

FOOD

2040

東アジアの食と農の未来



U.S. GRAINS
COUNCIL

目次

目次.....	ii
図表一覧.....	iv
免責事項.....	v
エグゼクティブ・サマリー.....	1
謝辞.....	14
FOOD 2040 の概要	16
Food 2040 の目的.....	16
方法論.....	17
調査報告書の構成.....	18
継続的対話の呼び掛け.....	19
東アジアの食糧・農業の未来に対する 6 つの洞察	20
洞察の概要.....	20
洞察 1 生物科学は東へと進行.....	23
洞察 2 中国の欲するがままに.....	32
洞察 3 信用の獲得.....	40
洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活.....	50
洞察 5 サービスとしての食品: キッチンのないアジア.....	57

洞察 6 新たな超ニッチ化の時代.....	67
2040 年に向けた食糧需要予測.....	76
所見	76
農地のピーク: 未来の食糧ニーズを満たすことができるのか.....	87
5 つの調査テーマ	94
調査テーマ 1 消費者動向: アジアの上層および中間層	96
調査テーマ 2 競争および規制の状況: 進化する課題と基準	109
調査テーマ 3 食糧技術: バイオテクノロジーと農業イノベーション.....	114
調査テーマ 4 農業と食糧の流通/梱包(穀物輸送/インフラストラクチャー)	122
調査テーマ 5 環境と資源: 世界的成長の影響	130
付録 1 方法論.....	135
デルファイ調査.....	135
専門家の貢献.....	137
洞察の統合.....	139
付録 2 食糧需要分析 - アプローチ.....	140
後注.....	143

(調査補足は別文書として添付されています。)

図表一覧

図表 1: 世界の食糧消費 1980 年～2040 年	9
図表 2: 全世界のバイオテクノロジー作物の農地面積(1996 年～2010 年、単位: 百万ヘクタール)	31
図表 3: 肉製品消費量、1980 年～2010 年と 2010 年～2040 年	78
図表 4: 乳製品消費量の拡大、1980 年～2010 年と 2010 年～2040 年	80
図表 5: 魚および海産物需要、1980 年～2010 年と 2010 年～2040 年	82
図表 6: 植物油市場の拡大、1980 年～2010 年と 2010 年～2040 年	84
図表 7: 食用穀類(cereal)消費、1980 年～2010 年と 2010 年～2040 年	86
図表 8: 年間食糧消費量の拡大、2010 年～2040 年	89
図表 9: 穀物および油糧種子の推定収穫率と必要な農地	90
図表 10: 生産性の課題: 必要な農地面積の点での食糧消費	92
図表 11: 新たな課題と中核的テーマ	95
図表 12: ベースライン収穫率見積もり: メートルトン／ヘクタール	142
図表 13: 食糧消費を支えるために必要となる土地面積の見積もり	142

免責事項

本報告書は、アメリカ穀物協会のために作成された。Informa Economics, Inc. (以下、「Informa」という。)および Foresight Alliance, LLC (以下、「FA」という。)は、この調査の完了にあたり、入手できる最善かつ最も正確な情報を用いている。Informa および FA のいずれも、具体的な投資の勧誘や、投資を推薦する事業を行うものではない。本報告書の読者は、いかなる金融投資機会においても、これに固有の市場リスクを検討しなくてはならない。さらに、Informa と FA は、この分析の完了にあたり、最善の業務努力を払っているが、Informa と FA の責任は、法律が認める範囲で、このプロジェクトに関連して受け取った業務手数料に限定される。

エグゼクティブ・サマリー

この 10 年、世界の食糧供給の未来に関する報告が世間をにぎわしている。こうした報告の多くが、増加する富裕層への食糧供給の課題や気候変動などの潜在的障害物を強調してきた。**Food 2040** は、こうした報告とは性格を異にする調査である。それは入念な調査に依拠しているが、単なる事実とデータを超越するものである。それは確かな予測を含むが、数値予測を超越するものである。それは確度の高い未来の姿を描いているが、未来像を超越するものである。東アジアの食糧と農業の形を作り変える原動力に的を絞った **Food 2040** は、潜在的な問題を認識しながら、創意、テクノロジー、そして弾力性によって、この地域、居住者とそこで活動する組織にとって建設的な結果をどのように作り出すことができるかを明らかにしようとするものである。この報告書は本質的に、**2040 年までの東アジアにおける農業および食糧セクターの未来の機会を楽観的かつ前向きに探るものである。**

今後 30 年にわたり東アジアの先進国と発展途上国では、相互に作用するさまざまな要因が食糧システムの推進力になる。短期的な経済情勢は困難なものであるが、長期的には東アジアの発展途上国は急速に成長する。人口動態要因は、高齢化社会を生み出し、世帯構成を変えることになる。環境面での制約と気候変動は農業の生産性に課題を突きつける。文化流入によって、東と西の食糧と健康に対する見方は引き続き融合していくことが予想される。新しい生物科学、情報技術、ナノテクノロジーが、農業と食糧の課題に利用されるようになる。やがて、このグローバル・メタ・システムは、新しい関係を浮上させ、直感に反するばかりでなく、驚くような結果を生み出す可能性が高い。それでもこの極めて不確実な環境を目の前に、持続可能な世界の食糧システムという枠組みの中で、東アジアの何十億もの未来の顧客に対してサービスを提供する態勢を整えるためには今、速やかに意思決定を行う必要がある。アメリカ穀物協会は、こうしたさまざまな要因によって東アジアの農業がどのように進展していくかを、企業、政府、NGO の意思決定者が理解するのに役立ていただくため予備調査を依頼した。これによって以下の 5 つの主要調査テーマが特定された。

- 調査テーマ 1 消費者動向：アジアの上層および中間層
- 調査テーマ 2 競争および規制の状況：進化する課題と基準
- 調査テーマ 3 食糧技術：バイオテクノロジーと農業イノベーション
- 調査テーマ 4 農業と食糧の流通／梱包

Food 2040

■ 調査テーマ5 環境と資源:世界的成長の影響

続いて穀物協会は、以上のテーマをベースとして、東アジアの農業、食糧および消費者の未来について詳細な調査を委託した。今日下された決定は未来の農業システムに長期的な影響を与えることから、効果的な長期的計画と意思決定を支える道標として2040年が選択された。

本報告書の推進力となるエンジンは未来学の方法論であり、多岐にわたる専門家から得た情報・意見と詳細な調査がその燃料となる。本報告書は、このプロセス、上述の5つの調査テーマのそれぞれにおける重要な所見、そしてこれを支える調査(別文書として添付されている調査補足)から浮かび上がった6つの主要な洞察を提示している。

Food 2040 は、行動可能な洞察と機会を提供し、新しい機会を特定し、新たな対話を促すことによって、農業の未来についてのグローバルな会話を豊かなものとするであろう。

洞察

Food 2040 の中心をなす6つの洞察は、2040年まで東アジアの農業、食糧そして消費者にとって未来がどのように進展していく可能性があるかを表している。これらの洞察は予言ではなく、起こり得る未来像は複数存在する。これらの洞察はむしろ、食糧と農業の新たな機会を明らかにするための確度の高い未来像である。

Food 2040

洞察 1 生物学は東へと進行

莫大な投資と膨大な食糧需要を原動力に、東アジアは生物科学分野のリーダーへの道を邁進している。この地域では、バイオテクノロジーに対する消費者の不信感が、差し迫った必要によって一掃される可能性がある。というのも、この地域では食糧安全保障と、資源の量と質の制約を緩和するのに役立つ、より持続可能な農業が求められているからである。こうしたニーズの緊急性が最も高いのは、ほぼ間違いなく中国である。バイオテクノロジーに対する日本人の抵抗は、中国の影響が強まっていく国内外の環境の市場圧力と業界圧力に直面することが予想される。

主要な影響

- 中国は生物科学の多くの分野で主導的立場へと急速に向かっている。
- 世界の生物科学の取り組みには、東アジアのニーズと優先事項が反映されことになる。
- 東アジアの農業と生物科学のニーズを満たす上で、収穫高、栄養素、気候変動に対するレジリエンス(回復力)、消費者の特性、安全性にかかわる膨大な機会がある。
- 中国は対応の難しいビジネス・パートナーになる可能性があるが、多くの投資機会をもたらしてくれる。
- 日本は、バイオテクノロジー部門でしかるべき存在感を維持していくつもりなら、同部門における新たなレベルの取り組みに着手する必要がある。

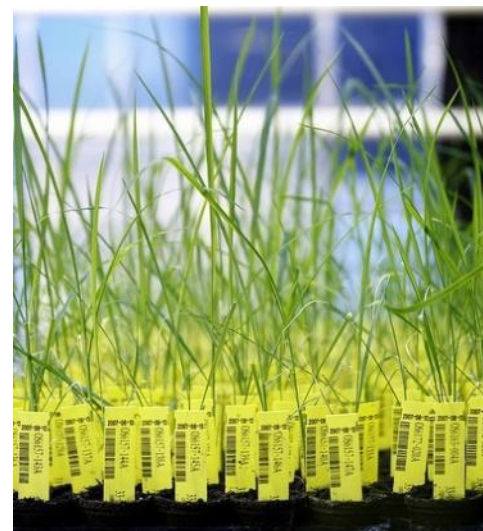


Image: BASF – The Chemical Company
(Flickr)

Food 2040

洞察 2 中国の欲するがままに

2040年には、食糧および農業の世界市場は、中国人の嗜好、ニーズ、および開発品の影響を強く受けて形作られるようになる。中国が食糧および農業システムとそれを支えるインフラを構築し、また所得の増加によって食糧消費量が増大するにつれて、世界の市場における同国の影響力は広範囲に及び、その市場規模単独による影響をはるかに上回ることが予想される。そしてそれにより、次第に同国の強い立場から、グローバルなアグリビジネス、バイオテクノロジー、食品加工、ロジスティクス、および貿易が形作られ再定義されることになる。おそらく先進国の商品取引所との連携に基づいて進められると思われる中国の商品取引所の拡大により、中国における開発品に対する全世界の感度がさらに高まることになるであろう。

主要な影響

- 中国の取引市場は、世界の貿易にとってますます重要な適正価格基準点となっていくであろう。
- 日本の食糧および農業の取引環境は、次第に中国の影響を強く受けて形作られるようになる。
- 「アジアの農業」は、次第にアジア地域の外にまで広がっていく可能性があるという点について考察する。
- 中国が食糧および農業のインフラを構築する際に、同国とパートナーを組む。
- 米国や日本をはじめ世界各国は、中国パワーの台頭に直面して、それに対抗できるだけの機会を得ることになる。
- 東アジア市場でリープフログ・テクノロジーをテストし、その後、世界のその他の地域にロールアウトする。
- 中国がグリーン化へと向かうと、それによって全世界で市場力学がグリーン農業へと向きを変えることを期待する。



Image: familymwr (Flickr)

Food 2040

洞察 3 信用の獲得

2040年には、食料品に関する検証可能な情報が、製品の価値を決める必要な要素になる。東アジア市場では、その食品の安全性、品質、素性を実証できるという理由で顧客から信用される供給業者が主役になるであろう。信頼できる製品は、大幅な価格格差を自在に操ることができるようになる。東アジアの大半の地域では、食品のサプライ・チェーン全体を通して透明性を提供する、最先端の食品安全・安心システムが整備されることになるとと思われる。そうした信用システムを構築するために、東アジア諸国は効果的な規制を導入し、食品の安全性を確保するための新たな技術およびシステムを開発して実装し、トレーサビリティおよび透明性を確保するための新たな手段を導入し、施行態勢を向上させる。その結果、食品の全体的な安全性と質が向上する。信用システムに参加することにより、中国に食糧および農業のグローバル・ネットワークへの入り口がもたらされる。信用システムが発展するにつれて、消費者は安全性への不安を払拭し、違った価値や嗜好に基づいて食品を選ぶことができるようになるのである。

主要な影響

- 信用の問題を解決することが、東アジアの消費者市場に進出するための鍵である。信頼できる製品は、価格プレミアムを獲得することができる。
- トレーサビリティを実現することにより、製品に付加価値を付けて消費者の信用を勝ち取る機会がもたらされる。
- 新たな検出および検証技術を考案する。
- 製品に関して顧客が知りたがっている情報を検証するためのノウハウと技術を提供する。
- 独立した信用認定を行う第三者コンソーシアムを主導する。
- 地域および全国ブランドの構築、維持、および保護を行う。
- 東アジアの消費者が高品質を当然のことと考えるようになる日に備える。



Image: iStockphoto.com

Food 2040

洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活

東アジアは高齢化と飽食病に直面していることから、健全な食生活の強化を目指して、アジアの健康に関する伝統と近代科学が融合することになると思われる。アジアには、食品を利用して特定の健康上の成果(肉体的スタミナの強化など)を達成したり、あるいは総合的な健康状態を増進したりするという、長年にわたる文化的伝統がある。欧米では、科学によって、食生活と健康との関係に対する理解において計り知れない進歩が成し遂げられてきている。その例として、他の食品の栄養価を高めるために使用できる特定の有益な化合物を分離したことや、食生活と遺伝子発現の相互作用を解明したことなどが挙げられる。今や東アジアでは、技術的能力の発展に、高齢化および新たな食生活がらみの健康上の問題に取り組みたいとの願いが加わり、食生活の健全性の強化を目指して伝統と科学が融合されることになるであろう。これは、研究開発に対する必要な投資を促すのに十分な規模の市場によって支えられることになる。

主要な影響

- 科学により、伝統的な食品および薬剤の有効性が証明されるとともに、それらがさらに改善されることにもなるであろう。
- 東アジア、そして特に中国は、科学に基づく機能性食品の分野における主要なグローバル・プレイヤーになるであろう。
- 東アジアは遺伝学的に同種の人口集団をターゲットにした食品の重要な市場となるだろう。
- それまでの世代よりも欧米志向の強い東アジアの未来の高齢者層が、そうした強化食品の主要な市場になるであろう。
- 「伝統的なハイテク」食生活は、東アジアから世界のその他の地域へと広がっていくことが予想される。
- 農作物の栽培者は、特定の健康上のメリットをもたらすか、または必要とされる機能的化合物



Image: IRRI Images (Flickr)

Food 2040

のためのバイオファクトリーの役割を果たす作物を栽培することにより、「伝統的なハイテク」食生活をサポートすることができる。

洞察 5 サービスとしての食品：キッチンのないアジア

2040年には、日本の食品の70%以上が家庭外で調理されている可能性がある。その結果、食品は商品からサービスへとシフトすることになる。消費者は食品のほとんどを信頼できるブランド、店舗、および食品サービス専門店から調達するようになり、その大半は加工食品や調理済み食品になることが予想される。日本を発祥地とするこうした傾向は、やがて東アジアの他の都市部にも広がっていくものと思われる。農場から食卓に至るまでの食糧システム全体が、家庭での調理離れによる影響を受けることになるであろう。食品業界で成功するプレイヤーとなるのは、熾烈な競争、食材からブランド業者、小売業者、レストランへの移行、大きく多様化する消費者の嗜好、継続的な技術革新を特徴とする市場を予測し、それに適応していく業者であろう。

主要な影響

- レストラン、食品サービス・チェーン、コンビニエンス・ストア、その他の各種小売店が、消費者と食糧システムとの主要な接点になる。
- 生産者と加工業者は食品サービスに一層の重点を置くようになって、消費者との直接的なつながりが希薄化していく。マーケティングの対象が、消費者から日本／アジアの食品加工業者および小売業者へと移行する。
- 高度に差別化された市場に的を絞った商品を提供するために、競争が激しくなる。
- 流通とロジスティクスが高度に結合して複雑化する。
- 食材の消費者向け最終市場は縮小する。
- 食品の生産、保護、保存、検査、配送、調理のためのまったく新しい技術が急増する。



Image: Trishhhh (Flickr)

Food 2040

- 中国のような人件費の安い国が、日本に調理済み食品を輸出することで、日本の台所となる可能性がある。

洞察 6 新たな超ニッチ化の時代

東アジアでは、特殊性や付加価値のある食品および食材が急増して、それが同地域の農産物の消費において次第に主流となっていく。所得の増加と次第に複雑化する嗜好が推進要因となって、東アジアの取引および消費は「ニッチ化」を特徴とするようになり、そこから特殊な製品の生産および流通の機会がもたらされることになる。アジアの肉需要の増大によって引き続き大口穀物の需要も増大するが、今後の農業貿易の長期成長の推進力となるのは新しい特化された穀物商品である。農作物は次第に同一性保持 (IP; Identity Preservation) が進み、栄養強化、有機栽培、およびその他の無数の形質に基づいて、高価値作物のさまざまな流れを分別することができるようになる。東アジアでは、消費者の増大するニッチ食品需要を満たすために必要とされる高度な協同一貫ロジスティクス・システムを構築して、特殊穀物の監視と輸送を行うことになる。

主要な影響

- アジアの消費者の品質意識を反映する、高規格のブランド化された農産物を開発する。
- 付加価値食品および食材の開発、生産、取引を行う。
- 特殊な作物と食品をアジアの新興ニッチ市場と結びつける。
- 新たな価値強化作物に対する開発パイプラインを追跡する。
- 的を絞った特殊食品カテゴリーを開発するため、東アジアの新興食品加工業者と関係を構築する。
- 特殊飼料用穀物を売り込んで、ニッチの肉製品を市場に流通させる。



Image: agrilifetoday (Flickr)

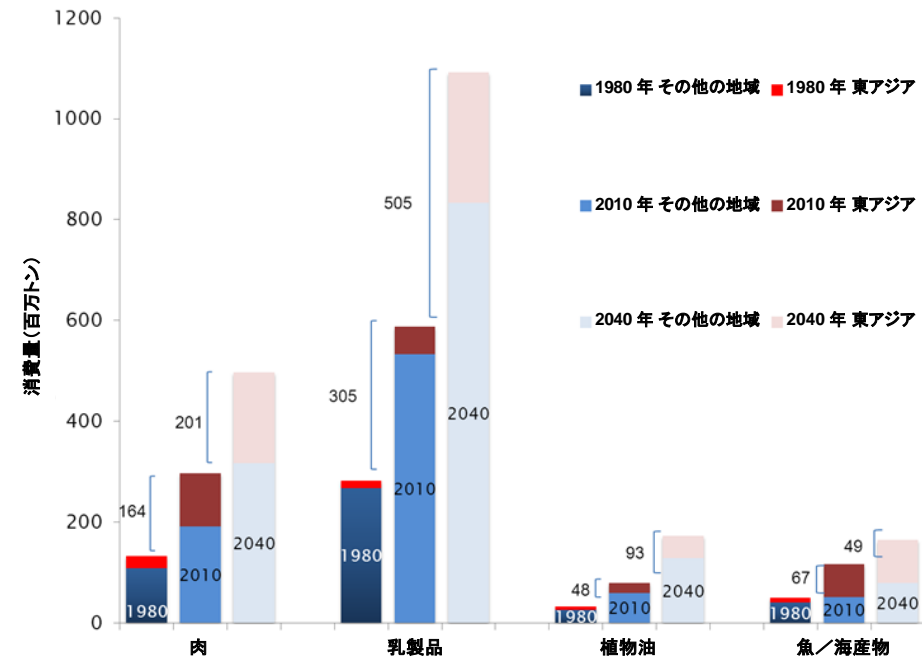
Food 2040

2040 年に向けた食品需要予測

中間層の高度の繁栄とこの階級に属する人々の増加は、東アジアで望まれる食糧の数量と種類の変化の重要な推進要因となる。数量モデルの分析により、農業の大きな可能性と繁栄が期待できる未来が明らかになった。

- 今後 30 年、肉、乳製品、植物油、果物、野菜、魚、その他食品の一層の需要拡大を支える農業生産拡大の大きな機会となる(図表 1)。
- この豊かな未来の原動力は、消費者の購買力の拡大、人口増加、食生活における蛋白質と脂質の増加と、穀物や根菜をベースとする炭水化物への依存度の低下である。
- この未来は、食品業界に、食糧生産基盤のさらなる開発という課題を突きつける。すなわち、穀物および油糧種子生産、保存、ロジスティクス・インフラストラクチャーに加えて、バイオテクノロジーを含む重要な技術の開発である。これらの開発により、世界の農業従事者は、土地、水、投入物を削減しても、より多くの食糧を生産することが可能になる。これは 2040 年の農業従事者の課題である。

図表 1: 世界の食糧消費 1980 年~2040 年



出典: Informa Economics

Food 2040

5つの調査テーマ

Food 2040 プロジェクトの第1段階で定められた5つの中核的テーマ、消費者、競争／規制、食糧技術、流通／梱包、および環境／資源は、この調査の枠組みとしての役割を果たす。調査には、テーマごとの推進要因、傾向、新たな課題についての体系的な考察が含まれる。

調査テーマ1 消費者動向:アジアの上層および中間層

新たな課題

- アジアの中間層の成長は、未来のアジア(特に中国、インド、インドネシアその他の発展途上国)市場の主要推進要因である。
- 東アジアおよび世界の人口の高齢化に伴い、栄養／機能性食品が健康問題の予防策や対策と見なされるようになる。
- 人口動態のシフトは今後30年にわたり日本の食品需要を変容させる。国内消費者の数が減少すると同時に、高齢者や裕福な人々を対象にした高価な食品の比重が高まる。
- 日本の消費者の購買力が長期的に低下するため、消費者の関心は食品価格に集中する。
- 日本の食生活は魚による蛋白質から肉および乳製品による蛋白質へとシフトしている。
- アジア女性の役割変化に伴って、食品の消費パターンが変化する。
- 日本の家庭外食品産業が急拡大している。
- 中国の食品サービス部門は、日本の10年～20年前の状況だが、2040年までに日本より大きくなる可能性が高い。

調査テーマ2 競争および規制の状況:進化する課題と基準

新たな課題

- アジアの企業は海外の農地に投資して、専用の農産物供給を拡大していく。

Food 2040

- アジアの消費者グループと消費者は、安全性および品質保証を向上させる商品のラベル表示と、食品安全性に関する一層の評判を求める可能性がある。
- 食品安全性の懸念は食糧輸出国としての中国の潜在力の制約となる。
- 食糧および燃料の高価格と価格変動は、当面続く可能性が高い。

調査テーマ3 食糧技術：バイオテクノロジーと農業イノベーション

新たな課題

- 生物科学は、中国を筆頭に、東アジアにおいて計り知れない潜在力がある。
- バイオテクノロジーの進歩は、気候変動と資源制約の対処に役立つ可能性がある。
- 基本的な機械化からナノテクノロジーに至るまで、多様な技術は、東アジアの食糧システムの変換に役立てることができる。
- 遺伝子組み換え食品は、東アジアの大半で認知されるものと予想されるが、東アジアの消費者の間では、「非遺伝子組み換え」と表示された商品市場が維持される。

調査テーマ4 農業と食糧の流通／梱包

新たな課題

- 加工製品(チーズ、ヨーグルト、ミール、特殊農作物)と肉の需要が増加する中でコンテナ化が引き続き拡大し、未加工の作物はバルク輸送が続く。
- 2040年までの中国に期待される経済成長のためには、輸送のインフラストラクチャー、トレーサビリティ、同一性保持(IP; Identity Preservation)を拡大し向上させる必要がある。
- 日本の消費者はより小さく分けられた食品と、そうした商品に関するより多くの情報を求める。

Food 2040

- 日本の農作物と家畜の生産は最も良くて横ばいとなり、2040年までに下降する可能性が高い。

調査テーマ5 環境と資源:世界的成長の影響

新たな課題

- 世界的な魚の乱獲は天然魚の入手可能性を制限し、水産養殖の推進力となっている。
- 環境面の制約、主に水と土地の不足は、東アジアにおける農業生産に影響する。

方法論

Food 2040 は第一次と第二次の調査、幅広い分野にわたる業界および政府関係の専門家、学識経験者との面談、実証済みの未来予測の方法論をベースとしている。**Food 2040** を完成させるため、Informa Economics と Foresight Alliance は以下を行った。

- 各テーマを詳細に探り、重要な課題を明らかにするため、選ばれた専門家と面談し、広範囲にわたる第二次調査を実施した。
- 初回調査によって浮かび上がった重要な疑問点について専門家のコンセンサスを得るため、デルファイ調査を実施した。
- 未来がどのように進展するかについて、一連の予備的仮説を作成した。
- 我々の仮説を試し、残りの疑問点を探るため、米国およびイギリスの専門家によるオンライン・パネルを、また日本、台湾、中国、韓国、南アフリカの専門家との詳細な面談を実施した。
- 予備調査で特定された5つの中核調査テーマのそれぞれについて、この調査領域全体にわたる最も重要な所見を要約した。
- 集合的な需要の影響を理解するため、的を絞った展望分析を実施した。
- こうした重要な所見の相互作用を検証し、2040年にかけての東アジアにおける農業、食糧、消費者についての6つの主要な洞察を導き出した。
- 6つの洞察の相互作用から生じる影響を含め、主要な洞察それぞれから生じる影響を導き出した。

Food 2040

継続的な対話の呼び掛け

Food 2040 は、東アジアの食糧および農業の未来に影響を与える意思決定者間の継続的な対話を促し、その円滑化を行うことを意図している。未来には豊かな機会とともに重大な課題があり、すべての利害関係者が、特定の関心事にかかわりなく、その地域、居住者、そしてそこで事業を行う組織の、相互に健全で豊かな未来を確かなものとするという目標を共有している。

謝辞

Informa Economics と Foresight Alliance は、**Food 2040** 調査で情報・意見をご提供下さった農業、食糧、顧客動向および多くの関連分野の多岐にわたる専門家の方々による貴重な貢献に感謝したい。以下は、こうした専門家の方々のリストの一部である。米国農務省海外農務局およびアメリカ穀物協会の多数の専門家の方々からの情報・意見にも感謝したい。本報告書のいずれの部分も、調査にご参加下さった方々の個人的または組織的な見解を反映するものと解釈してはならない。

- Mitsuyoshi Abe, Executive Director, Grain Importers Association, Japan
- Shuji Abe, President, Yoshinoya Holdings Co., Ltd., Japan
- Ryoichi Akaboshi, Associate Director, International Business Dept., Yakult Hnsha Co., Ltd., Japan
- Ross Anderson, Chief Credit Officer, AgriBank, FCB, US
- James R. Andrade, VP Research, Development and Quality, Kraft Foods Asia Pacific, Singapore
- Ron Bailey, International Technical Consultant, US
- Roger N. Beachy, President Emeritus, Donald Danforth Plant Science Center, US
- David Behringer, Packaged Foods Industry Expert, US
- Walter Bockl, Senior Director, Strategy, Seiyu GK / Wal-Mart Japan Holdings GK, Japan
- Steven Brody, Director, Biotechnology Affairs and Regulatory, Pioneer Hi-Bred, a DuPont Business, US
- Chris Carbone, Director, Innovaro Inc., US
- Yuan-Kuo Chen, Independent Consultant, AGAPE Dairy Consultant, Taiwan
- Naoya Chida, Editorial Dept., Diamond Friedman Co., Ltd., Japan
- Peter Cimmet, Executive Director, Olympus Capital Holdings Asia, US
- John Dyck, Agricultural Economist, Economic Research Service, USDA, US
- Ryuhei Fukushima, Director & Executive Officer, General Manager, Product Headquarters, MOS Food Services, Inc., Japan
- Fred Gale, Senior Economist, USDA Economic Research Service, US
- Yoshihisa Godo, Professor of Economics, Meiji Gakuin University, Japan
- Garry Golden, Lead Futurist, futurethink, US
- John Gregg, Project Champion, Winning in Africa with Research and Extension, US
- Yukio Hattori, Chairman of the Board of Directors, President, Ecole de Cuisine et Nutrition Hattori, Japan
- Thomas Healey, Global Category Expert—Meat Proteins, HJ Heinz Company, US
- Mark Henderson, Independent Agriculture Consultant, US
- Tanja Hichert, Research Associate, Institute for Futures Research, Stellenbosch University, South Africa
- Toshimasa Hirobe, Executive Managing Director, COO, Chesco Ltd., Japan
- George Hoffman, President/CEO, Restaurant Services, Inc., US
- Hidemitsu Honda, Sr. Managing Director, Shoei Foods Corporation, Japan

Food 2040

- Masayoshi Honma, Professor, Dept. of Agricultural and Resource Economics, Graduate School of Agricultural & Life Science, The University of Tokyo, Japan
- Shuji Ito, President & COO, Calbee, Inc., Japan
- Ito-Yokado Co., Ltd., Japan
- Ryo Kanayama, Senior Vice President, Corporate Affairs, Seiyu GK / Wal-Mart Japan Holdings GK, Japan
- Hideaki Karaki, President, Kurashiki University of Science and the Art, Japan
- Kazutaka Kato, Executive Director, Japan Food Service Association, Japan
- Hiroyuki Kawasaki, Vice President, Feed & Livestock, Product Div., National Federation of Agricultural Co-operative Association (ZEN-NOH), Japan
- Kikkoman Food Products Company, Japan
- Yong-Taek Kim, Senior Research Director, Korea Rural Economic Institute, Korea
- Ryo Kimura, Chairman, Japan Rice Millers & Distributors Cooperative, Japan
- Cherl-Ho Lee, Chairman, Korea Food Security Research Foundation, Korea
- Shin Lu, Director and Professor, China Grain Products R&D Institute, Taiwan
- Tetsuya Matsui, President, Prima Meat Packers, Ltd., Japan
- Yohei Matsunobu, Councilor-for-life, Cornell University, Japan
- Meidi-Ya Co., Ltd., Japan
- Seiji Mitsuishi, Professor, Dept. of Food Business Management, Miyagi University, Japan
- Isao Miura, Japan
- Danielle Nierenberg, Senior Researcher and co-Project Director, Nourishing the Planet, US
- Ichiro Nomura, Advisor, Tokyo University of Marine Science and Technology, Japan
- Merle Aiko Okawara, Chairman, Chief Cheer Leader, JC Comsa Corporation, Japan
- Tzu-Ming Pan, Professor, National Taiwan University, Taiwan
- JB Penn, Chief Economist, Deere & Co., US
- Ron Sandrey, tralac Associate and Professor Extraordinaire, Department of Agriculture, University of Stellenbosch, South Africa
- Yoshiko Sassa, Senior Councilor, Life & Bio Plaza 21, Japan
- Michael Senchuk, Manager Budget & Analysis, Lilydale Inc., Canada
- Yasuji Tagaya, President, Starzen International Co., Ltd., Japan
- Michiaki Takai, Manager, Food & Grain Research Unit, Food Management Support Corporation, Japan
- Yasufumi Ueda, Counselor, Agriculture & Livestock Industries Corporation, Japan
- Keizo Umegaki, Chief, Information Center, National Institute of Health & Nutrition, Japan
- Marc Vanacht, Partner, AG Business Consultants, United States
- Paul Ming Hsien Sun, Executive Officer, 21st Century Foundation, Taiwan
- Jun Watanabe, Executive Director, Maruha Nichiro Seafoods, Inc., Japan
- Tim Wheeler, Professor, University of Reading, UK
- An-I Yeh, Distinguished Professor, National Taiwan University, Taiwan
- Kiwamu Yokokawa, President, Kiwamu Genki Juku Co., Ltd., Japan

Food 2040 の概要

本調査は、アメリカ穀物協会 (USGC) の委託を受け、Informa Economics, Inc. と Foresight Alliance LLC によって実施された。Informa Economics は、グローバル農業経済の分析と情報提供を行う第一の企業として世界的に認められた企業である。Foresight Alliance は、複雑さを増し急速に変貌する今日の環境において、洞察力、戦略、調査を活用して組織の弾力性を作り出す革新的なコンサルティング会社である。

Food 2040 の目的

21 世紀の農業は、地政学、消費者、テクノロジー、環境、経済、法律、貿易、規制など多岐にわたる要因が、急速に変化しながら複雑な形で相互に作用し合うことによる影響を受ける。時とともに、このグローバル・メタシステムによって新しい関係が生まれ、直感に反した結果が生じる可能性が高い。しかしこうした不確実性の高い状況にあって、東アジアおよび東南アジアの何十億もの未来の消費者を対象に業務を行う態勢を整えるためには今、すべて持続可能なグローバル食糧システムの環境の中で、意思決定が行われることが必要である。

Food 2040 は、東アジアの食糧と農業における変化の原動力を詳細に検証し、30 年後の確度の高い結果を探り、これに光を当てることを目的とした意欲的な調査である。**Food 2040** は、企業、政府、および非営利団体の意思決定者が、特に東アジアの経済的に重要な市場における潜在的影響に着目してこうした力を理解し、より確かな戦略を策定し、変化の速い未来において、組織が成功するよう位置づけることができるようにするための一助となることを目指している。



Image: USDA.gov (Flickr)

方法論

Food 2040 は、主要傾向、推進要因、および 2040 年までに現実のものとなる可能性がある結果に光を当てるため、多岐にわたる関連分野の専門家、幅広い専門分野にわたる思慮深いリーダーの方々から情報・意見を集めた。この調査は、次の 5 つの中核的テーマを中心に構成されている。

- 調査テーマ 1 消費者動向：アジアの上層および中間層
- 調査テーマ 2 競争および規制の状況：進化する課題と基準
- 調査テーマ 3 食糧技術：バイオテクノロジーと農業イノベーション
- 調査テーマ 4 農業と食糧の流通／梱包
- 調査テーマ 5 環境と資源：世界的成長の影響

Food 2040 は、各テーマ内の主要課題、推進要因、および潜在的な影響と機会を探り、これらを特定した。調査用アンケートを精緻に作成するため、8 つの対象領域の専門家との初回面談が行われた。次に調査チームは、デルファイ調査を実施し、専門家に調査用アンケートに対する回答を求め、未来の潜在的結果の確度に関して彼らのフィードバックを入手し、この調査のための専門家との継続的な対話の枠組みを作った。デルファイ調査は 2 回のラウンドにわたって実施された。

Food 2040 に参加する専門家は、調査チームが USGC との協力のもとに特定した。80 人を超える専門家が、個人面談、デルファイ調査、専門家によるオンライン・ディスカッション、および日本で実施された実地面談に参加した。本調査のために面談を行った専門家には、米国、日本、台湾、韓国、中国、シンガポール、カナダ、英国および南アフリカの、業界専門家、政府関係者、学識経験者およびその他有識者が含まれている。

双方向のオンライン・パネルでは、参加した専門家が、デルファイ調査で特定された主要トピックと調査用アンケートについて検討した。参加者は、主要トピックが持つ意味合いを探り、その関心領域で将来どのように展開していくか、自身の仮説を提供するよう求められた。また、それまでの所見を確認し、調査内のギャップを特定してこれを埋めるため、日本、台湾および韓国を含む複数の地域で、追加の電話面談が実

Food 2040

施された。調査チームはまた、日本への1週間の出張期間に実施された業界専門家、学識経験者および政府関係者との40件近い個人面談の手配に際し、東京の米国農務省海外農務局(FAS 東京)による支援を受けた。

こうした多面的なプロセスによって、調査チームは調査から発見した事柄をまとめ、複数の調査テーマに広がる包括的な課題を特定した。これに加え、東アジアの新興経済国の、所得増、平均年齢の上昇、および都市中間層の拡大など、主要な経済的動向と人口動態的動向の見通しを前提に、肉類、乳製品、植物油、その他を含む食品需要(金額ではなく量のみ)の潜在的变化を評価するための計量経済的モデルが構築された。

調査報告書の構成

本調査報告書は次の主要セクションに分けられる。

- エグゼクティブ・サマリー
- 概要
- 6つの主要な洞察
 - 調査から浮きぼりになった主要な洞察を説明し分析する
 - 2040年に向けた影響と機会を探る
- 2040年に向けた食糧需要予測: 経済分析
- 所見を支える5つの調査テーマ
 - 新たな課題とその要因
 - 米国-アジア貿易への影響と機会
- 調査補足書(本文書とは別の補足文書として添付)
- 付録

Food 2040

継続的対話の呼び掛け

Food 2040 は、東アジアの食糧と農業の未来に影響を与える意思決定者間の継続的な対話を促し、その円滑化を行うことを意図している。未来には豊かな機会とともに重大な課題があり、すべての利害関係者が、その特定の関心事にかかわらず、その地域、居住者、そしてそこで事業を行う組織の、相互に健全で豊かな未来を確かなものとするという目標を共有している。

Food 2040

東アジアの食糧・農業の未来に対する6つの洞察

洞察の概要

Food 2040 の主要な成果物は、6つの重要な洞察、すなわち東アジアの食糧・農業システムの将来的な変革の形である。これらの洞察は、以下のような一連の展望プロセスを通じて形成された。まず、事前に設定した5つの調査テーマのそれぞれに関する主要な所見を綿密にまとめ、次に、傾向と推進要因がテーマ全体にわたって相互に作用し、時間とともに互いに体系的に収束して補強し合う領域を特定した。

そしてその結果もたらされた一群の傾向と推進要因を精緻化して、東アジアの食糧と農業の未来に関する、最も関連性が深く影響力の大きい、斬新かつ刺激的な6つの「洞察」を導き出した(プロセスの詳細については[付録1 方法論](#)を参照)。

これらの6つの変革は、大きな変化を生じさせると同時に大きな機会ももたらず、起こり得る未来の姿を示している。この展望プロセスを通じて導き出された6つの洞察は、以下のとおりである。

- **洞察1 生物科学は東へと進行。** 研究とテクノロジーへの莫大な投資と膨大な食糧需要を原動力に、東アジアは生物科学分野のリーダーへの道を邁進している。
- **洞察2 中国の欲するがままに。** 2040年には、食糧および農業の世界市場は、中国人の嗜好、ニーズ、および開発品の影響を強く受けて形作られるようになるであろう。
- **洞察3 信用の獲得。** 2040年には、食料品に関する検証可能な情報が製品の価値を決める重要な要素になる。東アジア市場では、食品の安全性、品質、素性を実証できるという理由で顧客から信用される供給業者が主役になるであろう。



Image: Jakob Montrasio (Flickr)

Food 2040

- **洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活。**東アジアは高齢化と飽食病に直面していることから、健全な食生活の強化を目指して、アジアの伝統と科学が融合することになると思われる。
- **洞察 5 サービスとしての食品:キッチンのないアジア。**2040年には、日本の食品の70%以上が、家庭の外で調理されるようになっている可能性がある。消費者は、食品のほとんどを信頼できるブランド、店舗、および食品サービス専門店から調達するようになり、その大半は加工食品や調理済み食品になることが予想される。こうした傾向は、特に中国、台湾、および韓国の数々の都市をはじめ、東アジアのその他の都市部全体にも広がっていく。
- **洞察 6 新たな超ニッチ化の時代。**東アジアでは、特殊な穀物およびその他の農産物の生産が急増して、それが同地域の農業の中で次第に主流となっていく。同地域では、消費者は単に農産物を求めるだけでなく、複雑化する消費者の嗜好に適合する食品加工業者に対し、隔離され素性が守られた農産物を求めるようになる。

このあとの詳細説明では、企業、政府機関、および NGO に対して未来に向けた準備を促そうとしている意思決定者が、的確な情報に基づいて行動の具体的方向性を決定するのに役立ち得る機会または影響の概要を、セクションごとにおよそ十数項目ずつ示す。

30年という歳月の間にはさまざまな出来事が起こり得る

このあとに示す6つの洞察は、一見すると短期間のうちに大きな変化が生じることを示しているように思え、そのため「そんなことは絶対に起きるはずがない」と言いたくなってしまふかもしれない。しかし、見方を変えて、過去30年の間にどのようなことが起こったかを考えてみてほしい。例えば1980年には、以下のようなことは絶対にあり得ないと考えられていたであろう。

- ソビエト連邦が崩壊し、ロシアが穀物をめぐる競合国になる。
- 1980年代の大方の予想に反して、日本が世界を制することにはならない。
- 中国が、共産主義／資本主義のハイブリッド体制の下で世界経済に台頭してくる。
- 農業政策が進化して市場志向が強くなる(農業の自由化)。
- 生物工学によって改良された農作物が、単なる理論から現実に広大な農地で栽培されるようになる。
- コンピューターとインターネットが、穀物取引から食料品販売に至るまでの、食糧および農業のあらゆる側面に浸透する。

Food 2040

- バイオ燃料が、単なる希望的観測ではなく現実になる。
- 日本をはじめとする東アジア諸国の消費者が、実際にピザやファーストフードを好み大量に消費するようになる。
- 日本の消費者が、魚中心の食事から肉や乳製品中心の食事に切り替える。

こうした例が示しているように、30年という歳月の間には、予期せぬこと(その多くは、世界規模にさえ至るほど広範囲にわたって影響を及ぼす)が起こるのは決して例外的なことではなく、むしろ当然のことなのである。**Food 2040**で紹介する洞察は、ありそうにないことのように思われるかもしれないが、それらは入念な調査と専門家の評価に基づいており、2040年に実現している可能性のある東アジアと世界の食糧・農業の未来を示している。

Food 2040

洞察 1 生物科学は東へと進行

研究とテクノロジーへの莫大な投資と膨大な食糧需要を原動力に、東アジアは生物科学分野のリーダーへの道を邁進している。

主要な影響

- 中国が、生物科学の多くの分野で主導的立場へと台頭しつつある。
- 世界の生物科学の取り組みには、東アジアのニーズと優先事項が反映されることになる。
- 東アジアの農業と生物科学のニーズを満たす上で、収穫高、栄養素、気候変動に対するレジリエンス(回復力)、消費者の特性、安全性にかかわる膨大な機会がある。
- 中国は対応の難しいビジネス・パートナーになる可能性はあるが、多くの投資機会をもたらしてくれるものと思われる。
- 日本は、バイオテクノロジー部門でしかるべき存在感を維持していくつもりなら、同部門における新たなレベルの取り組みに着手する必要がある。

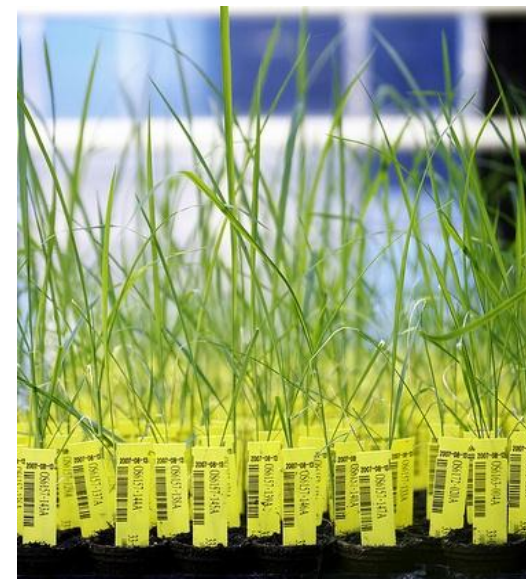


Image: BASF - The Chemical Company (Flickr)

洞察の要約

莫大な投資と膨大な食糧需要を原動力に、東アジアは生物科学分野のリーダーへの道を邁進している。この地域では、バイオテクノロジーに対する消費者の不信感が、差し迫った必要によって一掃される可能性がある。というのも、この地域では食糧安全保障と、資源の量と質の制約を緩和するのに役立つ、より持続可能な農業が求められているからである。こうしたニーズの緊急性が最も高いのは、ほぼ間違いなく中国である。バイオテクノロジーに対する日本人の抵抗は、中国の影響が強まっていく国内外の環境の市場圧力と業界圧力に直面することが予想される。

Food 2040

結果

- **自然界のツールキットの開拓。** バイオテクノロジーは過去 30 年の間に急速に進歩してきたが、これからさらに大きく発展する可能性を秘めている。合成生物学などの進歩により、DNA の基礎構造から始めて単純な有機体を作り出すことが可能になり、それを礎にして入念に形成された特質を持つまったく新しい有機体を創造することができるようになるはずである。例えば藻のような微生物は、エネルギーや CO₂ を蛋白質、脂肪、および炭水化物に転化させる際に、植物よりもはるかに効率的に作用する可能性がある。藻の場合には、5,000 万種類に及ぶ異なる遺伝子が特定されており、新種の微生物を作り出したり、あるいは植物に組み込むための新たな形質を特定したりするのに利用できる、膨大な遺伝子ツールキットの基礎をもたらしている¹（背景情報については、[調査テーマ 3 食糧技術: バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)を参照）。
- **アジアの優先事項。** 生物科学分野における世界規模での取り組みは、東アジアのニーズと優先事項を反映したものの割合が着実に増えていくことになる。
 - **日本の選択肢。** 日本はこれまで、バイオテクノロジーの分野ではあまり大きな役割は果たしておらず、今後は他のアジア諸国、中でも特に中国からのこうした圧力への対応の仕方を決定する必要性が生じるであろう。参入を控えるのか、本格的に参入するのか、あるいはバイオテクノロジーに対して現在日本人が抱いている不信感を反映したテクノロジー戦略を追求していくのか。現在のところ日本は、バイオテクノロジー分野では他国に主導してもらおうという道を選ぼうとしており、そのためバイオテクノロジーの研究における主導的プレイヤーを目指すのであれば、新たなレベルの取り組みに着手することが必要になる。²
- **中国が主導。** 中国は、生物科学のさまざまな分野においてリーダーへの道を突き進んでいる。大学や研究施設への莫大な投資は、次第に効果をもたらすことになるであろう。
 - **イノベーターとしての中国。** 中国は、次第に新種の遺伝子組み換え作物の開発者として台頭してくることが予想される。中国は国内の新興農業バイオテクノロジー企業を保護し、外国のバイオテクノロジー企業が中国のバイオテクノロジー市場で優位に立つのを防ぐために、さまざまな障壁を設けてくる可能性が高い。
 - **収穫物で輸入作物を補完。** バイオテクノロジーの研究開発や実践の急速な進歩により、中国は収穫高を急速に増大させることができるようになる可能性がある。そうすると中国は、収穫高の増大と食料品の輸入を組み合わせることで、国内の食糧需要の増大に対応できるようになると考えられる。

Food 2040

- **中国の信用。** 生物学市場で効果的に競争するためには、中国と中国の科学は国際的な信用を得なければならない。そのためには、研究の完全性や知的財産の問題をはじめとする、さまざまな問題に配慮することが必要となる([洞察 3 信用の獲得](#)を参照)。
- **遺伝子組み換えの受け入れ。** バイオテクノロジーが中国主導の下で推進されることになると、東アジアの生産者および消費者の間で遺伝子組み換えの受け入れが広がるチャンスが増大するものと思われる。また中国が遺伝子組み換え食品を受け入れるようになると、遺伝子組み換え食品の世界的な評判が向上して、食品供給業者に遺伝子組み換え作物の受け入れを促す、さらなるインセンティブがもたらされることにもなる。受け入れ自粛業者の市場はニッチ市場になる可能性もある。
- **グレーゾーンのバイオテクノロジー。** 規制の施行が緩いと、中国は、責任能力の低い組織とそこに次第に個人のバイオハッカーも加わって形成された、他国でなら許されないバイオテクノロジーの形態の中心地になる恐れがある。こうした行動は当面は活発化し、そして今後 30 年の間に、中国の国家当局が規制の施行能力を身につけ産業政策自体も改善されていくにつれて、次第に沈静化していくことになるものと思われる。
- **消費者のための生物学。** 東アジアの生物学は、次第に消費者のニーズと嗜好によって形作られるようになるであろう([洞察 6 新たな超ニッチ化の時代](#)を参照)。
 - **価格勾配。** 遺伝子組み換えの受け入れレベルの相違により、遺伝子組み換え食品と非組み換え作物との間の価格勾配が推進される可能性がある。遺伝子組み換え作物が十分に幅広く行き渡ると、非組み換え作物がニッチ市場のようなものになってしまうことも考えられる。
 - **遺伝子の側面に的を絞った日本の食料品。** とりわけ日本人を筆頭に東アジアの消費者は、特定の人々にとって遺伝子学的に理想とされる食品のコンセプトに反応する傾向が強い。こうした傾向は、まだその概念を裏付ける合理的な科学的根拠がない段階においてすら見られる³ ([洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活](#)を参照)。
 - **ファーミング。** 東アジアでは、科学を応用した健康増進対策がとられており、また進行する人口の高齢化への取り組みも行われていることから、バイオテクノロジーは、コストの削減と解決策の考案に向けた重要なツールと見なされているかもしれない。これには、「ファーミング」(工学的機能性食品や薬剤生成植物の栽培)が含まれている場合もある。
 - **大規模なゲノム・セグメント。** 東アジアの一部の国には、他の多数の市場よりも多くの遺伝的等質性があるため、同地域では、特定の遺伝子グループ用に最適化された農産物および農産食品のターゲットとなる人々が、より多く存在している可能性がある。

Food 2040

- **グリーン農業の支援。**生物科学は、中国をはじめとする東アジア諸国における、より持続可能性の高い農業の支援において1つの役割を担うことになる(詳細については、[調査テーマ5 環境と資源:世界的成長の影響](#)を参照)。
 - **水への意識。**中国は、バイオテクノロジーの利用においては水問題に特に注意を払い、少量の水でも生長する植物や、塩水、汚染水、またはその他の汚水を使って栽培できる作物を開発する可能性がある。
 - **中国における農業投入物の削減。**グリーン農業に対する中国のアプローチは、他国とは違ったものになることも考えられる。中国のグリーン農業システムでは、農業生産に対する投入物を削減することを優先して、窒素補充量や給水量が少なくて済む作物が栽培されることになる可能性がある。そうすると、従来のハイブリッド作物や遺伝子組み換え作物に、最少量の補充投入物でなお収穫高を増やすことができる形質を持たせる、新たな機会が創出されることも考えられる。
 - **耕作地の性質の変化。**生物科学の進歩により、それまでは耕作地として使えなかった土地の一部が、各種作物の栽培に利用できるようになるであろう。
 - **都市農業。**東アジアでは、土地の制約に直面する中で食糧の生産量を増やすために、垂直農法か、またはその他の形態の先進的な都市農業へと舵が切られる可能性がある。そのようなシステムにとって理想的な植物種を作り出すためには、バイオテクノロジーが重要になるであろう。
- **不連続性:裸の王様。**バイオテクノロジーへの莫大な投資にもかかわらず、その成果は飛躍的ではなく地味で漸進的なものとなる可能性がある。そのような事態になると、生物科学の研究に対するエネルギーがそがれてしまうことになる。
- **中国における垂直農法。**中国における強力な農業の拡大には、都市部における強力なプロセスが含まれる可能性がある。水耕法、気耕法、および/またはアクアポニクスに基づくそうした「垂直農法」により、中国の都心で高価値食品を生産できるようになることも考えられる。垂直農法が定着すると、生産地と消費者の距離が近づいて、流通や輸送にエネルギーを費やす必要性が最小限に抑えられることになり得る(さらなる詳細については、[洞察5 サービスとしての食品:キッチンのないアジア](#)および[調査テーマ3 食糧技術:バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)を参照)。
- **不可欠なトレーサビリティ。**バイオテクノロジー製品の急増に伴い、出所を明確にするためのトレーサビリティの必要性が高まることになる。これは、国の規制や消費者の要望によって、遺伝子組み換え製品と非組み換え製品の流通経路を区別する必要がある場合には、特にいえることである([洞察3 信用の獲得](#)を参照)。

Food 2040

- **イノベーションの加速。**資金提供の増加と意識の高まりはもとより、業界のまったく新しいプレイヤーも一因となって、生物科学分野における新たな製品および発見が推進されるとともに、バイオテクノロジーのイノベーション・プロセス全体の肯定的なフィードバック・ループも促進されることになる。

推進要因と傾向

- **資金提供の増加。**国民への食糧供給と将来の競争力に関係している政府機関が、バイオテクノロジー分野の研究開発に資金を提供している。中国は、バイオテクノロジーを国家の戦略的柱の1つと見なしており、同国の第12次5カ年計画の中で科学技術分野に充てられる、3,000億ドルを上回る資金のかなりの部分を出資することになっている。⁴これは中国における科学分野の発展の中心に据えられており、英国の王立協会は、早ければ2013年にも、国際的な科学誌への論文寄稿数において、中国の科学者が米国の科学者を上回る可能性があるとして推定している。⁵しかし、中国の科学の質はまだ量に追いついていない(これに関する詳細については、[調査テーマ3 食糧技術: バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)を参照)。
- **持続可能性インフラの増加。**中国は、再生可能エネルギー・テクノロジーの分野において、世界的リーダーへと急速に成長しつつある。同国は、現時点では依然として石炭およびその他の化石燃料に大きく依存してはいるが、ソーラー・パネルおよび風力発電機の製造への戦略的投資により、中国はそれら双方の有力な世界的サプライヤーへとなりつつある。バイオテクノロジーへのその莫大な投資計画を考えると、中国における再生エネルギー分野の成長は、バイオテクノロジー部門の成長加速の可能性を示唆する前兆となるものかもしれない。
 - **メタン消化装置。**中国は、家畜の排泄物をバイオガスに変換する小型のメタン消化装置を3,500万台保有しており、同国の政策立案者は、大規模な工場式農場における排泄物管理のためのソリューションとして、次第にメタン消化装置に注目し始めている。中国政府は現在、1,000頭を超える牛、1万頭を超える豚、または10万羽を超える鶏を飼育している農家に対して、バイオガス消化装置の導入を義務付けている。⁶
 - **生態補償。**中国政府は、相対的に貧困な内陸部の住民によって提供された環境サービスに対して、富裕な沿岸地域の住民に課金する、全国規模の生態補償スキームの実施可能性を探っている。同国政府は、最初のステップにおいて、中国の森林は1.5兆ドルの金額に相当するエコ・サービスをもたらすと推計している。これは、現在は無料であるが、予定されているプログラムが実施されれば

Food 2040

投入原価になる資源である。現在、中国政府はこのコンセプトに向けた計画の草案を作成しており、もしそれが実施されれば、野生生物保護のための資金の調達、汚染者に対する新たな課税、および中国の沿岸部の繁栄のために必要な内陸部の天然資源の収益化のためのメカニズムが整うことになる。⁷

- **持続可能なサプライチェーン。**中国の製造業者および食料品生産者は、外国のパートナー企業から、製品の生産、梱包、および輸送におけるより持続可能性の高い方法を学んでいる。Wal-Mart の持続可能性に対するコミットメントは、3 万件の中国のサプライヤーからなる同社のネットワークにまで及んでおり、同社はこの供給ネットワークと協力して、廃棄物およびエネルギー消費量の削減に取り組んでいる。大規模な農業協同組合から直接食品を調達することにより、Wal-Mart は、食品調達の追跡、食品の品質確保、およびサプライチェーンの非効率性の排除をより効果的に行うことができる。⁸
- **食糧需要の増大。**消費者所得の増大と人口の増加が相まって、食糧需要が増大してきている。現在の中国の人口は全世界の総人口の 22% に相当し、それに対して国内の農地面積は全世界の農地総面積の 10% である ([2040 年に向けた食糧需要予測](#)を参照)。
- **日本の解決策としてのバイオテクノロジー。**バイオテクノロジーを、日本の農業がより価値の高い競争力のある農作物の生産へとレベルアップするための方法と見る向きもある。いくつかの県の行政機関は、地方レベルでさらなるバイオテクノロジーの研究を行って、各自の県の経済を押し上げようとしている。⁹
- **バイオテクノロジー作物の拡大。**全世界では、過去 15 年間にわたり、バイオテクノロジー作物を栽培する農地の面積が 10% の持続的拡大を見せている。こうした傾向は、今後も継続していくか、あるいはさらに加速することが予想される¹⁰ (添付の別紙 2 を参照)。
- **バイオテクノロジーの受け入れの拡大。**遺伝子組み換えとバイオテクノロジーは、次第に東アジアの人々に受け入れられてきている。ある調査では、台湾市民の 80~90% が遺伝子組み換え製品を受け入れていることが明らかになっており、¹¹ また最終的には日本国民も受け入れることになるという見方が広がっている。¹²
- **中国における遺伝子組み換え作物の承認。**2009 年に、中国政府は新品種の遺伝子組み換え害虫抵抗性イネと高フィターゼ遺伝子組み換えトウモロコシを認可した。これらの作物は、いずれも中国の研究リソースと公的機関を使って開発された。高フィターゼ・トウモロコシは、家畜の飼料の栄養効率を向上させるとともに、家畜の排泄物からの流出液によって引き起こされる環境被害を軽減する。遺伝子組み換えのイネとトウモロコシの認可は、中国が遺伝子組み換え食品を支持していることを示す顕著な指標であり、これによってアジア各地における遺伝子組み換え作物の受け入れが加速する可能性がある。¹³

Food 2040

- **気候変動に対してレジリエントな作物需要。**作物生産は、気象条件の変動の激化に順応するとともに、食糧需要の増大にも対応することが必要となる¹⁴（背景情報については、[調査テーマ5 環境と資源：世界的成長の影響](#)を参照）。

影響と機会

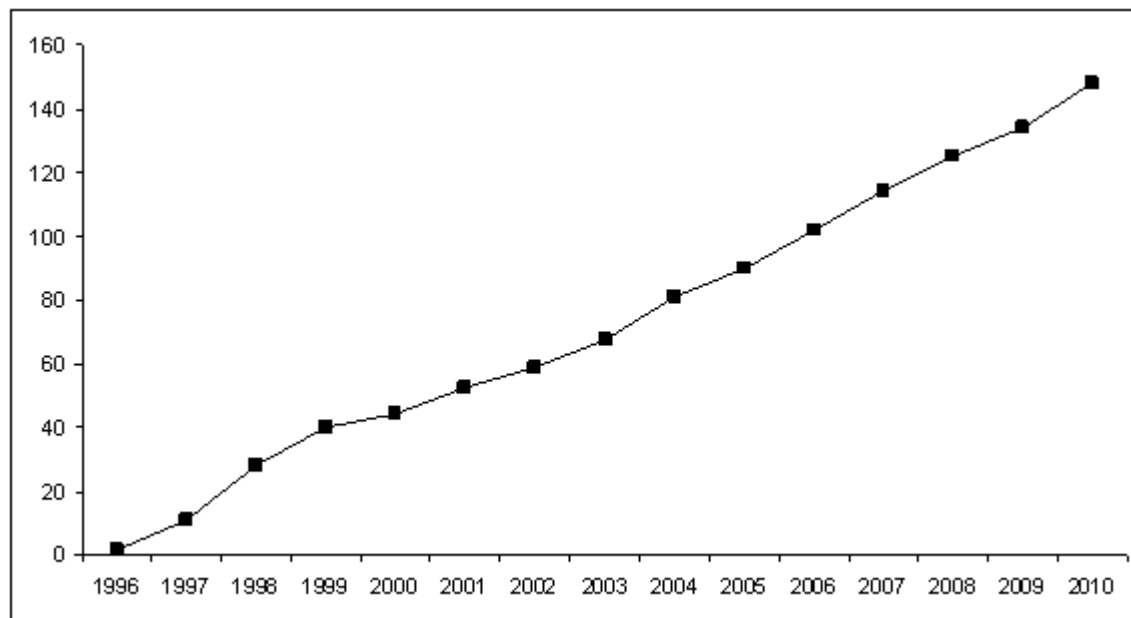
- **リーダーシップの機会。**グローバルなバイオテクノロジー・システムのルールと基準を制定する時代が幕を開けつつある。組織や政府機関が、国境を越えたバイオテクノロジーの規制の中で始まろうとしている不安定な時期に、主導的役割を果たす機会が開けてくることになるであろう。
- **アジアの競争相手。**とりわけ中国企業をはじめアジアの企業は、バイオテクノロジー分野の周縁プレイヤーからグローバルな競争相手へとようになっていくものと思われる。それらの企業は、自分たちが追求する生物学のほぼすべての分野において、次第に世界クラスの機能を開発していくことになるであろう（[調査テーマ3 食糧技術：バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)を参照）。
- **中国：パートナー兼競争相手。**中国は、その生物学分野における能力が向上するにつれて、パートナーであると同時に競争相手にもなる。
 - **扱いづらいパートナーシップ。**中国は、欧米の生物学企業から専門知識を引き出すための公式および非公式の取り組みを、公的機関が強力に推進することがあるため、短・中期的には扱いづらいビジネス・パートナーとなるであろう。中国の影響力は、商業分野と政策分野の双方において強くなることが予想される。
 - **生物学分野への投資の計画。**生物学に対する研究開発戦略を策定する際には、中国の研究の方向性と目標を検証することが、ますます重要になっていくものと思われる。
 - **中国の科学の確立。**中国は、その科学的成果の質と完全性を確立して、同分野に注がれている莫大な投資が考え得る最善の成果を生み出すようにするために、大学およびその他の組織からの継続的支援を必要とする。
 - **グリーンな中国に向けた準備。**中国は、生産高を増大させると同時に環境への影響を軽減するために、よりグリーンな農業を必要としている。中国の生物学はこの分野においてイノベーションをもたらし、また中国は、例えばより環境への影響が小さい肥料の開発など、テクノロジーやシステムを通じて影響軽減を実現するための市場にもなると予想される。中国のバイオテクノロジーは、農業への投入物の削減に特化されることになるかもしれない。

Food 2040

- **中国の知的財産。**中国政府は、研究機関や企業が創出する独自の知的財産が次第に増加して、それを世界の市場に出そうという動きが活発化するにつれて、バイオテクノロジーおよびその他の科学分野における知的財産の法的保護を、より効果的なものにしていくものと思われる。
- **支持者としての中国。**中国は次第に、世界の農業のニーズに対するソリューションとしてバイオテクノロジーを支持している国や組織にとつての、パートナーになっていくことが考えられる。
- **中国の生物科学。**中国は、生物科学分野において独特のアプローチと問題を持つことになると思われる。
 - **商業的バイオテクノロジーの枠を超越。**中国は、場合によっては、商業的見返りの少ない農業バイオテクノロジーを追求していくことになるかもしれない。すなわち、欧米の多くの企業からは無視されがちな用途である。例えば、中国の研究機関は、非工業的農業に適した作物や、あるいは中国の特定の地域にとつてのみ重要な作物の開発を試みる事が考えられる。
 - **中国の種子会社の選別。**中国の産業が早期に取り組むべき課題は、該当分野で競争できるだけのリソースを持たない多数の企業からなる、断片化された種子業界の合理化かもしれない。¹⁵
 - **中国の認定。**中国の農業におけるその他の分野で見られるように、中国のバイオテクノロジー製品およびシステムの完全性を認定すれば、組織や企業にとつての機会がもたらされる可能性がある。
 - **作物の損失削減の追求。**中国は、農業システムの近代化に取り組んでいることから、農地から消費者に至るまでのパイプラインにおける損失を改善するためのソリューションを求めることになるであろう。また同国は、自国のバイオテクノロジー産業にも協力を求めてそうしたソリューションを開発し、当該分野におけるイノベーションのさらなる増進を推進することにもなると思われる。
- **生体追跡。**総合的な追跡および同一性保持 (IP; Identity Preservation) のために、生物的タグ (Biotaggant) と埋め込み式遺伝子マーカーの必要性がますます高まることが予想される ([洞察 3 信用の獲得](#)および[調査テーマ 4 農業と食品の流通／梱包](#)を参照)。

Food 2040

図表 2: 全世界のバイオテクノロジー作物の農地面積(1996年~2010年、単位: 百万ヘクタール)



出典: Clive James (2010年)¹⁶

Food 2040

洞察 2 中国の欲するがままに

2040年には、食糧および農業の世界市場は、中国人の嗜好、ニーズ、および開発品の影響を強く受けて形作られるようになる。

主要な影響

- 中国の取引市場は、世界の貿易にとってますます重要な適正価格基準点となっていくであろう。
- 日本の食糧および農業の取引環境は、次第に中国の影響を強く受けて形作られるようになる。
- 「アジアの農業」は、次第にアジア地域の外にまで広がっていく可能性があるという点について考察する。
- 中国が食糧および農業のインフラを構築する際に、同国とパートナーを組む。
- 米国や日本をはじめ世界各国は、中国パワーの台頭に直面して、それに対抗できるだけの機会を得ることになる。
- 東アジア市場でリープフログ・テクノロジーのテストが行われ、その後、世界のその他の地域にロールアウトされる可能性がある。
- 中国がグリーン化へと向かうと、それによって全世界で市場力学がグリーン農業へと向きを変えることを期待する。



Image: familymwr (Flickr)

洞察の要約

中国が食糧および農業システムとそれを支えるインフラを構築し、また所得の増加によって食糧消費量が増大するにつれて、世界の市場における同国の影響力は広範囲に及び、その市場規模単独による影響をはるかに上回ることが予想される。そしてそれにより、次第に同国の強い立場から、グローバルなアグリビジネス、バイオテクノロジー、食品加工、ロジスティクス、および貿易が形作られ再定義されることにな

Food 2040

る。おそらく先進国の商品取引所との連携に基づいて進められると思われる中国の商品取引所の拡大により、中国における開発品に対する全世界の感度がさらに高まることになるであろう。

結果

- **21 世紀のシルクロード。**グローバルな貿易国としての中国の重要性とパワーの増大により、その国内での開発品の影響が増幅して、世界のほとんどの国（日本を含む）が貿易を行う環境が形成されることになる。EU や米国のグローバルな貿易拠点と同様に、上海、鄭州、大連、あるいは最も妥当と思われるところでは香港が、金融および貿易拠点としての役割を急速に拡大することが予想され、全世界のグローバル企業がそれらへの参入を目指すことになるであろう。
 - **影響力。**中国は、商取引によって代替可能なパワーを身につけて、ある分野における影響力を別の分野にも応用することができるようになる。世界のそのほかの国々は、新たな中国流のビジネス手法に順応していく際に、混乱の時期を経験することになるであろう。
 - **対抗できるだけの機会。**米国や日本をはじめ世界各国は、中国パワーの台頭に直面して、それに対抗できるだけの機会を得ることになる。それらの国々は、自分たちの影響力を最大限に高めるために、力を合わせて貿易およびビジネス目標を追求していくことができる。
 - **全世界への影響。**世界規模の相互依存性から、中国国内の問題や機会が全世界の重大な関心事になるであろう。
 - **競争を制限するための取り組み。**専門家の間では、中国は自国内の食糧供給へのアクセスを確保して物価の変動を抑制するために、市場の範囲が国内の食糧システムに及ぶのを引き続き制限しようとするのが予想されている。中国は、このことと、中国の工業製品にとって命綱である輸出市場へのアクセスを維持する必要性とのバランスを取らなければならない。
 - **国内の圧力。**中国の食糧および農業政策は、ある種の食糧自給への願望、食品価格を妥当なレベルに維持する必要性、十分な農業雇用を維持して農村部の所得水準を高めるための取り組みなど、さまざまな政策ニーズや政治的圧力によって形成されることになる。
 - **価格のゆがみ。**中国の財源とインフレ抑制願望は、価格歪曲政策につながる可能性が高い。専門家を対象にした調査では、回答者の 86%が、中国の今後数十年間における価格のゆがみ（助成金や関税といった要因によって生じる、国内と世界の農産物価格の差異）の平均水準は、「そこそこ高い」から「非常に高い」ものになると推定した（特に 59%もの回答者が、「高い」または「非常に高い」水準になると考えていた）。¹⁷

Food 2040

- **日本の参加。**日本は中国のベンチャー・ビジネスに多額の投資をしていることから、日本の運命は中国の台頭にかなり強力かつ確実に結びつけられており、結果に対する日本の影響力が増大する可能性がある。
- **仮想国境:新植民地主義からアグリビジネスへ。**日本、韓国、台湾、そして特に中国は、いずれも自国の農業部門の近代化、集約、および機械化における課題に直面している。しかし、東アジア諸国が生産地を外国にまで拡張しているのに伴い、アフリカ、南および東南アジア、ならびに南アメリカの外国農場は、混乱のリスクをほとんど伴うことなく全面的な資本集約的農業生産を実施する可能性を提供している。こうした外国での食糧生産は、本質的に自国内で消費することを目的として行われており、その生産量のうちのどの程度が世界の農産物市場に流れ込むかということは不透明である。
- **起こり得るシナリオ。**東アジア諸国の国外での食糧生産は、最初は自国の食糧安全保障の強化(同時に世界の市場での競争および変動の回避)に重点を置いたものになる可能性がある。
- **特定目的での供給品。**外国の土地は、グローバルな食糧市場を補完する(また一部においては迂回する)ために使用される場合がある。¹⁸ エチオピア、ケニア、およびマダガスカルでは、以前は共有地として所有されていた土地も含めて、広大な土地の買収や使用契約の締結が行われている。中国企業は、そうした土地で農作業を行わせるために小作人制度を導入したり、あるいは自社の労働力を呼び寄せたりしている。¹⁹
- **反発。**こうしたプログラムは、現地政府機関の反発によって制約を受ける場合がある。現地の政府は、より長期間にわたってこうした取り組みを制限することが期待される、新たな土地所有権政策の実施を進めていたり、あるいは検討したりしている。2011年には、極端な中国びいきと見なされていたある政府が、投票によってザンビアの事務局から追放された。²⁰
- **開発に向けた触媒としての中国。**一方、こうした政策によって中国には、長きにわたって過少投資に悩まされてきた地域を、グローバルな農業システムに組み込むための触媒となる機会ももたらされる。新しい技術、手法、種子、および切望していた資本により、アフリカやその他の地域の経済に恩恵がもたらされる可能性がある。こうした開発は、開発機関の現地事業所や、あるいは中国以外のアグリビジネス企業との合同パートナーシップを通じて行われることが考えられる。
- **市場のゆがみ。**特定目的での供給品に対する中国の投資は、同国を自らのニーズのために一部の農産物市場を歪曲する方向へと駆り立てる恐れがあり、そのような開発は取引相手によって注意深く監視されることになる。²¹

Food 2040

- **より大規模なシステムの一部。** 結局のところ、大規模貿易国である中国は、自らをグローバル・システムから切り離すことはできないであろう。このことは、中国が国内外において自らの農業システムを分離させる試みをどの程度行うことができるかという範囲を制限することになる。
- **グリーンへの成長は栄誉ある行動。** 中国には、とりわけ特産の農作物の栽培に向けて、強力な農業を導入する大きな潜在性が存在している。やがては、高価値の生産物とより多くの収穫高を伴う、労働集約的な擬似有機農法が登場し、農村部の所得と雇用の増大を後押しする可能性がある。中国は、持続可能な農業に対して独自の路線を取り、投入物の最少化、大量の労働力の投入に反しての高い生産性、および先進のバイオテクノロジーを利用した回復力のある強靱な作物に重点を置くことになることが考えられる（背景情報については、[調査テーマ5 環境と資源:世界的成長の影響](#)を参照）。
- **気候変動の問題に関する急先鋒。** 予測対象期間の後半になると、中国は国内外で気候変動の問題を強く提起してくる可能性がある。アナリストが示唆するところによれば、中国は気候変動によって自らが失うものの多さを次第に痛感するようになり、その問題の利害関係者として行動し始める可能性があるという。²²
- **台頭するバイオテクノロジー大国。** 中国は、より広範なアジアのバイオテクノロジー・コミュニティの中で、農業バイオテクノロジー大国として台頭していくであろう。裕福な暮らしができる消費者が増加の一途をたどる膨大な人口と、開発による農地および農業用水をめぐる競争とが相まって、中国では農業におけるリープフログの必要性が急速に高まっている。中国が自国産農作物と輸入農作物において遺伝子組み換え作物を積極的に受け入れる方向へと移行すれば、生産国をより確実に農業バイオテクノロジーへと向かわせる後押しとなり、そして日本のように受け入れに応じない国はますます孤立化していく可能性がある（[洞察1 生物科学は東へと進行](#)および[調査テーマ3 食糧技術:バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)を参照）。

推進要因と傾向

- **新たな金融センター。** 2011年5月に香港商品取引所(HKMEx)が営業を開始し、そこで先の値動きを見越した商品取引が行われている。最近では中核商品に対するグローバルな需要は主にアジアによって推進されていることから、香港は地理的な位置、多くの需要の集中、および評判の良い法規制環境の完璧な組み合わせを備えた場所と見なされている。しかし、おそらく次第に中国が、価格発見に

Food 2040

おける現在のリーダーに挑戦するために、ジョイント・ベンチャーのパートナーの協力を得て、こうした先物取引所に進出していくことになるであろう。

- **食糧自給。**中国における食糧自給の追求は今後も続いていくと思われるが、その実情には世界の市場に大きく依存しているという側面がある。中国は、こうした互いに競合するビジョンに基づいて、国内の貿易、バイオテクノロジー、および環境政策を形作っていき、やがて国際的な政策も策定するようになるであろう。
- **土地の争奪。**論争があるにもかかわらず、アジア諸国によるアジア以外の地域の農地への投資が続いている。その例としては、韓国企業によるモザンビークへの投資、日本企業によるインドネシアへの投資、中国企業によるアフリカおよび南米への投資などが挙げられる²³（こうした外国の土地の買収に関する詳細については、[調査テーマ2 競争および規制の状況: 進化する課題と基準](#)を参照）。
 - **中国がアフリカの農業を近代化。**エチオピアでは、中国企業が道路の建設を進めるとともに、多くの農場主に携帯電話を持たせている。ある専門家によれば、中国企業は支給した携帯電話でそれらの農場主を呼び出して生産物をチェックし、市場に出す前にそれらの作物を買い占めているという。余談ではあるが、そうした携帯電話により、女性の農場主が金融サービスを利用することもできるようになっている。²⁴
- **次世代インフラの問題。**中国では、世界クラスの国内流通インフラの構築が必要となり、中国政府はそれに投資することになるであろう（詳細については、[調査テーマ4 農業と食糧の流通／梱包](#)を参照）。
 - **ロジスティクス: 第10位の優先事項。**中国が独自の消費者市場の開拓に向けた取り組みを進めるに従い、内陸部全体にわたって商品を移動させる必要性が次第に高まり、中国政府は協同一貫輸送とそれをサポートするための流通システムに多額の投資をすることになると思われる。2009年に、中央政府は再活性化に向けた上位10の最優先産業にロジスティクスを追加した。²⁵
 - **卓越した港湾。**わずか10年の間に、中国はいくつかの場所に日本よりも進歩的な港湾構造物を組み込むことに成功している。
 - **近代的な全国規模の協同一貫輸送システム。**費用対効果の高い国内輸送が、中国の内陸部の農家が沿岸部の都市やその他のアジア市場において、消費者への食料品の販売で競争できるようになるかどうかの鍵である。政府が国内経済の強化に重点を置いていることを考えると、このことは、政府を効果的な全国規模の協同一貫輸送システムの構築へと突き動かすさらなる動機付け要因となる。
- **食品の加工国および輸出国としての中国。**中国には、急成長中の食品加工産業がある（[洞察5 サービスとしての食品: キッチンのないアジア](#)も参照）。すでに日本企業は、中国に食品を送って加工している。²⁶ 2040年までに、中国は食糧生産のための技術と高価値加工

Food 2040

食品の輸出国になる可能性がある。²⁷ それまでの数十年の間に、中国企業は欧米の企業と幅広く協力して、必要としている技術の開発に取り組むようになるであろう。

- **所得の均一化**。中国の農業人件費は、最初は低水準であったが次第に上昇してきている。しかし、中国政府が製造および加工技術を向上させていくにつれて、それらによって国内の労働者に新たな雇用機会がもたらされることになると思われる。
- **実証された輸出ポテンシャル**。中国は、高品質のニッチ食品プロバイダーとして台頭してくることが予想される。例えば、同国はすでにリンゴとリンゴジュースの主要輸出国である²⁸（詳細については、[洞察3 信用の獲得](#)を参照）。
- **ニッチとしての伝統**。中国の伝統的な医薬品原料には輸出ポテンシャルがある（[洞察4 アジアの伝統的なハイテク食生活](#)を参照）。
- **農地改革**。2020年代には、中国の土地保有および助成制度に改革がもたらされる可能性がある。農場主が次第に高齢化していくにつれて、今日のような小規模農家の寄せ集めが集約されていくことが予想され、これは中国の農業の効率性を向上させるために不可欠なことになると思われる。²⁹
- **持続可能な農業**。中国は、次第に環境的な持続可能性の確立に向けた圧力を感じるようになり、それによって食糧生産を増強させるための取り組みが制約されることになる。しかし中国は、資源の使用効率の改善を通じて進歩を遂げる可能性がある。³⁰
- **高成長とバイオテクノロジーへの多額の投資**。現在中国は、バイオテクノロジー研究に大々的な投資を行っており、すでにコメの研究先進国となっている（[洞察1 生物科学は東へと進行](#)を参照）。

影響と機会

- **価格設定者としての中国**。中国は、その市場規模によってグローバル・マーケットプレイスの中心的地位を獲得しており、この地位は今後数十年の間にさらに強固なものになると思われる。さらに、中国は国内市場の混乱を回避することを目的として、世界市場での活動を試みる可能性が高いが、これについては部分的な成功にとどまるであろう。こうした力学により、中国の投資家および政策立案者には一様に、柔軟性の向上が求められることになる。
- **中国の商品取引所の拡大**。2040年までに、おそらく中国では商品取引市場が拡大することになると思われる。そして2020年代および2030年代には世界の市場が中国通貨建ての貿易の増加に対応してくるために、これが食料品および農産物のグローバルな価

Food 2040

格設定に影響を及ぼすことになる。中国は、こうした伝統的な欧米の市場機構を利用して、自国内の価格目標に適合しない商品価格の形成を、実質的に拒絶しようとする可能性がある。

- **元の兌換性。**中国が経済的に成熟して自国の通貨を自由化すると(すなわち、外貨での回収や交換に対する制約をなくして、元を自由に兌換できるようにすると)、元換算での貿易の実施に対する阻害要因が取り除かれることになる。そしてそれにより、米ドルの準備通貨としての地位に対する圧力が増大することになるのである。
- **通貨の影響。**中国の金融センターおよび商品取引所が発展するにつれて、利便性という点と、為替レートの変動によるリスクを最小限に抑えるためという双方の点において、おそらく中国の通貨で貿易を行うことのほうが好まれるようになるであろう。このことは、商品契約が中国元建てで取り交わされるようになるということを示唆している。
- **法の支配。**中国の金融システムが価格を設定するのに十分なだけの信用を得るためには、透明性と法の支配に対するコミットメントを実証しなければならない。香港商品取引所の設立は、自国領土の評判を活用するための暫定的取り組みである。
- **インド。**インドは、大規模で成長中の食品市場になるということと、優れたビジネス条件を提供する可能性があるということの双方の理由により、中国に代わる金融センターになる機会を見いだすかもしれない。³¹
- **対抗するための協力。**米国、日本、インドをはじめ各国は、ビジネスや貿易その他において中国のパワーに拮抗するために、政策を連携させることがますます有益であると見なすようになる可能性がある。他の分野における影響力を応用することが、農産物市場において逆圧をかけるのに役立つ場合があり、あるいは農産物貿易が影響力の要所となる場合もある。ただし中国は、自国の食糧供給に対して認識されているあらゆる脅威に対して、極度に神経質になるであろう。
- **中国がニッチを創出。**中国の消費者の嗜好の「ニッチ化」は、穀物やその他の農産物の期待される差別化を推進する際に、特に重要となる場合がある([洞察5 サービスとしての食品:キッチンのないアジア](#)および[洞察6 新たな超ニッチ化の時代](#)を参照)。
- **外国のバイオテクノロジー知識の引き出し。**従来、中国は外国企業のアクセスを制御することによって、その市場規模を活用してきた。製造業においては、中国はジョイント・ベンチャー・モデルを用いている。このアプローチを、中国はバイオテクノロジーにも応用することにして、外国の専門知識を引き出して中国の国内産業に移転するためのメカニズムを作り出す可能性がある。
- **日本の機会。**日本のバイオテクノロジー企業は、日本の土壌には適さないと思われる取り組みを追求するための方法として、中国におけるパートナーシップを有益と考える場合がある。それにもかかわらず、中国と世界のいずれの消費者も、依然として日本のバイオテクノロジー企業に対しては、基準と倫理的慣行を守ることを期待することになるであろう。

Food 2040

- **大口商品の一方的調達。**アジア諸国による外国の農業生産への進出により、農地管理国への一次産品の流入が増加する可能性がある。
 - **一方的調達の影響。**アジア諸国による外国での農業生産により、競争的に調達される大口農業穀物に対する需要が低減して、製品が栽培される国ともっと大規模なグローバル輸出市場の双方において、変動が大きくなることが考えられる。
 - **環境問題の輸出。**また中国は、外国の大規模農園からの大口商品の輸入量の増大を、包括的「グリーン化」戦略の一環として自国の環境への農業の影響を軽減するための方法として利用する可能性もある。
 - **日本の経験。**日本の企業は、極めて長い年月にわたってグローバルにビジネスを展開してきた経験があり、そのためおそらく、農地管理国の基準と世界基準への準拠という点において、他の東アジア諸国よりも外国での農業運営に熟達していると思われる。日本の企業は、他国からの企業の代わりにそうした業務を運営するのに適しているかもしれない。
- **政策の影響。**国際政策の取り組みは、アジア諸国による外国での農業運営の試みが、確実に市場システムの範囲内で行われるようにするのに役立ち得る。WTO およびその他の貿易管理機関は、商品の輸出を制限したり禁止したりしている政府に対してこれまで以上に厳しい規制と罰則を検討して、食糧価格を含む商品価格の上昇に直面する中で、規則に基づいた規律正しい国際貿易システムを確保しようとするのが考えられる。中国は、2010年の時点で輸出額が世界の総輸出額の10.6%を占めて、世界最大の輸出国になったことにより、貿易論争の中でのかかわり合いと重要性が明らかに高まることになるであろう。³²

Food 2040

洞察 3 信用の獲得

2040年には、食料品に関する検証可能な情報が製品を決める重要な要素になる。東アジア市場では、食品の安全性、品質、素性を実証できるという理由で顧客から信用される供給業者が主役になるであろう。

主要な影響

- 信用の問題を解決することが、東アジアの消費者市場に進出するための鍵である。信頼できる製品は、価格プレミアムを獲得することができる。
- 消費者が求めているトレーサビリティを実現することにより、製品に付加価値を付けて消費者の信用を勝ち取る機会がもたらされる。
- 新たな検出および検証技術を考案する。
- 製品に関して顧客が知りたがっている情報を検証するためのノウハウと技術を提供する。
- 独立した信用認定を行う第三者コンソーシアムを主導する。
- 地域および全国ブランドの構築、維持、および保護を行う。
- 東アジアの消費者が高品質を当然のことと考えるようになる日に備える。

洞察の要約

欧米の農業と異なり、アジアの農業は、安全に取り扱われた商品の取引という点において歴史がまだ浅く、アジアの消費者は、食品というのは一般的に安全なものであるということと考えることができない。2040年までに、アジアの消費者は安全性、出所、栄養価などに関する情報を求めるようになり、こうした情報が、食品の価値の大きな割合を占めることになるであろう。信頼できる製品は、大幅な価格格差を自在に操ることができるようになる。東アジアの大半の地域では、食品のサプライチェーン全体を通して透明性を提供する、最先端の



Image: iStockphoto.com

Food 2040

食品安全・安心システムが整備されることになると思われる。そうした信用システムを構築するために、東アジア諸国は効果的な規制を導入し、食品の安全性を確保するための新たな技術およびシステムを開発して実装し、トレーサビリティおよび透明性を確保するための新たな手段を導入し、施行体制を向上させる。その結果、食品の全体的な安全性および品質が向上する。信用システムに参加することにより、中国に食糧および農業のグローバル・ネットワークへの入り口がもたらされる。信用システムが発展するにつれて、消費者は安全性への不安を払拭し、違った価値や嗜好に基づいて食品を選ぶことができるようになるのである。当然のことながら、こうした変化は、消費者に付加価値の付いた安全性や品質に支出できるだけの経済的余裕をもたらす所得の増加が前提となる。

結果

- **安全な中国産食品。**中国は、食品の安全性および加工に対する基準と手法のレベルを高めて、自国の食品安全性に対する国内、地域、および世界の認識を変えさせることになる。このプロセスは10~20年ほどかかることが予想され、³³ その過程において小規模農家の集約が必要になるかもしれないが、中国には変革が不可欠であるという国内外のコンセンサスがある。³⁴ 中国は、2040年までに品質の問題をすべて解消することはできないかもしれないが、少なくとも同国とその貿易相手国は、問題のある製品があれば市場に届けられる前にそれを特定するための、テクノロジー・ソリューションを実装することはできるであろう([調査テーマ2 競争および規制の状況:進化する課題と基準](#)も参照)。
- **食品安全性に対する外国からの大規模投資。**中国およびその他の発展途上国における食品安全性の向上は、ある部分、グローバルな投資によって推進されることになる。多国籍企業には、アジア地域、中でも特に中国における食品安全性のためのインフラ、システム、およびトレーニングへの投資機会があることが広く認識されている。³⁵ 日本の企業は、すでに中国の食糧システムの中でビジネスを展開しており、中国からの良質な製品の調達における経験を有している。
- **食品安全性のための新技術。**新たな検出およびモニタリング技術が開発されて、配備されることになると思われる。生産者レベルでは、新たな分析技術によって、食品がどこの原産でどのように加工されているかが検証されることになる。³⁶ 食品ナノテクノロジーによって、新たな検出および検知方法がもたらされる可能性がある。生物科学を応用することで、DNA マーカーで製品および含有物にタグを付けることが可能になるかもしれない。消費者レベルでは、例えば日本におけるインスタント食品の場合でいうと、鮮度指標、時間/温度指標、微生物増殖指標、漏出指標のようなスマート・パッケージング・イノベーションが追加されて、消費者に対してより透明性の高

Food 2040

い食品安全性情報が提供されることになる。³⁷ 複雑な追跡方式を容易にするために、情報技術(IT)が応用されることになるであろう。バリュー・チェーン全体を通して製品のモニタリングおよび追跡を行うために、「スマート・ダスト」センサーが配備される可能性がある([調査テーマ3 食糧技術: バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)も参照)。

- **食品サプライ・チェーンの透明性。**アジアの食糧システムでは、さまざまなメカニズムを通して透明性がもたらされることになる。
 - **トレーサビリティ。**2040年までに、トレーサビリティは東アジアのほとんどのサプライ・チェーンの標準機能になるであろう。これは食品安全性の最も重要な要素であり、グローバルな農業貿易に参加するためのこれまで以上に一般的な要件になると思われる。³⁸ ある専門家委員会では、2040年末までに追跡および同一性保持ははるかに偏在的なものになるだけでなく、より正確で機能的なものにもなるという予測に、90%の専門家が同意または強く同意した。³⁹ トレーサビリティ機能を持たない従来のサプライ・システムは、コスト／大口主導の標準的商品(品質に差のない飼料など)向けに存続していくとは思われるが、次第に受け入れられなくなって主流から外れていくものと思われる。
 - **アジアの相違点。**東アジアと米国の農業システムには重要な相違点があり、それが東アジアでトレーサビリティがどのように実行されるかということを決定付ける要因になると考えられる。東アジアの農業は商品システムとして発展してきたものではなく、世界貿易の歴史は米国よりも浅い。安全に取り扱われた商品を取引するという従来の米国のシステムは、アジアには適さない可能性があり、最終的にはそれが、トレーサビリティの実行の偏在性と個々の品目に関する情報の量および質の双方において、米国に勝ることになる可能性がある。
 - **ラベル付け。**比較的短期的に見ると、中国における食品輸出の成長によって、生産国のラベル付けに拍車がかかることが予想される。⁴⁰ 遺伝子組み換え食品に対するラベル付け要件は拡大が見込まれており、調査を行った専門家の4分の3が、遅くとも2020年代までには、中国が遺伝子組み換え食品に対するラベル付け要件を採用することになると予測している。⁴¹
 - **証明。**製品の証明や信用認定も、東アジアの消費者および輸入業者に対して、安全性と品質を保証するものとなる。一部の国やサプライヤーはすでに証明制度を導入しているが、普遍的な導入からはまだ程遠い状態にある。⁴² 2040年までには、地域的またはグローバルな証明制度が確立されて、それを通じて第三者機関が、製品が安全で確立されたガイドラインに従ったものであることを保証するようになる可能性がある。
- **消費者は安全性に支出。**東アジアの消費者の食品への支出が増加するにつれて、加工食品、高級食品、および安全性が保証された食品への支出が増加することが予想される。⁴³ 調査を行った専門家の約65%が、アジアの消費者は生活が豊かになるにつれて、食品の

Food 2040

安全性に対して「はるかに高額な代金」を支払うことをいとわなくなると考えている。⁴⁴ 日本の消費者は安全性を極度に重視しており、所得の増減によってその性向が影響されることはない。食品は、それぞれの価格によってその信用レベルが明確に示される場合がある。

- **貿易と規制。**現在の国際規制制度では、今後数十年間における農業バイオテクノロジーの変化のペースに対応できないであろう。信用システムが、アジアおよび世界全体にわたる食品安全性と品質規制の調和を実現するための鍵となる。またこの信用システムは、新たな二国間および多国間の貿易協定もサポートすることになる(詳細については、[調査テーマ2 競争および規制の状況:進化する課題と基準](#)を参照)。
- **消費者は「関心の連鎖」の次のレベルへ移行。**消費者が信頼できる食品調達先を特定すると、その主要な関心は「品質の保証」(不純物が混入していないことなど)から「嗜好への適合」(風味の好み、利便性、お気に入りの産地など)へと移行することになる。
- **グレー・マーケットのバイオテクノロジー。**遺伝子組み換え製品に対する厳しい承認プロセスを迂回するために、非合法市場が出現して、食品サプライチェーンにおける信用の問題を悪化させることになる可能性がある。この問題は、今後30年の間に発生し、次第に増加してピークに達し、やがて減少へと転じることが考えられる。なぜなら、バイオテクノロジー機能は、とりわけ中国およびその他の新興市場では、規制や施行がについて行けない速さで増加し普及していくからである。

推進要因と傾向

- **消費者の要求。**東アジアの人々は、食品の安全性について大きな不安を抱いている。欧米の農業と異なり、アジアの農業は安全な商品の取引という点において歴史がまだ浅く、アジアの消費者は、食品というのは一般的に安全なものであるということを当然のことと考えることができない。そのためすでに東アジアの人々は、安全で衛生的であると信用できる食品や含有物を探し出そうとしている。消費者はそういった食品を提供してくれると信用できる小売業者を探しており、食品会社は信頼できるサプライヤーを探しており、そして政府は安全な製品を提供してくれることを当てにできる貿易相手国を探しているのである。⁴⁵ 調査を行った専門家の3分の2が、2040年末までに、「危険な食品や汚染食品に対する懸念」が、健康的な食事に対する東アジアの人々の見方に比較的同時しくは非常に大きな影響を及ぼすであろうと考えている。⁴⁶ 貧困層の消費者は、危険な食品に対して特に脆弱かもしれない。⁴⁷
- **中国における不純物混入への不安。**アジアの消費者は、不純物の混入した食品に関して特に大きな不安を抱いている。⁴⁸ 中国において今も続発する食品安全性の問題を目の当たりにして、アジアの人々の多くは中国産の製品を信用しようとせず、⁴⁹ 食費に余裕の

Food 2040

ある人々は、食糧システムの信用性が比較的高いと考えられている日本、米国、および EU から輸入された製品を好むようになってきている。また子供を持つ中間層の中国人の多くも、不純物の混入していない食品の信頼できる調達先として、世界的なファーストフード・チェーン店やスーパーマーケットに頼っている。⁵⁰

- **サプライヤーの要求。**東アジアで商品を調達している全国、地域、およびグローバル規模の小売業者は、信頼できる製品を求めるようになる。例えば、Wal-Mart は中国のサプライヤーに対して、環境に責任を持った行動を取るよう求めており、それらのサプライヤーが環境にかかわる行動を改善できるように、さまざまなタイプの技術的支援を提供している。⁵¹
- **規制面の要求：中国は食品の安全性を重点化。**他のアジア諸国の消費者と同様に、中国人消費者も食品の安全性に関して不安を抱いており、自国内の生産者からのものも含めて、次第に食品品質に対する保証を求めるようになってきている。⁵² その結果、中国政府は、国内の食品安全性の改善に特別な重点を置く方向に動いている。例えば、中国政府は米国食品医薬品局に技術的支援を要請している。⁵³
- **経済成長。**中間層へと上がってくる東アジアの消費者は、増加している所得の一部をより安全で質の高い食品に費やすことをいとわないため、経済成長が総合的に言えば信用システムの、そして具体的に言えばトレーサビリティシステムの推進要因となる(さらなる詳細については、[調査テーマ 1 消費者動向：アジアの上層および中間層](#)を参照)。
- **震災の余波。**政府に対する信頼は、食品の信用システムの極めて重要な要素である。2011 年に日本を襲った大震災は、日本政府に対する国民の信頼を揺るがした。国民と政府との間に生じたこの信頼関係の亀裂は、今後中期的に続いていくと見る専門家もいる。また原子力発電所の非常事態に対する電力会社役員の疑問の残る対応も、日本の企業に対する信用を傷つけた。⁵⁴
- **中国の農業の成長。**中国では食品の安全性と品質に関する不安が今も根強く残っているため、中国の農業の成長と全世界の市場に対するその影響力の増大は、食品の信用性の問題を増幅させることになるであろう。
 - **特定の農産物に対する新たな貿易相手国としての中国。**中国における食品の輸出は増大すると思われる。例えば、同国はすでにリンゴとリンゴジュースの主要輸出国である。⁵⁵ また中国は、より重要な輸入国としても台頭してくることが予想される。同国には農業の生産性におけるギャップがあり、もしそれが解決されなければ、同国は農業用原材料(飼料成分など)の輸入量を増やさざるを得なくなる。
 - **加工国としての中国。**中国には、急成長中の食品加工産業がある([洞察 5 サービスとしての食品：キッチンのないアジア](#)を参照)。すでに日本企業は、中国に食品を送って加工している。⁵⁶ しかし、こうした動向は現在の中国の人件費に基づくものであり、その人件費は現在急速に上昇しつつある。

Food 2040

- **生産に向けた重圧。**中国が食糧自給率を高めようとする、食品の生産量を増大させなければならないという重圧が、殺虫剤や除草剤の乱用といったさらなる品質や安全性の問題につながる可能性がある。
- **サプライチェーンの脆弱性。**中国の食品流通システムは、災害や意図的攻撃に対する脆弱性が高いと認識されている。⁵⁷ システムのセキュリティを強化するのと同じ変更をすることで、その信頼性が高まることになる([調査テーマ4 農業と食糧の流通／梱包](#)を参照)。
- **環境への意識。**中国では、消費者の環境への意識が引き続き向上していくものと思われ、それとともに食品の品質や安全性に関する不安も高まっていくことになる。
- **情報フロー。**デジタル情報フローの増加により、透明性に対する消費者の期待と併せて、自分たちが購入する食品に関する消費者の情報共有能力(肯定的か否定的か、正確か不正確か)も推進されることになるであろう。⁵⁸
- **トレーサビリティ。**将来的には、アジアにおける経済成長により、農産物、食品成分、および食品に対するトレーサビリティシステムも並行して発展させていくことが必要になる。トレーサビリティはすでに一部の市場で整備されているが、運用されているシステムは普遍的に利用されているわけではない。消費者の元までつながっているトレーサビリティシステムは、日本と台湾でそれぞれ整備されており、一部の製品に対して利用されている。⁵⁹
- **テストおよびセンサー技術。**現在、数多くの新たな食品安全性技術の開発が進められている。例えば、韓国の研究者たちは、中国から輸入した食品や含有物が、放射線を浴びていないかどうかを確認するための方法を模索している(韓国では放射線照射食品にはラベルを貼ることが義務付けられているが、中国ではそのような規則はない)。⁶⁰
- **多くの商品の脱コモディティ化: 遺伝子組み換え製品の分別。**脱コモディティ化と、遺伝子組み換え由来と非組み換え由来製品とを分別する潜在的必要性も、信頼できる食品および含有物を提供するために必要とされるインフラの構築に向けた推進要因である。2040年までに、遺伝子組み換え食品と非組み換え食品が、それぞれ別個のサプライチェーンを通じて全世界で入手できるようになるという予測に、調査を行った専門家のおよそ半数が同意または強く同意している⁶¹ ([洞察6 新たな超ニッチ化の時代](#)を参照)。

影響と機会

- **固有の課題。**東アジアにおける信用の獲得は、欧米における信用の確立とは大きく異なるものになるであろう。その理由の一部として、先に述べたように欧米と東アジアでは、農業および取引の発展の経路が異なっていることと、信用を取り巻く文化が異なっていることが

Food 2040

挙げられる。どのような機関が信用に値するかということについての考え方は文化によって異なり、アジアの消費者は、政府、当局、および機関の相対的な信用性に対して、さまざまな見方を持っている。さらに、アジアの人々の食品安全性への不安は、最も基本的なレベルで異なっている。例えば、アジアでは有機認証は清浄度と安全性を強調するものであるのに対して、欧米では認証は自然性と想定される健康面や栄養面でのメリットを保証する働きをするものである。最後に、文化自体が信用の推進要因である。一般に日本の消費者は、日本産や日本製ではない食品や商品には疑いの目を向ける性向がある。ただしこうした性向は、比較的若い世代の人々の間では弱まってきているように思われる。⁶²

- **固有の機会。** 東アジアの人々は、食品の安全性、汚染、および不純物に関する不安により、食品が安全であるという信用できる保証を求めるようになる。消費者に、製品の履歴、出所、安全性、および品質に関する詳細情報を提供するトレーサビリティシステムが、この保証を提供するための重要な機会をもたらすことになる。信用を確立しようとしている欧米の企業は、東アジアの消費者の間で次第に需要が高まる見込みのトレーサビリティを提供することで、自社の製品に付加価値を付けることを望むようになることが予想される。
- **固有の導入。** 東アジアはトレーサビリティの導入において欧米を上回る可能性があることから、欧米の生産者は東アジアにおける新たな機会を活用するために、東アジアのシステムと一致したトレーサビリティ手法の導入を約束しなければならない。
- **信用されている日本。** 日本の企業はすでに東アジア市場において信用を獲得しているため、同地域における信頼関係構築のモデルとなるかもしれない。日本の消費者は、自分たちの食糧システムはどこにでも通用する最高の品質を生み出すと確信しているため、日本国内で信用を勝ち取るためのハードルは非常に高い。
- **中国が調達先になる。** 日本およびその他の東アジア諸国は、中国から調達する果物、野菜、加工製品、健康食品成分、およびその他の製品の割合を増やすことになるであろう。⁶³
 - **世界に対する食品加工国。** 中国は、少なくとも労働力のコストと有用性が、競争上有利な水準から技術的専門知識に見合わなくなる不利な水準にまで移行するまでは、その食品加工技術と品質に対する新たな評判を活用して、食品加工の世界的な中心地になることが予想される。
 - **信用されても検証が不可欠。** 中国では手抜きが絶えないことから、食品の信頼性が確立される理由が、不純物の混入が行われなくなったからではなく、高度な技術と処理システムによって、不純物が混入している製品が市場に出回る前にそれが検出されて取り除かれるからであるという状況になる可能性がある。

Food 2040

- **日本の経験。**日本の企業は、中国から製品を調達しながら厳格な基準を維持し続けているという経験を有している。それらの企業は、中国やその他の地域における食糧システムをアップグレードしようとしている、中国および諸外国の企業にとってのモデルやパートナーとなり得る。
- **価格圧力。**製品の履歴のさらなる側面を追跡し、バリュー・チェーン全体を通してそれを製品に添付し続けておくことにより、すでに食品価格が着実に上昇し続けている時代に、食品にさらなるコストが上乘せされることになる。それでもなお、所得の増加により、安全な食品は東アジアのほとんどの消費者にとって手の届くものとなり、完全確保のためのコストが価格に上乘せされているにもかかわらず、世帯収入の中に占める食費の平均比率はなおも下がっていくことになる。最下層の食品消費者も、次第に食品安全性システムの恩恵を受けるようになっていくが、その恩恵がそれらの消費者にまで届くには時間がかかり、保証される品質水準も低いものになる。
- **価格の優位性。**食品安全性のための付加コストの少なくとも一部を相殺するセキュア・システムにより、食品および含有物に対する品質システムおよびカスタム・プロセスのその他の側面を簡素化できるようになる可能性がある。
- **価格の透明性。**食品サプライ・チェーン全体を通して、安全性、品質、およびその他の要因に関する透明性が向上するにつれて、消費者も、食品価格がどのように設定されていて、バリュー・チェーンのどの部分で利益が上げられているのかということについて、より高い透明性を求めてそれを享受する場合がある。
- **安全性および品質システムの供給。**東アジアの市場には、米国、日本、およびその他のグローバル企業が、現地企業や政府機関に対するサプライヤーとして、あるいは現地におけるビジネス・プレゼンスを確立しながら、安全性および品質システムを構築する数多くの機会が存在することになる。例えば、個々の農場主に至るまで幅広くロールアウトして、それらの農場主を食品の信用システムに連結させることのできる、モジュール式のセキュア・システムを開発することができる場合がある。
- **食品の安全性、安全保障、および品質のための技術。**企業は、学術機関、計測機器関連企業、食品包装サプライヤー、および情報技術(IT)企業とパートナーを組んで、食品への不純物混入の検出、食品の出所の特定、食品の取り扱い履歴の記録、および食品が食べても安全であることの確約を行うための、新たな検出および測定技術の開発に取り組むかもしれない。
- **食品安全性のためのバイオテクノロジー。**食品安全性へのバイオテクノロジーの応用に関する研究の増加の中に、機会が存在する。例えば、病気への抵抗力を持っているか、さもなければ自らの安全性と純粋さの維持に寄与する作物を作り出すことや、⁶⁴ あるいは無害で食べても問題のない有機的な遺伝子タガントを通じて、製品に ID 情報を埋め込むことなどである([洞察 1 生物科学は東へと進行を参照](#))。

Food 2040

- **技術リーダーとしての東アジア。** 食品安全性に対する東アジアのフォーカス、日本における強力なセンサー技術能力、および中国における技術機能の発展という3つの要素が相まって、東アジアは食品安全性技術の開発におけるグローバル・リーダーの地位を狙える位置に来る可能性がある。
- **新たな技術の実装。** 生産者および輸出業者は、新たに出現してくる食品安全性技術を注意深く追跡し、それらが発売されたら直ちに実装できる態勢を整えておくべきである。
- **ブランドの問題。** 1つ変わらないことがある。それは、安全を重視している消費者は、信用できるブランドと信用できる小売業者を求めるということである。⁶⁵
 - **ブランドとしての国および地域。** 国およびそれに属する地域には、全体的および特定の食品または種類に関して、食品の安全性および品質の保証人として、それぞれ独自のブランドを積極的に構築し、維持し、伝達する機会がもたらされることになる。⁶⁶
 - **ブランドの維持。** 今後30年間にわたり、信用は食品ブランドのはるかに重要な要素になることが予想される。米国と日本のブランドはすでにアジアにおいて「バッジ価値」を有しているが、もしアジアが品質を保証する信用システムを構築すると、このブランドの優位性は低減する可能性がある。このシステムが危険な製品を締め出すため、その他の地域は存続能力のある輸出国になるであろう。品質と安全性に対する評判を維持するための積極的なプログラムが、消費者の嗜好および需要という点において大きな見返りをもたらすことが考えられる。
 - **ブランドの保護。** アジアに広まったブランドの評判は、注意深く保護する必要がある。中国が関係する不純物混入への不安が明確に示しているように、アジアの消費者は食品の安全性に大きな関心を抱いていて、ささいな過ちでもなかなか許してもらえないため、問題が広く報じられることによるブランドへのリスクは高い。
- **第三者機関による証明。** 貿易協会が、安全性と品質に関する第三者証明機関の役割を担い、実質的にそれぞれ独自のブランドを構築する可能性がある。
- **ラベル付け。** 2040年までにさまざまな管轄区域において、生産国のラベル付けや遺伝子組み換え作物の含有量に対する何らかの形式のラベル付けなど、新たにさまざまなラベル付け要件が設けられることになる可能性が極めて高い。こうした要件をできるだけ諸国間で一致したものにするためには、貿易協会が要件策定プロセスに参加することが重要になる。規範となる法律案を策定することが役立つかもしれない(ラベル付けに関する背景情報については、[調査テーマ2 競争および規制の状況: 進化する課題と基準](#)を参照)。
- **偏在的トレーサビリティへの準備。** 生産者および輸出業者は、高度なトレーサビリティが標準とされる世界に備えるべきである。

Food 2040

- **消費者のためのトレーサビリティ。** 食品の安全性を確保し強制するためのトレーサビリティ(製品の回収を促進するためなど)を提供するのと同じシステムを利用して、消費者に対するさまざまなメリットを実現することができる。食品の信用システムに組み込まれている企業は、トレーサビリティを利用して食品の安全性を確保するだけでなく、トレーサビリティを最終消費者に提供することもできる。2040年までには、東アジアの消費者にとって食品の純粋さと安全性は基本的な期待事項になると思われるが、詳細なトレーサビリティ情報の魅力も失われていない可能性がある。次第にアジアの消費者は、原産地、倫理的生産、遺伝子組み換え作物の含有量、自然および有機状態といった、食品の出所に関する情報への理解力を高めていくことになるであろう。そうした情報はすべて、安全な流通システムを通じて保護し、透明性の高い消費者情報システムを通じて検証することができる。
- **最優先事項が食品安全性から別の特性へと移行。** 2040年までには、食品の安全性は東アジアの消費者にとって「欠かせないもの」となり、そのほかの好意的な「喜ばしいもの」が、消費者の求めるトップ・オブ・マインドの食品特性になるであろう。企業は、東アジアにおける食品安全性に関する消費者の考え方を追跡して、消費者のトップ・オブ・マインドが食品の安全性に対する関心から、健康的で便利で栄養に富んだ食品に対する好意的願望へと替わる「転換点」を待ち構えるようにすべきである。
- **規制への関与。** 信頼できるグローバルな食糧システムに向けた取り組みの1つの主要な成果となるのは、各地の管轄区域全体にわたる食品安全性規制の調和である。業界は、こうした調和につながる交渉において積極的な役割を果たしたいと考えるようになるであろう。トレーサビリティをより強力なものへと発展させることにより、規制制度を合理化する機会がもたらされる可能性がある。

Food 2040

洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活

東アジアは高齢化と飽食病に直面していることから、食生活の健全性の強化を目指して、アジアの健康に関する伝統と近代科学が融合することになると思われる。

主要な影響

- 科学により、アジアの伝統的な食品および薬剤の有効性が証明されるとともに、それらがさらに改善されることにもなるであろう。
- 農作物の栽培者は、特定の健康上のメリットをもたらすか、または必要とされる機能的化合物のためのバイオファクトリーの役割を果たす作物を栽培することにより、「伝統的なハイテク」食生活をサポートすることができる。
- 東アジア、そして特に中国は、科学に基づく機能性食品の分野における主要なグローバル・プレイヤーになるであろう。
- 東アジアは、遺伝学的に同種の人口集団をターゲットにした食品の重要な市場になると思われる。
- それまでの世代よりも欧米志向の強い東アジアの新たな高齢者層が、そうした強化食品の主要な市場になるであろう。
- 「伝統的なハイテク」食生活は、東アジアから世界のその他の地域へと移行していくことが予想される。



Image: IRRI Images (Flickr)

洞察の要約

東アジアには、食品を利用して特定の健康上の成果(肉体的スタミナの強化など)を達成したり、あるいは総合的な健康状態を増進したりするという、長年にわたる文化的伝統がある。欧米では、科学によって、食生活と健康との関係に対する理解において計り知れない進歩が成し遂げられてきている。その例として、他の食品の栄養価を高めるために使用できる特定の有益な化合物を分離したことや、食生活と遺伝

Food 2040

子発現の相互作用を解明したことなどが挙げられる。東アジアでは、技術的能力の発展と、高齢化および新たな食生活がらみの健康上の問題への取り組みの必要性により、食生活の健全性の強化を目指して伝統と科学が融合されることになるであろう。これは、研究開発に対する必要な投資を促すのに十分な規模の市場によって支えられることになる。

結果

- **科学によって幅広い機能性食品が開発されることになる。** 主要栄養素および微量栄養素の健康への影響の特定から、食品中の天然化合物および栄養素の分離と増強、さらには健康形質強化型の遺伝子組み換え作物を作り出すための遺伝子組み換えの応用に至るまで、新たな機能性食品を開発するための複雑なプロセスは、高度な生物科学的手法に大きく依存している。バイオテクノロジーが健康上や環境上の重大な問題を引き起こすことなく発展し続けていくにつれて、アジアにおける反発は弱まっていくことになるであろう⁶⁷ ([調査テーマ3 食糧技術: バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)を参照)。
- **機能性食品が各個人のニーズを満たす。** 研究が続けられていくにつれて、機能性食品およびニュートリゲノミクスによってより高度に個別化されたメリットが提供されるようになることが予想される。⁶⁸
 - **ゲノム** - 各々の遺伝子集団によって、機能性食品に対するニーズはそれぞれ異なってくる。例えば、日本の消費者は、欧米のような体重増加がなくても糖尿病を発症する場合がある。⁶⁹ 健康の遺伝的側面に取り組む機能性食品が人気を集める可能性がある。アジアは、遺伝子的に類似した人口集団の規模が比較的大きい(例えば米国と比べて)ため、この分野において主導権を握ることになる可能性がある。
 - **ジェンダー** - 更年期障害や前立腺癌といったジェンダー特有のニーズが、新たな機能性食品によって満たされるかもしれない。
 - **年齢** - アジアでは高齢者人口が増加していることから、加齢作用の進行を減速させると同時に総合的な健康状態を増進するのに役立つ新たな機能性食品が、機能性食品市場の主力品目になることが予想される。それまでの世代よりも技術的志向の高いアジアの新たな高齢者層が、強化食品の主要な市場になるであろう。
- **アジア式の拡散。** アジアの社会が商業およびメディアの対象範囲を拡大するにつれて、食品、食生活、および健康に関するアジア人の考え方がグローバル化することになる。例えば、「良い」成分が「悪い」成分かということに焦点を当てる(今日の欧米式アプローチの1つ)のではなく、バランスの取れた食生活というアジア式の考え方が広まる可能性がある。

Food 2040

- **欧米式食生活の信仰の衰退。** 飽食病の拡大における欧米式食生活の役割についての関心が高まるにつれて、食品に関する欧米式の考え方が次第に疑問視されるようになるであろう。
- **中国の伝統の商業化。** アジアの伝統的薬剤に関するエキスパートである中国の企業に、伝統的製品を近代化して商業化する機会がもたらされ、そして企業はそれを実現することができるであろう。その一方で、中国の科学者たちは、健康に対する中国式の考え方を探求し、さらなる洗練化を図ることになると思われる。
- **中国の伝統のグローバル化。** 健康に対する中国式の考え方が、中国国外でも商業化されてグローバル化されることになる。その結果として開発された製品が普及すると、中国の企業は食品と薬剤に関する欧米式の考え方の代替案を提案するようになると思われる。⁷⁰
- **食品科学のハブとしての中国。** 2040年までに世界最大の高機能食品市場になる中国は、健康、科学、および食生活関連の製品を開発してテストする立場に立つことになる。⁷¹ さらに、中国の人口集団は大規模で、なおかつ比較的同種の人々で構成されているため、同国はニュートリゲノミクスの魅力的な市場になる可能性がある(食生活に対する中国の影響力の増大に関するさらなる詳細については、[洞察 2 中国の欲するがままに](#)を参照)。
- **科学が伝統的薬剤の有効性を証明(そして改善)。** 科学によって生成された機能性食品が、テクノロジーによる強化食品に慎重な姿勢を示しているアジアの住民から理解を得るための方法の1つは、アジアの伝統的薬剤の有効性を「証明」することである。この実証は、伝統的医薬品に含まれている有効成分を特定して分離するか、または伝統的に食品自体に備わっていると考えられている効能をその食品に与えている成分を、科学的に加えるという2つの方法のいずれかを通じて行われることになる。

推進要因と傾向

- **バイオテクノロジーの受け入れの機運。** アジアの人々(特に日本人)は、バイオテクノロジーや「不自然な」食品に警戒心を抱いているが、こうした考え方が進歩していることを示す兆候が現れている。アジアの多くの国々が、遺伝子組み換え製品を含有物として受け入れているのである。遺伝子組み換え作物が関与する健康上の問題がいっさい発生していないことが、信用の向上を促進している可能性もある。⁷²
- **有益な生産物。** 消費者にとって有益な製品や生産物(脂肪分の少ない高オレイン酸油や、強化型オメガ3脂肪酸含有作物など)を生成するために、工学的に作り出された作物が増加するにつれて、こうした消費者志向の形質がバイオテクノロジーの評判を向上させることになる。

Food 2040

- **アジアにおける人口高齢化。**アジアの人口は次第に高齢化しつつあり、東アジア諸国における高齢者の比率は上昇している。⁷³ こうした高齢の消費者は、できるだけ健康な状態をできるだけ長く維持するのに役立つ製品を求めるようになる。⁷⁴ 政府もまた、国家の医療費を管理するために、高齢者の健康を維持することに意欲的である。
- **食品と健康に関するアジアの伝統。**食品や植物を薬にするという考え方は、多くのアジア諸国の文化に幅広く浸透している。こうした伝統が、栄養補助食品やニュートリゲノミクスの考え方と連動する。ある専門家によれば、伝統的な医療慣行を実践することが、機能性食品を普及させる際に大きなサポートになるという。⁷⁵
- **飽食病。**肥満、心臓疾患、糖尿病といった飽食病が東アジアに広まっている。⁷⁶ 伝統的な食生活から離れて欧米寄りの食生活になってきていることが、その1つの理由である。不健康な食生活がもたらす影響についての認識が高まってきたことにより、アジアの人々の間では、またかつての伝統的な食生活へと戻して、不健康な食生活の影響を軽減するための新たな方法を探し求める動きが活発化している。⁷⁷
- **経済的繁栄の拡大。**アジアの消費者の生活が豊かになるにつれて、それらの人々の間ではより高級な食品が食べられるようになっていくだけでなく、栄養補助食品のような特別な食品を購入する余裕も増大している。こうした新たに出現してきた中間層の人々が、機能性食品の市場を拡大することになると思われる⁷⁸ ([調査テーマ1 消費者動向:アジアの上層および中間層](#)も参照)。
- **アジアのバイオテクノロジー部門の成長。**アジアのバイオテクノロジー部門は関連企業の急増によって成長しつつあり、またグローバル・マーケット・シェアも拡大することが予想される。製品がアジアの消費者のためにアジアの企業によって開発されている限りにおいては、アジアの消費者による「土着」企業への信頼感が市場の推進を後押しすることになるであろう。⁷⁹
- **健康のための食事。**次第に東アジアの消費者は、癌などの疾病に対するある程度の予防策になると考えられている食品を食べるようになってきている。⁸⁰ 栄養補助食品部門の新製品は、こうした消費者の関心を利用して成長を推進することができる。
 - 日本の食品会社のエグゼクティブは、同国における味噌などの伝統的食品への回帰や、運動プログラムへの参加者の増加を、消費者が「自己治療」を行って健康上の問題を回避するための方法と見ている。⁸¹

Food 2040

影響と機会

- **伝統的な食品および含有物の改善。**伝統的な機能性食品および含有物は、有益なものとしてすでに消費者に受け入れられているため、新たな機能的メリットのための最適な提供手段となる場合がある。最善の組み合わせは、伝統的食品と追加成分の双方が整合したメリットをもたらす組み合わせなどであろう。例えば、消化器系の健康に関連する伝統的食品と、新たなプロバイオティクス成分の組み合わせなどである。
- **農産物の機会。**農産物の栽培者には、特定の健康上のメリットをもたらす作物を栽培するか、または必要とされる機能的化合物のためのバイオファクトリーの役割を果たす遺伝子組み換え作物を開発することにより、「伝統的なハイテク」食生活の確立において役割を果たす機会がもたらされることになる。
- **エントリー・ポイントとしての安全性。**東アジアの人々は、食品の安全性や汚染の問題に大きな関心を抱いているため、安全性と純粋さの確保に役立つ生物科学を応用することにより、食品および健康のその他の側面におけるバイオテクノロジーの受け入れへの道が開かれる可能性がある([洞察 3 信用の獲得](#)を参照)。
- **研究開発の機会。**東アジアが最先端食品科学分野における全能力を構築するまでには、長い期間を要することになると思われる。それまでの間は、欧米の企業や大学にとって、基礎科学を実施して製品の開発およびロールアウトを行う豊富な機会が存在することになる。たとえ中国の企業が能力を向上させた場合でも、欧米の企業が基礎科学と製品開発の双方でそれらの企業とパートナーを組むべき好機は、長期間にわたって続くことになるであろう。
- **潜在的リーダーとしての日本。**日本は遺伝子組み換えの受け入れに慎重であるという風評があるが、日本の多数の専門家は、食品と幸福に対する社会的見解、遺伝子組み換えに対する不安の度合いの低下、若者の間に見られるバイオテクノロジーについての新たな受け止め方、および機能性食品を利用した飽食病への取り組みに対する関心の増大に言及して、同国は伝統的食品と遺伝子組み換え食品の混合に十分に対応できることを示唆している。⁸²
- **バイオテクノロジーの安全性の保証。**品質と信頼性に関する第三者証明機関の役割を果たすことにより、欧米の農業団体は受け入れに慎重な消費者に対して、遺伝子組み換え機能性食品の安全性とメリットを売り込むことができるかもしれない。
- **自然界の方法。**東アジアの人々は、すでに自然界で発見されている成分を通じて健康の増進を助ける食品を、最も積極的に受け入れる性向を示すことになると思われる。このことは、たとえそうした成分が技術を通じて食品に添加される場合でも同じであろう。

Food 2040

- **食生活の役割。**アジアの消費者は、健康的な食生活について考える際にはバランスという概念から入ると思われるため、食品や含有成分が「良い」か「悪い」かに主に焦点を当てる北米の人々よりも、包括的な食生活改善計画に対して受容力が高いかもしれない。
- **製品の急増。**ジェンダーや年齢などに特有の食生活ニーズを満たす食品の開発機会があることから、小売製品やレストランのメニューの品目数が増加して、棚スペースや流通システムに過度の負担をかけることになる恐れがある。そのため、この潜在的に雑然としたシステムを簡素化する方法(適度な数の基本的な食品および成分の中から、各々のニーズに適合した食事を作り出すなど)を見つけることのできる企業が、優位に立つことになるかもしれない。
- **機能性食品ショップ。**最先端の機能性食品を軸にした、新たなビジネスを構築する機会がある。1つのモデルとして考えられるのは、現在 Weight Watchers や Jenny Craig で行われているのと同じようにしてユーザーが健康食品システムへの参加を申し込む、ダイエット食品療法である。この健康食品システムでは、最適な食生活診断などの付加サービスを提供したり、ブランド品の機能性食品を目玉商品として提供したりすることもできる。
 - **その他のサービス。**前述したように、診断サービスや食生活カウンセラー、あるいは製品によっては何らかのタイプの調剤サービスを提供する機会がある。
 - **個別化された流通。**次第に食品の個別化が進むということは、次第に流通の個別化も進むということであり、そのため食品を製造して小人数のグループやさらには個人にまで配送するためのシステムを、段階的に構築していくことになる。
- **代替食。**機能性食品の全体的な栄養素含有量が増加すると、バランスの取れた食事を構成する必要性がなくなる可能性がある。健康バーや栄養ドリンクといった単一製品は、それだけで食事一食分の栄養を摂取することができるからである。この考え方は、食品を燃料と考えている多忙な若い世代の人々の間で人気を集める可能性がある。特に、消費者が自らの成功のために役立ちそうな何かしらの優位性を探し求めている、新興市場においてそうした傾向が強いと思われる。
- **孤立した人々の遺伝子適合食。**もし中国がアジアのニュートリゲノミクスに基づく食糧需要を掌握することになると、小規模な遺伝子集団は、規模が小さすぎてニュートリゲノミクスのメリットを提供しても収益が出ないと見なされて、食品会社から無視される可能性がある。そのような「食生活で孤立した」グループは、NGO に擁護されて、自分たちの遺伝子構造を対象にした食品の開発に対して政府の支援を受ける場合がある。

Food 2040

- **エスニック健康食品**。アジアの人々が引き続き独自の健康的食事を生み出していき、文化の流れによってそうしたコンセプトが全世界に運ばれるにつれて、エスニック料理のジャンルがエスニック健康食品のジャンルへと姿を変えて、レストラン、調理済み料理、料理本などをにぎわせることになる可能性がある。
- **さらに前へ、さらに速く**。アジア諸国の多くの文化では、食品と健康が欧米諸国の多くの文化よりも深く関連付けられているため、アジアの文化のほうが、新たに出現してきた生物科学、ナノ科学、および IT の健康への応用を、欧米の文化よりも迅速に前進させられる可能性がある。

Food 2040

洞察 5 サービスとしての食品：キッチンのないアジア

2040年には、日本の食品の70%以上が、家庭外で調理されている可能性がある。その結果、食品は製品からサービスへとシフトすることになる。消費者は食品のほとんどを信頼できるブランド、店舗、および食品サービス専門店から調達するようになり、その大半は加工食品や調理済み食品になることが予想される。日本を発祥地とするこうした傾向は、やがてその国境を越えて、特に中国、台湾、および韓国の数々の都市を筆頭に、東アジアのその他の都市部にも広がっていくものと思われる。農場から食卓に至るまでの食糧システム全体が、家庭での料理離れによる影響を受けることになるであろう。



Image: Trishhhh (Flickr)

主要な影響

- レストラン、食品サービス・チェーン、コンビニエンス・ストア、その他の各種小売店が、消費者と食糧システムとの主要な接点になる。
- 生産者と加工業者は食品サービスに一層の重点を置くようになって、消費者との直接的なつながりが希薄化していく。
- マーケティングの対象が、消費者から日本／アジアの食品加工業者および小売業者へと移行する。
- 高度に差別化された市場に的を絞った商品を提供するために、激しい競争が繰り広げられることが予想される。
- 流通とロジスティクスが高度に結合して複雑化する。
- 食材の消費者向け最終市場に対する食品関連業者からの資金投入額は、次第に減少していく。
- 家庭の調理人が、もはや食品生産者と飲食者との間の信頼できるクッションにならないため、ブランド業者および小売業者は、消費者の信用の獲得と維持に向けてますます大きな重圧にさらされる。
- 食品の生産、保護、保存、検査、配送、調理のためのまったく新しい技術が急増する。
- 中国のような人件費の安い国が、日本に調理済み食品を輸出することで、日本の台所となる可能性がある。

Food 2040

洞察の要約

家庭で進む料理離れを受けて、東アジアの食品サプライ・チェーンは、製品としての食品からサービスとしての食品へと軸足を大きく移すことが予想される。現在のところ、これは日本の若年世代に多く見られる最新の都市型現象であるが、中国をはじめ東アジアのその他の都市部でも、料理を外部から調達する傾向が着実に強くなってきている。食品業界で成功するプレイヤーとなるのは、熾烈な競争、食材からブランド業者、小売業者、レストランへの移行、大きく多様化する消費者の嗜好、ならびに食品の生産、流通、調理のあらゆる側面における継続的な技術革新を特徴とする市場を予測し、それに適応していく業者であろう。

結果

- **委託調理への自己強化型移行。**日本では、ここ数十年にわたって家庭での調理の頻度が着実に低下し続けている。その推進要因となっているのは、小家族化、女性の労働参加、家庭での調理をほとんど手伝わない若年世代の増加、米国式のファーストフードやその他の食品サービス・チェーンの急増といった自己強化の傾向である。その結果、日本の消費者の食費の中で家庭外調理食品への支出が占める割合は、2010年の38%から2040年までには70~80%にまで拡大することが予想される。
 - **逆傾向:食通。**当然ながら、料理に夢中になる人も出てくるわけで、中国では「食通」の数が増加している。専門家が示唆するところによれば、日本の若者の間には、男性も含めて、料理が主流のアクティビティから外れてきているにもかかわらず、熱心に料理に取り組んでいるサブグループがあるという。⁸³
 - **逆傾向:所得の開き。**日本では、ハイエンドの消費者とローエンドの消費者との間で、消費者所得に開きが生じてきている。日本は相変わらず豊かさを維持していくとは思われるが、動きの緩慢な経済と人口の高齢化に伴う負担によって消費者支出が制約される可能性がある。
- **委託調理の地域的広がり。**東アジア全体にわたって日本と同様の推進要因が見られることから、家庭における料理離れの動きは日本以外でも加速する可能性が高い。例えば、アジア全域に共通する1つの強力な推進要因は、加工食品の消費やレストランでの食事の増加につながる傾向のある都市化である。

Food 2040

- **中国ではより速く進行。**中国では、家庭における料理離れがすでに始まっている。同国の場合には、日本の経験を通じてモデルを認識しているため、日本のケースよりも速いペースでこの現象が進行していくことが予想される。
- **数が減少し、豊かさが増す中国の女性。**中国では、依然として国民のほぼ全員が結婚しているが、2040年までには、2つの理由でこうした状況が変化することになる。第1に、一人っ子政策とそれに起因する男女産み分けのための中絶によって生じた男女比の不均衡により、結婚相手を見つけられない男性がさらに増加する。第2に、中国の都市部の女性は自ら収入を得て経済的に自立するようになり、そのため東アジアの先進国における女性の例と同様に、多くの女性が出産や結婚を断念する。こうした家庭を持たない独身男性と多額の自由裁量所得を持つ中国人女性という2つの要因が相まって、委託調理に依存する傾向に拍車がかかることになるところ。
- **中国が加工。**中国は実質的に日本の台所となり、日本人の味覚に合わせた加工食品および調理済み食品を大量に供給することになるかもしれない。⁸⁴
 - **中国の食品産業が高級化。**日本の消費者、その他の外国市場、および自国の消費者階級に食品を供給するために、中国では信頼できる革新的な加工食品産業が構築される。
- **食材の消費者市場の縮小。**食材の消費者市場は縮小していく。食品の生産業者および加工業者は、消費者との直接的なつながりをさらに減らして、消費者と食糧システムとの主要な接点となる小売業者、食品サービス・チェーン、およびその他の各種小売店に一層の重点を置くようになる。
- **信用の外部委託。**従来、家族によって担われてきた基本的な役割(食品の選択、購入、調理)が家庭から離れるのに伴い、信用の中枢も移行する。東アジアの消費者は、今後も引き続き安全性と品質に対する保証を求めていくことになると思われるが、そうした保証を提供する責任は、消費者の主要な食物源となる機会が増加するブランド業者、小売業者、および食品サービス専門店へと移行することになるであろう([洞察3 信用の獲得](#)を参照)。
 - **ブランドの重要性がさらに増大。**安全性と品質の証として、ブランドの重要性がさらに増大する。食品加工会社は、品質を守るためにサプライヤーと緊密に連携することが必要となる。
 - **極めて局地的な信用。**多くの場合、信用は、例えば信頼できる限られた調達先から食材を購入する街角のラーメン店限定というように、極めて局地的なものになることが考えられる。こうしたケースでは、消費者がバリュー・チェーン全体を見通せる場合がある。

Food 2040

- **食材としての梱包。**例えば鮮度の強化や監視ができるなどのアクティブ／インテリジェント・パッケージングが、多くの食品にとって競争上の必須要件になる可能性がある。
- **食品サービスのラベル付け。**含有栄養素表示ラベルが加工食品に対する透明性と信用をもたらすのと同様に、レストランやその他の食品サービス提供者も、提供する料理に栄養素や原産地の表示を付けて品質を証明するという方法を導入するかもしれない。また加工食品に対するラベル付けにも変更が加えられて、より多くのトレーサビリティデータやその他の新たなタイプの安全性／品質データが含まれるようになる可能性がある。
- **都市部でのハイテク生産。**輸送コストを削減するとともに信用を強化するために、食品会社は食品の生産拠点を消費者により近いところ（消費者が生活している都市の中も含む）へと移転させる道を選ぶ場合がある（これに関する詳細については、[洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活](#)を参照）。
 - **垂直農法。**消費者から信用され、なおかつ需要の変化に合わせて素早く仕様を変更できる質の高い小規模な園芸を行うために、垂直農法が利用される可能性がある。垂直農法というのは、都市部に建設された専用の高層建造物の中で、水耕法または気耕法で食糧作物を栽培する農法である（[調査テーマ 3 食糧技術：バイオテクノロジーと農業イノベーション](#)を参照）。
 - **3D の食品製造。**注文に応じて特製料理を作ることができる、「フード・プリンター」が消費者市場に出回ることが予想される。⁸⁵ さまざまな料理を迅速かつ確実に量産できるフード・プリンターの登場により、東アジアでは消費者がキッチンを使わずに食事をするのが一層容易になり、伝統的な調理が置き去りにされてしまう可能性がある。
 - **ロボットによる配達。**利便性を高めるとともに、自由に移動することが困難な高齢者の手助けをするために、近隣の店舗や配送センターからの宅配にロボットが使われるようになる可能性がある。これは、都市部や郊外の近郊にある住宅地といった特定の地域では、比較的有効に機能することになるであろう。日本と韓国が、この分野においてイノベーションをもたらすことのできる位置にある。
- **輸出入比率の変化。**東アジアの消費者の家庭での調理頻度が低下して、代わりに加工食品や調理済み食品、食品サービス事業者の提供する食事の利用が増えるにつれて、輸出入の比率が変化する。例えば、調理済みの食事を使用するには冷凍食品のほうが安上がりのため、日本では冷凍されていない冷蔵牛肉よりも冷凍牛肉の輸入量のほうが多くなる可能性がある。⁸⁶
- **流通の断片化。**消費者が、スーパーマーケットなどの大型総合店舗を次第に利用しなくなり、代わりにコンビニエンス・ストアや食品サービス専門店により多くの商品を購入するようになるため、最終市場が断片化される。そのためサプライ・チェーンがさらに複雑になる可能性がある。

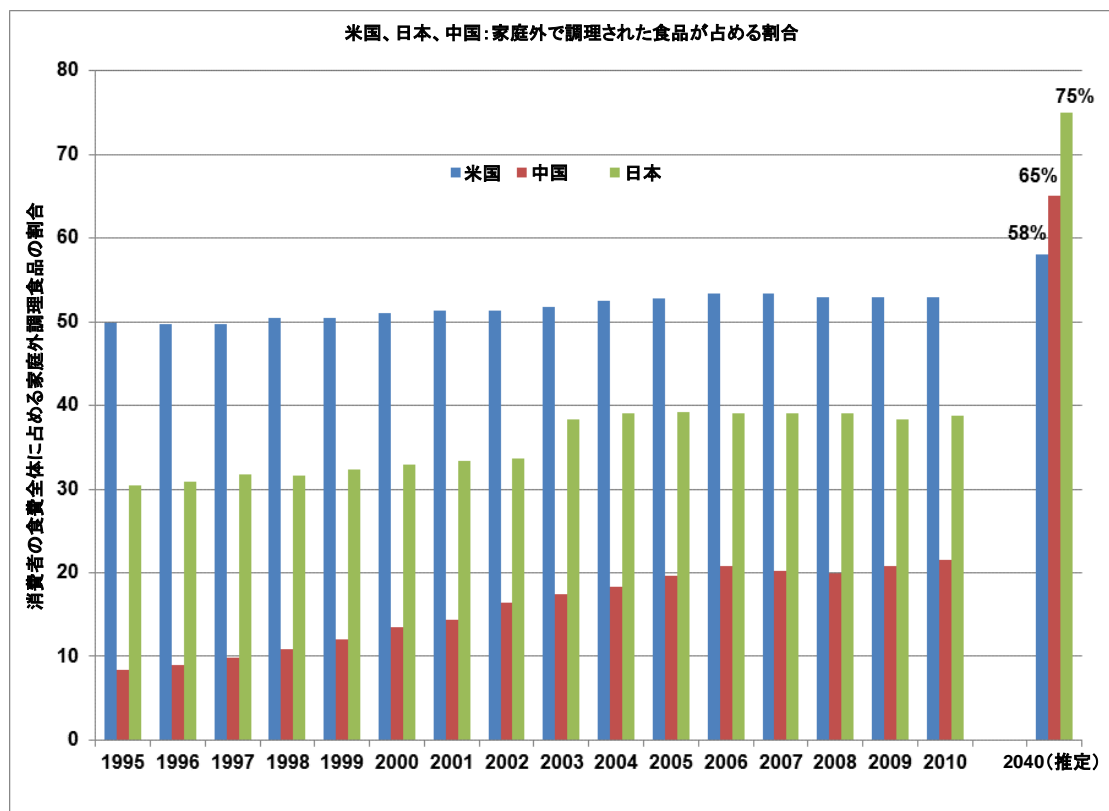
Food 2040

- **キッチンの再設計。**キッチンが縮小されて、おそらく調理台 1 台に、電子レンジ、冷蔵庫、3D フード・プリンターといった主要電気製品を加えた程度のものになるであろう。
 - **検査場としてのキッチン。**家庭のキッチンは、ほかの場所で購入した食品の品質を、消費する前に再確認するための場所になる可能性がある。調理台に埋め込まれたセンサーか、またはハンドヘルド・デバイスを使って食品をスキャンし、その品質と鮮度を見極めるとともに食材を正確に特定することができるようになる。そのほかに、インテリジェント・パッケージと連動して、より多くのデータを表示するセンサーも出てくるかもしれない。
 - **食料庫としてのキッチン。**料理用コンロはほとんど必要とされなくなる。電気製品は、ほかの場所で調理された食事の保管用と再加熱用のものだけになると思われる。

推進要因と傾向

- **日本における家庭外調理の増加。**日本では、家庭外で調理された食品を利用する割合が 1960 年代から着実に増加し続けており、1963 年には日本の消費者の食費全体の約 11%であったのが、2010 年には 40%近くにまで上昇している(下記のグラフ:「米国、日本、中国:家庭の外で調理される食品の割合(1995~2040 年)」を参照)。
 - **中国が追随。**こうした傾向はすでに中国でも明白になっている。家庭外調理食品に対する支出は、1995 年の 8%から 2010 年には 21%と、過去 15 年間で 250%を上回る増加を見せている。
 - **米国では増加傾向がより緩やかで、しかも異なっている。**米国の場合には、2010 年の家庭外調理食品に対する支出は消費者の食費全体の約 53%と、過去 15 年間でたった 3%しか上昇しておらず、また 2040 年までを見ても 58%までしか上昇しないと思われる(こうした傾向に関するさらなる詳細については、[調査テーマ 1 消費者動向:アジアの上層および中間層](#)を参照)。

Food 2040



- **料理嫌いの若者。**日本の若年世代は料理に関心がなく、もっと別のことをするのに時間を使ったほうが良いと考えている。⁸⁷ ある情報源によれば、日本の最近の若い母親の4分の1は包丁を持っていないという。⁸⁸
- **小世帯化。**日本では、高齢化、晩婚化、および子供の数の減少によって世帯規模が縮小しており、そのため家族のために料理を作ってみんなで食事をしようという気持ちに駆り立てる誘因が弱くなっている。世帯規模の縮小に伴い、かつては手料理に多くの時間を費やしていた高齢世代の間でさえも、調理に費やされる時間が減少しつつある。⁸⁹

Food 2040

- **現代的な高齢者。**日本およびその他の東アジア諸国の高齢者は、次第により現代的な世代の仲間入りを果たしていき、今日の高齢者ほど伝統に執着しなくなり、それに加えて欧米式の加工食品やファーストフードに接する機会も増えていく。⁹⁰ またそのほとんどは、過去の世代の人々と比べて近所に住む親戚の数も減り、それによっても家庭外調理食品への移行がさらに促進される。
- **所得の増加。**とりわけ中国を筆頭に、アジア諸国では所得が増加傾向にある。ある推計によれば、中国では 2030 年までに、11 億人もの国民が中間層（アジア開発銀行の定義では、1 日に 10～100 ドル使うことのできる世帯）に属することになる。⁹¹ 生活が豊かになった国民は、こうした所得増加分の一部を、より健康的で安全な食品への支出に回すようになることが予想される⁹²（背景情報については、[調査テーマ 1 消費者動向：アジアの上層および中間層](#)を参照）。
 - **日本は例外。**日本は今後も中国と比べて豊かさを維持していくと思われるが、消費者支出はしばらくの間制約されるかもしれない。労働生活のほとんどを停滞気味もしくは後退気味の経済環境の中で展開していくことになるという実情を考えると、未来の高齢者が特に大きな制約を受けることが予想される。
- **家庭外調理食品の選択肢の急増。**日本では、家庭外で調理された食品を入手するための便利な方法が全盛を極めており、中国でも今後 10～20 年以内には同様に一般的になる方向へと向かっている。無数のレストラン、ファーストフード店、および宅配オプションに加えて、セブンイレブンなどのコンビニエンス・ストアでは、新鮮ですぐに食べられる多彩な食品が販売されている。
- **中国の食品産業の成長。**中国の食品製造および食品加工能力は急速に進歩している。⁹³ 基準および慣行はまだ大幅に改善しなければならぬが、次第にその能力を高めつつある中国の食品産業は、この傾向が中国で広がってきたときにはそれに対応することができると思われ、さらには加工食品製品を日本やその他のアジア諸国に輸出することもできるようになるであろう。
- **女性の役割の変化。**女性の役割とライフスタイルの変化が、東アジアにおける食習慣の変化の主要な推進要因である。
 - **晩婚。**東アジアの先進諸国（日本、韓国、台湾）では、女性の晩婚化が進んでいる。これらの国における女性の平均初婚年齢は、現在は 29～30 歳となっていて、これは欧米諸国の平均初婚年齢よりも高い。⁹⁴
 - **未婚。**東アジア全体にわたり、まったく結婚しない女性が増加している。例えば、日本では 20 代の女性の 60% が現時点でまだ結婚しておらず、これは 1970 年代の 20% から大幅に増加している。また台湾では、30～34 歳の女性の 37% が結婚していない。⁹⁵
 - **働く女性の増加。**東アジアでは、女性の 3 分の 2 が企業などの組織に勤めている。⁹⁶

Food 2040

- **中国のゆがんだ男女比率。**中国では、依然として国民のほぼ全員が結婚している。しかし、2000年代序盤から離婚率が上昇し続けており、また平均初婚年齢も上昇しつつある。こうした既婚女性の減少傾向は、一人っ子政策の後遺症によってさらに拍車がかかる。ある推計によれば、2030年までに、中国の25歳以上の男性の8%がまったく結婚できない状態になりそうである。⁹⁷

影響と機会

- **食糧システム全体への波紋。**東アジアの食糧システムにかかわるすべてのプレイヤーが、家庭における調理離れによって影響を受ける。
 - **食品会社の資金投入先の変化。**調理済み食品やブランド食品への消費者嗜好の移行により、各食品会社は、食品自体よりも、マーケティング、パッケージング、および製品のその他の側面により重点的に資金を投入することになる。いくぶん逆説的ではあるが、これによって農産物に対する需要が安定する可能性がある。というのも、農作物価格の変動というのは消費者にとってはそれほど重大な問題ではなく、消費者はそれぞれの基本的な食糧消費水準を変えことなく、異なる製品統一小売価格の間でやりくりすることができるようになるからである。
 - **小売業者間の競争の激化。**あらゆるタイプの食品小売業者の間で競争が激化し、またあらゆる価格水準において、レストランを含む食品サービス業者が急増する。しかし、そうした成長のほとんどは、ファーストフード店とセブンイレブンのようなコンビニエンス・チェーンの間で生じると思われる。そうした動きはすでに日本において進行しており、その日本のモデルが最初から利用できることから、中国やその他の低所得市場ではその動きがさらに速く進行する可能性がある。
 - **流通の機会。**最終市場が専門化してサプライ・チェーンが断片化することにより、流通およびロジスティクスのネットワークおよびツールを構築する大きな機会がもたらされる可能性がある。
 - **より十分な前加工。**食品加工業者と場合によっては小売業者によるさまざまな形での食材のカット、組み合わせ、および調理を通して、販売する前に食品を十分に加工することが必要となる。
 - **市場での販売。**食品がサービスと考えられるようになった場合、こうした消費者の考え方の基本的な変化のおかげで、食品の市場での販売方法が変わってくる。
- **より多様で豊かな市場。**東アジアでは、さらに数百万人の消費者が中間層または富裕層に加わってきて、高品質のブランド食品や加工食品を求めるようになる。

Food 2040

- **高価値食品市場が成長。**欧米の先進国市場で生じているのと同様に、加工食品に対する需要が増大して、食品会社、サプライヤー、および流通業者に大きな新しい機会がもたらされる。
- **米国と日本のブランドには先発者の優位性。**グローバル・ブランドは、すでに中国およびその他の地域の富裕な消費者からより大きな信用を得ており、こうした信用面の優位性は、加工食品が家庭での調理に取って代わるようになるとさらに重要になってくる。
- **抑圧された日本の消費者。**日本の持続的な景気低迷を考えると、食品会社はより厳しい価格限界の範囲内で、なおかつ複数の価格水準において、変化する日本の消費者の需要を満たし続けていかなければならない。
- **革新的な食糧技術。**こうした動向によって、革新的な食糧技術の開発に拍車がかかる(このテーマに関する詳細については、[洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活](#)を参照)。
 - **長い保存可能期間。**調理や冷蔵の必要がなくて相当な長期保存が可能な加工食品を、革新的に開発する機会がもたらされる。しかし、日本をはじめとする新鮮さを求める市場においては、そうした製品はその分野における消費者の認識に照らして提供しなければならない。
 - **アクティブ／インテリジェント・パッケージング。**アクティブ／インテリジェント・パッケージングは、食品向けスマート・パッケージングの2つの新しいジャンルである。東アジアにおける家庭料理離れにより、双方のパッケージングに大きな機会がもたらされる。アクティブ・タイプのパッケージングは、製品自体と相互作用して、例えば鮮度を長持ちさせるための抗菌剤をにじみ出させたりする。インテリジェント・タイプのパッケージングは、製品とその周辺環境の状態を感知して報告するもので、これはトレーサビリティシステムに不可欠なものになるかもしれない。
 - **ニュートリゲノミクス。**ニュートリゲノミクスは、特定の人口集団向けに調整された栄養学的に適切な加工食品を作るために応用される、重要なニッチ分野になる可能性がある。⁹⁸
 - **スマート電子レンジ。**食品加熱テクノロジーは、より高度なものにしていく必要がある。例えば、スマート電子レンジには、複数の食品の組み合わせを同時に調理できる機能が装備されるようになる。
 - **ハイテク生産および調理。**垂直農法と3Dフード・プリンティングは、いずれも相当数の新製品パイプラインを生み出す潜在性を有している。

Food 2040

- **高齢者のための調理済み食品。**今の若年世代の人々が高齢化したとき、彼らは今日の高齢者よりも非伝統的な革新的食品に対して受容的になるものと思われる。ニュートリゲノミクスやその他の科学的進歩によって実現した技術革新により、市場の重要な部門が明確化される可能性がある。
- **食品調理センター。**時には料理をしたいが自宅にキッチンがないという消費者や、あるいはもっと手の込んだ料理を作りたいという消費者のために、おそらくは 3D フード・プリンターやその他の高性能調理器具が設置された、市民共用キッチンが出現してくる可能性がある。
- **前加工済み食材の輸入。**食材の前加工および組み合わせには労働力が必要である。日本および東アジアのその他の富裕市場向けの食品を作るために、発展途上国市場の比較的人件費の安い労働者が雇用されるが、十分な自動化を行うことでも同様のコスト節減を実現できる可能性がある。

Food 2040

洞察 6 新たな超ニッチ化の時代

東アジアでは、特殊性や付加価値のある食品および食材が急増して、それが同地域の農産物の消費において次第に主流となっていく。所得の増加と次第に複雑化する嗜好が推進要因となって、東アジアの取引および消費は「ニッチ化」を特徴とするようになり、そこから特殊な製品の生産および流通の機会がもたらされることになる。

主要な影響

- アジアの消費者の品質意識の向上を反映する、高規格のブランド化された農産物を開発する。
- 付加価値食品および食材の開発、生産、取引を行う。
- 特殊な作物と食品をアジアの新興ニッチ市場と結びつける。
- 市場の断片化の初期兆候をとらえるために、東アジアの市場において出現しつつある食品と食品カテゴリーを特定する。
- 新たな価値強化作物に対する開発パイプラインを追跡する。
- 的を絞った特殊食品カテゴリーを開発するため、東アジアの新興食品加工業者と関係を構築する。
- 特殊飼料用穀物を売り込んで、ニッチの肉製品を市場に流通させる。



Image: agrilifetoday (Flickr)

洞察の要約

2040年までに、東アジアにおける農産物取引ははるかに細かく断片化され、幅広い新たな特殊食品および食材の出現によって、それまで主流となっていた大口農産物の出荷量が減少する。アジアの家畜飼料用穀物需要の増大によって引き続き大口穀物の需要も増大するが、今後の農業貿易の長期成長の推進力となるのは新しい特化された穀物製品と食品である。農作物は次第に追跡することができるようになり、

Food 2040

栄養強化、有機生産、およびその他の無数の形質に基づいて、高価値作物のさまざまな流れを分離することができるようになる。東アジアでは、消費者の増大するニッチ食品需要を満たすために必要とされる高度な協同一貫ロジスティクス・システムを構築して、特殊穀物の監視と輸送を行うことになる。

結果

- **消費者のニッチ需要。**東アジアでは、所得の増加によってニッチ製品に対する需要が高まる。
 - **有機食品。**東アジアでは、現在はまだわずかではあるものの有機食品に対する関心が徐々に高まりつつあり、2040 年末までにかけて同地域全体を通して平均所得が増加するにつれて、有機食品に対する需要が高まっていくものと思われる。⁹⁹ 東アジアの消費者の食品を利用した健康増進への関心が、有機食品に対する関心の増大に寄与することになる。
 - **栄養強化。**消費者および食品加工業者の間において、健康状態の維持および増進に役立つ食品に対する需要が高まる。¹⁰⁰ また、健康状態の維持および増進に役立つ食品に対する消費者需要を満たそうとしている食品加工業者の間では、栄養面が強化された穀物に対する需要も増大する([洞察 4 アジアの伝統的なハイテク食生活を参照](#))。
 - **トレーサビリティ。**より機能性の高いトレーサビリティおよび食品品質保護インフラの開発により、東アジアの消費者は、ラベル付けの改善かオンライン情報リソースへのアクセス向上のいずれかを通じて、より多くの調達情報にアクセスできるようになる。
 - 東アジアにおける新たなトレーサビリティ要件により、作物に関するより多くの情報を維持するとともに、新たなタイプの情報を感知して追跡する必要性が生じることで、農作物の出荷に対するロジスティクス上の課題が増加する。
- **特殊製品のサプライ・チェーン。**東アジアにおけるニッチ食品市場の成長により、専門化された出荷の必要性が高まり、出荷業者と生産業者の双方に、製品の分離および閉じ込めに対する能力を拡大する必要性が生じることになる([洞察 5 サービスとしての食品:キッチンのないアジアも参照](#))。
 - **特殊製品の加工。**食品の特殊な特性に対する東アジアの消費者需要の増大により、新たな食品加工テクノロジーの導入が必要とされるようになる。農場から食品加工施設に至るまでの間、設備には数々の特殊製品の独特の特性に対処してそれを保護する機能が必要とされるようになる。

Food 2040

- **新たなロジスティクス・イノベーション。**ロジスティクスのイノベーションにより、出荷穀物のコンテナへの積み込みの費用対効果が向上する。将来的にそうしたイノベーションを実行してコンテナへの積み込み作業を分散させれば、協同一貫積込作業場までの穀物の輸送代が削減されるであろう。
 - 中国およびその他のアジア諸国の輸送インフラの構築において、この種のイノベーションを導入することにより、貨物鉄道を農村部にまで拡張するコストが低減する。
- **穀物の多様化。**2040 年末までにかけて、従来の作物育成と遺伝子導入法の双方により、はるかに多種多様な特殊穀物が作り出されるであろう。
 - **機能性飼料。**従来のハイブリッド型と遺伝子導入型のどちらの機能性飼料もその種類は増加しており、そしてバイオテクノロジーを利用した新たな方法によって、さらに新たな種類の開発が加速するものと思われる。中国は、すでに高フィターゼ遺伝子組み換え飼料用トウモロコシの使用を認可しており、さらに 2020 年までには、新たに集約された中国の飼料会社に、多数の遺伝子組み換え製品ラインが導入されることが予想される¹⁰¹ ([洞察 1 生物科学は東へと進行](#)を参照)。
 - **有機穀物。**次第に富裕になりつつある東アジアの消費者による有機食品の需要の増大により、東アジアの穀物サプライ・チェーン全体にわたって、より強力な分別と同一性保持が必要とされるようになる。
 - **特別な指定に基づく穀物。**東アジアの消費者の間における食品の出所への関心の増大により、同一性(アイデンティティ)が保護された穀物に対する需要が高まる。
 - **バイオ燃料用穀物。**工業用穀物に関する最新の研究開発では、高アミラーゼ・トウモロコシなどのように、バイオ燃料の生産量を増加させる形質を強化することに重点が置かれている。¹⁰² 長期的に見ると、非食品系バイオマス原料を使ったバイオ燃料生産の商業化により、バイオ燃料用穀物は減少していくことが予想される。
 - **生化学用(穀物)。**薬剤および生化学成分の生産のために工学技術によって作られた穀物は、2040 年末までにかけて、穀物生産の中の一角を占める、小規模ながらも次第に拡大していく極めて価値の高い部分を形成していくものと思われる。これらの穀物は、最初に地域の加工施設に向けて出荷されるが、こうした作物によって、閉じ込めおよび分離に対する新たな要件がもたらされる。
- **工学的農業。**複数の形質のより容易な組み込みを可能にする遺伝子スタッキング法の発展により、生産されている作物種の数が増加する。

Food 2040

- **遺伝子組み換え作物のスタッキング**。人工染色体などのイノベーションの幅広い導入により、新たな遺伝子組み換え作物の開発が加速することが予想される。形質はさまざまに異なる応用形でスタッキングされるため、複数の遺伝子組み換え形質を単一の遺伝子組み換え作物にスタッキングできることにより、遺伝子組み換え作物種の数が増加する。
- **中国の特殊穀物**。中国は、農業バイオテクノロジーの研究に多額の投資をしていることから、次第に新たな一連の遺伝子組み換え作物の開発国として台頭してくることになるであろう。
- **永続的な規制の相違**。2040 年末までにかけて、アジア諸国間における食品に対する規制および基準の差異は小さくなっていくが、重要な相違は残るものと思われる。地域全体を通して経済と貿易が成長していくのに伴い、規制の相違は農産物の流れの断片化を促進することになるであろう。¹⁰³
- **触媒としての中国**。今後、中国が人々の直接的な消費として遺伝子組み換え食品を受け入れていくと、アジア地域の食品調達にかなり大きな影響を及ぼすことが予想される([洞察 2 中国の欲するがままに](#)を参照)。日本などの国は大口穀物の出荷品に大きく依存しているが、中国による遺伝子組み換え食品の受け入れが、サプライヤー間における遺伝子非組み換え穀物の供給力に影響を及ぼすことが予想され、それが引き金となって、同一性が保護された穀物やコンテナによる穀物出荷品に対する日本の消費者の関心が高まる可能性がある。¹⁰⁴
- **日本のスーパー・プレミアム**。遺伝子組み換え食品の受け入れにより、日本のような遺伝子非組み換え作物の生産国は、アジア諸国やその他の諸外国の市場において、コメやその他の農産物を「スーパー・プレミアム」の遺伝子非組み換えカテゴリとして販売できるようになる可能性がある。¹⁰⁵ ただしこの戦略が実行可能となるのは、両者の相違に関心を持っている消費者の数が十分な水準に達している場合に限られる([洞察 1 生物科学は東へと進行](#)および[洞察 5 サービスとしての食品:キッチンのないアジア](#)を参照)。

推進要因と傾向

- **要求の厳しい消費者**。東アジアでは、先進国と発展途上国のいずれの消費者も、食糧供給システムに対して厳しい要求を突きつけている。

Food 2040

- **アジアの消費者は安全性を要求。**アジアの消費者は食品の安全性に不安を抱いていて、それらの消費者の間では、品質が保証された食品に対する需要が高まってきている。¹⁰⁶ 台湾では、例えば有機食品は品質と安全性が保証されているなどの理由から、多くの消費者が高価な有機食品を選んでいる([洞察 3 信用の獲得](#)を参照)。
- **トレーサビリティと追跡。**東アジアの富裕な消費者は、食品のトレーサビリティと原産国のラベル付けを求めている。また東アジアの食品加工業者も、自社製品の品質と効率性を維持し強化するために、トレーサビリティのさらなる向上を望んでいる。¹⁰⁷
- **機能性食品。**機能性食品に対する需要は断片化されてきている。重要性が増してきている健康上のメリットには、心臓の健康の増進、消化管の健康のためのプロバイオティクス、微量栄養素などがある。¹⁰⁸
- **特化された食肉。**中国の消費者は、より多様な食肉を求めている。例えば、いくつかの種類の豚肉は低脂肪肉として販売されていたり、あるいは育てられた餌に基づいて販売されていたりする。¹⁰⁹
- **韓国の消費者は検査を要求。**韓国の消費者は、放射線を浴びた食品を消費することに抵抗を示している。韓国の食品会社は、中国から調達した食材については検査を行って、それが放射線を浴びているかどうかを見極めることでこうした要求に対応している。
- **日本における需要の両極化。**日本では消費者所得が両極化しつつあり、ハイエンドの消費者とローエンドの消費者との間の格差が広がっている。日本の食品ブランドは、製品ラインを価格と品質で区分することで、こうした格差の広がりに対応している。¹¹⁰
- **中国の消費者は斬新さを要求。**日本、韓国、および台湾と異なり、中国は過去数十年間にわたり新しい欧米の食品の漸進的な導入を経験していない。同国の場合には、欧米の製品に対する需要が何年にもわたり抑圧され続け、そしてそれがいっせいに解放されたのである。現代の中国の消費者は、革新的で独特な欧米の食品を依然として強く求め続けている。¹¹¹
- **バイオテクノロジーのイノベーション。**バイオテクノロジーのイノベーションにより、複数の遺伝子が改良された作物の導入がより容易になりつつある([洞察 1 生物科学は東へと進行](#)を参照)。
 - **遺伝子スタッキング。**遺伝子スタッキング技術により、複数の遺伝子導入形質を作物に組み込むことができる。遺伝子組み換え作物の生産者は、例えば除草剤抵抗性、病虫害抵抗性、および機能特性を組み合わせた遺伝子組み換え作物を開発して商品化しようとしている。さらにクロマチンによって発展した新たな「インスタント・スタッキング」アプローチにより、複数の遺伝子導入形質を、基礎となる植物ゲノムの組み換えが必要とされない遺伝性の人工染色体として組み込むことができる。¹¹² これによって、1度の遺伝子組み換えプロセスで複数の遺伝子導入形質を安定的に組み込むことが可能になる。

Food 2040

- **別々のサプライチェーン。** 遺伝子組み換え食品と非組み換え食品の流通経路を分離する必要性の増大は、大口穀物の取り扱いにおける変更を促す長期的な推進要因である。遺伝子組み換え食品と非組み換え食品のいずれも、有益な栄養学的特性を保持するためにさらなる分離が必要となる場合がある。
 - **遺伝子組み換え製品の分別。** 2040年までに、遺伝子組み換え食品と非組み換え食品が、それぞれ別個のサプライチェーンを通じて全世界で入手できるようになるという予測に、調査を行った専門家のおよそ半数が同意または強く同意している。¹¹³ 今後、穀物の分離と同一性保持の効率が向上することになると、大口穀物とコンテナ積み穀物とのコスト差を縮小するのに役立つ可能性がある。
 - **遺伝子組み換え作物の混入基準。** 遺伝子組み換え食品の輸入を厳しく制限している国々では、たとえ微量の遺伝子組み換え穀物でも円滑な貿易取引の妨げとなる可能性がある。遺伝子非組み換え穀物の出荷品の中への組み換え穀物の微量混入に対して、もっと高い基準値を採用する国がある程度増えるまでは、サプライチェーンにおいて遺伝子組み換え食品と非組み換え食品とを厳格に分離することが、引き続き必要とされる。¹¹⁴
 - **栄養強化穀物。** オメガ3大豆、ビタミンA配合ソルガム、強化葉酸配合小麦といった、栄養面が強化された穀物が開発されている。¹¹⁵ こうした独特の特性を保持するためには、サプライチェーン全体を通じた同一性保持が必要とされる。
- **エネルギーおよび特殊商品。** 増加を続ける全世界の中間層消費者からのエネルギー需要の増大により、輸送用燃料の価格に対する圧力が増大し続けることになると思われる。燃料価格が高くと、大口農産物の出荷よりも、より価値の高い特殊食品の出荷のほうが進められることになり得る。例えば、飼料用穀物をばら荷で出荷するよりも、食肉をコンテナで出荷するほうが好まれるようになる。¹¹⁶
- **中国のインフラの拡張。** 特に中国を筆頭にアジア諸国は、国内の協同一貫輸送インフラの水準を向上させて、効率的なコンテナ輸送で網羅できる範囲を拡大しつつある。
 - **中国のハイウェイ輸送。** 現在中国では、都市間連絡ハイウェイシステムの建設が進められている。農産物のトラック輸送をサポートするために、農産物を運搬しているトラックには、新しいハイウェイを無料で通行することが認められている。¹¹⁷
 - **中国の貨物輸送インフラ。** 中国の消費者の所得が増加するにつれて、同国政府は、従来の鉄道システムから新しい高速鉄道インフラへと旅客を移行させることができるようになる。これにより、中国では従来の鉄道による貨物輸送にさらなる輸送能力が追加されることになり、同国の高度な協同一貫輸送インフラの基幹システムが形成される可能性もある。

Food 2040

- **中国とコンテナ輸送穀物。**コンテナ輸送を利用することで、大規模なインフラの改善を行う必要なく、アジア諸国に新たな農産物を輸出できるようになる可能性がある。そのためには、帰り荷の積み込みの機会となる行き荷のコンテナをサポートするための、高価値の製品および商品の大規模な輸入品目に基づいて、帰り荷のための適切な数量の空のコンテナが必要になる。
- **東アジアは独自の流通システムを構築中。**グローバル食糧貿易システムは、ニッチ製品ではなく農産物を取り扱うことを目的として構築された。この従来のシステムには、欧米の嗜好が反映されていた。しかし、東アジアは異なる形で進化しており、そのためリープログとして、よりトレーサビリティの高い食糧システムへの移行を実現できる可能性がある([洞察 3 信用の獲得](#)を参照)。

影響と機会

- **農産物のブランド化。**特殊穀物の多様化により、特殊穀物製品に対してブランドを設定する新たな機会がもたらされる。ブランド化された穀物は、東アジア地域が堅固な品質保証およびトレーサビリティプロセスを構築する間に同地域の購入者に対して信用と品質を確約するのに役立つ可能性がある。
 - **戦略としての特殊化。**東アジア諸国が、アフリカおよび南米における国外農業生産に大規模な投資を行っていることにより、こうした新たな生産地域が、東アジアへの大口穀物の流れの中でより大きな部分を占めるようになっていく可能性がある。そのため北米の穀物生産者の場合には、東アジアの市場に特殊穀物製品を投入することが、同地域で競争力を維持するための方法といえるかもしれない。
 - **より多くのラベル情報。**東アジアにおいて堅固なトレーサビリティインフラが構築されるまでは、食品や飼料用穀物の調達先および原産地の情報を提示することで、高品質の輸入品と競合製品とを差別化することができる。東アジアの食料製品には原産国を示すラベルを貼付するよう義務付けることが、アジアの消費者と北米の農業生産者の双方にとってメリットとなり得る(ラベル付けに関する詳細については、[調査テーマ 2 競争および規制の状況：進化する課題と基準](#)を参照)。
- **市場の縮小。**特殊穀物の大幅な増加により、農産物市場が断片化されて、特定の穀物種に対するサプライヤーおよび購入者の数が減少していく。
 - **変動の激化。**こうした小規模な市場では、価格変動が激しくなることから、財務リスクを管理するために新たなヘッジ手段が必要となるかもしれない。

Food 2040

- **脆弱性の増大。** 特殊穀物を使用する食品加工業者は、自然災害、経済不安、および政治紛争によるサプライ・チェーンの崩壊という増大したリスクを管理しなければならなくなる。こうしたリスクを管理するための1つの方法は、供給ネットワークを多様化して、供給ルートのカッションを増やすことである。
- **中国の需要と供給。** 中国は、特殊食品および特殊穀物における競合相手と、農業および食料製品の成長市場という、2つの顔を併せ持つて台頭してくる([洞察2 中国の欲するがままに](#)を参照)。
 - **特殊食品の供給元としてのアジア。** アジアの食品加工業者は、すでに多数の伝統的食品を欧米市場に輸出している。信頼できて斬新な食品に対する欧米の消費者の間での需要により、アジアの特定の生産地域で作られたアジア特有の特殊食品に対する新たな需要が生まれる可能性がある。
 - **ニッチ食肉種。** 中国では、消費者の所得の増加により、高級な肉製品に対する関心が高まるものと思われる。特殊穀物飼料を使用することで風味が強化された高級豚肉は、中国における所得の増加に伴い永続的需要の源になる可能性がある。
 - **試験的市場としての中国。** 中国の消費者は斬新な食品に興味を惹かれるため、この市場が発展すると、新しい特殊食品が開発されたときに最初にマーケティングが行われる、東アジアの主要地域になる可能性がある。機能的な栄養面のメリットや、あるいは認知された健康上のメリットをもたらす食品は、中国の消費者の興味を惹きつけるのにつけての製品かもしれない。
- **柔軟性と俊敏性。** 食品市場の断片化により、サプライ・チェーン全体にわたってより高い柔軟性と俊敏性が必要とされるようになる。
 - **生産業者の認識の向上。** 食品生産業者は、新しい特殊作物とそれを生産することによる経済的トレードオフに対する認識を向上させることが必要となる。
 - **事業者協会の新たな役割。** 食品生産者は、アジアの新興市場における需要の変動を追跡して、会員に実用的な情報を伝えるための、より高度な方法を確立することが必要となる。
 - **食品加工業者にとっての新たな機会と課題。** 食品加工業者は、新たなニッチ食品カテゴリーと付加価値製品を作り出して、自社の製品がより高い販売利益を維持できるようにすることができるが、自社のポジションを維持するためには、変動とリスクをより適切に管理することが必要となる。
- **コンテナの不均衡。** アジアから米国への輸出量が多いために、コンテナ輸送において継続的に不均衡が生じており、米国に空の輸送コンテナが余っているおかげで、コンテナでの食品輸送の機会がもたらされている。

Food 2040

- **非従来型エネルギーによる機会。**米国の中西部およびプレーンズ諸州における非従来型の石油およびガスの生産拡大により、新たな空のコンテナが発生している。これらのコンテナは、採掘によって発生した大量の砂を水圧破碎作業場へ運ぶために使用されている。小麦およびトウモロコシ生産区域における水圧破碎作業により、空の鉄道コンテナの新たな供給源がもたらされる可能性がある。
- **パナマ運河の拡張による機会。**パナマ運河の拡張により、米国の輸入コンテナを東海岸およびメキシコ湾岸の港に移動することが可能になり、新たなコンテナの不均衡と、はしけ船で輸送された米国の作物を国際的なコンテナ輸送と接続させる機会がもたらされる。

2040 年に向けた食糧需要予測

中間層の高度の繁栄とこの階層に属する人々の増加によって特徴づけられる未来の世界、そこで求められる食糧の数量と種類の変化の主な推進要因を分析するために経済モデルを作成した。この領域で他の研究者が発見したいくつかの事柄の確認に加え、先の調査をベースに、各国の国内経済のうちの中間層の割合の見積もりをサポートする、所得から独立したいくつかの関係についての特定も行った。

このモデルでは、購買力、中間層の規模の拡大、年齢分布、その他を含むさまざまな推進要因に基づいて栄養需要を検証する。続いて2040年の食糧需要の予測を行った。これら未来の食糧消費予測は、資源の制約は食糧消費の嗜好に影響しないものと想定し、供給と需要のバランスを取り消費者の嗜好へのアクセスを制限する価格に依存している。資源の制約が入手可能な数量を制限する場合、価格は上昇し、その食品タイプの消費は下落する。このようにして、このモデルは、どこで制約が増大し、その結果としてその価格が増大するかを示唆することになる。

所見

- 国際連合(UN)の調査では、世界の人口は2040年に91億に拡大すると予測されている。私たちは、米ドルで測定された購買力平価による1人当たり実質GDPが、2010年の9,727ドルから、2040年までに2倍を超える24,697ドルに拡大すると予測している。繁栄の増大に継続的な人口増加が伴うことは、世界中の平均的な食習慣において、人々が肉、乳製品、植物油、果物および野菜、砂糖を消費する量が増えるということである。これはまた、絶対量としても1人当たりにおいても、食用穀類(food cereal grain)の直接消費が減少することでもある。
 - 乳製品の消費は、今後30年間にわたり中国で激増することが予測される。多くの調理済み食品や加工食品に含まれる脱脂粉乳などの乳製品により、乳製品の消費は、所得とより直接的に結びついて増加する。
 - 家畜用飼料に必要な蛋白源を提供し、また養殖の飼料としてその使用量が急速に増加している油糧種子は、今後30年間の飼料需要の増加の原動力となり(すなわち、生産性やエリアの拡大を通じて)、一方で食用穀類(cereal food grain)需要は減少することになる。

Food 2040

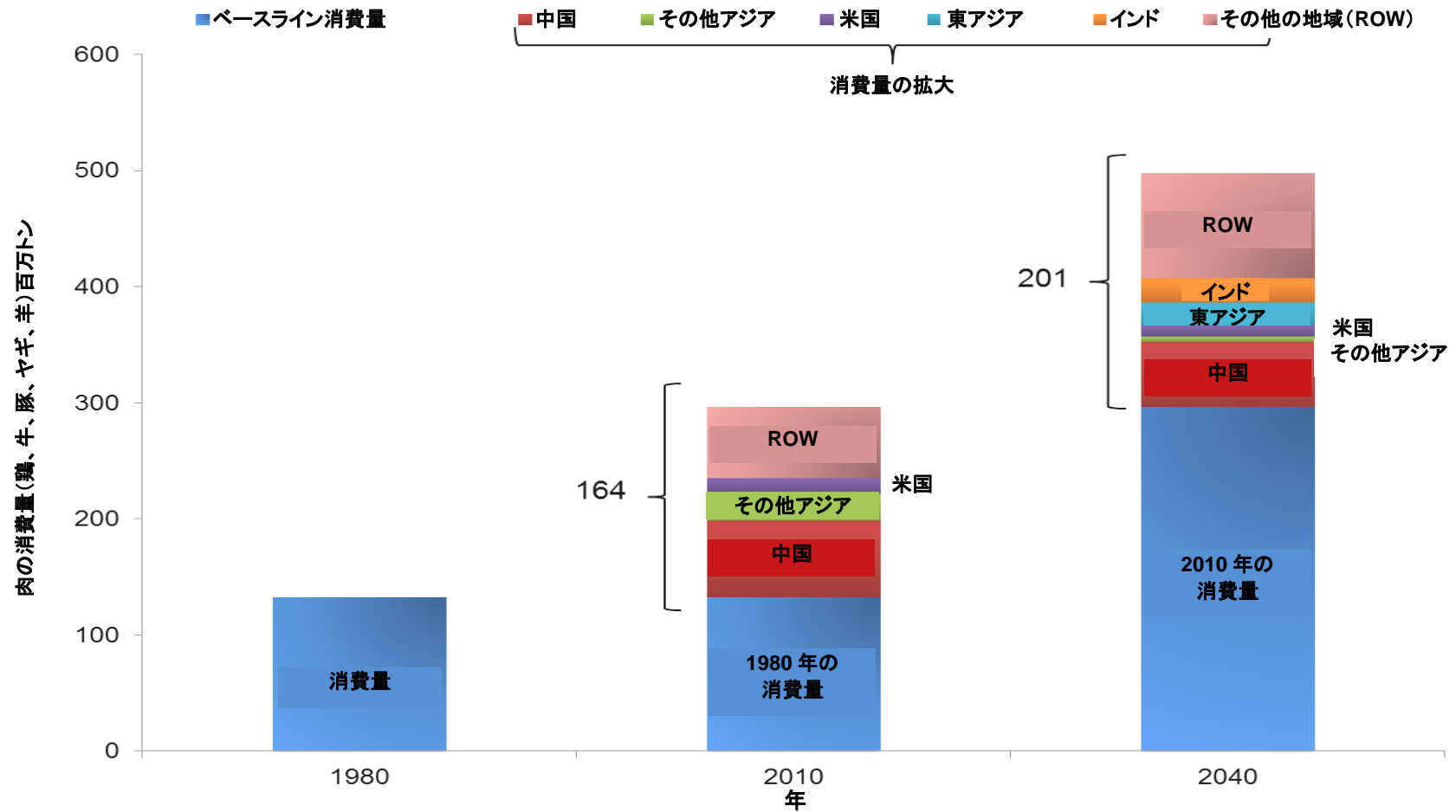
- 肉および乳製品は、相対的に生産に広大な土地を必要とする商品であるため、今後の進展に注目すべき重要な業界動向である。飼料および食用穀物の生産量には、土地、水、肥料および経済的な制約があること、また農地の拡大には費用がかかることから考えて、土地に収穫率を単純に掛け合わせることで、食糧の入手可能性に対する有効な潜在的生産制約が得られる。

肉の生産を増加させる大きな潜在力

- 図表 3 は、肉消費の増加予測が、東アジア、主に中国と、今後 30 年間で最も大きな増加分を占めるその他の地域 (ROW) で、引き続き拡大することを示している。
 - 今後 30 年間の肉の需要の隆盛は、過去 30 年よりも良好なものとなる。成長率は低下しているが、肉の需要増加総量は、過去 30 年間で 1 億 6,400 万トンの増加であったのに対し、今後 30 年間は 2 億 100 万トン増加するものと予想される。
 - この変化の原動力となっているのは、ペースは鈍化しているものの、特に中国における中間層平均所得の増加と中間層人口の増加である。
 - 金額ではなく量に対するカウンター効果はアジア、特に中国と日本の高齢化である。これは、アジアの社会では労働力人口の割合が低下し、カロリー消費と蛋白質の消費が低下するためである (図表 3)。
 - 中東、北アフリカおよびその他アフリカにおける肉製品に見込まれる拡大が特に重要である。肉の消費は、東アジア外で増えることが期待される。労働年齢人口の増加と、所得増、および以前から存在していた肉消費の嗜好が原動力となり、ブラジル、南米、米国も、東アジア外における肉市場の拡大の 1/4 以上を占める。
 - 過去、中国は、その巨大な人口と産業化の成功により、特にこの地域内で支配的な農業貿易の点では、所得中間層の 1 人当たり平均所得で世界最貧国の 1 つから抜け出した。中国およびアジア全体における肉の消費拡大は依然として非常に重要ではあるが、過去 30 年間と比較すると今後 30 年は鈍化することが予測される。
 - 中国における 1 人当たりの肉消費量はすでに日本と韓国を上回り、主要グループの 1 人当たりの飽和点に近いことが過去の動向に示されている。世界全体では肉の消費増加が続くが、これは繁栄と労働年齢人口の拡大により後押しされるものである。

Food 2040

図表 3: 肉製品消費量、1980年～2010年と2010年～2040年



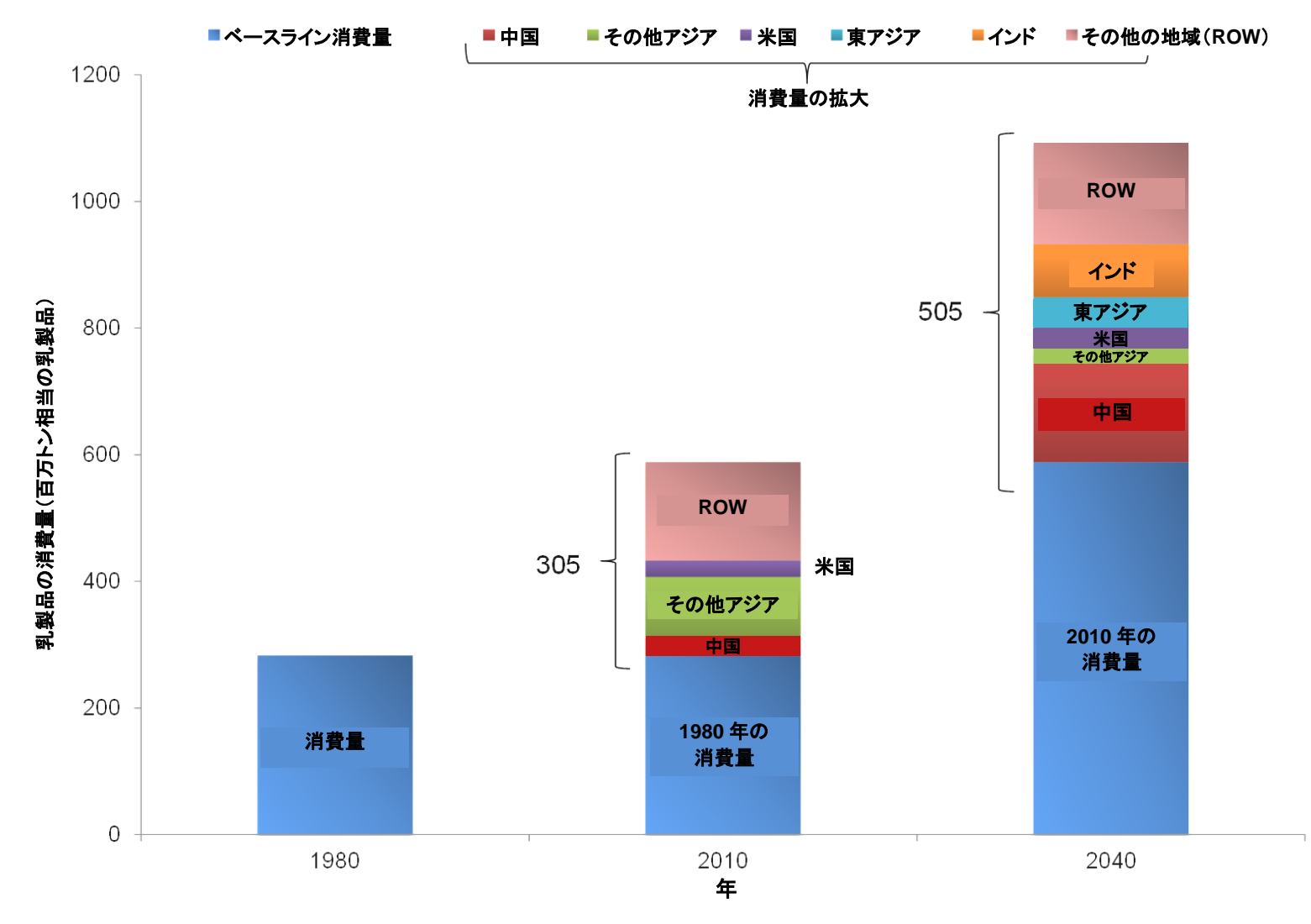
Food 2040

乳製品:最も急速に成長している食品部門

- 乳製品の消費は、アジアでは所得と人口の増加を原動力に大幅拡大が見込まれる。乳製品の消費は、他の食品よりも所得の増加に対する感応度が高く、高齢化に対する感応度は低い。
- 中国では乳製品の消費が大幅に増加し、アジアとその他の地域のいずれにおいても、穀物を飼料とする乳製品ベースの市場の拡大をもたらすものと期待される。
- 東アジアにおける現在の1人当たり乳製品消費量は極めて低い。そのため、アジアにおける乳製品消費量の予想成長率は、実質所得の緩やかな増加と中間層の生活水準に移行する人口数の両者を反映するものとなる。
- アジアにおける1人当たり乳製品消費量は、世界のその他の地域と比べて極めて低い水準にとどまる可能性が高い。しかし、アジアの人々が乳製品の消費を徐々に増加させていくと、単にその人数のみによっても、世界中の乳製品消費合計に占める割合を大きく上昇させることになるだろう。

Food 2040

図表 4: 乳製品消費量の拡大、1980年～2010年と2010年～2040年



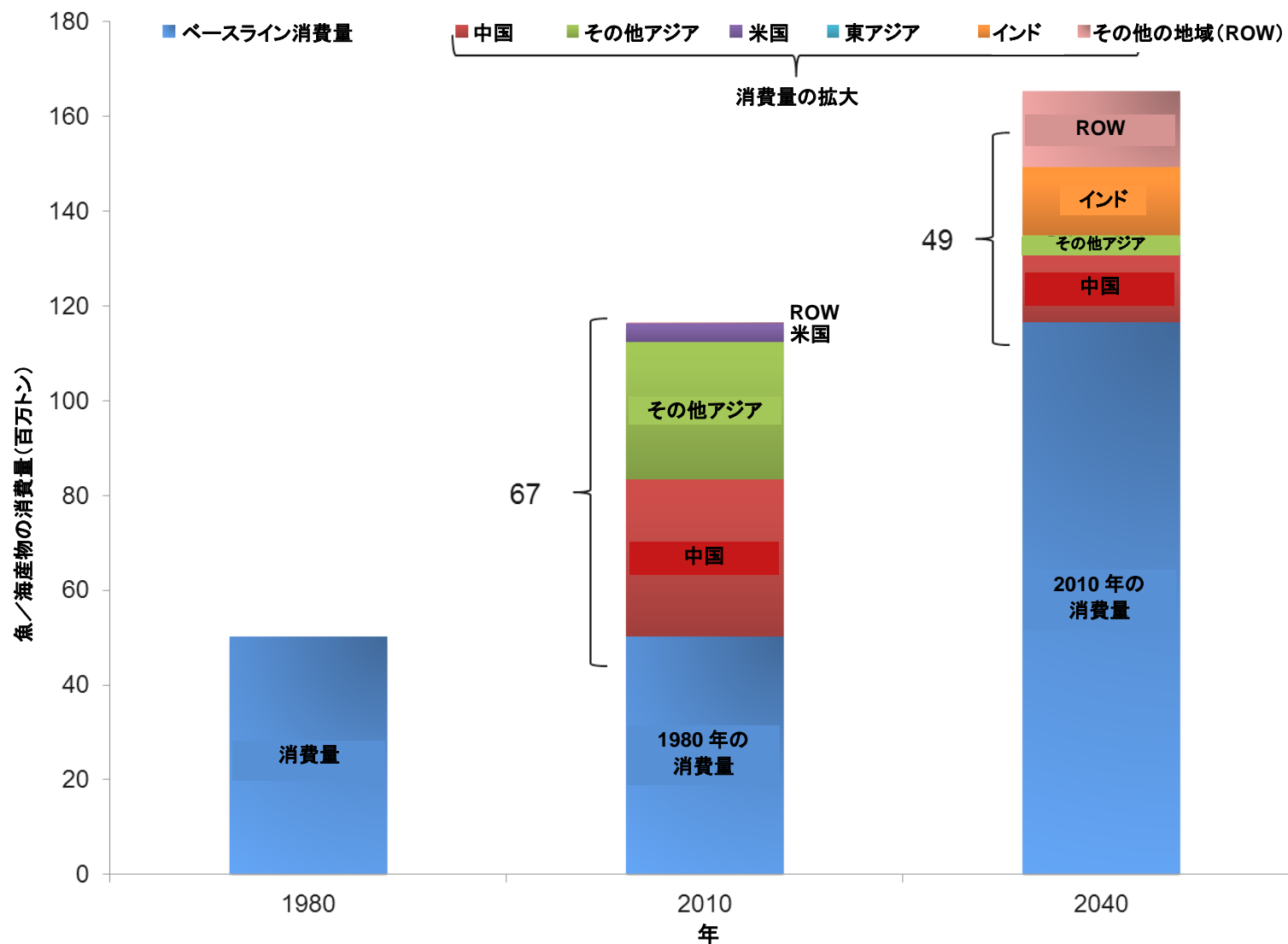
Food 2040

魚および海産物: 養殖拡大の機会

- 海産物はアジアにおける主な蛋白源であり、将来も引き続き増加することが予測される(図表 5)。しかし天然ものの漁獲量の減少が続く、この地域は養殖にますます依存するようになる。
- 肉消費と同様、魚および海産物の消費は過去 30 年間にわたって劇的に拡大した。この拡大のペースは現在から 2040 年までの期間に減速し、天然魚の価格上昇に対応して、養殖魚の役割が増大する。その結果、2040 年までに、全世界で消費される魚のおよそ 60%が養殖によるものとなるだろう。これは、水産養殖飼料からのフィッシュ・ミール(魚粉)や油の代用とすることができる植物ミールおよびその他の製品の新しい市場を提供することになる。
- しかし魚および他の海産物は、家畜より効率的な蛋白飼料の消費者である。なぜなら魚は、重力と闘うためにエネルギーを消費する家畜とは異なり、水中で浮いていられることから飼料当たりの必要エネルギーが少ないためである。その結果、生産量 1 キログラム当たりの養殖に必要な蛋白飼料(大豆ミールなど)は、家畜生産よりも一般に少ない。このようにして、アジアの食習慣における養殖魚の拡大はいかなるものであれ、肉消費に代わる範囲内であれば、飼料用作物の生産に対しては圧力となるのではなく、これを緩和する傾向を示すものとなる。

Food 2040

図表 5: 魚および海産物需要、1980 年～2010 年と 2010 年～2040 年



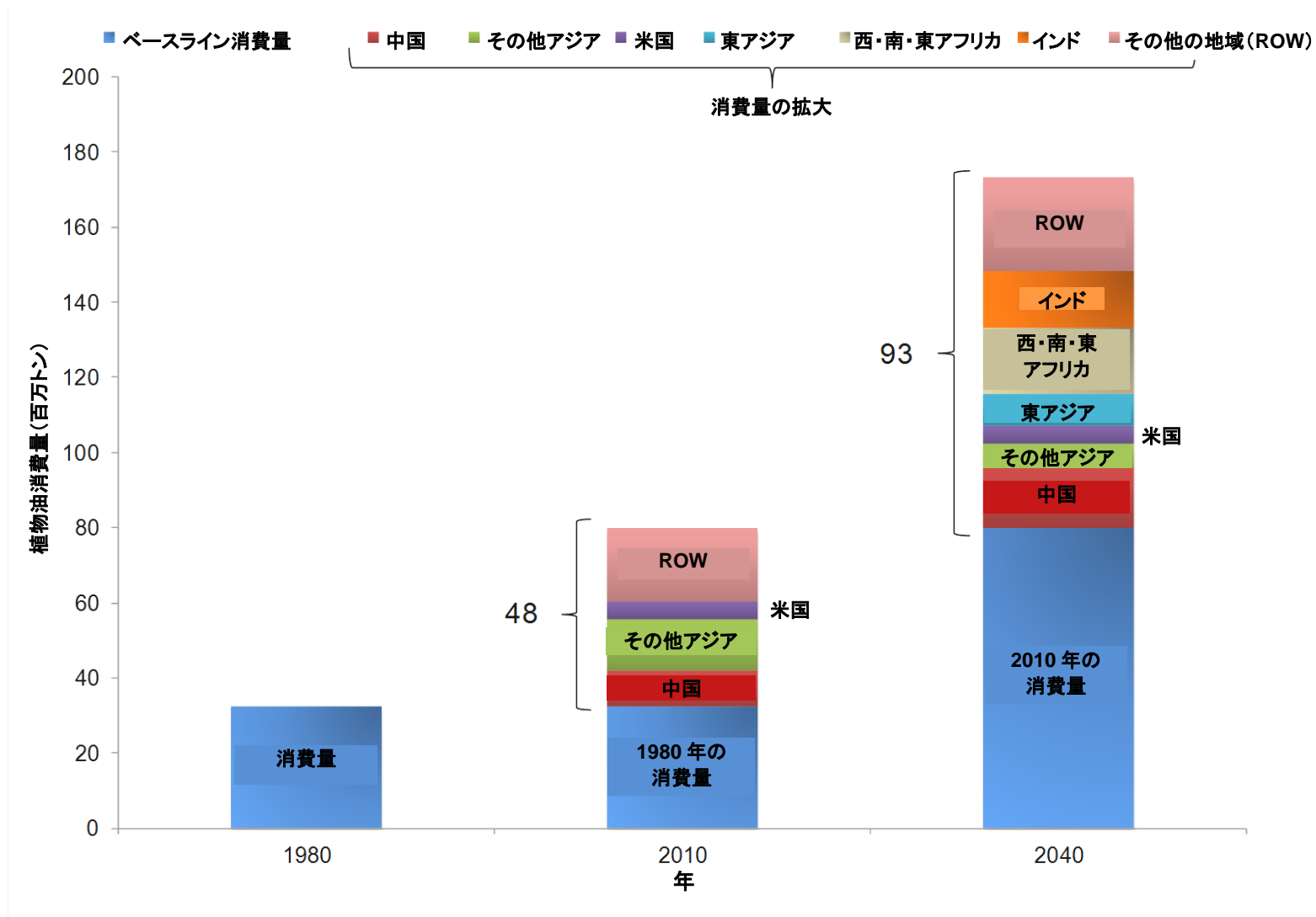
Food 2040

植物油の消費は加速度的に成長を続けている

- バイオ燃料消費の最大 10%の上昇を含め(図表 6)、油脂消費の劇的増加が予測される。この傾向の原動力は主に所得の増加である。これは所得の増加が、油脂を一般的な原材料とする加工食品の消費を押し上げるためである。アジアの消費者が、家庭で調理する食事よりも調理済み食品に対する依存度を高めるため、特に植物油市場の成長が見込まれる。
- この傾向は、かなりペースの速いものとなる。これは植物油の消費が今後 30 年間に 1980 年から 2010 年の期間の約 2 倍の速さで、9,200 万トン拡大することが予想されるためである。中国、インドおよびアフリカが、この期間におけるこの市場拡大の最も大きな部分を占める可能性が高い。ここでも所得の増加と人口の中間層への移行に、上述のようなライフスタイルと食品嗜好の変化が伴い、その原動力となっている(図表 6)。

Food 2040

図表 6: 植物油市場の拡大、1980年～2010年と2010年～2040年



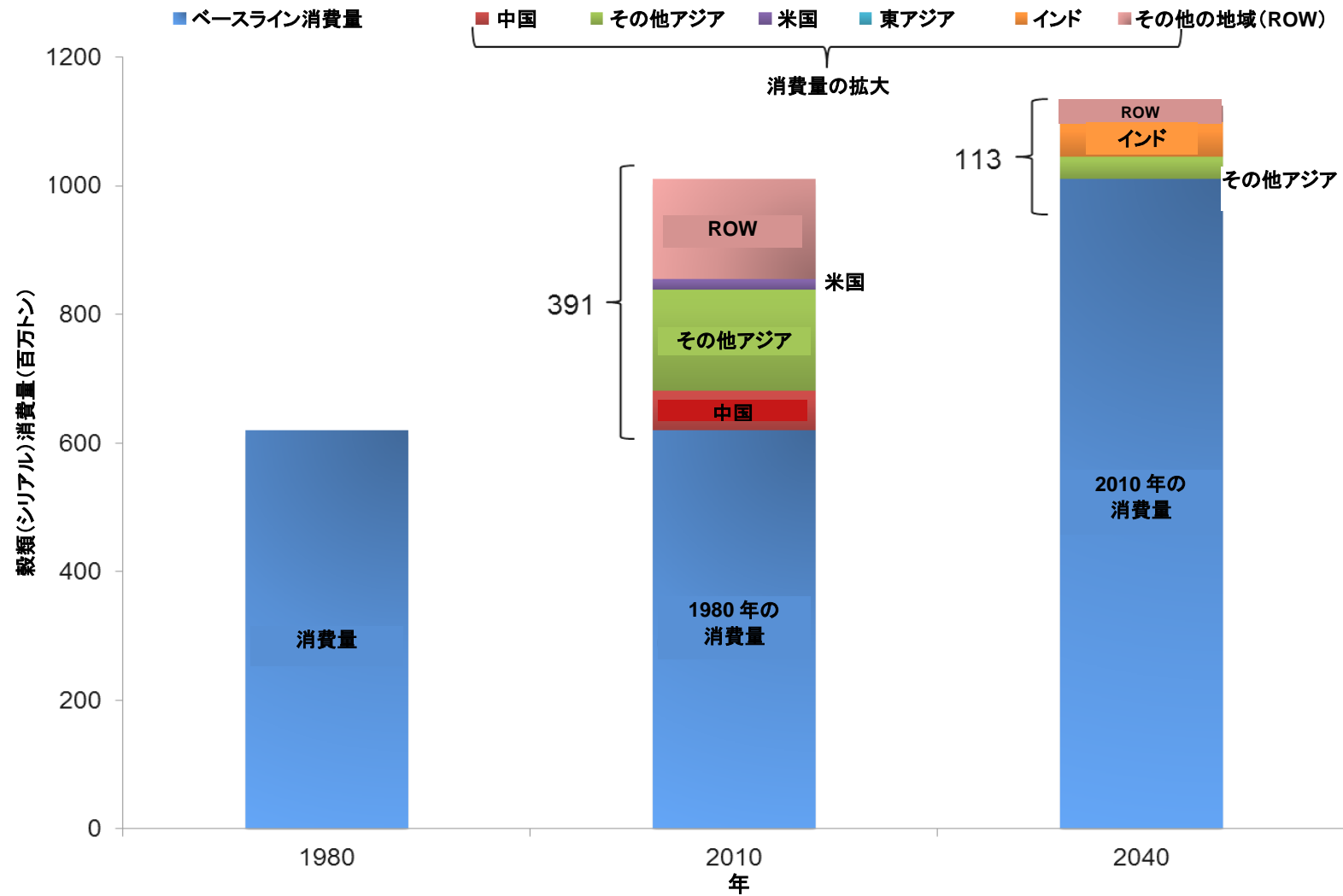
Food 2040

食用穀物消費が、より高価値の製品にシフト

- コメ、今日世界で生産されている麦の 81%、および粗粉の約 40%を含む食用穀物が、世界の作付エリアの大半を占めている。2010 年、全世界の飼料用穀物の生産量 7 億 4,400 万メートル・トンに対し、推定 14 億 6,100 万メートル・トンの食用穀物が生産された。
- 穀類(cereal)および食用穀物の生産量は、時間とともに緩やかに変化し、1970 年代の世界の穀物生産の 70%から、過去 10 年間には 80%近くに、そして現在は 70%へと再び下降傾向を示している。
- 図表 7 に示された穀類(cereal)の消費は、今後 30 年間に増加が見込まれるが、土地の利用可能性によって抑制される。
- 穀類(cereal)と食用穀物の直接消費は、所得の増加と社会の中間層への移行に反比例する形で関連している。平均的な中間層の食習慣に占める肉類、脂質、乳製品の割合が増え、これらが一般にコメ、パン、その他穀類(cereal)に取って代わっているためである。しかし、現在から 2040 年までに 21 億人の人口が増加すると、食用穀物によって供給される栄養エネルギーの必要性は依然拡大するであろう。

Food 2040

図表 7: 食用穀類(cereal)消費、1980年～2010年と2010年～2040年



農地のピーク: 未来の食糧ニーズを満たすことができるのか

- 食糧消費予測と未来の食糧供給の関係を分析するとき、生産システムは、人口が増え、繁栄し、都市化した世界が好みそうな食糧を、十分な数量供給することができるのかということが、主要な疑問であった。
- 遺伝子改良と土地開発は偶然に発生するものではなく、1950年代以降世界が経験してきた農業生産性における成長は、比較的短い期間のものであった。これは未来の農業生産性の維持に必要な投資に対する圧力を示唆する要因である。
- モデル予測は、現在の生産性と土地使用制限および未来の食糧ニーズのギャップを示している。私たちはこのギャップを、30年後ではなく、10年前後以内という比較的早期に感じ始めることになるであろう。農業生産性技術とインフラストラクチャーへの十分な公的または民間投資、また支援が実現しなければ、世界的な経済繁栄に対する抑制と同様、土地の農業使用と環境的使用との間での摩擦が増大する可能性が高いことが暗示されている。
- 上に論じた主要食糧カテゴリーのそれぞれに、穀物と油糧種子の作付エリアについて異なるニーズがあるものと予想される。そのため2040年までに、より繁栄し人口が増加した世界が求める種類の食糧を具体的に特定することが重要である。
 - 拡大する中間層消費者による肉の需要増が予想され、これが、飼料用作物の投入とこれに対応する土地使用の増加を最も必要とする。
 - 図表9は、こうしたレベルの生産を満たすのに必要な穀物量とこれに対応する推定面積の詳細を示すものである。
- 図表8は4つのシナリオを示すものであり、アジアおよびその他の地域の未来の食糧消費の原動力として特定されたものの重要性を表している。
 - シナリオAは食糧消費に対する高齢化の影響を示す。世界の人口のさらに多くの割合が退職年齢に達する。この動向は、世界の他の地域よりも、日本、韓国および中国でより早期に実際に発生することが予想され、こうしたエリアの1人当たりの肉消費の拡大は止まり、さらに下降する可能性すらある。肉の消費(他の食糧同様)は、加齢とともに減少するためである。
 - シナリオBは東アジアの1人当たり消費が米国およびヨーロッパで見られたレベルに収束すると想定した場合の、2040年の肉、乳製品、植物油の年間の市場規模を示す。これは、典型的な欧米の消費者と同じ嗜好、所得および食糧消費のその他の原動力を、中

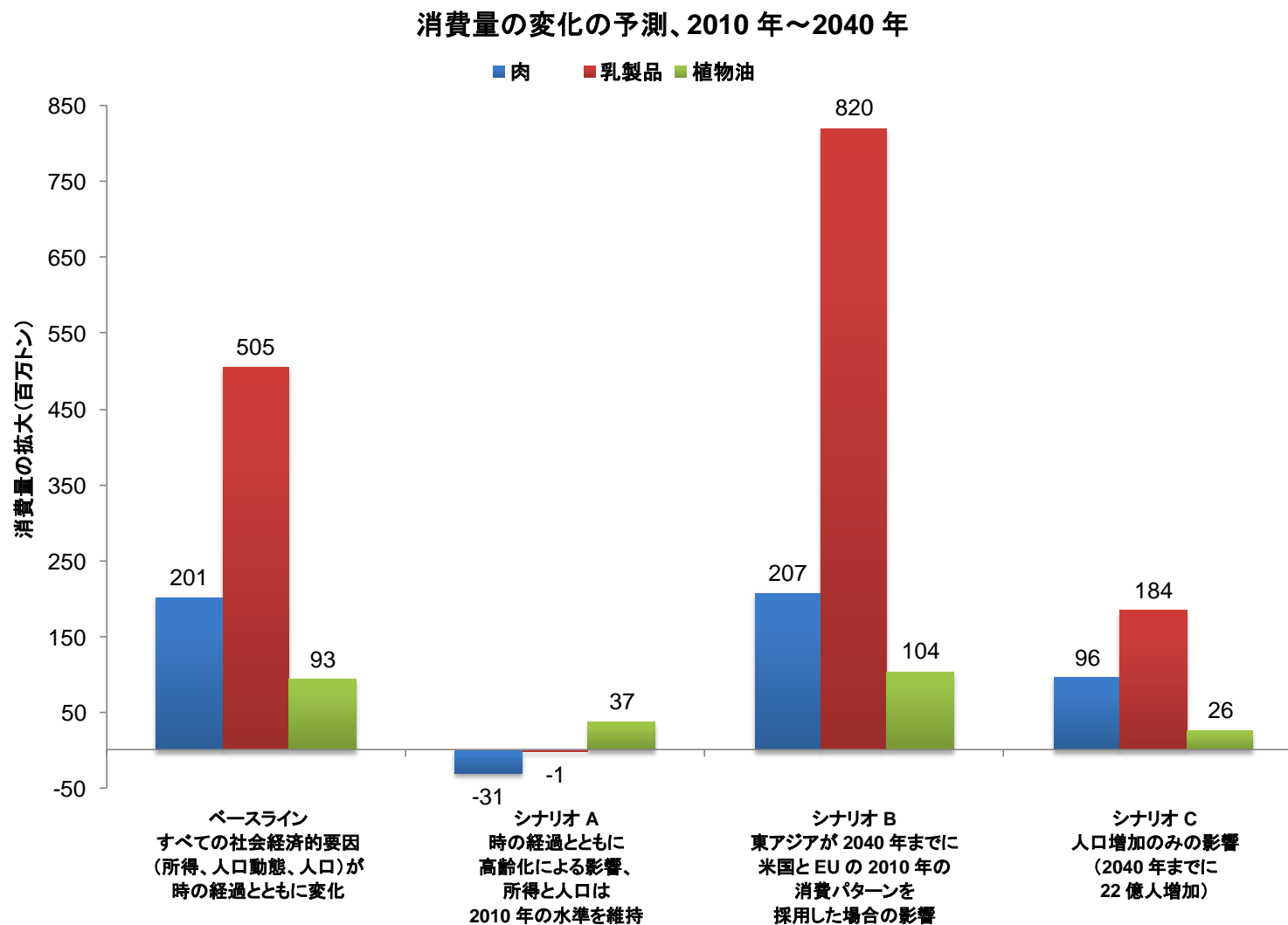
Food 2040

国、日本および韓国の平均的な消費者が持った場合に、アジアが、より多くを消費する可能性があるということを意味する。次の2つの未解決の疑問に対する実際の世界の答えが、アジアの1人当たりの肉、乳製品および植物油の消費が欧米の消費水準に収束するかどうかを決定することになるであろう。

- 供給の制約:肉、乳製品および植物油の入手可能性の制約(所得の制約、政策の制約、または国内生産の制約)が、アジアにおける過去の食糧消費を、どの程度鈍らせているか。
- 需要の制約:長期的、文化的食品嗜好や味覚が、アジアの肉、乳製品および植物油の消費を、どの程度制約しているか。
- シナリオ C は人口増加のみによる食糧消費へのモデル効果を示す。食糧消費に関する他のすべての判断材料が、2010年の状態で凍結され、人口のみが予測どおり2040年までに91億人までの拡大を許された場合、年間の肉の消費は9,600万トン拡大し、乳製品は1億8400万トン拡大する。
 - 22億人の人口増加は、それだけで今後30年間にわたる肉の消費の増加分のほぼ半分を占めるが、乳製品と植物油の消費における推定増加量に占める割合ははるかに小さい。
 - 乳製品と植物油の消費は、肉類消費よりも富と社会階級の変数に対する感応度が高く、これは、中間層の生活水準に達する人が増加すると、乳製品と植物油の消費が、単なる人口増加予測に示されるよりも大きく上昇することを意味する。

Food 2040

図表 8: 年間食糧消費量の拡大、2010 年～2040 年



Food 2040

食糧は限られた農地資源を要求

- 食糧に必要な農地の広さは、現在から 2030 年までの間に大幅に増加し、2040 年までに安定する。これは、生産性の向上と食用穀類 (cereal) 消費の減少の両方が発生した場合である。
- 図表 9 は、食糧ニーズの変化を示すが、穀物および食用油については、肉、乳製品、魚または穀類 (cereal) の重量 (トン) の代わりに、農地エリアの面積 (ヘクタール) に換算されている。ベースライン・シナリオにおける乳製品と肉類の増加は、今後 20 年間に農地ニーズを約 5,300 万ヘクタール増加させ、その後、2040 年までに安定する。

図表 9: 穀物および油糧種子の推定収穫率と必要な農地

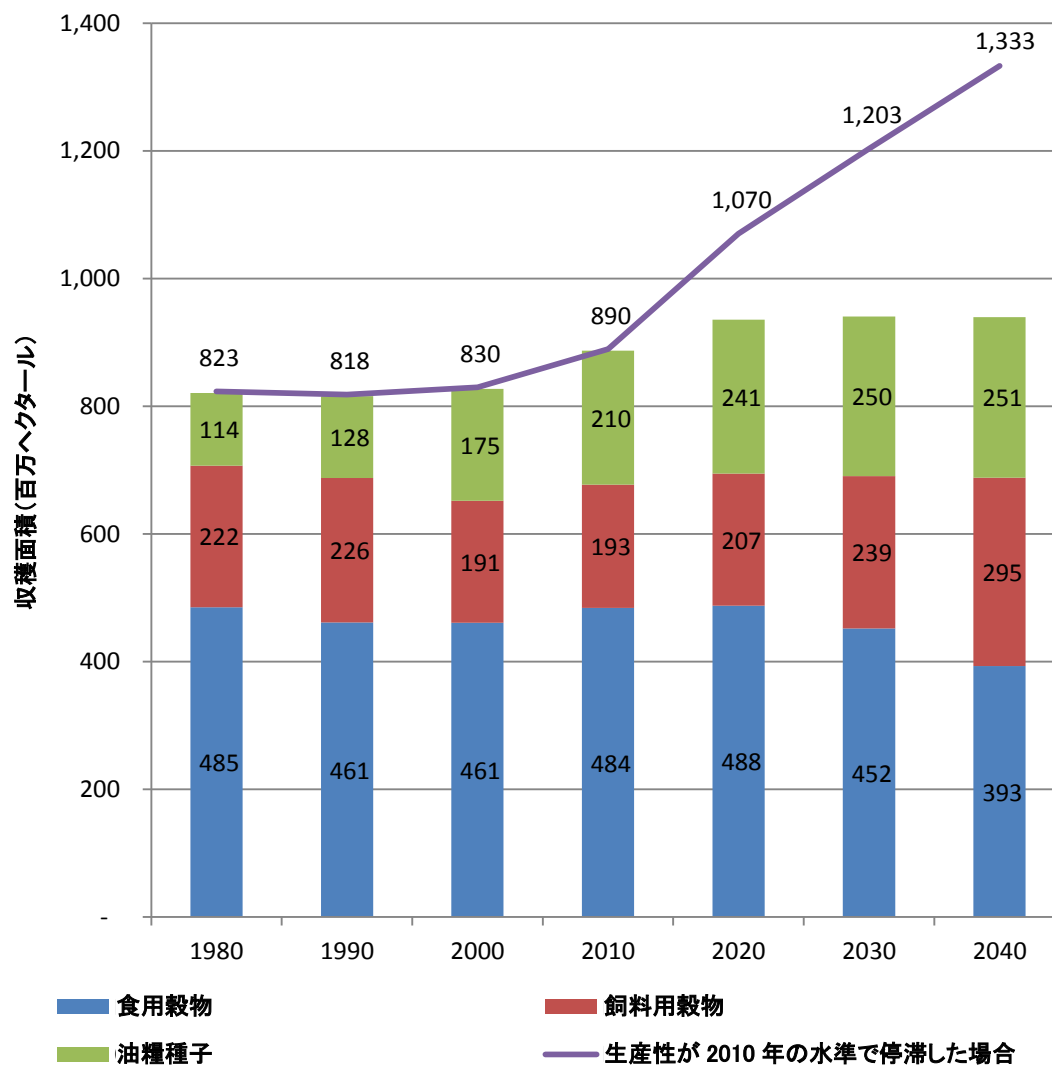
年	推定収穫率 および ヘクタール	食用穀物	飼料用 穀物	油糧種子	推定合計 作付面積	実際の合計 作付面積
1980	収穫率	1.79	2.51	1.15	821	822
	ヘクタール	493	222	114		
1990	収穫率	2.23	2.79	1.43	816	820
	ヘクタール	461	226	128		
2000	収穫率	3.05	3.90	2.03	827	827
	ヘクタール	484	193	175		
2010	収穫率	3.31	4.26	2.30	887	892
	ヘクタール	484	193	210		
2020	収穫率	3.31	4.26	2.30	935	
	ヘクタール	488	207	241		
2030	収穫率	3.71	4.70	2.60	940	
	ヘクタール	452	239	250		
2040	収穫率	4.13	5.20	2.90	939	
	ヘクタール	393	295	251		

Food 2040

- 図表 10: 生産性の課題: 必要な農地面積の点での食糧消費は、メートル・トンではなく農地面積の点での食糧消費を示す。これは以下を意味する。
 - 過去 15 年間に技術面およびその他の開発で生産性拡大に寄与している動向が、収穫率の高い種子、より飼料効率的な動物遺伝学、インフラストラクチャーの改善をもたらす、すなわちこれらすべてが土地の投入 1 ヘクタール当たりで、より多くの食糧生産という結果をもたらすものと想定すると、今後 10 年間、必要な農地は 5,300 万ヘクタール増という劇的な増加を示すものと予測される。これはほぼ、1980 年から 2010 年までの期間の世界中の農地増加分に相当する。しかし特に中国などの高成長地域など、発展途上国の大半における経済発展の抑制を回避しようとする場合、この農地増加は、2040 年まで、1980 年から 2010 年までの期間の 3 倍の速さで生産に投入されなくてはならない。
 - しかし農業生産における十分な生産性が達成された場合、2040 年までに、実際の農地ニーズは、ピーク(2030 年)レベルから実際に下降を始める可能性がある。こうした生産性の拡大がなければ、食品と農地の両方の価格上昇は、食糧需要を制限し、また暗に世界中の中間層の増加を制限する。これは、農地が経済発展に対する大変重要な潜在的制約となり得ることを意味する。
 - 世界の農業生産性の成長に対する十分な投資とその進歩がなければ、農地の価値は上昇を続けるものと予測される。
 - 十分な農業生産性の成長があった場合、または全般的な経済発展のレベルが低下した場合は、実質ベースでの農地価格は安価になることが予想される。

Food 2040

図表 10: 生産性の課題: 必要な農地面積の点での食糧消費



Food 2040

- テクノロジーとインフラストラクチャーへの投資が維持または増加されない場合、また世界中の平均的な作物および家畜の収率が停滞した場合、今後 30 年間の食糧需要の追加数量を支えるために必要な土地は、図表 10: 生産性の課題: 必要な農地面積の点での食糧消費に示されるとおり、2 億 7000 万ヘクタール前後増加するであろう。
- 国連食糧農業機関(FAO)調査が、こうした増加を満たすのに十分な利用可能な天水地が世界に存在することを示している一方で、森林や野生生物保護地などの既存の使用から農地使用への転換は、十分な経済的または社会的コストなしに発生させることはできない。すなわち、商品価格が大幅に上昇した場合のみ、また多くの人の福祉がこれに対応して低下した場合にのみ発生するのである。

Food 2040

5つの調査テーマ

本セクションでは、2040年までの東アジアの食糧と農業に関する**Food 2040**の5つの中核的調査テーマを探求する。

- 消費者
- 競争／規制
- 食糧技術
- 流通／梱包
- 環境／資源

以下のページでは、各テーマについて所見と新たな課題、主要推進要因、2040年に向けての影響を要約する。これらの所見をもとに6つの洞察が導き出された。本セクションではさらに、図表11に示すような、5つの中核的テーマ全体にまたがる所見に光を当てる。

図表 11: 新たな課題と中核的テーマ

課題番号	課題	テーマ 1: 消費者需要	テーマ 2: 競争と規制の 課題	テーマ 3: 食糧と技術	テーマ 4: 農業と食糧の 流通/梱包	テーマ 5: 環境と資源
1	アジアにおける中間層の成長	x				
2	人口高齢化が栄養・機能食品の需要を押し上げる	x		x		
3	人口動態のシフトが日本の食糧需要を変える	x				
4	日本では消費者の購買力が低下	x				
5	アジアの食事の欧米化	x			x	x
6	人口の高齢化はアジア全体で均一ではない	x				
7	アジアでは女性の役割が変化しつつある	x				
8	日本では家庭外で調理される食品が拡大	x			x	
9	中国の食品サービス部門が成長	x			x	
10	海外の農業でアジアの拡大		x		x	
11	アジアは製品ラベルの改善を要求	x	x		x	
12	食品安全性の懸念が中国の輸出を制約		x	x		
13	食品と燃料の価格は引き続き不安定		x			
14	東アジアの生物科学		x	x		x
15	穀物のバイオテクノロジーを利用して気候変動と資源制約に対処		x	x		x
16	バイオテクノロジーを超える多様な技術			x	x	
17	アジアにおける遺伝子組み換え食品	x	x	x		
18	加工食品のコンテナ輸送				x	
19	中国はインフラストラクチャーの改善が必要		x	x	x	
20	日本の消費者はより小さく分けられた食品と、より多くの情報を要求	x			x	
21	日本の農業生産が低下			x	x	
22	魚の生産: 天然魚が減少、水産養殖			x		x
23	農業生産とアジアの環境			x		x

調査テーマ 1 消費者動向: アジアの上層および中間層

東アジアと東南アジアでは、人口の都市への移動、所得の増加、中間層の拡大とともに消費者の姿が急速に変貌しつつある。これは人々の食事の内容と様式を変化させる。人々の情報環境も、文化の流れの加速、メディアの自由な拡大、ソーシャル・メディアの成長に伴い変わりつつある。これらのすべてが業界や政府のメッセージに対する受け止め方に影響する。食事パターンを形成するもう一つの変化は人口動態である。東アジアは先進国世界と同様に急速に高齢化している。2040年までに、世界人口のうち65歳を超える割合は2010年の9%から17%へと拡大する。これらの傾向の新たな課題、推進要因、影響は以下のとおりである。

新たな課題: 中間層の成長は、未来のアジア(特に中国、インド、インドネシアその他の発展途上国)市場の主要推進要因である

一層高価な製品が入手可能になり、それを購入するだけの所得のある消費者が増加するため、最も裕福な消費者が食品の価値を増大させる。量と価格の両面で市場を拡大する機会が、中間層の消費者を相手にする企業の前に開ける。低所得層と農村の消費者についても、(量的な)総需要拡大を背景に販売拡大が可能である。

発展途上国の経済と人口の成長は、食品や商品(量)のみならず加工された高価な食品(価値)に対する需要を膨大な新中間層の間で引き続き生み出していく。また、消費者は最低限の生活から中間層やそれ以上の生活スタイルに移行するに伴い、食品消費のパターンを伝統的な(少量の魚や他の蛋白質で補った)米のような穀物から肉、酪農製品、卵などの動物性蛋白質主体の食品へと変えていく傾向にある。これらの製品はそれ自体として穀物や油糧種子をベースとしたものであり、生産にはより多くの土地と水資源を必要とする。これは市場と生産システムの全体にわたる根本的変化を加速的に引き起こしていくものであり、この過程が今やアジア全体で進んでいる。



Image: conbon33 (Flickr)

Food 2040

推進要因

- 東アジアなどでは所得増加が進み、新しい中間層と富裕層を広範囲に生み出している。中国では中間層の生活スタイルを享受する人口の割合が、2030年までに現在の12%から75%超へと拡大する可能性がある。インドの中間層は現時点で中国より少ないが、15年後には総人口の70%を占める可能性がある。インドネシアでは、2050年までに80%を超える人々が中間層またはそれより上の層に入る可能性がある。¹¹⁸
- 上層人口は、中国では2050年までに1億9,000万人へと急拡大するかもしれない。インドでは2億1,000万人、インドネシアでは4,000万人、日本では4,000万人、韓国では3,500万人に達する。¹¹⁹
- 新しい中間層の行動様式について過去の例を調べた限りでは、消費者は豊かになるにつれて「食品連鎖の上流」を食べる、つまりより多くの動物性蛋白質とその関連製品をより多く消費するようになる。¹²⁰ このパターンはEU、米国、日本で観察されており、すでに中国でも観察されつつある。
- アジアでは総人口の拡大も予想される。これは食品販売の消費市場が拡大することを意味し、人々は所得と無関係に誰もが食品を購入しなければならない。中国とインドの人口は2040年には世界の人口の3分の1近くを占めるようになる。
- 東西文化の融合がさらに進むと予想され、これは消費者の購買行動のレベルにおいてもいえることである。
- 健康や老化についての問題は中国の消費者にとって重要事であり、高価な健康関連製品の需要を増進させる。
- いわゆる飽食病(肥満、心臓病、糖尿病)が東アジア全体で蔓延している。¹²¹ 所得の増加に加え非伝統的な食品が入手しやすくなったことがこの傾向をもたらした要因である。

2040年に向けての影響と機会

- 東アジアの消費者が増加し、高価な食品を購入できる中間層や上層を含む多くの消費者の食費も増加する。この豊かな消費者層が求めるのはどういった食品か。安全な、質の高い、健康によい、栄養価のある食品が優先されるようになる。
- インスタント食品に対する需要増大は、製品によっては販売金額と販売数量の両面で機会を提供する。
- 東アジアでは加工した付加価値の高い製品の市場が成長し、大量の肉や基本製品の需要も増加する。

Food 2040

- 特に肉、食肉生産用飼料、加工製品、酪農製品において、アジアとの貿易を拡大する機会がある。
- 中国の国内生産の拡大もこの増大する需要を満たす可能性がある。
- 低コストの生産者は中国人口の一定部分への供給において浸透を続ける。
- 製品のミックスを開発して、複数の所得レベルと新しい購買層へ販売する機会を活用することのできる企業が最も利益を上げる。

新たな課題：東アジアおよび世界の人口の高齢化に伴い、栄養／機能的食品が健康問題の予防策や対策と見なされるようになる

アジアの人口は高齢化が進み、現在の大量の労働人口から大量の高齢人口へと移行する。高級消費者市場では、これらの高齢者が基本的栄養以上の健康増進効果を提供する食品を求めるようになる。

推進要因

- 東アジアの人口に占める65歳以上の割合は2010年から2040年にかけて急拡大することが予想される。
 - 日本では65歳超の割合が2010年の27%から2040年には42%に拡大する。
 - 韓国では65歳超の割合が16%から37%に拡大する。
 - 中国では65歳超の割合が10%から27%に拡大する。
- 2040年までに、東アジアでは65歳超の高齢者が5億8,000万人になる(世界全体では15億人を超える)。¹²²
 - アジアでは高齢者が増加するだけでなく、高齢者が長生きするようになる。¹²³
- 2040年の高齢者は、アジアの先行する世代の高齢者より行動と考え方が現代的であり、食品、食糧技術、健康についての新しい考えにあまり抵抗感を持たない。¹²⁴
- 将来の高齢者は現在35歳の人々である。より豊かでより長生きするかもしれないが、2040年の高齢者は先行する世代が免れた飽食病(肥満、糖尿病など)に直面するかもしれない。¹²⁵

Food 2040

- 高齢者の病気は若い人々の病気と異なる。病気を回避する手だてのある高齢者は、そのために進んで支出する。
- 伝統的な医薬品を源とする機能性食品という長年の考え方を反映して、アジアは栄養補助食品の先端市場である。¹²⁶
- 2010年、中国は世界最大の栄養補助食品市場になった。¹²⁷

2040年に向けての影響と機会

- 東アジアの高齢化は米国や欧州の高齢化よりもはるかに急速である。そのため東アジアはより迅速な適応を迫られる。
- アジアのいくつかの国々では高齢人口のための大規模な社会的支援プログラムがなく、これが政府にとって大きな課題になる。
- 高齢者は傾向として若い人よりも食べる量が少なく、したがって高齢者への食品販売量が1人当たりで減少する。生産者と小売業者はより高価なものを提供する戦略によって適合する必要がある。
- アジアには医薬品以外の手段を用いて健康状態に対処する豊富な経験があり、これが健康効果のある食品を受け入れるための機会を提供する。
- 健康効果のある新製品は、受け入れる用意もあるが眼識もある顧客を相手にするのであり、健康上の効能を表示するなら裏付けが必要である。
- 消費者の動向は全体として、栄養食品に続く経路としてのバイオテクノロジーに好意的である。高齢化と飽食病から生じる問題、栄養補助食品と機能性食品一般の人気、さらにバイオテクノロジー受け入れの機運といったものはすべて、バイオテクノロジーに由来する栄養補助食品が、拡大する「シルバー市場」に立ちはだかる健康問題に対処するための一般的なツールになり得ることを示唆している。

新たな課題：人口動態のシフトは今後30年にわたり日本の食品需要を変容させる。国内消費者の数が減少すると同時に、高齢者や裕福な人々を対象にした高価な食品の比重が高まる

推進要因

- 日本は「超高齢化」への道を突き進んでいる。2040年までに65歳超の人口が42%を占めるようになる。

Food 2040

- 日本の婚姻率と出生率は低下し続ける。
- 高齢者の離婚率が高い。
- 初婚の平均年齢は、若年世代にとって経済見通しが厳しいこともあって上昇している。
- 日本の家庭の構成が大家族(つまり1世帯3~5人)から1世帯1~2人へと変化している。
- 日本の富は高齢人口に集中している。
- 類似の人口動態パターンは韓国で現れており、やがて他の東アジアでも現れる。中国も、その人口政策が変わらない限り、2040年までに現在の日本と似た高齢化関連問題を抱えることになる。

2040年に向けての影響と機会

- 「シルバー製品」(つまり高齢者向けの製品)が日本、韓国、やがては中国において有望な製品になる。以下の特性を備えた製品が高い関心を集める。
 - 減量補助などといった、高齢者のための健康面の属性
 - 高レベルの食品の安全と品質
- 栄養補助食品を開発する機会が増加する。
- 日本の高齢者は健康志向が強いため、遺伝子組み換え食品を一層受け入れるようになるかもしれない。バイオテクノロジー作物が血圧低下などの健康効果を提供できるなら、日本の高齢者は(ことによるとその他の日本の消費者も)遺伝子組み換え食品をより積極的に受け入れるようになる可能性がある。
- 日本の若い人々やあまり裕福でない人々の間では、代わりの安価な製品への需要が増大する。
- 課題:規制環境が、安価な食品に対する市場ニーズや日本の市場の全体的縮小と食い違っている。
- 課題:縮小する市場の中で成長する戦略を採用しない限り、企業はサプライ・チェーン全体にわたり萎縮するか消滅する。こうした戦略は次を含む。
 - 輸出を拡大する。野菜と果物を含む高価な製品に最大の可能性がある。生の商品や肉の輸出には将来性がほとんどない。

Food 2040

- 高齢者の関心事に的を絞って製品を開発する(例えば、消化機能が損なわれた人のための製品や、特定の健康状態に用途を絞った製品)。
- 安全性、プレゼンテーション、価格の面で積極的に競争する。
- 移民やそれに関連する政策を改革して、日本の人口を再び増加させる機会は存在する。しかし、産業界と政府の観測筋は大半が、日本の移民政策は人口動態面の現実にもかかわらず変わらないと予測している。
- 日本国内の食品消費量が減少するという事は、食品業界が市場シェア維持のために熾烈な競争を余儀なくされることを意味する。

新たな課題: 日本の消費者の購買力が長期的に低下するため、消費者の関心は食品価格に集中する

推進要因

- 若年世代の所得レベルは低下すると予想される。
 - 現在、高齢者(65歳以上)が日本の総人口の25%を占め、日本の金融資産の60%を所有している。
 - 若年層は高齢者と同レベルの豊かさを享受しない。その理由は以下である。
 - 日本の相続関係の法律は相続人が引き継ぐ富を制限している。
 - 現在の若年層は30年後に引退するとき、現在の高齢者が受け取っている気前の良い年金を給付されない。ただし、日本の経済情勢が大きく好転すれば別である。
 - 中間層も貧困化する。
 - 年間所得が\$50,000に満たない勤労中間層は1999年時点で50%であったが、2009年には60%になった。この比率は将来拡大することが予想される。
 - 年間所得が\$50,000に満たない消費者にとって、食品価格は重要な役割を果たすようになる。
 - 日本の高齢者人口従属比率は2010年の36%から2040年の71%に上昇すると予想され、勤労人口の負担増大を物語る。¹²⁸

Food 2040

2040 年に向けての影響と機会

- 日本の消費者が将来購入する食品類では価格が重要な役割を演じる。
 - 遺伝子組み換え製品の受け入れに見られるとおり、食品の安全は主要関心事である。しかし時間の経過とともに、日本の消費者の大半がコスト意識を強めていくなれば、価格が食品購入の決定により大きな影響を及ぼすようになる。ただし、食品の安全性にかかわる恐怖を伴う大事件は、価格意識を凌駕し、安全と品質により多く支出するように消費者を動機付けるであろう。

新たな課題：日本の消費者の魚の蛋白質から肉・乳製品の蛋白質への移行

推進要因

- 欧米風の商業文化が日本でも東アジアの他の地域でも勢いを増している。
 - 東アジアと東南アジアの市場が過去 30 年間、欧米風の食べ物と食品チェーンに門戸を開き、関係企業は新しい消費者を確保するため機敏に動いた。
 - 欧米風のファーストフード・チェーンは今や東アジアで最も人気のあるレストランの仲間入りをしており、その品質面の評判は欧米よりも中国や台湾において高い。¹²⁹
 - 大規模かつ裕福な都市部域では、欧米のブランドと企業の進出が制限を受けない。農村地域や地方都市でさえ、オレオ・クッキーのような欧米の製品を見つけることができる。¹³⁰
- 魚の消費は、現在のところ日本の人口の高齢者層に集中している。
 - 魚の消費は年齢とともに急減する。現在、60 歳以上の消費者の生魚購入量は平均して 1 人当たり 17 キロ／年であるが、60 歳未満の消費者は同 6 キロ／年を下回る。
- 日本人の食事は他の東アジア地域と同様にますます欧米化しており、若年層の間でピザ、パン、ハンバーガー、チキン製品、その他の魚より肉を使用する食品の消費が拡大している。
- 若年層は魚より肉を好み、魚が好きでないとか魚をうまく料理できないと発言することが多い。

Food 2040

- 料理が得意でない人々は魚よりも肉を使いたがる。消費者は魚を料理しづらい蛋白質と見る。
- 天然魚の供給は減少しつつあり、これは将来変わりそうもない。養殖による生産は増加するが種類が(より「商業的」で養殖に適したものに)限られており、したがって高級な／天然魚の価格は上昇し、それがさらに消費を制限する。
- 魚を食べる日本の消費者は、味の好みがあるため養殖ものより天然ものを好む。しかし、これは価格が妥当であれば変わる可能性がある。

2040年に向けての影響と機会

- 魚の消費拡大が次第に減速していく可能性は、鶏肉、豚肉、チーズ、牛肉の輸入が増加し、米国が供給者として有利になることを意味する。
- 新しい(つまり鮭やテラピア以外の)種類の大規模な水産養殖や水産飼料のための、費用効率のさらに高い新技術を開発する機会が存在する。
- 水産飼料への需要が、魚粉に代わる高蛋白質の植物性粉末を中心に拡大する。これは米国の大豆コンプレックスと種子開発業者に機会を提供する。
- 魚油に似た属性を持つ特殊な植物油の需要が拡大し(特にオメガ6およびオメガ3脂肪酸)、これも米国の大豆栽培業者と種子開発業者に機会を提供する。

新たな課題: アジアの女性の役割変化に伴って、食品の消費パターンが変化する

推進要因

- 東アジアの社会では、女性はその伝統的な性別による役割を変えつつある。
 - 豊かな東アジア(日本、韓国、台湾、中間層の中国)の女性は結婚を遅らせるか、まったく結婚しないようになっている。これらの国々での女性の平均初婚年齢は今や29~30歳である(欧米よりも遅い)。¹³¹

Food 2040

- 東アジアでは今や女性の 3 分の 2 が被雇用者であり、韓国では 20 歳代の女性被雇用者のほうが 20 歳代の男性被雇用者より多い。こうしたことが家庭の食事パターンを変えつつある。¹³²
- 東アジアでは、女性の教育レベルが高くなり、女性がキャリアのために結婚や家庭を持つことを遅らせるという事情から、女性の収入が増加しつつある。¹³³

2040 年に向けての影響と機会

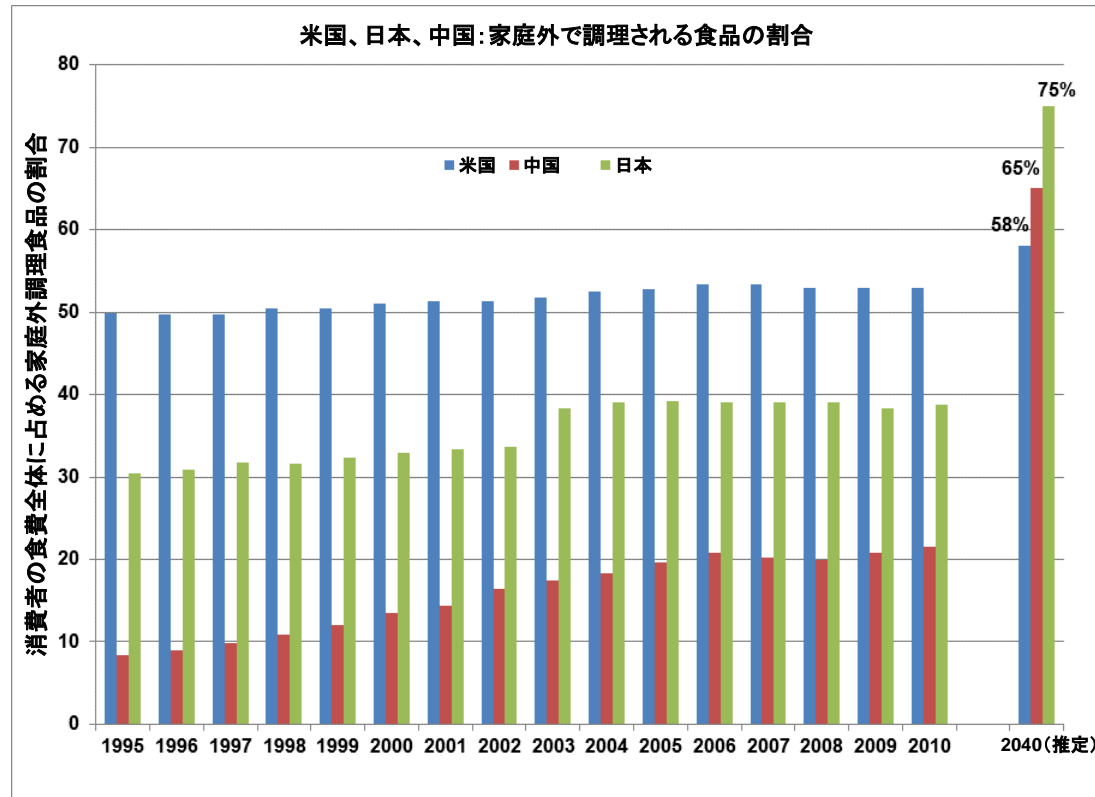
- **女性の自由。** 社会的自由の拡大は東アジア社会での女性の役割を引き続き変化させ、社会全体と家庭の力学を変貌させる。独身の中間層の女性は支出様式が異なり、家族のためよりも自分のために買い物をする。
- **世帯の買い物客としての男性。** 女性の晩婚化や未婚化の結果として、男性は独身生活の長期化に直面する。かつて、特定の商品(家庭用品、非独身者用食品)は男性が妻と一緒に、あるいはもっぱら女性が購入したものであるが、そうしたことがますます少なくなる。買い物をする人口層としての男性は、新しい形態のマーケティングを、場合によってはブランド設定さえも必要とし、これは男性消費者がこれまで購入しなかった広範囲の製品に影響する。

新たな課題: 日本のお家庭外食品産業が急拡大している

日本のお家庭外で調理される食品が消費者の食品支出に占める割合は 2010 年時点で 38%であったが、2040 年までに 70~80%へと拡大すると予想される。この傾向はアジアの他の地域でも起こることが予想され、中国ではすでに顕在化している。この予想される変化は、スーパーマーケット、総菜販売店、レストラン、コンビニエンス・ストア(セブンイレブンなど)、さらには宅配を通じて調理済み食品(何よりもまず保存加工や冷凍したものではない)の販売が拡大するためである。これは、かつて米国で起きたようなファーストフードや冷凍ディナーへのシフトではなく、健康に良いと見られる調理済みの冷蔵食品(冷凍ではない)へのシフトを主体としたものである。しかも消費者が必要なものだけを購入してカネを節約できるように少量に分けて包装される。この傾向は、台所の占めるスペースを切り詰める必要性、料理不要という利便性、人口高齢化の進展、小規模世帯の増加を推進力とする。

Food 2040

米国では、家庭外食品支出の伸びは過去 15 年間でわずか 3%にすぎず、今後 30 年で 8%にすぎないかもしれない(次の図を参照)。



要因

- このシフトは日本で数十年続いており、中国で勢いを増し始めた。

Food 2040

- 大手スーパーマーケット・チェーンが調理済みの食べ物を販売している。
- コンビニエンス・ストア(セブンイレブンなど)が保存加工や冷凍がされていないインスタント食品を手広く扱っている。
- 利便性を求める家庭が増加している。
 - 配偶者が両方とも働いており、調理に時間を割けない共働き世帯が急増している。
- 新米の母親を含む若年世代は調理をする技術や意欲が減退した。
 - あるフードサービスの役員は「新米お母さんの 25%は包丁も持っていない」と言う。¹³⁴
 - 若い人々は料理が好きでなく、また、食べる前に他のことをしたがる。これが、まず食べることを選ぶ高齢世代との違いである。
- 日本の若い人々は所得が低く、将来の所得への期待もあまり持てないため、インスタントで便利な食品を優先するコスト意識の強い市場区分を生み出した。
- 世帯が少人数になり、一人での食事が増加するということは、より少量の食品がますます中心になることを意味する。
- 人口の高齢化
- アパートが小さいため台所のスペースを節約する必要性

2040 年に向けての影響と機会

- 家庭外調理食品部門の間での競争激化が、例えば、スーパーマーケット、総菜販売店、コンビニエンス・ストアが売る出来立ての調理済み食品と、マクドナルドや KFC のようなファーストフード・レストランが売る食品の間で起こる。
- 食品加工やインスタント食品の業界には拡大の機会があるが、特殊なインプットよりも量に依存する国内の食品加工業者が犠牲になる。
- 伝統的なレンジの代わりにスマート電子レンジなどといった具合に、一歩進んだ家庭用食品調理技術をマーケティングまたは開発する機会が存在する。
 - 食品を組み合わせて同時に調理できる電子レンジの需要が生まれる可能性がある。
- 世帯の少人数化のニーズに合わせた少量包装を開発する機会が存在する。
 - 食品がより新鮮に、より長く持つようにするための保管期間長期化の重視。

Food 2040

- ナノテクノロジーが製品を一層新鮮に保つ包装を可能にする。
- 国内の流通チャンネルは、より末端の市場を支援するようにシフトする必要がある。
- 加工食品や調理済み食品を食べる東アジアの眼識のある消費者は、依然として安全と品質を要求する。これは包装ラベルの情報をさらに充実させなければいけないことを意味する。
 - 現行の規制は食品サービスのラベルを義務付けていないが、消費者グループや消費者一般は 2040 年までにそれを求めるようになる。
- 食材よりも加工食品を一層重視する動きは輸入品の構成を変化させる可能性がある。
- 調理済み食品を重視する傾向が強まるにつれて、おそらく店の小型化が必要になる。
- 人々は家庭で調理する代わりに調理済み食品を買うため、食品のサプライ・チェーン全体にわたり電子式の取引追跡システムを構築して、おびただしい数の取引に対応する必要性が高まる。
- 中国のような労働力が安価な国々は、調理済み食品を日本に輸出することにより日本の台所になるかもしれない。
- より一層の予備加工が必要になる。食品は販売前に完全に処理する必要があり、加工業者が、あるいは場合によっては小売業者が、さまざまなカット、組み合わせ、調理をするようになる。
- 米国の農業・食品企業は、マーケティング努力を日本／アジアの食品加工業者／小売業者に対しより多く、消費者に対しより少なく配分する必要がある。

新たな課題：中国の食品サービス部門は、日本が 10～20 年前の状況だが、2040 年までに日本より大きくなる可能性が高い

推進要因

- 中国の都市化に向けた歩みは、人々が職を求めて農村から都市へと移動するため今後も続く。

Food 2040

- 中国の総人口に占める都市人口の割合は、1980年の20%から2010年の34%へと拡大した。2040年までに70~80%に達する可能性がある。
- 都市化は肉の消費を押し上げる。2010年、中国の都市人口は国内の肉消費量の60%超を占めた。
- 可処分所得の増加は、処理された、食品サービスの食品を購入するために使われる。
 - 都市の1人当たり食品支出は過去20年間、年率9~10%で拡大した。この期間、都市の食品支出を総消費支出に対する割合で見ると55%から35%に縮小した。
- 都市化は、生活スタイルのペースが加速するため、利便性への需要をも拡大させる。
- 中国の家庭外食品支出は過去15年間に150%を超える拡大を遂げ、1995年の8%が2010年には21%になった。この期間、農村の家庭外食品支出は7%の安定的水準にとどまった。
 - 中国の食品サービス部門は日本が30年前にいた場所に現在いるが、日本よりも30~50%早く成長している(測定方法による)。
- 利便性とクイック・サービス、ファーストフード、および関連する食品サービス・チェーンへの需要が拡大している。
- 米国系、日本系、その他のレストラン・チェーンがすでに急速に都会市場で成長を遂げた。
- 中国の食品サービス部門は、食品サービス製品の発展と欧米化のベンチマークである日本を上回る速度で成長してきた。
- これらの要因が中間層と富裕層の間での食品の安全と品質に対する需要の増大に加わり、米国およびその他の欧米の食品に対する需要を押し上げている。

2040年に向けての影響と機会

- 食品サービス部門、特にクイック・サービスと利便性を原動力とする企業を引き続き発展させる機会が存在する。
 - 業界筋によると、中国の食品サービスは日本と類似の成長を遂げるが、テンポがはるかに高いとのことである。
- 食品の安全、品質、ブランド製品に関心の高い、成長しつつある中間層と上層を標的にする機会が米国の食品と企業の前に存在する。
 - 中国の裕福な階層は米国の製品を、中国国内で生産される製品よりも安全であり高品質であると見ている。
 - 米国スタイルの食品サービスの拡大は、米国と世界の肉・穀物製品に対する需要の拡大へとつながる。

Food 2040

- 以下を含む食品サービスに関連した一層高度の技術をマーケティングまたは開発する機会が拡大する。
 - スマート電子レンジ
 - 先進的な包装材料
- 裕福な階層を狙って、食品についての情報提供を食品サービスのレベルで充実させる必要性が、消費者や規制機関に押される形で生じるかもしれない。
- 家庭での調理から家庭外での食事へのシフトも、より一層の加工とマーケティングによって食品の価値を高める傾向を示唆している。したがって、2040年までに加工食品の大きな機会が生まれる。類似の展開は日本、米国、その他の発展した食品市場で見られた。

調査テーマ2 競争および規制の状況：進化する課題と基準

今後30年間、東・東南アジア経済圏の多くの国々が新興市場から成熟経済圏へと進化していく。この移行を成し遂げるには、東アジアの成長経済圏をグローバルな基準・慣行との緊密な協調体制へと前進させる制度変更と規制改革が必要である。知的財産(IP)権の保護、法の支配の順守、腐敗の効果的な統制が東アジアの成長と繁栄を維持するために欠かせないものとなる。このテーマについての新たな課題は以下のとおりである。



Image: Foresight Alliance

新たな課題：アジアの企業は海外の農地に投資して、専用の農産物供給を拡大していく

アジアの何カ国かは二国間取引や直接外国投資を通じて農業生産を他の国々に拡大している。外国の農地をリースするかその生産権を取得して資本と労働力の両方を輸出し、農産物の生産を改善している。この海外生産は自国市場の消費を志向しており、国際貿易のためのものではない。例えば中国はアフリカと東南アジアの一部で、またブラジル、アルゼンチン、オーストラリアのような農業大国で農地を購入また

Food 2040

はリースしている。韓国はマダガスカル、スーダン、モンゴル、東ロシアで農地をリースまたは調達した。日本はインドネシアでバイオ燃料生産に投資し、ブラジルや中国で農地を購入している。

推進要因

- これらの国々では、国内生産を拡大するための土地と水資源が限られていることが、食糧安全保障を求めて海外に進出する原動力になっている。
- 食品と一次産品の価格が不安定であることも、生産確保の動機である。
- 目標は長期的な食糧安全保障の確保である。

2040年に向けての影響と機会

- 東アジアの国内生産パターンが農業の整理統合と効率化を妨げ、そのため生産性の高い農業への外国投資がささやかな抵抗手段になるという可能性もある。
- これらの外国農地取得は国際貿易を混乱させる可能性を持っている。
- 海外生産を進める国々は将来の国内食糧供給を制限しつつある。
- 外国の土地への投資は当該国の人々のためにインフラを改善し仕事を提供することになるかもしれない。

新たな課題: アジアの消費者グループと消費者は、食品の安全について充実した製品ラベルと高い評判を求める可能性がある

推進要因

- 食品関連の法制整備において消費者グループや NGO の影響力が強まっている。

Food 2040

- フェイスブックやツイッターのようなソーシャル・メディアのおかげで、またスマートフォンの登場により、食品について便利な情報が入手しやすくなっている。
 - ソーシャル・ネットワーキングは製品情報を速やかに広めることができ、悪いニュース(例えば食品恐怖や食品病)は良いニュースよりも速く伝わる。
- 日本の消費者は食品の安全と品質に非常に高い価値を置くという文化を持っている。他の東アジアや東南アジアの国々では、食品の安全性はそれほどには重視されていないものの、食品恐怖があるため関心が引き続き高まる。中国と韓国の若年層は高齢者層よりも食品の安全に高い価値を置きつつある。

2040年に向けての影響と機会

- 安全と品質が改めて注目されるようになるに伴い、安全と高い価値で定評のあるブランドのニッチ・マーケットを東アジアで開拓し、所得の高い消費者をターゲットにする機会が開けつつある。
- 米国の食品は安全かつ高品質であると見られており、そのため米国のブランドは引き続き競争上の優位性を享受する。加工製品をはじめとする米国の高級食品には新しい機会が存在する。

新たな課題: 食品安全性の懸念は食糧輸出国としての中国の潜在力の制約となる

推進要因

- 中国では、食品汚染事件が発生した結果、食品の品質保証と検査が必要になった。
- 中国の野菜輸出が急増している。
- 中国は冷蔵チェーンの能力を拡大しなければならない。¹³⁵
- 中国はニッチ輸出国として発展している。

Food 2040

- 中国はリンゴ、リンゴ・ジュース、ハチミツなど多くの製品でニッチ輸出を発展させた。¹³⁶

2040 年に向けての影響と機会

- 中国は高品質のニッチ食品市場として発展する可能性がある。食品の品質について問題はあるものの、すでにいくつかの加工食品を輸出している。¹³⁷ 食品輸出のバリュー・チェーンを上っていくことは可能であろうし、高価な商品や製品の原料を輸出することになるかもしれない。¹³⁸
 - 日本は品質面の認識を 1 世代で高度化した。台湾もナショナル・ブランドの認識を変える方法を示す 1 つのお手本になり得る。¹³⁹
 - 中国の伝統的な薬草や薬用植物には輸出の可能性が秘められている。¹⁴⁰
- 中国の食品加工産業は急成長する。外国の食品加工企業はすでに中国で事業を開始しつつあり、国内の食品加工能力をグローバル・スタンダードにまで高度化する道筋を中国に提供しようとしている。¹⁴¹
- 中国の食品加工産業は評判が芳しくないが、外国の食品加工業者が低コストの労働力を利用できることにますます魅力を感じ、原料の基本的加工に中国を活用するようになることも考えられる。外国の食品企業との提携を通じ、中国の食品加工業者は高品質の食品加工基準や専門技術に習熟するであろうし、またやがては自らもこうしたものを発展させ吸収することができるであろう。中国の食品加工産業は、電子機械製造業が過去 20 年間に成熟化した道程とほぼ同じ方法で生産チェーンの高品質化を進めるかもしれない。外国企業は、いくつかの日本企業がすでに行っているように安全と品質の確保に努力する。¹⁴²

新たな課題：食糧と燃料の価格は予見可能な将来にわたり引き続き高く不安定である可能性が高い

アジアを中心とする新興経済圏の経済成長は、ますます多くのエネルギー消費を必要とし、炭素の放出を急増させる。この成長は世界のエネルギー供給に一層の圧力をかけ、各国でエネルギーの輸入依存をめぐる懸念を増幅する。

Food 2040

推進要因

- 世界のエネルギー消費に占めるアジアの比率は 2007 年時点で約 3 分の 1 であったが、2030 年までに 47%になる可能性がある。中国は 2007 年に 16%であったが、2030 年には 22%になる可能性がある。¹⁴³
- 世界の CO2 放出に占める中国の比率は 2007 年時点で 21%であったが、2030 年には 29%になる可能性がある。2030 年までに突出した世界最大の CO2 放出国になり、同年の放出量は米国の 2 倍を超える見込みである。¹⁴⁴
- FAO の食料価格指標は 2011 年 2 月に史上最高を記録し、その後もなお過去の趨勢に比べ高水準で推移している。加えて、消費の増加幅が従来からの繰越在庫レベルに比べ大きいため、食品価格の不安定性が増した。世界需要の拡大継続とともにこの傾向は続く可能性が高く、気候変動が追い打ちをかける可能性もある。
- バイオ燃料の生産が多くの先進国を中心に拡大している。この傾向は乏しい土地と水資源を求めての競争を激化させる。
- 燃料価格の上昇は食品の輸送コストを直接的に押し上げる。その結果、貿易が制約されるかもしれない。

2040 年に向けての影響と機会

- アジアは 2050 年までに石油の 90%を輸入に依存するようになる可能性がある。¹⁴⁵
- アジアは非伝統的な源から燃料を生産しようという圧力の高まりに直面する。これは中国において特に顕著に表れる。
- クリーンな燃料の供給拡大に向けた圧力は、炭水化物の多い作物を求めての競争激化と相まって、競争力のあるセルロース性や他の非食品性の原料からバイオ燃料を生産し石油の輸入を補完しようという誘引を強める。

Food 2040

調査テーマ 3 食糧技術：バイオテクノロジーと農業イノベーション

バイオテクノロジー、ゲノム科学、情報技術といった複数の分野での技術革新が農業部門を変容させようとしている。東アジアと東南アジアの国々は研究開発への投資に力を入れようとしており、2040年よりかなり前に、これらの革新分野のそれぞれで世界の重要な担い手になる可能性がある。東アジアがこれらの技術を応用する範囲と食品サプライ・チェーン全体での活用は、世界の食品市場の未来を形作る決定的要素である。このテーマについての新たな課題は以下のとおりである。

新たな課題：東アジアの生物科学

バイオテクノロジーと他の生物科学の新しい発展は作物と農業の豊かな可能性を切り開くものであり、これは特に中国について当てはまる。しかし、中国におけるバイオテクノロジーの発展は現在岐路に立っている。政府は生産の自給目標を達成する手段としてバイオテクノロジーの進歩を強く支援しているが、消費者グループが GMO (遺伝子組み換え作物) の食品への使用に反対する姿勢を強めつつある。

推進要因

- 中国政府はバイオテクノロジーを重要開発分野の 1 つとして強調しており、第 12 次 5 年計画の要綱に基づき投資に力を入れている。
- バイオエンジニアリングによる形質を複数備えた GM 作物の植え付けが拡大しており、¹⁴⁶ そうした作物を一層迅速かつ経済的に作り出すための新しい技術も向上しつつある。¹⁴⁷
- 中国は国内でのバイオテクノロジーの開発から外国企業を締め出しており、これは中国企業による自前の技術開発を保護するものである。



Image: kaibara87 (Flickr)

Food 2040

- 中国および他のアジア地域のバイオテクノロジー企業は急速に成長し、官民による巨額の新規投資を惹きつけている。
- 知的財産権はアジアのバイオテクノロジー発展における1つの関心事である。
- 栽培の技術と方法が進歩するとバイオテクノロジーの利用を改善できるようになる。
- アジアで肉の需要が拡大すると、家畜や家禽の餌としての穀物や油糧種子の需要も拡大する。
- バイオテクノロジーによる作物については懸念があるものの、アジアのいくつかの国々では遺伝子組み換えの食料や食品に対する消費者の受け入れが積極化しつつある。
- 台湾でのある消費者調査では、回答者の80~90%がすでに遺伝子組み換え食品を受け入れているとの結論が出された。¹⁴⁸

2040年に向けての影響と機会

- 東・東南アジアで中間層が成長するに伴い食品需要が増大する状況下、バイオテクノロジーの発展は需要対応のための支援材料である。
- 遺伝子工学は作物の病気を押さえ込むための力強い味方になる。¹⁴⁹
- 遺伝子除去技術によって遺伝子組み換えでない種子または花粉を生じる遺伝子組み換え植物を作ることも可能になるかもしれない、その場合、遺伝子操作のない種への遺伝的伝達というリスクが低くなる。¹⁵⁰
- バイオテクノロジーの研究は発見と応用の断絶という事態に陥ることがあるが、これは商業化には大規模な資源が必要だからである。基礎研究のフォローアップを改善すればゲームの様相が変わるかもしれない。¹⁵¹
- 合成生物学では、完全に新しい生命システムを遺伝子材料から作り出す必要がある。1つの構想は、シマセンネンボクの根系と連絡を取ることのできる窒素固定細菌を作り出すことであり、これが成功すれば肥料の必要性が低減する。¹⁵² 合成生物学の方法を使って特定の化合物を高い歩留まりで作る生物を作り出すこともできるかもしれない。
- 昆虫に強い形質が手に入れば、農業経営者(開発途上国の農業経営者も含む)は環境によりやさしい農業を営みつつ、生産性を向上させ経済的収益を拡大させることができる。

Food 2040

新たな課題：東・東南アジアの作物バイオテクノロジーの進歩は、気候変動や資源制約の対処に役立つ可能性がある

バイオテクノロジーの中心となる力点は収穫の拡大から、干ばつや土壌塩分といった環境条件の変化に直面した場合の復元力強化へとシフトする可能性がある。将来の気候条件が不確実であり、食糧需要の増大に伴って穀物生産をあまり快適でない新たな生育条件に合わせなければならなくなることを考えると、これらの問題は一層大きな関心事になる。より厳しい生育条件への適合に加え、研究者は食品の栄養学的特性の改善も探求する。この一例は、より健康的な油を生産できる形質を作物に組み入れることである。¹⁵³ デルファイ・パネル回答者の68%は、栄養素含有量などといったアウトプット形質の遺伝子組み換え作物が今後30年間、大規模または中・大規模の影響を世界の農業に及ぼすと考えている。因みに、除草剤抵抗性などのインプット形質について同様に考える回答者は49%であった。¹⁵⁴

推進要因

- 気候変動が東アジアと東南アジアの広い地域で生育条件を変え、その結果、降水量がある地域では増加し別のある地域では減るといったことがあり得る。¹⁵⁵
- バイオテクノロジー開発のための新しい、より迅速な技術が利用可能になり、その結果、遺伝的改良が以前より速やかに行えるようになる。
- 世界人口の成長は食糧供給の拡大を要求するが、そのためには生育条件が相対的に不利な地域での作物の栽培が必要になる。
- 灌漑は土壌塩分という問題の解決に寄与し、そうした条件の下で成長し収穫をもたらすことのできる作物が必要になる。
- 所得が増加した消費者は、食品が健康に良いということに以前よりも多くの期待を抱くようになる。

2040年に向けての影響と機会

- 干ばつに強く耐塩性の作物は、しばらく開発の努力が続けられてきたが、未だ商業化されていない。¹⁵⁶ デルファイ・パネル回答者の75%超は、これが今後30年間、世界農業に大規模または中・大規模の影響を及ぼすと考えている。¹⁵⁷
- 窒素をあまり必要としないバイオテクノロジー・トウモロコシは生産コストの節減を可能にするであろうし、フィターゼ・トウモロコシはリンの放出を減らすことによって環境問題への取り組みに役立つであろう。

Food 2040

- 干ばつに強いとか窒素効率が高いといった形質は一般に植物の多重遺伝子形質であり、単一遺伝子の挿入よりも経路の調整が必要である。¹⁵⁸
- 生産レベルの食品の組成をより健康的なものに変えることは、いくつかの食品の健康効果を改善するツールキットに用意する多くの技術の1つになる。

新たな課題：食糧システムでは多様な技術がバイオテクノロジーを超える働きをする

生物科学以外にも多くの新しい技術が東・東南アジアの食品と農業に大きな影響を与えるかもしれない。例えば、精密農業はセンサーや情報技術を応用して、水や肥料などといった農業インプットの利用を最適化する。¹⁵⁹ 新しいセンシング・システムを開発したり、ありふれた原料を新たな方法で加工することにより新しい食品原料を作り出したりといったことにナノテクノロジーを利用することも可能である。¹⁶⁰

推進要因

- 発展途上国での農業の電化、機械化、近代化は農業技術を提供する機会を拡大しつつある。¹⁶¹
- 世界の食品生産システムには膨大な無駄があり、したがって技術革新を展開して無駄を削減し、将来予想される食料不足を緩和する機会が存在する。¹⁶²
- 多年生の穀物は環境面と経済面で重要なメリットを発揮するであろう。小麦、ソルガム、ヒマワリ、マメ、トウモロコシ、コメの多年生バージョンを開発する努力が研究者の間で進んでいる。¹⁶³
- 精密農業はセンサーや情報技術を応用して、水や肥料などといった農業インプットの利用を最適化する。¹⁶⁴ デルファイ・パネル回答者の過半数は、精密農業が今後 30 年間、世界農業に大規模または中・大規模の影響を与えると考えている。¹⁶⁵
- センサー、情報システム、および包装技術は、食品の原料と製品を周囲の条件、安全性、品質のパラメーターも含め一層完全、正確、精密に追跡することを可能にする。¹⁶⁶
- 「システムから成るシステム」というアプローチは情報技術とセンサーを利用して、以前は複雑すぎて同時には管理できなかった拡張システム（例えば都市のエネルギー・システム全体）を最適化することができ、今や農業生産・流通システムへの適用が可能になった。¹⁶⁷

Food 2040

- 遺伝子除去技術によって遺伝子組み換えでない種子または花粉を生じる遺伝子組み換え植物を作ることにも可能になるかもしれず、その場合、遺伝子操作のない種への遺伝的伝達というリスクが低くなる。¹⁶⁸
- マーカー支援育種技術は従来型の育種による新しい形質の開発を加速するために遺伝子を追跡する。¹⁶⁹ 過去 10 年間に開発された新しい技術は遺伝子マーカーを発見し適用するプロセスを加速した。¹⁷⁰
- 上述のとおり、合成生物学は遺伝子材料から完全に新しい生命システムを作り出すことを含む。例えば、シマセンネンボクの根系と連絡を取る窒素固定細菌を作ることが可能となり、肥料があまり要らなくなるということもあり得る。¹⁷¹ 合成生物学を利用すれば特定の化合物を高い歩留まりで作る有機体を作り出すことも可能かもしれない。
- 議論が多いが真実味のある技術には、人工肉(完全な動物の飼育によってではなく組織培養により生産した肉)や動物クローンの作成(例えば、肉やミルクの生産という面で最適の形質を備えた動物の正確なコピーを作る)が含まれる。動物クローンの作成において日本は世界的リーダーである。
- 人工的な亜鉛フィンガー・ヌクレアーゼを使用して遺伝子の挿入や除去を植物ゲノムの特定部位に対して行い、非常に正確な遺伝子組み換えをすることも可能である。¹⁷²
- ニュートリゲノミクス(個別的な遺伝子情報を利用して特定個人に最適の食事を調整すること)は健康的な食事の概念を変えるが、ゲノム科学と食事を結ぶ情報を理解し適用するには数十年が必要である。
- 空中栽培と水耕法は強力な農業形態である。個々のレストランや家での小規模な形であれ、多層式「垂直農場」での大規模な形であれ、都会の環境で展開できる潜在的可能性がある。資本コストと運営コストは高いが、環境を管理できるため作物の収穫は飛び抜けて大量であるかもしれない。

2040 年に向けての影響と機会

- **国家目標。**さまざまな国がそれぞれのニーズと優先事項に応じて、特定の技術を異なった方法で優先し、支援し、実施する。
- **知的財産権。**農業技術の革新を保護する権利は、先進国と発展途上国の農業が成長するための鍵になる。遺伝子材料と生物に対する知的財産権の付与は依然として議論の的である。¹⁷³

Food 2040

- **規制プロセス。**効果的な規制プロセスの開発と国際的調和は、新しい農業技術の潜在的メリットを現実化するために欠かせない。¹⁷⁴
- **ブラック・マーケットとグレー・マーケット。**東アジアの中にも遺伝子組み換え食品について一般に受け入れている国々と抵抗している国々があり、紛争が発生し非合法活動が横行する可能性がある。¹⁷⁵

新たな課題：中国と他の多くのアジア諸国にとって遺伝子組み換え食品は問題にならなくなると予想されるが、東アジアの上位中間層と富裕層の間では「非遺伝子組み換え」のラベルを付けた商品市場が維持される

推進要因

- 消費者はすでに遺伝子組み換え作物由来の商品を食べており、これには植物油(GM大豆から作られた大豆油など)、肉(飼料が遺伝子組み換えであるなど)、酪農製品(餌が遺伝子組み換え大豆ミールの家畜など)が含まれる。¹⁷⁶
- 消費者は遺伝子組み換え食品としてラベル表示(遺伝子組み換え小麦など)された食品を食べること、あるいは遺伝子組み換え食品(遺伝子組み換え米や豆腐用の遺伝子組み換え大豆)を直接食べることを躊躇する。
- 遺伝子組み換えに対する否定的な認識は変わりつつあり、若年世代は高齢世代よりも受け入れる傾向が強い。
- 加工食品の消費や食品サービス関連の店舗を通じた(つまりラベル表示があまり目につかない形で)消費の増加は遺伝子組み換え食品の利用にとって追い風になる。
- 大多数の専門家は中国について、遺伝子組み換え作物の国内開発がいったん始まると遺伝子組み換え食品の生産が急拡大すると考えている。
 - 中国およびその他のアジア諸国のバイオテクノロジー企業は急成長しており、官民の新規投資を惹きつけている。
- 現在のバイオテクノロジー・パイプラインは、今後10~15年間に何が起きるかを考えるためのヒントを与えてくれる。新しい遺伝子組み換え種子品種は具体的に3つの形質特性、(1) 農業、(2) 生産力およびストレス、(3) 付加価値をターゲットとする。

Food 2040

- 農業種子品種は病気や昆虫に対する抵抗性と、除草剤に対する耐性を強化することに狙いがある。遺伝子組み換え種子の最も一般的な種類である農業形質は、今後 10 年間にキャノーラ、トウモロコシ、大豆、サトウキビ、野菜、小麦、コメの 50 の新しい種子品種に適用される。
- 生産力およびストレス品種は、悪条件下での収量減退を限定することに狙いがある。研究開発のパイプラインで新たな関心と取り組みの対象となっている。種子企業は今後 10 年間、トウモロコシ、キャノーラ、綿花、大豆、小麦の新しい種子品種を合計 20 種類発売する。このジャンルの品種は、悪条件と通常条件の両方で収量を増加させることに狙いがある。モンサント、パイオニア、シンジェンタなどといった企業は、水ストレスのある条件下での収量を安定化させるため一層の精力を注いだ。
- 付加価値種子品種は、収量に関係する伝統的な農業生産リスクを克服して発展し、今や栄養、健康効果、または味覚の属性を強化した種子品種を提供する方向に向かっている。現在、そうした属性を備えた 11 の新しい品種がパイプラインを進んでおり、そのターゲットは大豆、トウモロコシ、コメ、野菜である。これらの品種問題の大多数は、脂肪分が少なくオメガ 3s またはオレイン酸が多いなどといった、栄養面と健康面で改良された属性を食品に提供することに狙いがある。

2040 年に向けての影響と機会

- 遺伝子組み換え食品の世界的採用が拡大する。
- 東アジアでは新しいバイオテクノロジー企業が中国を中心に(ただし中国に限定されない)登場しつつある。
- 健康に良い属性が食品原料に組み込まれているなどといった、人口動態の趨勢を見据えた新しい遺伝子組み換え品種が生まれる(例えば、腸内有益菌を含む小麦、温室効果ガスの削減を通じて環境保護に役立つトウモロコシ、オメガ 6 脂肪酸の豊富な大豆油など)。
- これまで作物植物を重点対象としてきた農業バイオテクノロジーは、家畜、疫病、益虫など、他の分野に拡大する。
- 遺伝子組み換え食品は安全面の実績を着実に積み上げていく。健康面の事件はこれまでなかった。2040 年までに、遺伝子組み換え食品は 40~50 年間市場で流通し続けることになる。
- 日本は東アジアにおいて飛び地のような存在である。非遺伝子組み換え食品の輸出先としてとどまる。

Food 2040

- 予想される食品需要の拡大は生産性向上の必要性を裏付ける材料であり、したがって収量の向上、気候変動への適合、および限界的土地の耕作を可能にするバイオテクノロジー開発をめぐる関心と必要性を刺激する。

調査テーマ 4 農業と食糧の流通／梱包（穀物輸送／インフラストラクチャー）

技術、海洋船舶のサイズ・種類（ドライ・バルクとコンテナ）、包装・製品ラベルの要件における変化、およびエネルギー価格の上昇に伴い、農産物・食品輸送のためのロジスティクスとサプライチェーンの管理が進歩した。本セクションでは2つの副次的分野、(1) 農業穀物の輸送とインフラストラクチャー、および (2) 食糧の流通／包装に注目する。このテーマについての新たな課題は以下のとおりである。

新たな課題：加工製品（チーズ、ヨーグルト、ミール、粗びき粉、特殊農作物）と肉の需要が増加する中でコンテナ化が引き続き拡大し、未加工の作物はバルク輸送が続く

コンテナは乳製品、肉、加工製品、果物、野菜、その他を含む食品の輸送に使用される。しかし、飼料や食用穀物・油糧種子の輸送にコンテナを使用することは 10 年前まで限定的であった。その後、これらの商品にコンテナを使用することが急速に多くなり、例えば、2010 年時点で、コンテナによる穀物輸出は米国の貿易の最高 5%を占めるまでになった。新たな課題は作物のコンテナ化が加速していることであり、この要因は (1) 特殊／特別注文作物やサプライチェーンの保証に対する市場の需要、(2) 作物の取引（例えば飼料や小麦）から加工製品（例えば肉やパスタ）の取引への潜在的切り替え、(3) サプライチェーンにおけるバルク輸送対コンテナ輸送の経済学の変化である。同時に、差別化されていない／一般的な作物はバルク流通システムにとどまり、むしろより大きな船舶を使用するようになる。例えば、パナマ運河の拡張はより大型のバルク船とコンテナ船の建造を支えるものであり、日本の 5 つの主要港はすでにより大型の「パナマックス型」船舶を迎えられるように再設計が進んでいる。

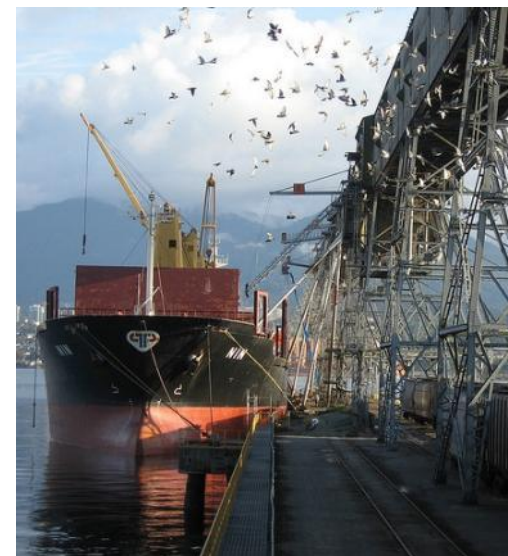


Image: AverageJoe (Flickr)

Food 2040

推進要因

- 所得の増加は東アジアにおいて消費者の嗜好の「ニッチ化」を推進し、その結果、穀物や他の農業製品の差別化を加速する(例えば高蛋白質の品種や非遺伝子組み換えなど)。
 - 顧客は将来、食品に対しますます個別の属性を幅広く欲するようになる。こうした消費者基盤は日本を中心とする東アジアの上位中間層と富裕層から発生し、所得の増大とともに他の諸国の富裕層にも広がっていく。
 - この消費者区分は利便性、品質、調和、健康、食品の安全を欲する。
 - 消費者の要求は非常に個別になっていく(例えば、非遺伝子組み換え、高繊維質、有機または天然、低脂肪)。
- サプライ・チェーンの保証に対する要求が相応に高まっていく。
- コンテナは品質保証プログラムと一体化するかもしれない。種子技術企業のパイプラインには差別化された作物がすでに広範囲に揃っており、これらは取引されるならば供給品質の保証を必要とする。
- 作物(飼料や小麦など)の取引から加工製品(肉やパスタなど)の取引への大規模な切り替えが2040年までの間に進行する可能性がある。
 - 中国とその他の東アジア発展途上経済圏は食品消費の急拡大に伴い、国内の家畜生産用飼料として肉と酪農製品の輸入を拡大しなければならなくなる。例えば中国は、水、土地、人口動態、環境の問題があるため、国内生産によっては国内の肉需要を充足できないと予想される。
 - 韓国は将来、肉の輸入を大幅に拡大すると予想される。
 - エネルギーとロジスティクスのコストが上昇するにつれて、飼料成分を輸入するより肉を輸入するほうが経済的になる。
- サプライ・チェーンにおけるバルク輸送対コンテナ輸送の経済学が変化している。
 - フレート市場ではコンテナを利用できる範囲が拡大している。
 - 新たな生産者と消費者の登場は、バルク船よりもコンテナ船のほうが利用しやすい限界的市場への浸透につながりつつある。
 - バルク船の運賃は上昇傾向にあり変動が大きい。
 - 料率が相対的に安定の度を強めており、そのためコンテナ化が選択肢として一層魅力的になっている。

Food 2040

- 帰路に利用可能なコンテナが多いアジア向け航路を中心に、空のコンテナの転用が進んでいる。

2040 年に向けての影響と機会

- コンテナ化におけるこれらの趨勢はサプライ・チェーン管理の充実を可能にし、「現場から工場へ」のイニシアチブを拡大する可能性を高める。
- トレーサビリティと同一性保持のシステムの利用が拡大するに伴い、バルク船に対するコンテナ船のコスト面での優位性が高まる。
- 国際的な輸送とロジスティクスのコンテナ化は、サプライ・チェーン・モニタリングの新しいセンサーと方法を展開できる広大な基礎を提供する。

新たな課題: 2040 年までの中国に期待される経済成長のためには、輸送のインフラストラクチャー、トレーサビリティ、同一性保持を拡大し向上させる必要がある

推進要因

- 中国政府は最近、再活性化に向けた上位 10 の最優先産業にロジスティクスを追加した。¹⁷⁷
- ハイウェイ網、鉄道システム、空港、海港を近代化し拡張するには大規模な資本投資が必要である。
- 中国は過去 10 年間、インフラ開発に力を注ぎ、一部では今や日本よりも進んだ港湾構造物を有している。
 - 中国は国内消費と輸出の両方のために食品の品質と安全を向上させる必要があり、そのためインフラストラクチャーの高度化が競争上の必要事になっている。
 - 中国のロジスティクス部門の自由化によって、全額出資の外国企業が市場に拠点を構えられるようになりつつある。その結果として起る外国投資の流入は「世界クラスのロジスティクス部門を迅速に開発するための鍵」になる。¹⁷⁸

Food 2040

- 費用効率の高い内陸輸送は、中国の沿岸都市と外国で消費者の食品支出をめぐる競争する中国の内陸農場を支援するために重要である。政府が国内経済の強化に力を入れていることを考えれば、このことは効果的な全国的協同一貫輸送システムの構築に向けて政府を一層動機付ける。
- 台湾はトレーサビリティプログラムを実施中であり、政府が最上級の確約をしている。¹⁷⁹
- 日本はセンサーの小型化において最先端にある。
- 消費者は品質に対し強い要求を持っており、所得上昇に伴いその対価を払うことができる。
- トレーサビリティは可食の RFID チップなどの技術革新により促進される。¹⁸⁰

2040 年に向けての影響と機会

- 効果的で近代的な流通とロジスティクスのシステムは、国民と東アジアで事業を営む企業の両方にとって極めて重要な競争上の差別化要因になる。
 - 中国は必要性に迫られ、また機会に惹かれて、世界的クラスの国内流通インフラストラクチャーを展開する。
 - 中国の外国企業と国内企業は競争の厳しい流通部門で対抗し合う。
 - 中国は主要なインフラストラクチャー（港、輸送チャンネル、河川航行、ハイウェイ、高速貨物鉄道など）の高度化を今後 10 年で完了する可能性が高く、インフラストラクチャーの持続可能性や規範の順守などといった他の問題にカ点を移行していく。
 - 外国投資はアジアにおけるトレーサビリティの配備を加速する。中国では全額出資の外国企業がトレーサビリティシステムを配備し、国内の競争相手が同様のことを行うように駆り立てる。¹⁸¹
- 東アジアの他の地域でもインフラストラクチャーが近代化される。専門家の意見によると、東アジアの大部分は 2020 年代か 2030 年代に、流通とロジスティクスの高度なインフラストラクチャーを獲得する。¹⁸²
- 安全と品質に対する消費者の要求増大は所得増加と相まって、トレーサビリティと同一性保持への投資を後押しする。¹⁸³

Food 2040

- コンテナ化(商品を小さな包みにユニット化して、認識され理解されている金額的メリットを保存、保護し、そうした商品を保護すること)はトレーサビリティを促進する。「国際的な輸送とロジスティクスのコンテナ化は、サプライ・チェーン・モニタリングの新しいセンサーと方法を展開できる広大な基礎を提供する。」¹⁸⁴

新たな課題: 日本の消費者はより小さく分けられた食品と、そうした商品に関するより多くの情報を求める

推進要因

- 高齢の消費者は食べる量が少なくなるため、日本で高齢化が進むと少量の食品が求められるようになる。
- コンビニエンス・ストアや宅配サービスから購入するインスタントの食べ物が大幅に増加する。日本では家庭外で調理される食品の割合が1960年代以降拡大し、1963年には消費者の食品支出の約11%であったが2010年には40%近くになった。
- 日本では結婚する人や子供を持つ人が減少しているため、世帯が縮小している。
- 品質と安全についての消費者の要求は、食品についてのより良い情報に対する要求を駆り立てている。

2040年に向けての影響と機会

- 日本の消費者はより少量の食品を求めるようになる。
 - さまざまなサイズで販売される調理済みの食べ物や加工食品が増加し、消費者は食べる必要のあるものだけを購入できるようになる。
 - 少量のものは価格を不釣り合いに高く設定でき、これは利益拡大の機会を提供する。
- 高齢化はさらに、新しい製品ラインを開発する機会を食品加工業者に提供する。
- 安全性と透明性を向上させるには、伝統的な「～日までに販売」というスタンプを押す以上のことが必要になる。こうしたスタンプは、例えばその製品が保管中または輸送中、不注意で高温にさらされていなかったか、といったことを無視している。より特化した包装材料や製品を開発する機会是非常に大きいかもしれない。例えば、「スマート包装(という新しいカテゴリー)」は、食品自体の中での物理的、化学

Food 2040

的、または酵素の活動に基づき、製品の品質、安全、保管条件を正確かつ明瞭に示す、微生物の成長と温度・時間の目に見える指標を含むかもしれない。

○ 一般化する可能性のあるスマート包装の特徴は以下を含む。

- リアルタイムの鮮度指標(例えば肉やミルクについて)
- 時間・温度歴
- 微生物成長の指標
- 漏洩、微生物による腐敗の指標

○ スマート包装は多くのトレーサビリティシステムとも一体化する。

■ 個別に包装されたインスタントの食べ物を東京のような大都会地域で運ぶというロジスティクス上の課題が生まれる。

新たな課題: 日本の農作物と家畜の生産はせいぜい横ばいに推移するが、2040年までには下降する可能性が高い

推進要因

- 日本の農業経営者は高齢化が進んでいる。日本の営利農業経営者の60%超は2009年時点で65歳以上であった。
- 農業は否定的に見られている。男性農業経営者の70%は外国人(大半が中国人)と結婚するが、その理由は日本の女性が彼らと結婚したがるからである。
- 日本では、農業生産を拡大して意味のある耕作可能な土地が減少しつつある。農地は過去30年に610万ヘクタールから460万ヘクタールに縮小した。
- 大半の生産が小規模な(したがってあまり競争力のない)農場に限定されており、この理由の1つは利用可能な平地が限られていることにある。しかし、将来はこれに変化が現れる可能性もあり、農業生産の縮小が緩和されるかもしれない(部分的にすぎないが)。
 - 生産拡大に有利な要因: 工業式農場経営(つまり米国やブラジルのスタイル)の台頭。これは日本で一般的になると予想される。

Food 2040

- 生産拡大に不利な要因: 法人形態の農業企業がすでに高額作物(例えば野菜、香辛料、果物)に重点的に取り組んでいる。その理由は、政府の支援の有無に関係なく、これらに国際的競争力があるかもしれないからである。
- 日本は現在、大規模農業経営者への土地の売却を制限しているが、法人形態の農業経営が増加するに伴い、政府は農場と人口動態を考え、これらの代替的な農業経営体制を支援せざるを得なくなる。
- 日本は将来、輸出産業の競争力を確保する必要に迫られて、より自由な貿易協定(例えば環太平洋連携協定または TPP)に参加するかもしれない。
- 日本は世界の輸出大国である。すべての産業にわたり国内市場が縮小するに伴い、日本は成長のためますます輸出に依存するようになるかもしれない。
- 農業(日本では高い関税で守られた産業)が国内 GDP に占める割合は 3%であり、したがって農業経営者は GDP(これにはアジアや米国への輸出を望んでいる食品加工産業にかかわる部分も含まれる)にとって有利な将来の自由貿易協定を阻止できないかもしれない。
 - 日本が TPP に参加する場合の懸念事項は以下のとおりである。
 - 肉(死体および半死体)の輸入関税は現在 38.5%であるため、家畜生産業者は競争できない。
 - コメ栽培業者も、輸入関税が高いため輸入と競争する困難な時期を迎える。

2040 年に向けての影響と機会

- 肉、コメ、小麦、および他の一次産品のような製品は輸入量が増加し、米国の肉や穀物の供給業者が有利になる。
- 輸出を狙う加工食品の生産は増加する。
- 食品の加工・流通センター、は原料(バルク船とコンテナ船)が輸入される港湾地域に移動する必要がある。
- 日本は、野菜、香辛料、地域果物、酪農製品(ヨーグルトなど)、および他の加工製品を含む高額製品の輸出においてより重要なプレイヤーになる。
- 日本での大規模農業経営に投資する機会が存在する。

Food 2040



調査テーマ5 環境と資源：世界的成長の影響

今後30年間、東・東南アジアの環境と拡大する農産業は、互いにますます大きなストレスを与え合う可能性が高い。食品の量と質の両方に対する需要は環境資源が限られている中で増大する。環境の悪化を緩和しながら必要な生産レベルをどのように満たすかという問題は、シェアを追求する東アジアの新興経済圏にとってのみならず、消費者が慣れた高品質の食品の生産を維持し拡大しようとしている先進経済圏にとっても重要な課題である。このテーマについての新たな課題は以下のとおりである。

新たな課題：世界的な魚の乱獲は天然魚の利用可能性を制限し、水産養殖の成長を刺激する

乱獲、消耗、または回収された魚資源は、天然魚資源に占める割合で1974年の10%から2008年には32%へと増加した。しかし、水産養殖の生産拡大により世界の魚供給は1950年以来約4%/年という比較的安定した率で増加しており、天然魚捕獲の生産(これは1980年代以降安定している)を相殺した。2030年まで天然魚の生産がゼロ成長であり水産養殖の成長率が3.9%/年であると仮定すると、世界の魚生産は2005年から2030年にかけて2.1%/年で成長すると予測される。



Image: Harry Wagner (Flickr)

推進要因

- 世界の魚消費は1961年から2007年にかけて300%増加した。
- 東アジアの人々(日本、中国、韓国)は魚が格別好きであり、世界の魚消費に占めるその割合は1961年の11.7%から2007年の41.6%に拡大した。

Food 2040

- 1961年から2007年にかけて中国は日本を追い抜き、東アジアで最大の魚消費国になった。この期間、世界の魚消費に占めるその割合は11.8%から32.2%に拡大し、他方で日本の割合は16.9%から7.1%に縮小した。
- 世界の漁業生産(捕獲と水産養殖)は過去30年で大幅に増加した。この増加の大半は水産養殖の発展によるものである。中国は、この水産養殖による生産拡大の大きな部分を占めた。

2040年に向けての影響と機会

- 水産養殖による生産が拡大し、複合飼料を消費する水産養殖品種の割合が拡大するため、水産飼料の需要は2040年までに約4,500万メートルトン増加すると予測することができる。
- 世界の魚肉生産は持続可能性の制約に直面しているため、増大する水産養殖需要を満たすには他の蛋白源が必要になる。
- 植物性蛋白質の組み入れ率を平均20%、最高30%とすると、植物性蛋白質は2040年時点で1,600~2,500万メートルトンの水産飼料需要に応じることになる可能性がある。

新たな課題: 東アジアにおける農業生産への環境面の影響

東・東南アジアは土地と水の利用可能性と量の面で、農業に対する環境面の制約を抱えている。さらに、特定の国々の農法は水資源と農地の両方に大きな負担をかけている。同時に、この地域は農業の拡大に利用可能な土地が非常に限られているという問題に直面しており、これは増加する人口を養うための将来の生産拡大を輸入、収量増加、栽培強化に求めなければならないことを意味する。これらは注意深く管理し厳格に規制しなければ、アジアの自然資源にさらに一層のストレスをかける恐れがある。

推進要因

- 中国の農業:
 - 人口密度と中国の農業の多くがなお遅れた状態にあることを考えると、中国の農業経営には面積の拡大よりも効率の向上にはるかに多くの余地があるといえる。¹⁸⁵

Food 2040

- 特に中国の養豚産業は、未だ工場式農業経営の形を取っておらず、そのため最大の生産能力を発揮していないにもかかわらず、環境に非常に大きな影響を及ぼしている。¹⁸⁶
- 中国の人口密度の高い地域にいる消費者は環境面の影響にすぐに気付き、行動を積極化する態度に出る。¹⁸⁷
 - 教育を受けたエリートと NGO は環境面の影響について認識を喚起することに積極的である。¹⁸⁸
- 中国は環境面の危機に対応しつつある。緩和と調整のための努力が進められている。例えば、ある政府プログラムはメタン・ダイジェスターの使用拡大に力を入れており、別の政府プログラムは殺虫剤の使用について農業経営者を教育している。また、土壌の肥沃度の回復を目指す政府プログラムもある。¹⁸⁹
- 中国の農業経営者は高齢化を続けており、専門家は現在の「小規模農地の寄せ集め」¹⁹⁰を統合し、効率改善に向け農業組織を変革することを考えている。
- 砂漠化の問題と牧草地の品質低下を前に、政府は牧畜業者を助成して放牧家畜の数を削減することになった。¹⁹¹

■ 水:

- 「推計によると、世界の食品生産に使用される水の 16~26%が輸出用の食品により占められており、これは世界での水の利用効率を貿易によって高める大きな可能性があることを示唆している。」¹⁹²
- 人口増加、都会化、工業化は、特に発展途上経済圏において水の需要を増大させる。
 - 世界の水需要は 2000 年から 2025 年にかけて 35~60%増加すると予想される、2050 年までに倍になるかもしれない。¹⁹³
 - 農業は現在、川や帯水層からの淡水の引き込み／使用のうち 70%を使用しており、農業の水需要は 2030 年までに 30%超増大する可能性がある。¹⁹⁴
- 多くの乾燥した場所では、灌漑のための吸水率が補充率を超えている。インド、エジプト、リビア、オーストラリアには、枯渇しつつある、再生不可能な、化石のような帯水層が広く存在する。¹⁹⁵
- 1 ポンドの食品を生産するために必要な水とその他のインプットは、過去 30 年で大幅に落ち込んだ。
- 単一栽培の広範な利用が水使用の増加に寄与した。土着の作物は当該地域に適合しているため、より少ない水で済むことがある。森林農業は作物の水へのアクセス増加を助けるもう一つの方法である。¹⁹⁶

Food 2040

- 新しい「水 1 滴当たりの作物 (crop-for-the-drop)」戦略はマイクロ灌漑、ソーラー点滴灌漑、踏み子ポンプを含む。¹⁹⁷
- 急速な都市化は世界の多くの地域 (例えば東アフリカ) で水ストレスの激化に寄与している。発展途上国では排水や下水の利用を水分と栄養分両方のために拡大する兆しが見られる。多くの NGO が、排水を安全に利用して作物を栽培することについて農業経営者を教育することに努力している。¹⁹⁸
- 気候変動:
 - 2040 年までに、気候変動が栽培可能な場所をおそらく変えてしまう。耕作可能な土地が地勢により拡大したり縮小したりし、システムの不安定性が増大する。
 - 水関係の法律、水についての財産権、水の汚染、および「仮想水」が重要問題になりつつある。
 - 専門家パネルでのアンケート調査では、「気候変動は農業システムに否定的な影響を及ぼす」との主張に回答者の 79% が不同意 (38%) または強く反対 (41%) と答えた。¹⁹⁹

2040 年に向けての影響と機会

- 中国農業の将来はグリーンである。アウトプットを増加させるため、中国はその農業システムの環境面の影響を緩和しなければならない。新しい「一括交渉」では、今後 20 年かけて環境を改善しようというキャンペーンの中で、政府の利益と国民の利益が 1 つにまとまっている可能性がある。
- 中国の農業には、近代化の中で方法と技術における一大飛躍を遂げる機会が豊富にある。
 - 中国の農業は環境を害することなく近代化し工業化する必要がある。結果として、中国はよりグリーンな農業技術にとって従来よりも大規模な市場になる可能性が高い。
- グリーン農業へのシフトを支援するグリーンなインプットが増加する (より安全な殺虫剤、バイオテクノロジー種子など)。
- 中国の消費者の環境意識は、所得の拡大と教育レベルの上昇に伴い成長を続ける。
- 水をめぐる競争の激化は農業の将来を世界的に形作る。水の希少性は食品の生産を効率向上の方向に突き動かす。農業貿易は水の貿易であり、「局地的な」水問題を国境を越えた問題にする。

Food 2040

- 気候変動の認識は農業を営む条件を変える可能性がある。おそらく政策の対応が農業に大きな影響を及ぼす。

付録 1 方法論

デルファイ調査

予想される未来を具体的に示すため、デルファイ調査法が用いられた。デルファイ調査では、5つの中核的調査テーマを入念に検討して定め、専門家との初回の面談を設定し、その後の専門家とのパネル・ディスカッションと面談を設定し、最終的に **Food 2040** の中核をなす 6 つの洞察を導き出した。デルファイは、アメリカ穀物協会、FAS 東京、Informa Economics および Foresight Alliance が特定した 46 人の対象領域の専門家プール全体にわたって実施された。

デルファイの背景

- デルファイ調査法は、ランド・コーポレーションが開発した将来の展望に関するコンサルティング・プロセスであり、具体的な先見的トピックに関する専門家の意見をプールするために、幅広い参加者グループを動員する。このプロセスは、事前に定めた質問一式から始まり、ラウンド形式で実施される。各ラウンドの最後に、全参加者間で匿名の形で回答を共有し、参加者はこれに応じて自身の回答を調整することができる。
- デルファイ調査は、一定期間に事象や課題が生じる確度について、専門家の見解を調査することを意図している。一般的にこの調査では、多項選択式の質問を行い、さらに自由回答形式の質問で補うことにより、調査領域について新たな洞察と情報を得る。
- パネル・メンバーの匿名性はデルファイ・アプローチの重要な特徴の1つである。専門家が、匿名性が完全に守られる中で率直な意見を共有する機会を持ち、これに続くパネル・ディスカッションではオープンなやりとりを行うことができる **Food2040** では、この特徴が特に効果的に機能した。匿名性によって、参加者がかかわる組織のコンセンサスとなっている知識を優先させる必要、すなわち「型にはまった知識」を生み出す必要がなく、個人としてその人の洞察を共有することができる。

Food 2040

Food 2040 へのデルファイの適用

Foresight Alliance と Informa Economics は協力して、5 つの中核的調査テーマのそれぞれの範囲内で、明確な主要課題の作成に取り組んだ。これらは、8 つの対象領域のサブセットの専門家と個々の面談が行われ、その中でさらに改良された。主要課題は、デルファイ用のアンケートの構成と、またプロジェクトの後続段階におけるディスカッションの構成に用いられた。

デルファイの第一の目標は、主要な不確実性の問題に取り組み、分析家チームがベースラインすなわち 2040 年の東アジアの食糧と農業について予想される未来像を描くことができるようにすることであった。Foresight Alliance は、46 人の対象領域の専門家からなるデルファイ・パネルに協力を求めた。同社は Informa Economics と協力してデルファイ用のアンケートを作成し、これを効果的に管理・実行するためのすべての必要条件が確実に満たされるよう努めた。デルファイ調査は 2 回のラウンドにわたって行われた。

- **第 1 ラウンド:** デルファイの管理に、オンライン調査ツール (Survey Monkey©) のカスタマイズ・バージョンを用いた。パネリストは、このツールを使用して、質問に非同期的に回答することができた。参加者の回答の匿名性は、デルファイの管理者に対しても完全に守られた。第 1 ラウンドの最後に、Foresight Alliance は、各質問に対する参加者の意見の分布を把握することに重点を置いて回答を集計し、分析した。
- **第 2 ラウンド:** Foresight Alliance は、各質問に対する第 1 ラウンドの結果が示された、新しいバージョンのデルファイ・アンケートを作成した。第 2 ラウンドの目標は、前回ラウンドの結果を全参加者で共有し、フィードバックを考慮した上でその回答を調整することができるようにすることであった。専門家は第 1 ラウンドと同じ質問に回答することが求められたが、今回は新たな情報に従って望みどおりにその回答を変えることが認められている。

デルファイの成果物: 統計的分布を含む回答集計結果、および各回答者からの自由形式の補足回答。これらの結果は、5 つの中核調査テーマそれぞれについて挑発的な仮説を生成していく上での主要な情報減となった。デルファイによって、調査チームは重要な原動力、不確実性の問題、意味合いを特定、妥当性を確認し、こうした要因を用いて将来起こり得る結果に関する仮説を作り出すことが可能になった。

Food 2040

専門家の貢献

次のステージは、デルファイ調査、初回の専門家面談、およびさらなる専門家の参加を通じた机上調査から探り出された洞察をベースとし、その上に組み立てる形で設計された。これらすべての内容を未来思考を促す形で統合するため、Foresight Alliance は、5つの中核的テーマのそれぞれについて、未来に関する一連の仮説を作成した。これらの仮説は、予測という形ではなく、各テーマ領域で将来このように進展していくという形のものになるよう意図された。確度が高い未来像は常に1つ以上あるため、仮説は相互の一貫性を持たせる必要はなかった。

プロジェクト調査は、2つのトピック領域にまとめられた。

- 食糧市場(農業、食糧流通および梱包、競争および規制の概観)および食糧消費者(消費者動向)
- 食品への投入物(食糧とテクノロジー、環境と資源)。

参加した専門家が持つ独特の文化規範と期待の中で最も効果的に機能するよう、欧米とアジアの専門家に対して異なるプロセスが用いられた。

- 欧米の専門家には、Foresight Alliance が2つのオンライン・パネル・セッションを提供し、体系的プロセスの中で、参加者がアイデアを出し合い、互いのアイデアに対して反応することができるようにした。
- アジアの専門家については、情報・意見を集める上で、1対1の面談が文化的により適した方法であると考えられた。

欧米の専門家を対象としたプロセス

オンライン・パネルは、リアルタイムの仮想会議のための専用インターネット協業ツールである FacilitatePro©による支援を受けた。パネル A には、6人の専門家のほかに、セッション後に非同期でオンラインにより情報・意見を提供する専門家1人が参加した。パネル B には、4人の専門家のほかに、非同期で情報・意見を提供する専門家1人が参加した。FacilitatePro©では、参加者が電子フリップチャートを同時

Food 2040

に掲示したり、他の回答者が掲示した項目に対してコメントすることができ、最も重要な項目を優先できるようになった。続いて結果は口頭によるディスカッションを通して展開され、精緻に検討された。

各パネルの中で、参加者は、関連テーマ領域の未来に関する仮説について話し合った。パネルのプロセスは、次の3つのステップによって構成された。

- 2040年までの食糧、農業、および消費者に対する影響に従い、仮説の順位付けを行う。
- 潜在的な影響が最も大きな仮説から始め、時間が許す限り、リストの下位に向かって進む。
 - 仮説の確度の格付けについて話し合う。
 - 仮説に従って未来が進展するものと想定し、ブレインストーミングにより、起こり得る結果、機会、その結果もたらされる課題を挙げる。
- 関連テーマ領域で、未来がどのように進展する可能性があるか、ブレインストーミングにより追加の仮説を挙げる。

アジアの専門家を対象としたプロセス

前述のとおり、アジアの専門家から情報・意見を収集するには、1対1の面談のほうが文化的により適した方法であると考えられた。参加者には、通訳を通じて面談を行うか、英語で行うかの選択肢が提供された。実際には、両方の選択肢が採用された。面談の質問は以下を目的に作成された。

- 仮説に関連する追加の背景情報と文化動向を提供する。
- 仮説の確度と結果に関して、専門家の意見を直接的または間接的に収集する。

台湾の専門家6人、中国の専門家1人、韓国の専門家1人、シンガポールの専門家1人、南アフリカの専門家1人との面談が行われた。さらに、同様の面談が、日本の40人近い専門家との間で行われた(次項に記述のとおり)。これらの面談には、調査のこのステージで形成され精緻に定められた仮説を試すための質問も含まれた。

Food 2040

日本での面談

Foresight Alliance と Informa Economics は、対面式の専門家面談を実施するため、プロジェクト調査担当者のチームを日本に1週間派遣した。Informa Economics と Foresight Alliance のチームは、37人の日本の食品業界の専門家、学識経験者、政府関係者の特定との一連の面談の手配に際し、FAS 東京事務所による支援を受けた。チームは52の正式な質問プールを作成、面談担当者は、対象領域に関する専門家の知識に応じて、プールされている質問のサブセットを用いて面談を行った。質問のトピックには、消費者の生活および消費者動向、食糧の展望、人口動態の変化、輸送およびロジスティクス、ならびに食品バイオテクノロジーが含まれた。

洞察の統合

- Informa Economics と Foresight Alliance は、この時点までに実施された調査全体から得られた最も重要な発見事項を要約した。5つの調査テーマのそれぞれについて、調査による主要な発見事項をまとめ、さらなる洞察生成の基礎として用いた。
- Informa Economics は、アジアの食糧消費の未来の変化を描き出すため、的を絞った展望分析を実施した。各調査テーマについて、東アジアの新興経済国における所得増、平均年齢の上昇、都市中流階級の拡大など主要な経済的動向と人口動態的動向の見通しを前提に、肉類、乳製品、植物油、その他を含む食品需要における潜在的変化(金額ではなく量のみ)を評価する計量経済学モデルを構築した。
- Foresight Alliance は、5つの調査テーマすべての主要な所見をまとめ、傾向と推進要因が、複数の調査領域にわたって収束し補強し合いながら相互に作用している潜在的な領域を特定した。これら一群の傾向は、アジアの食糧システムの未来について、関連性があり大きなインパクトを持つ6つの「洞察」として精緻にまとめあげられた。
- 続いてこれらの6つの洞察が、クロス・インパクト・マトリクス内で相互に比較された。このマトリクスは、起こり得る結果が生成され、調査の基礎の中で特定されている未来の結果が強調されるよう、各洞察と他の洞察とを暫定的にペアにしている。続いて6つの洞察についてさらなる影響と結果が生成された。

付録 2 食糧需要分析 - アプローチ

食糧需要モデルのアプローチ

- 「2040 年に向けた食糧需要予測」のセクションで使用されたモデルは、2040 年に向けた世界の食糧動向の説明に過去のデータを用いる。
- モデルは、発展途上国における食糧の入手可能性の変化が、現在の先進国で発生したものと同一過去のプロセスを反映する傾向に向かうことを前提とする。すなわち、発展途上国の食糧消費は、文化的嗜好、人口動態的特徴、および社会経済的状況の相違によるいくつかの小さなバリエーションはあるものの、先進国のそれと同じ方向に向かう傾向があるというものである。
 - 従属変数である、FAO 報告による食糧供給に関する国レベルのデータを食糧消費の代用として使用した。
 - 1961 年から 2007 年の期間で入手可能な FAO データを、国際ドルで測定された世界銀行の購買力平価による 1 人当たり GDP の国別データ(1980 年から 2016 年まで入手可能。実質ベースの購買力平価(PPP)による 1 人当たり GDP の算出のためインフレ調整を行った)を 1950 年から 2100 年の人口動向に関する国連の国別データと結合した。
- 1980 年から 2007 年の期間にかけての国別の食糧消費をモデリングするため、回帰分析を使用した。
 - このモデルの要因は次のとおりである。
 - 人口の年齢分布
 - 女性の比率
 - 人口密度
 - 従属人口比率(20 歳から 64 歳の人口に対する 0 歳から 19 歳または 65 歳以上の人口の比率),
 - 都市部に住む都市人口比率、スラムに住む都市人口比率
 - 購買力平価による 1 人当たり実質 GDP の 2005 年の米ドル測定値
 - 国および地域の質的変数

Food 2040

- 分析された食糧消費の項目は次のとおりである。
 - 牛、鶏、豚、海産物を含む肉製品
 - 乳製品
 - シリアル
 - 油糧種子
 - 砂糖および甘味料
 - ビールおよびワイン
 - トウモロコシ、大豆、コメ、麦
 - 果物、根菜および葉物野菜
- モデル予測には、将来の人口増加、および年齢、社会階級 1 人当たりの所得に関する人口動態動向予測をベースとし、上述の食品の 1 人当たりのキログラムでの消費見積もりが含まれた。
- 世界の異なる地域における食用穀類、飼料用穀物、油糧種子作物と、および家畜飼料割り当ての動向に関する、過去の生産および収穫率に関する Informa のデータベースを用い、上にリストアップされた数量によって示唆される需要を満たすための穀物、飼料用穀物および油糧種子作物を生産するのに必要なヘクタールに関して、見積もりを行った。図表 12 は、食糧消費予測の土地使用要件を決定するためのベースライン予測で使用した収穫率の見積もりを示し、図表 13 は、モデルのパラメーターおよび予測を前提とした、食糧消費の農地要求に関するベースライン予測を示している。

図表 12: ベースライン収穫率見積もり: メートルトン/ヘクタール

	食用穀物	飼料用穀物	油糧種子
1980	1.79	2.51	1.15
1990	2.23	2.79	1.43
2007	2.79	3.75	1.94
2010	3.05	3.90	2.03
2020	3.31	4.26	2.30
2030	3.71	4.70	2.60
2040	4.13	5.20	2.90

図表 13: 食糧消費を支えるために必要となる土地面積の見積もり

モデル予測	食用穀物	飼料用穀物	油糧種子	モデル合計作付面積	実際の合計作付面積
1980	480	219	112	812	822
1990	456	224	127	807	820
2000	456	189	173	818	827
2010	479	191	207	877	892
2020	482	205	238	925	
2030	447	236	247	930	
2040	389	291	249	929	

後注

-
- ¹ David Biello, "Can Algae Feed the World and Fuel the Planet? A Q&A with Craig Venter," Scientific American, November 15, 2011, www.scientificamerican.com/article.cfm?id=can-algae-feed-the-world-and-fuel-the-planet.
 - ² Interview with Japanese expert, September 2011.
 - ³ Interview with Japanese expert, September 2011.
 - ⁴ "China's 5-Year Biotech Investment Fires Clear Warning to US," Generics and Biosimilars Initiative, August 26, 2011, www.gabionline.net/Biosimilars/News/China-s-5-year-biotech-investment-fires-clear-warning-to-US.
 - ⁵ Matthew Stremlau, "Go to China, Young Scientist," Washington Post, May 22, 2011, A19.
 - ⁶ Eliza Barclay, "China Turns to Biogas to Ease Impact of Factory Farms," Environment 360 website, November 11, 2010, http://e360.yale.edu/feature/china_turns_to_ecological_biogas_production_to_ease_impact_of_factory_livestock_farms/2338.
 - ⁷ Jonathan Watts, "China puts the eco back in economy," Guardian (UK), May 25, 2010, www.guardian.co.uk/environment/2010/may/25/china-ecological-values.
 - ⁸ Orville Schell, "How Wal-Mart is Changing China," Atlantic, December 2011, www.theatlantic.com/magazine/archive/2011/12/how-Wal-Mart-is-changing-china/8709/?single_page=true.
 - ⁹ Interview with Japanese expert, September 2011.
 - ¹⁰ "Pocket K No. 16: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2010," ISAAA, April 2011, www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/default.asp.
 - ¹¹ Interview with Asian scientist in biotechnology; "China Biotech on the Rise," Farm Chemicals International, July 2011, www.farmchemicalsinternational.com/seedbiotech/?storyid=3183.
 - ¹² Interviews with Japanese experts and food industry executives, September 2011.
 - ¹³ "Pocket K No. 16: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2010," ISAAA, April 2011, www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/default.asp.

Food 2040

- ¹⁴ Delphi survey of experts, August 2011.
- ¹⁵ Interview with American expert, July 2011.
- ¹⁶ “Pocket K No. 16: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2010,” ISAAA, April 2011, www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/default.asp.
- ¹⁷ Delphi survey, August 2011.
- ¹⁸ Interview with American expert on China, July 2011.
- ¹⁹ Interview with American expert on Africa, July 2011.
- ²⁰ Howard W. French, “In Africa, An Election Reveals Skepticism of Chinese Involvement,” Atlantic, September 29, 2011, www.theatlantic.com/international/archive/2011/09/in-africa-an-election-rejects-chinese-involvement/245832/.
- ²¹ Delphi survey, August 2011.
- ²² Asian Development Bank, *Asia 2050: Realizing the Asian Century*, Manila, 2011, www.adb.org/documents/reports/asia-2050/asia-2050.pdf.
- ²³ “Outsourcing’s Third Wave,” The Economist, May 21, 2009, www.economist.com/node/13692889.
- ²⁴ Interview with American expert on Africa, July 2011.
- ²⁵ AmCham–China, *2010 White Paper*, Transportation and Logistics, www.amchamchina.org/download?path=/cmsfile/2010/04/19/6cd315b8b96e4f6532acbf29b4b2a895.pdf.
- ²⁶ Interview with Japanese food industry executives, September 2011.
- ²⁷ Expert panel, September 2011.
- ²⁸ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ²⁹ Interview with American expert on China, July 2011.
- ³⁰ Interview with American expert on China, July 2011.
- ³¹ Charles Wolf, Jr., et al., *China and India, 2025: A Comparative Assessment*, RAND, 2011, www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2011/RAND_MG1009.pdf.
- ³² “Hands Slapped,” The Economist, July 7, 2011.
- ³³ Expert panel, September 2011.

Food 2040

- ³⁴ Expert panel, September 2011; interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ³⁵ Expert panel, September 2011; interview with Asian expert, September 2011.
- ³⁶ Interviews with Asian experts, September 2011.
- ³⁷ Interviews with Japanese experts, September 2011.
- ³⁸ Interview with Taiwanese expert, September 2011; expert panel, September 2011.
- ³⁹ Delphi expert panel, August 2011.
- ⁴⁰ Expert panel, September 2011.
- ⁴¹ Delphi expert panel, August 2011; interviews with US and Asian experts, July and September 2011.
- ⁴² Interviews with Asian experts, September 2011.
- ⁴³ Expert panel, September 2011.
- ⁴⁴ Delphi expert panel, August 2011.
- ⁴⁵ Interviews with US and Asian experts, July and September 2011.
- ⁴⁶ Delphi expert panel, August 2011.
- ⁴⁷ Interview with Japanese expert, September 2011.
- ⁴⁸ Interviews with Asian experts, September 2011.
- ⁴⁹ Expert panel, September 2011; interviews with US and Asian experts, July and September 2011; “Of Cabbages and Kims,” The Economist, October 7, 2010, www.economist.com/node/17204655.
- ⁵⁰ Orville Schell, “How Wal-Mart Is Changing China,” Atlantic, December 2011, www.theatlantic.com/magazine/archive/2011/12/how-Wal-Mart-is-changing-china/8709/?single_page=true.
- ⁵¹ Orville Schell, “How Wal-Mart Is Changing China,” Atlantic, December 2011, www.theatlantic.com/magazine/archive/2011/12/how-Wal-Mart-is-changing-china/8709/?single_page=true.
- ⁵² Orville Schell, “How Wal-Mart Is Changing China,” Atlantic, December 2011, www.theatlantic.com/magazine/archive/2011/12/how-Wal-Mart-is-changing-china/8709/?single_page=true.

Food 2040

- ⁵³ Keith B. Richburg, “China Says It’s Cracking Down amid Anger over Tainted Food,” Washington Post, August 10, 2011, www.washingtonpost.com/world/asia-pacific/amid-anger-over-tainted-food-china-says-its-cracking-down/2011/08/08/gIQANPYC6I_story.html.
- ⁵⁴ Interviews with Asian experts, July and September 2011.
- ⁵⁵ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ⁵⁶ Interview with Japanese food industry executives, September 2011.
- ⁵⁷ *Transportation and Logistics 2030—Volume 4: Securing the Supply Chain*, PricewaterhouseCoopers, 2011, www.pwc.com/en_GX/gx/transportation-logistics/pdf/TL2030_vol.4_web.pdf.
- ⁵⁸ Interview with Japanese expert, September 2011.
- ⁵⁹ Interviews with Asian experts, September 2011.
- ⁶⁰ Expert panel, September 2011; interview with Asian expert, September 2011.
- ⁶¹ Delphi expert panel, August 2011.
- ⁶² Interviews with Japanese experts, September 2011.
- ⁶³ Interview with US expert, July 2011.
- ⁶⁴ Interview with US expert, July 2011.
- ⁶⁵ Expert panels, September 2011; interview with Japanese expert, September 2011.
- ⁶⁶ Interview with Japanese expert, September 2011.
- ⁶⁷ Interview with Japanese expert, September 2011.
- ⁶⁸ Nathan Gray, “Nutrigenomics and Personalized Nutrition: What Does the Future Hold?” NutraIngredientsUSA.com, March 30, 2011, www.nutraingredients-usa.com/Research/Nutrigenomics-and-personalized-nutrition-What-does-the-future-hold.
- ⁶⁹ Interview with Japanese expert, September 2011.
- ⁷⁰ Expert panel, September 2011.
- ⁷¹ Rachel Wimberly, “China Food Show Expands Reach into Nutraceutical Market,” Trade Show News Network, March 3, 2011, www.tsnn.com/news-blogs/china-food-show-expands-reach-nutraceutical-market.

Food 2040

- ⁷² Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ⁷³ Alfred Romann, “Longer Lifespans Could Be a Blow for Asia,” China Daily, July 2, 2011, www.chinadaily.com.cn/world/2011-07/02/content_12822929.htm.
- ⁷⁴ Expert interview, July 2011.
- ⁷⁵ Expert panel, September 2011.
- ⁷⁶ Christopher Shay, “Hong Kong’s Expanding Obesity Problem,” Wall Street Journal, January 10, 2011, <http://blogs.wsj.com/hong-kong/2011/01/10/hong-kongs-expanding-obesity-problem>; “Six Die of Heart Disease Per Minute in China,” China Daily, August 12, 2011, www.chinadaily.com.cn/china/2011-08/12/content_13104625.htm.
- ⁷⁷ Delphi expert panel, August 2011.
- ⁷⁸ Delphi expert panel, August 2011.
- ⁷⁹ “The Asian Promise: Key Trends and Alliances In Biotechnology in 2010,” Grant Thornton, 2011, www.wcgt.in/html/assets/Whitepaper_BioAsia2011TheAsianPromise.pdf; “Asia Pacific Biotech Market Promises Immense Potential,” Pubarticles.com, June 6, 2011, www.pubarticles.com/article-asia-pacific-biotech-market-promises-immense-future-potential-1307345199.html.
- ⁸⁰ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ⁸¹ Interview with Japanese expert, September 2011.
- ⁸² Interviews with Japanese experts, September 2011.
- ⁸³ Interview with American expert, September 2011.
- ⁸⁴ Expert panel, September 2011; interview with Asian expert, September 2011.
- ⁸⁵ Laurie Segall, “This 3D Printer Makes Edible Food,” CNN Money, January 24, 2011, http://money.cnn.com/2011/01/24/technology/3D_food_printer/index.htm.
- ⁸⁶ Interviews with Japanese food manufacturer and Japanese retailer, September 2011.
- ⁸⁷ Interviews with Japanese food manufacturer and Japanese retailer, September 2011.
- ⁸⁸ Interview with Japanese food service manager, September 2011.

Food 2040

- ⁸⁹ Interview with Japanese retailer, September 2011.
- ⁹⁰ Expert panel, September 2011.
- ⁹¹ *Asia 2050*, Asian Development Bank, 2011, www.adb.org/documents/reports/asia-2050/asia-2050.pdf.
- ⁹² Delphi expert panel, August 2011.
- ⁹³ Interview with Asian expert, September 2011.
- ⁹⁴ "The Flight from Marriage," *The Economist*, August 20, 2011, www.economist.com/node/21526329.
- ⁹⁵ "The Flight from Marriage," *The Economist*, August 20, 2011, www.economist.com/node/21526329.
- ⁹⁶ "The Flight from Marriage," *The Economist*, August 20, 2011, www.economist.com/node/21526329.
- ⁹⁷ "The Flight from Marriage," *The Economist*, August 20, 2011, www.economist.com/node/21526329.
- ⁹⁸ Interview with American expert, September 2011.
- ⁹⁹ Interview with Asian food expert, September 2011.
- ¹⁰⁰ Interview with American food industry expert, July 2011.
- ¹⁰¹ "China to Breed Large Seed Firms, Up Reservoir Spending," Reuters, February 23, 2011, www.reuters.com/article/2011/02/23/china-agriculture-idUSTOE71M04V20110223.
- ¹⁰² Suzanne Goldenberg, "GM Corn Being Developed for Fuel Instead of Food," *Guardian* (UK), August 15, 2011, www.guardian.co.uk/environment/2011/aug/15/gm-corn-development-food-fuel.
- ¹⁰³ Interview with Asian food expert, September 2011.
- ¹⁰⁴ Interview with Japanese food expert, September 2011.
- ¹⁰⁵ Interview with Japanese food expert, September 2011.
- ¹⁰⁶ Keith B. Richburg, "China Seeks to Address Food-Safety Crisis," *Washington Post*, August 11, 2011, A6; interviews with food experts, July-September 2011.
- ¹⁰⁷ Interview with American food expert, August 2011.
- ¹⁰⁸ Interview with American agricultural researcher, July 2011.
- ¹⁰⁹ Interview with expert on Chinese agriculture, July 2011.

Food 2040

- ¹¹⁰ Interview with Japanese food expert, September 2011.
- ¹¹¹ Interview with American food expert, August 2011.
- ¹¹² Jim Lane, "Chromatin's Yield Machine: Is Instant Gene-Stacking a Game-Changer for Energy Crops?" Biofuels Digest, January 19, 2011, <http://biofuelsdigest.com/bdigest/2011/01/19/chromatins-yield-machine-is-instant-gene-stacking-a-game-changer-for-energy-crops>.
- ¹¹³ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹¹⁴ Interview with Asian food expert, September 2011.
- ¹¹⁵ Interview with American agricultural researcher, July 2011.
- ¹¹⁶ Expert panel, September 2011.
- ¹¹⁷ Interview with American food expert, August 2011.
- ¹¹⁸ *Asia 2050: Realizing the Asian Century*, Asian Development Bank, 2011, www.adb.org/documents/reports/asia-2050/asia-2050.pdf.
- ¹¹⁹ *Asia 2050: Realizing the Asian Century*, Asian Development Bank, 2011, www.adb.org/documents/reports/asia-2050/asia-2050.pdf.
- ¹²⁰ "Food Security Data and Definitions," Food and Agriculture Organization, viewed August 2011, www.fao.org/economic/ess/ess-fs/fs-data/ess-fadata/en/.
- ¹²¹ Christopher Shay, "Hong Kong's Expanding Obesity Problem," Wall Street Journal, January 10, 2011, <http://blogs.wsj.com/hong-kong/2011/01/10/hong-kongs-expanding-obesity-problem/>; "Six Die of Heart Disease per Minute in China," China Daily, August 12, 2011, www.chinadaily.com.cn/china/2011-08/12/content_13104625.htm.
- ¹²² "World and Selected Country/Region Population Aged 65+," UN Department of Economic and Social Affairs, viewed July 2011, http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_indicators.htm.
- ¹²³ Alfred Romann, "Longer Lifespans Could Be a Blow for Asia," China Daily, July 2, 2011, www.chinadaily.com.cn/world/2011-07/02/content_12822929.htm.
- ¹²⁴ Interview with US expert, July 2011.
- ¹²⁵ Christopher Shay, "Hong Kong's Expanding Obesity Problem," Wall Street Journal, January 10, 2011, <http://blogs.wsj.com/hong-kong/2011/01/10/hong-kongs-expanding-obesity-problem/>; "Six Die of Heart Disease per Minute in China," China Daily, August 12, 2011, www.chinadaily.com.cn/china/2011-08/12/content_13104625.htm.

-
- ¹²⁶ Lorraine Heller, “Asia Pacific Leads World in Nutraceutical Sales,” Nutraingredients-usa.com, May 5, 2008, www.nutraingredients-usa.com/Consumer-Trends/Asia-Pacific-leads-world-in-nutraceutical-sales.
- ¹²⁷ Rachel Wimberly, “China Food Show Expands Reach into Nutraceutical Market,” Trade Show News Network, March 3, 2011, www.tsnn.com/news-blogs/china-food-show-expands-reach-nutraceutical-market.
- ¹²⁸ US Census Bureau.
- ¹²⁹ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ¹³⁰ Interview with Asian expert, September 2011.
- ¹³¹ “The Flight from Marriage,” The Economist, August 21, 2011, www.economist.com/node/21526329.
- ¹³² “The Flight from Marriage,” The Economist, August 21, 2011, www.economist.com/node/21526329.
- ¹³³ “The Flight from Marriage,” The Economist, August 21, 2011, www.economist.com/node/21526329.
- ¹³⁴ Interview with Japanese food service manager, September 2011.
- ¹³⁵ Interview with US food industry expert, July 2011.
- ¹³⁶ Interview with Japanese expert, September 2011.
- ¹³⁷ Interview with Japanese food expert, September 2011.
- ¹³⁸ Interview with Japanese food expert, September 2011.
- ¹³⁹ Interview with Taiwanese food expert, September 2011; Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁴⁰ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁴¹ Interview with Japanese food expert, September 2011.
- ¹⁴² Interview with Japanese food expert, September 2011.
- ¹⁴³ *Asia 2050: Realizing the Asian Century*, Asian Development Bank, 2011, www.adb.org/documents/reports/asia-2050/asia-2050.pdf.
- ¹⁴⁴ OECD.
- ¹⁴⁵ *Asia 2050: Realizing the Asian Century*, Asian Development Bank, 2011, www.adb.org/documents/reports/asia-2050/asia-2050.pdf.

Food 2040

- ¹⁴⁶ Jacqui Fatka, “Biotech Adoption to Accelerate,” Feedstuffs FoodLink, February 27, 2009, www.feedstuffsfoodlink.com/ME2/dirmod.asp?sid=&nm=&type=news&mod=News&mid=9A02E3B96F2A415ABC72CB5F516B4C10&tier=3&nid=4A594E22D68748AD990ED0E2577205DA.
- ¹⁴⁷ Jim Lane, “Chromatin’s Yield Machine: Is Instant Gene–Stacking a Game–changer for Energy Crops?” BioFuels Digest, January 19, 2011, <http://biofuelsdigest.com/bdigest/2011/01/19/chromatins-yield-machine-is-instant-gene-stacking-a-game-changer-for-energy-crops>.
- ¹⁴⁸ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ¹⁴⁹ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁵⁰ Keming Luo et al., “‘GM–Gene–Deletor’: Fused loxP–FRT Recognition Sequences Dramatically Improve the Efficiency of FLP or CRE Recombinase on Transgene Excision from Pollen and Seed of Tobacco Plants,” Plant Biotechnology Journal, 2007, http://plantsciences.utk.edu/pdf/stewart_luo.pdf.
- ¹⁵¹ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁵² “Can Corn Be Taught to Fix Its Own Nitrogen?” Physorg.com, March 4, 2010, www.physorg.com/news186923765.html.
- ¹⁵³ Boris Gitlin, “The New Frontier: Genetically Modified Oil Wars,” GMO Journal, July 7, 2010, <http://gmo-journal.com/index.php/2010/07/07/the-new-frontier-genetically-modified-oil-wars/>; interview with US expert, July 2011.
- ¹⁵⁴ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁵⁵ Justin Gillis, “A Warming Planet Struggles to Feed Itself,” New York Times, June 4, 2011, www.nytimes.com/2011/06/05/science/earth/05harvest.html?pagewanted=all; Gerald C. Nelson et al., “Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation,” IFPRI, October 2009, www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21.pdf; interviews with Taiwanese and Chinese and Singaporean experts, September 2011.
- ¹⁵⁶ James Randerson, “Drought Resistant GM Crops Ready ‘In Four Years’,” Foundation for Biotechnology Awareness and Education, 2009, www.fbae.org/2009/FBAE/website/news_08_10_drought-resistant.html.
- ¹⁵⁷ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁵⁸ Susan J. Martino–Catt and Eric S. Sachs, “Editor’s Choice Series: The Next Generation of Biotech Crops,” Plant Physiology, 2008, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2330289.

Food 2040

- ¹⁵⁹ Joshua M. McGrath, “Precision Agriculture and Nutrient Management in 2010,” University of Maryland, January 11, 2011, <http://midatlanticcropmanagementschool.pbworks.com/f/McGrath+NM.pdf>; interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ¹⁶⁰ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ¹⁶¹ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁶² Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁶³ Jerry D. Glover and John P. Reganold, “Perennial Grains: Food Security for the Future,” *Issues in Science and Technology*, Winter 2010, www.landinstitute.org/pages/Glover-Reganold%20article.pdf.
- ¹⁶⁴ Joshua M. McGrath, “Precision Agriculture and Nutrient Management in 2010,” University of Maryland, January 11, 2011, <http://midatlanticcropmanagementschool.pbworks.com/f/McGrath+NM.pdf>; interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ¹⁶⁵ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁶⁶ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ¹⁶⁷ Peter Korsten and Christian Seider, “The World’s 4 Trillion Dollar Challenge: Using a System-of-Systems Approach to Build a Smarter Planet,” IBM Corp., January 2010, <ftp://public.dhe.ibm.com/common/ssi/pm/xb/n/gbe03278usen/GBE03278USEN.PDF>.
- ¹⁶⁸ Keming Luo et al., “GM-Gene-Deletor’: Fused loxP-FRT Recognition Sequences Dramatically Improve the Efficiency of FLP or CRE Recombinase on Transgene Excision from Pollen and Seed of Tobacco Plants,” *Plant Biotechnology Journal*, 2007, http://plantsciences.utk.edu/pdf/stewart_luo.pdf.
- ¹⁶⁹ Interview with Taiwanese expert, September 2011.
- ¹⁷⁰ N. Appleby, D. Edwards, and J. Batley, “New Technologies for Ultra-High Throughput Genotyping in Plants,” *Methods in Molecular Biology*, 2009, www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19347650.
- ¹⁷¹ “Can Corn Be Taught to Fix Its Own Nitrogen?” *Physorg.com*, March 4, 2010, www.physorg.com/news186923765.html.
- ¹⁷² “The Science of Exzact™,” Exzact Precision Technology, viewed October 2011, www.exzactprecisiontechnology.com/science/.
- ¹⁷³ “Can Biotech Food Cure World Hunger?” *New York Times*, October 26, 2009, <http://roomfordebate.blogs.nytimes.com/2009/10/26/can-biotech-food-cure-world-hunger/?th&emc=th>; Beverly D. McIntyre, Hans R. Herren, Judi Wakhungu, Robert T. Watson, “Agriculture at a Crossroads,” IAASTD, 2009,

-
- [www.agassessment.org/reports/IAASTD/EN/Agriculture%20at%20a%20Crossroads_Synthesis%20Report%20\(English\).pdf](http://www.agassessment.org/reports/IAASTD/EN/Agriculture%20at%20a%20Crossroads_Synthesis%20Report%20(English).pdf); interview with US expert, July 2011.
- ¹⁷⁴ Interviews with US, Korean, and Singaporean experts, July and September, 2011.
- ¹⁷⁵ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁷⁶ Interviews with Taiwanese and Korean experts, September 2011.
- ¹⁷⁷ AmCham–China, *2010 White Paper*, Transportation and Logistics, www.amchamchina.org/download?path=/cmsfile/2010/04/19/6cd315b8b96e4f6532acbf29b4b2a895.pdf.
- ¹⁷⁸ AmCham–China, *2010 White Paper*, Transportation and Logistics, www.amchamchina.org/download?path=/cmsfile/2010/04/19/6cd315b8b96e4f6532acbf29b4b2a895.pdf.
- ¹⁷⁹ Interviews with Asian experts, September 2011; Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁸⁰ Jesse Emspak, “Chips for Dinner,” *New Scientist*, June 10, 2011, www.newscientist.com/blogs/onepercent/2011/06/chips-for-dinner-edible-rfid-t.html.
- ¹⁸¹ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁸² Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁸³ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁸⁴ Delphi expert panel, August 2011.
- ¹⁸⁵ Interview with US expert on China, July 2011.
- ¹⁸⁶ Interview with US expert on China, July 2011.
- ¹⁸⁷ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁸⁸ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁸⁹ Interview with US expert on China, July 2011.
- ¹⁹⁰ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁹¹ Interview with US expert on China, July 2011.

Food 2040

- ¹⁹² Foresight, *The Future of Food and Farming*, UK Government Office for Science, London, 2011, www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf.
- ¹⁹³ Foresight, *The Future of Food and Farming*, UK Government Office for Science, London, 2011, www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf.
- ¹⁹⁴ Foresight, *The Future of Food and Farming*, UK Government Office for Science, London, 2011, www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf.
- ¹⁹⁵ Foresight, *The Future of Food and Farming*, UK Government Office for Science, London, 2011, www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf.
- ¹⁹⁶ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁹⁷ Interview with US expert, July 2011.
- ¹⁹⁸ Interview with US expert, July 2011; Foresight, *The Future of Food and Farming*, UK Government Office for Science, London, 2011, www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf.
- ¹⁹⁹ Delphi expert panel, August 2011.