

世界の食糧問題と Digital Gastronomy

正田 英介

1. はじめに

有名な **Malthus** の人口増加による食糧危機説¹以来、世界の人口の増加によって食料が不足することへの懸念がもたれていた。**Lester Brown**²も世界人口の増加や途上国の経済発展などに絡めて繰返し警鐘を鳴らしていた。これに対して一方では、農業生産性の向上や **Sub-Saharan** 諸国の経済状態の向上によって統計的に見れば食糧危機は起こらない³とされてきた。国連の食料農業機構（FAO）も 2000 年前後までは楽観的な見通しを示していた。

しかし、FAO は 2017 年のレポート⁴で各地の紛争、貧富の格差の拡大や異常気象などの地球環境の変化により、食糧供給の **Sustainability** が脅かされており、世界規模での食料需要に対応するのが危うくなるのかもしれないと警告し、その解決のために 4 項目の **Challenge** が必要であるとしている。

このレポートの中でも健康に寄与し、安全な食品の必要性が強調され、そのための食品の標準化や **Footprint** の導入が提案されている。また、世の中のライフスタイルの変化で、（鯨はさておき）肉食に対する抵抗や健康食品への嗜好が高まっている。マスコミでも食肉代替品の記事が見られるようになっており、3D-printer まで動員した **Digital Gastronomy**⁵まで話題になっている。

食物の問題は身近で面白いので、以下ではこれらの最近の話題についてまとめて見た。

2. FAO の提起する **Challenge**⁴

世界の人口は増え続けているが、鈍化傾向にあると予測されている。一方、食糧生産や農業技術の進歩も進んでおり、地球全体としては十分にこの人口に必要な食料は維持できると考えられるが、地域格差や貧富問題さらに異常気象によって地域的な食糧危機や栄養不足の可能性があり、FAO は次の 15 項目から動向を調査している。

- （1）人口増加、都市化、高齢化 （2）グローバルな経済成長、投資、貿易
- （3）資源獲得競争 （4）気候変動 （5）農業生産性とイノベーション （6）国境を越えた疫病
- （7）衝突、危機、自然災害 （8）貧困、不平等。食料不安 （9）栄養と健康
- （10）構造変化と雇用 （11）移住と農業 （12）変わる食料システム
- （13）食品ロスとごみ （14）食品の安全と栄養 （15）開発資金

後述する代替食品や **Digital Gastronomy** は(12)~(14)に対応している。

IFO が危機を解決するために挙げている **Challenge** は次の 4 項目である。

- (1) 極端な貧困を根絶し、貧困から逃れた弱者が再び貧困に戻らないように保証するには不平等の解決の行動が必要である。
- (2) 地方と都市を包含し、仕事の創造と収入の多様化を支援することによって貧困層の成長を農業の枠を越えて進めなければならない。
- (3) 現在と将来の課題を解決するには食料システムとその管理を考え直すことが不可欠である。
- (4) 持続可能性の途においては全ての国は相互に依存しあっている。

この第 3 項に係る問題として、新しい食品があると思う。

3. 代替食品

宗教上の理由などで食肉が禁止されている場合に、それに代わるものとして古来精進料理などがあった。特に中国の民間で出すものは味や見場まで本物と同じようにつかられているので、まさに **meat substitute** になっている。

近年、健康志向と動物の保護への関心から工業的に豆類などから食肉代替品が工業的に製造され、販売され、さらにフードチェーン店にまで進出している。中でも

Beyond Meat⁶ が有名であり、わが国でも大塚食品から **ZEROMEAT** が通販で販売されている。原料も豆類のほか、茄子、ココナッツのパルプ、**Jackfruit** (ばらみつの実)、キノコ類、チーズ、グルテンなど多様である。**Beyond Meat** はケンタッキーやモスバーガーでも使用された製品がある。

欧州における豆腐ブームなどと軌を一にするものであるが、新しいライフスタイルとして普及しつつある。

残念ながら魚肉の代替品はないようであるが、養殖魚や観賞魚の餌として合成されているものは **Digital Gastronomy** の寿司などに近いのではないかと想像している。しかし、味や魚の付加価値を高めるために、原材料としてのバクテリアの遺伝子組み換えなどが行われているようで、食品の安全性について懸念もある。このような遺伝子組み換えを基礎として新しい食品・繊維材料やバクテリアを作り出す新しい科学分野を **synthetic biology** (合成生物学?) と言い、発酵プロセスの革新にも広がっており、すでにその食品に対する影響は大きいらしい⁸。代替食品の多くはこの技術に依存しているようである。遺伝子構成と味その他の属性が解明されれば、**DG** にも応用ができるであろう。

4. **Digital Gastronomy**⁵

食品ロスをなくし、栄養価を高める手法として **3-D Printing** と組み合わせた **Digital Gastronomy (DG)** が注目されている。(味は?インスタント食品に近いのか) 単な

るロボット料理店とは違って、DG の特徴は 3-D food printer によって、形状、色彩、触感、栄養価などを顧客ニーズに従った食品を作れる点にあり、NASA の宇宙食の開発成果が反映されている。

DG の調理場は 3-D ペーストプリンター、レーザーカッター、旋盤、3-D スキャナといった通常のデジタル加工具と調理法を支えるソフトをもつコンピュータで構成される。料理の内容や手法はシェフの考えや個人的な栄養や味に対する好みを取り入れて選択される。結果として、デジタル調理と手細工の調理の組み合ったハイブリッドレシピが可能になり、新しい料理法の世界を開く可能性がある。

一品の料理のモデルは高度の自由度を持ったレシピを数理的に表したものであり、成分要素の量とこの成分をどのように分布させて食感を満たすかという二つの要求のバランスをとった解を与えるものでなければならない。そのために研究すべき課題としては

- ① 食べ物とレシピを表現するモデルの開発
- ② 新しいデジタル調理エージェントの開発と統合
- ③ 専用化された **interactive software** の開発
- ④ 実際のレストランや家庭の調理場でコンピュータ調理法を試行・評価
- ⑤ 完全に **interactive** な料理法、レシピ、食べ物を含む、デジタルと伝統的なこれまでの料理法のハイブリッド調理法の開発

が挙げられる。詳細は文献を見て頂くこととして、理論的な食べ物とレシピの普遍的なモデルだけを紹介しておく。

- 1) 三次元 Dish 設計問題 (Dish は調理された食べ物一品を指すが、長たらしいので、以下は Dish と表す。) Dish のモデルは与えられた空間における 3 次元的な構成成分の集合体であるが、色彩や形状的な審美要素だけでなく、味、食感、香りで構成される味覚的な要素も含まれる。その内容は㉞色、味、食感 (組織と温度の関数)、香りの関数である voxel、㉟dish の中での独特の味を持った食べられる材料の空間的な配置を表す **structure** ㊱一つの dish の中での **structures** の組み合わせを表す **pattern**、からなり、シェフの考えでも変化するし、食事の途中での変更の可能性にも対処できる必要がある。
- 2) 統一された Dish-Recipe モデル 一般にあるレシピの調理の手順は **Flowchart** で表される。そこには所要の材料の種類、量、調理手順、途中の判断基準、使用器具などが表示される。レシピの自由度を確保するためにはいろいろな **Flowchart** の手法が用いられるが、添付図には **hybrid simplicial flowchart** を使った例が示されている。このようなモデル化によって DG はレシピに多様性、進化、変容を与えることができ、料理法の発展に寄与できる。

5. おわりに

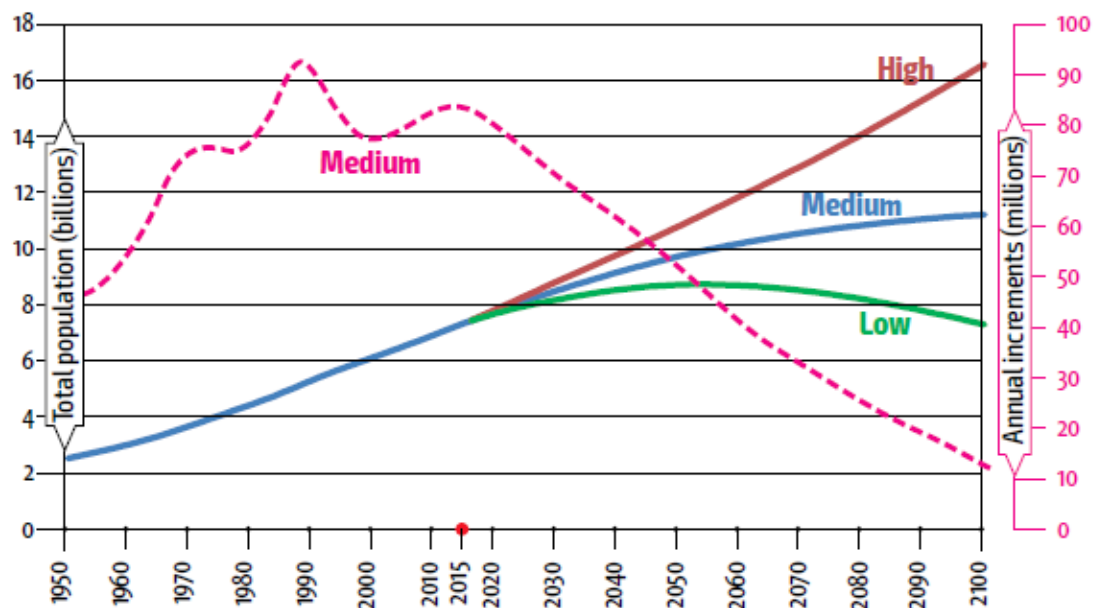
持続可能な社会のためとは言え、宇宙食のイメージが強いのか、DG は何となく味気なさそうである。わが国に限れば、ジャレド・ダイヤモンドの言うように⁷人口が減少した新しい社会構造を模索する方が暮らしやすいような気がする。代替食品は見た目や味に工夫の余地が大きく、環境や生態系への影響を低減するという意味が少なくない。まだまだ流通ルートやフードチェーンのレシピに乗っていないので、経験は出来ていないが、中国の精進料理を食べた印象から類推すると相当な可能性があると考えている。勿論味や見た目、保存性などを向上するために、原材料自身の遺伝子組み換えなども行われてくるであろうから、食品自身の認証のシステムの充実がないと危険なことは言うまでもない。

各所のラボでの開発の試行錯誤を経て DG が実現するのは2～3年先のことと思うが、さて皆さんは来年 **Sushi Singularity** に入ってみようと思いますか。？

参考文献

1. T. R. Malthus: First essay on the principle of population, Macmillan, London (1926)
2. L. R. Brown: Population growth, food needs, and production problems, World Population and Food Supplies 1980, ASA special publication 6, 17-20, Madison, American Society of Agronomy.
3. B. Lomborg: the Skeptical environmentalist, Cambridge University Press (2001)
4. The future of food and agriculture, UN-FAO (2017),
5. A. Zoran: Cooking with computers: The vision of digital gastronomy, Proc.IEEE,vol.107,no.8,pp.1467-1473, (2019)
6. Beyond Meat, Wikipedia
7. ジャレド ダイヤモンド : 危機と人類、日経出版、(2019)
8. M. Wilcox: Synthetic biology is changing what we eat. Here's what you need to know, <https://civileats.com/2019/05/14>

Figure 1.1 Global population growth to 2100, by variant



Note: Annual increments are 5-year averages.
Source: UN, 2015.

世界の人口は増え続ける。⁴

Table 5.1 Increase in agricultural production required to match projected demand, 2005–2050 (percent)

	2005/07	2050	2005/07 2012	2013–2050
World				
As projected in AT2050	100	159.6	14.8	44.8
With updated population projections (UN, 2015)	100	163.4	14.8	48.6
Sub-Saharan Africa and South Asia				
As projected in AT2050	100	224.9	20.0	104.9
With updated population projections (UN, 2015)	100	232.4	20.0	112.4
Rest of the world				
As projected in AT2050	100	144.9	13.8	31.2
With updated population projections (UN, 2015)	100	147.9	13.8	34.2

Source: FAO Global Perspectives Studies, based on UN, 2015, and Alexandratos and Bruinsma, 2012.

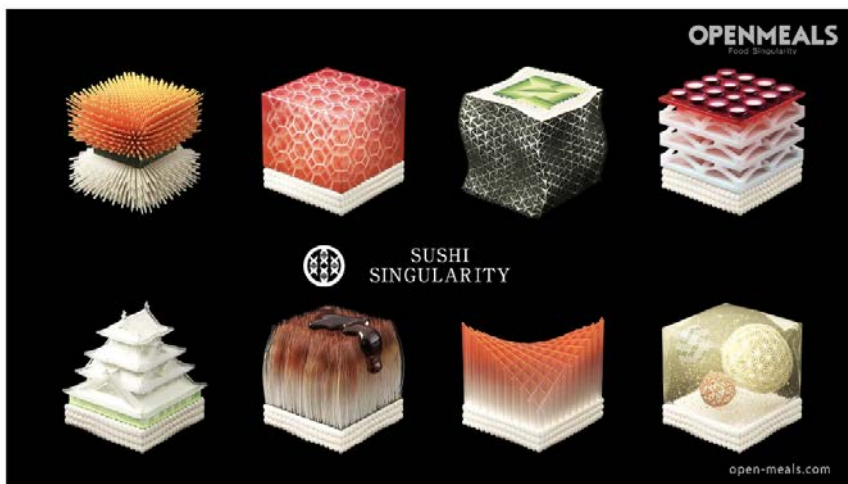
しかし、全体的に見れば食糧生産性の向上で対応できるが、地域格差が課題。⁴



お肉不使用



トマトペーストや赤ワイン等を使ってお肉不使用のデミグラスタイプソースに仕上げました。



14種類の料理素材の3Dモデルを組み合わせ、任意の形状・色・味・食感を再現可能な3Dフードデザインを実現。



Sushi Singularity]は 2020 年に東京でオープン予定です。



The world's first plant-based burger that looks, cooks, and satisfies like beef without GMOs, soy, or gluten. **Find It in the meat aisle.**



PRODUCT DETAILS [GO](#)

FIND NEAR YOU

BEYOND BEEF®

