

食料革命

食の未来と課題



目次

- 8 第1章 – 食料問題に影響を与えるメガトレンド
 - 9 トренд1:資源不足に直面する政治経済体制
 - 10 トренд2:新世代の消費者
 - 10 トренд3:健康とウェルネス
 - 11 トренд4:デジタル化の進展
 - 11 トренд5:持続可能な生活
 - 12 「ゴミ問題」は一人ひとりの課題
 - 12 気候変動
 - 13 深刻化する水不足問題

- 14 第2章 – 先端技術で変わる「食」と「農」の姿
 - 15 都市型農業と垂直農法
 - 15 ミート・ビジネスに科学の力
 - 16 オーガニック農法がメインストリームの仲間入り

- 17 第3章 – 農業における技術イノベーション
 - 18 地上にはロボット...
 - 18 ...そして空中にはドローン
 - 19 ビッグデータとコネクティビティ
 - 19 衛星利用農法
 - 20 節水技術が不可欠

- 21 第4章 – 食の未来を見据えて
 - 22 バイオテクノロジー:注目されるゲノム編集
 - 23 「革命的な」植物由来の代替食品
 - 23 デジタル化で進む
パーソナライズド・ニュートリション

24 第5章 – サプライチェーンのイノベーション

- 25 食品サプライチェーンとIoT
- 25 食品産業を変革するブロックチェーン
- 26 海洋汚染対策としての生分解性プラスチック
- 26 フードデリバリーはスマートフォンで新時代へ

27 第6章 – 食料イノベーションへの投資

- 28 過去最高を更新するアグリテックの資金調達
- 29 数字で見るアグリテック
- 30 食料イノベーション分野の市場規模予想
- 31 投資への影響
- 31 CIO 長期投資(LTI)シリーズ

食料革命

本レポートはUBS AGおよびUBS Switzerland AGにより作成されました。本レポートの末尾に掲載されている「お客様へのお知らせ」は大変重要ですので、是非ご覧ください。過去の実績は、将来の運用成果を示唆・保証するものではありません。本稿に記載されている市場価格は、各主要証券取引所の終値に基づいています。

Editor in Chief

Wayne Gordon

Authors

Wayne Gordon
Sundeep Gantori
Jon Gordon
Rudolf Leemann
Robert Boer
Project manager
Sita Chavali

Design

CIO Content Design
Rodrigo Jiménez
Elena Vendraminetti
Margrit Oppliger
Corinne Fedier

Editors

Aaron Kreuscher
Murugesan Suppayyan
Thomas Gundy



序文



Mark Haefele
Chief Investment Officer
Global Wealth Management



Min Lan Tan
Head of APAC Investment Office

食料は生命の根源です。そして、その食料の生産は地球環境に変化をもたらしてきました。近年、食料は、経済のみならず、国家の安全保障にさえも大きく関わっています。

しかし、現在の農業システムは、持続可能な農業ではありません。すでに、水と土地の大半は農業のために使われ、人間活動による温室効果ガス排出の多くは農業に起因しています。資源の減少が進む中、地球環境にこれ以上のダメージを与えることなく、増え続ける都市人口に十分な食料を確保することは、年々困難さを増しています。

持続的な解決策を講じるには、社会集団としての我々の暮らし方、そして食料の生産方法を大きく見直す必要があります。新しいシステムへの移行は簡単ではないでしょう。しかし、明るい兆しも見られます。「第4次産業革命」の技術を原動力に、今まさに農業革命が起きようとしているのです。垂直農法、水耕栽培、バイオテクノロジー、ブロックチェーン、ロボット工学など、従来の発想を根底から覆す技術革新が、食料の生産方法を変えつつあります。こうしたトレンドは今後も続くでしょう。

しかしながら、農業に最も「破壊的な」影響を与えているのは消費者です。一部の文化圏では、動物由来のタンパク質に代えて植物由来のタンパク質を積極的に摂取するようになってきました。こうした動きに、世界の資産家や有力企業も、資金面での支援を提供し始めています。

農業革命はまだ始まったばかりですが、今後の変革とディスラプション(創造的破壊)には大きな期待が寄せられています。今後は、代替肉や「ファーミング4.0」、インターネットを利用した食事宅配サービス(オンライン・フードデリバリー)、種子処理、種子科学といった分野が急速に成長するとみています。農業セクター全体で言えば、ハイテク部門の市場規模は、現在の1,350億米ドルから2030年には約7,000億米ドルまで、年平均15%で急成長すると我々は予想しています。

食の未来への投資は、長期的なリターン追求だけでなく、望ましい変化に貢献する機会にもつながります。斬新な発想のもとに、資源集約的な従来型から、持続可能な農業・食料生産システムへの転換に向けて巨額の投資が行われる中、スタートアップ企業や食品大手の事業部門には、魅力的な投資機会が生み出されています。本稿では、既存の農業・食料生産方法を分析し、食の未来を大きく変革する新世代のシステムについて掘り下げます。今こそ、農業・食料生産に投資する絶好のタイミングであると考えています。

毎日の食卓に食品が届くまでには、世界各地の様々な人々や工程が関わっています。そして、その仕組みが今、根本から大きく変わろうとしています。食料革命の「いま」と「これから」を考察する本稿を、是非ご一読ください。

Mark Haefele

Min Lan Tan

趣旨

- 栄養価の高い健康的な食品を求める消費者のニーズに応えつつ、次世代に貴重な地球資源を引き継ぐためには、**世界の食料生産システムを根底から変える**必要がある。すでに水と土地の大半は農業・食料生産のために利用され、人間活動による温室効果ガス排出も、その多くは食料生産活動に起因している。
- 一方で、我々は急増する**都市人口**の問題にも直面している。土地や土壌、水、栄養素、労働力等の資源が年々減少する中、増え続ける都市部の人口に対し、いかに食料や燃料、衣料等を確保するかは喫緊の課題となっている。さらに、とどまることを知らない人間活動に起因する急激な気候変動も、地球環境に大きな負荷をかけている。
- 明るい兆しとしては、食料の生産、輸送、消費のすべての場面で変革をもたらす**新・農業革命**が徐々に実現に向かっている。変革のけん引役を担っているのは、主に次の**5つのメガトレンド**だ。1) 資源不足に直面する政治経済体制、2) 新世代の消費者、3) 健康とウェルネス、4) デジタル化の進展、5) 持続可能な生活。
- 近年、農業生産性の向上や、健全な環境の保全、さらには多様化・高度化する消費者ニーズに対応する新技術が次々に生み出されている。例えば、**生物学的ソリューション**により、環境安全性を向上させつつ、全く新しい方法で収量を上げ、植物が本来持つ病虫害への抵抗力を高めることが可能になりつつある。**垂直農法**や**人工的に育てられた食料**、**藻類による水産飼料生産**といったイノベーション、そしてビッグデータ、モノのインターネット(IoT)、人工知能(AI)など**第4次産業革命**の主要技術が、農業サプライチェーンの様々な段階に組み入れられている。
- 最近まで、農業はディスラプション(革新的な技術で既存市場を根底から大転換させる創造的破壊)の点で他の産業に後れをとっていた。農業分野の2018年の**デジタル普及率**はわずか0.3%であるのに対し、金融セクターは2.5%、小売セクターは12%近くに達している。だが、農業のデジタル普及率は、今後急速に上昇する見通



出所: Getty Images

世界全体の農業・食料生産が占める割合



出所: 国連

しである。農業専門のクラウドファンディングサイト AgFunderによると、農業関連テクノロジーへの投資は昨年、前年比43%増の169億米ドルに達した。未開拓の市場が広がり、強力なテクノロジーが次々に出現していることを考えると、食料イノベーションの市場規模は、**2030年までに現在の5倍の約7,000億米ドル**に達するものと見込まれる。急成長するセグメントと長期的な潜在成長性から利益機会を獲得するには、関連する非上場および上場企業に分散投資することを勧める。

- 食料生産のセグメントには、投資家にとって**大きな収益機会**が期待できる分野がいくつかある。高い成長性を秘めているのは植物由来タンパク質で、2018年の46億米ドルから2030年には850億米ドルへと、年平均28%で急成長すると予想する。この他にも、スマートファーミング(16%)、オンライン・フードデリバリー(16%)、種子処理(13%)、種子科学(9%)などに高い成長性が見込まれる。
- 農業関連大手は、農業セクターの課題をすべて自力で解決できるわけではない。今後、こうした課題に対処していくためには、非伝統的な投資家やビジネスオーナー、生産者、政府当局などと連携していく必要がある。農業ビジネスの**将来性は高いが、保証されているわけではない。**
- 農業・食料生産がさらに前進するためには、「テクノロジーは、自然で、豊かで、安価な食料の敵」とする神話を覆さなければならない。中小農家も、時流に乗り遅れずに新技術を採用していく必要がある。この必要性は世界共通であり、**先端技術に制約なくアクセスできることが肝要**となる。そのためには、農業セクター全体が連携して、**国連の持続可能な開発目標(SDGs)**など一連の目標にいかに取り組むべきかを検討し、合意を形成していく必要がある。我々は、企業利益と公益の双方に投資することによって、世界の農業と食料消費の在り方を、目に見える形で良い方向に変えていくことができる。



出所: Getty Images

第1章

食料問題に 影響を与える メガトレンド

消費者を中心に世界的に変化が起きている



出所: Getty Images



トレンド1: 資源不足に直面する政治経済体制

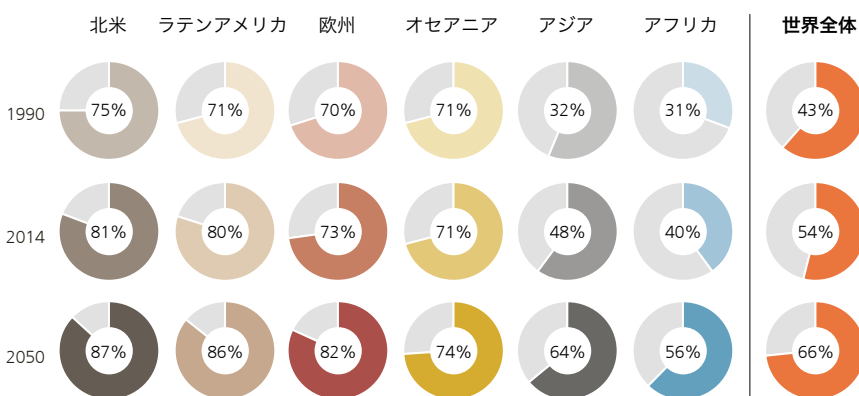
世界の人口動態について、国連が今後の変動予測を報告している。それによると、2050年までに世界人口はさらに約20億人増え、それに伴い世界の食料需要がおよそ60%増えると予測されている(国連、2019年)。アジアとアフリカの人口増加率は世界全体の人口増加率を上回るだろう。アフリカだけで2050年までに人口が10億人増える一方、アジアでは広範囲で都市化が進む見通しである(2030年には、アジアの都市人口が全都市人口の約半分を占めると予測されている)。国連は、アジアとアフリカの都市人口が、21世紀半ばまでに今より25億人増えると予測している。

各国で都市化が進むにつれて、食料生産の方法が変わり、都市部と農村部への資源配分がより複雑化し、政治的な色彩が濃くなる。例えば、各国の国益が多様化する中、水不足は大きな課題になるだろう。土地の争奪戦も食料取引やバリューチェーンに影響を及ぼすと見られる。インフラ整備が遅れている発展途上国では、国内の食料生産だけでは自国民の食料需要を満たすことが困難である。一方、中間層の都市住民は、価格が安く、高品質であれば、国産品よりも輸入食品を選択する可能性がある。

食料安全保障は、これまで食料自給率の視点で語られることが多かった。だが、最近では、レジリエンス(食糧危機への対応)、ダイバーシティ(食の多様化)、アフォーダビリティ(食料の手頃感)の要素も含まれるようになった。たとえば、アジアでは、食料需要の増大により、中国を始め、大部分の国では自給自足が困難になっている。さらに、資源の不足により、水や土地の仮想的な交換、すなわち、制約のない、効率的なグローバル・フードサプライチェーンの必要性が高まっている。貿易摩擦の高まりにより、国家間の連携や域内の貿易協定の重要性が強まっている。需要と供給のミスマッチ・リスクが高まるにつれ、こうした交易はさらに複雑化の様相を呈している。

世界人口の54%が都市部に居住している

都市部に居住する人口の割合



出所:国連



トレンド2: 新世代の消費者

21世紀も半ばを迎えるころ、消費者はどのように変化しているだろうか？彼らは何を買い、どのように消費するのだろうか？これらの問いを解く鍵は、「アジア都市部への流入人口」、「高齢化するX世代」、「ミレニアル世代」という3つの人口層にある。これからの消費者は、各人が様々なデジタルプラットフォームから最新のアプリケーションにアクセスする、ネットワークでつながった個人の集合体へと変わっていくだろう。食料をより直接的に入手したいという消費者ニーズは高まっているが、都市化により、食料との物理的な距離はむしろ広がっている。その隔たりを埋めるために、テクノロジーとイノベーションが一層求められるようになるだろう。

宗教や食習慣の違い、あるいは、インドのように菜食主義文化が根強い国もあるため、タンパク質の消費傾向について一般化して論じることはできないが、総じて言えば、都市化や所得向上を背景に、アジアでも西側諸国のように、栄養不良と栄養過多が共存する状況が進むだろう。さらに、こうした人口動態の変化により、食品の消費の在り方も従来とは大きく変わるだろう。たとえば、ミレニアル世代向けには、オンライン・フードデリバリーなど、デジタルプラットフォームを使って時短で製品やサービスを提供する一方で、高齢化を迎えるベビーブーマー世代には、栄養サプリや健康促進のためのサービスなど、生活をより豊かにするソリューションが必要とされる。



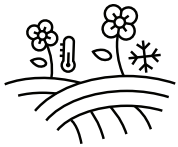
トレンド3: 健康とウェルネス

コンサルティング会社KPMGによると、健康・ウェルネス産業はすでに約7,690億米ドル規模に達している。これは、世界の加工食品市場の約30%に相当する。消費者は、健康的な生活を送るためには健康的な食品を摂取することが必要であると認識しつつも、これまではなかなか行動が伴わなかった。しかし、最近では、食生活に変化が現れている。世界保健機関(WHO)は、不健康な食生活など、非感染性疾患の主要リスクファクターが除去されれば、若年性心疾患、脳卒中、2型糖尿病罹患の約80%、そして癌の40%が回避できると試算している。

脂肪分が多い、栄養に偏りのある食事に起因する健康上のコストは膨大な数字になる。世界肥満学会(WOF)の推計によれば、直接的な医療費だけで8,500億米ドルにのぼるとされている。今すぐに対応策を取らなければ、肥満による合併症の医療費は、2025年には1兆2,000億米ドルに達すると予測されている(WOF調べ、2018年)。こうした疾患は予防が先決であり、消費者の間にも、自然食品や有機農産物、あるいは砂糖やグルテン、農薬・添加物を使用していない食品などをできるだけ多く摂取するなど、食習慣を見直す意識が広がっている。



出所: Anita Affentranger



トレンド4: デジタル化の進展

我々は、食品や農業の分野にも、まもなくデジタル革命が到来すると考えている。2018年の段階では、食品生産分野は、デジタルテクノロジーの導入の点で、他の分野に大きく後れを取っていた。例えば、農業のデジタル普及率は0.3%であるのに対し、金融セクターでは2.5%、小売セクターでは12%近くにのぼっている。しかし、最近では、農業の次世代化には差し迫ったニーズがあるとして、投資家から非常に高い関心が寄せられている。農業関連テクノロジーへの投資額は昨年、前年比43%増の169億米ドルに達した。

今後は、クラウドやビッグデータ、さらには機械学習、IoT（モノのインターネット）、3Dプリンティングといった各種先進技術を、平均的な農業従事者が容易に理解でき、コスト的にも取り組みやすい技術へと融合させる必要がある。また、ビッグデータから有益な情報を抽出できる人材も必要となる。環境センサー、モバイルコンピューティング、衛星画像、ドローン、無線通信、さらには遺伝子技術など、知識集約型の農業生産ツールを有効に導入するには、情報を分析・活用できるデータ技術者に対し、農業分野への関心を高める必要がある。



出所: Getty Images



トレンド5: 持続可能な生活

持続可能な生活に必要な要素として、食料や農業の重要性が高まっている。世界各国で、国連の持続可能な開発目標（SDGs）やパリ気候変動協定で示された国際的な目標への取り組みが推進されている。社会は低炭素経済への移行を目指しており、そのためには、個人レベルでもエネルギーと水をより効率的に使用し、廃棄物を減らす必要があるとの認識が広がっている。

例えば、再生可能な農業は、大気中の二酸化炭素を分離・回収し、土壌に蓄積する力を持っている。従来型の農業による環境への悪影響を緩和するだけでなく、その影響を逆転させることが可能になる。中高所得者層の増加による消費財需要の拡大に伴い、自然資源の限界はより明白に見えてくるだろう。国際社会は、農業を軸に循環型経済の実現に向けて連携をより一層強める必要がある。




出所: C.J. Wadhwa

「ゴミ問題」は一人ひとりの課題

廃棄物を可能な限り減らすことは世界的な課題だ。国連によれば、年間13億トンの食料が何らかの形で廃棄されているという。これは世界の食料生産量の約3分の1に相当する。こうした大量の食品廃棄物は、膨大な金銭的、環境的コストを生み出す。食品ロス・食品廃棄はほぼすべてのカテゴリーで発生しており、果物・野菜では45%、穀物製品では30%、魚介類では35%、乳製品では20%、食肉では20%が廃棄されている。世界資源研究所は、こうした廃棄による温室効果ガス排出は全排出量の8%を占めると推計している。廃棄を1つの国に例えると、世界第3位の温室効果ガス排出国となる。食品廃棄はバリューチェーンのあらゆる段階で起きている。しかし、最も際立っているのは最初(生産)と最後(消費)の段階である。

食品廃棄を引き起こす主な5要因

- | | | |
|--|---|---|
| <p>1 </p> <p>問題の範囲が見えにくい。消費者の意識の欠如</p> | <p>2 </p> <p>貯蔵、物流、加工段階での廃棄</p> | <p>3 </p> <p>不十分な需給データ</p> |
| <p>4 </p> <p>調整が行われていないこと、小売店と家庭での廃棄など、サプライチェーンの非効率性</p> | <p>5 </p> <p>食品廃棄の現状にそぐわない規制や食品業界の制度設計、商習慣</p> | |

出所: Boston Consulting Group (2018)

気候変動

気候変動がもたらす影響は食料サプライチェーンにとっても重要な課題となるだろう。気候変動が土壌や作物の質に及ぼす影響と、生態系に及ぼす二次的影響は莫大なものになりうる。

企業においても、食料生産やサプライチェーン全体に関する戦略を立てる際に、環境への配慮を重視する動きが広がっている。こうした問題意識の高まりから、環境・社会・ガバナンス(ESG)の取り組みに関する情報開示も急速に進んでおり、目標の設定から公表、監視状況までが報告されている。制度面でも、環境保全の実践が農業政策における重要な要素になりつつある。例えば、欧州連合(EU)では、農業生産者への補助金は、環境保全に配慮した「適切な農業活動」(Good Agricultural Practice=GAP)規範に従うことを条件に支払われている。



出所: Getty Images

深刻化する水不足問題

世界的な気温上昇に伴い、水不足が深刻化する可能性がある。また、科学者らは、今後、気候がさらに予測不能になると警告している。気候予測の不確実性は、水供給の圧迫要因となり、地下水層や河川の水質悪化をもたらし、水不足の問題をさらに複雑化する。

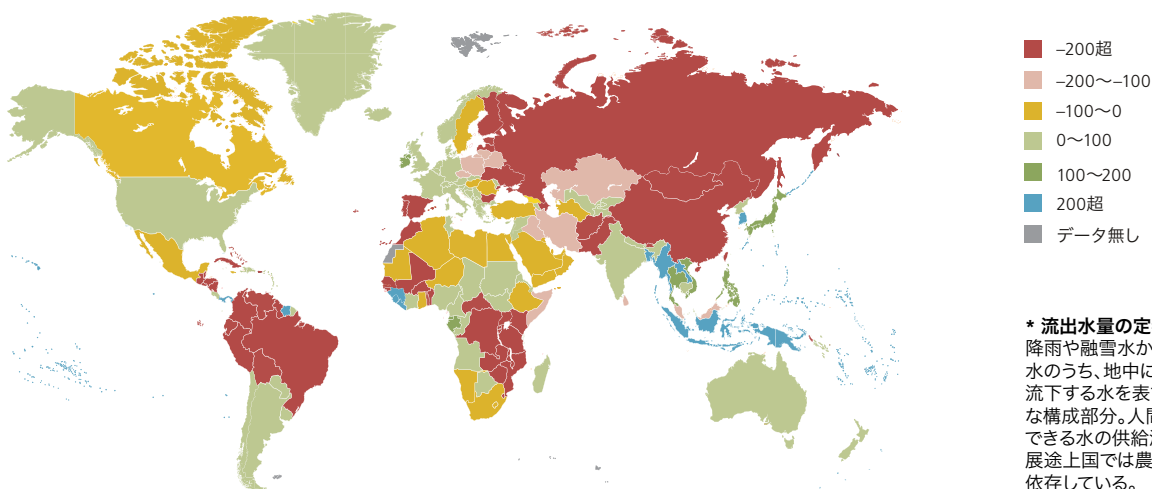
水の使用量は、1950年代以降で約3倍に増え、需要は今後も高まる一方である。2030年には、世界の水需給ギャップが40%に達する可能性がある。排水が適切に処理されない場合は、この数字が2倍の80%に上昇する可能性もある。世界銀行の調査によれば、気候変動に起因する流出水量の変化が及ぼす影響は一様ではなく、特に、現時点ですでに水不足が深刻な地域が最も大きな打撃を受けると予想されている。流出水量の減少で地下水への需要も高まっている。特に、世界の地下水くみ上げの70%を占める灌漑向けの需要が顕著に拡大している(WWAP、2012年)。



出所: Getty Images

気候変動に起因する流出水量*の減少は、農業依存度が高い後発発展途上の地域に最も大きな打撃を与える

2050年の予測降水量(mm/m²)



出所: 世界銀行(High and dry: Climate change, water, and the economy)、2016年

第2章

先端技術で変わる 「食」と「農」の姿

「テクノロジーは、自然で、豊富で、安価な食料の敵」とする神話を覆す



アクアポニックスを搭載したチェコの
輸送用コンテナ

出所: Getty Images

水産養殖と人工照明による水耕栽培とを組み合わせた
アクアポニックス搭載の輸送用コンテナ

都市型農業と垂直農法

都市型農業や垂直農法は、革新的なソリューションの1つとして世界で注目を集めている。この農業は、例えば、オフィスやスーパーマーケットの屋上に設置された空中農園、道路脇の緑地帯を利用した地域共有の菜園、公園や庭園の一区画に設けられた菜園、ビルの壁面を利用した栽培、経済的に恵まれないコミュニティの支援のために立ち上げられた社会的食料プロジェクトなど、都市環境で行われる全く新しい形態の農業を指している。

土地が少なく、地価の高い都市では、特に、室内での垂直農法が広がりを見せている。この新農法は、廃棄削減の面でも有効性が高く、以下のように、環境保全の面でも従来の農業より利点が多いと考えられる。

- 従来型の農業に比べて、必要な水の量が95～99%少ない。農業排水が出ない(排水は飲用可能とされている)。
- 少ない土地で耕作が可能(建物内の、垂直に積み重ねられた容器の中で栽培)。
- 殺虫剤、除草剤、防カビ剤が不要(土を使用せず、密閉した環境で育てられるため)。肥料の使用量が少ない(過度または無駄な肥料が与えられていない「低肥料作物」)。



出所: Getty Images

ミート・ビジネスに科学の力

今後10年以内に、肉や魚、卵、乳製品を再現する技術が、商業的に実用化される見通しである。炭素排出量が少なく、動物の犠牲もないのが特長とされる。例えば、エンバイロメンタル・サイエンス&テクノロジー誌(2011年)によると、研究室で生産される人工肉の場合、生産に必要とされる土地は、動物由来の食肉に比べて99%も少なく済み、農業による温室効果ガス排出量を78～96%削減することができる。

「培養肉」とも呼ばれる人工肉は、本物の肉と植物由来の肉との中間に位置付けられる。「培養肉」は、牛や豚、鶏、海洋生物などから取り出した幹細胞をバイオリクター内の培地に載せて培養するため、大量の動物を繁殖、生育、屠畜する必要がない。



出所: Getty Images

オーガニック農法がメインストリームの仲間入り

近年、世界で広がりを見せている高級食品セクターでは、「地産地消」が重要な要素となっている。「地産地消」の取組みの背景には、健康的で、安全で、環境的に持続可能な農産物を、責任をもって提供したいと考える生産者の誠実な姿勢と、それをきちんと評価したいという消費者の思いがある。

日常生活に知らず知らずに広がる、毒性のある物質や発がん性物質についての理解が深まるにつれ、オーガニックや自然由来の食品へのニーズが強まっている。有機作物は、収量性の低さが問題点の1つとして指摘されているが、この課題も年々改善されているようだ。有機栽培農家も非有機栽培農家と同様に、デジタル技術や精密技術から大きな恩恵を得られるようになっているからだ。



出所: Getty Images

第3章

農業における 技術イノベーション

農業の在り方を根本から変える



ブルガリアの農場

出所: Getty Images

農場で使用されるドローン

地上にはロボット . . .

農業分野において、トラクター誘導技術や自動ステアリング技術は定着しているが、無人の自動運転トラクターが一般的に使われるようになるには、まだかなりの時間がかかるだろう。普及を制限しているのは技術そのものではなく、行政府の規制や高いセンサー費用、そして農家からの信頼がまだ得られていないことだ。しかしながら、スマート機器の進歩は年々ペースが加速している。実際、機械学習（ディープラーニング）の進展により、先進的な視覚技術の実用化が進んでいる。例えば、圃場での運転中に、機械は作物と雑草を見分ける方法を学習し、その場所に適した除草や噴霧の動きができるようになる。このような機器は今後ますます普及していくと予想する。

酪農では、ロボット工学を用いた搾乳機がすでに世界全体で数千台導入されている。例えばオランダでは、1万7,667台の搾乳機のうち3,959台が自動搾乳システムである（デイリー・グローバル、2018年）。つまり、オランダの農家の約22%がロボットを所有していることになる。ロボット導入による経済性が確立されれば、酪農業は今後さらに成長が拡大していくだろう。



出所: Getty Images

. . . そして空中にはドローン

ドローンは現在、栽培サイクルのさまざまな段階で活用が広がっている。まず播種前の土壌分析の際にドローンを使って3Dマップを作成し、苗を植えたり種を播く最適な時期を計画することができる。灌漑や窒素レベルの管理に必要なデータを収集することもできる。

スタートアップ企業では、種子と作物の生育に必要な栄養素が含まれている容器をドローンから土壌に向けて打ち込むシステムを開発している。農薬散布も、ドローンを使えば従来の方法よりも5倍も速く完了できるとされている。

ドローンに搭載した特殊カメラの可視光／近赤外光を使えば、葉色の変化を観察したり、生育状況の解析、病害虫の発生状況の把握なども効率的に行うことができる。



出所: Getty Images

ビッグデータとコネクティビティ

農業・食料生産においては、IoTやセンサーなどのコネクテッド機器が大量のデータを収集し、クラウド技術やビッグデータ技術を用いた分析に使われている。それにより、湿度やその土地の降水量、気温変化など、農業に必要な情報を詳細に知ることができる。そうした情報は、さまざまなプロセスの最適化に用いられる。

例えば、南米では、国連食糧農業機関(FAO)がIoT機器やクラウドストレージ、ビッグデータ技術を用いて、効率的な水使用に関するプロジェクトを行った。同機関はデータを分析し、農家がより良い判断を下せるよう実用的な提言を行った。また、米穀物メジャーの中には、画像認識を手掛けるスタートアップ企業に出資して、個々の乳牛の顔を認識して健康状態を把握するシステムを開発した企業もある。



出所: Getty Images

衛星利用農法

KPMG(2019年)によると、開発コストの低減や性能の向上により、小型で比較的low価格の周回軌道衛星システムから土地の大規模画像が定期的に入手できるようになり、衛星を利用した精密農業が広がっている。衛星データは生物学的なアルゴリズムなどのツールを用いて解析され、農地や作物の生育状況の観察、測定、把握から管理まで、幅広い用途に有効利用されている。

世界経済フォーラムによると、精密農業技術の活用が急速に広がっている。特定の地域に投入すべき水や肥料、農薬などの量を正確に数量化できるようになり、農家はコスト削減と収量増を同時に実現することができる。高解像度衛星画像や気象記録、土壌養分センサー、水流計、生産高報告書などのデータを統合し、アルゴリズムによって分析することで、収量の増加だけでなく環境にも配慮した、極めて具体的な提言を行うことができる。



出所: Getty Images

節水技術が不可欠

国連によると、世界では、今でも約23億人が自宅にトイレがなく、6億5,000万人を超える人々が安心して飲める水が身近にない生活を送っている。43カ国が厳しい水不足に直面しており、2030年までに世界人口の半分以上が、深刻な水問題を抱えた地域で暮らす可能性があるという。世界中で水の使用料が最も多いのは農業用水で、地球上の淡水の70%を消費している。水不足は社会的・経済的安定に影響するだけでなく、自然環境と生態系の持続可能性をも脅かす。

都市化や工業化の加速により、今後ますます水不足の悪化が懸念される。そこで、使用可能な水資源量を把握できるシステムや技術を導入し、水使用効率を高める取り組みが必要とされる。そうした中、第4次産業革命による技術イノベーションは、水集約型産業の需要緩和に大きな役割を果たすと期待される。例えば、農業セクターでは、圃場に設置されたスマートセンサーと衛星画像を用いて土壌状態の情報を収集し、精密灌漑(precision irrigation)に活用する方法が実証されている。ドローンで圃場の画像を撮り、AIで解析して温度分布図を作成することもできる。



出所: Getty Images

第4章

食の未来を 見据えて

ゲノム編集食品、植物由来バーガー、3D食品プリンティング、
パーソナライズド・ニュートリション



出所: Ailine Liefeld

バイオテクノロジー：注目されるゲノム編集

遺伝子組み換え作物(GMO)やゲノム編集技術「CRISPR*」などのバイオテクノロジーは、食料生産や食料安全保障にとって大きな前進である。特に、CRISPR技術は、増え続ける世界人口への食料供給という課題において、この先、応用が広がると注目されている。70億人を突破した世界人口に食糧を安定的に確保することは、現時点ですでに困難になっている。加えて、今後は、気候変動の影響により、食料問題がさらに深刻化すると懸念される。生物多様性を維持しつつ、農業の生産性を向上させるためには、ライフサイエンスの力が必要となるだろう。

CRISPR技術で品種改良された作物は、干ばつや病害虫に対して高い耐性を示すと見込まれている。これにより、化学薬品の使用量が減り、環境への負荷も軽減できる。さらに、人間の健康に有益なビタミンやミネラルの含有量を増やすなど、高機能作物に改良することも可能になるだろう。

しかし、かつてGMOに対して、消費者から安全性を懸念する声が増えだすように、ゲノム編集技術に対しても抵抗感は強く、特に欧州連合では規制の対象とされている。CRISPR技術が持続可能な農業にどのような形で応用され、貢献するかは、GMOと同様、こうした規制方針や消費者の受け入れ具合にも影響を受けるだろう。

*CRISPR：DNAの二本鎖を切断して、ゲノム配列の任意の場所を削除、置換、挿入する、ゲノム編集技術の1つ。

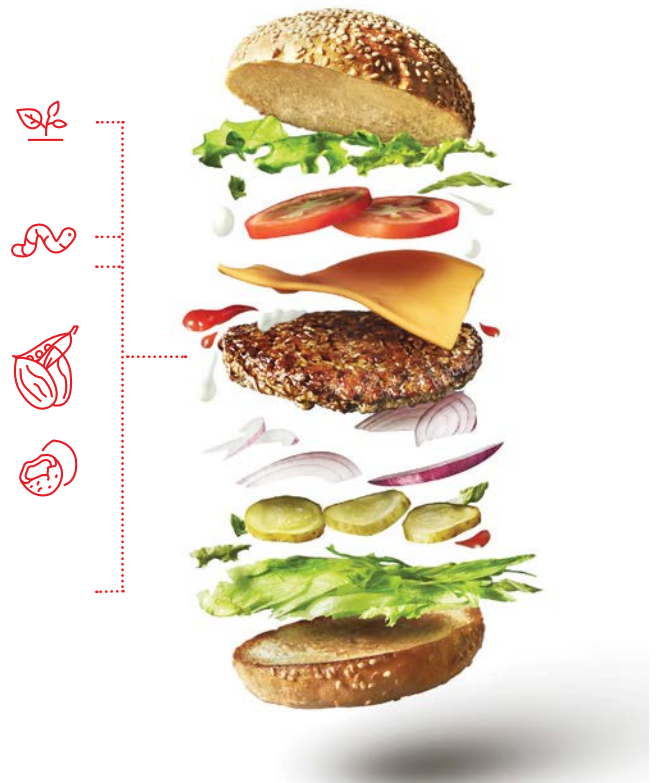


出所: Getty Images

「革命的な」植物由来の代替食品

植物由来の代替肉の人気が高まっている。開発当初は、本物そっくりの見た目や味、食感を再現するのは無理だとして、(ビーガン以外の)一般消費者は敬遠してきた。代替肉の課題は、動物性食肉の脂質バランスをどう再現するのだが、最近の代替タンパク質は、味の点でも大幅に改良されており、食肉市場に定着しつつある。

ここ数年で、多くの国で植物由来のバーガーをごく普通に見かけるようになった。スタートアップ企業に加え、食肉大手も代替肉の生産に進出している。こうした代替肉のメインターゲットは、もはやビーガンやベジタリアンだけではない。味に妥協せず、環境にも優しい代替肉に魅了された肉食派の消費も大きく伸びている。



出所: Getty Images

デジタル化で進む パーソナライズド・ニュートリション

健康維持や生活習慣病予防における食生活の重要性が広く認識されつつある中で、医療同様、食事に関しても、従来の「なるべく多くの人を対象にした市場」から、一人ひとりに合ったリアルタイムの栄養改善(パーソナライズド・ニュートリション)へと個別化が急速に進んでいる。個別医療(パーソナライズド・メディスン)の世界市場は急成長が予想されており、オーストラリアの総合研究機関CSIRO(2019)によると、健康・ウェルネス分野は、2018年から2022年の間に年平均5%の成長が見込まれている。市場機会は非常に大きく、すでに大手企業が参入している。

スタートアップ企業も有望である。先進の予測分析技術や、手ごろな価格の診断キット、ウェアラブル技術の進歩などを追い風に、血液検査結果やリアルタイムの血圧データなどを使用してオーダーメイドの食事アドバイスやレシピを提供している。

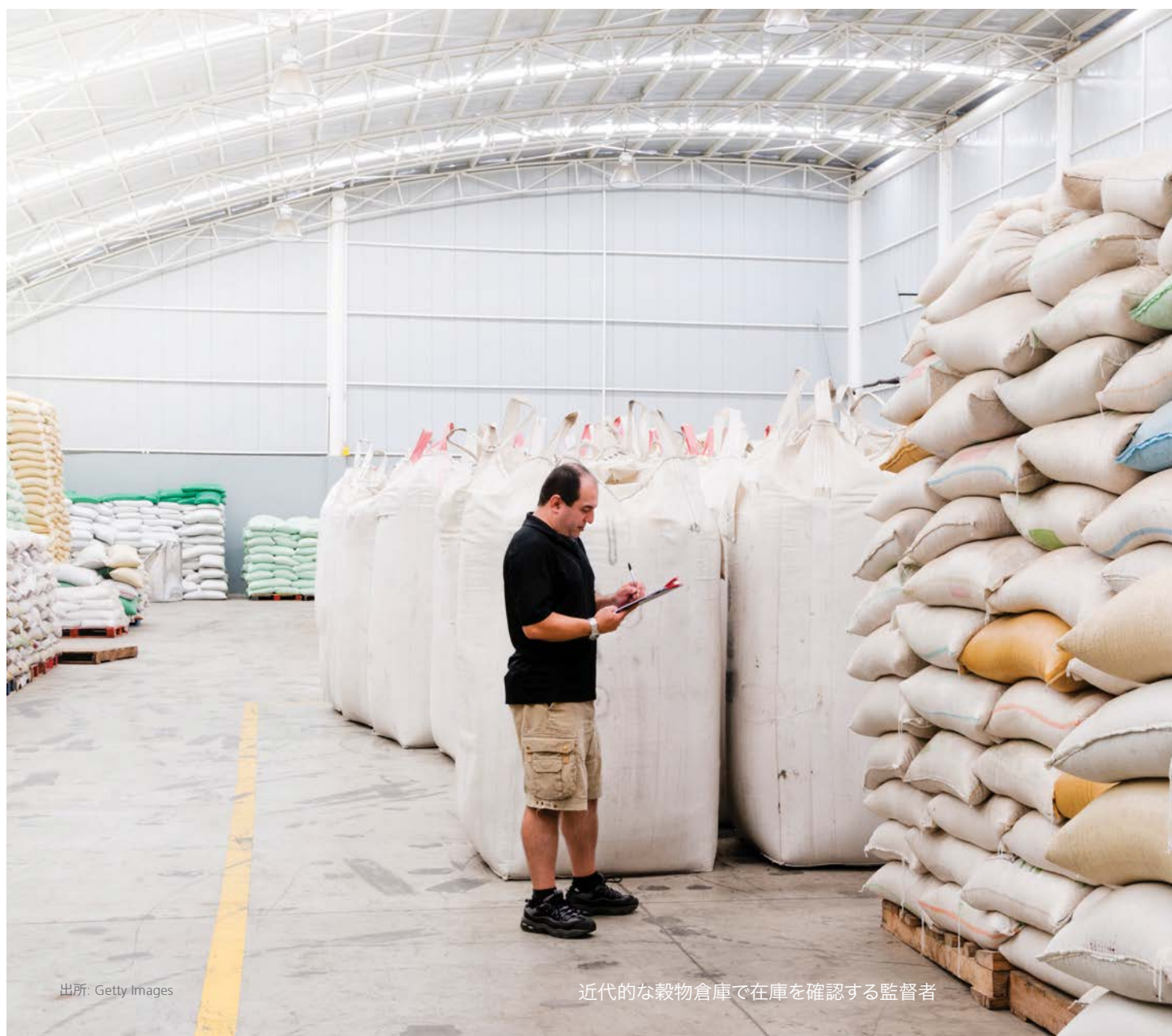


出所: Getty Images

第5章

サプライチェーンの イノベーション

デジタル化で後れをとっていた農業・食料生産が変わる



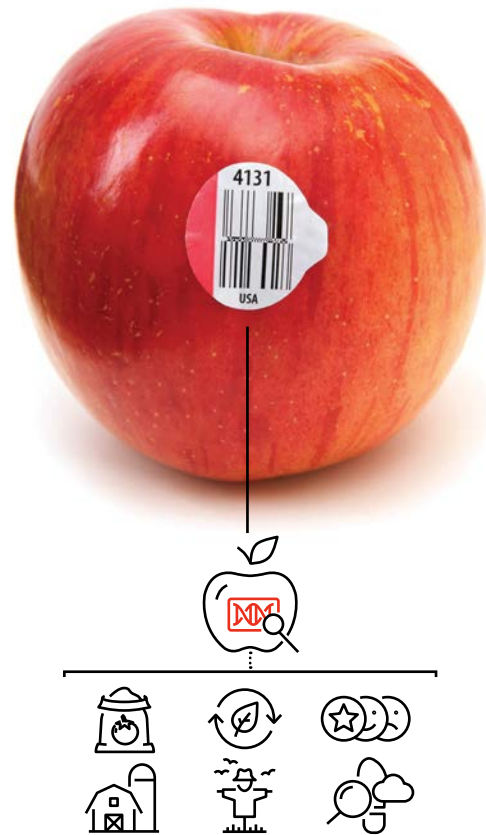
出所: Getty Images

近代的な穀物倉庫で在庫を確認する監督者

食品サプライチェーンとIoT

IoT(モノのインターネット)は、農業や食品業界に新しい発想をもたらしている。川上の生産現場では、データ処理、ドローンや自動運転トラクター、作物モニタリングなど、生産者向けハードウェアとのインターフェイスとして重要な役割を果たしている。一方、川下の小売業でもイノベーションを通じて同様に貢献している。

例えば、スマート・サーモスタットは、輸送・配送中の徹底した温度管理が必要な「コールド・チェーン」で、食品の鮮度・品質が損なわれるリスクを軽減する。倉庫管理システムやスマート家電の在庫管理センサーは、管理しているほぼすべての食品の在庫情報を網羅することができる。センサー付のスマート家電を使うことで、家庭では、生活必需品の在庫管理が効率化され、ストックを適切なタイミングで補充することが可能になるだろう。また、スマート家電から生成されるデータは、顧客の注文予測に利用することができる。さらに、スマート家電は、家の中に汚染された食品がある場合、それを検知し、警告できるようになる。



食品産業を変革するブロックチェーン

ブロックチェーンとは、データや取引情報を、分散されたデジタル台帳に安全に記録する分散型のデータベースで、改ざんが難しいという特徴がある。ブロックチェーンの参加者は、データにアクセスして検証したり、データを追加することはできるが、すでに存在している記録を変更したり消去したりすることはできない。

農業分野では、ブロックチェーンにスマートコントラクトを実装して、保険やトレーサビリティ、支払等の業務を効率化することができる。天候による被害を付保する「農業保険」も、ブロックチェーンとスマートコントラクトを活用することで、プロセスの自動化が図られ、農業生産者に迅速な補償を行うことができる。

もう1つの取り組みは、食の安全確保だ。ブロックチェーン台帳を利用した作物のトレーサビリティは、長期的な成長機会の1つとなる。例えば、中国産の豚肉やその他の農作物の生産段階から消費まで追跡する、ハイパーレジャー・プロジェクトの実証実験が成功している。また、ブロックチェーンの改ざんが難しい特性を活かして、ブランドワインのような高級品の偽造防止や、農地などの不動産登記にも応用が可能である。



出所: Getty Images

汚染対策としての生分解性プラスチック

持続可能で環境に優しい製品を作る必要性が高まる中、消費財の包装方法(そして処分方法)も根本から見直す必要がある。生分解性プラスチックは、埋め立てごみと温室効果ガスの排出量を減らすだけでなく、海洋プラスチックごみの削減にも寄与するだろう。海洋プラスチックごみは、それを誤って飲み込んだ魚や海洋ほ乳類の命を奪ったり、プラスチック自体に含まれる、あるいは吸着した有害物質を放出するなど、さまざまな問題を引き起こしている。

最近、セルロースやリグニン(植物を構成する成分)からプラスチックを生産する技術が、飛躍的に進歩しており、有望なイノベーションの1つとして注目されている。こうした物質は、ダンクなどの非食用植物や、作物栽培の不適地で育つ植物、無用の廃木材や農業副産物などから抽出することができる。一部の企業では、藻類やキノコなどの菌類を代替材料としたプラスチックも使われ始めている。



出所: Getty Images

フードデリバリーはスマートフォンで新時代へ

フードデリバリー(食事の宅配)は数十年も前から利用されていたが、ライドシェア・アプリの登場で、クリック1つで様々なフードデリバリーが可能になった。このトレンドをけん引しているのは、ミレニアル世代とそれに続く若い消費者たちだ。彼らが、1週間にオンライン・フードデリバリーを利用する回数は、40歳以上の2倍~4倍になる。単身世帯の増加もこのトレンドに拍車をかけている。オンライン・フードデリバリーの人気が高い中国では、単身世帯数が約8,000万世帯にのぼる。セントラルキッチン方式(店舗以外の施設で一括調理し、完成した料理を各店舗に大量、安定的に提供するシステム)や調理の自動化により、夕食を自宅で調理するよりも、アプリで注文の方が安価になる時代もそう遠くないかもしれない。



出所: Getty Images

第6章

食料イノベーションへの投資

持続可能な収量増を可能にする最新の機器を求めている農業従事者にとっても
次に来るイノベーションを探しているプロの投資家にとっても
今こそ、食と農業に投資する絶好のタイミングと考える



カナダの野菜加工工場

出所: Getty Images

野菜加工工場ではベルトコンベヤを操作する作業員

過去最高を更新するアグリテックの資金調達

近年、農業にドローンやIoT(モノのインターネット)、ロボット技術など最新技術を活用する「アグリテック」が注目されている。これまで、農業分野のテクノロジーは、農業機器大手を中心に実用化が進められてきたため、アグリテックのイノベーションの95%は、M&Aにより商業化されてきた。大手農機具メーカーは、革新的な技術を生み出すイノベーターにとってのマーケットメーカーだった。だが、こうしたモデルは急速に変わりつつある。

アグリテックのスタートアップ企業による資金調達額は、2018年に過去最高を更新した。農業に特化したクラウドファンディング・プラットフォーム「AgFunder」の調査によると、完了した資金調達案件の総額は、2017年の118億米ドルから2018年には169億米ドルへと、43%増加した。川上・川下いずれのセグメントも、前年比43~44%の伸びを示した。

アグリテックのエコシステムは規模を拡大しつつある。2017年、2018年ともに、成長段階が「レイトステージ(成熟段階)」にあるスタートアップ企業の資金調達案件数は増加

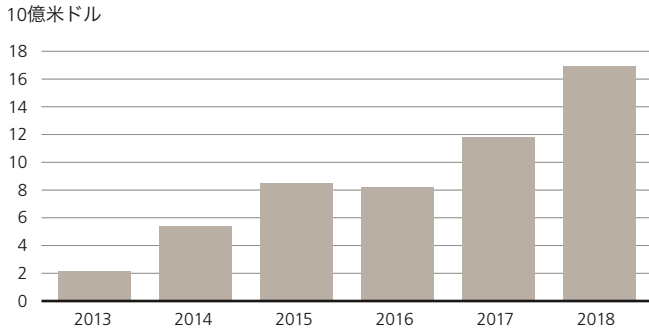
した。他の業界では、レイトステージ企業の資金調達が増加傾向にある一方で、「アーリーステージ(初期段階)」のスタートアップ企業による調達は減少傾向にある。だが、アグリテック産業の「シードステージ(起業準備・直後の段階)」企業への関心は引き続き強い。AgFunderによると、2018年のシードステージの資金調達活動は10%台半ばで増加し、アグリテック業界全体で行われた資金調達案件1,450件中803件を占めた。取引総額も前年比50%増の6億8,500万米ドルにのぼった。

地域別でみると、米国、中国、インドが3大市場となっている。これら3カ国で世界のアグリテック資金調達の約80%を占めている。セグメント別では、川下のオンライン・フードデリバリーが、金額ベースでは1位である。川上セグメントでは、「ファーミング4.0*」と植物由来タンパク質関連の企業への出資が活発化している。

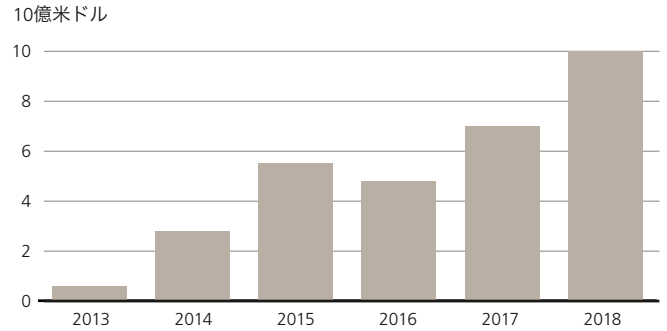
*ICTを活用した第4世代の農業

数字で見るアグリテック

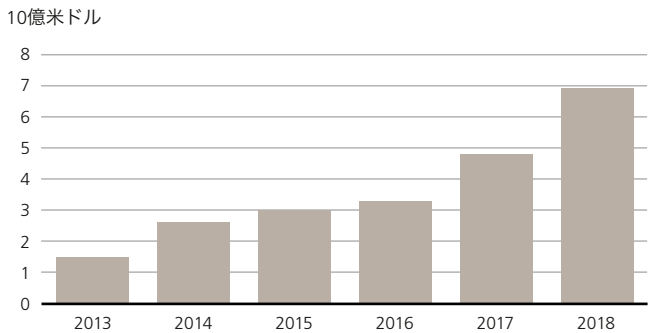
アグリテック系スタートアップ企業の資金調達額(世界全体)



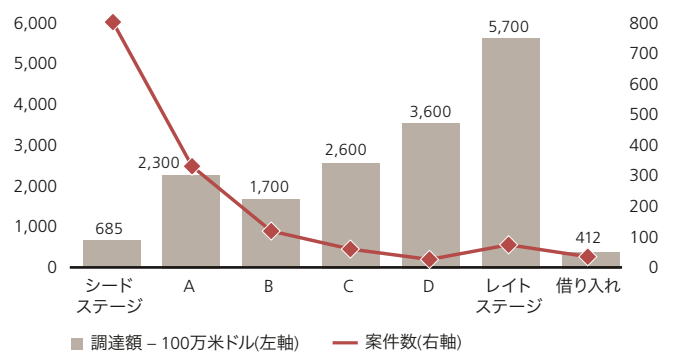
川下のアグリテック系スタートアップ企業の資金調達額(世界全体)



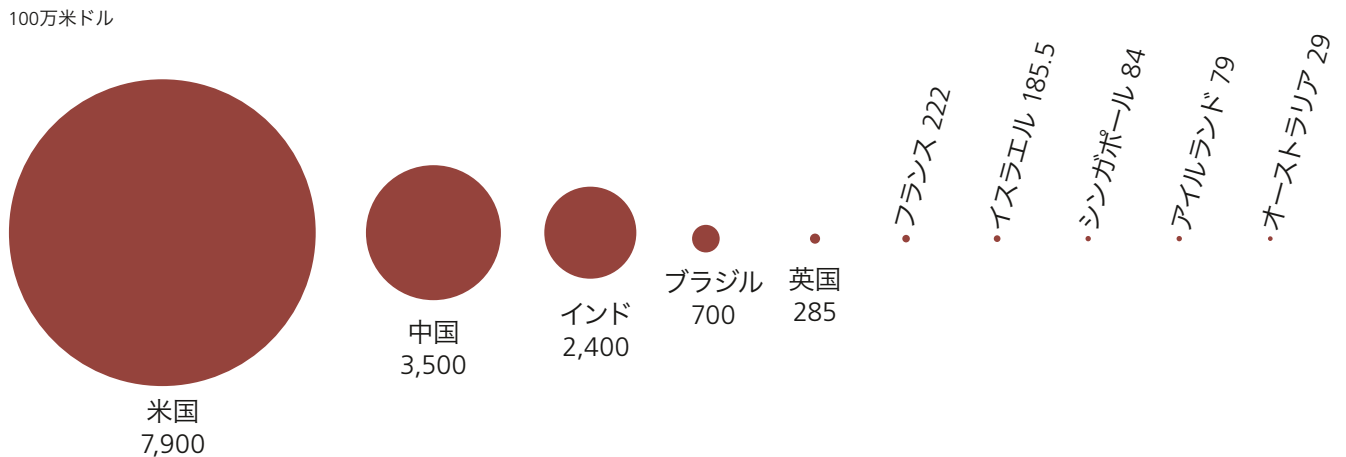
川上のアグリテック系スタートアップ企業の資金調達額(世界全体)



ステージ別のアグリテック関連資金調達額と案件数(2018年)



世界の地域別アグリテック投資額



出所: AgFunder, UBS, 2019年4月現在

食料イノベーション分野の市場規模予想

食料イノベーション分野全体の市場規模は、2030年までに7,000億米ドルに達すると予想している。2018年の1,350億米ドルからは5倍となり、年平均成長率は15%と見込まれる。我々は、食料イノベーション関連の実現可能な市場を、大きく5つのセグメントに分けた。植物由来肉市場は、2018年の46億米ドルから、2030年には850億米ドルまで拡大し、普及率は0.4%から6%に上昇するとみている。技術の進化と消費者の意識の高まりを追い風に、植物由来肉の導入が加速すれば、この予測でも控えめになるかもしれない。

ファーミング4.0も成長が有望視されているセグメントだ。その市場規模は、2018年の150億米ドルから2030年には900億米ドルになると予想され、年平均成長率は10%台半ばが見込まれる。ただし、普及率は、現在の0.3%から1.5%に上昇する程度にとどまると予想する。フィンテックやeコマースなど、他のデジタルトランスフォーメーションに比べると、普及率はかなり低い水準が続くだろう。

オンライン・フードデリバリーは、5つのセグメントの中では最大になる見通しである。市場規模は、2018年の500億米ドルから、2030年には3,650億米ドルへと、年平均10%台半ばで成長すると予想している。新興国市場の拡大や物流サービスの向上、フードデリバリー・サービスのオフラインからオンラインへの構造的転換などが、成長のけん引役となるだろう。

食料イノベーション分野全体では、年平均15%程度の成長率を見込んでいる。この予想に対する下振れリスクとしては、新興国市場で植物由来肉の普及が予想を下回ること、物流面の整備の遅れ、フードデリバリー・サービスの不経済性、ファーミング4.0におけるデータセキュリティのリスクなどがある。

一方、上振れリスクとしては、ミレニアル世代と新興国の消費者にけん引されて、植物由来肉の普及が加速すること、フードデリバリー業界でネットワーク効果が高まって、予想以上にリピーター数が増加すること、ファーミング4.0の効率化が想定以上に進み、発注数が増加すること、などが挙げられる。

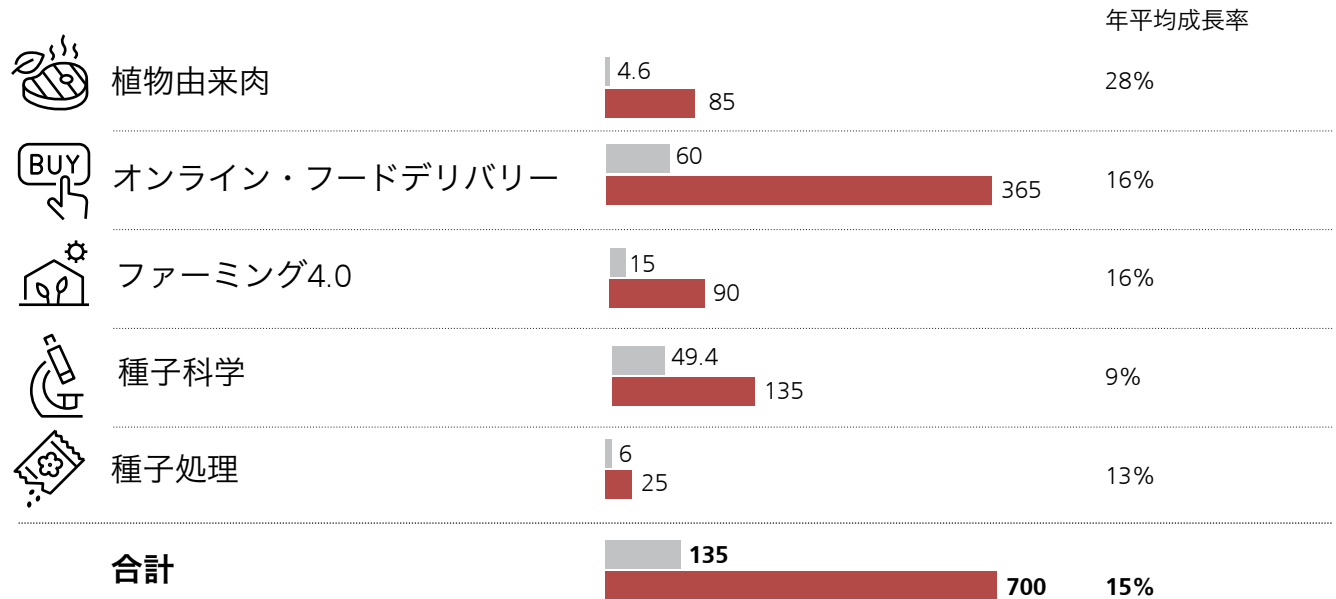
投資への影響

他のメガトレンドと異なり、食料イノベーション分野は主に、スタートアップ企業、食品大手の社内事業部、フードデリバリーや植物由来肉など急成長産業の新規上場会社などが主なプレーヤーとなる。よって、このトレンドから

恩恵を得るためには、エクスポージャーの分散を図り、上場・非上場それぞれの企業に同程度ずつ投資するとよいだろう。この業界は、今後3年～5年の間に統合が進むとみられ、M&Aの視点からも興味深い機会が生まれるだろう。

食料イノベーション関連の市場規模予想

収益機会



■ 2018年(10億米ドル) ■ 2030年(10億米ドル)

出所:企業報告書、ブルームバーグ・インテリジェンス、UBS予想、2019年6月現在

CIO 長期投資(LTI) シリーズ

UBSのCIO長期投資(LTI)シリーズは、長期的な構造変化に注目した投資アイデアを含んでいる。人口増加、高齢化、都市化の加速といった長期トレンドは様々な長期投資機会を生み出す。これらの投資機会は技術の進歩、資源の不足、社会的な変化による複合的な要因の影響を受ける。数回のビジネスサイクルにわたる長期投資を厭わない投資家は、株式市場に重点を置いた短期投資によって生み出される潜在的なミスプライシング(適正価格からの乖離)から恩恵を得ることができる。



革新的な農業



消費者経験



タンパク質の消費増加



水不足

免責事項と開示事項

本レポートは、UBSチーフ・インベストメント・オフィス(UBS AGまたはその関連会社)が作成したリサーチレポートをもとに、UBS証券株式会社が作成したものです。なお、本レポートは、UBS証券株式会社(以下、「当社」)のほか、その業務委託先であるUBS銀行東京支店を通じて配布されることがあります。本レポートは情報提供のみを目的としたものであり、投資やその他の特定商品の売買または売買に関する勧誘を意図したものではありません。本レポートに掲載された情報や意見はすべて当社が信頼できると判断した情報源から入手したものです。その正確性または完全性については、明示・黙示を問わずいかなる表明もしくは保証もいたしません。本レポートに掲載されたすべての情報、意見、価格は、予告なく変更される場合があります。UBS AG(以下、「UBS」)およびUBSグループ内の他の企業(またはその従業員)は随時、本レポートで言及した証券に関してロングまたはショート・ポジションを保有したり、本人または代理人として取引したりすることがあります。あるいは、本レポートで言及した証券の発行体または発行体の関連企業に対し、助言または他のサービスを提供することもあります。一部の投資は、その証券の流動性が低いためにすぐには現金化できない可能性があり、そのため投資の価値やリスクの測定が困難な場合があります。先物およびオプション取引はリスクが高いと考えられ、また、過去の実績は将来の運用成果等の指標とはなりません。一部の投資はその価値が突然大幅に減少する可能性があり、現金化した場合に損失が生じたり、追加的な支出が必要になったりする場合があります。また、為替レートの変動が投資の価格、価値、収益に悪影響を及ぼす可能性があります。当社は、お客様固有の投資目的、財務状況、ニーズを考慮に入れることはできません。金融商品・銘柄の選定、投資の最終決定は、お客様ご自身のご判断により、もしくは、自ら必要と考える範囲で法律・税務・投資等に関する専門家にご相談の上でのお客様のご判断により、行っていただきますようお願いいたします。

金融商品取引法による業者概要及び手数料・リスク表示

商号等:UBS証券株式会社 金融商品取引業者 関東財務局長(金商)第2633号

加入協会:日本証券業協会、一般社団法人金融先物取引業協会、一般社団法人第二種金融商品取引業協会

一般社団法人日本投資顧問業協会

UBS証券株式会社における国内株式等の売買取引には、ウェルス・マネジメント本部のお客様の場合、約定代金に対して、最大1.00%(税抜)、外国株式等の売買取引には、約定代金に対して最大1.25%(税抜)の手数料が必要となります。ただし、金融商品取引所立会内取引以外の取引(店頭取引やトストネット取引等の立会外取引、等)を行う場合には、個別にお客様の同意を得ることによりこれらの手数料を超える手数料を適用する場合があります。この場合の手数料は、市場状況、取引の内容等に応じて、お客様と当社の間で決定しますので、その金額等をあらかじめ記載することはできません。インベストメント・バンク部門のお客様については、お客様ごとの個別契約に基づいて手数料をお支払いいただくため、手数料の上限額や計算方法は一律に定められておりません。国内株式等の売買取引では手数料に消費税が加算されます。外国株式の取引には国内での売買手数料の他に外国金融商品市場での取引にかかる手数料、税金等のお支払いが必要となります。国により手数料、税金等が異なります。株式は、株価の変動により損失が生じるおそれがあります。外国株式は、為替相場の変動等により損失が生じるおそれがあります。不動産投資信託は、組み入れた不動産の価格や収益力などの変化により価格が変動し損失が生じるおそれがあります。

当社において債券(国債、地方債、政府保証債、社債、等)を当社が相手方となりお買い付けいただく場合は、購入対価のみお支払いいただきます。債券は、金利水準の変動等により価格が上下し、損失を生じるおそれがあります。外国債券は、為替相場の変動等により損失が生じるおそれがあります。

当社における投資信託のお取引には、直接的にご負担いただく手数料として申込手数料があり、申込代金に対して上限3.00%(税抜)です。間接的にご負担いただく手数料として運用報酬(信託報酬)があり、各ファンドの平均純資産額の年率2.34%(上限)(ファンドごとに異なりますので、各ファンドの目論見書または販売用資料をご覧ください。)およびその他費用がある場合があります。その他の費用は、保有期間等によりご負担が異なりますので、表示することができません。投資信託は組み入れた有価証券の価格や為替相場などの変化により価格が変動し、損失が生じるおそれがあります。

外貨建て有価証券を円貨で受払いされる場合にかかる為替手数料は、主要通貨の場合、当社が定める基準為替レートの1%または1円のどちらか大きい方を上限とします。非主要通貨の場合には、基準為替レートの2%を上限とします。

本レポートは、資産クラスや市場に関する参考情報の提供を目的としており、特定の商品の取引を想定したものではありません。本レポートに記載されている資産クラスや商品群には、当社または業務委託先であるUBS銀行東京支店で取り扱っていないものも含まれています。

金融商品仲介等業務を行う登録金融機関

商号等:ユービーエス・エイ・ジー(銀行)東京支店 登録金融機関 関東財務局長(登金)第605号

加入協会:日本証券業協会、一般社団法人金融先物取引業協会

© 2019無断転載を禁じます。UBSはすべての知的財産権を留保します。UBSによる事前の許可なく、本レポートを転載・複製することはできません。また、いかなる理由であれ、本レポートを第三者に配布・譲渡することを禁止します。UBSは、本レポートの使用または配布により生じた第三者からの賠償請求または訴訟に関して一切責任を負いません。

