くが小規模家族経営であることを踏まえると、小規模経営における普及支援の方法が大きな課題といえる。

こうした課題認識を踏まえ、次項では普及に関する先行研究を整理し、どのような要因が指摘されているかを確認する。

（注２）「スマート農業」とは、農林水産省の「スマート農業をめぐる情勢について（2025年７月）」によると、「ロボット、AI、IoT等の情報通信技術を活用」した農業とされている。

（注３）API（Application Programming Interface）とは、ソフトウェア同士がやり取りするためのルールや仕組みのこと。

（注４）API数は、2025年７月時点。
WAGRI運営事務局「WAGRIが提供する主なAPI」
https://wagri.naro.go.jp/api-html/
（2025年８月20日アクセス）

（注５）利用事業者数は、2025年３月末時点。
農林水産省技術政策室「農業データの利活用の推進について（令和７年５月）」
https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/index-276.pdf
（2025年８月29日アクセス）

第1表　販売規模別のデータ活用状況

（単位　%）

		データを活用した農業を行っている経営体の割合	（参考）経営体数の構成比
全体		17.0	100.0
農産物販売金額	1百万円未満	7.9	52.1
	1百～5百万円	17.3	27.5
	5百～1千万円	29.0	8.5
	1千～5千万円	44.8	9.9
	5千～1億円	59.2	1.2
	1億円以上	67.6	0.7

資料　農林水産省ウェブサイト（25年9月1日アクセス）
https://www.maff.go.jp/j/kanbo/dx/attach/pdf/nougyou_dxkousou-15.pdf
（注）　2020年農林業センサスをもとにした集計値。販売金額1百万円未満は、販売金額なしを含む。

（2）普及課題に関する先行研究

データ駆動型農業の普及に関しては、国内外でいくつかの課題が指摘されている。上西・梅本（2018）は、ICT技術は従来の農業普及研究の枠組みでは説明しきれず、新しい評価視点が必要と論じている。国際的なレビューでは、データ駆動型農業（注６）は先進国の大規模農家での導入が進む一方、小規模農家で普及するには支援が不可欠とされている（Finger et al., 2019）。

小規模農家への普及上の課題としては、土地面積の狭さや導入コストの高さ、専門家サポートや支援策の欠如、といった点が挙げられている。このうち、土地の狭さや導入コストが高いことへの解決策の例としては、農業者間での集団行動や共同利用が提示されている（Mizik, 2022）。そのほか、小規模農家の普及の意思決定に関しては、文化的な規範や伝統的な慣習といった社会的要因が大きく影響し、地域文化を踏まえた支援の重要性が指摘されている（John et al., 2023）。

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

日本においては、Ohashi（2024）が小規模畜産農家を対象に、導入には「技術の利用可能性」「デジタル・リテラシー」「支援体制」「効果の可視性」が重要であると分析している（注７）。そのほか、スマート農業実証プロジェクトの事例報告では、「スマート農業は農家だけでは実現できないので、外部の支援サービスが不可欠」との指摘がみられる（上野ほか、2021）。

こうした知見を踏まえると、データ駆動型農業の普及には地域性の考慮や地域の支援体制の検討が欠かせないが、日本では普及そのものに焦点を当てた研究がほとんどみられない。そこで本稿では、普及課題の解決策として提示されている「農業者の集団的な取組み」に着目し、日本の事例を対象としたケーススタディを試みる。

（注６）データに基づく農業技術の活用に関して、海外の先行研究では「精密農業（Precision Agriculture）」について論じられることが多いため、ここでは精密農業の普及に関する論文を含めて引用している。精密農業の定義は、FAOウェブサイトによると「作物の実際の必要に応じて投入物の管理を最適化するもの」とされている。

（注７）Ohashi（2024）は、M-GTAという手法によって事例をもとにした理論構築を行った研究であり、ケーススタディとは異なる。

２　国内の事例

本節では、農業現場でのデータ活用について県単位で取り組んでいる２事例を取り上げ、地域での活用体制や活用促進の方法、導入効果や課題を見ていく。内容は、2025年７月に実施した各事例の関係者（静岡県、静岡県経済連（以下、経済連）、山形県）へのヒアリングに基づいている。

(1) 静岡県のレタス

静岡県内では、レタスの収穫適期や出荷量を予測する「レタスのリアルタイム収穫生育予測システム」（以下、予測システム）が活用されている。

a　産地概要と気候変動の影響

レタスは静岡県の農業における主要な露地野菜である。2024年時点の県内のレタス生産状況は、農協出荷ベースで生産者数340人、面積350ha、生産量１万t程度である。全国的な傾向と同様に生産者の高齢化が進んでおり、経営は非法人の家族経営が大半である。作付け体系は、レタス専作はほとんどみられず、水稲などとの複合経営が多い。

最近の気候変動の影響としては、定植前後（10月頃）の高温や虫害による生産量の落ち込みが生じている。また全国的な気候変動の影響により、各産地で生産量や出荷時期の変動が起きており、市況変動の一層の拡大につながっている。

b　開発経緯

静岡県では、2017～19年度にかけて県の研究機関でIoT技術活用の検討を行い、そのなかで、レタスの収穫日予測のモデル化が行われた（注８）。その研究成果を踏まえ、県の事業として民間企業への委託のもと、2021年度に予測システム（ウェブアプ

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

リ）が開発され、2022～23年度に試験的な利用を通じてシステムの改修が行われた。開発にあたっては、県と経済連での意見交換も複数回実施された。

そして2024年度からは、予測システムについて生産者等による現地実証を開始している。

c　主な機能

予測システムの主な機能は、「定植日に応じた収穫適期予測」「（収穫適期予測を踏まえた）出荷量予測」である。

予測計算にあたっては、農研機構のメッシュ農業気象データと、地域内に設置した温度センサーから収集したデータを利用している。

d　利用体制と必要な作業

予測システムの保有主体は県であり、県が運用管理要領を定めている。経済連が県に利用申請を行い、経済連・県内のレタス生産者・農協・提携する市場関係者が予測システムを利用している。操作画面は利用者の属性によって異なっており、生産者は収穫適期予測、市場関係者は出荷量予測、農協と経済連は両方を閲覧できる仕様となっている。

収穫適期予測の利用にあたり、生産者によるデータの入力作業は特に発生しない。出荷量予測に関しては、予測で必要となる栽植密度や階級発生率について、必要に応じて農協が妥当な値に設定変更することができる。

e　活用促進の方法

予測システムの説明に関しては、基本的には経済連が県内農協に説明し、各農協から生産者に説明する、という流れであった。そのほか、生産者を含む会議の場で経済連が説明をする機会もあった。

県内農協を通じた集計によると、24年度に予測システムのウェブアプリを閲覧した生産者は、レタス生産者全体の３割弱であった。経済連では、ウェブアプリの利用者と非利用者の違いを把握し、さらなる活用促進を進めることを検討している。

なお、農協では予測結果についてFAXなどの紙媒体を通じた情報提供を行っている場合があり、予測システムの結果を参考にしている生産者は、実際にはウェブアプリ閲覧者以外にも多くいることが想定される。

また経済連においては、収穫日・出荷量予測について、レタスに関する情報を取りまとめた週次の情報誌に掲載し、産地や市場関係者と共有する、という取組みを行っている。

f　活用方法と効果

予測システムは、生産面と出荷面で活用されている。

生産面では、生産者が収穫適期予測を参照して収穫遅れを防ぐ、というのが主な活用方法である。県内のレタスは、定植日から収穫までおおむね１か月半～３か月を要するが、定植日時点での予測と実際の収穫適期の乖離は、2024年度において、ほと

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

んど±２日に収まっていた。最大でも４日の誤差であり、予測値は実務上十分に参考になる精度であった。

出荷面では、出荷量予測が産地側と市場が対話する際の材料となっている。出荷量の見通しが得られることで、市場への安定供給の見通しが立ち、産地と市場の信頼関係の強化にもつながりうる。

さらに経済連では、出荷戦略を検討する際の基礎情報として、出荷量予測を活用している。例えば、予測結果をもとにして小売店向けの販売促進キャンペーン施策を企画する取組みにつながっている。

出荷量予測の精度に関しては、2024年度においては時期によって誤差にばらつきがあった。経済連による農協職員や市場関係者へのアンケートによると、「おおむね良かった」という意見がある一方で、精度向上に対するさらなる期待の声も寄せられている。

また生産者からの意見については、経済連が会議などの場で意見交換を行うほか、農協を通じた意見収集の仕組みもあり、生産者の意見を把握する体制が整っている。

g　今後の課題

今後の課題としては、以下が挙がっている。

一点目は、費用負担のあり方である。現状は試験的な利用段階ということもあり、運用費用は助成金で賄われている。しかし、助成金の支給期間には限りがあるため、継続的な運用にあたっては、関係者間でどのように費用を負担するかを検討する必要がある。また、昨今はクラウドサービス利用料が高騰しており、今後の運用にかかる費用が予測しづらいことも懸念点となっている。

二点目は、予測精度の向上などの機能改善である。特に、出荷量予測の精度向上について関係者から期待が寄せられており、検討が進められている。さらに、新たな機能拡充のアイディアも出ている。例えば、レタスの結球時に高温が予想される際にアラート通知を出し、高温対策につなげるなどである。

（注８）モデルの概要としては、有効積算温度が一定の値に達した時点が収穫適期になる、というものである。なお有効積算温度は、植物の生育が停止する温度（基準温度）を超えた部分の気温を積算した値である。研究の詳細は、静岡県ウェブサイト「成果情報名：有効積算温度を用いたレタス生育予測技術の開発」
https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/058/823/02-retasuseiikuyosoku.pdf
（2025年８月25日アクセス）

(2) 山形県の米

山形県内では、圃場単位で追肥診断や作業適期を確認できる「やまがた米づくりナビ」が活用されている。

a　産地概要と気候変動の影響

山形県は全国でも有数の米どころであり、2023年産の水稲作付面積は6.1万haで、全国４位である（農林水産省「作物統計調査」）。主要品種は「つや姫」「はえぬき」のほか、最近は高温に強い「雪若丸」が県

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

の新たなブランド米として推進されている。

気候変動の影響としては、特に2023年の高温時の影響が大きく、米の白未熟粒が多発して品質低下が顕著であった。山形県産米は高品質を特徴としているが、2023年の１等米比率は「はえぬき」が35.1％（過去５年平均95.1％）、「つや姫」が51.7％（同98.1％）と壊滅的な被害を受けた。そのほか、高温により収穫適期が従来よりも大きく前進し、営農スケジュールにも影響が出ている。

b　開発経緯

県は、以前からリモートセンシング技術の研究に取り組んでおり、衛星画像から得られるデータを解析して生育診断に活用することで、圃場単位の細やかな管理・指導を実現したいとの思いがあった。そのようななか、「通信環境の向上」「衛星の分解能の向上」「衛星画像サービスの価格低下」といった情勢の変化があり、研究の実用化に向けた検討が始まった。

実用化にあたっては、県のブランド米である「つや姫」に焦点を当ててシステム開発を行うこととなった。つや姫は付加価値が高く、生産の安定や品質向上によるメリットが大きいためである。

実用化に向け、県では生育診断の結果をWebGIS上（注９）で表示できるサービスを探していたところ、縁あってビジョンテック社のAgriLook®という営農支援システムに行き当たった。使い勝手のよいシステムであったため、その機能をカスタマイズし、社会実装に向け、「やまがた米づくりナビ」（ウェブアプリ）として実証している。

なおAgriLook®は、気象情報や圃場図についてWAGRIのAPIを活用している（注10）。またビジョンテック社は、水稲・小麦・大豆の発育予測や、水稲の病害診断などについて、WAGRI上でAPIを提供している（注11）。

やまがた米づくりナビの対応品種については、現在は「つや姫」だけでなく、「はえぬき」「雪若丸」も対象に加わっている。

c　主な機能

ビジョンテック社のシステムをベースに、県の研究成果や生産者のニーズを踏まえ、大きく３つの機能「生育診断マップ（追肥診断）」「作業適期カレンダー」「刈取適期マップ」を備えている。

「生育診断マップ（追肥診断）」については、県でNDVI（植物の生育度合を示す指標）と稲の窒素吸収量との関係性を推定する計算式の研究成果があり、それを活用して実装している。やまがた米づくりナビの画面では、地図上で圃場ごとに「追肥可」「地上調査で再診断」「減肥が必要」の３種類の診断結果が色別で表示される。

「作業適期カレンダー」についても、県で研究していた山形県の水稲生育モデルを組み入れている。生育モデルは、気温から水稲の生育ステージを予測するモデルで、生産者から正確性が高いとの評判がある。

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

システム上の機能としては、選択した圃場について「中干」「穂肥」「カメムシ防除」「収穫」などの作業適期が表示される。

「刈取適期マップ」は、地図上で圃場ごとの収穫適期の早晩が色別で表示される。こちらも、県が作成した計算式を活用した機能である。

さらに、システムのさらなる機能改善も重ねられている。山形県では県職員と生産者の距離が近く、生産者からの意見を収集する体制が整っており、県が改善の要望を調査し改善点を検証して、やまがた米づくりナビに反映している。

d　利用体制と必要な作業

県がやまがた米づくりナビの管理主体であり、県・農協の担当者と生産者が利用できる仕組みとなっている。

運用にあたっての作業として、県では、衛星画像データから得られる解析データと地域での実際の稲の生育状況を毎年照合し、解析結果の精度を高く維持している。これは、衛星が年々更新される影響で、衛星画像のデータ値に変動が生じることがあるためである。

生産者自身の作業としては、作業適期カレンダーを使う場合、品種・移植日・移植時の葉の枚数を入力することで、より高い精度で生育予測が表示される。

e　活用促進の方法

県では、県内の４地域（庄内・村山・最上・置賜）について、各地域でモデル地区を定めて活用を促している。モデル地区では、県の普及指導員と農協の営農指導員が、生産者に対して活用方法を丁寧に周知している。

なお庄内地域については、地域内の農協からの要望もあり、最初から地域内全体で利用が進んだ。庄内地域では、やまがた米づくりナビの活用に関して、地域内の県の普及課・農協・市町村による研究会も立ち上がっており、生産者向けの研修会や農協営農指導員向けの講習会が実施されている。

f　活用方法と効果

活用方法については、生産者自身では①生育診断マップを見て追肥が必要な圃場や、追肥の量の調整が必要な圃場を確認する、②作業適期カレンダーを見て営農計画を立てる、③刈取適期マップを見て刈取計画を立て、適期に刈取って刈遅れを防ぐ、などの活用をしている。

県の普及指導員や農協の営農指導員では、生育診断マップをみて、現地確認をして追肥量を決める必要がある圃場を把握している。そして、そのような圃場を優先して回ることで、効率的な指導につなげている。従来は、代表的な圃場で講習会を実施し、生産者に穂肥の時期と量を指導する方法であった。

そのほか、一部地域では、地域内の収穫予測をもとにライスセンターの搬入計画を立てる、という活用方法もみられる。

やまがた米づくりナビの活用による具体

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

的な効果について、県では「改善事例集」として取りまとめ、ウェブアプリ内に掲載している。事例集には、実際の農業経営の取組み事例が複数掲載されており、作業適期カレンダーを参照した中干の開始時期の適正化や、生育診断マップを参照した適期適量の穂肥などによって、収量・食味（玄米粗タンパク質含有量）が改善したことが紹介されている。例えば、収量では10a当たり半俵～１俵半（30～90kg）程度の増加につながった例が複数ある。

運用費用に関しては、対象品種（つや姫・はえぬき・雪若丸）の県全体の水田面積が４万haほどあることから、面積当たりの運用費用で考えると低コストに抑えることができている。

g　今後の課題

今後の課題としては、以下が挙がっている。

一点目は、費用負担のあり方である。現状は県の予算で当該システムを実証しているが、継続的な運用にあたっては、受益者（生産者・農協系統）での費用負担について検討する必要があるとされている。

二点目は、システムの統合についてである。規模が大きい農家を中心に、やまがた米づくりナビ以外にも複数の営農支援システムを活用している場合があり、そのような生産者からは「様々なシステムを使い分けて閲覧するのは手間がかかる」との声がある。仮に一つのシステム内で一括して閲覧ができるような仕組みができれば、生産者にとっての利便性が高まる。

三点目は、現時点では県内全域での活用には至っていない点である。現状、県内のうち庄内地域では地域全体でやまがた米づくりナビが活用されているが、ほかの３地域ではモデル地区での活用が中心となっている。県では、改善事例集を活用した生産者・農協への説明や、庄内地域での取組み方の横展開を進めることを検討している。また、機能が複数あるなかで、まず使うとよい機能として「作業適期カレンダー」を勧めることで、生産者の利用ハードルを下げる工夫も行われている。

（注９）WebGISとは、GIS（地理情報システム）の機能をウェブブラウザ経由で利用し、地図情報を表示・共有できる仕組みである。
（注10）株式会社ビジョンテック「AgriLook®農業情報サービス」（2025年８月20日アクセス）
https://www.vti.co.jp/agrilook.html
（注11）WAGRI運営事務局のウェブサイトによる（注４と同様）。

3　事例の考察

本節では、前節で紹介した２事例をもとに考察を行う。

(1) 気候変動適応の成果

気候変動により、農業現場では従来の作付けや肥料管理が難しくなっている。具体的には、高温によって作物の生育時期が従来よりも前倒しになったり、年ごとの変動が大きくなったりするため、適期作業の判断が困難になっている。また高温下では、生育途中で肥料が不足することが増え、一

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

発肥料だけでは対応しきれないなど、追肥を適切に判断する必要性が高まっている。

こうした課題に対して、事例では、データ分析の結果をもとに適期作業や追肥の判断を行っており、その結果として、収量や品質の向上につながっていた。

静岡県のレタスの事例では、収穫適期予測は実務上十分に活用できる精度であった。生産者は予測結果を参照し、刈遅れ防止に役立てていた。

山形県の米の事例では、適期作業の表示と追肥診断の精度が非常に高く、予測が外れることはほとんどないとされている。生産者は予測結果を参照することで、営農計画の作成、刈遅れ防止、追肥が必要な圃場の効率的な把握などに活用していた。また、複数の農業経営における実証では、予測システムの活用により収量や品質が向上したことも確認されている。

ただし、山形県の予測精度の高さには留意点がある。精度の高さの背景として、山形県の「つや姫」では栽培マニュアルに沿った栽培が普及しており、生産者間で栽培方法の違いが少ないことが挙げられる。したがって、地域内の生産者によって栽培方法に差がある場合には、予測精度に一定のばらつきが生じる可能性が示唆される。

(2) 成果を支えた仕組みや工夫

これらの成果の発揮は、「地域の体制」が土台となっていた。さらに、「集団での取り組みによる効果」や「生産者にとっての使いやすさ」も重要な要因である。以下では、この３点について順に考察する。

a　地域の体制

２つの事例をもとにすると、県レベルで集団的にデータ活用を進める場合には、大きく「開発」「検証」「活用促進」「フィードバック」の４つの工程が生じると整理できる。各工程を誰が担うかは、地域の事情によって様々な形が想定されるが、今回の事例をもとにすると、おおよそ次のような分担方法が確認できた（第２図）。

「開発」とは、予測システムの機能設計や、アプリケーション開発を行う工程である。この工程では、いずれの事例も県が主導的な役割を担いつつ、民間企業と協力していた。

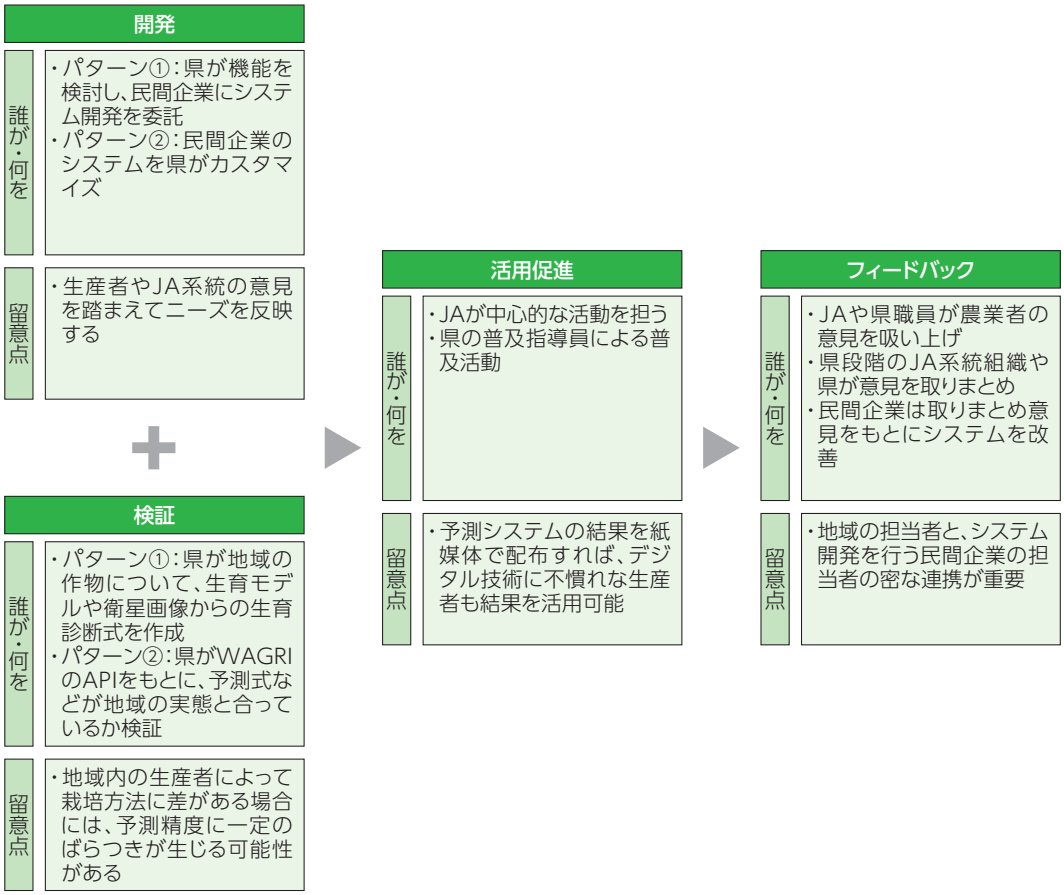
静岡県では、県が経済連との意見交換も踏まえて必要な仕様を設計し、その実装を民間企業に委託していた。山形県では、民間企業が提供する衛星画像技術を活用した営農支援システムを基盤としつつも、主要な機能は県の依頼に基づいて追加されており、県の研究成果や生産者のニーズが反映されていた。

「検証」は、生育予測モデルや衛星画像データの解析による生育診断の妥当性を検証する工程であり、ここでも県が中心的な役割を担っていた。

生育予測モデルについては、両事例ともに、県の研究機関が開発したモデル式を活用していた。モデルは、WAGRIで提供されるAPIを活用することも可能だが、当該地域の品種や栽培方法を前提としていない

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

第2図　データ駆動型農業の普及を支える地域の体制



資料　筆者作成

モデルを用いる場合には、地域での精度検証が不可欠になるであろう。

衛星画像を基にした生育診断においても、衛星画像データから得られる解析結果と、地域での実際の生育状況を照合する作業が必要となる。山形県においては、県がその作業を担っていた。また、衛星は年々更新され、その影響で衛星画像のデータ値に変動が生じうることから、県では毎年の確認作業も行っていた。

以上を踏まえると、検証段階では県が役割を担い、地域に適した生育モデルや生育診断の検証を行うことが重要と考えられる。

「活用促進」は、生産者が予測システムを実際の営農活動に取り入れられるよう支援する工程である。この点では、県の普及指導員による活動のほか、両事例とも農協が中心的な役割を担っていた。とりわけ、広く生産者に利用を広げるには、生産部会などを通じて農業者と日常的に接点を持つ農協の関与が重要と言えよう。また両事例とも、農協が予測システムに基づく収穫適期や栽培スケジュールを紙媒体で配布する取組みがみられ、デジタル技術に不慣れな生産者も予測結果を活用することが可能と

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

なっていた。

「フィードバック」は、予測システムの運用後に生産者の意見を収集し、改善に反映させる工程である。静岡県では、経済連が会議などの場で生産者との意見交換を行うほか、農協を通じて経済連に意見が寄せられる仕組みとなっていた。一方、山形県では、県が直接農業者の意見を吸い上げ、改善点を検証したうえでシステムの機能改善に反映する体制が整えられていた。フィードバックにあたっては、地域の担当者と開発元の民間企業との密な連携が重要と考えられる。

b　集団での取組みによる効果

同一地域の生産者が共通の予測システムを利用することは、システムの開発・運用コストを地域全体で分担し、一経営体当たりの負担を軽減する効果がある。さらに事例からは、集団的にデータ活用に取り組むことによる効果として、「出荷戦略への活用による有利販売」「営農指導の効率化」「集出荷施設の利用効率化」が確認できた。

静岡県では、経済連が出荷量予測をもとにした出荷戦略を立てることで有利販売につなげていた。山形県では、県の普及指導員や農協の営農指導員が生育診断マップを活用し、現地確認が必要な圃場を把握して優先的に回るなど、営農指導の効率化が図られていた。また、地域内の収穫予測をもとに集荷施設への搬入計画を立てるという活用方法もみられた。

c　生産者にとっての使いやすさ

普及にあたっては、生産者にとっての使いやすさも重要なポイントである。

両事例とも、スマホからウェブサイト経由で予測システムを利用できるようになっており、日常の営農活動のなかでもアクセスしやすい点が利便性につながっていた。また静岡県の事例では、生産者向けの画面をシンプルで見やすく設計しており、必要な情報が把握しやすいように工夫されていた。一方で山形県の事例では、機能が複数あるなかで「まず使うとよい機能」を提示することで、利用開始のハードルを下げていた。

さらに、両事例とも生産者の意見を踏まえた改善が進められており、山形県では利便性向上につながる機能改善が行われ、静岡県でも予測の精度向上に向けた検討が行われている。

(3) 今後の課題

事例からは、一定の成果や有効性が確認された一方で、今後の持続的な運用やさらなる発展に向けて、検討すべき点も見えてきた。以下では、「費用負担のあり方」「システムの機能向上や他システムとの連携」「さらなる活用促進」の３点について整理する。

a　費用負担のあり方

現状、両事例とも試行的な段階であることから、予測システムの運用費用は主に県の予算や助成金に依拠している。今後の継

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

続的な運用にあたっては、受益者（生産者や農協系統など）を含めた費用負担のあり方を整理することが検討事項となっている。

その検討に際しては、予測システムの具体的な効果を明らかにし、受益者が納得感をもって受け入れられる仕組みとすることが一案となりうる。例えば山形県では、実際の農業経営において、予測システムの活用が収量・品質の改善にどの程度つながったかを整理しており、このようなエビデンスは受益者の理解を得るうえで有効となりうる。

b　システムの機能向上や他システムとの連携

静岡県においては、特に出荷量予測のさらなる精度向上に対して関係者から期待が寄せられており、今後の課題となっている。さらに、予測システムの活用の幅を広げるような、新たな機能追加のアイディアもみられる。

一方、山形県のシステムは既に多様な機能が実装されている。山形県においては、複数の営農支援システムを併用している生産者がみられ、確認すべきシステムが分散することで利便性に課題がある点が指摘されている。そのため、異なるシステム間のデータや情報が統合され、一元的に確認できるようになることが理想とされている。

このように、静岡県では「精度向上・新機能追加」、山形県では「システム連携」が課題として提示されており、いずれも予測システムの費用対効果や利便性を高めるうえで重要と考えられる。

c　さらなる活用促進

両県とも、現時点では県内のすべての生産者が予測システムを利用しているわけではなく、利用者の拡大が課題となっている。

静岡県では、経済連が利用者数を集計しており、今後は非利用者の特徴を把握したうえで、利用を後押しする方策を検討する必要があるとされている。山形県では、活用が進んでいない地域の生産者や農協に対して、具体的な活用事例を提示することで、システム利用の意義を実感してもらうことが重要との認識がある。

おわりに

本稿では、県単位の取組み事例をもとに、データ駆動型農業による気候変動適応の成果を確認し、その普及に向けたポイントと課題を整理した。そのうえで得られた含意として、以下の３点を提示する。

第一に、農林水産省の気候変動適応計画において、適応の手段としてデータ駆動型農業を明示的に位置付けることを検討する余地があるだろう。データ駆動型農業は、従来は生産性の向上や経営の高度化といった文脈で推進されることが多かったが、気候変動適応を目的に据えることで、経営規模や年齢層を問わず幅広い生産者にとって取り組む意義が大きくなる。

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

国際的にも、FAOが「気候スマート農業」（CSA：Climate-Smart Agriculture）を提唱しており、「農業生産性の向上」「気候変動への適応」「温室効果ガス削減」の三つを同時に追求するアプローチとして位置付けている（FAO（2013））。またオーストラリアでは、長期的な気候リスクを前提に、気象・土壌データを統合した営農支援システム（APSIM）を整備し、気候変動下での農業者の意思決定に役立てている（Keating（2024））。こうした国際的潮流も踏まえると、日本においても適応策の一環としてデータ駆動型農業を位置付け、その普及を後押しすることが求められよう。

第二に、集団的な活用を支えるには、地域の体制づくりが不可欠である。開発・検証・活用促進・フィードバックといった役割を、県・農協系統・民間企業などで分担しながら連携する必要がある。このように多主体が役割を分担・連携することで、予測システムは地域ぐるみの気候変動適応策として機能しうる。

そのための政策として、県レベルでのコーディネート役の配置や、県の普及目標にデータ駆動型農業を組み込むことが考えられる。ただし、普及指導員の人員減少や業務負荷の増大が課題であり、持続可能な普及体制の整備も併せて求められる。またデータ駆動型農業に関する研修については、国の仕組みとして生産者や実証プログラム参加者向けの研修は存在しているものの、農協営農指導員のように、生産者を伴走支援する人材向けの研修は十分ではない。地域ごとに予測システムの対象作物や利用場面は異なるため、県や農協系統が中心となり、地域ニーズに応じた研修プログラムを設計・実施することが望ましいと思われる。そしてそのために必要な費用について、国が政策的に支援する方法が考えられる。

第三に、課題の一つとして、予測システムの機能向上や他システムとの連携が挙がっていた。これに関しては、民間企業が導入地域からのフィードバックを反映し、予測システムやWAGRIに提供するAPIを高度化させることで、他地域においても利便性が高まるだろう。全国的な普及とともに予測システムの高度化・連携が進むことは、農業分野での気候変動適応の強化につながり、持続可能な農業への移行を後押しするものと期待される。

このような普及促進にあたり、政策的には初期導入費用の支援や、システム間連携を後押しする仕組みを整備することが期待される。さらに、農業データの公正な取扱いや農業者のデータ所有権の保護について、ルール策定だけでなく、実効的な運用を担保する仕組みを検討することが併せて必要となっている（小田（2022））。

最後に、本稿の限界と今後の検討課題を示す。本稿は２事例の分析に基づく考察にとどまるため、さらなる事例の蓄積により、地域の体制のあり方を検討する必要がある。また、システムの高度化や農業者による活用の高度化を進める際の体制と役割分担も、今後の重要な検討課題である。

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/

＜参考文献＞
・岩崎暁生（2021）「害虫の発生と気象」、鮫島良次編『農業気象学入門』文永堂出版、140～145頁
・上西良廣・梅本雅（2018）「農業における開発技術の普及に関する研究の動向と展望」『農研機構研究報告 食農ビジネス推進センター』１号、１～26頁
・上野正実・川満芳信・渡邉健太（2021）「ウフスマ・プロジェクトで見えてきたさとうきびスマート農業の課題と普及に向けた対応策」『砂糖類・でん粉情報』108号、45～59頁
・小田志保（2022）「スマート農業で広がる農業データの活用についての論点」『農林金融』４月号、２～16頁
・環境省（2020）「気候変動影響評価報告書 総説」
・小林隆・神田英司（2021）「病害の発生と気象」、鮫島良次編『農業気象学入門』文永堂出版、145～151頁
・佐久間宣昭・斎藤祐一・永山宏一（2013）「落葉果樹４樹種の凍霜害危険度予測モデル」『園芸学研究』第12巻４号、403～409頁
・鮫島良次（2020）「作物の収量予測」、大政謙次ら編『農業気象・環境学 第３版』朝倉書店、83～87頁
・薗部礼（2021）「衛星リモートセンシング」、鮫島良次編『農業気象学入門』文永堂出版、187～191頁
・高山弘太朗（2021）「画像計測」、鮫島良次編『農業気象学入門』文永堂出版、191～195頁

・FAO（2013）. *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*
・Finger, R. et al.（2019）. Precision Farming at the Nexus of Agricultural Production and the Environment. *Annual Review of Resource Economics*, 11, pp.313-335.
・John, D. et al.（2023）. A systematic review on the factors governing precision agriculture adoption among small-scale farmers. *Outlook on Agriculture*, 52（1）, pp.3-15.
・Keating, Brian Anthony（2024）. APSIM's origins and the forces shaping its first 30 years of evolution:A review and reflections. *Agronomy for Sustainable Development*, 44:24.
・Mehrabi, Z. et al.（2021）. The global divide in data-driven farming. *Nature Sustainnability*, 4, pp.154-160.
・Mizik, T.（2022）. How can precision farming work on a small scale? A systematic literature review. *Precision Agric*, 24, pp.384-406.
・Ohashi, T. et al.（2024）. From conservatism to innovation:the sequential and iterative process of smart livestock technology adoption in 農協 panese small-farm systems. *Technological Forecasting and Social Change*., pp.208.

＜参考webサイト＞
・農林水産省「スマート農業を巡る情勢について」（2025年７月）
https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/smart_meguji.pdf
（2025年８月27日アクセス）
・FAOウェブサイト
https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/340600/?utm_source=chatgpt.com
（2025年８月27日アクセス）

（みやた　なつき）

農林中金総合研究所
https://www.nochuri.co.jp/