

代替タンパク質への入門

代替タンパク質の定義

「代替タンパク質」とは、植物、発酵、細胞農業を用いて、動物性の食肉、乳製品、卵の風味や食感、栄養価を再現するためにつくられる食品を指す用語です（[Center for Strategic & International Studies](#)、2023年）^{*1}。

気候変動の緩和

- 畜産は...
 - 直接排出源の15~20%を占めています^{*2}。
 - 家畜の放牧や飼料用作物のための大規模な土地利用により、26Gtにも及ぶ炭素隔離を妨げている^{*4}。
 - 反芻動物の消化活動から排出されるものだけでも、メタン総排出量の大部分を占め、その量は石油とガスの排出量を合計したものとほぼ同等となっています^{*5}。
- 畜産業は、2050年まで絶えず拡大し続けると見込まれており、控えめに見ても2050年までに60%は増加するとされています^{*6}。そうなった場合、パリ協定の気候変動に関する目標の達成は不可能になるでしょう^{*7}。
- McKinseyの専門家によると、代替タンパク質の普及率が50%ほどに達した場合、2050年までに年間5 Gt相当の二酸化炭素排出を削減する効果が期待できます。このような気候変動の緩和によってもたらされる経済的価値は最大で5.5兆ドルにのぼると見られています^{*8}。

¹ 「代替タンパク質」には、家畜の飼料や昆虫由来のタンパク質は含まれない。家畜の飼料はそもそも人間の食べ物ではなく、昆虫由来のタンパク質は、消費者に昆虫を食べよう説得する必要性が発生する。また、昆虫由来のタンパク質は、昆虫を従来の動物の肉と区別ができないように加工されないため、CSIS、Climate Advisers、GFIなどが用いている「代替タンパク質」とは異なる。

² <https://www.fao.org/news/story/en/item/197623/icode/>

³ <https://www.theguardian.com/environment/2021/sep/13/meat-greenhouses-gases-food-production-study>

⁴ https://drive.google.com/file/d/1_CBsVf1TCVxLNJ6aHluz9Z8mbkxSmDa8/view

⁵ <https://blog.nems.eco/blog/methane>

⁶ <https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2021/11/GINAs-Protein-Diversity.pdf>

⁷ <https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2021/11/GINAs-Protein-Diversity.pdf>

⁸ <https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2021/11/GINAs-Protein-Diversity.pdf>

- この推計では、利用されなくなった土地を炭素隔離（または再生可能エネルギーの生産）に活用することは考慮されていません。前述のように、工業型畜産からの移行により、最大で年間 26 Gt の炭素隔離が期待されています⁹。
- Boston Consulting Group (BCG) によると、代替タンパク質の普及率が11%に達した場合、航空輸送の完全な脱炭素化とほぼ同等の気候変動緩和効果が期待できます¹⁰。この推計でもまた、家畜の放牧や飼料用作物の生産削減により利用されなくなった土地を炭素隔離に活用することは考慮されていません。
- Nature Communications の研究（2023年発表）によると、植物性の代替肉製品が50%の普及率を達成すれば、2050年までに年間 3.1Gt 相当の二酸化炭素の直接排出を削減でき、そのうえ年間 3.4Gt 相当を隔離することが期待できます¹¹。
 - 「90%の場合、2050年には農業と土地利用において 11.9Gt 相当のCO2排出が削減されます。」

自然の保全

- 畜産は、農業用地全体の80%の土地¹²、12.5億 mt 以上の家畜飼料を要します^{13*14}。また、主に鶏、豚、養殖魚の飼料として、世界中の大豆収穫量の77%を利用します¹⁵。
 - これらの数値は年々増加し続けており、代替タンパク質が普及しない限り、今後とも増加し続けるでしょう。
- World Resources Institute によると、鶏肉1カロリーの生産には9カロリーの飼料が必要であり、牛肉1カロリーの生産には40カロリーの飼料が必要となります¹⁶（第39頁）。
- 植物性の代替鶏肉は、動物性の鶏肉と比べて約6分の1の土地で生産できます。同様に、植物性の代替牛肉も、動物性の牛肉に比べて約20分の1の土地で生産できます¹⁷。さらに、細胞性の鶏肉は、従来の鶏肉に比べて約4分の1、細胞性の牛肉は、約20分の1の土地で生産できます¹⁸。

共通便益：抗微生物薬耐性とパンデミックリスクの低減

9

[https://urldefense.com/v3/__https://drive.google.com/file/d/1_CBsVf1TCVxLNJ6aHluz9Z8mbkxSmDa8/viw?usp=sharing__;!!AQdq3sQhfUj4q8uUguY!2uCQV80VBBUPi5Ng_T-jYtQcOkjncLLYPNouATZ1afHwI4Pds-2CqO7ZtCMALrnEWqumBkE\\$](https://urldefense.com/v3/__https://drive.google.com/file/d/1_CBsVf1TCVxLNJ6aHluz9Z8mbkxSmDa8/viw?usp=sharing__;!!AQdq3sQhfUj4q8uUguY!2uCQV80VBBUPi5Ng_T-jYtQcOkjncLLYPNouATZ1afHwI4Pds-2CqO7ZtCMALrnEWqumBkE$)

¹⁰ <https://www.bcg.com/publications/2022/combating-climate-crisis-with-alternative-protein>

¹¹ <https://docs.google.com/document/d/1wQp3PjQVDlpGml8ucWxNSOqXzREjuCUpFSKaj8lyDcl/edit>

¹² <https://ourworldindata.org/land-use-diets>

¹³ <https://ourworldindata.org/grapher/cereal-distribution-to-uses?time=2000..latest>

¹⁴ <https://ourworldindata.org/soy>

¹⁵ <https://ourworldindata.org/soy>

¹⁶ <https://gfi.org/images/uploads/2018/05/WRISustainableFoodFuture.pdf>

¹⁷

https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/02/GFI-Plant-Based-Meat-Fact-Sheet_Environmental-Comparison.pdf

¹⁸ https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/03/Cultured-meat_LCA_TEA-Policy_fact-sheet.pdf

- 従来の食肉生産から代替タンパク質へ移行することにより、それぞれ世界的な重要課題である抗微生物薬耐性（AMR）とパンデミックのリスク減少というメリットが同時に期待できます。
 - 医学的に重要とされる抗生物質の約70～80%が家畜に与えられていることにより、AMRのリスクが増大しています^{*19*20}。耐性をもつ細菌により、年間130万人以上が犠牲となっており、このままでは2050年には年間の死者が1,000万人にもなる恐れがあります^{*21}。その一方で、代替タンパク質は抗生物質を必要としません。
 - ILRI、CGIAR、UNEPの報告書によると、次のパンデミックの原因となる可能性が高い7つの要因のうち2つは、動物性タンパク質と工業型畜産の需要の拡大です^{*22}。
 - 工業型畜産では、非衛生的な環境に遺伝子的に類似した家畜が多数詰め込まれることにより、家畜の免疫機能が抑制されます。つまり、家畜の数が増えることで、病気を媒介しうる家畜も増えるのです。
 - 代替タンパク質は、これら2つのリスク要因を完全に排除すると同時に、その他7つのうち4つの要因を緩和させることが可能です。

グローバル・マジョリティ

(小規模農家、牧畜家、漁業で生計を立てる漁師)

- 代替タンパク質への移行によって最も利益を得るのは、グローバルマジョリティに属する人々です。この中には、畜産により土地への負担が増加し土地を追われつつある小規模農家や牧畜家など、漁獲量の減少により生計が脅かされている漁師や、気候変動、生物多様性の減少、抗微生物薬耐性に関連するスーパーバグ(超多剤耐性菌)、そして新たなパンデミックによって、存続そのものが脅かされている人々もいます。土地への負担を軽減させることで、代替タンパク質の好影響を環境再生型の農業、小規模農家、牧畜家、漁業で生計を立てている漁師のコミュニティにもたらすことができます。

変化の理論（セオリーオブチェンジ）：

再生可能エネルギーや電気自動車に準えた食料システムにおける解決策

- 実際に畜産を減少させるためには、人々の食事習慣を変えて動物性タンパク質の摂取量を減らすか、代替タンパク質の普及を成功させるかのいずれかしか方法がありません。これまでも、先進国の消費者に動物性タンパク質の摂取を減らすよう説得する試みが

¹⁹

<https://www.who.int/news/item/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>

²⁰ <https://ourworldindata.org/antibiotic-resistance-from-livestock#licence>

²¹ [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)02724-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)02724-0/fulltext)

²²

<https://www.unep.org/resources/report/preventing-future-zoonotic-disease-outbreaks-protecting-environment-animals-and>

ありましたが、一人当たりの消費量の減少には至っていません²³。植物性や細胞性の代替肉を利用し、従来の食肉を食べる体験を低価格で再現することが可能であれば、消費者に負担をかけることなく、工業型畜産に伴う外的な負担（食料不安、気候変動、土地や水の使用など）を削減できるでしょう²⁴。

- 代替タンパク質は、再生可能エネルギーや電気自動車になぞらえた、畜産の土地利用および温室効果ガス排出の削減に焦点を当てた唯一の対策です。省エネや、歩いて回れる都市づくり、公共交通機関、食肉の消費削減に焦点を当てたキャンペーンは重要である一方、エネルギーの使用量、車の運転頻度、肉の摂取量をそれぞれ削減するよう消費者の大半を説得することは非常に困難です。エネルギーの生産方法や自動車の動力源を改める必要があるように、食肉の生産方法も改める必要があります。
- もちろん、代替タンパク質は、世界の食料生産における全問題に適用できるような**特効薬ではなく**、現在の食料システムに関するあらゆる問題を一度に解決できるような手段もありません。したがって、「全て試す」というアプローチが必要なのです。ただし、前述の通り、代替タンパク質は産業用食肉の消費量を減少させる唯一の方法であるため、食料システムの課題解決において**不可欠な要素**であると言えます。

雇用と政府の投資における経済的価値

- ClimateWorks Foundation と Global Methane Hub によると、食料システムの中でメタン排出削減に関連するイノベーションにより生み出された経済的価値の98%（7000億ドル相当）が代替タンパク質によるものです²⁵。また、代替タンパク質は2050年までに8300万の雇用を世界中で創出すると見込まれており、これは農業全般におけるメタン排出削減の取り組みによって創出された雇用の3分の2に相当します²⁶。特にこうした経済的リターンにより、Kremer 委員会が重要な懸念事項として指摘していた「予算決定を行う財務大臣や政策立案者」に代替タンパク質の魅力が認識されるでしょう²⁷。

政府支援の重要性（市場だけでは問題を解決できない理由）

- ClimateWorks Foundationと英国外務・英連邦・開発省のためにMcKinseyが行ったモデリングでは、2050年までに市場普及率50%を達成し、前述のような気候緩和と経済発展のメリットを得るためには、政府は研究開発に年間44億ドル、民間セクターのインセンティブに年間57億ドルを投資する必要があるとされています²⁸。
- クリーンエネルギーへの移行における政府の支援が不可欠かつ当然であると同様に、代替タンパク質への移行においても政府の支援が不可欠かつ当然であると言えます。植

²³ <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-meat-consumption-by-type-kilograms-per-year>

²⁴ <https://www.csis.org/analysis/mitigating-risk-and-capturing-opportunity-future-alternative-proteins>

²⁵

https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/EXE23002-CWF_GMH_-Food-System-Methane-GINA_FINAL.pdf

²⁶

https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/EXE23002-CWF_GMH_-Food-System-Methane-GINA_FINAL.pdf

²⁷ <https://bfi.uchicago.edu/project/the-commission-on-innovation-for-climate-change-and-food-security/>

²⁸ <https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2021/11/GINAs-Protein-Diversity.pdf>

物性や細胞性の代替肉を用いて、従来の食肉と同等またはそれ以上の食事の体験を提供するうえで、科学的な面および規模拡大における課題が残っており、その課題解決に各企業に個別に取り組ませることは、遅れや、多くの場合、失敗の原因となります。

- これまでの植物性や細胞性の代替肉への公的・民間投資総額は過去10年間で約110億ドルに過ぎない一方^{*29}、クリーンエネルギーへの投資は2022年の1年だけにおいても1.4兆ドルに達しました^{*30}。
- 細胞性の食肉へのこれまでの投資総額は、全世界で30億ドルにも達しておらず、そのうち98%は100以上にわたる企業への株式投資でした。その一方、米国エネルギー省（DOE）は最近、Ford Motor Co. にわずか3軒の電気自動車用バッテリー工場の建設を支援するために92億ドルの融資を保証するなどしました^{*31}。

²⁹ <https://gfi.org/investment/>

³⁰ <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2022/overview-and-key-findings>

³¹ <https://www.nytimes.com/2023/06/22/business/energy-environment/ford-battery-plants-loan.html>