

農業における AI 活用

A Study of the agriculture as the application of AI

神成 淳司
SHINJO Atsushi

慶應義塾大学 環境情報学部
Keio University, Environment and Information Studies

This paper proposes a study of agriculture as the new research issue of Artificial Intelligence. Though agriculture is one of the most important industries for our life, most of Japanese farmhouses face the serious financial conditions. One of the results of this study is an improvement of productivity in agriculture for coping with these serious conditions of farmhouse. For achieving this result, we are now collaborating with some companies and “the Agricultural Research Organization of Israel” in Israel, will built the interaction model between the agricultural field and expert farmer, and tries to build the autonomous system which replaces the role of expert farmer in this interaction model.

1. はじめに

日本国内の農地は、実際に作付けが営まれている経営耕地面積が 3,437,536ha であるのに対し、過去 1 年以上作付けされず今後数年の間に作付けする考えのない耕作放棄地面積が 384,800ha であり、耕作放棄地面積が両者を合わせた面積の 10.06%を占めている。これに対し、2000 年の時点での耕作放棄地面積割合は 6%未満と 6 割程度の水準であり、耕作放棄地が着実に増加する傾向を示している。2005 年時点での日本の農業経営体数 1,999,235 の 98.6%(1,971,007 軒)は家族経営であり、この家族経営農家のうち 90.6%(1,785,277 軒)が耕作農地 3ha 未満の小規模な農地を耕作している。このように小規模な農家が多い結果として、家族経営農家の 79.1%(1,559,612 軒)の売り上げ(農産物販売金額)は 300 万円未満に過ぎない[農業センサス 2005]。この売上から肥料や種苗、耕作機器の購入費用を支払うため、実質の世帯当たりの平均収入は売上高の半分程度に過ぎない事が予想される。この現状に加え、日本政府は、2006 年に実施した農地法改定において、一部の例外はあるもののこれら小規模な家族経営農家への補助金打ち切りを実施した。この事により、国内耕作放棄地面積の大幅な増加、食料自給率の悪化が懸念される状況である。

農業は、公的機関の補助なしには継続出来ないのだろうか。上述したように、現在の日本国内の小規模農家の売上高から考えると、厳しい状況が推察される。しかし、国外には、公的な補助に頼らずに高収益体制として存続する農業が各地に存在する。このうち代表的な事例としてしばしば挙げられるのが、大規模に農業を営むことでコストを低減化し、収益体制の確立に成功した米国型農法である。実際、今までも米国型農法の国内導入が試みられてきたが、国土が狭く中山間地が多い日本では、適用可能な地域は北海道等のごく限られた場所にすぎない。

我々は、海外の代表的な農法の中で、日本の現状に即した農法として、主にイスラエル地域において研究実証されてきたイスラエル農法に着目し、日本国内における同農法の適用を目指した研究プロジェクトへの取り組みを始めている。イスラエル農法基本的なフレームワークとは、経験知の形式知化であり、日本国内における適用に際しては AI 研究の治験適用が大きく期待される。本稿では、イスラエル農法と我々の取り組みの概要についてまとめる。

2. 農業における課題

自然環境の中で多種多様の作物を耕作する農業には病害虫や連作障害等の、多数の課題が存在している。これら多数の課題のうち、主に農業の産業としての持続可能性を考えた場合、農業分野全般に共通する課題として、「自然環境」、「設備費用」、「生産性」があげられる。これらの課題への対処を検討する。

まず、1 点目の「自然環境」である。改めて指摘するまでもなく、自然環境の変動は、作物の育成に多大な影響を及ぼす。自然環境に恵まれれば豊作になる一方で、台風等が農地を直撃すれば作物の被害は甚大である。大雨による根腐れや日照りによる枯れ死も懸念される。これら自然環境の影響の軽減が必要とされ、世界中で用いられているのが施設園芸である。施設園芸とは、人工的な施設設備を用い、風雨を妨げ温度変化を一定範囲に抑える等の、自然環境からの影響を軽減する耕作方法であり、小規模なビニールハウスから大規模工場まで様々な規模が存在する。国内は元より、国土の 80%以上が砂漠地帯であるイスラエルにおいても厳しい自然環境への対処方策として施設園芸が多く用いられている。自然環境への対処を考えると、露地栽培ではなく、施設園芸を積極的に採用することが望ましいと考えられる。

次に、2 点目の「設備費用」である。日本国内において上述した施設園芸の普及が滞っている主な理由として、施設園芸が多額の設備投資をもたらす事があげられる。実際、日本国内において施設園芸に要する費用は、雨風は元より気温や湿度等の自然環境の影響をほとんど受けない大規模な工場様式のものでは 1 棟当たり 1 億円超の、雨風を凌げる程度の低価格帯のビニールハウスであっても 1 棟あたり 1000 万円(面積 10a)程度の初期設備費用が必要であり、政府や地方自治体等の公的支援を受けて敷設されるものも多い。この問題に対し、イスラエルでは政府主導により機器の低価格化を推進し、既に日本の 30%を切る水準にまで設備費用が提言されている。また、日本では、2006 年に日本施設園芸協会が事務局となり農林水産省が推進するスーパーホルトプロジェクト(以下、SHP)の主要テーマとして設備費用の低価格化(導入コスト 50% 減)が掲げられ、5 年後となるプロジェクト終了後の効果が期待される[SHP 2007]。

最後に 3 点目の「生産性」である。「生産性」には省力化を目的とした生産効率や収穫量増大等の様々な要素が存在している。前述の SHP では、生産効率向上を目的とした育苗・搬送用ロボットの構築、あるいは園芸施設内部の環境制御やトマトの

「多段どり栽培」と言った収穫量増大のための具体的なプロジェクトが進められ、やはりプロジェクト終了後の効果が期待されることになる。

3. 農業における AI 研究

3.1 イスラエル農法

本稿では、農業分野における AI 研究テーマとして、前述の 3 課題のうち「生産性」に関するテーマを提案する。既存の農業分野における収穫量増大に関する取り組みの多くは、多数の事例集積とその解析に基づく、ある種のエキスパートシステムの構築を目的としている。エキスパートシステム型の AI 研究が実験室環境から実世界環境への対処が困難であったように、この農業分野における取り組みは、自然環境からの影響が大きいビニールハウス等の低価格帯の施設園芸における適用が困難となる可能性が懸念される。

一方、イスラエル農法とは、「熟練農業生産者の経験に基づく意思決定メカニズムを、多数の農地に適用する」ための一連のシステムである[Agli 2006]。1948 年に建国されたイスラエルは、国土の 60%が砂漠地帯のため建国当初の食料生産能力は乏しく、有事の際に国境封鎖された場合の食糧問題が存在していた。熟練農業生産者の数も限られており、これら生産者が直接的に農業生産を担当した場合、国家が必要とする生産量が獲得できない状況であった。そこで、イスラエルは、個々の作物において、熟練農業生産者が栽培の意思決定を実施する際の判断基準となる情報の種類を項目として洗い出し、洗い出された各情報項目を、センサ技術とネットワーク技術を用いて遠隔地に存在する熟練農業生産者に伝達するシステムを構築した。農業における生産者と意思決定者の分離を実施したのである。このシステムにより、個々の熟練農業生産者は、自分が存在する場所に関わらず、複数の農地の栽培状況を掌握し、状況に即した適切な耕作を生産者に指示することが可能となった。イスラエルの農業法人はこのシステムを用い、多数の熟練農業生産者の知見の集約と高度化を推進した。結果、イスラエルの農地面積が建国当時の 16 万 5000 ヘクタールから 2000 年の時点で 43 万 5000 ヘクタールへと 2 倍強の伸びを示したのに対し、農業生産は約 16 倍という高い伸び率を示している。近年、農業人口や生産高に減少傾向がみられるものの、2001 年時点における農業の GDP に占める割合は 3.3%、輸出に占める割合は 2.5%であり、ヨーロッパ全土におけるトマト市場の占有率はイタリアを抑え 1 位である[JETRO 2006]。

3.2 農業における AI 研究

イスラエル農法において着目すべき点は、個々の作物に対し、「観測すべき情報要素」と「得られた情報要素に対応した具体的な耕作内容」とが具体的に抽出されていることである[AgloMind][ARO]。図 1 は、実際にイスラエル農法を用いてトマト栽培を実施した際にトマト果実の大きさが変化の様子をグラフで示したものである。具体的には、トマトの茎の太さの変化に応じて土壌の水分量を調整することでトマト果実の発育を促したもので、「内部構造が不明な生命体(トマト)の状況を、外部環境からの観察(茎の太さ)により推測し、具体的な行動(土壌水分の調整)により、生命体(トマト)の発育を促したもの」と解釈することが可能であると考えられる。この解釈に基づき、本稿では、「対象となる生命体(耕作物)から得られた観察情報を用い、生命体(耕作物)の状況を推測し、具体的なインタラクションの内容を決定する知能システム」の研究を提案するものである。より具体的には、施設園芸におけるトマト栽培を対象とする。

4. 現在の取り組み状況

著者らは、2005 年より 2 年間にわたりイスラエル本土を訪問し、同国の農業生産者や、同国立農業研究所である Volcani 所属の研究者と議論を重ね、イスラエル農法の現状についての理解を深めてきた。この間、2006 年には、Volcani 所属研究者他を日本国内の施設園芸の現状に関する知識を共有するために 2 度にわたり日本に招聘し、国内 2 箇所(新潟、滋賀)の特定地点を訪問し現地調査を行うとともに、これら地域の土壌成分解析データと過去 10 年間の気候状況データの収集分析を実施し、イスラエル農法の日本における適用が可能であるかの検討を繰り返した。

これらの結果を踏まえ、2007 年初頭より、国内 2 箇所(新潟、滋賀)に実験農場を設置し、イスラエル側の協力に基づき、今春よりトマトの定植を開始した。計測機器の輸入と設置に若干の遅れがみられるものの、今夏を目途に、イスラエルのトマト農場と同種のデータを入手する環境が整備される予定である。また、この農場において得られた情報は全てイスラエル側の熟練農業指導者へ送信するための仕組みも構築される予定であり、具体的な研究プロジェクトの推進を予定している。

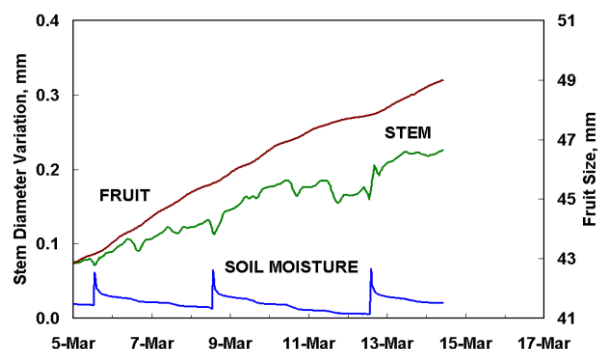


図 1 トマト果実(FRUIT)の成長と環境との関係性

5. 最後に

本項では、AI 研究の社会問題への具体的な適用として、著者らが取り組んでいる農業分野の研究を提唱した。AI 研究の社会問題への適用は、既に防災やロボティクスの分野において取り組まれており、一定の成果を収めている。社会全体への影響という点では、農業は、これら既存分野と同等以上に重要なテーマである。本研究テーマの研究が進展することにより、日本の農家における生産性向上が見込まれ、各農家の財政状況向上に寄与することが期待される。

冒頭に触れたように、日本の農業を取り巻く状況は大変厳しく、早期に具体的な成果が得られることが求められている。多数の研究者が農業分野に興味を抱き、参加することを期待する。

参考文献

- [Agli2006] AgliSupportOnline: www.aglisupportonline.com/
- [Aglo2006] AgloMind: www.algomind.com/
- [ARO] The Agricultural Research Organization of Israel: www.agri.gov.il/
- [JETRO2006] JETRO: www.jetro.go.jp/biz/world/middle_east/il/
- [SHP 2007] 農林水産省 スーパーホルトプロジェクト. www.affrc.go.jp/ja/press/2006/060720/060720.html
- [センサス 2005] 農林水産省: 農林業センサス, http://www.maff.go.jp/census/2005/result_outline5.html (2005).
- [高辻 正基 2001] 高辻 正基: 植物工場システム, CMC(2001).