

情報化による フードチェーン農業の構築

報告書

2018年5月

はじめに

農業でも ICT や AI が話題になっている。農業用のセンサーやクラウドが開発され、農業機械の自動走行が模索され、これまでの農業を根底から変えるかもしれないと期待されている。

背景にはインダストリー4.0と言われるような世界的な技術革新の流れがある。わが国では、Society5.0 といった国家プロジェクトに農業の ICT 化が位置づけられている。

本研究では、人口や農家数が減少する中で、農業の ICT 化が農業の成長にどのように寄与するかを大きな課題とした。ブームに終わることなく社会トレンドになりうるのかを見極めるため、ICT 企業や農家の利用状況などを見（青山、窪田）、ICT の専門家などのお話（コラム）を伺いながら少し冷静な目で検討しようと考えた。これらは逐一本報告書に掲載したが、こうしたアプローチによっていくつか分かったことがある。

その一つは、大企業は、農業に関心はあるものの、農業関連の投資を大幅に増やすという話があり聞こえてこないことだ。農業が、自然条件に左右され、ICT の効果を発揮しにくいことに加え、市場が小さく顧客が見えにくいための。話題となっている農業クラウドの多くは地域 ICT ベンチャーが開発し、大企業がそれを支援するケースとなることが多い（森川）。

他方、農家の ICT 利用は、販売額 1 億円以上の大規模な農家に集中している。1 億円以上の農家数は全国で 6,549 戸にすぎず、5,000 万円まで規模を下げて 17,000 戸である（2015 年）。確かに小さい市場である。

私たちの関心は、この小さい市場で、どのようにしたら未来社会を作るインダストリー4.0 (Society5.0) を語れるようになるのかといったところにあった。

その契機は、アーリーアダプターともいえるべき大規模農家が農産物マーケットを意識している点にある。

ICT 化は、農業の「見える化」を進める新しい「技術開発」として話題を集めているが、マーケットを意識した農家は、「経営計画」の精緻化や「経営スタイル」の改革に利用している。農業のイノベーションはマーケットを意識する中から生まれており（森川）、そうした中で ICT が貢献している。その経営スタイルを、本研究会では「フードチェーン農業」と言っている。報告書では、第 2 章でフードバリューチェーン全体をとらえた農業について（本間）述べている。

また、誰もがアクセスできるビッグデータを作るなど、IoT へのデザインができれば、インダストリー4.0 につなげ、農業の成長が可能と感じさせるものがあつた。実際に農業で意識的に IoT をデザインしようとする動きもみられ、報告書では第 3 章でビッグデータ収集のプロセスや課題について（山下）考察している。

そのうえで、今後の ICT 農業をブームで終わらせないためには、農業が産業として自立すること、オープンイノベーションができる環境整備が必要になる。そうしたことを真剣に考えなければならなくなっている農業はまさに大きな転換点にある。

2018 年 3 月

21 世紀政策研究所研究主幹

大泉 一貫

※本報告書は、21 世紀政策研究所の研究成果であり、経団連の見解を示すものではない。

目 次

はじめに	i
委員一覧	vii
第 1 章 情報化によるフードチェーン農業の構築	大泉 一貫 1
第 1 節 Society5.0 による社会システム改革と農業の ICT 化	1
1. インダストリー4.0 による社会システム改革	1
2. 「データ駆動型農業」	2
3. 農水省が進める「スマート農業」について	3
4. マーケット情報による経営システムの改革	6
5. 農業情報化の進展のステージ	7
第 2 節 必要迫られる農業の情報化と生産性向上の課題	9
1. ICT 農業が求められる背景	9
2. 農業生産性の特徴とスマート農業の位置	10
3. 高度経済成長期の農業生産性（1960 年～1990 年）	13
4. 構造調整期の農業の生産性（1990 年～2015 年）	13
5. 農業の ICT 化に期待される生産性の向上（2015 年～）	14
第 3 節 規模が小さい農業市場でも進む各社のクラウド開発	17
1. 開発が進む農業クラウド	17
2. 農業 ICT 市場の特徴（市場の狭隘性、顧客の不在、ICT 化効果の限界）	17
3. 大企業が農業 ICT 化に関わる際の三つの特徴	19
4. ICT ベンチャーの登場と大企業の支援	22
5. データの互換性等クラウド開発上の課題	23
第 4 節 農業生産と経営の改善に貢献するスマート農業（第 1 ステージの ICT 化農業）－ICT によるエビデンスベース農業の推進－	26
1. センサーやクラウドによる圃場データのデジタル化の推進	26
2. データをベースとした生産の改善	29

3. データをベースとした経営の改善	35
4. スマート農業（第1ステージの農業のICT化）による生産性の向上	41
第5節 ICTによるフードチェーン農業の構築（第2ステージのICT農業）	47
1. ICTによる農業の生産性の向上について	47
2. マーケット情報に基づく経営システムの構築への貢献 （第2ステージのICT農業）	47
3. 新たな経営スタイルとしてのフードチェーン農業とは	49
4. マーケット情報に基づくICT農業の類型	51
第6節 IoT/M2Mによる「データ駆動型農業」へのプロセス	55
1. データ駆動型農業とデータプールの作成	55
2. IoTをデザインするドコモの事例	56
3. 「データ駆動型農業」を構築するための課題	58
 第2章 日本農業の現状とフードバリューチェーン ～新たな食料産業の構築に向けて～	本間 正義 61
1. はじめに	61
2. 日本農業の現状とグローバル化	61
3. 新しい農業の展開	66
4. 農業の6次産業化	67
5. 食と農の一体化	70
6. 農産物・食品輸出の可能性	74
7. 日本農業の将来を展望する	75
8. おわりに	80
 第3章 IT・AI技術と新しい農業・フードチェーン	山下 一仁 83
1. はじめに	83
2. 農業生産の特性	83
（1）自然や生物を利用しこれに影響される産業特性と困難な作業の平準化	83
（2）農業経営の基本	84

3. 過去における農業技術フィーバーと現在の状況	85
(1) バイオテクノロジー	85
(2) 現在の AI・IT 農業フィーバー	86
(3) どうして失敗が繰り返されるのか?	87
4. 日本農業の可能性	88
(1) 高齢化は零細農業や分散錯圃を解消するチャンス	88
(2) 農作業平準化の途	89
(3) 新たな農業の展開方向	91
5. 農業発展に貢献する IT 等先端技術の活用	94
(1) Digital Disruption (IT・AI 技術を活用した創造的破壊)	94
(2) 農業ビッグデータの必要性和アメリカの活用例	95
(3) さらなるビッグデータの展開方向と課題	96
(4) 農業 Digital Disruption のための提言	99
6. ブロックチェーン技術を活用したサプライチェーンの高度化	100
(1) トレーサビリティ	100
(2) HACCP	100
(3) 食品ロスや高い流通コストの解消	101
最後に	101

[コラム]

1. ストーリーとしての農業・食品産業	森川 博之	103
2. IoT・ビッグデータ・AI を活用した持続的農業生産の実現 ー世界的な食料不足時代に備える	二宮 正士	106
3. 大量離農はアグリテック導入の好機	窪田新之助	112
4. 植物との対話に基づく農業	峰野 博史	116
5. 新たな育種手法が切り開く未来の農業	加々美 勉	119
6. 大企業と中小企業との連携によるオープンイノベーション	森川 博之	122
7. 未来の日本農業を考える視点	南石 晃明	124

〔国内事例研究〕青山 浩子・窪田新之助

＜コメの生産＞

1. 有限会社横田農場（茨城県龍ケ崎市） 127
2. 有限会社フクハラファーム（滋賀県彦根市） 127
3. 有限会社鍋八農産（愛知県弥富市） 137

＜野菜の生産＞

4. 有限会社新福青果（宮崎県都城市） 141
5. イオンアグリ創造株式会社（千葉県千葉市） 145
6. 有限会社トップリバー（長野県北佐久郡） 149
7. イシハラフーズ株式会社（宮崎県都城市） 154
8. NK アグリ株式会社（和歌山県和歌山市） 159
9. こと京都株式会社（京都府京都市） 165

＜生産支援等＞

10. 株式会社クボタ（大阪府大阪市） 169
11. 株式会社オプティム（東京都港区） 173
12. PS ソリューションズ株式会社（東京都港区） 181
13. 株式会社ファーム・アライアンス・マネジメント（東京都千代田区） 185

＜流通＞

14. デリカフーズ株式会社（東京都足立区） 190
15. 株式会社ブレイン（静岡県富士宮市） 194
16. オイシックスドット大地株式会社（東京都品川区） 198
17. らでいっしゅぼーや株式会社（東京都新宿区） 203
18. 株式会社農業総合研究所（和歌山県和歌山市） 207

＜畜産支援＞

19. 株式会社ファームノート（北海道帯広市） 212

委員一覧

研究主幹

大 泉 一 貫 宮城大学名誉教授

委 員（順不同）

本 間 正 義 西南学院大学経済学部教授／東京大学名誉教授

山 下 一 仁 キヤノングローバル戦略研究所研究主幹

森 川 博 之 東京大学大学院工学系研究科教授

青 山 浩 子 農業ジャーナリスト

窪 田 新之助 農業ジャーナリスト

コラム寄稿（順不同）

加々美 勉 株式会社サカタのタネ常務取締役

南 石 晃 明 九州大学大学院農学研究院教授

二 宮 正 士 東京大学名誉教授

峰 野 博 史 静岡大学大学院情報学領域教授

21 世紀政策研究所

篠 原 俊 光 参事

白 井 聡 明 主任研究員

窪 田 庸 子 主任研究員（2018 年 3 月まで）

第1章 情報化によるフードチェーン農業の構築

宮城大学名誉教授

大泉 一貫

第1節 Society5.0 による社会システム改革と農業の ICT 化

1. インダストリー4.0 による社会システム改革

あらゆるモノがネットにつながる「IoT」や人工知能（AI）、ロボット、ビッグデータの活用が現実のものとなっている。大量のデータをリアルタイムで集め、分析し、作業工程等の最適化を図り、経済や産業など現実空間の社会システムや社会構造を根本から変える可能性が出ている。こうしたデジタル技術を駆使した変化は「インダストリー4.0」（Industry4.0、Industrie4.0）や「デジタル革命」ともいわれ、わが国でもそれを「Society5.0」と表現している（「第5期科学技術基本計画」2016.1）。

第5期科学技術基本計画によれば、「Society5.0」とは、狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く5番目の新たな社会を科学技術イノベーションによって先導しようとするもので、新しい価値やサービスが次々と創出され、社会の主体たる人々に豊かさをもたらしていく社会とされている。それを「超スマート社会」とも表現しており、「Society5.0」は、「超スマート社会」の実現に向けた一連の取り組みを指している。

言われている「超スマート社会」とは、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き生きと快適に暮らすことのできる社会」（「第5期科学技術基本計画」より）とされている。

「Society5.0」は、機械や施設からセンサーでデータを収集・集積し、そのデータを元に、従来とは異なった生産や生活を実現し、持続可能な社会を目指す動きである。そうした社会では、IoT/M2M によって新しいテクノロジーが機能し、全体が自然に束ねられ環境に溶け込み、テクノロジーを周りに意識させないで新たな産業や生活の創出を目指すことになる。

スマート化を図るためには、消費電力、流通、交通、位置、利用履歴などの多様なデータをセンサーを使って収集し、得られたリアルなデータを有機的に結合し、社会基盤の効率化および高度化を目指すことになる。集められたデータはビッグデータとなり、データ

自身が新たな知見を生み出すなど、経済成長の源を作り出す。こうした経済を本稿では、「データ駆動型経済」と呼んでいる（森川 2016）。

2. 「データ駆動型農業」

その一つ、「データ駆動型農業」も、多種多様のセンサーデバイスから、大量のデータをリアルタイムで集めることが期待されており、データ自身が新たな知見を生み出す農業である。やはりビッグデータと切り離して考えることができない。期待されているのは、当面農業基盤の効率化や高度化ではあるが、本質的には、様々な経済活動や人々の生活の隅々にまで浸透することによって社会を豊かにできる農業である。

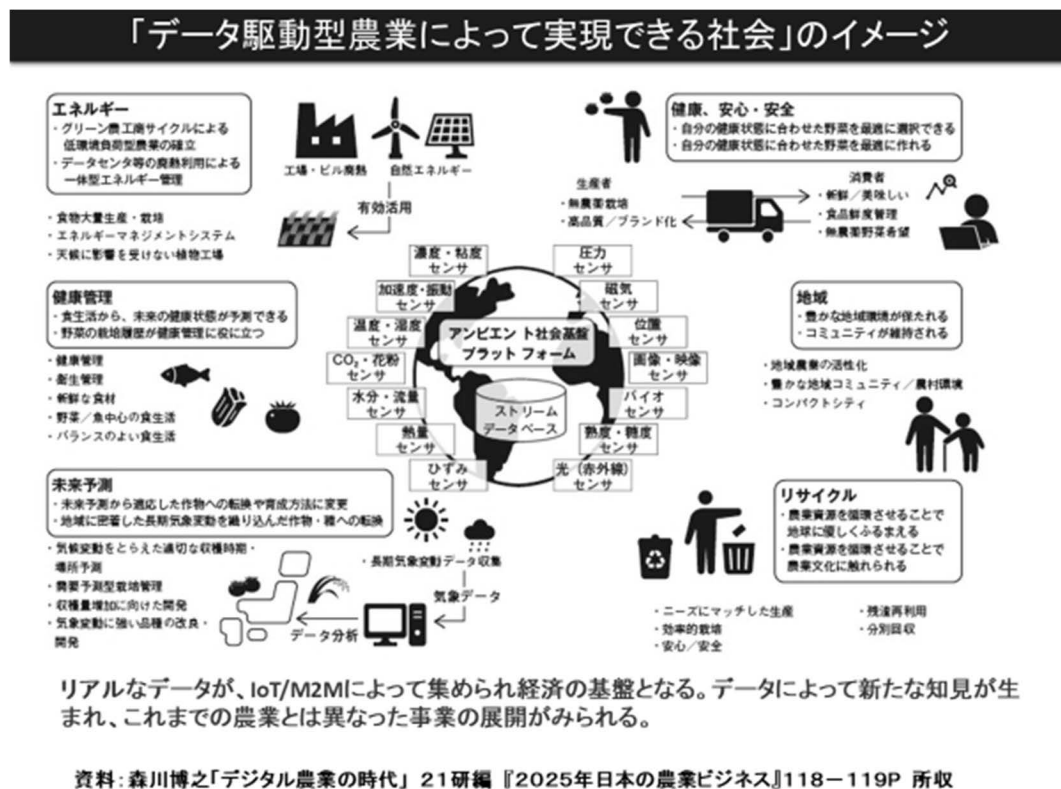
私たちが注目しているのは、多くの産業はもともと相互に影響し合っており、社会に単独で存在している訳ではない点である。そうした中でお互いの情報をやりとりし、相互の関係を深めながら産業社会は発展してきた。農業も、流通業や加工業、さらにはエネルギー産業など多岐にわたる産業と密接不可分な性格を持っており、顧客や消費者など生活分野に大きな影響を与え続けており、社会全体と密接不可分な関係を築いている。

そのような社会構造の中では、農業のありように影響を与えるデータの範囲は、農業生産にとどまらず、流通、交通、位置情報、利用履歴、消費電力など、産業界や社会全体に広範に広がっている。農業を駆動し革新する契機も、農業内部だけではなく、社会に広範に存在するデータが多様に影響を及ぼすことになる。IoT/M2M によって、リアルなデータを大量に集めて利用できる様になれば、農業は効率的で付加価値の高いビジネスになるだけでなく、新しいビジネスジャンル・事業領域へと広がり、ひろく社会に根差すことによってこれまでとは異なった新たな産業になっていく可能性が存在している。情報が産業や社会の垣根を容易に乗り越える様に、データによって駆動する農業も旧来の産業分野を乗り越え、新たな形の農業となる可能性を秘めている。それがどのようなものかは、ビッグデータになって、分析されて初めて分かることであり、利用する農業関係者の視野の広さに依存することになる。

データが農業の有り様を変えるように、農業から得られるデータも、他のデータと有機的に結合しながら積極的に社会を変える契機になる。例えば、栄養取得や料理に利用される農業データというものもあるだろうし、医療や観光やエネルギー産業に利用されるデータというものもあるだろう。健康と食べ物、食品ロスの減少、リサイクル、エネルギー、はてはスマート社会の形成に至るまで幅広い利用範囲が考えられよう（図表 1-1 2017 21 研

編『2025 年日本の農業ビジネス』所収)。

図表 1-1



ただ、巨大で多様なデータを高度にマイニングすることによって駆動される農業がデータ駆動型農業だとすれば、それは残念ながら現実には出現していない。「データ駆動型農業」に到達するには多様なステップを踏まなければならない。データとどのようにつながり、相互利用関係を如何に構築していくかが鍵となるが、さしあたってはデータを着実に集めることから始めなければならない。どのようなデータを、どのような手法で集めるか、はたまたそのデータの質や量が当面の課題となる。「データ駆動型農業」は長い目で見なければならないというのが私どもの考えである。

3. 農水省が進める「スマート農業」について

他方、もっとも農業現場に近いところを所掌している農水省では「スマート農業」と名付けて農業の ICT 化を推進しようとしている。

農林水産省はこれを、「ロボット技術、ICT を活用して、超省力・高品質 生産を実現す

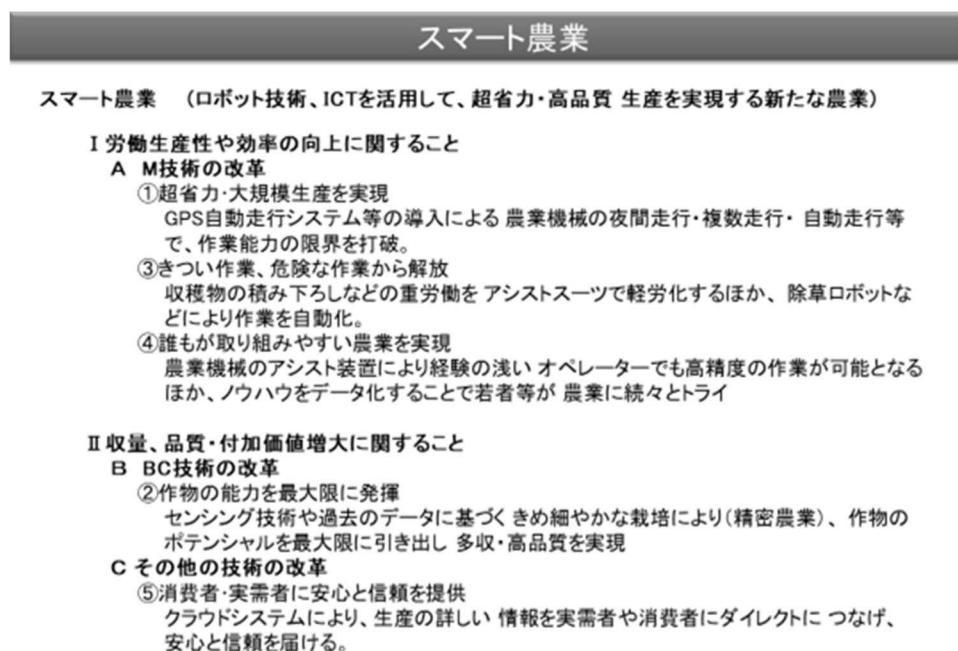
る新たな農業」のことといている。その実現のための技術的課題を五つの項目に整理している（図表 1-2）。順番に、①超省力・大規模生産を実現、②作物の能力を最大限に発揮、③きつい作業、危険な作業から解放、④誰もが取り組みやすい農業を実現、⑤消費者・実需者に安心と信頼を提供の五項目である。

図表 1-2



この五つは大きく二つにまとめることができる（図表 1-3）。一つは「労働生産性や効率の向上」（①③④）に関することであり、もう一つは「収量、品質・付加価値の向上」（②⑤）に関することである（番号は農水省提供の図表 1-2 の番号）。これはともに「生産性」と関連する指標である。

図表 1-3



他方、「生産の詳しい情報を実需者や消費者にダイレクトにつなげ、安心と信頼を届ける」ために ICT を活用するという項目もある。これは生産と消費のコミュニケーションの構築であり、唯一「生産性の向上」といったコンセプトと異なるようにも見えるが、内容は、「生産履歴の提示」等、生産サイドから消費サイドへの情報提供の技術的基盤を語っている。つまり、効率、収量、品質向上のための技術的可能性といったプロダクトサイドの技術的可能性に焦点を当てている。農業問題の改革やビジネスモデルの改革も射程に入っているのだろうが、特に生産現場に関わる技術的可能性を課題とし、農業の生産性向上に前向きな姿勢を表現している。

ただ、その内容は、「Society5.0」で経済や産業などの社会システムや社会構造を根本から変えると言われるようなものからは若干距離があり、むしろこれまでのオーソドックスな農業技術論の延長であるように思われる。それは、図表 1-3 に示したように提案項目が M 技術や BC 技術の改良と言ったようなことを入り口にしていることから窺いしれる。

農水省が「生産性の向上」やそのための「技術的改良」に重点を置いた提案をしている理由を推測するに、農水省技術会議が中心になって推進しているということもあるだろうが、主には、これまでとは異なった経営や社会システムの実現といったインダストリー4.0 や Society5.0 が求める社会は、スマート農業のさらにその先にあると考えているからでは

ないだろうか。

図表 1-3 で使用した「M 技術」「BC 技術」は機械的（M）技術、肥培管理（生物科学・BC）技術のことであり、ともに生産性に影響を与える技術ファクターとされている。

「M 技術」（Mechanical Technology）は、農業機械や施設の開発に関する技術をさしている。労働時間の節約や標準化に関わり、「労働土地比（農地面積当たり労働投入量）」の変化や「労働生産性」の向上に寄与する。規模の経済が働きやすく規模が大きいと効果が現れやすい。他方、「BC 技術」（Biological-Chemical Technology）は、作物の生育に関与する技術を指している。品種改良、肥料、農薬など、生物的、化学的アプローチの農業技術を指し、収量の増加など、単位面積あたりの生産量、「土地生産性」の増加に寄与し、経営規模と関係なく効果が現れる。

4. マーケット情報による経営システムの改革

農業の情報化の現状は、PC やスマートフォンを利用した「農業の一部分のデジタル化」でありまだまだ初歩的な段階にある。おそらくこれから年月をかけて浸透していくことになるのだろう。

「スマート農業」が、ICT の開発・発明の進展によって、インダストリー4.0 や Society5.0 の実現に結びつくとする解釈もなくはないだろうが、本稿では、「技術改革」を目指す「スマート農業」からは、データ自身が新たな知見を生み出し「社会システム」の改革をも展望するような事になるには若干困難を伴うのではないかと懸念を持っている。経営が成長し、社会が豊かになっていくには、社会のニーズやマーケットニーズといった、社会とのつながりを意識した情報がどうしても欠かせない。技術革新はあくまで技術革新であって、社会の必要性と常に擦り合わせながらすすむ契機が必要であろう。

農業にとって ICT が必要とされるということは、そこに何らかのインセンティブがあるからと考えるのが普通であり、ICT によって新たな経営スタイルが期待されるからではないか。それを推し進めるのは、マーケット情報という一種の社会情報によるところが大きいといえよう。本稿では、技術革新としての「スマート農業」がより一層社会に定着するためにも、はたまた社会データによって駆動する農業を展望するにしても、その間にマーケット情報によって農業経営の改革を目指す ICT 化がどうしても必要ではないかと考えている。本稿では「マーケット情報」によって「経営システムの改革」をもたらす「フードチェーン農業」を両者の間に位置づけ、そこに意識と関心を集中してはどうかと考えている。

未来投資会議では、「未来投資戦略 2017」に「Society5.0 の実現に向けた改革」と副題をつけ 2017 年 6 月 9 日に閣議決定している。「医療介護、自動走行、工場設備、農業、建設といったリアルデータを活用するため、マーケットからのリアルデータの蓄積、ソフトウェアとハードウェアのすり合わせ、ソフトウェアと現場のすり合わせが競争力の鍵を握る（2P）」としている。中でも、農業分野では、次の四点をあげている。

- ・「農業データ連携基盤」を本年（2017 年度）中に立ち上げる。
- ・流通や消費までバリューチェーン全体に取り組みを広げることを目指す。
- ・研究開発と現場での実証を推進する。
- ・知的財産保護の方策を検討する。

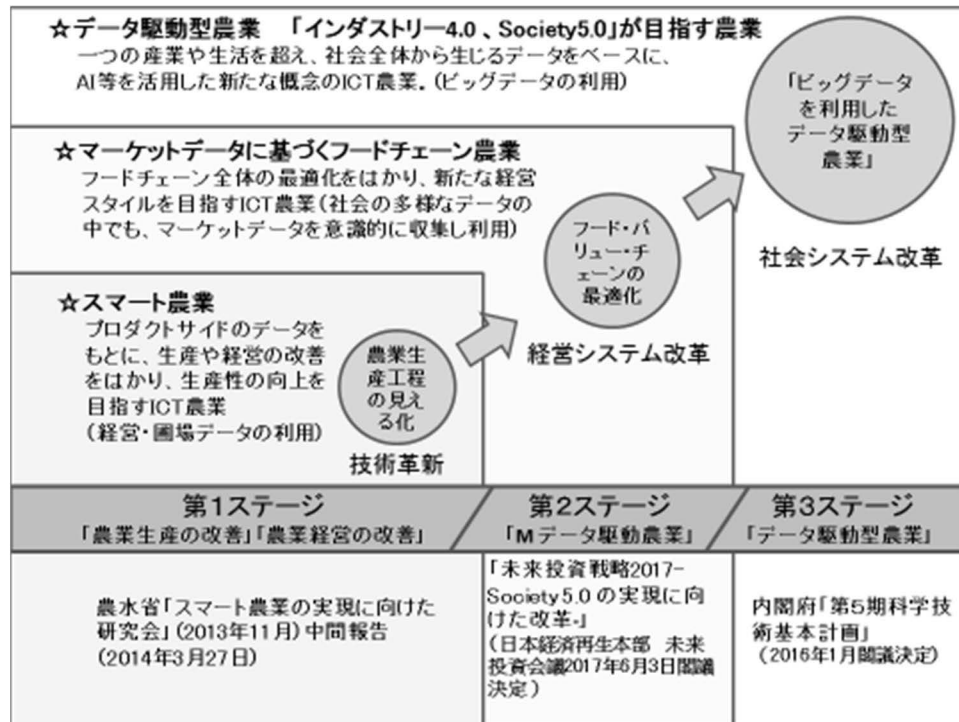
この四点は、「スマート農業」の推進に関わるものとしてあげているものの、文脈は、Society5.0 実現を目指しており、今後の農業の ICT 化にとっていずれも重要な項目だが、中でも注目したいのは、「バリューチェーン全体に取り組みを広げ、付加価値の向上」を謳っているところである。これは、IoT/M2M、データ駆動型農業の実現を目指すにしても、より現実的かつ具体的な範囲で議論するとすれば、フードバリューチェーン全体での取り組みの中で議論することが妥当だということを示唆している。農業経営の付加価値向上を、マーケット全体を視野に入れながら実現しようというもので、ICT による新たな農業経営システムの構築を視野に入れているとみて良い。本稿では、それを「フードチェーン農業」という新たな経営スタイルの構築といった脈絡で見えていってはどうかと考えている。

5. 農業情報化の進展のステージ

さて、こうして、「インダストリー4.0」の「データ駆動型農業」、「スマート農業」さらには、「フードチェーン農業」といった三つの ICT 農業を挙げてみた。

これら三つをもとに、今後の農業の ICT 進展のプロセスを、上記の叙述に基づきながら推測すれば、図表 1-4 の様に、「スマート農業」から「データ駆動型農業」への発展は、「フードチェーン農業」を経ながら推移していくと考えるのが、最も妥当なように思われる。

図表 1-4



まず農水省の「スマート農業」が提唱する領域、具体的には生産・栽培等、「農業生産の改善」やコストや収支などの「経営の改善」を図る ICT 化が進展するであろう。

これが「第1ステージ」の農業 ICT 化とすれば、その次にフードバリューチェーン全体を俯瞰しながら経営システムの改善に関わる「第2ステージ」の ICT 化が続く。このステージになると、これまでの経営改善といったレベルではなく、「フードチェーン農業」と言った新たな農業、新たなビジネスの仕組みを持った農業の出現がみられる。

ここまでは、私たちが実際に経験している農業だが、それらの次に IoT/M2M 技術が主導する「データ駆動型農業」を想定している「第3ステージの農業」がある。このステージになると、中には一部植物工場などでこれまで経験しているような局面も存在はするが、全体としては、私たちが予想すらしなかったような農業スタイルが期待できるのではないだろうか。

第2節 必要迫られる農業の情報化と生産性向上の課題

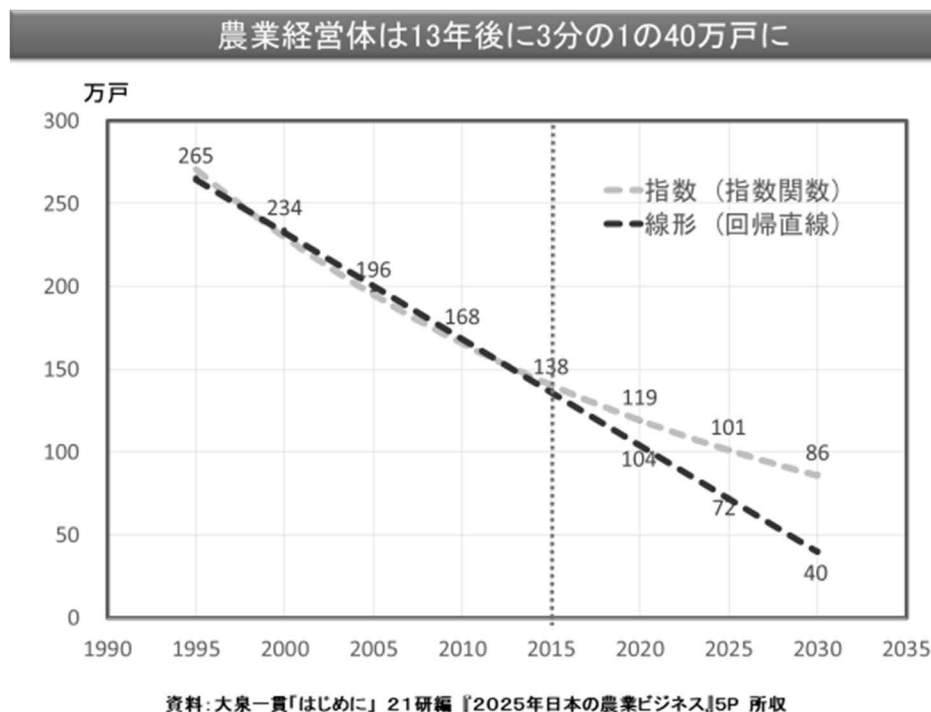
1. ICT 農業が求められる背景

農業で ICT 化が言われる様になったのは、①インダストリー4.0と言われるような世界的な技術革新の流れを感じていることが大きい、②同時にわが国農業が大転換期を迎えていることも大きい。

わが国の農業の課題は、既に「2025 年日本の農業ビジネス」（講談社現代新書 [2017]）で示したことではあるが、農家数の減少、大規模化の進展といった農業構造の大転換を迎える中で、産出額の向上やグローバル市場の展開による輸出等への対応などあらたな農業が求められていることにある。

大転換する農業構造に関して述べれば、2015 年 137.7 万戸とされている農業経営体数は、5-10 年後に 104 万戸から 72 万戸に減少し、15 年後（実際には 12 年後）の 2030 年には 40 万戸に減少すると予測されている（図表 1-5）。減少するのは、後継者難が予想される「小規模農家」（1 千万円未満の販売額農家）である。

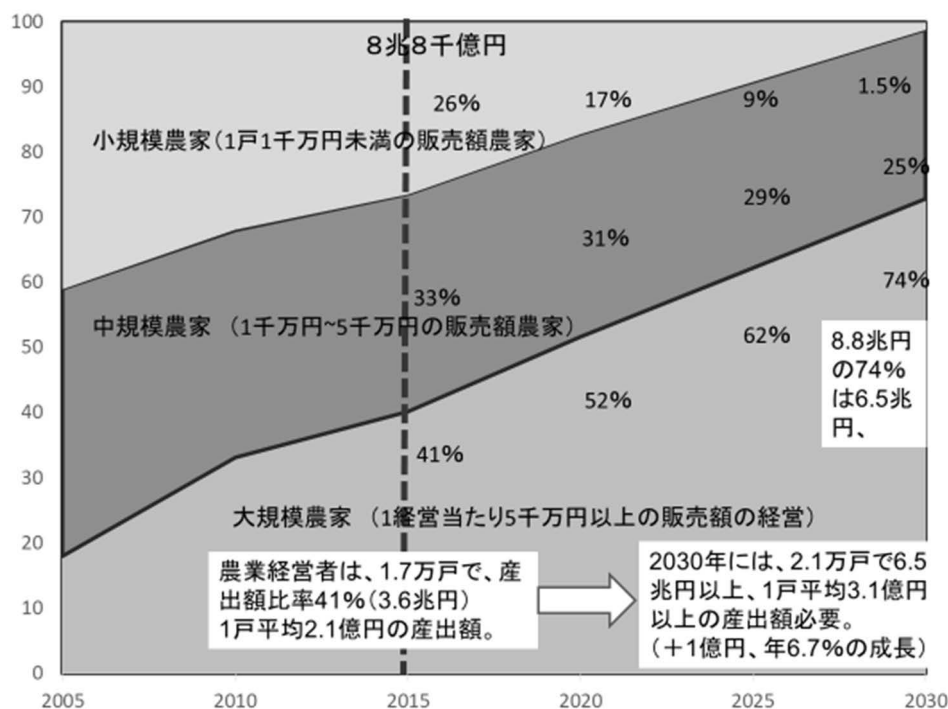
図表 1-5



他方、将来の国内農業生産を（98.5%）担うのは、図表 1-6 の「中規模農家」（1 千万円

以上 5 千万円未満の販売額農家）や「大規模農家」（5 千万円以上の販売額農家）である。
とりわけ「大規模農家」は全体の 4 分の 3（74%）を占めると予測されている（図表 1-6）。

図表 1-6



その際、15 年後（2018 年基点だと 12 年後）の国内農業産出額を消極的に見積もって 2015 年の 8 兆 8 千億円と仮定したとしても、「大規模農家」はその内の 6 兆 5 千億円を産出してなければならない。これは現在の大規模農家の平均販売額（約 2 億円程度）を約 1.5 倍に伸ばさなければならないことを意味する。一経営の販売額を増やすとともに、経営の数も増やしていく必要がある。

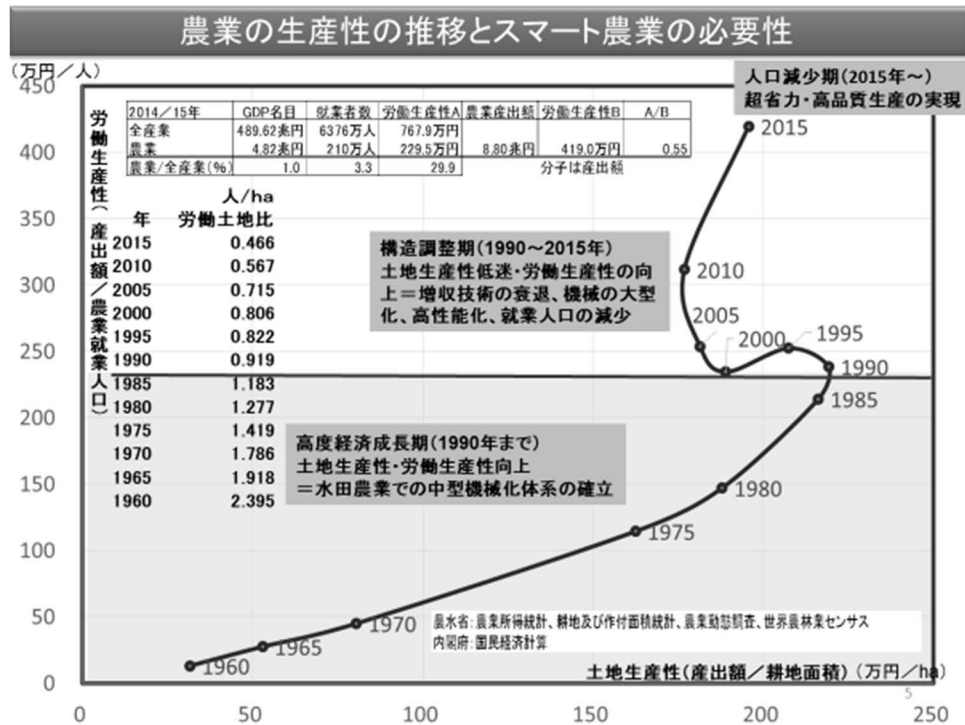
そこには「大規模経営」に照準を合わせ、産出額や生産性を向上させる手段が必要となる。おそらくこうした脈絡の中に今日の農業 ICT 化の必要性が言われているのだと思う。これまでの農業構造や技術の有り様の転換によって、生産性の高い新たな生産構造の構築が求められている。

2. 農業生産性の特徴とスマート農業の位置

わが国の農業はこの間衰退の一途をたどってきた。農業の生産性も 1990 年以降低迷している。農業の技術開発が進まなかったことと、特に農業産出額が稲作を中心に減少した

ことが大きな理由である（図表 1-7）。

図表 1-7



生産性は、経済学的には「総合生産性」で推し量るのが本質的とされているが、実際には、名目 GDP と就業者数の比較で産業毎の労働生産性を図ることが多い。農業では、通常「労働生産性」と「土地生産性」を代表的な指標として見ることが多い。その際の分子には、GDP ではなく、産出額を取ることよく行われている。図表 1-7 は、そうした場合の、農業の「労働生産性」と「土地生産性」の推移、及び「労働土地比」の推移を 1960 年から示したものである。

労働生産性と土地生産性の関係は、「労働土地比率」を媒介して理解される。労働生産性 $(Y/L) = \text{土地生産性} (Y/A) / \text{労働土地比} (L/A)$ で表せる。このうち、BC 技術は土地生産性を規定し、M 技術は「労働土地比率」を規定するというように、両技術は、生産性に影響を与える一つの、しかし大きな要因とされている。

図では、90 年を境にそれ以前とそれ以降に分類している。90 年以前は、「労働生産性」も「土地生産性」も向上しており 90 年にそれがピークになっている。90 年以降は「土地生産性」が減少あるいは低迷する。

本稿では、「土地生産性」と「労働生産性」が併行して向上する時期を「高度経済成長期農業」（1960～1990 年）と呼び、農業 GDP や産出額が低下し「土地生産性」が低下する時期を「構造調整期農業」（1990～2015 年）と呼ぶことにする。

この二つの時期は、考え方によってはさらに細かく分けることも可能だが、生産性の向上時期と後退している時期の二つに大きくくりした方が、背景にある農業技術の特徴が把握できると考えている。

図表 1-8

<p>高度経済成長期(1990年まで)＝水田農業での中型機械化体系の確立 ＝土地生産性・労働生産性 向上</p> <p>高度経済成長と共に農業産出額の増加</p> <p>①60年代～70年前後 増収技術の普及。役畜の減少、結いや共同作業の崩壊に伴う労働力不足に対応（耕耘機の導入60年代。田植機、バインダーの導入・浸透70年代）。</p> <p>②70年代後半～90年代 生産調整はじまり、良食味米へ、収量抑制。 （トラクタ、コンバイン、ミニライセンサー等中型機械体系の確立。普及）</p>
<p>構造調整期(90～2015年)＝増収技術の衰退、機械の大型化、高性能化、就業人口の減少 ＝土地生産性低迷 産出額低下・低迷</p> <p>生産調整による増収意欲の後退、農業産出額（農業GDP）減少 （大型トラクター、汎用型コンバイン、乾燥施設等定着、各種収穫機の開発導入）</p> <p>①2000年代、乾田直播の普及、 ②2005年以降 畜産・野菜の生産性向上、 施設園芸・植物工場による環境制御、IT化の萌芽。（70万トン、200戸対2万戸の実感） ③「生産履歴」など、川下の安全性重視に応える取り組みの進展。</p>
<p>人口減少期(2015年～)＝ロボット技術、ICTの活用、超省力・高品質生産の実現 ＝土地生産性・労働生産性向上 →スマート農業の必要性</p> <p>大規模化、就業人口減少に代替する技術開発（ロボット、ICTの導入）</p> <p>①超省力、きつい作業からの解放、農作業の簡素化、 ②収量向上、付加価値の高い農産物の生産、③生産履歴等生産情報の伝達</p>

図表 1-8 は「スマート農業」をこれら二つの時期も含めた戦後のわが国の生産性の画期の中に位置づけたものである。この二つの時期の技術的特徴を大まかに言えば、「高度経済成長期農業」（1960～1990 年）は、肥培管理（生物科学・BC）技術や、機械的（M）技術がともに向上する、農業界での技術開発への情熱のまだ高い時期でもあった。

これに対し、「構造調整期農業」（1990～2015 年）は、増収等へのインセンティブを喪失し、肥培管理（生物科学・BC）技術も機械的（M）技術もともに停滞する時期にあたる（ただ、2005 年からは、産出額がそれまでの減少から横這いに転じ、他方で、就業人口が継続的に減少しているため、労働生産性は向上を見せるようになった）。

「スマート農業」（2015～）で期待されているのは、技術停滞のあとに、新たな生産構造を作るため、これまでとは異なった新たな技術体系を確立することである。

3. 高度経済成長期の農業生産性（1960 年～1990 年）

（水田農業での中型機械化体系の確立。BC 技術・M 技術の併進、生産性向上期）

高度経済成長期の農業の特徴を言えば、BC 技術の開発を踏まえながら中型機械体系を確立させたことにある。すなわち生産性の向上は、BC 技術によって、また機械化の進展によって「労働土地比率」の低下と「労働生産性の向上」を実現させた時期と言える。

①60 年代～70 年前後：稲作日本一コンテストなどでは 10 アール当たり 1 トン取りも見られ、増収技術として BC 技術の開発に拍車がかかっていた。他方、60 年代には、役畜が減少し、労働力不足に対応するため耕耘機の導入、70 年代に入り、結いや共同作業の崩壊に伴う田植機、バインダーの導入・浸透等によって、労働が機械に代替されていく時期で、「労働土地比率」は急速に低下をし始める。こうして土地生産性向上の下で労働生産性も向上し始める。

②70 年代後半～90 年代：生産調整が始まり、コメ生産は増収から窒素や収量を抑えた良食味米へシフトし、土地生産性の向上にブレーキがかかる。しかし、それでも追肥や農薬等 BC 技術の開発は続き、土地生産性はそれなりに向上しつづける。同時に耕耘機やバインダーと言った農業機械は、トラクター、コンバイン、ミニライスセンター等と大型化し、いわゆる稲作での「中型機械体系」が出現することによって規模の経済が働き、「労働土地比率」が前の期同様、低下しつづける。

4. 構造調整期の農業の生産性（1990 年～2015 年）

（増収技術の衰退、機械の大型化、高性能化、高速化の進展。BC 技術・M 技術のインセンティブが喪失し、生産性停滞期）

1990 年以降は、産出額、農業 GDP が急速に減少するが 2005 年からは横這いに転じる。この時期、M 技術に関しては、大型トラクター、汎用型コンバイン、乾燥施設等定着、各種収穫機の開発導入がみられ、2000 年代には乾田直播の省力技術の普及がみられた。こうした農機の大型化は、新たな技術開発、新たな作業の機械化ではなく、基本的に高度経済成長下での「中型技術体系」の延長上での大型化でしかないものの、規模の経済がみられ、「労働土地比率」の低下には寄与し、労働生産性の向上がみられた。

稲作以外の技術に関しては、畜産・野菜の生産性が向上し、2005 年以降施設園芸・植物工場による環境制御、IT 化の萌芽が散見するようになった。また、「生産履歴」など、川下の安全性重視に応える取り組みも一部に見られるようになったが、この時期、めだった

BC 技術の開発・普及は見られず、「土地生産性」は低下の一途をたどる。

「土地生産性」の低下には、様々な要因が考えられるが、もっとも大きな要因としては、生産調整による増収意欲の後退があげられる。農業就業人口の高齢化と減少、40 歳未満農業就業人口比率が 7%以下と言った若年労働力の農業離れ、構造改革停滞といった農業を取り巻く閉塞感も BC 技術の開発、利用の停滞に結びついている。

他方、この時期「労働生産性」が向上している。この上昇は、稲作の産出額低下が一段落し、農業産出額がそれまでの低減から横這いに転じる一方で、就業人口が継続的に減少している結果として生じている。

ただ、その内容は、「農業の粗放化」の進展による向上であって、農業の成長に結びつく労働生産性の向上とは考えられない。例えば、図表 1-7 によれば、2005 年以降、「土地生産性」が停滞している中でも「労働土地比率」が減少し「労働生産性」は向上していく。「労働土地比率」の低下とは、面積当たり投下労働量の減少を意味する。大型機械の導入により、労働投下量が減少するといった事象があるのは間違いないが、多くは、M 技術開発のインセンティブが働かない中で、ただ労働投下がなされない「農業の粗放化」が進展したと考える方が正しいように思われる。

つまり、労働投下の減少によって「荒らし作り」や「作付放棄」も含めた「農業の粗放化」が進展しているが、産出額はそれなりに維持されている状況と言える。こうした判断は、この間の耕作放棄地の増加、作付放棄地の増加、それに農業就業人口の減少をあげれば、容易に推定可能となる。「土地生産性」が停滞するにもかかわらず、「労働土地比」が低下し、「労働生産性」だけが向上する背景にあるように思われる。

5. 農業の ICT 化に期待される生産性の向上（2015 年～）

（ロボット技術、ICT の活用による超省力・高品質生産の実現）

今わが国の農業に求められているのは、図表 1-7 でいえば、「土地生産性」、「労働生産性」ともに右上にシフトし、停滞から脱却し生産性を伸ばすことである。「スマート農業」にはそれを実現する技術になり得るかが問われている。

（1）プロダクトサイドの情報に基づく農業の ICT 化

わが国の農業で、急速な規模拡大が進む一方で、労働力不足に伴い農業の粗放化が進んでいるとすれば、技術的課題は、将来現在の 7%程度になる農業就業人口で担える農業の

展望である。特に M 技術の開発がそれに対応できるかが課題となろう。

農水省の「スマート農業」が、農業機械の自動走行などの超省力技術や、きつい作業、危険な作業から解放、さらには経験の浅いオペレーターでも高精度の作業が可能となることを技術開発の目標にあげているのもそうした理由からである。農業就業人口の急減への対応としての機械技術の開発は急を要するのは間違いない。ICT を利用した農業内部での生産性の向上は喫緊の課題である。

同時に、今農業が社会から求められているのは、安定供給や安全性や良品質、高付加価値といったものであり、それがはたしてそうであるのかが確認できる川上・川下の情報共有、コミュニケーションの整備が必要だろう。先に農水省の五つの「スマート農業」には、BC 技術、M 技術の他に「その他」に分類した技術があった。改めて書き出せば、消費者・実需者に安心と信頼を提供する農業技術である。具体的には、クラウドシステムにより、生産の詳しい情報を実需者や消費者にダイレクトにつなげ、安心と信頼を届けるといった、「生産履歴」などのいわゆるコミュニケーションに関わる技術である。

これら全てが、農業の生産性を向上させ、規模拡大していく農業経営の技術的基盤を形成するのに役立っていくことは間違いない。ただ、当然のことながら、これら五つの項目は全てプロダクトサイドからの努力目標であって、プロダクトサイドの情報に基づいて農業の生産の改善や経営の改善を行おうとするものである。第 1 節でしめした第 1 ステージの「プロダクトサイドの改善を主とし、生産性の向上を目指す ICT 農業」といってよい。

（２）マーケット情報に基づく農業の ICT 化

これに対し、川上・川下の情報共有、コミュニケーションに求められるのは、生産履歴等プロダクトサイドの情報提供ばかりではない。中間流通業者や外食・中食事業者などのマーケットサイドからの情報によって、自らの経営を改善し生産性の向上を図ることである。近年、例えばマーケットサイドからの情報に対応したマーケットインの体制を築くことによって生産性を向上させている大規模経営が増加している。

そうした農業スタイルを本稿では「フードチェーン農業」とよんでいる。他業種とタイアップする農業である。実は農業生産性の向上にはフードチェーン全体の合理化など、「新たな経営システム」を構築することが一つの鍵になる。そのためにはチェーン全体の情報を共有する仕組みが必要となるが、「フードチェーン農業」の多くはいまだ、事業者との「契約」といったレベルで、ビッグデータを利用したものにはなっていない。

他方、フードチェーン全体にわたる他事業者とのタイアップを進める中で、特に消費サイドに存在する様々なマーケット情報を取得し、分析し、経営の意思決定に役立てている新たな経営も見られるようになった。データは、「契約相手」の情報を超えた多くの消費者・事業者のデータ利用となっているのが特徴である。ビッグデータとはいかないまでも、比較的多量のデータであり、こうしたデータを利用した経営も農業の生産から消費までの全体合理を求めることからこれまた生産性の向上に貢献することになる。

これらは、図表 1-4 で示した第 2 ステージの、フードバリューチェーンに関わる多様なデータ、特に流通や消費などのマーケット情報をもとに、新たな経営スタイルを目指す ICT 農業と言って良い。

（３）社会データ駆動型の ICT 農業

それはさらにいえば、社会全体からの要望を感じ取り、社会とコラボレートする農業が求められているということである。農業生産に基礎をおいた農業技術論の延長ではなく、社会が要請する農業の有り様によって技術や経営スタイルは如何様にも変わるとする発想である。

もとより、AI、ロボット、IoT の利用が現実のものとなるには、個々の課題に対応するというよりも、あらゆるものがネットにつながり、大量のデータをリアルタイムで集めることによって、個々の技術開発はもとより、従来とは異なった全体合理を求める新たな概念の農業の出現を期待するものである。第 1 節で述べた第 3 ステージの農業が期待される所以である。

第3節 規模が小さい農業市場でも進む各社のクラウド開発

1. 開発が進む農業クラウド

図表 1-9 は現在各社が提供している主な「農業クラウド」である。センサーや画像データ取得に関する製品も表示しているが、この中には水田や畑作向けのクラウドもあれば、園芸ハウスや畜産に特化したクラウドもある。さらに水田の水管理など特定の作業に対応したクラウドもある。

図表 1-9

製品名	会社名	特徴
Akisai (秋彩)	富士通	農業の総合管理クラウド
アグリネット	NEC・ネボン	ハウスの制御クラウド
Geomation Farm	日立ソリューションズ	農業の総合管理クラウド
KSAS	クボタ	コンバインのセンサーから水田一枚ごとに食味と収量のデータを管理できる
SAR	ヤンマー	収量コンバインにセンサーを搭載し、収穫量、収穫物の水分測定、乾燥に役立てる。
豊作計画	トヨタ	トヨタが培った手法ノウハウをコメ生産に適用した管理クラウド
アグリノート	ウォーターセル	グーグルマップで農地ごとの作業を記録できる
Kintone	サイボウズ	適応範囲の広いクラウドで、農業にも応用可能。独自の計算式で旬の収穫日を予測など。
e-kakashi	PSソリューションズ	水田の水位や水温、地温、湿度を計測
フェースファーム	ソリマチ	生産履歴対応。ヤンマーSARと連動
みどりクラウド	セラク	ハウスの制御クラウド
ゼロアグリ	ルートレック・ネットワーク	ハウス中心の地下部のデータ、培養液等自動制御
畑らく日記	イーエスケイ	簡単に栽培履歴を記録できる無料のアプリ
ファームノート	ファームノート	牛の発情、疾病管理等牛群管理 首にセンサー
牛歩	コムテック	牛の発情、疾病管理棟牛群管理 足にセンサー
しっかりファーム	富貴堂ユーザック	多様な作業体系にカスタマイズ可能
フィールドサーバー	イーラボーエクスペリエンス	モニタリング、監視等を行うセンシング機能と通信技術を一体化したモニタリングデバイス
パディウオッチ	イーラボーエクスペリエンス	水田の水位、水温等のセンサー。見回り労力の25%削減
おんどとり	T&D	1万円強程度の安いセンサー
アグリドローン	オブティム	カメラで害虫の発見
アグリクローラ	オブティム	ハウスで、360度を同時に撮影できる全天球カメラ
ウェアラブルグラス	オブティム	メガネのレンズに仕込んだ小型のディスプレイで画像の共有
パデッチPaditch	笑農和	遠隔からの水位調整システム
航空写真	プレジジョンホーク(USA)	ドローンで作物のリアルタイムの情報を観測、収集、共有、保存、処理

2. 農業 ICT 市場の特徴（市場の狭隘性、顧客の不在、ICT 化効果の限界）

こうしたクラウド開発競争がありながら、ICT 関連企業からは、農業部門の ICT 化開発への積極的な意見はあまり聞こえてこない。

その理由として、①農業自体の市場規模が小さいことに加え、農業を特別な世界にある産業との認識から、②顧客がどこに存在しているのかわからないといった状況や、③屋外での生物の成育ステージに合わせた作業で、それ自体気象や土壌などの自然条件に左右されるため、ICT の効果を発揮しにくいといったことなどが指摘されている。それらの点に関し、以下企業側の見解と、農業経営側の見解を示しておこう。

(企業の見解)

① 市場規模が小さい。24 億円から 65 億円程度との推計も

ある企業は、農家が ICT に投資できる最低限の利用料を考え、次のように農業の ICT 関連市場規模を推計する。年間 500 万円以上の売り上げる（販売額）農家は 22 万戸である。単純に 20 万戸として、月々支出できるコストを考えると 1,000 円というのは現実的だろう。すると、 $1,000 \text{ 円} / \text{月} \times 20 \text{ 万戸} \times 12 \text{ ヶ月} = 24 \text{ 億円} / \text{年}$ といった市場でしかない。8 割くらいのシェアを獲得しても、大企業にとっては、農業で経営を支えることはできない。

他方、65 億円程度の規模と推計する企業もある。1 億円販売額の農家が対象になったとして（6,549 経営）、ICT 投資は 100 万円が精一杯と思われる。大企業からすれば、対象とする市場ではない。利益を確保するといった観点からすれば、魅力のあるものではない。

② 対象顧客が見えない。

農家の現状も、規模が小さく、IT リテラシーに弱いことなどから顧客として見えづらいことを挙げる企業もある。ある企業は、売上 1 億円規模の法人をターゲットとしたいが、おそらく対象者はほんの一部でしかない。

③ ICT 化の効果が見えにくい。

農家の規模が小さいため ICT 化を進めたとしても、そのことによるメリットを感じるには至らないのではないか、とする企業は多い。圃場 1 枚あたりの面積が小さく、機械の効率稼働ができず、労働生産性の向上に寄与できないだけでなく、そもそも ICT 化による「見える化」は、間接的な効果しか現れないため費用対効果が理解されにくいのではない。確かに ICT 化の効果は労働生産性向上には間接的であり、機械の効率的稼働に結びついていない。

こうしたことから、会社にとってのメリットが少ないことを挙げる企業が多く、ビジネス拡大など、農業を効率化していかなければならないが、WINWIN の関係にはなれないと感じているようだ。

(農業者の見解)

実際に ICT を導入している農業経営は、いずれも販売額 1 億円以上の大規模経営である。となれば、15 年センサスでは 6,549 経営しかいない。少なくとも 5 千万円はクリアし

ている農業経営としてみても、その数はせいぜい 2 万を下回る 1 万 7 千戸程度でしかない。1 戸 100 万円としても、65 億円から 170 億円までの市場で中位値をとれば約 100 億円前後の規模の ICT 市場である。確かに農業 ICT 化市場は大きいとは言えない。だが、ICT コストの負担力は様々といえよう。

トップリバーの嶋崎専務：わが国の農業で、「IT の必要性を感じている農業者はまだまだ少ない」「どう活用するかにもよるが、法人でも IT 関連で出せるコストはせいぜい年間 20～30 万円」。

新福青果の新福社長：「小規模経営で、直売所や道の駅に出荷している農業者にまで普及の対象とする必要はない」。IT を使ったほうが経営面でメリットのある農家をセグメントしていくことが第一歩。コストやデータ入力にかかる人件費などを踏まえると、農業での ICT の普及は一定規模以上に限定されざるをえない。1 億円以上の販売額農家となれば、200 万から 300 万円のコスト負担も可能。

イオンアグリ創造の福永社長：「現状では、IT 企業も国も農業者のターゲットを明確にしないまま、IT を活用しようと呼びかけている」「たとえば、売上 1 億円程度の農業者に向けて、IT をこういう面で活用すれば、こうしたメリットがあると具体的に提案をしてはどうか」。ただ、現在開発されている総合クラウドは、農業者にとっては過度に重装備であり、一般的にはメニューを絞り込んだ軽装備のもので十分。

「こと京都」の加茂部長：ICT 化に関わるコストに関して、「個人農家が IT 関連で拠出できる費用は、売上に対し 2%程度ではないか」。1 千万円の販売額であれば 20 万円程度となる。

NK アグリ of 三原社長：「大手がつくっているセンサーは高すぎて、現場で使える価格の 10 倍くらいと感じる」。普及が遅れ、需要が小さいため必然的に商品・サービスの価格が高い。活用するユーザーが増えれば、価格は下がっていくのではないかと。

3. 大企業が農業 ICT 化に関わる際の三つの特徴

農業は、ICT のビジネスとしては市場規模からしても、農家の規模の零細性から開発による効率化の効果からしても成立しにくい環境にある。それでも先に挙げたように多くのクラウドの開発が見られ、多くの企業の参入が見られる。いずれも、なんらかの工夫をしながら参入している。

市場の狭隘性、顧客の不在（見えにくさ）、効果の限界に対し、ICT ベンダーが考えてい

る戦略をみるとおよそ次の三点があるようだ。

図表 1-10

- | |
|---|
| <p>★大企業にとっての農業への ICT 開発参入のハードルは高い</p> <ul style="list-style-type: none">①市場の狭隘性、②農家の零細性等からくる顧客の不明確さ、③自然相手、同時作業が困難等で、ICT の効果が発揮しにくい。 <p>★大企業の対応</p> <ul style="list-style-type: none">①既存クラウド等の応用、②規模の大きい JA に期待、③他企業と連携し参入（多くのスタートアップが貢献している。ICT ベンチャーを主役とし、大企業（通信系、金融系、商社系）が支援するパターンが浸透） |
|---|

第一に、既に他の目的で開発したクラウドやシステムを農業に応用するというものである。市場が小さいため、開発コストをかけられない企業にとっては、既存のシステムを応用することが農業での ICT 化の戦略の一つになり得る。

第二は、クライアントとして、規模の小さな農家を対象とするのではなく、規模の大きい JA に期待し営業の対象とするというものである。零細な農家が農業 ICT へのインセンティブやリテラシーをさほど持っていないとするならば、企業にとって「見える」顧客は、農村でそれなりの事業規模を持つ JA ということになるようだ。企業にとっての顧客ターゲットは農協であり、農協を入り口として農業 ICT 化を進めようとするのがほとんどの IT ベンダーの行動スタイルとなっている。

第三は、一社で市場浸透するのではなく、他の企業との連携を模索しながら、参入するというもので、特にこの 2～3 年（2014 年頃から）はベンチャーと大企業が連携するといったパターンが増えている。実は、近年のクラウド開発、農業の ICT 化の進展は、このパターンによって、企業が農業への浸透を深めているケースが多い。

第一の、農業以外で使用しているシステムを農業用にアレンジする事例は、例えば、防災用に利用されていた「高精度気象予測システム」を「農業用気象予報システム」に応用するといったことや、「市況予測システム」を農産物の市況予測や収穫予測、数理計画に応用するといったこと、さらには、工事、保守が開発した「機械や作業工程管理や機械の稼働管理ノウハウ」を農業用機械の自動化、ロボット化へ応用するといったことなどがある。

いずれも NTT データのシステムだが、「農業用気象予測システム」は、既に実用化しており、現在は、全農の営農支援情報「アビネス・アグリインフォ」に導入し、JA の営農指導員などを対象にて活用している。

第二に、NTT データに限らず、ICT 企業が農業に参入する際に最初の手がかりとするのが JA である。ICT ベンダーにとって農業へのアプローチの方法はわからないままスタートすることが多く、農業の窓口、顧客としてまず思いつくのが、JA ということのようにだ。どの大手の ICT 企業も、ほとんどが最初に農協に営業をかけている。しかも一度接近してみると、農家をまとめており、個々の農家を相手にするよりも規模が大きく、且つ資金力があるというので JA への期待はますます大きくなるようである。

ある大手 IT 企業は、個々の農家より、あえて JA を顧客とした戦略を打ち出している。この会社の場合、全農と仕事をするときには全国規模のプロジェクトとなる取り組みが多く、経済連などの場合には経済連がバックアップして単協と仕事をするということになるという。また単協に直接営業をかけるケースもあるが、いずれも最終的には農協傘下の農家が製品を使うことになる。

ただ、別の大手企業は、JA で ICT を導入したいといった場合、JA は全農に相談するが、全農は一つの農家ではなく、全農家に利益があるものでないと許可しないといった傾向があるという。

こうしたこともあるからだろうか、先の大手企業は、JA や自治体が個々の農家を集約しながらテクノロジーを利用するのが今後の比較的主流のスタイルになるのではないかと JA に過剰な期待を寄せる見解を持っている。

第三の企業の工夫は、企業間の連携である。小さい市場、小さいパイを奪い合うのではなく、相互に乗り入れ、相互協力関係を築こうとするものである。これには二つのパターンがある。一つは、大企業同士の提携・協力であり、もう一つは、大企業とベンチャーのコラボレーションである。

前者で言えば、例えば、システムは A 社のものを導入していても、B 社のスタッフがコンサルを行い、ダッシュボードなどの作成をまかせるといったことや、逆に B 社のシステムを導入し、A 社がコンサルし運用するといった類いの相互乗り入れが見られる。そのため、一つの農業法人に複数の ICT 企業が関与することになるが、多くは補助金を使ってのシステム開発の事例が多いようである。

また、作業機の会社とのコラボレーションもある。A 社のクラウドに C 社ブランドの農

機をつけて、C 社の担当者が営業を行っているケースである。これにより A 社と農機のデータ連携が可能となったという。

もう一つの後者の企業間連携は、開発はベンチャーが行いそれを大企業が営業や資金、技術等でサポートするといった企業連携である。近年よく見られるようになった連携であり、農業の ICT 化の進展の多くはこのパターンをとっている。

4. ICT ベンチャーの登場と大企業の支援

地方には零細な IT 企業が多い。零細と言っても大規模の農業経営よりは販売額が大きいのが普通だが、農業経営者を近くに感じられる地方 ICT 企業が、農業にビジネスチャンスを見だし、農家が必要としている開発を行うケースが増えている。提供するサービスは畜産や、水稻というように作目が特化し、さらにその中でも、積算温度の計測や、牛の体温測定と言ったように個々の事象に特化していることが多く、小回りがきく開発を得意としている。そうした、IT ベンチャーが進めている開発を、大企業が、資本や販売等、様々な面からサポートするといった関係が構築されはじめている。

例えば、水田監視クラウドを開発している PS ソリューションは、D 社が資本支援しており、牛温恵の大分県のリモート社を製品販売等で支援しているのは E 社である。宮崎の牛歩システムを開発したコムテックの販売支援は A 社が行っている。A 社は、販売では自らは JA を担当し、小回りのきくベンチャーは個々の農家へといった、販売ターゲットのセグメンテーションを行っている。F 社は、顧客ターゲットの違いを指摘した上で、ベンチャー等にインターフェースを公開し、情報提供プラットフォームを提供したいとしている。

大企業とベンチャーは、販売網、資本提携、技術提携と多様な連携を築きながら農業 ICT 化を推進している。

農業に関する専門知識や営農、解析、コンサルに関してはベンチャー企業の方が進んでいると指摘する大企業は多い。大手が作ったクラウドは、個別経営の農業者にとっては過度に重装備になることが多いが、一般的な使用に当たっては、メニューを絞り込んだ軽装備のもので十分で、そうした意味でも開発に関しては農業事情に明るいベンチャー企業が主導した方が良いという。現場に近い強みが生きているということだろう。

また、大手が独自で開発した場合、社内の審査工程などのプロセスが多く、時間を要して販売までに数年かかることがある。その点ベンチャーはフットワークが良く、開発が早

い、とベンチャーの早さを指摘する大企業もある。

他方、農業 IT ベンチャーにも課題がある。それは、提供できる良いサービスがあっても、販売力が弱いため、その良さが一部の地域にしか認識されず広がらないことである。その影響もあるのだろうが、開発費の回収に困難を来してしまうこともある。そこに大手が連携して資本提携や販売提携に乗り出す基盤がある。

特に販売でサポートできる体制を目的意識的に構築しているのは G 社である。ベンチャー企業が開発したものをモバイル仕様にできるなど付加価値を加味することも可能である。さらに、G 社の場合には、通信の分野での技術支援が可能だが、こうしたサポートもさることながら、ベンチャー企業からみた G 社の魅力は、全国 200 箇所ある営業網であり、これを使って全国展開ができる販売（コールセンター、マニュアル作成等）へのサポートにあるという。G 社では、もともと農業向け営業はなく、法人営業部に所属し、地銀・信金担当だった部署がはじめた農業・JA への営業が発端になっている。

図表 1-9 に見られるように、大手の情報メーカーや農機メーカーに加え、予想以上に地域 IT ベンチャーが農業クラウド開発に参加している。その多くは、いずれも大手情報メーカーと連携をとって、販売や知名度を高めているクラウドである。今後は、資本提携や、技術提携など、農業クラウド開発をめぐる連携が強くなっていく可能性が高い。地方ベンチャーは、顧客を身近に感じており、大企業にとっては、彼等とコラボすることによって徐々に、それを必要としている農村顧客を明確化することが可能となっている。

5. データの互換性等クラウド開発上の課題

ただ、これだけ多くのクラウドがあると、システムフォーマットが開発企業によって異なり、データの互換性に欠け、利用しにくいといった課題が生じている。

イオンアグリ創造では、「全体では H 社のシステムを活用しており、一部分のソフトに限定して I 社のものを組み込みたいと思っても、互換性がなく一貫通貫ができない」という。そのため機能的に優れた I 社のものを使おうにも使えず、不便を感じながらもスタッフに自助努力を強いることになっている。

生産情報と会計管理、販売管理の間のデータの互換性の欠如は、同じ会社のシステムでもおきている。会計データは、通常経営単位で作成されることから、圃場単位で蓄積される生産データとの突合が難しいことが多く、結局圃場毎のコスト計算は、生産クラウドで得られる人員、物財投入量で類推することが多い。農業 ICT 化は、生産クラウドの開発に

特化していることもあり、会計データに限らず、気象データやマーケット情報など、一般的に外部データとの連動に後れが見られる。

トップリバーは、蓄積されたデータを組み合わせ「こういう分析をしたい」「こういう見方ができるようにしてほしい」という要望をシステム構築業者に出すと、そのための開発に毎回時間と費用がかかっていた。また、データベースに蓄積されているデータをコピーアンドペーストできず、手で入力しなおす必要があるなどの問題もあった。そこで、蓄積データを「モーションボード」というアプリケーションを通じて、加工・編集・閲覧できるシステムを多額の予算で構築してもらい、初めて「定植計画および実績」「生産計画および生育予測」「圃場別反収」「単価推移」といった同社が求める 100 種類を超えるダッシュボードを作り上げることができた。

少なくとも、農業 IT に共通するプラットフォームが構築され、データを利活用できるようになれば、ICT の利用価値もあがり利用者も増えるのではないだろうか。それらのことがまた、価格の下落をもたらすことにもなり、農業での IT 活用がより一層進むのではないだろうか。

プラットフォームづくりは、実は、IT 企業も考えており、大手 IT 企業の F 社は、先にも叙述したように、インターフェースを公開し、プラットフォームを提供し、互換性を高めるのがベンダーの使命と言っている。NTT データグループも、様々な角度からアプローチし、民間のプラットフォームを築いていきたいとしており、大手の IT 企業に共通した考えのようである。中には、商社が中心となって実現することも可能ではないかと提案する事業者もいる。

現在は、農業クラウドやセンサーなど、新たな製品の開発が行われている状況だが、こうした製品開発がある程度進んでくれば、次にデータの互換性やフォーマットの統一と言ったことが現実にも模索され始めるのではないだろうか。そうしたことが進めば、システム導入の初期コストの低廉化につながる可能性もある。現在は、高額なため補助金がないと実現できないが、センサーは農機具扱いにならず、商材としての分類が整理されていないため、補助金がでにくいといったことがある。やはり民間で努力していくべきだろう。

ただ、システム開発を外注せず、自らが行う企業も出現している。イシハラフーズのシステムの最大の特徴は、既存の商品を使わず、同社の社員が開発したオリジナルのものである点だ。アップル社の「ファイルメーカー」を使って作り上げたものだという。担当の吉川幸一氏によると「使いやすいシステムにするには、当社の仕事の流れを熟知している

ことが前提。仮に、専門業者にすべて説明し、理解した上で作ってもらったとしても、システムの更新もたびたびあるため、結局は自分たちで使い勝手がいいように作ったほうがいいという判断に至った」と話す。

イシハラフーズのように、自らの問題を自らの手で解決するパターンが最も良いスタイルと考えるが、システム開発の外注は、わが国 IT 界の常識になっており、また零細な農業経営の中でどれだけこうした経営が出てくるのか、今後を注目したいところである。

第4節 農業生産と経営の改善に貢献するスマート農業（第1ステージのICT化農業）－ICTによるエビデンスベース農業の推進－

1. センサーやクラウドによる圃場データのデジタル化の推進

（1）センサー、クラウド等 インフラの整備

農業のICT化とは、データのデジタル化によって得られたデータを利用する農業のことである。スマート農業は、一般論として言えば、多種多様のセンサーデバイスからデータを収集し活用することで、生産現場の改善によって生産性を向上しようとするものである。

その基本システムを単純に言えば、①データをデジタルにして入力し、②「クラウド」に蓄積し、③その蓄積データを利用するといったものである。

データ入力には、PCやスマートフォンを利用した手入力からセンサーによる自動入力まで幅広いが、ICT農業に貢献しているのは、「センサー」や「画像データの取り込み」などの入力に関わる技術開発と「クラウド」の開発である。

農業「クラウド」は、データを収集し、それを蓄積しさらに活用するソフトを内包したインフラである。「クラウド」自体の利用範囲は、圃場での農業生産は言うに及ばず、経営管理や農産物販売など多岐にわたる。さらにいえば、他産業や生活など様々な局面への利用範囲の拡大が可能で、農業に限るものでもない。「農業クラウド」といった言い方は、農業に利用されることを意図したクラウドというにすぎない。「農業クラウド」には、自然条件や、植物の生育や土壌条件、さらには農業経営の零細性など、わが国農業が持っている特殊性へ対応することが求められている。

農水省が「スマート農業」と銘打った「農業のICT化」で行おうとしているのは、生産に関わるデータのデジタル化であり、それを通じた生産工程の合理化である。センサーや「農業生産クラウド」の開発によって、農業はデータに基づく、いわゆるエビデンスに基づく農業（Evidence-based Agriculture）がより一層精緻に進むことになる。

（2）収集する圃場データの範囲

収集されるデータはクラウドによって異なり多岐にわたる。どのような利用局面を想定するかが違っているからである。ただ、農業生産のエビデンス収集といった局面に限定すれば、基本となるのは、「どこで（Where）」、「いつ、誰が、何をし（When、Who、How to do）」、植物等の生育が「どのようになっている（What state）」、その結果収量等が「ど

うなったのか (Yield results)」である。

それを少々農業生産工程の管理局面に即して言い換えれば、順番に、①農地管理、②作業管理、③生育等管理、④収穫等管理にかかわる情報ということになる。

各社のクラウドは、この四つの局面のどこに特化するか、あるいはどれだけ兼ね備えているかの違いがある。以下、それぞれについて詳述するが、最終的には、収集される圃場データは、必要最小限の四つの局面のデータに集約されているようである。

「農地管理システム」では、農地に関わるデータベースが作られることになる。農地情報の内容は、圃場名、地番、面積、位置、形状（地図情報）、所有者等である。従来は、紙情報で、入力するには手入力が基本だったのが、現在では、グーグルなどの衛星画像、手入力ではあるが、スマートフォンなどでの入力が可能となっている。

「作業管理システム」は、圃場での作業履歴が記録されており、内容は、作付作物・品種、作業内容、作業日、作業時間、機械の稼働時間、使用した資材名（農薬名・肥料名、使用量）等々が記載されることになる。作業が終わったあと、記憶が新しいうちに事務所に戻って記入するやり方がとられることが多かった。これは非常にストレスが大きく、最近ではスマートフォンを利用し、チェックするだけのやり方も出現し、当初の計画と異なった場合だけ、手入力やカメラでの画像入力するやり方が多くなっている。さらに、作業機械からセンサーで入力することも機械メーカーでは実用化に向けて開発が進んでいる。また作業を画像や動画等の映像でとることもみられるようになった。

「生育等管理システム」は、生育情報の他、気象や土壌状況、湿度等、圃場での時々刻々の環境変化を入力して蓄積するデータベースである。近年センサーやカメラでの把握が進歩しており、こうした入力の仕方はこれまでとは異なっているだけに、農業の ICT 化として話題になることが多い。生育状況に関しては、どうしても目視が必要で、固定カメラやドローン等の画像で判断する手法も進んでいる。

「収穫等管理システム」は、収量や大きさ、食味等品質に関するデータである。手入力を中心だが、KSAS や SAR などでは収穫コンバインを作動しながらセンサーで自動的に入力するシステムが現実化しつつある。

上記の四つの管理局面で必要とされる必要最小限のデータを具体的に挙げるとすれば以下の七つになるうか。

①圃場名（地番）、圃場番号、面積等、②作付け作物・品種、③作業内容、作業日、時間、④使用した資材名（農薬名・肥料名、使用量）、⑤時々刻々の「気温等の環境条件」、⑥「生

育情報」、⑦収量等の結果等である。

これらに関わるデータのデジタル化をベースとして進んでいるのがわが国の農業の ICT 化の現状であろう。

（３）クラウドを使った入力から利用までのフロー

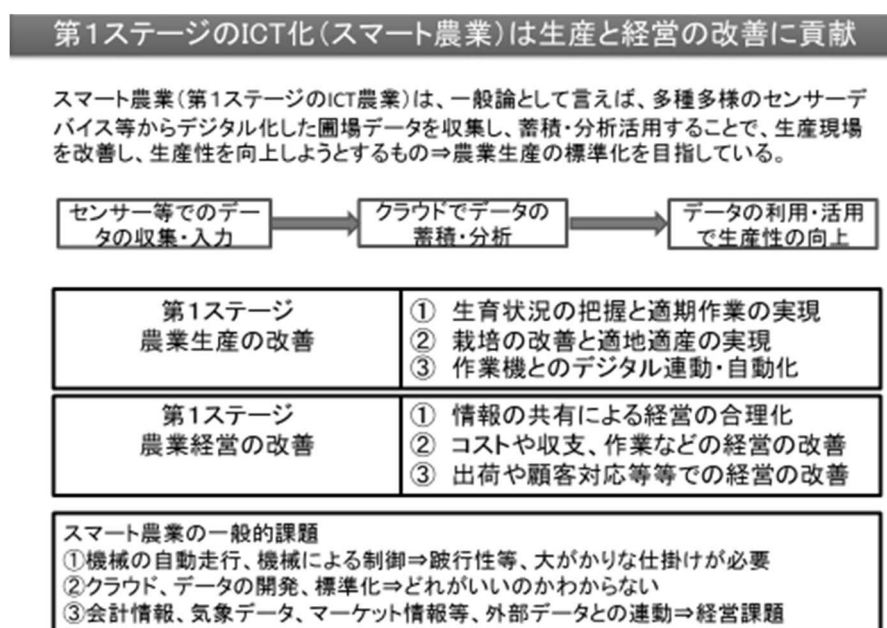
各社が開発するクラウドに違いはあるものの、農業の ICT 化のポイントはデータのデジタル化にありクラウドの基本フローは共通している。

まず、圃場情報や作業履歴等の情報を PC やスマートフォン等で入力し、それにセンサー、ドローン等から得られるデータを加え、それらをグーグルなどの地図情報に落とし込み、全体として紙ベースの情報からデジタルデータへ転換し、それらを蓄積し分析利用するといった流れである。

デジタルデータは、衛星写真、ドローンからの画像、さらには収穫機（コンバイン）に搭載したセンサーなどから収集される。もちろん、スマートフォンや PC からの手入力もある。

様々なセンサーで集められたデータによって明らかにされるのは、圃場での作物の生育状況にかかわることであり、さらには水田など圃場の状態、病虫害の発生状況、家畜などの状態である。

図表 1-11



2. データをベースとした生産の改善

生育状況の把握によって期待される農業生産の改善効果は、第一に、適期作業の実現であり、第二に栽培の改善や適地適産の実現である。第三に労働生産性を高めるため、M2Mが農業ICTによってどのように進展するかも大きな関心の的となろう。となると、以下の三点が、生産の改善として期待されることとなる。

- ① 生育状況の把握と適期作業の実現
- ② 栽培の改善と適地適産の実現
- ③ デジタル連動の作業機と自動化

ただ、農業のICT化は、このうちの一つだけを期待して進められるわけではない。この三つ（適期作業や栽培の改善、適地適産、データと作業機の連動）は、いずれも農業の生産性の向上、効率向上の実現を図るものであり、これら三つが同時に達成されることもある。

（1）生育状況の把握と適期作業の実現

まず、第一の適期作業の改善に関してである。これは、時々刻々入ってくるデータによって、圃場状況を的確に把握し、その時々々の作物の生育状況の把握から、水管理、防除、除草、追肥さらには収穫時期にいたるまで作業時期の適確な判断をしようとするものである。家畜に関しても、種付けや出産への立ち会いなど、クリティカルな作業時間帯がデータによって明らかできる。さらにデータは毎年蓄積できるので、翌年以降の作業計画や営農計画に役立てることもできるようになる。

以下、国内事例から引用しつつ叙述する。

（生育状況の把握や適期作業の事例）

- 「PSソリューションズ」の「e-kakashi」、「ベジタリア」の「PaddyWatch」は、水田の温度、水位、水温、湿度、日照量等の自動測定によって「圃場状況」が把握できるクラウドである。遠隔地からタブレットやスマートフォンで水田の状況が確認できる。これらのデータから、登熟時期や収穫時期の判断ができるとともに、生育ステージと日照量、湿度、水温等々と病気との関連をよりどこに病気が発生しやすいタイミングが判断できる。それによって農薬を散布するか否かの判断にも利用できる。

指標に異常があれば居ながらにしてわかる。水温が上がりすぎれば、水をかけるなど

の対応策が迅速に判断できる。水管理のために巡回する労働も削減でき、灌水や農薬散布、収穫の時期などの適期作業が可能になる。

- 「ヤンマー」の「SAR (Smart Agri Remote)」は、ドローン（リモートセンシング）で幼穂形成期の葉色を特殊カメラで撮影、計測し、そのデータを元に、生育のバラつきがわかる生育マップを作成して稲の「生育状況を把握」している。SAR で取得された生育状況から、葉色マップ、茎数マップ、地力のマップの三つに加工され、そこから追肥等の必要箇所や時期の判断を行っている。生育マップをもとに、施肥量マップを作成し、その情報を無人ヘリで読み込み、生育が悪い所へ時期を逃さず集中的に肥料散布し改善している。

- 「こと京都」は、露地のネギ栽培で、その地域における平均的な収穫日を予測し適期収穫に結びつけている。

- 「NK アグリ」は、気温データから生育状況を判断し、にんじんの収穫日を予測し適期作業日を通知している。「kintone」というクラウドに、1 時間ごとの気温を積算するように設定し、その積算温度を独自の計算式に当てはめた予測を行っている。

- 「オブティム」の「OPTiM Crawler」は、ハウス内の植物の葉や実をカメラで撮影しながらその動画をクラウドに上げ、ハウスで栽培している作物の生育状態を監視している。イチゴであれば、実の密度がわかり、適切な摘果につなげ、アスパラガスであれば、茎の伸長度合いで収穫の適期を伝えられる。

将来的には、圃場ごとに撮影した写真の波長を解析し、生育障害などの作物診断を行うことも検討中という。同じ「オブティム」の「OPTiM Agri Drone」は、マルチスペクトルカメラで害虫を検知する。大豆畑の上空からハスモンヨトウの幼虫などを探しだすと、葉の近くまで下降してピンポイントで殺虫剤を発射する。

- 畜産のクラウドには、「Farmnote」や「牛歩システム」がある。牛の発情発見のクラウドで、発情すると運動量が増えるという点に注目した適期作業を教えるクラウドである。

「Farmnote Color」は首輪をつけて牛の運動量を計り、「牛歩」は、雌の足首にセンサーつきの歩数計をつけて状態を伝えている。1 時間単位で、24 時間リアルタイムに発情情報をグラフに表示でき、居ながらにして牛の様子を把握することができる。「Farmnote Color」は、牛群管理システム「Farmnote」と連携させると、自動的にその牛の個体情報が表示され、飼養データと活動データを組み合わせた牛群管理が可能だという。

- 「牛温恵」は、分娩の兆候を検知し出産作業に立ち会えるようにするクラウドである。体温センサーを用いた母牛の遠隔監視サービスで、母牛の膣内にセンサーを留置して体温を監視し、5 分間隔でセンサーから体温データをサーバーに送信できるようにしてある。母牛の体温が下がると出産段取り通報、破水によりセンサーが抜けると駆けつけ通報といった具合だ。24 時間体制で監視し細かい経過を見守れるだけでなく、夜周りをする必要がなくなり、農家はゆっくり眠れ、かつ大事な出産には立ち会うことができるようになり、事故が大幅に減少するという。

（２）栽培の改善と適地適産の実現

農業 ICT 化の農業生産への第二の貢献は、生育や栽培の改善策が明確にでき、いわゆる「適地適産」の実現が可能となるといった点である。

そのためには、生育状況の把握にとどまらず、収量や品質等の情報も必要となるが、そうしたデータと、圃場データとを組み合わせることによって翌年の土壌改良や基肥、作目選定や品種選定、さらには栽培方法などの改善に役立てることができる。

データは、その作物にとって適した農地かどうか、適するようになるにはどう改良すれば良いのか。あるいは、その農地の土壌条件にあった作物や品種は何があるのか、といったこと等の判断に有効に機能する。

（栽培の改善と適地適産の事例）

- 「クボタ」の「KSAS（クボタスマートアグリシステム Kubota Smart Agri- System）」対応のコンバインは、「収量や品質」を自動的に把握してセンサーで送り、グーグルマップで水田一枚ごとに食味と収量の管理ができる。

出来秋に収量や食味が分かるだけでなく、「施肥設計」を作り、そのデータを KSAS 対応の田植機やトラクターと連動させることで、翌年、田植えやトラクターで圃場毎の「自動調整施肥」が可能となっている。次年度以降にどのような肥料設計をするかも明確になる。
- 「ヤンマー」の「SAR」では、前述したようにドローンや衛星から幼穂形成期の圃場画像を手に入れ「生育状況を把握」するクラウドだが、生育マップから、気になるところに焦点を絞った土壌を診断し、土壌改良資材など改善提案をするが、春には、基肥を施肥量マップ連動トラクター等で行っている。
- 水稻 130ha を耕作する「横田農場」では、水田センサーのデータから、中干し期間が

収量の違いと関連していることを発見、中干し期間の管理によって収量の改善に結びつけている。

ただ、中干しに限らず、生育の改善を行ったか否かの確認に ICT を役立てている。ちなみにこれは労務管理にも使えることになる。

- 「イシハラフーズ」は、210ha に 10 種類近くの野菜を作っており、作物と圃場のマッチングに気を配った作付を行っている。その地域や圃場に適した品種か否かは、作ってみて初めて分かることも多い。土壌の養分が作付けする作物とマッチしていない場合、圃場変更したり、土壌改良を行ったり、作物を変更したりしている。
- 「新福青果」のキャベツ生産は、それまで種苗会社の情報などを頼りに品種選定していたが、時には地域に合わない品種を作付けるはめになったこともあった。そこで、圃場 10 カ所のセンサーから得られる地温、日照、湿度、外気温などのデータをもとにキャベツの生育状況と連動させ、「どういう条件であれば、選んだ品種の生育が順調に進むのか」が明らかになった。その結果、宮崎の気象条件とマッチする品種選びが可能となり、収量が 30%ほど上がった。
- 「新福青果」は、宮崎県都城市で 7 月にニンジンを作っているが、気温が高く作りにくい。適地ならば、収量も上がり、無理して農薬を使う必要もない。どのような地域が適地かデータで分かっているので、そのためには、北海道などの冷涼な地域とネットワークを組みたいという。
- NK アグリは、先にも述べたように、気温データをもとに独自の計算式を使って、全国どの産地でも収穫すべき日付をほぼ正確に割り出している。それによって、産地をリレーし、約半年間途切れることなくニンジンを出荷している。「桜の開花前線のような技術がもともと気象分野にはあるのに、農業でも使った方が良い」という。適地が広がっていくということである。
- センサーデータから、おいしい農産物を作ろうとする努力も見られる。たとえば「甘味の強いニンジン」「うまみの強いコメ」といった独自の目標を掲げ、生産の改良につなげているのは「PS ソリューションズ」だ。ここで言う独自の目標を、「ek レシピ」と呼んでおり、データとの相関をとっている。毎年データを積み重ねていくなかで、完成度をあげれば、目標に沿った栽培方法が分かると考えている。データは一覧でき、思い通りのニンジンやコメを作るうえで、どういう気候や土壌、気温などの条件が必要か分かるようになる。

（３）デジタル連動の作業機と自動化（M2M）

農業の ICT 化の第三の貢献は、データを作業機と連動させて労働生産性の向上を図ろうとする試みである。典型事例は、さきに挙げたヤンマーの SAR のように、機械に積まれたセンサーで得られたデータをドローンや無人ヘリに読み込んで局所追肥を自動で行うといった事である。

機械がデータを得て自動で判断して肥培管理作業を行うことによって、土地生産性の向上が計られ、労働生産性の向上に結びつく。現在は、PC やスマートフォンからの手入力もまだ多いが、SAR やクボタの KSAS のように、生育状況や収量、食味値などを機械が読み取り、そのデータによって他の機械が動く M2M の仕組みがさらに広がってくれば、労働生産性は飛躍的に向上することになる。

データと作業機との連動による M2M は、現在の所、生育状況や収穫量と連動した機械作業や自動走行農機の開発にとどまらず、水位計測からの自動灌水、植物工場での自動制御などがある。そうした意味で作業機とのデジタル連動をさらに推し進めることは、わが国の農業の成長のための大きな鍵となる。

（デジタルデータ連動の作業機による生産の改善の事例）

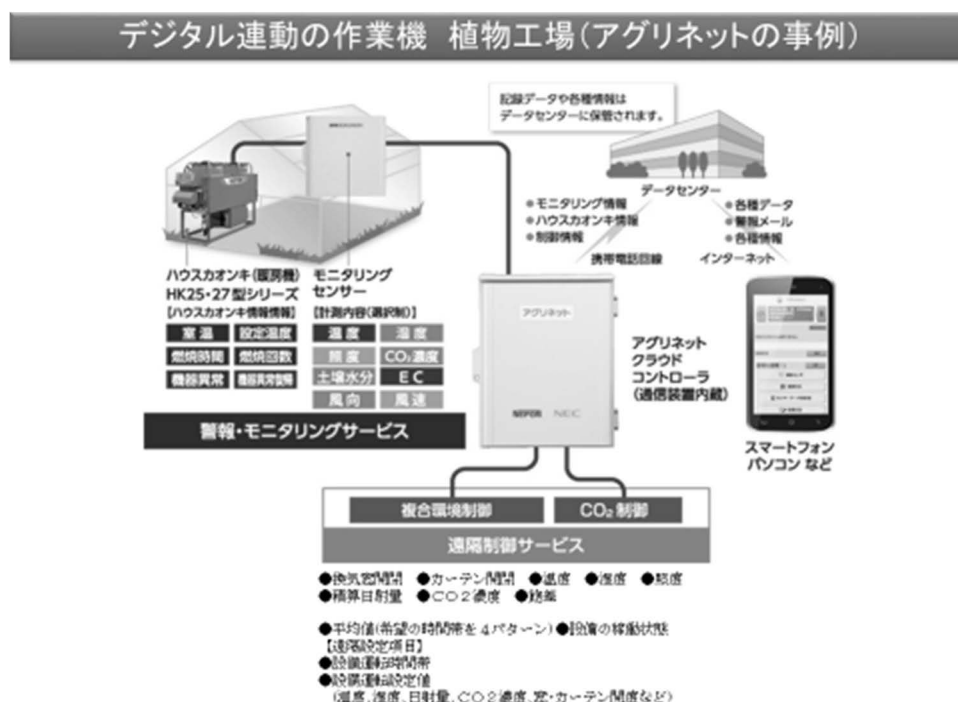
- 生育・収穫データから機械施肥を行う仕組みを開発しているのは、「クボタ」の KSAS や「ヤンマー」の SAR である。まず、ドローンやコンバインから生育情報や収穫量・食味情報を入力し、そのデータをベースに加工し、追肥ヘリコプターや、田植機、トラクターなどと連動して施肥作業を行うといったものである。機械からデータ入力し、機械で作業すると言った M2M が実現している。
- クボタもヤンマーも、GPS を使って自律走行する無人トラクターを開発している。田植機、コンバインも無人で自動走行可能で、それぞれの農機には無線 LAN を搭載している。無線 LAN 搭載自動走行農機は、タブレット端末を通じて監視・操作することができるようになっている。
- Paddy watch は、センサーで水田の水位の計測を可能としている。そこから水門の自動開閉ができて水位調整まで連動できないかと考え、自動開閉する水門の開発も進めている。Paddy watch が行った実験では、水田の見回りの回数が平均で 35%、見回りに要する時間が平均で 43%削減されたという。
- 「笑農和（えのわ）」も Paditch によって水田の水位調整システムの開発をしていると

の情報があるが、2018 年でもその完成は聞いていない。

- あらゆるものがインターネットにつながる IoT や AI を利用した「データ駆動型農業」に最も近い農業は、現状では「ハウス施設」や「植物工場」であろう。図示したのは、わが国でも古くから施設内制御システムを作っている「ネボン」の「アグリネットクラウド」である（図表 1-12）。

アグリネットのモニタリングシステムでは、温度・湿度・CO₂ 濃度等々の多種多様なデータが数値化されてどこでも見える状況にある。データはクラウドに集められ、個々の項目に関して遠隔制御できる状況におかれ、常にハウスの内部が作物にとって最適の環境になるよう留意している。日照量が多くなれば、自動的にカーテンを閉め、温度が上がれば窓を開いて換気するといった動作を、ハウスが自動的にやってくれる。気象条件やハウス内部の環境条件の変化に応じ、最適な環境を維持するための制御を窓やカーテンの開閉で行っているのは、農業の施設化、IT 化として一歩進んでいる。だが、ここで得られたデータをもとにどのような生産上の工夫がなされているかに関しては、まだよくわかっていない。

図表 1-12



3. データをベースとした経営の改善

(1) 情報の共有による経営の合理化

農業の ICT 化は、作物の生育や栽培方法など、生産の改善だけに終始しているように見える。実際には経営の改善にも大きく役立っている。

例えば、収支やコスト、労働時間が圃場毎に明確になり、圃場相互の比較によって改善に結びつけ、労務管理や経営計画へ反映させると言った経営の改善が一つであり、もう一つは、販売や出荷時期と収穫を連動させながら管理するなど、販売を意識した経営の改善への利用がある。

こうした、データの農場間での比較や、販売部門と生産部門との連携などが可能となるのは、データの共有が行われているからで、農業 ICT 化の貢献は、データをデジタル化することによって、多くの人々との情報の共有ができることによって改善が進む結果となっている。これは ICT 化一般に言えることである。そう考えれば、農業の ICT 化によって期待される経営の改善効果は次の三点をあげることができる。

- ① 情報の共有による経営の合理化
- ② コストや収支、労務管理などの改善
- ③ 出荷や顧客対応等での経営の改善

もっとも、前項で述べたように、農業の ICT 化は、このうちの一つだけを期待して進められるわけではなく、これら三つが同時に達成されることもあり、むしろ全てが関連していると言ってよい。

何より重要なのは、生産に関わる情報のデジタル化によって、経営内部の関係者との情報の共有がなされることであり、そのことによってさまざまな経営の改善が進んでいる点である。

生産クラウドは、もともと圃場データの「見える化」を目的としており、データの共有ができるようになっている。そこで得られた情報を、関係者が相互に共有化しながら、圃場や農場の相互比較や、作業や出荷の調整、問題の発見やミスの減少、栽培の改善、コストや収支の改善等につなげ、さらには、労務管理や、従業員教育にまで結び付けている。

課題の発見、改善策の提案、改善の実施といったサイクルを ICT 化によって回わせていると言ってよい。一般的に、大規模で、農場が複数あり、従業員が多い経営では、情報の共有を如何に進めるかを ICT 化推進の動機とするところが多い。

(情報の共有による経営の改善の事例)

- 「イオンアグリ創造」の生産管理システムは、21 ある直営農場すべてで共有できる仕組みになっている。他の農場の状況をリアルタイムで確認することができる。月1回程度テレビでの農場間会議では、データをもとに、生育にどんな問題があるのか、それはなぜ発生したのかを検証する材料となり、「収量をあげるためにどうしているか」「こういう工夫をしたら成果があった」といった情報がやりとりされる。農場同士は、互いに協力関係でもあれば、ライバル関係にもあるという。
- 「こと京都」も、データを元に毎週「生育会議」を行い、圃場ごとのねぎの生育状況から収穫日を予測し、病虫害が発生していれば対処法を協議している。
- クラウドだけでなく、チャットやラインを使って情報の共有を補完しているのが、「こと京都」である。チャットは社員が広く知っておくべき情報を共有する手段で、受注の状況、顧客からのクレーム、申し送りすべき事項などをリアルタイムでやりとりしている。ラインは部署内の人だけで共有化するツールで、社員やパートの休み、作業開始および終了の時間などを入力し、部署内で確認しあう労務管理に応用している。
- 畜産センサーでは、送られたデータを、経営者だけでなく、牧場スタッフや獣医師等がPC等でいつでも共有でき、クリティカルな作業への対応に役立てている。

(2) コストや収支、労務管理などの経営の改善

情報の共有によってみられる経営の改善には、圃場毎の収支、コスト（資材費、人件費）の改善や、作業工程の合理化、労務管理や従業員教育等への応用がある。

まず、ICT化によって、圃場毎に、収支、コスト（資材費、人件費）の把握が可能となる。コスト計算は、投入労働時間、機械の稼働時間、肥料・農薬等の消費量等で、生産クラウドで得られるデータから暫定的に行われるもので、必ずしも会計情報との突合があるわけではない。いわば、製造業における工場管理のようなもので、圃場毎に、問題圃場、問題内容、問題作業の発見に貢献し、改善策の基礎資料に役立っている。写真データは、それらの判断や検証に大きな役割を果たしている。

同時に、作業する人一人一人の動きの把握も可能となる。作業工程の合理化、労務管理への貢献、さらには、人件費等コストの削減も入る。①労働の軽減や作業工程の効率化、②作業情報の共有、③労務管理への応用、④作業ミスの減少、⑤従業員への教育等が考えられている。

(圃場、農場毎のコスト・収支・作業の合理化の事例)

<圃場毎の収支>

圃場、農場毎の資材投入量や、労働投下量の把握は、どの生産クラウドでも可能となっており、こうしたデータから圃場ごとの資材費、人件費からコスト計算や収支の状況が一目でわかるようになっている。

長野県の「トップリバー」では、スマートフォンで入力して得られたデータを「圃場別収支計画表」というダッシュボードで見ることで、1日ごとの売上と経費の推移が圃場毎にわかるようになっている。圃場ごとの資材費、人件費、収支の状況を一目で共有し、他の農場の状況と比較でき、相互に切磋琢磨するなどして経営の改善につなげているという。

「イシハラフーズ」も、圃場ごとの収支状況をリアルタイムで確認し、赤字になっている圃場がわかるようになっている。原因究明や改善策を探る基礎資料として有効利用しているという。「新福青果」でも、赤字の圃場が明確になることから、原因究明と作物変更などの対策を打っている。

<作業の合理化、効率化>

○ 「イシハラフーズ」は、圃場の日常的な作業でも、誰が、どこで、どんな作業をしているかの情報を共有しており、もし近くに作業の遅れが発生していれば、オペレーターは応援に駆けつけるといったことが可能になっている。収穫の時間や圃場の変更を、野菜の加工工場側から指示できる仕組みも、圃場情報を共有しているからできることである。

「イシハラフーズ」の一次加工処理の加工工場では、30分刻みで進捗状況が確認可能となっているが、工場側から農業生産現場に「収穫のペースをあげよ」「予定外だが別の畑に移動して収穫せよ」等の指示があっても、ICT化を進めることによって対応できるようになった。

○ 「NKアグリ」は、センサーで積算温度を測る方式をオープンにし、共有している。そのことで全国どの産地でも収穫すべき日付をほぼ正確に割り出し、産地をうまくリレーする産地を作り上げている。データで収穫が通常よりもかなり遅くなる場合には、生産現場と営業に伝えて出荷計画を見直す。

<作業ミスの減少>

ICT化によって作業ミスも減っている。先の「イシハラフーズ」は、入力ミスが減った

としており、「鍋八」も間違った圃場での作業がなくなったという。鍋八の耕作農地枚数は約 2,000 枚に及ぶ。それまでは、地図を片手に現場に向かうとはいえ誤って他人の田んぼで収穫をしてしまうこともあったという。それが、スマートフォンを見れば、その日、どこで、どんな作業をすればいいかが常に把握できる。地図上で現在地と作業現場を確認できるので、誤って他人の農地で田植えや収穫をすることを防げる。

<労働時間の減少、労働の削減>

作付面積は 210ha、圃場枚数 750 枚に及ぶイシハラフーズの ICT 化では、現場で入力しそのまま保管できるスマートフォン入力に変えて、それまで作業後事務所に戻って入力する手間を省き、記入ミスが減らすことが可能になったとしている。それまで事務所でパソコンに入力し保管するだけで 3 人の専任スタッフがいたのが、その作業が必要なくなったともいう。

<作業計画の合理化>

愛知県で 800ha の稲作経営を行う鍋八は、クラウド「豊作計画」を使うことによって、一つ一つの農作業を工程として分解し、作業の効率化を進めている。「豊作計画」は、播種や田植え、除草、農薬散布、収穫などで通常要する時間の「標準時間」を設定している。その上で、それぞれの作業を組み立てていけば、作業がいつ終わるかの見通しが立ってくる。全体の管理者はこの「標準時間」を基にオペレーターに作業を割り振っていくという。

<労務管理への応用>

ICT 化は、一つ一つの作業工程での人員、作業時間等をデータで把握することによって、作業の合理化・効率化、工程管理の精緻化、労働の軽減を計っている。それは、ICT 化によって、誰が、どこで、どんな作業を何時間しているかという情報が把握できることで可能となるのだが、そのことは当然に労務管理にも使用可能と言うことである。事例では、イオンアグリ創造でも、新福青果でも、生産管理ソフトと労務管理を連動させている。

<教育や技術伝承への応用>

○ 従業員に対する教育にも有効である。イオンアグリ創造は、ICT 化による情報共有によって、だれもがあらゆる作業をこなせるようになることを目標としており、データの

蓄積は、従業員教育に多いに役立っているという。例えば、苗を植えてから収穫が終わるまで定期的に写真を取り、蓄積している。これらはすべてがナレッジの蓄積となって、従業員に引き継がれている。

- 新福青果でも、そうした写真データを活用して、技術の伝承ができるようになったとしている。「農業の経験がない人には、具体的なデータを出して説明すると理解しやすい」と話す。

（３）出荷や顧客対応等での経営の改善

農業経営の成長プロセスでは、プロダクトアウトから、マーケットインへの体制を築くことがあるが、契約栽培もそうした体制の一つである。その契約栽培では、収穫日の特定は、出荷時期に直結するだけに契約履行の上でもさらに厳密さを要求される。農業経営者が契約履行をする上でも ICT 化が貢献している。

マーケットや加工から要望される出荷契約には厳しいものがある。そこで、需要予測、販売目標から作付計画や、生育状況から販売・出荷状況を常時把握する必要があるが、販売や出荷計画の状況に応じた生産対応（計画・作業・変更）を ICT で作り上げることができる。そうしたシステムでは、同時に生産履歴を記録できることから、トレーサビリティや生産履歴の開示等、お客への信頼の醸成にもつながる。

（出荷や顧客対応での経営の改善の事例）

- 農業 ICT 化によって生産と販売の予測をしているのは、契約取引を主体しているトップリバーである。

契約栽培では、作柄の善し悪しにかかわらず、取引先への納入義務を果たすため、予測と実績の管理を綿密に行う必要がある。

そのため、出荷・収穫日から逆算した工程管理を行っているが、そのためには、信憑性のある生産現場のデータと、タイムリーにチェックしたい数字を見られるようにしておくことが大切になる。農業の ICT 化は、販売の予測から生産計画が確実に立てられる大きなメリットがあると言う。

- イオングループは、「生鮮 MD」という販売管理のシステムを利用し、販売実績をリアルタイムで把握している。それに合わせて生育状況を確認し、収穫・出荷の計画やタイムリーな判断を行っている。

- 「こと京都」では、同社向けに開発した販売管理システムを活用し「いまどのぐらい商品が売れているのか」をリアルタイムに、取引先毎に確認している。販売管理システムから得られたデータをもとに、「今後どれぐらいが売れるか」という需要予測を立てている。

この予測を農産部に伝え、農産部では、「生育会議」で収穫時期の調整を行い、出荷と収穫の調整を行う。そのために、会議では3ヶ月先までの収穫予測を立て、さらに月ごと、週ごと、日ごとの収穫計画に落とし込む。これら一連の作業に Akisai が有効に活用されている。

同社はさらに専用アプリを開発中である。これは、アプリを通じて外食業者からの注文をいつでも受けられ、送った商品の配達状況を発注者が確認できるといったものである。こうしたアプリが運用できれば、同社社員の電話対応にかかる労力を減らせることになる。また、現在行っている需要予測をステップアップさせ、顧客店舗の販売数量を予測し、注文が届くのを待つことなく納品する「自動送り込みシステム」も検討中だという。

- 「イシハラフーズ」でも、先に示したように加工工場の稼働状況にあわせた収穫作業とのすりあわせを日常的に行っており、生育と収穫・出荷のすりあわせは、契約栽培をしている経営には必ずと言って良いほど要求されるものであり、そのことが、圃場生育状況の見える化、農業での ICT 化を進めるインセンティブにもなっている。

<顧客への信頼>

- 農業の ICT 化は、顧客への信頼の創造にも役立っている。基本的には、生産管理システムを整備すれば、生産履歴は明確になり、その情報伝達は、顧客への信頼創造となる。しかし、それがねつ造されないという保障はない。そこで、「イオンアグリ創造」は、データを改ざん、ねつ造できないような仕組みを作って顧客の信頼を向上させようとしている。生産管理システムでは、すべての正社員がアクセス権を持っているが、播種や防除などの生産履歴を入力する際、いったん入力した情報は書き換えができないようになっている。たとえば、指示されていない農薬を散布して履歴に入力し、その後「散布していない」と書き換えることはできない。
- 他方、安全な農産物供給を担保する観点から、トレーサビリティに取り組んでいるのは「イシハラフーズ」である。イシハラフーズは、国産野菜を原料として使っていることを切り札にしていることから、原料となる野菜の生産、加工、商品の包装、発送に至

るすべての段階においてトレースできるように仕組みを確立している。2004 年の自社農場開設時から取り組んでいるが、当時は、紙ベースで農場担当者が手書きで記入していた。それ以降、畑の面積が急速に増え、紙ベースでの記録が煩雑になってきたため、IT を活用し、効率的に管理できるシステムの開発へとつなげている。

4. スマート農業（第 1 ステージの農業の ICT 化）による生産性の向上

スマート農業の課題は、大規模化、就業人口減少に代替する技術開発（ロボット、ICT の導入）にあり、①超省力、きつい作業からの解放、農作業の簡素化、②収量向上、付加価値の高い農産物の生産、③生産履歴等生産情報の伝達等に目標があった。それらが総合的に農業の生産性向上に如何に貢献するかが大きな課題であった。特に重要なのは、労働生産性の向上に寄与する機械化の動向で、将来的に目指す IoT/M2M の基礎条件がどのように作られているかである。

（1）生産性の向上と M2M

M 技術が生産性向上に寄与するには、①手作業から機械化への転換、②機械の稼働時間の拡大（作業適期の拡大や圃場間移動の合理化等）、③高機能化による単位時間当たりの処理面積の拡大（大型化等）等々といったことが重要になる。

実際の技術開発の実態はどうだろうか？ 近年の M 技術開発のトピックとなっているのは、ドローンや、自動走行、アシストつき作業機等の開発である。たしかに SAR のようにドローンによる情報収集や、肥料散布、除草、収穫作業での機械開発や機械の自動走行などが指摘され、また KSAS のように、機械の稼働時に収量や食味値データの取得が見られるようになるなどの新たな動きがあり、この点は既に指摘したものである。

だが、M 技術全体としてみれば、個々の農業機械の稼働がインターネット等につながり、そのデータが他の農作業や、他の機械の稼働状況に影響を与えると言う、いわゆる M2M や IoT による農業情報革命と言われるものにつながる要素はなかなか見つからない。

例えば、IoT/M2M の観点からみれば、クボタの KSAS やヤンマーの SAR をある。また、paddywatch などの水田監視から自動灌水への連動や、施設内制御システムを作っている「ネボン」の「アグリネットクラウド」があるが、水田での自動灌水はいまだ実現していない。KSAS や SAR もデータドリブンでかなりの進歩とは思いますが、稲作生産工程全体のコントロールはできておらず、肥料散布や土作りでの作業機との連動という部分作業

の自動化でしかない。データ制御や自動走行など、わが国農業での IoT/M2M がどうかとなればまだまだ課題が多い。

（２）施設園芸での IoT/M2M

そうした中で、わが国で、もっともデジタルデータと制御機が結合しているのが温室や植物工場対応の「アグリネットクラウド」でありそれと連動した施設の諸装置である。気象条件やハウス内部の環境条件の変化に応じ、最適な環境を維持するための制御を、窓やカーテンの開閉で行っているのは、農業の施設化、IT 化として一步進んでいる。

これが、データドリブンによって、従来と異なった生産性の高い農業へとつながっていくかが大きな課題である。その先進国はオランダである。得られたデータでハウス内の環境を制御するだけでなく、品種選択、栽培方式の改良からエネルギー産業としての農業まで、自律的な農業改革へつなげている。

わが国との ICT 化の対応の違いは、両国の生産性に如実に現れている。施設栽培の代表的な作物であるトマトの生産量を例に比較すると、日本とオランダのトマトの生産量は、ほぼ同量の 70 万トンだが、オランダではそれを 200 戸で生産しているのに対し、日本では 2 万戸の農家が関わっている。生産性に百倍という大きな違いがあるということである。

このことは、日本の施設園芸とオランダのそれとでは、似て非なるものと考えて良いということである。つまり、オランダでは、農業の情報化によって農業自体を、通常我々が農業といっているものとは異なった産業へと転換しているのであって、オランダの農業が、よく情報産業化した農業と言われるゆえんとなっている。

ここには、技術開発に対する国を挙げた取り組みがある。グリーンポートホランドなどの官民共同の組織が、民間企業の知恵を最大限に引き出す仕組みを作り、さらに大学にリサーチセンターを設け、大学の知識を民間が共同で実用化するナレッジインフラ（ワーゲニンゲン U&R）を構築している。ナレッジイノベーションのベースとなっているのが関係者による情報の共有である。

わが国でもこうした知を取り入れ、「施設園芸」や「植物工場」には、温室の制御システムを使い、トマトやパプリカ等で成功している事例も散見するようになった。これらは、データを大量に集め、農業の生産性を向上しようとしている。

他方で、生産性はオランダほど高まってはおらず、コストが高すぎるとか、それにくらべ農産物の価格が安い付加価値が付かないと言った課題があり、経営全体としてみれば産

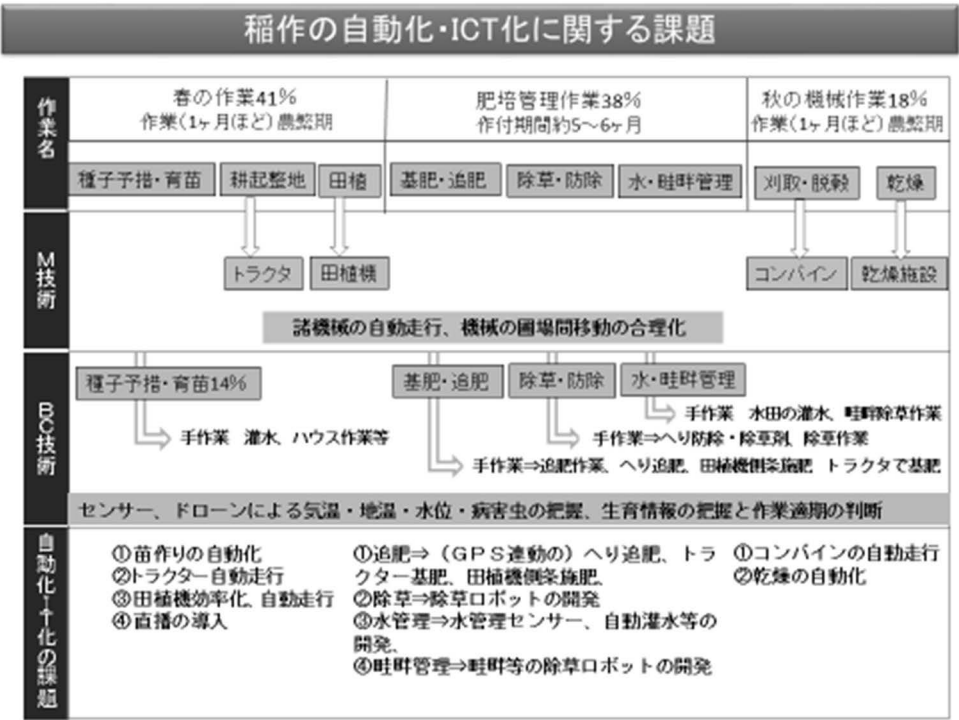
業として定着するにはいまだ至っていない。つまり、わが国の温室や植物工場等は生産の場での合理性の追求にとどまっていて、経営全体としての合理性が確保されているとはいえないように思われる。経営合理性を追求するには、収量の改善や、資金繰り、販売等々がネックとなっているが、基本的には、施設への初期投資が高いことに問題がある。

農業の ICT 化で、データ取得とデータドリブンの作業機の利用に関しては、酪農など畜産でも同様の初期投資の高さが指摘されていて、乗り越えなければならない大きな課題となっている。

（３）稲作に見る自動化の課題 機械化の跛行性の問題

ICT 化による生産性の向上がわが国でいかに進むかを占うには、稲作でいかに生産性の向上がみられるかにかかっている。図 1-13 は水稻作業の M 技術と BC 技術を示したものである。全体で見ると、M 作業、すなわち機械作業は全体の 46%（106 時間/ha）（春作業 28%、秋作業は 18%）、これに対し、BC 作業の肥培管理作業は 52%（120 時間/ha）とほぼ半々である。

図表 1-13



M 作業と BC 作業は、既に述べたように性格が異なっている。M 作業は作業期が短期間に集中し農繁期を形成するのに対し、BC 作業は、春の種子予措から、田植以後刈り取りまでの生育期間全てにわたって行われ、生育を見ながらの適期作業が必要となる。農業労働合理化の課題は、M 作業と BC 作業とでは自ずから異なり、農業の情報化の進展も異なっている。

これまでは、ICT 化によって、適期作業が可能となり、適地適産によって生産性を伸ばしている事例や機械の操業を高めている事例を紹介した。ただそれでも、BC 技術と M 技術では、ICT の進展度合いが異なっているようである。図表 1-14 を見ると、明らかに M 技術に多くの課題が残されている。

図表 1-14

水稲での機械の自動化と、ITの到達状況

(春機械作業等の軽減)

- ①苗作りの自動化、②トラクター自動走行(GPS連動のサポート走行)、③田植機効率化、自動走行、④直播の導入、⑤圃場間の移動の合理化

(肥培管理作業の軽減)

- ①生育データの把握による作業内容・作業適期の判断
⇒センサーによる気温、地温、水位等の監視・把握
⇒ドローンによる生育状況、地力等のデータ把握
- ②肥培管理作業の自動化、機械化
- 圃場の収量・生育データに基づいた追肥労働、基肥労働の合理化
⇒データ連動でのヘリ追肥、トラクター基肥、田植機での側条施肥
 - 収量・生育データに基づいた防除労働の合理化(農業散布)
⇒ドローン・ヘリ防除 ⇒除草剤散布と除草ロボット
 - 水・畦畔管理の合理化
⇒水田の水位監視、自動灌水等はまだ、畦畔の除草などの管理はまだ

(秋機械作業の軽減)

- ①コンバイン自動走行(収量データ取得)、②乾燥自動化、③圃場間移動の合理化

黒字=実現。薄字=ICT化、機械化(自動化)で実現していないもの

これまでの機械開発は、第一に、除草や収穫作業など、手作業に頼っていた作業の機械化であり、第二に、機械の大型化や自動化などによる効率化であった。過去には、牛耕や馬耕を耕耘機に置き換え、収穫をバインダーに、人力での田植えを田植機に置き換えるような開発があった。さらにその後耕耘機やバインダーをトラクターやコンバインなどの高性能機に置き換え、引き続きそれらの馬力や性能を高めていくという技術開発である。しかも耕耘、田植え、収穫など、季節に規定された部分作業の機械化に終始するなど、部分作業の合理化に特徴がある。

スマート農業での M 技術の ICT 化も、部分作業の機械化という、これまでの M 技術開発の性格を脱しているとはいいい難く、従来からの機械化の延長上にあるとみてよい。

M 技術での改革がおこらない理由には「作業の季節性」や「農地・圃場条件」など昔から存在する農業の問題を克服してないからである。

「季節性」とは、個々の作業が季節によって異なることから、工場のように、異なった作業機の同時運転ができず、機械の分業による協業ができないということである。また「農地・圃場条件」とは、農業機械は工場など一カ所に設置されるのではなく、機械自ら圃場に出向き自走するなどすることになり、その精度は圃場によって異なるなど「農地や圃場条件」に規定されてしまうということである。

これらを、技術開発によって克服することは当然考えなければならないものの、同時に、経営者が作目構成を工夫したり、農地の面的集積を推進したりというように、経営的かつ政策的な対応によるアプローチがなされるべき課題となっている。

他方、BC 作業に関してみると事情は違ってくる。データに基づきながら判断する「適期作業」や、データから栽培手法を考え、圃場にあった作物や品種を選択する「適地適産」が実現し、生産性の向上に寄与している。

農業の情報化においては、BC 技術の方が M 技術よりもより情報化が進んでいるように見える。それは、それだけ BC 技術の方がこれまでブラックボックスにあったということである。

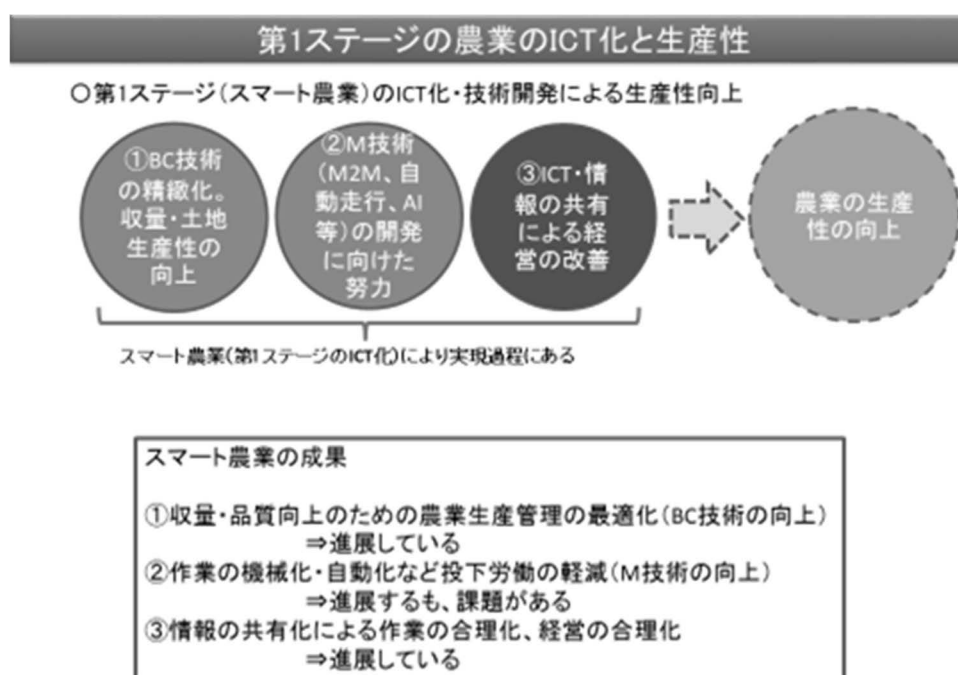
（４）スマート農業と農業生産性の向上

整理すると、以下のようになる。①植物工場などでは自動制御がみられるが、施設コストが高額で植物生産では割が合わないといった課題があり、投資以上の生産性が上がっていないこと。コストを回収できるだけの増収効果や付加価値付与ができていないことに課題がある。②M 技術の ICT 化の進捗は著しいが、特に稲作等では、未だ自動制御には至っておらず、稲作手作業が多く、労働時間の低減は今後の課題となっている。③その上に、M 技術には「作業の季節性」や「農地・圃場条件」など昔からの農業問題が横たわっており、部分技術の改良にならざるを得ない状況にある。こうしたもろもろの理由により、M 技術に関しての ICT 化の効果はいまだ顕著にはでていない。

スマート農業による技術革新の核心、つまり生産性向上への寄与は、「BC 技術の精緻化」や「情報の共有化による経営の改善」によるところが大きいと思われる。

スマート農業の生産性向上への貢献は、しばらくの間は、①BC 技術の精緻化により、土地生産性が向上し、それが労働生産性に影響を与えるパターン、②M 技術の ICT 化による、ある程度の労働生産性の向上、③ICT 化による情報の共有を通じた作業工程の合理化やコスト意識の醸成、顧客との関係の強化等の経営の改善によって向上するケース等が考えられる。中でも M 技術の ICT 化によって期待されるような労働生産性が向上するようになるまでには多少の時間がかかると推測される（図表 1-15）。

図表 1-15



ただ、ICT 化を受け入れている農業経営を見ると、もともと生産性の高い経営であり、そうでない経営が生産性を高めようとして ICT 導入を図る経営は少ない。つまり、ICT の導入には、ICT を受け入れやすい経営と、受け入れにくい経営とがあり、ICT を受け入れやすい経営は、ICT を使おうと使うまいと、もともと生産性の高い経営ということである。その事業システム(農業経営システム)を一言でいえば、経営規模の大きい「フードチェーン農業」ということになる。

第5節 ICTによるフードチェーン農業の構築（第2ステージのICT農業）

1. ICTによる農業の生産性の向上について

農業には、ICTを受け入れやすい経営と、受け入れにくい経営がある。実際にICTを導入している農業経営は、およそ1億円以上の売り上げのある規模の大きい経営で、いずれも、これまでの日本農業では考えられないような規模を実現している経営ばかりである。図表1-16によれば、ネギのような集約的作物で28ha、レタスで35ha、傘下農場を入れるとおよそこの倍の面積となる。水稻のような粗放な作物となると100haから400haとなる。

図表 1-16

イオンアグリ創造	水田と露地野菜400ha
イシハラフーズ	露地野菜210ha 750枚
トップリバー	レタス35ha
新福青果	露地野菜 120ha355枚
鍋八	水田130ha 2000枚ほど
横田農場	稲作130ha
フクハラファーム	水稻150ha
こと京都	ねぎ28ヘクタール 300枚
NKアグリにんじん	7道府県、50人で栽培

図表1-16に挙げている大規模経営は、当研究会が意図的に大規模農家を選びすぎたのではなく、ICTを利用している事例を集めたところこの規模の経営になっていたということである。

これらの経営のもう一つの特徴は、プロダクトアウトからマーケットインへ転換しているという点である。契約栽培等で、顧客の要望に的確に対応しようとする経営スタイルで、私たちはこれをフードチェーン農業といっている。実は、「フードチェーン農業」という経営スタイルは、非常に生産性の高い経営であることが分かっている（21世紀政策研究所「新しい農業ビジネス」2016年）。生産性は、規模拡大の効果や、「フードチェーン農業」の経営スタイルをとることによって高まっているとみて良い。つまり、ICT化は、それを支える貴重な技術基盤として考えられている。

2. マーケット情報に基づく経営システムの構築への貢献（第2ステージのICT農業）

ただ、「フードチェーン農業」は、大規模化によって生産性は高まるが、逆に圃場全体に目が届かなくなり、生育状況や圃場状況、雇用や作業者の状況を把握しにくくなってくる。

そのため作業適期を逸し、適地適産が必ずしもなされず、作業の内容や作業圃場を間違えるといったミスもおきやすくなっている。このような状態にある上、他方で契約栽培を行っていることから、クライアントからの要望に随時・的確に応える必要がある。

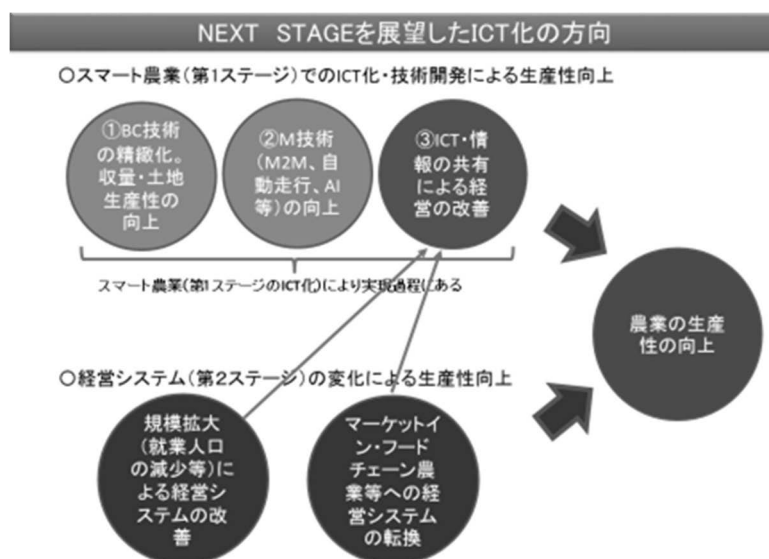
ICT 導入へのインセンティブは、こうした彼らの経営スタイルと関係している。マーケットインの体制で、品質確保や出荷時期など、綿密な工程管理を常時的確に行い、川下事業者等、クライアントの要望に的確に応えるため社の内外を通じた情報の共有が常に求められている。課題に答え、経営全体を「見える化」し、経営者が居ながらにして管理できる体制に貢献しようと考えて導入されているのが ICT である。

ICT は、マーケット（クライアント）への対応を契機としながら、結果として「フードチェーン農業」という「経営システム」の構築に貢献することになる。これは、明らかに圃場情報等に依拠しながら生産や経営の改善を図るスマート農業とは異なっている。そこで、これを「技術革新」に特化したスマート農業（第 1 ステージの ICT 農業）とは区別し、「第 2 ステージの ICT 農業」と呼ぶ。

スマート農業（第 1 ステージの農業の ICT 化）と比較するといくつかの違いが見られる。第 1 に、「プロダクト情報」から「マーケット情報」への転換がみられ、第 2 に、経営の「見える化」から「経営計画」へ応用範囲が広がり、そして第 3 に、「技術革新」から「経営スタイルの革新」へといった ICT 本来の目的も違ったものになる。

こうした「大規模なフードチェーン農業」の構築によって、農業の生産性は向上するが、このプロセスに ICT が貢献しているということである（図表 1-17）。

図表 1-17

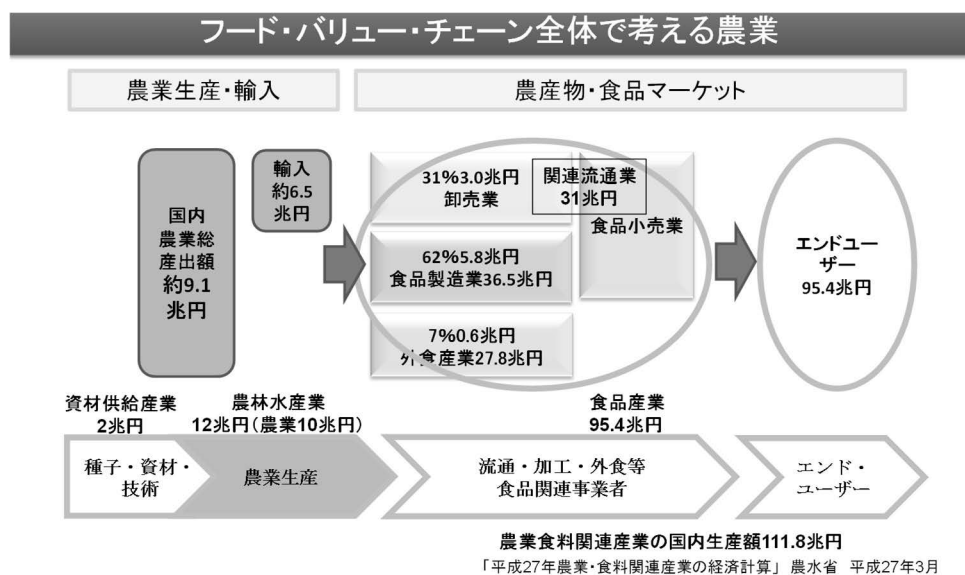


3. 新たな経営スタイルとしてのフードチェーン農業とは

ここで「フードチェーン農業」について触れておく必要があるだろう。これは、「フードバリューチェーン」全体を見渡した農業生産といった意味である。

通常農産物流通は、農業者や流通業者、加工業者等々のそれぞれが相互に関係を築きながら、農産物を顧客に届けるサプライチェーンを形成している。それはまた、価値の視点に立てば、価値を高める一種のバリューチェーンと呼ぶこともできる。2015 年の産業連関表によれば、食品消費額は 95.4 兆円に膨れ上がっている。他方、原料となる農産物の国内調達額は約 9 兆円、海外調達が 2 兆円弱、食品としての輸入が 6 兆円で、それらが、食品製造業、流通業、外食産業等々を経ることによって 95 兆円となっている（図表 1-18）。これはある種の付加価値の増加プロセスでもある。

図表 1-18



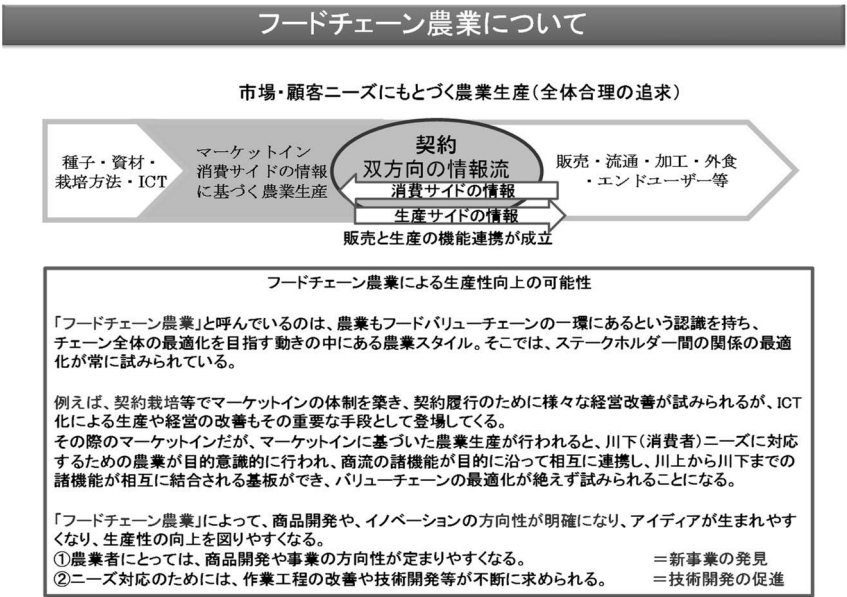
農産物がコモディティ化すると、プロフィットプールは農業から離れていく。
販売や加工などチェーン全体へ視野を広げ(フードバリューチェーン全体を見渡し)、プロフィットプールがどこにあるか探しながら(プロフィットプールの発見)、ステークホルダー間の関係を、如何に構築し、最適化するかが大きな課題となる=そうした中で作られた農業を「フード(バリュー)チェーン農業」と呼んでいる。例えば、契約栽培等。

このチェーンの個々の事業者は相互に独立し、チェーンの認識は弱く、全体の統率者も存在せずマネジメントの対象とはならなかった。したがって、取引においては事業者間のある意味でパワーゲームとなっており、個々の事業者の利益追求は考えられるものの、相互に協力して利益を高める関係を模索する動きは極端に弱い状態にある。

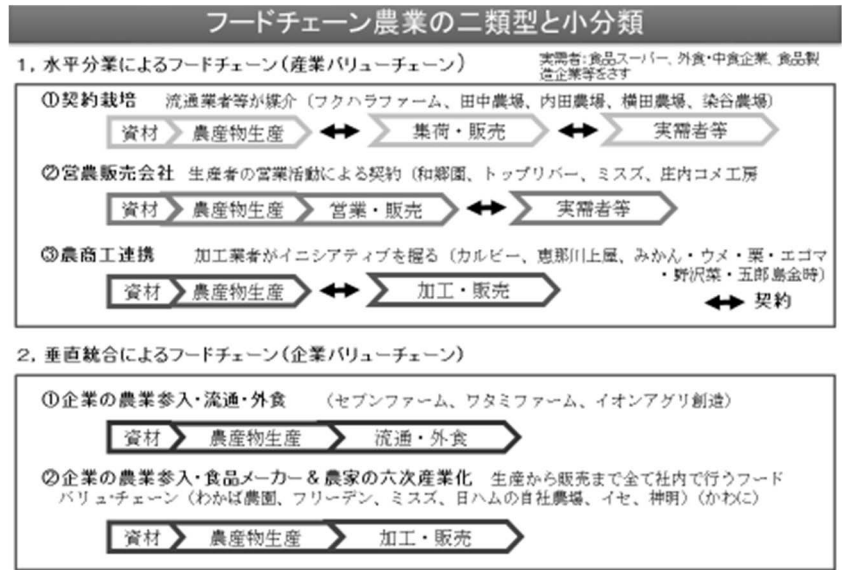
ただ、国内農業の強化といった観点に立てば、この価値増大プロセスに参加しない手は

ない。チェーン全体としては価値が増えているにもかかわらず、農産物がコモディティ化すると利益は農業から離れていく傾向にある。農業サイドにとって必要となるのは、フードチェーン全体を見渡し、販売や加工等に従事する様々なステークホルダーの力を借りながらプロフィットを採り出す作業である。「フードチェーン農業」は、まさにそうした作業を経て作られた農業のビジネスモデルである（図表 1-19、1-20）。

図表 1-19



図表 1-20



資料：大泉一貴「2025年日本農業はこう変わる」21 研編『2025年日本の農業ビジネス』220P所収

そのためには、商流の諸機能が目的に沿って相互に連携しあい、川上から川下までの諸機能が相互に結合され、バリューチェーンの最適化を進めることが肝要となる。

「フードチェーン農業」の具体的な事例に関しては、「ネットワーク支援で開くフードチェーン農業」（AFC フォーラム 2017 年 5 月）や「2025 年日本の農業ビジネス」（講談社現代新書 2017）を参照していただければありがたい。

4. マーケット情報に基づく ICT 農業の類型

フードチェーン農業は、マーケット情報をベースにしながら、新たな価値提供を目指すためフードチェーン全体の絶えざる最適化が意図されなければならない。

もともと、農業の生産、物流、流通、販売、消費のサプライチェーンには、常に膨大なデータが生成されている。それを産業横断的にデジタルにつなぐことで、生産から販売、消費までのフードチェーン全体をデータで最適化し、農業は言うに及ばず、チェーン全体の生産性を高め、新サービス創出に寄与することを可能とする。

本稿では「契約栽培」（契約受注生産）を典型的な「フードチェーン農業」としてあげたが、その場合、農業者が受け取るマーケット情報は、流通業者や食品事業者の情報である。フードチェーン間の「すきま」はまだ大きい。

「すきま」は、契約数量、出荷・納品、品質、価格等々を担保する諸局面に存在しており、随所でこれらの「最適化」を求める努力が重ねられている。顧客やマーケットのニーズを発見し、それに基づいた商品開発や農産物供給等々を行おうとすれば、マーケットから提供される情報やそれをベースにした価値の創出に関しては、まだまだ深掘りする必要がある。それがチェーンの最適化を図るといったことである。

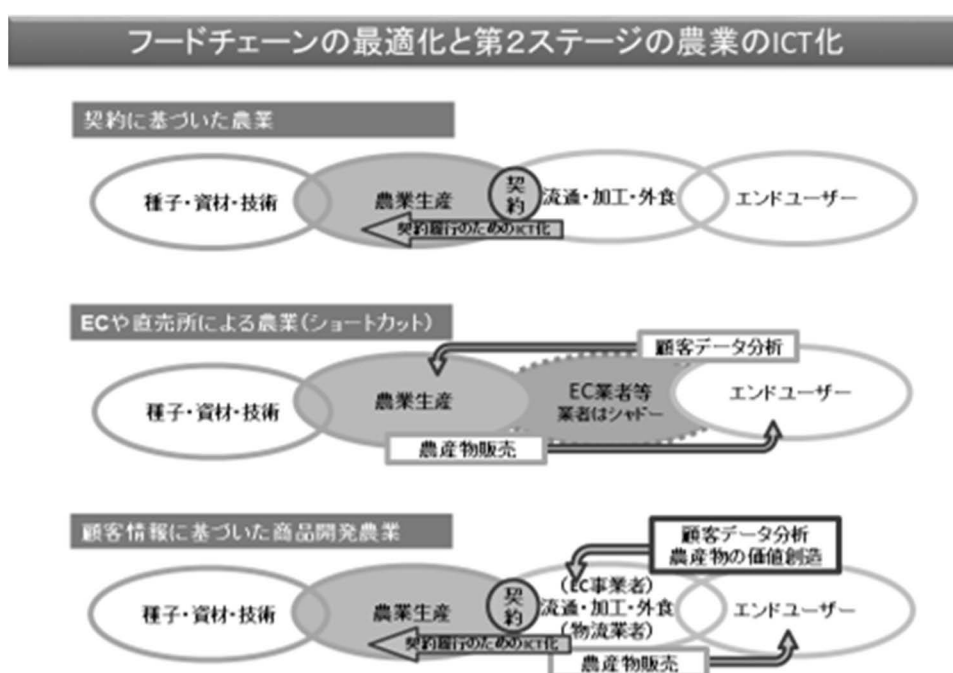
そのためには、事業者のニーズ情報ではなく、よりエンドユーザーに近いマーケット情報がものを言う。例えば、エンドユーザーの生の声や消費データ、そこから求められているものを分析した情報、さらに進めて、提供する価値や提供するスタイルなどに分析した情報等である。

フードチェーン農業は、川下情報（顧客情報）に川上サイドの農業が如何に適応するかといった観点で進められるので、よってたつマーケット情報はそれぞれ異なっている。そのため「フードチェーン農業」にはチェーンの最適化の程度によって様々な形態が存在する。典型事例として挙げたのは「契約栽培」（契約受注生産）だが、この契約栽培（契約受注生産）も含め、フードチェーンの最適化の程度の違いによって、「フードチェーン農業」

を三つに分けることができる。①「契約受注生産」、②「EC や直売所によるマッチングビジネス」、③「顧客情報分析による価値創造」である（図表 1-21）。

このプロセスには様々な ICT が関与している。マーケットの有り様に合わせて求められる「経営スタイルの変革」を可能としている。こうした経営スタイルの革新を目指すような農業の ICT 化を、「第 2 ステージの農業の ICT 化」と呼んでいるが、これは、既に 1 節と 2 節 5 で述べたところであり、5 節の 2 でも述べているものである。

図表 1-21



(1) 契約栽培（契約受注生産）

「契約受注対応」は、これまで述べてきた、現在もっとも典型的とした「フードチェーン農業」である。この農業を動かすマーケット情報は、流通業や加工業などの契約者の情報となる。事例としては、既に 4 節 3 の(3)で述べているので詳細は省略するが、以下のような発展事例がある。

例えば、「こと京都」は、飲食店等からの注文を得た生産スタイルを築いている。さらに自社販売量の適切な管理を目指し、システム開発をすすめている。シスポート株式会社(京都市)が同社向けに開発した販売管理システムを活用し「販売量」をリアルタイムに確認し、得られたデータから「今後の販売予測」を立て、この予測を農産部に伝え、収穫作業

の調整を行うという流れを作っている。この精度をあげていくことが課題という。

「イオンアグリ創造」も、販売情報から、生産の改善を試みている。フードチェーン構築のために、販売データと生産データの結合をすすめている。ただ、まだ売り上げデータから、売れ筋商品を解析し切れていないという。

（２）EC や直売所によるマッチングビジネス

第二番目は、エンドユーザーの情報によって動く農業で、消費者と農家が直接取引するエレクトリックコマースのようなケースである。エンドユーザーが農産物を取り寄せるようなマッチングビジネスで、比較的早くからある仕組みだが、農業者にとってはニーズがはっきりと見え、それに如何に対応できるかが、事業拡大のポイントとなる。直売所ビジネスも基本的に、エンドユーザーとの直接取引によって、マーケットニーズが直接伝わるシステムである。これには、オイシックスやドクタージアース、農業総合研究所等の事例がある。

「オイシックス」は、Web で顧客からの情報を吸い上げ、その分析を行い、顧客個々人に合った商品を推薦するワントーワンマーケティングを行っている。生産者とはあらかじめ契約取引は行わず、年間の販売計画に基づいておおよその買い付け量を提示するだけ。繰り返すことによって、農業者にマーケットの情報が届き、マーケットインの生産が可能となる仕組みを作っている。

「農業総合研究所」は、農家直売システムを運営する会社である。集荷場にある発券機でバーコードを出し、商品に貼り、これとポスレジで会員農家ごとに売り上げが分かる仕組みである。この仕組みはプロダクトアウトの方式だが、販売を繰り返すことによって、売れ筋情報や、顧客のニーズが把握でき、それによって作付作物や栽培方式の転換がなされる可能性を持っている。

「ブレイン」は、買い手が買いたい作物をリクエストする「作物リクエスト」システムを運営している。欲しい作物の種類や量、価格、時期などの情報を WEB に載せ、それに対し農家が手を挙げる仕組み。注文に関する情報は細かく設定可能である。

（３）顧客情報分析による価値創造（商品開発）

第三番目は、マーケット情報、とりわけ顧客情報の動向を分析した情報をベースにして動く農業である。消費者・市場動向を分析し、商品作りをし、その意向を保証するために

チェーン全体の最適化を図るフードチェーン農業である。これは、契約栽培が、単に流通業や加工業者が持っているニーズへの対応なのに対し、外食も含めた中間事業者が自らのユーザーの動向を把握してニーズがどの辺にあるのか分析し、新たな価値を提供しようと考え、その要望を農業生産者と共に考えようとするスタイルである。

「オイシックス」は、単に顧客と生産者のマッチングだけではなく、販売情報をもとに顧客への商品およびサービスの提案を図っている。WEB サイトの管理および顧客からの受注、発注、仕入れ、在庫、発送、売上管理までの大半の業務を同社自ら開発したシステムを通じて行い、フードチェーンの最適化に努力している。

「デリカフーズ」は、多様化する消費者の野菜ニーズを評価するツールとして、デリカスコアを使用している。スコアを農産物の価値としてフードチェーンを構築し、最適化しようとしている。その先に狙うのは「Farm to Wellness」「農場から健康へ」。そのために農業と食品産業、医療、環境、工業をつなげる。そのツールとなるのが ICT 技術。ミネラルセンサーやフィールドサーバーを活用して機能性を持ったり安全が担保されたりする高品質な野菜を生産し、それを非破壊検査装置で選別する。

「NK アグリ」は、おいしさと保健機能を評価軸にした新たなバリューチェーンを構築している。生産現場でセンサー使用にとどまらず、会社経営全体をテクノロジーで最適化することを視野に入れている。流通出荷団体を地域単位ではなく、品目単位にし、全国横断的な組織をつくること。情報化社会の中で、地域軸でなく品目を軸にしたあり方が今後の農業の出荷団体のあり方になると考えている。

第6節 IoT/M2Mによる「データ駆動型農業」へのプロセス

1. データ駆動型農業とデータプールの作成

農業が、意識的に農業以外のデータを利用するケースとしてもっともポピュラーなのは、消費・流通データ等のマーケット情報であった。マーケット情報をベースとすることによって作業ミスの排除や生産・経営の「見える化」から、経営全体の合理的計画や「経営システムの改革」へと結びつけているのが見て取れた。

ICTによって、農業生産から物流・流通・販売、消費までのフードチェーン全体を最適化する動きが見られ、わが国の農業は飛躍的な発展を見せている。こうした「フードチェーン農業」の最適化という経営革新への貢献をさして、本稿では、これを「第2ステージの農業のICT化」と言った。

他方、第1節で指摘したように、今日のICT化が目指すのは、デジタル技術を駆使し、産業や社会構造を根本から変革するIoT/M2Mの「第4次産業革命」や「Society5.0」であり、デジタルデータに基盤をおく「データ駆動型経済」であり、その農業バージョンの「データ駆動型農業」である。

「データ駆動型農業」は、抽象的には、巨大で多様なデータ（ビッグデータ）を高度にマイニングすることによって駆動される農業であり、IoT農業と言ってもよい。本稿では、これを「第3ステージのICT農業」と呼び、「第2ステージのICT農業」と区別している。

違いは、マーケットデータに限るのではなく、社会のあらゆる場所やあらゆる産業から得られる「ビッグデータ」を背景としている点である。また、経営の改革にとどまらず、社会全体を俯瞰する中で農業の有り様、社会の有り様を問うものとなっている点である。したがってIoT農業においては、これまでの農業のイメージとは異なった農業が展望される可能性を秘めている。

というのも、データ取得範囲が広がり、農業と関連を持つ地域情報や、流通情報、人材情報や資金情報、さらには農業とは関連を持たない様々な産業情報や生活情報にまで広がれば、得られる知見も狭い農業界や食品業界にとどまることはなく、社会や未来を見据えた農業をイメージしやすくなると考えるからである。

ただ、そうした農業は、第1節でも指摘した様に残念ながら現実にはまだ出現していない。長い目で見なければならない。

「第3ステージのICT農業」を目指すには、民間にまかせておけば自然にできるといった見解もあるが、それへ向けた意識的な努力と工夫が必要となってくる。そこには、

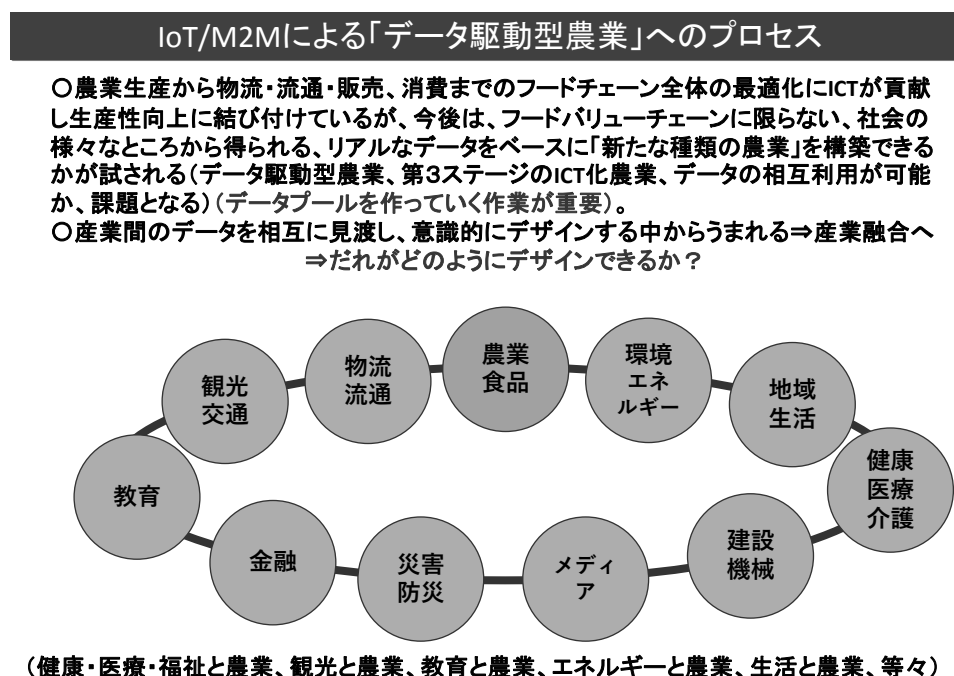
ある種の目的やストーリーを持った主体が存在し、その彼らが意識的にデザインしていく必要があると考えている。

意識的にデザインするには、社会の様々なところに存在するリアルなデータに横断的にコンタクトすることが必要となろう。様々な産業から出てくるデータがある種の「データプール」としつつそこにアクセスすることが肝要となる。データの集積を「データプール」という言い方をしたが、通常言われる「ビッグデータ」のことである。それには、まずもって多様な産業へ横断的にアクセスすることが重要になる。

2. IoT をデザインするドコモの事例

そうした事例に NTT ドコモの事例がある。産業横断的にデータプールを作るイメージは、図表 1-22 に示したようなものだが、ドコモの法人営業部の組織構造は、業種別に担当があり、相互に連携を持っていて、丁度、図表 1-22 と似た構造を持っている（図表 1-23）。

図表 1-22



図表 1-23



当初は、農業への営業部門がなく、地銀・信金担当が関与した。JA も農林中央金庫を持っていたので、金融チームで JA を担当することとした。JA や自治体に農業のシステムを営業すると、各団体の課題が農業だけではないことが多く、現在は、医療や水産、観光、建設、製造などのシステム提案も行っており、サービスの幅が広がっていった。

他方、通信の世界も IoT や LPWA（消費電力）も注目されており、農業の世界でもその観点が必要だと思っていたので、農業分野に限っても、モバイルや通信でつながって、農業 ICT も農業経営の中にとどまらず、ベンチャー、ドコモ、自治体、国と広がりが増していった。それに伴い、開発においても自治体やベンチャーとコラボレーションが進むようになった。そうした体験から、ドコモでは、IoT という観点からどうやって、地方創生につながられるのかを考えるようになった。

ドコモにはセルラー系の 5G、LPWA、さらには「LoRa」等の無線方式を持っている。例えば、LoRa の実証実験として、農業のほか、風力発電、養蜂、災害検知やトイレに行きたくなることがわかる排泄検知のセンサー等、対象を増やしている。同じようにセンサーをつなげて監視やモニタリングができるような実証実験を 2017 年 3 月から 38 社と開始しその数を増やしている。

農業の ICT を提案する女性に「アグリガール」と名づけ、営業を行っているが、農業の現場では、すんなり受け入れられ、現在は 103 名となっている。ドコモにおいて、農業の担当は少人数のため、「IoT デザインガール」として広範囲の活動を行っている。現在は、総務省の「地域 IoT 官民ネット」のプロジェクトの一つにも「IoT デザインガール」がはいっている。IoT については、ビッグデータと難しく言わず、使う人にわかりやすく伝えることをコンセプトに IoT デザインガールは活動している。

3. 「データ駆動型農業」を構築するための課題

「データ駆動型農業」は、このように社会や産業のデータを多様に集め、意識的にデザインする中からうまれるのではないかと考えている。

ただ、それには、少なくとも以下のようなハードルへの対応が必要になる。

列挙すると、①農業を制度的にも人材的にもオープンにすること。②フードチェーン全体を見据えた事業者やコンサル、さらには ICT ベンチャー（スタートアップ）など、農業現場や周辺ビジネスも含めた状況を熟知した周辺事業者の参加者が見込まれること。特に、それを支援し、かつ「データ駆動型社会（IoT/M2M による社会）」をデザインできるアクセラレーター（インキュベーター）などが農業にコンタクトできるようにすることである。③さらに、それらの基盤としてデータが相互の境界を越えて利用し合える環境が生まれることである。

これらは、農業界でのオープンイノベーションの条件整備ということでもある。

第一の課題は、農業のオープン化と農業経営者の視野の拡大である。

フードチェーン上にある、特に、様々な民間事業者や農業コンサル等が自由に農業の世界に関心を持ち、参加できるようになることはオープンイノベーションの必須条件となる。本稿ではアクセラレーターの機能をはたし、かつデータを意識的に集積し、IoT をデザインする役割を担える主体としてドコモ（IoT デザインガール）の事例を挙げた。確かに産業をデータで横断的につなぐなどの周辺環境の整備は可能と思われる。

社会の全体状況としてみれば確かにそうなのだが、ただ、「データ駆動型農業」には、産業横断的データを使って新たな農業をどのように作るかといった視点が必要となる。データから新たな知見を得て新たな農業を構築することができるかなればやはり農業経営者に期待するよりほかないのではないだろうか。

ただ農業経営者と言っても、ある種のストーリーやビジョンがあってはじめてビッグデータの活用が可能となるのであって、それがなければ宝の持ち腐れとなる。したがって、農業界に、合理的な農業への転換や新たなビジネスモデルを構築する気風を常に普通のことと考えるような文化の醸成が重要になる。必要とされているのは、産業横断的な視野を持ち、社会全体から俯瞰した農業を考えられる経営者である。

第二の課題は、農業経営者とともに周辺産業が成長していく道を探ることが重要といった点である。

「データ駆動型農業」ともなると、農業は関係する諸々の産業とコラボレーションする必要がある。だれが、農業の ICT 化の技術基盤を作り、「技術革新型農業経営」を作り挙げられるかといった点である。オープンイノベーションの観点からは、川上でのクラスター形成、スタートアップ企業・ベンチャーへの支援、支援するインキュベーター（アクセラレーター）の参加が重要になる。中でも、ICT 開発の際の地域ベンチャーの存在をはじめ、地域の農業に関係する周辺事業者の存在である。

農業経営、農業ベンチャーの ICT 化を支援するような企業が、データプールを作るためにも多くの企業とコラボして、開発に当たることである。いずれの産業にも地域にも、それぞれ課題があり、その課題を個々別々に認識していくのではなく、相互に関連したものとして対応していく姿勢がおそらく新たな社会、社会システム改革につながっていくのではない。そのためにもこれらの課題を踏まえ、IoT、インダストリー4.0 に結びつけていく様なデザイン力を持った存在は欠かせない。

第三は、利用可能なビッグデータに関する課題である。「データ駆動型農業」にとっては、データの利用が命である。だがそのデータは、多くの場合、特定の企業が、自社で集めたデータを自社で利用すると言ったケースが多く、社会全体から集められたデータを社会全体で利用することにはなっていない。

「データ駆動型農業」にとっては、データが公共財や共有財とするか、取引市場をつくるといった手法があるだろうが、現時点では、民間の私的経済活動によるデータが多いことを考えれば、市場を作るのが最も可能性のある方策であろう。それにはデータの所有者と利用者の分離が前提になるが、私企業が所有するデータを市場に提供し、広く利用に付すには様々なハードルがある。そのため自社所有の自社利用といったケースが多く、企業が

作ったノウハウは、企業の中で利用されるにとどまっている。さらに現在は様々な企業がクラウド開発に参入しており、データの互換性にも課題がある。デジタルデータは、様々な集積されつつあるが、それを誰でもが利用できる状況にするには、まだまだハードルは高い。政府は、「農業データ連携基盤協議会」(WAGRI)を作り、データの供用をしようと考えているようだが、現在のところ、どう機能するのか不明である。

第2章 日本農業の現状とフードバリューチェーン ～新たな食料産業の構築に向けて～

西南学院大学経済学部教授／東京大学名誉教授

本間 正義

1. はじめに

農業の情報化が急速に進んでいる。情報化の前提となるのはデータの蓄積とその活用であるが、政府の未来投資会議における総理の指示を踏まえ、農業の担い手がデータを使って生産性の向上や経営の改善に挑戦できる環境を生み出すため、「農業データ連携基盤」（データプラットフォーム）の構築が進められている。生産での利活用に加え、流通から消費まで連携の取り組みを広げ、様々な分野からの参画の基盤となる「農業データ連携基盤協議会」（通称：WAGRI）も設立された。

こうした農業の情報化は日本農業をどのように変えるのであろうか。ICTやAIの専門家が抱くような情報化された産業として農業を描くことができるのであろうか。結論から言えば、情報化は日本農業の活性化を支援することは間違いないにせよ、日本農業が国際化の中で生き残るためには、他のもろもろの条件をクリアしなければならない。情報化は市場メカニズムの中で、導入が利益を生むものであれば進むし、他の条件がボトルネックとなり、農業が儲かる産業にならないとわかれば、一部の農家や経営者に活用されても、農業全体が情報化の利益を享受することにならないであろう。

農業へのICTの活用やAIの導入の実態や技術的可能性は他の章の委ね、本稿では情報化の進展とともに必要な日本農業の改革の方向を論じる。

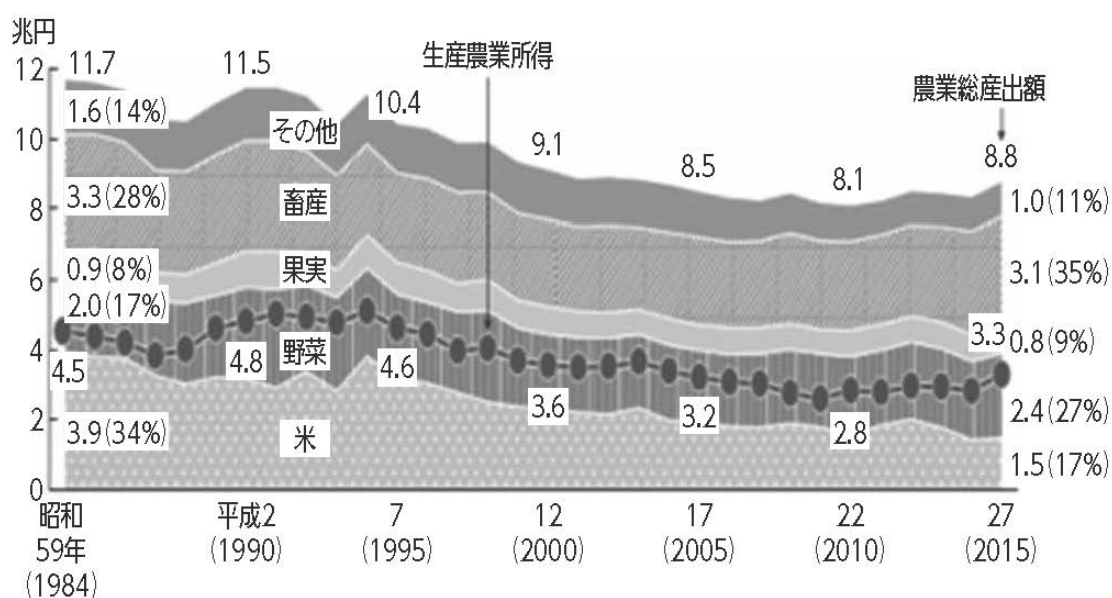
2. 日本農業の現状とグローバル化

日本の農業の今日の課題は、高齢化や後継者不足、農地の集約化の遅れ等、多々挙げられるが、基本的な問題はグローバル化と整合的な農業の構築ができていないということである。TPP（環太平洋連携協定）が米国抜きの11か国で発足しようとしているが、米国の参加がどうなるかわからないという問題や、日本とEUのEPA（経済連携協定）の最終案がいつまとまるかといった問題はあるが、今後の世界経済において、グローバル化が後退するということは考え難い。グローバル化とは関税なき経済であり、農業もそれを前提に将来構

想を練らなければならない。

日本農業の現状をみてみると、総生産額が 1990 年ごろには 11.5 兆円であったのが、今日では 8.8 兆円程度にまで下がってきている。図表 2-1 に示したように、米価の値下がりもあるが、コメは次第に主役の座から降りて、今は野菜や畜産が主役となりつつある。

図表 2-1 日本の農業総生産額の推移



資料：農林水産省「生産農業所得統計」

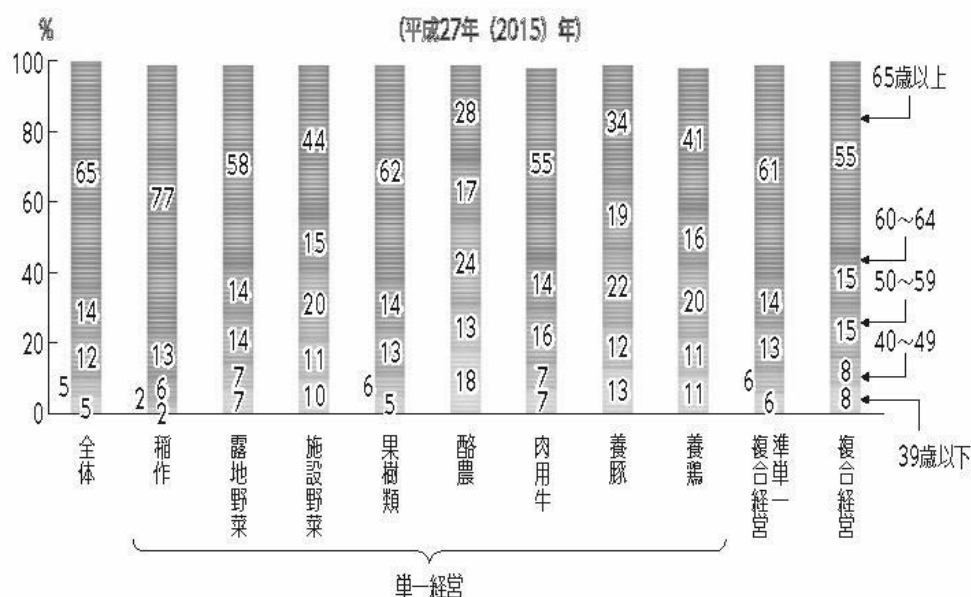
注：その他は、麦類、雑穀、豆類、いも類、花き、工芸農作物、その他作物、加工農産物の合計

また、農業従事者の高齢化も言われて久しいが、年齢階層別の基幹的農業従事者（農業に主として従事した農家の世帯員で調査期日前 1 年間のふだんの主な状態が「仕事に従事していた者」のこと）でみて、いかに高齢化が進んでいるかを示したのが図表 2-2 である。

基幹的農業従事者の年齢構成を農業全体でみたのが左端であり、2015 年で 65 歳以上の農業従事者が 65%を占めている。これを品目別に見ると、稲作では 77%が 65 歳以上であることがわかる。稲作の高齢化率が著しい。

一方、酪農などは 65 歳以上が 28%、施設野菜で 44%と低い。高齢化といいながら、分野別に見ると相当に異なる。畜産ではそれなりに世代交代が進んでいるが、やはり、稲作ではそれが進んでいないところが浮き彫りになっている。

図表 2-2 経営品目別基幹的農業従事者の年齢構成



資料：農林水産省「平成28年度版 食料・農業・農村白書」

では、規模拡大や企業的経営はどのように進展しているのでしょうか。これらについても変化がみられる。販売金額別で見ると、3億円以上の売り上げがある農業経営体は2015年で1,800を超えている。10年前には1,000経営体ぐらいしかなかったので、相当大的な変化であり、数字の上では大規模経営が進展しているということである。

また、経営耕地面積で見た場合も、100ヘクタール以上が北海道だと1,200経営体近くに上り、北海道以外の都府県でも400経営体を超えている。問題は、この100ヘクタール以上の面積がまとまって耕作されているわけではなく、面的な集積がなされていないことである。例えば、100ヘクタールといっても、1ヘクタール以下の農地があちこちに散らばっていて、それら100カ所以上の農地の合計を計算したら100ヘクタールだったということである。そういう零細規模を集約して数カ所の大きな農地にしなければ、機械などの効率的利用が果たせない。また、ICTやAIの活用範囲も狭いものとなろう。しかし、いずれにしても農地が担い手に集まりつつあることは間違いないので、これをどのように面的な集積に結び付けていくかである。

国内問題から視線を対外政策に向けて見ると、国境保護措置の関税化がGATTのウルグアイラウンドで決まり、1995年に発足したWTOの下で実施され、2000年までに関税全般の削減も行われた。しかし、その後WTOでの関税削減はほとんど動いていない。WTO農

業協定の実施期間が終わった 2000 年からすでに 17 年も経っているが、WTO における交渉の進展はまったくない。したがって、関税水準は 2000 年の高関税にとどまったままである。

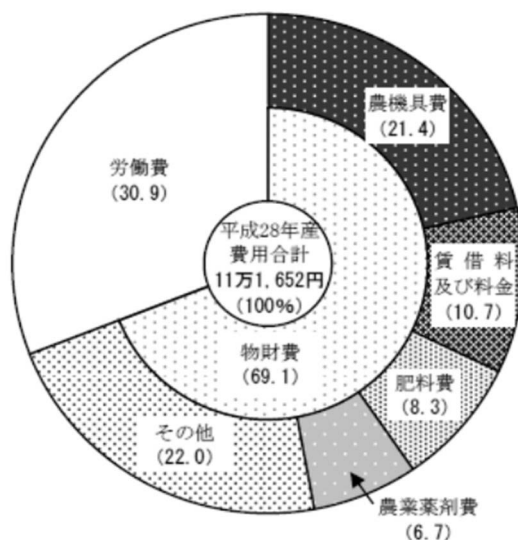
WTO の下で 2001 年に始まったドーハ・ラウンドは、途中でまとまりかけたが、その時の関税削減案は今後の対外交渉に際して参考になろう。そこでは、関税を高い順にならべ、現行で 75%を超える関税は 7 割カットするという案が議論された。例外措置を認めるとしたが、これが今の関税削減に対する国際的な基本姿勢であることを理解すべきだ。いつまでも今の農産物の高関税が維持されると考えるわけにはいかない。

貿易の自由化や経済のグローバル化は WTO ではなく、今は TPP や日欧 EPA といったメガ FTA により推進されている。特に TPP は環太平洋諸国がメンバーである APEC（アジア太平洋経済協力）全域に拡大することを謳っており、今後加盟国が拡大することが見込まれる。

関税なき世界の中で日本農業が生き残るためには、品質向上による差別化と徹底したコストダウンに取り組むことである。日本の農産物の品質の高さは海外でも評価されている。しかし、一方で、価格の高さもよく知られている。したがって、高所得者相手のニッチなマーケットを別とすれば、市場は限られる。問題は費用である。

図表 2-3 でコメの生産費をみてみよう。10 アール当たりで 11 万 1,652 円の費用が掛かっているが、この年の平均収量が 10 アール当たり約 533kg なので、60 キログラム当たりでは 12,567 円である。このうち、30.9%は労働費であり、また農機具費は 21.4%に上る。肥料費や農薬薬剤費は、それぞれ 8.3%と 6.7%に過ぎない。こうした費用を IT や AI による農業の情報化によりどれだけ引き下げることができるのか。ロボット化や効率的な施肥、農薬投入でそれぞれ半分にすることができたとすれば、これら合計の半分、すなわち約 23%の経費節約となる。それでも、60 キログラム当たりで 9,677 円の費用を要し、海外産の同質米の約 6,000 円の価格には程遠い。もちろん、これは平均値であり、大規模で効率的な農家は 60 キロ当たりで 6,000 円を切る生産費でコメ作りをしている。したがって、農業の情報化がそうした効率的農家に恩恵をもたらすことは間違いないが、分散錯圃の解消や農地の集約といった、農業構造の改革も併せて重要であることを忘れてはならない。

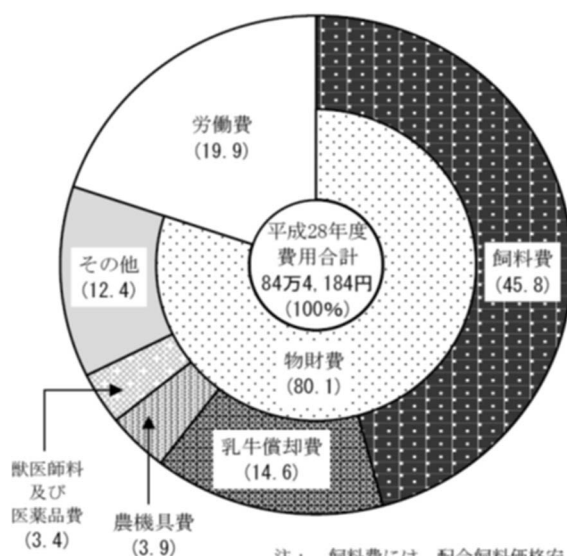
図表 2-3 コメの生産費に占める主要費目の割合（10 アール当たり、2016 年産）



資料：農林水産省
「農業経営統計調査 平成 28 年度牛乳生産費」

費用構造を畜産部門の生乳についてみたのが図表 2-4 である。ここで圧倒的なのは飼料費であり、乳牛 1 頭あたり 84 万 4,184 円の 45.8% を占める。労働費は 19.9% しかなく、農機具費は 3.9% に過ぎない。発情期の発見や分娩時期の予測など、IT、AI の活用は酪農家にとって望ましい技術進歩に違いはないが、同じ飼料を用いてより高泌乳を実現する生物学的技術進歩や、より長い年月搾乳を可能にする品種の改良および乳牛飼育の環境整備なども、重要な課題である。

図表 2-4 生乳の生産費に占める主要費目の割合（搾乳牛 1 頭当たり、2016 年産平均、全国平均）



注：飼料費には、配合飼料価格安定制度の補てん金は含まない。

資料：農林水産省
「農業経営統計調査 平成 28 年産米生産費」

3. 新しい農業の展開

内外で厳しい状況にある農業だが、これから期待がもてる新たな農業の芽生えをあちこちに見ることができる。一つ目は、水田農業の畑作化であり、二つ目は IT、ICT の活用であり、三つ目はサービス産業として農業をとらえることである。これらを見ていこう。

水田農業は畑作に比べて機械の効率が悪い。特に田植機は苗を一束ずつ水田に移植していくためにスピードも遅く、一定時間にこなす面積も小さい。短い田植え適期に田植えができる面積が限られるため、大規模に農地が集約されたとしてもこの田植えの作業時間がネックになり農地の有効利用ができない。これを克服する農法が「乾田直播」である。

乾田直播とは、畑状態の田に種子を播き、苗立ちした後に水を入れる直播の方法である。乾田直播を導入すると、代かきをしないため土壌の物理性・易耕性、排水性や地耐力がよくなり、麦・大豆などとの輪作をしやすくなるという効果があるが、何よりもメリットは作業が高速効率化することである。要するに、水稻作を畑作と同様の作業体系に組み込み、大型の畑作機械を活用することで、機械の効率的利用が可能となり、短時間で播種作業を完了し、適期に作業をこなせる面積が飛躍的に拡大する。

また、農業分野での IT や ICT の活用もめざましい。特に植物工場など、管理された野菜栽培や果樹栽培、畜産における家畜の発情期や分娩兆候の発見などに取り入れられている。酪農での搾乳ロボットなどは既に一般化されている。土地利用型の畑作や稲作などでも、温度や水の管理、作業体系の効率化のためのデータ解析などもクラウド・コンピュータを用いて多方面で行われている。いずれ AI が本格的に活用されるのも時間の問題であろう。

農業の IT 化や AI の活用はこれから飛躍的に進展していくと思われるが、問題はそれによって、どれだけコストダウンが実現するのか、である。最大のコストダウン要因は労働費の節約である。労働が機械に置き換わり、解放された労働をいかに活用するのか。他産業に就業するのか、別の農作物の栽培に向かうのか。真っ先に考えられるのは同種農業の規模拡大であるが、これまで農業労働がネックになっていた分野では可能であるが、規模拡大の制約が労働ではなく、制度や他の要因にあるとすれば、労働節約だけではコストダウンが見込めない。

農業の技術進歩は、一方で品質の向上をもたらす。管理された栽培工程で、安全性の高い農産物や、新たな品種改良によりこれまでになかった形質をもつ農産物などが期待される。これらが一般化して量産が可能になれば、高品質の農産物が安価に手にはいることになり、消費者に利益が還元される。

これから期待できるもう一つの農業のあり方は、農業の「サービス産業化」である。通常、労働はつらいもの、したがって経済学では不効用として扱われる。つらい作業の対価が賃金ということになる。しかし、農作業を楽しんでいる人が少なくない。そうした人々、特に都市住民の農業への参加を促す取り組みは全国各地でみられる。その先駆けの一つが長野県飯田市の「ワーキングホリデー飯田」である。ワーキングホリデーは 1998 年に始まり、市役所に事務局を置き、農業や農村に関心のある人や農業に取り組んでみたい人を募って、数日間農家で寝食をともにし、農作業を手伝ってもらう「援農プログラム」だ。食事と宿泊は農家が提供するが、援農はボランティアで無償である。援農は苦痛な労働ではなく、働く喜びなのである。

農業は単に農産物を生産するだけではない。援農や農業体験プログラムへの参加者は、農業のプロセスそのものに魅力を感じている。すなわち農作業は労働ではなく、満足度を高めるサービスを生み出しているのである。そのサービスこそ付加価値である。ならばそのサービスを売り物にすればいい。個人でそれを実践している例が、東京練馬区にある。大泉「風のがっこう」である。

「風のがっこう」では利用者が年間 31,000 円（練馬区民以外は 43,000 円）の利用料金を払って、まず、農園主の白石好孝氏から農業技術の指導講習を受ける。利用者は 1 区画 30 平方メートルの面積で種まきから管理、収穫までを行う。市民農園のような単なる農業体験ではないため、参加者対象者は 20 歳以上とし、5 年まで更新可としている。

「白石さんに教われれば、美味しい野菜ができる！」と評判を呼び、合計 125 区画の利用は順番待ちである。白石氏を中心に練馬区では 16 戸の農家がこうした体験農園を組織して開設している。これは東京という大都会での取り組みであるが、中山間地域でも参考とすべき取り組みであろう。実際、都市住民で農業体験や農業に関心を持つ人々は多く、自宅から 100km 以上離れた趣味農園に通う市民も多い。

こうした都市住民の農業への関心を取り込んで組織化し、中山間地域の複数の市町村でプログラムを用意することも考えられる。一定の技能を修得した参加者には農業マイスターのような称号を与える制度を設けるのも一案であろう。集落や市町村規模で農業のサービス産業化を考えるなら、食と農に特化したテーマパークの建設も夢ではない。

4. 農業の 6 次産業化

新しい農業の形としては、以上の事例に先駆けて展開しているのが「6 次産業化」である。

今、日本の農業で推進されている言葉を使えば「6次産業化」ということになるかもしれない。6次産業化とは、第1次産業である農業の生産物に、第2次産業である加工・製造を施し、さらに第3次産業である直接販売ないしレストラン経営を通じて、農業の付加価値を高めることである。農産物だけでなく1次、2次、3次産業をまたがって生産を行うという意味で6次産業化と呼ばれる。

農産物の加工や販売、レストランの経営など、「6次化」という言葉が生まれる前から、付加価値を高める事業を展開してきた農業経営者は少なくない。企業の生き残り戦略として経営や生産の多角化・多様化があるのと同様である。

全国で様々な取り組みが行われており、農水省のHPなどでも事例が紹介されている。筆者は2013年度から2016年度まで、野村アグリプランニング&アドバイザリー株式会社が農林水産省の補助事業として行った「6次産業化ネットワーク活動全国推進事業」に関わってきた。その中で全国の取り組みを検証し、毎年優良事業を選定し、最優秀事例を「農林水産大臣賞」として、優秀事例数点を「食料産業局長賞」として表彰してきた。その中からいくつか紹介してみたい。

第1回の2013年度に農林水産大臣賞を受賞したのは、農業生産法人こと京都株式会社（京都府）であった。この会社は、1995年当時は1haの農地で様々な野菜を生産し、年間売上はわずか400万円だったが、自ら設定した1億円の売上目標達成のため、人気の京野菜の中でも周年栽培ができる九条ねぎに注目し生産を始めた。さらにカット加工し販路を拡大し、東京のラーメン店の開拓からはじまり、生産・加工量を拡大。2012年には、売上が約5億9千万円になるなど事業を拡大させた。また、農林漁業成長産業化ファンドを活用して全国のねぎの産地と連携する会社「こと日本」を立ち上げ、将来的には「こと日本」で売上200億円を目指している。

こと京都の取り組みは、京都ブランドである九条ねぎを、東京にも進出し販売ネットワークを拡大する一方で、「ことねぎ会」という伝統の継承と研修生の育成を行っている点や、また、他企業との提携で「ベジレクト」という新ブランドを創出するなど、新基軸を展開している点が評価された。代表取締役の山田敏之氏は現在、日本農業法人協会の会長を務める。

ちなみに、第1回の食料産業局長賞を受賞したのは、株式会社庄内こめ工房（山形県）、有限会社ひよこカンパニー（鳥取県）、馬路村農業協同組合（高知県）、株式会社コッコファーム（熊本県）、あしきた農業協同組合（熊本県）であった。

第2回の2014年度に農林水産大臣賞を受賞したのは、株式会社早和果樹園（和歌山県）であった。早和果樹園は、有田みかんの生産農家7戸から出発したこの会社は、みかんの味にこだわり、マルドリ方式（周年マルチ点滴灌水同時施肥法）による「味ーみかん」を増産する一方で、「味ーしぼり」、「味ージュレ」、「てまりみかん」「黄金ジャム」といった農産加工を展開し成長を遂げてきた会社である。また、富士通との協力で導入した「ICT 農業システム」により、センサーやスマホによる情報収集や樹木1本毎にIDを付加するなどして園地の「見える化」を図っている。お客様視点の商品作りでは、年間65万個、65万人に試飲してもらうなどの企業努力を行っている。高価格帯の商品だけでなく、手頃な価格で提供する「飲むみかん」の導入で、売上が急増した実績をもつ。

こうした生産・加工の段階において、新しい生産方式や製法といった特殊な技術を積極的に取り入れるなど、みかんの糖度・味にこだわった高付加価値商品を開発し、高級百貨店等で販売する一方、値ごろ感がある中価格帯のみかんジュース「飲むみかん」を開発・販売し、年間売上げを2013年度で約6億2千万円に伸ばした。10年後には売上高50億円を目指す。さらに、付加価値の高い加工を行うことにより、通常5〜7円にしかならなかった加工用みかんを25〜30円で買い取り、みかん産地の活性化に貢献している点も評価された。

この年に食料産業局長賞を受賞したのは、有限会社柏崎青果（青森県）、株式会社いでぼく（静岡県）、株式会社恵那川上屋（岐阜県）、やまいもまつり有限会社（山口県）、株式会社お菓子のポルシェ（現株式会社御菓子御殿）（沖縄県）であった。

第3回の2014年度に農林水産大臣賞を受賞したのは、株式会社瀬戸内ジャムズガーデン（山口県）であった。社長の松嶋匡史氏はユニークな経歴を持つ。松嶋氏がジャムに目覚めたのは、新婚旅行でパリに行ったときだという。彼はたまたま立ち寄ったジャム専門店でフランスのジャムに魅せられる。そこで見たのは、よくある単品の果実を煮込んだだけのジャムではなく、色々な食材を組み合わせで作った料理のようなジャムであった。このようなジャムを日本でも作りたいという気持ちが松嶋氏を突き動かし、当時勤めていた電力会社を退職して、奥様の実家がある瀬戸内の周防大島で、島の食材にこだわってジャム作りをはじめたのがこの会社の起源である。瀬戸内ジャムズガーデンは加工工場やカフェによって28名の雇用を生み出しているが、松嶋氏の取り組みは島の住民にも大きな影響を与え、高齢化率日本一、消滅すら指摘された島を「宝の島」に変えた功績が大きく評価された。彼の取り組みはNHKの「目撃！日本列島」でも紹介された。周防大島には今や移住者が増え、活気ある島に変貌を遂げている。地方創生がうたわれている今日、いかに地域の資源を有効

利用し、足元から農業を見直し 6 次産業化していく事例として大臣賞に選ばれた。

2015 年度に食料産業局長賞に選ばれたのは、帯広市川西農業協同組合（北海道）、株式会社アーク（岩手県）、株式会社椿（東京都）、株式会社六星（石川県）、沖縄県車海老漁業協同組合（沖縄県）であった。

第 4 回の 2016 年度に農林水産大臣賞を受賞したのは、カタシモワインフード株式会社（大阪府）であった。この会社のある大阪の柏原（かしわら）市はもともとぶどうの栽培が盛んなところであり、この会社も 1914 年創業の歴史をもつ。しかし大阪で主に生産されているのはワインには不向きといわれるデラウェア品種である。そのデラウェアを美味しいワインにするため 10 年以上の年月をかけ研究開発を行い、数々のコンクールで受賞するようなワインに仕立てたのがこの会社であった。デラウェアからスパークリングワインの「たこシャン」を開発し、従来は廃棄していたぶどうの皮からブラッパやノンアルコールワインを生産し、今や高品質のワインを年間 17 万本も世に送り出している。

また、この会社の取り組みで特筆すべきは、ワイン作りに大阪を中心とするボランティアを参画させていることである。後継者のいないぶどう畑を有志のボランティアに任せ、栽培されたぶどうを無償で引き取り醸造している。無償でもボランティアはモノづくりの喜びと文化継承の意義を感じ、地域が一体となって生き残れる基盤を共有している。大阪の大企業なども CSR で参加し大きな地域貢を果たし、また、販売先も既存のルートではなく、ガス会社、航空会社などの記念行事に用いられ、「応援してくれる会社に売る」という戦略を採っている。今後は大阪ワイナリーを全国ブランドに仕立てていくという、大きな構想を含め、大臣賞にふさわしいと評価された。

なお、この年の食料産業局長賞を受賞したのは、株式会社大潟村あきたこまち生産者協会（秋田県）、株式会社なかひら農場（長野県）、有限会社デリーファーム（愛知県）、株式会社農業公園信貴山のどか村（奈良県）であった。

5. 食と農の一体化

以上みてきた 6 次産業化の取り組みは様々ではあるが、農業に新たな付加価値をつけるものとして注目に値する。いずれの表彰事例も共通しているのは、消費者目線で生産を考えていることである。これはいわゆる「マーケットイン」の実践に他ならない。新しい農業の形を考える上で重要なのは、生産者から消費者までを一体化して産業をとらえることである。すなわち食料バリューチェーンの確立である。

これまで、農業は食品の原料あるいは素材提供産業とみなされてきた。コメや麦、生乳なども、生産者は作った農産物を農協等に出荷すれば役割は終わる。それらを受け取った流通業者や加工業者がどのように彼らの農産物を扱おうと、知る由もなければ関心もない。それでは、農家は創意工夫の道を自ら閉ざしているようなものであり、付加価値すなわち所得も増えない。

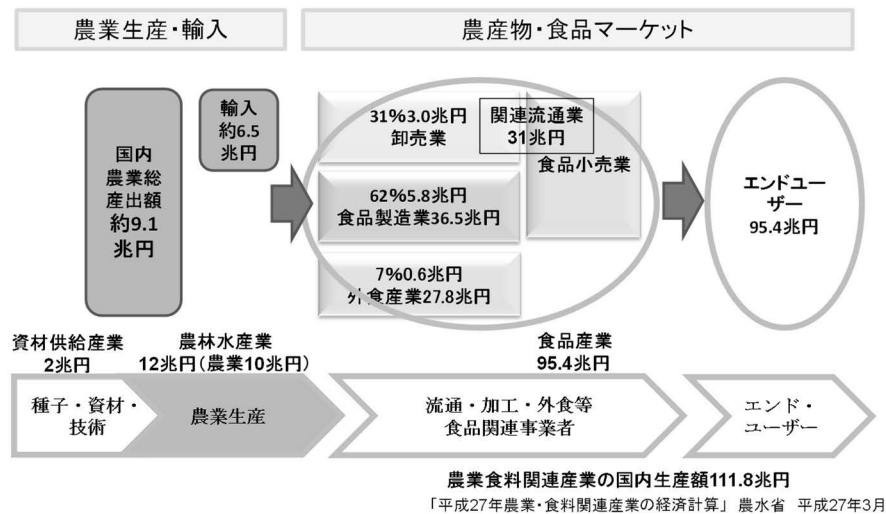
米国や豪州のように、広大な土地で農産物を生産し、標準化された商品として世界に輸出するような農業経営であれば、ひたすら自らの生産に焦点を当てて同質の農産物を安定的に供給することがビジネスとなる。しかし、グローバル化する経済の中で、そうした大規模経営による低コスト農産物に対抗するためには、日本や台湾は違う戦略を練る必要がある。それは、農業が素材提供産業から脱して、食料産業の川上にあっても、自らを食料全体の価値を高めるメカニズムに組み込むことである。

先に述べた 6 次産業化は、どちらかと言えば農業に主眼があり、農家が加工・販売を通じて所得を拡大する方策の一つとして 6 次産業化が推奨されてきた。しかし、6 次産業化は農業からだけ発することではない。第 2 次産業にある加工・製造業者が農業に新規参入したり、お菓子屋さんやレストラン経営者が、農業生産を手掛けたり、食材用の加工を行ってもよい。実際、ケーキショップや飲食店を営む企業が農業や漁業を手掛けたり出資したりする例も増えている。

また、これまでの 6 次産業化の取り組みは、個々の企業レベルの話であった。しかし、これからの農業を考える場合、産業全体での 6 次産業化、すなわち、食料を中心に据えた産業として、農業、食品加工、飲食・販売業が一体化して「食料産業化」することが求められる。これは、食料に関わるあらゆる段階で経済活動を効率化し、付加価値を増加することであるが、こうしたバリューチェーンを構築することにより、消費者ニーズをいち早く農業の現場に伝え、かつ消費者の購買意欲をそそるような新商品の開発を迅速に行うことができるようになる。いわば、産業としての「マーケットイン」の実現である。

素材提供産業としての農業（漁業を含む）の生産額は 12 兆円に過ぎないが、図表 2-5 に示されているように、食品加工・製造、外食産業等を含む、農業食料関連産業の生産額は 110 兆円を超える（2015 年）。さらに付加価値の高い商品の開発や、サービス産業としての農業などの新分野を加えれば、食料産業は 120 兆円規模の産業となるであろう。

図表 2-5 日本の農林水産物の生産・流通・加工・消費の流れ（図表 1-18 再掲）



農産物がコモディティ化すると、プロフィットプールは農業から離れていく。
販売や加工などチェーン全体へ視野を広げ（フードバリューチェーン全体を見渡し）、プロフィットプールがどこにあるか探しながら（プロフィットプールの発見）、ステークホルダー間の関係を、如何に構築し、最適化するかが大きな課題となる。そうした中で作られた農業を「フード（バリュー）チェーン農業」と呼んでいる。例えば、契約栽培等。

これらの部門を結ぶ流通経費は一体化することで効率化が図れるし、さらには流通を担う部門は物の流れとは逆の方向で情報を流す役割を担う。流通のネットワークはそのままサプライチェーンでもあり、そこにいかに付加価値をのせて産業全体を俯瞰するかが重要である。実際、某宅配業者の幹部は、輸送業者から「商社」に脱皮することを目標にしていると話していた。

こうした食料産業の確立のためには、業界の縦割り体制を変えていく必要がある。日本において食品産業はそれぞれの分野が独立しており、横のつながりが弱い。縦のインテグレーションはそれなりに進んでいるが、水平方向での統合があまりなされていない。いくつかの食品企業は多国籍企業であり、世界中で事業展開をしているが、日本国内ではテリトリーを決めそれぞれが棲み分けをしている。

今後、国内市場が縮小していく中、日本発の新たな「食」を発信していくためには、あらゆる産業の知恵を集約しなければならない。それは食品関連産業にとどまらず、IT 産業や医薬業界、鉄道・飛行機を含む広範な交通業界との連携も必要かもしれない。食は食べることを通じてあらゆる産業がかかわっていることに注目すべきである。

こうした考えを実現するためには、食と農に関するクラスターを形成し、さらには「フードバレー」といったクラスターの拠点を確立することが望ましい。一般に産業クラスターは、企業、大学、研究機関等が地理的に集積し、相互の連携・競争を通じて新たな付加価値

やイノベーションを創出する基盤を指すが、食と農についてクラスターを生み出し、日本型フードバレーを目指すのである。地域にある素材・人材を活かし、地域に根ざした研究機関や企業と連携することにより、産業や企業を超えて成長センターを形成すれば、間違いなく地域活性化・発展の基盤となる。

国際的にはオランダのワーヘニンゲンがフードバレーとしてよく知られている。当地の大学と食品研究所の連携に始まり、過去 25 年ほどの間に産業の蓄積を果たし、アンカー企業としてハイネケンやユニリーバ、ネスレなどの国際企業を取り込み、地域イノベーションを実現してきた。現在では半径 30km 圏内に 1,500 社近い企業が研究所や生産拠点をもち、1 万 5 千人以上の研究者が活動している。

日本でもいくつかの地域でフードバレー構想や協議会などが存在する。地方の自治体が音頭をとり、地域産業振興策の一環として取り組んでいるものがほとんどで、地域おこしの域を出ていない。オランダのワーヘニンゲンは人口わずか 3 万人の街であるが、そこではゲノム研究やバイオ研究をはじめとする食品研究企業や研究機関、食品メーカー、農業食料関連 IT 企業、物流企業、コンサルティング会社、協同組合等々がひしめき合って集積している。大企業だけでなく、多くのスタートアップ・ベンチャーも設立され、相互に補完しあい相乗効果をもたらしている。

フードバレーは地域振興のコンセプトを超えて、本格的なクラスターを形成しなければ成功しない。生産サイドの分析だけでなく、消費者の味覚や嗅覚、視覚といった食の基本的研究など需要サイドとの融合が重要である。どれだけ多くのベンチャーを立ち上げ、そのうちどれだけ世界に羽ばたいていくのか。フードバレーを成功に導くためには、基礎研究から生産、消費に至るまでをトータルビジネスとしてとらえ、共通した情報基盤の下で食と農を産業化していくことが求められる。

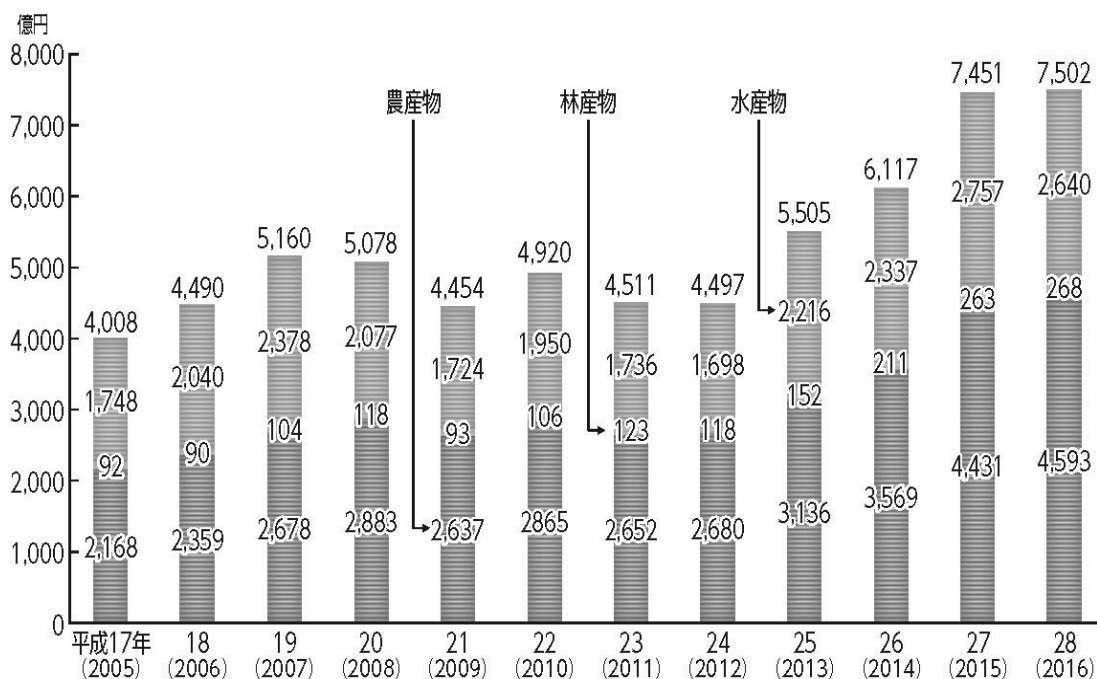
また、オランダのそれを真似るのではなく、日本の実情にあったクラスター形成を図る必要がある。特に日本の食品産業は棲み分けにより展開してきた経緯があり、新たな環境で切磋琢磨していく体質に改善していくことが望まれる。園芸作物だけでなく、地域の特性に応じて、例えば、酪農地帯でミルクバレーや牛肉産地のビーフバレーなどのクラスターを形成することも考えられる。フードバレーは農業の 6 次産業化や農商工連携などを超えて大きな可能性をもたらすことが期待される。

6. 農産物・食品輸出の可能性

安倍政権の下で展開しているアベノミクスと呼ばれる経済政策の中で、農業政策の柱の一つが農林水産物・食品輸出の増大である。これは「攻めの農業」を掲げた安倍農政の目玉でもあり、2020 年までに 1 兆円達成を目標とした。さらに、この目標は 1 年前倒しして 2019 年までに達成すると首相自ら表明した。

日本の農林水産物・食品の輸出の 2005 年からの推移が図表 2-6 に示されている。確かに 2013 年以後、輸出の拡大が顕著であり、2016 年で 7,500 億円を超える輸出額となり、さらに 2017 年では 8,000 億円を越えたと報じられた。しかし、これは円での金額表示であり当時から今日にかけての円安の影響を受けていることに注意する必要がある。また、タイトルにあるように、これは「農産物」の輸出ではない。2016 年で 2,640 億円の水産物を含み、また農産物の中には食品が含まれる。要はカップ麺やインスタントラーメンと言った加工品であり、これらの原材料は輸入小麦である。コメや牛肉といった、純粋農産物の輸出は 1,200 億円程度である。

図表 2-6 日本の農林水産物・食品の輸出額の推移



資料：財務省「貿易統計」を基に農林水産省で作成

輸入原材料を用いて加工した製品を輸出する「加工貿易」は日本の得意とするところであ

り、それ自体に問題はない。また、牛肉等の畜産物も飼料はほとんどが輸入であり、その輸出もまた加工貿易と言える。ただ、1兆円という規模を強調せんがための寄せ集めに見えるので、ここは日本農業の成長可能性を示すとすれば、加工品を除く農産物に焦点を当てた目標を設定すべきであろう。

また、輸出振興で言えば、日本はマーケット戦略に弱い。日本の農産物の品質に対する海外での高い評価に甘んじており、積極的な販売戦略を持たない。かつて輸出振興のため都道府県ごとに輸出振興協議会ができたが、世界市場でブランドが確立していない国産品を県ごとの小さなロットで売ろうとしても相手にされない。ここはオールジャパンで、「日本」を売っていかなければならない。例えば、和牛は日本のブランドだと思っている人が多いかもしれないが、国際的には WAGYU は豪州産の F1 牛がブランドとして確立している。ニューヨークで日本の商社マンが和牛を売ろうとしたら、バイヤーから「あら、日本でも WAGYU を生産しているの？」と聞かれたという、笑えない話すらある。

さらに国境を超える農産物の扱いについては農産物の基準化あるいは標準化が求められる。農業生産にどのような肥料や農薬をどの程度用いたのか、どのような管理のもとに生産が行われたのか、その工程を明らかにしておく必要がある。それが GAP (Good Agricultural Practice、農業生産工程管理) である。世界各国にはさまざまな GAP 認証があり、例えばヨーロッパ発祥の GLOBAL GAP やわが国発の JGAP など、食品安全面や環境保全などを広くカバーする。また、畜産物に関しては HACCP (衛生管理) と ISO9000 (品質管理) の手法を持ち合わせた SQF (Safe Quality Food) などがある。要するに、今後農産物の輸出に当たっては、国際的に承認されている農畜産物の安全管理規格を取得する必要がある。

いずれにしろ、いいものを売るのは大前提であるが、いかにプロモーションをかけていくか、あるいはマーケティングをやっていくかが、日本の輸出戦略の鍵を握っているのである。

7. 日本農業の将来を展望する

IT や ICT による情報化やフードバリューチェーンの進展に伴い、日本農業はどのように変貌するのであろうか。近未来である 20~30 年後の姿を考えてみよう。外的要件の変化とともに、注視しなければならないのは、日本経済および農業の内なる変化である。

GDP や経済成長率は不確実であっても、高い確率で見通せるのは人口動態である。総務省によれば、現在約 1 億 2,600 万人の人口は 2040 年には約 1 億 600 万人に減少し、さらに 2050 年には約 9,700 万人となると予測されている。生産年齢 (15~64 歳) 人口の割合

も現在の 60%から 2040 年には 52.5%、2050 年には 51.6%へと低下する。少子高齢化に対応し、経済構造をどう変えていくか、高齢者をいかに活用するか、早急に取り組まねばならない課題である。

かつて日本創成会議は、2040 年に若年女性の流出により全国の 896 市区町村が「消滅」の危機に直面するとの試算結果を発表した。そこで示された「消滅可能性都市」とは、少子化や人口移動に歯止めがかからず、将来、消滅する可能性がある自治体を指す。具体的には次の世代の人口を左右する 20-39 歳の女性の数が、2010 年から 40 年にかけて 5 割以下に減る自治体のことであり、そう呼ばれた市区町村は全国の約半分にあたる。将来人口の推計に際して、20-39 歳までに約 3 割の人口が大都市に流出することを前提としている。消滅可能性とは、物理的に当該市町村が無くなることではなく、地方自治体としての機能が維持できず、他の市町村との合併等を余儀なくされ、独自の地方自治が行えない都市という意味である。

このような自治体は当然農村地域に多い。農業・農村における人口の減少は深刻である。図表 2-7 には、農業地域類型別の人口予測が示されている。都市的地域の人口動態は日本全国のそれと似通っているが、農業地域のそれは人口減少が著しい。平地農業地域の人口は 2010 年を 100 とすると、2040 年には 72、2050 年には 61 へ、中間地農業地域はそれぞれ 61、50 へ、そして山間地域の人口は 2040 年に 47、2050 年には 34 まで減少すると予測されている。また、図表 2-7 に見るように 65 歳以上の人口比率も、大きく増加し、農業地帯の高齢化率は 4~5 割に達する。

こうした農村の人口減と高齢化は農業労働力の脆弱化をもたらすが、それを補う農業の IT 化、AI の活用は急務であろう。GPS 自動走行システムの導入により、農業機械の無人化、複数走行、夜間走行などで、超省力化を実現し、危険、きつい、汚い、の 3K 産業と言われた農業も、アシストスーツや除草ロボット、搾乳・給餌の自動化などで、3K から解放され、センサー情報や過去のデータをクラウドシステムで分析し、より効率的な生産体系を築くチャンスかもしれない。

しかし、こうしたスマート農業が真に実現するためには、様々な制度改革を同時に行わなければならない。これまで、日本の政府は平均値に焦点を当てた農政を展開してきた。言い換えれば、全国の農業を一律に管理し、平均値の向上の一律の政策で実現しようとしてきた。

図表 2-7 農業地域類型別の人口予測

		2010年	2020年	2030年	2040年	2050年
実 数 (1,000人)	全 国	126,891	122,813	115,142	105,946	97,029
	都市的地域	99,779	98,674	94,396	88,623	82,791
	平地農業地域	12,077	11,184	9,988	8,656	7,385
	中間農業地域	11,177	9,838	8,347	6,866	5,543
	山間農業地域	3,857	3,116	2,411	1,802	1,310
指 数 (2010年=100)	全 国	100.0	96.8	90.7	83.5	76.5
	都市的地域	100.0	98.9	94.6	88.8	83.0
	平地農業地域	100.0	92.6	82.7	71.7	61.2
	中間農業地域	100.0	88.0	74.7	61.4	49.6
	山間農業地域	100.0	80.8	62.5	46.7	34.0
増 減 率 (%)	全 国		▲ 3.2	▲ 6.2	▲ 8.0	▲ 8.4
	都市的地域		▲ 1.1	▲ 4.3	▲ 6.1	▲ 6.6
	平地農業地域		▲ 7.4	▲ 10.7	▲ 13.3	▲ 14.7
	中間農業地域		▲ 12.0	▲ 15.2	▲ 17.8	▲ 19.3
	山間農業地域		▲ 19.2	▲ 22.6	▲ 25.2	▲ 27.3
65歳以上比率 (%)	全 国	23.0	28.4	29.9	33.1	34.5
	都市的地域	21.4	26.6	28.0	31.6	33.1
	平地農業地域	26.0	32.9	35.5	37.9	40.0
	中間農業地域	29.8	36.8	39.8	42.2	44.2
	山間農業地域	34.8	42.3	46.1	48.9	51.1

注：2020年以降の人口は、旧市区町村別に組み替えた国勢調査の人口データを用い、農業地域類型別に実施したコーホート分析による。

地域類型の定義は以下の通り。

【都市的地域】可住地に占める DID 面積が 5%以上で人口密度 500 人以上又は DID 人口 2 万人以上の旧市区町村、または可住地に占める宅地等率が 60%以上で人口密度 500 人以上の旧市区町村（ただし林野率 80%以上のものは除く）。

【平地農業地域】耕地率 20%以上かつ林野率 50%未満の旧市区町村（ただし、傾斜 20 分の 1 以上の田と傾斜 8 度以上の畑の合計面積の割合が 90%以上のものを除く）、または耕地率 20%以上かつ林野率 50%以上で傾斜 20 分の 1 以上の田と傾斜 8 度以上の畑の合計面積の割合が 10%未満の旧市区町村。

【中間農業地域】耕地率 20%未満で「都市的地域」及び「山間農業地域」以外の旧市区町村、または耕地率 20%以上で「都市的地域」及び「平地農業地域」以外の旧市区町村。

【山間農業地域】林野率 80%以上かつ耕地率 10%未満の旧市区町村。

ここで、DID（人口集中地区）とは、人口密度約 4,000 人/km²以上の国勢調査基本単位区がいくつか隣接し、合わせて人口 5,000 人以上を有する地区をいう。

資料：農林水産政策研究所「農村の再生・活性化に向けた新たな取り組みの現状と課題」2017 年 3 月。

しかし、日本農業の成長は皆が手を携えて仲良く歩を進めるものではない。切磋琢磨とたゆまぬ努力の結果として成長がある。そこに必要なのはイノベーションであり、イノベーションはフロンティアからしか生まれない。したがって、スマート農業の実現のためにはフロンティアに立つ農業者と、これからフロンティアに立とうとしている農業者・企業を支援する体制作りが重要である。

これまで、フロンティアと言え、技術的に長けた篤農家や農業技術者をイメージすることが多かったが、食と農の成長においては、彼らの技術開発は内生的に展開するはずであり、問題はむしろその技術を生かし、そのメリットを最大限に発揮する環境を整えることである。言い換えれば、農業経営者の能力を最大限発揮する制度改革を行うことである。

これまでの農政で農業経営者の最大の足かせになっていたのはコメの減反政策であろう。1969年にパイロット的に導入されたコメの生産調整政策は、その後本格的に導入され、今日では水田面積の4割に当たる約100万ヘクタールが生産調整下にある。その手法は様々な変化し、直接的な生産割当・配分は2018年に終了し、政府は情報提供にとどめ、実際の生産調整は農業団体が自主的に行うことになる。

しかし、飼料用のコメ生産に手厚い補助金を与え、主食用から飼料用にコメの生産をシフトさせている。そのため主食用のコメ供給は制限され実質的に生産調整は継続している。このような補助金は、明らかに市場介入であり、主食米の高値維持と多額の納税者負担という二重の負担を国民に課しており、早急に撤廃すべきである。

日本の国内市場におけるコメ価格は将来的には国際価格に限りなく近づけることが望ましい。そうすれば、本格的な輸出への道も開けてくる。一方で、それはコメ農家が国際市場での価格変動にさらされることを意味する。その中で先物市場を使ってヘッジするなど、経営者としてリスク対応ができる農家を育成しなければならない。そのためにも、生産調整からの脱却を急ぐ必要がある。

コメの生産調整と並んで、今日、農業経営者の能力発揮を阻害する大きな要因は農地制度である。農地は言うまでもなく、農業経営者にとって最も重要な経営資源であり、労働、資本と並んで経済学で言う本源的な生産要素である。それぞれの要素市場が機能していなければ、経営者は効率的な経営を行うことができない。労働市場と資本市場はそれなりに機能しているが、農地市場には制約と規制が重くのしかかる。

農地市場の制約は情報である。もちろん、農地は一筆毎に地形も土壌条件も違い、一般に同質の財を取引するような市場ではない。であるならば、なおさら個別面積ごとの特性につ

いての情報が必要であり、それがあればニーズにあった農業を展開しようと新規参入も増えるはずである。今日、農地情報公開システムが「全国農地ナビ」として利用可能であるが、農地価格や地代水準といった経済情報がほとんどない。一般の不動産情報と同様に様々な経済情報を開示し、農地が市場を通して流動化するようなシステムが必要である。

農地情報がいくら充実しても、農地の権利移動に規制がかかれば農地は流動化しない。これまで農地は農地法の下で大きな制約を受けてきた。農地法は戦後の農地改革の成果を守るため制定され、経済的視点からの法体系になっていない。農地所有者および利用者の権利を守ることに主眼が置かれ、したがって、農業者間の権利移動は認めるものの、農外からの新規参入には厳しい規制がかけられ、農地の流動化を阻害する要因となっている。

これまで様々な改正が行われ、賃貸借についてはほぼ自由化され、農外企業でも農地を賃借して農業経営を行えるようになった。しかし、農地所有については厳しい制約があり、当地取得ができる農地所有適格法人（農業生産法人）への農外資本の出資は 50%未満とされる。したがって、農外企業が単独では農地を取得し農業経営ができないだけでなく、出資する場合でも、経営権は農業者に譲らなければならない。

このような制約は他の政策にも制限を課すことになる。例えば、6 次産業化の推進のために設立した A・FIVE（農林漁業成長産業化支援機構）では、農林漁業者と他産業の事業者が連携して起こした 6 次産業化事業体に、最大同額の出資をして支援するが、農地法の制約があるため、元の事業体は農業者が 50%を超える出資をしなければならない。つまり、総事業の 4 分の 1 を超える出資が農業者に求められる。それでは規模の経済を生かし、多角的な 6 次産業化を果たそうとするような大きな事業は展開できない。農家が出資できる金額には限度がある。つまり、より大規模に、また多様な 6 次産業化を図るには農地法が制約となっている。

現在でも 100 ヘクタールを超える稲作経営を行っている農家は多い。しかし、彼らのほとんどは、周囲の高齢者農家からの委託で耕作を行っており、自らが望むような耕作形態でもなければ、区画整理をして一枚の圃場を大規模化できるわけでもない。言い換えれば、100 ヘクタールの経営でも、1 ヘクタールの経営を 100 個任されているようなものである。これでは規模の経済のメリットは生まれない。

農地問題は様々な矛盾をかかえつつ、農地法の適用除外というバイパスで農地の集積を図ってきた。しかし、鳴り物入りで創設した農地中間管理機構に農地が集まっていない現実を見ても、抜本的改革が必要なことは明らかである。農地を経営資源として見直し、農地に

関わる制度は一つの法体系にまとめて、簡素化することが必要であろう。

農業政策の基本を、これまでのように平均値的農家に合わせて行うのではなく、フロンティアで戦う農家・農業者を支援し、かれらのフロンティアを広げることに置くべきである。平均値農政から脱却し、最先端の農業を積極的に後押しすることで、スマート農業も普及し、日本農業全体の底上げが実現するのである。

8. おわりに

日本の農業は今後劇的に変化するであろう。農作業はロボットによりかなり自動化するかもしれないし、遺伝子組換え植物は低コスト栽培を可能にするかもしれない。また、野菜等は植物工場での生産が大半を占めるという予想もある。

世界を見れば、コメの需要が拡大し、コメを食べる人口は 50 億人に達するとも言われている。実際、今日でもアフリカでのコメ消費が増加し、輸入も激増している。一方、日本では、コメの需要は減少し、今の消費量の半分以下の 350 万トンまで落ち込むとみられる。これを生産する水田は 50 万ヘクタールで足りる。現在日本で水田面積は 240 万ヘクタールもある。残りの水田をどう有効利用するのか。世界のコメ市場が拡大する中、国内だけに目をむけていたら大きなビジネスチャンスを逃すかもしれない。

日本において水田には多くの公共投資をしてきた。基盤整備や圃場整備で日本の水田は維持されている。これらを放棄することにならないか。畑地に転換してコメ以外の作物を生産するとか、牧草地として畜産に用いることもできる。しかし、水田を主としてきた日本の田園風景が変わる。それでいいのかという問いかけを国民にしなければならない。

しかし、なによりビジネスとして考えるなら、成長する世界のコメ市場に打って出ることだ。日本人や東アジアの人々の食味に合うジャポニカ米にこだわる必要はない。世界中で食されているインディカ米を最新技術で効率的に生産し、世界のマーケットで販売する。そのためには、今の農地制度を抜本的に改革し、農地の集積により乾田や水田の大規模化を図る必要がある。20 年後を展望するに、技術進歩や市場に変化に合わせていかに制度を変えていくかが最も重要であることを忘れてはならない。

すでに述べたように、農業は多面的な価値をもつ。農業は農産物を生産するだけでなく、地域資源の維持や、そこに住む人々の生活と密接にかかわり、それが文化と歴史を作っている。また、農業は生産過程そのものに価値をもつ。農作業それ自体がサービスを提供し、それがビジネスにもなりうる。言い換えれば、農業は国民全員で活用すべき産業なのである。

美味しい農産物や、様々に形を変えた食品として我々の食卓を豊かにするだけでなく、農業活動は教育にも役立ち、人生を豊かにする源泉でもある。

今後日本農業がどのような変貌を遂げるかは不明だが、農業の魅力は不変であろう。平場の優良農地が大規模化や IT 化で、一般の市民には生産現場が見えなくなっていることが予想され、農業の魅力を伝えるのは、むしろ中山間地域のコミュニティの役割となるであろう。それは、歴史遺産のような形で残すのではなく、あくまでビジネスとして成立させるものでなければならない。

都市と農村の心理的距離は一般市民にとっては、地理的距離より大きい。都市と農村の交流を盛んにすることは農業の理解を深めるだけでなく、日本の国土を皆でシェアして活用することにつながる。農業の良さ・魅力が一般市民に理解されることなしに、日本の農業、特に中山間地農業が生き残ることはできない。

一方で、これからの食料を考える場合、農業だけを切り離してとらえてはいけない。生産から消費までをバリューチェーンとして一貫してとらえ、そのシステムの中で、消費者ニーズに合わせ、また新たな成長を求め、変化をしていかなければならない。そうした柔軟性と対応性をもつ「食料産業」として、今後日本の農業が成長していくことに期待したい。

<参考文献>

本間正義（2014）『農業問題：TPP 後、農政はこう変わる』ちくま新書、筑摩書房

本間正義（2010）『現代日本農業の政策過程』慶應義塾大学出版会

21 世紀政策研究所編（2017）『2025 年 日本の農業ビジネス』講談社現代新書、講談社

日本経済調査協議会（2017）『日本農業の 20 年後を問う～新たな食料産業の構築に向けて～』
日本経済調査協議会、食料産業調査研究委員会報告

Aurelia G. Mulgan and M. Honma (eds.) (2015), *The Political Economy of Japanese Trade Policy*, Palgrave Macmillan

第3章 IT・AI技術と新しい農業・フードチェーン

キャノングローバル戦略研究所研究主幹

山下 一仁

1. はじめに

最近における IT や AI などの先端技術の発展と展開を受けて、農業についてもこれらの技術を活用し飛躍的な発展を遂げることができるのではないかという期待が高まっている。

これまで農業についてバイオテクノロジーなどさまざまな先端技術の応用可能性が指摘されてきたが、農業の振興や発展にほとんど貢献することなく終わってしまった。生産技術面での可能性が追及されるのみで経済的・経営的な応用可能性が考慮されなかったことに加え、カロリーの供給源となる最も重要な穀物への適用は少なく、野菜・果樹等農業の一部分野にしか適用できないものだった。しかも、農業生産の部分的な改善にとどまり、日本農業が抱える大きな問題を解決するようなものではなかった。現在推進されている IT や AI 技術の農業への適用を見ると、これも過去の技術と同じような途をたどりそうな懸念がある。

しかし、生産面の改良に焦点を当てたバイオテクノロジーと異なり、情報の収集・分析・活用を行う IT や AI 技術は農業のシステム全体を改善する可能性を持っている。特に、誰もがアクセスできるオープンなビッグデータを作ることが出来れば、農政改革の実行と相まって、日本農業を発展させる可能性も拓けていくかもしれない。これには、いかにして相互利用的なデータをビッグデータに収集できるか、データ分析など IT や AI 技術を使いこなす能力や労力を持たない農家や法人をいかにしてサポートしていくのかなどさまざまな課題があるものの、これらを解決することによって、IT や AI 技術は、日本農業の発展だけでなく、食料安全保障の確保にも貢献することができるだろう。

さらに、ブロックチェーン技術は、これまでコスト面から普及が困難だったトレーサビリティの実施にも大きく貢献する可能性がある。また、食品のサプライチェーン全体での HACCP の適用による食の安全性の向上にも資することができるかもしれない。

2. 農業生産の特性

(1) 自然や生物を利用しこれに影響される産業特性と困難な作業の平準化

温度、湿度、日照量、風量などの気象条件、粘土質、砂質などによって異なる土壌の物理

的特性、水分や有機質の含有量や肥料成分などのさまざまな土壌成分、土中の生物、傾斜や区画の大小などの農地の形状、病害虫の発生など、農業は様々な生態系や自然条件によって左右される。また、これらの多様な自然条件に適応する作物や品種も一様ではない。しかも、農業の生産物は人間が直接作り出すのではなく、動物や植物という生物体に人間が働きかけることによって、実現される。自然条件などの外的な条件をコントロールできる工場という中で生産を行う工業よりも、農業生産ははるかに複雑なプロセスを経る。

しかも、自然や生物を相手にする農業には、季節によって農作業の多いときと少ないとき（農繁期と農閑期）の差が大きいため、労働力や作業の通年平均化が困難だという問題がある。米作でいえば、1週間しかない田植えと稲刈りの時期に労働は集中する。農繁期に合わせて雇用すれば、他の時期には労働力を遊ばせてしまい、コスト負担が大きくなる。これは、農業が工業と違う大きな特徴である。農業生産は、一定の原料と労働を投入すれば、毎日同じ量の製品を生産できる工業とは異なる。

（２）農業経営の基本

農業界からは「農業と工業とは異なる」という主張がなされる。だから関税や補助金などの保護が必要だという主張がそれに続く。

しかし、どの産業でも、収益・所得は価格に販売量を乗じた売上高から、コストを引いたものだ。したがって、収益を上げようとするれば、価格を上げるか、販売量を上げるか、コストを下げればよい。成功している農家は、このいずれかまたは複数の方法を実践している。農業関係者は農業と工業は違うとよく口にするが、どの産業でも、この経営原理は同じだ。

農産物1トンあたりのコストは、農地面積当たりの生産にかかる肥料、農薬、農機具などのコストを、農地面積当たりの収量（単収）で割ったものなので、コストを下げようとするれば、農業資材価格を抑えたり、規模を拡大したりして、農地面積当たりのコストを下げるか、品種改良等で単収を上げればよい。規模拡大や単収向上は、生産量（販売量）も増やし、収益向上につながる。一挙両得の取り組みである。

ただし、単収も上げればよいというものではない。単収を上げるにつれて、肥料等の投与も増え、コストも上昇するからである。単収向上による売上高の上昇よりも、コストの上昇の方が上回るのであれば、単収向上は諦めたほうが良い。酪農でも、一頭当たりの乳量を増やそうとすると、とうもろこしなどの濃厚飼料を多く与えればよい。しかし、乳量上昇による収入の増加を、飼料多投によるコスト増加が上回れば、ほどほどの乳量でとどめたほう

が、収益は上がるし、乳牛の健康にもよい。

経済学でいうと、限界収入が限界費用に等しくなるところで生産すれば、収益は最大になる。そこを超えると、減収になる。やたらと単収増加や規模拡大を行えばよいというものではない。これも工業など他の経済活動と同じだろう。

3. 過去における農業技術フィーバーと現在の状況

(1) バイオテクノロジー

1980年代にはバイオテクノロジーが農業を革新するのではないかと期待され、多くの予算や研究が投入された。しかし、現在農業分野において活用されているのは、組織培養技術で野菜等のウィルス・フリー苗を作るくらいにすぎないのではないだろうか。遺伝子組み換え（GMO）技術もバイオテクノロジーの一種であろうが、日本やヨーロッパではこれを活用した農業生産には消費者の抵抗が大きい。アメリカでも家畜の飼料に使われるトウモロコシや大豆には GMO 農産物を開発してきたが、主として人間の食用に使用される小麦や米については GMO を活用しようとする動きはない。バイオテクノロジーが主として利用されているのは、医薬品や食品工業の分野であり、農業分野ではない。

もちろんバイオテクノロジーの中でも農業全体のシステムの改善を試みようとした例がないわけではない。高度環境制御システムである。これは、工業製品のように規格品を大量周年計画生産するために、植物の生育に最適な環境を作るとともに、その中で生産の安定化、機械化、自動化、連続化を目指そうとしたシステムのことである。その典型的な例が植物工場である。太陽光利用型ではなく、LED を使った完全な人工光の植物工場については、無農薬栽培が可能で、安定的で、高速な生産が可能となるという期待があった。

しかし、今の技術では、設備コスト、運転コストとも高額となり、リーフレタスなど可食部の割合が高い葉菜類で、かつ無農薬という付加価値を付けて通常の作物より高い価格で販売できる特定の作物しか、採算が採れていない。人工光の植物工場が、現在かろうじて操業しているのは、政府による高額な補助金があるからである。環境を完全に制御しようとして、無償で利用できる太陽光を排除し、多額の運転コストを要する LED を利用した失敗である。別の言い方をすれば、技術の可能性を過信して経済学を考慮しなかったことに失敗の原因がある。

これに対して、人工光型より技術のレベルが低いと思われる太陽光を利用した植物工場では、トマトなど様々な野菜が作られ、商業ベースでも成功している。ただし、このよ

うな植物工場でも、製造業の工場と異なり、作業を終了したら、後は何もしなくてよいということにはならない。植物は生きているからである。誰かが夜間も土日も管理していなければならない。この点で、農業は、工場というより、人の生命・健康を扱う病院と似ている。

さらに、植物工場では、種子の部分のみを利用する穀物は、ロスとなる部分が多すぎて、採算が合わない。このため、世界を見渡しても、植物工場を利用して、商業ベースで穀物を生産している例はない。穀物は、普通の農地で生産するしかない。植物工場は、カロリーを供給し食料として最も基礎的な穀物生産には無力である。少なくともこれまでのところ、植物工場は日本の農業問題の解決にも食料安全保障にもほとんど貢献しない技術である。

（２）現在の AI・IT 農業フィーバー

AI 農業とは、最新のセンシング技術や IT を活用し、熟練農家本人すら自覚していない『暗黙知』の『見える化』をしようとするものであり、これによって新規就農者の農業技術水準を大きく向上させようとするのだと主張される。『匠の技』の継承を IT で支援するのだとも言われている。

数年前から農林水産省は、このような考えを主導し、予算措置を講じている。わが国では地域ごとに自然条件が微妙に異なることから、これまで蓄積された篤農家などの地域農業技術を集めて、気象が変化したようなときに、農家の求めに応じて対応策を提供するというシステムを開発しようとしている。

しかし、このような暗黙知や匠の技があったとしても、それは野菜・果樹などの園芸作物の一分野にすぎない。米麦等の穀物、酪農、肉用牛などの畜産に、そもそも匠がいるのかどうか、匠の技のようなものがあるのかどうか疑問である。現在の機械化された農業分野では、機械への習熟度が高い若年農業者の方がむしろ高い技術力を有している。また、米作などでは、野菜などの熟練農家に相当すると思われる高齢農家は、田植え等の小規模機械化技術体系が進み週末のみで農作業を行ってきた兼業農家が高齢化したものであり、彼らに高い匠の技のような技術はない。もちろん、米作でも食味コンクールで毎年上位を実現している農家がないわけではない。しかし、この農家は他の農家に比べて食味の優れた米を生産することによって、他の米と差別化し高い収益を上げているのであり、その“匠”の技術を他の農家に無償で譲渡・普及しようとするとは考えられない。

より根本的には、技術体系が変化してしまえば、過去の匠の技は無意味となる。センサーやロボットが活躍するようになった園芸農業で昭和の匠の技の有効性があるのかどうか、

はなはだ疑問である。

つまり、農林水産省をはじめ AI 農業の推進者は、機械化が遅れ手作業の分野が多く残る一部の農業のみを対象にしているに過ぎない。とても農業システムを改善できるようなものとはいえない。

（３）どうして失敗が繰り返されるのか？

バイオテクノロジーや植物工場が振興されてきたが、農業はほとんど変わらなかった。潤ったのは、農業経営者ではなく、農林水産省や大学における研究者等農業の周辺にいる人たちだった。現在は、従来からの農林水産省や研究組織などの農業関係の技術者・研究者に加え、これまで農業とは縁がなかった IT 関係の企業や研究者、マスコミやシンクタンクの人達も参入して、熱狂を煽っている。かれらは、（農業技術者は農業生産についての知識はあるにせよ）日本農業の現状や課題、農業経済や農業経営についての十分な知識を持たない人たちである。

1961 年陸軍出身のアイゼンハワー米国大統領は、辞任に当たり『産軍複合体』“military-industry complex”の危険性に警鐘を鳴らした。その中で、アイゼンハワーは科学や技術のエリートによって政策が支配されかねないことに注意を喚起した。

“Yet, in holding scientific research and discovery in respect, as we should, we must also be alert to the equal and opposite danger that public policy could itself become the captive of a scientific-technological elite.” (Eisenhower’s Farewell Address to the Nation in 1961)

これと似たようなことが、スケールは小さいながらもわが国の農業政策の中で起こっている。いかに IT を駆使して匠の技を深化・普及させても、トラクターの自動走行を普及させても、農業全体の発展にはきわめて限定的な効果しか持たない。農業生産や経営の一部について技術革新がなされたとしても、それが農業収益の向上につながるなど現実の農業が置かれている状況を改善するような効果をもたらさない限り、意味のあるものとは言えない。つまり、個々のパーツの技術の応用を議論するだけではなく、現状の農業生産・経営を改善するという観点からどのような技術が利用可能なのかというアプローチをとることが必要なのである。敢えて言うと、重要なのは部分ではなくシステムなのである。より具体的には、農業を工業化しようとしても、これまでできなかった制約は何か？ その解決に IT 等の新技術を活用すべきなのである。

もちろん、それだけでは農業を成長産業にすることはできない。これまで日本農業の発展を阻害してきた米政策や農地制度など農政の抜本的な改革も必要であることは言うまでもない。

4. 日本農業の可能性

(1) 高齢化は零細農業や分散錯圃を解消するチャンス

これまで、農家戸数は大幅に減少してきた。この 50 年間に 550 万戸から 250 万戸へと半減以上である。さらに高齢化が進行している。日本農業者の 2 人に 1 人は 70 歳以上ということだ。これが日本農業の担い手の現状である。このため、将来、高齢農業者がいなくなる、農業の担い手がいなくなるのではないかという懸念の声、上がっている。

しかし、農家戸数が減少するということは、全農地面積が同じであれば、1 農家当たりの経営規模が拡大するということであり、むしろ歓迎すべき現象である。これを反映して、最近規模拡大のテンポが増えている。平均的な販売農家規模は、1985 年から 2000 年まで、1.3 ヘクタールから 1.6 ヘクタールに、0.3 ヘクタール拡大したにすぎないが、それから同じ期間を経過した後の 2015 年には、2.2 ヘクタールに増加している。

高齢農家が退出し、担い手に集落のほとんどの農地が集積されていけば、零細分散錯圃も解消し、現在の米生産費調査結果以上に、コストは低下する。現に大きな規模の農業経営体しか残っていない地域では、これらの経営体の間で農地を交換し合い、まとまりのある大きな圃場を実現している例がある。現に、農地が分散しているのではなく連続している（「連坦」と言う）という状況で、100 ヘクタールまで、規模を拡大している、鳥取県の米作経営者がいる。

高齢者だけが残るという限界集落の問題が指摘されて、久しい。都府県の農業集落の平均農地面積は 28 ヘクタールである。もし、限界集落の高齢者が、農業を継続できなくなったときに、一人の新規就農者を導入すれば、一集落一農場という、零細分散錯圃もない、合理的・効率的な大規模農場経営が可能となる。その新規就農者が、一人で寂しいというのであれば、その集落に住む必要はない。近くの町に住んで、農作業が必要な時に、集落の農場へ通作すればよい。近いところでの“二地域居住”である。沖縄の離島で大規模にサトウキビを栽培している企業的な農家は、普段は本島に住んで農作業の時だけ離島に通っている。

無理に高齢農家を存続させようとするれば、零細農業構造や分散錯圃を解消する機会を失い、農業収益の向上を妨げる。その結果、若い後継者（法人）の農業参入を妨げ、農業をさ

らに衰退させることになりかねない。

（２）農作業平準化の途

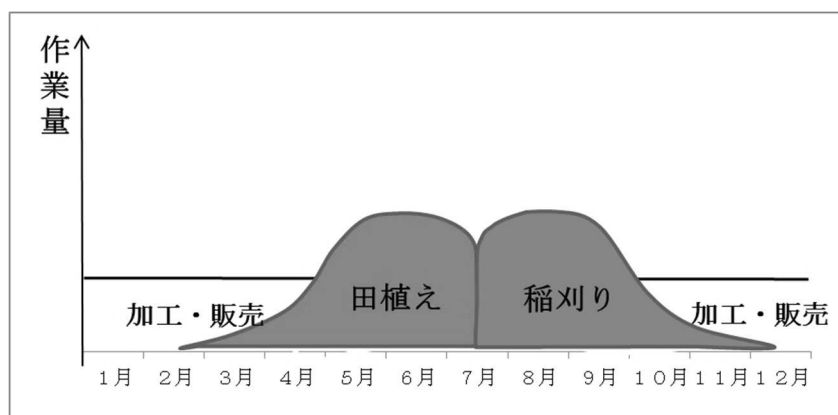
農業には、労働や作業を平準化することが本来困難な側面がある。しかし、日本には、これを克服させる自然条件が備わっている。標高差と南北の長さである。

傾斜があり、区画が小さい農地が多い中山間地域では、農業の競争力がないと考えられている。しかし、中山間地域では標高差があるので、田植えと稲刈りに、それぞれ 2～3 カ月かけられる。これを利用して、中国地方や新潟県の典型的な中山間地域において、夫婦二人の経営で 10～30 ヘクタールの耕作を実現している例がある。

都府県の米作農家の平均 0.7 ヘクタールから比べると、破格の規模である。この米を冬場に餅などに加工したり、小売へのマーケティングを行ったりすれば、通年で労働を平準化できる。（アメリカの大規模稲作農家も、農閑期には機械の修理のほか補助金受給や納税の申請などのデスクワークを行っている。）平らで農作業を短期間で終えなければならない、平均 10 ヘクタール程度の北海道の水田農業より、コスト面で有利になるのである。

野菜作でも、青果卸業から農業に参入した鳥取県の企業は、中海干拓から大山山麓までの 800 メートルの標高差を利用して、200 ヘクタールの農地で、ダイコンの周年栽培を中核にした経営を実現し、コンビニ・チェーン店におでん用ダイコンの周年供給を果している。山梨県のぶどう農家は、標高 250 メートルの農地と 500 メートルの農地を使い、ぶどうの開花時期を 10 日ほどずらすことで、作業の分散を図り、より多くのぶどう作りに取り組んでいる。

図表 3-1 農作業平準化のイメージ（米作）



標高は、規模やコストだけに、作用するのではない。作物の品質にも、良い効果を発揮する。中山間地域では、気候や地理的条件を活かした、製品差別化、高付加価値化の道がある。中山間地域である新潟県魚沼地区のコシヒカリが、高い評価を得てきたのは、標高が高く、日中の寒暖の差が大きいからである。食味の良い米だけではなく、中山間地域では、鮮やかな色の花の生産も行われている。高収益を上げられるワサビは、標高が高く冷涼な中山間地域に向いている。中山間地域ではないが、狭小な農地しかない東京都は、巨大市場に近いというメリットを活かし、日本一の小松菜の生産地となっている。

ポテトチップに向くのは水分の少ないイモである。平坦な畑では、作物を作りやすいが、水はけが悪いので、イモに水分が残る。中山間地域の傾斜畑の方が、水が下に流れて行くので、ポテトチップ用のイモ作りには、向くという。

平坦な畑に比べ、傾斜のある畑は、植物に日光が良く当たることになる。ヨーロッパでも山梨県でも、傾斜畑にぶどう畑が展開している。わが国でも、ミカンなどの果樹栽培は、傾斜畑で行われることが多い。

これに対して、水を溜めなければならない水田では、農地を平らにしか使えない。また、平らにするために、法面（傾斜地の田と田の間に作られる斜面）を大きくとらなければならず、土地を有効に活用できない。水資源の涵養や洪水防止という多面的機能では、畑よりも水田のほうが優れている。しかし、農業生産という点では、傾斜のある農地では、斜めに農地を使える傾斜畑の方が、水田よりも、有利かもしれない。

また、日本は南北に長い。亜熱帯の沖縄から亜寒帯の北海道まで、日本は広く分布している。同じ砂糖の原料でも、サトウキビ（沖縄、奄美諸島）とビート（北海道）を同時に生産できる国は、日本のほか、中国とアメリカくらいしかない。

南北に長いと、作物の生育がずれる。小麦の栽培適期は、熊本県で、種まきが11月下旬、刈り取りが6月、北海道で、種まきが9月下旬、刈り取りが8月、となっている。つまり、作期に2カ月も差があるのである。

この日本の特性を活かし、ドールというアメリカの企業は、ブロッコリーを生産している農業生産法人に資本参加することにより、日本に点在する7つの農場間で、一定の作業が終わるごとに、機械と従業員を南から北の農場へ段階的に移動させることで、年間の作業をうまくならした。労働の平準化と機械の稼働率向上によるコストダウンである（現在は日本企業に経営譲渡）。ドールは、同じく南北に長いカリフォルニアなどでも、同じような取り組みをしている。標高差や南北への展開がなくても、早生、中生、晩生の品種を組み合わせ

れば、作期を長期化することもできる。

（３）新たな農業の展開方向

ア．大規模複合経営の可能性

農業には様々な作物や家畜があるため、稲作、野菜、畜産などいろいろな農業がある。農業の専門化にとらわれた戦後農政は農業の単作化を推進してきた。しかし、様々な農業を営む「複合経営」のメリットは、作物の生育期間が違うので、いろんな作物を組み合わせることで年間の作業をならすことが可能になることである。

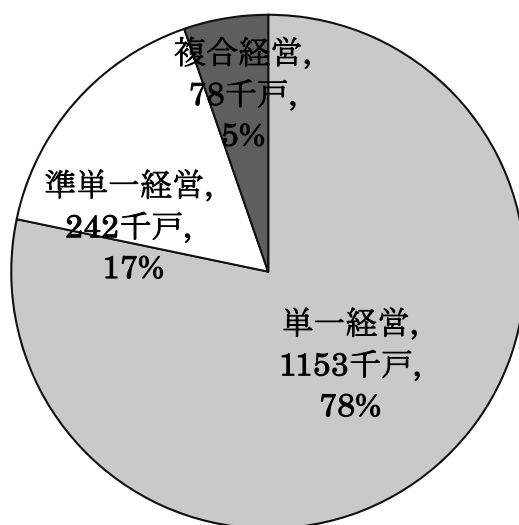
穀物と畜産の複合経営は、オーストラリアでも行われている。穀物価格は大きく変動するという特徴がある。このため、ある穀物（小麦）農家は、穀物価格が高い時は、穀物として市場で販売し、穀物価格が低迷するときには、穀物を牛に食べさせて、付加価値の高い肉牛として出荷するという経営方法を採用している。家畜糞尿の還元は地力の維持にもつながる。

政府は米の生産調整（転作）のために、公共事業により“田畑輪換”を推進した。このため水田でも米以外の作物の生産が可能となっており、複合経営の可能性が増加している。

農業の複合経営は、環境や生態系にもやさしく、地力維持にも役立つ農法である。畑地には、毎年同じ作物を生産すれば、微量栄養素の過不足、病虫害の発生などによって、生産量が低下していく、“連作障害”がある。作物をローテーションする複合経営によって、連作障害を回避することができるし、病虫害発生を防止して、農薬を節約できる。家畜糞尿や植物残渣を堆肥化して農地に還元すれば、化学肥料を節約できる。

このような農法を行っているのは、大規模な経営体、主業農家である。片手間の農業では、できないからである。片手間にしか農業に時間を割けない兼業農家が多いこともあって、わが国の農家のうち、複合経営に取り組んでいる農家の割合は、5%に過ぎない。8割が単一経営である。主業農家の比率が高まれば、複合経営への取り組みが高まることが期待できる。

図表 3-2 農業経営組織別の農家戸数



イ. 全国の農家間の連携と新しい農業サポート

南北に長いという日本の特性を活かすといっても、個々の農家が、全国に展開する農場を管理することは、現実的ではない。外部の組織が、農家や農業生産法人の作業平準化に手助けする方法も考えられる。ドールのように、全国を視野に入れることが可能な企業が、農業生産法人に資本参加することにより、生産面は農業生産法人の現場責任者に任せながら、全国に散在する農業生産法人や農場間で、労働の平準化と機械の稼働率向上を行うなど、主としてマネージメントを担当する主体として、参入すれば、成功する可能性は高いだろう。企業と農家は、ウィン・ウィンの関係を築くことができる。

農業の人材派遣会社を作って、農作業にノウハウを持つ人材を、農繁期を迎えた農家に、南から北へと順番に派遣してはどうだろうか？ すでに人材派遣を活用している農家もある。しかし、農作業のノウハウを教えて、やっと使えるようになると、別の人に代わってしまふという問題がある。全国から農業経験のある人や農業研修を受講した人を募って、かれらを農業人材バンクに登録し、これから野菜作り、米作り、農業機械修理などに優れた人を、個別の農家のニーズに合わせて派遣してはどうだろうか。農業における人的資本の形成にも資することになるだろう。

また、農業機械バンクを作って、人材派遣と同様、機械を南から北へと順番に農家にリースする方法も考えられる。一年に一回しか使わない機械を、年間複数回利用できれば、農業機械バンクにとっては機械の償却コスト、農家にとってはリース代金を、大幅に削減でき

る。現在の農業は、農業機械がないと成り立たない。しかし、故障したときに、修理工が少なく、また、次々にモデルチェンジが行われるので、部品を調達できないという問題もある。単に、機械をリースするだけではなく、修理や補修というサービスを付帯すれば、農業機械銀行の機能は、一層充実する。

似たような取り組みが、農作業の委託を受けるオペレーターという人たちによって、既に行われている地域がある。伊勢湾台風の教訓から、三重県では田植え、稲刈りの作期が他の県より早く、4月に行われる。愛知県は5月である。岐阜県の作期は戦前の米作のように遅く、6月に行われる。東海地方の米作のオペレーターは、各県の作期の違いを利用し、三重県、愛知県、岐阜県の順に移動することで、作業の平準化を実現している。

酪農家の搾乳作業は、朝晩の2回、毎日一定で、平準化している。しかし、牧草の収穫、サイロ作りは、秋の追加的な作業となる。この作業については、農業機械をそろえて、作業を行ってくれる、“コントラクター”とよばれる組織がある。コントラクターが地域の酪農家の牧草地を順番に作業すれば、酪農家の作業が軽減されるだけではなく、一軒ごとに機械をそろえなくてすむので、無駄な機械投資を防ぐこともできる。

農業者が農産物を加工したり、直売施設、レストランや農家民宿を経営したりする、いわゆる6次産業化（1次+2次+3次=6次というネーミングである）も、付加価値の向上だけではなく、工夫次第では、作業の平準化にも、役に立つ。作業の平準化という点では、6次産業化は、複合経営の延長線上にある。しかし、これらを個々の農家が、大々的に加工などを行うのは容易ではない。代わりに、例えば、企業や協同組合が加工施設を運営し、農家の作業量が少ない時期に、労働を提供してもらい、施設の稼働率を上げるという取り組みは、農家の作業の平準化と農作物の付加価値向上に、ともに役に立つ。

あるいは、より緩やかな形態として、コンビニが成功したように、生産や経営は個々の農家に任せ、自らは日本南北に展開する農家をフランチャイズ化して、種子を供給したり、労働者を派遣したり、機械をリースしたり、農家に技術指導したり、農産物を統一ブランドで販売したりするような、農家間の総合マネジメントに特化した組織も、有効だろう。

協同組合は、このような組織として有効かもしれない。というより、本来の協同組合は、このような役割を果たすための組織なのである。1900年に農商務省に入り、現在の農業協同組合の前身である産業組合法の施行を担当した柳田國男は、産業組合を「小農をして大農の利益を得さしむもの」として、その普及に尽力した。日本各地で、これらの農業者が、機械の共同利用、資材の共同購入や農産物の共同加工・販売のために、会社などの法人を自主

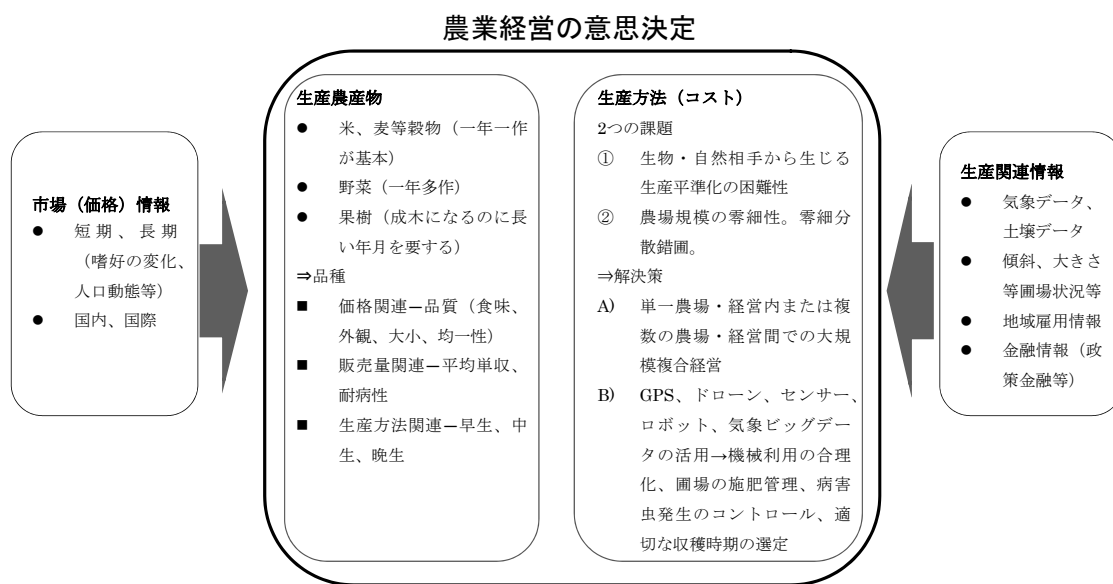
的に設立する動きが高まっている。二年前から農家は自由に農協を設立できるように制度が変更されたので、今では JA 以外の農協を設立することも可能である。

5. 農業発展に貢献する IT 等先端技術の活用

(1) Digital Disruption (IT・AI 技術を活用した創造的破壊)

これまでに期待された先端技術は、日本農業の課題の解決や発展に大きな貢献を果たさなかった。それは部分的な生産技術の開発にとどまり、システム全体の改善につながるものではなかったからである。しかし、これまでの生産技術の開発と異なり、情報の流れや分析を取り扱う IT 技術は農業のシステム全体の改善をもたらす可能性がある。農業は人がコントロールすることが困難な自然や生物を扱うと言う点で、工業よりもはるかに複雑な生産や意思決定のプロセスを必要とする。IT や AI の技術は農業によりふさわしいのかもしれない。

図表 3-3 農業経営の Digital Disruption



(出所) 筆者作成

これまで農業経営者は、特定の農産物の生産を前提にして、どのような生産方法を採用すればコストを少なくし収益を上げられるかという経営判断を行ってきた。これ自体も単純なものではない。例えば、同じ種類の野菜でも土壌の特性に合致した品種は異なるため、適正な品種の選択が必要となる。

しかし、生産方法が異なる複数の農産物を同時的に生産し、農作業の平準化と収益の最大化を可能にしようとする大規模複合経営等を念頭に置くと、より複雑な意思決定を行うために、IT 技術を駆使した経営が必要となる。市場での価格等の情報や生産関連情報をもとに、当該農家の収益を極大化できるような適切な農産物の選択とその生産方法の同時決定が可能となるかもしれない。その際、環境に与える影響についての考慮も必要となる。ここでは、GPS、センサーやドローン等により獲得された、従来とは比較にならないほどの多くの種類や量の情報をもとに、同一農場で生産する複数の農産物とその生産方法が相互の関連を考慮しながら同時に決定されることになる。

もちろん生産面では IT 技術によって収集された日々の自然条件の変化を踏まえて日々調整 (fine-tuning) されることとなる。具体的には、まず、過去のある状態 (日時、作物、圃場条件、気候) のときに、どのような農作業を行った結果、どのようなことが起きたか、という日々の情報をデータベース化するとともに、圃場にあるセンサーが作物の状況や土壌成分や気象条件などの栽培環境などをモニタリングして、その情報をコンピューターに送信すると、コンピューターは、蓄積したデータベースと送られてきた情報を分析して、行うべき作業を、圃場にいる農家に送信する。これが反復されることで、データベースが充実し、能力や精度も向上していく。

(2) 農業ビッグデータの必要性和アメリカの活用例

自然相手の農業は、工業と異なる点がある。米は一年に一作しかできない。20 歳で就農して 60 歳で辞めると、40 回しか米作の経験はできない。しかし、40 人の農家を集めると、一年で 40 回分の米作を経験できる。米作には、大きく分けて、田植えをする農法と、最初からタネを水田にまく農法 (「直播」という) の違いがあり、その中でも様々な農法がある。40 人の農家にいろいろな農法を実施させると、そのメリット、デメリットを一年で判別できる。

このようにさまざまなデータを蓄積することによって、農法の改善につなげることができる。一人のデータよりも 10 人のデータ、さらに 100 人、1,000 人のデータの方が役に立つ。また多数年のデータを蓄積することが望ましい。つまりビッグデータの活用である。この場合、Big にしないと意味がない。データの量は多ければ多いほど良い。さらに、データの種類 (説明変数) が多いほど適切な判断が可能となる。

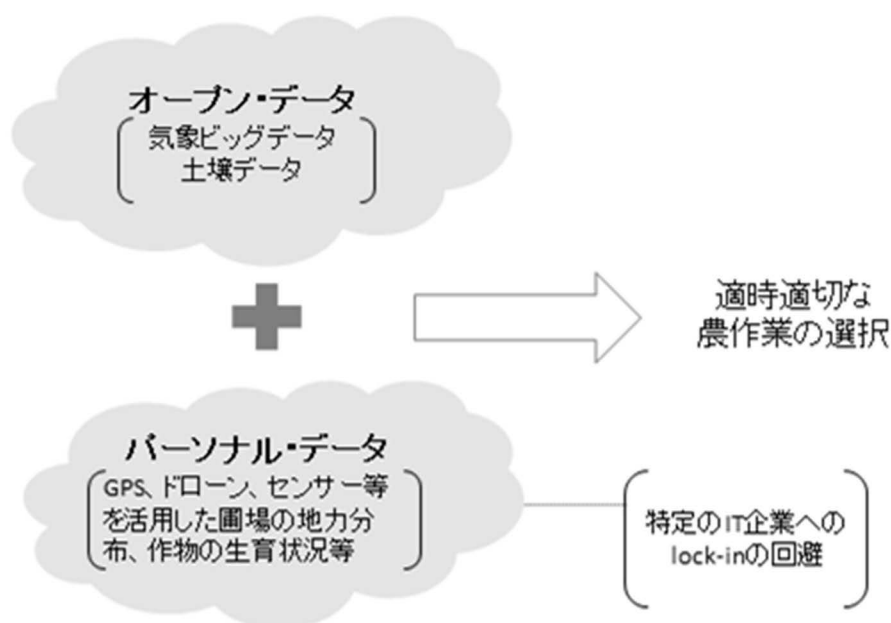
ただし、個々の企業やグループがまちまちにデータをとっても、大きなものとはならな

い。データの相互利用、互換性（interoperability）がなければ統合してビッグなものとすることはできない。ビッグデータを公共財と考えて、日本農業全体のデータを蓄積し、どの企業や農業経営体もこれにアクセスできるようなシステムを検討する必要がある。

ビッグデータの先進国はアメリカである。アメリカでは、政府が持つ気象、農地の土壌水分（湿度）に関するデータをもとにパデュー大学が **Open Agriculture Data Alliance** を作っており、どの企業もこれにアクセスできる。モンサントの子会社 **Climate Corporation** はこのデータと傘下の農家の収量等のデータを組み合わせて、農家に技術的な指導やアドバイスを行っている。

このイメージ図を作成すると次のとおりである。

図表 3-4 アメリカのビッグデータとコンサルタント会社



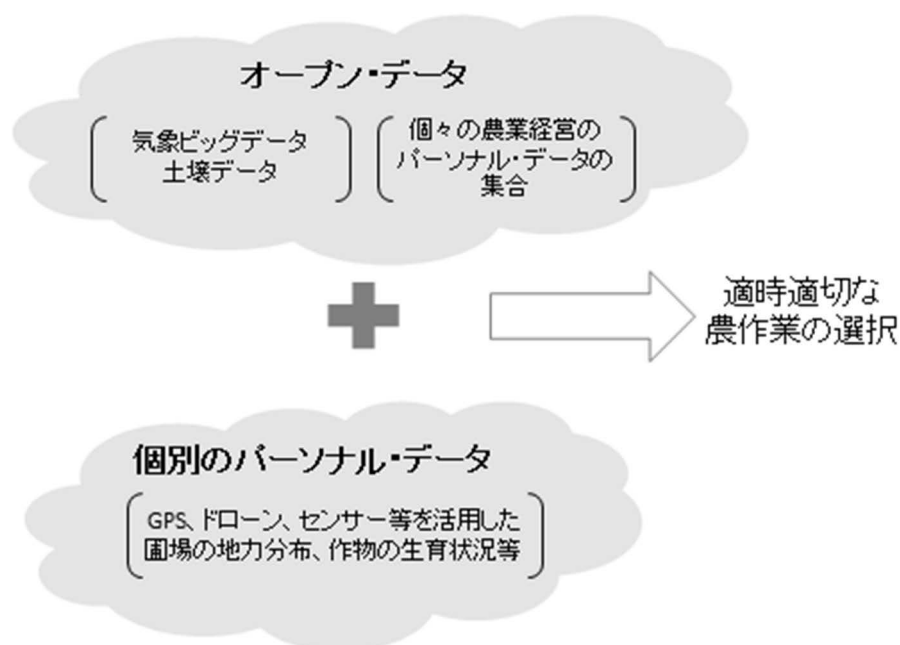
（出所）筆者作成

（３）さらなるビッグデータの展開方向と課題

アメリカのオープン・データは気象と土壌湿度に関するデータに限定されており、個々の農家の単収、土壌成分、農地の形状、病虫害の発生情報等を集積したものではない。これらの情報は、個々の農家やコンサルタント会社が持っている（ロック・インされている）だけで、これらを統合したオープンなビッグデータではない。

しかし、気象と土壌湿度だけではなく、農家の匿名性を前提として個々の農家に関する生産（気象、土壌、病虫害、単収）や経営（労働、資本）や市場情報など農家の生産や経営判断に必要な多種類の説明変数を統合したオープンなビッグデータを構築することが出来れば、どのような状況の場合にどのような生産物や生産方法の選択が最適化を判断することが容易になる。具体的には、個々の農家やコンサルタント会社がオープンビッグデータにアクセスし、自己のデータを説明変数に入力することで、最適な意思決定が可能となるだろう。

図表 3-5 発展的な農業ビッグデータ・システム



もちろん、このようなビッグデータを構築することには課題が少なくない。

第一に問題となるのは、民間の企業等がデータを提供するかどうかである。データを持つ企業同士が市場で寡占的に競争している場合には、システムの共同研究開発や共有のビッグデータの実現は容易ではない。

日本には成功したビッグデータがある。POS データである。1980 年代 POS データを持つスーパー等は、その公開に積極的ではなかった。しかし、現在ではスーパー等が POS データをデータ分析会社に販売し、その会社がこれを加工し市場の動向を分析する者に販売するようになっている。ビッグデータが実現するために必要なものは、データの互換性（interoperability）である。POS データの場合には、共通のバーコードが存在し、各スー

パー等が共同してバーコードを利用することにより interoperability が実現した。

さらに、データを提供する者と利用する者が同じでかつ市場で競合しているような場合には、いくらデータの interoperability を実現できたとしても、データはビッグデータに提供されない。また、ゴミのデータからはゴミしか生まれない（“garbage in, garbage out”）。正確さが求められるのである。アメリカではビッグデータへの情報提供に際し他の競合企業等を混乱させるために、わざと虚偽の情報を流すという例も報告されている。しかし、POS データの場合、POS 情報提供者（スーパー）と POS 情報利用者（市場分析者）が別という状況があった。

interoperability については、個々の IT 企業にまちまちの情報を収集させるのではなく、ビッグデータを構成する必要な情報についてどのような用語でどのような種類の情報を収集するかは、情報インフラとして政府が作成すべきものと思われる。アメリカでもビッグデータを管理しているのは公的機関（大学）である。

データのロック・インという問題については、自分たちのデータを抱え込むのではなくオープンにした方が、自分たちが提供するサービスの向上につながると考えられるようになるかもしれない。データをオープンにすることで、データを保管管理する事業者（政府）とは別の事業者がそのデータを活用してサービスを提供することがより効率的なデータ利用につながる（21 世紀政策研究所 [2017] 41～62 ページ参照）。個々の事業者が所有するデータをビッグデータに提供させるために、事業者がビッグデータを活用する際には、自己のデータの提供を条件づけてはどうだろうか。自己がビッグデータを活用して事業を行うとすれば、ビッグデータがよりビッグであることが事業の質の向上につながるし、誤ったデータを提供すれば、ビッグデータ自体のみならず自己がそれによって提供するサービスの質が低下することになるからである。

第二に、規模の大きい農家でないと、正確で Big なデータは収集できないが、農家にデータの収集・分析能力があるかどうかという問題がある。ユーザー企業にいる IT/ICT 技術者の割合は日本 24.1%、アメリカ 51.0%である。残りは ICT 企業にいる（2016 年 6 月総務省）。アメリカに比べ、日本のユーザー企業には IT/ICT 技術者が少ないという特徴がある。個々の農家ではなおさらである。情報収集能力、分析能力を有する者を製造業よりもさらに経営規模が小さい個々の農家が抱えることは困難である。IT 化にはユーザーサイドの IT 利用・分析能力が必要である以上、農家以外の機関が農家のためにこのような活動を行う者を用意する必要がある。アメリカでは、Climate Corporation のようなコンサルタント会社が

ビッグデータと農家の間に介在して、農家の情報収集を助けるとともに経営に必要な情報や分析を提供している。

第三に、公的なデータの整備である。日本でもアメリカと同様、気象情報、土壌情報は公的機関が提供している。土壌情報は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）が一筆の農地ごとに提供している（オーストラリアでは公的な機関によるこれらの情報提供は行われていない）。しかし、農地に関する情報は、組織間の縄張りによって、農業委員会（土地の所有・貸借）、JA 農協（生産状況）、土地改良区（土地・水のインフラ）、農研機構（土壌）に分散し、統合されていない（農林水産省が統合したと言っているのは、各地の農業委員会情報だけである）。2017 年政府の発案によって立ち上げられ、2019 年にサービスの提供を開始しようとする WAGRI（農業データ基盤協議会）はこのような問題を解決し、官民のデータを出し合い、ビッグデータを作ろうとするものである。しかし、IT 企業と関連する農家の情報しか集まらないとすれば、ビッグデータにならないし、虚偽情報の提供をいかにして防ぐか等の問題がある。

（４）農業 Digital Disruption のための提言

以上を踏まえると、望ましい農業ビッグデータと Digital Disruption のために、次のようなシステムを実現することが望ましい。

情報を収集・分析・提供する機関として、これまでの農協組織とは別に、「農業 IT 協同組合」を支援する。ここには IT 専門家を置き、農家へのコンサルタント業務による収入により運営する。情報を収集する機器は統一しないが、収集する情報の種類・用語・内容は政府が統一して提示する。

農業ビッグデータを管理する組織を（農林水産省から独立した組織である）総理府統計局に置く。様々な組織が持っている気象情報、地図情報、農地情報はここに集約する。

農業 IT 協同組合は、収量、地力など個々の農家から収集したパーソナルデータを一次処理（匿名性の確保を含む）して農業ビッグデータに提供する（農業ビッグデータは全国のデータを分析・解析し、その結果を公表（オープンに）する）。農業 IT 協同組合は農業ビッグデータにアクセスし、それと個々の農家のその時々々のパーソナルデータを組み合わせて、選択する作物、施肥、田植えや収穫のタイミング等を農家に教示する。

農業 IT 協同組合は、IT 技術を活用して、全国的な作業平準化のため機械のレンタル、人材派遣など農家や農業法人間の情報提供・調整を行う。

6. ブロックチェーン技術を活用したサプライチェーンの高度化

IT 技術はサプライチェーンの高度化のために活用することが可能である。

(1) トレーサビリティ

トレーサビリティとは、「農畜産物の生産者や生産過程の情報、食品の加工・流通に関する情報を記録・管理することによって食品の履歴や所在についての情報を、川上、川下の双方から追跡可能とするシステム」である。トレーサビリティがなされていれば、問題が発生したときに原因を速やかに特定できるし、問題の商品だけを迅速に回収でき、他の商品は安全なルートで供給することが可能となる。

品質に関する問題についても、内容属性や生産・プロセス属性（有機農産物かどうかはモノだけでは判定できない）について消費者が購入時に商品の属性を確認できない経験財や信用財のような場合においては、トレーサビリティ（記録保持システム）によって属性が明らかとなるような仕組みを設定する必要性が生じる。

トレーサビリティは問題が生じた場合に原因をさかのぼって何が問題を起こしたのかを特定することに主たる目的があるので、生産・加工・流通の各段階において食品の分別流通が行われるとともに記録が保持されなくてはならない。これには大きなコストがかかる。このようなコストも生産と消費の距離が長くなればなるほど、また介在する事業者が多ければ多いほど、高くなる。表示のためにトレーサビリティを導入する場合には、取引の各段階や加工、包装、保管、出荷において識別や記録保持が必要となるため、生産者や輸出国はコストが増加することを理由にこのような規制の導入に反対するのが現状である。

しかし、ブロックチェーン技術が普及していけば、簡単かつ低コストでトレーサビリティが実現できるようになるだろう。ブロックチェーンとは、分散型の台帳が鎖（チェーン）のように連結することにより、データが保管されるデータベースである。これはフードチェーンの中でトレーサビリティが実現しようとしているものに他ならない。

(2) HACCP

HACCP とは Hazard Analysis and Critical Control Point System（危害分析・重要管理点システム）の略である。

従来の最終製品のサンプル検査だけでは、安全でない製品を見逃すおそれがある。HACCP は、全ての製造工程においてあらかじめ危害を予測し、重要な危害因子について重

要管理点（その管理から外れれば許容できない健康被害や品質低下を生ずる恐れのあるポイント）を設定し、そこにおいて防除や制御のための監視を事業者自身が継続的にを行い、異常が生じたら速やかに是正措置を講じるというシステムである。

HACCP は食品製造業の工場単位で行われてきたが、ブロックチェーンを活用することで食品のサプライチェーン全体の重要管理点を特定し、その管理ができるようになるかもしれない。微生物等による食品の汚染は、製造過程だけではなく流通過程でも発生するものだからである。これは食品の安全性の向上に大きく貢献する。

（３）食品ロスや高い流通コストの解消

食品ロスは途上国では物流インフラが欠如していることにより、先進国では商流の非効率さに多く起因している。アメリカにおいても、農家から消費者まで食品の 40%が消滅していると言われている。また、日本のように生鮮志向の高い消費者が多い国では、多くの流通コストが必要となるため、消費者が支払う代金のわずかな部分しか生産者には届かないという問題がある。

ブロックチェーンを活用することで流通段階を効率化・省力化することが可能となれば、食料安全保障にも農家所得の向上にも資する。

最後に

これまで農業についてさまざまな先端技術の応用可能性が指摘されてきたが、農業の振興や発展に貢献することなく終わってしまった。農業の部分的な改善にとどまり、日本農業が抱える大きな問題を解決するようなものではなかったからである。これに対して、IT 技術は農業やサプライチェーンのシステム全体を改善する可能性を持っている。特に、誰もがアクセスできるオープンなビッグデータを作ることが出来れば、必要な農政改革の実行と相まって、日本農業の飛躍的な発展に貢献することが可能となろう。いかにして相互利用的なデータを収集できるか、データ分析など IT 技術を使いこなす能力や労力を持たない農家や法人をいかにしてサポートしていくのか。さまざまな課題があるものの、これらを解決することによって、IT 技術は、日本農業の発展だけではなく、食料安全保障の確保、食の安全性の向上にも貢献することができるだろう。

参考文献

- 中馬宏之ほか [2007] 『共同研究開発における情報共有』 RIETI Discussion Paper Series 07-J-013
- 山下一仁 [2015] 『日本農業は世界に勝てる』 日本経済新聞出版社
- 山下一仁 [2016] 『TPP が日本農業を強くする』 日本経済新聞出版社
- Australian Farm Institute [2016] “The Implications of Digital Agriculture and Big Data for Australian Agriculture”
- 21 世紀政策研究所新書—61 [2017] 『ビッグデータ、AI、IoT 時代のデータ活用と、イノベーション』

〔コラム：総論〕ストーリーとしての農業・食品産業

東京大学大学院工学系研究科教授

森川 博之

農業・食品産業においても、インベンションとイノベーションのハードルの高さが変わってきたように感じている。インベンションは技術のハードル、イノベーションは顧客や社会のハードルである。

従来は、インベンションの技術のハードルが高く、イノベーションの顧客のハードルが相対的に低かった。技術のハードルを越えることができれば、事業に結び付ける困難さは相対的に小さかった。品種改良などの技術開発に成功すればそのまま事業として展開されることが多かった。

これに対して、昨今は、イノベーションのハードルが相対的に高くなっている。いろいろな技術が手軽に使えるようになりつつあるものの、ビジネスにつなげることが難しくなりつつある。

イノベーションは技術革新に閉じるものではない。シュンペーターは著書「経済発展の理論」において、イノベーションは「新結合」であるとしている。イノベーションの類型として、「新しい財貨（製品やサービス）」「新しい生産方法」「新しい販路」「原材料・半製品の新しい供給源」「新しい組織形態」をあげている。割賦販売といった新たな販売形態もイノベーションとなる。

産業競争力を米国が今後も維持し続けるための施策を米国政府に提言したパルミサーノ・レポートによれば、イノベーションは「社会的、経済的な価値創造を実現する“インベンション（発明）とインサイト（洞察）”の掛け算」と定義される。これまでの単一機能の垂直統合的な発想、発明、事業化という時代ではなくなってきたことを指摘し、多種多様な学際領域をまたいだ融合が重要であることを指摘している。イノベーションは、社会的、経済的な価値創造であり、インサイトが重要であると明快に言い切っている。

イノベーションにつなげるためには、社会や顧客が必要とする要求や要件を深い洞察をもって明確にすることが重要となる。いわゆるストーリーの明確化である。技術開発と並行して、ストーリーの構築を進めていかなければいけない。ストーリーを明確にすることなく技術開発を進めると、何のための技術なのか、顧客が本当に必要としているものなの

か、などと言われるとともに、イノベーションのハードルを越えることが難しくなってしまう。

どのように（how）するのかではなく、何を（what）するのが重要である。そして、顧客を納得させる／うならせる／驚かせるためにはストーリーが必要となる。

ちなみに、一橋大学大学院国際企業戦略研究科の楠木健教授の著書「ストーリーとしての競争戦略」のメッセージを一言でいうと、以下となる。

「優れた戦略とは思わず人に話したくなるような面白いストーリーであるべきだ。特に、成熟社会においてこそ面白いストーリーが求められる。経済や売上が右肩上がりの国や企業では、明確な戦略ストーリーがなくても、国民や社員の士気を保つことができる。『今より豊かに』というストーリーが原動力となるためである。国や企業の本当の戦略力は、成熟・衰退局面のときにこそ試される。」

農業、食品産業においても同じである。スマート農業、AI 農業、データ駆動型農業、デジタル農業などの言葉に示されるように情報通信技術の適用が花盛りであるものの、重要なことは優れたストーリーを構築してビジネスにつなげることにある。情報通信技術は単なるツールである。

2010 年から 2 年間にわたって、東京大学アンビエント社会基盤研究会農林環境ワーキンググループにおいて、データが切り拓く新たな農業の姿について、多くの関係者と議論した。生産者、食品加工業者、物流・流通業者、販売業者、消費者から生成される膨大なデータを活用すれば、健康管理、安全・安心、リサイクル、エネルギー、地域などでの新たな価値創造につながることを示した。

当時としては意欲的な報告書であったと自負しているが、反省すべきは、より具体的なストーリーまで落とし込むことができなかったことである。ストーリーがなければ、お金が回らず、ビジネスが動きだすことなく、絵に描いた餅で終わってしまう。

これは、農業・食品分野に限らない。現在、農業・食品分野以外にも、「デジタル」が掛け声となり多様なデータを集めるプロジェクトが進んでいるが、データを集めただけで終わってしまうプロジェクトも少なくない。AI を使うプロジェクトも、単に AI を使ってみましたといったレベルで終わってしまうものがほとんどである。当たり前のことではあるが、デジタルを使うことが目的ではない。デジタルは単にツールであることを再認識しなければならない。

デジタルを社会に浸透させる起点は、顧客の課題の解決にある。これに向けては、「新た

な技術の開発」に先立ち「顧客の課題への気づき」と「課題と技術のマッチング」が重要となる。顧客の課題に対して敏感になるとともに、対象とするフィールドに自ら出向き、フィールドごとに存在する要求や制約を抽出しなければならない。

欧米には、ビジネスデベロプメントやカタリスト（触媒）という職種が存在する。いろいろな組織をつながけながらストーリーを組み立てて新たな顧客価値を産み出し、事業を作り上げることをミッションとしている。技術者や研究者が兼務する場合も多い。

今、まさに必要とされているのは、ビジネスデベロプメントやカタリストといった動き方である。デザイン思考という言葉が巷で流行っているのも、このような能力の必要性が認識されていることに通じる。

農業・食品産業は、イノベーションの余地が多くある可能性のある分野である。ストーリーを作ってイノベーションにつなげる動きに、より多くのリソースを配分していかなければいけない。インベンションとイノベーションを、**R&D** とマーケティングに対比させると、マーケティング側により多くのリソースを割かなければいけない。

今まで、**R&D** とマーケティングは、別々の組織が担当していた。しかしながら、ストーリーを創出するという目的に向けては、これらを区別することは得策ではない。マーケティング部署の中に **R&D** を置いている欧米の企業も存在する。

イノベーション側、マーケティング側により多くのリソースを配分することが、農業・食品産業における新たな展開への必須要件であるものの、リソース配分だけで事業を創りあげることはできない。「強い想い」が必要である。強い想いでもって顧客に深く入り込み、新たな価値を創り出していくことが必要である。「強い想い」を有している方々は、本コラムにご登壇いただいた方々を含めて沢山おられる。これからの農業・食品産業に期待したい。

【コラム】IoT・ビッグデータ・AI を活用した持続的農業生産の実現 ―世界的な食料不足時代に備える

東京大学名誉教授

二宮 正士

1. 世界の食料をめぐる環境変化

日本では人口減少の問題がクローズアップされているが、世界に目を向けてみると、2050年までに中位の予測で95億人程度まで人口が増加するといわれている。それに伴い、世界で食料が大幅に不足することが予想されているが、単に人口増に起因するものではない。経済成長にともない、かつて日本もそうであったように穀物中心の食から動物性食品への移行が始まることも大きな原因である。一般に、動物性食品の生産効率は悪く、例えば1キロの牛肉を生産するには12キロから20キロ、豚肉では4から5キロの穀物を必要とするからである。現在、技術改良による食料の増産が年1%程度と言われているが、そのままでは必要量はまかなえないと予想されている。

20世紀、「緑の革命」に象徴される農業技術の革新で食料の大増産に成功し、多くの人々を飢餓から救った。しかし、その成功は農薬や化学肥料などに大きく依存していたため、農業による環境問題を引き起こした。21世紀はSDGsで謳われる持続的開発目標を達成するためにも同じ手法はとれない。農業に起因する環境負荷として、化学物質による土壌や水の汚染、生態系・生物多様性への影響に加え、温暖化ガスの排出や水など資源枯渇の課題もある。水田と畜産（反芻動物の呼吸）からはメタンガスが、畑作からは亜酸化窒素を大量に発生し、温暖化効果としては交通運輸起源のガス量に匹敵する。また、水も大量に消費し各地で水問題を引き起こしている。さらに、現代の農業生産は化石エネルギーへの依存度も高く、先進国ではひとの摂取エネルギー1に対して生産ための投入エネルギーは7倍にも上る。この他、熱帯雨林破壊などによる耕地面積の拡大もできず、気候変動により安定的生産が脅かされるなど、大幅な食糧増産が必要な一方で多くの制約条件が農業生産には課せられているのが現状である。

農業起源による地下水や土壌汚染に悩まされたヨーロッパでは、1990年代から農業による窒素の排出規制が行われるなど、持続的農業実現に向けた思想が高まり GAP（Good Agricultural Practice、環境保全、食品安全、労働安全を担保した持続的農業生産のための

規範。認証制度もあり、最近のオリンピック・パラリンピックの食料調達基準ともなっている）へと発展していった経緯がある。日本では、将来の世界的な食糧不足の可能性に加え、持続的農業生産に関してもいまだに危機意識が共有されていないことを私はとても危惧している。

2. 世界的な食料不足時代に向けた日本の食料ビジョンの共有

上で述べたように世界的な食料不足が予想される中、多くの課題を解決しながら持続性を担保して食料増産を実現するという困難な課題に直面している。さらに、農業は気候や土壌など地域特性の影響を大きく受けるため、共通の一般解が無い上に、天候など不確実性が大きいの中で、マーケットに合う安定生産をしていかなければならないなど、工業生産とは大きく異なる難しさがある。

日本では、そのような困難性のもと今後どのくらい食料を誰がどのような形で供給すればよいのか、十分な議論や予測がされているとはいえない。日本のカロリーベース自給率は40%程度であるが、現状と同じ食べ物を得るには耕地面積も農業用水も完全自給は不可能で、将来の大幅な人口減があっても世界への食料依存は避けられない。そのため、自国での生産ばかりでなく、世界の食料生産構造の中で、日本の食料需給を国内、海外にどのように展開していくのかというビジョンを共有する必要がある。

日本は今後、どうやって農業を改革していくのか。日本の農業はどのように産業化すべきなのか。何を目指していくのかを明確に、そして強い意志をもって世界に挑んでいかないとビジネス的にも勝つことはできないし、日本も含む世界における安定的な食料需給体制の確立にも貢献できない。そのためにも、これまでのようなその場限りの対策ではなく、さまざまな利害関係をまっさらにした状態でビジョンを考えていくべきである。

3. インダストリー4.0 と農業

持続的農業生産の実現に立ちはだかるさまざまな課題を解決し、さらに流通、加工、消費にいたるフードバリューチェーンを円滑に駆動することは、膨大な最適化問題といえる。日本のフードバリューチェーンにおいて生産者はもちろん小規模な経営体が多数参画していることや先に述べた地域特異性が高いこと、生産物が極めて多様なことが特徴的で、大規模化で最適化や効率化を図ることは難しい。そこで思い浮かぶのがドイツで提唱されたインダストリー4.0である。ひとことで言えば、分散協調型のカスタマイズを大規模化による効

率化と同等のコストで実現するというコンセプトであるが、まさにフードバリューチェーン・エコシステムの最適化において最も有効なアプローチであると考えている。その中で極めて重要な役割を果たすのが、「IoT」「ビッグデータ」「AI」といった情報科学や情報技術（以下 IT）の力である。IoT でセンシングして大量データを収集しビッグデータ化、AI で分析して最適解の提示や予測を行い、課題解決を行う。

以下、どれも部分最適化の話にとどまるが、持続的農業生産に向けた IT 利用の可能性についていくつか例をあげて触れてみたい。

（１）環境負荷の低減－化学肥料、農薬、水の使用量の削減－

環境保全は IT を活用することで、減少させることができ、最終的にはコストダウンにつながることもできる。例えば、IoT、ビッグデータ、AI 分析によって、病気の発生確率がわかるようになれば、農薬散布をピンポイント化することが可能となる。その結果、散布量の減少、温室効果ガス排出の緩和など環境負荷の低減に加え、生産コストも低下できる。あるいは、あとで述べるように作物の生育状況について IT を使って正確に把握できれば、農薬散布や施肥の量や場所、タイミングを最適化可能で、結果として環境負荷の低減と低コスト化を図りながら生産性の最大化を実現できる。水利用に関しても、IoT や AI を駆使して需給を調整できれば、過度な利用を避けることができると同時に作物栽培も最適化できる。このように栽培を最適化し、生産最大化と低コスト化に加え持続性も担保しようとするアプローチを一般に精密農業と呼ぶが、IT なくしては実現できない。

（２）育種による作物の改良

育種は農家の栽培技術に頼ることなく作物のパフォーマンス向上させることができる。これまでも食糧増産や品質向上は品種改良に大きく依存してきた。また、肥料の要求量が少ない品種、病虫害に強い品種ができれば、化学肥料や農薬の使用量を減らせるし、水要求量の低い品種であれば節水になる。育種は通常極めて時間のかかる作業で、例えば水稻であれば 1 品種作出するのに 10 年は要する。それは毎年改良しながら作物のパフォーマンスを実際に栽培しながら評価する必要があるからである。最近、膨大な遺伝情報と気象などの環境情報から作物パフォーマンスを AI を用いて予測する研究開発が盛んに行われている。遺伝情報は葉片などから非常に簡単に取得できるので、実際に長期間栽培して評価する必要がなくなり育種期間を短縮できる。同様の手法で米国では、成牛の乳の生産量を仔牛が生まれ

た時点で把握する技術が実用化されており、性能が悪い子牛は肉牛として飼育する。これが実現できたのは、遺伝情報と乳量に関する膨大なデータが蓄積されたからである。

（３）作物生育状況の把握とロボット

農家は作物の生育状況を把握しながら、肥料の調整や農薬散布、水管理、除草など農作業を行っているが、その把握作業は非常に手間がかかる。最近急速に普及しているドローンは作物の状態把握に強力なツールとして活用が始まっている。収集した圃場の画像を AI で解析して、作物の健康状態や生育状態を知り、農薬散布ドローンや自動運転施肥トラクターなどロボットと連携した効率的精密農業が実現できそうである。また、農薬を使わない除草ロボットなどへの期待もある。

最近、西海岸のベンチャー企業「PLANET」は、100 機以上の地球観測小型衛星群の打ち上げに成功し、ビジネスを展開している。従来の衛星では単価が高い上、同じ場所の画像を連日得ることが不可能であったが、本衛星は同じ場所をずっと観測できる上、これまでの衛星に比べ圧倒的に安い価格で高画質画像を提供している。これを使ってドローンより遙かに広範囲の作物生育状況モニタリングし低価格で農家に提供しようというサービスも立ち上がっている。

（４）多様な食味嗜好への対応

日本では農作物の品質への要求は非常に高く、農産物の価格を決定している。本来、味など品質に対する嗜好は多様でロングテール市場と想定できるが、実際は極めて画一的な基準で品質評価をしているに過ぎない。果実でいえば糖度、米でいえば食味計と呼ばれる機器による計測値などが一例であるが、本来の味への評価のごく一部を切り出しているに過ぎないし、栄養性などとは無関係であり、その軸だけで決めていることに私は問題があると感じている。

最近の光センサー類の発展と低価格化は著しく、多様な食味評価を効率的に実現できる技術的基盤が整ってきている。この分野でも IoT、ビッグデータ、AI を活用して、ロングテールマーケットへ柔軟に対応できる最適化が可能であり、情報をうまく農家にフィードバックすることで、まさにインダストリー4.0 そのもののカスタマイズされた農業生産の可能性が見えてきているし、多くのビジネスのチャンスが眠っている。

（５）温室農業ビジネスのパッケージ化とビッグデータ収集

オランダやイスラエルの企業は、温室、温室の環境調節、そこで栽培する作物とその栽培技術をパッケージにして販売し、日本にも多くの利用者がいる。ほぼ全てマニュアル化されているため、しろうとでも起業して農産物を作ることができる。それらの企業は IoT を活用して世界の販売先から膨大なデータを収集蓄積し、さらにそのビッグデータを活用して技術の最適化とマニュアルの高度化を常時行っており、競争力では他を圧倒しているとも言われている。日本の農業ビジネスでこのようなパッケージ化の発想は残念ながら非常に貧弱である。

そのような温室栽培の高度なパッケージ化は比較的容易であるが、通常の露地栽培となると不確実性が一気に拡大し簡単では無い。ただ、例えば日本の水稻作は、数ヘクタール規模であれば週末のみ栽培管理する家族経営でも十分可能なほどマニュアル化されている。これに IT を組み合わせて効率化・高精度化・低コスト化が図れるよう、日本型技術パッケージができないかと期待している。ここで重要となるのは IoT によるビッグデータ構築であるが、だれが IT と組み合わせたパッケージ化を行い、サービスの展開をするべきなのかにについて明確にしていく必要がある。

（６）人工肉と 3D プリンターによる食べ物の実現

冒頭で動物性食品の課題を述べたが、西海岸のベンチャーは植物性材料のみで作るフェイクバーガーの販売をチェーン展開している。味や見た目は食べても本物の肉と違いがわからないほど完成度が高い。このようなフェイクミートは、必要な作物量、水、エネルギーが肉に比べて圧倒的に少なく食料不足解決の一助になると期待され、研究開発が盛んに行われているが、その設計に AI が必要な事はいうまでもない。また、食品 3D プリンターを活用することで、極めて効率よく代替食品を製造できる可能性も広がっている。

（７）食べ物の無駄の改善－フードロス、フードウェイスト

フードロス（食料の価値が失われ、やむを得ず捨てること。例：農作物が罹病、輸送中に農作物が傷ついた等）とフードウェイスト（無駄な浪費。まだ食べられるのに捨てられているもの）も大きな課題である。日本では東京都の食料需要に匹敵する 700 万トン弱の食品を、米国では、1 日 1 人当たり 1/3 の食料を浪費しているという報告もある。この問題の解決にも、インダストリー4.0 的な発想による分散協調型のカスタマイズという最適化で挑戦

できないかと期待しているし、食料不足対策のひとつとしても有効である。また、先の 3D プリンターを活用して、食品残渣や廃棄分から新たな食料を再製造するような発想もあるかもしれない。

私は、IT は弱者を救うツールだと思っている。ハンディキャップを持つ多くの人々をコスト的負担をかけずに救いつつある。農業も産業構造的には極めて脆弱で、まさに弱者といえるが、インダストリー4.0 的発想の中で分散協調型の最適化をはかり、持続的農業生産と生産性の向上が図られることを期待している。

〔コラム〕 大量離農はアグリテック導入の好機

21 世紀政策研究所研究委員／農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 大量離農はアグリテック導入の好機

あらゆる産業のなかで、農業こそがロボットや AI、IoT といったテクノロジー（アグリテック）によってもっとも変革するといわれている。というのも、他産業と比べて高齢化や労働人口の減少は飛び抜けている。それに、これまで IT の導入があまり進んでいなかった。その分だけ変革の余地があるというのだ。

しかも日本の農業はアグリテックを活用するうえで絶好の機会を迎えつつある。最大の理由は、これから数年以内に農家が一斉に辞める「大量離農」だ。結果、残る農業経営者では規模の拡大や農地の集積が自然と進むと同時に、必然的にアグリテックを求めざるを得ない状況が生まれてくる。

アグリテックを希求する動きは何も未来予測ではなく、すでに事実として起こっている。私のところにはアグリテックの現状に関しての問い合わせが届いている。品目で多いのは果樹。人手に代わるロボットの開発について知りたいという。

地域でいうと中山間地が多い。知人の農業法人の経営者は、大規模に花を作るために土地を求めて東海地方から九州地方に移住し、仲間とともにオランダ型の施設を次々に増設して売り上げを伸ばしてきた。それが移住から 15 年ほどが経ったいま、難しくなりつつある。最大の問題は労働力不足だ。雇おうにも中山間地なので人がいよいよ少ない。加えて従業員もそれだけ年を取ったので、動きが明らかに鈍くなっている。その経営者は「とくに芽かきのロボットが一刻も早く欲しい。待ったなしだ。」と焦っている。

2. 2018 年は農業ロボット元年

大量離農が始まる中、いずれの品目や地域においても大なり小なり同じような問題が抱えていくに違いない。朗報なのは 2018 年が「農業ロボット元年」になりそうだということだ。農機メーカー大手三社がそろって、人が操縦せずとも勝手に走るロボットトラクターを市場に投入する。

すでに最大手のクボタは 2017 年 6 月から、ロボットトラクターのモニター販売を始め

ている。人が操縦せずとも走行できるのは、二つの機能を搭載しているから。一つは「農業版カーナビ」といい「GPS ガイダンス」。もう一つは、この GPS ガイダンスで設定したルートに沿ってハンドルを自動で切る「オートステアリング」である。このうち GPS ガイダンスはトラクターに GPS のアンテナと通信用の無線モジュールなどを取り付ける。これでロボット農機がいる位置と方位の情報が把握できる。

開発中のシステムでは当面、無人と有人の二台を同時に、前後して走らせる。有人機を後方から追従させるのは、前方の無人機を監視するため。誤作動を起こしたら、リモコンで緊急停止させられる。もちろん障害物があれば、自ら停まるよう、車体の前後左右の障害物を感知するセンサーを搭載している。

クボタだけでなく、ヤンマーと井関農機もおおむねこんな機能を持つロボットトラクターを 2018 年に発売する。農業ロボットの研究で先端をいく北海道大学の実験では、四台の無人機を同時に走行させることにも成功した。

とはいえ、いずれも対象にしているのは大区画の平坦な農地。高齢化と人手不足がより深刻である中山間地にあるような小区画の農地はどうすればいいのか。その答えとして、日本総合研究所や慶応大学などの研究チームが 2018 年に実用化しようとするのが、小型で小回りの利くロボット「Donkey（ドンキー）」だ。

特徴は多機能型という点。アタッチメントを取り換えるだけで、種まきから定植、草刈り、モニタリング、画像分析、防除、施肥、収穫など幅広い作業を一台でこなせる。対象にしている品目はナスやネギなど 11。汎用化することで、コストを抑える。

ただし、品目によっては種まきや除草などに対応できない。そこで品目ごとに用途の一覧表をつくる。動力は電池。基本的には GPS を活用して経路を設定し、走行させる。将来的には準天頂衛星「みちびき」にも対応させる。

ほかに開発中のロボットを挙げると、コンテナを積んで人に追走しながら、畑に設置したセンサーから環境データを収集する運搬ロボットがある。このほかイチゴやトマト、アスパラガスなどの収穫ロボットもある。畜舎を清掃するロボットも実用化が近いと聞く。

3. バリューチェーンの構築に寄与する IoT

アグリテックはバリューチェーンの構築にも一役買っていく。たとえば長野県高山村は畑用の IoT センサーと農作業を記録できるアプリケーションサービスで醸造用ブドウの品質を向上させようとしている。

これは「千曲川ワインバレー」の一環。千曲川流域に広がりつつある醸造用ブドウの産地とワイナリーの集積地を指す言葉である。同村がこの構想を掲げたのは、農家の収入低下や高齢化を原因とした耕作放棄地の発生を食い止めるため。そこで目を付けたのが醸造用ブドウだった。醸造用ブドウはほかの果樹と比べて管理に手間がかからないから、高齢者でも比較的容易に農作業に勤しめるのだ。

同村は 2005 年から醸造用ブドウの産地化に着手。2016 年時点で栽培面積を 40ha にまで広げた。生産農家はそれぞれ大手酒造メーカーなどに出荷する。

日本ワインを一時のブームに終わらせないために欠かせないのはブドウの品質を上げること。「ワインは農産物」といわれるだけあって、原料となるブドウの品質がワインの味を大きく左右するからだ。

そこで導入したのが IoT センサーと農作業を記録できるアプリケーションサービスだ。同村は、これらを使えば、ブドウを初めて作る人たちも、一定レベル以上のブドウが生産できるようになると考えている。

4. IoT が変える農村の風景

同村が狙うのはブドウの産地化だけではない。農村の風景を豊かに変えていくビジョンも持つ。

そのひとつは農家が醸造業に進出することへの支援。既存のワインメーカーを誘致するのではなく、地場産業を育てるために村内の農家がワインづくりを始めることを後押しする。そこで 2011 年、県内の自治体では東御市に次いで二番目となる「ワイン特区」を取得した。これにより酒税法の定める正規の最小生産量 6,000 リットルの 3 分の 1 の規模でも醸造免許を取得できる。

この特区で 2015 年に初めて個人の農家がワイナリーを創業。2016 年には農家 13 戸が共同出資して別のワイナリーを設立した。フランスのブルゴーニュ地方ではブドウ畑の所有者がその生産から醸造、熟成、瓶詰までを一貫して手掛けることを「ドメーヌ」と呼び、同地方の観光名所となっている。同村が目指す地方創生の姿がここにある。

同村では農家がチーズづくりやハムづくりにも取り掛かっている。こうした流れのなかで自然とレストランが誕生し、観光客も増えるはずだ。

千曲川ワインバレー構想の根幹をなすのは何よりもうまいワインづくりであり、そのための良質なブドウの生産である。そこに寄与するのが IoT なのだ。

これから国内各地で、超高齢化している農家が一斉に農業を辞めていく。かつてない急激な変化は生産現場に大きな亀裂をもたらしかねない。アグリテックは次世代の農業への橋渡し役となれるのか、期待は膨らむ。

〔コラム〕植物との対話に基づく農業

静岡大学学術院情報学領域教授

峰野 博史

20XX 年の農業は、いよいよ植物との対話ができるようになっていくかもしれない。例えば、スマートグラスを介して植物を見ると、水分が足りていない、消毒をしてほしい、というような植物の思いをくみとって農作業できる仕組みや、のどが渴いたなあ、病害虫がやってきた、明日の朝が食べごろだよ、というメールが位置情報とともに届くといった仕組みが実現できているかもしれない。家族の一員のように安心、安全を気にしながら愛情を注ぎこみ、時には反発されながら温かく成長と自立を支えるという世界だ。多種多様なデータを収集し活用するデータ駆動型農業の延長線上には、植物と対話しながら高品質な野菜や果物を栽培できる革新的な農業の実現も夢ではないと感じている。

キノコなどの菌類は、自然界のインターネットともいえるファンガルネットワークを通じて他の植物と共生社会を形成していることが 1980 年代に発見されている。このネットワークを流れる情報を収集し、どのような結果になるのか、ひたむきに解析すれば、彼らの会話や行動を想像できるようになるかもしれない。菌類だけでなくトマトのような植物も、傷ついたり病害を受けたりすると、通常とは異なる組成のにおいを放出し襲撃に反応する。しかも、その周りのトマトが防御する準備を始めることも分かってきた。われわれヒトも同様に、しばらく雨が降らない時に水をほしげにしなっと垂れている花や草木を見るだけで、何となく水やりが必要かなと感じられるのは、見た目と過去の記憶を紐づけて植物の気持ちを想像しており、生物種を超えたコミュニケーションをしていると言える。つまり、何らかの表現で信号のやり取りをしているコミュニケーションにおいて、その多様な信号と条件を収集し分析していけば、植物が何を伝えたいのかある程度分かるようになる世界も時間の問題ではないかを感じる。

それを裏付ける興味深い事例がある。高品質の大吟醸酒として国内外で大人気の日本酒「獺祭（だっさい）」の逸話をご存知だろうか。酒造りのノウハウは、酒造りの最高責任者である杜氏の経験と勘の賜物だ。日本酒は、麹菌や酵母といった微生物が働いて醸される。微生物がうまく働くよう温度や湿度、風量などを調整することがとても重要で、発酵日数と糖度などの関係を示す発酵曲線を理想的に描かせるためには、微妙な温度管理や水の追加タ

イミングなどが肝となる。いわば米との対話が求められるといっても過言ではない。日本酒「獺祭（だっさい）」は、酒造りの全行程で多様な信号とその条件を示す詳細なデータを収集し分析することで、おいしい酒造りの条件をデータ駆動型で徹底的に追求したそう。可視化されたデータによって米や微生物との対話の実現しつつある事例といえよう。

このように、昨今技術革新が目覚ましい IoT（Internet of Things）や AI（Artificial Intelligence）の技術を駆使し、多様な農作業における篤農家の判断指標と、植物から得られる多様な情報を紐づけられれば、植物との対話に基づく農業の実現も可能ではないかと考える。近年では、維管束センサや気孔センサ、バッテリーレスセンサといった MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）分野の技術革新によって様々な IoT デバイスが研究開発され、これまで容易に収集できなかったデータも経時的に長期間計測できるような環境が整備されつつある。植物の成長といった非線形な複雑な事象を表現しうる膨大なデータを収集し、コンピュータを用いて深層学習することで、植物の成長を表現する特徴の抽出や、生育モデルの構築に基づく植物の状態推定だけでなく将来予測もできる可能性がある。植物や自然相手の課題に立ち向かうのは大変かもしれないが、千里の道も一歩からと言われるように、まずは手近なところから着実に努力を重ねていけばいずれ成し遂げられると感じる。

当研究室では、IoT と AI を活用し、植物のしおれ具合を検知できるソフトウェア的なセンサを研究開発した。植物の水分ストレスを判断する指標の一つであるしおれの生じる要因を想像し、熟練農家の感じる水分ストレスをコンピュータに認識させられないかと考えた。静岡県農林技術研究所の皆さんの知見をもとに、植物は晴天時に葉の表面にある気孔によって水を蒸散させ、取り込める水が少ないと植物体内の水分が蒸散によって失われ、茎が徐々にしぼみ、葉の重さに耐えきれなくなってしなっと垂れる現象がしおれ具合を表現しているのではないかと考えた。気孔の開閉による蒸散量は、明るさや温度、湿度、風速で変化し、葉っぱの量や茂り具合にも関係する。そのため、温度や湿度の計測に加え、葉っぱの量や茂り具合を示す植物群落の上部と下部の明るさを計測することで、蒸散量に関する特徴を得ることとした。また、小型定点カメラを用いて周期的に撮影される草姿画像から、蒸散の結果、見た目で分かるしおれの度合いを把握する。これらのデータをレーザー変位計で計測した微小な茎径変位量と紐づけた機械学習を行うことで、コンピュータにしおれ具合の推定や将来予測ができることを確認した。現在、この植物のしおれ検知ソフトセンサによる給液制御システムを用いた栽培実験の準備を進めており、他植物への展開も視野

に入れながら研究開発を進めている。ある意味、水を欲しているかどうか、植物の顔色をうかがった水やりができるようになりつつあると言え、植物との対話ができる世界の新たな一歩を切り拓いている。

20XX 年の農業は、いよいよ植物との対話ができるようになっているかもしれない。まだまだ農業に重要な作業（例えば、育苗、定植、施肥、灌水、誘引、摘果、交配、摘葉、玉出し、病虫害防除、収穫）のごく一部（灌水タイミングのみ）でしかないが、ヒトと AI の協働によって奥深い農作業の分業や負担軽減が促進されるだけでなく、多種多様なデータを収集し活用するデータ駆動型農業の延長線上には、植物と対話しながら高品質な野菜や果物を栽培できる革新的な農業の実現があると楽しみにしている。

【コラム】新たな育種手法が切り開く未来の農業

株式会社サカタのタネ常務取締役

加々美 勉

急速なテクノロジーの発展が、イノベーションを加速し、その拡散スピードは、過去と比べ物にならない今、明日を想像することはできたとしても、これが未来となると非常に難しいものがある。様々な分野で、テクノロジーが人間の創造性を刺激し、結果、社会を、生活を、変えつつある。一方で、食糧、水、資源、エネルギー、気候変動、貧困など、地球規模で対峙しなくてはならない問題は、日々、山積している。

農業は、食糧を安定的に確保し日々の生活を支える智慧として発展してきた。多くの農業に根付くノウハウは、日々刻々と変化する自然と向き合い、時に闘いながらも、経験則を積み重ね、発展してきた。近代科学の幕開けと共に様々な裏づけに基づく農業へと道は開け、生理学に基づく知見、アグロケミカルの活用、その後は、バイオテクノロジー、分子生物学の発達と共に技術革新が進んだことは周知の通りである。そして、今また、農業は情報学の活用により新たなステージを迎えつつある。ICT、とりわけ AI やビッグデータの活用により生産性や品質の向上は無論のこと、新たな農業ビジネスや新たな経営スタイルの誕生が期待されている。本コラムでは、ICT や AI の導入により、植物側、特に作物のタネに対する変化について展望を試みた。

2017 年の国連による予測では、2050 年までに世界の人口は 100 億近くまで増加し、その 3 分の 2 がいわゆる都市近郊に居住する一方で、この人口増加の多くはアジアとアフリカによるものと展望されている（UN 2017）。結果、人口一人あたりの耕作可能地は 1970 年代、3,900 m²あったものが 2050 年には 1,700 m²にまで減少すると予測されている（UN 2017、FAO2012 & 2017）。これに加え、温暖化による影響は大きく 2050 年には多くの国と地域で収量が減少するとされている（World Bank 2010）。今年は 2018 年だから 2050 年を考えた場合、年 1 回開花結実する作物の場合、あと 32 回の交配育種で期待する品種を育成しなくてはならないことになる。人類は、緑の革命以降も作物の生産性を向上させてきましたが、今また、育種を飛躍的に加速するイノベーションが求められている。

品種育成、つまり育種は、基本的に統計遺伝学に基づき、計画的に設計され進められるものである。一般的に、形質（表現型）Phenotype は、Genotype（遺伝子型）と Environment

(環境) の交互作用で表現される。しかしながら、たった一つの形質でも、関与する遺伝子の数、それぞれの効果と相互作用、対象遺伝子以外のバックグラウンドの影響、更には環境による発現程度の変動など、様々な要因が作用し、期待値に届く品種を育成することはたやすいことではない。育種家は、観察を積み重ね、遺伝様式を解析し、期待する表現型を示す遺伝子型を内包すべく集団を設計して、狙った個体や系統を選抜してきた。今日では、分子生物学の発達によって、次世代シーケンサーから得られた膨大なゲノムデータからバイオ・インフォマティクスやオミックス解析を行い、諸形質に関連した遺伝子座の特定や、その発現メカニズムが明らかにされつつある。ゲノム情報から、ある有用形質に連鎖した DNA 配列を特定して、それを目印 (マーカー) に、育種選抜を実施するといった手法は、多くの作物で恒常化しつつある。一方、網羅的に、諸形質に紐付いたゲノム情報が判明すれば、ゲノムパターンから、その個体の全体像を予測することが可能になる。結果、予測モデルを用いたシミュレーションにより有望な両親組み合わせを推測し、その後代もゲノム情報に基づいた選抜ができることになる。この手法はゲノミックセレクションと呼ばれ育種スピードを加速する技術として注目されている。本技術は、動物では乳牛で実用が進みつつあるが、植物では試行段階だ。汎用性のある育種手法として確立するためには、G (ゲノム)、P (表現型)、そして E (環境) データの蓄積と解析を行い、理論に基づく適切な予測モデルの確立が望まれる。今後、更に迅速かつ簡便に全ゲノム情報が入手できるようになり、UAV やロボット、種々のセンサーやデバイスを活用した植物側の表現型データ収集が迅速かつ大量に伴えば、AI を併用した高速解析によって様々なシミュレーションや予測が実現でき、場所や時間を選ばず、効率的な品種設計が実現できると考えられよう。

各遺伝子の発現や相互作用、そして様々な環境における発現変動が予測できるようになれば、多様な栽培環境下でも一定の収量性を担保した広域適応性に優れる品種の育成ができ、逆に、特定環境下で最大限にパフォーマンスを発揮する品種をデザインすることが可能になるかもしれない。農業に於ける最終産物の獲得では G と E の交互作用に加え、栽培管理といった人為的な操作 M (Management) の効果が加わる。この G、E、M の交互作用が解き明かされれば、作物の持つ潜在能力をフルに引き出すコンビネーションをシミュレーションでき効率的な育種と栽培が可能になると考えられている。

現在注目されているもうひとつの技術として、ゲノム上の DNA 配列を自由に書き換えるゲノム編集技術がある。ゲノム編集技術とは、ゲノム上の目的とする特定領域で、塩基配列を自在に編集すべく人工制限酵素を用いた技術である。ゲノム情報と関連する形質の情報

が解かるようになれば、目的とする品種をゲノムレベルでデザインすることが可能となるだろう。従来育種では、目的とする形質獲得のため、交配と選抜を反復しなくてはならないが、ゲノム編集技術を用いれば、交雑育種を経ることなくピンポイントで改良を加えられることになり、劇的に育種操作を効率化できるものと考えられる。

次に生産現場における変化だが、前述の新たな育種手法によって様々な条件下でも最大限のパフォーマンスが期待できる品種が提供されるとともに、IoTの普及に伴い生産過程における様々なデータが大量に集められることになる。データ解析により、適地適作の実現、暗黙知の再現による高品質青果物の獲得、労働力やコストの削減、更には環境への付加を低減するといったことが期待される。植物工場といった閉鎖系システムでは、工業製品のように農産物をファクトリー内で安定量産することが実現され、ハウスを用いた施設栽培でも、刻々と変化する環境情報と、それに反応する植物体の情報が集められ、最適栽培のアドバイスが受けられる。露地作物に於いても、圃場や植物体に設置されたセンサーやデバイスなどから情報が吸い上げられ適切な栽培管理の指針が示されるだろう。また、温暖化といった気候変動に対しては、地球観測ネットワークが機能することで、気象予測のみならず病虫害の発生予察などが実現でき、より計画的で安定した農業経営が実現されよう。これらシステムが充実すれば画一的な生産物を安定量産しカロリーベースでの食糧問題へ寄与するといった増産に目が移りがちだが、一方でノウハウを駆使して差別性のある多様な生産物を創出する質的改革も可能となろう。未来の人口構成を鑑みれば医療の発達に伴い長寿化も課題となる。人類の健全なる社会を実現すべく、より安全で健康に寄与する機能性食品の登場も期待される。また、差別性のある食品をデザインすることで多様性を維持しつつ、より豊かな食文化を維持することも重要となろう。

未来に向けて、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals, UN 2018）の中でも持続的農業生産の実現は、人類にとって大きな課題とされる。この実現には、地球規模で対峙している諸問題を解決しながら、明日の人類を支えるに必要十分量の食糧を確保するといった高度なミッションが課せられている。内閣府「第5期科学技術基本計画」で提唱された **Society5.0** では、まさに経済発展と社会的課題の解決を両立させる世界が展望されており、この実現に向け、視野を大きく持ち、産官学は無論のこと、異分野間の積極的融合や人材育成が未来への扉を開く鍵と考えている。

〔コラム〕 大企業と中小企業との連携による オープンイノベーション

東京大学大学院工学系研究科教授

森川 博之

「オープンイノベーション」が花盛りである。大手企業が資金や規模を武器に優位性を保ちながら形作ってきた自前主義時代のエコシステムが、機能不全に陥ろうとしているためである。競争構造の変化、顧客ニーズの多様化、技術の高度化・多様化、製品ライフサイクルの短期化などが背景にあり、外部との連携を模索する企業が増えている。

農業・食品産業分野においても、大企業と中小企業との連携によるオープンイノベーションは、一つの選択肢となり得る。この理由として二つある。

一つ目は、新たな価値を産み出す新規事業のマネジメントにある。企業の持続可能性を高めるためには、「知の深化」と「知の探索」の双方をあわせて行う二刀流経営が必要とされているが、新規事業は「知の探索」に分類される。

「知の探索」では、安定的な市場ではなく、新たに創る市場を視野に入れなければいけない。新しい市場では変化が激しく、リスクや不確実性は不可避であり、チャレンジしないことのリスクが大きい。そのため、小数の部隊で対象分野に入り込み、事業の可能性を明らかにするフェーズから始めるといった海兵隊的な動き方が必要となる。海兵隊の死亡率が高いのと同様、事業創出は必ずしも成功するわけではない。リスクをとりながら、事業の可能性を見出していくスタンスが重要である。

このようなマネジメントは、スタートアップを含む中小企業のマネジメントに近い。比較的安定した市場を対象とした「知の深化」型マネジメントとは根本的に異なる。ここに、大企業と中小企業とが連携する意味がある。

二つ目は、各地域で生産される特色ある農林水産物を扱うという農業・食品産業分野の特質にある。農業・食品産業はそもそも少量多品種の性質を有するうえに、品種ごとに専門家が存在することからも理解できるように品種ごとに奥が深い。ドイツの *industrie 4.0* では、少量多品種の製造ラインの自動化を一つの目的としているが、無生物が対象である。農業・食品分野では生物を対象とするため、*industrie 4.0* と同じように少量多品種の生産を行うことは難しい。

必然的に大企業はプラットフォーム型のビジネスを狙わざるを得ない。中小企業は自社のコア技術を守りながら、大企業が有するチャネルや影響力により新たなサービスを市場で普及させていくことになる。バリューチェーン上で双方の役割を明確に分けることができれば、大企業と中小企業の双方にメリットをもたらす競争優位性の高い新規事業を創出し、市場の拡大につなげることができる。

オープンイノベーション花盛りであるものの、価値を産み出すことは容易ではない。スタートアップが産業を活性化させている米国では、わが国以上にオープンイノベーションが行われているが、先輩格の米国においても連携が成果に至らない事例も多いとの報告がある。

大企業の強さと中小企業の強さとを連携によって結びつけて価値を産み出すためには、「ぶれない軸」「顧客の重視」「リソースの把握」が少なくとも必要である。

「ぶれない軸」は、なぜそれをやらないといけないのか、目標にたどり着くための道筋は何かといった強い想いを持続させるために必要である。強い想いがなければ、成功に至るまで工夫し続けることができない。「顧客の重視」は、協業相手を含む顧客を重視することで顧客や取引先が何を求めているのかを理解し、多くの関係者間で信頼関係を築くために必要である。信頼関係を築けなければそもそも連携はできないし、連携先の潜在力を引き出すこともできない。「リソースの把握」は、企業が有しているリソースを的確に把握し、win-win の関係をデザインするために必要である。組み合わせるべきものを把握した上で、何をどのように組み合わせれば価値を創出できるかを考え抜くのがオープンイノベーションである。

このような正攻法のイノベーション事例は、身近なところにも存在する。NTT ドコモのアグリガールである。多くの関係者と深く協業し、自己の範囲を超えて外から学び続けながら、複数の事業を軽やかに築き上げ、NTT ドコモの+d（協創による付加価値創出へのドコモの取り組み）の商材の中でトップの売り上げを誇っている。彼女たちの動き方に、オープンイノベーションのあり方を考えるヒントが多く詰まっている。

農業・食品産業分野に強い想いを有している中小企業は多く存在する。このような中小企業と大企業とが、有機的に結びつき、新たな価値を創出する動きが加速することで、農業・食品産業の新たな展開につながることを期待したい。

〔コラム〕 未来の日本農業を考える視点

九州大学大学院農学研究院教授

南石 晃明

データセントリック科学 (Data Centric Science) が、あらゆる分野で注目を浴びている。文部科学省によれば、「大量の実データを収集して主として計算機上で解析を行い、それを活用することにより、何が起きているのかを解明し、また、新しい研究を開拓・推進する科学」のことである。AI、ビッグデータ、ディープラーニングなど最近話題の用語はすべてこの科学領域に関わるものである。こうした科学技術革新に基づいて、経済や社会の未来像として、データ駆動型経済やデータセントリック社会が描かれることも多くなっている。

日本農業の未来像を描く際にも、データセントリック科学に関わる技術革新が 1 つの重要な視点になることは間違いない。筆者が研究代表を務める「農匠ナビ 1000 研究プロジェクト」でも、わが国を代表する稲作経営者が参画してスマート水田農業モデルの大規模実証研究を行っている。

データ駆動型経済やデータセントリック社会では、様々なビジネスや我々のライフスタイルが従来とは異なる次元で深く関連することになる。このため、わが国の農業の未来像を描くために不可欠な視点を幅広くもつことが重要になる。そこで、本コラムでは、あえて ICT とは別の視点について述べてみたい。1 つ目は日本の農業経営に対する現状認識であり、2 つ目は食文化との関係である。

日本の農業経営は零細か？

図は、Eurostat の SO (Standard Output) を農業経営規模の指標として、欧州主要国の経済規模別農業経営の全 SO に占める累積シェアを示している。Eurostat の最大経済規模区分である SO50 万ユーロ以上の農業経営が占める経済シェアは、デンマークやオランダで 6 割以上と高く、次いでイギリスやドイツが 4~5 割、イタリアやスペインが 3 割で、フランスやスイスは 2 割前後まで低下する。最大規模区分の 1/10 の 5 万ユーロ以上の農業経営が占める経済シェアは、多くの国で 9 割以上を占めており、スペインやイタリアは 8 割弱である。フランスとスイスは、50 万ユーロ以上の大規模経営のシェアはイタリアやスペインよりも小さいが、5 万ユーロ以上では逆転しており、5~25 万ユーロ規模の農業経営が

相対的に大きなシェアを占めていることを示している。

一方、わが国については農産物販売金額を用いると、5,000 万円以上の農業経営の経済シェアは 42.6% (1,7000 経営) である。これは、1 ユーロ=100 円 (円高) ~140 円 (円安) を想定すると、ドイツとイタリア・スペインの間に位置し、500 万円以上の経済シェア (84.6%) はスイスとスペイン・イタリアの間にある。わが国の農業経営は「零細」であるといわれたこともあったが、図が示すように経済規模で見ると、欧州主要国に比肩しうる規模に達している。こうした現状認識は、わが国の農業をどのように展望するか的前提となるといえよう。

食文化から考える農業

図に示した欧州主要国の農業経営数に着目すると、イタリアとスペインが特に多く、スイス、オランダ、デンマークは最も少ない。人口 1 万人あたりの農業経営数をみても、スペイン (207.5 経営) やイタリア (169.0) が特に多く、次いでフランス (74.0)、スイス (72.6) が続き、オランダ (40.2)、ドイツ (35.4)、イギリス (28.9) が少ない。

日本 (108.5) は、イタリアとフランス・スイスの間に位置している。これらの国々の食文化、つまり「フランスの美食術」、「地中海料理 (スペイン、イタリア等)」、「和食」がユネスコ「食の無形文化遺産」に登録されていることは興味深い。

各国の農業経営構造は、国土・人口、歴史、法制度、農業・食料政策、作目構成、農家の「定義」等様々な要因に影響されているが、次世代の農業を展望する際には、食文化との関連性も十分に考慮することが重要であると思われる。

見直される農業・農村の魅力

わが国の農業は、地域に根差した地場産業として発展してきており、わが国の多様で豊かな食文化の基盤となっている。また、農家が設立した中小企業の存在感も高まり、農業への企業参入も一般化し、ビジネスとしての農業に社会の関心が高まっている。さらに、農的生活に魅力を感じて、新規就農や農村移住する都市住民もしばしばみられる。

つまり、ビジネスとライフスタイルの両面から、農業や農村の魅力や価値が再発見される時代になっている。データセントリック科学を、農業・農村の魅力や価値の向上にどのように活用するか、我々の知恵が試されている。

なお、本コラムの本文および図は、拙著「農業経営革新の現状と次世代農業の展望」『農

業経済研究』第 89 巻 2 号（岩波書店）に基づいている。「農匠ナビ 1000 研究プロジェクト」については、拙編著『TPP 時代の稲作経営革新とスマート農業—営農技術パッケージと ICT 活用—』（養賢堂）を参照されたい。

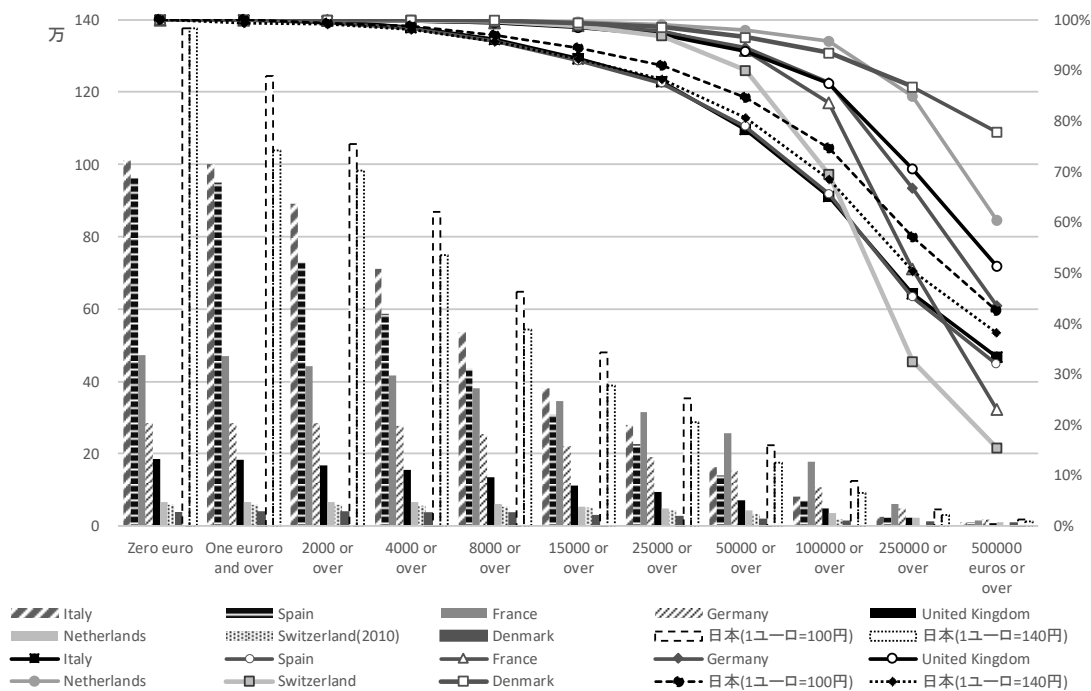


図 欧州主要国の農業経営規模別経済シェアと経営体数

注: 右軸: SO (Standard Output) を経済規模指標として欧州主要国の経済規模別農業経営の SO 総額に占める累積シェア。左軸: 農業経営数 (number of holdings)。なお、参考のため、日本については農産物販売金額を経済規模指標として農産物販売金額総額に占める累積シェアを示す (1 ユーロ = 100 円および 140 円の場合)。

出典: 欧州主要国は Eurostat (2016 年 7 月)、日本は「2015 年農林業センサス」データに基づき筆者作成。

原図: 南石晃明「農業経営革新の現状と次世代農業の展望」『農業経済研究』(第 89 巻 2 号) 第 2 図。

1. <コメの生産>有限会社横田農場（茨城県龍ヶ崎市）

2. <コメの生産>有限会社フクハラファーム （滋賀県彦根市）

農業ジャーナリスト

青山 浩子

株式会社横田農場および有限会社フクハラファームは、農業の作業技術の可視化を通じ、次世代農業者や新規参入者に継承する仕組みを確立する「農匠ナビ 1000」といわれる国家研究プロジェクトに参画している法人である。「農匠ナビ 1000」研究成果に書かれた文献や学会報告書、シンポジウムでの配布資料から 2 法人に関連する部分を抜粋し、事例研究として再整理した。

1. 農匠ナビ 1000 の概要

国の研究プロジェクトである「農匠ナビ 1000」は 2014 年から始まり、2016 年まで行われ、2016 年以降も後続のプロジェクトが進行している。また、これらのプロジェクトは、2010 年より 2014 年まで実施された「農匠ナビ」での継続事業として、実施されている。

いずれも、農家の作業技術の数値化、およびデータマイニング手法の研究開発が目的である。経験と勘に頼ってきた篤農家の「匠の技」ともいえる技術を見える化し、次世代農業者が早く篤農技術を習得できることをめざしている。「農匠ナビ」という名称は、「農家の匠の技を抽出・可視化し、次世代への技術継承・人材育成をナビゲート（指南）」するという意味が込められている。

技術の見える化にあたって、ICT を積極的に活用していく方針が打ち出されている。一方、本プロジェクトでは、コメの生産費をどこまで削減できるかという課題にも挑んでいる。日本政府は日本再興戦略（2013 年 6 月 14 日閣議決定）において、国際競争力を身につけるため日本の平均的なコメの生産コストを 4 割削減するという政策目標を掲げた。本プロジェクトにおいても 4 割コスト削減を視野に入れ、玄米の生産費を 1kg あたり 150 円（全国平均の生産費はおおよそ 267 円）まで引き下げる目標を掲げている。

本プロジェクトの大きな特徴は、実証実験を農業者が自ら実施している点である。通常、研究プロジェクトは、国や自治体の農業研究機関が主導することが多いが、経営規模がそれ

ぞれ異なる稲作経営 4 法人が主体的にプロジェクトに参画し、研究成果を導き出そうとしている。

横田農場およびフクハラファームは、いずれもこのプロジェクトに参画し、自ら研究および実証を行った稲作経営者である。2 社のほかに、30ha 規模の稲作経営体の代表として、株式会社ぶった農産（石川県野々市市）、株式会社 AGL（熊本県阿蘇市）が参画している。このほかには、国公立の農業研究機関、自治体、JA 組織、農業機械メーカー、IT 関連企業、大学が参画している。研究プロジェクトの代表者は、九州大学大学院農学研究院の南石晃明教授である。

2014 年から始まった農匠ナビ 1000 は、正式名を「農業生産法人が実証するスマート水田農業モデル（IT 農機、圃場センサー、営農可視化、技能継承システムを融合した革新的大規模稲作営農技術体系の開発実証）」といい、農林水産省の 2013 年度補正予算を活用して 2016 年 3 月まで実施された。その後も、プロジェクトは継続されている。新たなプロジェクトの正式名称は「農匠稲作経営技術パッケージを活用したスマート水田農業モデルの全国実証と農匠プラットフォーム構築」であり、研究期間は 2016 年 5 月より 2019 年 3 月までとなっている。

2. 横田農場（茨城県龍ケ崎市）

（1）事業の概要

横田農場は、稲作に特化した経営を行っており、経営面積（2016 年）は 132ha におよぶ。法人設立 1996 年で、代表取締役社長は横田修一氏である。

主食用米はスーパー、レストラン、弁当業者に販売する一方、消費者への直接販売も行っている。日本酒や米菓に使われる加工用米、政府備蓄米、飼料用米も生産している。

栽培方法は多様であり、慣行栽培のみならず、有機栽培米、特別栽培米も生産している。さらに生産した米の一部を粉にし、米粉のスイーツである「米粉シフォンケーキ」の製造・販売を行っている。さらに、地元の小学生や消費者を招いて農業体験プログラムを実施するなど、消費者との交流にも力を入れている。売上（2014 年）は約 1 億 4 千万円である。

稲作のみで 130ha を超える大規模面積をまかなう法人は全国的にも珍しい。法人設立当初は 16ha だったが、担い手が非常に少ないという地域特性もあり、圃場整備の実施をきっかけに、同社に農地が集積され、実施地区の約半分を引き受けるまでになった。現在も毎年 10～15ha のペースで面積が増えている。規模拡大によって点在していた圃場が連坦化さ

れ、作業効率は高まっている。380枚ある圃場は2.5km四方に集約されている。

こうした条件を最大限活かし、同社では少ない機械、少ない人数を効率的に稼働させ、作業時間を長くとることで、生産コストの削減を図りながら、急激に増えていく規模拡大への対応を行っている。

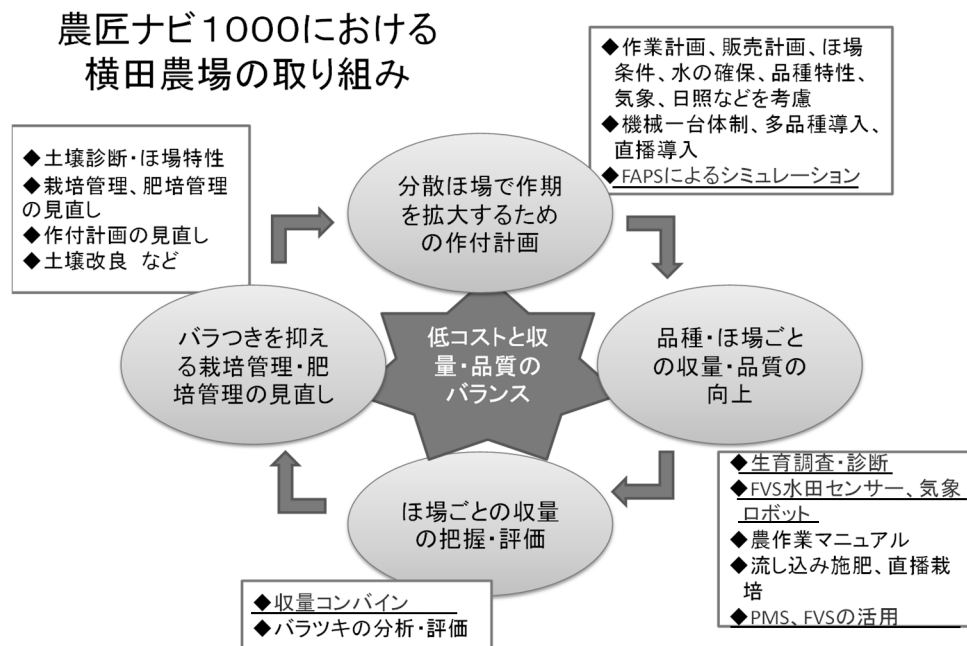
これほどの面積を持つ法人であれば、田植機、コンバインなど複数の台数を保有しているのが一般的だ。だが、同社はいずれも1台で全面積をこなしている。田植え時期（4月下旬～6月下旬）の間は、耕起はわずか1名、代かきも1名、田植えのオペレータは補助員を入れて2名という体制で行っている。稲刈り（8月下旬～10月下旬）も収穫作業に1名、籾運搬と田植えの四隅を刈る人員に2名、乾燥・調製に3名という体制だ。

かつて横田社長が1人のスタッフに、育苗管理を全面的に任せた際、それまで消極的だったスタッフの目の色が変わり、非常に積極的になった。その時の経験を活かし、社員の自主性を最大限尊重する方針を打ち出すようになった。「仕事を分業化することで、専門性が磨かれ、仕事の精度が上がる」と横田社長はいう。機械の稼働率を上げ、作業できる期間を最大限に引き延ばすために、早生から晩生まで7品種のコメを組み合わせで生産している点も特徴的である。

（2）ITの活用状況

農匠ナビ1000で行われる実証実験は、省力化技術、経営分析などさまざまな手法を「生産管理・経営管理技術パッケージ」として確立することをめざしている。IT活用もそのパッケージのひとつに位置づけられている。4法人はそれぞれ経営規模や経営戦略、また圃場の立地条件などが異なっているため、最適な「技術パッケージ」も法人によって異なるものになっている。

横田社長は、農匠プロジェクトにおいて目標とする「生産管理・経営管理技術パッケージ」を図のように現した。



資料：2015年度日本農業経営学会（北海道大学）における横田農場の報告資料「茨城県平坦地における大規模稲作経営の米生産・加工戦略と革新」より

図表 農匠ナビ 1000 における横田農場の取り組み

「低コストと収量・品質のバランス」を経営理念とし、これを達成するために「分散圃場における作期拡大の作付計画」「品種、圃場ごとの収量・品質の向上」「圃場ごとの収量の把握・評価」「バラツキを抑える栽培管理・肥培管理の見直し」という具体的な目標を掲げている。さらに各目標を達成するために導入する技術や実施事項を列挙している。このうち、IT と関連の深い項目は、水田センサー、収量コンバイン、PMS・FVS の活用、FAPS によるシミュレーションである（下線で表記）。

今回の農匠ナビ 1000 プロジェクトでは、4 法人の圃場で合計 1,083 台という大がかりな水田センサーを設置した。センサーは水位、水温、気温、湿度などを 10 分間隔で計測し、クラウド上で蓄積している。横田農場にもセンサーが設置された。

この水田センサーから得られたデータから横田社長は興味深い結果を得たという。A、B という 2 つの圃場を比較した際、A 圃場のほうが反あたりの収量が多いことが収量コンバインでの計測からわかった。横田社長が作業を行った社員に聞いたところ「A も B も同じように水管理をしたつもりだ」と答えていた。だが、水田センサーのデータを比較してみると、中干し（水田の水を抜き、田んぼを一時的に乾かす）を行った期間が A と B では違いがあった。中干しの期間中、水田センサーの水位の値はゼロになるため、何日間中干しを

行ったのか、データで正確に追跡できる。データ化したことにより A と B の水管理は同じではなかったことが判明し、中干し期間と収量に一定の関係があることを同農場では発見できたという。

農匠ナビ 1000 では写真が有効に活用された。作業者の判断が必要な仕事をする際、言葉では表現しにくいことも写真に残すことで伝わりやすくなる。たとえば、種籾を育苗箱に蒔く前に、芽を“少し”出させる「催芽」という作業がある。この“少し”という表現方法では、作業者によってとらえ方が異なる。そこで、作業者が写真に撮り、かつ「この品種はこれぐらい催芽していれば OK」というコメントを残す。こうした作業を工程ごとに記録することで、作業や技術を「見える化」「平準化」でき、次世代に伝承していくことができる。横田農場ではこれら手法を用いて、380 枚もの圃場管理の精度を上げるためのデータの蓄積を行ったという。

なお、図に書かれている PMS（作業計画・管理支援システム：Planning、Management、Support の頭文字から命名）とは、圃場の地図を見ながら、作付けの状況や土地の利用状況、作業の進捗状況を確認したり、作物の生育状況を記録したりするものである。それらを地図上で色別表示することで、日常の農作物生産の管理をしやすくするためのツールである。

FVS（営農可視化システム：Farming Visualization System）とは、詳細な農作業データを連続的に収集・蓄積し、次世代に伝承しやすいように「見える化」することをいう。

一方、FAPS とは、「営農技術体系評価：Farming-systems Analysis and Planning Support System」のことをいう。降雨に伴う機械作業のリスク（長雨が続くと機械を圃場に入れられない）、作業者が稼働可能な労働時間、乾燥調製施設や育苗施設の処理能力などを考慮し、いつ、どの圃場にどんな品種をいつ植えて、どういう技術で生産するのがベストかという「最適営農計画」を確立するツールで、南石教授が開発したシステムである。

横田農場では、PMS や FVS を活用しながら、最適営農計画を立てたところ、コメの品種構成を見直すことで、現在の施設・人員のままで 145ha まで作付け・管理ができるという結果に至った。しかも直播きを導入せず、移植栽培のみで可能であることがわかった。横田社長は、周囲から時折「機械 1 台でそんなに大面積ができるのか」と質問われ、一部からは「これからも 1 台でやっていくつもりか」とも聞かれるという。これに対し、横田社長は、「膨大なデータを読み込んだシミュレーションを通じ、145ha を目処に現体制のスタイルを変えていく必要があるとの見通しがたった」と話している。

（３）経営者の視点

横田農場は今後さらに面積が増えていくことを想定しており、いずれは 150～200ha 程度まで規模拡大するとみている。現在は社員 1 人あたりの管理面積が約 17ha だが、拡大する面積をまかなうには 1 人が 20ha、30ha を管理していく体制が必要になる。横田社長は、規模拡大を実現しながら、反収や品質を向上させるために ICT やセンサーなどを活用した新たな生産管理技術の開発や導入は必須だと考えている。ただし、これまでの研究プロジェクトで感じたこととして、「これを導入すれば飛躍的にコスト削減ができる」という特効薬があるわけではなく、最適な技術を組み合わせ、ひとつずつ積み上げて、全体としてコストを下げるという地道なやり方が重要になっていくととらえており、IT もその位置づけのひとつだという考え方を持っている。

横田農場の生産コストの内訳を見ると、物財費で 1/3、人件費で 1/3、地代で 1/3 に等分されるという。「これ以上物財費を抑えるのは難しいため、作業効率を今以上に高め、1 人あたりの面積を拡大することで、人件費を抑える方向に進めていくことになるだろう」と話している。

3. 有限会社フクハラファーム（滋賀県彦根市）

（１）事業の概要

有限会社フクハラファームは、稲作主体の法人。経営規模は 180ha で、水稻の作付は約 170ha。このほか、麦、大豆、野菜、果樹も生産している。売上高は約 3.5 億円（2017 年）。

法人設立は 1995 年。それまで土地改良区に勤務しながら、兼業農家として 2ha でコメを生産していた福原昭一氏が、1989 年専業農家となり、雇用を契機に 1994 年に法人設立した。2017 年 4 月に子息の悠平氏が社長に就任し、昭一氏は会長に就いた。

180ha ある水田は、11 箇所の集落に点在しており、登記簿上の圃場枚数は約 1,000 枚以上にのぼる。ただし、車で 10 分ほどの距離にまとまっており、また積極的な区画拡大により実質的な圃場枚数は 300 枚以下とかなり集約されている。また同社が管理する水田の大半は平場にあり、区画拡大の効果もあって作業効率の面では恵まれている。

集約が進んだ背景には、2001 年より福原昭一氏が周辺の生産者や JA に働きかけて、農地の利用調整組織を設立し、生産者間の話しあいにより利用権交換をするなど集約化をすすめたことがある。その結果、同社周辺には 15ha を超える規模の経営体が多数存在し、三代目となる若い後継者も誕生している。

フクハラファームがコメを作付けする 170ha は全て契約栽培であり、主食用米は 80ha。7 品種を組み合わせで作付けしている。多くは食品加工業者に業務用米として販売される。またアイガモ農法による有機米や特別栽培米も生産しており、こちらは消費者への直販がメインである。主食用以外のコメ（約 90ha）は主に加工用米で 4 品種を作付けしている。

（２）IT の活用状況

同社が経営に IT を取り入れるようになったのは 2008 年からである。法人設立当初 30ha だった経営規模は、毎年 10～20ha のペースで増え、2002 年には 100ha を突破し、2008 年には 125ha に達した。大きな面積をまかなうために従業員数も増え、年間作業の平準化を図るため、野菜、果樹などコメ以外の作物を加えていったこともあり、経営陣は人材育成や技術伝承の必要性を感じていたという話を常々聞くにつけ悠平氏も実感していたという。悠平氏は、日本農業経営学会京都大会（2016 年 9 月開催）の発表の場で「かつては経営者（昭一氏）1 人で、栽培管理も経営管理も把握していた。しかし面積や人員が増えると、さまざまなロスやムダが発生する。より効率よく作業を進めるとともに、一元化された情報を経営者が把握し、社内で共有化する必要があると感じた」と話している。

2008 年から富士通の Akisai を活用し、IT を活用して圃場管理や技術の見える化に取り組むようになった。また、近畿中国四国農業研究センター（現農研機構・西日本農業研究センター）が開発した「水稻生育予測システム」が提供している無料のソフトも活用している。これは、収穫適期から田植え適期を逆算し、営農計画を立てるというものである。

さらに、2010 年より始まった「農匠ナビプロジェクト」に生産者の立場から実験圃場として関わるようになり、後続のプロジェクトである「農匠ナビ 1000 プロジェクト」にも引き続き参画している。一連のプロジェクトでは、福原会長が経験と勘をもとに行ってきた栽培管理を次世代にいかに確実に伝承していくかに重点を置いている。同社が農匠ナビ 1000 で行った代表的な実験は、次の通りである。

- ・ 330 枚（当時）の圃場の生育調査を通じ、同社にとって最も適切な栽培管理の確立
- ・ 施肥体系や栽培方法ごとの収量やコストの比較
- ・ ウェブカメラ、ドライブレコーダーを活用した作業動画を通じた技術伝承
- ・ GPS レベラーを用いた圃場内の均平度調査
- ・ 水田センサーを活用した水管理データの解析

なかでもウェアラブルカメラやドライブレコーダーを活用した作業動画の撮影は、技術

を伝承していくための有効な手段となったという。たとえば、コンバインにドライブレコーダーを備え付け、30年のベテランである熟練者と就農後1～7年の若手従業員の2パターンで撮影した。それぞれが作業中にどこに重点をおいているのかがわかるように、作業者の目線や手元の動きがわかるように録画した。

その結果、若手従業員は刈刃、脱穀部、モニターなどのうち、どこか一カ所を集中しやすいが、熟練者はそれぞれの箇所に目線を配るなど違いがみられた。若手従業員はコンバインが走行している時、前方のみ注視しているが、熟練者は刈り取られた稲が脱穀されずに圃場に落下していないか「リフトアップ部」を注視しているという違いが現れた。つまり熟練者は、作業に関わるさまざまな要素を事前に把握して、作業に臨んでいることがわかった。

こうした映像コンテンツを繰り返し見ることで、若手従業員は「どこに注意をすればいいか」を体得することができる。また、映像と文字情報を合体させ「このタイミングでは、ここに注意しましょう」などという教材ビデオを作ることで、有効活用できることがわかった。

他にも、圃場面積と10aあたりの作業時間の統計をとったところ、1枚あたりの圃場面積が60a以上になると作業性が改善されることが明らかになった。また、GPSレベラーを用いて圃場の高低差を改善した圃場では、全品種の平均より収量が約5%ほど高くなったことも明らかになった。



図表 フクハラファームの IT 活用状況

(3) 経営者の視点

農地の集約化が進んできた同社周辺の地域性を考慮しても、後継者不在の農地がある現状を踏まえ、福原悠平社長は、「規模拡大は緩やかではあるが、数年後には 200ha 突破が予測される」とし、これまで以上に効率的に人材を活用する管理能力が求められると分析している。

一方、国内でのコメの需要減少は避けられず、「徹底したコスト管理とコスト削減につながるような反収増加が必要」という。その上で「打てる手はすべて打つ。そのひとつが ICT であり、農匠ナビ 1000 である」と話している。

4. まとめとして

南石教授は、2017 年 3 月に開催された 2017 年度日本農業経済学会千葉大会にて、農匠プロジェクトにおける成果を発表した。そのなかで、玄米 1kg あたりのコストについて言及し、「農匠ナビ 1000 に参画した 30ha 規模の法人の生産費は 154.6 円、100ha 超の規模の法人の生産費は 149.5 円まで低減した」と述べた。横田農場およびフクハラファームは後者にあたり、プロジェクトの目標が達成できたことを発表した。同教授は「各社の経営戦略

に対応し、技術をひとつひとつ組み合わせたことで得られた効果。それぞれの技術によるコスト削減効果は 1 円単位と小さいものだが、各社は削減幅の大きいコスト削減にはすでに取り組んでいる。さらにコスト低減策の上乗せができたという点で成果は大きい」と述べた。

ただ、ここまでコスト低減を行ったとしても、「米国カリフォルニア産米コシヒカリ（中粒種、短粒種）のコストは、100ha 超の 2 法人のコストの 4～5 割」だといい、これらと競合していくには、コスト削減だけでは十分ではなく、品質向上との合わせ技で対抗していくことが欠かせないと述べた。農匠ナビ 1000 に参画した 4 法人はいずれも確固たる販売戦略を持っており、売り先が求める品種や栽培方法、価格設定をしている点にふれ、輸入米に対抗していくには、生産と販売の両面での戦略策定と実践が欠かせないと指摘した。

5. 参考資料

- 1) 農林統計出版「農業新時代の技術・技能伝承—ICT による営農可視化と人材育成」南石晃明・藤井吉隆 編著
- 2) 養賢堂「TPP 時代の稲作経営革新とスマート農業—営農技術パッケージと ICT 活用—」南石晃明・長命洋佑・松江勇次・編著
- 3) 株式会社横田農場「茨城県平坦地における大規模稲作経営の米生産・加工戦略と革新」「平成 27 年度日本農業経営学会研究大会分科会資料」より
- 4) 有限会社フクハラファーム「高収量 150ha 超稲作複合経営の経営革新と技術パッケージ」「平成 28 年度日本農業経営学会研究大会分科会資料」より
- 5) 日本農業経済学会企画委員会「農業経営革新の現状と次世代農業の展望—稲作経営を主な対象として—」2017 年度日本農業経済学会大会における南石晃明教授の報告要旨より

3. <コメの生産>有限会社鍋八農産（愛知県弥富市）

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

愛知県弥富市を中心に 130ha の水田でコメや麦などを作っている。800 人の地権者から借りている農地の枚数は 2,000 枚ほど。コメ、大豆、麦を生産している。もち・おはぎ・赤飯・米粉パンなどの加工販売も手掛ける。

肥料などの資材や栽培方法にこだわりを持っている。毎年スタッフ全員でそれぞれ栽培方法を考え、試験を行い、コメ作りの技術向上に取り組んでいる。

経営の効率化として、ICT 管理ツールの導入に加え、トヨタ式カイゼンや小集団活動を導入している。工業分野で長年行われてきた業務改善を農業に取り組むことで、成果を上げている。

2017 年 3 月には、愛知県新城市の農業法人リイ・ファームと共にトヨタ自動車と業務提携を結んだ。農場のデータを生かして品質や収量を高める農業モデルをともに開発する。農場ごとの作物の収穫量や肥料、水量などのデータを活用し、大規模な設備投資なしに生産性を高める農業モデルを目指す。在庫管理や物流の効率化の支援も受ける。

2016 年第 45 回日本農業賞農林水産大臣賞（大賞）、天皇杯を受賞。

2. 経緯

1998 年 農業生産法人鍋八農産設立

2011 年 トヨタ自動車と「豊作計画」の共同開発開始

2012 年 「豊作計画」試験運用開始

2016 年 日本農業賞「個別経営の部」大賞受賞

2017 年 トヨタ自動車と業務提携

3. IT の導入状況

（1）IT 製品・設備・ソフトの名称

トヨタ自動車と 2011 年から開発を進めてきた ICT 管理ツール「豊作計画」

（２）導入経緯

鍋八農産の八木輝治代表が、中部経済同友会で大手企業の担当者を前に自社の経営上の問題を報告。その際にトヨタ自動車が解決を請け負うことを約束し、共同開発に取り組むこととなった。

鍋八農産の抱えていた課題とは、2,000枚にもなる桁外れに多い農地をいかに管理するかということ。豊作計画導入前は、農作業を請け負っている地域ごとの所有者名と作業内容を手書きした地図をもとに作業をしてきた。

農業機械のオペレーターは、毎朝事務所で地図を受け取り、そこに書き込まれた指示の通りに作業をこなす。一日の作業を終えて事務所に戻ったら、その日の作業の流れを別の紙に手書きする。事務員の一人が集まってくるメモを基に、それぞれのオペレーターが作業した内容をパソコンに入力するという段取りで、毎日のようにこれを繰り返してきた。

結果、オペレーターはメモ書きするのに数十分を要するので、少なくない残業代が発生していた。また作業受託の請求書づくりは、パソコンに打ち込んだデータを基にしているため、もし記入漏れがあれば、請求できないままだった。疲れて帰ってきたオペレーターが正確にメモを書けるかといえば、難しい面があり、八木代表は「実際、かなり請求漏れがあったと思う」と振り返る。受託面積が大きくなるほどに、その金額も馬鹿にならなくなってきていた。

しかも農地の枚数は約 2,000 枚に及ぶ。オペレーターは地図を片手に現場に向かうとはいえ、狭い空間に小さな農地が押し入っているような場所では、誤って他人の田んぼで収穫をしてしまうことも時々あったという。

（３）効果

「豊作計画」のポイントは、一つ一つの農作業を工程として分解したこと。播種や田植え、除草、農薬散布、収穫などで通常要する時間を「標準時間」として設定している。それぞれの作業を組み立てていけば、作業がいつ終わるかの見通しが立ってくる。全体の管理者はこの「標準時間」を基にオペレーターに作業を割り振っていく。

まずパソコン画面でオペレーターを選ぶ。続いて地図にある農地をクリックして、そこで実施すべき作業を入力すると、「0.1 人工」といったように作業時間が自動的に算出される。作業を積み重ねると「0.2 人工」「0.3 人工」といった感じで増え、一日の作業時間に達したら「1 人工」と表示される。

一方、オペレーターはスマートフォンを見れば、その日、どこで、どんな作業をすればいいかが常に把握できる。地図上で現在地と作業現場を確認できるので、誤って他人の農地で田植えや収穫をすることを防げる。誰が、どこで、どんな作業をしているかという情報も共有できる。もし近くに作業の遅れが発生していれば、オペレーターは応援に駆けつけることができる。

後述するように、オペレーターが作業の前後の入力を忘れるという問題が生じたが、オペレーターの意識を高めることで解決した。

4. IT 化促進に向けての意見

(1) IT 化阻害要因

八木代表は「豊作計画」に限らず、IT 管理ツールを使いこなせるかどうかは目的を持っているかにかかっているという。

「豊作計画」はかなり便利なツールであるが、それでもオペレーターがすんなり使ってくれたわけではない。入力に手間がかかるからだ。たとえば田んぼに入る前には毎回、スマートフォンで作業開始の入力をしなければいけない。もちろん田んぼを出る際にも同じ入力が必要だ。

八木代表はオペレーターを説得したが、故意かどうかは別にして、時間とともに入力忘れが目立つようになってきた。そこで、トヨタ自動車と従業員を招いての中間報告会を開き、自分たちが入力した情報で何が分かるのか、どう変わったのかを伝えることにした。

「豊作計画」により、オペレーター一人ひとりが作業ごとに何分かかっているかといったデータが簡単にわかるようになり、実績が見えるようになった。また、肥料の種類ごとに、どれだけの収量が取れたということも一目で分かる。最もコストがかかる肥料について、収量 1 kg 当たりの肥料コストが把握でき、どの肥料が効果的なのかも見えてくる。そういったことが「豊作計画」を使いこなせば一目瞭然になると分かると、従業員たちも「自分たちが入力していたデータでこんなことが分かるんだ。だったら、次はこのぐらいの目標値にして、それに向けて入力しよう」と熱が入ってきた。

この報告会を開いたことで、オペレーターの入力率は「120%になった」という。自宅にスマートフォンを忘れてきたら、わざわざ取りに戻るようになった。それだけ入力の意味が理解されたということである。

5. フードバリューチェーン化への対応

「自分で作ったコメを最後まで自分の手で売りたい」。以前から料理好きだった八木代表の母親の趣味が高じて餅や赤飯の注文販売を開始。口コミが広がったことで、量販店から大量生産の依頼が入り、2003年には乾燥調製施設と同じ敷地内に加工施設「やぎさんちの台所」を建てる。いまでは山菜ごはん・いなり、おはぎ、米粉ピザや米粉シフォンケーキなどバリエーションは広がっている。自社で販売するほか、JAの直売所や地元スーパーに卸している。

2015年からは、おにぎり商店「きはち」を近鉄・弥富駅から徒歩1分の場所に開店している。コメはもちろん鍋八農産がつくった「コシヒカリ」だけを使う。売りは「精米したて、握りたて」と鮮度にこだわっている点。扱うおにぎりの種類は、梅、昆布、ツナマヨ、アサリしぐれ、タヌキなど豊富。このほかサラリーマンとOL向けに、のり弁当や焼き肉弁当、天むす三個セットなどの弁当も扱っている。

「やぎさんちの台所」も「きはち」のサイトも鍋八農産のホームページにリンクが掲載されている。ここにアクセスすれば生産から加工、販売に至るまでの写真や説明を目にすることができ、鍋八農産の物語が分かるようになっている。

4. <野菜の生産>農業生産法人有限会社新福青果 (宮崎県都城市)

農業ジャーナリスト

青山 浩子

1. 事業の概要

新福青果は、露地野菜を生産する法人。取締役会長の新福秀秋氏が 1987 年に創業し、1995 年に法人化した。経営面積は 75ha で、延べ面積では 125ha に及ぶ。作物はごぼう、里芋、にんじん、キャベツ、かんしょなどを露地生産している。グループ会社に、地域の高齢者をメンバーとする農業生産法人や野菜のカット工場がある。グループ会社を含む従業員はおよそ 70 名である。また自社農場とは別に、契約農場が約 250ha ほどあり、生産したものは同社が引き取って販売している。契約農家数は 470 戸ほどである。

取引先は約 100 社あり、大手量販店、冷凍野菜や総菜などの加工メーカーとの契約取引が中心である。新福青果単体の売上は約 7 億円。グループ全体では約 12 億円である。

新福社長は、会社勤めを経験した後、実家の農業を継いだものの、収益面や労働環境の未整備など若者が魅力を抱く産業でないことを知って愕然とした。法人化した背景には、農業に関心を持った若者が一般の企業に就職するように、職業として農業を選択できるような受け皿を作りたいと思ったからだという。

このため同社では、若い社員を雇用する一方、農業経営を志す農家の子息や非農家を全国から募集し、同社で技術を積んでもらった後、地元に戻すことにも力をいれている。すでに 50 人近くが巣立っていったという。同社の取引先である大手量販店や食品加工企業から農産物の注文が安定的に増えていることから、独立して各地で農業を営む若者たちと連携する計画も進行中である。

2. IT の導入状況

(1) 導入のきっかけ、目的

同社は現在、富士通と連携してシステムを構築し、圃場管理、栽培管理、労務管理、経営分析を行っている。またフィールドサーバーによる「圃場センシング」（生産現場の生育状況や動植物のモニタリングや監視を行うため、設置したセンサーから得られる情報と通信

技術を一体化させたモニタリングデバイス）なども行っている。

農業の経験も知見もない若者であっても、一人前の技術を習得するには、データの蓄積および作業の見える化が必須だと思っていた新福社長は他の法人に先駆けて IT に関心を向けていた。

新福社長が IT に関心をもつようになった別の理由もある。同社の近隣で、“ニンジンづくりでは 5 本の指に入る”という篤農家と知り合った。その農家から「50 年かけて技術を習得した」と聞かされ、「自分たちがこの農家から技術を伝承してもらうのに同じ年月をかけていてはビジネスにならない。技術の数値化、標準化、共通化、共有化が不可欠だった」と話す。

1990 年頃から日々の作業内容をエクセルで記録するようにした。農薬使用状況についても情報公開もこの頃から実施した。2001 年から数年間、大日本印刷とタイアップし、同社のタブレットを 5 台導入し、担当社員が持参して作業内容を記録することを始めた。工程管理を目的としたものである。作業内容や数字の入力は正確にできたものの、原価計算ができず、データの蓄積という面でも不十分だった。こうした経緯を経て、富士通との連携が始まった。

「生産技術や情報の見える化に IT が有効」という考えを持っていた新福社長と、農業関連のビジネスを模索していた富士通は意気投合し、富士通は新福青果に社員を派遣し、農業現場が必要とするシステムの開発へとつながった。それだけでなく、同社は富士通から出資（全体の 10%弱）を受けた。このやりとりによって Akisai が誕生した。

（２）導入のメリット

Akisai の活用により、さまざまなメリットを享受しているという。具体的には次の点を挙げている。

まず、圃場センシングを活用した生産性の向上という点を挙げる。このシステムを活用し、地域にマッチした品種選びができるようになり、たとえばキャベツでは反収が従前の 30%ほどアップした。それまで品種選定は、説明書や種苗会社からの情報を頼りにしていた。場合によっては地域にマッチしない品種を作付けすることもあった。これらを検証するため、品種の比較実験を行った。同社の圃場の立っている 10 カ所にセンサーから得られる地温、日照、湿度、外気温などのデータとキャベツの生育状況を連動させた。その結果、「どういう条件であれば、選んだ品種の生育が順調に進むのか」が明らかになり、比較実験を通

じて、地元の気象条件とマッチする品種選びが可能となり、収量が上がったという。また、新福社長は「農業の経験がない若い人は、具体的なデータを出して説明すると理解しやすい」と話す。

他に感じているメリットは次のとおりである。

- ・ 栽培ノウハウを確立し、全社員で共有化できるようになった。
- ・ 栽培ノウハウやルールの確立により、作業上のミスが減少した。
- ・ 写真データを活用し、技術の伝承ができるようになった。
- ・ 蓄積データをもとに、改善策や打開策の検討し、実行できるようになった。
- ・ 事務作業のスリム化が図られた。
- ・ 圃場ごとの原価計算を通じた経営分析により、赤字の圃場の原因究明や作物変更など、対策が打てるようになった。
- ・ 労務管理の効率化が図られた。

なお、農場担当者は GPS 搭載の携帯を持参しており、いつ畑に入って、作業を始めたかをクラウド上で確認できる。また富士通との協議で、圃場での入力作業は段階的に簡素化された。計画どおりの作業を行う場合は何も入力せず、計画とずれる作業が発生したときのみ入力するようになっているという。

3. 普及促進にむけての意見

農業経営における IT 化が今後どこまで普及するかという問いに対し、「一定の経営規模を持っている農業者への普及にとどまるのではないかな。それはある程度やむを得ないこと」と語る。

新福社長自身は、システム開発費や使用料など金額的なコストはかかるものの、コストを負担してもなおメリットのほうが大きく、また「10a あたりのコストにすれば高いと思わない」と話す。経営として農業を追求していく際、規模拡大は有効な生き残り策であり、大面積で確実な生産管理をしていくには IT は不可欠だという。また、取引先から信頼を得るには、工程管理を確実に行う必要があるともいう。工程管理によって担保される安全性もまた、消費者側が求めている情報でもある。このようなことから、農業者にとって IT は武器になると考えている。

ただ、金額面での負担やデータ入力にかかる人件費などを踏まえると、普及は一定規模以上に限定されるとみている。「小規模経営で、直売所や道の駅に出荷している農業者にまで

普及の対象とする必要はないのではないか」と新福社長。IT を使ったほうが経営面でメリットのある農家と、メリットを感じられない農家をセグメントしていくことが普及拡大の第一歩と言えそうだ。

4. フードバリューチェーンに向けての考え

～生産と販売の結合とビッグデータのオープン化～

新福社長は、生産現場の情報と販売先での情報を結合する重要性、さらにビッグデータのオープン化の必要性の2点について指摘している。

新福社長は、「需要に即した生産が求められているが、実態としては各産地、各農業者が思い思いの量を生産して、『売れるだろう』という見込みで出荷しているに過ぎない」という。本来であれば、『売れるだろう』という見当で作るのではなく、「これだけの量が売れる」と予測できれば、ロスを出すこともなければ、チャンスロスも引き起こさない。販売情報を把握して、生産側に伝えたり、産地間の調整を行い、物流の最適化を担うようなコントロールセンター機能が必要だというのが新福社長の考えである。

また、「農業者同士の情報共有化をもっとすすめていく必要がある」ともいう。「たとえば、都城市で7月にニンジンを作っているが、気温が高く作りにくい。本来であれば、冷涼な北海道で作ってもらいたい。そういうネットワークをもっと深めたい」という。適地適作ならば、収量も上がり、無理して農薬を使う必要もない。タイアップする産地が現れれば、同社が蓄積してきたデータを部分的にオープンにすることもできる。「宮崎と北海道では条件が違うので、データがそのままそっくりあてはまらずとも、ヒントにはなる」という。

フードバリューチェーンの必要性が唱えられているが、まだ生産現場と販売現場との結合がされておらず、バリューチェーンの一員にはなりきれていないというのが新福社長の考えだ。連携を深める意味でもITを活用する余地が残されているという。

5. <野菜の生産>イオンアグリ創造株式会社

(千葉県千葉市)

農業ジャーナリスト

青山 浩子

1. 事業の概要

イオンアグリ創造はイオングループの農業法人として、2009年に設立された。代表取締役は福永庸明氏。第一号農場として茨城県牛久農場（2.6ha）を同年7月に開設して以来、北海道から九州まで各地に直営農場を開設してきた。2017年4月現在、直営農場は21箇所、総面積は400haにのぼる。

作物は、露地および施設栽培による野菜、米がメインで、2017年には初の植物工場の稼働も始めた。直営農場では同社従業員が直接生産をおこなっている。1農場あたり3～5名の若手社員が中心となり、現地のパート社員と協力しながら生産活動をおこなっている。正社員は約150名で、パート社員を含むと総勢600名を超える。農場は地域ごとに8エリアに分かれており、各農場には農場長が配属されており、すべての直営農場を網羅する部長がいる。

直営農場のほかに、生産を委託し、同社が販売を担っている委託農場がある。有機認証を取得している農場が約400軒、グローバルギャップの認証取得農場が約60軒ある。同社は食の安全や品質向上、労働者の安全や環境保全という観点を重視した経営をおこなっている。これらがすべて概念に含まれているグローバルギャップの認証取得をすすめている。グローバルギャップの認証取得をめざすという農場に対し、同社自ら指導をおこなっており、認証取得農場を1,600軒ほどに拡大する計画を持っている。

2. ITの導入状況

同社は生産管理、経営分析、会計管理、ならびに販売管理においてITを活用している。前者3つにおいては富士通の製品を使っている。福永社長は「もはやICTなしには、日々の業務は成り立たないといっても過言ではない」という。

法人設立してすぐに必要になったものは会計をおこなうためのソフトであった。イオングループの子会社として連結決算をおこなう、国際的な会計基準に従う・・・などのルール

に則った形で決算をおこなう必要があったが、既に商品化されている農業会計ソフトでは適合するものがなかった。顧問税理士に相談したところ、同社の求める会計ソフトを保有している富士通を紹介された。富士通と協議をしているうちに、会計ソフトのみならず生産管理でも IT を活用しようという流れになり、2010 年より会計ソフトと生産管理ソフトを導入するようになった。同社の社員はすべて、農業未経験の若者である。農業に対する知見がないなかで、技術のノウハウの蓄積をしていくためには、IT を有効に活用し、作業内容や生育状況をわかりやすく見える化する必要があると経営陣は考えていた。それが生産管理ソフトの導入につながった。会計管理ソフトと生産管理は共に、富士通が提供するシステムである Akisai のメニューに含まれている。生産管理ソフトはパート社員の労務管理にも連動している。

Akisai には含まれていないが、同社が 2011 年より導入した経営分析システムは、農場ごと、圃場ごとの収支をはじき出し、改善策をみつけていく基礎資料として用いている。例えば、収穫量が計画に対し未達成であった場合、どこに問題があったのかを議論し、対処方法を探るための参考にしている。

販売管理についてはイオングループが活用している「生鮮 MD」というシステムを用いている。販売実績がリアルタイムで確認できるシステムであり、需要予測を立てるためのデータとして用いている。具体的には約 1 週間前に、おおよその需要予測を立て、前日には需要を確定する。この数値に基づいて各農場のスタッフが収穫作業をおこなうという。

IT を活用することで得られるメリットについて福永社長は次の 3 点を挙げる。

1 点目は、従業員に対する教育的効果である。同社はだれもがあらゆる作業をこなせるようになることを目標としている。ICT を活用したデータの蓄積は、従業員教育に大いに役立っている。例えば、苗を植えてから収穫が終わるまで定期的に写真をとり、蓄積している。生育にどんな問題があるのか、それはなぜ発生したのかを検証する材料となり、これらすべてがナレッジの蓄積となって、従業員に引き継がれている。

2 点目は、農場同士の情報の共有化である。生産管理システムは、21 ある直営農場ですべて共有できる仕組みになっており、他の農場の状況をリアルタイムで確認することができる。また農場間は月 1 回程度テレビ会議を開催しており、その際にも生産管理システムの情報を素材にしているという。「収量をあげるためにどうしているか」「うちの農場はこういう工夫をしたら成果があった」といった情報がやりとりされる際も、生産管理システムに蓄積された情報が有効に活用される。農場同士はよい意味で、互いに協力関係でもあれば、

ライバル関係にもあるという。生産管理システムから得られる情報は、農場長、副農場長、作物担当者を問わず、頻繁に閲覧しており、情報を共有化するための重要なツールとなっている。

3点目は、顧客に対する信頼の向上である。生産管理システムではすべての正社員がアクセス権を持っており、播種や防除などの生産履歴を入力している。いったん入力した情報は書き換えができないようになっている。たとえば、指示されていない農薬を散布して履歴に入力し、その後間違いに気づいても「散布していない」と書き換えることはできない。つまり、データの改ざんやねつ造が行われないことで顧客への信頼を得ることができる。

3. IT 化促進のための意見

現在、これらのシステムは同社の自社農場での活用に限られており、委託農場に対しては導入を持ちかけていない。もし導入する農場が現れれば、一定のアクセス制限を設けた上で、社内でおこなっているような情報の共有化や知識の集積をおこなっていきたいという意向を持っている。

農業現場で IT の普及をすすめるための課題として、福永社長は 3 点を挙げている。

1 点目に、IT 企業がターゲットとなる農業者層を明確にしないまま、商品やサービスを提供している点を挙げる。「たとえば、売上 1 億円程度の農業者に向けて、『IT をこういう面で活用すれば、こうしたメリットがある』といったように具体的な提案をすれば、その層に該当する農業者が使うか使わないかを選択しやすくなる」と福永社長はいう。また、Akisai は個別経営の農業者にとっては過度に重装備であり、一般的にはメニューを絞り込んだ軽装備のもので十分ではないかという。「現状では、IT 企業も国も農業者のターゲットを明確にしないまま、“IT を活用しましょう”と提唱している。そのため、ごく限られた農業者の間でしか普及が進んでいないのではないか」と福永社長は指摘する。

2 点目に、IT 製品・サービスを提供する企業間の横のつながりがまったくない点を挙げる。「具体的にいえば、全体では A 社のシステムを活用しており、一部分のソフトに限定して B 社のものを組み込みたいと思っても、互換性がなく一気通貫ができない」と福永社長は指摘する。そのため機能的に優れた B 社のものを使おうにも使えず、不便を感じながらもスタッフに自助努力を強いることになっている。「農業関係の IT 企業もそれぞれ得意分野と不得意分野がある。すべて自社でカバーしようとせず、横の連携を深めてもらいユーザー側が選ぶようになれば、もっと IT の普及が進んでいくだろう」（福永社長）。横の連携

が生まれれば、農業 IT に関するプラットフォームも構築され、そこに農業者が出入りするようになれば、農業経営における IT 活用が進むだろうと読んでいる。

1、2 点目の課題が解決すれば、IT 商品・サービスにかかる価格が高いという 3 点目の問題解決にもつながる。現状では普及が遅れ、需要が小さいため必然的に商品・サービスの価格が高止まりしている。活用するユーザーが増えれば、価格は下がっていく。福永社長によると「現在の商品・サービスの価格はこうした将来を見据えた価格設定になっているとはいえない。海外の企業が低価格のサービスを持ち込んでくる可能性も視野に入れておく必要がある」という。

4. フードバリューチェーン化への対応・考え方

フードチェーン構築のために同社では、販売に関するデータと生産に関するデータのさらなる結合をすすめていきたいと考えている。現在、販売管理システムから得られるデータをもとに需要予測を行い、ロスが多く発生しないように農場での作業の最適化をおこなっている。だが、収穫し、個包装した野菜を顧客の手に渡るまでの作業の最適化はこれからだという。たとえば、個包装した野菜のボリュームが消費者にとっては少なすぎ、同じ野菜を 2、3 袋買っていくようであれば顧客のニーズを満たしているとはいえない。まだ解析されていない販売と生産のミスマッチを埋めることで、より需要の掘り起こしにつながる。それが消費者にも生産者にもメリットとなるだろうと福永社長は考えている。

6. <野菜の生産>農業生産法人有限会社トップリバー (長野県北佐久郡)

農業ジャーナリスト

青山 浩子

1. 事業の概要

トップリバーは、レタス、キャベツ、白菜といった高原野菜の生産および流通を手がけている。会社設立は 2000 年で、代表取締役社長は嶋崎秀樹氏。売上（2016 年）はおよそ 12 億 5 千万円である。常時雇用者はおよそ 40 名で、夏季の収穫時にはアルバイトを含み 100 名体制になる。

北佐久郡御代田町（約 19ha）および諏訪郡富士見村（約 17ha）の自社農場で生産された野菜を販売するほか、川上村や富士見町の協力農家、また同社から独立していった生産者が作る野菜の販売も手がけている。販売先は、外食・中食業者が主体だが、給食サービス業者、大手量販店との取引もある。事前に数量や価格を決めておく契約取引が主体である。

同社の最大の特徴は、独立就農をめざす若者を社員として雇用し、4～6 年ほど生産および経営の経験を積んでもらい、独立するまで支援をしている点である。

独立就農者には、長野県内で就農するタイプと他県で就農するタイプがある。長野県で就農する若者は、生産した野菜をトップリバーに出荷し、同社の販路に乗せて販売ができる。2016 年 12 月時点でこの方法で 7 名が独立した。一方、他県で独立する場合、販路を独立者自身が開拓する。同社の販路を活用する場合、各産地から長野県を一旦経由し、取引先まで輸送するため余分なコストがかかる。長野経由をせず、現地から直接取引先に送る方法もあるが、トップリバーとして品質管理できないなどの課題があるためである。「郷に入れば郷に従う」方式で、就農した先で JA や卸売市場などの販路を活用することで、当該地域に溶け込みやすいなど独立者にとっても好ましいやり方だという。2 つのタイプの独立者をあわせて 30 人以上を輩出した。

2. IT 導入状況

同社は現在、生産から販売までのすべての情報を蓄積した同社オリジナルのデータベースを構築し、これを段階的に更新し、日々の業務に活かしている。

法人設立した 2000 年当初より、生産履歴を残し、トレーサビリティができるようにマイクロソフトの「エクセル」を活用し、作業内容を入力していた。やがて、販売計画や販売実績などのデータ管理と合体させ、効率よく活用できるシステムの必要性を感じ、2008 年にオリジナルのデータベース「トップシステム」の構築へとつながった。

「トップシステム」は、農林漁業者にパッケージソフトの企画・開発・販売を行っている業者に構築を依頼した。トレーサビリティを行うための圃場ごとの情報管理、野菜の生産計画や実績管理などを目的として、システムは構築された。

ただ、活用する過程で課題が見えてきた。蓄積されたデータを組み合わせ「こういう分析をしたい」「こういう見方ができるようにしてほしい」という要望を、システムを構築した業者に出すと、そのための開発に毎回時間と費用がかかった。また、ひとつのデータを加工するのに、データベースに蓄積されているデータをコピーアンドペーストできず、手で入力しなおす必要があるなどの問題もあった。嶋崎田鶴子専務は「ほしいデータを瞬時に加工して見られるものがほしかった」という。

2014 年、同社と長野県富士見町、JA 信州諏訪は、担い手不足の富士見町において新たな高原野菜産地を形成し、若い農業後継者を育成する「富士見みらいプロジェクト」を立ち上げ、一般社団法人農林水産業みらい基金から資金面での援助を受けられることになった。同社のプロジェクトに対する助成額は 3 年間で 1 億円超。その一環として、独立した若い農家の育成にもつながるデータベースの再構築に乗り出した。

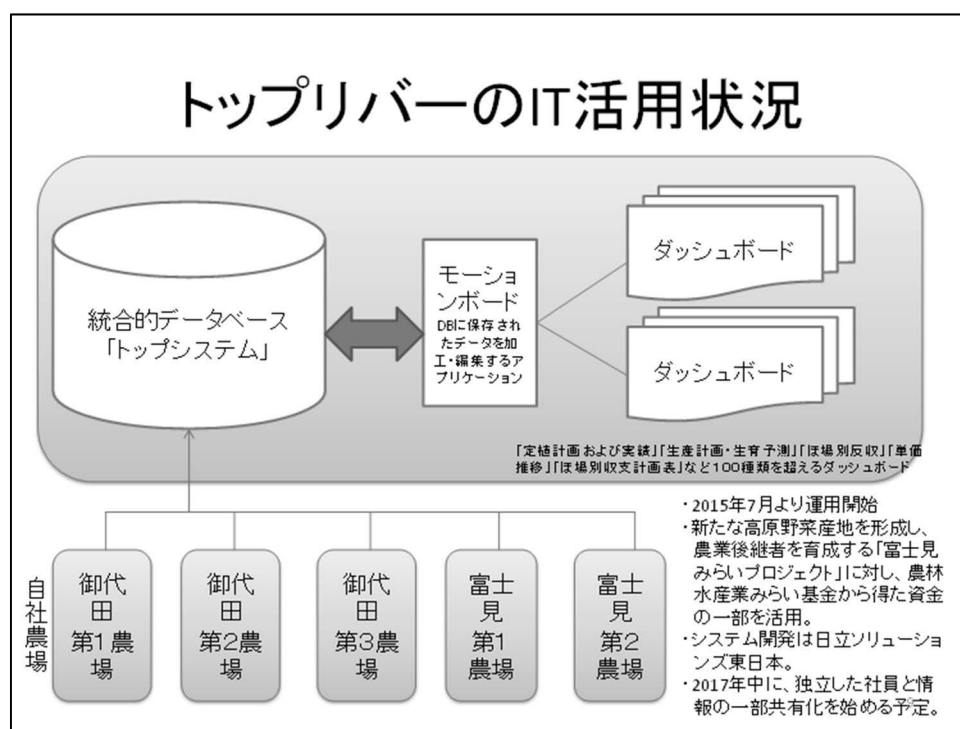
その結果、同社から相談を受けた日立ソリューションズ東日本が、トップリバーに蓄積されたデータベースを「MotionBoard」（開発はウイングアーク 1st 株式会社）というアプリケーションを通じて、加工・編集・閲覧できるようなシステムを組んだ。その結果、「定植計画および実績」「生産計画および生育予測」「圃場別反収」「単価推移」といった同社が求める 100 種類を超えるダッシュボードができあがった。

嶋崎専務は、「チェックしたい数字やデータがタイムリーに見られる点は助かる。生産現場の動きと入力された情報に信憑性があり、生産と販売の予測が確実に立てられるという点も大きい」と語る。

同社で独立を控えた若い社員も有効活用している。富士見第 2 農場の伊藤佑貴農場長は、圃場別に 1 日ごとの売上と経費の推移を見られる「圃場別収支計画表」というダッシュボードを頻繁に活用している。伊藤農場長が「こういうものが見たい」とリクエストして作られたダッシュボードのひとつだという。「今日は、ある圃場でどのぐらいの売上が上がったか」

を確認できるだけでなく、圃場ごとの資材費、人件費も見られ、収支の状況が一目でわかる。また「自分の農場のみならず、他の農場の状況と比較でき、参考になる」と伊藤農場長は話す。

運用が始まった 2015 年 7 月以来、システムは同社内のみで活用されてきたが、2017 年中を目途に、独立した長野県内の農家および、川上村や富士見町の協力農家とも共有できる仕組みを作っていく計画（閲覧には一定の使用料の負担を検討）だという。現在、入力パソコンのみとなっているが、いずれは携帯電話からも入力できるようにする計画だ。



資料：同社へのヒアリングをもとに筆者作成

3. IT化促進に向けての意見

近年、農業分野に進出する IT 企業が増えているが、農業分野における IT 活用がどれほど広がっていくかという点に対し、嶋崎専務は「IT 企業が抱く期待と、実際の農業現場にはギャップがあるように感じる」という。

契約取引を主体しているトプリバーは、作柄の善し悪しにかかわらず、取引先への納入義務があるため、予測と実績の管理を綿密に行わざるを得ず、IT を活用した予実管理は必須となってくる。しかし、収穫しただけの野菜を JA や卸売市場に出荷する従来型の農業者であれば、あえて IT を活用した予実管理の必要性は低い。トレーサビリティのための生産

履歴も紙ベースで記入・保管している。パソコンを使う場面があるとすれば、確定申告の時という農業者が多いのが実情だ。「IT の必要性を感じている農業者はまだまだ少ないのが実情ではないか」と嶋崎専務はいう。

農業法人の数が増えてきているとはいえ、いまだに大宗を占めているのは圧倒的に中小規模農家である。「10 枚程度の圃場であれば、経営主の経験と記憶により圃場管理が十分にできる」と嶋崎社長。このため、IT を活用しようとする農業者は、かなりの大規模経営体に限られるのではないかという見解を持っている。

ただ、IT 化の促進にむけて可能性があるとするれば、「全農や単位農協が、組合員のニーズを吸い上げ、圃場管理や経営分析に関するデータベースを蓄積し、ある程度加工して、組合員が活用できるような形ができるとすれば、組合員にも有益なものになるかもしれない」と嶋崎専務は話す。

なお、IT 活用にかかるコストの負担も IT 普及とは切り離せないという。嶋崎専務によれば、「どう活用するかにもよるが、法人であっても IT 関連で出せるコストはせいぜい年間 20～30 万円ではないか」という。同社も農林水産業みらい基金の助成があったために、大がかりなデータベース再構築ができたという。IT 活用をメリットと感じる農業者数は全体からみれば一部であり、そうした農業者であっても拠出できるコストはある程度限定されるのではないかという見方である。

4. フードバリューチェーン化への対応について

同社が活用している総合データベースを、流通、消費といったフードチェーンにまで広げていく可能性については、同社としては特に考えていないという。

取引先への信頼構築の一環として、トレーサビリティの体制を整備しているが、具体的に顧客から「詳細な生産履歴を見たい」という要望はあがってこないという。IC タグをつけて畑から食卓までトレースをとれる仕組みもあるが、「野菜の単価は安い。ひとつ 10 円する IC タグを単価 100 円の野菜につけても、採算にのらない。情報を一気に通貫させて、ビジネスとして成立するのは牛肉ぐらいではないか。単価が高く、BSE 防止の観点からも消費者の理解が得られやすい」と嶋崎専務はいう。

一方、加工メーカーや量販店など取引先に、「今日、出荷する野菜に関する情報です」という出荷予定情報を提供するという選択肢はあるかと尋ねると、「圃場の野菜の収穫はたいてい一日で終わり、翌日には別の圃場へ変わっていく。そうした情報の更新を誰がやるの

か、そのコストを誰が負担するか、そもそも需要者がそうした情報を必要とするかなどを総合的に考えるとあまり現実的ではない」という考え方である。

ただ、インターネットを介した **B to B** ビジネスには期待感を持っているという。これまで、農産物の **B to B** 取引のサイトは数多登場しては、消えていくという繰り返しをしてきた。鮮度が命の農産物にマッチングサイトのほうが追いついていかず、売り手にとって買い手にとっても魅力的なサイト運営が継続できなかったためである。同社もこれまでこれらのウェブサイトに関与してこなかったが、2017 年より、あるマッチングサイトへの参画を計画している。「情報の鮮度を常に維持できるかどうか（によってウェブサイトが有効活用できるかどうかを決める）」と嶋崎専務はいう。

7. <野菜の生産>イシハラフーズ株式会社

(宮崎県都城市)

農業ジャーナリスト

青山 浩子

1. 事業概要

イシハラフーズは冷凍野菜加工メーカーであり、原料となる野菜をほぼすべて自社農場(220ha)で生産をまかなっている。創業者であり、代表取締役をつとめる石原和秋氏が青果卸業から加工業へと事業展開を図り、いまでは九州地方を代表する冷凍野菜加工メーカーへと成長を遂げた。創業は1973年、会社設立は1980年である。

九州には冷凍野菜メーカーが10社以上あるといわれているが、同社はそのなかでも最大級の製造規模を持っており、主体である冷凍ほうれん草の生産量は国内一位を誇る。ほうれん草の他には、小松菜、里芋、枝豆、ごぼうなどがある。

自社農場の開設は2003年だ。初年度は30haだったが、年々拡大し、2017年時点でおおよそ220haに及ぶ。作付け延べ面積にすると年間約500haに及ぶ。これほど面積が広がったのは、トレーサビリティを徹底的に実施するには、自社農場を持ち、生産管理を行う必要があるという考えにもとづき、積極的に規模を拡大してきたからである。また、近隣の農家の離農が進み、同社に任される畑が拡大してきたことも農地拡大の要因のひとつである。かつては、原料の多くを契約農場から調達しており、ピーク時には500軒ほどあったが、徐々に自社農場での生産にシフトしていった。

農地の拡大のみならず、作業の効率化を進めるために、農地集約にも力を入れている。そのため、社内に専任担当者を置き、都城市の農地中間管理機構と連携しながら、社員自ら調整役となって農地を集約するなど、流動化のスピードアップを図っている。

同社が加工する冷凍野菜はすべてエンドユーザー向けの商品であり、製品の96%は全国各地の生活協同組合に出荷されている。残りは学校給食などである。

2. ITの活用状況

同社は原料となる野菜の生産、加工、商品の包装、発送に至るすべての段階においてトレースできるようにイシハラフーズ独自の仕組みが確立されている。そこにはITが随所で

活用されている。安全・安心な国産野菜を原料として使っていることを切り札にしているため、安全性を担保する観点から自社で宮崎県とタイアップして残留農薬検査室を持ち、20年以上前からトレーサビリティに取り組んできた。

畑ごとの履歴作成は、1990年代後半からスタートした。その後、畑一枚ごとに肥料や農薬の使用履歴、播種や収穫などの日付を詳細に記録するようになったのは、自社農場を開設した翌年の2004年からだ。当時は、紙ベースで農場担当者が手書きで記入していた。

それ以降、畑の面積が急速に増え、紙ベースでの記録が煩雑になってきたため、ITを活用し、効率的に管理できるシステムの開発へとつながった。

圃場での作業はすべて「栽培情報」に入力される。ここに蓄積されるデータには①圃場名(地番)、②品種、③播種日、④圃場番号、⑤面積、⑥施用施肥、肥料、⑦隣接圃場、⑧作業内容、⑨農薬の情報、⑩経費、⑪作業・生育状態の画像などがある。実際に入力するのは、圃場で作業する社員である。データはすべてクラウドで管理されている。

全社員がiPhoneを携帯し、畑ごとに立っている看板に表示されたQRコードをかざして、それまで蓄積されているデータを読み込んだ上で、誰がどんな作業を行ったのかを記録する。この情報はリアルタイムで事務所のクラウドに保管される。入力するだけでなく、その圃場では前作の際にどんな農薬を使ったのかということも確認できる。

iPhoneでの入力には生産部門の正社員(21名)のみであり、パートや外国人技能実習生は正社員の指示により作業を行う。

これらの情報は、加工工場での原料引き受け→一次加工処理(冷凍処理)→半製品の保管→最終商品の包装→出荷と、最終商品まで引き継がれる。

なお一次加工処理を行った段階での残留農薬検査も自社で行っている。残留農薬検査は、圃場ごと、作物ごとにすべて実施する。国内の一般的な分析は分析に2日~1週間かかるというが、同社は最新設備を導入し、1検体あたり335の農薬成分を2時間で診断できる。

膨大な情報はトレーサビリティのために使われるだけではない。工場の稼働状況をデータで確認し、生産現場の作業の調整をするといったことも日常的に行われている。

同社では冷凍野菜の品質を高めるために、「原料野菜の収穫から24時間以内に冷凍処理を行う」ことを徹底している。仮に、工場がフル稼働しているのに、さらに原料が工場に持ち込まれれば、24時間以内に処理できない可能性がある。このため、工場での一次加工処理の進捗状況が30分刻みでデータ確認できるようになっている。その上で、工場側から生産現場に「畑での収穫のペースをあげて、早く工場に原料を持ってきて」とか「(予定外だ

が) 別の畑に移動して収穫してほしい」という指示を出すこともある。

同社のシステムの最大の特徴は、既存の商品を使わず、同社の社員が開発したオリジナルのものである点だ。アップル社の「ファイルメーカー」を使って作り上げたものだという。担当の吉川幸一氏によると「使いやすいシステムにするには、当社の仕事の流れを熟知していることが前提。仮に、専門業者にすべて説明し、理解した上で作ってもらったとしても、システムの更新もたびたびあるため、結局は自分たちで使い勝手がいいように作ったほうがいいという判断に至った」と話す。

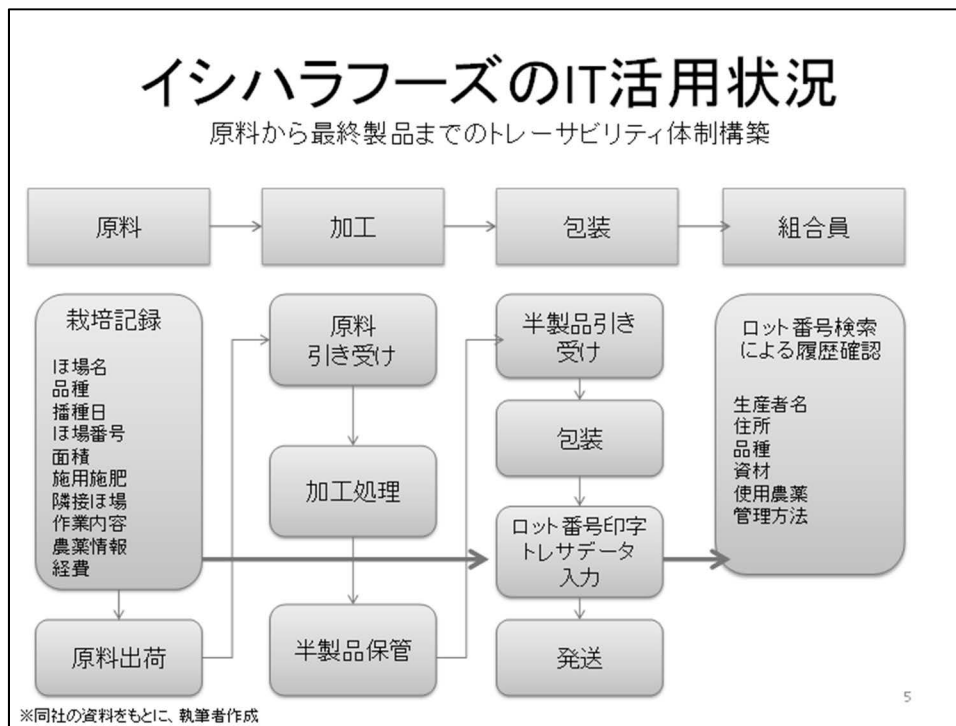
なお、システムに入力する以外の情報のやりとり（業務連絡、作業内容の指示など）は、ラインやスカイプが使われている。

原料生産から出荷まで、IT で管理することのメリットとして、1.安全性の担保による顧客への信頼向上、2.作業効率化とコスト削減、3.経営分析を通じた業務改善を指摘している。

冷凍野菜メーカーで同社ほど徹底的なトレーサビリティを行っている企業は存在せず、取引先からの同社製品に対する信頼性はきわめて高いという。

自社農場の面積は 220ha だが、圃場の枚数でカウントすると 750 枚にも及ぶ。紙ベースで記入していた頃は、履歴をパソコンに入力し、保管するだけで専任のスタッフが 3 人いたという。その後、IT 化することによって入力および保管作業が大幅に効率化できた。さらに、紙ベースの頃と比べ、記入ミスも減ったという。

また、圃場ごとの収支状況がリアルタイムで確認でき、赤字経営になっている圃場を確認し、原因究明や改善策を探る基礎資料としても有効利用されている。土壌の養分が作付けする作物とマッチしていない場合、土壌改良を行ったり、作物を変更したりするという。



3. IT 普及促進に対して

前述のとおり、同社はすべてのシステムを自社独自で開発しており、IT 関連企業および政府への具体的な要望というものは聞かれなかった。ただ、IT 関係の情報を低価格で活用したいという意向は持っているようだ。広大な面積をまかなっている同社では、GPS 制御のトラクターを活用しており、「GPS から得られる情報料がもっと割安になってくれれば」というリクエストを持っている。

4. フードバリューチェーン化への対応・考え方

同社が IT を活用し、生産から製品出荷にいたるまでのトレーサビリティを徹底させているのは、安全性の担保という直接的な目的のみならず、国内農業の生き残り策、さらに自給率向上策という大きな目的が貫かれている。

石原和秋社長は青果業で創業し、一部は中国において、大手量販店の工場建設プロジェクトチームの主力的な立場に立って、計画を推進したが、国内に一次産業である農業を残すことの意義を痛感し、国産農産物を活用した付加価値の高いビジネスの構築に力を注いできた。ただし、輸入に比べて割高である国産農産物を原料とし、なおかつ輸入と差別化を図るには安全性、確実な工程管理が必須だと判断し、トレーサビリティの仕組みを構築するに

至った。

ただ、これらの仕組みづくりにはコストがかかる。冷凍野菜の場合、輸入原料と比べ、国産原料を使った冷凍野菜は2、3割高いという。その上、安全に係る上乗せコストを製品価格に転嫁することは簡単ではない。そこで同社が積極的にすすめてきたことが、全社的な効率化・合理化である。原料を作る圃場を集約化し、作業は極限まで機械化し、データ入力・保存については徹底的にIT化する。これらはすべて効率化につながっていく。

石原社長によると、コスト削減をさらにすすめるには、経営をデータでとらえる計数管理と農業分野でイノベーションをおこすことだという。その一例として、同社では、ほうれん草の再生栽培に挑戦している。通常、ほうれん草は根ごと収穫するが、一度目の収穫は地中の根を残した状態で行い、追肥をして成長を促したほうれん草を二度目に収穫するという取り組みである。鹿児島県の農機メーカーが開発した専用機械を使っている。

冷凍野菜といえば輸入原料が当たり前という認識があるなかで、同社は国産原料に特化した冷凍野菜を製造し、飛躍的に生産量を拡大してきた。石原社長は「現在の形にするまでに40年かかったが、ようやく形になった。冷凍野菜の需要は今後も伸びる」と意欲をみせる。

安全性の担保、効率化のためのIT活用、生産分野でのイノベーションなどこれまで独自で行ってきたことを今後はある程度オープンにして、「オールジャパンで農業にイノベーションを起こしていく必要がある」と石原社長は考えている。

8. <野菜の生産>NK アグリ株式会社

(和歌山県和歌山市)

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

写真現像機メーカーだった、ノーリツ鋼機（東京都港区）の社内ベンチャーとして 2009 年に和歌山市に設立。植物工場での野菜の生産・販売と、機能性野菜の研究・開発・流通を手掛ける。同社の管理下で全国の契約農家が栽培したリコピンの豊富に含まれるニンジン
を、「こいくれない」の商標で流通させている。全ての野菜をあわせると全国の量販店 65 社
に年間約 300 万袋を出荷している。

2. 経緯

2009 年 設立。ネギの栽培に始まり試行錯誤の末、レタスを自社の植物工場で栽培する
ようになる。

2015 年 「こいくれない」の長期間出荷できる体制を整え、流通網を構築するため、全国
七か所の農家と提携。各地にセンサーを設置し、気象データをクラウドシステ
ム「kintone」に集積。

2016 年 「こいくれない」でβカロテンといったプロビタミン A の含有量を全国の契約
農家で把握。露地栽培で初の栄養成分を表示する「栄養機能食品」に。

3. IT の導入状況

(1) IT 製品・設備・ソフトの名称

- kintone

サイボウズ（東京都中央区）の提供するクラウドサービス。業務用アプリケーションを簡
単に開発、共有でき、スマートフォンやタブレット端末からも確認が可能。

- おんどとり

T&D の市販するセンサーで、1 本 2 万円程度。温度や湿度などのデータを記録、パソコン
などに転送できる。比較的安価なため、農家の間でよく使われている。

（２）導入状況

「こいくれない」は、通常の人参にほとんど含まれないリコピンが豊富で、カロテン含有量も高い品種を、同社の管理下で栽培したもの。赤色が濃く、強い甘みがある一方、発芽しにくく曲がりやすい、旬が短く同地域で一カ月ほどしか収穫できないといった難点もある。

旬の時期に収穫し栄養価の高い状態で消費者に届けるため、「kintone」を導入した。各地に設置したセンサーからのデータを「kintone」を通じて収集し、独自に作成した計算式に当てはめることで、旬の収穫日を予測。7 道県に跨る約 50 の契約農家に対し、収穫日の目安を伝え、栽培上のアドバイスを行っている。

センサーは、クラウドシステムにつながるようあらかじめパッケージ化されたものと高額になるため、T&D の市販する比較的安価な「おんどとり」を使用している。このセンサーから送られてくる気温の情報を「kintone」で管理する。センサー自体は気温、日射量、湿度を計測できるが、全農家から収集している情報は気温のみで、一部の農家から日射量の情報も収集している。

「kintone」に入った気温データは 1 時間ごとに積算するように設定されている。品種によって成長に影響を与える温度帯が異なるため、有効な温度のみ積算するよう設定。その積算温度を独自の計算式に当てはめ、収穫日を予測している。

過去十年の温度のデータがあり、そこから判断して収穫が通常よりもかなり遅くなる場合などは、そのことを生産現場だけでなく、営業にも伝える。そうすることで、営業の出荷計画まで見直していくのだ。

今後は収穫日の予測のさらなる精度向上のため、日射量についても全農家から収集する方針だ。発芽率などのデータは、今のところ社員が全国の農場を巡回して収集している。だが、将来センサーがより安価になることを見越して、一反ほどの圃場に様々なセンサーを設置し、データを網羅的に集める実験圃場を整備することを検討中だ。

契約農家には数十年間ニンジンをつくり続けている熟練農家も多い。そうした農家は、契約初年は同社がセンサーやデータを基に収穫時期について話をしても、「信用しない」と三原社長は話す。ただ、2 年目ごろからデータ農業に関心を示すようになり、「俺の経験と、（予測システムと）どちらが正しいか勝負しよう」と言ってもらえるようになるそうだ。

「kintone」は生産現場の管理だけでなく、同社の流通から営業までを含むあらゆるデータの管理に使っている。「（植物工場の）養液管理」「経費精算」「出張報告」などのアプリケーションを作成し、情報を横断的に検索できるようにしている。

生産現場でセンサーを使うだけにとどまらず、会社経営全体をテクノロジーで最適化することを視野に入れている。「センサーだけというよりは、全体最適化」と話す三原社長は、「生産現場のセンサーから始まって、収穫した野菜を定価で売り切る経営体制全体がこれからの農業のロールモデルになると思う。その全体像を自分たちでつくりたい。」と意気込む。

今後、農業の産業化を目指す大規模な法人と、アグリテックの分野で協力することも視野に入れている。農業を産業化するための技術開発は今年から始めたいと考えており、まずは事業者間のプラットフォームをつくり始める考えだ。

オープンイノベーションによる研究体制構築はすでに進んでおり、5大学、1企業と共同研究を行ってきた。収穫日を予測するシステムの開発も共同研究の成果だ。このほか、ニンジンに含まれるリコピン量の非破壊測定 of 機器や、超長期貯蔵法も開発している。

（３）導入経緯

創業後、太陽光利用型植物工場でのレタス栽培に取り組んでおり、テクノロジーを積極的に活用してきた。農業経験者ゼロでスタートした新規参入企業として、農業に携わる中で二つの改革の必要性を感じてきた。その実現の方策として、「kintone」を使った農業のIoTシステムを確立し、広めていく考えだ。

改革の一つ目は、消費者のニーズに応じたバリューチェーンを構築すること。既存の流通の規格は、実際の消費者の求めるものから大きくずれていると感じている。見た目や大きさにこだわるあまり、栄養価やおいしさといった本来消費者の求めるニーズに応えられておらず、規格の再構築が必要だとみている。おいしさと保健機能を評価軸にした新たなバリューチェーンを構築する考えだ。

二つ目は、出荷団体のあり方を地域単位ではなく、品目単位にし、全国横断的な組織をつくること。消費者、小売といった実需サイドからは、気に入ったものをいつでも買えるようにしてほしいという需要が年々強くなっている。しかし、既存の出荷体制ではその需要に応えられないばかりか、地域間の連携がないことで相場の乱高下を生み、生産者のみならず需要側も混乱させている。情報化社会の中で、地域軸でなく品目を軸にしたあり方が今後の農業の出荷団体のあり方になると考えている。

二つの改革を実現した新しいバリューチェーンを構築し、全国に広げていくためには、予算と実績を比較して目標達成ができるようにする管理手法である「予実管理」のできる農業を実現しなければならないと考えている。

「データを蓄積することで、一般的な管理よりもブラッシュアップした農業管理ができるという実績を、我々は持っている。予実管理をすることで農業経営の精度が上がっていくという自分たちなりの成功体験もある」

アグリテックを使った農業で、今後のロールモデルを構築することまで目指している。

（４）効果

独自の計算式を使うと、全国どの産地でも収穫すべき日付がほぼ正確に割り出せる。それにより、産地をうまくリレーすることで、期間中は途切れることなくニンジンを出荷することができている。

「桜の開花前線のような技術がもともと気象分野にはあるのに、なぜ農業の人たちは使わないのだろうと思っている。それを使って、たとえば全国の出荷組合を束ねた流通網をつくれば、農業者の間で出荷時期が重なったとケンカをしなくてもいいし、バイヤーに買い叩かれることもない。我々は流通自体を新しい設計にしていきたいなと思っていて、出荷組合の今後のロールモデルみたいなものを、まずはこのニンジンで作っていききたいと思っている」。

予実管理ができず、消費者のニーズにもきちんと応えられていないケースの多い農業について三原社長は「産業化がまだ始まっていないと思っていて、これから産業化していくべき」と指摘する。その産業化の過程で、テクノロジーが有効な手段となる。品種や品目ごとの特性に基づきつつ、情報化を進めれば、「こいぐれない」のような産地間連携を実現することが可能になる。

4. IT化促進に向けての意見

（１）IT化阻害要因

阻害要因の一つとして、農業現場で導入できるクラウドシステムとセットになったセンサーが高額であることを挙げる。三原社長は「大手がつくっているセンサーは高すぎて、現場で使える価格の10倍くらいの価格だと感じる」と話す。

（２）IT化をめぐる政策（国、自治体）要望

露地栽培よりも環境制御型の農業にテクノロジー開発が偏りがちな現状に疑問を感じている。

「環境制御型農業という方向に、いろんなテクノロジーが向かっているが、完全自動制御のハウスといったものは、そもそも日本で消費されるマスの食べ物とあまり関係ない。全体に波及するものではない」と認識している。

現在の技術開発の進む先に、一般的な露地栽培はないのではないかと危惧している。収量予測こそが、技術がなければ最も困る分野だと考えている。畑は制御できないからこそ状況を知る必要があり、畑向けの技術開発が必要なのに、田んぼやハウス栽培のための技術開発ばかり先行している状況に不足を感じている。

「API でリアルタイムでデータを活用できるようになれば、センサーのコストがかからなくなる。計測地点と圃場で地域差があると言っても、補正すればいい話」（三原社長）。

NK アグリとサイボウズを兼職している中村龍太氏は、気象データといった環境データと発育・成長・収量などに関するデータを研究する専門の組織が必要だと指摘する。

「農家が作業しながら研究もするというのはできない。そういう研究チームができると、NK アグリのような会社が増えると思う。一つそういう研究機関があり、理解のある生産者がいれば、つながってデータ農業ができるようになる」と期待を寄せる。

5. フードバリューチェーン化への対応

「こいくれない」を栽培するに当たっては、これまで生産・流通の各段階が一貫せず、ぶつ切りになっていた流通をつなぎ合わせて、バリューチェーンをつくるということを念頭に置いていたという。一か所でしか栽培しないと1カ月程度しか出荷できないニンジンをも、全国に栽培範囲を広げ、半年ほど供給できる体制を整備している。

これから取り組みたいと考えているのは、消費者に生産から流通の過程全体を見せていくということ。誰がつくっているか、今どういう作業をしているのかといった情報を積極的に消費者に見せていく。facebook のページには、「こいくれない」を使ったレシピなどの投稿がすでにされており、ここに生産者からの書き込みなども加えていく方針だ。

「コモディティ化（同質化）したニンジンじゃなくて、ニンジンじゃない、『こいくれない』だと貫き通そうと思っている。コモディティ化する野菜の流通とは決別したい。むしろコモディティ化したニンジンの市場を『こいくれない』が逆に取っていけばいいのだと思っています、そういうことをそれぞれの品目でやっていけばいい」（三原社長）。

今後、根菜類を中心にキノコなどでも付加価値のある品種で「こいくれない」のような栽培・流通体制の確立を目指す。

三原社長は「我々は食べたら良いことのあるもの、体にいいものをつくろうとしているので、それができる野菜はまだまだいっぱいあると思う。需要にちゃんと合わせて流通を作り直すということが、これからどんどん起きていくんじゃないか」と、まだまだ事業は拡大できていると考えている。

9. <野菜の生産>こと京都株式会社（京都府京都市）

農業ジャーナリスト

青山 浩子

1. 事業の概要

こと京都は、京野菜のひとつである九条ねぎの生産および加工・販売をおこなっている。法人設立は2002年（当時の社名は有限会社竹田の子守唄。2007年に現社名に変更）で、社長は創業者でもある山田敏之氏である。従業員数はパートタイマーを含め約140人である。

同社の特徴は、九条ねぎに特化した生産を行う一方、カットねぎをはじめとする加工事業により、急成長を遂げた点である。カット工場が完成する前年（2009年）の売上高は約3.4億円だったが、2016年の売上高は12億円まで拡大した。同社が取り扱うねぎのうち、カットねぎや乾燥ねぎなど加工して販売する比率が65%、生鮮品として販売するねぎは35%となっている。現在、外食・中食業者、量販店、生協、通販業者、食品加工メーカーなどあらゆる業態との取引を行っている。

もうひとつの特徴は、九条ねぎを作る生産者グループ「ことねぎ会」と連携をとっている点である。加工部門の確立により急増した注文に応じるため、京都府内で九条ねぎをつくる生産者の組織化を2009年から始めた。2017年4月現在、ことねぎ会の会員は40名で、会員が生産する九条ねぎは全量、同社が引き取って販売している。

また、同社では独立志望の若者を雇用し、4年ほど技術を学んだ後独立まで支援する「独立研修制度」を2013年から実施している。制度を利用して独立した生産者は「ことねぎ会」のメンバーとなっている。

自社の生産規模は28haで京都市、亀岡市、美山町の3地域に分かれている。これとは別に、ことねぎ会の会員合計の生産規模が32haある。双方をあわせた生産量は約1,200トンで、京都府で生産される九条ねぎの20%にあたる。

2014年には「こと日本㈱」も設立した。これは京都府以外の産地で生産されたねぎを流通させる商社で、産地は九州から関東まで広がっており、流通量は約700トンである。こと日本の設立目的は、ロットを増やすことで実需者に対し価格交渉力を高めるためである。2016年には、農林漁業成長化支援機構のファンドを活用し、岩谷産業と合併で冷凍野菜を製造する「こと京野菜㈱」を設立した。現在、日本全体でのねぎの需要は約40万トンといわれ

るが、同社とことねぎ会、およびこと日本の生産量をあわせ4万トンの生産をめざしている。

2. ITの導入状況

(1) 生産分野

同社で、生産を担う部署が農産部である。同部では富士通の Akisai を活用し、圃場管理および収穫予測をおこなっている。生産面で同社がもっとも重要視していることは、ねぎ生育状況をもとに収穫予測の精度を高めることである。

3 地域にある圃場は約 300 枚に及ぶ。圃場では作業をおこなう社員が定植や防除、追肥といった作業をスマートフォンやパソコンで入力し、さらに必要に応じて生育状況を撮影する。このデータをもとに、農産部では毎週「生育会議」を行う。会議では、圃場ごとのねぎの生育状況から収穫日を予測したり、病虫害が発生していれば対処法を協議したりする。会議では3ヶ月先までの収穫予測を立て、さらに月ごと、週ごと、日ごとの収穫計画に落とし込む。これら一連の作業に Akisai は有効に活用されている。ただ、生育会議だけで生産量の調整をおこなうことは不可能で、年間に必要な生産量に対し、1.2 倍の植え付けをおこなうなど物理的なリスクヘッジをとっている。

Akisai の導入を始めたのは 2014 年頃で、それまでの約 5 年間は、鹿児島県の農業生産法人、農業生産法人 榎さかうえが開発した生産管理システムを活用していた。同システムは多品目生産を前提にしたシステムであったため、ねぎという単一品目の生産管理に適するようにカスタマイズされた Akisai を利用するようになった。

同社は、収穫予測の精度の向上をめざし、農研機構との共同研究を 2017 年より始めた。農産部の加茂亮部長によると、露地栽培のねぎは自然条件の影響をダイレクトに受け、一度雨が降っただけでも収穫日が計画からずれるなど予測がたてにくい作物だという。そこで同社はセンシングや気象データを活用し、日照量と気温の積算データを取り、当該地域における平均的な収穫日を予測する実験を開始することにした。将来的には、圃場ごとに撮影した写真の波長を解析し、生育障害などの作物診断を行うことも検討中だという。実験の成果次第では、毎週の生育会議にかかる時間の縮小が図られ、作物診断から対処法を素早く探せるなどさまざまな効果が期待できる。

(2) 販売分野

販売面ではシスポート(株) (京都府京都市) が同社向けに開発した販売管理システムを活用

し「いまどのぐらい商品が売れているのか」をリアルタイムで確認している。取引先ごとに EDI を通じて入ってきた注文を CSV に落とし、この販売管理システムが吸い上げるという流れになっている。

販売管理システムから得られたデータをもとに、「今後どれぐらいが売れるか」という需要予測を立て、この予測を農産部に伝え、収穫作業の調整をおこなうという流れができている。この一連の流れの精度をいかにあげていくかが、同社にとって最大の関心事だという。カットねぎは生鮮ねぎとは異なり、賞味期限が製造日を含めて 4、5 日と短い。また取引先によっては、発注が届いてから商品出荷までの時間（リードタイム）が 2 時間ほどしかない。このため、需要予測が正確であればあるほど、製品ロスが減り、短いリードタイムにも対応ができる。

法人設立当初は、山田社長が過去データおよび勘により需要予測をしていたが、売上および取引先が増えるにつれ、販売管理の精度を高める必要性が高まった。販売管理は当初、同社が開発した独自のソフトを用いていたが、2014 年よりシスポートの製品を使うようになった。

なお、同社の社員間のコミュニケーションにはメール以外に、チャットと LINE が活用されている。チャットは社員が広く知っておくべき情報を共有する手段で、受注の状況、顧客からのクレーム、申し送りすべき事項などがリアルタイムでやりとりされる。一方、ラインは部署内の人だけで共有化するツールで、社員やパートの休み、作業開始および終了の時間などを入力し、部署内で確認しあっている。

3. IT 化促進に向けての意見

生育会議で基礎書類となる圃場管理データは、現在はこと京都内での利用にとどまっており、ことねぎ会の生産者まで普及していない。ことねぎ会のメンバーは紙ベースで生産履歴を記録しており、それをこと京都が管理している。だが、ことねぎ会の会員のなかには、規模拡大を図っているメンバーが誕生しており、IT を使った圃場管理へのニーズも高まりつつある。この点を踏まえ同社は、ことねぎ会のメンバーも Akisai を活用してもらい、互いに情報を共有化したいと考えている。

ただし、ことねぎ会のメンバーの多くは個人農家で、システムの導入コストが負担になるのではないかと同社は憂慮している。これが IT の導入拡大にあたって、最大の阻害要因だと考えている。加茂部長によれば、「個人農家が IT 関連で拠出できる費用は、売上に対し

2%程度ではないか」と話す。1,000 万円の売上の農家であれば 20 万円程度となる。IT 製品を提供するメーカーが、最初からフルスペックのシステムを提供するのではなく、経営規模や生産する作物にあわせ、顧客である生産者がカスタマイズできるように、サービスや製品に柔軟性を持たせることで、導入が進むのではないかと加茂部長は考えている。

2 つ目の阻害要因として、中山間地のインターネット環境の整備だという。クラウドを使うにはインターネット環境がととのっていることが前提だが、中山間地をはじめ京都府内でもネットが使えない地域があり、通信インフラの整備は求められるようだ。

3 つ目に、取引先ごとに生産履歴入力の様式異なる点への改善点を挙げる。農薬の使用に関し、A 社の様式では「農薬名と希釈倍率」の記載が求められているが、B 社の様式では「農薬、希釈倍率、実際に散布した量」の記載が求められるといったように各社統一されていない。せめて生産履歴の様式だけでも統一されるようになれば入力作業がかなり効率化されるという。

4. フードバリューチェーン構築への展望

同社は現在、人手不足が深刻な外食業者をサポートできるシステムを開発し、フードチェーンの強化に乗り出している。

顧客からの注文を受け、製造および出荷に至るシステムは確立されている。ただ、一部の注文は依然として電話やファックスによるものであり、顧客から「注文したはずの商品がまだ届かない」といった問い合わせがたびたびあり、社員が対応に追われるという。そこで、同社は現在、イーサポートリンク(株)と連携し、こと京都の専用アプリを開発中である。アプリを通じて外食業者からの注文をいつでも受けられ、送った商品の配達状況を発注者がスマートフォンで確認できるといったものである。こうしたアプリが運用できれば、同社社員の電話対応にかかる労力を減らせる。2017 年度中の運用開始を目指している。

さらに、現在おこなっている需要予測をステップアップさせ、顧客からの注文が届くのを待つことなく、同社自らが販売数量を予測し、実際に納品する「自動送り込みシステム」も検討中だという。例えば、ある居酒屋でどのくらいねぎを使うのかを過去の実績、曜日や天候などアルゴリズムを用いて予測し、発注量を確定させて顧客に送り届けるというものがある。人手不足で悩む外食業者をサポートするシステムとなり、同社にとってもより効果的なフードバリューチェーン構築の一助となると期待している。

10. <生産支援等>株式会社クボタ（大阪府大阪市）

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

大手産業機器メーカー。農機分野では国内最大手。高収量・良食味の向上を支援する営農支援ツールを開発・提供するほか、省力化のためにロボット農機の開発・販売にも取り組む。本社は大阪府大阪市。

2. 経緯

1890 年 創業

1947 年 耕うん機を開発

1960 年 国内初の畑作用常用トラクタを開発・商品化

2009 年 タイで日系企業初のトラクタ生産工場が竣工

2014 年 KSAS 販売開始

3. IT の導入状況

（1）IT 製品・設備・ソフトの名称

営農支援のクラウドサービス「KSAS」

（2）導入状況

「KSAS」とは、農機と ICT を融合させ、収量・食味・品質の向上と安定化をサポートする営農支援システムで、KSAS に対応している農機はコンバイン・田植機・トラクタである。それぞれの農機には無線 LAN を搭載している。

コンバインを例にとると、「KSAS」に対応したコンバイン（以下「KSAS コンバイン」と呼ぶ）は二つのセンサーを内蔵している。一つは収穫しながら稲（低アミロース米を除く）・麦のタンパクと水分を計測する「食味センサー」。刈り取って脱穀したもみの水分値と、食味に直結するタンパク値を近赤外線で測るもの。もう一つはその重さを計測する「収量センサー」である。これにより、圃場 1 枚ごとのタンパク値と水分値の平均と積算重量の

測定が可能。

二つのセンサーが収集したデータは、農機から携帯端末を経由して、クラウドサーバーに蓄積され、スマートフォンやタブレットで「KSAS」専用のモバイルアプリを使えば、収集したデータはいつでも、どこからでも閲覧できるようになっている。1枚の水田で作業を終えれば、刈り取ったコメの食味の平均値と総収量がどの程度だったかが一目瞭然になる。

農家はスマートフォンやタブレットなどのモバイル端末を使って、誰が、どの農機を使って、どの田畑で、どんな作業をしているかが把握できる。KSASは水田1枚ごとに食味と収量のデータを管理できるので、次年度以降にどういう作り方をすればいいかの参考にもなる。

たとえば食味も収量も思うように伸びていなければ、天候や水管理の影響以外に、肥料分の窒素が不足していることも原因としてあげられる。その場合には農地の肥沃度に応じて適量の肥料をまけばいい。あるいは収量が多いものの食味がおもわしくなければ、窒素が多すぎることが要因だからその散布量を減らせばいい。なお、KSAS対応の田植機及びトラクタ・インプルメントでは、携帯端末を通じて、圃場1枚ごとの施肥設計データを受信することができ、散布量の調整が可能となっている。

KSASコンバインは食味・水分ごとの選別にも役立つ。コメの食味・水分は水田によってまちまちだ。それでも従来は収穫したばかりのデータがその場ではわからないので、水田ごとに大きく開きがあっても、同じ乾燥機に入れるよりほかなかった。しかし、同じような食味・水分率ごとに収穫物を乾燥機に入れられるので、コスト削減や良食味米としての販売が可能となる。

収集したデータを使って同社は以下のようなサービスを提供するとしている。

一つには、顧客が使っている農機の稼働時間から点検すべき箇所や時期を把握できるようにすること。コンバインを例に取れば、まずは全稼働時間のうち収穫や旋回、もみの排出といった作業にそれぞれどれだけの時間を費やしたかの比率を割り出す。このうち旋回が占める比率があまりに高い場合には、おそらく狭小な農地で作業をしていることからそれだけ旋回数が多くなり、クローラー（ゴム製キャタピラ）に負担がかかっていることが予想できる。この場合はクボタのディーラーから顧客に連絡し、機械の使用特性にあった提案をすることで、順調稼働を支えることができる。

もう一つは、農機が突然故障した際、位置情報は携帯端末で把握することができ、スムーズな対応を行うことができる。

農地は番地があるわけではないので、農業法人の従業員でも行くのに迷うことがあるから、なんとも助かる機能だ。

農機の運転者は毎日、スマートフォンやタブレットでタッチ操作しながら作業日誌をつけていく。誰が、いつ、どの農地で、どんな作業をしたかを細かく記録する。その結果としての収量や食味もクラウドでデータ管理される。

KSAS は「PLAN（計画）」「DO（実行）」「CHECK（点検・評価）」「ACT（改善）」というサイクル、すなわち PDCA サイクルを繰り返していくことで、会員農家を作るコメの収量と食味を上げるのを手助けしている。現在、食味センサーは、コメ・小麦・大麦のタンパク値と大豆の水分値が測定可能になっており、対象作物の拡大にむけて研究開発中である。

（３）導入経緯

開発の背景として、減反廃止や就農者の高齢化などの国内農業をめぐる変化があった。農業の大規模化やコスト競争力強化、農作物の高付加価値化といった国内農業の成長に向けた取り組みが、今後一層進んでいくと判断。大規模化を進める担い手農家にも、消費者が求める安心・安全でおいしい農作物を効率良く生産することが求められるとして、規模拡大する担い手農家の農業経営が見える化し、高収量でおいしい米づくりをサポートするために開発・販売に踏み切った。

（４）効果

日本最大の産地にあってもいわばコメを知り尽くしているベテラン農家も、「KSAS」導入をきっかけに収量を 15% も伸ばすことに成功した。「KSAS」は、これまでの農業に欠けていた PDCA サイクルが、IoT 導入により農業分野でも急速に回り出すことを証明している。KSAS コンバインを利用することにより、散布した肥料やたい肥の量に応じて収量と食味がどういう結果になるかを定量的に把握できるようになった。今では PDCA サイクルが回り出し、KSAS コンバインを導入してから 5 年ほどで「水田ごとに行った作業と投入した肥料の量に対して、どういう結果が出るか、だいたいの傾向がつかめるようになってきた」という声がでてきている。

飯田聡取締役（工学博士）は「KSAS」の利用者から「7 割 5 分くらいは勘と経験通りだったが、残りの 2 割 5 分は全然違っていた。これまでもよく取れていると思っていたが、実際はダメだった。その部分に対して、今年は施肥のやり方を変える」と言われたという。

「とりわけこれからは規模を拡大することで、新しい土地の管理がどんどんと必要になってくるので、親から引き継いだ遺産では十分に管理できなくなってくる可能性があります。だからデータ農業は欠かせない。篤農家と呼ばれる人々であっても、データ農業をやれば、伸びる可能性は十分にあると思う」と話す。

「KSAS」の活用で、水田 1 枚ごとのデータが「見える化」されたことで、およそ篤農家といわれるような技能的にも知識的にも高いレベルにある人たちでさえも新たな課題を発見することができている。KSAS 及び KSAS 対応農機を継続的に活用することで、この 2 割 5 分の余地はもっと広がっていくに違いない。生産現場において圃場ごとのデータが増えれば増えるほど、思いもしなかった気づきが生まれてくるからだ。

4. フードバリューチェーン化への対応

IoT 時代に向けて、生産だけでなく、流通や消費も見込んだサービスを提供する方針。飯田専務は「最終的にはデータを基に流通や消費の動向も踏まえながら、いつ、どの品目や品種を、どれだけ植えたらいいかを判断できるようにするつもりだ。そうなれば、作付けから収穫まですべての計画が立ち、人や機械の配置なども自然とできるようになる。また、その年の収入がどれくらいになるかもかなり正確につかめる。KSAS についてはこういう壮大な野望を持っている」と話す。

飯田専務は「政府、自治体、農家、ICT や IoT の関連企業、流通と一緒に新しい農業を創造したい。新しい農業では ICT や IoT、ロボット、AI はすべてドッキングする。人間は経営計画を立てる。それに対して人工知能がアドバイスをして、人間が最終的な経営判断をするという世界になるのではないか」と予見している。

(2016 年 6 月 21 日取材)

11. <生産支援等>株式会社オプティム（東京都港区）

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

東京都港区に本社を、佐賀市に本店を置くコンピュータ・ソフトウェアの開発会社。スマートフォン、タブレット、PC などネットワーク上のデバイスをクラウド上で包括的に管理し、組織の運用や資産管理のソリューションを提供する IoT プラットフォームサービスを経営の柱にしている。複数台のスマートフォンやタブレット端末をリモートで一元的に管理するサービス「モバイルデバイスマネジメント」の分野では市場ナンバーワンの地位を四年連続で獲得した成長企業。

近年、農業分野にも注力しており、佐賀大学農学部、佐賀県生産振興部と連携協定を結んだ。「楽しく、かっこよく、稼げる農業」を実現するため、ITに加えて人工知能やロボットといった最新のテクノロジーの活用に積極的だ。農業界で初の機能を満載したドローンや、ハウス内をセンシングするクローラーなどを誕生させた。

2. 経緯

2000 年 設立

2001 年 東京オフィス開設

2006 年 東京オフィスを本社化

2015 年 遠隔作業支援専用スマートグラス「Remote Action」発表

佐賀大学農学部、佐賀県生産振興部と IT 農業における三者連携協定を締結

2016 年 人工知能を搭載した世界初の農業用ドローン「OPTiM Agri Drone」を発表

2017 年 「OPTiM Agri Drone」での害虫防除に成功

2018 年 オプティムの IT サービスを使って育てた枝豆とコメを販売予定

3. IT の開発状況

（1）IT 製品・設備・ソフトの名称

- 農業専用ドローン「OPTiM Agri Drone」

- 陸上走行用ロボット「OPTiM Crawler」
- ウェアラブルで遠隔地から営農指導できる遠隔作業支援専用スマートグラス「Remote Action」
- 固定翼ドローン「OPTiM Hawk」
- 圃場情報管理サービス「Agri Field Manager」
- ハウス情報管理サービス「Agri House Manager」
- 自動音声入力ができる農作業記録の支援サービス「Agri Assistant」
- IoT で生産履歴を追跡できる野菜ブランド「スマートやさい」
- ブロックチェーンを活用したトレーサビリティプラットフォーム「アグリブロックチェーン」

（２）開発状況

① 農業専用ドローン「OPTiM Agri Drone」

世界初の機能をいくつも搭載した農業専用のドローン。農薬のピンポイント散布が行えたり、さまざまなカメラデバイスが装着可能であるため、複数の画像解析方式に対応するなど多数の機能が備わっている。

たとえば大豆畑の上空を飛行させ、たくさん繁茂している大豆の葉をマルチスペクトルカメラで検知していきながら、害虫であるハスモンヨトウの幼虫を探す。ハスモンヨトウを発見したドローンは大豆の葉の近くまで下降し、ピンポイントに殺虫剤を発射していく。時間が経過するにつれ殺虫剤は葉に浸透し、それを食べるハスモンヨトウを退治する。

これまで害虫を駆除する場合には畑の全面に殺虫剤を散布するのが常だった。もちろん害虫は畑に点在しているので、必要のない個所にもまいてしまっているのが実情だ。その分の経費や時間は無駄であるものの、害虫の所在が特定できない以上は仕方のない話である。「OPTiM Agri Drone」ならピンポイントで散布できるので、その分だけ殺虫剤を減らせる。

注目したいのは、害虫を特定するのに「RGB 解析」に加えて「人工知能（AI）」を活用している点だ。RGB とは Red、Green、Blue の頭文字を取った言葉で、赤、緑、青という色の三原色の配色割合でモノやその状態を解析できる。作物の葉はハスモンヨトウに食べられるに従って、だんだんと色が薄くなってくる。その過程で移り変わる配色のさまざまなパターンをコンピュータに覚え込ませるのが AI の役割だ。

佐賀大学農学部長の渡邊啓一教授によれば、農業分野で初めてこのディープラーニング

を導入したのが今回の「OPTiM Agri Drone」。そういう意味で、その登場は記念碑的な出来事である。

飛行方法は現段階では「自律」ではなく「自動」である。両者の言葉の違いを説明すると、自動というのは、ドローンがあらかじめ決まった経路に沿って飛行するという意味。対して自律というのは、経路を事前に指定せずとも、ドローンが自ら意志を持ったように飛行することだ。

現在のところ「OPTiM Agri Drone」は GPS であらかじめ設定した経路に沿ってしか飛行できない。このため途中で障害物があれば、ぶつかる恐れがある。だから飛行中は人が監視していなければならない。

一方、もし自律できるようになれば、途中で障害物があってもみずから回避する。そうなれば基本的には人が監視する必要はなくなる。これが実用化段階になれば、たとえば田畑の脇に離着陸場を設け、毎日定時になると飛び立ち、一連の役割をこなして離陸するまでをすべて自律化できる。さらに離着陸場で充電できるようにすれば、連続的に自律飛行させられる。もちろん研究チームが最終的に実現したいのは自律飛行である。

② 陸上走行用ロボット「OPTiM Crawler」

ハウスでは使えないドローンの代わりに研究チームが開発したのが、ハウス内を走り回って作物の状態を監視する「OPTiM Crawler」だ。

見た目は、ラジコンカーに小さな三脚、さらにその上にスマートフォンを搭載したような格好をしている。スマートフォンに似ているのは 360 度を同時に撮影できる全天球カメラ。このカメラでイチゴやトマトの葉や実を撮影しながらその動画をクラウドに上げ、これまた AI でその画像を解析して、病虫害の発生の有無や収穫の時期などを見極める。

三脚は高さ 150 センチまで伸びるようになっているので、ハウスで作る果物や野菜であればだいたい撮影できる。撮影したデータを解析することで、イチゴの実の密度がわかれば、適切な摘果につなげられる。アスパラガスであれば、茎がどれだけ伸長しているかを判別して収穫の適期を伝えてくれる。とりわけアスパラガスのように葉が旺盛に繁茂するような作物であれば、腰を屈めて茎の伸長を見分けるのは大変なので、「OPTiM Crawler」による労力の負担軽減の効果は高い。

研究チームはいずれアグリドローンと同じように、農薬を散布する機能も搭載する予定。実現すればピンポイントで農薬をまける。

③ 遠隔作業支援専用スマートグラス「Remote Action」

「Remote Action」を利用することで、農業従事者が装着した眼鏡型のスマートグラスに仕込まれている小型のカメラを通じて遠隔地にて作業状況を確認することができるようになる。画像だけではなく音声の送受信の機能も備えたこの端末を使えば、農業初心者に対して遠隔地にあるパソコン画面から病害の予兆を見つけ、適切な対応を指導することが可能になる。

農作業は往々にして孤独だ。自らの判断で緊急的に対応を迫られる場面は少なくない。だが、スマートグラスがあれば別だ。開発に参加したウェアラブル機器メーカー・テレパシージャパンの鈴木健一社長は「スマートグラスがあれば農家は孤独になるのではなく、遠く離れていても誰かと一緒に仕事をすることができる。農業のノウハウや洞察、モノの見方をスマートグラスを通じて人から人に伝承させる道具のひとつとして活用してもらいたい」としている。

④ 固定翼ドローン「OPTiM Hawk」

グライダー型をしており、60 分以上となる長距離・長時間の飛行を可能とするドローン。「OPTiM Agri Drone」ではカバーが困難な大規模圃場の上空を飛ばして作物を撮影し、その画像を AI で分析して病気にかかっているかを診断する。収穫時期も予測できる。結果、農家は刈り取りの順番を決める判断材料になる。まずは麦で実用化する。

⑤ 圃場情報管理サービス「Agri Field Manager」とハウス情報管理サービス「Agri House Manager」

前者はドローンやスマートフォンで撮影した圃場や農作物の映像や画像を AI で分析し、作物の生育管理をするためのプラットフォーム。后者はハウスに設置したセンサーの多変量解析と、クローラーに設置したスマートフォンで撮影した位置情報を含む画像データを AI で分析、作物の収穫を予測するためのプラットフォーム。

⑥ 自動音声入力ができる農作業記録の支援サービス「Agri Assistant」

自動音声入力で簡単に農作業を記録できる。また GAP の取得に必要な農作業情報をスマートフォンやタブレット、パソコンなどでどこからでも確認できる。日本 GAP 協会の推奨システム。

⑦ 「スマートやさい」

上記サービスや IT 機器を使って栽培した野菜。生産履歴を記録し、それに応じたコンテンツを提供する。

(3) 効果

① メリット

・ 夜の農業革命

アグリドローンは、農作業ができる時間を夜にまで広げる「夜の農業革命」をおこそうとしている。そのために吊り下げられるようにしたのが誘蛾灯。誘蛾灯というのはコンビニエンスストアの店外でよく見かける例の青い電燈だ。害虫が接触したら、電流で焼死させる。

作物の害虫のなかには、昼間は天敵である鳥から身を隠すため葉の裏に隠れていて、夜に入らないと表に出て活動しない夜行性の種類は多い。たとえば葉や茎の汁を吸って稲を枯らすウンカ、それからハスモンヨトウなどの蛾がそうだ。

そこでアグリドローンに誘蛾灯を吊り上げて飛行させることで、こうした夜行性の害虫をおびき寄せて、電流で焼死させることを試みた。その結果、2016年6月に世界で初めて誘蛾灯で殺虫するのに成功している。九州で問題となっているヒメトビウンカの防除でも実験する予定だ。

・ 害虫駆除から病気の特定まで

開発した IT 機器には、現時点では害虫駆除での活躍が期待されている。しかし、害虫だけでなく病気も特定する努力を続けている。ある波長領域の光であれば、病気にかかる葉の色を見極められるかもしれないという。大豆やイチゴ、アスパラガスなど 28 品目で IT 機器を使った生育管理などの研究をしており、病害にまで対応できるかの検討も重ねているところだ。

② 稼げる農業

佐賀県と佐賀大学、オプティムの三者が目指すのは「楽しく、かっこよく、稼げる農業」の実現だ。

このうち「楽しく」と「かっこよく」は、「OPTiM Agri Drone」や「OPTiM Crawler」、

スマートグラスを活用すること。「きつい」「汚い」「かっこわるい」という 3K から脱却した新しい営農スタイルはそれだけで若者をひきつける魅力を持ちうる。

では「稼げる」とは何か。今回開発している一連の IT 機器を駆使すれば、農薬の散布量や労働時間を節減したり、適期の防除は単位面積当たりの収量を上げたりできる。そうしたひとつひとつを積み重ねることで、目標として従来の栽培法と比べて労働時間を 2 割減、売り上げを 3 割増することで 5 割の収益増を掲げている。

実用化に向けて佐賀大学は農場で隣接する二枚の畑を用意した。同一面積のこれらの畑のうち片方だけで一連の IT 機器を活用し、収量や品質にどの程度の差が生じるかをみていく。

研究の成果を評価するのに二つの指標も用意している。「へらす指標」と「ふやす指標」だ。前者は経費や労力、労働時間、病虫害、獣害などの減らしたい項目。一方、後者は品質や収量、安心、信頼、売上、利益など増やした項目となっている。

③ ビッグデータ収集

一連のサービスを受けるにはオプティムのクラウドサービスを利用することが前提になる。「OPTiM Agri Drone」や「OPTiM Crawler」、ウェアラブルグラスなどで収集したデータは一律にクラウドにあげて解析してもらう。

佐賀県は「世界 NO.1 の農業ビッグデータ地域」になることも目標のひとつとしている。その理由についてオプティムの古賀一彦取締役は「農業の成長にとって一番効果を出せるのがビッグデータの解析にあるから」と説明する。生育管理に関して集めるビッグデータには篤農家でさえ気づかなかった知見が豊富に隠されていることは間違いない。膨大な量のデータの分析によって生み出される新たな営農的アプローチこそが、収量や品質を高めたり、病虫害の効率的な防除につながったりするのだ。

そういう意味では研究チームにとって IT 機器の開発は副次的な仕事である。アグリドローンやアグリクローラーが市場に存在していたら、開発するつもりはなかった。市販の IT 機器で十分間に合うからだ。なおクラウドサービスの利用料は現段階では未定となっている。

4. IT 化促進に向けての意見

(1) IT 化阻害要因

ドローンの農薬散布や夜間飛行、目視外飛行には国土交通省の認可が必要という点を課

題と感じている。

（２）IT化をめぐる政策（国、自治体）要望

ピンポイントで農薬を効果的に散布する方法では、減農薬をうたうには農薬成分のカウントの仕方が問題になってくる。現行法ではピンポイントの散布であって全面に散布したのと同じカウントになってしまう。テクノロジーの発達によって部分的に農薬をまく技術が出てくるなか、研究チームは現行法の見直しを求めることも視野に入れている。

５．フードバリューチェーン化への対応

ビッグデータはそれ自体が立派な生産履歴である。そうしたデータをより効果的に利用すべく、オプティムのクラウドサービスは生産者と消費者をはじめとする人たちが自由に情報を交換できるプラットフォームとして築き上げる。

このプラットフォームには「OPTiM Agri Drone」や「OPTiM Crawler」で撮影した動画や画像を公開する。消費者は日々アップされるそうした動画や画像を見ることで、気に入った農家や欲しい野菜を見つけ出せる。

連携協定では一連のIT機器を活用して生産したタマネギやアスパラガスなどで「スマートやさい」というブランドを構築する。三者連携で取得するこの商標は生産履歴が明確になっていることをうたい文句にして、オプティムのクラウドサービスの利用者だけが使えるようにする。

スマートやさいの商品にはすべてQRコードを記載する。それをスマートフォンで読み込めば、生産者を紹介する動画や彼が作っているスマートやさいの品種に加えて収穫や出荷の時期、さらに作業履歴などが閲覧できる。さらに生産者だけでなく消費者が写真入りでレシピを書き込めるようにしている。こうした相互交流によって創造するのは農業の四次産業化だ。渡邊教授は「プラットフォームを通じて狙いたいのは、農家が自ら販売までもっていけるようにすること。つまり一次産業に三次産業を足した四次産業を構築することができるんじゃないかと思っている」と話している。

「OPTiM Agri Drone」や「OPTiM Crawler」、生育管理プラットフォームについては2017年12月から、オプティムがスマート農業を推進する未来志向の取り組みとして、「スマート農業アライアンス」を設立し、オプティムが定めた募集要項や一定の審査を経たうえで、参画した生産者に無償で提供している。2018年1月の時点ですでに200名以上の問い合わせ

せが来ており、すでに青森県の株式会社みちのく銀行ならびに同県の農業者 3 社（有限会社サンマモルワイナリー、株式会社松山ハーブ農園、株式会社アグリーンハート）が参画表明を行っており、実証実験を開始することとなっている。

12. <生産支援等>PS ソリューションズ株式会社 (東京都港区)

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

ソフトバンクグループ傘下の IT ソリューションプロバイダー。農業 IoT を成長分野の一つとみている。圃場の環境データや作物の生育情報を独自の AI で解析し、栽培方法をナビゲートする農業 IoT ソリューション「e-kakashi」を提供。本社は東京都港区。

2. 経緯

2010 年 会社設立。システムソリューション事業を会社分割によりソフトバンク・ペイメント・サービスから継承

2014 年 ソフトバンクグループ（株）が全株式を取得

2015 年 「e-kakashi」発売

2017 年 ソフトバンクグループインターナショナル合同会社が当社全株式を取得

2018 年 「e-kakashi」第2世代の開始

3. IT の開発状況

(1) IT 製品・設備・ソフトの名称

IoT によるクラウド型の栽培支援サービス「e-kakashi（いいかかし）」

(2) 開発状況

ソフトバンクが主催する新規ビジネス起案制度「ソフトバンクイノベーション」の第1回通過案件。2015 年 10 月に第1世代を発売した。利用者は田畑に設置するセンサーで水位や水温、地温、湿度を計測し、それらのデータがスマートフォンやタブレットでいつでも見られるサービスを受けられる。可視化した農業データを活用し、栽培手法や知見を共有することも可能。

具体的な使い方は、まず、気温や日射、土壌水分、二酸化炭素の濃度などを計測する農業

用センサーを作物にあわせて選択、圃場に設置する。このセンサーは「センサーノード」という子機につなぐ。子機が収集する情報は「ゲートウェイ」という親機を通じて、植物科学に基づいて構築された「ハイブリッド AI」に届けられる。圃場で取得した環境データ（気温、相対湿度、地温、水温、土壌体積含水率、EC、日射量、CO₂濃度）を見える化するだけの単なる遠隔計測器ではなく、植物科学に基づいて、生育ステージごとに重要な生長要因・阻害要因を明確にし、環境データとひも付けて、今どんなリスクがあり、どう対処すべきか、最適な栽培方法をナビゲートするのが最大の特徴。

収集されたデータは 10 分おきに更新され、いつでも最新の情報を確認できる。

「e-kakashi」の「データベースサーバー」には、農業試験場の研究成果や農家の知見を基にした栽培に関する情報も蓄積できる。農業用センサーを通じて集める情報を基に、もし温度や湿度がそれぞれ閾値を超えていれば色で警告してくれる。正常値なら緑色だが、危険度が増すにつれて橙色、さらに赤色へと変わっていく。

異常を知らせる赤色になったら、対処法が表示される。たとえば水稻は登熟期間中に水温が約 26 度以上になると、一部が白濁する白未熟粒が発生しやすくなる。それが一定割合を超えて混ざると、等級とともに単価を落とす。回避策として田んぼに水をかけ流すことが有効だ。このため水温が約 26 度を超えたら、「e-kakashi」がその対策の必要を知らせてくれる。

温度や湿度などの項目ごとに時系列でどう推移してきたかもグラフで表示される。独自のアルゴリズムで積算温度もシミュレーションし、フィードバックするので、たとえば水稻では登熟開始日や収穫日などを予測できる。

一連のデータは利用者の一存で農業試験場や農業改良普及所などの第三者にも閲覧を許諾できるようにしている。その結果、そうした指導機関から利用者はアドバイスを受けることができる。一つの産地で利用者が増えれば増えるほどに、データ量もまた膨大になる。その知識体系を共有することで、産地全体のレベルアップにつながる。

「e-kakashi」が特徴的なのは、個々の農家ごとに「ek レシピ」をつくれることだ。利用者は毎年データを積み重ねていくなかで、たとえば「甘味の強いニンジン」「うまみの強いコメ」といったメニューである「ek レシピ」の完成度をあげていくことになる。

（３）開発経緯

国内の農業現場で、高齢化による人材不足、地球規模の気候変動、農業分野における市場変化などにより、確実な技術継承、安定した生産・品質管理、産地ブランドを確立していく

ニーズが高まっていると判断。勘と経験による栽培からデータに基づく科学的農業へのシフトを目指すものとして、開発に踏み切った。

（４）効果

① 技術の継承

宮城県栗原市に拠点を置く JA 栗っこが営農指導員の育成、知の伝承、新品種の栽培ノウハウ蓄積を目的に「e-kakashi」を導入するなど、営農指導の強化に使う JA も現れた。JA 栗っこは米卸企業と共に、集める一連のデータを活用し、マーケットから求められる品質の農産物を作るレシピづくりも手掛けるといふ。JA グループも重点目標に掲げる営農指導の強化が、IoT 活用で従来の経験と勘を飛び越えた次元で行われることになりそうだ。

② 品質の向上

コメ卸の提携農家が栽培するコメの品質を向上するため、環境と生育などに関する過去のデータと品質との相関関係を AI で解析処理して、栽培モデルをつくった。

「e-kakashi」ではセンサーで環境や生育のデータを取りながら、栽培モデルに沿って利用者に営農指導をしている。

（５）今後の展開

2017 年から次世代の農業経営者を育成する教育機関でも教育ツールとして活用している。すでに九州各県の教育機関と交渉しており、一部に提供することが決まった。開発者で農業科学 Lab. 所属の戸上崇博士は「学生たちは専門的な知識を学習する場はあるものの、実際の栽培と知識が結びついていないので実感が湧いていない。収量や品質が上がる理由をデータで見えるようにすることで、儲かる農業の姿を実感してもらいたい」と話している。「e-kakashi」の効果を知った学生たちは、将来独立して農業を始めたならそれを導入するかもしれない。潜在的な顧客の掘り起こしを今から始めている。

海外にも進出している。コロンビアでは少ない水でも収量が取れる新品種の稲とその稲の栽培モデルを作るプロジェクトに協力。研究機関が収集した過去の環境や生育のデータを AI で解析処理し、「ek レシピ」に反映することに成功。新品種の提供にとどまらず、データに基づく栽培指導をセットにして、現地の生産者に普及させることが目的。今後は「e-kakashi」で実際の環境と生育のデータを取りながら、栽培モデルに磨きをかけていく。

2018 年からは「e-kakashi」の第 2 世代を展開していく。キーワードは「遠隔操作」。イン

ターネットで、いつでも、どこからでもモノを動かせるようにする。第一弾は施設園芸の換気窓の自動開閉。利用者はハウス気窓の開閉部分に駆動装置を取り付け、遠隔地からスマートフォンやタブレットで指示する。開閉度 0～100%で微調整ができる。「e-kakashi」とも連動できるようにする。一定の室温に達したから開閉するのではなく、栽培している作物の生育ステージ、糖度の高低や形の大小といった栽培の方向性、地域特有の栽培ノウハウなどを学習した AI が、栽培的視点で現在すべき作業の制御を判断するため、きめ細やかな栽培を可能にする。クラウドに自動制御機能を持たせているので、物理的な制御盤を新設する必要はない。それ故、単品、追加など必要に応じた導入もでき、連携も可能。

13. <生産支援等>株式会社ファーム・アライアンス・ マネジメント(東京都千代田区)

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

農業ベンチャー。世界水準の農業の経営手法で、国内外での展開を目指している。若手農家をメンバーにしたフランチャイズ・チェーンを構築している。このほか、農業コンサルティング、生産情報管理システムのサービス提供、農産物の販売なども手掛ける。本社は東京都千代田区。

2. 経緯

2012 年 設立

第1回グローバル GAP アワード受賞

2016 年 地域農業の発展を通じた地域活性化に向け、みなと銀行、みなとキャピタルと業務協力の協定締結

地方創生に資する地域農業の生産性と競争力向上を目指し、JR 西日本、池田泉州銀行と業務協力の協定締結

日立システムズ、日立ソリューションズ西日本と青果流通向けサービスの領域で協業

2017 年 持続可能な農業の普及と地域農業の発展を通じた地域活性化に向け、JR 西日本、滋賀銀行と業務提携

北海道銀行、道銀地域総合研究所と包括業務協定を締結

東京海上日動と業務提携

3. IT の導入状況

(1) IT 製品・設備・ソフトの名称

クラウドシステム「ファームレコーズ」

（２）導入状況

松本武代表は、農家が 70 歳になり一斉に離農する状況になれば、既存の若手農家に規模拡大をしてもらうことになるかと判断している。その際に必要なのはマネジメントシステムの導入と販売のインセンティブで、出口からの評価と出口がきちんと買ってくれること。これを両立できる手法として取り入れたのがフランチャイズ化で、今後フランチャイズ化は拡大すると考えている。

フランチャイズ化するうえで大切なのは、生産段階における安全管理のルールを標準化すること、それも世界的な物差しを採用すべきであって、農産物の安全管理の国際認証取得が重要と考えた。生産段階での国際認証規格はグローバル GAP と SQF、カナダ GAP、Primus GFS の 4 つのみ。同社代表は農業法人経営時に、日本で初めてそのうちの 2 つの国際認証規格グローバル GAP と SQF を取得しているエキスパートである。国際認証規格は、それぞれに特徴があり、小規模から大規模の生産者が導入できるグローバル GAP が世界で最も普及している。欧米の量販店の売り上げランキングトップ 10 を見ると、生鮮食料品を扱う全社が国際認証の取得を求めており、国際認証を取れば世界の小売と取引できると、その取得を支援するサービスを始めたのだ。

「グローバル GAP などの国際認証は取るのが非常に難しいとされるが、それは本質を理解できていない、もしくは認証審査の中身を理解せずに語っている人の意見。決して難しいということはない」と松本代表。取得を支援した農家で、最短 3 ヶ月、平均でも 6 ヶ月程度で取れた人がいるという。これを実現するために国際認証の本質を理解させるとともに、様々なリスク場面の記録が求められる。農家や任意組織、農業団体で、現場の作業動線に即した生産情報管理システムを、事業スタイルや予算に応じた形で提供している。

「グローバル GAP などの国際認証を取ったからと言って、自分たちが扱う商品が必ず安全だとうたうつもりはない。なぜならば、リスクは完全にゼロになることはない。」と松本代表は言い切る。物事に絶対はなく、必要なのは、事故が起こった後にリコールする仕組みであるトレーサビリティだと認識している。そのためには、より詳細な情報を効率的に管理する必要があり、同社が開発した生産情報管理システム『ファームレコーズ』が重要な役割を果たす。

ファームレコーズは入力にタブレットやスマートフォンを使って、いつ、誰が、どの圃場にどれだけの農薬や肥料を使ったかなどを記録していく。入力した情報からは栽培管理表を自動作成できるなど、導入することで農家の営農管理が便利になる。情報は、消費者への

情報発信にも使える。このほか、情報を集約し、畑の作業情報の一部を、インターネットを介して農作物を仕入れる側にも提供している。

（３）導入経緯

小規模農業者の集合存立や大規模の単一存立ではなく、国際的に戦える規模による連合存立が重要との立場から、フランチャイズ化を目指した。安全・安心は差別化ではなく当たり前のものという考えだ。「消費者への貢献のあり方を最高レベルで標準化し、生産情報システムを一つの言語体系として最大活用する。安全を差別化するような国内の一部のマーケティング戦略をとれば、金持ちだけが安全なもの食することができて、貧しい人は危険なものを食う社会構図となってしまう。そのようなことはあるべき姿とは思わない。我々は、あくまで社会が求める姿を農業者自身が形作り、それを安定供給するための体制としての考え方」と掲げる。

（４）効果

ファームレコーズの 1 作業当たりの入力時間はわずか 30 秒程度。もちろんグローバル GAP にも適合している。各国とも農業生産の工程はほぼ同じのため、世界で使えるシステムにもなっている。システムはこれまでグローバル GAP の認証審査の現場で開発・運用されたもので、農業生産の現場レベルで磨き上げられたものだ。

現場の作業員はふだんパソコンなどのキーボードやマウスなどには触らず、日ごろから IT を使った営農管理の重要性を理解しているわけではない。しかし、トレーサビリティを実現するファームレコーズのことを「これは ATM のようなものだよ」と言って、情報を蓄積し、引き出せるというそのメリットを伝えると、重要性を理解してくれるという。

4. IT 化促進に向けての意見

（１）IT 化阻害要因

農家の大量離農を目前に控えた状況下、松本代表は「政府と JA グループは新規就農者を入れろと主張するが、新規就農者が一人前になるには 10 年かかる」と、新規就農者の育成だけで、今後大量に放出される農地を引き受けるのは現実的でないとは指摘する。相変わらず現場の現実を知らない政府と政治家の誤った政策誘導で、既存農家の大規模化への支援が手薄になってしまっていると指摘する。

5. フードバリューチェーン化への対応

フランチャイズ化の具体的な内容の一つ目は、グローバル GAP のコンサルティングと導入。二つ目は生産情報管理システムの導入。三つ目はブランド展開と出口開拓のための営業活動。四つ目は生産物賠償責任保険（PL 保険）の導入である。農場間で連合することで、安定供給と品質の一体化を目指している。

手掛けるのは、フランチャイズ化というよりもアライアンス化である。「実は既存のフランチャイズ型のビジネスモデルには欠点がある。それはフランチャイズに加盟することで元の屋号を失ってしまうことだ」と松本代表は指摘する。

特に農家は農産物というモノを作っているからアイデンティティが強い。だから屋号を消し去ってしまう既存のフランチャイズビジネスモデルは農家には合わないとの主張だ。加盟した農家は、ファームアライアンスの商標やブランドを使う権利を得るが、自分の屋号で商売しても構わないというスタンスをとっている。

同社が相手にしたいのは若手で今後規模拡大や世界との競合環境の中で農業生産をビジネスとして意識する志を持つ生産者。まさしく農業を「担う」意思を持っていることが、農業ビジネスの未来の中心となるからである。

「それに小規模農家をたくさん束ねるというビジネスモデルでは、個々の農家に対する管理コストが余計にかかる。頭数が多くなる分だけ非効率に陥り、概してこれまでの失敗の道と同じ道をたどってしまう。もはや国内農家は零細というイメージを脱却し、規模拡大を進め自立した農業者連合という方向を目指した方が賢明だと考えている」（松本代表）。

今後は、国際認証の取得支援サービスである同社の特性を生かし、海外でのフランチャイズ展開、さらには生産情報管理システムの海外での普及も目指したいとしている。

また、同社は農業金融の選択肢拡大も必要と考える。小規模農家などは、金融の選択肢が少なく、農業団体系の金融機関や政府系金融機関を中心に資金調達をしており、農業金融に競争原理が働いていないことも大きな問題と考えて、農業分野の資金調達の選択肢を広げ、金融機関の競争を促すための農業フィンテックも開発している。金融庁は、金融機関に担保主義からの脱却を図り、事業性評価に基づいた資金ニーズへの対応を求めている。しかし、一般の産業においてもなかなかこれに対応できていないのが現実で、ましてや農業金融はさらにコンサバティブである。「政府系金融機関と言えども返済能力に軸足がいており、はっきり言って農業金融のプロなどではない。市中銀行にも農業金融のあるべき姿を訴え、事業性評価を簡便にし、大量離農時の規模拡大を支える抜本的資金供給のインフラを構築

すべき。英国での産業革命は蒸気機関という技術要素で起こったものではない。その導入を支えた資金供給によって起こったものであることを考えれば、今開発している技術要素の導入を促す農業金融の重要性は政府ですら気がついていない」。同社は、今ある現実の課題と将来に起こりうる現実を俯瞰的視点で農業を捉えているという点では、国内農業を支える稀有な存在である。地方銀行や大手損害保険会社などとの業務提携はそれらも視野に入れた一歩なのかもしれない。

14. <流通>デリカフーズ株式会社（東京都足立区）

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

国内最大手の業務用野菜の卸売会社。野菜の仕入れ、加工、物流をワンストップで行っている。野菜の取扱の内訳は数量ベースでカット野菜が 4 割、ホール野菜が 6 割。果物も扱う。主要取引先はファミリーレストランやファーストフード、コンビニエンスストアなど中・外食。配達先の店舗数は 1 万。野菜の出荷先は中食が 16%、外食が 84%。

原料の搬入→カット・冷却→計量・脱気→金属探知機→冷却→出荷。原料庫も冷蔵庫なので鮮度を維持できる。加工場に入れるときには専用のコンテナに移し替えるため、余分な菌を持ち込むことはない。

業務用野菜の卸売会社が多数ある中、デリカフーズの強みは三つある。一つ目は必要な時に必要な量を店舗ごとに届ける物流網を構築している点。鮮度を維持するため空気を抜いた脱気包装にしている。野菜にストレスをかけないように、畑で育っているときと同じ位置で保存管理する「背地性」を心掛けている。

二つ目は価格管理機能。外食・中食産業の顧客がいつ、どれだけの量を欲しいかを把握しているので、契約産地と作付面積や価格を播種前に相談できる。価格の変動が激しい青果物で安定価格と安定供給の実現を目指している。

三つ目は産地と外食・中食をつなぐ情報流通機能。外食・中食に対しては流行りの野菜やそれらをどこから調達すればいいのかを教えている。一方、産地に対しては需要のある野菜やそれをどれだけ作ればいいのかを伝えている。

東京第二 FS センターでは 2013 年、業界初となるスーパーコールドチェーンを導入した。これは野菜の入荷から出荷、配送までに至るすべての工程を 1～5 度の低温で管理するシステム。野菜の鮮度が維持できるので、カット野菜の賞味期限を 2 倍に伸ばせるようになった。また食品安全マネジメントシステムの国際標準規格 ISO22000、さらにその上位規格である FSSC22000 の認証も取得している。

持ち株会社性を採用。主要拠点の東京、名古屋、大阪に展開するデリカフーズ㈱、コンサルティングと研究業務を担うデザイナーフーズ㈱、野菜の分析サービスを手掛ける㈱メ

ディカル青果物研究所、物流会社のエフエスロジスティックス(株)の計4社を会社に持つ。

2017年現在14拠点なのを2020年には17拠点に増やす計画。加えて農業へも参入する予定。自社農場を経営し、生産に関するデータを取ることで、収穫量の予測システムを構築する。天候の変化などで収穫量の増減を予測できれば、事前に市場から仕入れるなどの対策が打てるようになるとみている。

主力品目として現在のカット野菜とホール野菜に加え、今後は真空加熱野菜を伸ばす方針。これは野菜の美味しさと鮮度を維持したまま加熱調理している野菜のこと。食材と調味液をフィルムの袋に入れて密封し、専用器で材料に応じた時間と温度で調理している。外食・中食では再加熱するだけで提供できるので、スタッフの労力の軽減やメニューバリエーションの増加につながる。レトルト食品との最大の違いは、野菜の味や食感、栄養素が残っているかどうか。レトルト食品は長持ちするものの、製造過程でいずれも失われてしまう。対して真空加熱野菜はその逆で、日持ちはしないものの、味や食感、栄養素は維持できる。

売上高は345億円、営業利益5億5,700万円、経常利益6億円（いずれも2016年4月1日～17年3月31日）。本社は東京都足立区。

2. 経緯

1977年 設立

2005年 東京証券取引所第二部に上場

2014年 東京証券取引所市場第一部に指定替え

3. ITの導入状況

(1) IT製品・設備・ソフトの名称

フィールドサーバーと非破壊検査装置

(2) 導入経緯

三菱総合研究所や三重大学、豊橋技術科学大学、東京農工大学、独立行政法人農研機構野菜茶業研究所など産学官11機関と2014年に連携し、「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」に採択される。この中でトマトの栽培環境と品質との関係性を明らかにするため、畑に設置するセンサーで栽培環境をモニタリングしながら、農業ICT技術に基づくトマトの生産方法を開発する。

センサーは二つ。一つは地下部で窒素やリン、ミネラルなどを計測する。もう一つは地上部で温度や湿度、日射などを計測する。収穫後には非破壊検査装置で美味しさや栄養素、機能性を検査して、選別する。栽培と品質との関係性についてビッグデータを解析することで、新たな生産技術体系を確立することを狙った。

この中でカリウムを計測するセンサーを開発した。実用化はこれからで、水耕栽培におけるトマトの施肥設計に役立てていく。

もう一つ、機能性を持ったトマトを選別できる非破壊検査装置を開発した。これは農機メーカー・クボタの「センカ工房」をモデルにして、従来の **Brix** 糖度や酸度、重量に加えて、新たに抗酸化力やリコペンも測れるように改良したもの。

大量非破壊検査装置は一部のトマト選果場や次世代型植物工場でも導入されている。同社は「新たな価値の創造が生産・流通の現場にも広がることを期待している」という。デリカフーズ執行役員の有井雅幸氏は「当該コンソーシアムの想定としては、液肥中のカリウム濃度について濃度的、時刻的、時間的に変化させ、トマト品質を非破壊測定し、得られたビッグデータを解析することで、トマト品質（糖度、リコペン量、抗酸化力）を自由自在に操ることだったが、結果として研究時間が無く、そこまで実証できなかった。これが実証できれば、農業 IT は役立つ。」と話している。

（３）効果

糖度 6.5 以上でリコペン 6mg/100g と、糖度 5.5 以下でリコペン 5mg/100g の二種類のトマトを名古屋市内のスーパーマーケットで試食販売した。前者については通常より 2 割高い値段に設定した。その結果、3 時間で 40 パックが売れた。

４．フードバリューチェーン化への対応

野菜の独自の評価指標「デリカスコア」の運用を始めている。デリカスコアとは一言でいえば、野菜を評価するのに、従来の「外観」に加えて、「安全」「栽培」「中身成分」「流通」の四つの観点を用いること。四つの観点の詳細は以下 19 の項目に分かれている。この取り組みはフードアクションニッポンアワード 2011 研究開発・新技術部門の優秀賞を受賞した。

① 安全

「有害微生物」「有害重金属」「残留農薬」「栽培履歴」「安全認証」

② 栽培

「生産量」「安定供給」「土づくり・栽培技術」「環境（化学肥料の使用率）」「環境（化学農薬の使用率）」「環境認証」

③ 中身成分

「Brix 糖度」「ビタミン C」「抗酸化力」「硝酸態窒素」

④ 流通

「鮮度」「外観」「品温」「施設・設備」

19 項目の評価指数の大本になるのは、デリカフーズグループのデザイナーフーズが中心となって 10 年以上にわたって取り続けてきた野菜の中身に関する分析データ。指定野菜を含む国産野菜について数万検体の分析データを取ってきた。結果、やはり旬の野菜が美味しくて健康にもいいこと、さらに旬であっても土づくりや栽培の方法、産地に応じて中身が変わることを突き止めた。多様化する野菜のニーズを評価するツールとして、契約産地への普及を進めている。

デリカスコアを思いついたのは野菜の中身成分の違いが販売価格にも影響を及ぼすことから。たとえば抗酸化力を持ったトマトはそうでないトマトと比べて小売価格が 2.5 倍高く売れている。デリカスコアを広め、契約する産地や農家がもうかる仕組みを構築したいと考えている。

その先に狙うのは「Farm to Wellness」、つまり「農場から健康へ」。そのために農業と食品産業、医療、環境、工業をつなげる。そのツールとなるのが ICT 技術。ミネラルセンサーやフィールドサーバーを活用して機能性を持ったり、安全が担保されたりする高品質な野菜を生産し、それを非破壊検査装置で選別する。

普及啓発活動の一環で「Farm to Wellness 倶楽部」を設立。会員になると「Farm to Wellness」に関連する情報がメールマガジンや季刊誌などで届く。また同社に野菜の分析を無料で委託（上限回数有）できるほか、情報交換会にも参加できる。年会費は個人が 1 万円、法人が 3 万円。

15. <流通>株式会社ブレイン（静岡県富士宮市）

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

代表の鈴木輝氏が 2003 年に農業資材の販売会社としてスタート。農家と直接付き合う中で販売に関する悩みを聞き、B to B を基軸にした農産物の直接取引のプラットフォーム「ツナグプロジェクト」を構想する。資材販売では得意とするマーケティングで農家 3 万 2,000 戸を顧客にする。2016 年から彼らを対象に「ツナグプロジェクト」を始動する。本社は静岡県富士宮市。

2. 経緯

2003 年 農業資材の販売会社としてスタート

2016 年 ツナグプロジェクトを始動

3. IT の導入状況

（1）IT 製品・設備・ソフトの名称

ツナグプロジェクト

（2）導入状況

ブレインが独自に開発した、買い手企業と農家とが直接取引する農業の新たなプラットフォーム。大きな軸は二つある。

一つ目は商品を並べて売のようなショッピングモール型の発想を逆転させた「作物リクエスト」。プラットフォームに参加する飲食店や加工業者、小売店などの買い手企業はパソコンやスマートフォンで専用サイトに入り、欲しい作物の種類や量、価格、時期などの情報をリクエストする。一方、そのリクエストに応えられそうな農家は手を挙げる。リクエストに関する情報は種を指定したり、キャベツの外葉を 1、2 枚多く付けたりするといった具合に事細かく設定できる。

二つ目は農家からの「収穫情報」。従来のように「収穫してから売る」ではなく、農家は

作付けした日や品目、品種、収穫の予定日といった情報を発信して、事前取引を進める。買い手企業にとっては調達予定が組め、青田刈りもできる。秋に収穫するものも、春や夏には予約が入るという状況になっている。

取引の進め方は、会話をするように交渉ができる商談スペースをサイト内に用意。言った、言わないというようなトラブルを回避している。

取引を促進するため、業界で初めて農家からサンプルを送ってもらう仕組みを整えた。企業にとっては取引をしたいものの、まずは実物を見てみたいもの。そこでサンプルを取り寄せ、食べ比べながら、取引先を決めることができるようにした。実際に味や形をチェックすることにより、モノのトラブルを回避している。

作物リクエストによる取引は1対1ではなく「1対複数」の取引がベースとなる。書いてからのリクエストに対して、1軒の農家で出荷できる量や期間が足りなくても、複数の農家で案件をシェアして出荷できる仕組みになっている。それぞれが、自分が出荷できる量と期間を伝え、大口需要に応えていく。

二つのことを情報化している。一つは、作物のニーズ。これはリクエストの表という形にまとめられている。もう一つは、栽培情報。使っている農薬や、減農薬・無農薬・有機といった栽培方法の別など、あらゆる情報を記録していく。

2017年5月を転機にブレインの収入源と「ツナグプロジェクト」での取引に関する決済方法は大きく変わった。まず2017年4月末まで、ブレインの収入源はプラットフォームに参加する会費800円だけ、手数料収入は一切なかった。決済方法は買い手企業と農家との間で代引きや前払いで行ってきた。それが2017年5月を境にブレインの収入源は手数料となる。取引が成立した時点で買い手企業と農家からそれぞれ10%を受け取る。

それから決済については2017年5月からは「ツナグ決済」を開始した。このサービスでは第三者機関による与信審査を導入。初めての取引先でも安心できる。取引の段階で品目や量、金額等を決めてもらう。すると取引成立という情報がブレインに届く。この時点で農家が出荷。その確認が取れると、買い手企業に請求書を送る。決済は月末一括締め。

ツナグ決済を採用したのは不正取引を撲滅するため。従来は、たとえば買い手企業が「ツナグプロジェクト」を利用して農家の情報を仕入れ、その農家に裏ルートで直接商談を持ち掛けることが横行。その末に未払い問題も発生していた。一方で農家も出荷したと言いながら、それが嘘であったり、なかば腐った野菜を送ったりしていることもあった。

このためツナグ決済ではレビュー機能も備えた。不正取引を持ち掛けたり未払いをした

りした企業や農家については書き込みし、周知できるようにしている。アマゾンのレビューのようなイメージだが、取引した農家と買い手企業、双方が評価するレビュー機能のため、強力な自主規制システムをつくり、双方のトラブルを激減させる。レビュー評価は必須になる。

ツナグプロジェクトで扱えない品目はコメと牛肉だけ。ツナグ決済の運用会社に断られたというが、その理由は定かではない。

保険により未払いや未納品についても 100%補償が受けられるため、ツナグプロジェクトで見つけた顧客と、このプラットフォームの枠外で取引する農家は多くない。一度つながった相手とプラットフォームを介さずに取引をすれば、手数料分がかからなくなるわけだが、その分リスクを負うことになるため、多くの農家は手数料を払う方が良いと判断している。

立ち上げ時は、買い手に明確にほしいものがない状態だったため、買い手からリクエストするという流れをつくるのに苦労した。取引の実績を蓄積し、ホームページに掲載されている他の買い手のリクエストも豊富になった今では、どういう風にリクエストすればいいかという質問が寄せられることはほとんどない。

(3) 導入経緯

資材販売の顧客である農家から「作っても売れない」「せっかく有機栽培をしているのに、それに見合った単価が出ない」といった声を多数聞いたため。農協や市場、産直の業者と別形態の取引をつくることで、これまでとらえきれていなかったニーズに応えるとともに、マーケットインを徹底し、収益アップにつなげる。

たとえば、フルーツトマトが流行った時に、多くの農家が流行に乗ろうとし、逆に加熱するような料理に使うトマト、ハンバーガー用のトマトなどが需要があるのに不足するという事態になった。プロダクトアウトの結果の作りすぎによる土壌還元を避けるためにも、マーケットインの仕組みが必要だと考えた。

鈴木代表は「従来のショッピングモール型の商品を並べて販売する形をやめた。農家は畑にいた時間が長いので、商品を登録したり販売戦略を立てたりすることが難しい。それよりは農家にできるだけ畑にいてもらって、品質の高いものを出してもらいたい」と話す。

(4) 効果

市場よりも安く買えるため、買い手は毎月 2、3 件ずつ増えている。農家にとっても収益

性が高いので、参加者は増えている。2016年に試験的に運用を始めたばかりではあるが、年間ユーザー数は28,561件。「ツナグプロジェクト」の年間ページレビューの総数は39万7,904（2016年度）。

4. IT化促進に向けての意見

（1）情報のオープンソース化（加工データではなく、生データを）

すばらしい技術を持つ企業はたくさんあり、利用方法もさまざまなアイデアが出てくるはず。国だけでなく民間も含めて、農業は情報をクローズ化してしまいがち。クローズで自分だけが独占して使うのではなく、オープンで使うことができれば、もっと農業界に参入する会社が増え、革新的な技術や方法も見つかるはず。細かいことでいえば、市場に出回る量が想定されるだけでも農家も買い手も動きは変わるはず。

（2）同一品目を作る農家の全国組織化

同一品目について農家が狭い地域単位で集うのではなく、全国でつながって、情報を共有化し、栽培技術や営農方法などが相談できるネットワークを構築してほしい。端境期にモノが不足する事態が減らせるはず。ただ、縦割りのJAが幅をきかせているため、全国ネットワークを構築するにも難しいのが現状。

5. フードバリューチェーン化への対応

栽培から収穫、出荷までのデータ化を進める。とくに収穫量を予測できるようにするために、計画と収穫の差、定植数からロス率などを来年から減らせるように現在システムを変更中。同時に買い手からのニーズもデータ化し、農家がこれを見て作物を選択できる情報を提供していく。全国からデータが集まれば、収穫期間と収穫量を予測できる「収穫予報」をつくる。これは天気予報をイメージしており、「今週は出荷量が減り、高騰が見込めるでしょう」といった感じで周知する。買い手の情報もマーケットニーズ予測などで公表するつもり。こうした栽培計画や収穫予定などの情報化に参加してくれる人を束ね、横のつながりを作る計画。

16. <流通>オイシックスドット大地株式会社

(東京都品川区)

農業ジャーナリスト

青山 浩子

オイシックス株式会社と有機・低農薬野菜の宅配サービスを展開する大地を守る会は2017年3月にグループ化、同年10月に経営統合し、オイシックスドット大地株式会社となった。さらに2018年1月、NTTドコモと業務資本提携を発表し、ドコモの子会社であるらでいっしゅぼーや株式会社を同年3月に子会社化した。これにより、オイシックスドット大地(株)は、550億円を超える売上規模をもつ企業となった。なお、本報告書は2017年5月の調査時点のものであり、経営統合前のオイシックス(株)の事例報告である。

1. 事業の概要

オイシックスは、インターネットなどを通じた一般消費者へ食品・食材の販売する企業である。会社設立は2000年で、社長は高島宏平氏。

同社は、「おいしくすくらぶ」という会員制を敷いており、会員ならではの特典(送料の割引、限定商品の購入)がある。2017年3月末時点の会員数は約13万人。首都圏在住で、30~40代の既婚女性が多く、共働きの人が多いという。なお、非会員であっても商品購入はできる。

2017年3月に大地を守る会をグループ化したことで、売上規模で業界ナンバーワンに躍り出た。単体での2017年3月期の売上高は約230億円。大地を守る会とあわせるとおよそ330億円規模になった。

取り扱う商品全体のうち、青果物が約3割を占める。青果物の取り扱いに対し、独自の安全基準をクリアすることを条件としている。栽培方法としては農薬や化学肥料を当該地と比較して半分以上減らした「特別栽培」以上であることを基本としている。

インターネット販売以外の事業として、買い物弱者を主な対象とした移動販売事業「とくし丸」を展開するほか、食に関連する戦略投資部門(フードテックファンド)を設立し、次世代養液土耕システムの製造・販売をおこなう企業への出資、農産物輸出を手がけるベンチャーへの出資もおこなっている。

2. IT の活用状況

(1) 受注から商品発送までのプロセス

WEB サイトの管理および顧客からの受注、発注、仕入れ、在庫、発送、売上管理までの大半の業務を同社自ら開発したシステムを通じておこなっている。一部のシステム開発を外部企業に委託することもあるが、基幹システムはすべて自社開発によるものだという。外注をしない理由について、広報担当者は「自分たちのビジネスモデルに対応した既製品がなかったため。また、当社の提供するサービスが常に進化しており、システムもそれに伴って迅速に進化させていく必要がある。そのため、システムは内製化したほうがいいという考え」と話す。

同社がフードチェーンのなかでもっとも重視していることは、顧客の目線に立った商品およびサービスの提供だ。このため、同社は顧客から吸い上げる情報の分析および発信に重点を置いている。

過去の購入情報の分析やマーケティングはこまめにおこなう。例えば、昨年ある商品を購入した会員には、同じ商品を「今年もどうですか」とメール等ですすめる。「会員になってから一定期間以内に買った人は、そうでない人より、ライフタイムバリューが高まる」との分析結果から、入会してあまり時間が経過しないうちに購入につながるように、積極的な情報提供をおこなうという。顧客に付与される ID ごとに購入履歴はわかるので、個別対応に近いことをやっている。まだ AI の活用まで行っていないが、将来的には活用する余地もあるという。

また、情報の提供方法を調節することで、商品の需給調整もおこなっている。農産物は天候によって出荷量に過不足があることを想定し、複数の生産者から調達できる仕組みを作っている。ただ、特定の生産者だけが作っており、代替がきかないような商品が予定よりも入荷量が少ない場合、早めに受注を打ち切ったり、定期会員限定で販売するといったように、情報発信の段階で需給調整をしている。広報担当者は「量販店のような不特定多数を対象とせず、会員主体のネット販売ゆえに、こうした調整がやりやすい」という。

会員がホームページを通じて買い物を始める際、あらかじめ買い物かごにおすすめ商品が入っている状態からスタートする。その上で、入らないものを削除したり、ほしいものを追加したりして注文を確定する。広報担当によると「私たちがその週に食べていただきたい『おすすめ商品』がある。それを PR したいという目的でこのような仕組みにしている」という。顧客が注文した 1 週間後に注文品が届く。配送はヤマト運輸に委託している。

（２）生産者との関係

農産物は青果物、米、畜産物を幅広く扱っているが、同社のシンボリック的な存在になっているものは野菜である。取引をしている生産者は全国に約 2,700 人いる。

生産品は同社が全量を買取るといういわゆる取引はおこなっていない。年間の販売計画に基づいて「これぐらいの量が必要になる」というおおよその量を生産者に提示する。その上で、顧客からの注文数量をもとに同社が数量を確定し、生産者に最終的なオーダーを出す（現時点では、ファックスやメールを活用している）。

全量買い取りをしないのは、相互に発生するリスクを避けるためだという。同社は、独自の安全にこだわった食品・食材を取り扱うことを理念に掲げている。例えば、病虫害が発生し、生産者が仕方なく農薬散布をした場合、農産物を同社は買い取ることができない。また、生産者も同社以外の売り先を確保していない場合、生産物は行き先を失ってしまう。こうした両者のリスクを避けるため、取引に柔軟性を持たせている。仮に、生産者は当初計画していなかった農薬を散布したとしても、オイシックス以外の売り先に出荷すれば、売上を確保できるというわけだ。

生産者には、会員から戻ってきた「お客様の声」を還元している。また、会員から特に高い支持を受けた優良生産者を表彰する「農家・オブザイヤー」を毎年開催し、激励することでモチベーションの向上を図っている。

ビジネスを開始した当初は、紹介や口コミや紹介を通じ、生産者を増やしてきたが、いまでは生産者側からの売りこみも少なくないという。傾向として、後継者がいる生産者、一般市場ではなく独自に販路を確保している生産者が多いという。取引先には冷凍野菜の加工施設を持っている JA、農産物の生産者を特定できる JA などもある。

すべての生産者に生産履歴記録を作成・提出してもらい、基準に合致しているかの確認をしている。

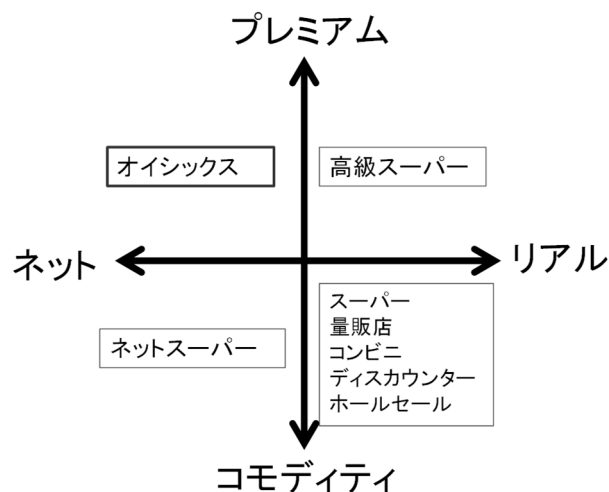
3. IT 化促進に向けての意見

経済産業省の「平成 27 年度我が国経済社会の情報化・サービス化に係る基盤整備（電子商取引に関する市場調査）」（2016 年 6 月）によると、農産物を含む食品の EC 化率は 2%、物販全体（4.75%）と比べても低い。このデータから同社は「今後も食品の EC 化率は伸びていくだろう」（広報担当者）と予想している。

また、同社のビジネスは「ネット」を媒介とし、安心安全に特化した「プレミアム」商品

を扱っている。下図にあるようにこのカテゴリーでビジネス展開をしている企業のトップランナーとして、さらに裾野を広げていけるものと展望している。

オイシックスのポジショニング



オイシックスへのヒアリングを参考に筆者作成

1

4. フードバリューチェーン化への対応

同社は現在、主に国内で生産された農産物や加工品を香港の消費者に宅配する「オイシックス香港」というサイトを運営している。また、同社は2016年11月に、(株)日本農業インコーポレーテッドというベンチャー企業に出資をした。この会社は「自分の農産物を輸出したい」という生産者の販路開拓、物流のアレンジ、実施の貿易にいたるまでのコーディネートを行う会社である。

今後の輸出への展望に対し、広報担当者は「日本産農産物の輸入に対し、規制を設けている国が多いこと、現地での物流体制が未整備である点を踏まえると、日本から農産物を持っていくより、当社が国内で培ってきた目利き力（システム）そのものを海外に移転させ、現地で生産したものを現地の消費者に届けるビジネスのほうが、実現可能性が高い」という。

一方、同社は国内においてECのみならず、リアルな店舗での販売もおこなっている。恵比寿などに自社運営の店舗を構える他、東急ストアやクイーンズ伊勢丹などのスーパーの中にOisixコーナーを展開している。

リアルな店舗での販売事業を拡大していくために、広報担当者は「農産物の価格を形成す

るような『場』があれば、生産者が価格設定する際の参考になるのではないか」という。ネット販売の場合、同社は生産者と直接に価格交渉しているため、価格形成の場は特に必要がない。ただ、リアル店舗での販売の場合、農産物は卸売市場に出荷し、取引されるまで価格がわからない。「現物の価格形成機能があれば、生産者は値決めもしやすくなるではないか」と広報担当者はいう。さらに、買い物弱者が簡単に注文できるようなタブレットの供給に国の支援があれば、利用者が拡大するのではないかと考えている。

国内農業の生産力弱体化に対しては、あまり憂慮していないという。その理由として、現在同社が取引している生産者は意欲的で、売上を伸ばしている人が多い点を挙げている。こうした生産者が事業規模を拡大していけば、日本の生産者の数そのものが減少したとしても、供給力自体に大きな問題はないとの考えだ。その意味でも、「N-1 サミット」などを通じ、生産者のモチベーションを引き上げていくことに重点を置いている。

17. <流通>らでいっしゅぼーや株式会社

(東京都新宿区)

農業ジャーナリスト

青山 浩子

1. 事業の概要

らでいっしゅぼーやは、有機農産物および低農薬農産物を中心とする食品・食材をカタログまたはインターネットなどを通じて消費者に販売する企業である。

環境問題や食の安全に関連し社会運動をおこなう日本リサイクル運動市民の会が1988年から始めた有機・低農薬野菜の宅配事業「らでいっしゅぼーや」を原点とする。その後、経営権がキューサイやジャフコなどに移ったが、事業自体は継続された。2008年にJASDAQ市場に上場したが、2012年に株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ（現株式会社NTTドコモ）の連結対象子会社となり、上場廃止となった。

会員制を敷いており、現在約19万世帯。年代は30代後半から60代の女性が多く、コア世代は40～50代である。有機・低農薬農産物に限定し、慣行栽培は一切取り扱っておらず、価格帯は多少高めであることもあり、20代の顧客は比較的少ないという。

創業当初は、環境や農業に高い関心を持つ会員がコアとなっていたが、こうした根強い会員からの支持に応えるためには、「ビジネスを継続させていくことが大前提」という考えのもと、1990年中盤より環境保護重視の考え方から、食の安全安心に軸足を広げた。BSE（牛海綿状脳症）の国内での発生、無登録農薬事件、さらに中国産の冷凍ギョウザの殺虫剤混入事件など食にまつわる事故や事件が大きく取り上げられるようになったことも、安全安心に軸足を置くきっかけとなった。

生産者は全国に2,440軒（団体数では220）おり、個人農家から複数の生産者で構成される出荷団体まで規模はさまざまである。

2. ITの活用状況

(1) 受注から商品発送までのプロセス

同社の基幹商品は「ぱれっと」という野菜、果物の詰め合わせである。この商品は、産地からの入荷の状況を踏まえ同社が詰め合わせる野菜を決め、会員は野菜や果物の種類を指

定できない。こちらを毎週、注文する会員が約 6 万人いる。

このほか、同社があらかじめセレクトした組み合わせを基本にして、会員の希望によりアイテムを追加したり、削除したりできる「らでいっしゅクラブ」というコースもある。こちらは 2013 年より提供を始めた。もともと同社の商品は「ぱれっと」が中心だったが、核家族化、共働き世帯の増加、料理離れなどライフスタイルの変化を背景に、会員から「おまかせではなく、自分で品目を指定した上で買い物がしたい」という要望が高まったため商品化した。非会員であっても、WEB サイトから注文はできる。

会員からの受注方法は、カタログと共に会員宅に届けられた OCR 注文書、または WEB サイト、電話、ファックスなどであり、注文日から 1 週間後の指定された曜日に届けられる。

一方、2013 年 11 月より、WEB サイトを通じた注文を受けやすいようにホームページをリニューアルし、この時より、会員の購入履歴をリコメンドエンジン（利用者の好みに合った商品を提案するシステム）に連動させ「あなたにおすすめ商品はこれです」「このコーナーではこれがよく売られています」「その商品を買った別の人たちがチェックや購入をした商品はこちらです」といった機能を付加し、購入意欲のアップを図っている。

（２）生産者との関係

一方、生産者には収穫のおよそ半年前に、「どのぐらいの時期に、どのぐらいの量を出してほしい」という大枠を決める。価格もこの時に大枠を決めておく。最終的な発注の確定は会員からの発注を待って、生産者に知らせる。

生産者への発注はファックスが中心である。収穫・発送の変更など急を要するやりとりには電話が便利である点、高齢な生産者などは IT に疎いこともあり、アナログのやりとりに留まっている。

天候により、収穫が早まったり、遅くなったりする場合は、同社の農産部スタッフが生産者とやりとりをした上、「ぱれっと」に入れる野菜の種類を変更するなどして調整している。野菜の種類に柔軟性をもたせることで、天候に左右されやすい青果物で需給調整をおこなっているのだ。

「ぱれっと」以外の商品（顧客が商品を指定して購入するタイプ）のうち、産地の不作等で入荷がなかったり、少ない場合は、注文を止めたり、すでに注文が入った場合も「欠品」の連絡を会員にすることで了承を得ている。

同社の会員は、食の安全・安心への高い人が大半であり、農薬使用状況に関心を持つ人も少なくない。このため、生産履歴の提出は義務づけしている。2,440 軒のうち、半数以上は、同社指定のフォーマットにエクセルで入力し、メールに添付して送付される。残りはフォーマットに手書きした用紙をファックスし、同社がデータ化している。これらの情報は、商品に同封する商品情報において、殺菌剤や殺虫剤の使用状況を産地名とともに明記している。

商品の発送は、全国 6 カ所（北海道、東北、首都圏、神奈川、中部、大阪）のセンターからおこなわれる。各センターの近隣地域は、同社の専用車（業者への委託）が配送する。その他の地域についてはヤマト運輸に配送を委託している。

3. IT 化促進に向けての意見

ドコモの傘下に入ったことで、ドコモが運営する WEB サイト「d ショッピング」において、らでいっしゅぼーやの農産物や加工品がラインアップされるようになった。また、ドコモショップの駐車場での販売イベントが随時開催されるなど販路拡大につながっている。また両社間の人材交流が図られ、人材育成面での効果は見られたという。

また、同社の広報担当者は「ドコモとの連携の強みをさらにいかし、将来的には生産現場での IT 普及が進んでいけばという期待を持っている」と語る。

ドコモはベンチャー企業等とタイアップし、国家戦略特区の指定を受けた新潟市などで、大規模経営をおこなう稲作生産者の水田にセンサーを設置し、センサーで収集したデータを水田管理に活かすシステムを開発・提供している。

収穫の管理予測は会員の満足度向上にもつながると同社は見ている。同社の基幹商品「ぱれっと」は、偏りなくさまざまな野菜が届くため、会員はバランスのとれた食材を摂取できる。その反面、最終的に箱を開けるまでどんな種類の野菜が入っているかわからないという不安感がある。この不安を払拭するため、同社は 1 週間ほど前に、発送予定の野菜の種類を WEB サイトなどで公表している。仮に、生産者が圃場センシングを活用し、収穫予測をより正確におこなうことが、発送予定の商品情報をより具体化でき、会員の不安を払拭につながると見ている。こうした技術の確立・導入が進んでいけば、生産者、流通業者、消費者のいずれにもメリットが得られるとの考えだ。

4. フードバリューチェーン化への対応

同社は、将来にむけてウェブサイトのリコメンドエンジンの精度をさらに高めたいとい

う意向を持っている。個人ごとの履歴をよりつぶさに分析し、「あなたには前回こういった商品を買われたので、今回はこういった商品をおすすめします」といったワントゥワンマーケティングまで進化させていこうということである。これらはマーケティングオートメーション（マーケティングの自動化）にもつながる。

一方で、紙媒体による会員への情報提供を通じたフードバリューチェーンにも重点をおいている。たとえば、商品カタログ以外にも会員向けの情報誌を作成し、商品の背景にある生産者の思いや商品の裏側にあるストーリーを伝えている。また、地域にある各センターでも情報誌を手書きで製作し、生産者や作物の紹介や、生産者と会員の交流イベントの様子を伝えてきたという。現在、これらの発行頻度が減っているというが、今後は WEB サイトや SNS などを活用することで効率的に情報発信をしていきたいと考えている。

なお、2018 年 1 月 30 日、株式会社 NTT ドコモが保有するらでいっしゅぼーやの全株式をオイシックスドット大地株式会社が取得し、らでいっしゅぼーや株式会社はオイシックスドット大地株式会社の子会社となった。

18. <流通>株式会社農業総合研究所

(和歌山県和歌山市)

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

代表の及川智正氏が 2007 年に IT の活用で農産物流通で新事業を起こすために設立した。

主要事業「農家の直売所」では、都市部のスーパーマーケットにインショップを置き、全国の農家や農産物直売所から集荷した農産物を委託販売している。集荷場は、北は山形から南は沖縄まで全国 72 箇所を備える。

主要取引先は阪急オアシスやサミットストア、イオンリテールストア、いなげや、コーナン商事、ダイエー、ヤオコー、ヨークベニマル、イズミヤ、小田急商事、西友、平和堂、東急ストアなど。

仕組みは、まずは会員農家が各集荷場に農産物を持ってくる。集荷場ではスーパーの店舗名ごとにコンテナを置くエリアが区切られ、エリアごとに店舗名が書かれた札が掲げられている。会員農家は自分が出荷したい店舗を決め、商品を置く。事前に集荷場にある発券機でバーコードを出し、商品に貼る。これとポスレジで会員農家ごとに売り上げが分かる。バーコードには QR コードが付いていて、買い手はそのコードを読み込むことで、生産者情報をたどれるようになっている。

流通網は自社で構築している。朝どれの野菜が翌日の開店前には各店舗に並ぶ。メリットとして、生産者にとっては販路の拡大による所得の向上や品目や規格、数量などを自由に決定できるといったことがある。一方、スーパーや消費者にとっては産直コーナーを低コストで迅速に導入できるほか、新鮮な野菜を売ることによって集客力を上げられるといったことがある。

「農家の直売所」では生産者が自ら農産物の売り先を決められるのが最大の特徴。値段も自分で決められる。その判断材料となる情報は随時農家に提供している。ただし、売り場の品目のバランスを取るため、集荷場で供給する店舗や量を調整することがある。たとえば前日にニンジンが大量に入荷された店舗では、翌日までそれが残ることが多い。そういった店舗があれば、集荷場でその店舗へのニンジンの出荷量が一定量になると打ち止めにする。と

はいえ各集荷場では一日当たり 100～150 店舗へ農産物を供給するので、会員農家にとって売り先がないという事態は起きえない。

値決めは原則的に会員農家が決定権を握っているものの、売れ行きに応じてスーパーが判断して値下げをする場合も少なくない。それもあって出荷した農産物の 9 割は売り切れる。

事業としてはほかに加工流通や PB 向け卸、海外輸出入、農業コンサルタントや資材販売やシステム開発なども手掛ける。売上高 16 億円、流通総額 70 億円（2017 年 8 月期）、登録生産者数 6,830 人、販売店舗数 996 店舗（いずれも 2017 年 8 月末）。本社は和歌山県和歌山市。

2. 経緯

2007 年 設立

2008 年 初の集荷場「紀の川集荷場」を開設

2010 年 資本金 1,500 万円に増資

2013 年 資本金 4,200 万円に増資

2016 年 資本金 1 億 9,900 万円に増資

農業ベンチャーで初めて東証マザーズ上場

3. IT の導入状況

（1）IT 製品・設備・ソフトの名称

農場物語

IT の活用で生鮮品の流通を支援するイーサポートリンク株式会社（東京都）が農家を対象にサービスを提供する生産情報管理システム。入力の手順は「栽培計画」→「栽培実績」→「出荷」→「店頭 PR」。

「栽培計画」では栽培計画の作成のほか、農薬取締法のチェック、適用作物や使用回数、有効成分回数、希釈倍率などの確認ができる。「栽培実績」では栽培実績の入力や農薬取締法のチェックなどができる。「出荷」では収穫前日数（休薬期間）の確認や栽培実績書を出し、出荷する農産物へ添付することのチェックがある。「店頭 PR」では QR コード付きシールの添付やポップの設置などをチェックできる。

入力した一連のデータはデータベース化して管理されるので、スマートフォンやパソコンで情報の検索がすぐにできる。栽培記録は帳票として出力も可能。

（２）導入状況

すべての会員農家に利用を義務付けている。農場物語で記帳しないと、出荷用のバーコードが発券できない。

（３）導入経緯

登録生産者数の増加に伴い、それまで紙を媒体にしていた出荷生産物の栽培履歴の管理が実質的に難しくなったため、データ管理のシステム導入を検討。その際、以下の２点を選択基準とした。

① 農業総合研究所のシステムと連動できること

→農場物語、正規のアプリ版（サービス）と、弊社の出荷管理システムと情報をつなぎあわせ、栽培履歴入力の有無（※）により、商品出荷時に必要なバーコード発券に制御をかけるという特製システムの構築が必要であった。

（※アプリの農薬取締法に則ったチェックをもとに、誤使用の有無も確認）

② アプリ仕様であること

→農業総合研究所の生産者専用ポータルサイトを介して、栽培履歴の管理をするため、スマホやタブレットからも利用できるアプリ版であること。加えて煩雑ではなく、利用者の裾野を広げやすいインターフェースである必要があった。

導入当時、この２点をクリアしたのが「農場物語」だった。

（４）改善点

会員の生産者の反応や要望などから挙がっている声も含めると、入力作業において、音声やスキャニングを用いた登録が可能となれば入力の手間が軽減し、より使いやすくなる。ただし、今後も農場物語を使うかという別の話。同社は「より安心して安全なものを求める時代のニーズにこたえるためのトレーサビリティ、という意味合いは大前提として、今後は、その先にある展開に様々期待できるのではないかと考えている。例えば、栽培履歴情報がデータ化されることで、その蓄積されたデータを分析し、収穫予測から発注・販売予測につなげるようなシステム、活用ができないかなどを模索し、長期的な視野で取り組んでいきたいと考えている。しかしながら、これらアイディアの実現性（発展性）や今後の弊社事業と絡めた様々な可能性を考えた場合、現在の農場物語の機能では拡張性が低いと判断してお

り、実のところ、他社システムとの比較、検証を行っている。」と話している。

4. フードバリューチェーンへの対応

農業総合研究所は生産と出荷、販売の一元管理システム「農直」を開発した。2017 年 5 月から試験運用を開始。6 月から月額 1,900 円で貸し出しを開始。利用者にはそれぞれ会員番号を割り振る。農直のソフトがダウンロードされたタブレットに加え、希望者にはバーコードの発券機も貸し出す。いずれも有料。将来的には個々が所有するスマートフォンなどでもダウンロードできるようにする。他に特徴的なのはスーパーのバイヤーと消費者も参加できるプラットフォームにしていること。農直では、農家とバイヤーや消費者が直接・間接的に情報を交換し、出荷する日にちや品目、食べてみての感想を伝え合える。機能は以下の通り八つある。

① 「農場物語」

農場物語にアクセスできる。

② バーコードの発券

会員農家はこれまでバーコードを発券するには集荷場に常備してある発券機を使うしかなかった。農直では会員農家が個々の作業場でバーコードを発券できるようにしている。発券機も発見枚数の能力に応じて三機種を有料で貸し出す。

③ 貸出コンテナ

農業総合研究所での売り上げ規模が上位の生産者を対象にしたコンテナの貸出サービス。農直では会員農家にコンテナを借りた数と返した数をその都度入力してもらい管理する。将来的には IC タグを内蔵したコンテナを導入し、移動履歴をたどれるようにする考え。実現には IC タグが廉価にならないと難しいとのこと。ちなみに以前はすべての会員農家にコンテナを貸し出していたが、どこの誰に貸し出したか管理できず、紛失個数が多くなったので、現在は止めている。

④ 店舗割り振り

出荷先の店舗名を入力する。どの店に、どの品目について、どれだけの量を出したかを入力する。売り上げ情報はスーパーのポスレジのポスデータから分かる。これは毎日受け取り、生産者に伝えている。ただし、出荷情報はこれまで十分に把握できていなかった。というのも会員農家はバーコードを発券したものの出荷しない場合がある。会員農家の販売率を明確にするためにも、売り上げ情報に加えて出荷情報もきちんと押さえない。出

荷情報はスーパーや消費者にとっても必要である。たとえば特定の会員農家の野菜や果物を気に入っている消費者にとっては、その会員農家がいつ、何を出荷するかが分かれば、その店舗に買い物に行く動機付けになる。近い将来、スーパーと消費者向けのポータルサイトを立ち上げる予定。消費者はお気に入りの農家ができの場合、「おいしいね」ボタンをクリックして登録できるようにする。登録した農家に関する出荷情報は随時受信できる。またコメントも書き込み、生産者に感想を直接伝えられるようにする。

⑤ 売り上げ情報

会員農家には自分の販売金額と販売点数、出荷金額と出荷点数、金額販売率、点数販売率が月別、年別に閲覧できるようにする。売り上げや支払の明細書もダウンロードできる。加えて売り上げについては全国と集荷場別に自分の分だけランクを把握できる。自分がどの位置にいるかを把握することで、会員農家に競争意識を持たせる。

⑥ 店舗情報

各店舗の品目ごとの価格や売れ行きがレギュラー品も含めて閲覧できる。一連の情報は農業総合研究所のスタッフが巡回した際、記録している。

⑦ 相場

公設市場の市況が一覧できる。

⑧ イベントカレンダー

店舗ごとのイベントに関する情報が一覧できる。「お客様感謝デー」などの特売日はよく売れるので、会員農家にとって出荷先や出荷量を決める判断材料になる。

「農直」では以上のサービスに加えて、資材メーカーと連携して、あらゆる農業資材が購入できるように進めている。加えて各店舗に特殊なビデオカメラを設置し、売れ行きが実況される仕組みもつくる。このビデオカメラは人の姿だけを消す機能があり、インショップで客が野菜や果物を手にすると、瞬間的に客が手にした野菜や果物だけが画面から消える。リアルタイムの売れ行きを確認することで、翌日の出荷内容を決める判断材料になる。

19. <畜産支援>株式会社ファームノート（北海道帯広市）

農業ジャーナリスト

窪田 新之助

1. 経営概要

酪農・畜産向けクラウドサービスに特化した IT ベンチャー。「牧場を、手のひらに。」を掲げ、いつでもどこでも誰もが生産性の高い牧場経営ができることを目指している。クラウド型牛群管理システム「Farmnote」を開発・提供しているほか、センシング技術の開発や人工知能の活用にも取り組む。

世界で最も農業に関するデータを集め、利用者が困っているときに最適解を提供する「世界の農業の頭脳を創る」という経営理念を掲げている。JA 全農、NTT ドコモとスマート農業の全国への普及推進で業務提携するほか、兼松や住友商事と畜産 IoT の世界展開について業務提携を結んでもいる。

2017 年 3 月には、JA 全農、農林中金、産業革新機構、住友商事の四者から総額 5 億円を、同年 12 月にはホクレンから出資（金額非公開）を受け話題になった。本社は北海道帯広市。

2. 経緯

2013 年 設立

2014 年 クラウド型牛群管理システム「Farmnote」を発売

2016 年 農業分野での人工知能・IoT 技術の活用を研究する「Farmnote Lab」設立

人工知能を活用した牛向けウェアラブルデバイス「Farmnote Color」を発売

3. IT の導入状況

（1）IT 製品・設備・ソフトの名称

① クラウド型牛群管理システム「Farmnote」

② 牛向けウェアラブルデバイス「Farmnote Color」

（２）導入状況

① 「Farmnote」

牛群管理の ICT ツール。利用者は PC の他、スマートフォンやタブレットでタッチ操作し、個々の牛の発情や繁殖、治療、移動、肥育の日時を記帳する。それらの記録を基にして繁殖の予定時期や牛群の移動履歴、預託状況、血統などの個体情報を整理してくれる。タッチ操作するだけで牛の個体データに簡単にアクセスでき、農家は牛群を管理するのが随分と楽になる。小規模農家から導入可能で、数千頭の大規模牛群でも利用できる。

② 「Farmnote Color」

「Farmnote」と連携した「IoA」による新たな営農支援ツール。IoA というのは同社の造語で、「Internet of Animals」の頭文字を三つ並べたもの。「IoT」の「T」のモノを「アニマル＝動物」に置き換えたわけである。これは、牛にセンサーを内蔵した首輪を取り付けることで、酪農・畜産農家はタブレットやスマートフォンを通じてその牛の発情や疾病の兆候を知ることができるというもの。

どういう仕組みかといえば、首輪に内蔵したセンサーは牛の動きに合わせてその行動データを計測する。牛は反芻動物で、一度胃に入れた食べ物を口の中に戻し、再度咀嚼するという動作を繰り返すことで、胃の中の細菌の力を借りながら食べ物の分解を促す習性がある。元気な牛ほど反芻運動が活発になる。そのほかにもさまざまな行動によって変化する行動データを解析して発情と疾病の兆候を把握する。

牛は発情すると運動量が増える。つまり運動量の増加を感知することで、人工授精するタイミングがよりの確に把握できるようになる。また、疾病にかかると、逆に運動量は減ってしまう。出産時疾病という症状があつて、これにかかると母牛は反芻する回数を減らし、そのせいで栄養を十分に吸収できなくなってしまう。酪農・畜産農家にとって、発情のタイミングや反芻回数の減少を見逃さないことは、乳量を増やすために重要。

AI も備わっている。ただし、ここでいう人工知能とはディープラーニングの手前の機械学習を指す。特定の計算処理にのっとして行動データを解析することで、発情や疾病の兆候を早い段階で知ることができるというもの。

「Farmnote」と連携してもいる。将来的には利用者がスマートフォンやタブレットを牛に近づければ、牛の首輪に内蔵したセンサーに反応して「Farmnote」が自動的に起動し、その牛の個体情報が表示されるようになる見込みだ。日々の記録である「Farmnote」と組み

合わせることで、より精度の高い牛群管理ができる。

（３）導入経緯

これまでの牛群管理で、酪農・畜産農家は一頭ごとの牛についてノートに手書きするというかなり厄介な作業を繰り返してきた。その一方でメガファーム化が進み、一戸の農家が飼っている牛の平均的な頭数はひたすら増える一方。2015年2月1日時点で乳用牛は77.5頭、肉用牛は45.8頭となっている。その分だけ記帳する負担は増え、ノートの保管は煩雑になっている。こうした手間や面倒を軽減し、牛一頭ごとの実績を「見える化」するために開発・導入した。

（４）効果

「Farmnote」は手書きのノートのように簡単に使え、リアルタイムに情報を共有でき、過去の飼養管理情報やセリからの仕入れ情報、疾病に対する投薬、血統、販売成績まで記録することができる。リスト作成機能も備えており、発情・分娩の予定や個体乳量などを簡単に一覧にできる。繁殖活動の予定については自動でカレンダーを作成し、発情の見逃しや作業漏れの防止につなげている。発情予定日を過ぎている牛、休薬期間中の牛などを簡単に検索することもできる。

単にデータを集めるのではなく、経営指導もできる。発情や疾病の兆候がある牛がいれば、スマートフォンを通じてその個体番号を知らせるといった具合に、それぞれの牛が置かれた状況下で何をすべきか、逐一知らせようとしている。農家に最適解を出すための検討材料を提供するのがその狙い。

また、牧場の課題も簡単に把握できる。発情を見逃した頭数と妊娠頭数を自動的に集計・グラフ化し、発情発見率や妊娠率も自動的に計算している。乳検データを取り込めば、個体別の成績が簡単に分析でき、淘汰対象を簡単に割り出せる。受精回数が多いのに乳量が低い牛を抽出するよう設定するなどすれば、効率化につながる。

（５）今後の展開

牛のおかれた状態を把握し、最適解を導き出すためにも、データの収集が重要になる。ここではかのモノと連動させることも検討している。たとえば乳牛が牛舎内の定位置についたら、センサーで乳頭の位置を感知して、そこに搾乳機器を取り付ける自動搾乳ロボット。

一頭ごとに個体を識別できる ID チップを装着することで、それぞれの乳牛がどれだけの実績をあげているかが一目瞭然になる。もし乳量が少ない個体があれば、乳房炎などの疾病を患っている可能性がある。「Farmnote」や「Farmnote Color」のデータと組み合わせることで、そうした疾病や発病の兆候がより正確に予測できるようになる可能性もある。

目標は農業界のグーグルになることであり、サービスを提供する対象は酪農・畜産向けだけではない。2016 年には、畜産分野で培った人工知能と IoT のノウハウを耕種農業でも活用していく「Farmnote Lab」をグループ会社の株式会社スカイアーク（北海道帯広市）と設立した。

具体的な研究としては、株式会社ソコラム（東京都世田谷区）と共同で省電力広域無線規格「LoRaWAN」を利用した放牧牛の行動解析実験を行った。牛の行動分析アルゴリズムの開発、JA 向け牧場データ統合管理システム、大規模農場向け受発注管理システム開発なども行っている。

今後はさまざまな企業や大学などと連携しながら、規模の拡大が進む酪農・畜産農家のために経営の合理化を図るサポートをしていく。農協・大規模農家の生産性向上のためのシステム開発を請け負う予定だ。スマート農業向けの共同研究・受託研究を広く受け付け、さまざまな企業・研究機関と連携して研究し、その成果を還元することで農業に貢献する。

今後取り組む内容としては、農業向けセンサーデバイスの開発、農業生産管理ソフトウェア開発、データ収集プラットフォーム開発、ビッグデータや画像の解析、アルゴリズムの開発、実証実験の受託などを挙げている。

21 世紀政策研究所報告書一覧（2014－2018.5）

《総合戦略・政治・社会》

2014. 9 日本政治の抱える課題と提言（概要パンフレット）
- . 6 本格政権が機能するための政治のあり方 研究主幹：小林良彰
- . 6 実効性のある少子化対策のあり方 研究主幹：小峰隆夫

《税財政・金融・社会保障》

2017. 6 グローバル時代における新たな国際租税制度のあり方
～BEPS 執行段階の課題の第一次検証～ 研究主幹：青山慶二
2016. 6 グローバル時代における新たな国際租税制度のあり方
～BEPS プロジェクトの総括と今後の国際租税の展望～ 研究主幹：青山慶二
2015. 7 超高齢・人口減少社会のインフラをデザインする 研究主幹：辻 琢也
- . 5 グローバル時代における新たな国際租税制度のあり方
～BEPS（税源浸食と利益移転）プロジェクトの討議文書の検討～ 研究主幹：青山慶二
2014. 5 グローバル時代における新たな国際租税制度のあり方
～国内法への帰属主義導入と BEPS（税源浸食と利益移転）問題を中心に～ 研究主幹：青山慶二

《行革・規制改革・経済法制》

2016. 5 独占禁止法審査手続の適正化に向けた課題 研究主幹：上杉秋則
2014. 9 ビッグデータが私たちの医療・健康を変える 研究主幹：森川博之

《産業・技術》

2018. 5 人工知能の本格的な普及に向けて 研究主幹：國吉康夫
2018. 5 情報化によるフードチェーン農業の構築 研究主幹：大泉一貫
2018. 5 データ利活用と産業化 研究主幹：越塚 登
2017. 4 イノベーションエコシステムの研究
～オープンイノベーションからいかに収益を上げるか～ 研究主幹：元橋一之
2016. 2 新しい農業ビジネスを求めて 研究主幹：大泉一貫
- . 2 研究開発体制の革新に向けて 研究主幹：橋本和仁
2015. 6 日本型オープンイノベーションの研究 研究主幹：元橋一之
- . 3 森林大国日本の活路 研究主幹：安藤直人

《環境・エネルギー》

- | | | |
|---------|------------------------------------|-----------|
| 2017. 7 | カーボンプライシングに関する諸論点 | 研究主幹：有馬 純 |
| 2016. 3 | 国内温暖化対策に関する論点 | 研究主幹：有馬 純 |
| . 1 | COP21 パリ協定とその評価 | 研究主幹：有馬 純 |
| 2015. 4 | 続・原子力安全規制の最適化に向けて一原子力安全への信頼回復の道とは一 | 研究主幹：澤 昭裕 |
| 2014.11 | 核燃料サイクル政策改革に向けて | 研究主幹：澤 昭裕 |
| . 8 | 原子力安全規制の最適化に向けて一炉規制法改正を視野に一 | 研究主幹：澤 昭裕 |

《外交・海外》

- | | | |
|---------|--------------|-----------|
| 2015. 9 | アメリカ政治の現状と課題 | 研究主幹：久保文明 |
|---------|--------------|-----------|

情報化によるフードチェーン農業の構築

**21 世紀政策研究所 研究プロジェクト
(研究主幹：大泉 一貫)**

**2018 年 5 月発行
21 世紀政策研究所**

**〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-3-2
経団連会館 19 階
TEL : 03-6741-0901
FAX : 03-6741-0902**

ホームページ : <http://www.21ppi.org>



21世紀政策研究所

The 21st Century Public Policy Institute