



RIETI Policy Discussion Paper Series 17-P-017

## IT・AI技術と新しい農業経営学

山下一仁  
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

## IT・AI技術と新しい農業経営学\*

山下 一仁（経済産業研究所）

### 要 旨

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。このような観点から、本稿では、オープンなビッグデータの作成とその農家レベルでの応用を実現するための具体的な政策提言を行うこととしたい。

キーワード：IT・AI技術、零細農業構造、分散錯圃、労働（作業）平準化、大規模複合経営、ビッグデータ、POSデータ、Digital Disruption、農業IT協同組合

JEL classification: Q00, Q12, Q13, Q16

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策をめぐる議論にタイムリーに貢献することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

\*本稿は独立行政法人経済産業研究所プロジェクト「グローバル化と人口減少時代における競争力ある農業を目指した農業・農政の改革」の成果の一部である。本論文作成に当たり、同プロジェクトに参加した大泉一貫・宮城大学名誉教授、八木洋憲・東京大学大学院農学生命科学研究科准教授より、いくつかの有意義な示唆を受けた。また、21世紀政策研究所プロジェクト「情報化によるフードバリューチェーンの構築」における研究、同研究所及びキャノングローバル戦略研究所の助成による海外の研究機関等への訪問成果も活用させていただいた。さらに、本稿の原案に対して、経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。

## 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。一部の研究者、マスコミやシンクタンクがこのような主張を行っているだけでなく、政府内においても IT や AI 技術等の農業への応用について積極的な予算措置が講じられるようになってきている。

しかし、ある分野の技術が開発されることと、その技術を経済的・経営的に適用できるかどうかということとは別問題である。個々の技術が農産物の収量の増加や品質向上などの効果を発揮したとしても、その技術を採用するのに多大のコストがかかるのであれば、それは適用可能な技術とはならない。例えば、本来のトレーサビリティの目的とは外れるが、トレーサビリティを徹底することによって消費者の農産物に対する信頼が向上し、その価格が上昇するという効果が表明されることが多い。しかし、そのような効果が実現できたとしても、農場でデータを手入力するのに多大な労働時間を必要としたり、それを回避するために多額の機械器具を導入したりすれば、コストの増加が販売収入の増加を上回り、かえって農業経営の収益減となってしまう。また、技術にはその対象に対する適用可能性の問題がある。小学生に大学生用の教材を与えても効果を上げられないと同様、アメリカやオーストラリアなどの平坦で大区画の圃場で効果を上げられる農業機械技術が開発されたとしても、それを日本の中山間地域のような傾斜があるうえ小さな区画の圃場で適用することは意味がない。

本稿では、議論の前提として、工業と異なる農業生産の特殊性と日本農業の特徴について概説する。そのうえで農業と技術について過去に起こった熱狂や期待がなぜほとんど農業の生産や経営に影響を及ぼさずに終わってしまったのかを分析する。さらに、現在 AI や IT 技術を農業へ応用しようとしていることの限界や問題点を指摘する。過去と同様なことが繰り返されようとしているからである。しかし、本稿は IT 技術の農業への適用可能性を否定するものではない。日本農業の現状と課題を解決するうえで、どのような目的や対象のために IT や AI 技術を適用すべきなのか？そのためには、どのような経済環境を政策的に実現しなければならないのか？これらについての政策提言をすることが本稿の目的である。

## 2. 農業生産の特性と日本農業の特徴

### (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、(植物の生育には水分の保有と

空気の通過という矛盾した特性（「団粒構造」という）を要求されるが）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植物も一様ではない。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のである。

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）BC 過程と M 過程

農業生産の特徴を説明しよう。

農業生産は、BC 過程と M 過程から構成される。

BC 過程とは、生化学的過程のことである。種子が成長して実をつけるという肥料や農薬が重要な役割を果たす過程で、BC というのは、生物学と化学の頭文字である。M 過程とは、機械学的過程のことである。トラクター、コンバイン等を利用するもので、M というのは、機械の頭文字である。

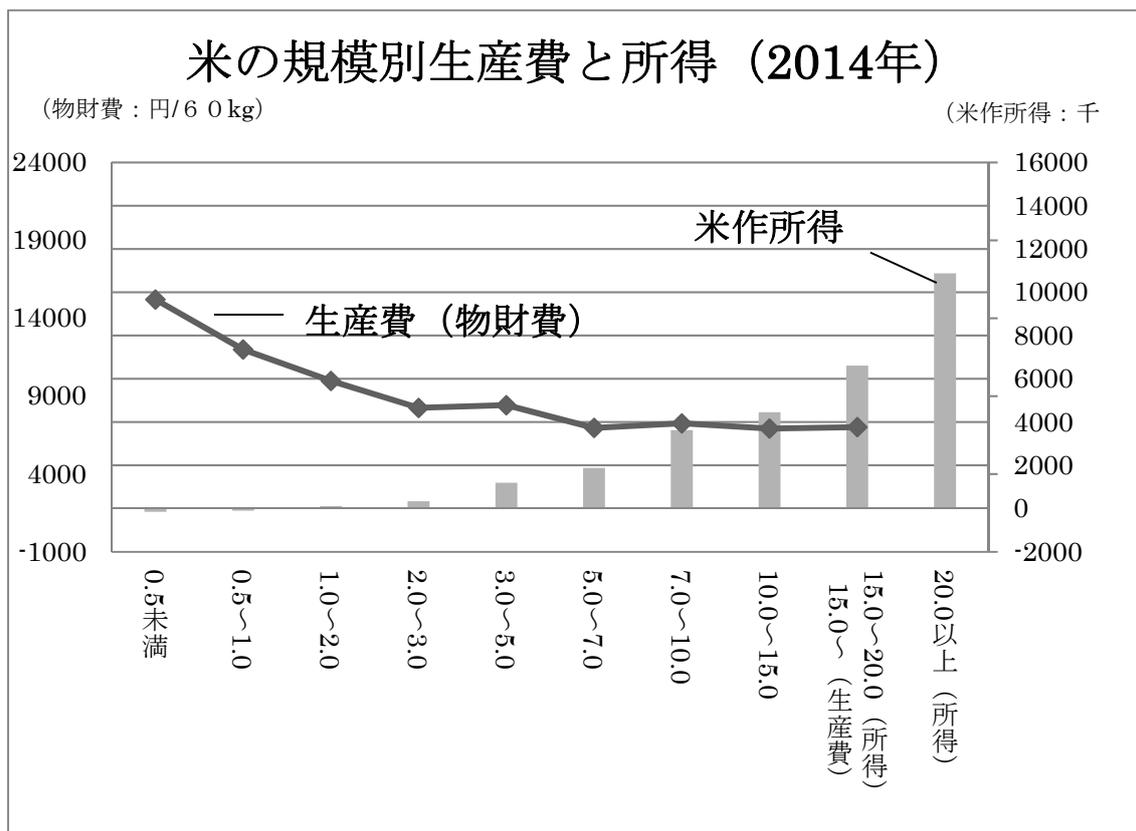
BC 過程は1ヘクタールの面積でも 100 ヘクタールの面積でも変わるものではなく、農地の大きさとは無関係である。1ヘクタールの BC 過程で用いられる種子、肥料、農薬、水を 100 倍すれば 100 ヘクタールの BC 過程になるのであり、逆に言うと、100 ヘクタールを 100 分の 1 に分割すると 1ヘクタールになる。（BC 過程は、分割可能であるという特徴がある。）

これに対して、アメリカの 200ヘクタールの農場で高度な生産効率を発揮する大型機械を日本の中山間地域の 10アール（0.1ヘクタール）の圃場で使うことはできない。（M 過程は分割不可能という特徴がある。）M 過程では農場の規模によって適正な機械が異なり、規模が大きくなればなるほど、生産性は向上し、一生産物当たりの生産費は減少する。工業と同じく、規模の経済が働くのである。

米生産費は規模が大きくなるにつれて減少する。（図-1）が示す通り、規模の大きい農家の米生産にかかる費用（15ヘクタール以上の規模で実際にかかる

コストは1俵あたり7,012円)は零細な農家(0.5ヘクタール未満の規模で15,201円)の半分以下である(2014年)。規模が拡大してコストが低下すれば、所得が増加する。

(図-1) 米作規模とコスト・所得の関係 — 大規模化すれば生産コストは下がり所得は上がる



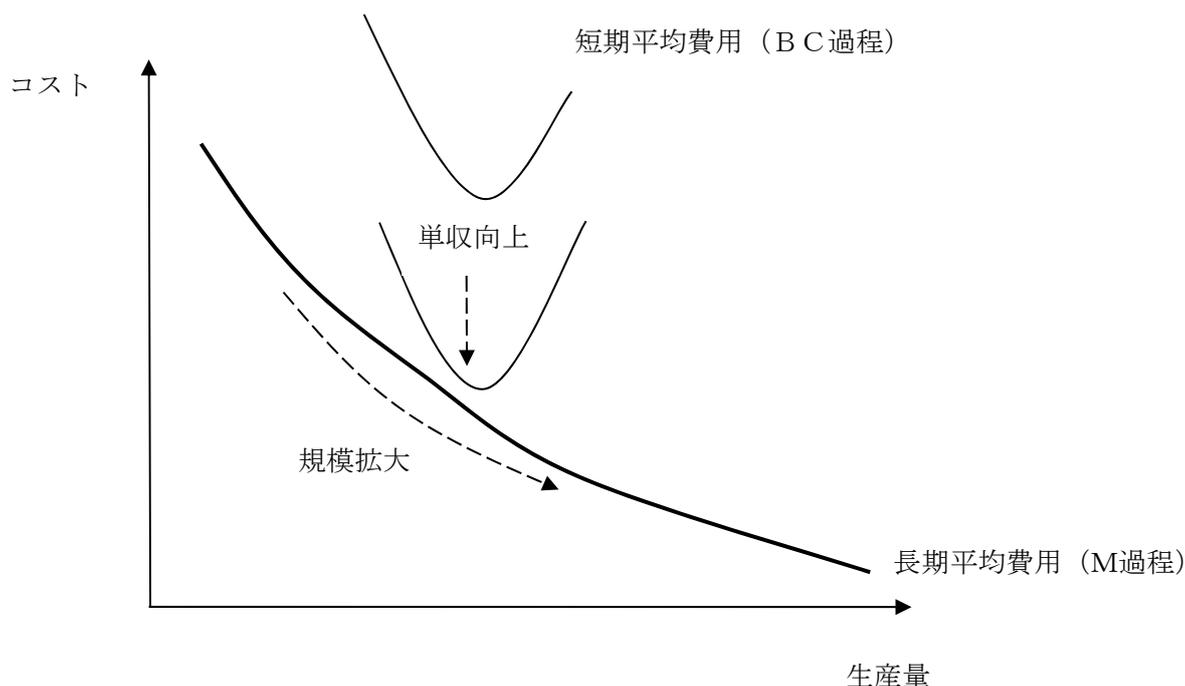
出所：農林水産省「農業経営統計調査 平成26年 個別経営の営農類型別経営統計」

他方、BC過程では、農地面積が一定であれば、肥料を増加するにつれ、追加的な肥料投入量一単位当たりの増収効果は減少していく。肥料を増やしても、農地面積あたりの収量は、それに比例しては増えなくなるということである。限界生産力(収穫)逡減の法則である。伝統的な経済学は、農業のBC過程の特徴に着目して理論を作ったといえる。

すなわち、一定の規模の下ではBC過程により収穫逡減が働き、規模を大きくするにつれM過程により収穫逡増となる。規模を大きくできない短期では、コストは十分に下がらないが、機械を変更して規模を大きくできる長期では、コストを相当下げることができる。

しかし、BC 過程では、コスト削減の道はないのか、というところではない。以上の説明は、技術が同じであるという前提に立っている。BC 過程とは、単位面積あたりの収量（単収）は、規模を拡大しても、変化しないということである。品種改良などの技術進歩が行われれば、単収は向上できる。

(図一 2) BC 過程と M 過程



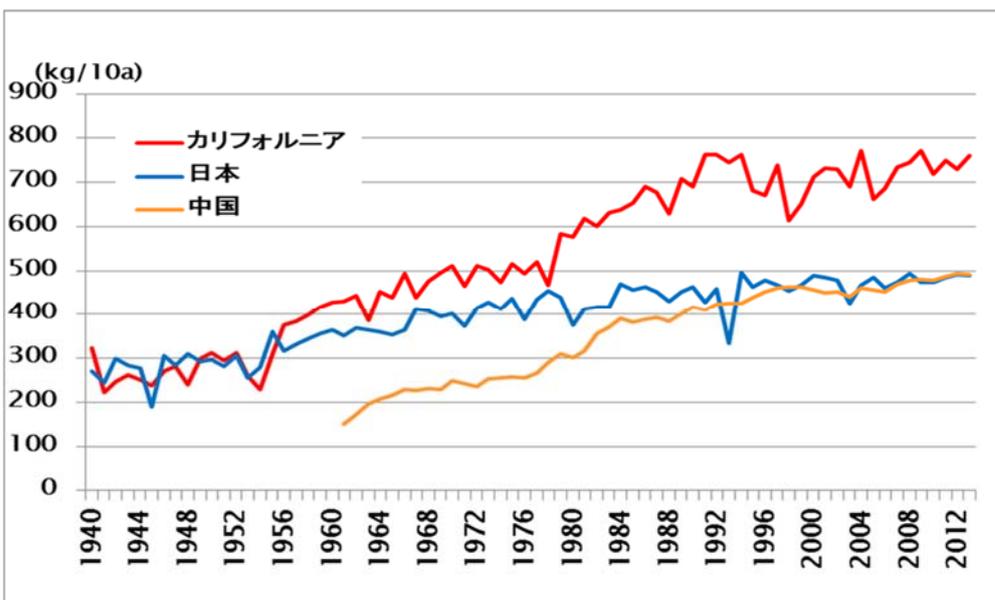
1 kg 当たりのコストは1ヘクタール当たりのコスト（分子）を1ヘクタール当たりの単収（分母）で割ったものである。したがって、コスト削減には二つの道がある。一つは、安く肥料や農業機械を購入したり、農業経営の規模を拡大したりして、分子の1ヘクタール当たりのコストを下げることである。外国から肥料や機械を直接輸入して生産コストを抑えている農家、農産物の集荷業に参入することで地域農業の情報を収集し、農地を借り入れて規模拡大している農家など、はその例である。今一つは、分母の単収を増やすことである。単収が増えればコストは下がる。

しかし、60年代以降の高米価政策は、零細な兼業農家を米農業に滞留させ、主業農家の農地集積、規模拡大を阻んだ（次に詳述する）。しかも、需給を考慮することなく、米価を上げたために、生産は増え、消費は減少した。この結果、1970年頃から深刻な米の過剰を招くことになり、減反政策が導入された。95年に食糧制度が廃止された後は、供給量を削減する減反によって高米価が維持

されている。

減反政策は単収向上を阻害した。総消費量が一定の下で単収が増えれば、米生産に必要な水田面積は縮小し、減反面積が拡大するので、減反補助金が増えてしまう。このため、財政当局は、単収向上を農林水産省に厳に禁じた。1970年の減反開始後、政府の研究機関にとって単収向上のための品種改良はタブーとなった。今では、日本の米単収はカリフォルニア米より、4割も低い。50年前は日本の半分に過ぎなかった中国にも追いつかれてしまった。日本でも、ある民間企業がカリフォルニア米を上回る収量の品種を開発し、一部の主業農家はこれを栽培している。しかし、多数の兼業農家に苗を供給する農協は、生産が増えて米価が低下することを恐れ、この品種を採用しようとはしない。減反廃止でカリフォルニア並みの単収の品種を採用すれば、コストは4割削減できる。規模拡大と単収向上で、稲作の平均コストは5~6割低減できる。

(図-3) 各国の単収比較



出所:農林水産省「作況調査」、USDA National Agricultural Statistics Service、FAOSTAT

### (3) 零細な農業構造

戦前からの日本農業の課題は零細な農業構造の改善だった。規模が小さいのでM過程による生産性向上・コストダウンを享受できないのである。

1961年に作られた“農業基本法”は、農業の規模拡大によってコストダウンを図り、“農業”所得を増加させて、農業と工業の所得格差の是正を図ろうとし

た。つまり、農業の構造改革による生産性向上を目指したのだった。しかし、このシナリオは、政府自身によって否定された。農地面積が一定で規模を拡大することは、農家戸数を減少させるということである。農家人口を減らして規模拡大・構造改革を行うというのは、農民票が減ってしまい政治的に人気のない政策だったからである。

組合員の圧倒的多数である米農家の戸数を維持したい農協は、農業基本法の構造改革に反対した。当時は食管制度により政府が米を買い入れていた。農協は、生産者米価引上げの大政治運動を展開した。米価が上がれば農協の販売手数料収入も増加する。与党は、最大の支持団体である農協の意向を無視できなかった。農政は農家所得の向上のため、規模拡大ではなく米価を上げた。水田は票田となった。

生産者米価引き上げによって、本来ならば退出するはずのコストの高い零細農家も、小売業者から高い米を買うよりもまだ自分で作った方が安いので、農業を継続してしまった。零細農家が農地を出してこないで、農業で生計を立てている農家らしい農家に農地は集積せず、規模拡大は進まなかった。

(図-1) が示す通り、都府県の平均的な農家である 1 ヘクタール未満の農家が農業から得ている所得は、ゼロかマイナスである。ゼロの農業所得に 20 戸をかけようが 40 戸をかけようが、ゼロはゼロである。20 ヘクタールの農地がある集落なら、1 人の農業者に全ての農地を任せて耕作してもらうと、米価が低下した 2014 年でも 1,100 万円の所得を稼いでくれる。この一部を地代として、農地を提供した農家に配分した方が、集落全体の利益になる。地代を受けた人は、その対価として、農業のインフラ整備にあたる農地や水路の維持管理を行う。農村振興のためにも、農業の構造改革が必要なのだ。

秋田県大潟村の平均農家規模は 20 ヘクタール以上である。夏場の稲作だけで 1,000 万円以上の所得があるので、農家の子弟は東京の大学で勉強しても卒業後は大潟村に帰って農業を継ぐ。農業収益が高ければ後継者はできるし高齢化はしない。もちろん耕作放棄も起こらない。

#### (4) 零細分散錯圃

コストが下がれば、収益は向上する。米などの土地利用型農業の場合、その一つの手段が、農地集積による規模拡大である。

しかし、日本の場合、農地面積が多くなれば、それだけでコストが十分に下がるかという点、必ずしもそうではない。(図-1) では 5 ヘクタールを超えると生産費の減少は小さくなる。“零細分散錯圃”という問題があるからである。

零細分散錯圃とは、一農家の経営農地があちこちに分散している実態を指す。これは、一つの場所に農地がまとまって存在していれば、自然災害を一気に受けてしまうため、危険分散を図るとともに、上流と下流に各農家の水田を分散

させ公平な河川水の利用を行わせるとの観点から、あみ出された、江戸時代の知恵であった。

しかし、この古い時代の知恵が農業の近代化、合理化を著しく阻害している。現在比較的規模の大きい農家でも、点在している農地を借りて規模拡大しているために、耕作地が点在している。2006年の農林水産省の調査によれば、調査経営体202の平均を見ると、経営面積は14.8ヘクタール、これが28.5箇所分散しており、1箇所の面積は0.52ヘクタール、最も離れている農地と農地の間の距離は3.7キロメートルとなっている。

圃場が分散していると、機械の移動に多大な時間が必要となる。これは労働コストを増加させるだけではなく、播種、田植え、収穫等の作業適期が短期間に限られる農作業の場合には、作業時間の減少となるため、規模拡大は進まなくなる。また、圃場が小さいと、狭いところで機械を操作しなければならず、労働時間・コストが増加する。

同じ農地面積でも、四隅の数が少ないほど、すなわち、圃場の規模が大きく、数が少ないほど（たとえば10アール×10圃場よりも1ヘクタール×1圃場）労働時間・コストは減少する。ある農業生産法人は、「1ヘクタールの畑一枚」と「10アールの畑10枚」では、面積は同じなのに、生産コストは30%も違うと述べている。生産費調査から、10ヘクタールで規模の利益はなくなるという主張がある。規模を拡大しても、限界があるというのだ。しかし、これは、零細分散錯圃が大きな原因であり、これを解消し一つに圃場をまとめることができれば、さらに規模を拡大してもコストは低下していく。

#### **(5) 中山間地域農業と鳥獣害**

日本農業の4割がいわゆる中山間地域で行われている。中山間地域農業の特徴はその多くが傾斜農地で行われていることである。畑地の場合には傾斜のため、機械操作が困難となる。また、水を留めるために農地を水平にしなければならない水田の場合、一片の圃場を大きくしようとすると法面を大きく取らなければならない。このため、実際の圃場区画は平地と比べ小さくならざるを得ない。中山間地域農業の条件不利性を補正するため、2000年度から中山間地域等直接支払い制度が導入されているが、あくまでも防御的なものであり、中山間地域農業を積極的に振興しようとするものではない。

さらに、中山間地域農業では鳥獣害の被害が年々重大になっている。鳥獣が侵入しないように柵を巡らせているが、多くの地域では人間が柵の中で生活しているのではないかという状態になっている。鳥獣の増加については、原因が明らかでないところも多く、また狩猟者人口の減少も加わり、有効な対策が講じられないでいる。

#### **(6) 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。

シュンペーターの高弟である東畑精一東京大学教授は、農業が工業と違うことを力説する農業界と農業も構造改革を行うべきだと主張した、後に民族学者となる若き農政学者柳田國男との違いを、次のように解説している。

「柳田氏の言論はまさにただ孤独なる荒野の叫びとしてあっただけである。だれも氏の問題意識の深さや広さを感じ得るものはなく、その影響を受けうるだけの準備を持つものは無くして終わったのである。地主が国防に藉口して自給自足を説いたときに、だれもがこれを地主の声とは考えないで、全農業の声であると感じた。米納小作料の持つ経済的作用を看破するだけの農業経済学者は存在しなかった。農村・農民・農業は、他の社会・商工業者・他産業とは、いかに同一性格を持つかの大本を知ろうとしないで、差異を示し特殊性を荷っているかを血まなこに探し求めるに過ぎなかったのである。どうして柳田國男を理解し得よう。『あれは法学士の農業論にすぎない』のである。当時は出身学校とか学歴が、その人の議論の形容詞になったような知識社会的に極めて興味ある時代であった。柳田氏は個人的にも自分の固有名詞を付さない言論を発表しうる学究であったので、当時の学風や農政学界からは孤立せざるをえなかったのである。」（東畑[1973]83～84 ページ参照）

繰り返すが、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。

単収向上の例をあげると、特殊な栽培方法によって、通常の 6 倍以上の単収を上げている自然薯農家や、栽培期間の短い野菜品種を導入して、一年で何作も行い、年間を通じた単収を上げている農家もいる。

ただし、単収も上げればよいというものではない。BC 過程では、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上げようとする、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。これはバイオテクノロジーと言われて注目された技術が農業のある部分に効果があるものに過ぎず、農業全体のシステムを改善するものではなかったためだと思われる。

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、人の目に見える光の波長に比べ、植物の成長には様々な波長の光が必要となる。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、人口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、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。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だったと評価できるのである。

## (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。我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、そもそも匠がいたり、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能力を有している。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ように思われる。とても農業全体の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。現在の特徴は、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、農業経営についての十分な知識を持たないマスコミやシンクタンクの人達も参入して、熱狂を煽っていることだろう。

つまり、過去も現在もフィーバーを煽っているのは、（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なのである。

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我が国の農業政策の中で起こっているのである。匠の技をいかに IT を駆使して深化・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画期的な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のではなく、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。

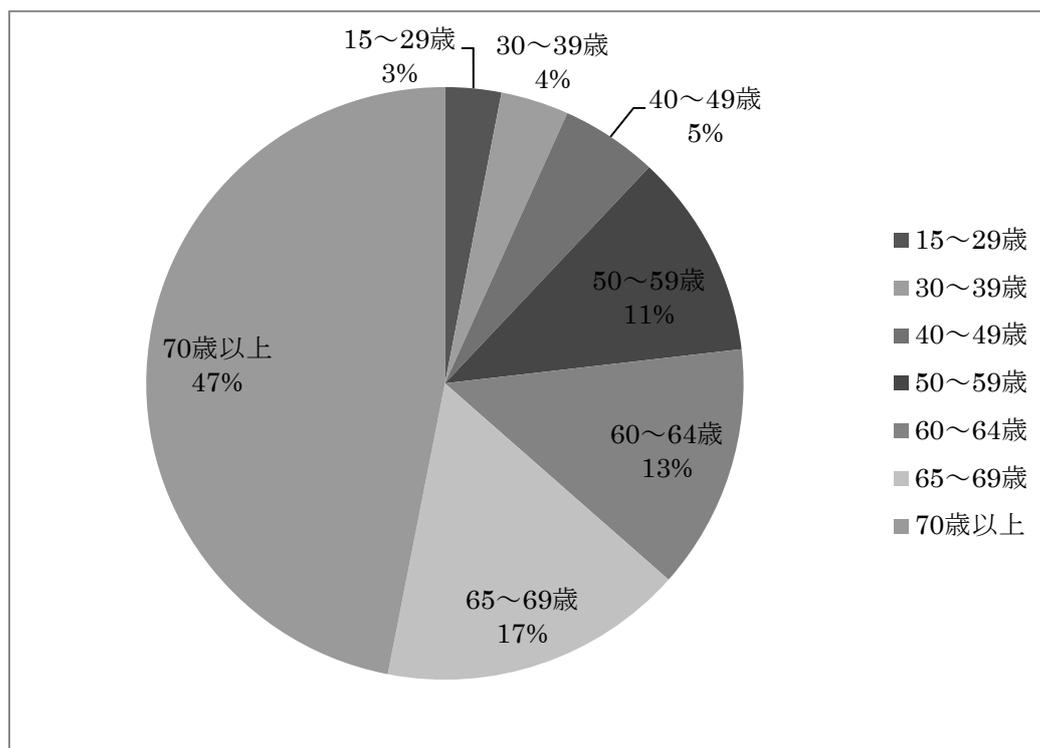
もちろん、それだけでは農業を成長産業にすることはできない。これまで日本農業の発展を阻害してきた米政策や農地制度など農政の抜本的な改革も必要であることは言うまでもない。

## 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と、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が、上がっている。

(図-4) 農業者の年齢構成(2015年)



出所：農林水産省「農業センサス」

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、これらの経営体の中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。

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。減反政策などこれまで農業の規模拡大を阻んできた政策の廃止によって、大規模機械化技術の適用が容易になれば、日本農業のさらなる発展が期待できる。また、新規参入を促進するためには、後に述べる農地情報の整備が重要である。

## （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だと述べた。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。

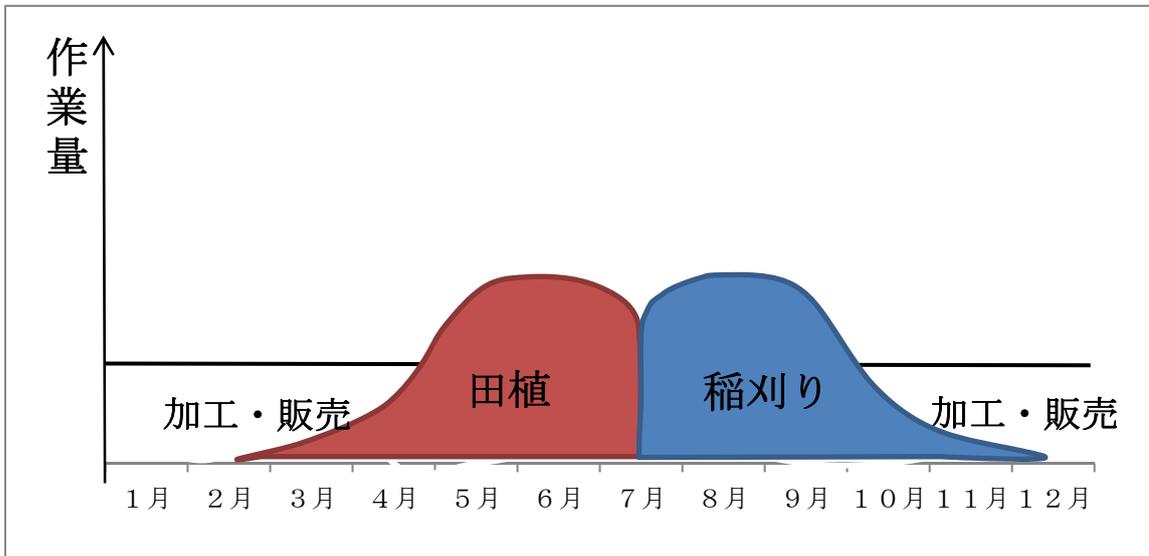
傾斜があり、区画が小さい農地が多い中山間地域では、農業の競争力がないと考えられている。しかし、中山間地域では標高差があるので、田植えと稲刈りに、それぞれ2～3カ月かけられる。これを利用して、中国地方や新潟県の典型的な中山間地域において、夫婦二人の経営で10～30ヘクタールの耕作を実現している例がある。

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-5) 農作業量イメージ (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。我が国でも、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なら水田では、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ないので、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か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ている。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。

#### （4）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。様々な農業を営むことを「複合経営」と言う。「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。

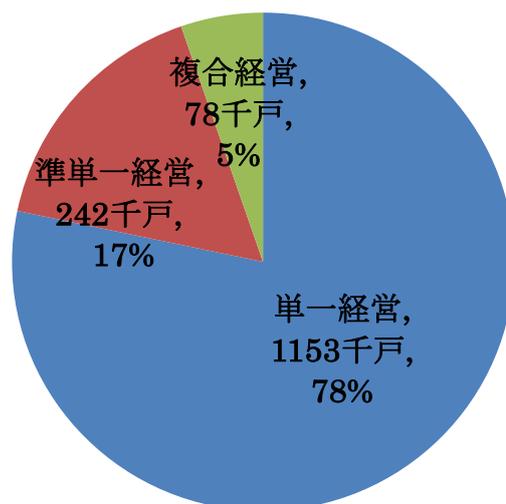
政府は米の生産調整（転作）のために、公共事業により“田畑輪換”を推進した。このため水田でも米以外の作物の生産が可能となっており、複合経営の可能性が増加している。

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。

しかし、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。また、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、我が国の農家のうち、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。日本農業には、さらなる発展の道がある。

(図-6) 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、やっと思えるようになると、別の人に代わってしまうという問題がある。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。

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、一層充実するだろう。

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営んだりする、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、ともに役に立つだろう。

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

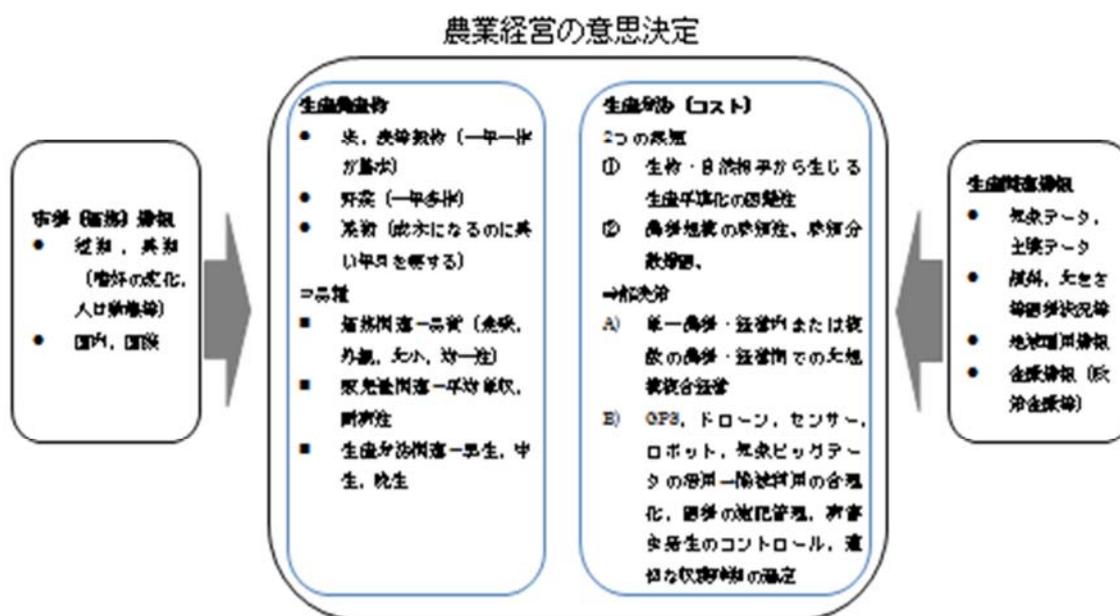
國男は、産業組合を「小農をして大農の利益を得さしむもの」として、その普及に尽力した。日本各地で、これらの農業者が、機械の共同利用、資材の共同購入や農産物の共同加工・販売のために、会社などの法人を自主的に設立する動きが高まっている。二年前から農家は自由に農協を設立できるように制度が変更されたので、今ではJA以外の農協を設立することも可能である。

## 5. 農業発展に貢献する IT 等先端技術の活用と課題

### (1) Digital Disruption

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。

(図-7) 農業経営の Digital Disruption



(出所) 筆者作成

これまでは、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が必要となるかもしれない。ここでは、できる限り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、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とアメリカの活用例

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 歳で止めると、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。

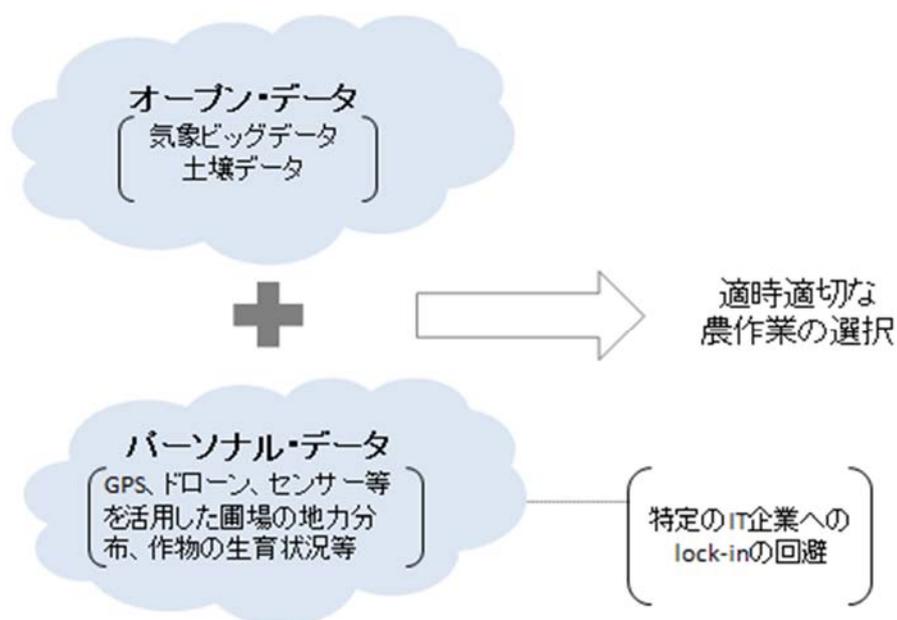
このようにさまざまなデータを蓄積することによって、農法の改善につなげることができる。一人のデータよりも 10 人のデータ、さらに 100 人、1,000 人のデータの方が役に立つ。また多数年のデータを蓄積することが望ましい。つまりビッグデータの活用である。この場合、**Big** にしないと意味がない。データの量は多ければ多いほど良い。さらに、データの種類 (説明変数) が多いほど適切な判断が可能となる。

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-8) アメリカのビッグデータとコンサルタント会社



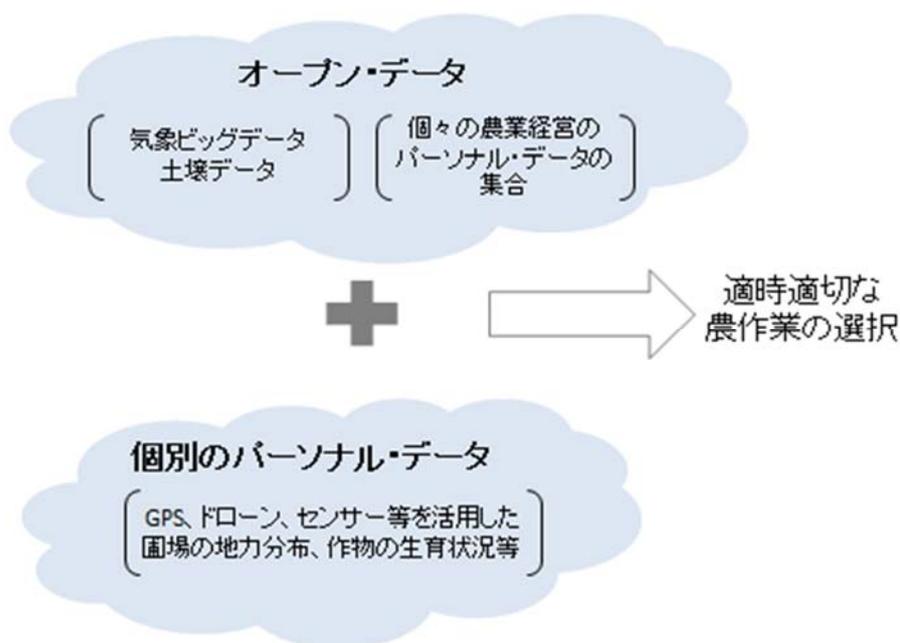
(出所) 筆者作成

### (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－9) 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。しかし、農家の場合は完全競争の下にあり寡占的な競争状況にはない。農業界では長年「農業には秘密がない」と言われてきた。農家は技術や経営内容など他の産業では企業秘密に当たるような情報を外部の人によく話す<sup>2</sup>。

もちろん、個々の農家を束ねる IT 企業やコンサルタント会社が、寡占的に競争している場合には、情報の提供は容易ではない。農家を束ねる企業が市場で競合関係にあることは好ましくない（農家のロックインや虚偽情報の意図的な投入が発生する）。しかし、幸いに日本ではこれらの企業等によって農家の囲い込みが行われているような段階には達していない。そもそも現状では IT 企業が対象にするような売り上げ規模を持つ農家や法人が少ない。農業の IT 化が進んでいないのは、このためである。

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

<sup>2</sup> 「どうして秘密をよく話すのか」という筆者の質問に対し、ある農家は「ぜったいまねできないことがわかっているからだ」と答えた。このような口では説明できないようなノウハウこそ匠の技術であり、これをどこまで IT・AI 技術で解明できるかという課題がある。

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。

日本農業の場合、個々の農家は市場で寡占的に競争しているわけではない。また、コンサルタント会社がビッグデータと農家間の情報伝達・分析に介在したとしても、POS データのように情報提供者（農家・生産者）と分析提供者（コンサルタント会社）が異なるという良い状況にある。問題は interoperability であるが、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。

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。）

#### （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の分析結果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。

#### （参考）利用可能な IT 技術

アメリカのベンチャー企業はジョンディアなどの農業機械メーカーと提携し、トラクターに土地の状況、天候、収量などの情報を収集する装備を装置し、データを集積する方法を開発している。

一片の農地でも、土中の水分や栄養分にバラツキがあるが、農地を細かく分けて、必要な部分に必要な量だけの水・肥料を投入すれば、無駄なコストを節約することができる。さらに、GPS により得られた葉の色の情報から、作物の生育状況を判断し、最も良い状態のときに収穫することが可能になる。つまり、コストダウンと高品質化により、所得を向上させることが可能となるのである。

具体的には、GPS を活用し、農地の位置、面積を正確に測定するとともに、土壌センサーにより土壌成分を調査した結果や、窒素センサーで作物の葉色を分析した結果を、地図に落とすことにより、小区画ごとに肥料の使用量を多くし

たり、少なくしたりすることが、できるようになっている。GPS を使って農業機械を正確に走行させることにより、直線的な畝作りも可能となる。

過剰な肥料投入で、稲が伸びすぎて倒伏するのを防止するため、田んぼの場所ごとの肥沃度をセンサーで測定しながら、必要な量の肥料を散布する田植え機も開発されている。具体的には、前輪で土壌の栄養分と深さを測定し、施肥量を判定し、1 秒後には、田植え機の後部から必要な量の肥料を落とす。30 アール（3 千平方メートル）という標準的な水田区画で、1 万ポイントの点で最適な施肥を行う。1 平方メートルあたり 3. 3 ポイントの精密農業である。

あるお茶のメーカーは、茶畑に 100 ヘクタールあたり約 10 台のセンサーを設置し、茶葉に特定の波長の光をあてて芽の生長や色を測定し、GPS 情報と合わせて、茶葉の品質が最もよくなる収穫時期を判定する。畑をこまめに見回る労力が削減するとともに、生産物の収量や品質も向上する。

また、わずかな気象の状況や変化についての情報を探知するロボットやセンサーを農場に設置して、病害虫の発生を予測することで、無駄のない農薬散布が可能となる。低農薬、低コストの農業である。

各種センサーを搭載した装置を、農地に設置することで、遠隔から 24 時間農地の状況を監視することができる。特に日本の零細分散錯圃という条件の下では、分散している農地間では、大区画の農地よりも、農地一枚ごとの肥料や作物生育などの状況が、大きく異なることになる。経営規模が大きいのだが、圃場が分散しているという都府県の農業経営にも、各圃場の状況をセンサーで把握することにより、施肥や収穫の時期等についての作業計画を作成することが可能となる。

北海道のように、一つの圃場が広いと、目では中心部の作物の成熟状況は判定できない。このため、衛星画像で表示される作物の成熟状況から、最適な収穫時期を判断するシステムも開発されている。

さらには、無人飛行機（ドローン）を使った IT 農業も開発されつつある。ドローンに赤外線カメラとデジタルカメラを搭載し、農地の撮影を行い、GPS から得られた経度・緯度の位置情報と合わせて立体画像に変換する。葉の色の微妙な違いから、窒素含有量、光合成の量を測定し、成長状態を把握できる。航空機の写真測量技術と人工衛星などのリモートセンシング技術の応用だという。これにより、効率的な施肥・農薬散布や適切な収穫時期を実現でき、農地の状況に応じて、作業を適切に組み合わせるなど、工程管理が可能となる。これは、零細分散錯圃対策としても効果的である。

かんきつでは、気象ビッグデータが活用されている。かんきつの場合、急激な温度上昇があると、皮が堅くなる等、温度変化によって品質が左右される。愛媛県では、農業者、IT 企業、気象情報会社企業などが、「坂の上のクラウド

コンソーシアム」を立ち上げ、気象ビッグデータを分析して、1平方キロメートルで30分ごとに72時間先の天気を予報できるシステムを開発している。農家にはスマホアプリを提供し、急激な温度上昇など気象の変化が生じたときにはアラームを出したり、農場ごとの日照時間を蓄積して分析している。

トヨタは、「豊作計画」というシステムを開発している。クラウド上のデータベースに、水田の位置、面積、品種等の圃場データを蓄積することにより、農業生産法人のスタッフは、自分のスマホから、多数の圃場の中から、どの圃場でどのような作業を行うかを確認し、作業の進捗状況をクラウド上のサービスに反映していく。GPSの位置情報があるので、圃場を間違えることもない。法人のマネジメントの担当者は、あらかじめ策定した作業計画と実際の作業の進捗状況を見ながら、翌日の作業をスタッフに割り当てる。これによって、無駄な資材費も削減できたという。トヨタは、豊作計画を導入している農業生産法人のデータをクラウドで共有し、この「稲作ビッグデータ」を分析し、どのような土地、気象条件、品種、作業手順、乾燥などの条件がそろえば、おいしい米が低コストでどれだけ生産できるかを明らかにしたいという。

畜産にも新しい技術が開発されている。発情期に歩数が多くなるという牛の特性に着目し、万歩計を活用した歩数データを分析することで、発情期を発見し、高い受胎率で繁殖させることを可能とするシステムが、富士通などによって、実用化している。この技術は、酪農家の負担軽減につながる可能性がある。詳しく説明しよう。

牛や羊を舎外で飼育・放牧するときには柵が必要だった。しかし、今ではコンピューターで牛を制御することで、実際に柵を使うことなく家畜を一定の区画だけで移動させる技術も研究されている。ヴァーチャル・フェンシングと呼ばれる技術である。

耕作放棄地を利用した牛の山間放牧により、牛が草木を食べ農地を耕作可能な状態に復旧するとともに、イノシシ等の侵入を防ぐという効果があり、島根県ではこれの実用化が研究されている。

家畜が病気に罹っているかどうかは、目視では困難である。このため、飼っているすべての家畜に抗生物質を投与している。アメリカのADDというベンチャー企業は簡単な血液測定器を開発することで病気に罹っている家畜を特定し、その家畜だけに抗生物質を投与するという方法を開発している。こうすれば抗生物質のコストを大幅に削減することが可能となる。日本の配合飼料には飼料添加物として抗生物質が含まれている。この技術を採用すれば、アメリカの2倍もする飼料コストを削減することができる。

現在では、農業者がITなどの先端技術を使いこなせなければ、先進的な農業に対応できなくなっていると言ってもよい。しかもこうした取り組みが広がっ

ている。作物の背後でハイテク技術が活躍している。

もちろん、これは、ある程度の規模を持つ農場でなければ、コストがかかるばかりで、採用できない。逆にいうと、このような新技術は農業の大規模化を推進する可能性が高い。また、このような農法が、過剰な肥料、農薬の投入を抑える、環境にやさしいものであることは言うまでもない。コストの削減、経営の合理化が、環境にやさしい農業につながる。

## 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。

### (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

東畑精一 [1973] 『農書に歴史あり』家の光協会

柳田國男 (1902)『農政学』定本柳田國男集第 28 卷 (1970) 筑摩書房所収

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”