

ICT 農業、スマート農業の現状と課題（1）

渡 辺 克 司

1 はじめに—問題意識と課題—

『農業新聞』の新年早々（2017年1月9日付）の社説は、「農業革新」と題し、「情報通信技術（ICT）やロボット技術、人工知能（AI）で生産力の向上や作業の省力化を目指すスマート農業¹が身近になってきた」ことをあげていた。しかも「ロボットトラクターが畑を耕し、ドローン（小型無人飛行機）で作物を監視する。家にいながらスマートフォン一つで農業が完結する時代が来るかもしれない」と。この夢のある農業・スマート農業は「一部の大規模農家の享受する技術ではなく、高齢者や中小規模の経営でも利用できることが求められ・・・携帯電話のように多くの人が使えることが大事（で・・・引用者）、・・・誰もが『あってよかったね』と言える技術の実用化こそが求められる」と結んでいる。ただこのスマート農業それ自体がもつ「光と影」のうち、「ロボット農機は、性能から価格は高額になりやすく」、「ICTやAIなども言葉が難しく身構えてしまう」など「影」の部分もあることについては言及しているが、新年のせいあって、『世界最先端 IT 国家創造宣言』²（2013-16）や『日本再興戦略 2013』における「世界最高水準の IT 社会の実現」、『日本再興戦略 2016』の副題となっている「第4次産業革命」、IoT、ビッグデータ、AI、ロボットなど目新しい言葉の力もあって、意図はなかったかもしれないが、スマート農業をユートピア的なものに持ち上げているようにも感じられた。

「農業革新」と題する一記事にこうした印象をもつのは、米国新大統領がTPP離脱を宣言にしているにもかかわらず、国会批准に邁進し可決し、今後の農業情勢の先行き不安をさらに助長する恐れがあるなかで、スマート農業・未来農業が放つ目映いヒカリとの間に著しい対称性があるからにはほかならない。

また、このような印象と同じ感覚を昨年、数年ぶりに出席する機会を得た「農業ワールド 2016」（2016年10月12～14日、会場：幕張メッセ、次世代農業 EXPO、農業資材 EXPO、6次産業化 EXPO の3展で開催）でも受けたことを思い出した。会場には約730社が出展し、数多くの出席者（ちなみに2015年の同 EXPO では2万2,520人の来場者があったという）で埋め尽くされた各ブース、盛況な「特別講演」「専門セミナー」を見るにおよんで、疲弊した農業・農村の情景とは異次元なものを感じた。農業・農村の差し迫った危機、耕作放棄地や「荒地」³の増大、「限界集落」化などなんて、どこ吹く風というよう

1（池上甲一 2015）によれば、スマート農業とは「ICT（情報通信技術）とロボット、高度なデータ解析にもとづく高生産性・高品質農業」のことであるが、（農業情報学会・永木正和 2014）では「スマート情報技術によって自律的に知的に制御される農業」としている。

2 IT：Information Technology 情報技術

3 正式には「荒廃農地」（「現に耕作に供されておらず、耕作の放棄により荒廃し、通常の農作業では作物の栽培が客観的に不可能となっている次のいずれかに該当する農地をいう。①笹、葛等の根の広がる植物が繁茂しており、地表部の草刈りのみでは作物の栽培が不可能な状態の農地、②木本性植物（高木、灌木、低木等）を除去し作物の栽培が不可能な状態の農地、③竹、イタドリ等の多年生植物が著しく生長し繁茂する等により、作物の栽培が不可能な状態の農地、④樹体が枯死した上、つるが絡まる等により、

な感じであった。太陽光発電や植物工場の赤字問題、倒産などで訴訟事件も散見されるようになっていて、多くの太陽光発電メーカーや植物工場の出展ブースは多くの人で賑わっているのである。そうして状況に多少、胡散臭さも感じながらも、まだまだ農業には経済成長戦略の可能性、種・SEEDがあり果実・ビジネスチャンスが残されているのか、儲けのチャンスがあるのだと思わざるをえなかった。

以上のような素朴な疑問をきっかけとしながら本稿では農業分野におけるIT利活用の政策的な位置付けとスマート農業の可能性について、『情報通信白書』や『日本再興戦略』などの検討を通じて明らかにする。政策的にスマート農業を農業改革のなかにどのように位置付け、スマート農業の未来をどのように描いているのか、「農民的技術論」(朝岡幸彦 1996)、「社会的農業生産力論」(久野秀二 2002)、および「だれによる、だれのための技術開発なのか」(池上甲一 2015)という点に留意しながら、スマート農業の限界・課題などについても併せて明らかにする。

以下、2ではまず、農業生産力構造の組立・特徴を確認し、農業分野のどの場面からITC化・スマート農業が普及しているのか、について整理をする。3では、第2次安倍政権下における『日本再興戦略』などの検討を通じて、政策的に農業のICT化をどのように普及しようとしているのか、AI (Agri Infomatics: 農業情報科学) 農業も含め明らかにする。4ではAI農業からスマート農業の具体的な将来像を確認する。5ではTPP合意への政策的な動きが強まる時期も関係し、スマート農業の普及が農業の成長産業化のなかで相対的に弱まること、6ではIoT・ビッグデータ・AI (人工知能) というスマート農業から「超スマート社会」への移行段階であることを明らかにする(以上、本号)。7ではそうした現段階を第4次産業革命とする点、ディープラーニングについて簡単に紹介し、スマート農業の将来性についてみる。8ではスマート農業の限界・課題などについて整理する(次号予定)。

2 農業技術・農業生産力構造の特徴

周知のように現代のいわゆる近代的農業は「機械化」「施設化」と「化学化」を基軸とする農業技術の発展をベースにさらにバイオテクノロジーの実用化とICT(情報通信技術)の発達を契機として「システム化」とも呼べるような新たな段階に入っている。しかもこうした農業をとりまく主体は一国レベルの独占企業から世界的な多国籍企業へとシフトし、それが農業技術高度化の推進主体となっている。「資本による農業の包摂」とその包摂の度合いが問題となっている。

こうした基本的な点を確認したうえで、**図1**から農業技術・農業生産力構造の特徴を見ておきたい。まず労働過程は、①人間の合目的な活動すなわち人間労働そのもの、②労働対象(自然に存在する労働対象と人間が加工した原料)、③人間の手の延長として彼の労働

作物の栽培が不可能な状態にある園地、⑤①から④までに掲げるもののほか、現場における聞き取り等から明らかに荒廃農地と判断される農地)のこと。2014年で27万6千haあり、そのうち再利可能なものが13万2千ha(47.8%)、再生利困難なものが14万4千ha(52.2%)となっている。これまでの耕作放棄地は「主観ベース」とされ、その面積は2015年で42万3千haとなっている。

働対象への働きかけを媒介する労働手段、の3つから成り立っている。そして、**図1**のように農業の場合はとくに土地生産としての農業生産力の特殊性、すなわち労働力と労働手段〔道具（農具：鋤、鎌、犁等）、（役畜）機械〕、労働対象（種苗・家畜の生物）のほかに、「土地」の4要素が重要な役割をもっている点にある。すなわち「土地」は、労働対象であると同時に「容器的労働手段」（生産の脈管系として労働対象をいれておく器の役割）であり、稲作の場合は土地改良や土壌改善、耕耘、除草、水管理などの労働対象となり、「容器的労働手段」としては播種、田植え、防除、収穫などがこれにあたる。「土を媒介にする産業」「土地生産」としての農業の独自性をそこに見ることができる。

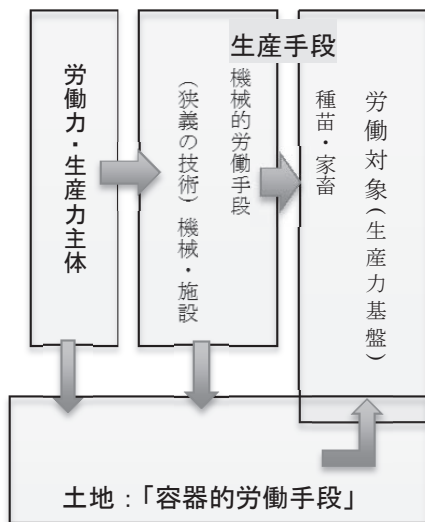


図1 農業技術・農業生産力構造の構成

（註：（七戸長生 1988）図 1-4、（田代洋一 2003）図 1-2 を参照して作図）

そして、後述するように農業の IT 化、スマート農業という場合も①気候・気象条件（気温や温度、土壌温度、葉面温度、露点温度、積算温度、相対湿度、飽差、降水量、降雨量、風向、風速、日射強度、日射量、照度、CO₂ 濃度などの条件）、②立地条件（消費地への距離、交通条件）や土壌条件（土壌水分量、土壌 EC、土壌 pH など）、地形条件（平坦地か傾斜地か、高台か、など）、③動植物生産に関わる諸領域…育種学、細胞学・生物学、作物学、畜産学・繁殖学、肥培管理技術、獣医学、バイオテクノロジー、栽培管理学（植物）、人口受精や飼料・給餌方法、肥育技術、畜産管理などの畜産学等、④農法・循環型農法論なども密接に係わることになる。

たとえば後掲するスマート農業の「農業機械へのロボット技術の導入」（労働手段）、「圃場・作物の能力を最大限に発揮」（労働対象）、「きつい作業、危険な作業から開放」（労働過程）、「誰もが取り組みやすい農業を実現」し、さらに「消費者・実需者に安心と信頼を提供」とする場合は、農業・食料の生産から加工、流通、消費のフードシステムとも理解される諸過程に係わることになる。

3 『日本再興戦略』とAI (Agri Infomatics: 農業情報科学) 農業

高市大臣は『2016年版情報通信白書』を公表するにあたり、「本〔2015・・・引用者〕年6月2日、経済の好循環を持続的な成長路線に結びつけ、『戦後最大の名目GDP600兆円』の実現を目指すために、『日本再興戦略2016』を閣議決定」し、特に「IoT (Internet of Things)、ビッグデータ、AI (人工知能) などの技術的ブレークスルーを活用する『第4次産業革命』・・・は、社会的課題を解決し、消費者の潜在的ニーズを呼び起こす、新たなビジネスを創出する」とした。そのため総務省は「この『第4次産業革命』に向け、新たな投資や雇用を促すIoT時代に対応したICT施策や次世代人工知能などの研究開発に取り組むことになる。

スマート農業もこうした文脈に基本的には位置付くものと考えられる。そのためここでは第2次安倍政権下での『日本再興戦略』(2013～)、およびそれに関連した政府文書の整理から農業分野におけるICTの活用状況をフォローすることで、スマート農業の位置とその位相を確認する。

まず(池上甲一2015)によれば、スマート農業という言葉は、2011年に登場・紹介されたとされている。このスマート農業の登場に先立ち、精密農業の方が20年以上前の1988年3月27日付「日本経済新聞」朝刊に、そして、IT農業は2000年7月1日付「日本経済新聞」夕刊で初めて登場したことが紹介されている。本稿でそうした時期までフォローする余力も能力もないため、AI農業初出の2009年8月「AI農業の展開についてー農業分野における情報科学技術の活用等に係る研究会報告」が出された時期を考察のスタートラインとしたい。

なお、人工知能を意味するAI (Artificial Intelligence) ではなく、AI (Agri Infomatics: 農業情報科学) が農業分野で優先されていく点には注意がしよう。人工知能そのものについては、次号の7で第4次産業革命について整理するときに言及することにする。

民主党政権下の2012年5月に「AI農業の取組について」(食料産業局新事業創出課長遠藤順也 農林水産省)とのタイトルで、「我が国の農業をめぐる状況」を示したうえで、「農業のIT化によるメリット」⁴と、「Ⅳ. 農業現場での従来のITの活用事例」を指摘したうえで、「農業のIT化の集大成～AI農業～」という位置付けが与えられる。「AI (アグリインフォマティクス) システムによる『匠の技』の継承」(センサーによる作物の状態・栽培環境のモニタリングとデータマイニング技術を組み合わせることにより、篤農家の「経験」や「勘」に基づく「暗黙知」を「形式知」化する「AIシステム」を開発中。農業者の技術向上や新

4 ①効率化、省力化、低コスト化：農家の高齢化や後継者難に対応するとともに、収益の向上を図ることができる。②データ共通化：熟練農家の暗黙知を形式知にすることで、イノベーションの前提となる。③客観化による知財化：熟練農家の暗黙知などを客観化することで知的財産として保護できる。守りの知財、攻めの知財。④職業技術、肥培管理技術等の汎用性の確保：技術として汎用性を確保することで、新規就農を促進し、今後の高付加価値農業の展開に貢献できる。⑤データ処理の即時性・同時性の確保：POSシステムの導入等により、消費者ニーズの把握ができる。⑥トレーサビリティの確保：顔の見える販売が行えるようになり、信頼性の向上に貢献、高付加価値化を図ることができる。⑦最先端技術との組合せによる成分分析での選別：非破壊センサーによる成分分析による選別を行うことで、高付加価値化を図ることができる、をあげている。

規参入者への技術支援に活用)に重点を置いていることがわかる。

そして、2012年暮れの総選挙で、自民党政権復帰後に設置されることになった日本経済再生本部の下に、「産業競争力会議」(2013年1月23日)⁵、「規制改革会議」(2013年1月24日)、「攻めの農林水産業推進本部」(1月29日)、「ビッグデータがもたらす農業の付加価値化・生産性向上」(4月14日)、「農林水産業・地域の活力創造本部」(5月21日)などが設置され、それにあわせて各種文書が公表されていくことになる。

そして、『日本再興戦略—JAPAN is BACK—』(2013年6月4日)において「世界最高水準のIT社会の実現」という章を設け、そこでは「①ITが『あたりまえ』の時代にふさわしい規制・制度改革、②公共データの民間開放と革新的電子行政サービスの構築、③ITを活用した安全・便利な生活環境実現、④世界最高レベルの通信インフラの整備、⑤サイバーセキュリティ対策の推進、⑥産業競争力の源泉となるハイレベルなIT人材の育成・確保」が打ち出すことになる⁶。

ただし、この年の『2013年版情報通信白書』(特集テーマ:「スマートICT」の戦略的活用でいかに日本に元気と成長をもたらすか)においては、農業分野は「従来はICTの活用があまり進んでいない業種・分野であったが、近年、食の安心・安全などの点からICTの活用が求められている領域である」と指摘し、同時に「国際競争力の強化に向けた取組として農業の『6次産業化』とICTの活用など、今後、ICTの活用が政策的に重要と考えられている業種・分野である」(p167)と位置付けられる。さらに「農業においては、ビッグデータ以前にICTそのものの利用が進んでいないことが課題」で、「業務としては育種研究・開発、種苗生産と生産、流通の3つに大きく別れ」、「流通・販売情報を見て、生産に活用する事例や育種研究、種苗生産でビッグデータを活用する事例は萌芽的に出ているものの、農業自体のICT活用が進んでいないため、大規模に取り入れられている例は少ない」とされた。

ただし、「現在、生産過程においてビッグデータが使われている例が比較的多く見られる。すなわち作業記録、気象、土壌などの環境データおよび作物の生育状況や成分を収集し、相互に分析することで、適正な作業量、肥料量、農薬量を算出する。この情報により、植物工場を制御したり、作業員への指示を最適化したりして、収量の増加、品質の向上及び安定化、さらにはコストの最適化を図っている」(p169)。その効果としても「栽培データ、土壌データ、作物の品質データを蓄積して、最適な生育のための条件を算出している。

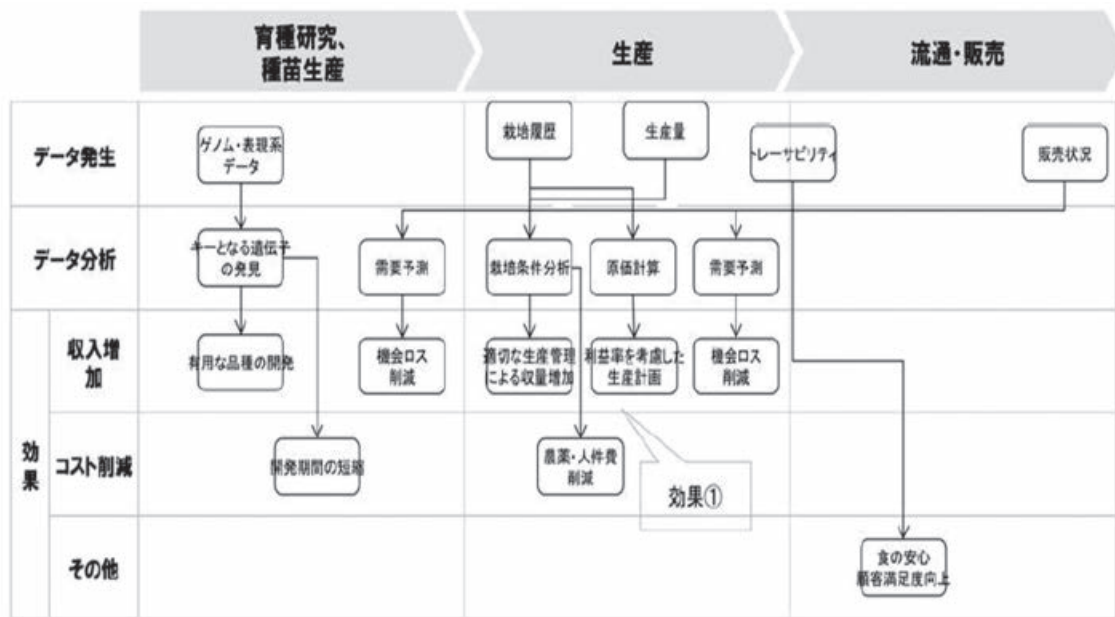
5 「日本経済再生本部の下、我が国産業の競争力強化や国際展開に向けた成長戦略の具現化と推進について調査審議するため」開催されるとされた(下線は引用者)。

6 ただし、農業については「⑤農林水産業を成長産業にする」とし、その成果目標は「今後10年間で、全農地面積の8割が、『担い手』によって利用され、・・・担い手のコメの生産コストを現状全国平均比4割削減し、法人経営体数を5万法人とする」「2020年に6次産業の市場規模を10兆円(現状1兆円)とする」「2020年に農林水産物・食品の輸出額を1兆円(現状約4,500億円)とする」「今後10年間で6次産業化を進める中で、農業・農村全体の所得を倍増させる戦略を策定する」といった内容である。他に「農地中間管理機構を整備・活用して、農地集約を加速化した上で、リース方式により企業を含めた多様な担い手の農業参入を促進する」、「担い手への農地集積・集約や、企業参入の拡大・・・、農業・農村全体の所得の倍増を達成するためには農業生産性を飛躍的に拡大する必要がある。そのためには、企業参入の加速化等による企業経営ノウハウの徹底した活用、農商工連携等による6次産業化、輸出拡大を通じた付加価値の向上、若者も参入しやすいよう・・・大胆な構造改革に踏み込んでいく」(下線は引用者)。

植物工場では、温度や照明、肥料等の制御をそのデータを用いて行うことで、収量の増加とコストの削減を同時に実現し、露地物と同等の生産コストを実現できている。また、工芸作物生産においても、同様のデータに基づく作業計画を立案することで、品質の安定化に寄与したほか、投入農薬量、投入労働量を大幅に削減することができている」としている。つまり、この段階においてようやく農業分野における ICT 化がスタートすることになったいえよう。

また、留意事項である「二 戦略的市場創造プラン」で農業分野に限ってみると、「テーマ4：世界を惹きつける地域資源で稼ぐ地域社会の実現」としているが、「農林水産業の成長産業化」「農業の構造改革」「農商工連携等による6次産業化」「経営所得安定対策（旧：戸別所得補償制度）」の見直し、「農地のフル活用、生産コストの削減」「企業の農業参入」「農地中間管理機構」「日本の農林水産物・食品の輸出促進」（1兆円）、「新たな育種技術や高機能・高付加価値農林水産物の開発、IT・ロボット技術等の科学技術イノベーションを活用した生産・流通システムの高度化等を通じ、こうした市場・産業の拡大・発展を図る」などとしている。以上に見るように今日においても継承されている政策が出揃っていることがわかる。

なお、以上を図示すると以下ようになる（『2013年版情報通信白書』、p169）。



そして、稲作及び植物工場においてビッグデータの活用による潜在的な経済効果を算出し、「稲作において、リモートセンシングによる品質管理の向上及びブランド販売戦略の相乗効果により、60kg 当たりの米の価格が 2.9 万円向上した事例を基に潜在的な効果を算出・・・植物工場では生産コストが 12.5%低下し、露地栽培との差が解消される。施設野菜の生産コストは販売額の約 60%であるため、生産コスト 12.5%の低下により、利益率は 7.5%上昇する計算になる」（p172）。その他に「茶栽培において、圃場毎の土壌、茶葉の成分分析結果のデータベース化を図るとともに、生産履歴管理システムを導入することで、

低コストで高品質の茶葉生産を実現している事例」（p172）があり、「これにより生産規模の拡大が図られ、日本最大級の規模を実現したほか、定量的な効果としては、10a 当たりの直接労働投入時間を 66%、時間に換算して 46 時間分の削減に成功した」（p172）という。

以上のような評価については、初発の段階の事例でもあり一般化できるかどうかという検証は残されているし、ここでは検証する術はない。総じて農業の IT 化等について「新たな育種技術や高機能・高付加価値農林水産物の開発、IT・ロボット技術等の科学技術イノベーションを活用した生産・流通システムの高度化等を通じ、こうした市場・産業の拡大・発展を図る」という指摘に見られるように、繰り返しになるがこの時点では AI 農業は極めて限定的であったといえる。

なお、その後、成長戦略の柱として、情報通信技術（ICT）を経済成長のエンジンと位置付けた IT 戦略である「世界最先端 IT 国家創造宣言」（2013 年 6 月 14 日）が出される。そこでは「農業資材・機械等の周辺産業において、『AI 農業』等で得られたデータ・ノウハウを用いて、複合的なサービスの展開を図り、2018 年までに業界の主要収益源の一つに成長させる。2020 年度には農林水産物輸出目標 1 兆円に貢献」（「政府の新たな IT 戦略『世界最先端 IT 国家創造宣言』」について、2013 年 8 月 7 日内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室内閣参事官 濱島秀夫、下線は引用者）するということが打ち出されることになる。

4 AI 農業からスマート農業へ

2013 年 11 月 26 日、それまでの AI 農業を包含するような「スマート農業の実現に向けた研究会」が設置される。その設置趣旨は「我が国農業の現場では、担い手の高齢化が急速に進み、労働力不足が深刻となっており、農作業における省力・軽労化を更に進めるとともに、新規就農者への栽培技術力の継承等が重要な課題となっている。他方、異業種ではロボット技術や人工衛星を活用したリモートセンシング技術、クラウドシステムをはじめとした ICT の活用が進展しており、農業分野への活用が期待される……。このため、ロボット技術や ICT を活用して超省力・高品質生産を実現する新たな農業（スマート農業）を実現するため、スマート農業の将来像と実現に向けたロードマップやこれら技術の農業現場への速やかな導入に必要な方策を検討する」とされた。AI 農業からスマート農業へのバージョン・アップである。

そして、この研究会の成果は『農林水産業・地域の活力創造プラン』（2013 年 12 月 10 日）にも取り込まれていく。『プラン』では「異業種連携による他業種に蓄積された技術・知見の活用、ロボット技術や ICT を活用したスマート農業の推進、新たな品種や技術の開発・普及、知的財産の総合的な活用、生産・流通システムの高度化等により、農業にイノベーションを起こす」とされていた。

このようにこれまでの AI 農業をスマート農業の内部に包含し、同時にスマート農業をバージョンアップしたというよりは、「②次世代施設園芸等の生産・流通システムの高度化の推進」という項目の中に見られるように、

「・ロボット技術や ICT を活用して、超省力・高品質生産を実現する新たな農業（スマー

ト農業)を実現するため、スマート農業の将来像や実現に向けたロードマップ、ロボット技術の安全性確保策等を研究会を設置して検討するとともに、高度な栽培技術を形式知化し、生産管理や営農指導等ができるシステムの開発を推進、

- ・産学の英知を結集した革新的な技術体系の実証研究を推進、
- ・クラウドを活用して食品や購買行動にかかる有益な情報を伝達する汎用性の高いシステムを構築することにより、これらの情報を利活用した生産者・食品事業者の新たな事業機会を創出、
- ・大規模に集約された施設園芸クラスターの形成を目指し、エネルギー供給から生産、調製・出荷までを一気通貫して行う次世代施設園芸拠点を整備」という指摘にとどまっている(下線は引用者、「を」「を」はママ)。

そして、2014年3月『スマート農業の将来像(中間取りまとめ)』では、「ロボット技術やICT等の様々な分野の方々の協力を得て、我が国農業が直面する課題を解決し、新たな農業(スマート農業)を拓いていくには、スマート農業の将来像をわかりやすく提示し、関係者で方向性を共有して取組を進めることが重要である」として、「ロボット技術やICTの導入によりもたらされる新たな農業の姿を以下の5つの方向性に整理」する。

それは、後掲する写真のように、

① 超省力・大規模生産を実現

トラクター等の農業機械の自動走行の実現により、規模限界を打破

② 作物の能力を最大限に発揮

センシング技術や過去のデータを活用したきめ細やかな栽培(精密農業)により、従来にない多収・高品質生産を実現

③ きつい作業、危険な作業から解放

収穫物の積み下ろし等重労働をアシストスーツにより軽労化、負担の大きな畦畔等の除草作業を自動化

④ 誰もが取り組みやすい農業を実現

農機の運転アシスト装置、栽培ノウハウのデータ化等により、経験の少ない労働力でも対処可能な環境を実現

⑤ 消費者・実需者に安心と信頼を提供

生産情報のクラウドシステムによる提供等により、産地と消費者・実需者を直結となっている。



スマート農業 1 超省力・大規模生産を実現

農業機械へのロボット技術の導入

高精度GPSによる自動走行システム等の導入により、農業機械の夜間走行、複数走行、自動走行などを実現



GPSガイダンスにより、作業ピーク時の夜間作業等が可能に



運転アシストシステムにより、苗継ぎ等で中断することなく移植作業が1人で可能に



有人-無人協調システムの複数走行により、限られた作期に作業できる規模を拡大

土地利用型農業の規模限界を打破

スマート農業
2

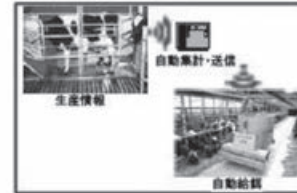
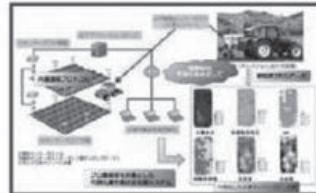
作物の能力を最大限に発揮

データに基づくきめ細やかな栽培

センシング技術や過去のデータを基に詳細に分析して、適切な対応を可能とする「精密農業」を導入することで、圃場・作物のポテンシャルを最大限に発揮



土壌成分や収量・品質の圃場内でのバラツキを正確に把握し、それぞれの状況に即して適切に対応



個体の生育状況などに応じた給餌システムにより、家畜の生産性の向上や事故率低下を実現



従来水準を超えた多収、高品質、効率生産を実現

スマート農業
3

きつい作業、危険な作業から解放

農作業の軽労化や自動化技術の導入

重労働をアシストスーツにより軽労化するほか、除草・水管理などの負担の大きな作業を自動化



担い手をきつい作業、危険な作業から解放し、負担を軽減

スマート農業
4

誰もが取り組みやすい農業を実現

農業機械のアシスト装置の導入やプロ農家の技のデータ化

「匠の技」のデータ化・形式知化や農業機械のアシスト装置等の導入により、経験の浅い者や作業に不慣れな女性などでも高度な技術の利用が可能に



GPSオートパイロット補助装置により経験の浅いオペレーターでも高精度の作業が可能に



篤農家の経験や勘をデータ化し、後継者育成に活用



作物の生育状況、非破壊分析結果や気象、病害虫等の情報に基づいて、リアルタイムに対処法を提供



若者や女性などが農業に続々とトライ

スマート農業
5

消費者・実需者に安心と信頼を提供

実需者や消費者に有益な情報を伝達するシステムの導入

食品情報のクラウドシステム等の導入により、生産の詳しい情報を実需者や消費者にダイレクトに提供



消費者・実需者の安心と信頼により、新たな商品価値や販売機会が誕生

スマート農業がもたらす新たな日本農業の展開



「スマート農業の実現に向けたロードマップ」については省略)

5 スマート農業の普及と農業の成長産業化へ

『2014年版情報通信白書』の特集は「ICT がもたらす世界規模でのパラダイムシフト」と題されているが、農業分野については「ビッグデータの利活用推進（パーソナルデータの流通・促進等）、

- 農業・周辺産業の高度化・知識産業化、
- 起業家精神の創発とオープンイノベーションの推進等、
- 地域（離島を含む。）の活性化」(p31)

であり、取り立てて目立つ項目はない。またICT成長戦略Ⅱとして、「ICTを活用して様々なモノ、サービスを繋げることにより、新たなイノベーションを創出」することをビジョンとするものの、農業分野は「スマート・アグリ」とするだけである (p33)。

ただし、『2013年版白書』時から比べると、農業におけるICTの利活用が飛躍的に進み、2014年調査では、「生産効率や品質の向上にとどまらない活用事例を見つけることができた」として、さらに「生産効率や品質の向上については、農作物の生産記録や家畜の個体管理情報を収集し、品質と作業履歴、出荷価格等との関係性を分析することで、作業の最適化や品質、収量の向上につなげている事例が多く見られた」と指摘している。また「作業履歴や個体管理情報をもとに生産量予測を立て、販売状況と突き合わせることで出荷の最適化を図り、ロスの削減につなげている事例」もあり、「生産計画の精度が向上することにより中期的な生産計画を立てやすくなり、当該計画実行に必要な投資の可視化を

実現している事例も見受けられた」と評価している。

以下の表は発現効果とその内容である。

効果類型	内容
効果① 生産効率の向上、品質の向上	<ul style="list-style-type: none"> ある植物工場では、栽培データを蓄積し、作物の最適な生育条件を保つよう向上を制御することで、投入する肥料や農薬の量を最適化してコストを削減し、作物の歩留まりを向上させた結果、露地物とほぼ同等の生産コストを達成した。（再掲） ある工芸作物生産者では、栽培データ、土壌データ、作物の品質データを蓄積、分析することで、品質を一定に保つ肥料、農薬、作業量を導出した。これに基づく栽培を行った結果、投入農薬量並びに労働量を50%以上削減するとともに、品質の安定化を実現した。（再掲） ある畜産農家では、家畜一頭ごとの管理記録と作業履歴を管理し、生育状況等や品質との関係を分析することで、作業の最適化と生産計画の精度の向上を実現した。また、疾病の早期発見を行うことができ、伝染病の蔓延を防ぐことができた。 ある果樹生産農業生産法人では、契約農家からの集荷に当たり品質検査を行い、品質ごとに出荷価格を定めている。契約農家は品質と価格の関係が可視化され、品質向上の意欲が向上し、結果として品質の向上が実現した。 ある果樹農家では、管理する5,000本の果樹の個体管理を行い、作業記録や気象条件、土壌条件と果実の品質との関係を分析した。そのことによって、高品質の果実の出現率を25%から倍増することができた。作業記録や気象条件、土壌条件と品質の関係分析に当たっては、地域の農業試験場の研究成果を活用した。 ある蔬菜露地栽培農家では、作物の収穫適時の判断材料が気温であることに着目し、気温の推移に基づき、収穫時期を予測し、栽培計画を策定している。実績との差分を分析して、適時作業を実施することにより、収穫量を前年比で30%向上させた。 ある水稲生産農業生産法人では、作業の工程別分析を行って、作業プロセスの課題を発見し、改善することによって、総作業時間を16%削減することができた。 オランダのハウスマト栽培では、95%でデータに基づくハウス内環境の最適化が行われており、最適化されていない日本に比べて単位面積あたりの収量が2.5～3倍異なっている。一方、日本でのハウス内環境の最適化は2%で実施されている。 あるJAでは、蔬菜の栽培ハウスの遠隔監視を行い、ハウス内環境に異常が発生すると農家にメールなどでアラートが発信される。このシステムにより、ハウス内環境の監視労力を削減することができた。
効果② 計画的出荷の実現	<ul style="list-style-type: none"> 前掲の畜産農家では、個体管理されている家畜の生育状況や生産物の生産量予測に基づき、家畜や生産物の出荷計画の精度を向上させることができた。
効果③ 中期的投資の見える化	<ul style="list-style-type: none"> 前掲の畜産農家では、個体管理されている家畜の生育状況を元に、今後必要となる畜舎量などを予測し、中期的な投資の可視化を実現している。

(p118、元資料は「データの高度な利活用による業務・サービス革新が我が国経済および社会に与える波及効果に係る調査研究」2014年)

その他に2014年6月3日に政府は、「農業の産業競争力強化を達成するため、農業情報を利活用しようとする農業者の権利に留意しつつ、農業分野全体における広範な情報創成・流通を促進させるための農業情報の相互運用性等の確保に資する標準化や情報の取扱いに関して、政府横断的な戦略」として、IT総合戦略本部で「農業情報創成・流通促進戦略」を決定している。

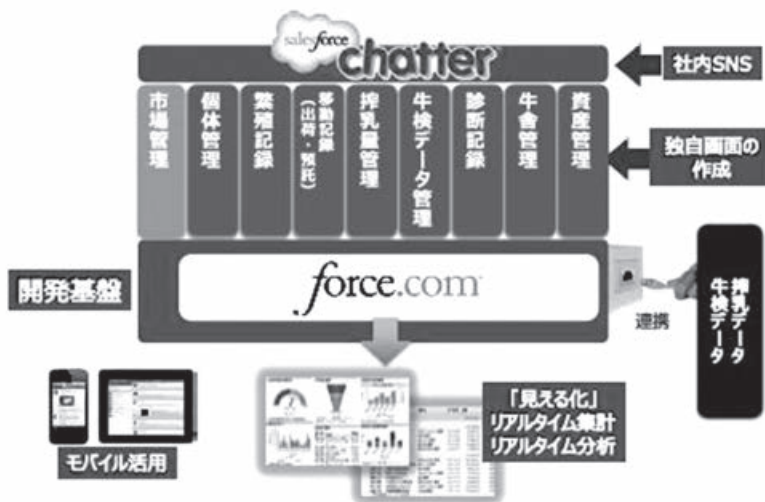
総務省においても、「農業情報創成・流通促進戦略」と連携する形で、ICTによる農業情報の利活用を推進するため「①インテリジェント農作物生産システムの実証、②ICTを活用した農業生産指導システムの実証、③ICTを活用した青果物情報流通プラットフォームの実証、に向けて取り組んでいる」という (p277)。

なお、『日本再興戦略改訂2014 - 未来への挑戦 -』（2014年6月24日）では、「日本の『稼ぐ力』を取り戻す」としているが、農業関連分野については「3. 新たな成長エンジンと地域の支え手となる産業の育成」として、「(1) 攻めの農林水産業の展開」を掲げ、「農業が競争力と魅力ある産業に生まれ変わることで、地域経済の自律的な発展を牽引する役割を果たさなければならない。そのためには、意欲と経営マインドを持った農業の担い手が企業の知見も活用して活躍できる環境を整備することが重要である。そうした環境と農地集積バンクがあいまって、日本の農地が最大限有効に活用され、若者の地方回帰の契機となり、力強い農業の展開につながるということが重要である」という程度にとどまっている。

また2013年11月に「米の生産調整の見直しを含む農政改革の方向」が決定されているが、

「これを農業の担い手が将来への希望と安心感を持てる農政への大きな政策転換の第一歩として、攻めの農林水産業の展開に向けた構造改革を多面的に実行する」としているが、今日では現場に混乱をもたらすような施策とも批判されている。ほかに「改訂戦略においては、①農業委員会制度・農業生産法人・農業協同組合の在り方を一体的に見直すことで、生産現場である地域において、自主性の発揮とスピード感のある農業経営を可能とすること、②流通とマーケティング、6次産業化を含めた国内のバリューチェーンを再構築すること、③バリューチェーンを国際市場ともしっかりと連結するとともに新たな国内市場を開拓することに総合的に取り組むこととする。これにより、高い付加価値と強固なブランド力を伴いつつ、地域経済の牽引役たりうる攻めの農林水産業を展開する」としているが、すでに今日、農業委員会制度と農業協同組合法は改正され、当初の戦略どおりに進んでいる。これまでの農業分野におけるIT利活用やスマート農業からはやや位相をもって農業改革が舵を切ったことが読み取れる。とはいえ、政府側のKPIに照らしてみれば、「再興戦略改訂版」どおりに改革を行ったということであろうか。

また、『2013年版情報通信白書』では、事例として大分県日田市に所在する乳牛・肉牛合計約5,000頭を飼養する本川牧場をとりあげている。この牧場では、「無線タグ(RFID)による個体識別や、牛に取り付けたセンサーから動態データを取得するなどICTの活用に積極的で・・・、管理頭数の増加に伴い、平成20年よりSalesforce.com社のクラウドサービスを利用して一元管理を開始」し、さらに「牛の個体情報や牛に対する作業の情報など200～300項目にわたるデータを収集することで、牛の成育状況の『見える化』を図るとともに、これらのデータを分析することで健康に問題のある牛の検出や今後の牛の状態の予測、子牛の出生予定頭数の予測などを行い、牛乳生産量の予測と最適化、肉牛の出荷時期の予測と出荷最適化に結びつけている」ことが紹介されている(p102)。図示すると以下のようなになる。



(元資料は「データの高度な利活用による業務・サービス革新が我が国経済および社会に与える波及効果に係る調査研究」(2014年))

以上のような各種のデータの活用の結果、本川牧場では牛乳生産量が1日あたり2トンへ増加したほか、1日あたりの売上が約16万円増加する。また、計画生産量と出荷量とのズレを無くすことで廃棄ロスやペナルティの支払いを削減することができたほか、頭数増加に伴う牛舎の増加なども予測でき、中期的な投資計画の基礎となるデータも入手でき、「個体の状態をクラウドで管理」することになったと指摘されている。

6 IoT・ビッグデータ・AI

『2015年版情報通信白書』の特集テーマは「ICTの過去・現在・未来」として、通信自由化30年をひとつの区切りとして示し、これまでのICTの推移について総括した内容となっている。

農業分野における事例紹介では「農業生産技術の見える化による収量・品質の安定化」させた宮崎県の有限会社新福青果が紹介されている。新福青果（新福秀秋、後藤一寿2009）は「ごぼう、さつまいも、にんじん等の根菜類、キャベツやほうれん草等の葉物類」の生産に加え、「ごぼう、にんじん等の加工品を手がけ、レストランや総菜メーカー等に納入している」、しかも「スマートフォンを通じて登録した作業者の作業内容と、農地に設置した固定カメラ及びセンサーによる情報、収穫量等の情報とを組み合わせることで、栽培における経験や勘を見える化し、安定的な生産、品質の向上を実現している。また、記録したデータから農地ごとに収支状況を確認することが可能となり、経営改善等にも役立っている」事例である。現社長は家業の農業を引き継いだときに、休日もなく働いても収入は不安定であるなど旧態依然とした農業経営の実態に愕然とした経験をふまえ「家族経営であるために勤務時間や休日が曖昧になりやすく、また規模が小さいために所得も低く、後継者不足という課題を抱え・・・そこで他の産業と同等の労働環境、所得を実現する必要があると考え、家族農業から企業的農業への転換を図った。企業的農業経営へと転換するために規模の拡大を図り、現在では県内に345か所、120ヘクタールの栽培面積を抱えるまでになっている」。

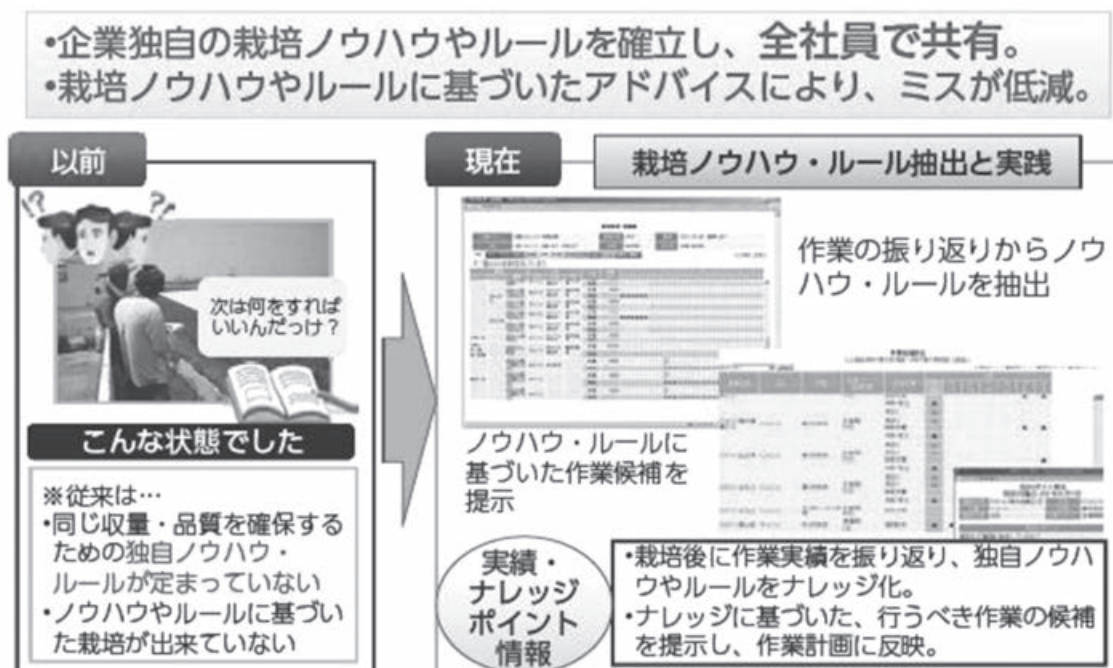
ただし、「大規模化する中で、作業者による作業のバラツキが問題となった。それぞれが経験や勘に基づいて、好きなように種をまき、農薬を散布するなどしていたため、安定した収穫量や品質の確保が難しく、またミスや無駄も発生していた。そこで農地ごとに栽培・作業履歴を蓄積し、過去の成功情報、失敗情報に基づく技術情報を広く社内で共有することによって、ヒューマンエラーをなくし安定的な収量、品質を確保することを実現」する。

「当初は、農作業が終わり事務所に戻ってから作業日報を作成していた。2、3日分をまとめて記載すると・・・正確性に欠ける（ため）、現在はスマートフォンのGPS機能を使うことで、それぞれの作業者がどの農地に、いつ入退場したかが自動で記録される。加えて実施した作業内容や使用した農薬等の情報をスマートフォンからその場で作業者が登録するため、正確な記録ができるようになった。同時にそれぞれの農地にセンサーを設置し、リアルタイムに地中の温度や水分量、日照時間等の環境データを取得してクラウド上に蓄積できるようにしている。アメダスの気象情報から降水量や大気温度等も取得している。

これらの取得した情報や作業記録と収穫量等とを過去にさかのぼって分析することにより、ベテランの農業生産者が持っている栽培における経験や勘を数値化して知識に変えていくことができる。農業生産技術の見える化によって、作業ミスを減らすとともに、収穫量の変動がなくなり安定的な生産ができるようになった。また品質の向上にも繋がっている」。さらに「新福青果ではマーケットインの考え方に基づき、いつ、どれだけの農作物が欲しいという顧客の企業的な経営手法を農業に取り入れ、利潤の獲得を目的とし、労働者を雇用したり機械化を推進したりして、商品として農産物を生産する形態」(p119-120)を採用するようになっている。

また、「連作障害が生じないように配慮しながら計画を作成するには時間がかかっていたが、現在では農地ごとに過去の栽培データや土壌データ等を蓄積していることから、出荷時期から逆算して適切な作付け時期や作付けする農地を短時間で決定できる」という。「農地ごとに作業者の作業時間や投入した農薬・資材の量等を記録していることから、それぞれの農地の生産原価を算出……。収穫量や出荷金額とあわせて『農地ごとの決算書』を作成し、収支状況を確認し、赤字の農地を黒字化するにはどうしたら良いかなど改善策を検討する上でも役立っている。……。農業従事者の高齢化と後継者不足が深刻化しており、農業の収益性を高めることで農業を若者にとって魅力ある就業先にしていくことが求められている。本事例では、ICTを活用して農業生産技術を見える化することで、作業のミスや無駄を削減するとともに、データに基づいた収益性改善策の検討を可能にしている。(さらに)農業生産技術の見える化は、新規就農者の農業生産技術の習得にかかる期間の短縮にも貢献している。……。農業分野でのICTの積極的な活用が、地方における若者の就農促進にもつながり得ることを示している」(下線、()は引用者)という。

図示すると以下のようなになる。



(同上、p119。元資料は、総務省「ICT 地域活性化懇談会第1回公開ワークショップ」2011年3月)

他方、『日本再興戦略改訂 2015－未来への投資・生産性革命－』（2015年6月30日）は、2014年版の3分の1という薄さもあるが、冒頭で「アベノミクス第二ステージ」として、「日本経済は、かつての強さを取り戻しつつある」とし、この2年間「農業、医療、エネルギー、雇用など岩盤規制が残る分野で『戦後以来の大改革』を断行する一方で、法人税改革やコーポレートガバナンス強化、経済連携交渉への本格的な取組」によって、「経済の好循環は着実に回り始めている」としている。岩盤規制にドリルで穴を空け、TPP批准に突き進んで生産性革命を遂行すると宣言している。

この『改訂 2015』では、IT 関連については、「鍵となる施策」として「IoT・ビッグデータ・人工知能による産業構造・就業構造変革」とそのためにも「セキュリティの確保を大前提としつつ、IT の利活用を徹底的に進めていく」としている。従来のスマート農業からの離陸段階といえようか。

農業分野の IT 化については、「農林水産業における『攻めの経営』の確立」を掲げているものの、中味は「農林水産業の経営力の強化」「農地中間管理機構による農地集積・集約化」「農林水産物・食品の輸出促進」（p38）であり、全く代わり映えはしない。

また、同時期の『世界最先端 IT 国家創造宣言』（2015年6月30日改定）では、「多量、多様のデータが、リアルタイムにビッグデータとして収集・蓄積され、人工知能（AI：Artificial Intelligence）としての解析・判断が現実の経済社会活動に組み込まれることにより、きめ細やかに、かつ効率的に活動ができる『超スマート社会』が到来することが見込まれる」（同上、p2-3）としていた。農業については「IT を利活用した日本の農業・周辺産業の高度化・知識産業化と国際展開（Made by Japan 農業の実現）」として、「農業情報の創成・流通を大幅に促進することにより、農業の IT 利活用の分野で我が国が世界最先端を達成し、我が国農業の産業競争力・国際競争力を飛躍的に高め・・・我が国の地方創生にも貢献する」とし（p18-19）、「・・・2020 年度には農林水産物輸出目標 1 兆円を達成することと併せ、雇用や収入の確保等により地方が抱える課題の解決に貢献する」としていた。

そして「①農業の産業競争力向上・・・篤農家の知恵を含む各種情報を高度に利活用する『AI（アグリインフォマティクス）農業』の取組が進められていることを踏まえ、これら成果を活用した農業ビジネスモデルの構築等により農業の知識産業化を図り、海外にも展開する「Made by Japan 農業」を実現する。「農業の現場における計測等で得られる多くのデータを蓄積・解析・理解することで、高い生産技術を持つ篤農家の知恵を情報として流通させ、人材育成や、小規模農家も含む多数の経営体で共有・活用すること等による収益向上など、多面的に利活用する知識集約型生産方式の構築に取り組み、2016 年までにこの構築を達成するとともに、このビジネスモデルを地域の活性化や国外への展開を図ることで、農業の知識産業化に取り組み」、「2015 年度中には、企業の農業参入、農業経営の法人化の推進やこれらに資する農地情報の整備などの環境整備を進めて、農業経営への新規参入、後継者の円滑な確保や大規模化を促進する」

「②関連産業の高度化・・・農業資材・機械などの農業関連の周辺産業において、『AI 農業』

など農業情報の活用のほか、農業機械へのセンサ搭載による圃場や収穫物に係る収集データを活用した圃場ごとのきめ細かな肥料散布や、GPS・準天頂衛星による自動走行システムを活用した農業機械の協調走行による生産性向上などのスマート農業と呼ばれる取組が検討・実現されてきている。これらの技術の安全性や情報セキュリティの確保を図るとともに、個々の情報の利活用に加え、多種多様な農業関連の流通情報・ノウハウの利活用によるソリューション展開（流通する情報・ノウハウを商品とセットで販売するなどの複合的なサービスの展開）を図り、2018年までに業界の主要収益源の一つに成長させる」

「③市場開拓・販売力の強化・・・農場から食卓までの情報流通を加速するため、バリューチェーンの構築に資するための施策に各省連携で取り組む。具体的には、付加価値情報の流通による農産物の評価の向上を図るとともに、生産者の出荷情報の流通を通じた生産者や生産組織の客観的な評価基準の構築とその利活用等を促進することとし、これにより、付加価値の向上との相乗効果による安全・安心なジャパンブランドの確立を図り、2017年度以降、当該IT利用技術により生産された農産物と当該技術の海外展開を成長軌道に乗せるとともに、生産者の出荷情報の利活用による新たなビジネスの創出を実現する」(p19-20、下線は全て引用者)としている。

以上のようなことは2015年11月の「ICT農業の現状とこれから(AI農業を中心に)」(食料産業局知的財産課)にまとめられていくが、基本的には4で見たスマート農業の状況に加筆した程度という状況である。(以下、次号に続く)

参考文献

- 久野秀二 (2002). アグリビジネスと遺伝子組換え作物: 政治経済学アプローチ.
- 七戸長生 (1988). 日本農業の経営問題, 北海道大学図書刊行会.
- 新福秀秋、後藤一寿 (2009). “大規模野菜作経営の情報化とナレッジマネジメント.” 農業経営研究 46 (4): 35-42.
- 池上甲一 (2015). “スマート農業の生み出す世界: その得失をどう評価するか (特集「スマート農業」の可能性)-- (「スマート農業」の光と影).” 農業と経済 81 (3): 5-18.
- 朝岡幸彦 (1996). “農民教育と「生涯学習」: 『地域農業と農民教育』の発展的継承のために.” 北海道大学教育學部紀要 = THE ANNUAL REPORTS ON EDUCATIONAL SCIENCE 71: 115-127.
- 田代洋一 (2003). 農業・食料問題入門, 大月書店.