

Vol.16

2025
WINTER

Jミルク

国際Dairyレポート



変化する世界のマーケット

生産現場で 「人手が足りない」

労働力確保が主要国共通の課題に

酪農場の持続可能性の指標とは？
EU域内の体系的な文献調査

酪農乳業の国際連携に向けて

「牛乳の少ない食事」のリスクとは？



CONTENTS

変化する世界のマーケット

生産現場で「人手が足りない」

労働力確保が主要国共通の課題に 3

持続可能な酪農乳業の新しい試み

酪農場の持続可能性の指標とは？：EU域内の体系的な文献調査 8

最新 国際組織の活動

酪農乳業の国際連携に向けて

IFCN：ポーランドに見る持続可能な酪農の取り組み 14

GDP：乳の価値情報を発信する「GDP見解書」 16

IDF：乳・乳製品分析法に関する最近のIDFの活動と課題について 18

データに見る世界の酪農乳業

「牛乳の少ない食事」のリスクとは？ 20

COLUMN: 南アジアのヨーグルト「ダヒ」 22

変化する世界のマーケット

生産現場で「人手が足りない」 労働力確保が主要国共通の課題に



主要酪農国で、生産現場での労働力不足が課題になっている。2024年10月にフランスで開かれた国際酪農連盟（IDF）の「ワールドデーリーサミット2024（World Dairy Summit 2024）」でも、労働力の不足や確保が主要テーマの一つになった。「人手が足りない」との声は多くの国で共通して上がっており、「ではどうすればよいか」に各国が知恵を絞り始めている。英国、ニュージーランド、米国を中心に、情報を整理してみた。

「散歩していて近所の酪農家と会うたびに、最初に話題になるのは人材確保と採用のこと」。

2024年9月、英国の公共放送BBCが、酪農家のこなつぶやきを紹介した。「酪農家が労働力不足のために生乳生産を削減」と題した記事¹で、ソースは、同国内最大の酪農協同組合であり乳業会社であるアーラ・フーズ社（本社・デンマーク）が、約500戸の酪農家

に行った概況調査の結果である。

アーラ社の発表文²では、表1のような結果が分かったとしている。8.5%が「労働力不足のために生乳生産量を減らしている」、16%が「離農を検討する」などとあり、目を引く。それにしても、「近所の酪農家と会うたびに、最初に話題になるのは人材確保と採用のこと」とは、日本でも昔から聞かれるつぶやきであり、あちらでも同じこ

とが起きているのかと妙に感慨深い。

もっとも、そこには2024年という現代ならではの課題もある。酪農現場で求められる「熟練度」や「スキル」の問題だ。アーラ社の発表文では、「広くなるサプライチェーン全体で最大の課題は、現代の生産環境に適したスキルを持つ人を引き付けること、また、より多くの女性や若年層に選んでもらってこの業界に引き付けることである。技術の進歩に伴い、オートメーションに関する専門知識と経験を持つ労働者を見つけることも、ますます大きな課題となっている」と記されている。

BBCの記事ではこのような「適切な人材」に関して、次のような点を指摘している。

- 動物が好きで、現代酪農のハイテク性にも対応できる人材が必要。
- データ処理やコンピューターだけでなく、ロボット工学や遺伝学の素養も必要。
- 個々の牛にはセンサーが付いてお

表1：英国酪農家調査の主な結果

（太字は「ミルクによる」）

- ・（酪農家の）56%が、2019年と比べ、**作業スタッフの確保が難しくなっている**と回答
- ・ 8.5%が労働力不足のために**生乳生産量を減らしている**（2023年の5.5%から増加）
- ・ 10.6%が**牛の飼養規模を縮小せざるを得ない**と回答（2023年の9%から増加）
- ・ 16%が**離農を検討する**と回答（2023年の12%から増加）
- ・ 欠員補充を考えている酪農家の86%が、**応募者がほばいないか、応募者中に適切な資格を持っている人がいなかった**と回答

出典：“Food security and affordability being undermined as new data highlights deepening challenges in the food and farming labour market”（Arla Foods）<https://news.arlafoods.co.uk/news/food-security-and-affordability-being-undermined-as-new-data-highlights-deepening-challenges-in-the-food-and-farming-labour-market> から

*1 “Farms cut milk production due to labour shortages”（BBC, 2024年9月30日付）
<https://www.bbc.com/news/articles/c17lwl7rn8ro>

*2 “Food security and affordability being undermined as new data highlights deepening challenges in the food and farming labour market”（Arla Foods, 2024年9月24日付）
<https://news.arlafoods.co.uk/news/food-security-and-affordability-being-undermined-as-new-data-highlights-deepening-challenges-in-the-food-and-farming-labour-market>

り、繁殖能力から健康状態まであらゆる情報を得られる。

- ロボット搾乳パーラーが一般的になってきており、その仕組みと、どうすればそれを維持できるかを理解する必要がある。

つまり、酪農の現場で求められる知識やスキルが以前より増えていて、求める人材像も“現代的”になってきているということのようだ。

アーラ社の生産担当副社長は、「技術とオートメーションの進歩で、私たちはより効率的になっているはずだが、それでもなお、食品サプライチェーンに適切なスキルを持った人材を採用することがますます難しくなっている」とコメントしている。

アーラ社は過去にも同趣旨の調査を行っており、2022年7月に公表した調査（541人が参加）^{*3}では、

- 労働者を探している農家の80%は、適切な経験や資格を持つ人からの応募が「非常に少ない」または「ゼロ」だった。
- EUからの労働者の自由な移動の終了、新型コロナウイルス感染拡大の余波、他の多くの要因が重なり、農家の5分の3以上（61.3%）が2019年よりも現在、採用が困難になっていると感じている。
- 少数だが相当数の農家が、既に搾乳回数を減らして生産量を減らした（4.3%）か、人員不足のため牛群の規模を縮小した（6.0%）と答えている。

などとの結果が示されている。

NZも労働力確保に危機感

酪農現場の労働力不足は、他の主要生産国でも指摘されている。例えばニュージーランド。同国最大の酪農団体デーリーNZは、「酪農の素晴らしい将来」と題した2022～32年の長期プラン^{*4}で、酪農部門で約4000人の労働力が不足しているとの調査結果を示している。

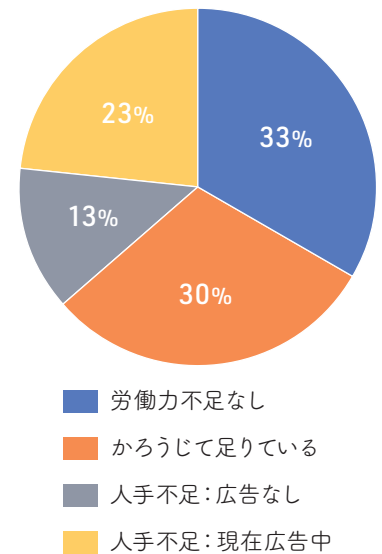
より詳細には、約3分の1の酪農場で、平均してもう1.7人の人手が必要だとしている。23%が「人手不足で、補充のために広告を出している」、13%が「人手不足だが、広告を出していない」と答えている（グラフ1）。また、非正規従業員や季節従業員の計画的な離職で、「従業員の離職のほとんどは雇用後1年以内に起こる。酪農部門の年間純離職率は約12%」だという（グラフ2）。整理すると表2のようになる。

さらに、「将来、酪農ビジネスのニーズを満たすだけの人材がニュージーランドになくなる危険性がある」として、その理由として次の三つを挙げて

いる。

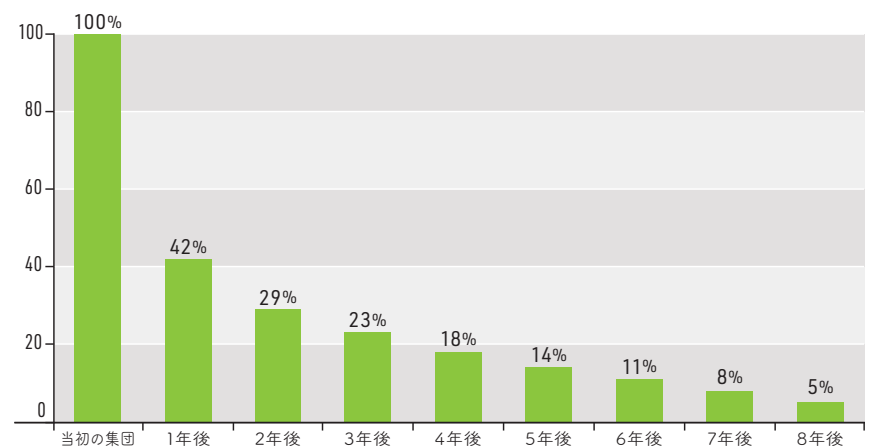
1. 出生率の低下により、農場スタッフの高い割合を占める19～39歳の人材が減少している。
2. 都市への流出—都市中心部に住み、働くことを選ぶ人の増加。
3. キャリアの選択肢が増える。

グラフ1：NZの酪農労働力の状況



出典：「GREAT FUTURES IN DAIRYING - Our plan for a resilient workforce 2022-2032」(Dairy NZ) <https://www.dairynz.co.nz/news/futures-in-dairying/> から

グラフ2：NZ酪農部門での長期的な人材の定着具合



出典：「GREAT FUTURES IN DAIRYING - Our plan for a resilient workforce 2022-2032」(Dairy NZ) <https://www.dairynz.co.nz/news/futures-in-dairying/> から

*3 “Dairy farmers warn labour shortages are threatening food production and fuelling inflationary pressures” (Arla Foods, 2022年7月7日) <https://news.arlafoods.co.uk/news/dairy-farmers-warn-labour-shortages-are-threatening-food-production-and-fuelling-inflationary-pressures>

*4 “GREAT FUTURES IN DAIRYING - Our plan for a resilient workforce 2022-2032” (Dairy NZ, 2023年11月) <https://www.dairynz.co.nz/news/futures-in-dairying/>

表2：NZ酪農の労働力の現状

(デーリー NZ まとめ、太字は「ミルクによる」)

・ ニュージーランドの酪農は 200 億ドルの輸出産業
・ 約 3 万 7000 人が酪農場で働いている
・ 2020/2021 年には全国に 1 万 1034 の酪農牛群があり、合計 490 万頭の搾乳牛が 19.5 億キロの固形乳を生産している
・ 約 4000 人が不足している
・ 酪農場の 3 分の 1 が平均 1.7 人の増員を必要としている
・ いま行動しなければ、人員不足は今後数年でさらに増加する可能性が高い

出典：“GREAT FUTURES IN DAIRYING - Our plan for a resilient workforce 2022–2032” (Dairy NZ)
<https://www.dairynz.co.nz/news/futures-in-dairying/> から

「出生率の低下」「都市への流出」「キャリアの選択肢」……順調に生乳生産を増やし、輸出を拡大してきたニュージーランドでも、日本で繰り返し聞くのと同じような課題が持ち上がっているようだ。

ワールドデーリーサミットでも議論

IDFの「ワールドデーリーサミット 2024」でも労働力不足が主要テーマの一つになったが、サミットに併せて開かれた「酪農家円卓会議」では突っ込んだ議論が行われ、次のようなことが指摘された。いずれも日本の酪農乳業関係者にとっても、共感できる事柄ではなかろうか。

- ある作業のために労働者を雇用して、その人がその作業に適していなかったとしても、解雇できないリスクがある。1 人の労働者を雇用することは、酪農家にとって大きな一歩だ。つまり、酪農家の役割には、家畜や土地の管理に加えて、人の管理も含まなければならない。
- 農場での労働問題を特定し、様々な取り組みを試み、問題に携わる酪農家の方が成功している。一方で酪農家は、農場をより魅力的な職場として見せていく必要がある。

- 家族経営の農場では労働力不足に対処するために、牛の首輪や搾乳ロボット、搾乳クラスター除去装置などの自動化に移行する傾向があるが、これらの最新技術は高価である。
- 人々に興味を持ってもらうためにはどうするか。若者は以前ほど農業に触れていないので、学校や専門学校でのこの分野の教育は重要だ。
- スキルが農場での役割に見合うように、その人が何を得意としているのかを見つけることも重要。技術に長けた人もいるが、家畜を世話する人も重要だ。
- 賃金だけでなく、農場での仕事を魅力的にするものは何かを考える必要があるのではないかと（例えば住居など）。

労働力確保に向けて

では、このような労働力不足（労働力確保）という課題に対して、各国ではどのような取り組みをしているのだろうか。

NZ：各立場に求められる行動を明記

まずはニュージーランドの取り組みを見てみたい。デーリー NZが前述の資料で、表3 (P.6) のような行動計画を掲げている。

例えば①の「シェイプアップ」とは、

競争力を高め、従業員を成長させ定着させるための取り組みを指すのだという。これに対応する取り組みとして(表3には載っていないが)、「良い労働者を認定する」ことなどが挙げられ、そのために必要になることとして雇用慣行の“業界標準”の設定、優良雇用主として差別化するためのツールの酪農家への提供などを掲げている。

この「良い労働者を認定する」について、より具体的に、

[デーリー NZ]

- 既存の作業を基にして農家リーダーと共に業界標準をつくる。
- 業界標準を推進し、それを満たす企業を認定する手段を提供する。

[乳業メーカー]

- 供給契約を含むがこれに限定されない、変化をサポートするために使える可能性のある方法を調査する。

[政府]

- 職場の質を評価するための一貫したツールとして業界標準を採用し、政府のチャンネルを通じて従業員にアクセスできるようにする。

[農村の専門家]

- 業界標準を推進する。

[農家]

- 認定を取得する。

などと、立場ごとに求められる取り組みを掲げている。

また、③の「新しい場に目を向ける」に対応する「これまでアクセスしてこなかったような人材へのアクセス」については、

[政府]

- 質の高い地域雇用情報を提供する。
- このプロジェクトを促進するための手段として「地域グループを支援する」取り組みに資金を提供する。

[デーリー NZ]

表3：デーリー NZ が掲げる課題と重点分野の内訳

主な課題	第2レベルの課題	第3レベルの課題	重点分野	サブ重点分野
酪農場で働く、熟練した情熱ある人材が不足している	適切なスキルを持った人材が十分に確保されていない	賃金額は、農業以外の他の職種に比べて競争力が低いとされている	① シェイプアップ	1.1 酪農家が広い雇用市場でも競争力を有する職場を築けるよう支援する 1.2 従業員のキャリアに投資する 1.3 重大な労働力不足を補うために、従業員への国際的アクセスを促す
		雇う側の多くは人材管理能力が弱く、そのために、人々は職や業界を離れてしまう		
		酪農場の多くは労働時間が長く、人員配置も魅力的ではない		
		農村社会は、人々を留まらせるほどの強い力は持たない		
		この分野で働く人々の発展の道筋は不明確だ		
		外国人、特に短期ビザ保持者に大きく依存している		
	酪農は、人による作業に大部分を依存している	テクノロジーは人々の時間に比べて高価で、大規模なサービスインフラは存在しない	② 仕事を変える	2.1 酪農家が時間を節約できるテクノロジーを評価して導入できるよう支援 2.2 酪農家が代案や、より生産性の高いビジネスプロセス、雇用モデルを試せるよう支援
		酪農のビジネスプロセスは、生産性や効率性に最適化されていない		
		現在の農場システムは、多くの人を必要とする方法で構成され運営されている		
	酪農は、安全で効率的な運営を確保するために十分な数の人材（また、適切な人材）を引き付けていない	酪農に従事する人材のプールは、十分に広くも多様でもない	③ 新しい場面に目を向ける	3.1 業界が活用する人材のプールを多様化し拡大する 3.2 食品・繊維分野のパートナーと協力する機会を含め、成功の可能性が最も高い分野での人材誘致に向けた、的を絞ったアプローチを開発する 3.3 酪農家が人材のプールを最大限活用できるよう、採用と研修の慣行を改善できるよう支援する
		訓練の道筋や他の入ってくるポイントが魅力的でも効果的でもない		
		人材誘致プログラムは、十分な効果がなかった		
		リクルート活動は優秀な人材を引き付けるほど強力ではない		

出典：「GREAT FUTURES IN DAIRYING - Our plan for a resilient workforce 2022-2032」（Dairy NZ）<https://www.dairynz.co.nz/news/futures-in-dairying/> から

- 「地域グループを支援する」取り組みを実行する。

[農村の専門家]

- 農家を支援する。

[農家]

- 地区・地域の労働力ソリューションを見つけるために協力して取り組む。

などの取り組みが掲げられている。いずれも「農村の専門家(rural professionals)」が登場しており興味深い。

IDF円卓会議では「新規就農者」議論

IDFワールドデーリーサミットに併せて開かれた酪農家円卓会議では、労働力の話題とも関連する「新規就農者

への課題と機会」のテーマでも議論が行われ、次のような声があった。

- 酪農はストレスが多いが、現在はメンタルヘルス（心の健康）の問題が認識され、推奨される連絡先が提供されている。
- 新規就農者は、資金の援助か減税によって奨励されなければならない。
- なぜ酪農家の子弟の10%しか酪農家になることを選択しないのか。親が仕事に集中しすぎて、次世代の意欲をそぐことになっているかもしれない。
- 政府レベルと教育システムでの戦略が必要で、酪農乳業界は人々を呼び

込む必要がある。

- 酪農家や乳業者による短期派遣や研修プログラムは、若者に仕事に従事できるかどうかを試す機会を与えるだろう。
- 酪農家への圧力は、一般の人々には知られていない。例えば政策、規制、気候、洪水、地域社会からの支援の減少などがある。
- メンタルヘルスに関しては、多くの国に良いヘルプラインがある。労働時間と休暇は重要。

米国：イベントや賃貸住宅で魅力化も最後に米国の話題を紹介したい。同

国では移民が酪農の労働力の大きな部分を占めるといわれ、日本などとは背景が異なることも大きいとは思われるが、中小規模の家族経営型酪農が集中するといわれるウィスコンシン州発の話題⁵は、示唆するところが大きいと思う。

それによると、同州では低失業率の中で、酪農家は「年に一度の感謝イベントや月間最優秀従業員プログラム、ハロウィーンのような祝祭日には楽しいコンテストを開催し、従業員の士気を高めている。健康保険や有給休暇のような伝統的なものから、作業着手当のようなユニークなものまで、労働者に提供できる福利厚生全般について考えている」という。手頃な価格の住宅が地域に不足しているため、農場の近くに賃貸住宅を提供することが大切になっているとも。

以下、記事を引用する。
「記録的な低失業率の中、ウィスコンシン州内の企業は従業員の確保と維持に苦戦している。酪農場や加工工場も例外ではない。

サンディ・ラーソンさんは、エバンズビルにある、2800頭の牛を飼養し75人の従業員を抱える酪農場ラーソン・エーカーのゼネラル・マネジャーである。彼女はここ数年、従業員の採用と定着に関する考え方が変わってきているという。

『ここ数年、従業員にとって、私たちの取り組みやトレーニング、成長の機会はずべて大きな意味を持つようになった。成長の機会があり、新しいことを学べ、昇進できるような仕事を提供できれば、従業員はわくわくする』
(中略)

ラーソンさんによると、雇用を確保しなければならないのは、搾乳やトラクターの運転といった農場での実作業だけではない。農場の技術を維持するためのIT（情報技術）の専門家を見つけることは、雇用が最も難しい分野の一つだと彼女はいう。

『搾乳のためのコンピューター・プログラム、牛への給餌のためのプログラム、トウモロコシの植え付けと収穫のためのトラクター・プログラム、トウモロコシと干し草のためのプログラムがある。私たちは大量のエクセルシートを使っている。しかし、これらの異なる分野すべてを本当に理解している人を見つけるのは難しい』
(中略)

労働力の確保に苦労しているのは酪農場だけではない。酪農業界のリーダーたちは、労働者不足のために加工工場が操業時間を短縮せざるを得なくなったと報告している。これが、ここ数か月の乳価を押し下げている供給過剰の一因となっている」。

この酪農家の苦労がしのばれるが、労働力不足が工場の稼働や金額面にまで影響するという点は見逃せない。

米国の話題をもう一つ。バーモント州にある「北東部酪農業革新センター（NE-DBIC）」は2024年10月、労働力の課題に対処するため新たに「酪農労働力インパクト基金（Dairy Workforce Impact Fund）」を設けると発表した⁶。121万5000ドル（注：約2億円）の資金を得た取り組みで、「労働力のパイプライン」を強化し、キャリアアップの機会を改善し、労働者の定着率を高め、北東部11州の酪農部門への参加を阻む障壁を軽減することを目的として

いるという。

この基金の取り組みでは、下記の四つの優先課題に焦点を当てるという：

- 労働力パイプラインの強化：酪農業界への新規就労者数の拡大。
- スキルとキャリアの機会の構築：キャリアアップを促進する研修プログラムの充実。
- 労働者の定着率の向上：従業員の満足度を高める職場文化の醸成。
- 障壁の削減：特に研修や能力開発を通じて、従業員や新規業界参入者の障壁を取り除く。

具体的には、牛群管理者見習い制度、コーネル大学の「農業監督リーダーシップ（ASL）プログラム」、(若者が持続可能な農場で生活し、働き、学び、地域社会に変化をもたらすための刺激を得られる有給見習い制度を提供している) 試験的「アン・サクセルビー・レガシー基金（ASLF）」のプログラムなどに投資していくという。

おわりに

デーリー NZや米国ウィスコンシン州の情報などを読む限り、現地が抱える課題は、少なくともマクロなレベルでは同一性が高いと感じる。そして、酪農家・従業員のメンタルヘルスといった新しい話題も、世界の酪農乳業関係者が集まる場で議論されるようになっている。同じ課題を抱える日本の関係者もこうした情報を積極的に取り入れ、現場でのヒントを得てほしい。

担当：Jミルク

調査役 寺田 展和

⁵ “More than just a job”: Wisconsin dairy industry focused on workforce amid state’s labor shortage” (Wisconsin Public Radio, 2023年7月18日付)
<https://www.wpr.org/agriculture/wisconsin-dairy-industry-focused-workforce-amid-states-labor-shortage>

⁶ “NE-DBIC Dairy Workforce Impact Fund to Boost Jobs, Skills in Northeast” (State of Vermont, Agency of Agriculture Food and Markets, 2024年10月10日付)
<https://agriculture.vermont.gov/agency-agriculture-food-markets-news/ne-dbic-dairy-workforce-impact-fund-boost-jobs-skills>

持続可能な酪農乳業の新しい試み

酪農場の持続可能性の指標とは？

EU 域内の体系的な文献調査



近年、欧州では生乳生産が拡大されてきたことに対して世論の批判が向けられ、酪農乳業が持続可能な世の中の発展にいかに関与するかが問われており、酪農乳業界には持続可能性の実証が求められている。2024年にイタリアの研究者らが発表した論文^{*1}では、学術雑誌などに掲載された文献を体系的に調査し、欧州連合（EU）域内で乳牛を飼養する酪農場の持続可能性を評価するために使用されたことのある指標を環境面、経済面、社会面の3つの側面に分類して、指標、評価項目、原則、側面の順に階層化した一覧表にまとめ、EU域内の酪農状況や標準的な手順書を踏まえて考察している。まとめられた全体像は、専業酪農場と小規模多機能酪農場の両方に当てはまり、幅広い酪農生産体系の持続可能性の検討に役立つ可能性があるとしている。本稿では、この論文の内容を中心に紹介する。

欧州の生乳生産状況

欧州の生乳部門は、世界の生乳生産において重要な役割を果たしている。実際、欧州は世界の生乳供給量の20%超を占めており、2021年には1億5500万tに達した。欧州の生乳生産量は、酪農場数の減少と一農場当たりの乳牛頭数の増加に並行して、ここ数十年で着実に増加してきた。実際、2010年から2020年にかけて、酪農場の平均規模は一農場当たり38頭から58頭に拡大し、2020年には欧州の全生乳の約80%が主に低地にある集約的農場で生産された。集約的農業は主に生態系、環境面及びアニマルウェルフェアの問題のため、世論の批判が向けられている。

欧州の農業用地面積の15%を占め、

酪農体系が最も重要とされる山岳地帯でさえ、集約化に伴う農業分野の構造変化や、「食料の新植民地主義」といわれる様式に従った観光への生産の専門化や生産放棄が起きている。伝統的な小規模の山岳農場は、持続可能性の観点では複数の生態系サービス、例えば動物の遺伝資源保護、植物の受粉、人々のレクリエーションを提供しており、景観の劣化、生物多様性の損失、野生生物の生息地の損失などの集約的畜産業のいくつかの面とは違う役目を担っている。

体系的な文献調査

エルゼビア社による世界最大級の文献データベースであるスコopusを用いて、分野を特定する「酪農または乳」

及び生産体系を特定する「乳牛または農場または体系または牛」という用語に加え、持続可能性に関連する様々な用語で検索を行ったところ、6751件の文献が該当した。EU域外の文献を除外した3489件について表題の読解によるスクリーニングに続き、英語で書かれていないもの、学術雑誌や灰色論文、学位論文、会議議事録、会議報告書でないもの、2020年以降に英国で行われたものを除外した。次に抄録を読解することで、合計325件の文献を選択した。

選択した文献の中で、酪農場の持続可能性を評価するために使用された主要な指標を調べた。専門用語に関する科学的ギャップを埋める必要があることから、指標の属性によって階層化した系図を作成した。系図の下位階層

*1 Pavanello, C., Franchini, M., Bovolenta, S., Marraccini, E., and Corazzin, M. (2024) Sustainability indicators for dairy cattle farms in European Union countries: a systematic literature review. Sustainability. 12:5502.

にある指標を、評価項目および原則に順々に分類した後、スウェーデンの研究者らによる既報²の手順に基づき、持続可能性の3つの側面（または柱）によって表される枝が系図の最上位階

層となるように組み立てた。その結果、合計70の指標と24の評価項目が特定された（表1）。

それらの評価項目は、3つの側面のいずれかに属する10の原則に分類さ

れた。評価項目は、環境面と経済面のみにそれぞれ7つずつが分類され、社会面のみに6つが分類された（図1/P10）。評価項目のうち、2つの側面（社会面と経済面）のみに共通するものは

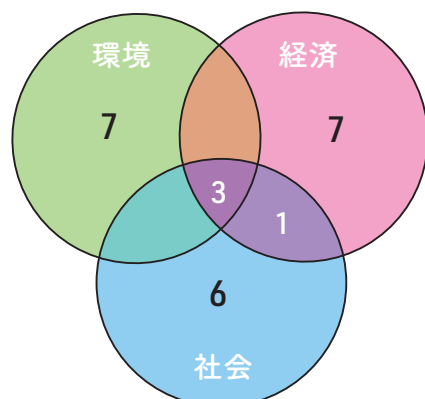
表1：評価項目、原則、柱で分類された持続可能性の指標

柱	原則	評価項目	指標
環境面	ベスト・マネジメント・プラクティス	飼料効率	窒素効率、飼料摂取量、エネルギー利用効率
		他の生産分野への依存	飼料管理、飼料組成、飼料自給率
		牛群管理	家畜の健康とアニマルウェルフェア
		資源利用	エネルギー自給率、水管理、廃棄物の管理と利用
	環境の質	水質	富栄養化ポテンシャル、酸性化ポテンシャル、ウォーターフットプリント
		気候変動への寄与	地球温暖化係数
		大気質	富栄養化ポテンシャル、酸性化ポテンシャル
		土壌の質	養分利用効率、土壌有機炭素、土壌侵食、富栄養化ポテンシャル、酸性化ポテンシャル、土地管理慣行
	生物多様性	動物の生物多様性	種多様性、土壌動物相、絶滅危惧種の存在
		植物の生物多様性	種多様性、花の量、優先植物種、絶滅危惧種の存在
		生態系サービス	生息地の持続可能性、農業・環境スキームへの参画、草地管理、生態系保護地域、生物多様性保全
経済面	収益性	農場収入	総費用、農場の経済規模、農場収入の多角化
		収益	労働力及び単位土地当たりの収益
		経済的利益	農場粗利益
		酪農生産物売上高	生産物産出額、生産物価格、付加価値、生産物の品質
	強靱性	他の生産分野への依存	飼料自給率、経済的自給率、エネルギー自給率、CAP独立性、市場志向
		農家の実態	農家の年齢、農家の性別、農家の目標
		事業の強靱性	経済的実行可能性、イノベーション、農場の協力、投資余力
		農業体系の多様性	農場経営の多角化、CAP支払い、農業・環境スキームへの参画
	効率性	生産性	酪農生産高、家畜の健康とアニマルウェルフェア、総費用、環境効率
	環境圧力	生物多様性	牧草の栄養価、生物多様性保全
		生態系サービス	牧草地の維持、生態系保護地域
社会面	農家の持続可能性	生活の質	ワーク・ライフ・バランス、労働投入量、労働効率、労働条件
		農家の実態	イノベーション、意識、動機付け、農場の協力、家畜の健康とアニマルウェルフェア
	社会の持続可能性	農場生活の持続可能性	農家の年齢、農家の性別、農家の教育、機会均等、給与、保健サービスや医療へのアクセス
		社会的学習	地域社会への参画、社会的責任
		食品の品質	食品安全、食料安全保障、生産物の品質
		生態系サービス	生態系保護地域、美的景観、牧草地の維持
		生物多様性	生態系保護地域、美的景観、生物多様性保全
	経済の持続可能性	他の生産分野への依存	CAP独立性、飼料自給率、エネルギー自給率
		環境効率	環境効率
		経済の安定と農場継承	経済の安定と農場継承

出典：Sustainability 2024,16:4214

² Arvidsson Segerkvist, K., Hansson, H., Sonesson, U., and Gunnarsson, S. (2020) Research on environmental, economic, and social sustainability in dairy farming: A systematic mapping of current literature. Sustainability. 16:4214.

図1：持続可能性の3つの側面に分類された評価項目の数



出典：Sustainability 2024,16:4214 を基に J ミルク改変

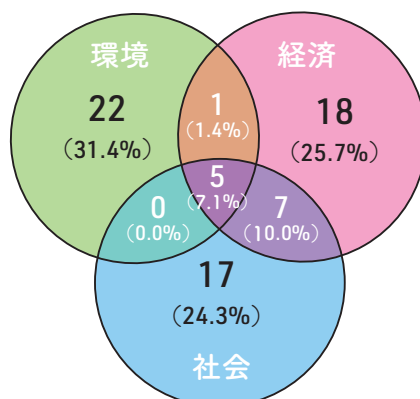
「農家の実態」の1つだけであった。3つの側面すべてに共通する評価項目は、「生態系サービス」、「生物多様性」、「他の生産分野への依存」の3つであった。

70の指標を3つの側面で分類すると、22 (31.4%) が環境面、18 (25.7%) が経済面、17 (24.3%) が社会面のみに関連していた (図2)。また、いくつかの指標が側面間で共通しており、経済面と環境面の間では『農業・環境スキームへの参画』の1つ (1.4%) が、経済面と社会面の間では『生産物の品質』、『(共通農業政策の補助金からの) CAP独立性』、『農家の年齢』、『農家の性別』、『イノベーション』、『農場の協力』、『環境効率』の7つ (10%) が、すべての側面間では『飼料自給率』、『家畜の健康とアニマルウェルフェア』、『生態系保護地域』、『生物多様性保全』、『エネルギー自給率』の5つ (7.1%) が共通していた。

環境面の指標

表1の上段には、環境面の指標がまとめられている。『地球温暖化係数

図2：持続可能性の3つの側面に分類された指標の数と割合



出典：Sustainability 2024,16:4214

(GWP)』は、酪農生産体系に関連する温室効果ガス (GHG) 排出量の推定を可能にする指標であり、そのため「気候変動への寄与」の評価に用いられている。環境負荷を推定するために最も広く使用されている手法は、ライフサイクルアセスメント (LCA) である。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) によって発表された算定式に基づくLCAによって、異なる温室効果ガスである二酸化炭素 (CO₂)、メタン、一酸化二窒素をCO₂換算排出量として算定することができる。ほとんどの文献で分母に使用された単位は、脂肪・タンパク質補正乳 (FPCM) の量であった。

アンモニアは温室効果ガスではないが、「大気質」を評価する上で重要である。具体的には、環境の酸性化に寄与する物質の能力を測定する指標である『酸性化ポテンシャル』と関連している。この『酸性化ポテンシャル』もLCAを用いて評価することができ、有機物含有量、リン及び窒素の水準などの要因に依存している。さらに一部の研究では、一酸化二窒素や窒素酸化物などの他の汚染物質を考慮して大気の

酸性化を検討している。『酸性化ポテンシャル』は多面的な指標であり、「大気質」と「土壌の質」の両方を評価するために重要である。もう一つの重要な指標は『水管理』であり、水資源の管理と利用の環境面のコストを算定するために使用されている。『水管理』以外にも、水利用による環境面のコストを算定するために使用できる他の指標がある。それらの中で『富栄養化ポテンシャル』は、畜産などの活動による過剰な窒素とリンによる水への影響を評価することを目的としている。しかし『水管理』に関するいくつかの研究例があるにもかかわらず、「水質」と『ウォーターフットプリント』のトピックはまだ十分な研究が行われていない。

「土壌の質」に関する限り、『土地管理慣行』は文献で2番目に多く引用された指標であった。具体的には、それは様々な土壌管理技術 (例えば、異なる栽培慣行) とLCAを用いた環境負荷に関連付けている。

『飼料組成』は他のいくつかの指標と関連しており、広く研究が行われているもう1つのトピックであった。実際それは『地球温暖化係数』のような他の指標を部分的に説明し、測定するために有用である。『地球温暖化係数』の測定値は、牛の飼料中の繊維質の割合に影響を受け、牛が生産する温室効果ガス (特にメタン) の量に影響を与える。

経済面の指標

表1の中段には、経済面の指標がまとめられている。『総費用』は、経済面の持続可能性を説明するために最も広く使用されている指標の一つである。こ

れは、『農場の経済規模』及び『農場収入の多角化』と併せて、「農場収入」の評価項目の一部を構成していた。後者は農場の固定費、家畜及び作物生産に関連する変動費、及び外部サービス(すなわち獣医療費)の費用の合計から生じる。農場の『総費用』は、『酪農生産高』とともに、農場の「生産性」に関する情報を提供する優れた指標である。

『生産物産出額』と『生産物価格』は、農場の経済的な生産性を算定するための基礎となる指標である。これらは、農場で生産された製品とサービスの経済的価値(ユーロ)を表している。『生産物産出額』の概念とともに、生産物の『付加価値』は農場の「経済的利益」を説明する。本質的に『付加価値』とは生産プロセスによって生み出される価値の増加を指し、税引前の生産物の平均的な価値から計算される。生乳生産体系に適用される『付加価値』の例は、乳成分(タンパク質、脂肪、体細胞数)あるいは生産方式であり、加工された乳の単位当たりのユーロで測定される。

『農場経営の多角化』の指標は、農業活動と非農業活動の両方を通じて様々な外部性を生み出す農場の能力を表す。この指標は、多機能性の概念の不可欠な部分である。法人の主な生産の他に提供する製品やサービスの範囲が広がれば広いほど、多機能的であると考えられる。酪農場の『市場志向』は、農業補助金から得られる収入を考慮せずに、生産から得られる「農場収入」の割合を特定する。この指標の高いパーセント値は、支払いや農業補助金への依存が低く、ひいては「他の生産分野への依存」が低いことと関連している。この指標は「農場収入」の実現を可能にして、農業補助金の必要性を減らす

ことができるため、「農場経営の多角化」と密接に関連している。

『農家の目標』は事業戦略や目標に対する「農家の実態」を定量化する指標であり、ひいては財務収入の増加を可能にする。この指標は『農業経営の多角化』や『市場志向』に類似しており、経済的な強靱性、すなわち所得損失のリスクに適応して予防できる能力にも関連している。

農場の『経済的実行可能性』は、農業の平均賃金に基づいて家族労働の全体に報酬を与える農場の能力として定義される。この指標は現在の文献ではあまり扱われていないが、農場の「事業の強靱性」を説明しているため興味を持たれる。

社会面の指標

表1の下段には、社会面の指標がまとめられている。『ワーク・ライフ・バランス』の指標は、農家が行う一週間当たりの平均労働時間数を表す。賃金と並んで、社会面の持続可能性の基本的な側面の一つと考えられている。『ワーク・ライフ・バランス』の数値が低いほど、その社会面の影響はプラスとなる。

『動機付け』は「農家の実態」としても知られており、アニマルウェルフェア、環境の持続可能性、持続可能な農業実践、リスクを取ることにいった様々な面に関する農家の意識と方策を説明する指標である。この指標に関する研究は実証的なものであるが、「農家の実態」(『農家の年齢』、『農家の性別』、『農家の教育』の影響を受ける)は農場の社会経済的効率に大きな影響を与えることが示されている。

『地域社会への参画』も、社会面の持

続可能性の領域で考慮される必要のあるもう一つの重要な指標である。文献ではあまり扱われていないにもかかわらず、この指標は「生態系サービス」、畜産体系、アニマルウェルフェア、様々な農業慣行に関する社会(住民や観光客に代表される)の意識を説明するために使用されるため、非常に重要である。実際、社会的受容の水準は、特定の問題に対する科学的関心や農家の関心を高めるだけでなく、「農家の実態」、農家の『動機付け』、農家の仕事の満足度にも大きく影響を与える。地域社会の意見にプラスの影響を与えるもう一つの要因は、『美的景観』の存在である。この指標は「生態系サービス」と『生物多様性保全』の両方の観点から関連があり、景観保全を目的とした活動に対する農場の献身を反映しており、それにより植物と動物の両方の生態系を支援している。

2つの側面にまたがる指標

2つの側面に関連する指標には、『農業・環境スキームへの参画』、『イノベーション』、『農家の年齢』、『CAP独立性』、『農場の協力』などがある。

『農業・環境スキームへの参画』は、環境面と経済面の両方の指標である。これは農業活動の環境面の持続可能性を高める必要性と、農場の経済を発展させる可能性を組み合わせたものである。実際、いわゆる「より持続可能な」活動は、農場の経済にマイナスの影響も及ぼす。そのため、これらの活動に従事する農場には補助金が交付されることがある。

『イノベーション』の指標は、経済面と社会面の両方の観点からより重要になってきている。農場はその事業経済

への目に見える効果を目撃するためには、高い水準の『イノベーション』を達成しなければならない。それでもいくつかの研究は、農場の『イノベーション』が農場の持続可能性と強靱性に関する長期的な情報を提供することを報告している。『イノベーション』は社会面において、特に農家にも影響を与える。実際、『イノベーション』は牛舎の作業を容易にして（例えば、搾乳ロボット、自動給餌機など）、社会面の他の指標、例えば『ワーク・ライフ・バランス』や農家の『動機付け』にも影響を与える。

『農家の年齢』の指標は事業の持続可能性を確認するために使用され、農場の経済的パフォーマンスと密接に関連している。実際、他の一部の研究者らは、年齢構成が若い法人は、より高い水準の『イノベーション』、より多くの事業協力、より大きな『投資余力』を示す傾向があり、これらはすべて法人の経済の安定に関連する指標であると報告している。社会面では、『農家の年齢』は持続可能性に向けた実践を採用し、『地域社会への参画』を強化する『動機付け』と複雑に結びついている。

『CAP独立性』は、経済面と社会面の両方に関連する非常に重要な指標である。この指標は、農場の経済的安定性の概要を提供する。実際、CAP補助金は経済を支援することでプラスの影響を与える可能性がある。ただし、特定の状況ではマイナスに受け止められることもある。この指標を説明する評価項目は、「他の生産分野への依存」であり、それは経済面と社会面の両方に含まれる。農場のCAP補助金への依存性は、しばしば経済的安定性と逆

相関する。これは補助金への依存度が高いほど、経済的安定性が低い傾向があることを意味する。その結果、このような場合、農家の『動機付け』と「農家の実態」は低くなる可能性が高い。

LCAの手法で測定される『農場の協力』は、環境パフォーマンスと経済パフォーマンスの両方を向上させることができ、「人間のニーズを満たすために生態系資源が使用される効率」として定義される環境効率の指標とも連動する。環境パフォーマンスと事業の協力の間には正比例の関係が存在する。実際、協力を強化すると、農場の環境負荷が減少し、環境パフォーマンスが向上する傾向がある。同様に協力を強化すると、法人のコスト、特に生産活動に関連するコストが減少し、経済パフォーマンスが向上する。

3つの側面にまたがる指標

3つの側面のすべてに関連する指標には、『飼料自給率』、『家畜の健康とアニマルウェルフェア』、『エネルギー自給率』、『生物多様性保全』などがある。

『飼料自給率』とは法人の経済的循環を促進することにより、農場が家畜飼料の購入から自立できることを意味する。環境の観点からも自給飼料を使用することにより、購入品を減らすことができ、その結果、農場の経済的自立性を高めることができる。自給飼料を使用することは、農場の窒素バランスを減少させ、農場外の飼料の輸送に関連する環境負荷を最小限に抑えるのに役立つ。また企業は外国からの輸入品ではなく、地元産品を家畜に与えている

農場に高い関心を示している。

『家畜の健康とアニマルウェルフェア』の指標は、各農場から収集した33の測定尺度を12の評価項目に分類したウェルフェア・クオリティ・アセスメント・プロトコル^{*3}の方法を用いて評価することができる。この評価項目は適正な給餌、適正な収容、適正な健康、適正な行動の4つの基本原則に分類される。このプロトコルの適用には難しさがあるため、ウェルフェア・モニターと呼ばれる簡略化された新しいバージョンが使用され始めている^{*4}。この新しいプロトコルでは、それらの4つの基本原則について13の指標を用いて分析する。これにより、家畜の健康を短時間で適切に評価することができる。こうしたことから『家畜の健康とアニマルウェルフェア』の指標は、3つの側面すべてに該当するにもかかわらず、必ずしも法人の持続可能性に関連するとは限らない。環境面では適正な家畜の健康を維持することは、生産性を高め、医薬品の必要性を減らし、その結果、環境負荷を減らし、より持続可能な事業経済をもたらす。『家畜の健康とアニマルウェルフェア』は、通常、社会面と関連している。実際、この指標は、農業および畜産の慣行の社会的受容に最も影響する指標である。

『エネルギー自給率』の指標はパーセントで表され、農場で生産されたエネルギーと全体の消費エネルギーの比率として計算される。環境の観点では、この指標は「資源利用」が環境に与える影響を評価するために使用される。LCAは、環境負荷の大きさを評価するために最も広く使用されている手法であり、再生可能エネルギーと非再生

^{*3} Heath, C., Lin, Y., Mullan, S., Browne, W.J., Main, D. (2014) Implementing welfare quality® in UK assurance schemes: evaluating the challenges. *Animal Welfare*. 23:95–107.

^{*4} van Eerdenburg, F.J.C.M., Di Giacinto, A.M., Hulsén, J., Snel, B., Stegeman, J.A. (2021) A new, practical animal welfare assessment for dairy farmers. *Animals*. 11:881.

可能エネルギーを比較し、CO2排出量の点で差を測定する。再生可能エネルギーの利用は環境負荷が少ないだけでなく、農業慣行に対する社会の受容性を高める。また、この指標は経済的側面とも密接に関連している。実際、エネルギー購入からの独立性はコストの削減につながり、農業資源のより良い利用または再利用を促進し、それによって農場内の循環経済を促進する。

『生物多様性保全』の指標は、「生態系サービス」と「生物多様性」という2つの異なる評価項目を説明している。この指標は、持続可能性のすべての側面に掛かり合いがある。実際、環境の観点からは自然生息地を維持すること、ひいては高い水準の生物多様性を維持することへの農家の注意の測定を可能にする。経済的側面に関する限り、生物多様性の維持（他の問題と併せて）は、農家に対する「生態系サービス」の「供給」として認識されている。社会の構成員を代表するステークホルダーは、『生物多様性保全』の指標に関連する「生態系サービス」の属性を認識し、伝統的な文化的景観を維持する上で『生物多様性保全』が極めて重要であることを認識している。

EU域内の標準的な手順書

EU域内では農業、養殖業、漁業分野の持続可能性を評価するための包括的な手順書（プロトコル）が確立されている。2014年、国連食糧農業機関（FAO）は、食料農業システムの持続可能性の評価（SAFA）のための有用な指

標のリストを作成した⁵。また、いくつかの生産分野の最も重要な環境、経済、社会への影響を特定して説明するためのプロトコルを開発するグローバル・レポーティング・イニシアチブ（GRI）のスタンダードとして、農業、養殖業、漁業分野を含むGRI13が2022年に承認された⁶。ただし、これらの手順は、農業分野のすべての領域に一般的に適用されるように作成されたものであるため、酪農部門とその特殊性を説明していない。

2022年には、「DEXi-酪農指標ハンドブック」も出版された⁷。このハンドブックは、酪農場の持続可能性を評価するために必要な指標と、指標自体を算定するために必要な測定方法の特定の両方を提案しているが、3つの側面のすべてを考慮しているにもかかわらず専門酪農場のみを扱うものであり、個々の指標の評価尺度は主に専門家の意見に基づいている。

おわりに

この論文を発表した研究者らによれば、指標を採用することで、農家を始めとするすべてのステークホルダーの持続可能性の問題に対する理解を促進して意識を高めることが可能になるといえる。農家の意識が向上すれば、農場管理の水準の改善に向けた重点と行動を特定することが可能になり、農場は効率性を高めるだけでなく、酪農場への世論を改善し、それによって社会からより大きな支持を得ることができるという。さらに農場における持続可能

性の特定と定量化は、公的資金による報酬につながる可能性があるとしている。ただし、この論文では多くの指標が特定されたが、算定のための統一的な共通の測定尺度を特定することはできなかったとしている。

この論文では、酪農乳業の国際組織であるデーリー・サステナビリティ・フレームワーク（DSF）への言及はなかった。DSFでは酪農乳業の特殊性を考慮した11の評価項目を2018年に開発し、各評価項目には1つずつの指標及び測定基準を設定している（3つの評価項目は酪農と乳業で別々に設定）。この手順によりごく一部の指標に関してはあるが、世界全体の酪農乳業の持続可能性の取り組みについて国際的に整合化された測定と報告を実現している。DSF会員は、11の評価項目に加え、国内の状況を踏まえた重要課題の候補を準備して、会員とステークホルダーにとっての重要課題（マテリアリティ）を決定し、優先的に重要課題の改善に取り組む。現在DSFの利用は世界の生乳生産量のうち、公式に取引されているものの50%超である。

日本でも我が国酪農乳業の持続可能性の重要課題に関する協議が、国内関係者らとともにJミルクの事業として2024年までに進められた。Jミルクは、日本のDSF統括会員でもある。2025年は重要課題の解決が始まる。

担当：Jミルク

国際グループ 新光一郎

⁵ SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems). Tool: User Manual Version 3.0. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3957e>

⁶ GRI 13: Agriculture, Aquaculture and Fishing Sectors 2022.

（日本語版は次のURLで公開：<https://www.globalreporting.org/standards/standards-development/sector-standard-for-agriculture-aquaculture-and-fishing/>）

⁷ Wilfart, A., Baillet, V., Balaine, L., Díaz de Otálora, X., Dragoni, F., Krol, D. J., Fratzczak-Müller, J., Rychla, A., Rodríguez, D.G.P., Breen, J., Anestis, V., Buckley, C., Alem, H., Winiwarer, W., Akkal-Corfini, N. and Amon, B. (2023) DEXi-Dairy: an ex post multicriteria tool to assess the sustainability of dairy production systems in various European regions. *Agronomy for Sustainable Development* 43:82.

IFCN

ポーランドに見る持続可能な酪農の取り組み

2024年9月、ポーランド・セロツクにおいて、国際酪農比較ネットワーク（IFCN）は第22回IFCNサポーターカンファレンスを開催した。このサポーターカンファレンスは、6月頃に開催される酪農乳業分野の研究者を対象とするデリーカンファレンスとは別に酪農乳業界の企業や団体を対象とするものであり、約20か国から130名以上の関係者が参加した。今回は、持続可能な方法で生乳の生産量を増やすという課題に焦点が当てられ、経済的、社会的、環境的な要素を考慮しながら業界全体が連携して取り組む必要性が強調された。会議期間中には、ここ数年の生乳生産量が増加傾向にあるポーランド^{*1}の先進的な酪農場を視察する機会が提供された。その訪問先農場の紹介とともに、生乳の販売取引先であるホッホランド社（Hochland）が契約酪農家と進めている持続可能性への取り組みについても紹介する。

ホッホランド社の 契約酪農家への取り組み

ホッホランド社は1927年にドイツで創業以来、チーズ製造に特化した乳業会社である。現在、同社は国際的に事業を展開し、ドイツ、フランス、スペイン、ポーランド、ルーマニア、ロシア、米国に生産施設を有している。ポーランドにおいては1993年に事業を開始し、西部と東部に2つの製造拠点を置いている。

ポーランドにおいて、同社は現在450戸以上の酪農場と契約している。契約農場は数頭から十数頭規模の小規模なものから、数百頭規模の大規模なものまで多岐にわたる。これらの契約農場はエネルギー効率や温室効果が

ス（GHG）排出量削減といった課題に対応するため、排水処理施設や太陽光パネルの設置などの取り組みが進められている。同社のGHG排出量の大部分（CO2換算量の約90%）は、生産に使用される原材料、特に生乳に起因しているため、2023年に10戸の酪農家と協力し生乳1kgあたりの排出量を試験的に計算した。生乳から発生する排出量の主な要因は、①牛の消化過程、②飼料の生産と購入、③ふん尿の保管、④電気や燃料などのエネルギー消費である。この計算には排出量を算定・報告する際の国際的な基準であるGHGプロトコルに基づ

いた方法論が用いられており、2024年後期には排出量計算表の完成も予定されている。

さらに同社は、ポーランド最大の乳業団体であるポーランド乳業会議所（Polish Chamber of Milk）や、ブリーダー、その他の生乳購入企業と協力し、国際酪農連盟（IDF）のガイドライン



アニマルウェルフェアの観点から、フリーストール牛舎にスタンションの設置はなかった

*1. JIDF「世界の酪農情況」 https://www.j-milk.jp/gyokai/database/jidf_faostat.html

*2. SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT HOCHLAND POLAND 2023 https://www.hochland-group.com/assets/images/Raport%20Hochland%20EN_final.pdf

に基づいた牛の福祉基準を開発している。2023年時点では契約農場の61%がこの基準の最高ランクであるレベルAを達成しており、2025年までに契約農場の70%がレベルAを達成することを目指している²。

ポーランドの生産現場事情

ポーランド国内の一戸当たりの平均経産牛飼養頭数は約12頭である¹。今回視察した2軒の農場は、いずれもポーランドにおいて大規模で最新の設備を備えた先進的な酪農場であった。両農場はホッホランド社の東部工場近郊に位置し、生乳を同社に出荷している。

1軒目のレシェック・ユシヤク牧場 (Leszek Duszak Farm) は、1980年に25頭の牛で創業し、現在では630頭を飼養する規模に成長した。年間1頭あたり平均約1万1500kgの乳量を誇り、家族経営を基盤にしながら、ポーランドで毎年開催される農家または企業の経営・労働・環境などを評価するコンテストであるアグロリガ (AgroLiga) の農家部門で2023年に1位を受賞するなど、その実績が高く評価されている。持続可能性にも積極的に力を入れており、太陽光パネルによる再生可能エネルギーの活用や、バイオガスプラントの導入計画を進めることで環境負荷を削減している。また500haの農地で自給飼料を生産し、輸送コストを削減。さらに自動カーテンシステムを備えた

牛舎によって温度と湿度を管理し、過密飼育を避けることでアニマルウェルフェアに配慮し、健康で長寿命の牛を育成することで高い生産性を実現している。

2軒目のダリウシュ・ナシウオフスキ牧場 (Dariusz Nasiłowski Farm) は、1994年に家族経営の小規模酪農場として創業した。当初は親から引き継いだ牛5頭で繋ぎ飼いをし、年間5000kgの乳量であったが、現在ではフリーバーン牛舎を導入し210頭の搾乳牛を飼養している。140haの農地で自給飼料を生産し、過密飼養を避けるなどしてアニマルウェルフェアにも配慮している。1頭あたり年間1万4000kg以上の乳量を生産し、国内でもトップクラスの規模を誇る農場である。また米国に本社を置くカーギル社 (Cargill) が開発した、世界中の飼料成分データを収集した高度な栄養管理システムであるカーギル・ニュートリション・システム (Cargill Nutrition System) を活用したツールであるデリー・マックス (Dairy Max) によって、乳量と脂肪やタンパク質などの乳成分を最大化しながら飼料コストを抑えることができる他に、メタンガス排出量も評価することが可能となっている。



レシェック・ユシヤク牧場周辺：太陽光パネル設置と、生物多様性保全のための溜め池



ダリウシュ・ナシウオフスキ牧場の牛舎内

今回視察した農場は、いずれもポーランドでも特に先進的な酪農場であった。しかしここ数十年で設備投資や増頭が急速に進んだことを見ると、ポーランド酪農が発展途上にあることが伺えた。また持続可能性やアニマルウェルフェアの実際の取り組みや営農指導が、関連企業の支援によって実施されている点も興味深い。我が国の酪農においても、このような乳業や関連企業と緊密に連携した取り組みは今後の参考となるだろう。

担当：Jミルク
国際グループ 栗原 丈治

IFCN (International Farm Comparison Network)

国際酪農比較ネットワーク

酪農乳業の研究者と事業者らで作った組織で、本部をドイツ・キールに置く。会員は100組織を数え、活動に参加している研究者は世界100か国以上から参集。2000年には酪農経営に関するデータ収集を始め、その比較分析を主要な事業と位置付けている。

問い合わせ先 IFCN「Dairy Processor Report」の注文はweb サイトから<https://ifcndairy.org/dairy-processor-report/>

詳細・注文などの問い合わせ先 e-mail : info@ifcndairy.org 広報担当者/Shiyin Zhong e-mail/shiyin.zhong@ifcndairy.org

組織名/IFCN Dairy Research Network 所在地/ドイツ・キール

GDP

乳の価値情報を発信する「GDP 見解書」

グローバル・デリー・プラットフォーム（GDP）は、世界中に酪農乳業の「物語」を伝えるために、「栄養」、「持続可能性」、「社会経済発展」の3領域のエビデンスの提供に注力している。その活動の一環として、「栄養」を中心とする酪農乳業及び牛乳乳製品の意義や価値に関する最新の科学的エビデンス情報とGDPの見解をまとめた「GDP 見解書（GDP Perspective Paper）」¹を定期的に発表している。以下に、2024年4~9月号の要約を紹介する。

4月号 牛乳乳製品は植物性代替飲料よりも持続可能性が高い

デヨングらが最近発表した論文²は、牛乳乳製品と植物性代替飲料のどちらの持続可能性が高いかは持続可能性の定義で変わることを示している。食品の持続可能性を評価する研究者は、これまで二酸化炭素排出量や水使用量などの環境指標のみを用いてきた。一方で国連食糧農業機関（FAO）は、「持続可能な食料システム」³を「すべての人に食料の安全と栄養を提供し、経済的に安定し、社会に広範な利益をもたらす、環境に正または中立の影響をおよぼすもの」と説明している。そこで、環境コスト、栄養素含有量、小売価格を同時に考慮して評価したところ、低脂肪乳の方が植物性代替飲料よりも持続可能性が優れているという結論に達したという。そして、特に栄養

素含有量が重要で、一般的な「食品重量」の代わりに「栄養素含有量」と「消化吸収性」を考慮すると植物由来食品と動物由来食品の環境影響（GHG排出量）の差が消失するか、逆転するとしている。GDPが提唱する行動：環境配慮だけに注目する持続可能性の定義を、栄養や生体利用性、社会経済的効果などの評価を組み込んだ汎用的なものに変える。

6月号 低所得国における酪農乳業開発と栄養

牛乳乳製品は低所得国（LMIC）の幼児の栄養と健康を改善するというエビデンスがあるが、その摂取量は様々な理由で世界の多くの地域で低いままである。Food Policy誌に掲載された最近の研究⁴やGDPの「アフリカ酪農乳業開発」⁵などに基づく、LMICは

牛乳乳製品の生産と消費を促進させる投資の好機にあるといえる。バリューチェーン全体で成果を上げるには時間、労力、資金が必要であるが、LMICにおける酪農乳業の発展は、栄養に富む食品を、必要とする人々に届けることにつながる。さらに酪農乳業は、女性を始めとする締め出されがちな人々に対して所得創出と指導的立場の機会を提供する。そして、結果的に世界の酪農乳業全体の発展の原動力となる。

7月号 隠れた飢餓

LMICの人々は微量栄養素欠乏の影響を過度に受けている。しかし、Gastroenterology誌に最近掲載された論文⁶によると、食料が豊富にありながら微量栄養素が欠乏する「隠れた飢餓」が、高所得国の特に高齢者の間で蔓延しているという。米国と欧州では

^{*1} <https://globaldairyplatform.com/media-centre/#perspective-papers>

^{*2} de Jong P. Sustainability. 2024; 16:1919. <https://doi.org/10.3390/su16051919>

^{*3} Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sustainable Food Systems: Concept and Framework. 2018. <https://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf>

^{*4} Headey DD. Food Policy. 2024;122:102585. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919223001835>

^{*5} <https://globaldairyplatform.com/dna/>

^{*6} Alvarez-Nuncio MDC. Curr Opin Gastroenterol. 2024;40:99-105. https://journals.lww.com/co-gastroenterology/abstract/2024/03000/micronutrient_status_and_protein_energy.8.aspx

高齢者の多く（35%、40%）が血液中のビタミンD濃度が低く、欧州では全人口の約5%がビタミンA欠乏状態にあり、高所得国の高齢者ではタンパク質、鉄、ヨウ素が欠乏または不足していることが多いという。今後、高齢者人口が顕著に増加すると、「隠れた飢餓」はさらに悪化する。世界的に欠乏しやすい微量栄養素（鉄、亜鉛、ビタミンA、カルシウム、葉酸、ビタミンB₁₂）について調べた研究⁷では、動物の内臓、魚、牛乳、牛肉、卵といった動物由来食品の摂取不足がこれらの栄養素の不足に寄与することが示されている。隠れた飢餓の軽減には食事の質（栄養）の改善が必要で、栄養豊富な牛乳乳製品が重要な役割を果たす（欧米と異なり、日本では牛乳からビタミンA、ビタミンD、ヨウ素を効率的に摂ることはできないことに注意）。**GDPが提唱する行動：**世界中の人に健康的で手頃な価格の選択肢として牛乳乳製品を提供する。栄養豊富な牛乳乳製品は健康的で持続可能な食事の一部として重要であることが理解・評価されるよう、消費者、教育関係者、医療専門家、政策立案者を対象とする啓発活動が続ける。

8月号 糖尿病の負担を軽減する食事介入

2型糖尿病（T2D）有病者が世界の成人人口の10%を超えており、今後、途上国を中心に大きく増加すると

予測されている。糖尿病発症リスクを増減する最重要要素の1つは食事であり、食事は糖尿病の管理にも重要である。複数の研究が牛乳乳製品の総摂取量がT2Dリスクを低減させることを示しており、特に低脂肪タイプと発酵タイプの摂取量が発症予防と強く相関することを示している。なお、全脂肪タイプはT2D発症に対して中立的である。ジョスリン糖尿病センターのハムディー氏は、牛乳乳製品は栄養密度やタンパク質の質が高く、体重の適正化や筋肉量の維持・増加に役立つため、T2Dの管理と予防のための医学栄養療法の基本食品として重要だとしている。**GDPが提唱する行動：**T2Dの予防と治療に対する牛乳乳製品の有益な効果に関する啓発活動を引き続き支援する。T2Dにもたらす乳マトリクス特有の効果に関する研究に投資する。

9月号 牛乳乳製品は低価格で栄養豊富な食事に欠かせない

世界的な機関が「持続可能な食生活」を検討する際、「健康と栄養」、「環境」、「社会・文化」、「経済」の4領域を考慮するが、環境と栄養を特に重視してきた。しかし、2019年に植物主体の食事を推奨するEAT-ランセットの発表があったことで、最近では経済面も注目され始めている。ヒルボネン氏⁸は、EAT-ランセットの食事のコストが、地域に根差した十分に栄養を摂ること

ができる食事よりも60%高く、世界人口の1/4には支払えないことを示し、FAO/IFAD/UNICEF/WFP/WHOはそれを裏付ける報告書「世界の食料安全保障と栄養の現状 (SOFI) 2024年」⁹を発表した。また、マッセイ大学リデット研究所のチュンチュラム氏は、1日のエネルギー必要量と各栄養素の最低必要量/上限量、さらに1日の食事を考慮するモデルを用い、動物由来食品を含まないか、ごく少量の食事は、動物由来食品を含む食事よりコストが高いことを明らかにした¹⁰。タンパク質、カルシウム、鉄、ビタミンB₁₂などの最良かつ最低価格の食材が動物由来食品であることに起因するという。米国の場合での検証¹¹では、動物由来食品を含む栄養的に適切な食事が1.98ドル/日であるのに対し、植物由来食品だけの食事は3.61ドル/日（+45%）であった。なお、前者の51セント（26%）分は牛乳乳製品であり、タンパク質（1日分の26%）とカルシウム（1日分の65%）の供給源となっている。さらに、カルシウム1000 mgを含む量では、牛乳乳製品の1.30ドルに対して代替植物性飲料は2.27～2.84ドルであった。ニュージーランドとインドネシアでも同様の結果で、アフリカと東南アジアの数か国でも同様の研究が進められている。

担当：Jミルク
国際グループ 木ノ内 俊

GDP（「グローバル・デリー・プラットフォーム」Global Dairy Platform）

GDP は、世界の主要乳業メーカー 4 社のCEOが2006年に設立した会員制の国際組織。酪農乳業界が直面している共通の課題に対して、個々の国が非競争的に情報共有・連携協力して対応することを目的にしている。2024年時点で、35か国から90を超える乳業会社や酪農乳業団体などが会員となっている。

⁷ Beal T. PLoS One. 2017;12:e0175554. <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0175554&type=printable>

⁸ Hirvonen K. 2020;8:e59-e66. doi: 10.1016/S2214-109X(19)30447-4. Epub 2019 Nov 7. Erratum in: Lancet Glob Health. 2020;8:e1472 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7024996/>

⁹ FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2024. The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 – Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1254en>

¹⁰ Chungchunlam SMS. Front Nutr. 2024;11:1399019. <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2024.1399019/full>

¹¹ Chungchunlam SMS. Nat Food. 2020;1:376-381. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37128091/>



乳・乳製品分析法に関する 最近の IDF の活動と課題について

乳・乳製品分析法に関する最近の国際酪農連盟（IDF）の活動と課題について、2024年6月24～27日にジンバブエ・ビクトリアフォールズにて開催されたIDF/ISO分析ウィーク2024におけるシンポジウムの内容を中心に紹介する。

IDF/ISO合同分析法規格について

IDFは1928年より、乳・乳製品分析法に関する規格の発行を開始した。また様々な分野の国際規格を策定する国際標準化機構（ISO）は、1958年にISO/TC34/SC5（食品専門委員会（TC34）の下部組織である乳・乳製品分科委員会（SC5））を設立し、1960年代より乳・乳製品分析法に関する規格の発行を開始した。一方コーデックス乳・乳製品部会（CCMMP）の前身であるFAO/WHO乳及び乳製品基本原則政府専門家委員会から、IDF、ISO、AOAC INTERNATIONAL^{*1}に対して出された要請に基づき、IDFとISOは1963年に乳・乳製品のコーデックス規格²のために必要な分析法を合同で開発することに合意し、さらに2000年以降、乳・乳製品の分析・サンプリング標準法を合同で発行することに合

意した。その結果、現在では、190以上のIDF/ISO合同分析法規格が発行され、その多くがコーデックス規格の規定を検証するために参照されている。

IDF/ISO分析ウィークとは？

IDFとISOの合同作業プログラムは、主にIDF/ISO分析ウィークで議論される。この週間は乳・乳製品の専門家による年1回の会合で酪農乳業界のニーズと課題について議論し、最新情報について検査メーカーと交流するための重要な会議である。IDFとISOの関係者限定で行われるビジネスミーティングのほか、試験所の管理者、酪農科学者、分析専門家などが幅広く参加でき、分析ソリューションの最新動向や新たな取組みの立ち上げについて、ネットワーク構築と意見交換ができるシンポジウムが開催される。

IDF/ISO分析ウィーク・シンポジウムでのIDF事務局の講演

コーデックス分析・サンプリング法部会（CCMAS）は、10部会あるコーデックス一般問題部会の1つである。CCMASの主要議題の1つとして分析・サンプリング法規格（CXS 234-1999）が挙げられ、コーデックス文書に記載される分析法の掲載・検証などを行っている。コーデックスは世界の複数の試験室において妥当性確認（試験所間の比較データ）を要求していることから、IDF/ISOでも妥当性確認を行った分析法の確立を目指している。現在CCMASでは、粉乳及び粉乳製品中の水分の測定、チーズ中の硝酸塩・亜硝酸塩の測定法などが議論されている。IDFはコーデックスの乳の定義、「乳とは、1回以上の搾乳によって得られる、何かを加えたり取り除いたりしていない搾乳動物の通常の乳腺分泌物で

*1 コーデックス（Codex Alimentarius）について
食品規格という意味を持ち、コーデックス規格とも呼ばれている。コーデックス規格は、消費者の健康保護と、公正な食品貿易の確保を目的に、国連食糧農業機関（FAO）と世界保健機関（WHO）によって1963年に設立されたコーデックス委員会（CAC）で、策定されている。（農水省HP等より）

*2 AOAC（Association of Official Agricultural Chemists）INTERNATIONALについて
1884年に米国農務省（USDA）と米国食品医薬品局（US FDA）に設立されたAOAC INTERNATIONALは、世界中の政府、産業界、学界の分析科学専門家からなる独立した非営利の会員組織で、その目的は、規格、検証された試験法、試験所の品質プログラムを通じて、食品の安全性と製品の完全性を高めることである。（AOAC INTERNATIONAL HPより）

あり、液体のまま消費すること、または更に加工することを目的に作られたものである。(CXS 206-1999)」を重視しており、酪農乳業界において価値ある情報をコーデックスへ提供してきた。加盟国の中にはコーデックス規格を法律に直接結びつけている国もあるがそうでない国もあるため、継続的な情報伝達が必要と考えている。IDF事務局や特定のIDF加盟国だけで行うことは不可能であるため、可能な限り幅広い専門家を含むステークホルダーが集まり、IDFとしての見解を確立し発信していくことが力になる。またそれらの活動を通じて、コーデックスの議決権を有する会員国への働きかけも可能になる。IDFは今後も、この活動を通じて酪農乳業界に貢献していく。

IDF/ISO分析ウィーク・シンポジウムのパネル討論会で共有された課題について

① 分析方法の教育に関する課題

学生時代に理論・技術を学んでも、研究室には機器や試薬がない場合もあり、実践的スキルが乏しい場合が多い。また技術習得のために用いるマニュアル類も乏しく、研究室の数も少ない。

課題への意見：「インドではほとんどの大学でインターンシッププログラムがある。カリキュラムの一環として1～3か月、場合によっては6か月現場の分析室に滞在し実践的なスキルを習得できる」、「IDFとISOはメンターシッププログラムを開発するよう依頼されている。試験の実施、機器の操作、標準

物質の使用について理解できるよう、ラボ担当者を育成するためのメンターシッププログラムが必要」、「一部の分野では、ウェブでトレーニング資料を見つけることができる。一般の人々が利用できるトレーニング資料を備えるウェブサイトを設置できれば、非常に良いと思う」。

② 分析機器の導入時の課題

分析機器の購入時に設置サービスが含まれていないため、梱包されたまま2、3年使用されていないこともある。また、機器の使用方法や基本的メンテナンスについて従業員を訓練するため、機器の設置と試運転を行う専門家の派遣を契約に含める必要がある。

課題への意見：「インドでは購入手順の一部として機器の検証、分析方法の検証、訓練を含めている。完了までに、1年あるいは2年かかることもある」、「IDF/ISO分析法規格では、機器メーカーに指定は無い。そのためラボで必要な機器を選定し、メンテナンスの必要性を踏まえたうえで購入することに困難があることはよく理解できる。経験上、国内だけではなく、欧州やアジアなどの地域の販売代理店を通じメーカーにメンテナンスを依頼すれば解決策につながる可能性がある」。

③ 分析機器の導入コストに関する課題

ジンバブエでは、最先端の機器や標準物質を輸入している。そのためコストが高く、標準化された分析法の使用を妨げている。

課題への意見：「国際的に標準化、調和を進めるためには分析法を改訂した場合、少なくとも2つのサプライヤーか

ら必要な資材を入手できることが好ましい。1つのサプライヤーでは、国によって入手できないことがある」。

日本の分析法における課題と今後について

前述の課題において、日本の試験所にもあてはまるものがある。例えば試験所において分析頻度が少なく、かつ熟練を要する分析法の教育はマニュアルが存在しても難しい。また最近では、大型機器分析において原理やスペックが同等でも、機器の配管や構造の違いなどによりメーカー間で同等の結果が出ない場合がある。もちろん試薬についても、コスト・納期・安定性などの問題は常に存在し得る。

また日本の乳における分析の公定法(乳等命令など)が必ずしもIDF/ISO分析法等国际的に認められている方法と整合されていないという根本的な課題があり、海外との取引貿易の際に障害となる可能性がある。

当Jミルクは日本産業標準調査会(JISC)から承認を受け、2023年度よりISO/TC34/SC5のPメンバー(投票義務がある積極参加メンバー)の国内審議団体となり、様々な課題において行政や専門家の意見を得ながら活動している。ISO/TC34/SC5国内審議委員会(委員長：五十君静信氏/東京農工大学)において、日本の国内分析法の国際整合化に向けての議論も開始している。

担当：Jミルク

国際グループ 戸塚 新一

IDF (International Dairy Federation)

国際酪農連盟。1903年に設立された非営利的、非政治的な世界規模の酪農乳業界の国際団体(NGO)である。現在欧米・オセアニア諸国を中心に43か国が加盟している。日本は1956年に加盟し、国際酪農連盟日本国内委員会(JIDF)としてIDF活動に積極的に参画している。酪農乳業の科学的、技術的及び経済的発展を推進することを目的とし、エビデンスに基づく科学的専門知識及び学識の発信源になることにより国際的な酪農乳業分野全体を代表するとともに、FAO、WHO、ISO、コーデックス、WOAHなどの国際機関と連携・共同し、世界の酪農乳業界の声を発信している。

データに見る世界の酪農乳業

「牛乳の少ない食事」のリスクとは？

「牛乳の少ない食事」とは？

米国ワシントン大学保健指標評価研究所（IHME）を中心に世界各国・地域の研究機関が参加する共同研究「世界の疾病負担研究（Global Burden of Disease Study: GBD）」では、1996年以来、様々なリスク因子への曝露について調査し、曝露による相対的な健康リスクと疾病負担を体系的に推定している。

GBDでは行動リスク因子の一つである食事に関するリスクについて、全死因によるリスクを最小化する最適な摂取量を定義し、主な疾患率との加重平均として算出している。2019年に食事に関するリスクの一つである「牛乳の少ない食事」を一日当たり435gよりも少ない牛乳の摂取量と定義し、摂取量の最適範囲（360～500g／日）の中間値よりも少ない場合を指すとした^{*1}。また2021年には摂取量の最適範

囲を、男性280～340g／日、女性500～610g／日に変更した^{*2}。

「牛乳の少ない食事」は、近年世界的に増加

1990～2021年の世界及び各国・地域での88のリスク因子について年齢、性別、地域、年ごとの推計値を分析したGBDの2024年の報告^{*3}では、食事に関するリスクのうち「牛乳の少ない

表：1990～2021年の食事に関する行動リスク因子への全世界の暴露値

食事に関する行動リスク因子	年齢標準化要約暴露値（％）			
	1990年	2000年	2010年	2021年
果物の少ない食事	45.3	43.7	41.7	40.9
野菜の少ない食事	33.9	29.1	27.2	27.3
豆類の少ない食事	39.6	35.3	32.4	31.7
全粒穀物の少ない食事	41.9	42.7	43.6	43.8
ナッツと種子の少ない食事	42.9	37.4	34.0	31.4
牛乳の少ない食事	62.7	62.5	63.2	64.9
赤身肉の多い食事	27.1	27.3	29.0	29.4
加工肉の多い食事	17.0	17.2	17.3	16.2
加糖飲料の多い食事	13.5	14.8	16.9	18.8
繊維質の少ない食事	36.1	34.3	30.5	26.4
カルシウムの少ない食事	25.1	23.5	21.5	19.9
魚介類のオメガ3脂肪酸の少ない食事	49.2	46.6	40.6	35.5
オメガ6系多価不飽和脂肪酸の少ない食事	78.2	77.3	76.0	75.6
トランス脂肪酸の多い食事	15.3	15.3	10.2	6.4
ナトリウムの多い食事	40.6	40.9	40.8	40.0

出典：文献3を基に、Jミルク改変

*1 <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2819%2930041-8>

（世界の疾病負担研究の体系的分析2017：1990～2017年、195カ国における食事リスクの健康への影響）

*2 [https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736\(24\)00933-4/attachment/e175b500-3467-4cc5-aff8-ded0c0eea399/mmc1.pdf](https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S0140-6736(24)00933-4/attachment/e175b500-3467-4cc5-aff8-ded0c0eea399/mmc1.pdf)

（世界の疾病負担研究2021：1990～2021年、204カ国および811の地方都市における88の危険因子の世界的負担および証拠の強さの補足資料）

*3 <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2824%2900933-4>

（世界の疾病負担研究2021：1990～2021年、204カ国および811の地方都市における88の危険因子の世界的負担および証拠の強さ）



食事」への暴露は近年世界的に増加しており、1990年の62.7%から2021年の64.9%へと2.2%増加したことが明らかになった(表)。

食事に関するリスクの健康への影響

GBDによる1990～2017年の調査の分析では、特定の食事因子(例えば果物、野菜、加工肉、トランス脂肪の摂取量)と非感染性疾患(虚血性心疾患、糖尿病、大腸がんなどいわゆる生活習

慣病のこと)との間に潜在的な因果関係があることが明らかになり、生活習慣病予防を目的として各国及び国際的な食生活指針にも広く利用されることとなった^{*1}。

食事に関するリスクへの暴露の負担が最も少なかったのは、公衆衛生・健康・保健医療上の指標の高い国であった。195か国にわたる食生活パターンの系統的な評価により、集団レベルでの食生活が健康に及ぼす影響の包括的な全体像が明らかになった。食生活の乱れは様々な慢性疾患と関連しており、世界各国において生活習慣病による死亡の主な原因となりうるため、食生活の質の向上について世界的に協調して努力することが必要

であることが強調されている。

世界的に見て2017年には、ほぼすべての食品及び栄養素の摂取量が最適ではなく、摂取量と最適な摂取量のギャップが大きかったのはナッツと種子、牛乳、全粒穀物であり、牛乳は平均で最適な摂取量の16%であった。

「牛乳の少ない食事」は、がんのリスク因子になる可能性

GBDが2010年～2019年の調査データを用いて実施した分析では、がんに

よる死亡の最大のリスク因子は、トップは喫煙、2位飲酒、3位高BMI、4位安全でない性行為、5位高空腹時血糖値の順となっており、この期間に変化はなかったことが明らかになった。

この中で注目すべきは、がんリスク因子の第9位に「牛乳の少ない食事」がランクされていることであり、同じく順位には変化はなかった。「牛乳の少ない食事」がどのようにがんの発症と関わっているのか、論文には詳細な記載はないが、おそらくカルシウムやタンパク質などの栄養素の摂取不足が関係している可能性がある^{*4-5}。

日本人と「牛乳の少ない食事」

近年、日本国内で消費される牛乳乳製品の量は年間約1200万t(生乳換算)で推移しており、日本人の食生活はGBDによる「牛乳の少ない食事」の範囲内にあてはまる。2021年の主要国における牛乳類の1人あたり年間消費量は、日本は最も少なく、欧米の約3分の1である^{*6}。

Jミルクが毎年実施しているアンケート調査によると、15歳以上の人々が牛乳類を飲んだり、利用する頻度は、近年、少しずつ減少する傾向にある。2021年に一時持ち直したものの、再び減少傾向に戻った。

このように日本人の牛乳乳製品の摂取量は現在でも「牛乳の少ない食事」であるが、今後さらに牛乳が少なくなってしまうと、健康へのリスクは高まるのではないだろうか？

担当：Jミルク国際グループ

*4 https://www.j-milk.jp/report/study/acad.research/202301_vol29.html
(Jミルク・アカデミックアップデートVol.29 2023.1：がん死亡のリスク因子1位は「喫煙」で10年間変わらず-「牛乳の少ない食事」だと「がん」リスク因子になる可能性も-)

*5 [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(22\)01438-6.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(22)01438-6.pdf)
(世界の疾病負担研究の体系的分析2019：危険因子に起因するがんの世界的負担(2010～19年))

*6 https://www.j-milk.jp/knowledge/dairy/f13cn000000009fw-att/milkchishiki2023_all.pdf (Jミルク・牛乳乳製品の知識 改訂版)

南アジアのヨーグルト「ダヒ」



土器からダヒを食べるネパール・バクタプルの子供

中央アジアから南アジアに伝わった発酵乳ダヒ

世界三大発酵乳の一つといわれるダヒは、紀元前300年頃、中央アジアを起源とする遊牧文化や乳食文化がアーリア人によってインドに持ち込まれたことに由来するとされている^{*1}。肉食よりも乳を珍重し、ウシを神の使いと崇拝したアーリア人の支配の拡大に伴いこの考え方はインド全土に広がり、現在も信じられている。古代の仏教聖典にもウシは人間の友であること、牛乳の栄養や滋養強壮、乳製品の祭祀への利用などについて触れられている。釈迦の時代から牛乳や発酵乳を始め様々な乳製品の生産が行われていたが、紀元前300年頃には乳と発酵乳が区別され、乳酸発酵により乳が凝固して発酵乳となる工程が認識されていたと推測されている。

インドは世界最大の酪農国であるが、ウシ及び水牛の生乳生産量の40%超がダヒに向けられているといわれるほど、日常食として国民の多くに消費されている。特に暑い季節には体を冷やす暑気払いとして好まれ、露店でも多く販売されている^{*2}。また水牛の乳はウシよりも固形分、脂肪分が高く、水牛の乳から作ったダヒはコクがあると人気である^{*1}。

インドのダヒ

インド亜大陸において冷涼な気候は北部の平原に限られ、他の大部分の地域は乾期と雨期が入れ替わり高温が年間を通して続く熱帯である^{*1}。高温の環境では生乳はすぐに腐敗するため、生乳の多くは早めに加熱殺菌され、スターターや前日に作ったダヒを加えてそのまま一晩または一日程度静置して室温で乳酸発酵させる^{*3, 4, 5}。こうして出来るのが、「ダヒ」と呼ばれる発酵乳である。酷暑のインドでは高温乳酸菌からなるスターターが適しているはずであるが、実際には中温乳酸菌によるマイルドな酸味を持つダヒがこの地域に普遍的に存在する。

この矛盾は、インドにおけるダヒの伝統的生産には素焼きの土器が使われていることで一部は合理的に説明される。現在では地域により金属製、プラスチック製の容器も使用されているが、いまだに土器による牛乳の保存や発酵はインド各地で行われている。土器にしみ込んだ水が土器表面から蒸発し気化熱を奪い、土器内の乳の品温が室温よりも低下する。たとえ外気温が高温乳酸菌の生育適温の範囲であっても、土器内の乳は中温乳酸菌の生育に適した温度に維持される^{*1}。土器の活用は、遊牧民にはなかった農耕民族であるインド人の伝統的な乳加工の大きな特徴である^{*4}。

ネパールのダヒ

インド近隣の پاکستان、ネパールでも、同じくダヒの名称で素焼きの土器を利用した発酵乳生産が現在でも行われている。ネパールはチベット文化の影響を大きく受けているが、ネパールにおけるダヒ生産技術はインドから伝播した可能性が高い。パキスタンはアリア人のインドへの侵入経路にあたり、インドに先行した可能性も否定できない^{*1}。

ネパールのカトマンズ近郊の古都バクタプルでは、この地域で採れる良質の粘土を利用した素焼き土器の生産が盛んであり、この土器を利用したダヒ生産も盛んである。ネパールは高地にあり気候は冷涼なのだが、高温乳酸菌が主に利用され、酸っぱいダヒが作られている。これは、台所の残り火の上に乳入りの土器を置いたためだといわれている。

ダヒの料理や他の乳製品加工への活用

ダヒは、南アジアとインド全域の食事に多用されている。カレー料理に加えるのはもちろん、ライタというヨーグルトサラダにしたり、タンドリーチキンを作る際にダヒに漬けて酵素の作用で鶏肉を柔らかくしたり、ごはんやダヒをかけたりなど様々な料理に合わせる。

全乳から作られるダヒは、壺に入れて回転式の攪拌棒を用いたチャーニング工程によりバター（「マカン」と呼ばれる）にされ、さらに加熱してギー（バターオイル）に加工される^{*3, 5, 6}。バター作りで出てくるバタールミルク（「チャーチ」と呼ばれる）は、砂糖や塩を加えてラッシーとしてそのまま飲んだり、カレー料理に利用したり、またミルク粥などにも使われる。ダヒを薄めてラッシーと呼ぶこともある。ギーはインド料理の

おいしさを引き出すために、日々の食事に欠かせない重要な食材である。ギーは水分が低いので暑いインドの室温においても腐敗することがなく、重要な保存食でもある^{*2-6}。またダヒは水分を絞ってマスコと呼ばれるドライヨーグルト（水切りヨーグルト）にして、フルーツやナッツ、スパイスを加えたシュリカンドというヨーグルトケーキの材料としても使われる^{*2, 5}。

興味深いことに、インドではダヒやラッシーを更にチーズまで加工することはない。インド西部の牧畜民はチーズを製造せず、乳タンパク質を抽出したり保存する技術を持たない。これが、西アジアや北アジアと異なる南アジア牧畜民の乳加工の特徴である。こうしたチーズを作らない特徴が生まれたのは、インドではウシや水牛の季節繁殖性がないためいつでも新鮮な生乳が入手でき、またインドではタンパク質源として様々な豆類も入手できるため、乳タンパク質をハードタイプのチーズとして保存する必要はなかったものと考えられている^{*3, 5}。また家畜を殺生しないヒンズー教の影響で、仔牛を殺してその胃袋から採取する必要があるレンネットを利用できないことも、理由の一つとなっている^{*4, 7}。

なお熱帯湿潤地帯である南アジアは、牧畜地帯と農耕地帯が重なり合っている。このためインドの都市や農村では、柑橘類の果汁や有機酸を使ったフレッシュチーズであるチェナーやそれを加圧して脱水した牛乳豆腐のようなパニールが製造され、菓子や料理の材料として使われている^{*2, 5, 7}。こうした乳加工の多様性も、この地域の特徴の一つである。

担当：Jミルク国際グループ

*1 乳製品の世界外史 世界とくにアジアにおける乳業技術の史的展開（足立達、東北大学出版、2002）

*2 <https://obihiro.repo.nii.ac.jp/record/803/files/NFI6.pdf>
（ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品 第6回 南アジア—インドの都市部・農村部の事例 1：乳のみの乳製品）

*3 <https://core.ac.uk/download/pdf/196777029.pdf>
（ユーラシア大陸の乳加工技術と乳製品 第5回 南アジア—インドの牧畜民の事例）

*4 <https://listen.style/p/tabemonoradio/a5t4tboo>
（たべものラジオ ～食を面白く学ぶ～ #225(s25-7) 南アジアのミルク食文化 ～南アジアは特殊！？神聖で万能薬のバターオイル。そしてミルクを保存しなくなった～）

*5 デーリマンのご馳走：ユーラシアにまだ見ぬ乳製品を求めて（平田昌弘、デーリマン社、2017）

*6 [https://obihiro.repo.nii.ac.jp/record/1003/files/hirata63\(7\).66-67.2013.pdf](https://obihiro.repo.nii.ac.jp/record/1003/files/hirata63(7).66-67.2013.pdf)（南アジア牧畜民の乳文化。乳製品には暑熱環境下で生きる知恵が詰まっている）

*7 人とミルクの1万年（平田昌弘、岩波書店、2014）



イタリアの風景



一般社団法人 **Jミルク**
Japan Dairy Association (J-milk)

発行： 一般社団法人 Jミルク

101-0062 東京都千代田区神田駿河台 2-1-20 御茶ノ水安田ビル5F

TEL/03-5577-7492 FAX/03-5577-3236

ホームページ <https://www.j-milk.jp/>

発行日：2025 年 1 月

編集： 有限会社オフィスラ・ポート

2024 年度生乳需要基盤確保事業 独立行政法人農畜産業振興機構 後援