

判断力、そして危険を感じ取る第六感が培われたと感じています。

しかし、情報の収集、その分析は各種センサーとAIが得意とするところ。小型化、無線化したセンサーが機関士の五感を凌駕し、AIが迅速、的確に判断する。もう現実となっています。機関士はAIの診断と指示に従い機関を運転していく、そんな時代に足を踏み入れているのでしょうか。

余談ですが、手元に星型空冷エンジン（星型7気筒を4つ繋げた28気筒、出力3800hp）を6基搭載した航空機の本があります。エンジニア（航空機関士）が2名搭乗し、エンジン性能を最大限引き出すためにエンジンに供給する混合気の濃度調整、点火時期の調整、冷却ファンの切り替えによるシリンダの温度管理、プロペラ回転速度とピッチの調節、過給機のモード選択等を飛行高度や機体の重量を加味して、ほとんどの調整を手動で行っている様子が書かれています。写真にある計器盤の計器の配列は見事なもので、見ていてため息が出ます。しかし、今は航空機に機関士は搭乗していません。スロットルの操作量に対し、コンピュータが機体のコンディションを加味して、エンジンをコントロールしています。

機関士は船上のメンテナンスに特化していくのでしょうか。DNV-GL TECHNOLOGY OUTLOOK 2030では温室効果ガス削減・脱炭素社会のエネルギーは水素がメインです。現在は導入期、あるいは過渡期ですが、当然、船舶でも水素を使用した機関が導入されることでしょう。LNGを主燃料とする機関システムでも、電気推進システムが採用されつつあり、遠くない将来にはクルマと同様、燃料電池と再生エネルギーを組み合わせた電気プラントに切り替わっていくのでしょうか。そうになると、メンテナンスの様相も大きく変わってくるのではないのでしょうか。

現在、船上メンテナンスの大部分は燃料油に起因するものではないのでしょうか。燃料油の処理に使用する機器のメンテナンス、燃料油を燃やすことで生成される物質に起因したメンテナンス。水素の導入でこのようなメンテナンスから解放され、さらに、洋上でのメンテナンスそのものから解放される可能性すらあります。自動車でもディーラーでの点検は車載コンピュータにコミュニケーターを接続しての診断がメインです。船舶でもAIが常時故障診断して、兆候を読み取れば報告

してくれるでしょう。機関室に張り巡らされたセンサー（当然、無線、ユビキタスセンサーです。ケーブルはありません）の情報とAIの支援、アプリケーションを駆使して、1ないし2名が船内の電気プラントを監視しつつ運航に当たる、これは機関士、航海士のカテゴリではなく、まさしく運航士、運行士の再来ではないのでしょうか。電気工学や電子工学を修めたものがその時代に必要とされる運行技術を身につけて、運行にあたるのか。運行技術を身につけたものが、運転に必要な知識を習得していくのか。「卵が先か鶏が先か」、30年後の船員はどのような業態になっているのでしょうか。

（井上 尚則 記）

4. Impact on healthcare :

健康管理への影響

計数的健康革命が目の前に迫っており、その影響は2030年までに明らかになるだろう。ここでは、個人の需要に合わせた医療の個人化、資料の重要性、医療における社会契約の役割など、計数化と健康管理の課題との関連性に焦点を当てている。

◎計数的健康革命

現在、年間約¥900兆⁽¹⁾と推定され、2040年までに¥2,400兆⁽²⁾に増加すると予測されている世界各地の医療費の持続不可能な増加は、世界の健康に対する大きな課題となっている。医療生態系のすべての階層で、2030年までに85億人に増加すると予測される世界人口を含め、前例のない社会的負担に直面している。⁽³⁾

韓国のように2030年までに平均寿命が90歳になる国もあり、個人の長生き化が進んでいる⁽⁴⁾。年齢の上昇は健康問題の増加と関連しており、一方で不健康な生活習慣の選択は、非伝染性疾患（NCD）と複数の慢性疾患（MCC）の有病率の世界的な急速な増加につながっている。今日、世界の成人の3人に1人、先進国では4人に3人が慢性呼吸器疾患、心血管疾患、代謝性疾患、がん、精神疾患の複合疾患であるMCCに苦しんでいると推定されている。⁽⁵⁾

SDGs3「良好な健康と幸福」は、すべての年齢層のすべての人が健康な生活を確保し、幸福を促進することを目的としている。これは、基本的な

役務、一貫した管理、投薬への接続に影響を与える経済的・社会的な格差の拡大に取り組んでいる。それは、平均寿命が最も短い国と最も長い国の間の格差に直面し、抗菌薬耐性から非伝染性疾患に至るまでの新たな病気の傾向に対する行動を要求している。

これらの課題への対応として、医療の生態系は、遺伝情報学や新しい形態の分子治療などの継続的な科学的発見を通じた革命を経験しているが、それに伴い、医療における新しい革新的な有形機器、無形機器、計数的応用無形機器の開発に拍車をかけた科学技術の景観全体の盛り上がりが起こっている。これらを組み合わせることで、無形機器、接続装置、資料分析を組み合わせ、ますます創造的な方法で、自宅での快適な生活を含め、個人の管理体験と管理への接続を向上させる、次の段階の協同した取り組みを提供する。

携帯電話やその他の感知器の使用を拡張および増強することを含む携帯装置により、個人が実時間の医療情報を監視し、医療提供者と共有することが可能になった。しかし、研究資料や臨床資料の収集速度は、世界的に、あるいは国家規模でも、医療分野での最適な利用方法を集約し、監督し、体系的に活用する能力を上回るものとなっている。

とはいえ、これらの資料は、世界中の何百万人もの人々の生活の質に前向きな影響を与え、管理への接続が制限されている地域を含め、健康生態系のあらゆる階層で広範囲に改善をもたらす力を持っている。

世界銀行機関は、2030年までの世界の医療生態系に対する科学技術の影響を評価するための手引書⁽⁶⁾を提供しており、健康金融と公衆衛生の両面からの取り組みに大きな転換が必要であることを述べている。多くの障壁や課題が未解決のままであるため、2030年に計数化が世界に与える潜在的な影響と、今後数年間の準備のための社会全体の需要と能力に焦点を当てることを目的としている。この過程では、計数的科学技術革命の必要性の背景にある具体的な内容、その中での課題、そして2030年の成功を確実なものにするために取ることができる段階に取り組むことが重要である。

現在の医療への取り組みは、個人的、社会的、体系的に改善する必要がある。個人的・社会的な役割をよりよく理解することは、健康と予防につ

ながり、現在の病気管理に取って代わることができる。2030年までには、医療産業は、計数的健康革命によって可能になり、新しい枠組みや体系の開発によって支えられた、より統合された生態系へと移行していると思われる。

◎個人の進路

～78% 2014年から2030年までの世界の医療費の年間増加～

患者と医療提供者の関係は、処方箋に基づいた治療と順守という父権主義的な型から、患者が管理過程にますます統合されていく、より開かれた動的なものへと移行し始めている。

しかし、これは経費削減と成果の向上のために改善・加速する必要がある。病気に対する直線的で一過性である反応に基づいて構築された体系よりも、健康に導かれ、個人の責任、継続的な透明性、情報所有に積極的に取り組んでいる閉回路型の方が、より多くの恩恵を受けることができる。科学技術は、個人の意識と関与を向上させ、医療提供者と管理体系の両方の過程を自動化することで、閉回路型の各段階に影響を与える力を持っている。

個人が自分の健康な未来に積極的に投資するように促すための最も強力な方法の一つは、個人に情報を与えることである。適切な情報があれば、個人は自分で制御できることをよりよく認識することができる。現在、医療の進歩によって最も恩恵を受けていない人々、すなわち低学歴・低所得者層は、分かりやすい情報から最も多くの利益を得る立場にある。

防衛的で責任を伴う医療の実践は、医療の最も経費のかかる側面の一つであり、個人が自分の管理についてほとんど理解していなかったり、自分の管理に参加していなかったりする父権主義的な体系から生まれたものである。透明性は信頼を育み、個人の関与を改善し、訴訟の可能性を減らすことができるため、全体的な成果を向上させ、経費を削減することにつながる。

科学技術は、患者と医療提供者の間の隔たりを埋める力を持ち、医療生態系を防御的な管理から協調的な管理へと変化させる。個人が自分の資料がどのように使われているかをよりよく理解し、自分の情報との対話ができるようになれば、通常は資料の共有と実用的な情報への変換を妨げてい

る信頼関係の格差が縮まり、生態系全体が前進する態勢が整うことになる。⁽⁷⁾

◎資料の重要性

～85億人 2030年までの世界人口～

病気、疾病、医療費に関連する世界的な傾向が持続不可能なまでに段階的に上昇し続ける中、科学技術により、健康資料の収集が指数関数的な速度で可能になった。医療分野の資料収集は他のすべての分野を凌駕しており、その資料を知識や実用的な情報に変換する能力はますます高まっている。

これらの世界的な傾向が衝突することで、持続可能な医療提供の新しい型の可能性が生まれる一方で、公式と非公式に生成された健康資料を統合することで得られる危険と機会について、継続的かつ均衡のとれた対話が必要とされている。

このことは、世界中でこれまで以上に大きな関心事となっており、これまで必要とされてこなかった現行の政策、規制や統治の仕組みが緊急に必要とされていることが強調されている。これらがなければ、今日の防御的で危険回避的な医療、そして地域によっては責任を伴う医療が、同様に計数的健康に多大な経費を加え、その採用を遅らせてしまう危険性が非常に現実的だ。

資料は静的なものや純粋なものではほとんど価値が無いが、動的なもの、新しい状況に置かれたもの、組み合わせられたもの、再利用されたものであれば、その価値は指数関数的に増大する。収集された膨大な量の医療資料を価値ある実用的な情報に変換するためには、個人、医療提供者、体系の間で多面的な取り組みが必要だ。個人が健康資料に接続し、その資料を所有し、その資料がどのように利用されるかを理解することで、その利用に関する動的な同意を得ることができるようになる。例えば、調査研究の参加者は、特定の研究における情報の利用を規定する正式な合意書に署名することが求められる。

これらの合意書には、資料の使用、保存場所と保存期間、第三者の関与、交換される機密性、および使用に対する同意を取り消すことができるかどうか概説されている。しかし、臨床目的と研究目的のために収集された健康資料の境界が曖昧になってきているため、このような合意は研究に限ったものではなく、臨床の場合にも利用できる

ようになってきている。

しかし、個人の所有権だけでは、資料の収集方法や利用方法が大きく分断されたままの体系を改善することはできない。例えば、研究目的と臨床目的のために収集された医療資料は広く分離されており、それぞれの枠組みの中では、多くの場合、互いに共有することができない、あるいは共有することを望まない多数の関係者によって所有され、保護されている。さらに、国内および国際的な資料源を橋渡しする能力にも大きな課題が存在する。これは必然的に、そうでなければ世界に通用するような研究を重複して行うことになり、経費がかかることになる。

旧体系は、資料よりも情報技術を第一の資産とみなす保守的な考え方に基づいて構築されていることが多く、資料利用の改善を可能にする新技術の採用には消極的である。2030年までに、安全で信頼できる資料の共有と使用を管理する構造化された機能的な仕様を作成することで、国内および国際的な水準で、分野や業界を超えて、現在の消極的な姿勢を減らすことができ、実用的な情報の普及を可能にすることができる。

医療提供者は、患者の追跡、傾向の特定、病気や疾病の予測、意思決定の支援をより良く行うための情報を手に入れることができるようになる。また、医療提供者は、患者の活動程度や生命徴候を理解し、これらの数値がどのように全体的な健康状態にどのように関わっているかを理解することができるようになる。さらに、機械学習と計数化された記録により、病院体系は診療傾向の認識を改善し、より早く正確な治療が可能になるだけでなく、不必要な治療や検査、泊まり込みでの滞在を減らすことができるようになる。病院の支出の大部分を占める人員配置と請求書の問題も自動化されて合理化され、患者の治療をより直接的に行うための追加資源を解放することができる。

◎計数化と社会契約

医療従事者は、医療分野に入る際に、患者の利益のために作成された宣誓を行う。その中には、人間の尊厳と権利を尊重し、思いやりを持って、合法的で有能な専門的医療を提供する責任、地域社会と公衆衛生の向上を含む医学教育の継続的な実施への約束、すべての人のための管理への接続を含む患者の最善の利益を支援することなどが含

まれる。⁽⁸⁾

その見返りとして、医療提供者が患者の最善の利益のために行動し、医療提供者の能力と献身を信頼し、法に導かれたある程度の自主規制を許容し、適切な資源を含む機能する医療制度を提供するために十分な自治権が与えられるという社会的正義に社会は同意する。⁽⁹⁾

元来、社会契約は地理的に決定されており、主に地方税が納税先の地域の利益を定義するのに役立っていたからだ。しかし、計数的時代は管轄権を超え、構造化され、集約され、使用可能な資料への必要性の高まりと並行して科学技術が進歩するにつれ、体系、医療提供者、社会または個人の間に新たな三角関係の契約が必要とされるようになった。これは、健康の共同管理、より積極的な責任の移行、期待の管理、そして盲目的な信頼から説明責任への動きを促進する。このような契約は、健康資料の所有と利用が、高所得者や教育を受けている人たちによって、より簡単に接続できるようになっているという事実を考慮する必要がある。

科学技術の統合と資料共有は、個人の同意だけでなく、社会基盤の惰性のために、実際には制限されている。例えば、医療体系への個人化された資料の統合を推進するための科学技術は利用可能であるが、機関、分野、体系間の大きな隔たりがその利用を妨げており、新しい社会契約はこのような整合性の障壁に対処する必要がある。機能仕様や方策を前面に出すことで、そのような経路が開かれ、よりつながりのある生態系が生まれていくのではないだろうか。

透明性は、特に患者と医療提供者の関係の中で、また体系の中で追加の教育や社会経済的な障害に直面している人々のために、改善のための重要な手段であり続けている。

資料共有のための相互接続された情報技術環境への需要が高まる中、2030年までには仮想空間の安全確保が業界の最優先事項となるだろう。患者を保護しつつ透明性を高めるための利害関係者の関与は、非常に重要であると認識されている。患者擁護団体は、啓発された利他主義が個人の参加を促進する必要があるという考えを含め、これらの話題を個々の構成員に翻訳することを支援することができる。

個人の健康情報を共有するように求められた場

合、個人の質問は「私にとって何が得か」であり、その答えは集合的な善であり、いつか適切な資料利用の恩恵を受ける必要がある場合には、より良い医療への接続が可能になるという知識である。

◎ 2030年：消費者の考え方

過去20年間はヒトの全遺伝情報に焦点を当てていたが、次の20年間は新しい生物学に焦点を当て、生物学、計算機、数学の分野を横断して、人間の健康改善と持続可能な食品生産のための解決策を特定するための共同研究が行われることになるだろう。

食品企業は、食品開発における多量栄養素の研究に加えて、予防的な健康と環境の両面から持続可能な生産を目指している。消費者向けの基盤は、従来バラバラだった健康関連役務を結びつけ始めている。

このように、業界が融合し、健康、食品、製薬の各分野で提携が形成されつつある。他の例としては、医療機器、送達機器、無形機器技術と提携して、治療の有効性を向上させるとともに、治療過程中に取得した実世界の資料を利用できるようにする製薬会社が増えている。このような共同研究とその成果に金銭的な奨励を与えることは、さらなる進展を促進するための一つの方法であると考えられる。

(参照資料)

1. Deloitte. (2019) Global health care outlook
2. Global Burden of Disease Health Financing Collaborator Network. (2017) Future and potential spending on health 2015–40: development assistance for health, and government, prepaid private, and out-of-pocket health spending in 184 countries. The Lancet, DOI
3. Kontis et al. (2017) Future life expectancy in 35 industrialised countries: projections with a Bayesian model ensemble. The Lancet, DOI
4. Kontis et al. (2017) . Future life expectancy in 35 industrialised countries: projections with a Bayesian model ensemble. The Lancet, 389 (10076) , pp. 1323-1335
5. Hajat et al. (2017) The case for a global focus on multiple chronic conditions. BMJ Glob

Health, DOI

6. World Bank. (2019) High-Performance health financing for universal health coverage
7. Sharma. (2018) Who Really Owns Your Health Data?
8. Copenhagen Institute for Future Studies. (2019) Nordic Health 2030
9. <https://cifs.dk/media/2635/nordic-health-2030-magazine.pdf>

5. Impact on the food industry :

食品業界への影響

2030年までには、食品・飲料業界の計数化が顕著に進み、新しい消費者の習慣に対応した新しい農水産物が提供されるようになるだろう。今後10年の間に、食品・飲料業界の変化は、私たちの食べ方や飲み方に影響を与えるだけでなく、計数化された生態系は、二酸化炭素排出量などの外部性を削減するために、広範囲に及ぶ結果をもたらす可能性がある。

しかし、食品・飲料産業は、基本的には計数的ではなく、私たちがお皿に盛り付けたり、硝子に入れたりする物理的な物質に依存している。そのため、科学技術はこの業界が直面しているいくつかの大きな課題に対処する一方で、2030年の食品・飲料業界の真の可能性を実現するためには、社会的、文化的、政治的な様々な課題も克服しなければならず、少数の人々だけでなく、多くの人々の需要を満たすことを目的としている。

◎資料主導型の変化

普及した資料と計数化が今後10年間でこの分野に大きな影響を与えることは間違いない。最大の利益は、例えば発展途上国の生産者から世界中の消費者に至るまで、食品生産連鎖全体を念頭に置いてこれらの開発に取り組む人々にもたらされる。

新しい高度な食品感知器技術と地球的な接続性により、生鮮食品の供給連鎖のあらゆる接点での資料の取得、輸送、分析が容易になる。これにより、食品生産と製造過程の両方が最適化され、技術に精通した企業に競争上の優位性がもたらされる。

社会や産業の計数化が進んでいるにもかかわらず、開発途上国の小規模生産者の多くにとって、

高技術解決策は依然として財政的に不可能なままであり、一定の水や電気の調達さえも困難な状況にある。小規模生産者は、高度に計数化された市場での競争に苦戦する可能性がある。一方で、計数化は、革新的な小規模企業が業界の破壊的な力となるための梃子を提供している。

大企業はすでに、俊敏な小規模食品生産者、計数的解決策の提供者、新興企業との提携や買収を通じて、「分散型」の革新に参入しており、金融業務分野における金融技術の発展を反映している。これらの大企業は、計数化やその他の有益な技術を活用するために必要な投資や業界の手続き的知識を小規模企業に提供することにもなるだろう。

しかし、世界の伝統的な生産者は、今後数年の間に生き残るために新興企業だけに頼ることはできない。例えば、小規模な生産者と消費者を支援するための収益分配の型を導入するなど、経済の循環的な性質の高まりに合わせて、既存の商業の型を適応させ、新しい働き方を取り入れていく必要があるだろう。

その結果、大手企業は私たちの食品購入習慣を決定づけることになるが、私たちの食卓に何が並ぶかは、進化する私たちの食物連鎖に新しい物質や解決策が参入してくる中で、世界の革新者や消費者によって大きく左右されることになるだろう。

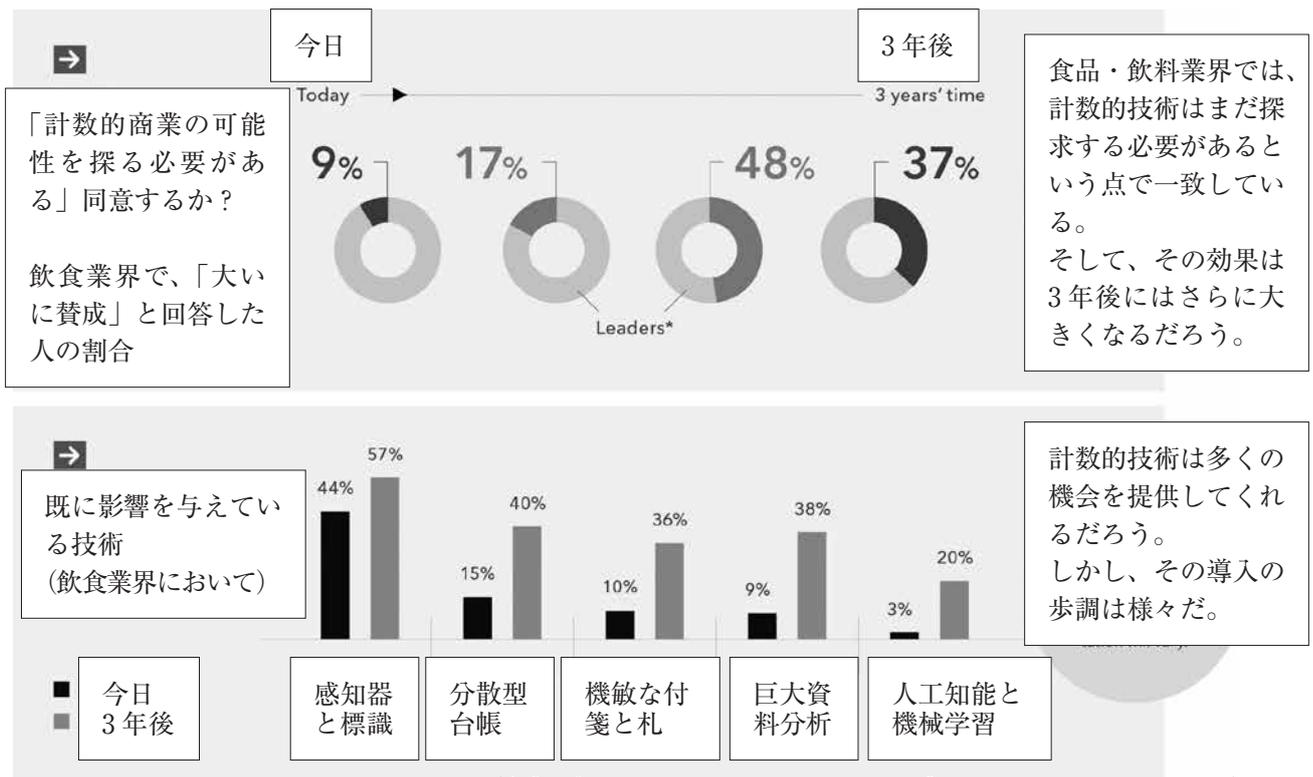
* 先導者 :

調査標本に含まれる241社を「先導者」として特定したのは、企業戦略における食品安全の重要性、食品安全管理における指導力、および今後3年間に等しく、あるいはそれ以上の投資を行う意思があるかどうかに基づいている。

◎追跡可能性の機会

追跡可能性は、すでに食品の安全性を確保し、必要に応じて回収を実施するための重要な手段となっている。しかし、消費者が産地証明を重視するようになったことで、2030年までには、より正確な農場から肉刺しまでの追跡可能性が求められるようになるだろう。

追跡可能性の強化は、動物福祉、人間福祉、原産地証明の改善を実証するために活用される。国内または国際的な規制が強化される一方で、社会



(出典 “TECHNOLOGY OUTLOOK 2030” February 27, 2020, DNV GL)

図表- 20 計数的商業の可能性/既に影響を与えている技術

は食品の起源や食品（原材料や加工品）が最終消費者にどのように届けられるかについての洞察力を求めるようになってきている。安全性と生産者の福利厚生、環境への足跡、健康倫理、動物福祉の保証に対する需要が高まっていることが期待される。

検証済みの初期資料、安全な計数的付箋付け、分散型台帳を使用することで、供給連鎖における追跡可能性と計数的保証を提供することができ、企業は供給連鎖を積極的に管理して、すべての階層で責任ある倫理的で持続可能な慣行を保証することが可能になる。⁽¹⁾

2030年には、私たちの食物連鎖に新たな物質（代替蛋白質など）が参入してくることもあり、業界全体で高い水準の透明性が求められるようになると予想している。私たちは、2030年には肉食主義のような食生活がますます重要な役割を果たし、新しい、植物を主成分とした型にはまらない食品源の増加につながると予想している。さらに、動物福祉、人間福祉、原産地証明の改善を実証するために、強化された追跡可能性が活用されることになる。

将来の計数的保証製品は、計数的台帳技術（分散型台帳など）を基礎にしたものになり、信頼の

生成装置として機能し、各製品に関連するあらゆる資料の真正性を保証することになる。資料は供給連鎖全体で収集され、計数的台帳に追加され、機敏な札付け技術と組み合わせることができる。このような両端の体系により、消費者や規制機関は、多機能携帯電話端末の指の滑らせや装着式端末からの視線で、完全に認証された情報に接続できるようになる。これにより、例えば計数的個人補助は、認証されていない製品を除外したり、最終消費者が接続状態で購入する選択肢を格付けして優先順位をつけたりすることができるようになる。売り手は、計数的台帳に基づく情報を使用して、個人の要件に合わせた選択肢を提示することができる。例えば、ある個人は牛乳容器の裏にある炭素の足跡に関する詳細な資料を求めているかもしれないが、別の個人は、その栄養成分や動物福祉に対する生産者の取り組みに関する情報を重視しているかもしれない。

2030年までには、機敏な契約のような取り組みが複数の業界にわたって確立されるようになるため、このような対策は食品不正行為への対策にも役立ち、規制の繁文縟礼^{はんぶんじゆくれい}の削減にもつながるだろう。食品分野では、食品安全認証を持つ機敏な契約は、供給連鎖の関係者間で連結され、安全

に流通させることができる。これらの計画は、法令遵守の改善、返品や廃棄製品の減少、銘柄の評判の向上に結びつくだろう。

このように認証された資料の幅の広さは、食品業界の価格模範にさらなる影響を及ぼす可能性がある。例えば、生鮮品が供給連鎖を通過する際に、IoT 対応の感知器を使用して、その環境状態を自動的に監視し、記録することができる。高度な分析と近赤外分光および超分光画像法を組み合わせれば、最高の栄養含有量および/または最長の保存期間を持つ消耗品が割高価格で販売される可能性がある。その結果、賞味期限や販売促進の申し込みは、品目ごとまたは一括式の動的価格設定の農水産物に取って代わられる可能性がある。

その結果、2030 年の銘柄は、製品や製法の独自性に基づいて競争するようになり、市場の主要な差別化要因として品質が量に取って代わると予想される。

◎都市の密林

2030 年には電子商取引が進んでいるにもかかわらず、輸入規制や持続可能性がますます厳しくなっていることから、食品生産者は地元市場への注力を促す可能性がある。最近の調査では、回答

者の 86% が、より持続可能な供給連鎖を構築するための圧力をすでに感じていると答えており、この圧力は顧客、規制当局、企業の実行者からのものであると報告されている。⁽²⁾

また、消費者が共有経済の生態系に参加する外食離れも見られるかもしれない。2030 年までには、ほとんどの生産者が持続可能性に関する方針を実施し、多くの生産者が、人間の需要や資源が多く存在する私たちの都市に近づき始めると予想される。

これにより、世界の主要な大都市に、大規模生産者が運営し、精密農業の実践によって性能を最適化する高技術垂直農業施設が誕生する可能性がある。また、大規模生産者は、作物や家畜の計数的双子化などの高度な模擬実験やモデル化技術を活用して、性能をさらに向上させることができるかもしれない。

将来を見据えた企業は、すでにこのような技術を利用して資料主導型の効率化を実現している。例えば、養殖業界では、魚の健康と福祉を最適化し、飼料効率を高め、魚の死亡率を低減するために、高度な資料分析を採用している企業もある。⁽³⁾

しかし、小規模農家や企業がこれらの技術を手に入れることができないため、2030 年までに精



図表一21 全体の価値連鎖に沿って収集・検証された資料 葡萄酒部門の例

密農業や垂直農業が普及するとは考えていない。その代わりに、小規模な経営者は、生産と過程を最適化するために、感知器技術を含む、より手頃な価格で確立された解決策を主に使用するかもしれない。

世界のごく一部の消費者は、公開源の小型精密農業体系を使用して、どんな空き地でも食料を栽培できるようにして、問題を自分の手で解決するようになるかもしれない。しかし、経費の問題から、大多数の消費者は低技術または非技術の解決策に固執するだろう。

また、消費者が共有経済の生態系に参加し、お互いの家で料理をしたり、資源を共同負担して生ごみを減らしたりするような外食からの脱却も見られるかもしれない。

その結果、生産者の規模にもよるが、世界中の都市で高技術と低技術の解決策が並行して実行され、炭素排出量を最小限に抑えた人口を養うための食糧協同組合が出現し始めると予想される。

◎自動機械工学の台頭

私たちは、2030年には、食料生産、流通、調理技術において、多様な自動機械的解決策がますます重要な役割を果たすことを期待している。衛星技術は、無人航空機技術や群自動機械工学とともに、実行可能な沖合や伝統的な農業の場所を特定するのに役立つだけでなく、操作中にそのような場所を監視し、自動化するのにも役立つだろう。

その他の自動化された機械や自律走行車は、苗木の植え付け、作物の種まき、施肥、灌漑、除草、散布、栽培、摘み取り、収穫、羊飼、牧草、搾乳など、伝統的な農業活動の膨大な範囲を最適化するのに役立つだろう。これは、伝統的な仕事が増える技術的な役割に置き換わり、労働者がこれらの自律的な体系を監視・維持するようになった世界の労働力に影響を与える可能性がある。

養殖については、高度な自動化は、2030年までにこれらの現場を運営するために必要な予測可能な物理的作業を行うために必要な人間の労働者の数を減らし、生産者がさらに沖に移動することを可能にするだろう。これは、前節で述べた農業部門の地域化とは対照的である。さらなる養殖は、管理された閉鎖的な体系で陸上に移動し、水産養殖の海への依存度が低くなる可能性がある。

私たちの台所では、人工知能を利用した自動機

械が自律的に食事の準備や調理をしてくれるようになるかもしれない。これは、多くの消費者にとってより便利な解決策を提供するだけでなく、物理的に特定の料理の仕事を実行することができない場合に、個人が機械によって支援される可能性がある在宅介護にも意味を持つだろう。

◎薬としての食品

2030年までに医療・食品産業がさらに収束し、消費者に合わせた予防医療のための栄養指導を提供し、栄養不良の三重苦に対処していくことを期待している。

その結果、消費者は、特定の食品や栄養素に対する差動反応の遺伝子型または表現型の証拠に基づいて、自分の食事を個人化するために栄養遺伝学を利用することができる。納品可能な個人化された食材もまた、個人の特定の食生活の需要に合わせて注文し、割合を調整し、準備することができる。

他の分野で使用されている高度な3次元印刷技術を2030年までに食品産業に拡張できない理由は見当たらず、私たちの正確な栄養要件を満たすために食品を付加的に製造することができ、工場の床や消費地の近くに合わせて調整された食品解決策を提供する。⁽⁴⁾しかし、3次元印刷された食品は、規模の経済が実現するまでは、一部の人口にしか手に入らない贅沢品に留まるだろう。

実際、私たちが概説した食品・飲料業界の高技術解決策はすべて、社会を二極化させ、富裕層だけが遺伝的に、あるいは嗜好に合わせた、栄養価の高い食品を購入できるような包摂問題につながる可能性がある。このような変化は、情報を継ぎ目なく取り込み、分析して、より広範な堅牢で自動機械化された技術を用いて安全で多様な種類の農水産物を生産する計数的景観から始まるだろう。

(参照資料)

1. See, for example, Gartner (2019) 'Top 8 Supply Chain Technology Trends for 2019', <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-8-supply-chain-technology-trends-for-2019/> Also, DNV GL (2019) 'My Story™ - A blockchain-powered digital assurance solution'
2. DNV GL - Business Assurance (2018)

Viewpoint Report. Is your supply chain fit for the future?

3. DNV GL – Business Assurance (2019) Viewpoint Report. Food safety: What’s next to assure its future?
4. See, for example ‘South Korean researchers working on 3D printed food for personalized nutrition’

< 所見・所感 >

より身近に考えるため、日本における2030年の将来像を見てみる。内閣官房まち・ひと・しごと創生本部事務局がまとめた「将来に予想される社会変化」⁽¹⁾に拠ると、中長期的（2040年頃まで）に予想される主な社会変化として、以下を列挙しており、DNV GL 発表の「健康管理への影響」、「食品業界への影響」は、これら項目と密接に関連している。（その他、Super Mega Regionの形成や巨大災害の切迫もあるが、ここでは割愛させていただく）

1. 人口減少・高齢化の進行

- ・総人口は2008年をピークに減少を始め、2040年には1億1,000万人程度となる。生産年齢人口の減少も加速し、2040年には毎年100万人程度の減少が見込まれる。
- ・老年人口は、団塊 Junior 世代が高齢者となる2040年頃にピークを迎える。
- ・社会保障給付費の対GDP比は、2018年度の21.5%（名目額121.3兆円）から、2040年度には23.8～24.0%（同188.2～190.0兆円）となる。
- ・人口の低密度化と地域的偏在が進行。2050年には全国の約半数の地域で人口が50%以上減少し、うち2割では無居住化。

2. 情報通信技術の更なる進展

- ・Society 5.0を実現することで、地域課題を解決できる可能性。
- ・5Gの商用Serviceなどにより、IoT、AIなどを活用する基盤整備が更に進展。
- ・情報通信技術は、今後も進展を続ける見通し。
- ・AIの進展などにより、2030年には製造業の就業者が160万人減少する一方で、Service業の就業者が158万人増加すると見込まれている。

「健康管理への影響」及び「食品業界への影

響」に関連する、日本での具体的な取り組み、提言を見てみる。厚生労働省では「保健医療2035」⁽²⁾として、農林水産省では「食品産業の将来Vision」⁽³⁾として、各種の提言を発しており、これらは当然ではあるがDNV GLの「健康管理への影響」、「食品業界への影響」よりも広範詳細に記述されている。

先ず、医療分野において、互いに強調する点で共通するのは「医療への個人の主体的な関与」である。DNV GLでは個人の健康情報を積極的に医療提供者などへ共有し、個人向けの医療提供、そして医療の発展に寄与させることを想定しており、厚労省もほぼ同様な内容を提言している。ここで、情報通信技術の発展が、伝達遅延のない遠隔医療、健康管理に寄与するであろう。一方で、情報の秘匿性確保、正しく医療を利用するための個人の健康医療に対する教育といった点が、今後十分議論された上で導入されなければならないであろう。また、その特質上、生活習慣病に罹りやすいといわれている船員に対しても、これら医療や健康管理の発展は、船員健康の向上に寄与するはずである。

続いて、食品分野において、日本では「農林漁業の6次産業化（農林漁業を1次産業としてだけでなく、加工などの2次産業、さらにはServiceや販売などの3次産業まで含め、1次から3次まで一体化した産業として農林漁業の可能性を広げようとするもの。1×2×3=6で6次産業化）」によって、農山漁村の豊かな地域資源を活用した新たな付加価値を生み出す取り組みを推進している。この取り組みにより農山漁村の所得の向上や雇用の確保を目指しており、感知器技術や分散型台帳（Blockchain）をはじめとした新技術、そして情報通信技術の発達は、限られた人材、資材、設備などを活用する上で、非常に有効に機能するであろう。また、DNV GLが予測している養殖において、その自動機械工学などの新技術を導入した地域、海域では、漁船や漁具の配置転換も伴うことから、海上交通流への影響も想定されるであろう。

(参照資料)

- (1) https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/meeting/senryaku2nd_sakutei/h31-03-11-shiryou6.pdf

- (2) <https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/shakaihoshou/hokeniryouto2035/future/>
- (3) <https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/>

syokusan/bukai_11/pdf/ref_data0.pdf

(稲葉 洋輝 記)

おわりに

今回取りあげた“TECHNOLOGY OUTLOOK 2030”はINTRODUCTIONで、「地政学的な不確実性が継続し、貿易が制限され、テクノロジーの可用性とアクセスが制限されるといった可能性もあるが、戦争や伝染病といった世界的な大混乱は想定していない」という。(原文：……but our analysis dose not assume major global disruption in the form of war or epidemics.)

現状をみれば、2019年の終わりごろから新型コロナウイルスが猖獗を極め始め、その猛威は瞬

く間に世界に広がり、なおも拡大を続けている。2020年12月29日時点の世界保健機関(WHO)発表によれば、世界の死者の12月27日までの累計は170万人を超える。コロナ禍は我々の生活や働き方を変えた。

感染症の歴史を見ればいずれ収束に向かうと思われるが、現在収まる気配が見えない新型コロナウイルス感染症は“TECHNOLOGY OUTLOOK 2030”にどのような影響を及ぼすのであろうか。

(松田 洋和 記)