



気候変動に向き合う食のあり方 ～食を選ぶことが気候変動への アクションに～

一般財団法人 電力中央研究所
上席研究員 木村 宰

食のサステナビリティ推進フォーラム

2024/3/10

 電力中央研究所

食料の生産と消費は、地球環境問題の主要因

- ◆ **熱帯雨林減少**の80%は農地・牧草地の開拓による (Gibbs et al. 2010)
- ◆ 人為起源の**窒素排出**のうち85%は農業が要因 (Galloway et al. 2008)
- ◆ 採掘されたリン鉱石の90%以上が肥料に利用 (Smil 2000)
⇒人為的**リン排出**の多くが農業起因
- ◆ **生物多様性損失**の主要因は土地利用変化、特に熱帯雨林減少であり、農業はその80%を占める主要因 (Campbell et al. 2017)
- ◆ **人為起源の温室効果ガス(GHG)排出量の約30%が食に起因** (IPCC 2019)

出典)

Campbell, et al. (2017). Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. Ecology and Society 22(4):8.

Galloway et al. 2008. Transformation of the nitrogen cycle. Science 320(5878):889-892.

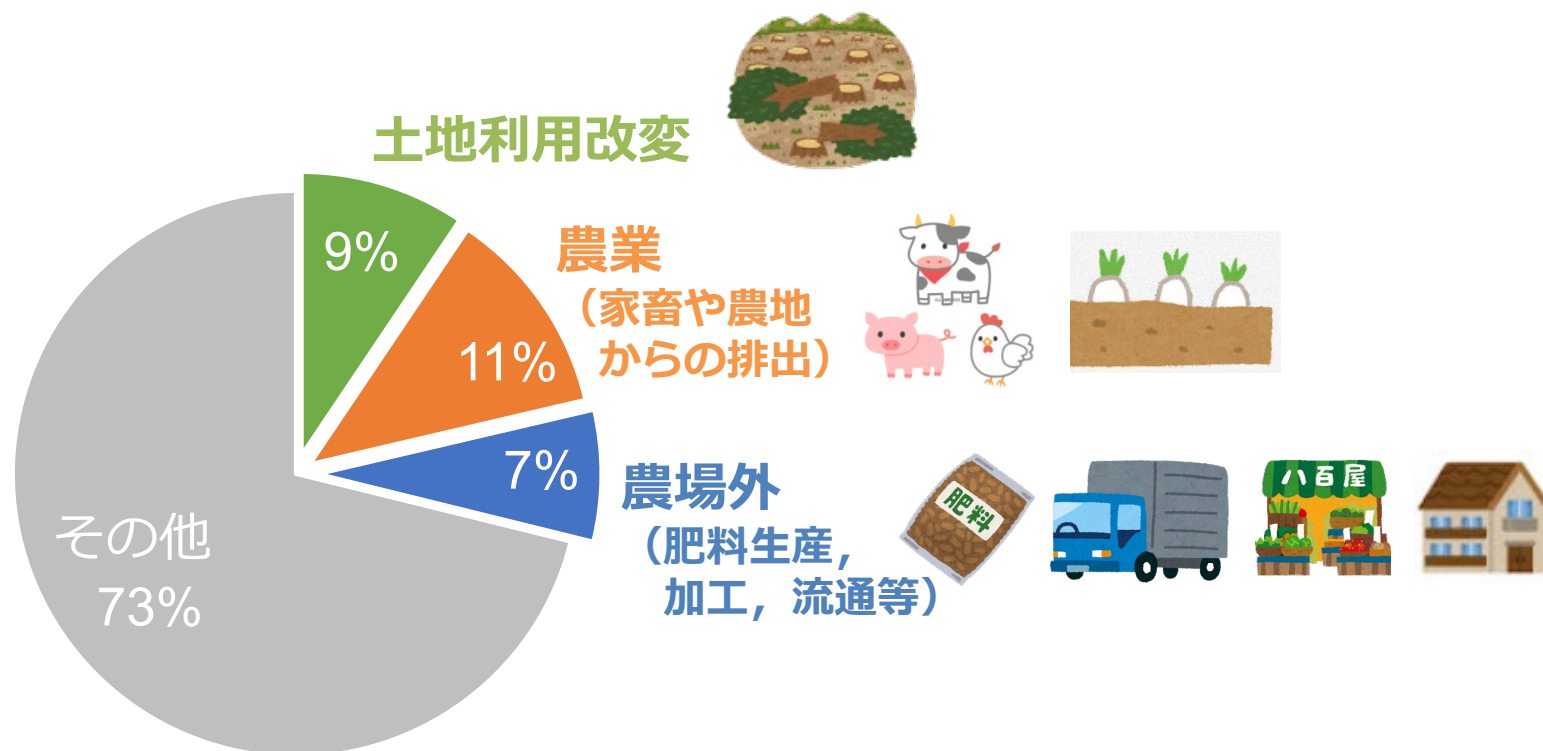
Gibbs, et al. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. Proceedings of the National Academy of Sciences 107(38): 16732-16737.

IPCC (2019) 土地利用関係特別報告書.

Smil (2000) Phosphorus in the environment. Annual Review of Energy and the Environment 25(1):53-88.

食システムは温室効果ガス(GHG)の主要排出源である

- 食のサプライチェーンからの温室効果ガス排出量は、世界の排出量の3分の1を占める



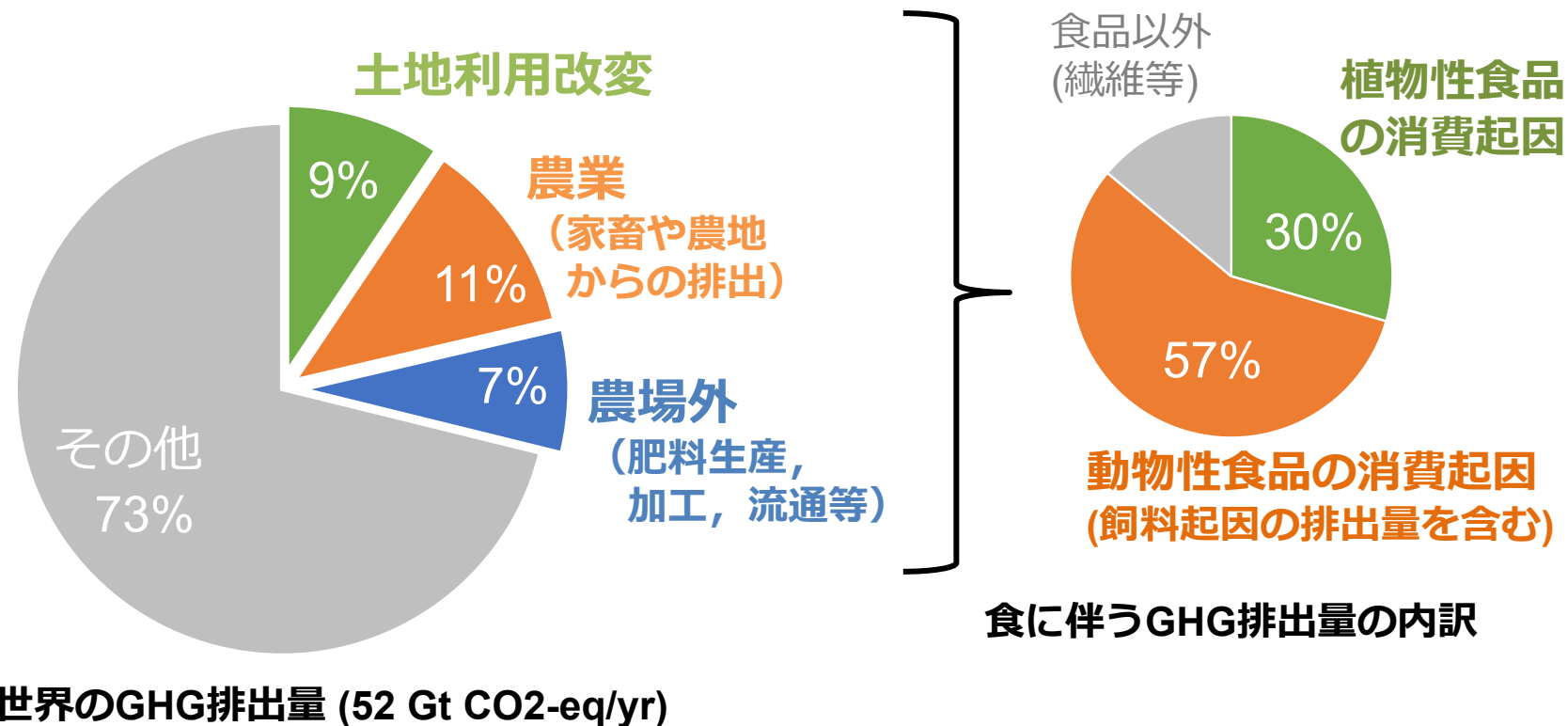
世界のGHG排出量 (52 Gt CO₂-eq/yr)

出典) IPCC (2019). 土地利用関係特別報告書、

Xu, et al. (2021). Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. Nature Food 2(9): 724–732.

食起因GHG排出のうち、約6割が動物性食品の消費による

- 食のサプライチェーンからの温室効果ガス排出量は、世界の排出量の3分の1を占める
- そのうち、動物性食品（畜産物）の消費に伴う排出量が57%



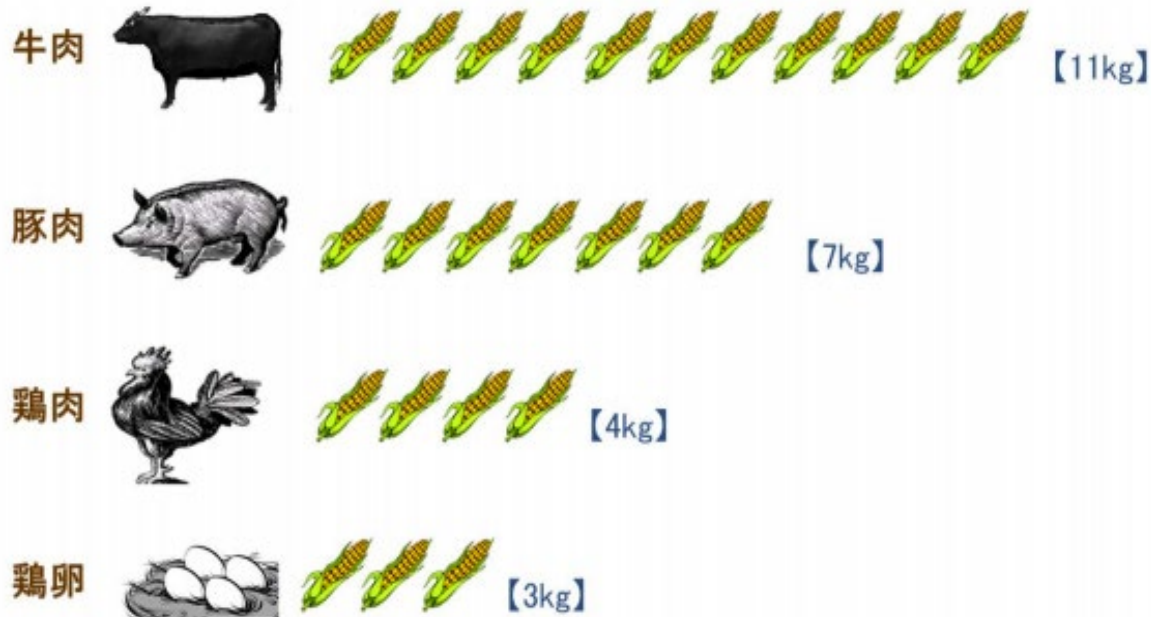
出典) IPCC (2019). 土地利用関係特別報告書、

Xu, et al. (2021). Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. Nature Food 2(9): 724–732.

なぜ動物性食品の排出量が大きいのか

- 家畜の生産には、**飼料**が必要
- ウシやヒツジなどの反芻動物は、**消化過程**で温室効果ガスである**メタン**を発生
- **家畜排泄物**からもメタンが発生する

畜産物 1 kgの生産に必要な穀物量



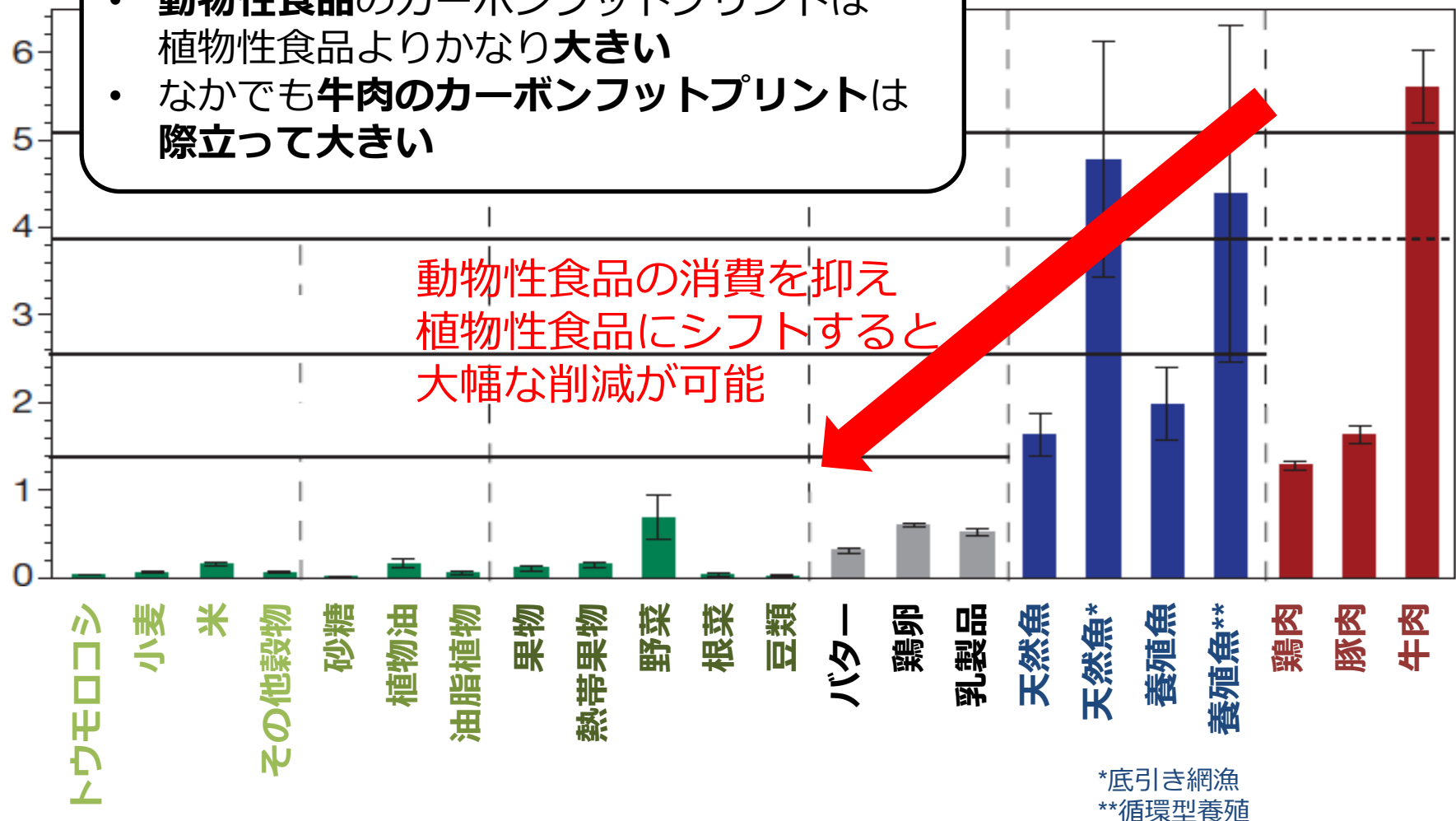
出典) 農林水産省 (2015)「知ってる? 日本の食料事情: 日本の食料自給率・食料自給力と食料安全保障」

動物性食品のカーボンフットプリント*は大きい

* カーボン・フットプリント：生産～廃棄までのライフサイクルでの温室効果ガス排出量

- 動物性食品のカーボンフットプリントは植物性食品よりかなり大きい
- なかでも牛肉のカーボンフットプリントは際立って大きい

1kcal当たりカーボンフットプリント[g-CO2/kcal]



出典) Tilman & Clark (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. Nature 515(7528): 518-522.

食システムからのGHG削減方策

生産側対策

- 生産効率の向上、集約化
- メタンガスや亜酸化窒素の排出抑制（施肥管理、家畜の排泄物管理等）
- 土壌・森林等への吸収促進（森林伐採抑制、土壌管理等）
- 持続可能な農法の開発利用（有機農業、保全農業、森林農業等）
- 革新的な食料生産技術の開発普及
 - ✓ 細胞農業（培養肉）
 - ✓ 昆虫食の利用拡大

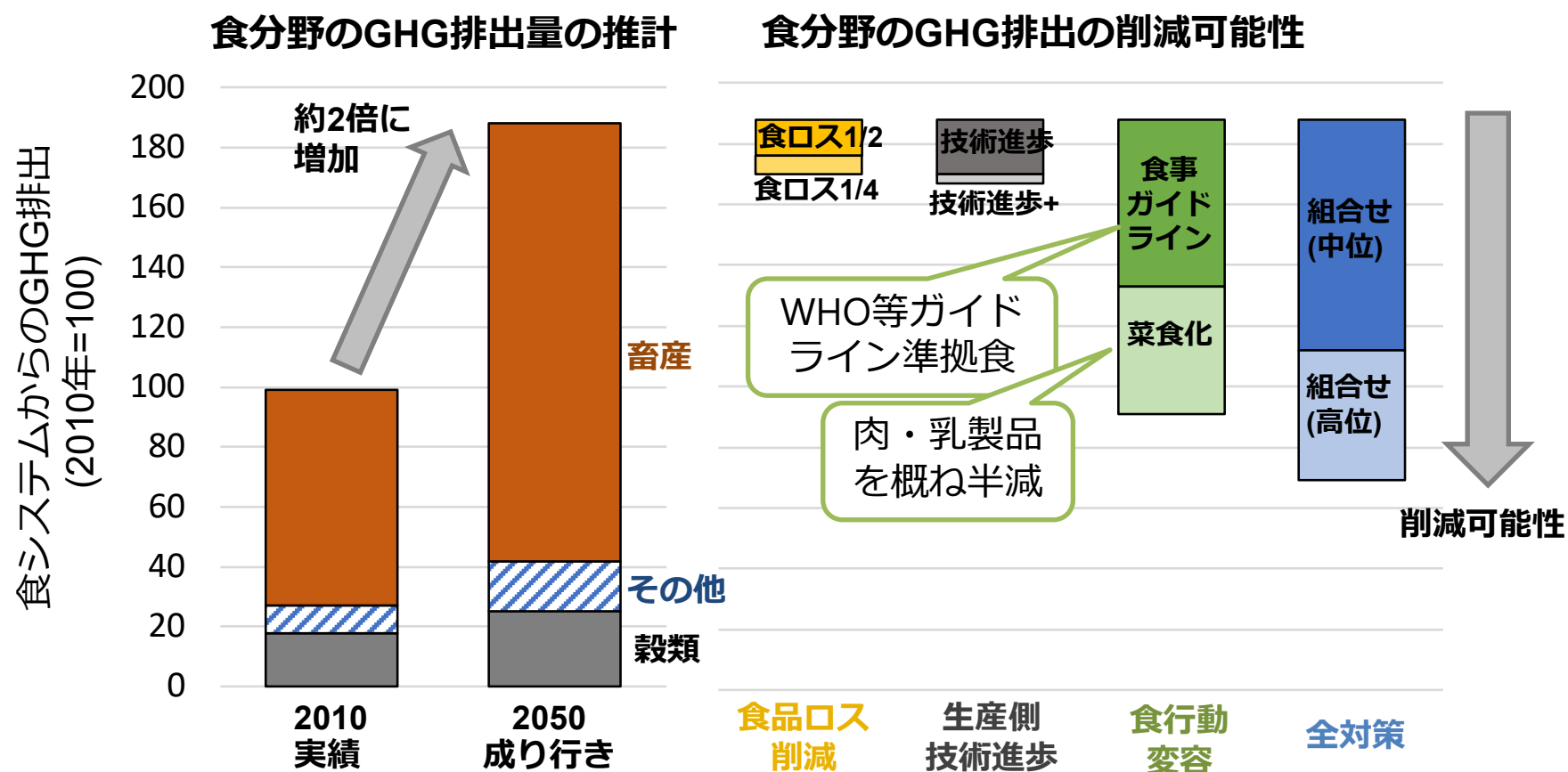
需要側対策（消費者による対策）

- 流通経路の短縮（**地産地消**）
 - 食品ロス・廃棄の削減
 - **過剰摂取の抑制**
 - **動物由来食の消費削減，
植物由来食へのシフト（代替肉利用，菜食化等）**
- 食行動変容**

Smith et al. (2014). "Agriculture, forestry and other land use (AFOLU)." Chapter 11 of IPCC Fifth Assessment Report (AR5).
Mbow et al. (2019). "Food security." Chapter 5 of IPCC Special Report on Climate Change and Land (SRCCL).

食行動変容によるGHG削減ポテンシャルは大きい

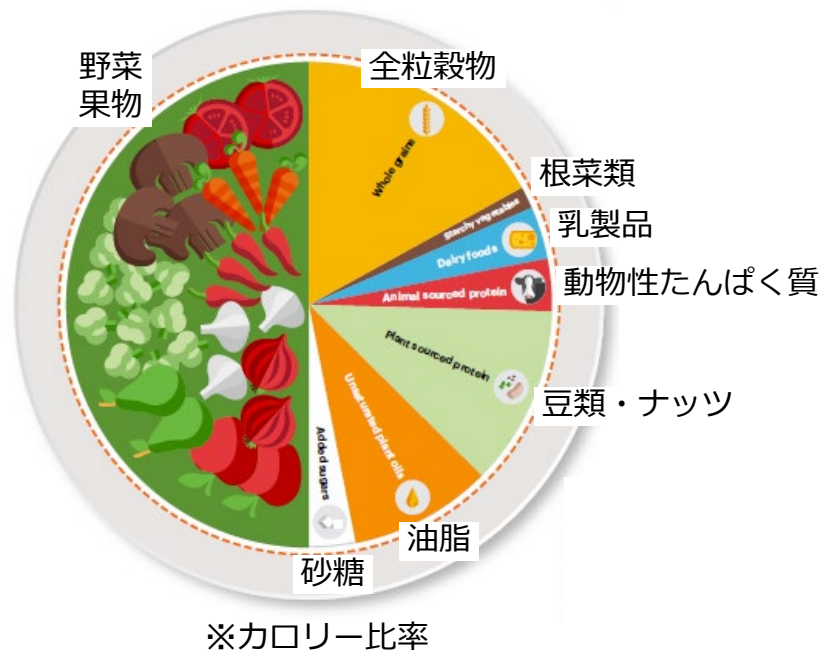
- **食品ロス削減**や**生産性向上等の技術進歩**など、全ての対策が重要
- なかでも**食行動変容**（過剰摂取抑制・肉消費削減）の果たす役割が大きい



出典) Springmann, et al. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. Nature 562: 519-525 Fig.1, Fig.4の原データを元に作成

健康的で持続的な食の例：プラネタリー・ヘルス・ダイエット

健康的かつ持続可能（2℃目標等と整合的）な食事として、国際学術誌Lancetが設置した専門家委員会が提案



	摂取量 [g/日] (括弧内は許容範囲)	摂取エネルギー [kcal/日]
全粒穀物	232	811
根菜類	50 (0-100)	39
野菜	300 (200-600)	
果物	200 (100-300)	
乳製品	250 (0-500)	
たんぱく源	牛・羊・豚	14 (0-28)
	鶏肉等	29 (0-58)
	卵	13 (0-25)
	魚介類	28 (0-100)
	豆類	75 (0-100)
	ナッツ	50 (0-75)
油脂	不飽和脂肪酸	40 (20-80)
	飽和脂肪酸	11.8 (0-11.8)
砂糖	31 (0-31)	120

週に
牛や豚 98g
鶏肉 203g
魚 196g

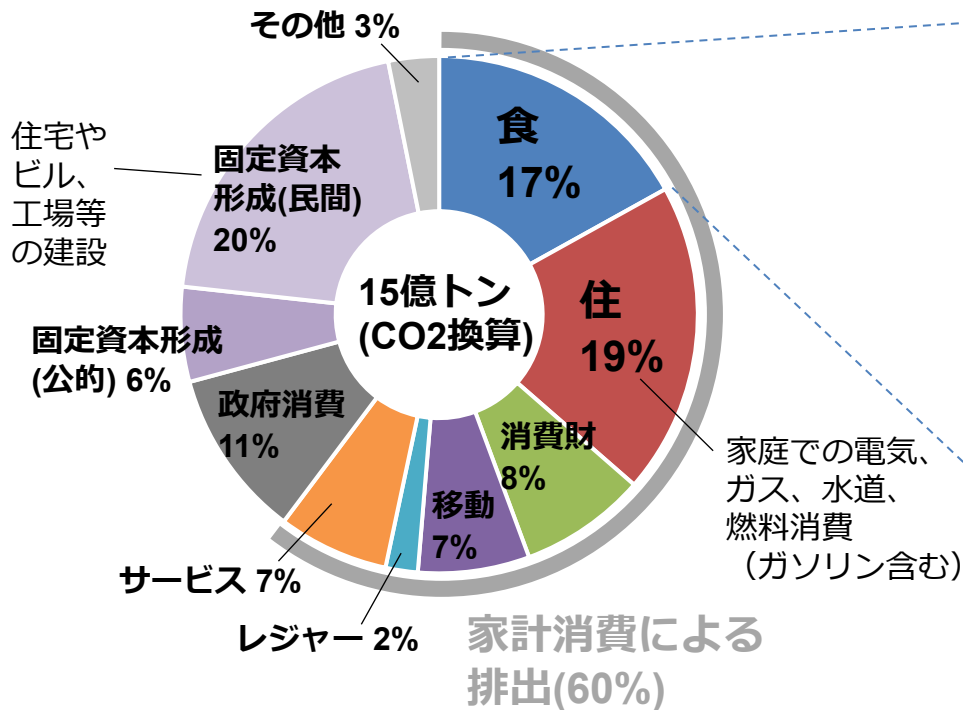
- ・ プラネタリー・ヘルス・ダイエットは欧米圏の食文化が念頭にある（いわゆるフレキシタリアン）
- ・ 今後、日本をはじめ各地域で健康的で持続可能な食の姿を検討する必要

出典) EAT-Lancet Commission on Healthy Diets From Sustainable Food Systems (2019). Summary Report of the EAT-Lancet Commission. Willett, et al. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. The Lancet 393(10170): 447-492.

日本人の消費活動に起因するGHG排出量

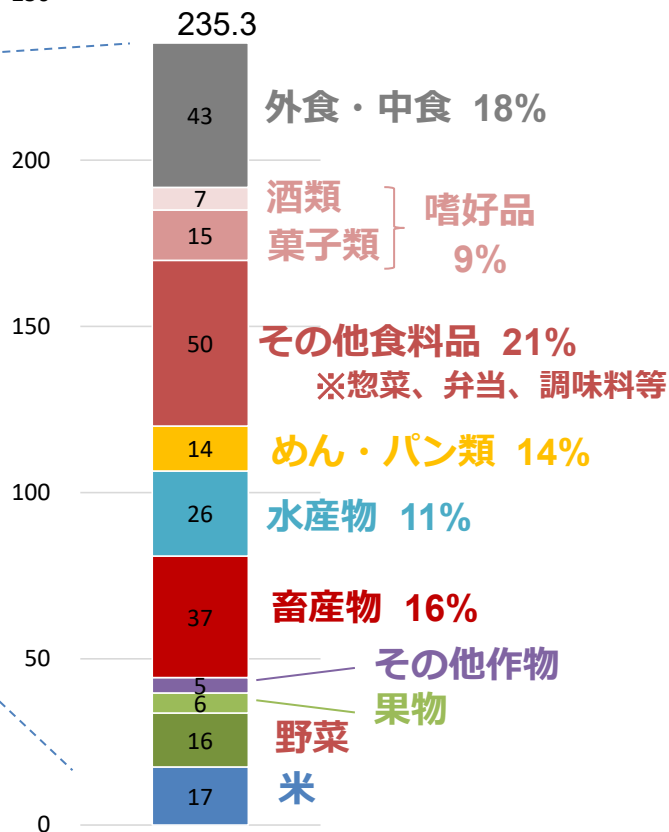
- 日本の消費活動全体に起因する温室効果ガス(GHG)排出量のうち、食起因の割合は2割程度。その内訳を見ると。。。
- 畜産物、惣菜等、外食のほか、嗜好品（酒・菓子類）の割合も大きい**

日本の消費活動に起因するGHG排出量(2015年)



食起因GHGの内訳

[百万tCO₂] 250



産業連関表2015年版、国立環境研究所3EIDを用いて当所推計

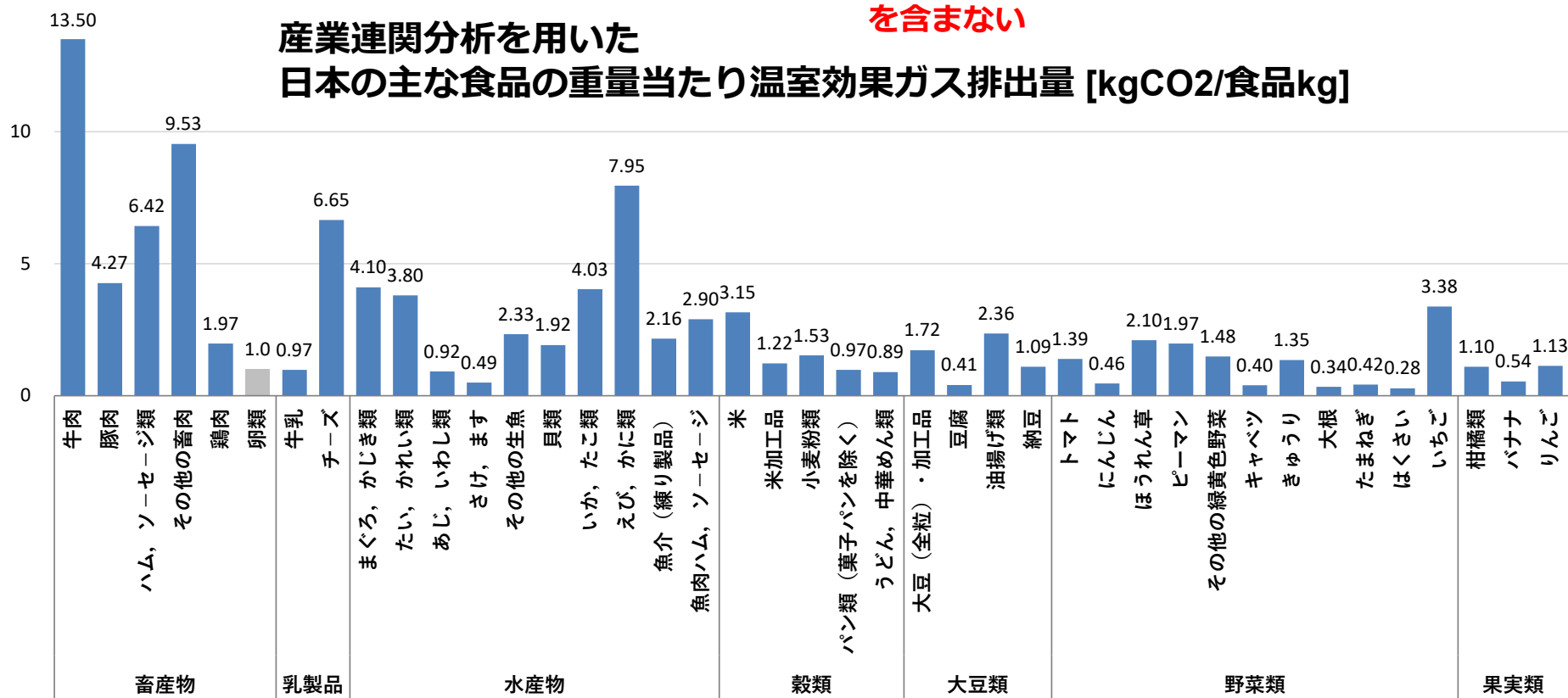
日本における食材別カーボンフットプリント（暫定値）

- 牛肉のカーボンフットプリントが特に高い。
- 次に高いのは豚肉やその他の肉、一部の水産物。植物性食品は概して低い。

！暫定値であることに注意！

※土地利用改変起因CO2及び小売段階の排出量
を含まない

産業連関分析を用いた
日本の主な食品の重量当たり温室効果ガス排出量 [kgCO₂/食品kg]



産業連関表・3EIDおよび小売物価統計等を用いて当所推計

料理のカーボンフットプリント（試算例）

- 主菜（たんぱく源）のカーボンフットプリントが高い。
- 卵・豆腐の料理は低く、魚料理も比較的低い。
- 肉料理のカーボンフットプリントが高く、牛肉を用いた料理が特に高い。

！ 試算値であることに注意！
※土地利用改変起因CO2及び小売段階・調理段階の排出量を含まない

[gCO2/sv]

[gCO2/sv]

主食	ご飯（茶碗1杯）		237
	トースト（6枚切り）		58
副菜	冷やしトマト		139
	ほうれん草のお浸し		168
	茹でブロッコリー		119
	かぼちゃの煮物		148
	レタスときゅうりのサラダ		92
牛乳・乳製品	プロセスチーズ		133
	牛乳		195
主菜 卵、大豆	卵焼き		75
	冷奴（150g）		61
	納豆（50g）		55
	がんもどきの煮物		110

主菜 魚	さけの塩焼き（さけ60g）		30
	魚のフライ（たら60g）		140
	さしみ（まぐろ40g、イカ20g）		245
	天ぷら（盛り合わせ）*		397
鶏	鶏肉から揚げ（鶏100g）		197
	クリームシチュー*		475
豚	ギョーザ（豚50g）		253
	トンカツ（豚80g）		341
	豚肉のしょうが焼き（豚100g）		427
牛	肉じゃが（牛50g）		805
	ハンバーグ（牛60g、豚40g）		1003
	すき焼き（牛100g）		1592
	ビーフステーキ（牛150g）		2025

厚生労働省「フードガイド(仮称)検討会報告書」(2005)に記載の料理例と主材料・分量を用いた試算。

*さしみ：きす40g、イカ20g、エビ15g、大根25g、きつまいも20g、にんじん20g、生しいたけ15g、ししとうがらし10g

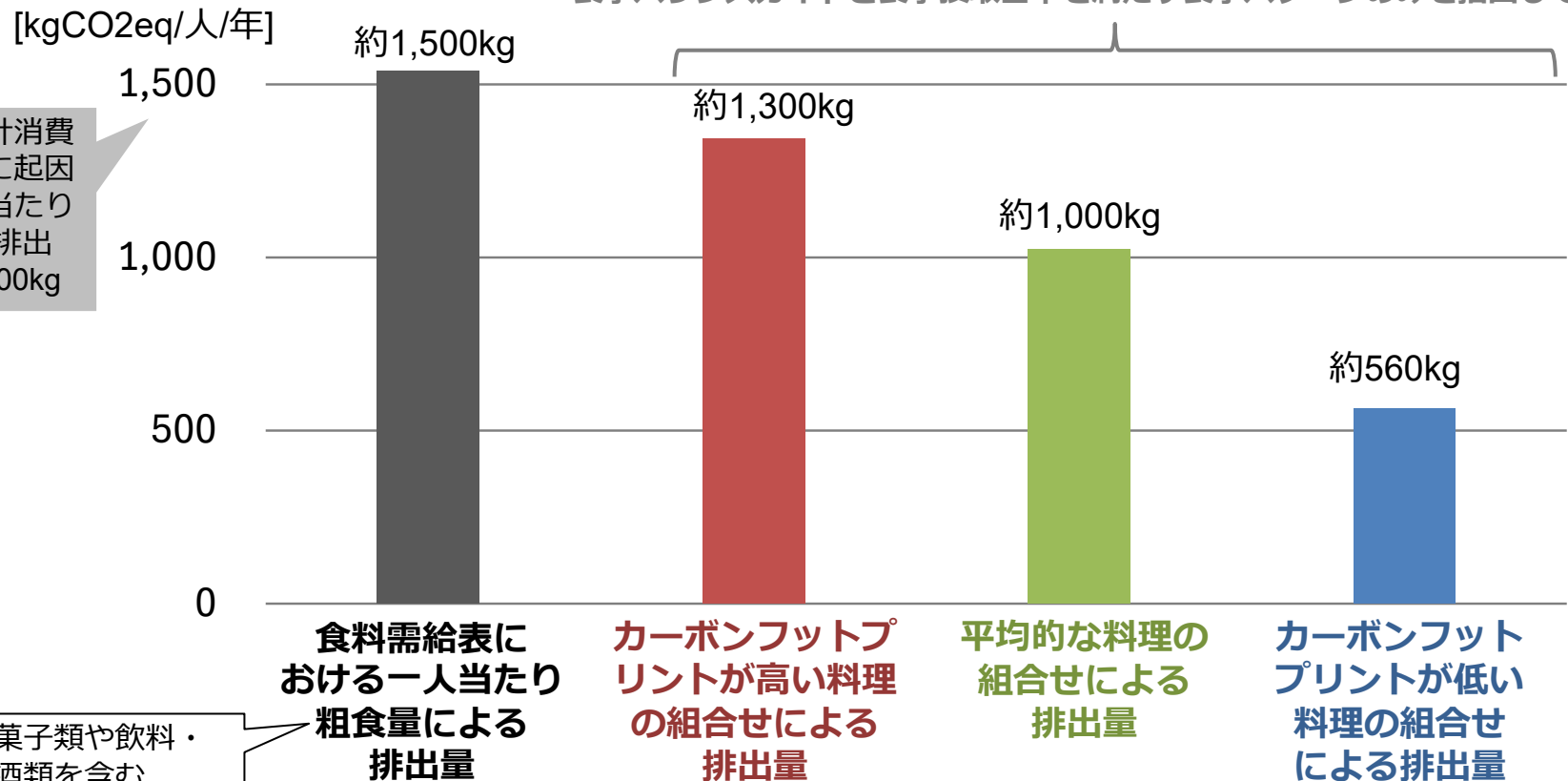
*クリームシチュー：皮つき鶏もも肉75g、じゃがいも50g、玉ねぎ50g、にんじん40g、ブロッコリー25g、マッシュルーム25g、牛乳105g

厚生労働省「フードガイド(仮称)検討会報告書」(2005)、産業連関表・3EIDおよび小売物価統計等を用いて当所推計

食の選択によりGHG排出量をどの程度減らせるのか

- 一般的な和食・洋食・中華の料理（約110料理）を組合せて食事バランスガイドと食事摂取基準を満たす（健康的な）食事1年分のGHG排出量を試算すると。。
- **カーボンフットプリントが低い料理を組合せた食事は、平均的な食事の約半分に**

食事バランスガイドと食事摂取基準を満たす食事パターンのみを抽出して試算



厚生労働省「フードガイド(仮称)検討会報告書」(2005)、産業連関表・3EIDおよび小売物価統計等を用いて当所推計

食の選択によりカーボンフットプリントを抑制する方法

ベジタリアンやヴィーガンになるのは難しくとも、
肉や魚の消費を減らすいろいろな方法がある

料理で使う肉の一部を
豆腐等に代替する

例：肉と豆腐の野菜炒め



例：車麩の
フライ



写真：oceans-nadia.com, macaro-ni.jp

レストランやお店で
代替肉メニューを選ぶ

例：ファミリーマートの
ベジバーグ丼



写真：ファミリーマート

温暖化への影響ができる
だけ小さい肉を選ぶ



週に1~2日だけ肉や魚
を食べない日をつくる

例：ミートフリー・マンデー

月曜日(週に1日)だけ肉を食べるの
を控えようという世界的な運動。
ポール・マッカートニー等が推進



ロゴ：ミートフリーマンデー

大豆など植物由来の代替肉・代替ミルク製品

伝統的な大豆製品 (豆腐等)



代替肉・大豆ミート製品

ソイモス野菜バーガー
(モスバーガー)

https://www.mos.jp/menu/category/?c_id=33



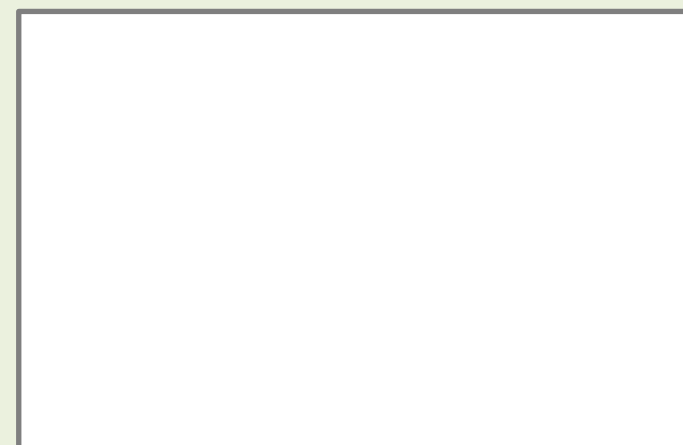
全粒粉サンド・大豆のミート
(ドトール)

www.doutor.co.jp/dcs/menu/detail/20230112145225.html



ネクスト・ミーツ「NEXT焼肉カルビ2.0」

shop.nextmeats.jp/products/yakiniku-karubi-20



豆乳製品
(乳製品の代替)

豆乳クリーム等の
植物由来原料を
用いたスイーツ



www.k-tounyu.jp/
www.marusanai.co.jp/lineup/tonyu_lineup/

豆乳クリームのシャンティ
デコレーション
cake.jp/item/3311532/



牛肉を大豆ミートに代替する効果

- 牛肉のハンバーガーを大豆バーガーに代えると、温室効果ガス1～3kgの削減
- これは家庭での一般的なエアコン数時間分の使用抑制に相当

牛肉のハンバーガー



牛肉パティ100g



1～4kg程度^{*1)}
(CO2換算)

大豆バーガー

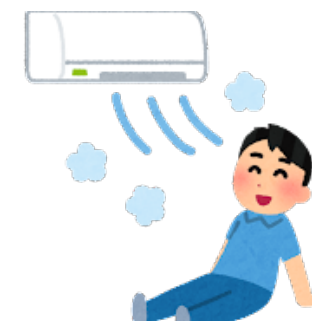


大豆パティ100g



200～400g程度^{*2)}
(CO2換算)

1～3kg(CO2換算)程度の削減



エアコンを5時間使用*



1kg程度
(CO2換算)

* 平均消費電力500W、電力のCO2排出係数400g/kWhの場合

*1) Tilman, D. and M. Clark (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. Nature 515 (7528): 518-522.

Poore, J. and T. Nemecek (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science 360 (6392): 987-992.

*2) Heller & Keoleian (2018). Beyond Meat's Beyond Burger Life Cycle Assessment: A detailed comparison between a plant-based and an animal-based protein source. University of Michigan.

Khan, S., et al. (2019). "Environmental Life Cycle Analysis: Impossible Burger 2.0, Quantis.

動物性食品の摂取削減・菜食化は健康的か

- 米国栄養士学会は
「**適切に準備されたベジタリアン食は健康的で、十分な栄養があり、いくつかの疾病の予防や治療にも利点がある**」
とのポジションペーパーを発表 (Melina et al. 2016)
- 菜食・ベジタリアン食だから健康/不健康ということではなく、必要な栄養素が不足しないよう、適切にバランス良く幅広い食品を摂取することが重要
- 栄養学の知見は日々進化しており、過去の知見が塗り替えられることも多い。今後の報告にも注目すべき

ベジタリアン食の注意点

(米国栄養士学会、米国食事ガイドライン科学諮問委員会、ドイツ栄養協会など)

卵・乳製品を含むベジタリアン食の場合

- 注意点を踏まえれば十分な栄養があり健康的
- バランスよく多品種の食品を摂る
- 卵・乳製品を摂らない場合、たんぱく質を含む豆類（特に大豆製品）を多めに摂る
- 乳製品を摂らない場合、カルシウムを含む植物性食品を十分に摂る
- 魚を摂らない場合、n-3系脂肪酸のもとになるαリノレン酸を多めに摂る

ヴィーガンの場合

- 植物性食材に含まれないビタミンB12、不足しやすいビタミンDをサプリメント等で補充する

ベジタリアン食と疾病の関係

(Melina et al. 2016, Willett, et al. (2019)など)

- 肥満の予防・治療、心疾患リスクの低下、高血圧の予防、糖尿病の予防・治療、発がんリスクの低下に効果的との疫学研究が多数
- ベジタリアンは骨密度が低く骨折リスクが高いとの報告も

Melina, et al. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. J. Academy of Nutrition and Dietetics 116: 1970-1980; Willett, et al. (2019). Food in the Anthropocene. The Lancet 393(10170): 447-492; U.S. Dietary Guidelines Advisory Committee (2015). Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee.

蒲原聖可 (2005). 『ベジタリアンの医学』 平凡社新書. <https://www.amazon.co.jp/dp/4582852629>

日本における持続可能な食とは？

現在 → 将来

現在の
食行動

日本における 「持続可能な食」 とは何か？

- ・ 環境影響評価（LCA）
- ・ 食以外の温暖化対策
- ・ 栄養学からの評価
- ・ 消費者の受容性・選好
- ・ 農業・水産業のあり方

日本での持続可能な食とは何か、
今後さまざまな立場から、
幅広い知見を踏まえて考えていく必要

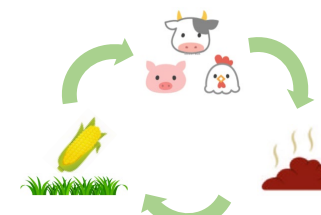


ベジタリアン・ビーガン食の普及



www.beyondmeat.com

代替肉/培養肉の開発利用の拡大



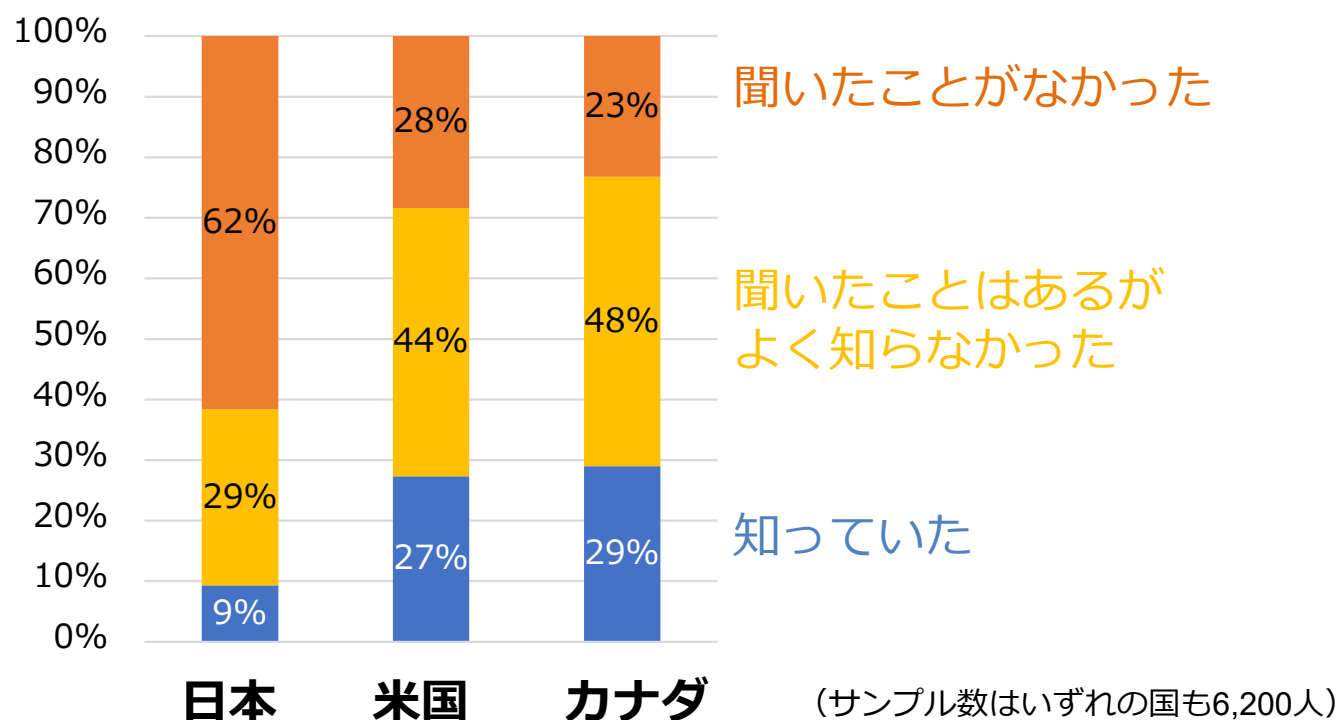
地産地消型・循環型の畜産業



魚食の見直し
(持続可能な漁業が前提)

日本では肉消費と環境影響に関する認知が低い

あなたは、多くの科学者が地球温暖化の防止のためには肉の消費量を減らす必要があると指摘していることを知っていましたか？ （2021年2月調査）



筆者らが実施した国際比較調査によると、日本の消費者は欧米よりも肉消費に伴う温暖化問題への認知がかなり低い

食の環境影響について消費者に伝えた際の反応

グループインタビュー（2021年1月）でのコメント例

牛は好きでよく食べるので、やばいなと思った。どうしようーと思ってる。地球にやばいことしてるなと。これを知ると、食べると後ろめたくなりそう

30%は多いと思うが、それで減らそうとは思わない。肉は食べたいので、生産者側で何とか減らしてほしい。

もともとそんなに食べていないから大丈夫だなという感じ。

大豆ミートは一度食べたが、あまり好きじゃない。

まず科学者の言っている裏付けがないと。裏付けがあったとして、まずは普通の人を変えなくて良くて、変えるべきはすごくたくさん食べる人や外食産業ではないか。

アンケート調査（2022年1月）の自由回答におけるコメント例

- 肉の環境影響等を知らなかった、勉強になった、考えるきっかけになった
- 肉を減らそうと思う、減らしたい
- 食行動変容は必要、もっと知られるべき
- 代替肉への関心・期待

- 肉が好き、肉は食べたい・減らしたくない、肉を減らすのは難しい
- 肉は体に必要、肉を食べないと健康面で心配
- 家族・子供への配慮
- 肉の環境影響や栄養に関する情報に納得できない
- 他に優先すべき削減対策がある、他にもっと重要な問題がある

個人的なアドバイス

1. まず問題をよく知る

- 私たちの食（特に動物性食品）が地球環境に大きな負荷を与えていること

2. 食生活を見直しつつ、できるところから食行動を変えてみる

- 食べすぎ/飲み過ぎていないか？
- カーボンフットプリントが特に大きい食品を減らせないか？
他の食品で代替できないか？
 - ✓ まず牛肉、次に豚肉を減らす。肉を食べるなら鶏肉を
 - ✓ 水産物を食べるなら、持続可能性ラベルが付いたものを
 - ✓ お菓子やお酒の摂りすぎは健康にも良くない
 - ✓ 他の省エネ行動やCO2削減行動よりも楽な場合もあるはず
 - ✓ 肉を半分くらい減らして代替肉や豆腐製品に置き換えるだけなら、割と簡単

3. 「プラネタリー・ヘルス・ダイエット」を参考に食生活を変えてみる

- 肉は週に1～2回に減らして、代替肉や豆腐製品を使った別の献立を考える
- 魚介類は毎週食べる
- 栄養バランスについて十分に注意

4. 自分にとっての持続可能で健康的な食とは何か？考えてみる

【参考】 飲酒ガイドライン



「健康に配慮した飲酒に関するガイドライン」を公表します

厚生労働省では、このたび、飲酒に伴うリスクに関する知識の普及の推進を図るため、国民それぞれの状況に応じた適切な飲酒量・飲酒行動の判断に資する「健康に配慮した飲酒に関するガイドライン」を別添のとおり作成しましたので、公表します。

本ガイドラインは、アルコール健康障害の発生を防止するため、国民一人ひとりがアルコールに関連する問題への関心と理解を深め、自らの予防に必要な注意を払って不適切な飲酒を減らすために活用されることを目的としています。

厚生労働省では、今後、本ガイドラインの周知等を行ってまいります。

飲酒量20 g の目安
(括弧内は比重0.8
のアルコール濃度)

参考:生活習慣病のリスクを
高める飲酒量は1日あたり
男性40g以上、女性20g以上



ビール(5%)
500 mL



日本酒(14%)
180 mL



ワイン(14%)
180 mL



ウイスキー(40%)
63 mL

まとめ

- ◆ 食システムからの温室効果ガス排出量は、**世界のGHG排出総量の3分の1**と大きい
- ◆ 食システムの脱炭素化には「食行動変容」、すなわち**食品の過剰摂取の抑制、カーボンフットプリントが大きい畜産物の消費削減、そして植物由来食品へのシフト**が必要
- ◆ 消費者が取れるカーボンフットプリントの削減策や食行動はさまざまあり、ヴィーガンやベジタリアンになる必要はない
- ◆ **この問題に対する日本の消費者の認知は低い**。まずは問題を知り、できるところから食選択を変えてみてはどうか
- ◆ **日本での持続可能で健康的な食とは何か？**を考えていく必要