

**A I 農業の展開について**  
**農業分野における情報科学の活用等に**  
**係る研究会報告書**

平成 2 1 年 8 月

**農林水産省**

「A I 農業の展開について」  
(農業分野における情報科学の活用等に係る研究会 (A I 農業研究会)  
報告)

1. 背景及び趣旨

わが国の農業は、世界的に見ても相当に高いレベルの技術が広く普及している。またそれにより、高品質の農産物が比較的低廉な価格で供給できるような農業が実現している。このことは、わが国の農業の「強み」のひとつでもある。

こうした技術の発展においては、「匠」と呼ばれるような熟練技術を有する篤農家の存在が大きく貢献してきた。

わが国の農業の未来を考える時、こうした優れた技術を次世代に継承していく必要がある。

しかしながら、わが国の農業の現状を見ると、農業従事者の高齢化が一層進展する一方において、後継者不足が深刻化し、近い将来、優れた農業技術の伝承が難しくなるのではないかと懸念される状況にある。

また、篤農家の多くが高齢者であり、「匠技術」の伝承が急務となっている。

一方、わが国の農業はこれまで、輸入農産物や他の産地の農産物の市場での競争の中で、高い品質を求める消費者や均質・安定供給を求める食品事業者などの様々なニーズへの対応に努力し、一定の市場を確保してきた。さらに最近では、高品質という優位性を生かして、海外市場へ打って出ようとする輸出振興の取組も進められている。

こうしたニーズや農業をとりまく動きに的確に対応し、わが国農業の将来にわたる発展を支えていくためには、篤農家の持つ優れた技術等を、より広く、多くの農業者が活用できるような仕組みを構築することが重要であると考えられる。

また、近年、定年退職者の就農促進や企業の参入促進など、農外からの新規参入を促す政策が進められ、新たに農業にチャレンジしようとする者が増加している。

こうした新規参入者に対し、普及指導員やJAの営農指導員の指導等

に加えて、篤農家の持つ様々な経験やノウハウ等を直接利用する方法を提供することができれば、経営参入時において大きな失敗をすることなく、比較的安定した経営を実現することも可能となるのではないかとの期待もある。

他方、最近の情報科学等の発達により、これまでマニュアル化が困難であった先人の「経験」や「勘」に基づく様々なノウハウなどの、いわゆる「暗黙知」をデジタルコンテンツなどの「形式知」に置き換え、技術の伝承等に役立てようとする取組が他の産業分野で進められている。

こうしたことから、情報科学等を農業分野に応用し、「暗黙知」も含めた優れた農業技術を「形式知」化することによって、技術を記録・保存するとともに、農業者の技術向上や新規参入者への技術支援に活用できないか、また、形式知化した情報をロボット作業に適用することなどにより、今後の農業技術の進展に役立てられないか、といった観点から技術的な検討を行った。

## 2. これまでの取組と「AI農業」

農林水産省では、これまで「現場創造型技術（匠の技）活用・普及支援事業」により、「匠の技」の汎用化、マニュアル化等に取り組んできた。

しかしながら、こうした取組を進める中で、一見同じように農作業を行っているにもかかわらず、「匠」が生産すると上手に生産ができ、結果において他の農業者と明確に差が出るといったように、これまでの取組ではカバーできない領域が存在することが明らかとなってきた。またそのために、文字情報の形でマニュアル化することには限界があることも明らかとなってきた。

個々の農業者は、それぞれが置かれた条件下で、マニュアルに照らしてそのときに最適と考える作業を「匠」に倣って実行するが、「匠」が当該作業を実行するに至った思考過程が明らかにできないため、「匠」と他の農業者の置かれた条件の差異や「匠」と他の農業者が行った作業との間に微妙な差異が生じる可能性がある。そうした場合、それらの差異が積み重なり、結果の違いが生じるのではないかと推測される。

他方、最近の情報技術、人工知能<sup>(注1)</sup>を用いたデータマイニング<sup>(注2)</sup>

の進展は、こういった領域を「集合知」といった形で取扱うことで解決に導くものとして期待されている。

情報デバイスやストレージの発達により、多数の農業者が様々な条件（作物の状態、栽培環境等）下で行った行為（農作業）とその結果の関係を生のデータの形で蓄積することが可能になりつつある。

また、データマイニング技術の進歩により、たとえ原因と結果の因果関係を論理的に説明できなくても、結果として最適な行動を選択することが可能になってきており、情報の接続技術として有効である。

こうした技術は、小売店における商品レイアウトの最適化、クレジットカードの不正利用の検出など、すでにさまざまな分野での産業応用が始まっている。

（注1）人工知能（Artificial intelligence）：コンピュータに人間と同様の知能を持たせようとする試み、あるいはその基盤技術のこと。

（注2）データマイニング（Data mining）：大規模なデータをコンピュータで解析し、新たな知見を得る技術。例えば、将棋の名人の思考過程をマニュアル化することはできないが、コンピュータで将棋ソフトを作る際には、過去の膨大な棋譜を蓄積しておき、それと現在の局面を比較、解析することにより、理屈はわからなくても、名人に匹敵する成果を得ることができるようになる技術が確立しつつある。この手法を用いて、すでにチェスでは世界チャンピオンより強いコンピュータソフトが制作されている。

「AI（アグリーインフォマティクス）農業」とは、こうした最新の情報科学等に基づく技術を活用して、より高度な生産・経営を実現させる農業を指す。

当面は、マニュアル化が困難な農業生産の技術やノウハウ、農作物の状態、生育環境等に係る様々な情報を、一定のルール、フォーマットに基づきデータ化し、多くの篤農家等の農業者を対象に、複数年次のデータを蓄積する。これについてデータマイニング技術等を用いて解析することにより、農業技術の改良を目指す農業者等に対し、それぞれが目指す方向に沿って適時にアドバイスを行うコンピュータによる意志決定支援システムを中核に据えた農業生産技術体系の確立を目指す。

さらに、同システムについて、ITの活用により、経営に関連する様々な情報とも結びつけながら、経営管理に係る機能も付加し、農業経営のマネージメントを支援するシステムを構築した上で、これらを協調させたシステムにより経営の継続した発展を可能とする、世界でも例のない新しい農業の姿を目指す。

今後10年以内の大幅な世代交代が避けられないわが国の農業は、熟練技術の次世代への伝承が円滑に進まないと、「高品質」をはじめとする「強み」が失われるおそれがある。

このため本技術は、わが国農業の将来の発展にとってのキーテクノロジーになると期待される。

### 3. 農業分野における情報科学の活用に向けた具体的取組の方向

#### (1) AIシステムの開発／データベースの構築・充実

AI農業を実現していくため、まずは中核となる農業技術に係る支援ツール(AIシステム)を開発するとともに、AIシステムの運用に不可欠となるデータベースの構築・充実を図る。

##### ①農業技術に係る支援ツール(AIシステム)の開発

②のデータベースのデータを、最新のデータマイニング技術等を用いて解析し、市況やコスト等の経営的側面も勘案しながら、農業者等に対し適時的確な技術的アドバイスの情報等を提供するAIシステムを開発する。

##### ②データベースの構築・充実

農業者による意志決定や農作業の内容などに係る情報や、農作物の生育状態、生育環境に係る情報等、①のシステム運用に不可欠となるデータについて、フォーマットやスペックを統一した上で、できるだけ多くのデータを収集し、データベースを構築・充実させる。

併せて、将来的な活用に向けて、「匠の技」を記録・保存するためのデータベースの開発も実施する。(篤農家の様々な「技」の画像・動画記録等)

#### (2) AIシステムの応用分野の拡大

(1)で開発したAIシステムやデータベースについて、より一層の利用拡大に向けて機能の充実・拡張を行う。

##### ①農業経営のマネジメントを支援するシステムの展開

ITを活用し、経営に関連する様々な情報と結びつけ、農業者等の経営判断に必要な情報を適時に提供できる、農業経営のマネジメントを支援するシステムへの展開を図る。

##### ②農作業等の自動化・無人化の促進

AIシステム及びデータベースについて、次のような分野への応用等を図る。

- ・ 植物工場の環境制御の自動化への応用

- ・ 「匠の技」をチューンした農作業ロボットの開発
- ・ 「匠の技」計測ロボットの開発

### ③その他

- ・ AIシステムの開発の状況を踏まえつつ、AIシステムの自給的、趣味的作物栽培者(家庭菜園等)支援への応用についても検討する。

### (3) データベースのさらなる活用手法の開発

- ・ (1)の②で記録・保存した画像や動画等のデータを解析し、AIシステム等へ応用させるための手法を開発する。

## 4. 農業分野における情報科学の活用にあたって考慮すべき事項

AI農業研究会における検討の過程において、外部有識者等から、今後農業分野において情報科学を活用していく際に考慮すべき事項として、次のような意見等をいただいた。

今後、具体的な施策の検討にあたっては、これらの意見等を十分に踏まえる必要がある。

### (1) 政策の展開方向

#### ①基本的事項

- ・ 農家の高齢化・減少の実態を踏まえ、篤農家の持つ優れた「匠の技術」等を1～2年程度の短期間内にデータベース化していく必要がある。
- ・ その際、篤農家には農作物を見る独特の勘があり、どこか特別な「譜」を見ていると推測される。それが何であるかを把握した上で、収集するデータを判断する必要がある。
- ・ 「誰がどのような知識を持っているのか」を情報共有することも重要である。
- ・ 知的創造は暗黙知と形式知の相互変換運動であり、主観と客観の往還運動である。暗黙知の形式知化には、どのように対話と実践を積み重ねるかが重要となる。
- ・ 国の予算で優秀な研究者を集め、システム構築を行い、出来たものをすみやかに社会に還元するようなやり方は出来ないのか。プロジェクトを早急に立ち上げるべきである。
- ・ 高度な技術は効率的、合理的なものである。それを標準化するためにも、高度な技術から学ぶことも必要である。

#### ②技術開発のターゲット等

- ・ 一定の技術を習得済みの農家が、さらなる経営の発展を目指す場合と、全く新しく農業を始めようとする新規就農者に対する技術支援を行う場合とで、システムの内容・構造が全く違ってくる可能性があるため、どのような農家をターゲットにするのか、あらかじめ明確にしておく必要がある。
- ・ 情報科学の活用の検討に当たっては、農家の「利潤動機」を考慮する必要がある。その際、農家経営の発展にどう結びつくかなど、ビジネスの視点が不可欠である。
- ・ 農業者には科学的知見としてまとめた技術スキルスタンダードが重要である。同時に、技術面とつながる農業経営のスキルスタンダードを作るべきである。その際、経済産業省の中小企業向けのスキルスタンダード等も参考にしながら、国でプラットフォームを作るべきである。
- ・ スキルスタンダードの構築は、その成果もさることながら、作る過程がノウハウになる。
- ・ 今後の農業を担うコア層は、大きめな兼業と小さめな専業と法人であると考えるが、これらは経営マネジメントの面が脆弱である。また、開発された新技術の導入にあたっての判断材料に乏しい点が、農業経営の面で一番弱いところでもある。兼業でもこのシステムを使えばそこそこやれると言え、利潤動機にも繋がる上、社会に与えるインパクトも大きい。
- ・ 家族経営においては、親子の間で口述伝承や共体験によって暗黙知の伝承も可能であったが、組織経営では難しい。また、組織経営では作業の分業や経営と農作業の分離・分化が進む中で、経営管理を行う必要があり、暗黙知を形式知化することは極めて重要である。
- ・ 最初に取り組む作目として、施設園芸と土地利用型農業が考えられる。施設園芸を対象とする場合、環境制御が比較的容易で、1年間に複数回の作付けが可能な作目もあるため反復してデータを取りやすい、販売単価が高いためある程度コスト投入できるといった利点がある。一方、土地利用型農業の代表であるイネを対象とする場合は、長い歴史の中で作業体系がある程度標準化されている上、データ取得の対象は全国に多数存在している。また、作物の反応が緩慢で、栽培管理作業のインターバルが長いことため制御が楽、といった利点がある。

## (2) 施策の推進に当たっての留意事項

### ① AIシステムの開発・データベースの構築・運用

- ・ 作物の品質を高める手法として、「水」にこだわる農家もいれば、

「光」にこだわる農家もいる。多様なニーズに応えるシステムのあり方を検討すべきである。

- データの収集に当たっては、データの種類や取得方法を統一するとともに、プラットフォームを統一することが重要である。
- データベースは継続して充実・改良していくことが重要である。農家がシステムを利用することによって、経営面、技術面におけるメリットがもたらされるのみならず、農家の利用によってシステム自身が自己増殖するような機能と構造を持つシステムを構築すべきである。
- 農作業情報の入力にあたっては、農作業中のパソコン入力は困難である。自動的にデータを収集するシステムを考えることも重要である。
- 現場でのデータ収集の際に、正確には場の位置をプロットすることなどが課題である。例えば、全国の土地改良区が所有する水土里ネット情報が使えないか。
- 全体の枠組みを考えるのも重要だが、一方で匠の技などのスキルを形式化するためのデータ取りをフォーマットを決めてスタートする必要がある。
- 農業者に使ってもらえるよう農業経営・技術にとってどのような機能が必要なのか。
- AIシステムの利用方法として、適時に農作業のアドバイス情報を提供するだけでなく、農業者が自分の技術や経営力のレベルや弱点を理解し、その改善を促すようなレーダーチャートやベンチマークを表示できるようにできないか。

## ②センサー等周辺技術関係

- 最近開発されたシステム（UECS（ウエックス））では、各ノードにコンピュータによる制御機能を持たせ、全体が自律的に働くようにすることで、省コスト化が図れる上、施設の追加導入等が容易である。制御システムに不具合が生じた場合、故障した箇所を修理するだけで済む（システム全体が一度にダウンしない）。
- データ収集のためのセンサー機器類は、高価であっても信頼性が高いことが必要となる。自動車産業用の機器類は、温度耐性や安全性、自己診断機能等に優れる。

## ③その他

- 暗黙知を一旦形式知化するのではなく、暗黙知のままロボットに適用する方がうまくいく場合もあることに留意すべきである。

- ・ 匠の技術を形式知化した後、そのデータを人間が直接利用するのか、ロボットにやらせるのかによって、データの取り方自体が変わってくるのではないか。
- ・ モデルほ場でデータを収集する際に、その結果を、協力してくれた農家に還元するなど、データ提供者にメリットをもたらす方法を考えるべきである。
- ・ AIシステムの活用場面を想定する際に、経営全体の戦略に係る部分と戦術に係る部分に分けて考える必要がある。戦術に係る部分については、当面、農業生産技術に係るスキルスタンダードを整備し、それをベースに生産技術を支援する機能を中心としたシステムの開発を目指す。  
また、経営全体の戦略に係る部分については、経営のスキルスタンダードを整備し、経営の改善に必要な項目を洗い出し、それら各項目に関する情報と開発したシステムを将来的にどう接続させていくかについて検討することが重要である。
- ・ 開発したシステムを誰がオペレーションしていくのかについて、あらかじめ考えておくことが重要である。

## 5. 今後取り組むべき事項

### 早急に着手すべき事項

#### (1) プロトタイプ of AIシステム開発

##### ①基本コンセプトの構築

- ア) AIシステムの開発、データベース構築、さらには応用分野の拡大に到る研究開発・実用化のロードマップの作成（対象とする農業者の層の拡大や、経営全体を支援するシステムへの拡張も想定）
- イ) 開発対象作目の選定
- ウ) 対象作目の生産技術体系の分解・標準化（対象作物に係る農業生産技術に係るスキルスタンダードの整備）
- エ) ウ) の生産技術体系に係る経営的観点の整理
- オ) ウ) のスキルスタンダードの各項目・事項と作物体の部位等の変化との関連性の解析
- カ) 農業者の意志決定・知識伝承プロセスの解析
- キ) 測定項目の検討・決定
- ク) データのスペックの検討・決定

##### ②データベースの基本設計

- ケ) データベースのフォーマットの策定

コ) データの蓄積

### ③ A I システムの開発

サ) A I システムと農業者 (各種センサー) の間のプロトコル、フォーマットの決定

シ) データマイニング技術の開発

### ④ 周辺機能の充実

ス) キ) の項目を継続的に測定するためのセンサーの開発

セ) 展開期に備えたメンテナンスフリーな高性能センサー (温度等) の開発

ソ) 農業者が行う農作業を簡易に記録する仕組みの構築 (必要に応じて、自動記録する方法も検討)

## (2) 技術の展開方向等の検討

① A I システム実用化時におけるビジネスモデルの検討 (誰がどういう形で開発し、運営するのか、農業者への端末とセンサーの普及方策はどうあるべきか)

② (システムの開発を待っていては失われてしまうおそれのある) 高齢の「匠」が現在行っている農作業等をまるごと記録し、データベースに必要な情報をアーカイブするための方法と実施方策の検討

③ A I システムが生み出す知的財産に係る諸問題 (集合知に係る知的財産権の考え方、データベースにデータを提供する農業者との契約のあり方など) の整理と対応方策の検討

④ A I 農業の横展開の方法の検討 (他作物への応用方法等)

## 研究開発の進展状況等を見ながら着手すべき事項

- ・ A I システムの営農現場への試験的導入・試行的運用
- ・ 多くの農業者のほ場にセンサーを設置し、A I システムのデータベースを充実
- ・ 他の作目や支援対象への拡充方策
- ・ 端末やセンサーのスペックの公開等による市場競争・普及促進

## 6. 今後の検討スケジュール

### 平成21年度後半

A I システムの研究開発・実用化のロードマップの作成  
プロトタイプ of システム/データベースのスペック等のつめ

データ取得を依頼する農業者の調査

**平成22年度～**

プロトタイプ of システム / データベースの開発に着手  
知的財産関係等の整理

**平成23年度以降**

システムの別作目への展開や支援対象拡充の検討

## 研究会の構成

### (外部有識者)

澁澤 栄	東京農工大教授、農業機械学会長
神成 淳司	慶応大学専任講師
高市 益行	野菜茶業研究所 高収益施設野菜研究チーム長
二宮 正士	中央農研研究管理監 (情報担当)
平井 成興	千葉工業大学未来ロボット技術研究センター副所長
佛田 利弘	ぶった農産CEO
松原 仁	公立はこだて未来大学教授
柳沼 義典	富士通研究所

[五十音順、敬称略]

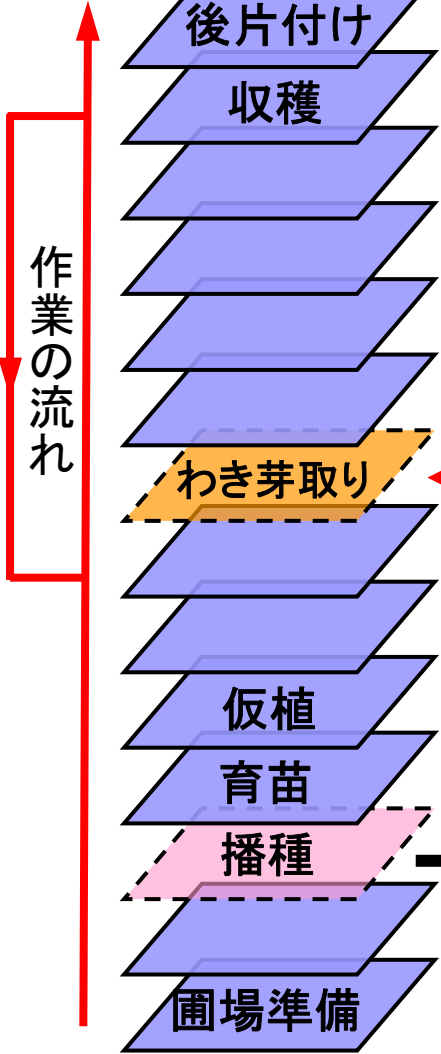
### (農林水産省)

吉田 岳志	技術総括審議官
末松 広行	大臣官房政策課長
榊 浩行	大臣官房政策課参事官 (技術調整)
井上 明	大臣官房情報評価課長 (~7月12日)
深井 宏	生産局技術普及課長
川合 靖洋	生産局知的財産課長
引地 和明	農林水産技術会議事務局研究推進課長
尾関 秀樹	農林水産技術会議事務局研究開発官 (食料戦略)

## 研究会の開催経緯等

日 程	検 討 項 目
平成21年 第1回 6月4日	<ul style="list-style-type: none"> <li>○わが国の農業の現状と課題</li> <li>○外部有識者による情報提供</li> <li>○意見交換</li> </ul>
第2回 6月26日	<ul style="list-style-type: none"> <li>○外部有識者による情報提供</li> <li>○意見交換</li> </ul>
第3回 7月17日	<ul style="list-style-type: none"> <li>○とりまとめ方向の検討</li> </ul>
第4回 8月7日	<ul style="list-style-type: none"> <li>○最終とりまとめ案の検討</li> </ul>

# トマト生産工程

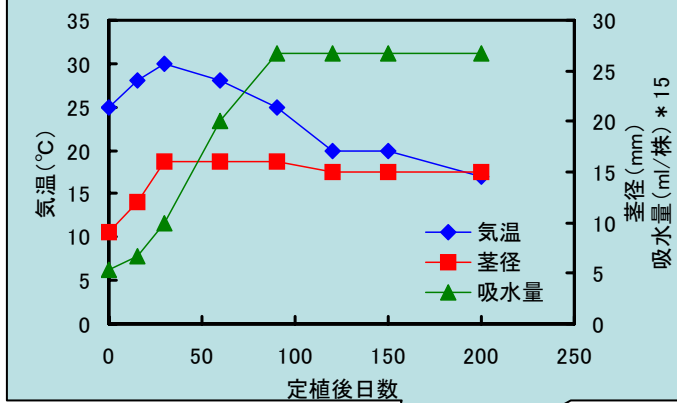


次回わき芽取りの最適日まであと x日です。  
 明日は降水確率 xx%、  
 作業に向きません。



AIシステム

作業
環境データ
草勢データ
側枝摘除



測定部位の決定  
 センサーの開発

作業の実施や資材の投入  
 による作物の変化の解析

## 農業技術に係るスキルスタンダードの構築

作業		資材	
用土詰め		用土	
播種		セルトレイ	
覆土		種子	
灌水		ラベル	
発芽		ピンセット	

用土	
保水性	
撥水性	
肥料成分	
肥効性	

灌水頻度
成長調節
.....
.....
.....

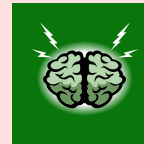
## AIシステムとは、

- 『日々の情報を記録するデータベース』と  
① 過去のある状態(日時、作物、ほ場、気候)の時に  
② ある行為(農作業)をした結果、  
③ どういう状態に変化したかを蓄積
- 『確立した技術に関する文字情報』と  
熟練農家の技や農作業に関する過去の文献など
- 『AIエンジン』で構成  
データを解析して一定の判断を行う学習型アルゴリズム

## AIシステム



農業者は、目指す経営の方向をAIシステムに登録



AIシステムは、農業者から送られてくるデータに基づき、データベースと当該農業者の現在の状態を比較、解析し、最適なアドバイス(将棋の「次の一手」のようなもの)を提供



センサーを介して、日々の情報を送信 ② 「AIエンジン」が過去のデータベースを参照・解析し、行うべき作業を送信 ③

自動モニタリング

端末

「〇〇〇」することをお勧めします。

送られて来た情報に基づき農作業を実施

作業内容を入力 ①

センサー

①～④のプロセスが、多数繰り返されデータベースが充実、自律的に精度が高まっていく仕組み

### (基盤技術の開発段階(準備段階))

- 基盤技術の開発(測定するデータの種類、精度、測定間隔等の決定、端末とシステムをつなぐプロトコルの決定、センサーの開発等)
- 熟練農業者及びそれ以外の農業者が行っている農作業を記録し、データベースに必要な情報を収集
- AIシステムが生み出す知的財産に係る諸問題の整理 等

### (実証段階(データベースの構築))

- 多くの農業者のほ場にセンサーを設置し、AIシステムを充実
- AIシステムによるアドバイスの試験的实施
- 対象作目の充実 等

### (実用化段階)

- 端末とセンサーの普及
- AI農業の横展開

「AI農業」の実現に必要な課題

