

酪農乳業と気候変動対策 ～海外の酪農大国にみる生乳生産での温室効果ガス削減対策～

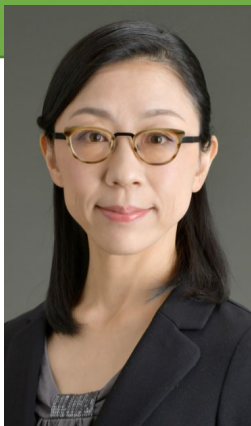
2025年1月22日

株式会社 農林中金総合研究所

リサーチ & ソリューション第2部 小田志保

oda@nochuri.co.jp

自己紹介



小田 志保

Shiho ODA
RS2部 主任研究員

070-3035-3879
oda@nochuri.co.jp

技術と社会経済の関係性に注目しています。

PR テーマについては雑食です。共通しているのは、先端技術を調べ、それが運用される効果を捕捉するという分析です。技術者の書いた内容をビジネス用に翻訳するような作業です。また組織や市場の動向について、ルールとその運用を調べることに興味があります。

最近の執筆原稿

専門分野

スマート農業、酪農乳業、都市農業・農協

注力テーマ

スマート農業：自動操舵装置(GNSS)、データ連携・管理(レポジトリ)、知的財産・個人情報保護)、第三者機関認証
酪農乳業：先端技術、欧州酪農の環境対策、生乳流通、乳業工場
都市農業・農協：生産緑地動向

キーワード

▶5Gとレベル3ロボトラの実用にかかる道交法等の改正 ▶個人情報保護と農業データ管理 ▶GFSI承認スキームと小売大手 ▶酪農における先端技術の活用と環境保護 ▶生乳過剰のなかでの北海道・都府県の需給調整 ▶昆虫食や乳代替品

経歴

08年3月末北海道大学農学研究院協同組合学教室 博士課程 修了
08年4月入社

保有資格

農学博士

所属学会

外部委員

■ 主な活動実績：総研ホームページ研究員紹介ページ

<https://www.nochuri.co.jp/company/staff/28detail.html>



視点2024 畜安法“再改正”の影響を調べる
生産者の自由と取引安定化をどう両立するか 小田 志保
“協調”する未来へ制度改正の再考が必要 清水池 義治
出荷先変更への農協の対応は

技術ワイド 猛暑から牛と人を守る
イネWCSとナイアシン給与によるストレス抑制策 大澤 玲
夏場の繁殖改善策のポイント 藤田 昌夫
牛専用接触冷感マフラーの特徴と有効活用法 大槻 恵美
機能的ワークウェアで夏を乗り切る 小原 博伸

特別レポート
スマホから授精も予約できる「家畜統合管理システム」 北海道猿払村 韓犬

徹底、分娩間隔など繁殖成績は良好 北海道新ひ
郎さん一家

2023年3月
送品開始!!
A5判216ページ
予価1,700円+税
ISBN978-4-909151-56-8

89巻1号 (2023年冬号)
特集 食料安全保障を実現する
国内フードシステム

——農業者、事業者、消費者にとっての
公正な価格と取引

2023年3月発売 89巻1号 (2023年冬号) 目次

特集 食料安全保障を実現する国内フードシステム
——農業者、事業者、消費者にとっての公正な価格と取引
小嶋大造 + 新山陽子 + 杉中淳 + 安藤光義 責任編集

1.酪農と気候変動対策にかかる農政や技術

- (1)畜産由来の温室効果ガスの削減
- (2)気候変動対策を目指した社会経済制度のオーバーホール
 - a.農業部門のGHG排出量削減に向けたEU加盟国の政策
 - b.カナダ酪農の気候変動対策
- (3)環境負荷軽減の具体策－精密農業による生産性向上と新技術導入－

2.変わる市場のルールと企業の戦略

- (1)カーボンプライシングによる市場創出
- (2)資金調達や企業開示に関する制度の構築
- (3) 食品メーカーや小売に対する投資家等からの評価

3.気候変動に対する海外大手乳業の取組み

- (1) 仏ラクタリス社によるGHG計測
- (2) NZフォンテラ社の環境負荷軽減に関する酪農家のベンチマーキング
- (3) デーリィ・ファーマーズ・オブ・アメリカDFAの酪農家支援
- (4) 海外大手乳業の取組みから示唆されること

4.日本へ示唆されること

- (1) スマート農業推進では省力化対策が重視される
- (2) データ連携体制の構築が一層重要に
- (3) 日本では輸入であるがゆえに飼料調達に自由度が少ない可能性
- (4) 日本では酪農の技術に多様性があり、草地面積確保も簡単ではない
- (5) 系統外出荷が増えているが指定団体制度による交渉力維持は重要

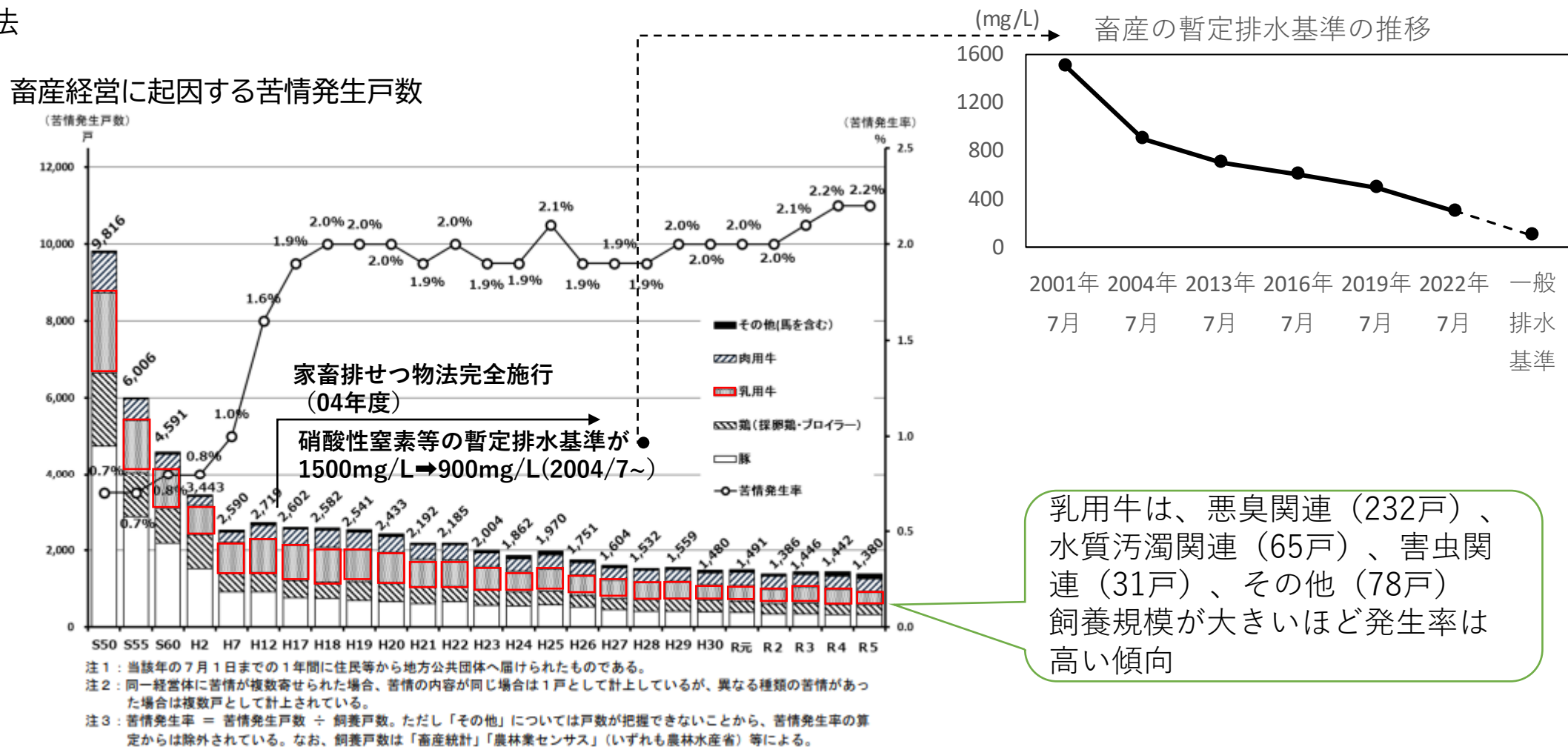
1.酪農と気候変動対策にかかる農政や技術

(1)畜産由来の温室効果ガスの削減

従来の畜産環境問題とは家畜排せつ物の不適切な処理や保管に起因する悪臭等の地域性のあるもの

❑ 畜産経営の規模が大きくなり、混住化が進むと、家畜排せつ物による悪臭といった「畜産環境問題」が多発。

- ➡家畜排せつ物法
- ➡水質汚濁防止法



(1)畜産由来の温室効果ガスの削減

1980年代以降は全地球的な温室効果ガスの排出量削減が大きな課題に

□ 2015年の人為起源のGHGの12%が畜産（牛、バッファロー、羊、山羊、豚、鶏）。

酪農からの温室効果ガスの発生

二酸化炭素

亜酸化窒素・メタン

二酸化炭素

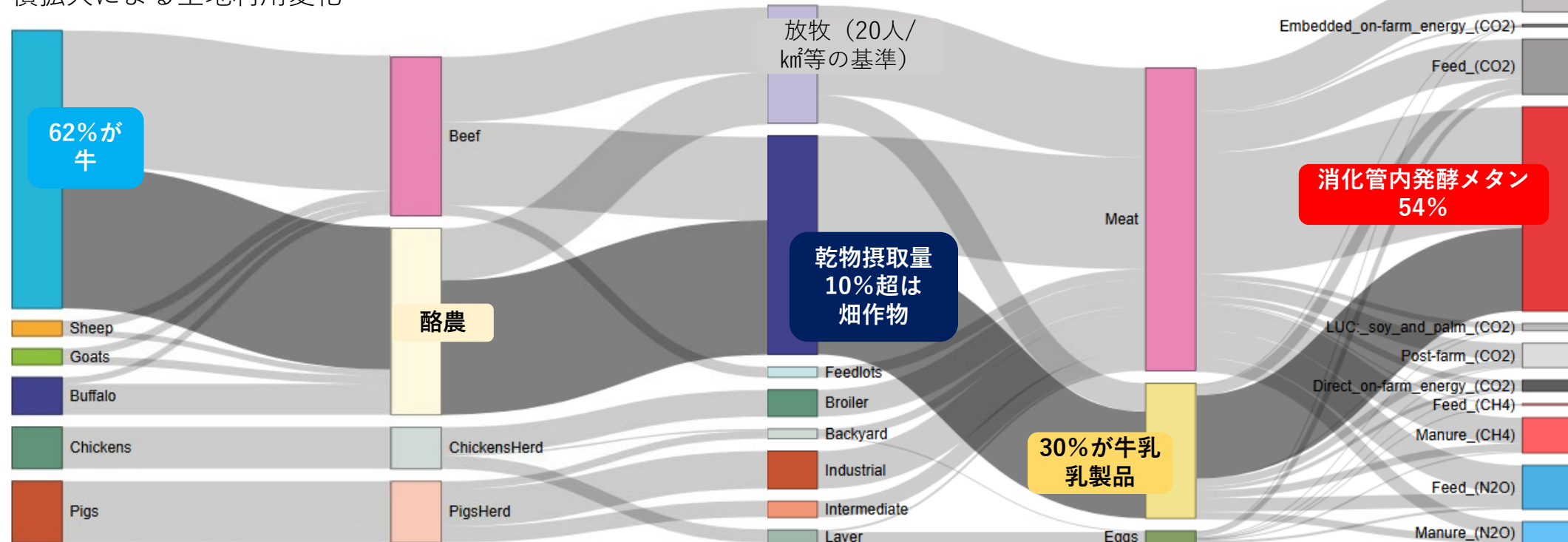
亜酸化窒素・メタン

重油消費、肥料（製造・運搬）、除草剤（製造・運搬・散布）、飼料（製造・運搬・加工）
大豆・油ヤシ・牧草作付面積拡大による土地利用変化

堆肥還元、飼料用米生産

送風機、加温や暑熱対策、生乳貯蔵にかかる電力消費、また牛舎建設にかかった電力消費、生乳・個体出荷に伴う運搬

消化管内発酵、堆肥管理

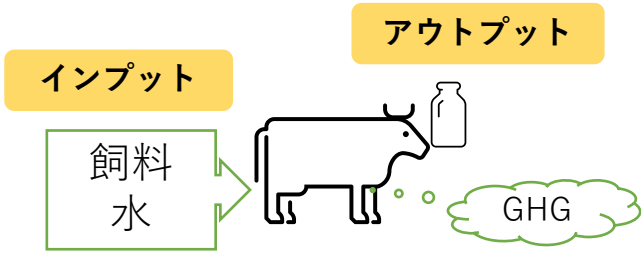


※ただし、こうしたアプローチは酪農畜産が持つ多面的機能（役畜、資産形成、社会的地位）を反映していない。

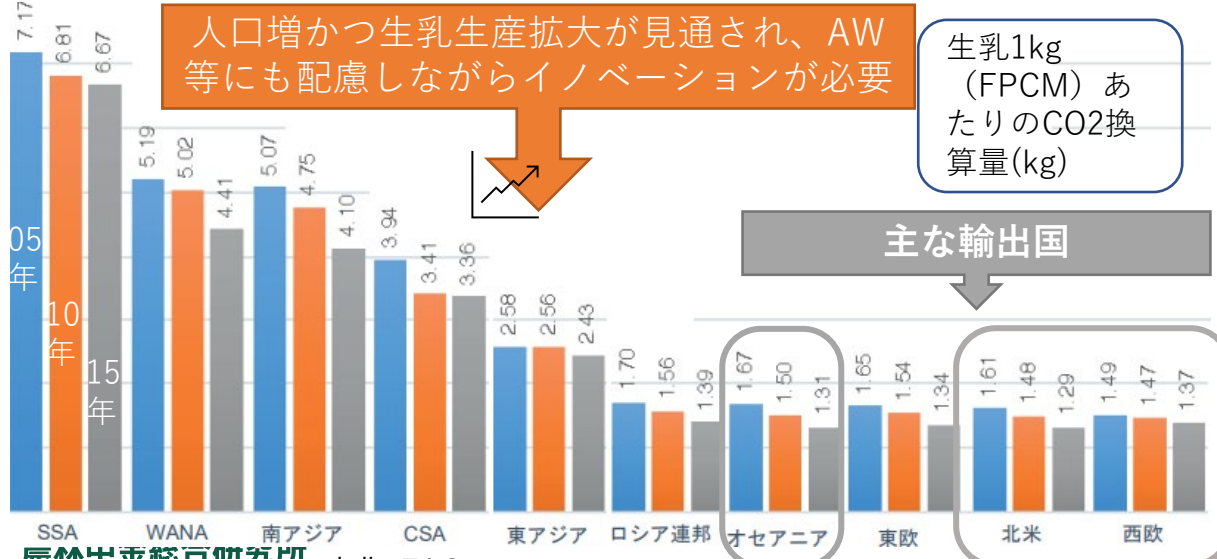
(1)畜産由来の温室効果ガスの削減

酪農のもつ世界人口への栄養供給というメリットと温室効果ガス削減のバランスが重要に

- 世界人口は2024年の82億人から2080年代半ばには103億人でピークに達する見込み。
- 生乳を増産し世界人口へのタンパク質の安定供給を果たしながら、乳用牛からのメタン排出量削減が課題に。
- 2024年11月の第29回国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP29）では、酪農畜産の温室効果ガス排出を単に非難するわけではなくなっている。
 - 「代替タンパク質Alternative Proteins」→「補足的タンパク質complementary proteins」。
 - 畜産がもつ農民の社会的な地位の向上に資する役割は無視できない。PBF拡大で南北所得格差も拡大してしまう（FAO、2023）。



地域別の生産単位あたりGHG排出量(05年、10年、15年)



搾乳牛頭数

	(単位 百万頭)							
	1990	2000	2010	2020	2021	2022	2032	22年-32年
世界全体	449.3	547.3	697.5	708.3	719.6	731.3	840.9	109.6
EU	33.8	25.2	21.4	20.3	19.9	19.8	18.0	△ 1.8
北米	11.3	10.3	10.1	10.4	10.4	10.4	10.6	0.2
オセアニア	4.5	5.8	6.3	6.4	6.3	6.2	6.0	△ 0.2
日本	1.3	1.1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0
その他	398.5	504.9	658.8	670.5	682.1	694.1	805.5	111.4
その他の比率	89%	92%	94%	95%	95%	95%	96%	1P増

酪農のGHG排出量

	(単位 百万トン)							
	90	2000	10	20	21	22	32	22~32年
世界全体	445.6	551.4	614.5	609.0	614.3	620.0	675.2	55.2
EU	121.3	101.1	86.9	81.4	80.1	79.4	72.3	△ 7.0
北米	55.8	50.4	49.4	50.8	51.1	51.0	52.0	△ 1.0
オセアニア	15.5	19.4	21.9	22.0	21.8	21.6	20.8	0.8
日本	3.2	2.9	2.4	1.9	1.9	1.9	1.8	0.1
その他	249.9	377.6	453.9	452.9	459.5	466.2	528.3	62.1
その他の比率	56%	68%	74%	74%	75%	75%	78%	3.0ポイント

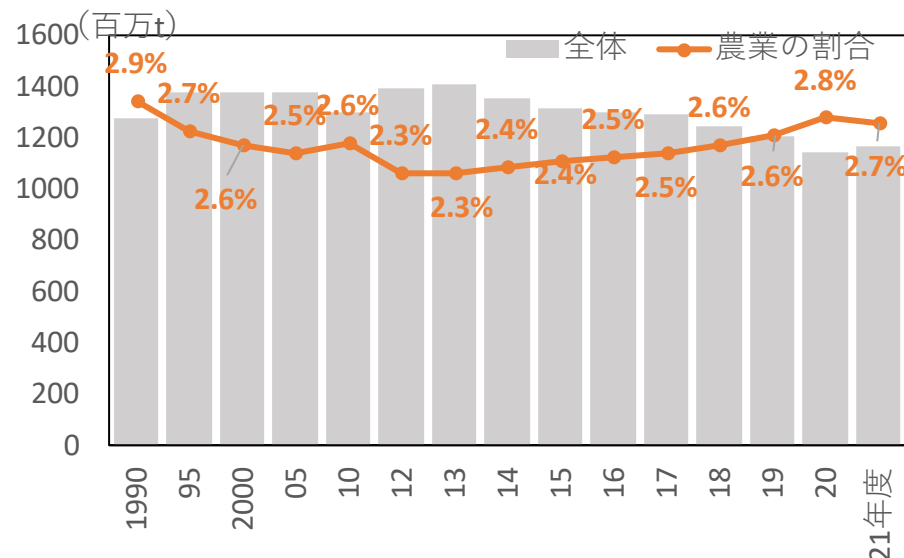
(1)畜産由来の温室効果ガスの削減

日本では頭数減少により農業のGHG総排出量に占める畜産比率は低下

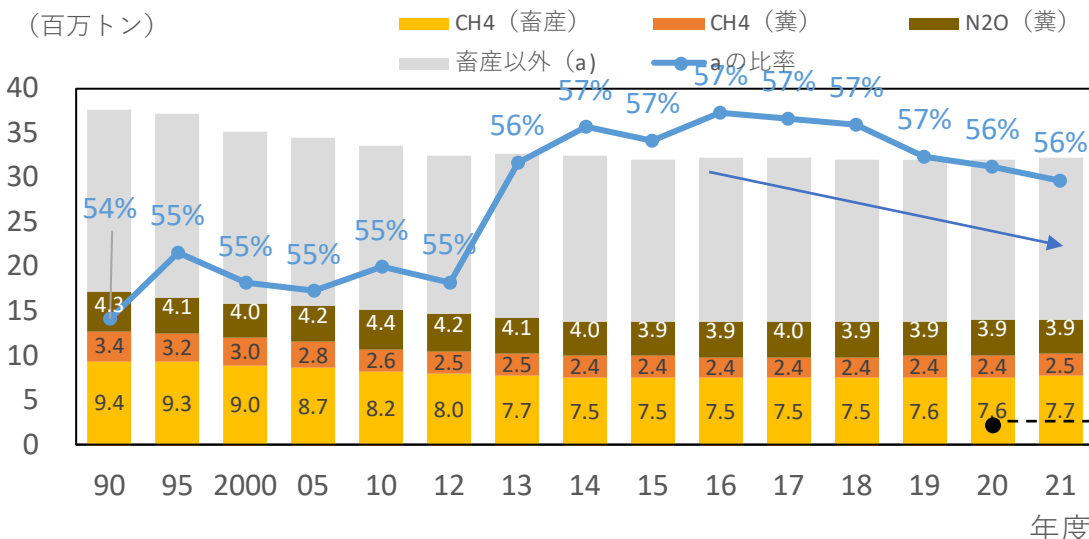
- ❑ 日本のGHG排出量は約10億トン（二酸化炭素換算）。うち農業（LULUCFを含まない）の割合は34百万トン（同）で、3%弱。また、消化管内発酵は日本のGHG総排出量の1%前後。
- ❑ 頭数×排出係数 = GHG。
- ❑ 国内生産を反映する。輸入は計算対象外。
- ❑ メタン発生抑制技術等の導入に伴う排出削減を反映できるような算定方法の構築は今後の検討課題。

牛の種類別（月齢、産児数）排出係数
× 種類別頭数（月齢、産児数）

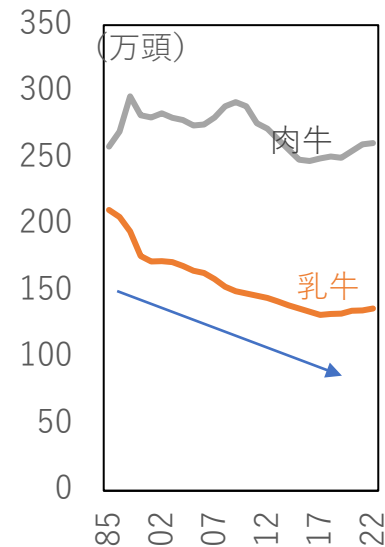
日本のGHG総排出量に占める農業の割合



農業のGHG総排出量に占める畜産由来の動向



肉牛と乳牛の総飼養頭数



(1)畜産由来の温室効果ガスの削減

GHG排出量の算定は二酸化炭素に換算される

- ❑ メタンを含む各温室効果ガスを、排出量×温暖化係数（GWP100）で二酸化炭素換算量として把握。
- ❑ メタン（石油燃料由来以外）はGWP100で、二酸化炭素の27.0倍。
- ❑ IPCCの各報告書でメタンから二酸化炭素換算量の算定には変化がある。
- ❑ 排出後20年間でもたらされる温暖化効果に着目したGWP20等もあるが、「100年という評価時間の選び方には恣意性があり、どんな時間スケールにおける効果に着目するかという社会的・政策的な価値判断に依存」している（地球環境研究センターニュース（2009年5月））。

メタン排出量を二酸化炭素排出量に換算

$$\begin{aligned} &\text{メタン排出量} \times \text{GWP(温暖化係数)} \\ &= \text{温室効果ガス (GHG) 排出量} \\ &\quad (\text{二酸化炭素換算CO}_2\text{e}) \end{aligned}$$

二酸化炭素とメタンの大気寿命等の違い

産業革命以降130 ppmも濃度が上がり、現在、年2.5 ppmも濃度が増加しているCO₂の削減は最重要課題

ガスの種類	GWP100 での温室効果係数	大気寿命 (年)	大気濃度 (2020年)
二酸化炭素(CO ₂)	1	-	413ppm
メタン (CH ₄)	化石燃料由来：29.8 その他由来：27.0	12	1,890ppb
亜酸化窒素 (N ₂ O)	273	109	333ppb

対流圏化学反応で消滅する量大きい

地球温暖化係数の種類と内容

GWP100 = 排出後100年間でもたらされる温暖化効果
GWP20 = “ 20年間 “
GWP* = CO₂の放出パルスと短寿命GHGの放出速度を比較

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)による各報告書 毎に変わる温暖化係数

		第2次 評価 報告書 (95年)	第4次 評価 報告書 (07年)	第5次 評価 報告書 (14年)	第6次 評価 報告書 (21年)
メタン	化石燃料由来	21.0	25.0	28.0	29.8
	それ以外				27.0
亜酸化窒素		310	298	265	273

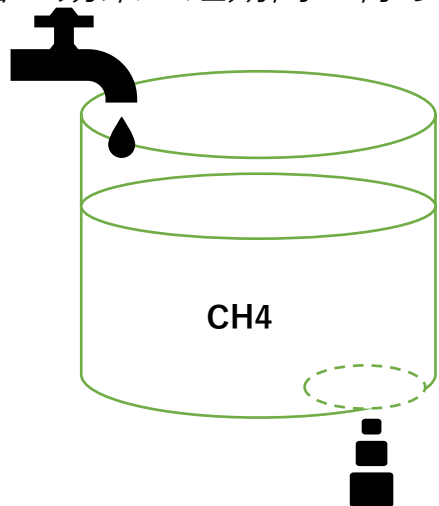
短寿命のメタンを削減する意義の一般社会に向けたPRは重要

- 短寿命と長寿命のGHGでは、排出量削減がもたらす効果の内容は異なる。メタンは大気寿命が12年と短く、その削減は即時的な効果がある

国立環境研究所他は、全世界のGHG排出削減費用を抑制し、パリ協定温度目標に向かう為にはGWP100に固執せず、柔軟に排出指標の選択の確認・見直しを行う必要を提起（<https://www.nies.go.jp/whatsnew/20210528/20210528.html>）。

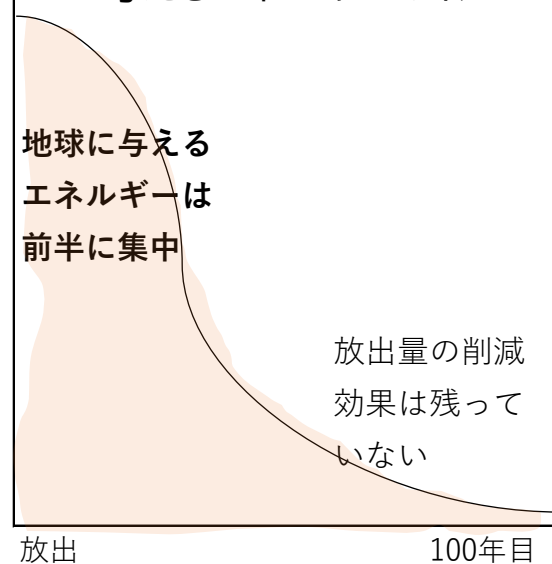
短寿命のメタンの人為的な排出量の
削減がもたらす効果のイメージ

メタンは短寿命であり、排出量を削減した場合の効果が短期間で得られやすい



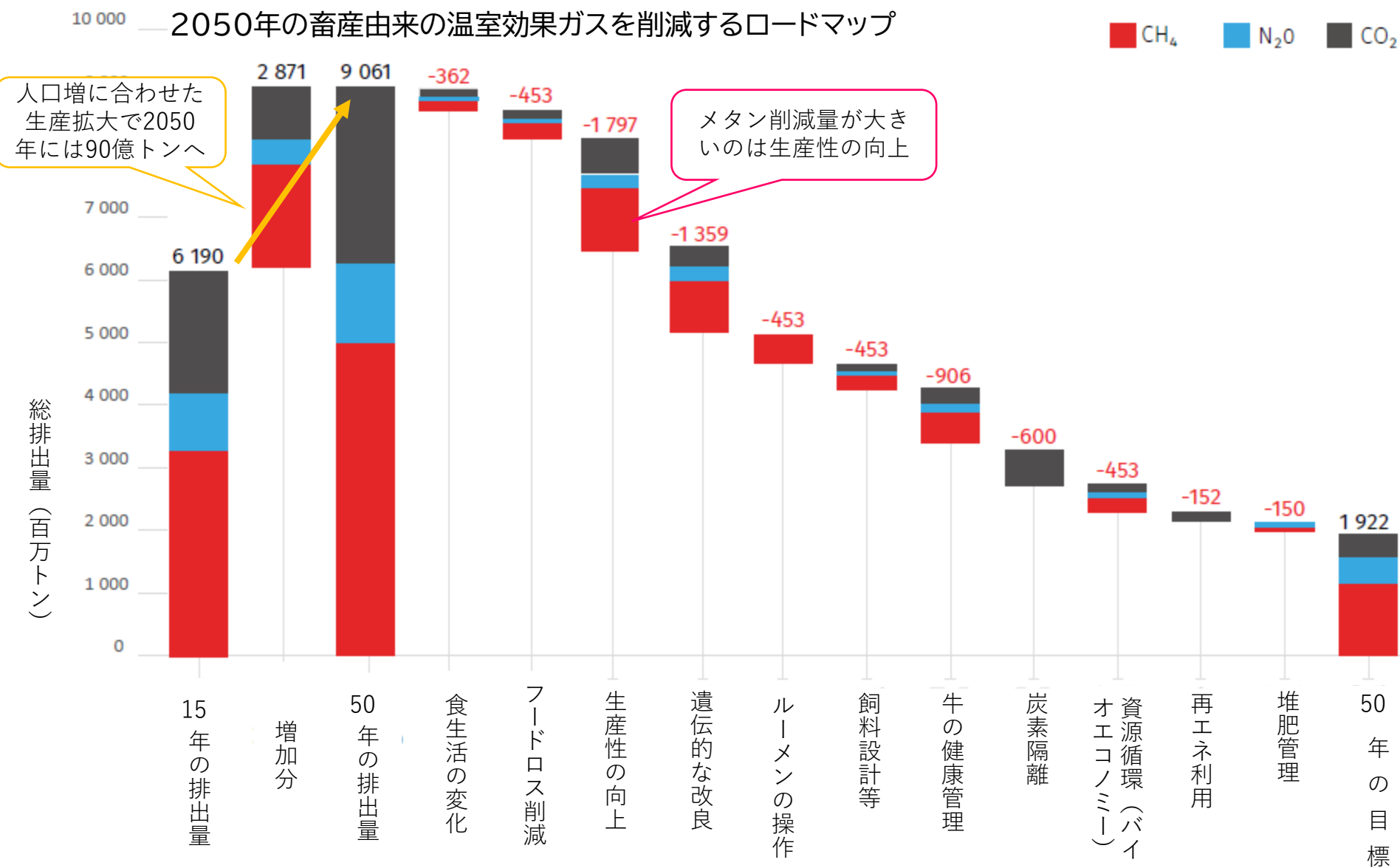
メタンは大きな穴の開いた浴槽に水をためているようなもの。蛇口から流れる水量を減らすと、貯水量の減り幅は大きい。

100年間で短寿命のメタンがもつ地球に
与えるエネルギーのイメージ



牛のげっぷにはCO²の28倍もの温室効果を持つメタンが含まれているとされるが、評価期間を20年（GWP20）とすれば80倍超にも。排出量削減がもつ重要性は大きい。

(1)畜産由来の温室効果ガスの削減



GHG排出削減は地球全体で立ち向かう課題となり、各国が関連規制を講じるように

- 2015年のパリ協定のもと、気温上昇幅を産業革命以前に比べ2度を下回ることが目指されている。
- 2度を超えて気温が上昇すると海面上昇が著しく進むといった壊滅的な状況に陥る。
- パリ協定は、すべての国に自国のGHGの排出削減目標（NDCs）を定めることを義務づけ、NDCsが国内の社会経済制度のオーバーホールを進める。

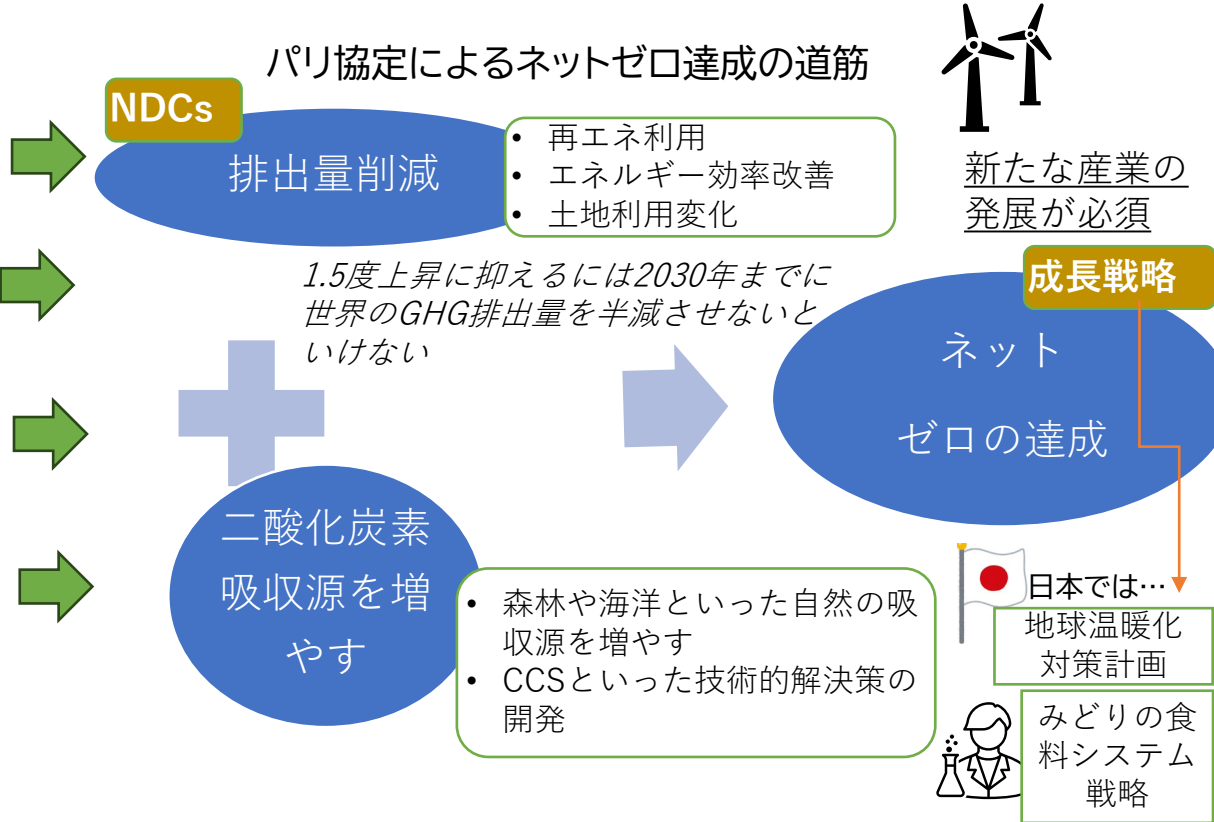
国際的な気候変動枠組みの策定

1992年採択の国連気候変動枠組条約のもと、95年より毎年、国連気候変動枠組条約締結国会議（COP）を開催

COP21で、2015年にパリ協定【産業革命以前に比べて2度より十分低く保つとともに、1.5度に抑える努力を追求】

	1.5度	2.0度	3.0度	4.0度
海面上昇	48センチ	56センチ	7メートル	9メートル
	46百万人が家を追われる	インフラ整備での対応難化	グリーンランド氷床が溶ける	470-760百万人が危機的状況に
水へのインパクト	地中海沿岸、豪州、ブラジル、アジアで水不足	世界人口の8%が深刻な水不足	ヒマラヤ山脈の氷河の半分が消失	一層深刻な干ばつの頻発
農畜産物への影響	小麦、玉米、大豆	反収の急落	地域の魚種消滅	食糧不足
動植物への影響	90%のサンゴ礁が絶滅の危機に	サンゴ礁消滅	海洋エコシステム不全の可能性	動植物種が半減

資料 <https://climatenexus.org/international/ipcc/comparing-climate-impacts-at-1-5c-2c-3c-and-4c/>、原資料はIPCC「Special Report on 1.5°C」



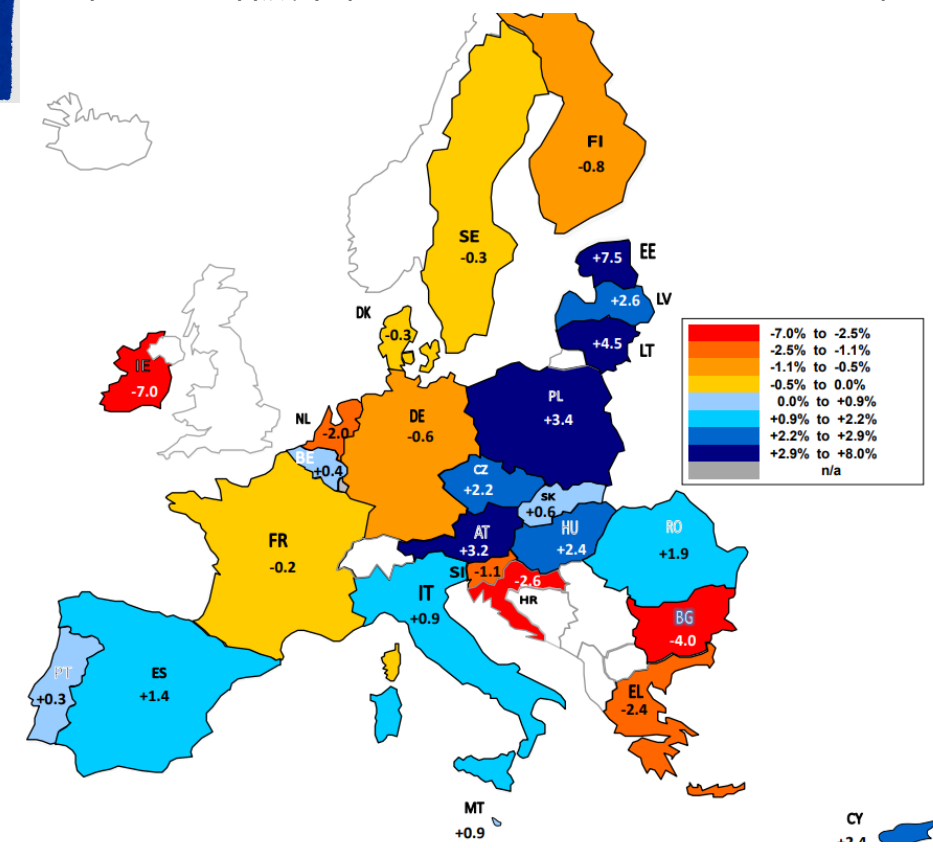
a.農業部門のGHG排出量削減に向けたEU加盟国の政策

(EUの酪農)

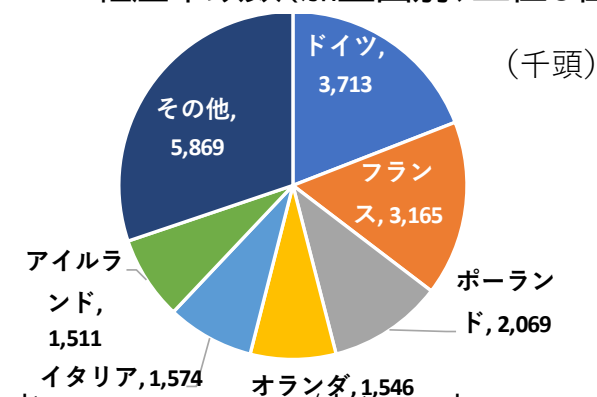
- 2022年では、乳用牛（154.3百万トン）とその他（6百万トン弱）を合計した160百万トンの生乳生産がある。このうち150百万トンが乳業メーカーに出荷され、チーズ（製品ベースで10.4百万トン）、バター（同2.3百万トン）を製造。
- 24年8月までの12か月について、集乳量の前年同月比をみると、ドイツやフランスといった生産量の大きな国で減少し、農地価格が安いポーランドやオーストリア等で増加。
- 経産牛頭数は上位6位国が7割を占める構造。
- 22年の個体乳量はEU平均で7,611kg/頭。これは北西欧で大きく、最大はデンマーク（10,187kg/頭）。最小はルーマニア（3,367kg/頭）。
- チーズの輸出量は23年は138.7万トンあり、20年対比で△1%。FFMP（脱脂粉乳にパーム油等を加えた植物性油脂添加粉乳）の輸出量がついで大きく118.4万トン（同△7%）、ミルクおよびクリーム(04011010+04012011+04012091)が789万トン（同△25%）。



集乳量の増減率(23/9～24/8と22/9～23/8)



経産牛頭数(加盟国別、上位6位)



資料 https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/markets/production-data/production-sector/milk-and-dairy-products_en

a.農業部門のGHG排出量削減に向けたEU加盟国の政策

- EUの農業部門のGHG排出量は2020年に375百万トン前後でEUの総排出量の10%程。農業部門からのGHG排出量の49%が反芻動物の消化管内発酵メタン。30%が土壌からの亜酸化窒素。
- ESR規則（Effort Sharing Regulation）のもと、二酸化炭素以外のGHG排出量は、2005年～22年で△5%の変化。現行の政策では加盟国各国の総計で30年まで増加の見通し。
- 23年から27年の新たなCAPでは、加盟国が国家戦略計画National Strategic Plan（もしくはCap Strategic Plan）を策定し、其の10の目標のうち3つは環境関係とされている。

【スペイン】



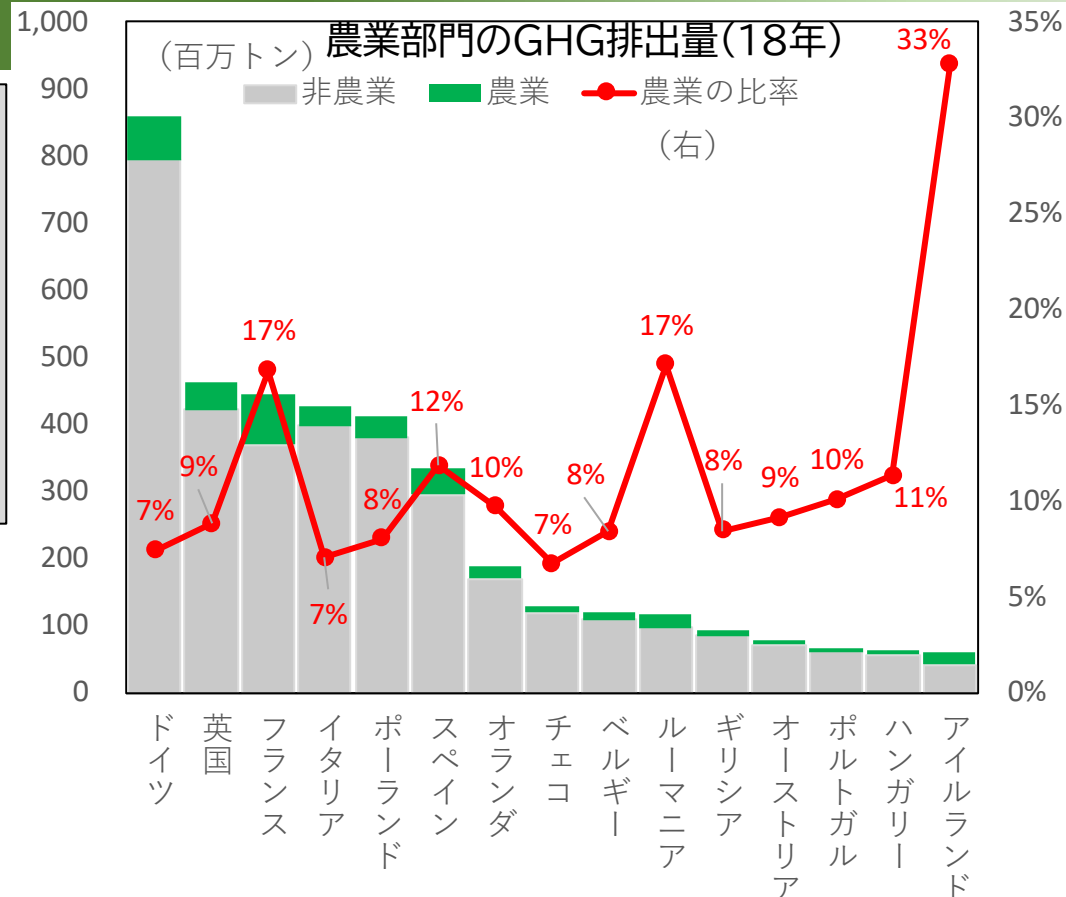
- オーガニック農業の推進等の新たな措置は導入されるが、23年以前と決定的な差異は無い。
- 23年時点での「定額制エコスキーム」では、25€/haが数年間2つの取組みを続けたら払われるもの。生産者支援における州政府間での差をなくす点は評価されるが、収入や設備投資支援に紐づけ、実現性のある政策措置への改善が求められている。

【ドイツ】



- 肥料令の改正等、オーガニック農業への支援充実。ドイツ気候保全法 Bundes-Klimaschutzgesetzのもと、気候中立を2045年に達成すべく、「気候保護プログラム2030」が具体策を講じる。
- 農業の競争力向上を伴う点を重視。8,880の実証事業（予算総額1500億円ほど（930百万ユーロ））が、気候変動による雹を除ける施設導入や精密農業関係の農機・設備導入に措置。

資料 欧州環境機関Web、IEEPによる各国政策についてのレポート



資料 Mielcarek-Bochenska他(2021)

【フランス】

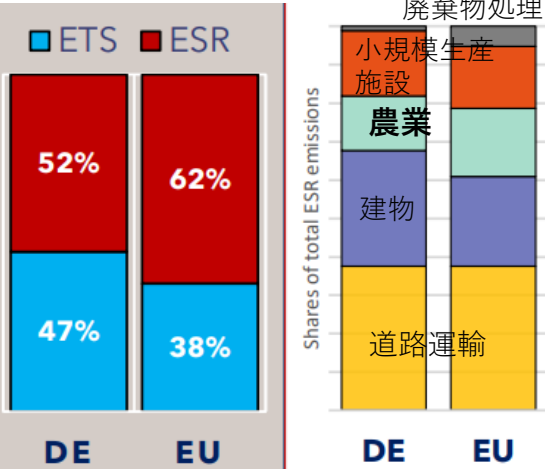


- カーボンニュートラルには、農業経営の多様化の推進、永年草地の保全、植物性タンパク質（マメ科等）の生産支援、垣根（Headgerow）維持を含むアグロエコロジーや有機農業の推進支援を掲げている。
- マメ科作物と畜産の複合経営は追加支援を受け取れる（20年比で予算額は70%増）。

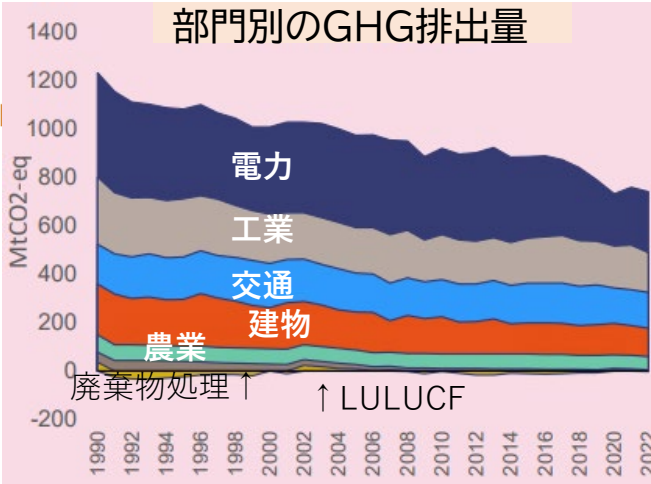
a.農業部門のGHG排出量削減に向けたEU加盟国の政策-ドイツの農業部門での対策-

- ドイツでは、連邦気候保護法（2019年制定、24年改正）のもと気候保護プログラム（Klimaschutzprogramm2023）で各種措置が講じられており、農業部門は年間56百万トンのGHG削減が計画されている。
- ドイツ連邦環境省が24年に示した見通しでは、30年の目標は達成可能。
- 土地利用、土地利用変化および林業（LULUCF）については、農業部門と別に、連邦と州との共同課題「農業構造の改善及び沿岸保護」（GAK）が投資等を支援。
- ドイツ連邦食糧農業省（BMEL）は気候保護プログラムから、11の対策（22年即時版）を講じた。

ドイツのETS・ESRのGHG排出量(22年)



Norinchukin Research Institute Co. Ltd.



出典 <https://climate.ec.europa.eu/document/provisional-2022-data>
(注) 建設には農業用も含む。

気候保護プログラムにおける農業部門の6の重点項目

1	気候と家畜に優しい畜産と持続可能なフードサプライチェーン
2	23年肥料法改正で24年にモニタリング規則を導入
3	パン用小麦の窒素施肥量を減らすような、窒素施肥量と製パン品質の有効性にかかる検証
4	エネルギー効率向上
5	植物由来の栄養摂取強化等の食の推進
6	食品廃棄物の削減



連邦政府による気候保護プログラムから、連邦食糧農業省が11の具体策を策定

気候保護プログラム（2022年即時版）の11の重点項目

1	窒素過剰の削減や窒素効率改善	肥料令（連邦法）の改正であり、スラリー貯蔵やその散布も対象
2	バイオガスプラントの推進	肥料原料のデータ連携が進む
3	有機農業の面積拡大（2030年までに農地の30%）	鉱物性肥料の削減
4	畜産のGHG排出量削減	動物福祉も含む
5	エネルギー効率の向上	廃熱利用やヒートポンプ
6	耕地における炭素貯蔵潜在性の向上	植物の腐食と炭素貯留
7	永久草地の保全	
8	泥炭削減戦略	泥炭地の排水からのGHG排出量の削減
9	森林の保全	
10	食品ロスの削減	
11	研究開発	

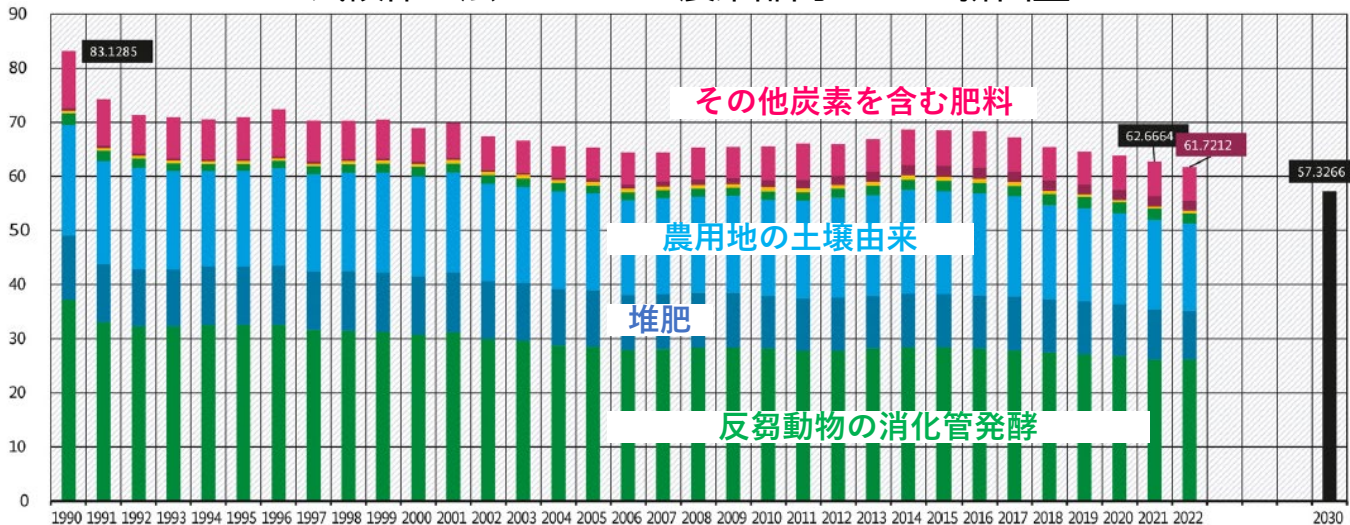
出典 BMEL「Land-und Forstwirtschaft staerken-Klima shuetzen」

Norinchukin Research Institute

a.農業部門のGHG排出量削減に向けたEU加盟国の政策-ドイツの農業部門での対策-続き-

- ❑ 2022年時点ではGHG排出量の7割が畜産。ドイツの総排出量の5.2%。
- ❑ 有機農業については、多数品目での輪作、化学農薬や化成肥料の使用禁止、地域に根付いた畜産、循環経済を進める。土壌中へのCO₂回収は270kg/ha増、農産物は△20%のGHG排出量削減等を目指す。
- ❑ GAKが生産者へ「環境と気候保全に関する特定投資（SIUK）」として資金を提供し、スラリーカバーや、スラリーの水路設計等の改善が進む。
- ❑ 2024年から、土地面積あたり飼養頭数の上限の導入（2頭/ha）を計画。
- ❑ 飼料設計の精密化をスマート農業技術で簡易に実行できるシステムの開発。
- ❑ 持続可能な生産方法でつくられた飼料のサプライチェーンの構築。
- ❑ 研究実証に基づいたメタンガスの取扱方法に関する実現可能性テストとプロセスエンジニアリングによる簡易な取扱いの発展。

ドイツ気候保全法のもとでの農業部門のGHG排出量



出典 BMEL「Land-und Forstwirtschaft staerken-Klima shuetzen」

自動走行の飼料ミキサー/給餌機
(straumann verti-Q 1701 SF)



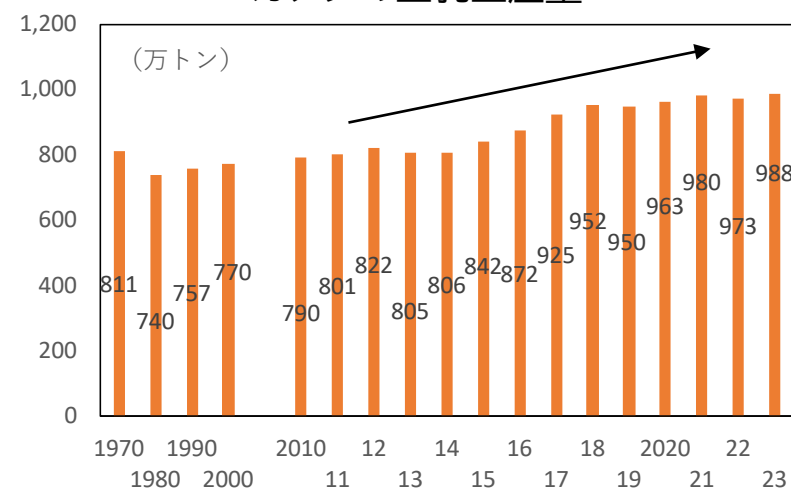
出典 Straumann社web

b.カナダ酪農の気候変動対策

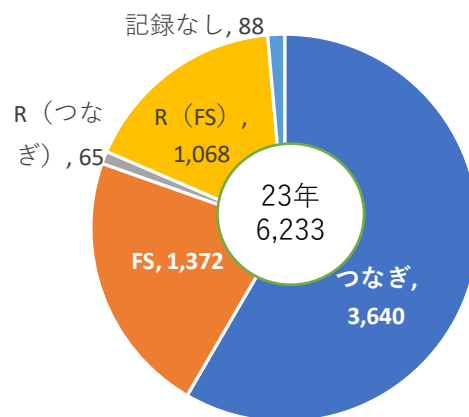
(カナダの酪農)

- ❑ 6割は「ミルクレコードシステム」(生乳検査 + 普及機関に相当、組合営のものと共同所有(生産者組織 + 地域行政 + 大学))のもと、データの分析に資する基盤が構築されている。
- ❑ 飼養頭数平均(2歳以上)は100頭を超えているが、つなぎ飼いも多い。
- ❑ 供給管理制度のもとでの生産統制、政府カナダ酪農委員会が管理する支持価格で乳価が算出される価格形成、関税割当制度がカナダ国内酪農を保護し、輸出はニッチ市場向けで高品質。

カナダの生乳生産量



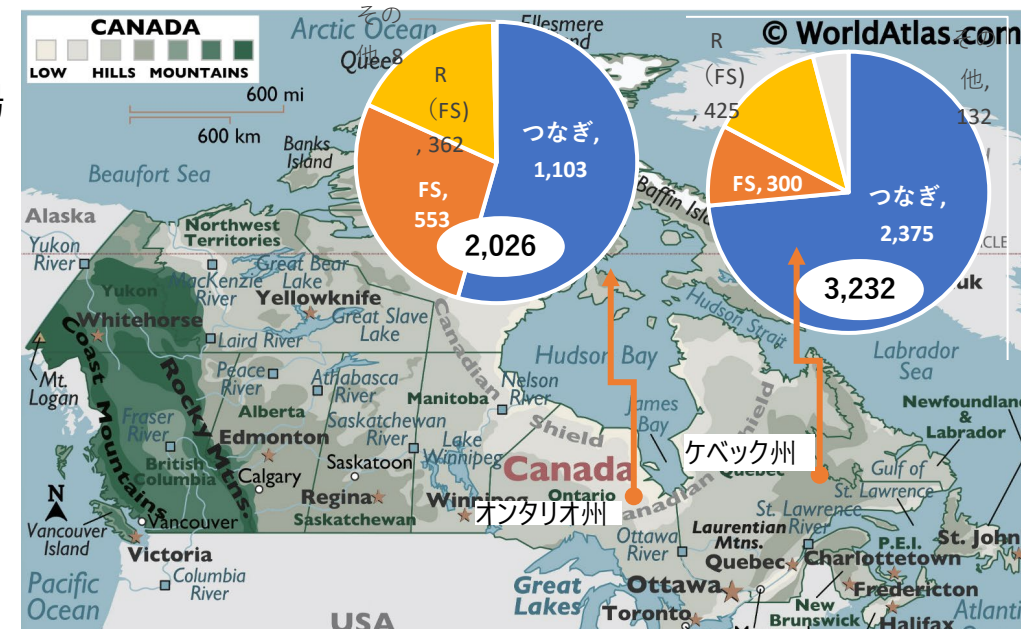
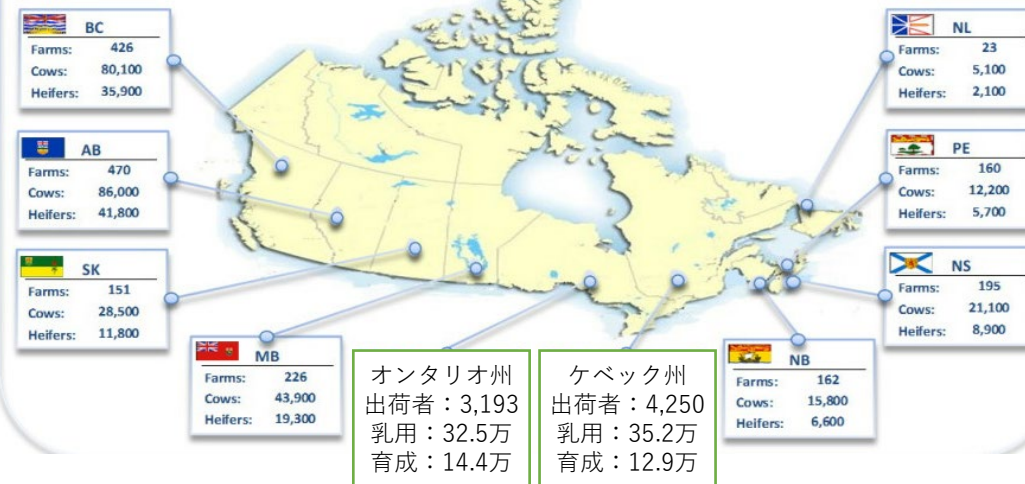
ミルクレコードシステムに登録している農場(Barn)の飼養形態別の数



資料 カナダ政府web (注)原資料は0表記。

2024年の酪農経営

生乳出荷者: 9,256
乳用牛頭数: 969,400
育成牛頭数: 405,400

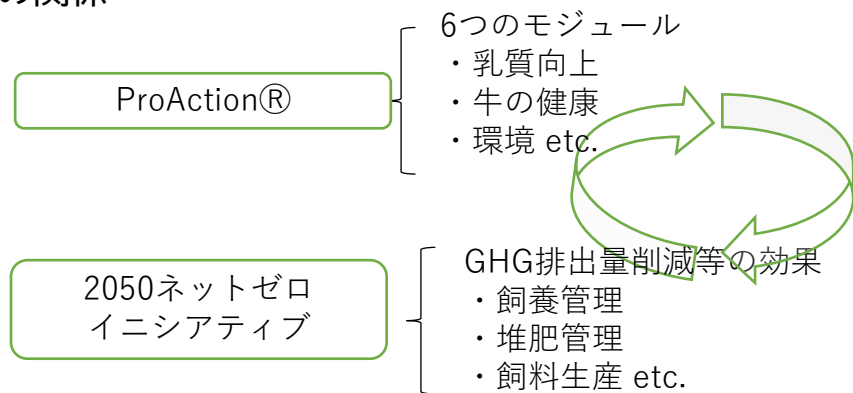


資料 頭数はカナダ政府web、地図はWorld Atlas.com

b.カナダ酪農の気候変動対策

- ❑ DFC(Dairy Farmers of Canada、農業者出資、農業者運営の利益団体) は、2022年に「2050ネットゼロイニシアティブ」を設置。
- ❑ このイニシアティブは、コンサルティング会社 (Viresco Solutions社) のサポートのもと、行政や関連技術の専門家、関連ステークホルダー、および酪農経営の協調体制を構築し、ベストマネージメントプラクティス (BMP)ガイド (Best Management Practices Guide to Mitigate Emissions on Dairy Farms) を23年3月に公表。
- ❑ 同ガイドでは、コンサルティング会社が農場からの削減量や推定の投資収益率等を評価 (次シート参照) 。各地域の酪農経営は、専門部会 (Focus Group) に参加し、BMP関係のシミュレーションや実行可能性を探る。
- ❑ 生産者主導の義務的な取組み「Pro Action®」は品質や安全性、トレサビ等の適正規範。同じ取組内容だが、GHG排出量削減効果と乳質向上といった成果を両方追求する仕組みになっている。

2050ネットゼロイニシアティブとProAction®との関係



資料 DFC「NET ZERO BY 2050—Best Management Practices Guide to Mitigate Emissions on Dairy Farms」、Jミルクウェブ資料

Norinchukin Research Institute Co. Ltd.

例)飼養管理(健康管理、長命連産、繁殖管理)に関するBMPの内容

BMP		
定時の健康チェックとその記録、その記録を獣医と共有し傾向をみる		
バイオセキュリティの実行		
獣医と作業仕様書作成		
健康状態、繁殖、除籍率に基づいた更新計画		
繁殖成績のデータ追跡・評価		
周産期病への対応		

【資料】ファクトシート (ProAction®)、関連website、関連論文

UKでの病気別の「家畜の健康改善策AHIM実行」による炭素強度 (GHG排出量/活動量あたりエネルギー消費量単位) の削減割合

	Average herd	Bottom 10% of herds
牛ウイルス性下痢・粘膜病	4%	11%
乳房炎	6%	12%
繁殖障害	7%	16%

		削減 GHG	炭素 回収	シ・ リ エン ス レ	温 暖 化 の レ	生 産 効 率 向 上	土 壌 の 改 善	生 物 多 様 性	投 資 利 益 率	想 定	削減 量	農 場 の
飼 養 管 理	適正な健康管理	○		○	○				高		++	
	牛群の遺伝子的形質の向上	○			○				高		+++	
	飼料効率の改善	○			○				高		+++	
	飼料設計の適正化	○			○				高		+++	
飼 料 生 産	耕起回数の最小化	○	○	○		○	○		高		+++	
	カバークロップ		○	○		○	○		高		+++	
	クロップローテーションの適正化		○	○		○	○		中		+++	
	多年生牧草の導入		○	○		○	○		低		+++	
	4 R 農法の実践											
	投入（有機に転換）	○	○				○	○	高		++	
	投入（効率性向上）	○							低		++	
	タイミング	○							高		+	
	率	○							高		+	
	位置	○							低		+	

資料 DFC「NET ZERO BY 2050—Best Management Practies Guide to Mitigate Emissions on Dairy Farms」

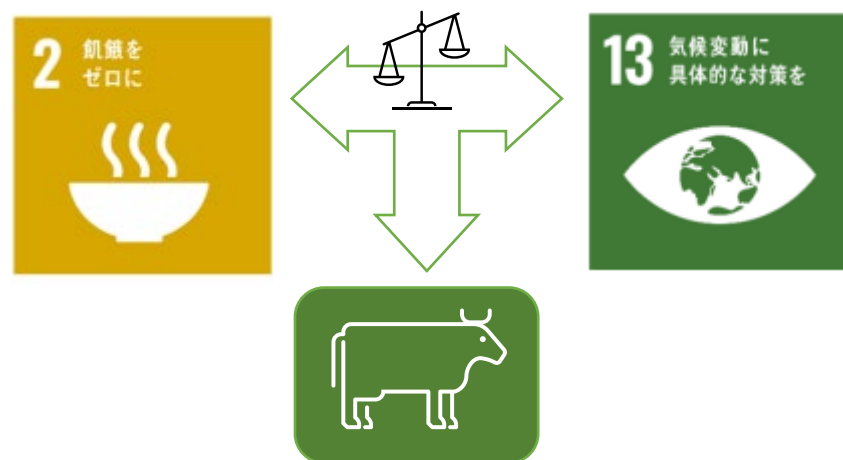
		削減 GHG	炭素 回収	シ・ リ エン ス レ	温 暖 化 の レ	生 産 効 率 向 上	土 壌 の 改 善	生 物 多 様 性	投 資 利 益 率	想 定	削減 量	農 場 の
堆 肥 管 理	堆肥舎のカバー設置	○							低		+++	
	固液分離	○							低		+	
	堆肥発酵の閉鎖系化	○							低		+++	
	堆肥貯蔵期間の短縮化	○							低		—	
	嫌気性発酵	○							低		++	
運 搬 等	エネルギー効率改善	○							中		+	
	太陽光発電	○							中		+	
	風力発電	○							中		+	
	再エネ購入	○							中		+	
	代替エネルギー利用農機への転換	○							低		++	
	廃プラのリサイクル	○							低		+	
土 地 管 理	区分放牧		○	○			○	○	中		+++	
	アグロフォレストリーの実行		○	○			○	○	中		+	
	湿地帯の保全		○	○			○	○	中		+	
	河畔林地帯等の保全		○	○			○	○	中		+	
	草地維持		○	○			○	○	低		+	
	木やヘッジ等の植林		○	○			○	○	中		+	

(3) 環境負荷軽減の具体策－精密農業による生産効率性向上と新技術導入－

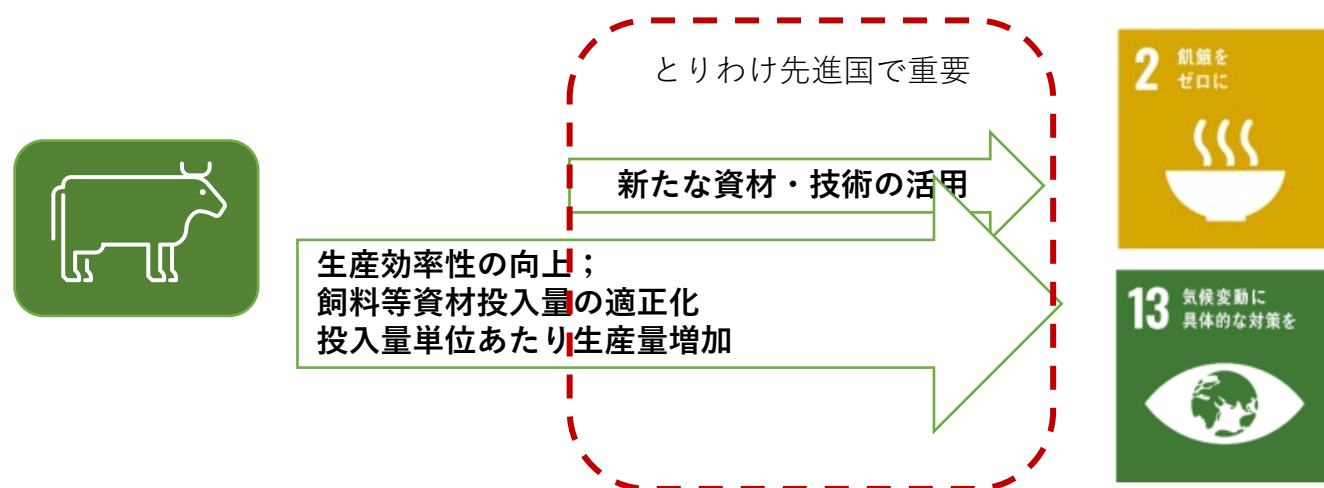
精密農業（スマート農業）による生産効率性向上に加え新技術導入が一層重視されるように

- SDGs17の目標のうち「2 飢餓をゼロに」と「13 気候変動に具体的な対策を」はトレードオフ（両立できない関係性）ではなく、まずは生産効率性の向上をはかることで、過剰投入を省き、投入量単位あたり生産量を増やす。
- 生産効率性の向上には、ICTを活用した精密農業の実現（スマート農業）が大きく寄与。
- すでに酪農大国では生産効率性の向上はある程度達成しており、今後は新技術の導入や遺伝的な改良におけるGHG排出量削減を重視（Scheper and Cammack（2023））。

安定供給と気候変動対策はトレードオフではなく…



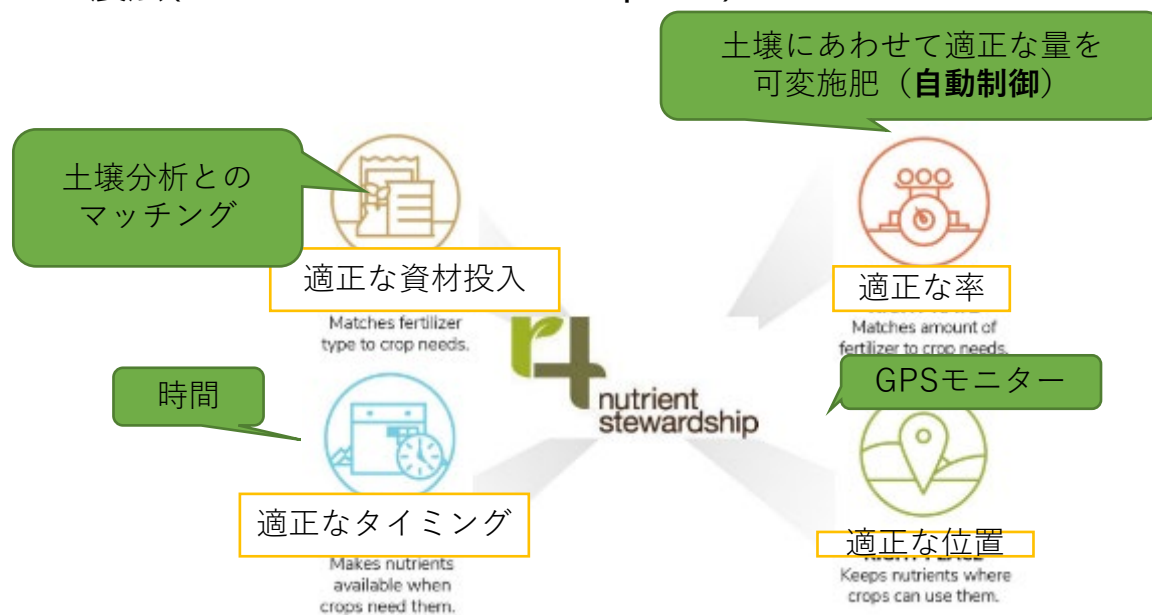
生産効率性の向上や新たな資材・技術の活用で両立を目指すもの



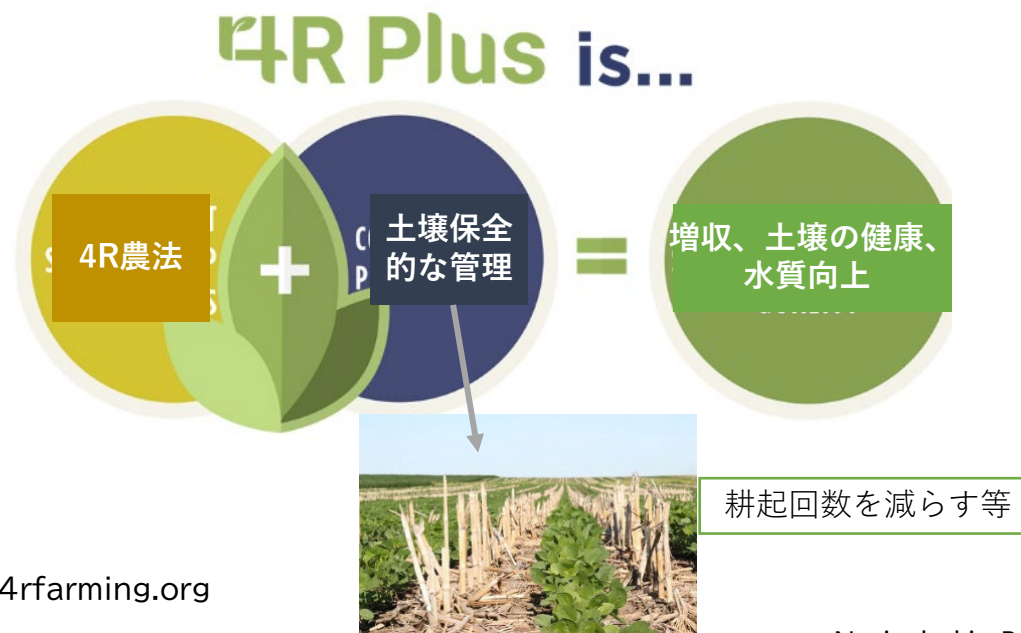
スマート農業による環境負荷軽減の取組みは体系化されている

- ❑ 4R農法は適正（Right）な資材投入、適正（Right）なタイミング、適正（Right）な率、適正（Right）な位置での営農をスマート農業で実現する。
- ❑ 2021年の4R農法についての認知度は、カナダ・オンタリオ州で8割弱、カナダ西部で6割。対15年で5～10ポイント上昇。初級レベルでの実践は、21年に面積ベースで58％（Fertilizer Canadaによる）。
- ❑ 4R農法の実現は、ICT技術などスマート農業（精密農業）における各種技術が前提。耕起回数を減らす等、土壌保全的な管理を組み合わせ増収を目指す。
 - ❑ 例えば、自動制御による可変施肥やGPS（GNSS）モニターを使ったリアルタイム位置表示。

4R農法(4Nutrient stewardshipとは)



不耕起等と組み合わせた4R農法プラス



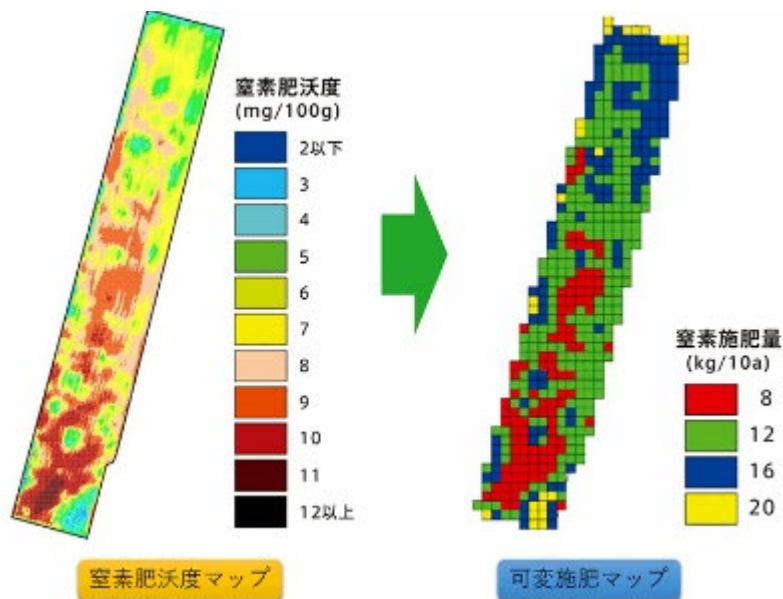
資料 <https://www.4rfarming.org>

(3)環境負荷軽減の具体策－精密農業による生産効率性向上と新技術導入－

スマ農は経営効率改善と環境負荷軽減に寄与

- センシング技術で窒素肥沃度を測り可変施肥マップを作成。
- ソイルコンパクション（土壌圧縮）回避の為に小型の作業ロボットの開発も進む。
- スマートエネルギーシステムとして、通常の電源＋再エネの利用を最適化しながら、農場運営での電力使用を最適化。

ほ場の窒素肥沃度を反映した可変施肥マップ



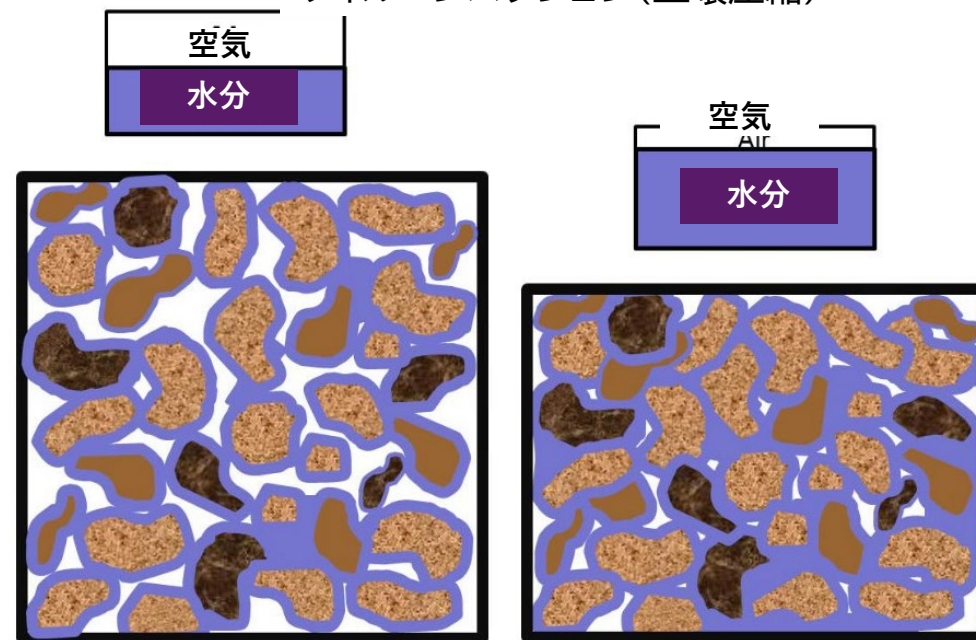
出典 ズコーシャweb

太陽光発電により播種と防除を可能にするFarmdroid FD20



出典 <https://farmdroid.com/products/farmdroid-fd20/>

ソイルコンパクション(土壌圧縮)



出典 <https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/soil-compaction>

FarmDroid社は2018年にデンマークで設立された非公開有限会社。Farmdroid は重量900kg、一日の作業面積6.5haの太陽光発電で動く播種・除草機械。RTKで位置情報をとり、条間を管理。畝間および畝内の除草も行う。2022年夏時点で、すでに英国、カナダ、その他欧州の18,000haで運用

生産効率性向上と新技術導入の効果は一次データの分析で得られる

- 飼料給与の精密化は、生産効率性向上。
- 飼料添加剤でのメタン削減は新技術導入。
- スマート農業の導入で、各種データが取得できるととくに生産効率性向上の効果が可視化でき、そうしたデータは、サプライチェーンが求める基準達成に使われる。

サプライチェーンが求める基準の各項目

項目
資源の効率的な利用
乳用牛の健康管理
環境の持続可能性
その他機能
ベストプラクティスの普及
時系列でのプロセス追跡
環境規制の順守を保証

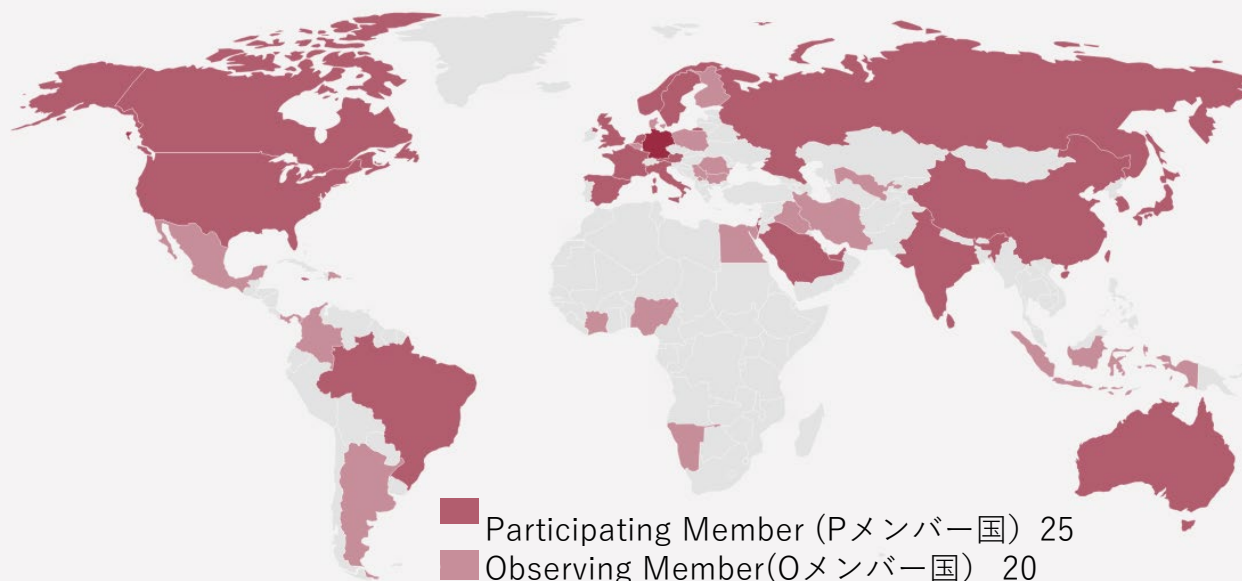
カナダ酪農における各種ベンチマークの種類や算定手法等

種類	消化管内発酵	堆肥管理	エネルギー利用	飼料効率性	水の利用
GHGの種類	消化に伴うCH ₄	堆肥舎からのCH ₄ とN ₂ O	化石燃料からのCO ₂	消化に伴うCH ₄	水管理に関するエネルギー
算定手法	LCAによるCH ₄ の計測	ガス回収・分析 (LCA)	エネルギーオーディット、カーボンフットプリント (kWh/生乳kg)	飼料分析 (LCA)	水使用量、エネルギーオーディット
産業平均	CH ₄ /頭年	N ₂ O(kg)/堆肥量 (トン)	kWh/生乳kg	CH ₄ (kg)/飼料 (トン)	ℓ/生乳 (ℓ)
ベストプラクティススタンダード	メタン排出量削減飼料	好気性発酵、消化槽	再エネ利用	飼料給与効率性向上	水のライフサイクルシステム
取組内容	飼料添加剤、飼料摂取最適化	堆肥管理の効率化措置の導入	太陽光、バイオガス発電	精密飼料給与	灌漑利用、修復
モニタリングのタイミング	年2回	年1回	四半期に1回	年1回	年2回
法令順守	産業での自主規制	環境規則	省エネ法	持続可能な農業認証	水管理規則
新技術	ルーメンセンサー、データ分析	排出回収システム	スマートエネルギーメーター	AI駆動型飼料給与システム	自動灌漑
必要な研修	飼料管理	堆肥取扱い、システム運用	エネルギー管理	飼料栄養管理	節水技術
導入費用	中程度の投資	多額の投資	多額の投資	中程度の投資	中程度の投資
削減効果	CH ₄ 削減効果大	CH ₄ とNO ₂ 削減	CO ₂ 削減効果大	CH ₄ 削減	電力使用関係の排出削減

国際的にも農機からのデータの標準化が進むことは後押しになる

- データの相互運用性を高めることが課題になり、ISOの技術管理評議会が23年10月に「データ駆動型アグリフードシステムに関する専門委員会（TC347）」を設置。
- ISO規格化で資材メーカーから小売業まで、とくに国際市場でデータ付き農産物・食品の取引可能性は広がる。

ISO TC347のPメンバー国、Oメンバー国(24年11月)



サプライチェーンでのISO規格化の波及範囲



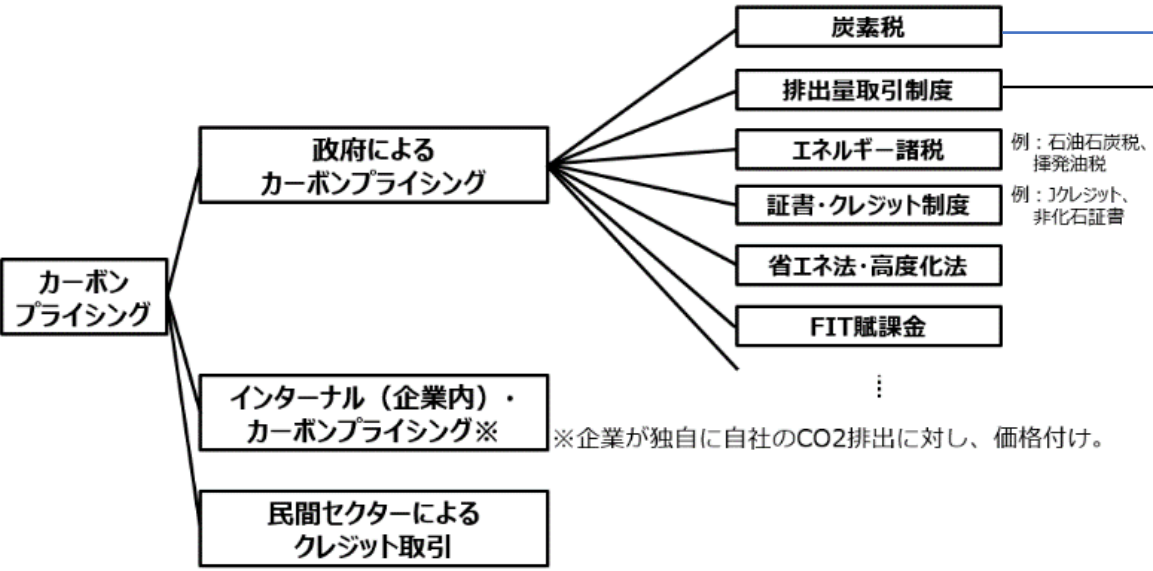
2.変わる市場のルールと企業の戦略


(1)カーボンプライシングによる市場創出

デンマークは酪農における炭素税導入を2030年から開始

- 規制やガイドラインで、GHG削減に資する取引に対し経済的なインセンティブを付与する仕組みづくりが進む。
- 政府によるカーボンプライシングには、炭素税や排出量取引制度（ETS）等がある。
- デンマークは、2030年から酪農部門で96米ドル/頭の税徴収を開始すると決めた。NZは政権交代で炭素税導入を取りやめ。

カーボンプライシングの全体像

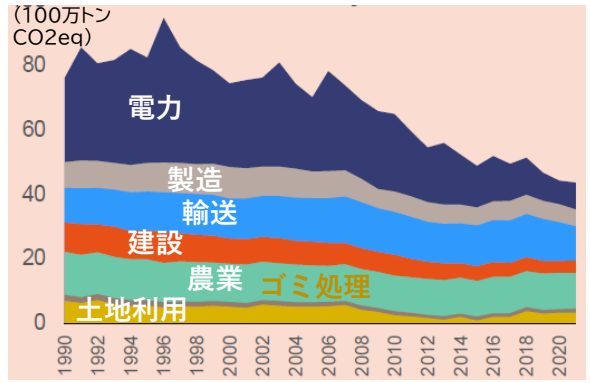


 26年から稼働(炭素集約的な肥料や水素等)

炭素国境調整メカニズム
(Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM))

酪農では、デンマークが世界で初めて炭素税（96 \$ /頭）の導入を決定。2030年から徴収開始。GHG排出量1トンあたり300クローネが、2035年には750クローネに。
NZは25年からの導入を掲げたが政権交代で24年に取りやめに。

デンマークのGHG排出量



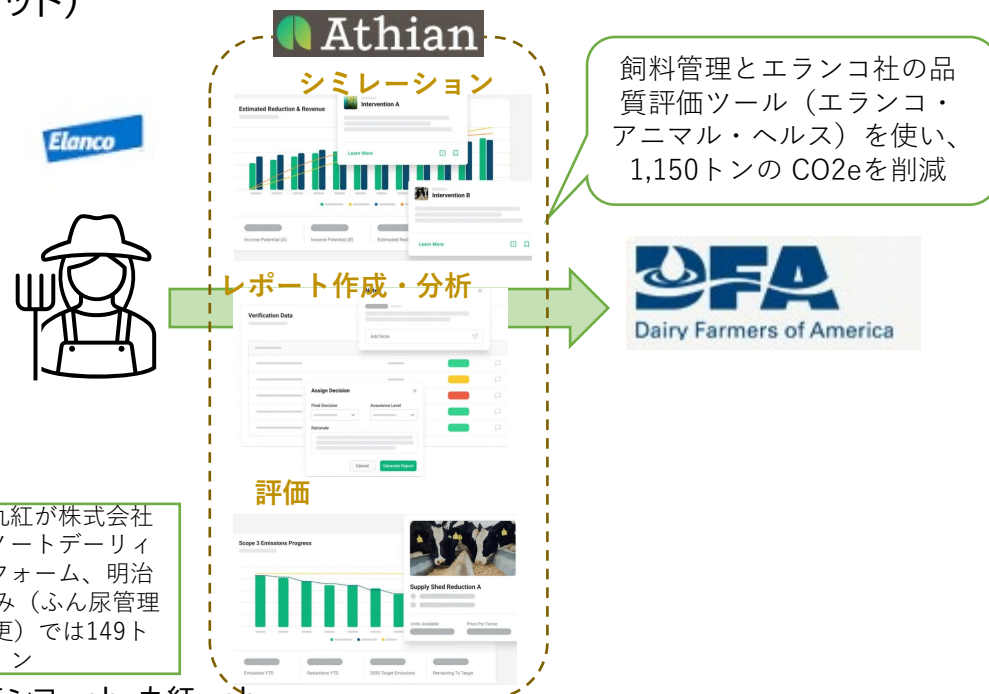
資料 CNNweb、欧州委員会web

(1)カーボンプライシングによる市場創出

関連する事務手続きのデジタル化が海外では進む

- 生乳から牛乳乳製品までのサプライチェーンのなかでのカーボンのクレジットの売買取引（カーボンインセット）が進む。
- Athian社は畜産業専門で、クレジット申請、レポート作成・分析、評価を行う。取組みに着手する前に、GHG排出量削減のシミュレーションが可能。
- 仏ソディアール社は、ネスレにカーボンインセットでクレジットを販売し、得られた資金を生産者の環境負荷軽減の取組みの原資にしている。

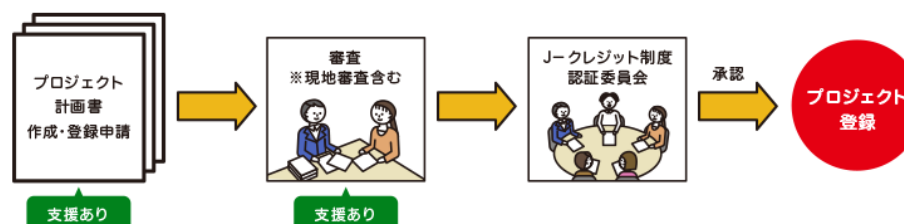
アメリカにおける生産者から乳業がクレジットを購入(カーボンインセット)



資料 エランコweb、丸紅web

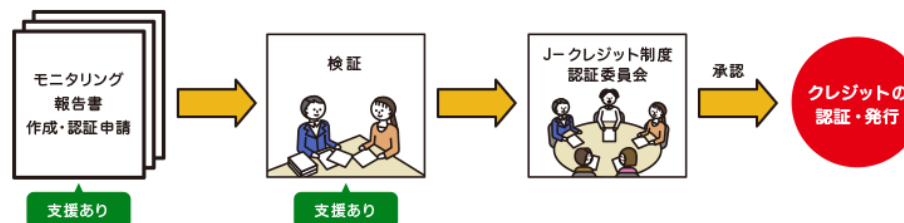
Jクレジットのプロジェクトの登録とモニタリングの実施

STEP1：プロジェクトの登録



↑ みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社がサポート

STEP2：モニタリングの実施



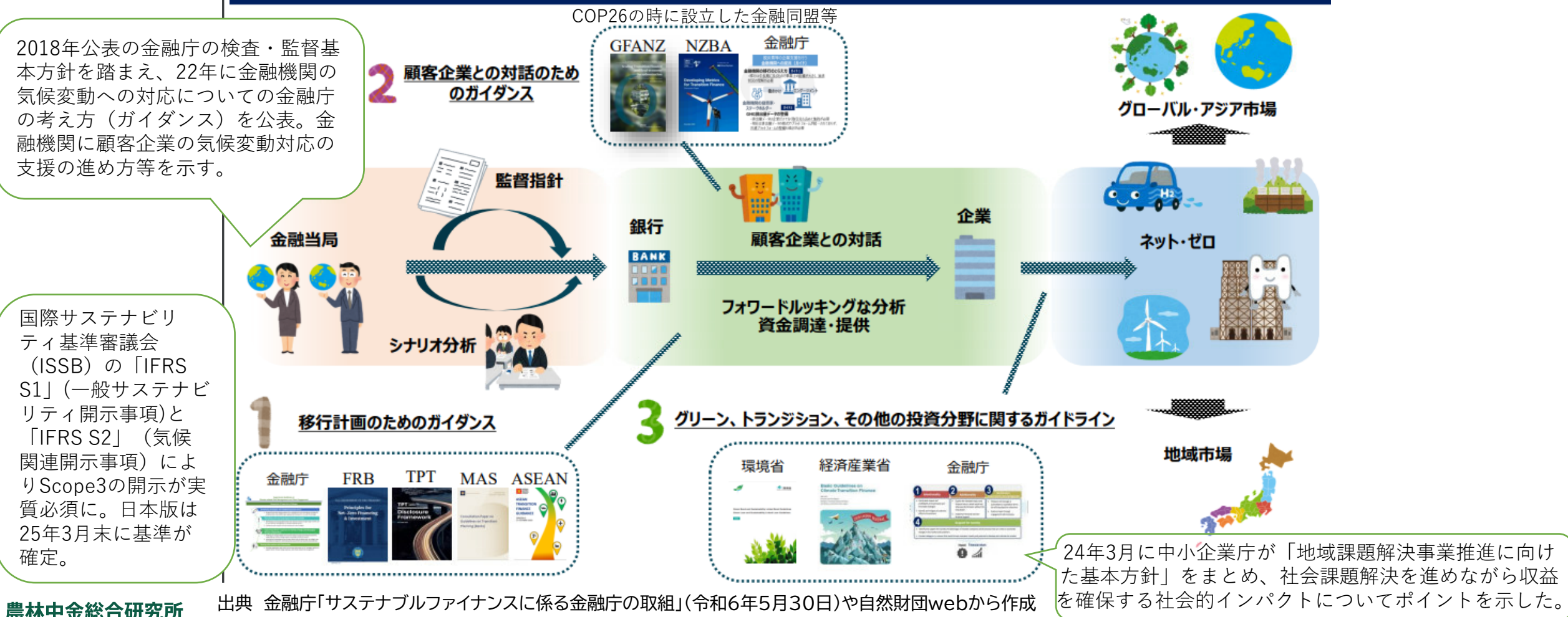
↑ みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社がサポート

(2) 資金調達や企業開示に関する制度の構築

2050年のネットゼロに向けて、金融業界から食品製造業への働きかけは強まる

- ❑ 金融行政のもと、金融機関は企業のGHG排出量削減を働きかけるようになっている。
- ❑ 日本でも今後、企業はScope3までのGHG排出量の開示が必須になる。

気候変動対応に向けた金融機関の投融资先支援とリスク管理（イメージ図）

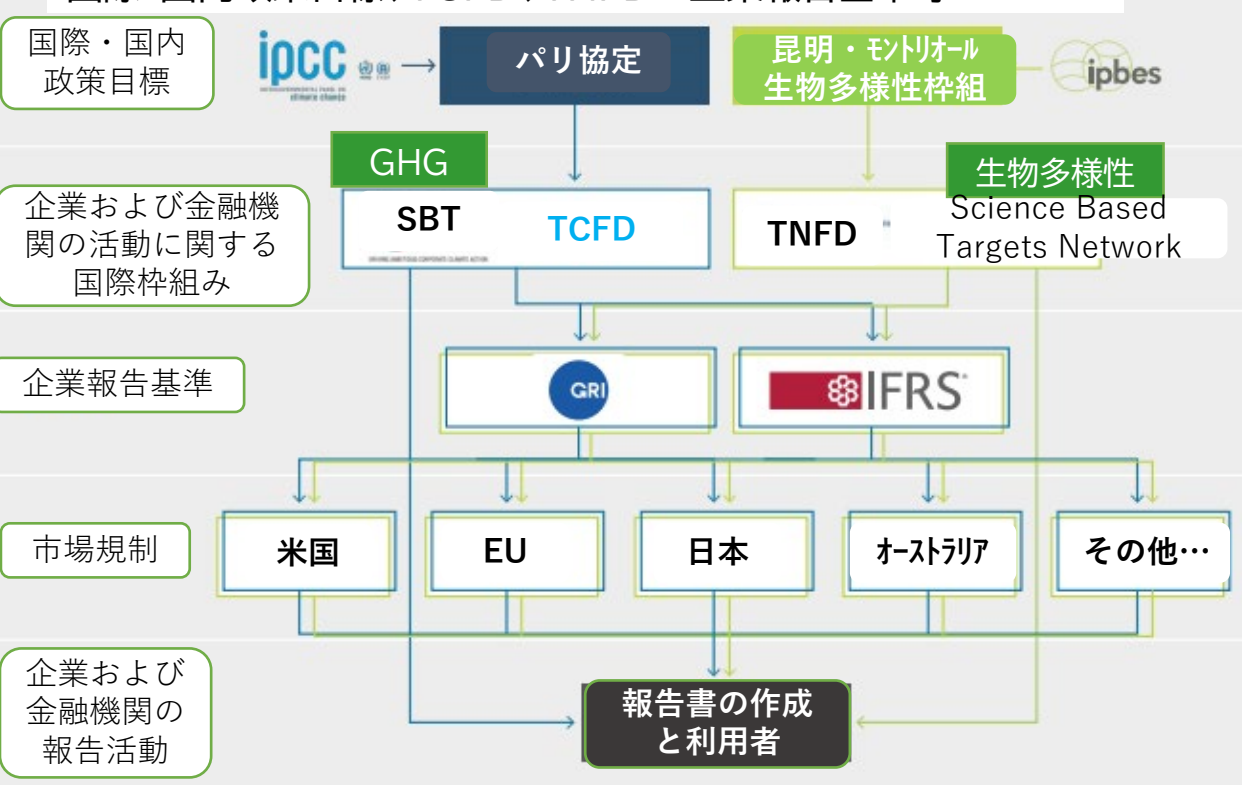


(2) 資金調達や企業開示に関する制度の構築

気候変動対策に加えて生物多様性の保全も重要に

- GHG排出量削減に加え、生物多様性（※生物の間の変異性を指し、自然の本質的かつ不可欠な特性であり、生態系が生産的で回復力があり、変化に適応できることを意味）が一層重要となっている。
- 2030年までに20年対比で自然の損失を止め回復させるネイチャーポジティブが目指される。TCFD同様、TNFDは、広範な市場参加者等へのガイダンスであり、TCFD、国際サステナビリティ基準審議会（ISSB）やGRI等の基準・報告組織と協力し、整合性が図られている。

国際・国内政策目標、TCFD、TNFDと企業報告基準等

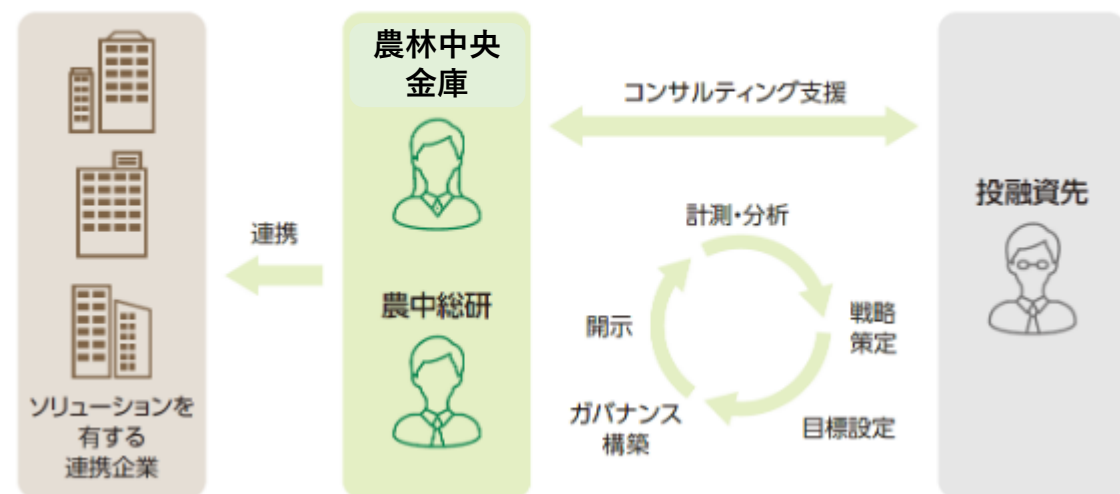


出典 TNFD「自然関連財務情報開示タスクフォースの提言」(2023年9月)

農林中央金庫、農中総研による企業との対話の強化



農林中金エグゼクティブ・アドバイザー秀島氏がTNFDタスクフォースメンバーとなっている（※TNFDタスクフォースメンバーは、時価総額2.3兆米\$以上、運用資産20.6兆米\$以上、180カ国以上に拠点を持つ金融機関、企業、市場サービスプロバイダーの上級幹部40名）



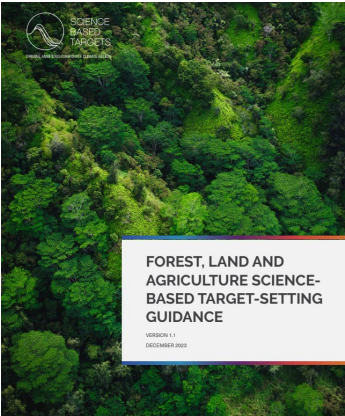
出典 農林中央金庫「Climate & Nature Report」

(2) 資金調達や企業開示に関する制度の構築

乳業メーカーにとって生乳生産はScope3でのGHG排出量として削減に取り組むべき対象に

- 乳業メーカーのScope3でのGHG排出量は、生乳等の生産にかかるもの。
- Scope3でのGHG排出量の算定に関しては、23年公表のSBTi「FLAG向けガイダンス」や25年に公表予定のGHGプロトコル「土地セクター・炭素除去ガイダンス」や、SBTiのFLAG（Forest、Land、Agriculture）とそれ以外に区別し、算定し削減目標を掲げることが推奨されるようになってきている。
- GHG削減目標についてSBTiの承認を得た企業数は23年は4205と前年比2倍。

SBTiによるFLAG向けガイダンス



出典 SBTi website

企業のGHG排出量測定にかかるScope3とは



○の数字はScope 3のカテゴリ

- Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)
- Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出
- Scope3：Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

GHGプロトコル
土地セクター・炭素除去ガイダンス



- ✓ 土地利用や技術的な炭素除去活動によるGHG排出量および除去量を計算するために、必要なステップ・方法・データを明確化
- ✓ 2022年9月、ドラフト版公開
- 25年第1四半期に公表

出典 三菱総合研究所
(<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20240415.html>)

(3) 食品メーカーや小売に対する投資家等からの評価

投資家等が企業の取組み姿勢を評価するなかでの乳業メーカーの位置づけの難しさ

- World Benchmarking Alliance等が企業の脱炭素の取組みを評価する影響力は大きい。
- 川下に近い企業ほど調達ルールを順守しないサプライヤーとの取引を止めれば目標達成しやすい。その点で、生乳生産に強く依存する乳業メーカーはScope3でのGHG排出削減は難しい（Scheper and Cammack（2023））。
- 日本市場では、飼育・生産方法を意識する消費者が相対的に少ない。さらに欧州でも消費段階から十分なリターンは得られない（Scheper and Cammack（2023））。

牛乳乳製品のサプライチェーンにおける
各段階ごとのScope3の対象



WBAによる農業食品産業(FaA)のランキング(23年上位5社)

戦略面の評価は、自然等に関するステークホルダーからあげられた重要な課題への専門部署での対処があること

環境に係る自主基準の高さ（特に包装）、再生農業へのコミットメントの高さ

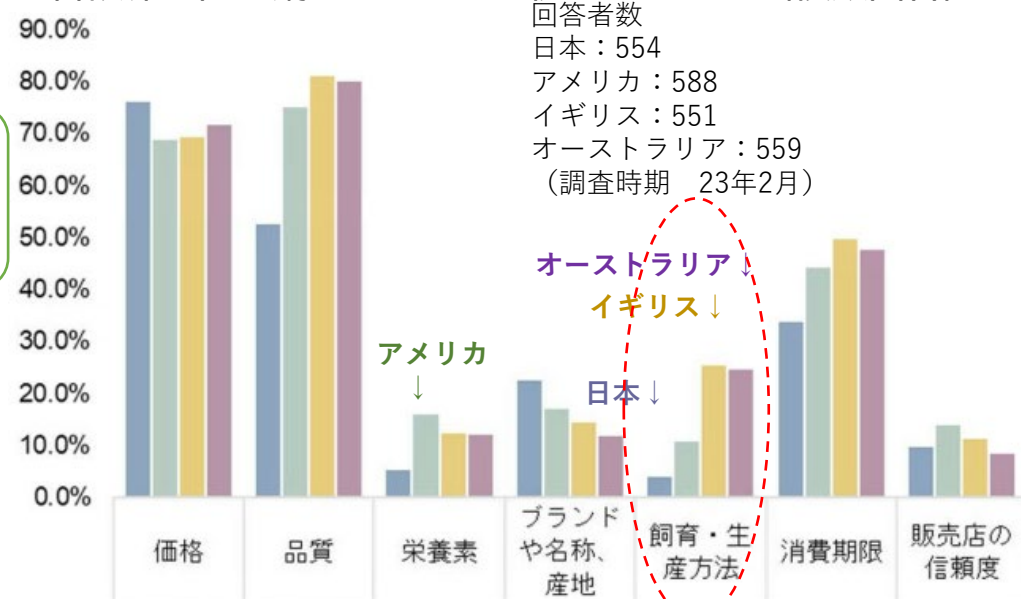
	全体	ガバナンス・戦略	環境	栄養	社会包摂
ユニリーバ	67.8	63.2	65.9	64.0	75.1
ネスレ	65.6	73.2	59.0	66.2	68.9
ダノン	60.0	46.1	71.8	49.9	63.0
セインズベリー	48.8	57.5	50.3	42.7	50.4
テスコ	48.7	45.0	49.2	41.3	56.9

GHG排出量削減のスケジュールや削減幅の大きさ

生活賃金の高さ、弱い立場の階層の健康に寄与、フードロス関係のレポートを独立

水（取水）、フードロス、家畜福祉への基準の高さ

普段卵や肉を購入するとき重視していること(複数回答)



資料 <https://www.worldbenchmarkingalliance.org/publication/food-agriculture/rankings/segment/food-and-beverage-manufacturers-processors>

出典 https://www.murc.jp/wp-content/uploads/2023/07/seiken_230711_01.pdf

3.気候変動に対する海外大手乳業の取組み

2010年代の金融緩和措置による低金利でM & Aが活発化し、大手乳業は新技術実装のためのスタートアップ買収を進めた

- 売上高で世界の上位の乳業は、その売上高合計が15年（1,026億ユーロ）から21年（1,141億ユーロ）となり、2010年代後半に100億ユーロ以上増。
- 乳業メーカーの再編は、2010年代後半の金融緩和措置で低金利となり、M & Aが活発化したから。
- 世界人口の増加で国際的な需要拡大は確実で、競争力を求め、各社は市場シェアの拡大に邁進。
- 環境負荷軽減という面での競争力強化のため、植物性代替乳といった新技術を実装するのに、スタートアップ等の買収が増えた。

上位20位の手乳業の売上高(15～21年)

(10億ユーロ)

	本社所在地	2015	2017	2019	2021年	21年-15年	
EU 27	ラクタリス	フランス	16.5	17.7	18.8	22.6	6.1
	ダノン	フランス	15.1	15.5	16.3	17.7	2.6
	フリースランドカンピナ	オランダ	11.1	12.0	11.3	11.5	0.4
	アーラフーズ	デンマーク/ スウェーデン	9.4	10.3	10.5	11.2	1.8
	DMK	ドイツ	5.0	5.8	5.8	4.4	△ 0.6
	ソディアール	フランス	5.1	5.1	5.1	5.0	△ 0.1
	サヴァンシア	フランス	4.4	4.9	5.0	5.6	1.2
	ミュラー	ドイツ	5.0	4.5	4.4	4.9	△ 0.1
	ユニリーバ	オランダ/英国	6.3	6.2	5.7	7.0	0.7
北米	ネスレ	スイス	22.5	21.4	19.7	18.0	△ 4.5
	フロネリ	英国	-	-	-	4.2	-
	デ・イリー・ファーマーズ・オブ・アメリカ	米国	12.4	13.0	18.0	16.3	3.9
	ディーン・フーズ	米国	7.2	6.7	-	-	-
	クラフトハインツ	米国	5.9	5.5	4.8	-	-
	シュライバーフーズ	米国	4.5	4.4	4.6	4.3	△ 0.2
	サプート	カナダ	7.8	9.6	10.1	9.6	1.8
	アグロプール	カナダ	4.1	4.5	4.9	4.9	0.8
	フォンテラ	NZ	11.8	12.1	11.8	12.5	0.7
	内蒙古伊利実業集団	中国	8.4	8.8	11.6	15.4	7.0
	蒙牛乳業	中国	7.1	7.8	10.3	11.6	4.5
明治	日本	4.6	5.1	5.3	5.0	0.4	
グジャラート州牛乳販売組合連合会	インド	-	-	4.9	5.3	-	
合計		102.6	105.1	111.7	114.1	11.5	
うちEU27		77.9	82.0	82.9	89.9	12.0	

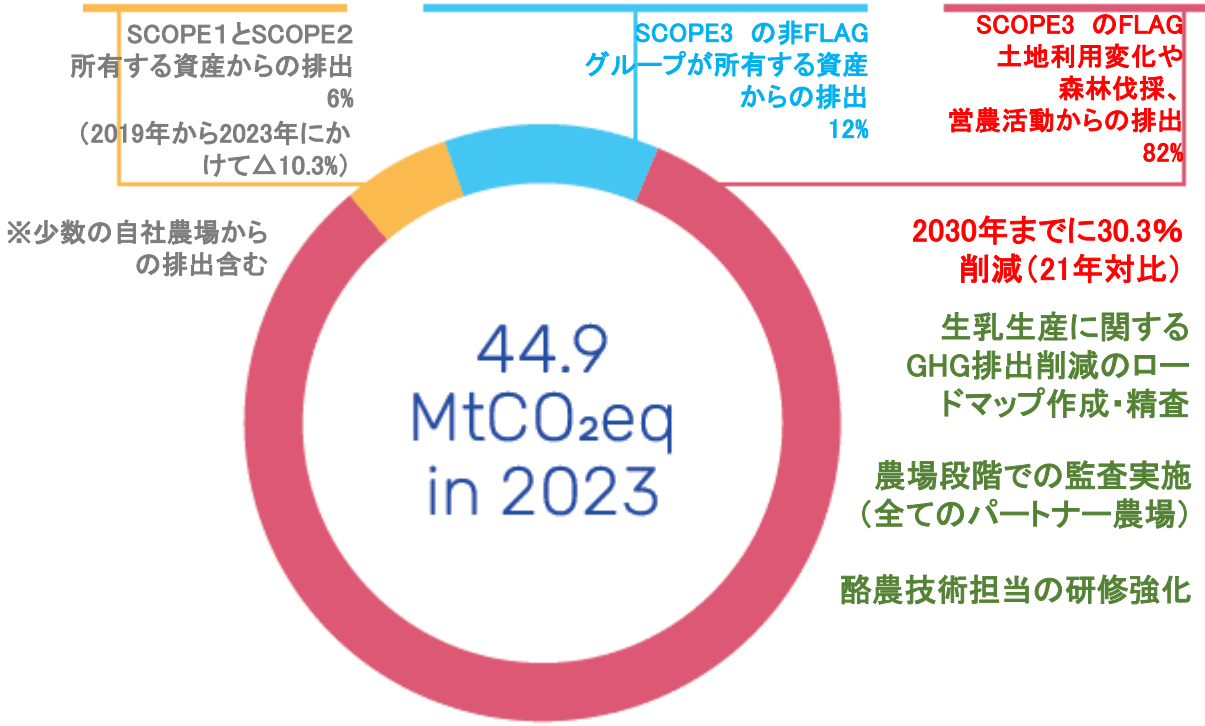
資料 Rabobank

(注) ユニリーバ(オランダ/英国)は二元上場会社制を廃止しているが、原資料での表現を採用し、EU27に含めている。

- 1933年設立の同族企業。46万の酪農家から2,200万トンを集乳し、製造拠点は51か国270カ所に広がる。従業員数は世界全体で8.6万人。
- 23年の売上高は295億ユーロで、その構成比はチーズ（39%）、バター・クリーム（12%）、飲用（19%）、ヨーグルトなど（15%）、業務用・ニュートリション（8%）。
- 販売先は53%が欧州向け、31%が米国向け、16%がアフリカ、アジア、オセアニア向け。

- ラクタリス社は事業戦略とマテリアリティ分析を比較できるような、リスク分析の統合を進めた。2020年に開始し、175のステークホルダーが参画（うち7割は外部）。GHG排出量削減、包装の循環、AWが3つの最重要課題に。
- GHG排出量削減目標は24年7月にSBTiから承認済み。

ラクタリス社のGHG排出量(2023年)



サステナビリティ関連の達成度合い(主なもの)

GHG	19年対比でのScope1と2	△11.7%
生物 多様性	サス認証付紙容器	89.8%
	サス認証付パーム油等	87.2%
循環	再生原料由来の包装	31.3%
	再生可能な設計の包装	83.8%
AW	CowSignals®手法を用いた8つの実証国での研修（3年に1度）	99.0%
	独自開発のAW評価のチェック対象となっている集乳割合（8つの実証国）	41.0%

出典 ラクタリス社web

(1) 仏ラクタリス社によるGHG計測

- 2021年には、GHG排出量の計測をCool Farm Tool (CFT) を使い実施。その後、徐々にGHG計測の対象を拡大。
- さらにCFTの利用について普及を行ったり、アプリ開発により手元端末での牧場管理のリアルタイム把握を可能にしながら、営農指導強化やCFT利用サポートを実施している。

ラクタリス社における生乳生産からのGHG削減に向けた取組み

21年に11の実証国にある700牧場でGHGを計測。CFTを使用。

集乳量の7割を占める酪農大国

22年には700牧場での計測結果を詳細に分析し、削減方法を検討。

23年に分析結果からミルクサプライチェーンロードマップを作製。

24年には計測対象国を拡大。23年に行った500牧場での計測結果を反映。

【CFTを用いた計測対象の拡大】

23年にはラクタリス社の酪農技術担当が、11の実証国において4千牧場について計測を実施。
24年には、11の実証国から直送される生乳について33%で計測済み。

【技術支援】

英国とドイツ：ワークショップによる酪農家の意識醸成に貢献
イタリア：22年にLact@Farmというアプリケーションを開発。

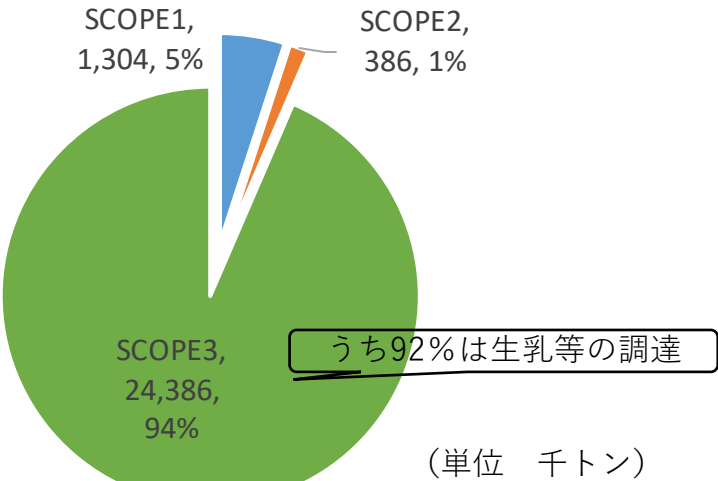
- リアルタイムで、生乳生産量、牛群管理や飼料給与のデータをチェックできる。
- データの分析やCFTへの反映が可能で週次でサステナビリティKPIの達成度合いがわかる。
- 経営判断について専門家に相談できる。



(2) NZフォンテラ社の環境負荷軽減に関する酪農家のベンチマーキング

- ❑ 生乳取扱量は2千万トンの酪農協系乳業メーカー。
- ❑ 2020年代以降、NZ産生乳にこだわったESGを強く意識した経営へ転換。
- ❑ 24事業年度のGHG総排出量（2600万トン）のうち9割超が生乳調達に由来。
- ❑ GHG排出量削減目標は24年7月にSBTiから承認済み。FLAG部門では、生乳1トン（乳脂肪と乳タンパク質で標準化済み）あたり30％減少を目指す。
- ❑ 生物多様性については、NZの全ての農家における農場環境計画（FEP）の策定を目指す。

GHGインベントリー
(24事業年度、二酸化炭素換算)



GHGや生物多様性のKPIと達成状況

		22事業 年度	23事業 年度	24事業 年度
SCOPE1 と SCOPE2	18事業年度対比で30事業年度には50.4％削減	11.2%	14.1%	18.5%
FLAG	SCOPE1とSCOPE3のFLAG排出量を18事業 年度対比で30事業年度には30％/トン削減	2.1%	3.0%	3.1%
生物多様性	25事業年度までに農場環境計画（FEP）を全 農家が策定	71.0%	85.0%	93.0%
家畜福祉	25事業年度までに動物ウェルビーイング計画 を全農家が策定	76.0%	85.0%	90.0%

豪州の農家では
50%を達成
(KPI対象外)

(2) NZフォンテラ社の環境負荷軽減に関する酪農家のベンチマーキング

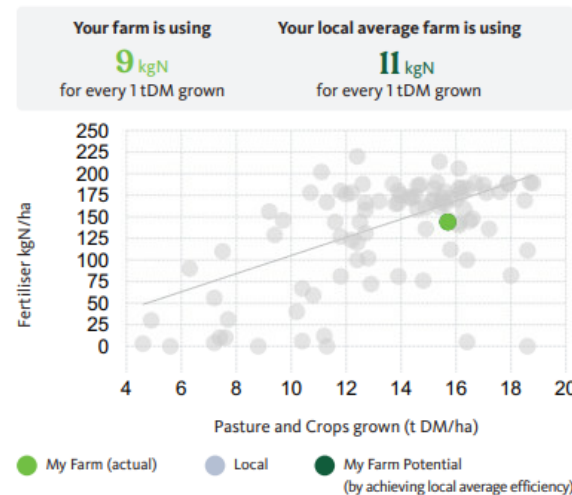
- ❑ 組合員は各種計画や認証への参加度合いで、プレミアム乳価を得る。また環境面に加え経営面で、地域の他の酪農家のなかでの成績の通知(Farm Insights Report)を受け取れる。
- ❑ アクションベースの支払い+乳質の評価。
- ❑ 組合員配当もフレキシブルに。23年3月に新制度を導入し、生乳出荷量と出資額の結びつきを緩めた仕組みに。
- ❑ サステナビリティの取組み強化とともに、販売戦略では機能性や環境面での差別化を打ち出した業務用製品の販売を強化している。

酪農家への成績の通知(イメージ)

Your Farm's Nitrogen Fertiliser Conversion Efficiency

This data compares your farm's nitrogen fertiliser conversion efficiency against farms in your local area. If an opportunity to grow the same amount of pasture from less nitrogen fertiliser looks possible, then the benefits will be estimated.

How does your farm compare?



You are achieving above average efficiency

Further improving efficiency by using less nitrogen fertiliser for the same yield could reduce:

- Purchased Nitrogen Surplus
- GHG Emissions
- Annual spend on nitrogen fertiliser

Further advice should be sought if you would like to explore factors influencing efficiency of your farm system.

フォンテラの出資制度の変更

従来

- 生乳出荷1kgにつき1株
- 生乳生産量の2倍等上限あり

新制度

- 生乳出荷4kgにつき1株
- 生乳生産量の4倍まで所有可能

資料 フォンテラweb

出典

https://www.ludf.org.nz/assets/Downloads/Farm_Insights_Report_2021-2022_37581_Party_59779.pdf

(3) デーリィ・ファーマーズ・オブ・アメリカDFAの酪農家支援

- ❑ 米国カンザス州を拠点とする酪農協系乳業メーカー。
- ❑ 組合員は11,000人、従業員は19,000人。
- ❑ 22年度の売上高は245億米ドル、純利益は2億米ドル近く。
- ❑ マテリアリティと事業活動の関係を考えるうえで、酪農経営の強靱性をかなり重要視している。

(サステナビリティ関連の取組み)

- ❑ 米国のGHG排出量に占める酪農の比率はすでに2%。
- ❑ 2018年対比で2030年までにGHGを30%削減する目標。
- ❑ 組合員やその他原料生産者に対し資金提供を行政とともに行う。

DFAのGHG排出量に占めるSCOPE別割合



2030年までに30%削減

出典 DFA 統合報告書

【クライメート・スマートデイリー実証プロジェクト】

- ・ DFAの組合員が農場からのGHG排出量削減を維持し続けられるような仕組みの創設とクライメート・スマートデイリー乳製品の開発
- ・ USDAとのクライメート・スマート商品プログラムパートナーシップ
- ・ 手段は再生型農業の推進、消化管内発酵メタン削減、堆肥管理の適正化
- ・ 5年間で450万米ドルを投資（90%は組合員への直接交付）
- ・ 実証プロジェクトへの組合員の参画を推進

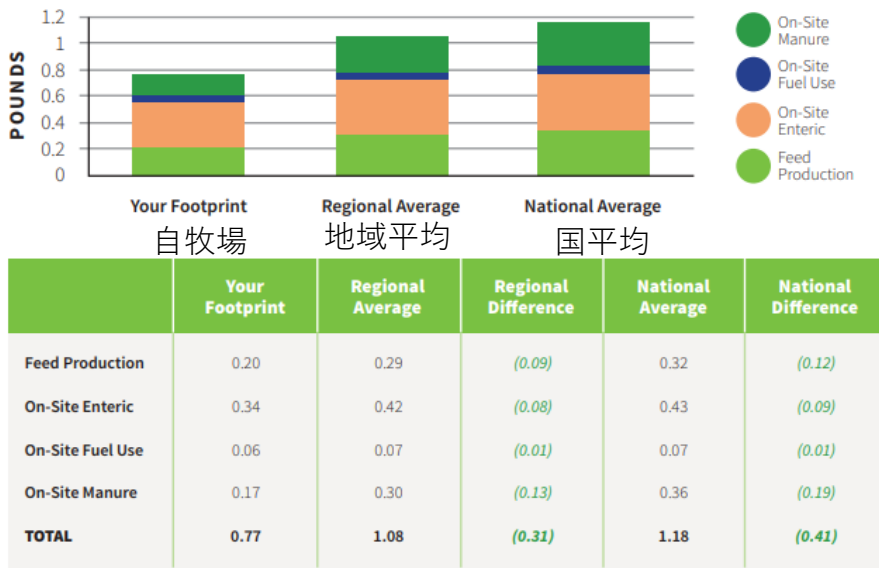
(3)デーリィ・ファーマーズ・オブ・アメリカDFAの酪農家支援

- DFAは農場に出向き牧場モニタリング「ゴールドスタンダードデイレープログラム」を行う。酪農技術担当が、年間合計4千牧場ほどを訪問。農場評価にかかる人件費のみ有償。チェック内容は、飼養管理（AW）、土地管理、乳質、労働安全。
- これは2009年に開始した、全米生乳生産者連盟が、Dairy Management Inc.（生産者出資の、マーケティング・プロモーション・研究を行う団体）とのパートナーシップのもと行う「FARM（Farmers Assuring Responsible Management）」に則ったもの。
- FARMのうち、17年開始の「環境スチュワードシップ（管理責任）」は、個々の牧場のGHG排出量が可視化され、酪農家に提供されるツールが装備されている。GHG測定はRuFasモデルを使う、生乳生産・牛群、飼料、燃料使用、堆肥管理に関するデータをインプットする。カーボンクレジットには対応していないが、SCOPE 3の根拠とはなる。すでに生乳生産量の8割をカバー。

DFAのゴールドスタンダードデイレープログラムにおける
牧場のモニタリング



米国の「FARM(Farmers Assuring Responsible Management)」におけるGHG計測



(4) 海外大手乳業の取組みから示唆されること

- 各社のGHG削減目標はSBTの認定を得たもの。GHG削減だけでなく、生物多様性等の目標も策定。
 - 生乳生産単位での目標策定もある。

- 生乳生産段階での一次データの把握と分析は重要。
 - スマホからデータ入力等
 - 経営診断との接続

- 酪農の技術担当者が牧場を訪問し支援。
 - 酪農の技術に特化した担当者の存在

- 公的な一次データの分析枠組みの提供。
 - Cool Farm Tool等

- 取組みに対してアクションベースや乳質での生乳生産段階へのリターン。ただし、パートナーとなる農場とそれ以外は差別化。
 - 酪農協系乳業メーカーでは組合員間の公平公正の取扱いの悩ましさ

4.日本へ示唆されること

気候変動対策の国際動向とそれに対応した酪農乳業の動向から示唆されること

□ 日本の酪農の特徴とメタン削減戦略のあり方

- 濃厚飼料での海外依存度の高さ、生乳生産量の調整
- 生乳1kgあたりGHG排出量を削減？頭数を削減？面積ベース？
- 短寿命のメタン排出量削減の位置づけ（日本のGHG排出量のうち農業部門由来のメタンは2%）

□ 農業部門でのGHG排出量削減を促す制度

- 農業のもつ地域性と包括的な制度のバランス
- 目標達成に向けた計画修正の繰り返し
- サプライチェーンを貫くデータ基盤の整備の推進
- 食品安全性等の既存の取組みとGHG排出量削減の取組みの統合（例えば、カナダのProAction®と2050ネットゼロイニシアティブ）。

既存の取組みの展開としての
気候変動対策が重要ではないか？

□ クライメートスマートな農業の推進

- スマ農のもたらす環境負荷軽減への注目
- 既存技術と新技術の組み合わせ

既存の生産効率
性向上は十分に
達成されている
といえるのか

□ データ連携によるベンチマーキングの可能性拡大による国際取引への影響

- 市場のルールが変化し、各種規則対応や川下からの調達基準への適応が重要に

フードサプライチェーンのどこに位置するかでGHG排出削減の取組みについて企業間で優劣ある。川上に近い乳業メーカーが交渉力を維持するには指定団体制度の維持は欠かせない

- 新技術やデータに基づいた信頼性のあるベストプラクティスの提示が下支えする各企業の戦略

- 乳業大手は生産者のGHG排出量を実測せず、モデルで算定。一次データを徴収し、国際標準に則ったかたちで評価分析する体制は構築済み。

指定団体制度を維持しながら取組むにはどうすればよいのか？

(1) スマート農業推進では省力化対策が重視される

高齢化が進む日本ではスマ農は省力化の重要手段

- ❑ カナダは、飼料生産における可変施肥技術の導入で施肥量を削減し、燃費等の効率性向上でGHG排出量削減を目指す。
- ❑ 酪農でも、飼料摂取エネルギーの2～12%があい気（ゲップ）（Tseten他、2022）となっており、その防止は生産性向上につながる。
- ❑ 日本では、2024年10月施行の「スマート農業技術活用促進法」は、生産性向上と付加価値向上に重点を置いている印象。

スマート農業技術活用促進法の背景としての改正基本法の基本理念と基本的施策(日本)

基本理念	基本的施策
<p>農業の持続的な発展（第5条）</p> <ul style="list-style-type: none">・望ましい農業構造の確立・将来の農業生産の目指す方向性として、生産性向上 付加価値向上 環境負荷低減 <p>黄色いマーカーは農水省資料にオリジナルのもの。スマート農業技術活用促進法では、生産性向上と付加価値向上に重点が置かれている様子</p>	<p>農業施策</p> <ol style="list-style-type: none">① 担い手の育成・確保を引き続き図りつつ、農地の確保に向けて、担い手とともに地域の農業生産活動を行う、担い手以外の多様な農業者も位置付け（第26条）② 家族経営に加えて、農業法人の経営基盤の強化に向けた、経営者の経営管理能力向上、労働環境の整備、自己資本の充実（第27条）③ 農地集積に加えて、農地の集約化・農地の適切かつ効率的な利用（第28条）④ 防災・減災、スマート農業、水田の畑地化も視野に入れた農業生産基盤の整備、老朽化への対応に向けた保全（第29条）⑤ スマート農業技術等を活用した生産・加工・流通の方式の導入促進や新品種の開発などによる「生産性の向上」（第30条）⑥ 6次産業化、高品質の品種の導入、知的財産の保護・活用などによる「付加価値の向上」（第31条）⑦ 環境負荷低減に資する生産方式の導入などによる「環境負荷低減」を位置付け（第32条）⑧ 人口減少下において経営体を支える「サービス事業体」の活動の促進（第37条）⑨ 国・独立行政法人・都道府県等、大学、民間による産学官の連携強化、民間による研究開発等（第38条）⑩ 家畜伝染病・病害虫の発生予防・まん延防止の対応（第41条）⑪ 生産資材の安定確保に向けた良質な国内資源の有効活用、輸入の確保や、生産資材の価格高騰に対する農業経営への影響緩和の対応（第42条） <p>等</p>

出典 農水省「農業の生産性向上のためのスマート農業技術の活用に関する法律について」（令和6年10月）

カナダの酪農乳業産業におけるGHG排出量削減の推進



カナダの酪農乳業産業におけるGHG排出量削減の推進

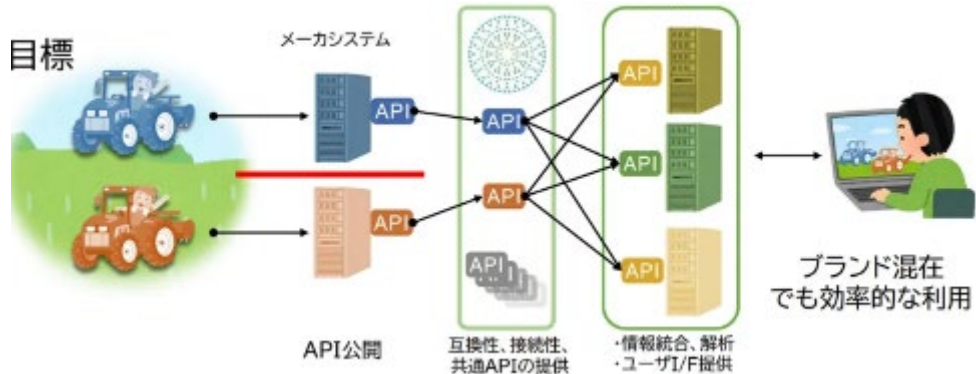


(2) データ連携体制の構築が一層重要に

国内でも農機オープンAPI等、データ連携の基盤づくりは進んでいるものの欧米諸国ほどの水準にない

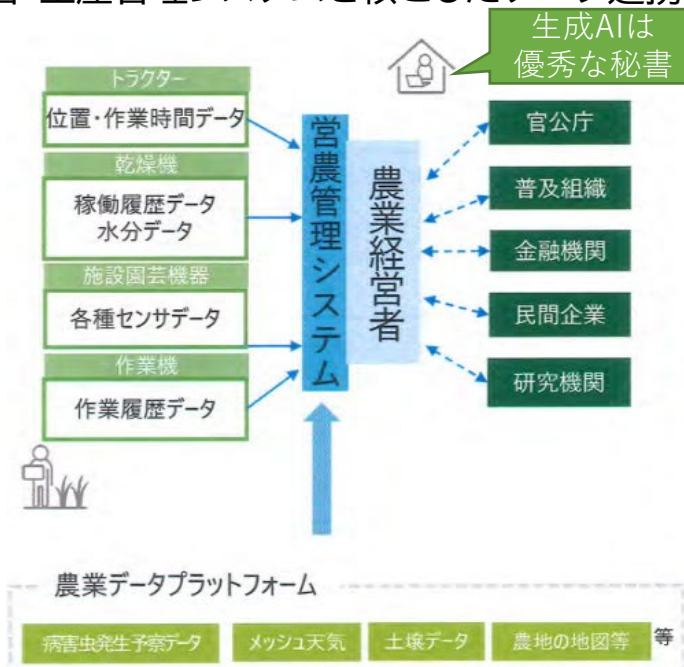
- ❑ 自社システムへの接続仕様（Application Programming Interface: API）を、一定の条件の下で他社ユーザーにも公開するオープンAPIは整備されている。
- ❑ データ連携における利用権限や形式などの標準化については、2021年2月に「農業分野におけるオープンAPIの整備に関するガイドラインver.1.0」がだされている。21年4月設立の「農機API共通化コンソーシアム」にて関連の協議も進んだ。
- ❑ 経営・生産管理システムを核として、官公庁、普及組織、金融機関とのデータ連携も目指されている。

農機オープンAPIの構想



資料 農機API共通化コンソーシアム

農業者の経営・生産管理システムを核としたデータ連携



資料 本庄PFスマート農業講演会(23年1月10日)における農水省大臣官房政策課 上原室長の配付資料(原資料は、令和4年度農林水産データ管理・活用基盤強化事業 農機API共通化コンソーシアム将来像WG 資料)

農業経営者のニーズに対応できる

- 異なる種類の農機から取得される異なるメーカーのデータを連携・一元管理・分析できるようにすることで、
 - ・ スムーズな営農作業の判断
 - ・ 経営全体を俯瞰した進捗管理
 - ・ 圃場毎コストのリアルタイム可視化
 - ・ 客観的な労務管理が可能になる
- 入力データの共有により行政機関（普及組織等）からの指導も効率的になる
- 経営状況を客観的に示すことで、金融機関等からの融資・投資判断の一助になる

企業の収益向上にも資する

- 各社でのデータ連携を前提として製品開発を行うことで、各社で仕様開発を行うよりも投資対効果が高くなり、開発コスト負担軽減につながる
- 上記のような農業経営者ニーズに応える製品開発によりハードの価値が高まり顧客を確保できる
- 農機市場において海外勢に負けない持続的な競争優位性を実現し、企業の収益向上につながる

(3) 日本では輸入であるがゆえに飼料調達に自由度が少ない可能性

生乳生産量の調整と配合飼料給与のバランスが重要

- コロナ禍以前と比べると、2023年度では生産抑制の影響で生乳1kgあたり配合飼料の給与量は上昇。
- 24年の同時期をみると、徐々に配合飼料出荷量/生乳生産量は低下しつつあるものの、都府県では19年を大きく上回る水準。

経産牛の日乳量と配合飼料給与量(kg/日)

イ 経産牛（トウモロコシサイレージ主体（20kg）給与）

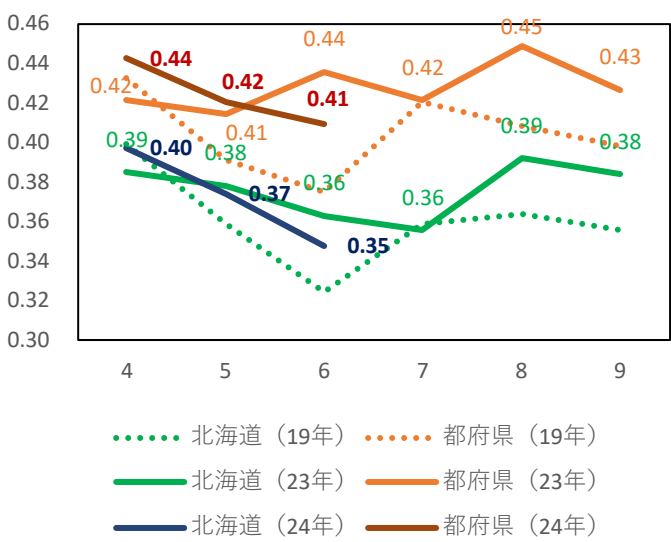
飼養条件	産次	3	3	3	3
	体重 (kg)	650	650	650	650
	日乳量 (kg)	40	30	20	乾乳期
	乳脂率 (%)	3.8	3.8	3.8	3.8
給与量 (kg/日)	トウモロコシサイレージ（黄熟期）	20	20	20	20
	エンバク乾草（輸入）	6	5	4	0
	配合飼料（TDN:73%、CP:16.5%）	18	13	8	1
	リン酸カルシウム	0.1	0.1	0.1	0
	ビタミンADE剤	0.1	0.1	0.1	0.1
栄養価（乾物中%）	TDN	68.5	68.2	67.6	67.3
	C P	13.9	13.7	13.4	9.4
	NDF	34.3	36.1	38.8	44.2
充足率（%）	TDN	99	99	99	104
	C P	98	100	102	104
給与飼料中の粗飼料の割合（%）		41.9	48	57.9	85.7

②

①

飼料と生乳生産をつなぐ簡便な管理システムの重要性

配合飼料出荷量①/生乳生産量②

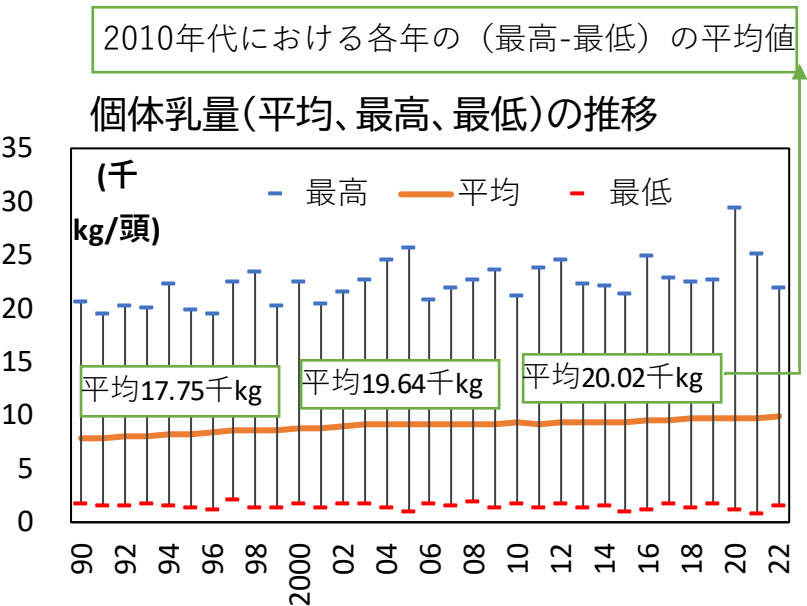


飼料効率が良い

(4) 日本では酪農の技術に多様性があり、草地面積確保も簡単ではない

個体乳量等での経営体格差は広がっている可能性

- 牛群能力検定成績のまとめから、1990年代以降の個体乳量の平均、最高、最低をみると、平均は上昇しつつも、最高と最低の差が徐々に拡大している。
- 頭数あたり牧草地面積について、05年以降の規模別（北海道・都府県）でみると、北海道の100頭以上層では、15年～18年には、増頭が牧草地面積拡大よりも速いペースで進んだとみられる。



資料 家畜改良事業団「乳用牛群能力検定成績のまとめ」

規模別でみた頭数あたり牧草地面積(ha)の推移

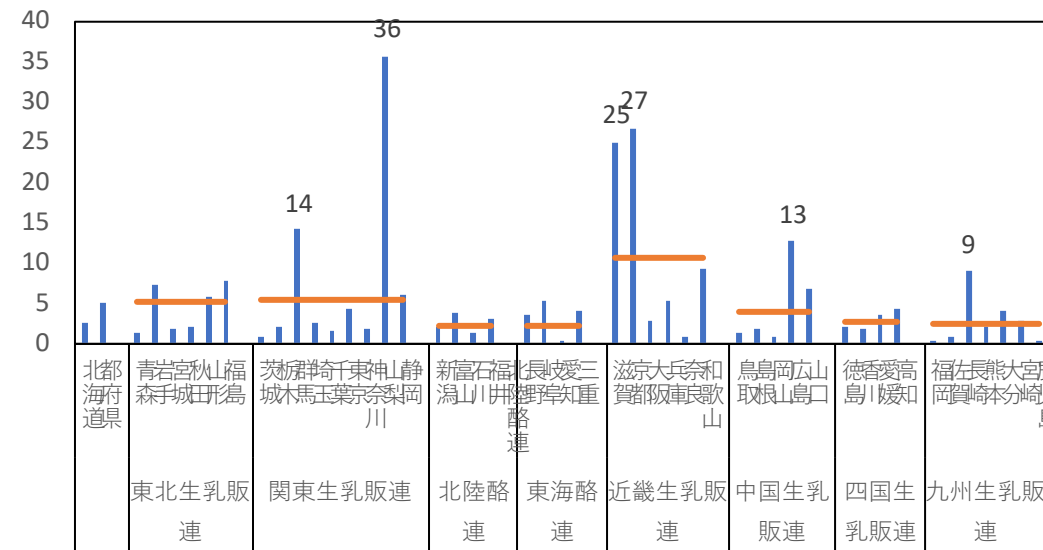
	05	10	15	18	10年-05年	15年-10年	18-15年		22年	22年-19年
全国	37.2	39.9	41.1	42.5	2.7	1.3	1.3	全国	40.5	△ 1.8
1 ～ 20頭未満	16.4	20.5	24.1	17.4	4.1	3.6	△ 6.6	1 ～ 20頭未満	25.1	6.7
20 ～ 30	14.3	13.5	14.3	24.8	△ 0.9	0.8	10.5	20 ～ 30	29.0	5.4
30 ～ 50	30.0	32.5	36.7	41.0	2.6	4.1	4.3	30 ～ 50	39.1	△ 1.1
50 ～ 80	55.3	56.7	55.8	58.7	1.5	△ 1.0	2.9	50 ～ 100	54.5	1.5
80 ～ 100	46.6	51.5	44.2	47.9	4.9	△ 7.3	3.7	100 ～ 200	37.6	△ 2.7
100頭以上	34.6	36.8	39.5	38.0	2.2	2.7	△ 1.4	200頭以上	30.5	△ 9.0
北海道	70.8	70.2	67.9	70.2	△ 0.7	△ 2.3	2.3	北海道	66.9	△ 2.6
1 ～ 20頭未満	65.2	70.8	73.2	74.8	5.5	2.5	1.6	1 ～ 20頭未満	55.4	△ 18.7
20 ～ 30	65.7	53.3	50.6	110.4	△ 12.4	△ 2.6	59.8	20 ～ 30	118.6	26.4
30 ～ 50	77.9	82.8	86.4	88.5	4.9	3.6	2.1	30 ～ 50	90.7	4.9
50 ～ 80	80.3	83.1	80.6	89.1	2.8	△ 2.4	8.5	50 ～ 100	82.8	0.3
80 ～ 100	64.3	71.5	64.4	76.8	7.2	△ 7.1	12.4	100 ～ 200	52.0	△ 4.3
100頭以上	55.4	52.3	55.7	53.4	△ 3.0	3.3	△ 2.3	200頭以上	49.5	△ 4.7
都府県	7.8	8.1	9.8	7.5	0.3	1.7	△ 2.2	都府県	8.3	△ 0.5
1 ～ 20頭未満	11.3	16.1	16.7	9.5	4.9	0.6	△ 7.2	1 ～ 20頭未満	17.6	5.7
20 ～ 30	7.9	8.4	9.6	10.1	0.5	1.2	0.5	20 ～ 30	8.4	△ 3.3
30 ～ 50	7.2	7.7	12.7	10.9	0.5	5.0	△ 1.9	30 ～ 50	10.6	△ 2.0
50 ～ 80	12.4	9.9	13.2	10.8	△ 2.5	3.3	△ 2.4	50 ～ 100	7.4	1.2
80 ～ 100	5.7	1.3	1.0	1.9	△ 4.4	△ 0.3	0.9	100 ～ 200	8.9	2.9
100頭以上	0.4	3.9	3.0	2.3	3.5	△ 0.9	△ 0.7	200頭以上	3.9	△ 2.3

資料 農林水産省「牛乳生産費統計」

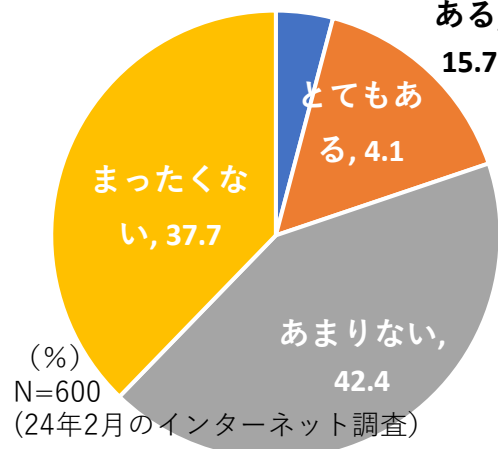
北海道全体を5P以上上回る

節約志向を家計が強めるなか系統外出荷割合は増加

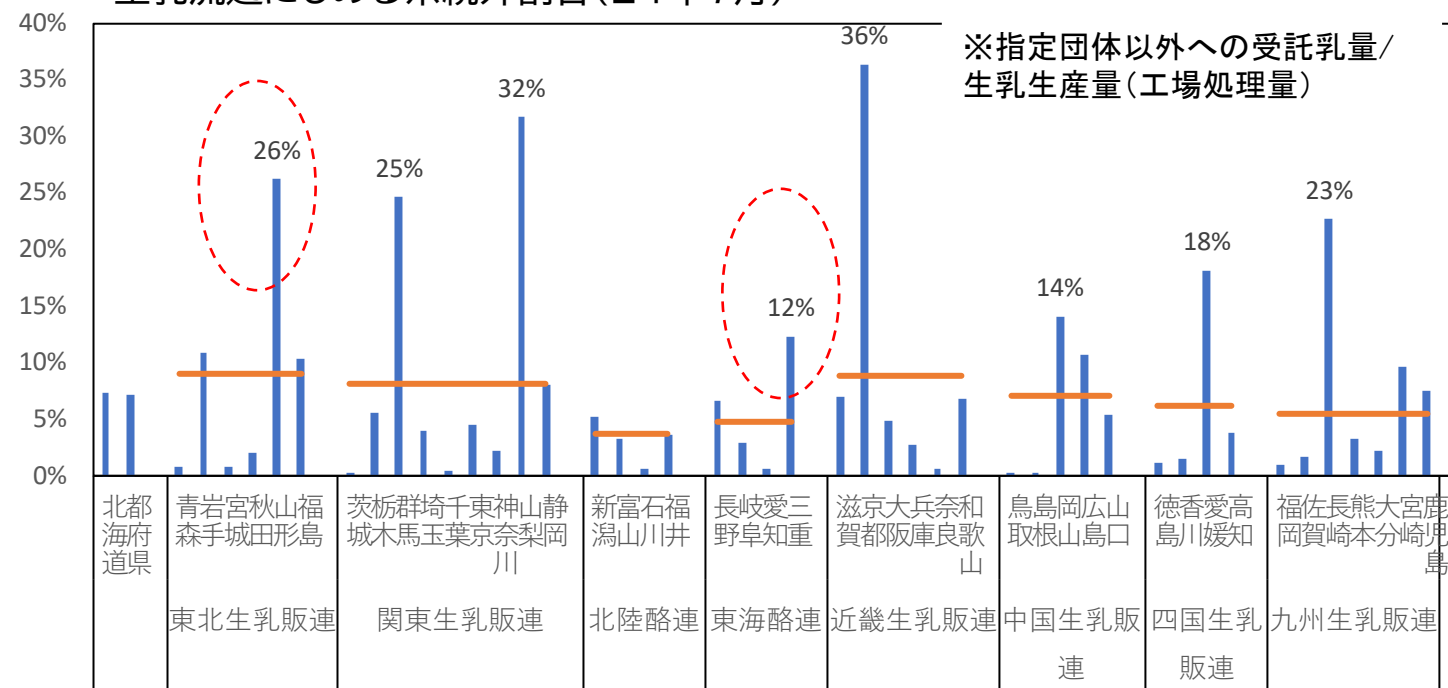
- 21年度以降でみると、とくに北海道の系統外出荷割合の上昇が目立つ。道外移出量の4割が系統外ともみなされている。
- 10年前から系統外向け出荷乳量が大きく、今も目立つのは、山梨県、京都府等。
- 足元で系統外向け出荷乳量が多いのは、山形県（26％）、三重県（12％）等。
- 牛乳購入で銘柄にこだわる消費者は2割ほどであり、価格競争力のある系統外の生乳の引き合いが強まっている恐れ。



牛乳を購入する際に銘柄にこだわる消費者の割合



生乳流通にしめる系統外割合(24年7月)



ご清聴ありがとうございました。

当資料は、将来の予測等に関する公表済の情報に基づいたものです。転載・引用の場合は原資料から行われるようお願いいたします。また内容は報告者個人の考えであり、農林中央金庫・総研の投資判断等を代表するものではないことをご了承ください。