

AI 農業

神成 淳司 慶應義塾大学 環境情報学部教授
内閣官房 情報通信技術 (IT) 総合戦略室長代理 / 副政府 CIO

◆ 始めに AI農業とは

AI農業とは、農業分野における人工知能 (AI) の活用に関する研究と捉える人が多いのではないだろうか。実際、農業分野におけるAIの活用は多数取り組まれており、トマトの収穫ロボット、ディープラーニング手法を用いた作物の画像診断、低空ドローンを用いた空撮画像による稲の栽培診断など数え切れない。しかし、AI農業は、これら多様な農業におけるAI活用について取りまとめるものではない。AI分野も含めた、情報科学の知見を用いた多様な農業分野の取り組み全般を指す、農業情報科学 (Agri-InfoScience) を意味している。そして、その中でも中核となるのが、篤農家とも呼ばれる、熟練農家の栽培ノウハウに着目し、その高度化や次世代への継承手法について検討する取り組みである。本稿では、特にこの熟練農家のノウハウ継承に関する取り組みについてまとめる。

◆ 日本の農業を取り巻く状況

日本の農業については、農家人口の減少や高齢化、あるいは食糧自給率の低下など、ネガティブな面ばかりがメディアにとり上げられることが多い。実際、農林水産省によれば、農業分野の就業人口は、平成7年の414万人から、平成27年の210万人へと、わずか20年で半数にまで減少してきている。このままのペースで就業人口が減少するとしたら、わずか20年後には、農業分野の就業人口が0人という事態に直面しかねないほどにこの20年の変化は大きかったことになる。農業の分野としての存続は、まさに今これからの取り組みにかかっているのだ。では、分野としての競争力はあるのだろうか。実は、日本の農業の生産性は諸外国の中でも高水準に位置している。特に、篤農家とも呼ばれる熟練農家の生産性は際立って高く、年収が数千万円という人も存在している。また、一般企業では既に引退して

いる年齢である、70歳を超えた方も現役として活躍している事も農業分野の特徴と言えるだろう。今後の団塊世代の退職、地域での再雇用といった事を見据えると、年齢を重ねても高収益を上げる事が可能な農業分野の重要性はますます増してくると考えられる。

一方で留意しなければならないのは、熟練農家が高い生産性を誇る傍ら、同じ面積の土地で栽培を行っても、その生産性が熟練農家の数分の一という農家が存在するという点である。こういった農家の中には、気象変化が厳しい年には、平均年収を遙かに下回る状況に陥る方も少なくない。このように、統計的な平均値だけでは計り知れない、いろいろな状況の農家が混在しているのが、今の日本の農業の実態である。地域を支える産業として農業が発展していくためには、熟練農家の高い生産性を次の世代に如何に引き継げるかにかかっているのである。



熟練農家のノウハウへの着目 ～ AI農業～

しかし、この熟練農家の高い生産性を支えるノウハウの多くは、失われようとしている。「水やり10年」とも言われる我が国農

業の伝統的な取り組みは、長年の農業経験の中で培われるもので、その集大成とも言えるのが熟練農家のノウハウである。そのため、熟練農家の多くが、既に一般的な企業では退職にあたる年齢を遙かに超え、引退モードに入りつつあるのだ。引退前に、ノウハウを次世代に引き継ぐことが出来るのかが鍵となる。

このような状況を踏まえ、農林水産省が2009年に設置したのが「農業分野における情報科学の活用等に係る研究会」である。研究会では、高度な農業技術を次世代に円滑に受け渡すための情報科学の活用等についての議論が行われ、同年8月に報告書「AI (Agri-Informatics) 農業の展開について」を取りまとめた。同報告書では、AI農業を、「人工知能を用いたデータマイニングなどの最新の情報科学等に基づく技術を活用して、短期間での生産技能の継承を支援する新しい農業」と定義している。優れた生産技能、すなわち熟練農家のノウハウとは、いわゆる「匠の技」であり、古くから日本の伝統産業を含む多くの分野を支えてきた。この経験に基づく熟練者のノウハウは、一般的には言語化する事が難しく、指導書などを読んでも学べるものではなかった。学ぶためには、実際に熟練者に弟子入りをし、「師匠の背中を見て盗む」というような、長

年の経験に基づく習得がなされてきたのである。農業においては、弟子入りではなく、親やその上の世代と若年層と一緒に暮らし、農作業を実施する中で数十年というタイムスパンで継承してきたのである。ところが、現在の日本は、「核家族化」とも言われるように二世帯三世帯同居の大家族は減り、親の世代とは独立して生計をたてることが当たり前となっている。「水やり10年」と言われるような、一人前になるのに10年かかるという状況では、跡継ぎになろうという人も減り、ノウハウは継承されずに失われようとしているのだ。

では、どのように継承するのか。実は、AI農業が提唱される以前より、農林水産省や多くの研究機関は、熟練農家のノウハウ継承を検討してきた。具体的には、ノウハウのマニュアル化である。しかし、マニュアルを読むだけでは、ノウハウは身につかず、壁にぶち当たっていた。それは何故なのだろうか。そこにAI農業の鍵がある。

マニュアルに記載される内容の多くは、手引きである。このような環境、あるいは作物の状態であれば、どのように熟練農家は「作業」をするのか。このような際にはどのような「作業」が必要かという点が記述される。もちろん、そこに記載された環境、あるいは作物の状態と全く同じ事象が

生じれば、そこに記載された「作業」を実施すればよいのであるが、実際にその通りに作業をしてみても、期待される結果がもたらされるとは必ずしも限らない。それは、作物の生育には様々な要素が関係しており、記載されている環境や作物の状態だけでは把握しきれない場合があるということだ。また、その瞬間にたまたま環境や作物の状態が一致していても、その前後の状況が異なれば、同じ状況とは言えない。作物は生き物であり、農地に同じ品種の作物を植えて、同じ環境で育てても、育ち方はそれぞれ異なる。見た目が同じだと思っても、必要とされる農作業は異なる可能性は否定出来ないのである。地域が違えば、あるいは土壌が違えば、同じ作物であっても、気をつけなければいけない事象は異なる。それら異なる事象全てをマニュアルに記載しようとするれば、そのマニュアルは膨大な分量となるだろうし、そもそもそのようなマニュアルを作成するのも、さらにそれら内容を把握するだけでも膨大な時間を要してしまう。

それに対し、AI農業が着目するのは、個々の「作業」を実施する際に、「どのような状態を把握」し、「どのような判断をしたのか」に着目する。「作物に水をまく」という作業は、「作物や土壌の状態」を把握し、「水が足

りないから散水が必要だ」という判断に基づいている。このように、多くの農作業には、その起因となる「状態把握」と「判断」に基づいており、個々の農家の作業が異なるのは、「状態把握」と「判断」に差異が生じているからなのだ。すなわち、熟練農家のノウハウ継承は、熟練農家の「状態把握」と「判断」を如何に継承できるか、なのである。



ノウハウの継承に向けて

AI農業に関する取り組みは、国内の十数カ所で実施されている。そのうち、静岡県において慶應義塾大学が連携して実施している内容を踏まえ、AI農業の具体的な内容について紹介したい。

静岡県において対象としている作物は、柑橘（温州みかん）とイチゴである。そして、取り組みの特徴として、スマートフォンやタブレットを用いたe-learningによりこれら作物における熟練農家のノウハウ継承を実現している点があげられる。図1に、実際にe-learningにおいて受講者に提供している、温州みかん向けの学習コンテンツを示す。この学習コンテンツは、「荒摘果」作業を対象としたものである。「荒摘果」とは、

成長過程の温州みかんの実を間引く作業である。温州みかんの樹にはたくさんの実がなるが、全ての実をそのまま成長させると、いずれの実も小ぶりで、糖度も一定以上は上がらない。いわゆる、「すっぱくて」「小さな」みかんを収穫することになる。「荒摘果」を的確に実施する事で、「甘くて」「大きな」みかんの収穫が見こまれる。適切な量の実を間引くことで、残された実は大きくなり、糖度も高くなる。間引く数が少なければ、荒摘果の効果はあまり期待できない。一方、間引いた数が多ければ、残された実は大きく、糖度も高くなる事が期待されるが、収穫量が減少するため、農家の収益は減少する。単にたくさんの実を間引けばよいわけではない。さらに、「どの実を間引くか」によって、残った実がどの程度甘くなるか、大きくなるかが異なるのだ。すなわち、熟練農家と経験が浅い農家が、間引く数を同じにしたとしても、間引く実が異なるれば、収穫する実の甘さや大きさは異なるのである。まさに、熟練農家のノウハウが重要な要素となる作業である。

「荒摘果」向けの学習コンテンツは、前述の「状態把握」と「判断」の二点から検討している。まず、「状態把握」である。どのようなところを見て「状態把握」をしているかを探るために、アイカメラという特殊

な眼鏡型の計測装置を用いる。アイカメラは、装着者の眼球の動きをトレースすることで、装着者の視点を計測する装置である。荒摘果作業中の熟練農家にアイカメラを装着すると、荒摘果作業を始めてから終わるまで、その熟練農家がどこを見ながら作業をしているかが明らかになる。このデータを分析し、「荒摘果」作業中に、状態把握すべき範囲を特定している。データから読み取れるのは、「荒摘果」作業の判断においては、樹木以外の状況（例えば土壌の様子など）は不必要であるという点、及び「樹木のどの程度の範囲を把握することが荒摘果に必要とされるか」という点である。この分析に基づき、荒摘果を実施する際にどの範囲の樹木の写真を撮影し提示するかを決

定する。次に、「判断」である。図1には3枚の写真が提示されている。左端の写真は「荒摘果」作業前の樹木の写真である。当然の事ながら、前述の「状態把握」の検討を踏まえ、作成した写真である。e-learningの受講者は、最初にこの左端の写真を眺め、摘果すべきと受講者自身が考える実をマウス等の入力デバイスを用いて選択する。選択した実には、赤い○がつけられる（図1の真ん中の写真）。全ての選択を終えた受講者が判断した場合、結果の確認プロセスに進む。熟練農家が摘果すべきと判断した実が青い○で表示され、受講者の回答との比較が可能だ（図1の右端の写真）。この事例では、両者にいくつかの差異があることが示されている。このような問題を、実際に



図1

「荒摘果」を実施する前に繰り返し学習する事で（問題はランダムに出される）、熟練農家と受講者自身との違いを具体的かつ複数のパターンで学んでいただく事が狙いである。図1を見ていただくと分かるように、仕組みそのものは非常に単純であり、誰でも取り組めるものとなっている。

「判断」を問題として実装する際には、「状況判断」に必要な範囲が撮影された果樹の写真について、熟練農家が荒摘果すべき実をチェックすることで正解を作成している。熟練農家のノウハウは、人により異なる場合もあり、いずれを正解とするかについては、熟練農家の栽培手法の違いや温州みかんに関する作物生理に関する知見などを踏まえて選択をしている。この「荒摘果」に関する問題作成に際し、33本の荒摘果作業の動画データ（アイカメラの映像等）、685枚の果樹の写真データを記録。これらデータの解析に基づき、新規就農者を含む経験が浅い農家向け問題として92問を作成した。また、ある程度経験を積んだ農家向けには、熟練農家の特徴的なノウハウを継承するために、異なる形式で複数の問題を作成している。このように、学習対象者が異なれば継承するノウハウも異なり、それに伴い問題形式も大きく変わる場合がある。また、当然ながら、対象とする「作業」が異なれ

ば、問題形式も異なる事になる。実際、この温州みかんを対象とした取り組みにおいては、年間を通じて実施される多様な温州みかんの農「作業」のうち、「荒摘果」も含めた5つの作業を熟練農家のノウハウを継承することが望ましいものとして抽出し、総計440問のe-learning用学習問題を作成した。現在、この成果は、静岡県内の複数の拠点におけるみかん生産者において活用が進められている。

◆ ノウハウの保護

熟練農家の方とノウハウの継承についての取り組みを進めている際、常に念頭にあるのは、「ノウハウの流出」にどのように対応するかという点である。実際、栽培ノウハウの流出は、我が国農業においても以前より深刻な問題として捉えられている。海外諸国への栽培ノウハウ流出がメディアを賑わしたことを記憶されている方もいるだろう。

この点については、システム面とルール面の両面から取り組みを実施している。システム面については、前述のe-learningシステムにおけるセキュリティやユーザ認証による流出阻止である（ちなみに、本稿で

提示した図1の資料などについては、予め静岡県より、AI農業の普及を目的とした活用という事で許諾をいただいている)。ルール面については、規約や関連ガイドラインの整備であり、こちらについては農林水産省を中心に検討が進められている。具体的には、ノウハウも含めた農業分野における知的財産の在り方の検討会が農林水産省内に設立された。既に活発な議論が行われており、年内には取りまとめと公表が予定されている。我が国農業の発展を支える重要な取り組みであり、早期に発表される事を期待したい。



最後に データプラットフォームへの展開

本稿では、AI農業の概略を具体的な事例も交えまとめた。各地において熟練農家の高齢化と引退が懸念される状況もあり、本稿で紹介した静岡県以外にも、国内各地においてAI農業に関する多様な取り組みが進められ、既に多くの成果が供出されている。対象となる農作業を取捨選択し、状態把握と判断をモデル化するためには多くの労力と検討が必要とされるが、取り組みを終えてしまえば、その後の利用に際して必要なものはスマホかタブレット端末である。

個々の学習コンテンツの修正や新たな問題作成などのアップデート作業は、個々の生産現場で取り組むことが可能だ。どのような写真を撮影すべきか。どのように問題を作成すべきか。これらの点について、実証期間中に、個々の現場側に我々からノウハウを提供し、必要な問題作成ノウハウの地元への定着と普及のための体制作りを進めている。

これら取り組みが、今後の我が国の農業の発展に少しでも資することを祈念している。

プロフィール.....
しんじょう・あつし 1996年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程、2004年岐阜大学大学院工学研究科 博士後期課程修了。博士(工学)。IAMAS(岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー)、岐阜県情報技術顧問等を経て、2007年慶應義塾大学着任。現在に至る。2017年より、農業データ連携基盤協議会 会長。専門は、情報科学(産業応用、知識情報科学)、農業情報科学、サービスサイエンス、情報政策。著書に、「AI農業(日経BP 2017)」、「計算不可能性を設計する(Wayts 2007)」他。