

日本における農業の発展、 生産性改善に向けて

マッキンゼー・アンド・カンパニー日本支社 2016年10月

著者：
Lutz Goedde
Jakob Fischer
Nicolas Denis
田中 正朗
山田 唯人

日本における農業の発展、
生産性改善に向けて

目 次

はじめに	1
1. 日本の農業(供給)のユニークさ	3
2. 日本および世界の需要の将来に向けての変化	11
3. 日本の農業の課題とグローバルチャンス	21
結 論	33

序 文

日本の農業は、世界で第9位の規模(生産額ベース、2013年)にあり、日本の食品や日本食は、その安全性や高い質で世界的に評価を得ている。一方で、TPP(環太平洋戦略的経済連携協定)交渉や国際競争の中で、日本の農業は曲がり角に来ている。本レポートでは、グローバルな農業環境の観点から日本の農業の特徴を分析し、最終章では、今後、日本の農業が中長期的な競争力を高めていくための機会や画期的な取り組みについても検証していく。

本レポートは、マッキンゼー・アンド・カンパニー日本支社およびグローバルの農業研究グループの協働によるものである。リサーチについては、川西剛史、Yunzhi Li、内藤祥平およびKarl Tojicの協力を得た(アルファベット順)。

レポートを作成するにあたり、有益な助言をいただいたAnja Bühner-BlaschkeおよびVictor Guzikに感謝の意を表す。

Lutz Goedde
シニアパートナー (米国)

Jakob Fischer
シニアパートナー (ドイツ)

Nicolas Denis
エキスパートパートナー (ベルギー)

田中 正朗
パートナー (日本)

山田 唯人
アソシエイトパートナー (日本)

2016年10月

はじめに

日本は、多くの産業において世界の中心的な位置にあるが、農業においては難題を抱えている面もある。例えば、日本は、肥沃な土地や豊富な水資源に恵まれているが、欧米に比べ高い生産コストがかかっている。また、日本の食文化を世界的に有名な「和食」として発信しているが、欧米諸国が農産物の輸出を伸ばしている中で日本の農産物輸出は伸び悩んでいる。日本は世界で第9位の農業生産額(2013年)でありながら、農業生産者は高齢化し、農業GDPも毎年約2%ずつ縮小している。日本の農業が直面している課題は、このまま放っておくと、さらに深刻になることも予想される。

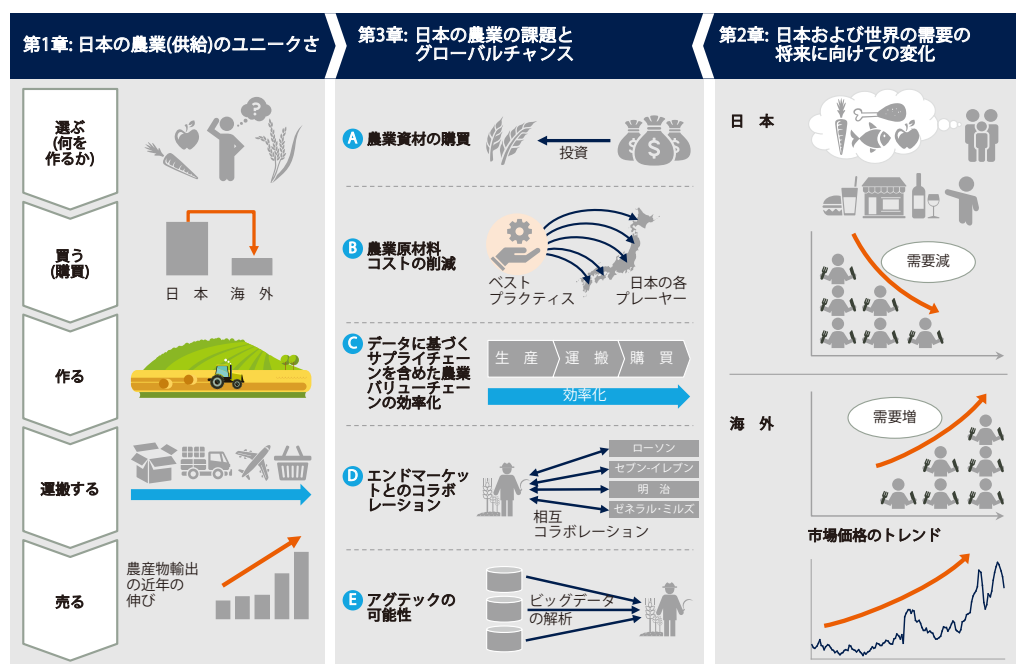
しかしながら、今回の検証を通じて、日本の農業の発展の可能性も見えてきた。バリューチェーンの上流へのアプローチ、データに基づくサプライチェーンと価値創造、アグテックの活用は、日本の農業に大きなインパクトをもたらすと考えられる。変わりゆく世界の農業の動きの中でこれらの可能性を模索し、日本の農業が取り組むべきアクションの全体像を検証していく。

マッキンゼーでは、全世界の100以上の拠点を通じて、農業分野における各国の戦略、施策、主要関連企業の動向を継続的に調査・研究している。今回は、その中からTPP(環太平洋戦略的経済連携協定)交渉で改めて注目された、日本の農業について取り上げる。世界的に見ると、今後、人口増加の一方で気候変動などを背景に農業生産性は下がり、結果として食糧需給は逼迫する。これを先取りする形で、日本以外では農業メジャーなどの大企業が農場マネジメントの効率化を進め、グローバルでの競争力の強化に注力している。日本の関連業界も、こうした動きに乗り遅れず対応することが求められる。本レポートでは、グローバルな環境変化を踏まえて、日本の農業の優位性や課題についてまとめた上で、生産者の生産性改善に向けた施策の方向性を示す。

本レポートは、冒頭に示すフレームワークに従って、第1章で日本の農業の特徴を分析し、第2章で世界の農業を取り巻く環境を網羅的に紹介する。最後の第3章では、日本の農業における機会や変革における選択肢について検証する(図表1)。

図表1

日本の農業の機会や課題を理解するためのフレームワーク





第1章： 日本の農業(供給)のユニークさ

この章では、グローバルな視点から見た場合の日本の農業の特殊性を、これまでの農業の成長の軌跡を追いつつ、現状の生産～流通～消費に至る流れの中で明らかにする。

日本の農業は、近年、ユニークな産業に発展している。1970年に120億ドルであった農業GDP(名目。2005年ドル水準での実質では720億ドル)は、1985年には410億ドル(同。実質は770億ドル)に成長した。統計で確認できる直近のデータとしては、2013年には580億ドル(同。実質でも580億ドル)と、世界で第9位の規模となっている。

60歳以上の生産者が占める割合は近年70%を超えてきている

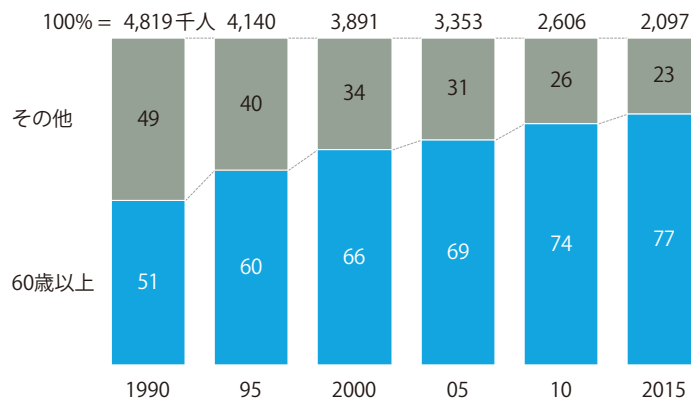
このように日本の農業は大きな産業である。しかしながら、近年、消費の減少や生産者の高齢化といった事象から新たなチャレンジに直面してきている。農林水産省の食料農村農業基本計画によると、野菜・果実の需要は2025年まで維持されるものの、コメの需要は年率1.1%で減少すると推定されている。また、生産者の高齢化が進んでおり、60歳以上の生産者が占める割合は近年70%を超えてきている(図表2)。

図表2

生産者の高齢化は進み、日本の農業のチャレンジの一つになっている

日本の農業従事者の高齢化

%; 農業就業人口



資料：農林水産省「農林業センサス」、マッキンゼー分析

そういった日本の農業について、生産～流通～消費のバリューチェーン全体を見ていくと、主な特徴は以下の通りである。

1. 選ぶ(何を作るか):生産する農産物の比較

日本で生産されている作物と海外(中国、米国、オランダ)を比べると、特にコメと野菜の割合が大きいことが顕著である(図表3)。

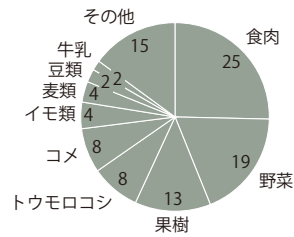
図表3

農業生産額

%; 2013

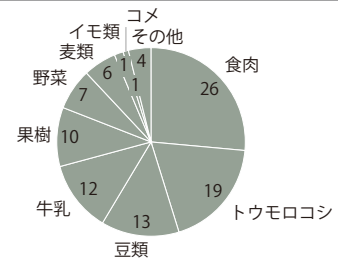
中国

100% = 12,850億ドル



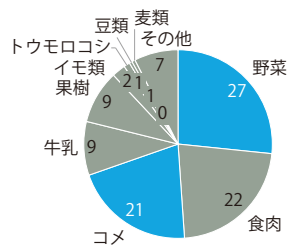
米国

100% = 3,110億ドル



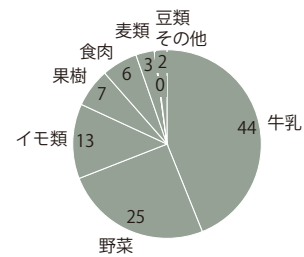
日本

100% = 870億ドル



オランダ

100% = 140億ドル



資料: FAOSTAT、米国農務省、農林水産省、マッキンゼー分析



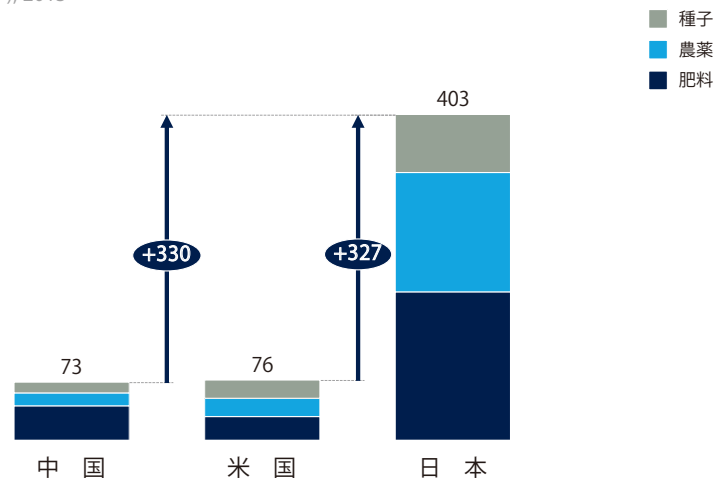
2. 買う(購買): 他国と比較すると日本の農業原材料コストは高い

日本の主要農産物のコメについて、1トンを生産するのに必要な農業原材料コスト(肥料、農薬と種子のコスト)を、日本・米国・中国で比較すると、日本のコストは、米国・中国に比較して概ね4倍にもなっている(図表4)。

図表4

日本におけるコメ生産の原材料コスト(肥料、農薬、種子)は他国を大幅に上回る

1トン当たりのコスト(ドル); 2013



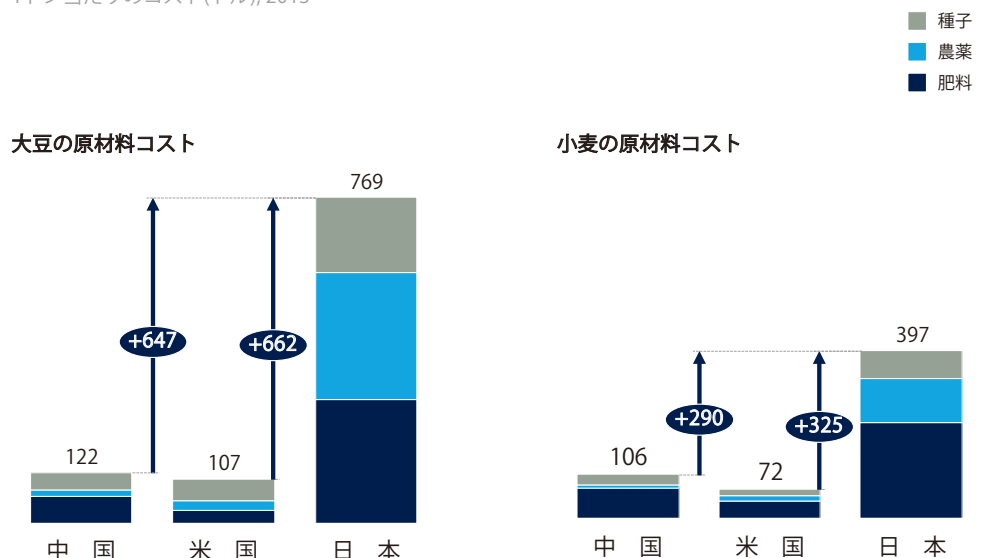
資料: 米国農務省、中国NRDC、農林水産省、フィリップス・マクドゥガル、世界銀行、マッキンゼー分析

なお、大豆と小麦についても、1トンを生産するのに必要な農業原材料コスト(肥料、農薬と種子のコスト)は、米国・中国に比較して大豆において概ね5倍、小麦も3倍になっている(図表5)。

図表5

大豆や小麦においても日本の農業の原材料コストは他国を大幅に上回る

1トン当たりのコスト(ドル); 2013



資料: 米国農務省、中国NRDC、農林水産省、フィリップス・マクドゥガル、世界銀行、マッキンゼー分析

上記差異が発生してしまう背景には、日本の農業原材料購買時の構造的要因が一部関係している。韓国における農業原材料購買プロセスと比較するといくつかの差異が浮かび上がってきた。

- 輸入代理業者(例: 商社)の活用: 韓国の肥料業界などでは業界内の統廃合が完了しており、数メーカーが大ロットで海外の調達プレイヤーと直接取引を行っている。そのため輸入代理業者へのマージンが少ない
- 輸入時の輸送コストの効率性: 日本港は構造的に浅瀬であるため、韓国港への輸送に比べると1隻当たりの積載量を10%程度少なくせざるを得ない。そのため輸入時の輸送コスト効率性が悪い
- 寄港数: 日本では、輸入代理業者が複数メーカーからの発注を一括で取り持っているため複数港に荷卸しする必要があり、港費は多少割高になる。韓国では、各メーカー、集中購買団体が買い付けを行っているため、寄港数が少なく、港費も抑えられている
- 流通業界プレイヤー内での機能重複: 韓国は、流通機能のプレイヤー間での重複保持の排除(低減)、およびIT・自動化によるマージンの削減に取り組んでいる



また、残念なことに日本国内で比較してもコストに差がある模様だ。2016年3月に自民党の小泉進次郎農林部会長が発表した調査結果では、調査対象の144種類の農薬のうち67種類について、最も高い値段で農家に売っている農協と最安値の農協では、2割以上の価格差があった。「正常な価格競争が働かず、資材が高くなっている」という指摘もある。

以下の例は、それぞれ違った事情があるにしても、コスト高を引き起こしているものだ。

- 規制によるコスト高: ジェネリック農薬に特化した法律が施行されておらず、ジェネリック企業でもすべての安全性検査を行う必要があり、高コストとなっている
- 高い原材料: 例えば、肥料の原材料(リン酸やカリウム)については日本の輸入価格が韓国の輸入価格より高い

3. 作る: 日本は、非常に小さく断片的だが、肥沃度の高い農地を持っている

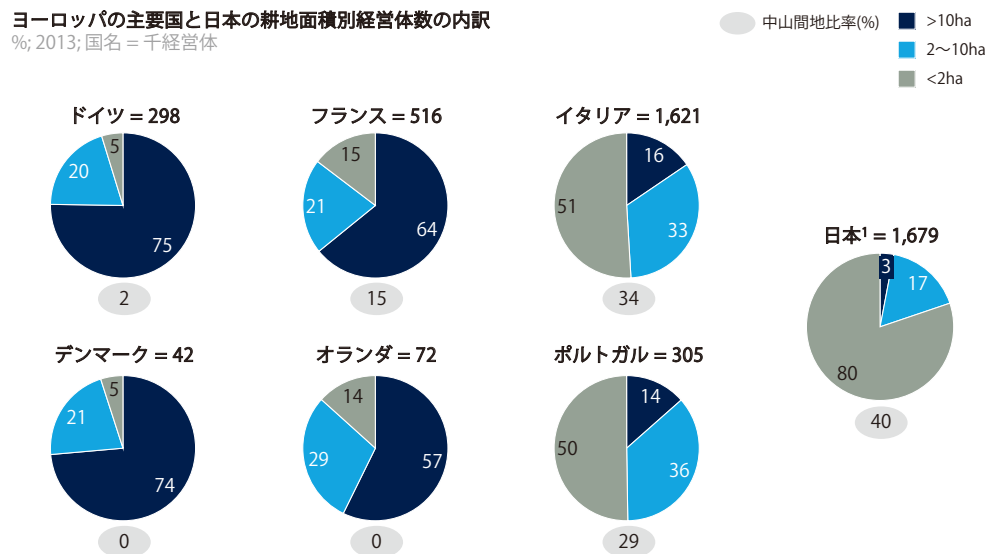
日本は、農業経営体全体の8割を、所有耕地面積2ヘクタール以下の生産者が占めている。国土の広さなど、米国や中国よりも日本の条件に近いEU諸国の中で、ポルトガルやイタリアも似たような状況(経営体数や中山間地比率が日本と同水準)だが、2ヘクタール以下は5割にとどまっている。

日本は、農業経営体全体の8割を、所有耕地面積2ヘクタール以下の生産者が占めている

ドイツ、デンマーク、フランス、オランダでは、日本では3%に過ぎない10ヘクタール以上の農地を持つ生産者が全体の6割弱～8割弱を占め、日本の状況とは大きく異なっている。他国に比較すると、耕作から出荷に至るまで、不便でコストが高くなりやすい土地で農業を行っているのが分かる(図表6)。

図表6

日本は中山間地比率が高いなどの理由で、経営体当たりの農地面積が小さい



1 2010年データ

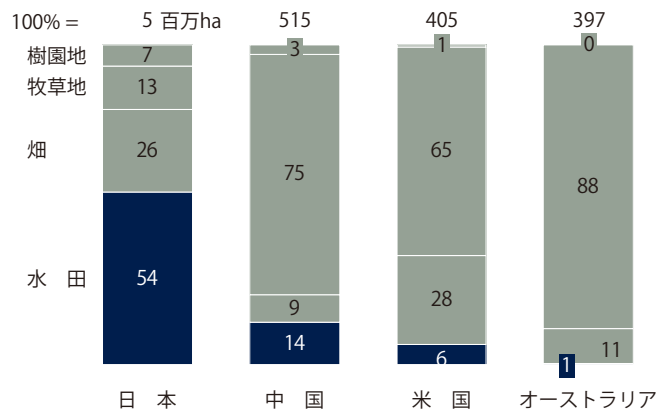
資料: ユーロスタット、欧州委員会、農林水産省、マッキンゼー分析

農地の用途別割合を米国、オーストラリア、中国と日本を比較すると、日本の農地の80%は水田もしくは畑であり、米国、オーストラリア、中国のように、農地の60～80%が牧草地である国とは異なる。水田が農地の50%以上を占めているということは、総体として農地の水資源が豊富であることを示している(図表7)。

図表7

日本は農地面積は小さいが、肥沃度の高い農地を保持している

%



資料: 農林水産省「耕地および作付面積統計」、FAOSTAT、マッキンゼー分析

4. 運搬する: サプライチェーンにおける中間業者のコストは、生産額の約9割にも上る

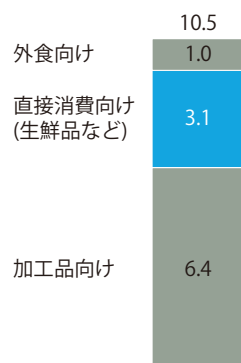
加工用や外食向け以外で、直接、消費者に販売される生鮮食品の生産・輸入額は3.1兆円だ。驚くべきことに、それに対して実に2.8兆円の流通マージンが上乗せされている。これらは、主に卸市場における手数料や配送にかかっている費用である。日本の農業全体に非効率を引き起こしている可能性があり、他国とのさらなる比較を通じて実態を知る必要がある(図表8)。

図表8

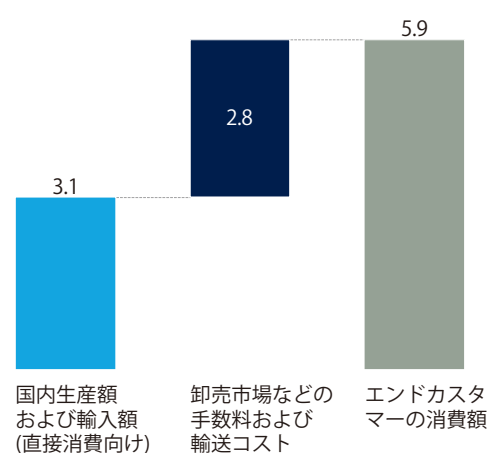
日本における食料のバリューチェーン

兆円; 2011

食料の国内生産および輸入



食料がエンドカスタマーに届くまでにかかるコスト



資料: 農林水産省「食用農林水産物の生産から飲食物の最終消費に至る流れ」、マッキンゼー分析

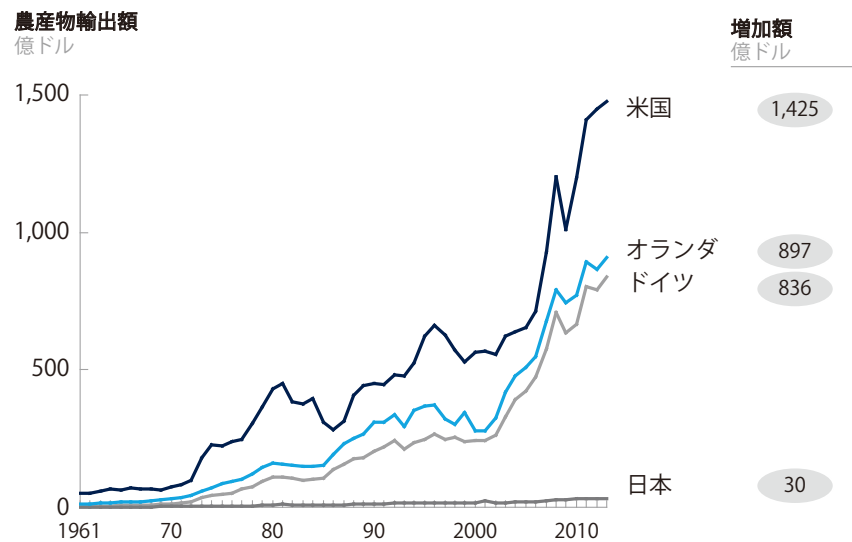
5. 売る: 日本の農産物の輸出の伸びは低迷している

米国、オランダ、ドイツは三国とも、1970年代以降、急速に農産物の輸出を増やしているが、日本の輸出額はほぼ一定で、かつ三国に比べると取るに足らないレベルだ(図表9)。

その反面、食料品の輸入を考慮した場合、日本の輸入量は1990年の360億ドルから2013年の610億ドルに増加した。年率にすると4.2%増となる。一方で、日本の農業GDPの成長率は、同じ期間で年率マイナス2%である。

図表9

主要国が農作物輸出額を増やす中で、日本の輸出額は1960年代から停滞を続けた(直近では日本も輸出増加)



資料: FAOSTAT、マッキンゼー分析



日本の農業のこれらの特徴とは裏腹に、世界市場で伍している姿も見える

ユネスコの委員会である世界無形文化遺産の第8回政府間委員会において、「和食」(日本人の伝統的な食文化)が無形文化遺産として登録された。

日本食の人気と日本製の食品の高い質、他国にはない独自性を追い風として、日本は近年、食品および農産物の輸出額を2020年までに100億ドルに増やすという高い目標を掲げた。2014年には輸出額が60億ドルを超え、2015年は10月までに60億ドルを達成しており、前年比20%超の増加を示唆している。



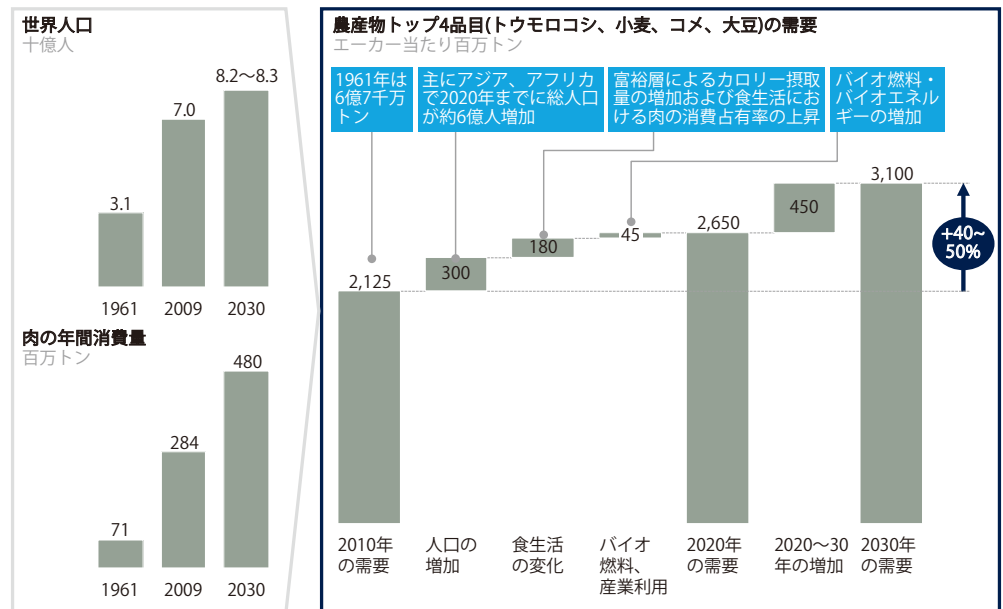
第2章: 日本および世界の需要の将来に向けての変化

1. グローバルに見た場合の食糧の需給関係の見通し

まず、グローバルに見たマクロトレンドを確認しておきたい。世界の人口は増加し続け、2030年には80億人を超える見込みだ。2009年と比較すれば10億人以上の増加である。この量的なインパクトだけでも、食糧需給に与える影響は多大だが、質的な変化も加わる。生活水準の向上に伴い、主に富裕層中心に1人当たりの摂取カロリーが増加するのだ。マッキンゼーは、2030年の肉の消費が2009年比で7割増になると予想する。肉と生産量トップ4品目の農産物(トウモロコシ、小麦、コメ、大豆)については、量的・質的变化の影響で、2010年の需要に比較して2030年は4割から5割増になると見込んでいる(図表10)。

図表 10

人口の増加および食生活の変化により、2030年には農作物の需要が40~50%増加

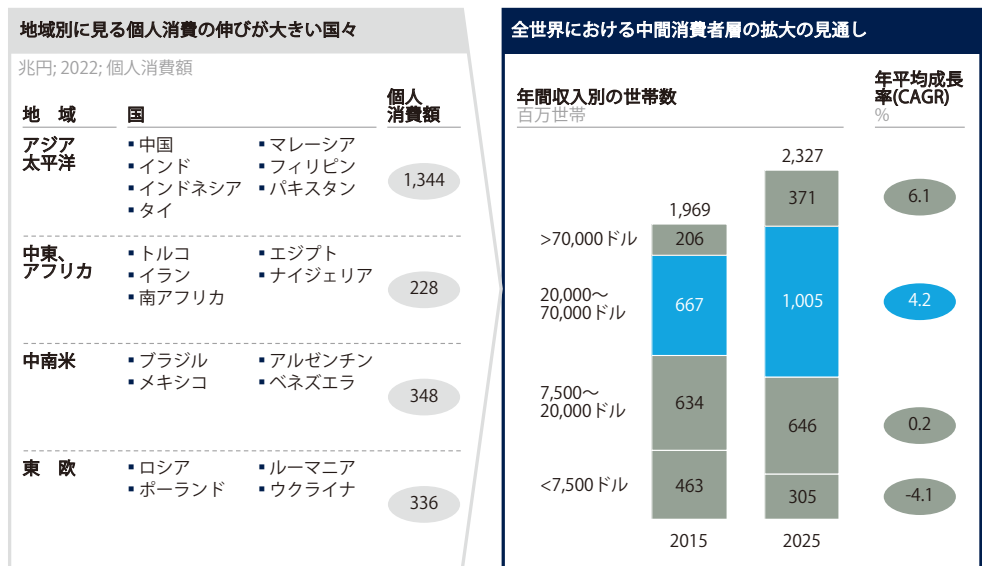


資料: 米国農務省、FAO、エキスパートインタビュー、マッキンゼー分析

このトレンドの一部は、中間消費者層(年収2万ドル～7万ドル)の拡大による個人消費の増加の結果だ。全世界の中間消費者層は、経済発展と人口増の双発エンジンにより急拡大している。こうした消費者が使う食費は、拡大しこそすれ、減少することなどないはずだ(図表11)。

図表11

全世界的に中間消費者層は拡大



資料: グローバルインサイト、Cityscope database、マッキンゼー分析

需要の急増に対し、供給側が追いついていけるかは微妙だ。マッキンゼーの別の予測では、2000年から2050年にかけて、世界の食料需要はカロリーベースで最大70%増える。乳製品や食肉は最大2倍になり、穀物も1.5倍となる。一方、主要作物の生産性の伸びは、1960年代以降、低下する一方で、2010年代は1960年代に比べて半分近くの水準となった(図表12)。

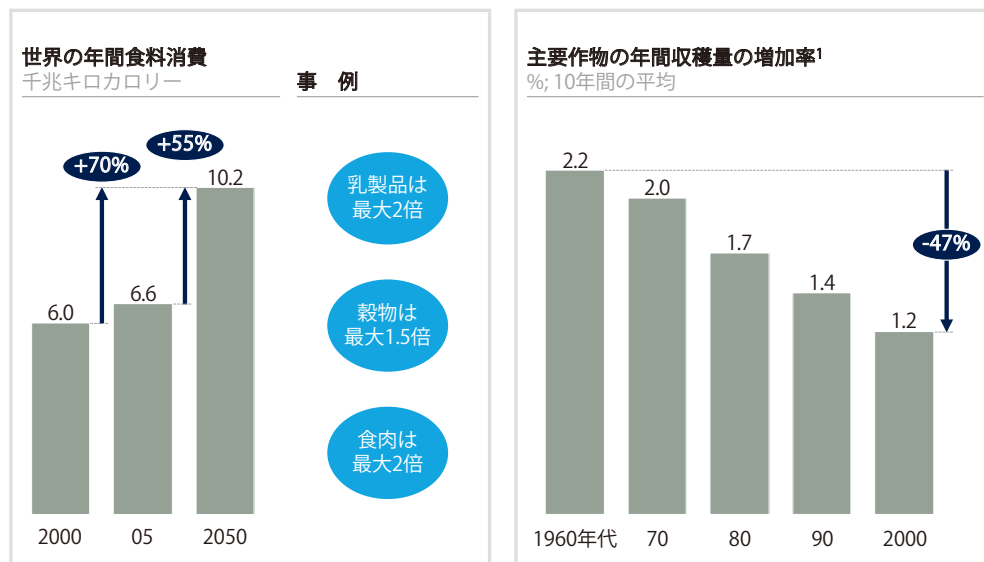
世界の耕作地の20%は既に荒廃し、農業に適さなくなっている

今後、生産性の伸び率鈍化が改善するかどうかは厳しい状況だ。理由は、土地の荒廃や水資源の不足などだ。2009年のSAGEのレポートによると、世界の耕作地の20%は既に荒廃し、農業に適さなくなっていると報告されている。水資源についても2025年には27%不足する見込みだ(図表13)。

これらは、集約農業に伴う副作用とも言える現象だ(図表14)。

図表 12

2000年から2050年にかけて、世界の食料需要は最大70%増える一方、
主要作物の生産性向上は停滞する見込み

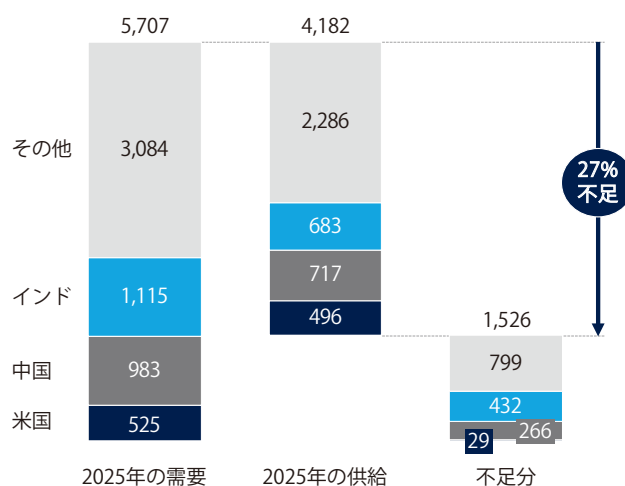


¹ 穀物、油糧種子、糖料作物、豆類、根菜、塊茎を含む

資料: FAO World Food and Agriculture to 2030/2050、2050年の世界の食料供給に関する専門家会議(FAO)、マッキンゼー分析

図表 13

天然資源の不足などにより生産性は低下 – 水資源は2025年には27%不足
立方キロメートル



資料: Firm Water Initiative、マッキンゼー分析

図表 14

環境影響を最小限に抑えた食料生産の必要性 – 集約農業に起因する環境上の問題が増えている

	説 明
土壌の荒廃	<ul style="list-style-type: none"> 農地に適した土地の約20~30%で何らかの荒廃あり(浸食、地質の低下、砂漠化など)
農地確保の困難	<ul style="list-style-type: none"> 農地に転用可能な土地は決して多くなく、かつ農業インフラが未成熟または政情不安定な国にある場合が多い
水資源の枯渇	<ul style="list-style-type: none"> 利用可能な水資源の3分の2以上が農業用水に利用されている。水資源の枯渇により、2030年までに40%の供給不足に陥る可能性がある
温室効果ガスの排出	<ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガスの直接排出(および森林破壊)による間接排出全体の3分の1は農業や家畜飼育などの農業活動によるものである
生物多様性の低下	<ul style="list-style-type: none"> 自然生息地の消滅、単作および農薬の使用により生物種の減少や病原の増加が起きている
いわゆる不毛地帯	<ul style="list-style-type: none"> 多くの沿岸部は肥料の大量使用による河川や湖沼への窒素肥料の流出により、居住に適さないばかりが漁業にも影響を来している

資 料: FAQ、米国農務省、エキスパートインタビュー、マッキンゼー分析

そのため、環境への負荷にも配慮した、新たな土地集約型(不耕起農業、農牧林業など)、もしくは耕地を必要としない農業のアイデアが考案されている(図表 15)。

図表 15

耕地を使用しない農業生産法

手 法	メリット	デメリット
都心の土地 <ul style="list-style-type: none"> 産業地域の未使用の土地を農地に転用 土壌技術を活用 	<ul style="list-style-type: none"> 不要地の活用 都市部の景観の改善 	<ul style="list-style-type: none"> 残留産業有害物による食物汚染の可能性
ガラス温室 <ul style="list-style-type: none"> ガラス張りの屋上農園 水耕技術を活用 	<ul style="list-style-type: none"> 自然光と自然熱の活用 	<ul style="list-style-type: none"> 量産が難しい 多数の運営グループが存在
垂直型農園 <ul style="list-style-type: none"> 複数のフロアからなる植物工場 水耕技術を活用 	<ul style="list-style-type: none"> 量産しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模な資本やエネルギーが必要
海洋農場	<ul style="list-style-type: none"> 海水は無制限に利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発も実践も商業規模での検証はまだこれから

資 料: マッキンゼー

こういったメガトレンドを受け、大手種子・農業企業のモンサントやシンジェンタなども、食糧・農業生産性の向上を目指し、データマネジメントやソフトウェアによる農場マネジメントなどに注目している(図表16)。

図表 16

大手企業のモンサントやシンジェンタもデータ・ソフトウェアソリューションなどを取り入れている

サプライチェーン・鮮度保存の効率化:
マイクロソフトがLINKFRESHと協働

- 協働開始: LINKFRESHは2013年にマイクロソフトのグローバルISVパートナーに
- LINKFRESH製品の詳細:
 - 食品サプライチェーンビジネスに特化したERPシステム
 - 将来予測、予算編成、計画策定などのサプライチェーンマネジメントをサポート
 - 工場パフォーマンス、食品の等級決定、ラベル付けおよびトレーサビリティなどのオペレーションをサポート

ファームロボティクス:
ナイルワークスが農業散布マルチコプターを開発

- 提供開始予定時期: 2016年5月頃
- 製品詳細:
 - 田畑への農業の空中散布を目的としたドローン
 - タブレット端末から散布場所を指定すると、自動飛行で散布を行う
 - 保守費用やクラウドサービス利用料を含めたレンタルでの提供

ビッグデータ - アグリ:
モンサントがクライメイト・コーポレーションを買収

- 買収額: 9.3億ドル
- 買収時期: 2013年10月
- クライメイト・コーポレーションの詳細:
 - データサイエンスに専門性
 - 幅広い情報を用い、農家に対する価値ある知見や助言を提供

ビッグデータ - アグリ:
シンジェンタがAg Connectionsを買収

- 買収時期: 2015年10月
- Ag Connectionsの詳細:
 - 農場マネジメントのためのソフトウェア・ソリューションを提供

資料: マッキンゼー

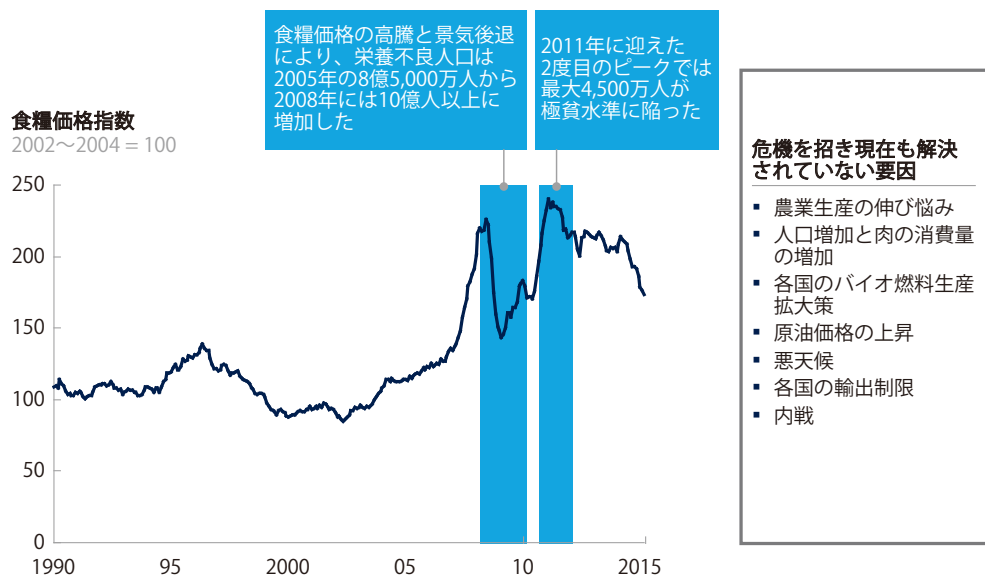


2. 需給関係に起因した食料価格の高騰

世界的な食料需要の増大と生産の停滞から起こるのは、食料価格の高騰だ。1990年以降だけを見ても、2007～08年と2011年に食料価格がピークを迎え、食料危機とも言える状況に陥った。2002～04年を100とした食糧価格指数で見ても、2度のピーク時は200を超えた。現在(2016年時点)では、食料価格は直近のピーク時に比べれば低下しているが、既に述べた通り、長期的には今後再び上がっていくと想定される(図表17)。

図表17

2007～08年と2011年の食料危機は、食糧価格の大きな変動期の到来を告げる警告かもしれない



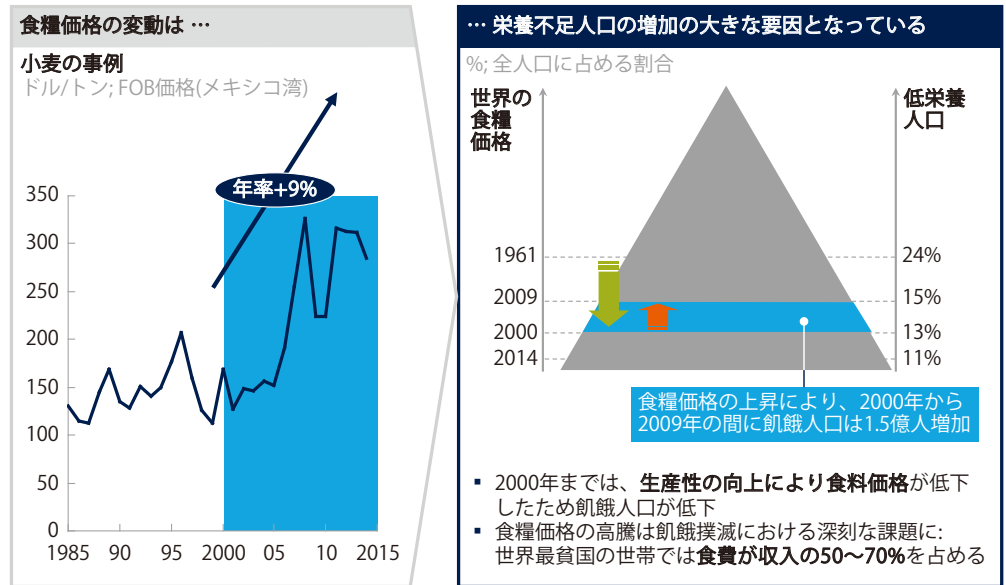
資料: FAO食品価格指数、Ronald Trostle(米農務省)、Peter Timmerワーキングペーパー163(世界開発センター)、世界銀行、マッキンゼー分析

価格高騰により、実際に食料を十分に入手できない人口が増えている。2007～08年時点では、世界の栄養不足人口が10億人以上に増加した。2000年までは、生産性の向上により食料価格が低下したため、飢餓人口は減少傾向だったが、2000年から2009年までは食料価格が高騰したため、世界の飢餓人口は1.5億人も増加した(図表18)。

2007～08年時点では、世界の栄養不足人口が10億人以上に増加した

図表 18

安価な食糧へのニーズ – 過去数十年間に比べ急騰する食料価格や供給制限などにより、食料を十分に入手できない人口が増えている



資料: FAO、世界銀行、De Hoyos, Lessem 2008、Grilli and Yang 1988、Pfaffenzeller 2007、IMF、OECD、国連商品貿易統計、マッキンゼー分析



3. 食料の質に対する要求

ここまでは、食料の量的な側面を見てきたが、食生活の変化がもたらす「質」に対する要求も、関連業界に影響を与える。

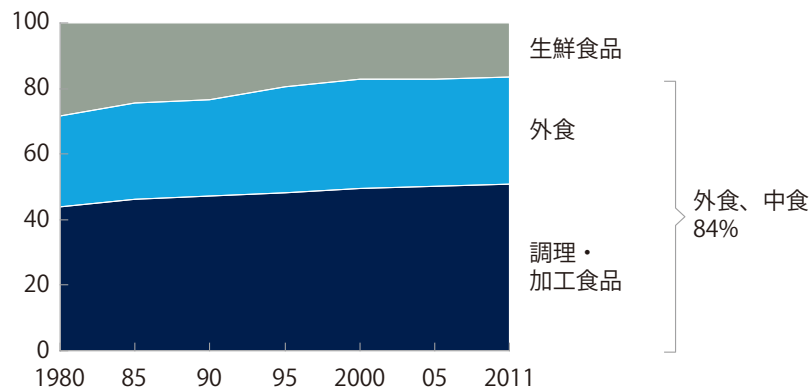
農産物を購入して家庭内で調理して食べる、という伝統的な消費形態は、先進国を中心に大げさに言えば廃れつつある。この結果、農産物の買い手の主流は、「家庭」から「外食・食品調理・加工業者」などの産業プレーヤーに変化した(図表19)。

図表19

食生活の変化に伴い、外食・中食の占める割合が増えた結果、農産物の買い手は「家庭」ではなく、外食・食品調理・加工業者などに変化している

世帯の種類別食料消費支出割合の推移

%



資料: 農林水産省、マッキンゼー分析

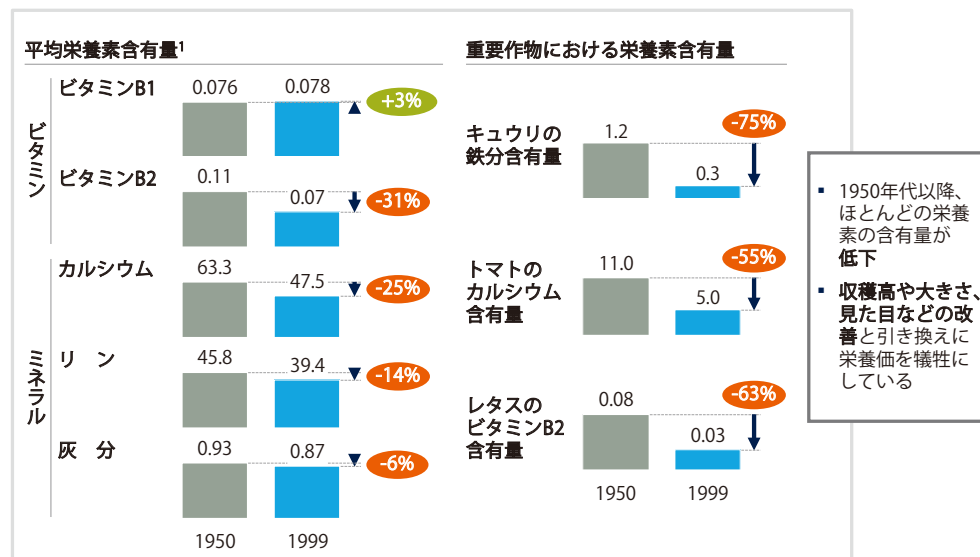
食生活の変化とともに、食生活の質、栄養面も見てみよう。農業の生産性、収穫量を重視した結果、個々の農作物の質が低下したのかもしれない。マッキンゼーが農産物43品目の栄養価を分析したところ、1950年以降1999年までに、ほとんどの栄養素の含有量が低下している。キュウリの鉄分は75%も減り、トマトのカルシウム、レタスのビタミンB2も半分以下になった(図表20)。

この結果、昨今の健康志向ブームを指摘するまでもなく、改めて農産物の質を要求するトレンドが起こるものと予想される。

図表 20

より栄養価の高い食料へのニーズ: 生産性を重視するあまり、食品の栄養価が低下

1950～1999年における農産物43品目の栄養素含有量; mg/100g



- 1950年代以降、ほとんどの栄養素の含有量が低下
- 収穫高や大きさ、見た目などの改善と引き換えに栄養価を犠牲にしている

¹ 43品目の栄養素をDavis, Epp and Riordan 2004の手法で測定した
資料: Davis, Epp and Riordan 2004, 米国農務省、マッキンゼー分析

ここまで見てきた農業を取り巻くマクロトレンドは、日本の農業が国内に留まっている限り、危機の側面しか見えてこないかもしれない。しかし、グローバル展開を志向することで、非常に大きな機会と捉えることができる。今こそ、質、量ともに、世界の食料需要に応えられる生産規模や生産方法の調整を検討すべきである。

以上に述べた日本の農業の特殊性や国内外のマクロトレンドを踏まえ、次の章では、日本の農業のチャンスや脅威についていくつかの観点から検討する。

今こそ、質、量ともに、世界の食料需要に応えられる生産規模や生産方法の調整を検討すべきである



第3章:日本の農業の課題とグローバルチャンス

2012年に安倍晋三氏が首相に就任した際、日本政府は食品産業および農業に関して高い目標を掲げた。農産物生産量を現在の5千万トンから2025年までに5千4百万トンに大幅に増やすというのだ。当該増加の大部分は食料および農産物の輸出目標によって説明される。

日本政府はさらに、2025年までに生産者の所得を現在の290億ドルから350億ドルと、約21%増やすことも目標としている。収入の増加は、農産物の生産量および収益の増加や生産者によるコスト削減により達成される。

輸出を増やし、さらに世界の食料問題の解消に貢献しつつ、安倍首相が掲げた目標を達成するには、日本の農業に課せられた以下の5つの宿題を解決する必要がある:

- A. 農業資材の購買:** 農業の上流にあたる農薬、種子、肥料などの原材料が海外勢に押さえられているため、当該諸国との貿易協定を結ぶなどして、原材料や食料・穀物の上流についてパートナーシップを構築し、国としての購買・仕入れ・コスト低減を達成できるか。
- B. 農業原材料コストの削減:** 日本は、他国よりはるかに高い農業生産コストを削減できるか(例: 肥料や農薬などの資材の単価コスト)。
- C. データに基づくサプライチェーンを含めた農業バリューチェーンの効率化:** 生産コストのみならず、農業バリューチェーン全体の最適化により、コストを削減できるか。
- D. エンドマーケットとのコラボレーション:** 食品加工や流通など農業の周辺産業と協力して、変化・多様化する国内外の消費者需要に応えることが可能な供給の仕組みを構築し、それらの機会を捉えつつムダを削減できるか。
- E. アグテックの可能性:** バリューチェーン横断で、日本のコンテキストに沿ってアグテックの適用可能機会を捉え、日本の高い賃金体系を補う形で生産性向上・効率化を促すことができるか。

A. 農業資材の購買

農業の上流にあたる農業、種子、肥料などの原材料が海外勢に押さえられているため、当該諸国との貿易協定を結ぶなどして、原材料や食料・穀物の上流についてパートナーシップを構築し、国としての購買・仕入れ・コスト低減を達成できるか。

農業生産に不可欠な肥料の製造は、世界的にはごく一部の大手メーカーが大きなシェアを保持している。そもそも、窒素、リン酸、カリウムの3つが肥料の三大成分なのだが、どこにでもある窒素と違って、リン酸とカリウムの主原料となるリン鉱石とカリ岩塩は希少鉱物資源であり、産出される国は限られる。このため、原料の鉱山資源の取り合いになっている(図表21)。

図表21

窒素、リン酸、カリウムの調達しやすさは産出国の数によって異なる。窒素はどこでも取れる一方、カリウムの産出国は限られており、一部のプレーヤーに産出地を押さえられている。リン酸の産出はその中間的な位置づけ

	窒素	リン酸	カリウム
主原料	天然ガス	リン鉱石	カリ岩塩
産出・生産国の数	~60	~40	12
国際取引の割合	29%	43%	79%
グリーンフィールドの開発コスト (更地から開発する場合)	~20億ドル 〔尿素に含有されるアンモニア100万トン相当〕	~20億ドル 〔岩石、酸、DAPに含有されるP ₂ O ₅ 100万トン相当〕	~40億ドル 〔200万トン相当の鉱床〕
グリーンフィールドの開発期間	3~4年	3~4年	7年
上位5社のキャパシティシェア ¹	10%	27%	65%

¹ 窒素、リン酸、カリウムの計算にはそれぞれ、アンモニア、リン酸アンモニウム、塩化カリウムの数値を使用
資料: ポタシュ・コーポレーション、IFDC、IHS Chemical SRI、マッキンゼー分析

リン酸の原料となるリン鉱石の場合、埋蔵量の多くは北アフリカ、ロシア、米国、中国に存在する。それに伴い、リン酸肥料を製造する世界のトッププレーヤーは北アフリカ、ロシア、米国に存在する(図表22)。

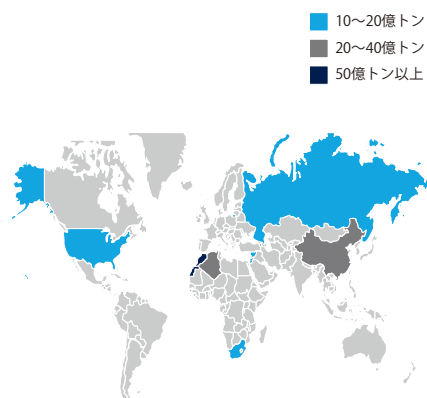
モザイクは、米国最大の肥料メーカーのIMCが、穀物メジャーのカーギルに買収される過程で設立された肥料メーカーだ。フォスアグロとユーロケムはロシア、OCPはモロッコ、Ma'adenはサウジアラビアだ。

カリウムの場合も原料の産出国が限られているため、必然的に一部のメーカーのシェアが大きくなっている。さらにメーカー側は、輸出取引を有利に進めるために輸出組合(カナダのカンポテックスと、過去にはベラルーシのBPCが2大輸出組合)を作って交渉を一本化しており、日本などの需要国側の意向が反映されにくい構図になっていた(図表23)。

図表 22

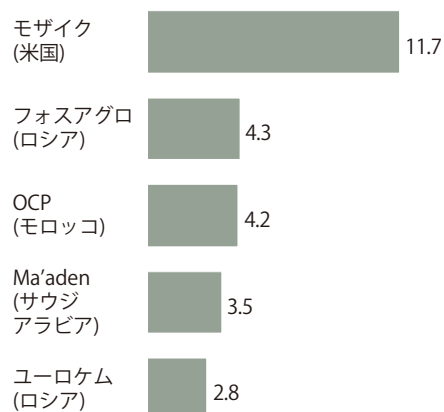
リン酸の場合、埋蔵量の多くは北アフリカ、ロシア、米国、中国に存在。
それに伴い、世界トッププレーヤーは北アフリカ、ロシア、米国に存在

リン鉱石の埋蔵量
100% = 670億トン



2011年時点のキャパシティ内訳

100% = 8,300万トンのリン酸アンモニウム

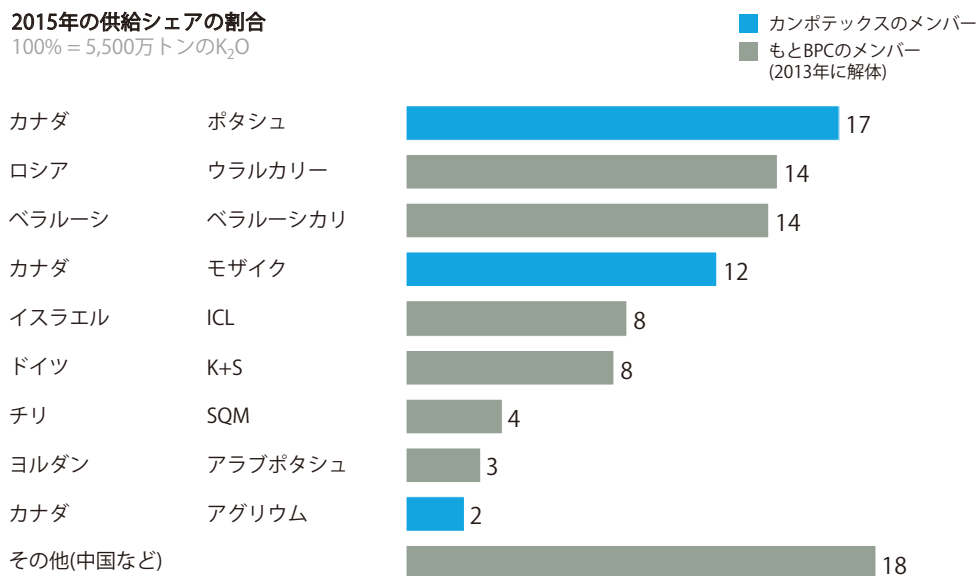


資料: IFDC、フォスアグロ、USGS、マッキンゼー分析

図表 23

カリウムの場合、埋蔵地域が限られているため、国際的な取引市場は一部のプレーヤーのシェアが大きくなっている

2015年の供給シェアの割合
100% = 5,500万トンのK₂O



資料: IHS Chemical SRI 2015、マッキンゼー分析

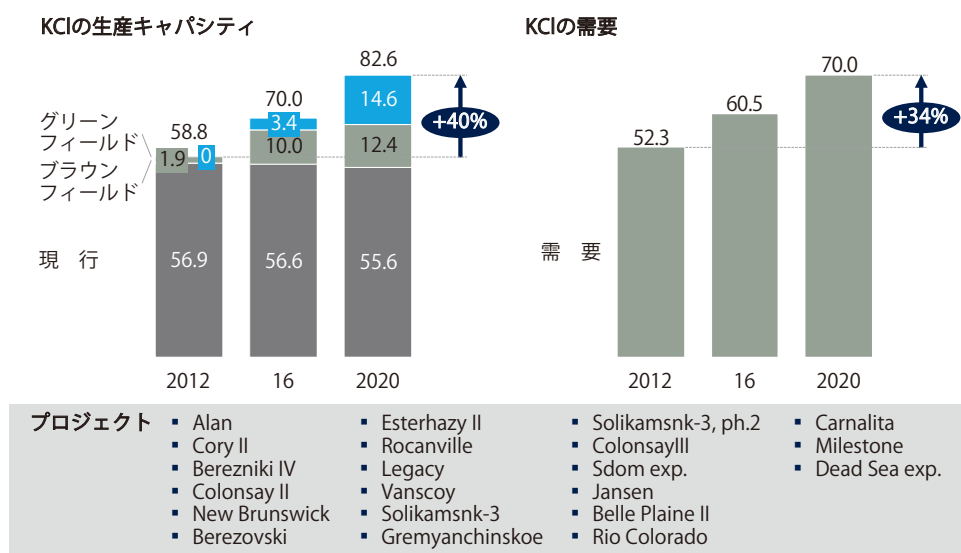
さらにカリウムの供給キャパシティを上げるための新規開発や拡張のプロジェクトが、近年、世界中で進んでいる(図表24)。ただし、プロジェクトの進展により、カリウムの供給過剰のリスクも存在する。2012年から2020年にかけて、生産キャパシティは年率4.3%で成長するが、需要の伸びは年率3.5%にとどまる見通しだからだ。さらに、新たなプレーヤー(例:英国、オーストラリアのBHPやブラジルのヴァーレ)の市場参入が予想される。2013年以降にはBPCが支配する産業構造が崩れ、生産者の限界収益ラインである200～300ドルまで価格が下落している。

図表24

カリウムの供給キャパシティを上げるための新規開発や拡張のプロジェクトも進んでいる

KCl(塩化カリウム)のキャパシティと需要の見通し

百万トン; 2012～2020



資料: Basic Materials Potassium Chloride Supply Model, マッキンゼー分析

このように、世界中である種の資源争奪戦が行われている状況に対応するために、中国は政府として動き出している。特にバリューチェーンの上流(種子・農薬や穀物)において、中国企業によるM&Aが活発に行われている。日本も、供給過剰のリスクをにらみながら、こうしたプロジェクトに参加することで、「上流」(種子、農薬、肥料など)の海外に頼りきりの状態から脱することを検討すべき段階に来ている(図表25)。

図表 25

中国は食料安全保障を改善すべく、海外のアグリビジネス市場への投資を増やしている

中国企業が関わる国際アグリビジネスの主な買収案件					
	買収額 百万ドル	買収先	買収元	買収の狙い	発表日
シンジェンタ 買収案 (農業原材料)	48,018	シンジェンタ (100%)	ChemChina (中国化工 集団)	食料安全保障 を上流から 改善	2016年2月
ノーブル アグリビジネス (穀物トレー ディング)	4,950	ノーブル (100%)	COFCO (中糧集団)	海外取引資産 の強化	2014年9月
スミス フィールド (豚肉)	4,700	スミス フィールド (100%)	Shuanghui (双匯国際)	質の高い食肉 の需要増加に 対応	2013年5月
ニデラ買収案 (穀物トレー ディング)	2,840	ニデラ (51%) ¹⁾	COFCO (中糧集団)	海外取引資産 の強化	2014年10月

**食料および農業に関する
中国政府の動向・見解**

- 中国における食料の需要は増加の一途をたどっており、海外の農業資産に投資することで食料の安全保障や商品市場の変動に対する耐性を高めることができる
- 外国企業に投資することで、中国が持つ巨額の外貨を活用できる
- 消費者がより高い安全基準を意識しているため、外国ブランドを買収することで、プレミアム価格がつく

海外アグリビジネスへの投資額は、2011年以降で約697億ドルに達している

¹ 2016年8月23日、COFCOはニデラの残りの株式49%を取得することを発表した

資料: Dealogic、マッキンゼー

B. 農業原材料コストの削減

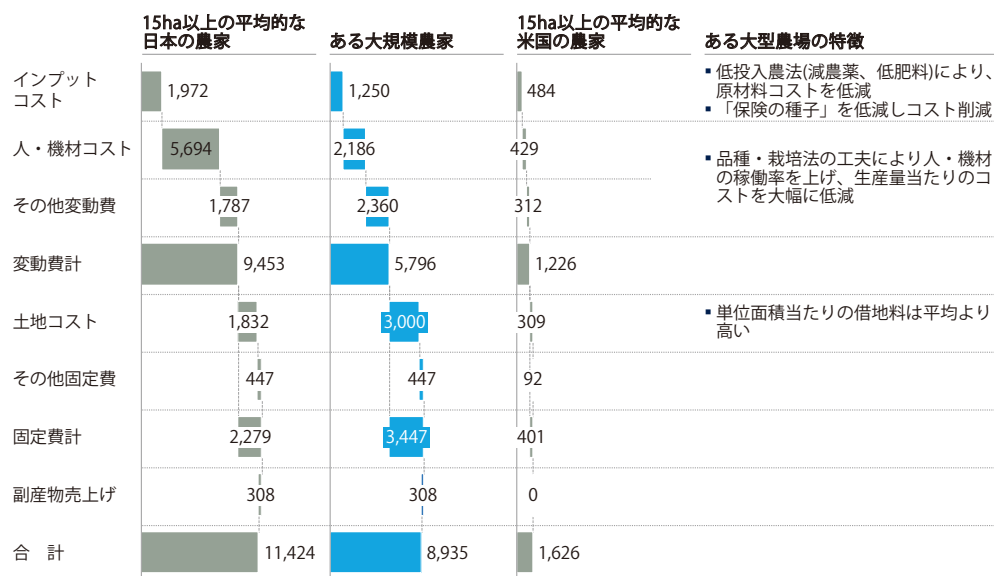
日本は、他国よりはるかに高い農業生産コストを削減できるか(例: 肥料や農薬などの資材の単価コスト)。

マッキンゼーの調査では、限定的ではあるがコスト効率を高めている日本の生産者も存在する。ある大型農場は、日本の平均的農家に比較して変動費を6割程度に抑えていたが、残念ながら米国の平均的農家はその約5分の1だ(図表 26)。

ある大型農場は、日本の平均的農家に比較して
変動費を6割程度に抑えていた

図表 26

ある大型農場は機材・人材当たりの生産性、原材料の価格・投入量の低減により通常農家の6割程度の変動費で高収益な生産を可能にしているが、米国には程遠い
 円/60kg; 2013



資料： 農林水産省、エキスパートインタビュー、マッキンゼー分析



農業生産コストの低減についてグローバルに見ると、具体的なアプローチは、i) 交渉による単価低減と、ii) 生産者側のデマンドマネジメント(栽培に最小限必要な農薬、肥料などを見極め、そのスペックまで生産コストを下げる)の2種類がある。

i)については、複数の代理店の相見積もりやボリュームディスカウント交渉、またはメーカーとの直接取引や中抜きによって、肥料、農薬などにおいて大きな費用低減を実現した事例がある。

ii)については特に、肥料、農薬において有効なアプローチである。まず、土壌の窒素、リン酸、カリウムの成分を分析し、特に土壌に集積しやすいリン酸、カリウムの成分比率を少なくした肥料を施用することで、生産コストの低減が可能だ(リン酸、カリウムは肥料のコストの多くを占めるため、肥料コストを低減できる)。

長期的なコスト削減アイデアとして、日本以外では様々な新しい農業生産手法も取り入れられている。米国ニュージャージー州ニューアークに本社があるAeroFarmsは、2015年上期に世界最大の垂直型農園を開園した。工場のような建物の中に、水耕栽培のプラントを何段も重ねた形態だ(図表27)。

図表 27

AeroFarmsは2015年上期に世界最大の垂直型農園をニュージャージー州ニューアークに開園

AeroFarms システムの要素

- | | |
|--------------------|--|
| 布製の培地 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 種まき、生育から収穫までを特許取得済の再利用可能な布製培地で実施 |
| LED照明 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 特別な波長の照明による光合成効率を高めるとともに、エネルギー消費を削減 ▪ LEDを作物により近づけることで、垂直栽培における生育と1平方フィート当たりの生産性の両方を改善 |
| 空中栽培 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ミスト・水耕栽培技術により根に養分、水分、酸素を供給する仕組み ▪ 他の栽培法より生育サイクルが短くバイオマスの増加スピードが速い ▪ クローズド循環システムにより養分液を再循環し、水の使用を95%カット |
| 農薬不使用 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 特殊な病虫害防除サイクルの導入により農薬が不要 |
| 食品安全および賞味期限 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 汚染のない野菜の生育による食品安全の向上 ▪ 多くの葉物野菜について、賞味期限が1~2週間から3~4週間に改善 |



資料: AeroFarmsウェブサイト、マッキンゼー

こうした「植物工場」は国内にもプレーヤーが存在するが、世界的には技術革新が急速に進んでいる分野であり、ベンチャー企業が参入している。農業分野はオープンな競争環境であり、今後も大きなイノベーションが起こる可能性がある。日本の農業としても目を離すことはできないだろう。

C. データに基づくサプライチェーンを含めた農業バリューチェーンの効率化

生産コストのみならず、農業バリューチェーン全体の最適化により、コストを削減できるか。

第1章で述べたように、日本の農業のサプライチェーンコストは生産・輸入額の9割にも上る。この分野のコスト削減の切り札としては、やはりデジタル化を挙げざるを得ない。実際、デジタル化の先進例は、資源の効率的な活用を通じ、バリューチェーンと並行して生産性、効率性の向上を促進している。さらに、ビッグデータを活用することで、10年前には解決できなかった問題に関し、リアルタイムでの意思決定が可能になっている。

食品加工業界においては、収穫前データを活用した下流の加工・製造プロセスの調整が可能になる。世界の食品加工業界の中には、想定される食材の品質に関するデータを収穫前に入手できる場合もある(例:天候条件データに基づいて想定が可能であるため)。このような情報を、加工・製造プロセスへ流すことで、その他の食材調達に利用することができる。

つまり、バリューチェーンのあるポイントで収集したデータは、同じバリューチェーンの前後問わず別のポイントで最も有用となる可能性があるため、バリューチェーン全体でデータを共有することが不可欠となる。そのためには、エンドツーエンドのプロセスの全体像をつかんだ上で、データのアプリケーションやソースが異なってもデータを統合できるようにしておく必要がある。

D. エンドマーケットとのコラボレーション

食品加工や流通など農業の周辺産業と協力して、変化・多様化する国内外の消費者需要に応えることが可能な供給の仕組みを構築し、それらの機会を捉えつつムダを削減できるか。

世界の農業および食料産業に共通するのは、一般消費財メーカーなどが、生産コストと供給の安全性の改善に生産者と積極的に協働しているという点である。主な協働内容は以下の通り：

- 農業協同組合の立ち上げなどを通じたサプライヤの集約化
- 生産コストの管理
 - ー 小規模生産者用に原材料の調達をまとめて、全体のコストを削減する
 - ー 農業サービスを提供、生産の最適化を支援することで、生産コストを削減する



上記の内容は、既に数多くのバリューチェーンや地域で活用されている。例として、開発途上国のココアやコーヒーなどの高付加価値作物、また、米国の大手ビール企業に納品する麦生産者の麦生産が挙げられる。例えば：

- スターバックスはコスタリカとルワンダに生産者支援センターを設立し、現地の生産者に生産コストの削減、真菌感染症の感染の抑制、コーヒー品質の向上、そして、プレミアムコーヒーの生産増加のためのリソースや助言を提供している。さらに、生産サイクルにおいて生じる現金コストを負担する生産者に融資する組織に対し、資金も提供している。
- カーギルは2,500以上のフィールドスクールを設立し、生産者にココア生産管理および持続可能性向上のベストプラクティスを教えている。同スクールで学んだコートジボワールのココア生産者の収益は53%増加した。さらに、カーギルはCargill Coop AcademyというミニMBAのようなプログラムも設立し、生産者に必要なマネジメントスキルなどを教えている。

E. アグテックの可能性

バリューチェーン横断で、日本のコンテキストに沿ってアグテックの適用可能機会を捉え、日本の高い賃金体系を補う形で生産性向上・効率化を促すことができるか。

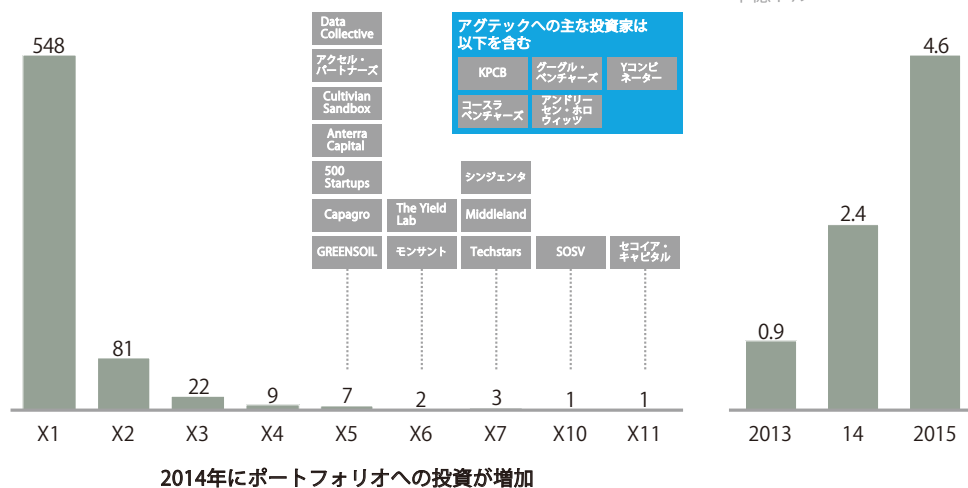
今や、フィンテック分野にも並んで可能性があると言われるアグテックの可能性についても触れておきたい。世界的に見ても、当該分野における投資は増加している。マッキンゼーの調査では、ベンチャー企業による食料および農業分野への投資額は、2013年は9億ドルだったが、2015年には46億ドルと5倍に増加した(図表28)。

図表28

我々は農業で一番革新的な時期の最前線にいる

アグテックにおける近年のベンチャーキャピタル投資家
投資家別

ベンチャー企業による食料
および農業への投資額
十億ドル



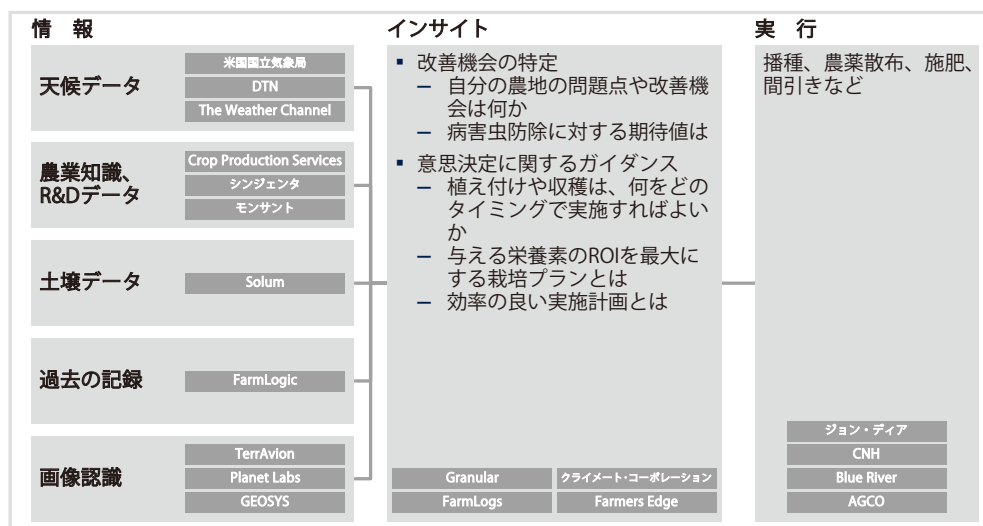
資料: AgTech Investing Report 2015、マッキンゼー分析

アグテックによるソリューションや、収集したデータの利用の仕方は、生産現場だけをとっても多岐にわたる。天候、土壌などのデータを、過去のデータや農作業の知識のデータ、現状を示す画像データと組み合わせることで、種まきや農薬散布、施肥など、農業従事者が日々行う意思決定をサポートできる(図表29)。

世界的に見ても、ベンチャー企業による食料および農業分野への投資額は、46億ドルと増加した

図表 29

正確性の高い農業においては、情報をデータに基づく意思決定に用い、フィールドレベルでの活動に結びつける



生産性の向上、コスト削減、変動性の抑制を通じて価値を創造

資料: マッキンゼー

バリューチェーン全体を見渡せば、アグテックによるソリューションやデータを活用できる機会は、生産現場に限らず多岐にわたって存在する。日本の農業は、こうした機会を捉えて生産から流通に至るバリューチェーン全体を高度化する必要がある、それは十分可能なはずだ(図表 30)。

このAutoTracとFarmsightを組み合わせることで、推奨される施肥や播種のレートでのトラクターの自動運転が実現し、最適な栽培環境を作ることができる

例えば、世界最大の農機具メーカーであるジョン・ディアの開発したAutoTracは、最適な運転ルートでトラクターを自動運転するシステムである。同じくジョン・ディアのITシステムであるFarmsightを活用すると、生産者の畑の収量などの情報を入れれば、施肥や播種のレート(畑のどこにどれくらいの肥料を入れ、播種すればいいか)をシミュレーションできる。このAutoTracとFarmsightを組み合わせることで、推奨される施肥や播種のレートでのトラクターの自動運転が実現し、最適な栽培環境を作ることができる。

図表 30

デジタルの活用による改善の機会は農場以外にもある

【例示的】

	生産原材料	原材料の流通	農業生産および農地	貿易および一次加工	二次加工	小売と流通
内 容	農業生産に必要な加工原材料および資本	卸売業者が農場への原材料を供給	作物および家畜の生産	作物・家畜の貯蔵、保管および卸売	小売向け準備および加工	
構成要素の例	<ul style="list-style-type: none"> 機器 種子 肥料 農薬 動物の健康、栄養 	<ul style="list-style-type: none"> 農工具 機器業者 	<ul style="list-style-type: none"> 主要商品作物 果物および野菜 乳製品 家畜 	<ul style="list-style-type: none"> 冷蔵 商品取引 農業の卸売市場 包装 	<ul style="list-style-type: none"> バイオ燃料 精肉および乳製品 果実製品 シリアル、小麦粉 	<ul style="list-style-type: none"> 食品卸業者 食料品 食品小売業者 QSR(品質システム規制)およびダイニング 食品事業
天候データや分析の活用	<p>1 原材料のロジスティクス (例: 肥料の運送)</p> <p>2 精密農業: 農業に関するアドバイス、植え付けに関するアルゴリズム、化学薬品の使用・害虫管理、収穫、原材料選択、機器の活用方法など</p> <p>3 作物計画策定 (例: 今季、干ばつ対策が必要なのはどの地域か)</p> <p>10</p>		<p>4 オペレーション計画策定および実施</p> <p>5 穀物のフォワード推定価格、収穫高</p>	<p>6 サプライチェーン、トレード情報</p>	<p>7 加工(例: 運営効率化のための湿度予測)</p>	<p>8 販売計画策定、人材配置</p> <p>9 流通のロジスティクス</p>
	保険・金融商品					

資 料: マッキンゼー



結 論

ここまで述べてきたことを前提に考えると、今後、日本の農業が注力すべき方策は以下の5つだ：

- A. 高品質、安定供給、コスト優位性を実現するための、農業の上流の原材料の確保に係る戦略の策定
- B. パイロットとして選ばれた地域(アグリゾーン)におけるベストプラクティスの実施を通じた、他国よりはるかに高い農業生産コストの削減
- C. 海外では一般的な技術を日本で導入し、農業のサプライチェーンを最適化することによるコストの削減
- D. 食品加工や流通など、農業の周辺産業との協力による国内外の消費者需要と供給のマッチングを通じたムダの削減
- E. アグテックのような将来技術への国内外のバリューチェーン横断的な投資

Aについては、日本政府および関係の組織は、農業関連機関や国内で有力なトレーダー、インベスターなどとも連携し、農業生産の上流である資源調達を押さえに行くという動きが必要と考えられる。

一方、B、C、D、Eについてはバリューチェーン全体を貫く検討が必要となる。

こうした変革を日本で実現するためには、複数地域で一斉に展開するのではなく、「段階的アプローチ・パイロット」を採用することが望ましい。具体的には、日本の農業セクターがタッグを組み、まず特定のパイロット地域を設け、「圧倒的に生産性が高いベストプラクティス」を実現させる。いわば、21世紀の大潟村プロジェクトだ。

農家や農協組織、担当官庁だけではなく、
大学などの研究機関も含む、幅広い関係者の集合と
考えるべきだ

この成功事例をもって、より「経済合理性のある生産者」を次々に巻き込み、他の地域にも展開していく、というアプローチを採用すべきである。ただし、ここでいう農業セクターとは、農家や農協組織、担当官庁だけではなく、大学などの研究機関も含む、幅広い関係者の集合と考えるべきだ。



オランダで先行する取り組みを紹介する。Wageningen 大学(農業大学)はオランダの北東地域において技術革新に焦点を当てたプロジェクトを立ち上げた。同プロジェクトの本拠地は、農業が地域の重要産業である Veenkoloniën に置かれた。同地域の農家は約 2 千人で 10 万ヘクタールの農地を管理し、主な農産物は、じゃがいも、小麦、甜菜(ビート)であり、同地域には協働可能な食品加工企業も多く存在していた。

KANON(Knowledge Centre for Arable Farming in NE-Netherlands)は、関係者(農家、研究者、アグリビジネス、教育機関)が協働して知識を共有し、新しい打ち手の開発・策定を推進することを目的として、当該プロジェクトの中核の組織の一つとして設立された。この取り組みでは、地方政府がスポンサーとなり、地元の多くの協力者を巻き込み、彼らの専門知識やネットワークを活用した。KANON は、Wageningen 大学の試験農場に設置され、革新的なプロジェクトの仲介者として機能した。この取り組みは成功し、2014 年には 61 のプロジェクトグループが、作物保護、収穫量の最適化、精密農業、貯蔵などの分野における戦略について研究を開始した。KANON は、理論的研究から実地試行までのすべてのプロセスを直接調整し、プロジェクトの成果を、現場におけるデモンストレーションやワークショップなどを通じて地域の農家と共有した。KANON のシナジー効果およびその成功のカギの一つとして、現場で生じた疑問が既存または新たなプロジェクトでの活動内容に、速やかに反映されたことが挙げられる。

同様の枠組みは米国でも見られる。米国の農業大学は、米国農務省および各州の担当当局と頻繁に協働している。

これら世界の事例も参考にしながら、日本の国内外の農業における環境変化に対応しつつ、日本の農業および日本の生産者の生産性がよりよくなっていくことを期待したい。

