Food and Agriculture Organization of the United Nations

GLOBAL DAIRY PLATFORM

IFCN
Dairy Data · Knowledge · Inspiration

世界の飢餓撲滅に対する
酪農乳業の影響力

持続可能な畜産のためのグローバル・アジェンダ

世界の飢餓撲滅に対する

酪農乳業の影響力

発行：
国連食糧農業機関（Food and Agriculture Organization of the United Nations）、
グローバル・デーリー・プラットフォーム（Global Dairy Platform）
および
IFCN 酪農研究ネットワーク（IFCN Dairy Research Network）
シカゴ、2020 年

必要とされる引用：FAO, GDP and IFCN. 2020. Dairy's Impact on Reducing Global Hunger. Chicago, Illinois, USA.

この文書は上記の原文から一般社団法人 J ミルクが作成した翻訳（仮訳）であり、仮訳の正確性、完全性等については保証をするものではありません。この翻訳は国連食糧農業機関（FAO）、グローバル・デーリー・プラットフォーム（GDP）、IFCN 酪農研究ネットワーク（IFCN）が作成したものではなく、FAO/GDP/IFCN は翻訳の内容や正確さについて責任を負いません。原文の英語版を正式な版とします。

本情報製品における使用名称と提示資料は、国、領土、都市、地域の法的地位や開発状況またはその関係当局の法的地位や開発状況に関し、あるいは国境や境界の画定に関し、国連食糧農業機関（FAO）、グローバル・デーリー・プラットフォーム（GDP）、IFCN 酪農研究ネットワーク（IFCN）の意見表明を示唆するものでは一切ありません。特定の企業や製造業者の製品への言及は、それらが特許取得済みかどうかに関係なく、FAO、GDP、IFCN が、言及されていない同類の性質を有する企業や製品よりもそれらを宣伝・推薦していることを示唆するわけではありません。

本情報製品で示される見方は著者のものであり、必ずしも FAO、GDP、IFCN の見方や方針を反映するものではありません。

ISBN 978-92-5-133662-5 [FAO]
© FAO, GDP and IFCN, 2020

一部の権利を留保。本作品はクリエイティブ・コモンズの表示-非営利-継承 3.0 IGO ライセンスの下で提供しています（CC BY-NC-SA 3.0 IGO; https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo）。

同ライセンスの条件に従い、本作品は、適切に引用することを条件として非営利目的で複製、頒布、改変することができます。本作品を使用する際は、FAO が特定の組織、製品、サービスを宣伝していると示唆してはなりません。FAO ロゴの使用は認められません。本作品を改変する場合、改変された作品にも同一または同等のクリエイティブ・コモンズ・ライセンスを付与しなければなりません。本作品が翻訳される場合、必要な出典とともに次の免責事項を含める必要があります。「この翻訳は国連食糧農業機関（FAO）、グローバル・デーリー・プラットフォーム（GDP）、IFCN 酪農研究ネットワーク（IFCN）が作成したものではなく、FAO/GDP/IFCN は翻訳の内容や正確さについて責任を負いません。原文の英語版を正式な版とします。」

このライセンスの下で生じた争議に関する調停は現行の国連国際商取引法委員会（UNCITRAL）の仲裁規則に従って行われるものとします。

第三者による資料。表、図、画像など第三者に帰属する本作品資料の再利用を希望するユーザーは、その再利用に許可が必要かどうかの判断および著作権所有者からの許可取得について責任を負います。本作品を構成する第三者所有の要素に関する侵害から生じる申し立てのリスクは、ユーザーのみが負います。

販売、権利、ライセンス許諾。FAO の情報製品は FAO のウェブサイト（www.fao.org/publications）に掲載されており、publications-sales@fao.org を通して購入できます。商業利用は www.fao.org/contact-us/licence-request を通して申請してください。権利とライセンス許諾に関する質問は copyright@fao.org で受け付けます。

目次

序文 iv

要旨 vi

これまでのレビュー および因果関係のエビデンス 3

方法 6

結果 9

考察 19

参考文献 23

付録 27

付録 1：酪農乳業と子どもの栄養に関するこれまでの レビュー結果 28

付録 2：文字列検索で抽出された論文数 31

付録 3：レビュー対象となった研究の主な特徴および結果 32

付録 4：一部論文の抄録 40

序文

この地球上では 8 億人以上の人々が飢餓に苦しんでいます。飢餓には慢性的な食料不足、栄養素および微量栄養素欠乏症という形での栄養不良、ビタミンおよび必須金属不足の人々が含まれます。その大半が低中所得国の人々であり、多くは農村部で暮らしています。農業と畜産に大きく依存している人々です。

本調査では、飢餓の撲滅（SDG 2）に対する酪農の潜在的貢献を定量的に明らかにし、バランスのとれた健康的で安全な栄養を与える上での乳製品の役割を紹介します。

飢餓の撲滅は今の世界が抱えるもっとも大きな課題の 1 つであり、持続可能な開発にとって不可欠な要件です。開発途上国を中心とする人口増と経済成長により、畜産品へのニーズは今後 30 年で大幅に増加するでしょう。一般に畜産セクター、特に酪農乳業セクターは、食料安全保障および栄養改善、持続的な経済成長、包摂的な社会開発を促し、同時に自然資源を効率的に活用しながら、このニーズの課題に対応する助けとなるでしょう。

2011 年に設立された持続可能な畜産のためのグローバル・アジェンダ（GASL）はマルチステークホルダーのパートナーシップ機構であり、世界の畜産セクターの持続可能な開発を促進および先導することを目的としています。世界規模の対話を地域的慣行の変化に結び付けるように促し、イノベーション、能力構築、インセンティブ制度、支援的環境を重視することで、畜産セクターにおける持続可能な開発に向けたさまざまな課題に包括的に対応するプラットフォームを提供しています。

GASL の成果は、マルチステークホルダーのパートナーシップが畜産関連の課題に関する SDGs の実施を支援する強力な連携アプローチであることを明らかにしました。私たちの理念は持続可能な開発に対する畜産セクターの貢献を拡大することです。そして国連の 2030 アジェンダを支持する、畜産のステークホルダーからのコミットメント、投資、優れた慣行および方針の採用を強化することを使命としています。畜産セクターの持続可能性を効率的に改善するには、すべてのステークホルダー・グループが一致した行動をとる以外に方法はありません。このセクターの環境、社会、経済的課題が持つ公益的性質と、経済統合の高まりを考慮すれば、世界的な集団行動は不可欠です。

そのためグローバル・アジェンダの戦略的アプローチは、マルチステークホルダーの意見を集約するために 7 つのステークホルダークラスター（公的部門、社会運動団体、民間部門、資金提供者、学術機関、NGO、政府間・多国間組織）を主な焦点としていた第 1 フェーズから、現地レベルで知の生産、試行、実質的なインパクトを醸成するために、アクション・ネットワークが優先される新たなフェーズへと進化してきました。このアクション・ネットワークとは、具体的な畜産の持続可能性側面を促進するために GASL が連携している具体的な技術イニシアチブです。

この枠組みで 2017 年に Livestock for Social Development Action Network（社会開発のための畜産アクション・ネットワーク）が設立され、グローバル・デーリー・プラットフォーム（GDP）と IFCN 酪農研究ネットワークの連携により、酪農がもっとも重要な社会的 SDGs に及ぼす影響に関する一連の有望な論文の作成を開始しました。最初に発表されたのは 2018 年発行の「Dairy Development’s Impact on Poverty Reduction（酪農開発の貧困削減に対する影響力）」（SDG1）です。第 2 弾となる本稿は、飢餓の撲滅における乳・乳製品の役割をとりあげています（SDG2）。

E. Reyes 氏とともに、M.J.Otte 氏と A. Felis Rota 氏の本調査への貢献に感謝いたします。また、貴重な意見をいただいた国際畜産研究所（ILRI）の Shirley Tarawali 氏と同氏のチームに感謝を申し上げます。

Fritz Schneider

持続可能な畜産のためのグローバル・アジェンダ　委員長

要旨

| 背景 |

2015 年、国連の 193 の加盟国が、自然資源を回復させて持続可能な形で管理しながら特に貧困（SDG1）と飢餓（SDG2）の撲滅を目指す、17 の持続可能な開発目標（SDGs）を採択しました。2017 年時点で世界では 8 億 2,100 万人が飢餓、すなわち栄養不足につながる慢性的な食料不足に苦しんでいると推定されています。特に子どもが慢性的な栄養不足に陥り、発育阻害となった場合にはその影響は深刻です。発育阻害は後で取り返しがつかないことが多く、知的発達の遅れ、生産性の低下、その後の人生における慢性疾患リスクの増大につながる傾向にあります。発育阻害が人間の成長に及ぼす幅広い影響を考慮し、SDG2 では 5 才未満の発育阻害の子どもの人数を 2025 年までに 40%削減するよう呼びかけています。動物性食品（ASF）を栄養不良状態の子どもに与えることは栄養面で明らかに有益であり、乳または乳製品を含む ASF の摂取は子どもの成長と幅広く結びついています。酪農開発が貧困削減（SDG1）に貢献できる可能性が認められており、乳の摂取が子どもの成長と健康に好ましい影響を与えるという生物学的見解が有力であることを踏まえ、この調査では、（i）乳・乳製品摂取および（ii）乳用家畜の所有と、低中所得国（LMIC）における子どもの成長の因果関係を示すエビデンスを評価しました。

| 研究方法 |

Google Scholar、IngentaConnect、JSTOR、Repec、Web of Science データベースを利用して体系的に文献を検索し、乳用家畜の所有と乳・乳製品摂取が子ども（0～19 才）の成長に及ぼす潜在的影響に関して根拠が正当な定量的情報を提供している論文を特定しました。レビュー論文と採用基準を満たす論文の参考文献リストを精査し、採用基準を満たす可能性のある研究をさらに特定しました。その際、因果推論の妥当性を最大限にするため、交絡を制御した比較群を用いた無作為化比較試験および観察研究のみをレビューに含めました。

前述の基準に照らして、サハラ以南のアフリカおよびアジアの計 20 報の研究がレビューの採用対象となりました。そのうち 13 報の研究が乳製品摂取と子どもの成長の関連性を調査したもので、7 報の研究は牛／山羊の所有・生産状況と子どもの成長の関係を調査したものでした。最初のグループは介入試験が主流であり（8/13 報）、後のグループの大半は観察研究（対照群を利用）（5/7 報）でした。

| 結果 |

17 報の比較試験のうち 16 報が乳摂取と子どもの身長の間に正の相関があることを明らかにしており、1 報の研究では影響の方向性についての言及はありませんでした。統計的にみて、18 報の比較試験のうちの 10 報は有意差が認められる 5%水準にありました。同様に、子どもの体重に関するすべての比較試験で 12 報中 7 報が 5%水準で統計的有意差があり、乳摂取との間に正の相関があることが明らかになりました。乳タンパク質補給に関する無作為化比較試験では、身長と体重の毎日および累積での増加量の変化（n=7）は、介入群に提供した乳タンパク質の追加量と強い相関がありました（r=0.89〜0.96, p<0.01）。

乳用家畜の所有の影響に関しては、比較群の家庭と比べ、牛／山羊を所有している家庭の方が一貫して乳消費量が多くそのほとんどで大きく差が開いていました。子どもの身長を比較した 14 報の研究すべてで正の相関が認められ、うち 10 報の推定効果は両側検定の 10%水準で有意となっています。同様に子どもの体重に関する比較試験では 5 報中 4 報で正の相関が認められましたが、統計的に有意差があったのは 1 事例のみ（0〜5 才齢群）でした。

実験的研究と観察研究全般で認められた乳用家畜の所有および乳・乳製品摂取と、子どもの成長の間の一貫した明らかな正の相関、および無作為化した補給の比較試験でみられた乳製品摂取と子どもの成長の間の用量反応関係は、農村部の低所得地域において、家庭での生乳生産が家庭の乳消費量を引き上げ、それが子どもの成長を促進し発育阻害を軽減しているという強いエビデンスを提供しています。

| 提言 |

SDG2 達成に向けて酪農開発の効果を最大限に引き出す重要要素を特定するには、さらに多くの学問領域にわたる研究が必要です。例として、酪農開発には、成長にもっとも重要な時期である 0.5〜2 才齢群の子どもに確実に乳を摂取させるため、世話をする側に対する栄養教育を付随させる必要があります。さらに、乳は特に子どもが感染しやすい可能性のあるさまざまな病原体の媒体となることがあるため、酪農乳業セクターの拡大にあたっては、世帯レベルでの適切な意識向上および教育体制、ならびに食料安全保障体制を整備し公衆衛生を支える必要があります。

2015 年、国連の 193 の加盟国は、15 年間（2016 年～2030 年）にわたる政府、国際機関、市民社会などの組織の開発への活動の指針となる持続可能な開発目標（SDGs）[1]を採択しました。とりわけ SDGs は、自然資源を回復および持続可能な形で管理しながら貧困（SDG1）と飢餓（SDG2）を撲滅する[2]ことを目指しています。SDGs は経済、社会、環境という持続可能な開発における 3 つの側面を統合し、相互に関連させています。

SDG においては「飢餓」とは栄養不足につながる慢性的な食料不足と定義されています。世界的な国単位の食事摂取調査が行われていないため、飢餓に苦しむ人々の人数は Food Balance Sheet（食料需給表）の食事エネルギー供給量データを利用して推計されています。

2017 年時点で**世界では約 8 億 2,100 万人が飢餓に苦しんでいるとみられています**（世界人口のおよそ 9 人に 1 人）。

この数字は飢餓状態にある人の数が 2014 年時から 4,000 万人増加したことを表しており、2005 年以降続いていた栄養不足の減少傾向が反転してしまっていることを指し示しています（FAO 2018 年）。慢性的な栄養不足は特に子どもにとっては発育阻害につながる深刻な問題です。発育阻害とは同年齢で同性の栄養状態が良い子どもの身長の中央値からの標準偏差が 2 以上低い身長と定義されています。

発育阻害は後で取り返しがつかないことが多く、**知的発達の遅れ、生産性の低下、その後の人生における慢性疾患リスクの増大**を伴います（Victora ら 2008 年）。

世界的には 5 才未満の子どものうち約 1 億 5,100 万人が発育阻害、すなわち慢性的な栄養不足であると考えられています（UNICEF 2018 年）。発育阻害が人間の成長に及ぼす幅広い影響を考慮し、SDG2 では 5 才未満の発育阻害の子どもの人数を 2025 年までに 40%削減するという世界的な栄養目標を実現するアクション（行動）を呼びかけています（WHO 2014 年）。

子どもの成長障害は主に生後 6 カ月前後から生後最初の 2 年間に生じます（Victora ら 2010 年）。この時期は母乳では健全な成長と発育に必要なすべての栄養をまかなうことができなくなり、補完食の導入が必要になります（WHO 2009 年）。

[1] 17 の野心的な目標（SDGs）と 169 のターゲット（達成目標）で構成されています。
[2] 全文：「飢餓に終止符を打ち、食料安全保障と栄養状態の改善を達成するとともに、持続可能な農業を推進する」

はじめに

米、小麦、トウモロコシ、イモ類、根菜類など、高品質のタンパク質と微量栄養素が少ない植物由来食品の補完食の供給が中心になることが、子どもの低栄養における重要要素だと考えられています（Leroy と Frongillo 2007 年）。

幼い子どもは栄養所要量に対して消化器官系が小さいため、**栄養強化食が与えられていない場合には、日常的な動物性食品（ASF）の摂取なしで微量栄養素の必要量を満たすことは困難です**（PAHO/WHO 2003 年）。

生後最初の 1,000 日間に栄養不良の子どもに ASF を与えることは栄養面で明らかにメリットがあり（Grace ら 2018 年）、専門家の間では乳製品などの ASF の提供は「中程度の栄養不良の子どもの手当としてはもっとも重要で効果的な選択肢」として意見が一致しています（Lagrange 2009 年）。乳製品は主要栄養素（炭水化物、脂質、タンパク質）、およびビタミン A、ビタミン B_{12}、カルシウムなどの重要な微量栄養素が豊富であり（Murphy と Allen 2003 年）、乳や乳製品の摂取は、富裕層でも貧困層でも子どもの成長と関連しています（Allen 2012 年）。

飢餓人口削減に対する国際的コミットメント、幼少期の適切な栄養摂取の傑出した重要性、確実に十分な微量栄養素を摂取するための補完食としての ASF の役割に関する文献の増加、酪農開発が貧困削減（SDG1）に貢献できる可能性が認められていることを鑑み（FAO、GDP および IFCN 2018 年）、本調査は以下の間の正の相関と因果関係を示すエビデンスを照合し検証することを目的としています。

（i） 乳・乳製品摂取および

（ii） 乳用家畜の所有

と、低中所得国（2019 年の世界銀行の定義に基づいた LMIC）の子どもの成長。

これまでのレビュー
および因果関係のエビデンス

これまでのレビューおよび因果関係のエビデンス

乳摂取が子どもの成長に好ましい影響を与えるという生物学的論点が有力であり、乳摂取や乳牛の所有と子どもの成長との間に極めて一貫した関連性があるにもかかわらず、これまで実施された論文レビューの多くは因果関係を示すエビデンスの強さを中程度と結論付けています（例として Allen と Dror 2011 年；de Beer 2012 年；Iannotti ら 2013 年；Leroy と Frongillo 2007 年；Masset ら 2011 年など、詳細は付録 1 参照）。いくつかの介入試験は、乳補給に加えてビタミンと微量栄養素を提供しているほか、無作為化されていないものもあり、観察研究の多くは交絡を十二分には制御していませんでした[3]。総じて研究からは食生活への好ましい影響が報告されているものの、食生活の改善が必ずしも生化学的／臨床的指標および子どもの身体測定値の改善、あるいはそのいずれかの改善と一致しているわけではありませんでした。

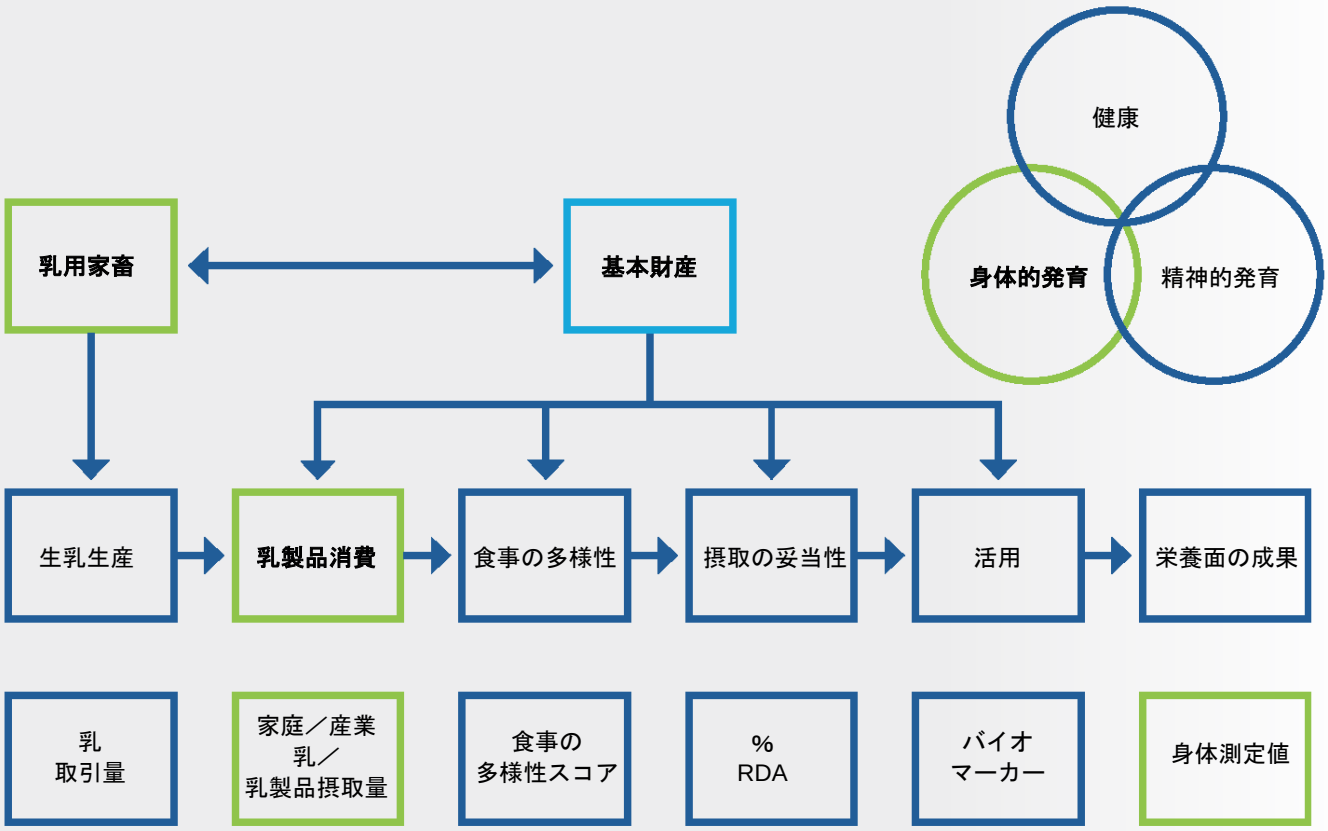
図 1 は、乳用家畜の所有／乳製品摂取と、栄養面での成績との間の想定される因果経路、および栄養面での成績に一般的に適用される指標の概略図です。

図から分かるように家庭の基本財産（「富」）は、推定される経路のすべての要素に大きく影響を及ぼす傾向にあります。つまり、**家庭が裕福になるほどより多様で大量の食品を摂取する傾向にあるということであり、衛生水準も高くなることから**食物利用を阻害する病気に苦しめられる可能性が低くなるのです。

圧倒的に農業が主体となっている経済では、貧しい家庭に比べて裕福な家庭ほど乳用家畜（主に牛）を所有する傾向にあるため、乳用家畜の所有そのものが「富」と混同される傾向があります。この内部妥当性に関する懸念に加え、観察によるエビデンスの多くに東アフリカ限定という注釈がみられるため、外的妥当性も低い可能性があります（Choudhury ら 2018 年）。

[3] 交絡は、「処置」（または接触）と成果の間の効果または関連性が他の変数の存在によりゆがめられる際に発生します。

図 1：乳用家畜の所有／乳製品消費量が子どもの成長に与える影響の経路とそれぞれの指標



無作為化比較試験（RCT）は因果推論の代表的な判断基準と考えられています。しかし、RCT がもっとも適しているのは介入と成績の因果関係が比較的強くシンプルな場面です。Victora ら（2004 年）は、RCT は大規模な公衆衛生的介入の科学的評価には往々にして不向きであると主張しています。妥当的デザインの研究、すなわち比較群を用いた観察研究が大規模介入の評価において実現可能な唯一の選択肢となる場合が多く、因果効果の有効なエビデンスを提供するものだとしています。例えば、推定される因果経路のさまざまなつながりにおける変化を明らかにしている所見は、変化が介入に起因しているという妥当性を強く裏付けるものです。研究と用量反応関係に一貫性があれば、観察研究における介入と測定された効果の因果関係の論拠をさらに補強することができます（Hill 1965 年）。

方法

妥当な研究の定義

このレビューでは、2000 年以降の、論文審査を経た専門誌に掲載または学術会議においてフルペーパー（学会抄録は含まれない）として発表されたオリジナル研究（レビューを除く）の中から、以下の条件を満たす介入試験と観察研究を採用対象としています。

- 低中所得国で実施されたもの
- 0〜19 才の子どもが対象
- 身体測定値（身長、体重、HAZ[4]、または WAZ[5]）が報告されているもの
- 乳製品消費量が定量化されている（少なくとも世帯単位での消費見込みまたは消費量として）
- 統計手法や対照群の利用、あるいはその両方により交絡が制御されている

乳または乳製品の介入試験は、期間が 6 カ月未満のもの、または乳タンパク質を補給しない対照群を用いていない場合には除外しています。強化乳プログラム（乳を微量栄養素の運搬手段として利用するもの）を評価した研究、および重度の急性栄養不良の治療用のすぐに食べられる混合治療食品または栄養補助食品（RUSTF／RUSF）に含まれた乳タンパク質の効果に関する研究も除外しています。

検索戦略

検索には Google Scholar、IngentaConnect、JSTOR、Repec、Web of Science を利用し、「乳（Milk）」、「酪農、酪農乳業、乳・乳製品（dairy）」、「乳用家畜（dairy animals）」のいずれかの文字列に、「食料安全保障（食料不安）（food (in)security）」、「栄養不良（malnutrition）」、「栄養不足（undernourishment）」、「発育阻害（stunting）」、「低体重（underweight）」、「消耗症（wasting）」、「肥満度指数（Body mass index）」（BMI）、「食事エネルギー供給量（Dietary energy supply）」（DES）の文字列を組み合わせて検索しました。さらに体系的レビューの参考文献リストから検索により論文を特定し、レビュープロセスで主要研究を特定しました。

スクリーニングプロセス

スクリーニングプロセスではまず、検索した複数のデータベースで検出されたタイトルの重複を削除しました。その後タイトルをスクリーニングし、関心のあるテーマと明らかに関連性がない、または除外基準に該当する論文を削除しました。
次に、残った論文の抄録を検証し、採用基準に明らかに該当しない論文を削除しました。採用候補と判断されたすべての論文の全文を吟味し、すべての適格基準を満たすかどうかを判断しました。評価した論文および関連レビューの参考文献リスト（Allen と Dror（2011 年）、de Beer（2012 年）、Iannotti ら（2013 年）、Hoppe ら（2006 年）、Leroy と Frongillo（2007 年）、Masset ら（2011 年））を精査して適格性を調査し、採用基準を満たすであろうと思われる候補を取り出して、レビューでの論文の選択手順と同様に検証しました。

---

[4] 年齢に対する身長値（Height-for-age Z-score）、「発育阻害」とは WHO 小児成長基準（Child Growth Standards）の中央値からの標準偏差が下回る度合いが 2 以上と定義されています

[5] 年齢に対する体重値（Weight-for-age Z-score）、「低体重」とは、 WHO 小児成長基準（Child Growth Standards）の中央値からの標準偏差が下回る度合いが 2 以上と定義されています

方法

データ抽出と統合

レビューに採用するすべての研究から、研究実施国、研究デザイン、データ収集源、参加人数と年齢層、乳製品摂取、身体測定データに関する情報を抽出し表にしました。乳製品補給に関する研究については、無作為化手法、補給する乳製品の種別および量、提供頻度、介入期間、参加者の性別、ベースラインの身長・体重、身長・体重の変化をリストに追加しています。論文中に記載が無い場合、食事毎の乳タンパク質の量は乳のタンパク質含有量を乳 1 リットル当たり 32g として算出しています（Gebhardt と Robin 2002 年）。試験期間中に摂取されたその他の乳タンパク質の累積量については、論文の情報に基づき、介入群の摂取した平均補給回数に補給毎に受け取った量を乗じて推定しました。論文中に補給の平均回数に関する記載が無い場合、その他のタンパク質の累積量については試験期間の長さ、補給の頻度および量に関する情報を利用して推定しています。観察研究では、交絡を制御するための研究手法は必須情報項目のリストに含まれています。

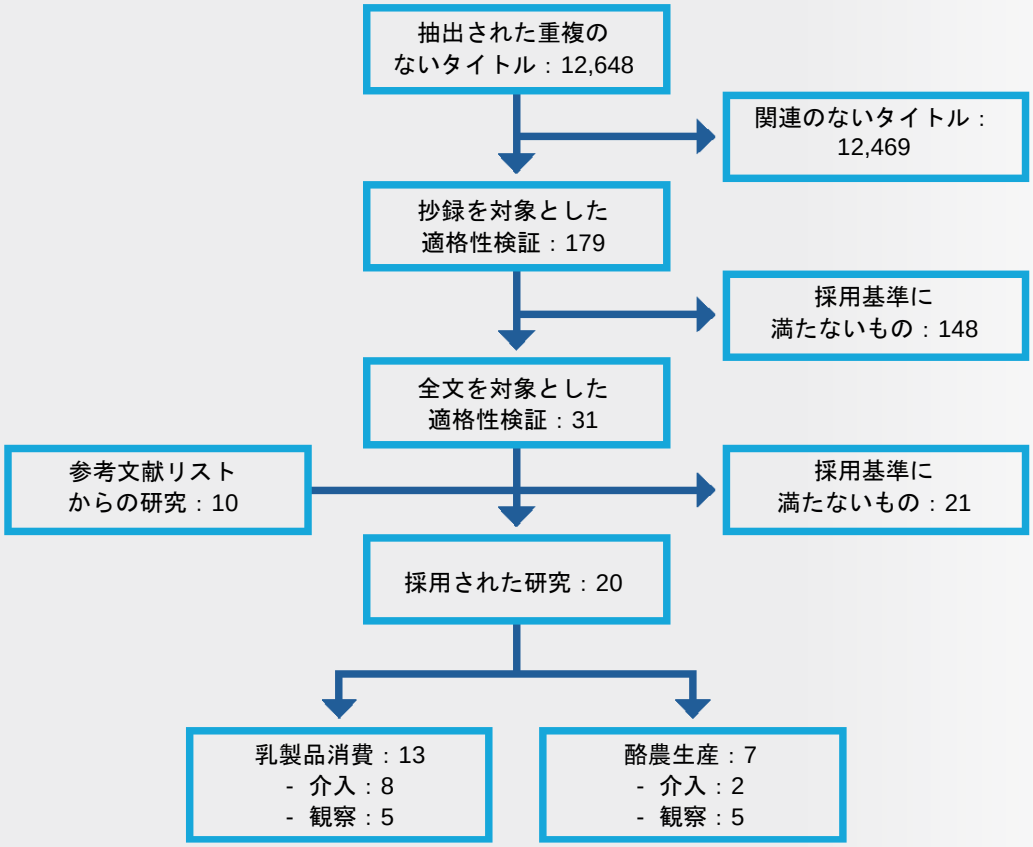
結果

結果

検索および選定プロセス

データベース検索から計 18,399 報の参考文献リストが検出され、うち 5,751 報が重複していたため、最終的に重複の無いタイトルは 12,641 報となりました。その後の選定プロセスは図 2 で図式化しています。

図 2：レビュー用の文献選定の略図



採用／除外基準を厳格に適用し、本レビュー用に計 20 報の論文を採用しました。この 20 報の論文のうち 13 報が乳製品消費と子どもの成長の関係を調査したもので、7 報は酪農生産の状況と子どもの成長の潜在的関係を調査したものでした。最初のグループは介入試験が主流であり（8/13 報）、後のグループの大半は観察研究（対照群を利用）（5/7 報）でした。

乳・乳製品消費と子どもの成長

介入試験：論文検索により、乳タンパク質が子どもの身長・体重の増加に与える影響を調査した 8 報の適格な介入試験を抽出しました。うち 3 報はさらにビタミンとミネラルを提供しています（表 1）。介入群に提供した乳タンパク質の量は 1 日当たり 6g から 16g の摂取と幅があり、研究期間も 6 カ月から 24 カ月であり、研究毎に乳タンパク質の摂取累計には大きな隔たりがあります（乳タンパク質量の範囲 1〜6kg）。さらに、年齢層（未就学児と学童、幅広い年齢層と狭い年齢層）、無作為化手順（個人、クラス、学校）、研究対象集団の栄養状態においても研究間でばらつきがありました（詳細は付録 3）。

表 1：乳・乳製品補給の影響と子どもの成長に関する介入試験データの概要

研究	年齢層（才）	乳タンパク質／日（g）	期間（m）	タンパク質総摂取量（g）	変化の差	
					身長（cm）	体重（kg）
乳タンパク質のみを補給						
Du ら 2004、2005 年 中国	10	10.6	24	5,879	1.2**	1.50**
Grillenberger ら 2003 年 ケニア	6〜14	6.1	18	2,392	0.34ns[1]	0.37*[1]
He ら 2005 年 [2] 中国	3〜5	3.8	9	745	0.2*	0.22*
Ihab ら 2014 年 [2] インドネシア	2〜10	16.0	6	2,928	1.0*	0.80ns
Lien ら 2009 年 ベトナム	7〜8	16.0	6	2,510	0.4ns	0.40ns
乳タンパク質、ビタミン、ミネラルを補給						
Bhandari ら 2001 年 [3] インド	0.3〜1	8.0	8	1,952	0.4ns	0.25*
Hall ら 2007 年 [4] ベトナム	6〜9	6.4	17	1,107	0.27**	0.24**
Lee ら 2018 年 [5] ガーナ	6〜9	8.8	9	1,012	0.0ns	0.04ns

^ p<0.1; * p<0.05; ** p<0.01; ns: p>0.1

1 等カロリーの乳以外を補給した対照群との差はそれぞれ 0.00（ns）および -0.03（ns）。研究開始時に発育阻害の子どものうち、乳摂取群の子どもは対照群の子ども（p=0.05）に比べ身長が 1.3cm（15%）多く伸びた。
2 HAZ か WAZ または両方が平均以下の子ども
3 ビタミンとミネラルが配合された穀物も摂取
4 ビタミンとミネラルが配合されたビスケットも摂取
5 脱脂粉乳と微量栄養素、対照群は微量栄養素のみ、HAZ／WAZ スコアの変化

結果

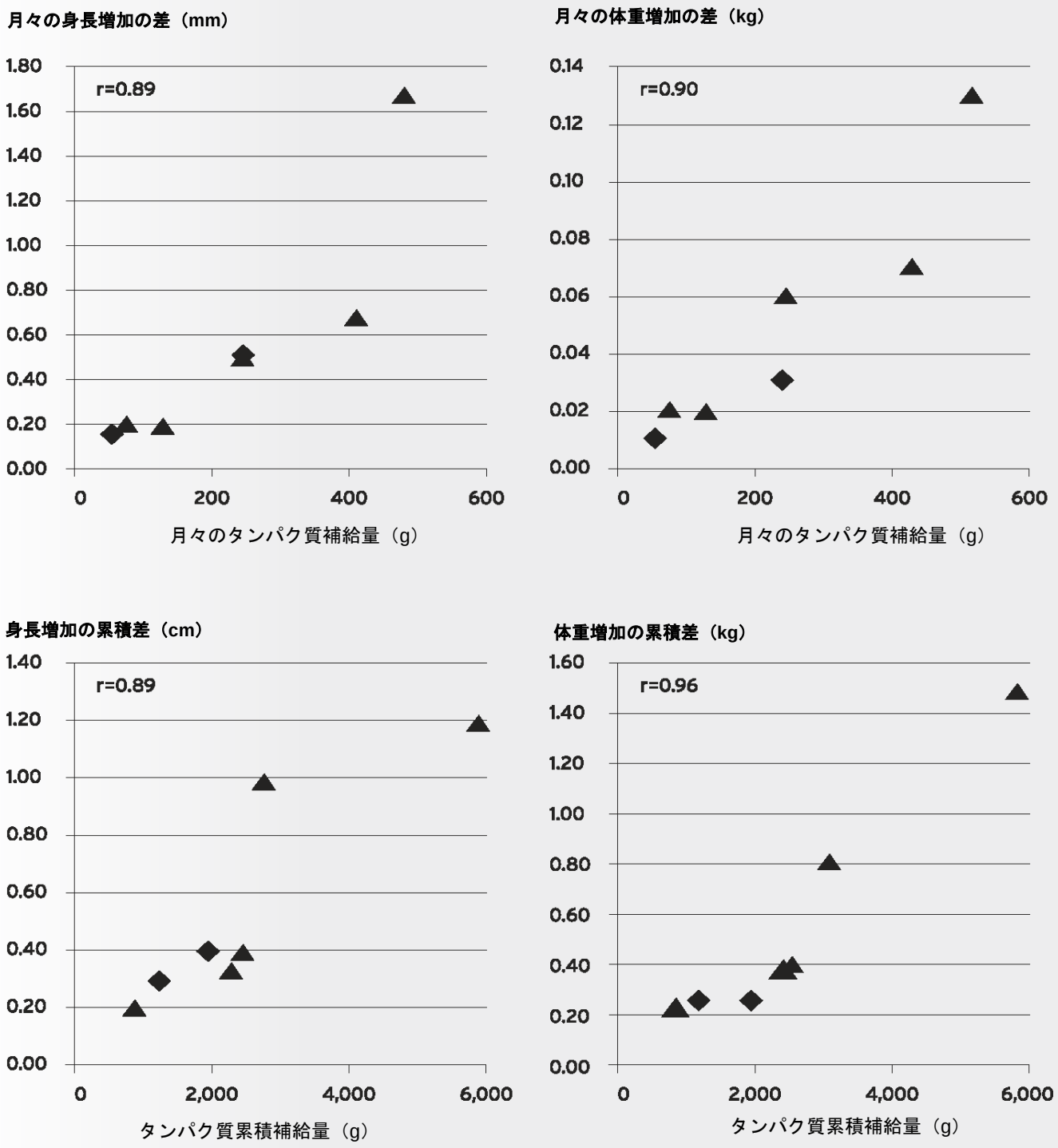
8 報中 7 報の研究で、乳以外を摂取した対照群に比べ補給群の方が身長の変化が大きく、4 報の研究で統計的に有意な差（$p<0.05$）、または極めて大きな差（$p<0.01$）が認められました。1 報（Lee ら 2018 年）では、補給群と対照群の間で HAZ スコアに差がなかったと報告されています。体重の増加は 8 報すべての研究で補給群の方が大きく、8 報中 5 報で統計的有意差（$p<0.05$）がありました。Bhandari ら（2001 年）は、補給群の子どもに対する母乳育児の減少を確認しており、これが介入の影響を制限するほどの大きな影響を及ぼした可能性があります。

評価したバイオマーカーに関しては、Du ら（2004 年）は乳を補給した子どもの方がカルシウムの血漿濃度が低く骨のミネラル化が大幅に進んでいることを確認しており、乳摂取が成長骨へのカルシウムの動きを活発にし、それが身長増加の観察結果につながった可能性があると示唆しています。Lien ら（2009 年）は、乳摂取による平均血清亜鉛濃度の上昇は対照群でみられた上昇を上回ることを確認しており、比較的緩やかな亜鉛摂取量の上昇が亜鉛の状態を改善し、関連する健康上の利点をもたらしたと考えられます。

すべての研究において、**補給群と対照群の間の月々の身長・体重の増加の差と、補給した乳タンパク質の量には強い相関がありました**（身長 $r=0.89$、体重 $r=0.90$、$p<0.01$）。

研究期間全体を通した身長と体重の累積差は、介入群が摂取した乳タンパク質の推定合計量と強い相関がありました（身長は $r=0.89$、体重は $r=0.96$、$p<0.01$）（図 3）。

図 3：乳タンパク質補給と、介入群および対照群の身長および体重増加の差との関連性（ひし形はビタミンとミネラルも提供した 2 報の研究）



結果

観察研究：乳・乳製品消費と子どもの成長を関連付けている 5 報の研究が採用基準を満たしました（表 2 および付録 3）。うち、Fratkin ら（2004 年）および Iannotti と Lesorogol（2014a 年）の 2 報の研究はどちらもケニアで縦断研究を実施したものであり、同じ家庭を対象に複数回調査を実施し、乳消費量と子どもの身体的発育を測定しました。Fratkin ら（2004 年）は、干ばつ期かどうか、母乳を与えているかどうかにかかわらず、乳の補給量が子どもの身長・体重の変化において常に統計的に有意な決定因子となっていることを明らかにしていますが、Iannotti と Lesorogol（2014a 年）では、子どもの乳摂取量と成長の間に統計的に有意な関連性は見つかっていません。Iannotti と Lesorogol（2014a 年）の研究は縦断研究でしたが、子どもの身体測定はオリジナルの調査対象者のサブセットに対して 1 回実施しただけであり観察データ数が大幅に少ないため、Fratkin ら（2004 年）と比べ統計的に弱いと言えます。並行する論文で Iannotti と Lesorogol（2014b 年）は、乳はビタミン A、B12、C などの必須微量栄養素の主な供給源であり、家庭の乳消費量の減少と、家庭の栄養不足および子どもの低栄養とが連動していると述べています。

表 2：乳・乳製品摂取量（報告された計量法は表の下の注釈を参照）の影響と子どもの成長に関する観察研究結果の概要

研究	層	乳製品消費量	年齢層	推定効果		
				発育阻害	HAZ	WAZ
Fratkin ら 2004 年 ケニア		0.1～3.6[1]	0～9 才	-0.15**	—	—
Headey ら 2018 年 46 カ国	LAC	57.7[2]	1.5 才～2 才未満	-0.044**	—	—
	NENA	64.9		-0.002ns	—	—
	SC&E Asia	38.4		-0.048**	—	—
	W&C Africa	20.8		-0.007ns	—	—
	E&S Africa	18.7		-0.066**	—	—
Hoorweg ら 2000 年 ケニア	酪農生産世帯と消費者	222 (≈220)[3]	0.5 才～5 才未満	—	+*[5]	+**[5]
	農村人口	11 (51)				
Iannotti と Lesorogol 2014 年 a ケニア		285[3,4]	0～5 才	—	ns[6]	ns[6]
Kidoido と Korir 2015 年 タンザニア	低所得世帯	33 (86)[3]	0～6 才	—	0.13**	0.40**
	高所得世帯	41 (89)[3]	0～6 才	—	0.09ns	0.06ns

^ p<0.1; * p<0.05; ** p<0.01; ns: p>0.1

略語：LAC = ラテンアメリカ・カリブ海諸国、NENA = 中近東と北アフリカ、SC&E Asia = 南・中央・東アジア、W&C Africa = 西・中央アフリカ、E&S Africa = 東・南アフリカ、HHs = 世帯

1 子ども 1 人$^{-1}$ 1 日$^{-1}$ 当たりのカップ数

2 過去 24 時間以内に乳製品を摂取した 6～23 カ月の子どもの割合

3 世帯単位で測定された 1 人$^{-1}$ 1 日$^{-1}$ 当たりの消費量（mL）

4 3 年間の中央値

5 マッチドペアの子ども間の差、酪農生産 HHs の子ども／購入側 HH > 農村部 HHs の子ども

6 各子どもの個人摂取量に基づく分析、n=30

Hoorweg ら（2000 年）は、集約的な酪農生産に従事している家庭およびケニアの沿岸部に住むその顧客である家庭の子どものHAZおよびWAZと、一般的農村世帯の子どものHASおよびWAZを比較しました。家族単位で記録された平均的な1人当たりの乳製品摂取量は、生産者／顧客世帯の方が「平均的」農村世帯よりも約 20 倍多く、2 つの群の子どもをマッチドペア分析したところ生産者／顧客世帯群の HAZ および WAZ スコアは大幅に高いことが明らかになっています。

Headey ら（2018 年）は、動物性食品（ASF）を含む食品の、ASF 群別（乳製品、卵、肉、魚）の摂取量に関する人口保健調査データ、および 46 カ国の 6～23 カ月の子ども 112,553 人の身体測定値を分析しています。

多変量統計モデルを用いて、**46 カ国で構成された世界 5 地域のうちの 3 地域**、すなわちラテンアメリカ・カリブ海諸国（乳製品消費者のうちの発育阻害の割合-4.4%）、南・中央・東アジア（-4.8%）、東・南アフリカ（-6.6%）において **18～23 カ月の子どもの発育阻害と乳製品摂取量の間に有意な関連性があ**ることが明らかにされました。

Kidoido と Korir（2015 年）は、タンザニアにおける生活水準測定研究‐農業統合調査（Tanzania Living Standards Measurement Study-Integrated Surveys on Agriculture: LSMS-ISA）の 2008/2009 年度と 2010/2011 年度の家計パネルデータを利用して乳製品摂取と子どもの成長の関連について調査しています。データセットを低所得世帯（n=424）と高所得世帯（n=425）に分け、多変量回帰モデルを利用して 2 つの群それぞれの乳製品摂取の影響を評価しました。どちらの群においても母親の年齢と年数が HAZ および WAZ の統計的に有意な決定因子であり、低所得世帯群においては乳製品摂取と HAZ（+0.13SD）および WAZ（+0.40SD）との間には強い正の相関がありました。高所得世帯群でも乳製品摂取と HAZ および WAZ との間に正の相関が確認されていますが、推定効果は比較的小さく統計的に有意なものではありませんでした。

研究の統合：表 3 は、レビューに採用された論文に掲載されている乳摂取量と子どもの成長に関するすべての分析結果を要約したものです。子どもの身長に関する結果を比較した 17 報の研究のうち 16 報が、乳摂取との間に正の相関性がある（$p<0.01$）ことを明らかにしており、1 報の調査は影響の方向性に関する言及はありませんでした。18 報の比較試験のうちの 10 報が両側検定の 5%水準で有意差が認められています。同様に、子どもの体重に関するすべての比較試験で 12 報中 7 報が 5%水準で有意差があり、乳摂取との正の相関が明らかになっています（$p<0.01$）。

結果

表 3：乳・乳製品摂取と子どもの成長の関係に関する分析結果の概要

	発育阻害／HAZ／身長増加			WAZ／体重増加		
	正の相関	p<0.10	p<0.05	正の相関	p<0.10	p<0.05
介入	7[1]/8*	4/8	4/8	8/8**	5/8	5/8
観察	9/9[2]**	6/10	6/10	3/3[2]ns	2/4	2/4
合計	16/17**	10/18	10/18	11/11**	7/12	7/12

^ p<0.1、* p<0.05、** p<0.01、ns: p>0.1（関連がないとした二項分布、すなわち考えられる結果が出る可能性を 50%としている）
1 1 報は差が 0
2 1 報は影響の方向性に関する言及はなし

牛／山羊の所有と子どもの成長

介入試験：2 報の公表研究のみが、家庭に乳牛（Rawlins ら 2014 年、ルワンダにて）、または在来種の乳用山羊（Kassa ら 2003 年、エチオピアにて）を提供した場合の子どもの成長への影響について評価していました（表 4）。

表 4：家庭に牛または山羊を提供するプログラムの、乳製品摂取および子どもの成長への影響評価の概要（「処置」効果とは比較群間の差を指すものであり、乳消費に対して退行した結果ではありません）

研究	比較内容	年齢層	推定される「処置」効果		
			乳製品摂取	発育阻害の割合（%）／HAZ	低体重の割合（%）／WAZ
Kassa ら 2003 年 エチオピア	乳用種／在来種の山羊がいる場合 vs. いない場合	0～5 才	+*[1]	-13.6%^	-16.3%*
Rawlins ら 2014 年 ルワンダ	乳牛の実際の恩恵 vs. 見込み	0～5 才	+**	0.54^	0.40ns

^ p<0.1; * p<0.05; ** p<0.01; ns: p>0.1

[1] Ayalew ら（1999 年）における報告

Kassa ら（2003 年）は評価実施の少なくとも 18 カ月前に在来種または乳用種の山羊を提供された家庭と、山羊を所有していない家庭を比較しています。本レビューにおいて山羊がいる家庭といない家庭の間の、発育阻害および低体重の子どもの割合について著者らが大まかに比較したところ、低体重の子どもの割合は統計的に有意な減少がみられ（p<0.05）、発育阻害の減少もほぼ統計的な有意性があるものでした（p<0.1）。これは「プロジェクト参加による（女性と）子どもの栄養状態には差がみられなかった」と結論付けた Kassa らの研究と矛盾するものです。

Rawlins ら（2014 年）は、ハイファー・インターナショナルがルワンダで実施した乳牛所有プログラムを、非無作為化疑似実験デザインを利用して評価しました。実験のサンプルサイズは小さく、当該プログラムの参加世帯の 0～59 カ月の子ども 43 人

と、参加資格があるもののまだ牛を受け取っていない家庭の 56 人の子どもが対象となりました。この実験では、調査実施の少なくとも 12 カ月前に妊娠牛（生産性が高い外来種）を受け取った家庭の子どもの方が HAZ スコアが高いことが明らかになっており、その差はほぼ統計的に有意なものでした。WAZ スコアでも同様に差がみられましたが比較的小さく、統計的な有意差はありませんでした。

観察研究：論文には、牛の所有と子どもの成長の間の関係を調査した観察研究が 5 報含まれていました（表 5）。この 5 報のうちの 3 報は、2 才未満の子どもと、2〜5 才の子どもに分けてその関係を分析しています。1 報（Nicholson ら 2003 年）は、（乳）牛の所有が子どもの成長に及ぼす影響をケニアの沿岸部と山岳部に分けて調査しています。乳摂取について報告されているすべての事例（9 報中 7 報）において、牛を所有している家庭／子どもの方が、比較群の家庭よりも有意性のある（p<0.05）大きな影響を受けていました。

表 5：乳牛所有、乳製品消費、子どもの成長に関する観察研究の概要（処置効果とは比較群間での差を指すものであり、乳摂取に対して退行した結果ではありません）

			推定される「処置」効果			
研究	比較内容	年齢層	乳製品摂取	発育阻害の割合（%）	HAZ	WAZ
Choudhury と Headey 2017 年 バングラデシュ	泌乳牛がいる場合 vs. いない場合	0.5〜2 才未満	+**[1]	-10.4*	0.52**	—
		2〜5 才未満	Nr	-5.9ns	0.04ns	—
Fierstein ら 2017 年 ウガンダ	非在来種の雌牛がいる場合 vs. いない場合 - 農村部	0〜2 才未満	+**[1]	--	1.32**	--
		2〜5 才未満	+**[1]	--	0.58*	
	非在来種の雌牛がいる場合 vs. いない場合 - 都市部	0〜2 才未満	+ns	--	≈0.40ns	--
		2〜5 才未満	+ns	--	1.08*	
Hoddinott ら 2015 年 エチオピア	雌牛がいる場合 vs. いない場合	0.5〜2 才 [2]	+**[1]	-5.5^	0.21^	0.08ns
		2〜5 才 [2]	nr	-1.8ns	0.06ns	-0.01ns
		1〜2 才 [3]	+**	-5.8^	0.23*	
Kabunga ら 2017 年 ウガンダ	改良種の雌牛 vs. 在来種の牛	0〜5 才	+**	--	0.48^	0.10ns
Nicholson ら 2003 年 ケニア	在来種の乳牛がいる場合 vs.雌牛がいない場合 - 沿岸部	0〜6 才未満	+*（乳牛 vs. その他 2）	--	1.10*	--
	在来種の乳牛がいる場合 vs. 雌牛がいない場合 - 山岳部	0〜5 才未満	+*	--	0.29ns	--

^ p<0.1、* p<0.05、** p<0.01、ns: p>0.1、nr: 報告なし

1 各年齢層の子どもの乳製品摂取、または家庭の消費

2 2011 年農業成長プログラム調査

3 2000 年エチオピア人口保健調査

結果

すべての研究が家庭、人口動態、母親などの潜在的交絡因子に対する多変量回帰解析の利用や、傾向スコアマッチング法の利用、あるいはその両方の利用により交絡を制御していました。

言及されている全 4 報において、発育阻害の子どもの割合は牛を所有している家庭の方が少なく、Hoddinott ら（2015 年）の調査では 0.5〜2 才においてその差は統計的にほぼ有意性があり、Choudhury と Headey（2018 年）の調査では統計的有意差がありました（p<0.05）。HAZ スコアは 11 報中 5 報において、牛を所有している家庭の方が比較群の家庭よりも有意に高く、その他の 2 報では統計的にほぼ有意な差が表れています。子どもを 2 つの年齢層群に分けた 4 報の分析中 3 報では、2 才未満の子どもの方が 2 才超の子どもよりも身長の差が大きく開いていました。乳牛の所有と WAZ の関連性を分析した調査は 2 報のみ（Hoddinott ら 2015 年および Kabunga ら 2017 年）であり、どちらにおいても統計的に有意な関連性は認められていません。

Choudhury と Headey（2018 年）は、牛を所有しない家庭で構成される対照群、牛を所有し生乳を生産した処置群、牛を所有しているものの過去 12 カ月間生乳を生産していないプラセボ群に分けています。その結果、6〜23 カ月、6〜17 カ月、12〜23 カ月の年齢層において処置群とプラセボ群の係数に有意差があることを明らかにしており、牛の所有そのものではなく生乳生産が幼児期の線形成長を促していることが示されました。また、家庭での酪農生産の潜在的マイナス面として、母乳育児の割合が 21.7%減少していることを明らかにしています。

研究の統合：表 6 は、レビューに採用された論文に掲載されている（乳）牛／山羊の所有と子どもの成長の関連についてのすべての分析結果を要約したものです。子どもの身長を比較した 14 報の研究すべてで正の相関が認められ（p<0.01）、うち 10 報の推定効果は両側検定において 10%水準で有意となっています（有意性に関するより適切な片側検定においてであればおそらく 5%水準で有意な差が認められる）。子どもの体重に関して比較した 5 報のうち 4 報が正の相関があることを明らかにしていますが、予想される影響は総じて身長への影響よりも小さく、統計的有意差が認められたのは 1 報（0〜5 才の子ども）のみでした。

表 6：（乳）牛／山羊の所有と子どもの成長の関係に関する分析結果の概要

	HAZ／発育阻害			WAZ／低体重		
	正の相関	p<0.10	p<0.05	正の相関	p<0.10	p<0.05
介入	2/2ns	2/2	0/2	2/2ns	1/2	1/2
観察	12/12**	8/12	6/12	2/3ns	0/3	0/3
合計	14/14**	10/14	6/14	4/5ns	1/5	1/5

^ p<0.1、* p<0.05、** p<0.01、ns: p>0.1（関連がないとした二項分布、すなわち肯定的結果が出る可能性を 50%としている）

考察

考察

本レビューには、Iannotti ら（2013 年）による以前のレビュー以降発表された乳製品と栄養に関する 10 報の研究が含まれており、これがエビデンス基盤を大幅に拡大しています。残念ながらバングラデシュでの 1 報の調査以外、子どもの成長に対する（乳）牛／山羊の所有（酪農生産）の影響に関する調査範囲は今回も東アフリカに限定されています。乳製品消費量と子どもの成長の関係についての観察研究もほぼ例外なく東アフリカで実施されたものであり、複数の国／地域を対象にした Headey ら（2018 年）が東アフリカ以外の地域を対象にした唯一の調査です。（Bao ら（2018 年）は東南アジアの国々を対象にしていますが、分析において潜在的な交絡因子を制御していません[6]。）それとは対照的に、乳製品補給に関する適格な 8 報の研究のうち 6 報はアジアで実施されたものです。従って、特に乳用家畜の所有と子どもの成長に関する研究結果には、外的妥当性の懸念が残る可能性があります。

乳消費と子どもの成長

本稿で取りあげている観察研究および介入試験はどちらも、自由な居住環境下にいる対象者に対する栄養研究にはつきものの方法論的課題の影響を受けている場合があります。観察研究では 24 時間分の摂取した食事を思い出す方法が主流であり、日常的な乳製品消費が完全に把握されていない可能性があります。この方法で調査対象の 24 時間中に乳を摂取したとする子どもの中には日常的に摂取していない子どもが含まれているケースや、その逆のケースも考えられ、誤分類および希薄化バイアス[7]が生じる可能性があります。介入試験も代替効果（子どもが学校給食を食べるために親が朝食または昼食を与えない傾向など）の影響を受ける場合があり、対照群との処置用食品の共有などにより、乳と子どもの成長の関係が希薄化することがあります。こうした危険性は、すべての食生活を完全に管理していない栄養研究ではしばしば生じるものです。その他、いくつかの研究では、対象者の少なさか期間の短さまたはその両方が原因となり、乳製品摂取と子どもの成長の有意な正の相関が検出される可能性が大幅に制限されています。

こうした不十分な点にもかかわらず、介入試験と観察研究のほぼすべての分析で、**乳・乳製品消費と子どもの成長の間に正の相関があることが明らかになっています。**

さらに、補給に関する無作為化比較試験の結果から、乳製品摂取と子どもの成長の用量反応関係が明らかになっています。こうした研究結果が乳・乳製品消費そのものが子どもの成長を促していることを裏付ける有力なエビデンスとなっています。

しかし、乳が子どもの成長に与える影響は環境に決定づけられるようであり、これは、検定力が高いにもかかわらず中近東と北アフリカ、および西・中央アフリカの

[6] 発育阻害および低体重のまん延については、乳製品を摂取していない子どもに比べ（発育阻害が 21.4%、低体重が 18.0%）、日常的に乳製品を摂取している子どもの方が（同 10.0%、12.0%）少なくなっています（$p < 0.05$）。

[7] ゼロに向かって回帰傾斜するバイアスがかかること。すなわち独立変数のエラーによりその絶対的価値が過小評価されることを指します。

どちらにおいても有意な関係性は見つからなかったとするHeadeyら（2018）の分析からも明らかです。Grillenbergerら（2003年）は、乳補給の効果は最初のHAZスコアが小さい子どもほど強く表れるようだとしており、Kidoido と Korir（2015 年）は低所得世帯の子どもの方が乳補給の影響を大きく受けているとしています。どのような栄養介入でもその成績は研究対象の母集団の全体的な食物摂取に左右されるため、こうした交互作用[8]が表れることは当然だと言えます。

牛／山羊の所有と子どもの成長

低所得環境においては、家庭で非在来種の牛や乳牛を所有していることが社会経済的地位の指標となっているというのが一般的見方であり、こうした家庭は（比較的）高品質の食品、安全な飲み水、医療、教育などにアクセスしやすい傾向にあると考えられます。しかし、牛の所有は潜在的な交絡因子を制御した後でも子どもの身長の重要な予測因子となりました。乳消費量は対照群の家庭と比べ、（乳）牛／山羊を所有している家庭の方が一貫して多くなっていました。Iannotti と Lesorogol（2014b 年）は、所得よりも家畜の所有の方が家庭の乳消費量の主な決定要因になっていると述べていますが、Hoddinottら（2015 年）は、牛の所有と他の高価な栄養価の高い食品の消費量増加との間には有意な関連性がないことを明らかにしています。そのため、乳用家畜を所有する家庭の子どもの成長増加は、少なくとも一部には家庭での生産による乳摂取量の増加が原因していると考えられます。

乳消費の効果と同様に、乳用家畜の所有が子どもの成長に与える影響には交互作用が生じる場合があるとみられています。例として、HAZスコアの改善は2才～5才未満の年齢層の子どもに比べ、0.5 才～2 才未満の子どもに特に顕著に表れています。さらに家畜所有も、乳製品市場が未発達で家庭が貧しい場合の方が子どもの成長により大きな影響を及ぼしているようです（Hoddinottら 2015 年）。

酪農開発と SDG2 への影響

レビューした論文は、**農村部の低所得地域においては家庭での生乳生産が家庭の乳消費量を引き上げ、それが子どもの線形成長を促進し発育阻害を軽減**していることを示す強いエビデンスを提供しています。

従って酪農開発はSDG2を達成しながら、同時にSDG1（貧困削減）達成を支援するうえで有益な手段だと考えることができます（FAO、GDP および IFCN 2018 年）。しかし、地域や環境に合わせた乳製品の種類および量、そうした乳製品へのアクセスを貧しいコミュニティおよび家庭に提供する最善の方法に関する理解を深めるためにはさらなる厳密な研究が必要です（Graceら 2018 年）。

[8] 交互作用とは「処置」（または接触）の影響が状況により変わる現象を言います。

考察

酪農開発は（i）牛所有の拡大、（ii）必要な投入およびサービスへのアクセス提供による牛の生産性向上、（iii）生乳売買の促進を通じて取り組むことができます。こうしたアプローチは互いに矛盾するものではありませんが、多くの場合、牛所有の拡大は天然資源の制約により制限されることがあります。牛の生産性向上には、乳の利用可能性の向上と、乳（kg 当たり）の環境への影響の軽減という 2 つの利点があります。しかし、より多くの人々に恩恵を及ぼすためには流通経路を確立する必要があります。

乳市場の発展は消費者に恩恵を与えるだけでなく、大きな雇用創出にもつながることが明らかになっています（Kumar ら 2010 年；Omore ら 2005 年年；USAID 2014 年）。

雇用創出は、多くの低中所得国においては労働力拡大の点から付加的利益としてとらえるべきです。しかし、乳は特に子どもが感染しやすい可能性のあるさまざまな病原体の増殖培地であるとすると、酪農乳業セクターの拡大にあたっては、適切な食品安全の制度を整備し公衆衛生を支える必要があります。

Berti ら（2003 年）は栄養面の成績改善における農業介入の効果をレビューし、栄養改善を実現するうえでは同時に栄養に関する教育を実施することがもっとも重要であると結論付けています。SDG2 達成に向けて効果を最大限に引き出すため、酪農開発においては、世話をする人、その他の家族、コミュニティ全体（男性や祖母など）への栄養教育も同時に実施し、0.5〜2 才の年齢層にあたる幼児期でもっとも重要な段階にいる子どもに、母乳の回数を減らすことなく確実に乳を提供することが求められます。開発途上国においては出産時低体重が発育阻害の主なリスク要因の 1 つであるため（Danaei ら 2016 年）、栄養に関するメッセージでは妊娠中の女性の栄養所要量にも十分配慮すべきです。

参考文献

参考文献

Allen L.2012.Global Dietary Patterns and Diets in Childhood: Implications for Health Outcomes. Ann Nutr Metab 61(suppl 1):29–37 DOI: 10.1159/000346185.

Allen L, Dror D.2011.Effects of Animal Source Foods, with Emphasis on Milk, in the Diet of Children in Low-Income Countries. In: Clemens R, Hernell O, Michaelsen K (Eds) Milk and Milk Products in Human Nutrition. Nestlé Nutr Inst Workshop Ser Pediatr Program, vol 67, pp 113–130, Nestec Ltd., Vevey/S.Karger AG, Basel, © 2011.

Ayalew W, Gebriel ZW, Kassa H.1999.Reducing Vitamin A Deficiency in Ethiopia: Linkages with a *Women-Focused Dairy Goat Farming Project*. ICRW research Report Series 4. 30pp.

Bao K, Sandjaja S, Poh B, et al.2018.The Consumption of Dairy and Its Association with Nutritional Status in the South East Asian Nutrition Surveys (SEANUTS).*Nutrients* 10:759; doi:10.3390/nu10060759.

Berti P, Krasevec J, Fitzgerald S.2003.A review of the effectiveness of agricultural interventions in improving nutrition outcomes. *Public Health Nutrition* 7: 599–609.

Bhandari N, Bahl R, Nayyar B, et al.2001.Food supplementation with encouragement to feed it to infants from 4 to 12 months of age has a small impact on weight gain. *Journal of Nutrition* 131(7):1946–1951.

Choudhury S, Headey D.2017.Household dairy production and child growth: Evidence from Bangladesh. Economics and *Human Biology* 30:150–161.

Danaei G, Andrews K, Sudfeld C, et al.2016.Risk Factors for Childhood Stunting in 137 Developing Countries:A Comparative Risk Assessment Analysis at Global, Regional, and Country Levels. *PLoS Med* 13(11): e1002164. doi:10.1371/journal.pmed.1002164.

Du X, Zhu K, Trube A, et al.2004.School-milk intervention trial enhances growth and bone mineral accretion in Chinese girls aged 10–12 years in Beijing. *British Journal of Nutrition* 92:159–168.

Du X, Zhu K, Trube A, et al.2005.Effects of school-milk intervention on growth and bone mineral accretion in Chinese girls aged 10–12 years: accounting for cluster randomization. *British Journal of Nutrition* 94:1038–1039.

FAO, GDP and IFCN.2018.Dairy Development’s Impact on Poverty Reduction. Chicago, Illinois, USA.Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Fierstein J, Eliasziw M, Lorge Rogers B, Forrester JE.2017.Nonnative Cattle Ownership, Diet, and Child Height-for-Age: Evidence from the 2011 Uganda Demographic and Health Survey. *Am. J. Trop. Med*. Hyg. 96(1):74–82.

Fratkin E, Roth E, Nathan M.2004.Pastoral sedentarization and its effects on Children’s diet, health, and growth among Rendille of northern Kenya. *Human Ecology* 32(5):531–559.

Gebhardt SE, Robin GT.2002.Nutritive Value of Foods. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Home and Garden Bulletin 72.

Girard A, Self J, McAuliffe C, Olude O.2012.The Effects of Household Food Production Strategies on the Health and Nutrition Outcomes of Women and Young Children: A Systematic Review. *Paediatric Perinatal Epidemiology* 26 (Suppl.1):205–222.

Grace D, Dominguez-Salas P, Alonso S, Lannerstad M, Muunda E, et al.2018.The influence of livestock-derived foods on nutrition during the first 1,000 days of life.ILRI Research Report 44.Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI).

Grillenberger M, Neumann C, Murphy S, et al.2003.Food Supplements Have a Positive Impact on Weight Gain and the Addition of Animal Source Foods Increases Lean Body Mass of Kenyan Schoolchildren. *Journal of Nutrition* 133(11):3957S-3964S.

Hall A, Hanh T, Farley K, et al.2007.An evaluation of the impact of a school nutrition programme in Vietnam. *Public Health Nutrition* 10(8):819–826.

He M, Yang Y, Han H, et al.2005.Effects of yogurt supplementation on the growth of preschool children in Beijing suburbs.*Biomed.Env.Sci*.18(3):192–197.

Headey D, Hirvonen K, Hoddinott J.2017.*Animal sourced foods and child stunting*. Invited paper presented at the 2018 Annual Meeting of the Allied Social Sciences Association (ASSA), January 5-7, 2018 in Philadelphia, PA.

Hill AB.1965.The Environment and Disease: Association or Causation. *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 58:295–300.

Hoddinott J, Headey D, Dereje M.2015.Cows, Missing Milk Markets, and Nutrition in Rural Ethiopia. *Journal of Development Studies* 51(8):958–975.

Hoorweg J, Leegwater P, Veerman W.2000.Nutrition in Agricultural Development: Intensive Dairy Farming by Rural Smallholders. *Ecology of Food and Nutrition* 39:395–416.

Hoppe C, lgaard C, Michaelsen K.2006.Cow's milk and linear growth in industrialized and developing countries. *Annual Review of Nutrition* 26:131–173.

Iannotti L, Muehlhoff E, McMahon D.2013.Review of milk and dairy programmes affecting nutrition. *Journal of Development Effectiveness* 5:82–115.

Iannotti L, Lesorogol C.2014a.Animal milk sustains micronutrient nutrition and child anthropometry among pastoralists in Samburu, Kenya. American *Journal Of Physical Anthropology* 155(1):66–76.

Iannotti L, Lesorogol C.2014b.Dietary Intakes and Micronutrient Adequacy Related to the Changing Livelihoods of Two Pastoralist Communities in Samburu, Kenya.Current Anthropology 55(4):475–482.

Ihab A, Rohana A, Wan Manan W, et al.2014.The Impact of Animal Source food (ASF) on the Growth of Malnourished Children in Bachok, Kelantan: Randomized Controlled Intervention Trial. *Journal of Nutrition & Food Sciences* 4(6):321. doi:10.4172/2155-9600.1000321.

Kabunga N, Ghosh S, Webb P. 2017.Does ownership of improved dairy cow breeds improve child nutrition? A pathway analysis for Uganda. PLoS ONE 12(11): e018781 https://doi.org/10.1371/ journal.pone.0187816.

Kassa H, Ayalew W, Habtegabriel Z, Gebremekel T.2003.Enhancing the role of livestock production in improving nutritional status of farming families: lessons from a dairy goat development project in Eastern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* 15(6).

Kidoido M, Korir L.2015.Do low-income households in Tanzania derive income and nutrition benefits from dairy innovation and dairy production? *Food Security*. DOI 10.1007/s12571-015-0419-z.

Kumar A, Staal S, Baltenweck I, Lapar L.2010.Traditional Milk Market in Assam: Potential for Income and Employment Generation. *Indian Journal of Agricultural Economics* 65(4):747–759.

参考文献

Lagrange V.2009.Documenting the health benefits of dairy proteins for vulnerable individuals and populations at risk. *The Australian Journal of Dairy Technology* 64(1):155–156.

Lee R, Singh L, van Liefde D, et al.2018.Milk Powder Added to a School Meal Increases Cognitive Test Scores in Ghanaian Children. *Journal of Nutrition* 148(7):1177–1184.

Leroy J, Frongillo E.2007.Can Interventions to Promote Animal Production Ameliorate Undernutrition? *Journal of Nutrition* 137:2311–2316.

Lien D, Nhung B, Khan N, et al.2009.Impact of milk consumption on performance and health of primary school children in rural Vietnam. *Asia Pac J Clin Nutr* 18 (3):326–334.

Masset E, Haddad L, Cornelius A, Isaza-Castro J.2011.A systematic review of agricultural interventions that aim to improve nutritional status of children. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.ISBN:978-1- 907345-09-8.

Murphy S, Allen L.2003.Nutritional importance of animal source foods. *Journal of Nutrition* 133(11):3932S–3935S.

Nicholson C, Mwangi L, Staal S, Thornton P. 2003.*Dairy Cow Ownership and Child Nutritional Status in Kenya*. American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association).

Omore A, Mulindo J, Fakhrul Islam S, et al.2004. *Employment generation through small-scale dairy marketing and processing. Experiences from Kenya, Bangladesh and Ghana*. FAO Animal Production and Health Paper 158, FAO, Rome.

PAHO/WHO.2003.*Guiding Principles for Complementary Feeding of the Breastfed Child*. Pan American Health Organization (PAHO) and the World Health Organization (WHO), Washington, DC/Geneva.

Rawlins R, Pimkina S, Barrett C, et al.2014.Got milk? The impact of Heifer International's livestock donation programs in Rwanda on nutritional outcomes. *Food Policy* 44:202–213.

USAID (2014).Workforce Connections - *Kenya Youth Assessment*. Available at https://www.usaid. gov/sites/default/files/documents/1865/Kenya_Youth_Assessment_Final_Report.pdf.

Victora C, Habicht J, Bryce J.2004.Evidence-Based Public Health: Moving Beyond Randomised Trials. American Journal of *Public Health* 94(3):400–405.

Victora C, Adair L, Fall C, et al.2008.Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Lancet* 371(9609):340 –357.

Victora C, de Onis M, Curi Hallal P, et al.2010.Worldwide Timing of Growth Faltering: Revisiting Implications for Interventions. *Pediatrics* 2010:473–480.

WHO.2009.Infant and young child feeding: model chapter for textbooks for medical students and allied health professionals.

WHO.2014.Global Nutrition Targets 2025: Stunting policy brief. Available at: https://www.who.int/nutrition/publications/globaltargets2025_policybrief_stunting/en/.

World Bank.2019.WDI - The World by Income and Region. Available at: http://datatopics. worldbank.org/world-development-indicators/the-world-by-income-and-region.html.

付録

付録 1：酪農乳業と子どもの栄養に関するこれまでのレビュー結果

乳・乳製品摂取と子どもの成長

2006 年から 2013 年にかけて、乳・乳製品摂取と子どもの成長を結びつけるエビデンスに関する公表文献を評価するレビューは 4 報実施されました（表 A1.1）。そのうちの 3 報は特に乳製品に焦点を当てたもので、1 報（Allen と Dror 2011 年／Dror と Allen 2011 年）は、動物性食品の大枠の中での「乳製品」摂取量の効果を評価しています。乳摂取の線形成長への影響に関する研究を扱ったもっとも包括的なレビューは Hoppe ら（2006 年）が実施したものであり、1928 年までさかのぼり先進工業国と開発途上国で実施された研究をレビューしています。De Beer（2012 年）はレビュー対象を制御された補給研究に絞っており、Iannotti ら（2013 年）のレビューでは 1980 年以降開発途上国で実施された「乳および乳製品プログラム」のみが取り上げられています。Iannotti のレビューには学校で実施する乳プログラム、強化乳プログラム、粉乳および混合食品、酪農生産および農業プログラムも含まれています。

4 報のレビューすべてが、公表されている乳摂取と身長との関係に関する結果から、牛乳は線形成長にプラスの影響を与えることが読みとれると結論付けています。4 報中 3 報（Allen と Dror（2011 年）、de Beer（2012 年）、Iannotti ら（2013 年））**がその関係を示すエビデンスレベルを中程度と評価しています。**累積エビデンスの強さが中程度と評価されたのは、ビタミンおよび微量栄養素が乳補給に追加して提供されているケースが多かったこと、無作為化されていない介入試験があったことが影響しています。栄養状態のよい母集団における牛乳摂取と子どもの線形成長の強い相関を示した早期介入試験や観察研究を含む、より幅広い研究に対するレビューに基づき、**Hoppe ら（2006 年）は栄養摂取が十分な場合であっても乳製品には成長促進効果があると結論付けています。**この結論は、乳摂取がインスリン様成長因子（IGF）-I の循環を促すことを明らかにした研究によって裏付けられているとしており、少なくとも部分的には IGF の活発化により乳が成長促進効果を生み出していることが分かります。

表 A1.1：乳・乳製品摂取と子どもの成長（身長か体重、または両方）の関係を評価しているレビューの概要

レビュー	介入内容 & 成績	対象地域 & 期間	研究数	結論
Hoppe ら 2006 年	乳摂取と線形成長（および血清 IGF）	世界各国、1928 年以降	44[1]	栄養摂取が十分な場合であっても乳には成長促進効果がある。
Allen と Dror 2011 年 / Dror と Allen 2011 年	ASF 摂取と子どもの成長、発育、健康	低所得国[2]、1970 年以降	5[3]	3 報の研究のみが対照群と比較して非強化乳を評価している。いずれも（少なくとも発育阻害の子どもについては）体重および身長増加が改善されたことを明らかにしている。
de Beer 2012 年	乳製品が含まれている通常の食事補給と身長増加に関する比較研究	世界各国、1926 年以降	12	乳製品補給が線形成長を促すことを示すエビデンスの質は中程度。
Iannotti ら 2013 年	乳プログラムと子どもの栄養	開発途上国、1980 年以降	24、うち 6 報は学乳	研究では（学乳プログラムの）子どもの成長に対する（プラスの）影響が示されている。

[1] 未就学児と学童の成長に関連する研究
[2] NL でのマクロビオティックな食事法とそうでない食事法との比較研究 1 報を含む
[3] 乳の具体的影響を評価した研究、観察研究 2 報と介入試験 3 報

農業介入と子どもの成長

酪農開発、すなわち生乳生産の拡大に対する支援が子どもの成長に及ぼす影響に対するレビューの多くは、農業介入の栄養面での成績に対する幅広いレビューの枠組みの中で実施されています（表 A1.2）。入手できるレビューは広範囲にわたる介入と成績を評価していますが、大半は生産の仲介的効果を評価するにとどまっており、摂取量を調査しているものもありますが、子どもの身体測定値に言及しているものはほとんどありません。

レビュー対象の研究からは総じて食物摂取への好ましい影響が報告されているものの、改善された食生活は必ずしも生化学的／臨床的指標の改善と一致していません。**すべてのレビューが、評価対象となった農業介入が子どもの身体測定値にプラスの影響を与えたことを示すエビデンスはほぼないと結論付けています。**しかし Masset ら（2012 年）が述べているように、こうした不本意な結果を効果のなさを示すエビデンスと解釈すべきではありません。レビューした研究の多くは子どものサンプル数が少ないものでした。Masset ら（2012 年）は、「10%の介入効果が検出できる確率は、わずか 15%に過ぎない。この分析に基づけば、本レビューおよびそれ以前のレビューで農業介入の栄養状態に対する統計的に有意な効果が報告されていないということが、すなわち確実に有効性がないことに起因するとは断言できない。むしろ、レビューした研究の力不足が効果の特定を阻んだ可能性がある」と推察しています（Masset ら 2012 年）。

付録 1：酪農乳業と子どもの栄養に関するこれまでのレビュー結果

表 A1.2：酪農開発を含む農業介入と、栄養面での成績の関係を評価したレビューの概要

レビュー	介入内容 & 成績	対象地域 & 期間	研究数	結論
Berti ら 2004 年	農業 & 食生活、疾病率、子どもの栄養状態	開発途上国、1985～2001 年	30、うち 4 報は「乳製品」	農業介入は参加世帯の栄養状態の改善という点では結果が入り混じっている。
Leroy と Frongillo 2007 年	畜産 & 収入／支出、食生活、子どもの栄養状態	開発途上国、1987～2003 年	15、うち 5 報は「乳製品」	畜産の促進が栄養不足を軽減する効果的手段かどうかを裏付けるエビデンスは不十分。
Masset ら 2012 年	農業 & 収入、食生活、子どもの栄養状態	低所得国、1990～2010 年	23、うち 1 報は「乳製品」	5 才未満の子どもの間での発育阻害、消耗症、低体重のまん延にプラスの影響を与えるというエビデンスはほぼない。
Girard ら 2012 年	農業 & 母子の栄養および健康	低中所得国、1990～2011 年	32[1]、うち 1 報は「乳製品」	発育阻害、低体重、消耗症への効果に関する要約の推定は有意ではない。
Iannotti ら 2013 年	酪農開発 & 食生活、子どもの栄養状態	開発途上国、1980 年以降	24、うち 7 報は「酪農生産」	酪農プログラムでは主に食生活を重視。酪農開発と子どもの栄養状態の関連を示すエビデンスは不十分。

[1] 子どもの成績に関するレポート

付録 2：文字列検索で抽出された論文数

表 A2.1：検索文字列のさまざまな組み合わせにより抽出されたタイトル数

主な検索ワード	乳（Milk）	酪農乳業（Dairy）	乳用家畜（Dairy animals）
食料安全保障（Food security）	393	362	136
食料不安（Food insecurity）	103	79	8
栄養不良（Malnutrition）	668	163	26
発育阻害（Stunting）	185	49	14
消耗症（Wasting）	1,843	3,174	742
対年齢の低身長（Low height for age）	354	224	54
対年齢の低体重（Low weight for age）	2,295	224	335
低体重（Underweight）	118	41	3
ボディマス指数（Body mass index）	1,471	996	71
BMI	980	665	52
食事エネルギー供給量（Dietary energy supply）	8	8	4
DES	151	76	30
栄養状態（Nutritional status）	192	503	
栄養不足（Undernourishment）	11	3	
低栄養（Undernutrition）	281	118	
適切な栄養（Adequate nutrition）	71	26	
十分な成長（Adequate growth）	659	261	
線形成長（Linear growth）	136	33	
合計	9,919	7,005	1,475

付録 3：レビュー対象となった研究の主な特徴および結果

表 A3.1：乳製品／乳補給と子どもの成長に関する介入試験の主な特徴および結果

研究	国	年齢層（才）	性別	介入群（IG）補給内容	摂取量	乳製品タンパク質（g）[1]	度数
乳タンパク質のみを補給							
Du ら 2004 年	中国	10	F	UHT 乳 + Ca[a]	330mL	10.6	学校がある日[b]
Grillenberger ら 2003 年	ケニア	6〜14	M+F	UHT 乳	カルシウム 190mL	6.1	学校がある日
He ら 2005 年	中国	3〜5	M+F	ヨーグルト	125g	3.8	5 日／週
Ihab ら 2014 年	インドネシア	2〜10	M+F	乳	500mL	16.0	毎日
Lien ら 2009 年	ベトナム	7〜8	M+F	乳	500mL	16.0	6 日／週
乳タンパク質、ビタミン、ミネラルを補給							
Bhandari ら 2001 年	インド	0.3〜1	M+F	乳が主成分のシリアル[d]	タンパク質 8g	8.0	毎日
Hall ら 2007 年	ベトナム	6〜9	M+F	UHT 乳[f]	200mL	6.4	5 日／週[g]
Lee ら 2018 年	ガーナ	6〜9	M+F	SMP[h]	乳タンパク質 8.8g	8.8	学校がある日[i]

[1] 日々のタンパク質摂取量は、乳タンパク質含有量を 1 リットル当たり 32g として算出
[2] 補給毎の日々の乳タンパク質量は、論文に記載されていれば提供した日数で乗じ、記載されていなければ研究試験期間の補給回数で乗じている
^ p<0.10, * p<0.05, ** p<0.01
[a] 新鮮な乳と同量（1,120mg／L）になるようカルシウムを追加
[b] 研究期間の平均量は 144ml／日
[c] 授業月数は 18 カ月
[d] 補給の利用についてのカウンセリングも実施
[e] 訪問群
[f] さらにビタミン A&D および強化ビスケット
[g] 計 173 日
[h] さらに微量栄養素
[i] 摂取平均日数 115 日
[j] プラセボ対照、二重盲検
k HAZ
[l] WAZ

期間（m）	受け取った乳タンパク質の総量（g）[2]	無作為化	介入群（IG）／対照群（CG）	最終的母集団	ベースライン身長（cm）	ベースライン体重（kg）	身長の変化（cm）	体重の変化（kg）
24	5,879	学校単位	IG	207	140.4	33.9	13.4**	11.6**
			CG	234	140.7	33.4	12.2	10.1
23[c]	2,392	学校単位	IG	132	115.5	19.9	10.29	3.86*
			CG	117	115.5	20.0	9.95	3.49
9	745	Y	IG	201	101.0	15.3	5.43*	1.42*
			CG	201	100.8	15.6	5.24	1.20
6	2,928	Y	IG	30	114.7	19.1	3.6*	1.7
			CG	30	113.8	18.5	2.6	0.9
6	2,510	学校内	IG	151	117.4	18.8	3.6	1.5
			CG	143	116.8	19.0	3.2	1.1
8	1,952	Y	IG	87	58.2	5.0	10.3	2.09*
			CG[e]	91	58.4	5.2	9.9	1.84
17	1,107	学校単位	IG	360	112.1	17.9	8.15**	3.19**
			CG	720	111.7	17.8	7.88	2.95
9	1,012	Y[j]	IG	236	-0.8[k]	-0.9[l]	0.02	0.07
			CG	237	-0.8	-1.0	0.02	0.03

付録 3：レビュー対象となった研究の主な特徴および結果

表 A3.2：乳摂取と子どもの成長に関する観察研究の主な特徴および結果

研究	国	研究種別	データ源	年齢層（才）	層／比較群	観測数 [1]	乳摂取量
Fratkin ら 2004 年	ケニア	縦断（3 年）	自己調査	0〜9[a]		5,535[b]	0.4〜3.6[c]
Headey ら 2018 年	46	横断	DHS[e]	0.5〜2 才未満	LAC[f]	6,626	57.7[g]
					NENA	3,544	64.9
					SCE-Asia	6,881	38.4
					WC-Africa	9,314	20.8
					ES-Africa	6,625	18.7
Hoorweg ら 2009 年	ケニア	横断	自己調査	0.5〜5 才未満	酪農家	30	200[h]
					その顧客	24	249
					農村世帯	86	11
Iannotti と Lesorogol 2014 年	ケニア	縦断（10 年）	自己調査[j]	0〜2		33	260〜310[k]
				3〜5		42	
				6〜8		63	
				9〜11		34	
Kidoido ら 2015 年	タンザニア	横断	LSMS-ISAl	0〜6	乳製品を摂取している低所得世帯	1,662	33[m]
					乳製品を摂取している高所得世帯	1,623	41

[1] 身体測定を受けている子どもの人数
^ p<0.10, * p<0.05, ** p<0.01, ns = p>0.10
[a] 研究開始時点では 6 才未満
[b] 488 人の子どもを反復測定
[c] カップ／子ども 1 人／日（グラフ表現）
[d] 発育阻害となる確率の、1 日 1 カップ当たりでの減少率
[e] 国別人口保健調査
[f] ラテンアメリカとカリブ海諸国（LAC）、中近東と北アフリカ（NENA）、南・中央・東アジア（SCE-Asia）、西・中央アフリカ（WC-Africa）、東・南アフリカ（ES-Africa）
[g] 過去 24 時間以内に乳を摂取した 6〜23 カ月齢の子どもの割合
[h] mL／摂取単位（2,960kcal）／日
[i] 国際基準値と比べた割合（%）、子どものペア数は 51、ペアでの T 検定
[j] 200 世帯に対する 3 回のパネル調査（2000 年、2005 年、2010 年）、55 世帯に対する 2012 年の横断調査で得た子どもの身体測定値および食事データ
[k] 成人換算 1 人 1 日当たりの経時的中央値（mL）
[l] 生活水準測定研究 - 農業統合調査
[m] mL／人／日

発育阻害割合（%）	ATT	HAZ	ATT	WAZ	ATT	交絡の制御
	-0.15[d] **	-0.4〜-2.0		-0.6〜-2.1		一般化推定方程式を用いた多変量解析
23.6	-0.044**					統制変数で飽和させた多変量統計モデル
25.8	-0.002ns					
37.1	-0.048**					
32.5	-0.007ns					
37.3	-0.066**					
13〜23		93.9[i]*		84.7[i]**		世帯収入および年齢層による子どものマッチング
33		92.3		79.4		
41.9		-1.49	ns	-1.32	ns	共変量を用いる最小 2 乗回帰
22.0		-1.26		-1.31		
15.8		-0.56		-1.38		
9.1		-0.74		-1.63		
		-1.70	0.13**	0.08	0.40**	共変量を用いる重回帰モデル
		-0.08	0.09	0.39	0.06	

付録 3：レビュー対象となった研究の主な特徴および結果

表 A3.3：乳牛／山羊が子どもの成長に及ぼす影響に関する介入試験の主な特徴および結果

研究	国	データ源	年齢層（才）	介入群（IG）／対照群（CG）	観測数 [1]	乳摂取量
Kassa ら 2003 年	エチオピア	自己調査	0～5 才未満	山羊（乳用／在来種）がいる場合	102	4.8[a]***
				山羊がいない場合	71	2.5
Rawlins ら 2014 年	ルワンダ	自己調査	0～5	乳牛	43	5.8[c]
				見込み [b]	56	

[1] 身体測定を受けている子どもの人数
^ p<0.10, * p<0.05, ** p<0.01
[a] 子どもの乳摂取回数／週（Ayalew ら 1999 年）
[b] 牛を受け取る資格があると考えられるが順番待ちをしている家庭
[c] 1 人 1 カ月当たりの乳およびヨーグルト摂取量（L）
[d] 傾向スコアマッチング法（PSM）で推計した平均的な処置効果（乳およびヨーグルトの追加量 10.9L／人／月）
トービットモデルの回帰分析による推定効果：9.3L**
[e] 一連の統制変数を用いる見かけ上無関係な回帰（SUR）を利用して、平均的な処置効果を推計

ATT	発育阻害の割合（%）	HAZ	ATT	低体重の割合（%）	WAZ	ATT
	34.3^			34.3*		
	47.9			50.7		
10.9[d]**	22.4	-1.28	0.54[d]^	9.2	-0.72	0.40[e]

付録 3：レビュー対象となった研究の主な特徴および結果

表 A3.4：乳牛／山羊が子どもの成長に及ぼす影響に関する観察研究の主な特徴および結果

研究	国	研究種別	データ源	年齢層（才）	比較内容	観測数 [1]	乳摂取量
Choudhury と Headey 2017 年	バングラデシュ	横断	BIHS[a]	0.5～2 才未満	泌乳牛	223	0.14[b]**
					泌乳中ではない雌牛	128	-0.02[b]
					雌牛を飼育していない	1,245	
				2～5 才未満	泌乳牛	2,384	
					泌乳中ではない雌牛		
					雌牛を飼育していない		
Fierstein ら 2017 年	ウガンダ	横断	UDHS[d]、農村部サンプル	0～2 才未満	非在来種の牛がいる	14	80.2[e]**
					非在来種の牛はいない	709	24.6
				2～5 才未満	非在来種の牛がいる	28	79.2**
					非在来種の牛はいない	890	17.8
			都市部サンプル	0～2 才未満	非在来種の牛がいる	10	73.2
					非在来種の牛はいない	192	55.4
				2～5 才未満	非在来種の牛がいる	11	53.2
					非在来種の牛はいない	216	35.5
Hoddinott ら 2015	エチオピア	横断	AGPS[f]	0.5～2 才未満	雌牛所有者	1,590	1.48[g]**
					所有していない		
				2～5	雌牛所有者	3,092	
					所有していない		
		横断	EDHS[m]	1～2	雌牛所有者	1,867	28[n]**
					所有していない		
Kabunga ら 2017 年	ウガンダ	横断	NPS[i]	0.5～5	改良種の乳牛	108	66.2[j]*
					在来種の乳牛	572	27.0
Nicholson ら 2003 年	ケニア	横断	自己調査、沿岸部	0～6 才未満	乳牛	53	0.97[k]*
					在来種の雌牛	28	0.35
					雌牛を飼育していない	70	0.37
			山岳部	0～5 才未満	乳牛	127	6.45[k]*
					在来種の雌牛	19	2.24
					雌牛を飼育していない	99	1.84

[1] 身体測定を受けている子どもの人数
^ p<0.10, * p<0.05, ** p<0.01
[a] 2011 年および 2015 年のバングラデシュ統合世帯調査
[b] 雌牛のいない家庭の子どもと比較した 6～23 カ月齢の子どもの乳摂取量の確率の増大
[c] 雌牛を所有していない家庭との比較
[d] 2011 年ウガンダ人口保健調査
[e] 過去 24 時間に子どもが乳を摂取した確率
[f] 農業成長プログラム調査
[g] 子どもが乳または乳製品を摂取した日数はやや上昇

発育阻害の割合（%）	ATT	HAZ	ATT	WAZ	ATT	交絡の制御
34.0	-10.4[c]*	-1.37	0.52[c]**			社会経済的制御変数および子どもの性別と年齢ならびに地域の固定効果のダミー変数を用いた多変量回帰モデル
	-8.0[c]		0.16[c]			
	-5.9		0.04			
	-4.8		0.17			
6.0		0.2*	1.32**			潜在的交絡因子として WASH、子ども、母親、家庭、地理、食事の特徴を含む 6 つの変数カテゴリーを用いた加重多変数線形回帰
28.0		-1.1				
23.8		-1.2*	0.58*			
42.7		-1.9				
0.0**		-0.4	=0.40			
24.0		-0.8				
0.0		-0.1	1.08*			
15.7		-1.0				
47.0	-5.5[h]^	-1.74	0.21^		0.08	子ども、母親、家庭、地域的影響について補正した最小二乗回帰
	-1.8		0.06		-0.01	
	-5.8^		0.23*			
		-0.95	0.48^	-0.55	0.10	子ども、母親、家庭、地理的影響に対する傾向スコアマッチング
		-1.43		-0.65		
37.7		-1.57[l]*	1.10 [l]*			子ども、家庭、世帯主の特徴について補正した多変量回帰モデル
35.7		-1.01[l]*				
54.3		-2.05				
34.3		-1.35[l]*	0.29 [l]			
29.2		-1.24				
44.5		-1.71				

[h] 発育阻害となる確率の減少率
[i] 2009/10 年度ウガンダ国内パネル調査
[j] L／人／年（約 180 および 74mL／日）
[k] 成人換算 1 人 1 週間当たり（L）、在来種の場合牛および雌牛がいない場合と乳牛には有意差
[l] 雌牛のいない家庭との比較
[m] 2000 年エチオピア人口保健調査
[n] 毎日乳を摂取する確率の増加割

付録 4：一部論文の抄録

A.4.1：乳・乳製品補給と子どもの成長 - 介入試験

Bhandari N ら 2001 年．Food supplementation with encouragement to feed it to infants from 4 to 12 months of age has a small impact on weight gain（生後 4～12 カ月齢の乳児に与えることを奨励した食料補給の体重増加に及ぼす影響はわずかである）

開発途上国の乳児の栄養不良を、同時に疾病率減少介入を行うことなく、食料の入手可能性の改善と栄養相談だけで大幅に削減できるかどうかは明らかではない。本研究は、相談や栄養相談のみを実施しながら微量栄養素を強化した食料の補給を大量に行うことで、月齢 4～12 カ月になる間の身体的成長が大幅に向上されるのかどうかを見極めるためのものである。418 人の 4 カ月の乳児をそれぞれ全 4 群のいずれかに無作為に分け月齢 12 カ月に到達するまで比較試験を実施した。1 つ目の群には**乳が主成分のシリアルを提供して栄養相談**を実施し、2 つ目の群は毎月栄養相談のみを実施した。自宅訪問による週に 2 回の疾病率観察の効果を比較検証するため、対照群の 1 つに同様の訪問を実施し（訪問群）、4 つ目の群には一切介入を行わなかった。母乳以外の乳源からのエネルギー摂取量の中央値は訪問群に比べ食料補給群の方が 26 週目で 1,212kJ（P<0.001）、38 週目で 1,739kJ（P<0.001）、52 週目で 2,257kJ（P<0.001）上回っていた。**食料補給を行った乳児は訪問群の乳児に比べ体重増加が 250g（95%信頼区間：20～480g）上回っていた。研究期間中の身長増加の中央値の差は 0.4cm（95%信頼区間：-0.1～0.9cm）だった。**栄養相談群は月齢によってエネルギー摂取量が 280～752kJ 上回っていたが（全月齢で P<0.05）、体重および身長増加に有意な恩恵は表れなかった。こうした介入の効果を高める方法を特定する必要がある。

Du X ら 2004 年．School-milk intervention trial enhances growth and bone mineral accretion in Chinese girls aged 10–12 years in Beijing（学乳介入試験は北京の 10～12 才の中国人女児の成長と骨ミネラルの増加を促進する）

北京の 9 校の小学校の 10 才の女児 757 人に対し 2 年間の乳介入試験を実施した（1999 年 4 月～2001 年 3 月）。次のように各学校を 3 つの群に無作為化した。研究期間中の学校がある日にカルシウム強化乳 330ml を 1 パック摂取する 238 人の 1 つ目の群、さらにビタミン D3 を 5mg または 8mg 強化した乳を同量摂取する 260 人の 2 つ目の群、対照群となる 259 人の 3 つ目の群である。研究開始時、開始から 12 カ月後、そして 24 か月後に身体測定、骨のミネラル化測定を実施する他、食事、健康、身体活動に関するデータを収集した。**ビタミン D^3 が強化されているかどうかにかかわらず、乳を摂取したことにより 2 年間で身長（≥0·6%）、座高（≥0·8%）、体重（≥2·9%）、**（サイズ調整後の）全身骨塩量（≥1·2%）、骨密度（≥3·2%）の変化に有意な増加がみられた。

ビタミン D[3] 強化乳の群は、25 ヒドロキシビタミンを配合していない乳の群よりも、（サイズ調整後）全身骨塩量（2.4%に対し 1.2%）および骨密度（5.5%に対し 3.2%）の変化に有意な増加が表れた。ビタミン D[3] 強化乳の群には、乳だけの群または対照群と比べ、研究終了時点でビタミン D の状態に有意な改善がみられた。学校の乳プログラムなどを通じた乳摂取の増加が思春期の骨の成長を改善させ、特にカルシウム摂取量が不足している場合やビタミン D の状態が良くない場合にそれが顕著に表れるという結論に達した。

Grillenberger M ら 2003 年．Food Supplements Have a Positive Impact on Weight Gain and the Addition of Animal-Source Foods Increases Lean Body Mass of Kenyan Schoolchildren（食品補給は体重増加にプラスの影響を与え、動物性食品の追加はケニアの学童の除脂肪体重を増加させる）

食事パターンと成長に関する観察研究、および乳補給に関する研究により、動物性食品を含む食物を摂取している子どもの方が、成長が良好であることが明らかになっている。本研究では、ケニアの学童 544 人（年齢の中央値 7.1 才）を対象に、肉、乳、エネルギー補助食品（≈1,255kJ）のいずれかの食品補給を 23 カ月行った群と、補給を行わない対照群とで成長を比較評価した。共変量を統制した多変量解析により、体重、身長、身長に対する体重値（WHZ）、年齢に対する身長値（HAZ）、上腕周囲径、三頭筋および肩甲骨下部、上腕筋、上腕脂肪面積の増加を比較した。各補給群の子どもは対照群の子どもに比べ体重増加幅が≈0.4kg（10%）上回っていた。肉、乳、エネルギー補助食品の群の子どもは対照群の子どもに比べ上腕周囲径が順に 0.33cm、0.19cm、0.27cm 多く増加した。肉補給を実施した子どもは他の群の子どもに比べ上腕筋面積が 30～80%大きく増加しており、乳補給を実施した子どもは補給を行わなかった子どもよりも上腕筋面積が 40%大きく増加していた。**身長、HAZ、WHZ、体脂肪の測定値については、全体的に補給による統計的に有意な効果はみられなかった。ベースラインの HAZ が比較的小さい（≤-1.4）サブグループの子どもに関しては乳補給が身長増加に正の影響を与えているとみることもできる。**この結果は、食事補給が研究対象の子どもの体重増加に正の影響を与え、肉の追加が除脂肪体重の増加につながったことが示している。

Hall A ら 2007 年．An evaluation of the impact of a school nutrition programme in Vietnam（ベトナムの学校栄養プログラムの影響に対する評価）

研究の目的：ベトナムの学童の体重増加と成長に対する学校における栄養プログラムの有効性を評価する。**デザイン**：7 校の学童に学校のある日にエネルギー量 300kcal の強化乳およびビスケットを提供し、近隣の 14 校の学童にはこれを提供せず、クラスター近似により比較評価した。すべての子どもは虫下しを提供された。**実施場所**：ベトナムのドンタップ省の小学校 21 校。**対象**：21 校の小学校の 1 年生 1,080 人の集団、および 3 年生 400 人の横断インタビュー。**結果**：17 カ月間、1 日当たり$^{-1}$ 90kcal 相当を補給した。T 検定を実施したところ、次のように**体重および身長の平均的増加において群間には小さいものの統計的に有意差があることが明らかになった。体重増は 3.19kg に対し 2.95kg（P < 0.001）、身長増は 8.15cm に対し 7.88cm（P = 0.008）。**マルチレベルモデルでは、子どもを学校、性別、年齢、最初の低体重でクラスタリングして補正したところ、プログラムが統計的に有意であることが明らかになった（P = 0.024）。回帰モデルでは身長に対しても有意な影響があったことが明らかになったが、学校について補正したところ影響はみられなかった。栄養不足がもっとも深刻な子どもたちは体重増加がもっとも少ない傾向があった。代替のエビデンスはなかった。**結論**：プログラムは体重増加に少ないものの有意な影響を与えたが、栄養不足がもっとも深刻な子どもたちへの恩恵はもっとも少ない結果となった。手法を改善し、こうした子どもたちに的を絞る必要がある。こ

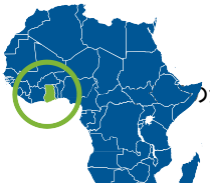
のデザインは、他のプログラム実施環境でも学校給食が成長に与える影響を推定する手段として利用できる可能性がある。

He M ら 2005 年. Effects of yogurt supplementation on the growth of preschool children in Beijing suburbs（北京郊外の幼児の成長に対するヨーグルト補給の影響）

研究の目的：北京郊外においてヨーグルト補給が幼児の成長に与える影響を調査する。**方法**：北京市房山区の 7 校の幼稚園から、基準レベルに比べ年齢に対する身長か体重、またはその両方が少ない 3～5 才の幼児 402 人（男児 217 人、女児 185 人）を研究対象として抽出した。対象者を無作為に対照群（CG、201 人）とヨーグルト補給群（YG、201 人）に分けた。YG の各対象者には 2001 年 3 月から 12 月にかけて週に 5 日ヨーグルト（125g）を 1 日 1 回提供し、CG には追加補給を行わなかった。研究期間中、全対象者は通常の食生活を維持した。3 カ月毎に身体測定（身長、体重、上腕周囲径）、および前腕の骨密度（BMD）測定を行った。疾病状態および食物摂取量も記録し評価した。**結果**：YG は CG に比べ、カルシウム、亜鉛、ビタミン B2 の摂取量が有意に多くなる結果となった。上気道感染症および下痢の発生率と期間は、YG の子どもの方が CG に比べ有意に抑制された。**ヨーグルト補給開始から 3、6、9 カ月経過後の YG の子どもの身長増加は CG の子どもと比べて有意に大きかった（P<0.05）（経過期間順に 1.90+/-0.49cm に対し 1.77+/-0.54cm、3.83+/-0.57cm に対し 3.64+/-0.66cm、5.43+/-0.69cm に対し 5.24+/-0.76cm）。 ヨーグルト補給開始から 3、6、9 カ月経過後の YG の子どもの体重増加は CG の子どもと比べて有意に大きかった（P<0.05）（経過期間順に 0.70+/-0.43kg に対し 0.49+/-0.35kg、0.98+/-0.62kg に対し 0.80+/-0.60kg、1.42+/-0.76kg に対し 1.20+/-0.67kg）。**ヨーグルト補給開始から 9 カ月経過後の YG の子どもの BMD は CG の子どもと比べて有意に増加した（P<0.05）（0.415+/-0.058g/cm2 に対し 0.400+/-0.065g/cm2）。**結論**：ヨーグルトは幼児のカルシウム、亜鉛、ビタミン B2 の摂取量改善、上気道感染症および下痢の発生率と期間の抑制、健康改善、成長および発育の促進に有効である。

Ihab AN ら 2014 年. The Impact of Animal-Source food (ASF) on the Growth of Malnourished Children in Bachok, Kelantan: Randomized Controlled Intervention Trial（クランタン州バチョの栄養不良の子どもの成長に及ぼす動物性食品（ASF）の影響：無作為化比較介入試験）

研究の目的：この研究は、マレーシアのクランタン州バチョの栄養不良の子どもの成長に対する動物性食品の効果を評価することを目的とした。**方法**：マレーシア・バチョにおいて食料不安の家庭の 2～10 才の栄養不良の子ども 90 人を対象に 6 カ月間の動物性食品（ASF）介入試験を実施した。無作為に子どもを次の 3 つの群に分けた。研究期間中毎日 250ml の乳を 2 パック摂取する乳群（n=30）、毎日 2 個の卵を受け取る卵群（n=30）、食料介入を行わない対照群（n=30）。身体測定データは介入試験開始時、開始から 3 カ月後、そして 6 カ月後に収集した。**結果：研究開始後 6 カ月で、全群の子どもの身長（乳群 3.62cm; p<0.001、卵群 3.51cm, p<0.001、対照群 2.55cm, p<0.001）、体重（乳群 1.72kg; p<0.001、卵群 1.67kg, p<0.001、対照群 0.87kg. p<0.001）、**上腕周囲径（MUAC）（乳群; 0.80cm; p<0.001、卵群 0.78cm, p<0.001、対照群 0.31cm; p=0.023）において**有意な増加があった。結論**：介入による正の効果はあるものの、介入プログラムが成功していると定義するほどの十分な有効性はなかった。



Lee Ret ら 2018 年. Milk Powder Added to a School Meal Increases Cognitive

Test Scores in Ghanaian Children（学校給食に粉乳を追加すると、ガーナの子どもの認知テストのスコアが向上）

背景：学校給食に乳を含めることは栄養的に優れた方法だと考えられているが、具体的なメリットはまだ明らかになっていない。**研究の目的**：ガーナの学童に、さまざまな微量栄養素の豊富な粥に粉乳を混ぜて毎日 8.8g の乳タンパク質を摂取してもらい、3 つの対照群のいずれかと比較して線形成長およびケンブリッジ神経心理学的検査バッテリー（Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery：CANTAB）スコアの増加幅が大きくなるかどうかを評価した。**方法**：6～9 才の健康な子どもを対象に無作為化した二重盲検プラセボ対照臨床試験を実施した。毎日 8.8g の乳タンパク質を摂取する群を、毎日 4.4g の乳タンパク質摂取する群、毎日 4.4g の乳タンパク質に加え 4.4g のコメタンパク質（等窒素で、タンパク質の半分は乳、もう半分は米から摂取）を摂取する群、窒素を含まない補給を行うプラセボ群のいずれかと比較した。主要評価項目は 9 カ月経過後の身長の変化と 4 カ月半経過後の CANTAB スコアの変化、副次的評価項目は体組成値の変化とした。学校がある日に粥に加える方法で補給し、9 カ月間摂取させた。身体測定、体組成の測定、CANTAB 検査は研究参加時点と、4 カ月半経過後、9 カ月経過後に実施した。群毎の結果を、身体測定値については ANCOVA を利用し、CANTAB スコアについてはクラスカル=ウォリス検定を利用して比較した。**結果**：毎日 8.8g の乳タンパク質を摂取した群の子どもは他の食品群と比べ、Pattern Recognition Memory（パターン再認記憶課題）の的中率（平均 ± SD:5.5% ± 16.8%; $P < 0.05$）および内次元／外次元セットシフトの完了ステージにおいて大幅に優れた結果を示した（0.6 ± 2.3; $P < 0.05$）。群間で線形成長に差はみられなかった。毎日 4.4g または 8.8g の乳タンパク質を受け取った子どもの除脂肪量指数は、乳を受け取らなかった子どもよりも大きく、効果量は 0.34kg/m^2 だった。**結論：学童が毎日 8.8g の乳タンパク質を摂取すると、他の食料補給と比べ実行・認知機能が改善され、除脂肪体重の増加につながったが、線形成長は促進されなかった。** 本研究は www.clinicaltrials.gov で NCT02757508 として登録された。

Lien DT ら 2009 年. Impact of milk consumption on performance and health of primary school children in rural Vietnam（ベトナム農村部の小学生の成績と健康に対する乳摂取の影響）

ベトナムの小学校の学童における栄養不良および微量栄養素欠乏症のまん延を調べた追跡調査である。ベトナム北部の紅河デルタ地域の 3 校の小学校に通う 7～8 才の子ども計 454 人を、通常の乳を提供する群、ビタミン、ミネラル、イヌリン強化乳を提供する群、比較する対照群に分けた。子どもの身体測定値、（微）栄養状態、糞便微生物叢組成、学業成績、各種健康指標を監視した。乳介入を行った 6 カ月間で年齢に対する体重値（WAZ）および年齢に対する身長値（HAZ）がどちらも有意に改善し、介入群の低体重および発育阻害は 10%減少した。介入期間中、すべての群において有意に貧血の発生率が減少し、血清フェリチン濃度が増加した。血清亜鉛レベルが増加した結果、亜鉛欠乏症の発生率は 3 つすべての群で有意に改善された。血清レチノール濃度および尿中ヨウ素排泄濃度は強化乳介入による変動はなかったが、対照群においてはヨード欠乏症の発生率が上昇した。ビフィズス菌が糞便性細菌に占める割合は 1%未満だった。乳介入開始から 3 カ月経過後、乳群およびイヌリン強化乳群のどちらも細菌、ビフィズス菌、バクテロイデス属の総数が有意に増加した。乳摂取群の子どもは短期記憶力のスコアが有意に上昇した。親からは健康に関連する生活の質が乳介入によって大幅に改善したとの報告があがった。結論として（強化）乳摂取は、低体重および発育阻害の発生軽減、微量栄養素状態の改善、学習指標の向上、生活の質の改善などベトナム農村部の子どもに恩恵を与えた。

A.4.2：乳・乳製品摂取と子どもの成長 - 観察研究

Fratkin E ら 2004 年. Pastoral sedentarization and its effects on Children's diet, health, and growth among rendille of northern Kenya（ケニア北部の遊牧民レンディーレ族の定住化とその子どもたちの食生活、健康、成長への影響）

アフリカの乾燥地域の至るところで、それまで移動型の牧畜を生業としていた人々が定住型に移行している。遊牧民の定住化は、食料不足、医療不足、ガバナンスの問題に対する解決策として国際的開発機関や各国政府が推奨しているものであるが、牧畜生活、特に子どもの乳およびその他の畜産物へのアクセスを放棄することが、牧畜民の健康および幸福にとって有益なのかどうかは明らかになっていない。本論文は、ケニア北部のレンディーレ族の 1 つの牧畜コミュニティと 4 つの定住型コミュニティを対象に 3 年間にわたり 2 カ月に 1 度計 17 回、子どもの食生活、成長、疾病率パターン、および世帯単位の経済階層について反復調査したデータに基づいた研究結果を報告している。0 才から 9 才の子ども 488 人の 5,535 の測定値を二変量解析した結果、牧畜コミュニティの年齢毎の身長および体重の測定値には、定住型コミュニティの子どもに比べて一貫して重く、背が高いことが表れていた。一般化推定方程式を用いた多変量解析では、**干ばつ期かどうか、母乳を与えているかどうかにかかわらず乳の摂取量が子どもの体重および身長の増加に対して常に統計的に有意な決定因子である**ことが明らかになった。その他、子どもの成長の有意な決定因子には疾病および貧困があり、どちらも定住型コミュニティと関連していた。こうした結果から、国際的な開発援助ではアフリカの乾燥地帯における畜産の改善および遊牧への支援を軽視すべきでないことが読みとれる。

Headey D ら 2017 年．Animal-sourced foods and child stunting（動物性食品と子どもの発育阻害）

世界中で発育阻害の幼児は 1 億 6,000 万人に上り、子どもの健康、認知発達、教育の提供、経済的成果において著しい負担が生じている。幼少期の発育阻害は、食生活の多様性のなさ、特に高品質のタンパク質や成長を促進する栄養素を豊富に含む動物性食品（ASF）の摂取量が少ないことと結びついている。しかし驚くことに、ASF と子どもの成長に焦点をあてた経済的研究はほとんど行われてこなかった。本論文では、46 カ国の 6〜23 カ月齢の子ども 112,553 人を分析することによって、こうした見落としを是正している。まず、さまざまな地域の子どもの特有の ASF 摂取パターン、特に乳製品摂取量の大きなばらつき、卵および肉の摂取量の少なさ、アフリカおよびアジアのいくつかの貧しい地域における驚くほど頻繁な魚の摂取を確認した。その後、ASF 摂取量と子どもの発育阻害との関連性を制御変数で飽和させた多変量モデルで検証した。**その結果、全体的な ASF 摂取量指標、ならびに魚および乳製品摂取量との間に強い関連性があることが明らかになった。**最後に、なぜ ASF 摂取量が少なく、これほどばらつきがあるのかを考察した。非貿易品の ASF（新鮮な牛乳、卵）は低所得国においては極めて高価なカロリー源であり、こうした食品のカロリー価格は子どもの摂取パターンと強い関連性があることを紹介する。その他のさまざまな需要側面の要因も重要であるが、価格が強い影響力を持つ点を考えると、貧しい国々で ASF へのアクセスを改善し入手可能性を高めるために（生産、売買、取引に関する）農業政策が重要な役割を果たすことが示唆される。

Hoorweg J ら 2000 年．Nutrition in agricultural development: intensive dairy farming by rural smallholders（農業開発における栄養：農村の小規模農家による集約型酪農）

本研究はケニア・キリフィ県農村部の小規模農家における集約型酪農の導入について取り上げる。酪農家、乳製品を購入する顧客、農村地域の比較対照サンプルに対し世帯調査を実施した。酪農家は農村地域のサンプルに比べ、世帯収入、食料生産量、食料摂取量、幼い子どもの栄養状態の点で上回っていた。こうした違いは、酪農活動だけでなく作物栽培および農外雇用に大きく関与していることも原因している。地元で生産された乳を購入する顧客の多くは賃金雇用の豊かな家庭の人々である。こうした家庭は農村地域のサンプルよりも収入が高く食料摂取量が多く、その子どもの栄養状態は比較的良くなる。**追加分析により、世帯収入、エネルギー摂取量、教育水準に関係なく、乳摂取と子どもの栄養状態には正の相関があることが明らかである。**

その他特筆すべき結果は、酪農家が農外雇用により高い収入を得ていること、定期的に乳製品を購入する顧客の多くが賃金雇用の家庭であること、農村地域の乳摂取量が極めて少ないことである。この結果は、リソースの乏しい家庭の生活手段としての集約型酪農の重要性、低所得世帯の子どもの栄養状態を改善する手段としての乳の重要性に疑問を投げかけるものである。

Iannotti L と Lesorogol L 2014 年. Animal milk sustains micronutrient nutrition and child anthropometry among pastoralists in Samburu, Kenya（ケニアのサンブルの遊牧民の間では、動物性乳が微量栄養素摂取と子どもの人体測定値を維持する）

乳は何千年にもわたり遊牧民にとって欠かせない栄養源となってきた。しかしコミュニティが定住化する中で乳摂取量は下落しており、乳が持つ健康および栄養面での関わり合いに関するエビデンスはごくわずかである。この縦断研究はまず農業依存の進行が家庭の生乳生産量および摂取量を減少させるかどうかを検証し、最終的に、サンブルの遊牧民の栄養素の充足率を検証することを目的としている。次に、家庭の乳の入手可能性が子どもの乳摂取量および身体測定値に影響を与えるかどうかについても調査した。2000 年、2005 年、2010 年に各家庭（n=200）から社会経済的および食物摂取データを収集し、2012 年に身体測定値と子どもの乳摂取について調査した。栄養素摂取量は栄養素充足率確率法により評価し、混合効果を用いた一般化最小二乗法回帰モデルを適用して乳摂取の予測量を特定した。乳がエネルギー摂取に占める割合は 10%であり、トウモロコシ（52%）および砂糖（11%）より低くなっていたが、ビタミン A、B12、C などの必須微量栄養素の半数以上を占めていた。**家畜所有と収入が乳摂取量が増加する可能性を引き上げていた（全体調整済み R^2=0.88, P<0.001）。**幼い子どもの間で低栄養が広くまん延していた（発育阻害（30.6%）、低体重（23.9%）、消耗症（8.6%））。国際標準よりも背が高くやせていることが若者がナイル人体系と称されたエビデンスとなっていた。**世帯単位の乳摂取量と、若者の肥満度指数 Z スコアの上昇には正の相関があった（P<0.001）。**畜産開発プログラムでは、サンブルにおける微量栄養素摂取を確保することが望ましく、遊牧民の食生活および成長パターンについてより詳細に調査することで世界の他の民族にみられる、やせて背が高い体格についての理解を深められるだろう。

Kidoido M と Korir L 2015 年. Do low-income households in Tanzania derive income and nutrition benefits from dairy innovation and dairy production?（タンザニアの低所得世帯は、酪農イノベーションと酪農生産から収入や栄養の恩恵を受けているのだろうか？）

家庭の栄養摂取における動物性食品（ASF）の役割は良く知られていますが、貧困および栄養不良を軽減するメカニズムとしての酪農開発はあまり理解されていない。本研究は、酪農イノベーションおよび酪農生産が酪農収入および乳製品の栄養面での成績に及ぼす貢献にみられる、所得階層間の格差について調査したものである。2008/2009 年度および 2010/2011 年度のタンザニアにおける生活水準測定研究 - 農業統合調査（LSMSISA）の世帯パネルデータに基づいて分析を実施した。世帯収入における酪農イノベーションの役割、食料支出における酪農収入の重要性は二段階最小二乗法（2SLS）で推計した。5 才未満の子どもの栄養面での成績に与える乳製品摂取の効果は、見かけ上無関係な回帰（SUR）を利用して分析した。酪農イノベーションは酪農収入にプラスの影響を与えていたが、投入、生産物市場、サービスへのアクセスおよびその活用における比較優位性に欠けるため、低所得世帯ではその

効果は小さくなっていた。また低所得世帯にみられる生産性の低い乳用家畜への依存も、潜在的な酪農収入に影響を及ぼしていた。**低所得世帯における乳製品摂取は発育阻害、低体重、消耗症の軽減と関連していた。**高所得世帯における消耗症は女児の間でのみ有意差があった。酪農イノベーションの採用および乳製品摂取には、低所得世帯の収入および栄養を改善する大きな可能性があり、貧困削減を目指す酪農介入には市場およびサービスへのアクセス向上も盛り込むべきである。また、介入策にはジェンダー平等を強く意識したアプローチを採用し、恩恵が家庭の中で平等に行き渡るようにしなくてはならない。

A.4.3：（乳）牛／山羊の所有と子どもの成長 - 介入試験

Kassa H ら 2003 年．Enhancing the role of livestock production in improving nutritional status of farming families: lessons from a dairy goat development project in Eastern Ethiopia（農家世帯の栄養状態の改善における畜産生産の役割の強化：エチオピア東部における乳用山羊開発プロジェクトからの教訓）

本研究は、エチオピア東部の 2 つの地区で実施された乳用山羊開発プロジェクトが参加者の栄養状態改善に与えた貢献を評価し、乳用山羊の開発プロジェクトおよび栄養教育をベースとした介入の影響を検証する調査と、介入後の影響評価を継続しながら、プロジェクトのよりよい実施方法を探るものである。本稿では、831 世帯に対して実施したベースライン調査の結果、ならびに 228 のプロジェクト参加世帯および非参加世帯を対象とした形成的調査の結果を紹介する。調査では、農家世帯の栄養および健康状態を評価するための食事回数および身体測定値の他、人口統計的側面と家畜所有パターンも取りあげる。ベースライン調査の結果、この 2 つの地区の家畜所有パターンに大きなばらつきがあり、人々の栄養状態が総じて悪いことが明らかになった。プロジェクト参加世帯と非参加世帯を比較した形成的調査からは、プロジェクト介入にもかかわらず多くの母親が栄養欠乏症の原因および治療法を知らず、**プロジェクトへの参加が母子の健康および栄養状態に違いをもたらしていない**ことが明らかになった。従って、乳用山羊の飼養などの畜産開発プロジェクトによる生乳生産量および農業収入の増加を、母子の栄養および健康状態改善に反映させるためには、畜産普及のメッセージに栄養および健康に関する教育を盛り込むことが推奨される。

Rawlins R ら 2014 年．Got milk? The impact of Heifer International's livestock donation programs in Rwanda on nutritional outcomes（牛乳飲んだ？ルワンダにおけるハイファー・インターナショナルの家畜寄付プログラムが栄養面の成績に与える影響）

国際的な家畜の寄付プログラムは、開発途上国の人々にリソースを移転する方法として先進国の人々の間に広まっている。本研究では、ハイファー・インターナショナルがルワンダで実施した乳牛および肉用山羊を寄付するプログラムの影響を評価した。プログラムにより、乳牛または肉用山羊を受け取ったルワンダの家庭の乳製品または肉の摂取量が大幅に増加していることが明らかになった。また、肉用山羊を受け取った家庭の 0～5 才の子どもの身長に対する体重値および年齢に対する体重値が標準偏差で約 0.4、**乳牛を受け取った家庭の子どもの年齢に対する身長値が標準偏差で約 0.5** と統計的に有意にやや上昇していることが明らかになった。この結果は、開発途上国における家畜所有の拡大は栄養豊富な動物性食品の摂取量を大幅に引き上げ、栄養面での成績を改善する可能性があることを示している。

A.4.4：（乳）牛の所有と子どもの成長 - 観察研究

Choudhury S と Headey DD 2018 年. Household dairy production and child growth: Evidence from Bangladesh（家庭の酪農生産と子どもの成長：バングラデシュからのエビデンス）

高所得国での調査により乳製品摂取と子どもの線形成長には強い正の相関があることが明らかになっているが、食生活の多様性が各段に低い開発途上国に関しては驚くほどエビデンスが少ない。1 つの例外として最近発表された経済論文があり、不完全市場説を利用して東アフリカにおける牛の所有が子どもの乳摂取および成長成績に及ぼす影響を評価している。外部妥当性の懸念に加え、酪農家は、特に潜在的富または栄養知識の点で非酪農世帯とは体系的に異なる可能性があるという明確な内部妥当性の懸念がある。こうした懸念について、乳摂取水準が比較的低く、発育阻害の割合が高いバングラデシュの農村部から収集したデータに新しい二重差分モデルを適用して再検証した。牛の泌乳サイクルが家庭の乳供給量における変動の外因的発生源であるという事実に着目し、牛を所有していない家庭で構成される対照群、牛を所有し乳を生産した処置群、牛を所有しているものの過去 12 カ月間乳を生産していないプラセボ群に分けた。**家庭の酪農生産が、重要な成長期である 6～23 カ月齢の子どもの年齢に対する身長値を標準偏差で 0.52 引き上げているものの、生後最初の 1 年の子どもに関しては、家庭の乳製品供給と母乳育児の割合が 21.7 ポイント減少していることとの関連が明らかになった。**この結果は、乳製品へのアクセス改善は子どもの栄養面に大きな恩恵をもたらす一方で、並行して栄養知識を向上し適切な母乳育児を促す取り組みを実施することが必要であることを示している。

Fierstein JL ら 2017 年．Nonnative Cattle Ownership, Diet, and Child Height-for-Age: Evidence from the 2011 Uganda Demographic and Health Survey（非在来種の牛の所有権、食生活、および年齢に対する子どもの身長：2011 年ウガンダ人口保健調査からのエビデンス）

家畜と子どもが一緒に生活していることが多いリソースの乏しい環境においては、家畜所有が純粋に子どもの健康に及ぼす影響に関して限定的なエビデンスしかない。この研究では 2011 年ウガンダ人口保健調査を分析し、家庭での在来種の牛、山羊、羊、鶏、豚、非在来種の牛の所有が、子どもの年齢に対する身長値（HAZ）と関連しているかどうかを見極め、農村部と都市部でのその関連性に対する食生活の影響を評価する。加重多変数線形回帰を利用し、**非在来種の牛の所有と次の子どもの HAZ 間に正の相関があることを明らかにした。農村部の 0～2 才未満の子ども**（+1.32 標準偏差[SD]、95%信頼区間：[CI] = 0.2～2.5）、2～5 才未満の子ども（+0.58 SD、95% CI = 0.003～1.2）、**都市部の 2～5 才未満の子ども**（+1.08 SD、95% CI = 0.38～1.8）。羊の所有は農村部の 2～5 才未満の子どもの HAZ と正の相関があり（+0.29 SD、95% CI = 0.002～0.58）、山羊の所有は農村部の 0～2 才未満の子どもの HAZ と正の相関があった（+0.27 SD、95% CI = 0.003～0.55）。その他には有意な関連性はみられなかった。**非在来種の牛を所有している家庭の子どもはより頻繁に乳製品を摂取しているが、子どもの HAZ と非在来種の牛の所有の関連性は子どもの乳製品摂取によってもたらされたものではなかった。**これらの結果から、家畜の所有は子どもの HAZ に悪影響を及ぼさないであろうとされ、非在来種の牛の所有は乳製品摂取以外の経路から子どもの HAZ に恩恵を与えていることが示唆される。

Hoddinott J ら 2015 年．Cows, Missing Milk Markets, and Nutrition in Rural Ethiopia（エチオピアの農村部における牛、失われつつある乳市場、栄養）

市場の著しい不完全性に阻害されている農村経済においては、農場経営上の意思決定は、収入およびリスク要因に加えて、部分的に栄養面の考慮によっても促されることがある。こうした不完全性によって、収入を通した間接的効果に加えて、農場資産が食事によって直接栄養面に影響を与える可能性が生まれている。この仮説を、市場が大変閑散としていて、自家消費割合が極めて高く、乳が幼い子どもの重要な動物由来タンパク質および微量栄養素源となっている、エチオピア農村部の酪農乳業セクターで検証した。**その結果、牛の所有が子どもの乳摂取量を引き上げ、線形成長を促し、子どもの発育阻害を 7～9 パーセンテージポイント減少させていることが明らかになった。**しかし、家庭の牛の所有が栄養面に及ぼす直接的な影響は、地域市場へのアクセスが良好な場合にはそれほど重要ではないことも明らかになり、市場の発展が家庭の牛の所有の代替となる可能性が示された。

Kabunga NS ら 2017 年．Does ownership of improved dairy cow breeds improve child nutrition? A pathway analysis for Uganda（改良種の乳牛の所有は子どもの栄養を改善するか？ウガンダの経路分析）

畜産の促進が、食事の質および子どもの栄養改善を後押しすると広く考えられているが、その因果関係を示す経験的エビデンスは今も少なく不明瞭なままである。本研究では、ウガンダにおいて改良種の乳牛の導入が農場単位の成果と連動し、それが子どもの栄養面での成績改善を含む世帯単位の恩恵として表れるかどうかを検証する。ウガンダの国内パネル調査から得た国全体のデータに傾向スコアマッチング法を適用し、観察された特徴を基にバイアスのない反事実を作りだし、改良種の乳

牛を導入したことによる純粋な影響を評価する。すべての推定に対して、観測できる、あるいは観測できない交絡因子の変数に対する頑健性と感度を検証した。マッチングしたサンプルに基づいた結果から、改良種の乳牛を導入した家庭は生乳生産量が有意に増加（平均 200%超）したことが明らかになった。これが乳の売上および摂取量の増加につながっており、この農業技術が家庭を近代的なバリューチェーンの中に組み込み、家庭の動物性食品へのアクセスを改善する可能性を有していることが明らかになった。改良種の乳牛を取り入れたことで家庭の食事支出は約 16%増加した。**研究対象となったサンプル、およびマッチングされた家庭では栄養不足が広くまん延していたが、改良種の乳牛を導入した家庭では、導入と子どもの発育阻害の減少が関連していた。**規模の点では、より大規模な牧場の所有が導入を後押しする傾向にあることも明らかになっているが、導入による利点を実現する家庭の能力を促進するものでもあり、それが栄養の改善につながった可能性がある。

Nicholson ら 2003 年. Dairy Cow Ownership and Child Nutritional Status in Kenya（ケニアでの乳牛の所有と子どもの栄養状態）

本研究では乳牛の所有が子どもの栄養状態を改善するという仮説を検証する。ケニアの沿岸部および山岳部の家庭のデータを利用して、3 つの計量経済学モデル式を推計した。**ケニア沿岸部では慢性的な栄養不良に対するプラスの影響が観察された。**どちらの地域でも急性または慢性的な栄養不良へのマイナスの影響はみられなかった。

お問い合わせ先

国連食糧農業機関
Ugo.PicaCiamarra@fao.org

グローバル・デーリー・プラットフォーム（GDP）
Donald.Moore@globaldairyplatform.com

IFCN 酪農研究ネットワーク
Ernesto.Reyes@ifcndairy.org

持続可能な畜産のためのグローバル・アジェンダ（GASL）
Eduardo.ArceDiaz@fao.org

翻訳：一般社団法人 J ミルク（J-milk）
監修：公益社団法人 国際農林業協働協会（JAICAF）

世界の飢餓撲滅に対する
酪農乳業の影響力

ISBN 978-92-5-133662-5
9 789251 336625
CA7500JA/1/12.20