

令和5～6年度 食品健康影響評価技術研究 研究成果報告書（終了時）

研究課題名 (研究項目名)	食品に含まれるトランス脂肪酸の摂取量推計に係る研究 (課題番号：JPCAFSC20232305)
主任研究者	研究者名：近藤一成 所属機関：昭和女子大学

I 研究期間及び研究目的等：

1 研究期間 令和5年11月7日～令和7年3月31日

2 研究目的

諸外国ではWHOのベストプラクティスTFAポリシーが60カ国で導入されて、トランス脂肪酸規制、排除の取り組みが進んでいる。日本では2012年トランス脂肪酸の食品健康影響評価によりWHO勧告基準（エネルギー比1%）未滿で健康影響を評価できるレベル以下とされ、通常の食生活による健康影響は小さい。現在、本評価から10年以上が経過して日本人の食習慣の変化に加えて、諸外国での食品からのトランス脂肪酸排除の取り組みも世界的に進んでいる。これら現状を踏まえ、現時点での実食品試料分析を行い、最新の日本人におけるトランス脂肪酸や飽和脂肪酸の摂取量推計を行うことで今後の食品健康影響評価の基礎資料とする。

3 研究体制

研究項目名	個別課題名	研究担当者（所属機関）
トランスおよび飽和脂肪酸摂取と疾患に関するシステムティック・レビュー	トランスおよび飽和脂肪酸摂取と疾患に関するシステムティック・レビュー	近藤一成（昭和女子大学）
	諸外国におけるトランス脂肪酸摂取量の調査	小泉美和子（昭和女子大学）
食品中のトランス脂肪酸分析	トランス脂肪酸分析法の確立	山崎由貴（国立医薬品食品衛生研究所）
	食品中のトランス脂肪酸含有量の実態調査	
日本人におけるトランス脂肪酸の摂取量に関する調査及び推計		近藤一成、小泉美和子（昭和女子大学）、山崎由貴（国立医薬品食品衛生研究所）

4 倫理面への配慮について

個人を特定できるデータを扱うことは予定していない。また、ヒト研究試料等も利用する計画はないことから、倫理上の問題はないと考える。万が一、個人データを扱う場合は、各大学、研究機関での倫理委員会での審査を経た上で、規定に従って実施する

II 研究内容及び成果等

1 研究項目：トランスおよび飽和脂肪酸摂取と疾患に関するシステマティック・レビュー、諸外国におけるトランス脂肪酸摂取量の調査

(1) 個別課題：トランス脂肪酸摂取と疾患に関するシステマティック・レビュー（近藤一成（昭和女子大学））

A. 背景と現状

トランス脂肪酸の定義、種類、および食品源

トランス脂肪酸（TFA）は、少なくとも1つの二重結合がトランス型配置にある不飽和脂肪酸の総称である。その構造的特性により、シス型脂肪酸とは異なる物理的・化学的特性を持ち、これが食品の機能性や健康影響に影響を与える。Codexの定義（Codex Guidelines on Nutrition Labelling (CXG 2-1985)）は、「trans fatty acids are defined as all the geometrical isomers of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids having non-conjugated, interrupted by at least one methylene group, carbon-carbon double bonds in the trans configuration」としている。

工業的トランス脂肪酸の生成と特徴

工業的トランス脂肪酸（iTFA）は、主に液体植物油を固体または半固体にするための部分水素添加（Partial Hydrogenation, PHO）プロセスで生成される。このプロセスは、製品の安定性、風味、食感を向上させ、保存期間を延長するため過去に食品製造において広く利用されてきた。iTFAは、マーガリン、ショートニング、揚げ物、焼き菓子（クラッカー、ビスケット、パイなど）、加工食品に多く含まれている。主なトランス脂肪酸としては、エライジン酸（9t-18:1）がある。PHO中のiTFA濃度は、脂肪総量の最大60%に達することがあると言われている。

反芻動物由来トランス脂肪酸の生成と特徴

反芻動物由来トランス脂肪酸（rTFA）は、牛、羊、ヤギなどの反芻動物の胃内で微生物によるプロセスによって自然生成される。rTFAは、肉や乳製品に自然に含まれており、主な異性体はバクセン酸（11t-18:1）と共役リノール酸（CLA、c9,t11-CLA）である。rTFAの含有量はiTFAと比較してはるかに低いのが特徴であり、乳脂肪の4-6%、反芻動物肉の3-9%程度である。

トランス脂肪酸の分類と公衆衛生上の焦点

WHOは「工業的に生産されるトランス脂肪酸と自然発生するトランス脂肪酸は同等に有害である」と述べている。しかし、WHOの政策推奨は、脂肪総量100gあたり2gのiTFA制限やPHOの禁止といった、工業的に生産されるトランス脂肪酸に明確に焦点を当てている。このアプローチは、公衆衛生上の実用的な戦略を反映している。トランス脂肪酸全体の摂取量を総エネルギーの1%未満に抑えるという最終的な健康目標を達成するためには、最も大きな曝露源であり、かつ食品供給から比較的容易に排除できるiTFAを優先的に規制することが効率的である。rTFAは自然発生するものであり、その排除は食生活に大きな変更を伴うため、政策的な介入が困難であるという側面も考慮されている。したがって、WHOの政策は、公衆衛生上の負担の大部分を占めるiTFAの排除に焦点を当てることで、最大の効果を狙っていると考えられる。

トランス脂肪酸の健康影響に関する歴史的認識と政策動向の背景

トランス脂肪酸の健康への懸念は、1950年代にはすでに科学文献で示唆されていましたが、その後数十年間はこの懸念は事実上忘れ去られていた。1980年代になると、動物性脂肪の摂取が健康上のリスクとなることから、ファストフード業界はより風味を出すために用いていた牛脂の使用を批判する活動家の声に応じて植物油への転換を加速させた。しかし、この転換は、部分水素添加された植物油の使用を大幅に増加させ、結果としてトランス脂肪酸の摂取量を劇的に増やすという予期せぬ結果となった。1990年代初頭の研究により、トランス脂肪酸の健康影響が再確認されるようになった。

WHOのREPLACE行動パッケージ：戦略と構成要素

WHOは、2018年に「REPLACE」行動規範を立ち上げ、2023年までに世界の食品供給から工業的に生産されるトランス脂肪酸（iTFA）を排除する目標を設定した。この目標により、年間50万人以上の冠動脈性心疾患による死亡を予防できると推定されている。

REPLACEは、iTFA排除に向けた戦略的アプローチを提供する包括的な技術文書であり、各国が実施を容易にするための6つのモジュールと追加のWebリソースで構成されている。この行動規範は、単なる政策提言に留まらず、具体的な行動計画とツールを提供することで各国政府がiTFA排除を効果的に推進できるよう支援することを意図している。

2023年以降の進捗と課題：グローバルな達成状況：

WHOは2023年までにiTFAの世界的排除を目指していたが、この目標は達成されず、2025年までの追加的な行動を求めている。2023年1月時点で、世界人口の50億人が依然として有害なトランス脂肪酸に暴露されたままであるため、目標達成は困難であると報告された。

諸外国におけるトランス脂肪酸規制の概要

以下に、WHOのトランス脂肪酸規制推奨値と主要国の規制状況をまとめた。

表1：WHOの主要国におけるトランス脂肪酸の規制状況

国/機関	規制の種類	具体的な規制値/内容	施行日/主要政策変更日	規制対象	特記事項	文献
WHO推奨	含有量制限またはPHO禁止	脂肪総量100gあたりiTFA 2g以下、またはPHOの製造・使用禁止	-	すべての食品	ベストプラクティス政策	1
北米						
米国	PHO禁止	PHOをGRASから除外	2018年6月18日 (最終期限2021年1月)	すべての食品(PHO含有)	1食あたり0.5g未満は「0g」表示可	13
カナダ	PHO禁止	PHOの製造・輸入・販売禁止	2018年9月15日	すべての食品(PHO含有)	栄養成分表示義務化(2005年)	14
ヨーロッパ						
EU	含有量制限	脂肪総量100gあたりiTFA 2g以下	2021年4月1日	最終消費者向けおよび小売供給されるすべての食品	域内市場との整合性を重視	16
デンマーク	含有量制限(実質的禁止)	脂肪および油中のTFA 2%以下	2003年3月	人間が消費する脂肪および油	世界初の規制導入、虚血性心疾患死亡率50%減と関連	4
オセアニア						
オーストラリア・ニュージーランド	表示義務(限定的)、自主的低減	法的制限なし。栄養強調表示時のみTFA表示義務	-	全食品(自主的)、一部食品(表示)	平均摂取量はWHO推奨以下だが、飽和脂肪酸摂取量が高い	5
アジア						
日本	自主的低減、表示義務なし	法的制限なし。一部企業が自主的に低減	-	全食品	平均摂取量は低いが、特定の高TFA製品も存在	21
韓国	表示義務	1食あたり0.2g未満は「0g」表示可。0.2-0.5gは「0.5g未満」または実測値	2007年12月1日	パン、キャンディ、チョコレート、麺類、飲料などの加工食品	飽和脂肪酸への代替リスク指摘	23
中国	表示義務、乳幼児食品制限	100g/100mLあたり0.3g未満は「0g」表示可。乳幼児食品は水素添加油禁止、TFA 3%以下	2013年1月1日(表示義務)	全包装済み食品(表示)、乳幼児食品(制限)	平均摂取量は低いが、若年層の食生活変化によるリスク指摘	24
インド	段階的含有量制限	2021年1月までに3%以下、2022年1月までに2%以下	2021年1月	食用油、パナスパティ、マーガリン、ショートニングなど	心疾患死者数が世界で最も高い国の一つ。施行に課題	26

A. 北米

1. アメリカ合衆国

2015年、米国食品医薬品局（FDA）は、部分水素添加油（PHO）を「一般的に安全と認められる（GRAS）」リストから除外する決定を下した。この決定により、食品メーカーは2018年6月18日までに製品からPHOを排除することが義務付けられた。特定用途でのPHO使用を許可する請願は却下され、2021年1月までに微量（1食あたり0.5g未満）の残留を除き、工業的トランス脂肪酸（iTFA）は米国の食品供給から事実上排除された。FDAは、このPHO排除により、年間数万件の冠動脈性心疾患による早期死亡を予防できると考えている。この規制の導入に先立ち、2006年にはすべての包装食品の栄養成分表示にトランス脂肪酸含有量の記載が義務付けられていた。この表示義務化が、多くの大手食品メーカーがPHOの削減または排除に自主的に動くきっかけとなった。PHOの禁止は、レストランの揚げ油や菓子類、パイ生地、マーガリン、ショートニングなど、かつてiTFAが広く使われていた食品からの実質的な排除につながった。

2. カナダ

カナダは、トランス脂肪酸の排除において北米で主導的な役割を果たしてきた。2018年9月15日より部分水素添加油（PHO）が食品添加物として完全に禁止された。カナダ食品医薬品規制（FDR）は、栄養成分表示におけるトランス脂肪酸含有量の表示を義務付けている。「トランス」脂肪酸は「飽和」脂肪酸の下に記載され、両者の合計が日次摂取量（%DV）として表示されている。また、「トランス脂肪酸不使用」「トランス脂肪酸低減」「トランス脂肪酸含有量削減」といった栄養強調表示も厳密に規定されている。ブリティッシュコロンビア州は、2009年9月30日に、食品サービス施設（レストラン、デリ、カフェテリア、学校、病院、ベーカリーなど）で調理、提供、販売されるすべての食品における工業的トランス脂肪酸の使用を制限する国内初の州規制を導入した。カナダのアプローチは、2005年の栄養成分表示義務化に始まり、州レベルでの規制、そして最終的な全国的なPHO禁止へと段階的である。ブリティッシュコロンビア州の先行事例は、消費者が成分情報を把握しにくい外食産業における規制の重要性を明らかにした。

B. ヨーロッパ諸国

1. 欧州連合（EU）

EUは、加盟国間の多様性を考慮しながら統一的なトランス脂肪酸規制制度を導入した。欧州委員会（EC）は、2019年4月に、最終消費者向けおよび小売供給されるすべての食品中の工業的トランス脂肪酸（iTFA）含有量を、脂肪総量100 gあたり2 gに制限する規制を採択した。この規制は、2021年4月1日に発効し、2022年4月までに市場からiTFA含有量の高い製品が排除されることが期待された。

ECは、PHO禁止よりもiTFA制限の方が公衆衛生への影響、消費者保護、域内市場との整合性、コストの点で適切であると判断している。

EU加盟国はiTFA制限の実施と施行を担当している。加盟国はISO17025認証を獲得し、共同研究センター（JRC）の検証されたラボ分析方法に従って実施している。

2. デンマーク

デンマークは、2003年3月世界で初めて人工トランス脂肪酸を実質的に禁止した国となった。この規制は、ヒトが消費する脂肪および油のトランス脂肪酸含有量を2%に制限するものである。この規制は最終製品ではなく成分に適用される。

デンマーク政府のトランス脂肪酸摂取量を20年間で1日あたり6 gから1 gに減少させる努力は虚血性心疾患による死亡を50%減少させたと結論付けられている。

C. オセアニア

1. オーストラリア・ニュージーランド

オーストラリアとニュージーランドでは、食品中のトランス脂肪酸（TFA）含有量に法的制限がなく表示も義務付けられていない。ただし、コレステロールや特定の脂肪酸（飽和、トランス、多価不飽和、一価不飽和、オメガ-3、オメガ-6、オメガ-9脂肪酸）に関する栄養強調表示を行う場合は、TFAの表示が義務付けられている。

両国では、業界による自主的なTFA低減の取り組みが進められており、2007年以降、製造されたTFAの摂取量は25～45 %減少した。これは、総エネルギー摂取量の約0.1%に相当する。トランス脂肪酸摂取量は、オーストラリア人の平均TFA摂取量は1日あたり総エネルギー摂取量の0.5 %、ニュージーランド人は0.6 %と推定されており、WHOの推奨（1 %未満）を下回っている。

しかし、飽和脂肪酸とトランス脂肪酸の合計摂取量は、両国ともに推奨値（総エネルギー摂取量の10%以下）を超過しており、これは主に飽和脂肪酸の摂取量が多いことに起因している。TFAの低減が飽和脂肪酸への代替につながる可能性があり、包括的な脂肪酸プロファイルの改善にはより厳格な規制が必要であることを示唆している。

D. アジア諸国

1. 日本

日本は、トランス脂肪酸排除や使用を禁止する法的規制を行っていない。食品メーカーは、スナック菓子やマーガリンなどからトランス脂肪酸を排除する自主的努力を行っている。この自主的な取り組みによりトランス脂肪酸の摂取量は大幅に減少している。日本の平均トランス脂肪酸摂取量は、総エネルギー摂取量の0.3 %～0.6 %と推定されており、欧米諸国と比較して低い水準にある。

2. 韓国

2006年9月に食品衛生法改正によりトランス脂肪酸表示規制が導入され、2007年12月1日に発効された。パン、キャンディ、チョコレート、麺類、飲料などの加工食品にトランス脂肪酸含有量の表示が義務付けられている。この規制では、1食あたり0.2 g未満の場合は「トランス脂肪酸：0g」と、0.2gから0.5gの場合は「トランス脂肪酸：0.5g未満」または実際のグラム数を表示できる。この表示義務化により、2005年から2008年の間にトランス脂肪酸レベルは顕著に減少し、多くの食品でトランス脂肪酸レベルが検出限界以下または100gあたり0.5 g以下程度にまで低下している。

3. 中国

中国では、包装済み食品の栄養表示に関する国家標準（GB28050-2011）により、水素添加油または部分水素添加油が成分に含まれる場合、トランス脂肪酸含有量の表示が義務付けられている。トランス脂肪酸含有量が100 gまたは100 mLあたり0.3 g未満の場合、「0 g」と表示することが認められている。他国と違い、中国は乳幼児食品にのみトランス脂肪酸含有量の制限を設けており、乳児用調製粉乳および補完的乳幼児食品における水素添加油の使用を禁止している。2013年の中国食品安全リスク評価センター（CFSA）の報告によると、中国人の平均トランス脂肪酸摂取量は総エネルギー摂取量の0.3 %と比較的低く、WHOの推奨する1%未満の範囲内にあると報告されている。

4. インド

インドでは、トランス脂肪酸の摂取が心疾患死亡の大きな原因となっており、規制導入の緊急性が高い国の一つである。インド食品安全基準局（FSSAI）は、2021年1月までにすべての食用精製油、バナस्पティ、ベーカリーショートニング、マーガリン、植物性脂肪スプレッド、混合脂肪スプレッドのトランス脂肪酸含有量を3 %以下に、2022年1月までに2 %以下に制限する規制を発表した。

B. トランス脂肪酸の健康影響

1. 工業的トランス脂肪酸と反芻動物由来トランス脂肪酸の比較

トランス脂肪酸は、その種類によって化学構造、食品中の含有量、および健康影響が異なる。主に工業的に生産されるもの（iTFA）と、反芻動物の消化プロセスで自然に生成されるもの（rTFA）の二種類がある。

化学構造、含有量、および代謝経路の差異：

工業的トランス脂肪酸（iTFA）は、部分水素添加プロセスにより生成され、様々な位置にトランス二重結合を持つ異性体（主にエライジン酸、9t-18:1）がある。

一方、反芻動物由来トランス脂肪酸（rTFA）は、牛、羊、ヤギなどの反芻動物の消化管内微生物により生成される。rTFAは、肉や乳製品に自然に含まれており、主にバクセン酸（11t-18:1）と共役リノール酸（CLA、c9,t11-CLA）がある。rTFAは、乳脂肪の4-6 %、反芻動物肉の3-9 %程度と、iTFAと比較して含有量は低いのが特徴である。

両者の代謝経路には差異がある可能性が示唆されており、特にrTFAの一部異性体（CLA、バクセン酸）は、iTFAとは異なる生理的影響を持つことが研究されている。

健康影響の差異に関する信頼できる研究（二重盲検試験、メタアナリシス）

疫学研究は、工業由来（iTFA）のTFA摂取と冠動脈性心疾患（CHD）の間に強い正の関連性があることを強く支持している。高摂取量のrTFA（例：10.2 g/2500 kcal）は、対照研究において血漿LDLコレステロールを増加させ、HDLコレステロールを低下させることでコレステロール恒常性に悪影響を及ぼすことが示されているが、中程度の摂取量（例：4.2 g/2500 kcal）では血漿脂質や他の心血管疾患リスク因子に中立的な影響を与える。非常に高用量ではrTFAは、iTFAと同程度の血漿LDLコレステロール上昇効果を持つ可能性が示唆されているが、その根底にあるメカニズムは異なる可能性がある（参考文献 9）。ほとんどの国で摂取されるrTFAの量は一般的に低い（エネルギーの1%未満）ため、rTFAは「実際に摂取される量ではCHDリスクに寄与しない」と考えられている。

iTFAの有害性:

系統的レビューやメタアナリシス論文等では、iTFAの摂取が低密度リポタンパク質（LDL）コレステロールを増加させ、高密度リポタンパク質（HDL）コレステロールを減少させることで冠動脈性心疾患（CHD）のリスクを明確に高めることを報告している。摂取エネルギーの2 %増加で心血管リスクが23 %増加するという報告がある。

rTFAの有害性:

rTFAの健康影響については、iTFAほど明確な有害性は示されていない。一部の研究では、rTFA（特にバクセン酸やCLA）が、心血管疾患リスク因子に中立的であるか、抗炎症作用、抗肥満作用、抗糖尿病作用、抗癌作用などの潜在的な有益な効果を持つ可能性が示唆されている。例えば、1日あたり5gのiTFA摂取がCHDリスクの29%増加と関連するのに対し、1日あたり4gまでのrTFAではこのような相関関係は見られない。現在、トランス脂肪酸のCodex定義には含まれていない共役リノール酸（CLA）についても同様である。

WHOでは両者を有害として、その摂取量を総エネルギーの1%未満に制限することを求めている。rTFAも高摂取量の場合ではLDLコレステロールを増加させる可能性や、特定の異性体の影響が未解明であることによる予防的原則に基づいていると考えられるが、科学的な視点からは、両者の健康影響には量と異性体組成に基づく明確な違いが存在し、公衆衛生上の負担の大部分はiTFAに起因する。

2. 心疾患への影響

トランス脂肪酸と心疾患の関連についての科学的エビデンスは十分にあり、トランス脂肪酸排除政策の主要な根拠となっている。

脂質プロファイルへの影響（LDL、HDLコレステロール）：

トランス脂肪酸摂取は、血中脂質プロファイルに明確な悪影響を及ぼす。複数のメタアナリシスや二重盲検試験の結果から共通するのは、トランス脂肪酸の摂取が低密度リポタンパク質（LDL）コレステロールを有意に増加させ、高密度リポタンパク質（HDL）コレステロールを有意に減少させるという点である。LDL/HDL比の増加は、心血管疾患リスクの強力な予測因子である。

冠動脈性心疾患、心臓発作、および死亡リスク：

トランス脂肪酸摂取と心血管疾患（CVD）リスクとの間には、強い相関関係が認められている。トランス脂肪酸の高摂取は、冠動脈性心疾患（CHD）のリスクを21%、CHDによる死亡リスクを28%、あらゆる原因による死亡リスクを34%増加させる。トランス脂肪酸が動脈を詰まらせ、心臓発作や死亡のリスクを高める。

3. その他の疾患への影響

トランス脂肪酸の健康影響は心疾患に限定されず、他の生活習慣病との関連も研究されているが、そのエビデンスの強さや一貫性は心疾患ほど明確ではない。

メタボリックシンドロームおよび炎症

トランス脂肪酸摂取量の増加は、心血管代謝リスクの増加だけでなく、脂質プロファイルの悪化、全身性炎症の亢進、内皮機能不全、またはグルコース恒常性の障害にも関連する。特に工業的トランス脂肪酸は、炎症マーカーを増加させることが示されている。しかし、反芻動物由来のトランス脂肪酸は炎症と関連がないと考えられている。工業的トランス脂肪酸と反芻動物由来トランス脂肪酸の間で炎症反応に明確な違いがあることは、両者の健康影響の違いを裏付ける知見である。

4. 健康的な加齢（healthy aging）と認知機能への影響

健康的な加齢は、主要な慢性疾患がなく、認知機能や身体機能、精神衛生に障害がない状態と定義

される。食生活パターンは、この健康的な加齢の達成に重要な役割を果たすことが近年よくわかってきた。

食生活パターンと健康的な加齢との関連性

健康的な食生活パターン、特に果物、野菜、全粒穀物、不飽和脂肪、ナッツ、豆類が豊富で、トランス脂肪酸が少ない食事が健康的な加齢の達成に寄与することが示された（参考文献 10）。具体的には、約10,000人の最大30年間追跡したこのコホート研究では、トランス脂肪酸の摂取量が多いほど、健康的な加齢を達成する可能性が低い（オッズ比0.52、約半分）。トランス脂肪酸が健康的な加齢を阻害する不健康な食生活パターンの一部として認識されていることを示唆している。

トランス脂肪酸摂取と認知機能低下の関連に関する研究

飽和脂肪酸やトランス脂肪酸の摂取量と認知機能低下、認知症、アルツハイマー病（AD）との関連については一致した結論は得られていない。

以下にトランス脂肪酸摂取と主要な健康影響に関する信頼できる研究の概要をまとめた表を示した。

表3：トランス脂肪酸摂取と主要な健康影響に関する信頼できる研究の概要

健康影響カテゴリー	研究の種類	主要な知見	主要なメカニズム	エビデンスの強さ	文献
心疾患	系統的レビュー、メタアナリシス(RCT含む)	LDLコレステロール増加、HDLコレステロール減少。CHD、心臓発作、死亡リスク増加。	脂質プロファイルの悪化(LDL/HDL比増加)、動脈硬化促進	強固で一貫性あり	32
糖尿病	メタアナリシス(RCT)、疫学研究	グルコース・インスリン濃度に有意な変化なし(RCT)。疫学研究で2型糖尿病リスク増加示唆。rTFA(トランス-パルミトレン酸)は逆相関示唆。	脂質プロファイルの悪化、全身性炎症、インスリン抵抗性示唆	複雑で一貫性なし(TFA源による差異)	37
がん	系統的レビュー、メタアナリシス(観察研究)	前立腺がん、大腸がんリスク増加と有意な正の関連。乳がん、卵巣がん、非ホジキンリンパ腫とは有意な関連なし。一部のがん保護的関連も示唆。	炎症、代謝シグナル経路の乱れ示唆	複雑で一貫性なし、エビデンスは限定的	36
メタボリックシンドロームおよび炎症	RCT、系統的レビュー、観察研究	全身性炎症の亢進、内皮機能不全、内臓脂肪蓄積との関連。iTFAは炎症マーカー増加、rTFAは関連なし。	脂質プロファイルの悪化、炎症経路の活性化	中程度(特にiTFA)	40
健康的な加齢と認知機能	縦断的コホート研究、系統的レビュー	高TFA摂取は健康的な加齢達成の可能性を低減。認知機能低下・認知症との関連は混在し、一貫性なし。	不健康な食生活パターンの一部	弱い、または結論不十分	38,39

5. シス型不飽和脂肪酸ヒトに対する有益な効果とTFAとの比較

シス型不飽和脂肪酸、特に一価不飽和脂肪酸（MUFA）と多価不飽和脂肪酸（PUFA）は、心血管健康への有益な効果が広く認識されている（American Heart Association）。飽和脂肪酸（SFA）とトランス脂肪酸（TFA）の両方がLDLコレステロールを上昇させるが、TFAはHDLコレステロールを低下させるという点で独自であり、これにより総コレステロール対HDL比が上昇する。SFAはこの比率にほとんど影響を与えない（参考文献 76）。

情報を整理する上で主に参考にした文献

1. WHO. Countdown to 2023: WHO report on global trans-fat elimination 2022 (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240067233>)
2. WHO 5-year milestone report on global trans fat elimination illustrates latest progress up to 2023 (<https://www.who.int/news/item/24-06-2024-WHO-5-year-milestone-report-on-global-transfat-elimination-illustrates-latest-progress-up-to-2023>)
3. WHO The Global database on the Implementation of Food and Nutrition Action (GIFNA). TFA Cou

ntry Score Card (Updated 18 October 2024) (<https://gifna.who.int/summary/TFA>)

4. Stender, S., Dyerberg, J. Influence of Trans Fatty Acids on Health. *Ann Nutr Metab* (2004) 48 (2): 61–66.
5. FSANZ. INTAKES OF TRANS FATTY ACIDS IN NEW ZEALAND AND AUSTRALIA REVIEW REPORT - 2009 ASESMENT. Item 3.6 - Attachment 1(1) (https://www.foodstandards.gov.au/sites/default/files/publications/Documents/TFAs_intakes_2009.pdf)
6. Australian Government Department of Health and Aged Care. Public Consultation: Industrially-produced trans fats in processed foods – EXTENDED. 2023
7. (<https://consultations.health.gov.au/chronic-disease-and-food-policy-branch/industrially-produced-trans-fats-in-processed-food/>)
8. Australian Government Department of the Prime Minister and Cabinet. Policy Options Paper: Improving the composition of the food supply in relation to industrially-produced trans fats. 2023 (<https://oia.pmc.gov.au/published-impact-analyses-and-reports/improving-composition-food-supply-relation-industrially>)
9. *Am J Clin Nutr*, 87, 593 (2008), *FASEB J*, DOI: 10.1096/fasebj.24.1_supplement.336. (2010))
10. *Nature Medicine*, 31, 1644-1652 (2025))

そのほかに参考にした文献、情報サイト等

11. WHO. REPLACE Trans fat-free. World Health Organization.
12. WHO. Trans fat. World Health Organization.
13. WHO. WHO updates guidelines on fats and carbohydrates. World Health Organization.
14. EBSCO. Trans Fat Bans: Overview.
15. Canadian Food Inspection Agency. Labelling trans fatty acids.
16. Yandel, M., Cadenhead, K., Pawa, B., & Cramb, L. BC's new trans fat regulation. *BC Medical Journal*, 51(6), 268.
17. Resolve to Save Lives. Trans-Fat Elimination Policy in the European Union.
18. European Commission. Trans fat in food.
19. Food Standards Australia New Zealand. Trans fatty acids (TFAs).
20. FoodLegal. Trans Fat.
21. Japan Today. Ask the Tokyo Dietitian: Are trans fats still allowed in Japan? Plus your nutrition questions answered.
22. Iida, Y. Transition of trans Fatty Acid Contents of Margarines, Fat Spreads and Shortenings in Japan. *Journal of Oleo Science*, 74(4), 243-244.
23. Umeda, S. South Korea: Trans Fat Labeling. Library of Congress.
24. Be alert to transfatty acids. Chinese center for disease control and prevention. https://en.chinacdc.cn/health_topics/ncd_surveillance/202303/t20230310_264173.html
25. PAHO. Countries with regulations protecting people from industrially produced trans fat tripled over the past year.
26. Outlook Business. India Ruled To Cap TFA In Fats, Oils At 2 Per Cent By 2022.
27. Food Safety and Standards Authority of India. FSSAI's new policy limits trans fats to 2% in all oils & fats by Jan 2022.
28. Food Standards Australia New Zealand. Systematic Review: Trans Fatty Acids.

29. Farvid, M. S., Ding, M., Pan, A., Sun, Q., Chiuve, L. E., Mozaffarian, D., & Hu, F. B. (2015). Dietary linoleic acid and risk of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*, 132(10), 871-882.
30. Healthline. Why Trans Fats Are Bad.
31. Reddit. If both industrially produced and natural trans fats are equally harmful, why are policies only targeting industrial trans fats?
32. Mozaffarian, D., & Clarke, R. (2009). Quantitative effects of trans-fatty acids on cardiovascular risk factors and coronary heart disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Clin Nutr*. 2009 May;63 Suppl 2:S22-33. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602976.
33. Tandfonline. Elimination of Trans Fatty Acids from Foods Using Novel Technologies.
34. AOCS. Trans Fat Replacements in Foods.
35. Oxford Academic. Effect of Fatty Acids on Glucose Metabolism and Type 2 Diabetes.
36. Dietary trans-fatty acid intake in relation to cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev*2021 Jun 4;79(7):758-776. doi: 10.1093/nutrit/nuaa061.
37. The BMJ. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. *BMJ* 2015; 351 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.h3978>
38. Ground Truths. Our Diet and Healthy Aging.
39. Reddit. Optimal Dietary patterns for Healthy Aging.
40. Guillocheau, E., Legrand, P., Rioux, V. Benefits of natural dietary trans fatty acids towards inflammation, obesity and type 2 diabetes: defining the n-7 trans fatty acid family. *OCL* 2019, 26, 46.
41. Stender, S., & Dyerberg, J. (2008). Ruminant and industrially produced trans fatty acids: health aspects. *Food & Nutrition Research*, 52(1).
42. Frontiers. Health effects of ruminant trans fatty acids with emphasis on type 2 diabetes.
43. Ending Trans Fat—The First-Ever Global Elimination Program.
44. PAHO. Five billion people unprotected from trans fat leading to heart disease.
45. WHO. WHO 5-year milestone report on global trans fat elimination illustrates latest progress up to 2023.
46. WHO. WHO recognizes four countries with life-saving trans fat elimination policies.
47. Resolve to Save Lives. Trans fat elimination.
48. NCD Alliance. 5 countries recognized for their efforts to be Trans Fat Free in new WHO validation programme.
49. WHO. REPLACE framework 02.
50. Food Standards Australia New Zealand. Monitoring of trans fatty acids.
51. NSW Food Authority. Trans fatty acids survey.
52. Health.gov. Appendix E-2.43: Saturated Fat and Risk of CVD Evidence Portfolio.
53. American Heart Association Journals. Abstract P484: Systematic Review and Meta-Analysis of Cardio metabolic Effects of Trans Fatty Acids From Dairy Foods.
54. Technological innovations in margarine production: Current trends and future perspectives on trans-fat removal and saturated fat replacement.
55. Oklahoma State University Extension. Trans-free Fat Alternatives.

56. World Health Organization (WHO). The effectiveness of policies for reducing dietary trans fat: a systematic review of the evidence.
57. Regulatory trends of Nutrition labelling and trans fatty acid labelling.
58. Trans Fatty Acids Content and Fatty Acid Profiles in the Selected Food Products from Korea between 2005 and 2008.
59. ChemLinked. Regulation and Supervision Trend of Trans Fat in China.
60. SJPM. Trans fatty acids in food : dietary intake and regulatory policies.
61. Food Standards Australia New Zealand. TFAs_intakes_2009.
62. Food Regulation. Exploring options for improving the composition of the food supply.
63. DigitalCommons@TMC. Dietary trans-fatty acid biomarkers and incident type 2 diabetes: an individual participant-level pooled analysis.
64. Tandfonline. The Association Between the Dietary Fatty Acid Fraction and Healthy Life Expectancy: Global Spatiotemporal Epidemiology from 2010 to 2019.
65. American Heart Association. The Role of Trans Fatty Acids in the Diet.
66. BusinessWire. Emerging Technologies Revolutionizing Salt & Fat Reduction in Food & Beverages by 2029.
67. Rethink Priorities. Plant-Based Diet Shift Initiative Case Studies: Coolfood.
68. KJCN. Nutritional Quality Comparison of Commonly Consumed Snacks and Beverages in Korea and the United States.
69. APJCN. Compliance of nutrition labelling on pre-packaged foods in China.
70. IAPSM UPUK. Implementation Challenges of Trans-Fat Regulations in India.
71. Food Standards New Zealand. Monitoring of trans fatty acids.
72. Food Regulation. Trans Fatty Acids in the Australian and New Zealand Food Supply.
73. Aging-news. The associations between dietary fat intake and cognitive function among older adults: a meta-analysis of prospective cohort studies.
74. Ruminant trans-fatty acids and cardiovascular disease risk: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies.
75. The health effects of ruminant trans fatty acids.
76. J Food Sci Technol, 48, 534 (2011).

C. 諸外国におけるトランス脂肪酸の一日摂取量計算方法

トランス脂肪酸摂取量算出の基本的な考え方

各国における TFA の一日摂取量の算出は、基本的に以下の 2 つの情報に基づいて行われる「積み上げ方式（Exposure Assessment via Food Consumption and Contamination Data）」が一般的である。

つまり、

- (1) 国民健康・栄養調査などから得られる食品別の摂取量データ：国民が何をどれだけ食べているかの詳細な記録
- (2) 食品中の TFA 含有量データベース：各食品に TFA がどれだけ含まれているかの分析データ

この2つのデータを食品群ごとに掛け合わせ、全食品群について合算することで、個人または集団の一日当たりのTFA摂取量を推定する。

$$\text{TFA 摂取量} = \Sigma (\text{各食品の摂取量} \times \text{各食品中の TFA 含有量})$$

1. 日本^{1,2,3)}

評価手法の種類:

日本では食品ごとのトランス脂肪酸含有量と食事調査データを組み合わせた積み上げ方式が用いられている。食品安全委員会は、国民健康・栄養調査にもとづく食品群別摂取量に各食品群のトランス脂肪酸含有量（分析値＝平均値または中央値）を乗じて合計して一日摂取量を推定している。また、別手法として、国内で流通する食用加工油脂の生産・供給量から国民一人当たりの平均摂取量を逆算する方法もある。

食品含有量データ:

実態調査からの測定結果や分析ベースのデータが用いられる。

摂取量データ:

厚生労働省の国民健康・栄養調査結果を用いる。この調査（毎年実施）では、世帯ごとの1日食事記録法にもとづく食品群別平均摂取量を算出し、この平均値が上述の積み上げ計算に使われる。複数日間の食事記録から個人摂取量を用いる場合もある。

統計モデリング手法の使用の有無:

日本では、通常モンテカルロ・シミュレーション等の統計的モデリングは用いていない。総じて、日本人の摂取量が欧米より低いため、複雑なシミュレーション手法は実施されていない。

2. アメリカ合衆国^{4,5)}

評価手法の種類:

米国では国民栄養調査データと食品成分データベースを用いたボトムアップ型の推計が行われている。全米規模の食事摂取調査 NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) における食品ごとの摂取量に、USDA等の栄養成分データベースに登録された当該食品のトランス脂肪酸含有量を掛け合わせて個人ごとの一日摂取量を算出している。

食品含有量データの取得:

分析値と食品表示値の併用。食品メーカーから報告された脂肪組成データや、市販品ラベルに表示されたトランス脂肪酸量（1食分あたりグラム表示）もデータ源として活用していると考えられる。特にPHO（部分硬化油）を含む食品ではその寄与が大きいため、加工食品中の工業的トランス脂肪酸量（IP-TFA）の把握に重点が置かれてきた。

摂取量データの取得: 食事調査が用いられている。National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) では被験者に24時間思い出し法による食事調査を行い、一部に2日目の再現調査を実施して日間変動も補正している。

統計モデリング手法の使用:

アメリカでは、モンテカルロ・シミュレーションは通常用いられていない。実データに基づく平均値等を用いるアプローチである。

3. 欧州連合 (EU) ^{6,7)}

評価手法の種類:

EU全体として統一評価手法はない。加盟各国は個別の国民食事調査に基づく積み上げ方式で摂取量を推計している。各国が収集した食事摂取データ（24時間思い出し法、食事記録、食料消費支出調査など国によって方式は異なる）に、自国または欧州の食品成分表から得た食品別のトランス脂肪酸含有量を適用し、一人当たり摂取量を算出している。欧州食品安全機関（EFSA）や欧州委員会（EC）は、各国から報告された摂取量推計値を収集し、地域別・時系列の比較分析を行っている。

食品含有量データの取得:

EU各国は自国食品について食品成分表やマーケットバスケット調査データを活用している。欧州委員会JRCの2014年レポート「Trans fatty acids in Europe: where do we stand?」では、各国市販食品のトランス脂肪酸含有状況を調べた複数研究をまとめ、「EU域内の大部分の食品でトランス脂肪酸含有率は低減しているが、一部の菓子・揚げ物に依然として高含有品が見られる」と報告している。

摂取量データの取得:

EU域内では各国がそれぞれ国民栄養調査を実施している。英国は、4日間の食事記録法を採用し、スペイン・フランスは24時間思い出し法を用いている。

統計モデリング手法の使用: モンテカルロ・シミュレーション自体はEU諸国では一般的ではない。多くの国が十分な標本サイズの食事調査を持つため、摂取量評価は基本的に実測データに基づく統計値をそのまま用いている。一部のリスク評価では、MCRA（Monte Carlo Risk Assessment）などを用いて摂取量推定・分布をする試みもある。通常は、主に化学汚染物質のリスク評価に使われ、栄養素であるトランス脂肪酸の通常摂取量評価にはほとんど適用されていない。

4. イギリス (英国) ^{8,9,10)}

評価手法の種類:

イギリスでは全国食事・栄養調査（National Diet and Nutrition Survey、NDNS）の結果を用いた積み上げ方式で摂取量推計が行われている。NDNSでは、4日間の食事日記を記入させる方法を採用している。この調査データから個人の食品群別摂取量を算出し、英国食品成分表（McCance and Widdowson's 'composition of foods integrated dataset）に含まれるトランス脂肪酸含有量データを適用して一日摂取量を求める。すなわち、ボトムアップで個人別の摂取量を計算している。イギリスでは2000年代に業界と連携してトランス脂肪酸削減が進んだため、規制のためではなく主にモニタリング目的で用いられている。

食品含有量データの取得:

英国食品成分表（McCance and Widdowson's 'composition of foods integrated dataset）を使用している。英国の標準食品成分表には2002年以降トランス脂肪酸の値が記載されており、NDNSの栄養素計算にはそれが用いられている。これら測定値は、国産食品については化学分析や文献値から取得、更新され、加工食品については食品業界から提供された配合情報・ラベル表示値も反映されている。

摂取量データの取得:

全国食事・栄養調査（NDNS）を使用する。NDNSでは、4日間の食事日記を記入させる方法を採用

している。各被験者の4日分の食事記録から個人ごとの平均一日摂取量を算出している。

統計モデリング手法の使用:

イギリスではモンテカルロ・シミュレーション等是用いられていない。NDNS自体が詳細な個人食事データを収集しているため摂取量評価は基本的に実測データに基づく統計値をそのまま用いている。日間変動の補正も、4日間の平均を取ることで補正されており特殊なモデリングは不要である。統計的な推定誤差の評価にはブートストラップ法が用いられるが、これはシミュレーションというより再標本抽出による信頼区間算出手法である。

5. カナダ^{11,12,13)}

評価手法の種類:

カナダでは、国民健康調査の摂取量に食品成分データからの含有量をかけて積み上げ方式で計算され評価される。特徴的なのは、2004年と2008年の2つのタイミングで摂取量推計を行っている。すなわち、2004年トランス脂肪酸摂取量と2008年の摂取量がどう変化するかを比較計算している。これにより、自主規制による低減効果を定量化し、残存する摂取量をあきらかにしている。評価手順としては、国民健康調査の食事データから個人別の食品摂取量を取得、(2)食品成分表および実測データから食品毎のトランス脂肪酸含有量を用意、(3)これらデータから、一日摂取量を計算して平均値・パーセンタイル等を得る。

食品含有量データの取得:

分析ベースと成分表ベースの組み合わせで使っている。カナダ保健省 (Health Canada) は 2003年に食品表示へトランス脂肪酸量の記載を義務化するとともに、トランス脂肪酸監視プログラム (TFMP) を2005～2009年に実施、このプログラムでは、市販食品 (マーガリン、ショートニング、菓子、ファーストフード等) 1100品以上の脂肪酸組成を公的研究所で分析し、目標値への業界対応状況を確認評価した。その結果、2008-09年時点で調査食品の約75%が目標を達成したものの、一部の焼き菓子・デザート類にはなお総脂質中5～30%以上の高トランス脂肪酸品が残存していることが判明している。

摂取量データの取得:

カナダ国民健康調査 (CCHS) の栄養局所 (Cycle 2.2 Nutrition 2004) が基礎データとなっている。2004年に実施されたCCHS栄養調査では、1歳以上の約33,000人を対象に24時間思い出し法による食事調査を行っている。

統計モデリング手法の使用:

カナダの評価では、モンテカルロ・シミュレーションは用いられていないが、ブートストラップ法や常用摂取量モデルといった統計的手法は利用されている。しかし、基本的なアプローチは調査、実測データに基づく方法である。

D. iTFA、rTFAの区別

カナダは、iTFAとrTFAを明確に区別して摂取量を評価している。しかし、これは2つのトランス脂肪酸を区別した定量結果に基づくというよりは、食品データベースを構築する際に、食品の原材料 (例: PHOの使用有無、乳製品や牛肉・羊肉の使用有無) や加工方法の情報に基づいて、各食品に含まれるTFAをiTFAとrTFAに分類し、それぞれの含有量を割り当てることで行われている。

カナダ保健省は、TFAをその由来によって以下のように分類している。

iTFA (工業由来トランス脂肪酸) :

主な発生源: 植物油を部分的に水素添加する硬化の過程で生成される。PHOを原材料とするマーガリン、ショートニング、それらを使用した焼き菓子(クッキー、ケーキ類)、揚げ物、加工食品など。

主な供給源: 代表的な脂肪酸としてエライジン酸 (C 18:1 t9)などがある。

rTFA (天然由来トランス脂肪酸) :

主な発生源: 牛や羊などの反芻動物の第一胃内で、微生物による不飽和脂肪酸の代謝過程(生物的水素添加)で生成される。これらの動物の肉(牛肉、羊肉など)や乳・乳製品(牛乳、バター、チーズなど)に含まれている。

代表的な脂肪酸: バクセン酸 (C 18:1 t11)や共役リノール酸 (CLA)の一部などがある。

混合TFA :

iTFAとrTFAの両方を含む可能性がある食品、または、その主要なTFA源の特定が困難な食品群を指すと考えられる。多くの加工食品では、原材料が複雑であり、TFAの由来を厳密にiTFAのみ、またはrTFAのみと断定できない。

具体例として、原材料としてバター(rTFA)とPHOを使用したマーガリン(iTFA)の両方を含むペイストリー類、あるいは、牛肉(rTFA)とPHO由来の油脂(iTFA)を共に使用した加工食品がある。

いずれにしても、分析上の難しさと合わせて両者を明確に区別することは容易ではない。食品の原材料情報に基づく「由来による分類」を主軸としながら、バクセン酸やエライジン酸といったマーカートとなるTFA異性体の分析値を重要な補助情報として活用して、iTFAとrTFAの寄与を推定・分類していくのが重要かつ実用的と考えられる。

(参考)

rTFA を経験値から計算する方法がある(デンマーク法、JRC125335)¹⁴⁾

$$rTFA [g/100 g] = (Butyric acid [g/100 g] * 29.4 * 6) / 100 = Butyric acid [g/100g] * 1.76$$

から求めた後に、

$$iTFA [g/100 g] = total TFA [g/100 g] - rTFA [g/100 g]$$

により総TFA量から差し引いてiTFAを求めている。

この時に、酪酸 (butyric acid) が比較的水溶性で揮発しやすいために抽出操作の段階で損失するため、面積%として結果を出す場合は他の脂肪酸の定量値が若干高くなる欠点がある。

引用文献

1. caa.go.jp https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/health_promotion/trans_fatty_acid/pdf/syokuhi_n79.pdf (PDF) Trans Fat Intake and Its Dietary Sources in General Populations Worldwide: A Systematic Review
2. Wanders, AJ, et al., Trans Fat Intake and Its Dietary Sources in General Populations Worldwide: A Systematic Review. *Nutrients*, 2017 Aug 5;9(8):840. doi: 10.3390/nu9080840.
3. すぐにわかるトランス脂肪酸：農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/trans_fat/t_wakaru/ Updated estimate of trans fat intake by the US population
4. Doell, D, et al., Updated estimate of trans fat intake by the US population. *Food Additives and Contaminants*. Vol. 29, No. 6, June 2012, 861–874.
5. Storey, ML and Anderson PA., Changes in Mean Intake of Fatty Acids and Intake of Saturated and trans Fats from Potatoes: NHANES 2005–2006, 2007–2008, and 2009–2010. *Adv Nutr*. 2015 May 7; 6(3):376S–382S. doi: 10.3945/an.114.007039.
6. European Commission, Trans fat in food. https://food.ec.europa.eu/food-safety/labelling-and-nutrition/trans-fat-food_en.
7. European Commission, REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL regarding trans fats in foods and in the overall diet of the Union population.
8. GOV.UK, Nutrient analysis of processed foods (including trans fats). Four documents available.
9. GOV.UK, NDNS: results from years 9 to 11 (2016 to 2017 and 2018 to 2019).
10. SACN, Update on trans fatty acids and health. Position statement by the Scientific Advisory Committee on Nutrition (2007).
11. Ratnayake WMN, et al., Trans fatty acids: current contents in Canadian foods and estimated intake levels for the Canadian population. *J AOAC Int.*, 2009 Sep-Oct;92(5):1258-76.
12. Demonty I, et al., Dietary intakes of trans fatty acids before the prohibition of partially hydrogenated oils in Canada. *Eur J Nutr.*, 2024 Dec 30;64(1):59. doi: 10.1007/s00394-024-03569-7.
13. Franco-Arellano, B, et al., Progress towards eliminating industrially produced trans-fatty acids in the Canadian marketplace, 2013-2017. *Public Health Nutr.* 2020 Sep;23(13):2257-2267. doi: 10.1017/S1368980019004816.
14. JRC reports. Analytical approach for checking the compliance of fats and oils against the regulated limit for industrial trans fatty acids (Commission Regulation (EU) 2019/649).

(2) 個別課題：諸外国におけるトランス脂肪酸摂取量の調査（小泉美和子（昭和女子大学））

1) 概要

トランス脂肪酸をめぐる世界の動向に関して、世界保健機関（WHO）による勧告及びガイドラインを精査し、工業的に生成（副生）されるトランス脂肪酸を食料供給から排除する取り組みの変遷及び進捗を調査した。さらに、諸外国におけるトランス脂肪酸の摂取量状況に関して、食品安全委員会による自ら評価「食品に含まれるトランス脂肪酸」（以下「自ら評価」と示す）（参照 1）が公表された 2012 年以後の情報を収集した。自ら評価において調査対象であった EU 等ヨーロッパ諸国、イギリス、アメリカ、オーストラリアを中心に調べることで、トランス脂肪酸摂取量の推移を検討した。

2) 方法

外部公開されているトランス脂肪酸に係る情報について、食品安全に関係する行政機関による資料を優先的に収集した。規制当局による公開資料は限られるため、適当な資料が見つからない場合、ホームページ等 WEB 情報を参照した。さらに、トランス脂肪酸の摂取量に関する文献に関して、世界規模のデータを収載した適切な文献のみを選抜し、可能な限り最近年の情報を調査した。

英語または非英語（デンマーク語、オランダ語、ドイツ語、フランス語、フィンランド語、ノルウェー語）の資料は、翻訳専用アプリ（DeepL Pro）を用いて日本語へ翻訳した。食品安全に係る行政機関の名称は、内閣府食品安全委員会が使用している翻訳に可能な限り倣い、わかりにくい用語に関しては、翻訳に加えてオリジナルの表記を括弧付けで示した。

3) 結果

① WHO によるトランス脂肪酸の排除に対する取り組みと進捗

a. 摂取量の勧告（目標）基準

各国におけるトランス脂肪酸の摂取及び供給を削減する政策や規則は、WHO の指針が中核をなす。WHO では、総エネルギー摂取量に占めるトランス脂肪酸の割合を 1%未満とする勧告（目標）基準を一貫して示しており、以下にその背景を整理した。

これまでトランス脂肪酸の摂取による健康影響を示す報告は数多くあるが、1980 年に Nurses' Health Study (NHS) の調査項目として、摂取している脂肪の種類が追加されたことをきっかけに、1993 年に Willett らが NHS データを用いてトランス脂肪酸摂取量の最大五分位摂取群は最小五分位摂取群に比べて総冠動脈疾患（非致死性と致死性の合計、total-coronary heart disease: total-CHD）のリスクが高まることを示唆した（参照 2）。とりわけ植物油由来のトランス脂肪酸の摂取による total-CHD のリスク比が 1.78 だったのに対して、反芻動物由来のトランス脂肪酸によるリスク比は 0.59 であったことから、工業由来トランス脂肪酸の影響が顕著であると科学的に示したことで注目された。その後、米国科学アカデミーの医学研究所（Institute of Medicine: IOM）が 2002 年にトランス脂肪酸の摂取が CHD のリスクを高めることを調査報告で明らかにし（参照 3）、同年の WHO/FAO 専門家会合「慢性疾患全般と栄養・食事の関わり」において、数多くの報告が総合的かつ科学的に評価された結果、生活習慣病の予防のためにトランス脂肪酸の摂取に関する目標値を盛り込んだ報告書が 2003 年に公表された（参照 4）。この報告書では、平均的母集団におけるトランス脂肪酸（水素添加油脂）の摂取量を極めて低く抑えること、総エネルギー摂取量の 1%未

満とする目標値が掲載されている。油脂を加工・精製する過程で生成（副生）される工業由来のもの、乳製品や肉に含まれる反芻動物由来のものとを合わせて、食品中のトランス脂肪酸から摂取するエネルギー量を総摂取エネルギーの1%より少なくすることが推奨された。また、CHD リスクを下げる効果的方法として、飽和脂肪酸及びトランス脂肪酸を多価不飽和脂肪酸に置き換えること、それを裏付ける文献として Hu らの報告（参照 5）が引用されている。さらに、心血管疾患の発症リスクに対するエビデンスの強さが示されており、トランス脂肪酸はミリスチン酸およびパルミチン酸と共にリスクを増加させるエビデンスが「疑う余地のない（Convincing）」に分類されている。

b. REPLACE 及びベストプラクティス政策

工業的に生成（副生）されるトランス脂肪酸を世界のフードサプライから排除する段階的な指針 REPLACE action（行動計画）が、WHO により 2018 年 5 月に発表された（参照 6）。この指針は、マーガリン等の硬化植物油脂に含まれる工業的に生成されるトランス脂肪酸の削減を強力に推し進めることを目標としており、世界の食品事業者に対して 6 つの戦略的行動—REview（供給源と状況を検討）、Promote（より健康的な油脂への切り替えを促進）、Legislate（排除のための法制化）、Assess（食料供給と消費変化について評価）、Create awareness（健康への悪影響を認識）、Enforce（政策と規制の執行）—を示している。トランス脂肪酸の摂取量を総エネルギー摂取量 1% 未満とする従来の基準とともに、2,000 キロカロリー食に換算して 1 日 2.2 g 未満とする数値目標が示された。

REPLACE 行動計画を補足する取り組みとして、WHO 独自の認証制度を設ける計画が 2020 年 11 月に発表された。この認証制度は、WHO 第 13 次総合事業計画 2019–2023（13th General Programme of Work 2019-2023, GPW）において優先的目標として設定され、工業由来トランス脂肪酸を排除する取り組みを実施している国々を識別することを目的としている。具体的には、各国の政府を対象にベストプラクティス政策の発効を勧告するもので、「既に有効なベストプラクティス政策を持ち、認証基準を満たす国」または「ベストプラクティス政策が可決され、今後、認証基準を満たすことが期待される国」に分類される。2023 年 4 月に、トランス脂肪酸排除認証プログラム（Validation Programme for Trans Fat Elimination）（参照 7）の申請受付を開始することが発表され、審査を担当するのはトランス脂肪酸排除技術諮問委員会（TFATAG ; Trans Fat Elimination Technical Advisory Group）である。WHO による認証証明書が付与される条件は、WHO が定める規格を満たす必要があり、規制を導入した上、その規制が効力を発揮するべく監視体制が整備されていることが前提となる。WHO は、次の二つのベストプラクティス政策オプションのうち一つを採用することを各国に推奨している。すなわち（1）全ての食品において工業的に生成されるトランス脂肪酸を総脂肪 100 g あたり 2 g 未満とする義務的な国内基準を策定する、または、（2）全ての食品の成分として部分水素添加油脂（partially hydrogenated oils: PHOs）の生産と使用を全国で禁止する、が満たすべき条件として挙げられている。2023 年 11 月 27 日の公表によると、工業的に生成されるトランス脂肪酸の排除に対する取り組みが進んだ国として、デンマーク、リトアニア、ポーランド、サウジアラビア及びタイの 5 カ国が初めて選ばれ、2024 年 1 月 29 日には有効なベストプラクティス政策を表彰する証明書が授与された（参照 8）。

ベストプラクティス政策は、高所得国（high-income countries）のみならず、高中所得国（Upper-middle income countries）でも採用されており、PHOs から健康的な油（不飽和脂肪酸を多く含む油）への切り替えが進んでいることがわかる。トランス脂肪酸に起因する CHD による死亡割合が高い（死亡数の 3 分の 2 を占める）といわれる上位 15 カ国のうち、アメリカ、カナダ、ラトビア及びス

ロベニアは、2017 年以降、ベストプラクティス政策を実施してきた。一方、低所得国 (Low-income countries) 及び低中所得国 (Lower-middle-income countries) 、並びにトランス脂肪酸の摂取によるCHD死亡率が高い上位15カ国の中にも、規制の導入に至っていない国があることが指摘されている。

c. COUNTDOWN TO 2023 及びマイルストーン報告

トランス脂肪酸の撤廃に向けた世界の取り組みと成果を把握するために、2019 年から WHO は年次報告である「Countdown to 2023 : トランス脂肪酸の排除に関する WHO 報告書」の公表を続けてきた。2023 年 1 月に公表された 4 回目の年次レポート「Countdown to 2023: トランス脂肪酸の排除に関する WHO 報告書 2022」(参照 9)によると、WHO の要請に応え、義務的な政策を実施している国は 60 カ国 (34 億人) 、このうち WHO 独自の認証プログラムによりベストプラクティス政策が発効されている国は 43 カ国 (28 億人, 世界人口の 36%) であると示されている。

2024 年 6 月には「世界的なトランス脂肪酸排除に関する WHO の 5 年間のマイルストーン報告」(以下「マイルストーン報告」と示す)が公表された(参照 10)。マイルストーン報告には、工業的に生成(副生)されるトランス脂肪酸を 2023 年までに排除する世界目標に向けた過去 5 年間の進捗状況がまとめられている。2018 年の REPLACE を開始して以来、毎年、WHO は各国の進捗状況を監視しており、WHO が推奨するベストプラクティス政策を導入する国は増えている。ベストプラクティス政策を発効した国は、5 年前には 11 カ国、世界人口のわずか 6%に過ぎなかったが、2023 年末には 53 カ国で施行され、37 億人、すなわち世界人口の 46%をカバーするに至ったことが、マイルストーン報告に示されている。

一方、2023 年の終わりまでに工業的に生成されるトランス脂肪酸を世界の食料供給から完全に排除するという目標は達成されなかった。そこで、WHO は、政策は進展の方向にあると評価できることから、2025 年までに世界でトランス脂肪酸を事実上撤廃するという修正目標を提案している。WHO が求める 2025 年末までに実践する二つの目標として、(1) 世界におけるトランス脂肪酸の総負担量の少なくとも 90%において、ベストプラクティス政策を実践すること；(2) 各地域におけるトランス脂肪酸の総負担量の少なくとも 70 %を占める国々において、ベストプラクティス政策を実践すること、が示されている。

マイルストーン報告において、WHO は、トランス脂肪酸の負担 (TFA burden) が大きい国は食品の主要輸出国であると指摘している。『トランス脂肪酸の負担 (TFA burden)』とは、トランス脂肪酸高摂取(総エネルギー摂取量の 0.5%を超える摂取)による冠動脈性心疾患 (CHD) の年間死亡割合を指す。マイルストーン報告では、日本は、次のように言及されている：『さらに 8 カ国 (アゼルバイジャン、中国、インドネシア、イラン・イスラム共和国、日本、モロッコ、パキスタン、中国) におけるベストプラクティス政策が必要となる。』、『これらのたった 8 カ国の追加政策で、世界の TFA 負担の 90%をなくすことができ、TFA に起因する死亡のない世界に向けた前進を加速させる機会となる』。

世界におけるトランス脂肪酸排除を目指す政策及び措置の進捗を示すため、WHO はトランス脂肪酸の国別スコア (TFA Country Score Card) 及び世界地図を公表している。マイルストーン報告が発表された 2023 年 12 月時点で、日本は旧来通り世界地図に“データなし (食品供給から TFA を削減および除去するための措置が講じられていない、または状況が不明。Data missing)”と記されていた。しかしながら、農林水産省の取り組みにより、新たに日本のデータが掲載されることになり、2025 年 3 月時点で、国別スコア (TFA Country Score Card) 及び世界地図には、日本は

スコア 2 として収載されている（参照 11）。日本を含む 22 カ国が該当するスコア 2 は「その他の補完的措置：工業的に生産（副生）された TFA について、消費者がより健康的な選択をすることを奨励する法的措置またはその他の措置（栄養表示における TFA の表示義務、TFA を含む包装前表示制度、再製造など）、あるいは特定の環境（公的機関など）における食品中の工業的に生産された TFA の強制的制限）」を講じていることを示すものである。

d. ガイドライン及びファクトシート

2023 年 7 月、成人及び子供における非感染性疾患（Non-communicable Diseases; NCDs）、特に冠動脈疾患（coronary heart disease, CHD）のリスクを低減することを目的としたガイドラインが公開された（参照 12）。エネルギー摂取に占める割合として、飽和脂肪酸は 10%未満、トランス脂肪酸は 1%未満を推奨することが示されている。このガイドラインにおいて、トランス脂肪酸の評価に引用された資料は、Souza ら、Morenga ら及び Brouwer による三つのシステマティック・レビューである（参照 13, 14, 15）。

2024 年 1 月には、ファクトシートが公開された（参照 16）。成人に対して、トランス脂肪酸の摂取量を総エネルギー摂取量の 1%未満、2,000 キロカロリーの食事の場合は 1 日あたり 2.2 g 未満に制限することが推奨されている。工業的に生成（副生）されるトランス脂肪酸の摂取により、世界で毎年 278,000 人以上が死亡していると説明されているほか、反芻動物（牛や羊など）に由来し、肉や乳製品に含まれている天然型トランス脂肪酸もまた、工業的に生成されるトランス脂肪酸と同様に有害であることが示されている。さらに、政府が行うこととして、ベストプラクティスに基づく介入が示されており、食品供給からトランス脂肪酸を削減するためには、自主的なアプローチよりも強制的なアプローチの方がはるかに効果的であることが実証されているとも記載されている。

② EU等ヨーロッパ諸国におけるトランス脂肪酸の摂取量

a. ヨーロッパにおける規制の流れ

デンマークは2003年、工業由来トランス脂肪酸の含有量を加工食品中の油脂100gあたり2gに制限する法律を制定したことで、食品中のトランス脂肪酸の含有量を厳しく制限する規制を世界で最初に導入したパイオニアとしてWHOに紹介されている(参照17)。デンマークにおける法律は販売禁止措置を導入しており、輸入食品だけでなく地元産の食品にも適用される。2009年、オーストリアとスイスが、デンマークと同様の法による禁止措置を導入し、続いてアイスランドが2011年、ハンガリーとノルウェーが2014年、ラトビアが2016年から導入している。2021年以降、EU全土で適用され、2gを超えるトランス脂肪酸(天然由来を除く)を含む食品の流通は禁止されている。また、WHOが推進するトランス脂肪酸排除認証プログラムに基づき、ベストプラクティス政策を実行している模範的な国として一早く認証されたのはデンマークである(参照8)。

b. デンマーク

2000年から2009年にかけてEU内での冠動脈疾患(CHD)による死亡率がデンマークの男女において最も大幅に減少したと報告されたことにより(参照18)、2004年にデンマークで施行されたトランス脂肪酸含有量を制限する法律による効果ではないかと前向きに評価するものもあれば、他の要因の関連を示唆するものもある。また、デンマークでは2011年10月から、飽和脂肪酸が2.3%以上含まれる食品(バター、チーズ、肉、加工食品等)を扱う食品業者や輸入業者に対して、飽和脂肪酸1キログラム当たり16クローネ(約230円)の脂肪税を課した。しかし、脂肪税は対象食品の価格に転嫁されるため、低所得者層を中心とする反対が多く、この政策は約1年で撤廃されている。

デンマーク国立食品研究所(DTU Fødevarerinstitutionen)によるデンマーク人の食事と身体活動に関する全国調査(danskernes kost og fysiske aktivitet: DANSDA)2011~2013年のデータをもとに解析されたトランス脂肪酸の摂取量が2015年に報告されている。表1のとおり、18~75歳の成人における1日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は1.5gと報告されている。また、エネルギー摂取量に占めるトランス脂肪酸の割合は0.6energy%(E%)であることから、WHO目標基準(総摂取エネルギー1%未満)を下回っていた。トランス脂肪酸の摂取量が少ない理由として、デンマークにおけるマーガリンに含まれるトランス脂肪酸の量が低いことが挙げられている。(参照19)

表1: デンマークにおけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男子 4~9 歳	1.3	0.6
男子 10~17 歳	1.4	0.5
男性 18~75 歳	1.7	0.6
女子 4~9 歳	1.2	0.6
女子 10~17 歳	1.1	0.5
女性 18~75 歳	1.3	0.6
4~9 歳	1.2	0.6
10~17 歳の子供	1.2	0.5
18~75 歳の成人	1.5	0.6

一方、飽和脂肪酸の摂取量に関しては、男女とも全年齢層において 14～15 E%であると示されており、推奨摂取量 10 E%を超えていた。（参照 19）

c. イギリス

イギリスは、日本と同様に食品業界に対して自主的なトランス脂肪酸低減対策の実施を推奨している。英国保健省（Department of Health and Social Care : DHSC）による 2013 年の報告書「加工食品の栄養分析（トランス脂肪酸を含む）」において、過去 20～30 年間に販売された食品を対象とした分析結果に比べて、工業的に生成されるトランス脂肪酸の含有量は大幅に減少していると示されている（参照 20）。

英国公衆衛生庁（Public Health England: PHE）による全国食事栄養調査 9～11 年目（National Diet and Nutrition Survey Rolling Programme :NDNS RP Years 9 to 11）は、2016～2017 年及び 2018～2019 年に実施され、これらの結果が統合されたうえ解析されたトランス脂肪酸の摂取量が 2020 年に報告されている。表 2 のとおり、19～64 歳及び 65～74 歳の成人における 1 日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は 1.0 g、75 歳以上では 1.1 g と報告されている。また、エネルギー摂取量に占める割合は、成人及び高齢者では 0.5～0.6 E%、小児では 0.5 E%だった。（参照 21, 22）

表 2：イギリスにおけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
1.5～3 歳	0.6	0.5
男子 4～10 歳	0.8	0.5
女子 4～10 歳	0.7	0.5
4～10 歳	0.8	0.5
男子 11～18 歳	1.0	0.5
女子 11～18 歳	0.8	0.5
11～18 歳の子供	0.9	0.5
男性 19～64 歳	1.1	0.5
女性 19～64 歳	0.9	0.5
19～64 歳の成人	1.0	0.5
65 歳以上の男性	1.1	0.5
65 歳以上の女性	0.9	0.6
65 歳以上の成人	1.0	0.5
男性 65～74 歳	1.1	0.5
女性 65～74 歳	0.9	0.5
成人 65～74 歳	1.0	0.5
75 歳以上の男性	1.1	0.6
75 歳以上の女性	1.0	0.6
75 歳以上の成人	1.1	0.6

飽和脂肪酸の摂取量に関しては、NDNS RP Years 9 to 11 では、男女とも全年齢層において 12～15 E%であると示されていた。NDNS RP Years 9 to 11 と NDNS RP Years 1 to 2 (2008～2009 年及び 2009～2010 年) とを比べると、数値は変わっていない。従って、飽和脂肪酸の食事摂取基準 (総エネルギー10%以内) を引き続き推奨することが示されている。(参照 21, 22)

d. オランダ

オランダ国立公衆衛生環境研究所（Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; RIVM）は、オランダ国民食事栄養調査（Voedselconsumptiepeiling : VCP）2019-2021 の結果をもとに、トランス脂肪酸の摂取量をホームページに公開している。表 3 のとおり、1～79 歳における 1 日あたりのトランス脂肪酸の摂取量は 0.6 g と報告されている。また、エネルギー摂取量に占める割合は、0.3 E% だった。（参照 23, 24）

表 3：オランダにおけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男子 1～3 歳	0.4	0.2
男子 4～11 歳	0.5	0.3
男子 12～17 歳	0.6	0.3
男性 18～50 歳	0.7	0.3
男性 51～64 歳	0.8	0.3
男性 65～79 歳	0.6	0.3
女子 1～3 歳	0.4	0.2
女子 4～11 歳	0.5	0.3
女子 12～17 歳	0.5	0.3
女性 18～50 歳	0.6	0.3
女性 51～64 歳	0.6	0.3
女性 65～79 歳	0.6	0.3
1～79 歳 男	0.7	0.3
1～79 歳 女	0.6	0.3
1～79 歳 全体	0.6	0.3

e. ドイツ

ドイツ連邦リスク評価研究所（Bundesinstitut für Risikobewertung: BfR）による 2009 年及び 2013 年の食品中トランス脂肪酸含有量データを用いて解析されたトランス脂肪酸の摂取量が 2013 年に報告されている。表 4 のとおり、14～80 歳における 1 日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は 1.93 g と報告されている。トランス脂肪酸の 1 日あたりの摂取量は、女性よりも男性の方が有意に多かった。また、エネルギー摂取量に占める割合は、0.76 E%であるが、これに関しても女性より男性の方が有意に多いことが示されている。2013 年の摂取量は、2009 年の数値と比べて、全体としては変わっていないが、男性ではむしろ増加していた。また、調査対象者の約 10%は、エネルギー摂取量の 1%以上をトランス脂肪酸の形で摂取しており、その割合が最も多いのは若い男性（19～24 歳）であると指摘されている。トランス脂肪酸の摂取量が高値を示した分布は、1 日あたり 3.52～5.34 g（95 及び 99 パーセンタイル）であり、これは摂取エネルギーの 1.14～1.46%に相当すると示されている。（参照 25）

表 4：ドイツにおけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男性 14～80 歳	2.83	0.79
女性 14～80 歳	1.58	0.74
14～80 歳	1.93	0.76

f. フランス

フランス食品衛生安全庁（Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments: AFSSA、2010年以降は ANSES が発足している）による 2006～2007 年のフランス国民食事調査（Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2: INCA2）及び 2007～2008 年の食品含有量データをもとに解析されたトランス脂肪酸の摂取量が報告されている。欠損値の補正を行わないシナリオ 1 及び補正を行ったシナリオ 2 の両方で摂取量が算出されている。トランス脂肪酸の摂取量に対する過小評価を可能な限り少なくするため、シナリオ 2 のデータを表 5 及び表 6 に示した。1 日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は、成人では 2.3 g、子供では 1.9 g だった。また、エネルギー摂取量に占める割合は、成人では 1 E%、子供では 0.7 E% だった。成人では年齢による差はほとんど認められない。女性より男性、女子より男子の方が摂取量が多いことが示されている。（参照 26）

表 5：フランスの成人におけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男性 18～34 歳	2.66	0.93
男性 35～54 歳	2.67	0.94
男性 55 歳以上	2.56	0.96
男性総合	2.62	0.95
女性 18～34 歳	2.03	0.99
女性 35～54 歳	2.03	0.97
女性 55 歳以上	2.02	1.00
女性総合	2.03	0.99
成人全体	2.31	0.97

表 6：フランスの子供におけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男子 3～10 歳	1.92	0.77
男子 11～14 歳	2.11	0.60
男子 15～17 歳	2.15	0.74
男子総合	2.01	0.72
女子 3～10 歳	1.77	0.60
女子 11～14 歳	1.86	0.57
女子 15～17 歳	1.71	0.51
女子総合	1.78	0.57
子供全体	1.90	0.66

INCA2 を用いたトランス脂肪酸の摂取量はエネルギー摂取量に占める割合として約 1 E%であったことから、1998～1999 年の INCA1 における摂取量（1.2～1.4 E%）に比べて減少したことが明らかである。

さらに、フランス食品環境労働衛生安全庁(Agence nationale de sécurité sanitaire: ANSES)のホームページを確認したところ、トランス脂肪酸に関する情報が 2013 年に公表されているが、INCA1 及び INCA2 の結果が紹介されている。新しい情報の更新は見つからなかった。

g. ベルギー

ベルギー公衆保健研究所 (Institut de santé publique/Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid: ISP-WIV) による 2014~2015 年のベルギー国民食品摂取調査 (Voedselconsumptiepeiling 2014-2015: rapport 4) をもとに解析されたトランス脂肪酸の摂取量が 2016 年に報告されている。表 7 のとおり、1 日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は、3~64 歳で 0.8 g (男性: 0.9 g、女性: 0.7 g)、男性が女性に比べて有意に高いことが示されている。また、エネルギー摂取量に占める割合は、3~64 歳において 0.4 E% だった。2004 年の 0.7 E% と比べて、大幅に減少したことが報告されている。(参照 27)

表 7: ベルギーの成人におけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男性 3~5 歳	0.6	0.4
男性 6~9 歳	0.8	0.4
男性 10~13 歳	0.8	0.4
男性 14~17 歳	0.9	0.4
男性 18~39 歳	0.9	0.3
男性 40~64 歳	0.9	0.4
女性 3~5 歳	0.7	0.4
女性 6~9 歳	0.7	0.4
女性 10~13 歳	0.7	0.4
女性 14~17 歳	0.7	0.4
女性 18~39 歳	0.7	0.4
女性 40~64 歳	0.7	0.4
男性 3~64 歳	0.9	0.4
女性 3~64 歳	0.7	0.4

Voedselconsumptiepeiling 2014-2015 におけるトランス脂肪酸の摂取量は、エネルギー摂取量に占める割合として 0.4 E% であったことから、2004 年における 0.7 E% よりも有意に低下したことが明らかである。

③ 北欧諸国におけるトランス脂肪酸の摂取量

a. 総合的レビュー

デンマークに関しては、北欧諸国 及び EU 加盟国の一つであるが、トランス脂肪酸の削減において、世界で先駆的に取り組んでいる実績があることから、②-bにおいて先述した。

フィンランド国立公衆衛生研究所 (Kansanterveyslaitos: KTL)、スウェーデン食品庁 (Swedish National Food Agency: NFA) 及びノルウェーのオスロ大学基礎医学研究所が合同で発表したレビューによると、2006年の時点で、北欧諸国では、産業界による自主的な規制により、部分水素添加植物油からのトランス脂肪酸の摂取量は減少していると報告されている。同レビューでは、おそらくアイスランドを除いて、1日あたりのトランス脂肪酸の平均摂取量は1.5~3gと報告されている。エネルギー摂取量に占める割合は0.5~1.0E%に相当し、その大部分は反芻動物の脂肪に由来すると指摘されている。(参照 28)

b. フィンランド

フィンランドでは、国立保健福祉研究所 (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos: THL) による FinRavinto 全国調査 (英語表記: The National FINDIET Survey) が、1982年以来実施されており、フィンランドの成人における食品消費量と食事摂取量がモニターされている。2024年8月の更新情報によると、FinRavinto 2017が公表されている。表8のとおり、1日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は、男性1.1g及び女性0.8gと報告されている。また、エネルギー摂取量に占める割合は、男性0.43E%及び女性0.41E%だった。男性が女性に比べてやや高いことが示されている。(参照 29)

表8: フィンランドの成人におけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男性 18~24 歳	1.3	0.43
男性 25~44 歳	1.2	0.44
男性 45~64 歳	1.0	0.44
男性 65~74 歳	0.9	0.41
女性 18~24 歳	0.8	0.40
女性 25~44 歳	0.9	0.42
女性 45~64 歳	0.8	0.41
女性 65~74 歳	0.7	0.41
男性 18~74 歳	1.1	0.43
女性 18~74 歳	0.8	0.41

c. スウェーデン

スウェーデン国民の食事摂取量を把握するための調査は、スウェーデン食品庁 (Livsmedelsverket) が実施する Riksmaten 調査が該当する。しかし、トランス脂肪酸の摂取量は Riksmaten 調査では決定されていないため、下記の Matkorgen 調査を調べることにした。

スウェーデン食品庁では、マーケットバスケット調査 2022 中間報告 (Matkorgen 2022- Interim report) を 2024年8月に公開している。各食品群に含まれる成分の含量及びスウェーデン農業委

員会 (Swedish Board of Agriculture) による食品消費統計を用いることで、一人あたりの摂取量が推計されている。この報告書の中で、トランス脂肪酸の推定摂取量は、一人 1 日あたり 1.7 g 及び 0.5 E%であったと示されている。マーケットバスケット調査 2022 中間報告におけるトランス脂肪酸の推定摂取量は、マーケットバスケット調査 2015 の結果に比べて、わずかに高かったと指摘されている (1.7g/日、0.5E% vs 1.0g/日、0.3E%)。そして、2010 年当時のデータに一致することも示されている。(参照 30)

d. ノルウェー

ノルウェーは、EU 非加盟国であるが、大部分の EU 規則を国内に適用しており、食品衛生管理に関しても基本的に EU 規則に準じている。

ノルウェー保健局 (Helsedirektoratet) による食料供給統計 *Utviklingen i norsk kosthold 2024* (英語表記: *Trends in the Norwegian diet 2024*) において、1950 年代から 2023 年までの食料供給の年次数値に基づき、食生活の傾向がまとめられている。食料供給の数値は、卸売レベルで全人口が入手可能な食料の量 (卸売消費量) に関する統計が基になっている。つまり、全国食事調査 (後述) で算出される摂取量とは異なる。*Utviklingen i norsk kosthold 2024* には、2023 年における卸売レベルでの食品消費量及び栄養素の消費量が速報値として示されている。それによると、成人 (18~80 歳) における 1 日あたりのトランス脂肪酸平均消費量は、1.5 g と報告されている。また、エネルギー摂取量に占める割合は 0.5 E%であったと掲載されている。さらに、年次推移が示されており、2023 年の値 (1.5 g、0.4 E%) は、2020、2021 及び 2022 年の値と同じであり、2010 年の値 (2 g、0.6 E%) に比べると減少しているが、2015 年及び 2019 年の値 (1.3 g、0.4 E%) に比べると微増している。(参照 31)

全国食事調査 *Norkost* は、オスロー大学、ノルウェー公衆衛生研究所 (Folkehelseinstituttet) 及びノルウェー保健局の協力のもと実施されている。*Norkost 4* (英語表記: *the fourth nationwide dietary survey of Norwegian adults*) は、2022~2023 年にノルウェー在住の成人 18~80 歳を対象とした実施されている。表 9 のとおり、1 日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は、男性及び女性はいずれにおいても 1 g と報告されている。また、エネルギー摂取量に占める割合は、男性及び女性のいずれにおいても 0.4 E%であった。(参照 32)

表 9：ノルウェーの成人におけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均 (g/日)	平均 (E%)
男性 18～29 歳	1	0.4
男性 30～39 歳	1	0.4
男性 40～49 歳	1	0.4
男性 50～59 歳	1	0.4
男性 60～69 歳	1	0.3
男性 70～80 歳	1	0.4
女性 18～29 歳	1	0.3
女性 30～39 歳	1	0.4
女性 40～49 歳	1	0.4
女性 50～59 歳	1	0.4
女性 60～69 歳	1	0.4
女性 70～80 歳	1	0.4
男性 18～80 歳	1	0.4
女性 18～80 歳	1	0.4

④アメリカ及びカナダにおけるトランス脂肪酸の摂取量

a. アメリカ及びカナダにおける規制の流れ

アメリカでは、調理加工食品からトランス脂肪酸を排除する規制案が米国食品医薬品局（FDA）により 2013 年に公表され、安全と認められる（generally regarded as safe: GRAS）食品にトランス脂肪酸は該当しないと定義すると共に PHOs の使用を原則認めないとする規制導入が 2015 年に発表されたことで、規制が強化されてきた。2018 年 6 月に PHOs の食品への使用禁止が始まって以降、一食当たり (one serving) の食品含有量を 0.5 グラム未満に規制したことから、アメリカにおける実効性のある施策は一定の成果をあげていると考えられる。

カナダでは、アメリカと同様に、トランス脂肪酸に起因する CHD による死亡割合が高いとされる上位国に入り、2018 年 9 月から PHOs の食品への使用を禁止している。包装された食品にトランス脂肪酸の含有量表示を世界で初めて義務付けたのもカナダである。

b. アメリカ

食品安全委員会による自ら評価（2012 年）では、アメリカの 20～59 歳における 1 日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量について、2002 年の文献（参照 33）をもとに 5.6 g と示されていた。この文献は、米国疾病管理予防センター（Centers for Disease Control and Prevention: CDC）保健社会福祉省による資料であり、アメリカ国民健康栄養調査 NHANES III Phase 1（1988～1991 年）及び Phase 2（1991～1994 年）を解析したものである。10 年後のデータと比較するため、当該文献（参照 33）を再確認したところ、全年齢層（2 か月齢～80 歳以上）における 1 日あたりのトランス脂肪酸の平均摂取量が 5.2 g、男性では 6.1 g、女性では 4.3 g であることが示されていた。

FDA の化学者による 2012 年の報告（参照 34）では、NHANES 2003～2006 年及びアメリカ農務省（USDA）による 2009 年食品含有量データが用いられ、1 日あたりのトランス脂肪酸の平均摂取量が推定されている。エネルギー摂取量に占める割合は 1.1 E%、工業的に生成されたトランス脂肪酸は 0.6 E%であると推定されている。

一方、WHO のアメリカ地域事務局である汎米保健機関（Pan American Health Organization: PAHO）では、世界疾病負担調査 2019（Dietary Risk Exposure Estimates: GBD 2019）を用いて、成人におけるトランス脂肪酸の摂取量を公開している。GBD2019 は 1990～2019 年における 204 の国と地域の食事リスクに関するデータベースである。PAHO による公開情報を表 10 にまとめた。アメリカ大陸（南北アメリカ）全体で、2019 年の 25 歳以上の成人における 1 日あたりのトランス脂肪酸の平均摂取量は、エネルギー摂取量に占める割合として 0.981 E%（25 歳以上の男性:0.980 E%、女性 0.982 E%）と推定され、男女差はなかった。しかし、アメリカ大陸の国や地域によって摂取量は異なり、摂取量が最も多いアメリカ合衆国では 1.698 E%（25 歳以上の男性:1.690 E%、女性 1.706 E%）、摂取量が最も低いドミニカ共和国では 0.205 E%（25 歳以上の男性:0.205 E%、女性 0.206 E%）と数値に幅があることがわかった。（参照 35）

表 10：アメリカの成人（25 歳以上）におけるトランス脂肪酸の摂取量

ロケーション コード	アメリカ大陸 国及び地域	男性 平均 (E%)	女性 平均 (E%)	男女 平均 (E%)
AMR	南北アメリカ	0.980	0.982	0.981
ANR	アンデス地域	0.557	0.556	0.556
CAI	中米、メキシコ、 ラテン系カリブ海諸国	0.507	0.509	0.508
DOM	ドミニカ共和国	0.205	0.206	0.205
LAC	ラテンアメリカ及び カリブ海諸国	0.563	0.565	0.564
NAR	北アメリカ	1.168	1.174	1.171
NLC	非ラテン系カリブ海諸国	0.223	0.224	0.224
SCR	南米南部及びブラジル	0.346	0.347	0.347
USA	アメリカ合衆国	1.690	1.706	1.698

c. カナダ

食品安全委員会による自ら評価（2012 年）では、カナダ国民のトランス脂肪酸摂取量について、1990～1995 年の報告では 8.4 g/日と示されていた。WHO 目標基準に比べて、かなり高い値であることから、出典文献を再確認したところ、1996 年出版の書籍のトランス脂肪酸に関する章（参照 36）が基になっているようである。この書籍のトランス脂肪酸に関する章（参照 36）は、カナダ保健省（Health Canada）による 2016 年の公開資料（参照 37）にも引用されており、1990 年代、カナダは世界で最もトランス脂肪酸の摂取量が多かった国の一つであり、平均摂取量はエネルギーの約 3.7 %と推定されることが記載されている。

さらに、Health Canada による同資料（参照 37）では、過去 10 年間にわたるトランス脂肪酸の摂取量を削減する取り組みの結果として、2007 年の評価において、カナダ人（1 歳以上）の平均摂取量は、総エネルギー摂取量の 1.42 %に減少したことが記載されている（参照 38）。

Health Canada による続報を検索したが、トランス脂肪酸摂取量の新しいデータは不明である。

④-b. アメリカの項目において先述した世界疾病負担調査 2019（Dietary Risk Exposure Estimates: GBD 2019）を用いたアメリカ大陸のトランス脂肪酸摂取量において、カナダの結果を見ることができる。このデータによると、アメリカ合衆国に次いでトランス脂肪酸摂取量が多いのがカナダである。25 歳以上の 1 日あたりの平均摂取量は 1.17 E%と示されており、男性と女性に差はない（参照 35）。

⑤オーストラリアにおけるトランス脂肪酸の摂取量

2011～2012年に実施されたオーストラリア健康栄養調査（Australian Health Survey: Nutrition First Results 2011-12）は2歳以上のオーストラリア人を対象としており、オーストラリア統計局（Australian Bureau of statistics: ABS）により公開されているが、本文にトランス脂肪酸の摂取量に関する記述は見当たらなかった（参照39）。しかし、Raw Data（Table1及びTable2）には年齢別の摂取量が掲載されていた。表11によると、2歳以上における1日あたりのトランス脂肪酸平均摂取量は、男性1.59g及び女性1.19gと報告されている。男性が女性に比べてやや高いことが示されている。また、エネルギー摂取量に占める割合は、男性及び女性のいずれにおいても0.6E%だった。

表11：オーストラリアにおけるトランス脂肪酸の摂取量

	平均（mg/日）	平均（E%）
男性 2～3 歳	1042.0	0.6
男性 4～8 歳	1340.9	0.6
男性 9～13 歳	1627.4	0.6
男性 14～18 歳	1885.1	0.7
男性 19～30 歳	1725.4	0.6
男性 31～50 歳	1631.0	0.6
男性 51～70 歳	1509.1	0.6
男性 71 歳以上	1442.2	0.6
女性 2～3 歳	1087.3	0.7
女性 4～8 歳	1044.6	0.6
女性 9～13 歳	1347.6	0.6
女性 14～18 歳	1302.5	0.6
女性 19～30 歳	1293.1	0.6
女性 31～50 歳	1187.7	0.6
女性 51～70 歳	1125.0	0.6
女性 71 歳以上	1133.8	0.6
男性 2 歳以上	1587.2	0.6
女性 2 歳以上	1193.9	0.6

⑥諸外国におけるトランス脂肪酸の摂取量に関するまとめ

トランス脂肪酸の摂取量に係る情報について、諸外国における行政機関が公表している資料を優先的に収集した。調査結果を表 12 にまとめた。

表 12：本研究調査による諸外国におけるトランス脂肪酸の摂取量

	国民調査 年	食品成分 データ年	性別 年齢	平均摂取 (g/日)	平均摂取 (E%)	報告年 (参照)
Australia	National	Database	男 2+	1.6	0.6	2014
オーストラリア	2011-2012	2011-2013	女 2+	1.2	0.6	(参照 39)
Belgium	National	Databank	男 3-64	0.9	0.4	2016
ベルギー	2014-2015	2014	女 3-64	0.7	0.4	(参照 27)
Canada	GBD 2019		男 25+		1.17	2023
カナダ	2019		女 25+		1.17	(参照 35)
Denmark	National	Databank	男 18+	1.7	0.6	2015
デンマーク	2011-2013	2012	女 18+	1.3	0.6	(参照 19)
Finland	National	Database	男 18-74	1.1	0.43	2018
フィンランド	2017	2017	女 18-74	0.8	0.41	(参照 29)
France	National	Databank	男 18+	2.62	0.95	2009
フランス	2006-2007	2007-2008	女 18+	2.03	0.99	(参照 26)
Germany	National	Database	男 14-80	2.83	0.79	2013
ドイツ	2005-2006	2009, 2013	女 14-80	1.58	0.74	(参照 25)
Sweden	食品消費統計	market bas-		1.7	0.5	2024
スウェーデン	2020	ket 2022				(参照 30)
Norway	National	Database	男 18-80	1	0.4	2024
ノルウェー	2022-2023	2021-	女 18-80	1	0.4	(参照 32)
TheNetherlands	National	Databank	男 1-79	0.7	0.3	2024
オランダ	2019-2021		女 1-79	0.6	0.3	(参照 23,24)
United Kingdom	National	Databank	男 19-64	1.1	0.5	2020
イギリス	2016-2017		女 19-64	0.9	0.5	(参照 21,22)
	2018-2019					
USA	GBD 2019		男 25+		1.69	2023
アメリカ合衆国	2019		女 25+		1.71	(参照 35)

⑦世界地域におけるトランス脂肪酸の摂取量

a. Global Burden of Disease Study 2017: 195 カ国における食事リスクの健康への影響

Global Burden of Diseases (GBD ; 世界の疾病負荷研究) は、世界中の地域や集団における疾病による健康損失を定量的に評価する試みであり、1991 年に開始された国際的研究プログラムである。世界を 8 地域 (東アジア、東南アジア、北米・オセアニア、西欧、南米、中東・北アフリカ、アフリカ、東欧・中央アジア) に分け、世界で重要性の高い疾病、障害及び危険因子を約 100 に分類している。リスク要因の一つである“食習慣のリスク”に“トランス脂肪酸を多く含む食事”が分類されている。

GBD 2017 Diet Collaborators グループが 2019 年に発表した論文では、世界 195 カ国の 25 歳以上の成人における主要な 15 種類の食品及び栄養素の摂取量に関する人口分布が解析され、食事リスク因子に起因する疾病特異的負担の割合 (population attributable fraction ; 人口寄与割合) が評価されている。1990 年から 2017 年までのデータが包括的に解析されており、食品に関するデータとして、トランス脂肪酸に関しては Euromonitor (世界 80 カ国 200 以上の地域に関する産業、経済、消費者動向を調査するイギリスに本社を置く国際市場調査会社) による水素添加植物油の販売データが使用されている。

図 1 は、原著論文から引用した。トランス脂肪酸の最適摂取量 (最適範囲) は、一日の総摂取エネルギーに占める割合として 0.5% (0.0~1.0%) が設定されている。トランス脂肪酸の摂取量が最も多かった地域は、北米の高所得層、中南米中部及び中南米アンデスであった。また、最適摂取量を超えていた地域は、南アジア、中東・北アフリカ及びオーストラリア・ニュージーランドと周辺諸島の高所得層であった。(参照 40)

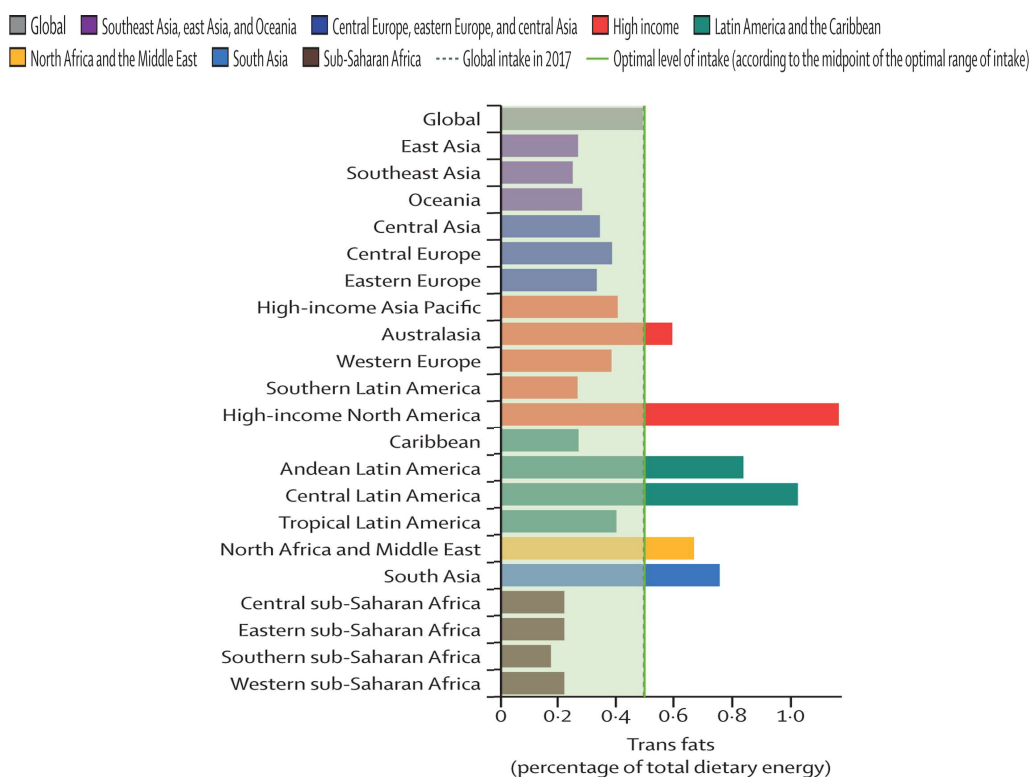


図 1 : 世界地域レベルにおけるトランス脂肪酸の摂取量 (参照 40 より引用)

b. 系統的レビュー：29 カ国におけるトランス脂肪酸の摂取量及び 20 カ国における経時変化

世界中の一般成人集団におけるトランス脂肪の摂取量と供給源を調べる目的で、1995 年以降に発表された各国の食事調査又は集団ベースの調査に関する系統的レビューが 2017 年に発表されている。対象となった論文には 29 カ国における 64 件のデータセットが含まれている。食事摂取データについては、国ごとの平均摂取量と WHO が定める推奨摂取量レベル 1E%未満とが比較されている。

この総説によると、トランス脂肪酸の摂取量データに関して、特にアジア、アフリカ、中東等、後進地域の多くの国で限られているか入手できない点が研究の限界としてあげられている。いくつかの限界の具体例が指摘されているが、システマティック・レビューにまとめられたデータによると、調査対象人口におけるトランス脂肪酸の総摂取量は、エネルギー摂取量として 0.3~4.2 E% であると推定されている。そして、29 カ国のうち 22 カ国（76%）におけるトランス脂肪酸の平均摂取量は、WHO が推奨する 1E%を下回っていたと示されている。

図 2 及び図 3（トランス脂肪酸全体に対する iTFA, rTFA の割合）は、原著論文の図を研究担当者（小泉）が編集及び翻訳したものである。日本におけるトランス脂肪酸の摂取量に関しては、1997~1999 年国民健康栄養調査と 1987 年食品成分含有量データを使用した結果では 0.4 E%、2002~2003 年国民健康栄養調査（2005 年食品成分含有量データ）では 0.8 E%と示されている。また、調査時点での結果であるが、ブラジル（2008/09 年）、カナダ（2008 年）、コスタリカ（2006 年）、イラン（2004 年）、レバノン（2006 年）、プエルトリコ（2010 年）、米国（2009/10 年）では、トランス脂肪酸の摂取量は 1E%を超えていた。工業由来トランス脂肪酸の摂取量は、ブラジル（2008/09 年）、中国（2011 年）、イラン（2004 年）、ポーランド（2009/10 年）、アメリカ（2009/10 年）で多かった。

また、20 カ国については、トランス脂肪酸摂取量に関する経時的な傾向が解析されている。図 4 は、原著論文から引用した。全体的な変遷として、過去 20 年間に於いて、トランス脂肪酸の摂取量は大幅に減少したことが示されている。7 カ国（ベルギー、フランス、アイスランド、ノルウェー、スウェーデン、オランダ、イギリス）では、平均摂取量が 1E%以上から 1E%未満に減少しているが、4 カ国（ブラジル、カナダ、コスタリカ、アメリカ）では 1E%未満まで減少していない。他の 9 カ国（オーストラリア、中国、デンマーク、フィンランド、ドイツ、アイルランド、日本、ニュージーランド、スペイン）は最初の調査時点で既に 1E%と同等またはそれ以下であった。トランス脂肪酸の供給源をみると、最も減少したのは工業由来のトランス脂肪酸の摂取量だが、動物由来のトランス脂肪酸の摂取量が減少した国もある。多くの国においてトランス脂肪酸の摂取量が経時的に減少した結果は、食品中のトランス脂肪酸を低減する自主的または義務的措置の導入に関連することが示されている。（参照 41）

トランス脂肪酸摂取量（エネルギー%）

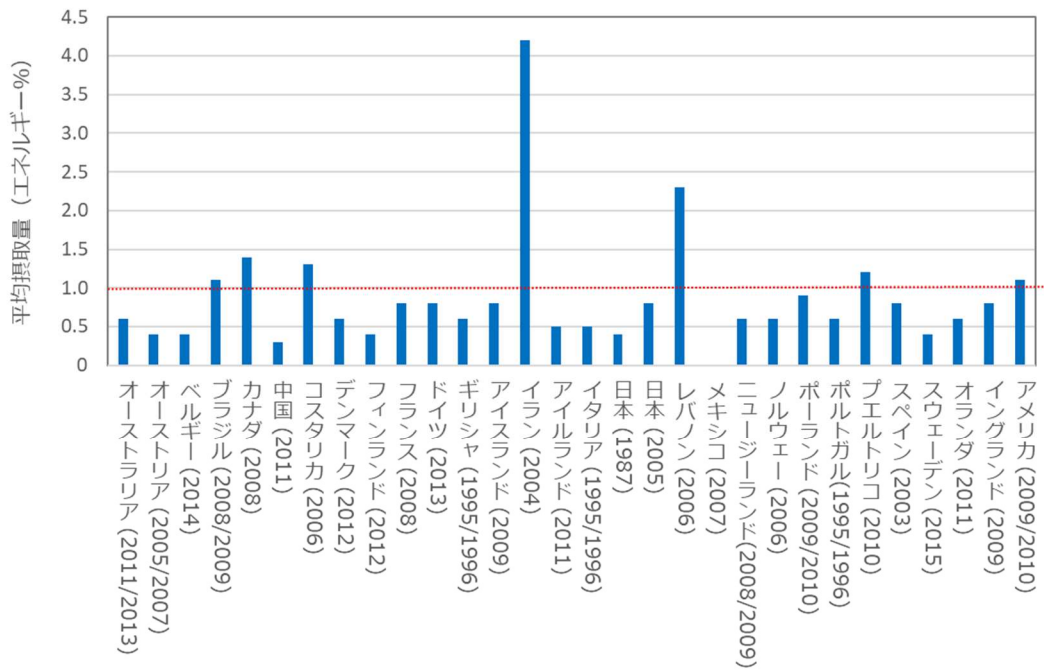


図 2：29 カ国におけるトランス脂肪酸の平均摂取量（参照 41 より編集）
（括弧内は、摂取量計算に何年の食品成分表を用いたかを示している）

トランス脂肪酸摂取量の由来別割合 (%)

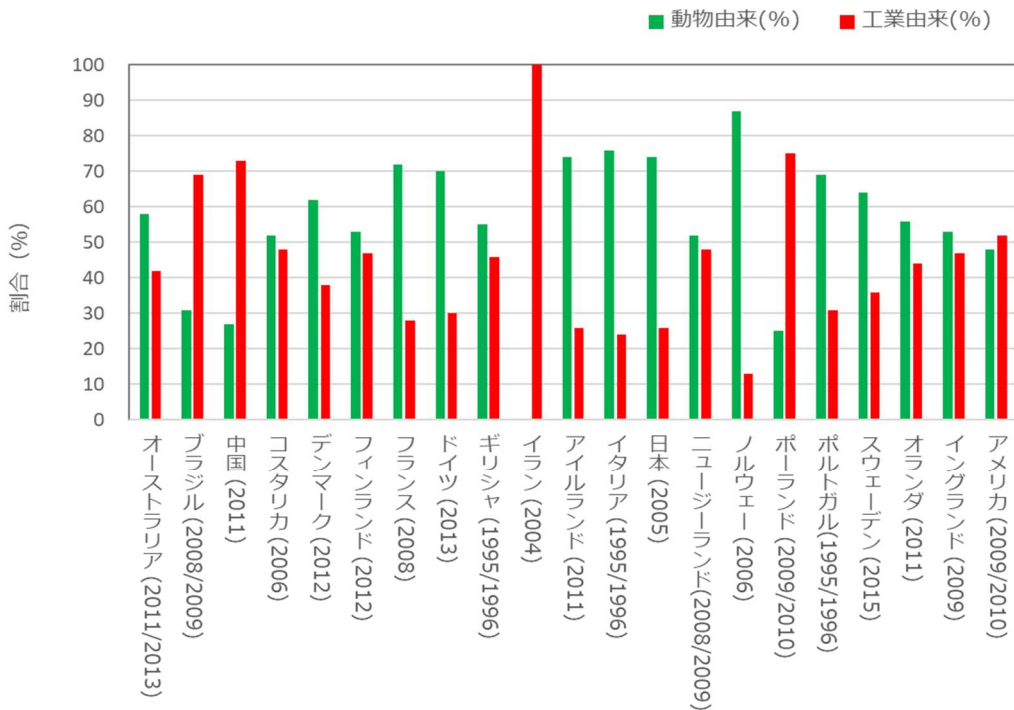
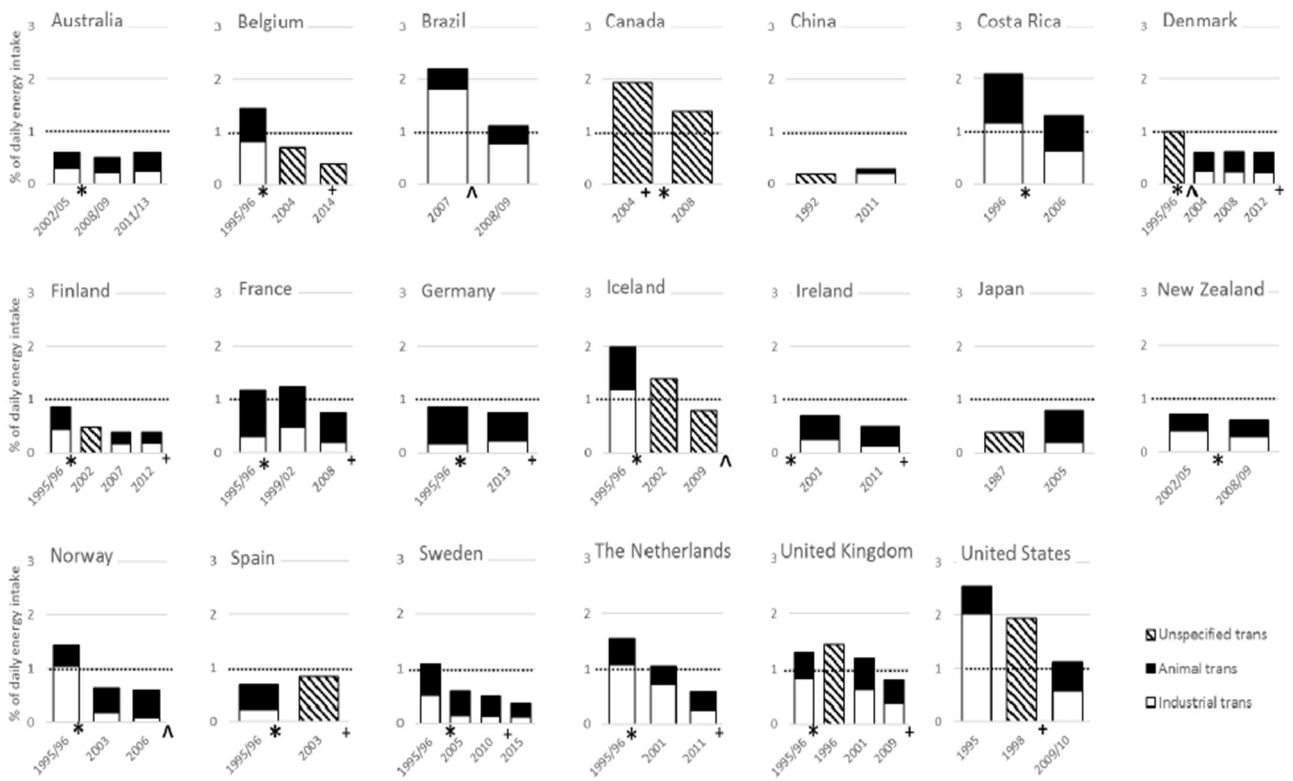


図 3：29 カ国におけるトランス脂肪酸の供給源（参照 41 より編集）
（括弧内は、摂取量計算に何年の食品成分表を用いたかを示している）



点線はトランス脂肪の最大推奨摂取量を示す

* : トランス脂肪酸摂取量を減らすための自主的な削減が導入された年

+ : 表示の義務化が導入された年

^ : 制限の義務化が導入された年

図 4 : 20 ヶ国におけるトランス脂肪酸摂取量の経時変化 (参照 41 より引用)

4) 考察

トランス脂肪酸の摂取量について、EU 加盟国または関連国、イギリス、アメリカ、カナダ及びオーストラリアを中心に調査した。食品安全に関係する規制当局の公表値を中心として精査した結果、多くの国で WHO 目標基準（総摂取エネルギー1%未満）を下回っていることがわかった。しかし、フランスおよびカナダに関する最新データは不明である。ほとんどの国において年齢層または性別の平均摂取量が公開されており、ドイツ、フランス、ベルギー及びフィンランドでは女性よりも男性の方がトランス脂肪酸の摂取量が多いことが指摘されていた。

アメリカ大陸（南北アメリカ）全体では、2019年の成人における1日あたりのトランス脂肪酸の平均摂取量は0.98 E%であると PAHO が推定していたが、アメリカ合衆国に限定すると1.7 E%であることや、次いでカナダにおける摂取量が多いこと、GBD 2019の結果においても北米の高所得層では1E%を超えていたことから、国や地域による差または経済的な差がトランス脂肪酸の摂取量に色濃く反映していることがわかった。

食品に含まれるトランス脂肪酸の上限値を設けたり、加工食品にトランス脂肪酸含有量の表示を義務付けたり、規制の強化を進める国が増える一方、トランス脂肪酸の摂取量として WHO 目標基準を未だ上回っている国が存在することから、工業的に生成（副生）されるトランス脂肪酸をフードサプライから排除する取り組みは WHO により強化されるものと考えられる。

【参照】

1. 内閣府食品安全委員会：新開発食品評価書：食品に含まれるトランス脂肪酸。(2012年)
2. Willett WC, Stampfer MJ, Manson JE, Colditz GA, Speizer FE, Rosner BA, et al.: Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *Lancet* 1993; 341(8845): 581-585
3. National Academies: Report Offers New Eating and Physical Activity Targets To Reduce Chronic Disease Risk. (2002)
4. WHO. Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation., WHO Technical Report Series No.916. (2003)
5. Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm E, Colditz GA, Rosner BA, et al.: Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1997; 337(21): 1491-9
6. WHO: WHO plan to eliminate industrially-produced trans-fatty acids from global food supply. News release. (2018)
<https://www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety/replace-trans-fat>
7. WHO: WHO Validation Programme for Trans Fat Elimination. (2023)
<https://www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety/replace-trans-fat/validation-programme-for-trans-fat-elimination>
8. WHO: Countries validated for trans fat elimination by WHO. (2023)
<https://www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety/replace-trans-fat/validation-programme-for-trans-fat-elimination/countries-validated>
9. WHO: Countdown to 2023: WHO report on global trans-fat elimination 2022. (2023)
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240067233>
10. WHO: WHO 5-year milestone report on global trans fat elimination illustrates latest

- progress up to 2023. (2024)
<https://www.who.int/news/item/24-06-2024-WHO-5-year-milestone-report-on-global-transfat-elimination-illustrates-latest-progress-up-to-2023>
11. WHO: The Global database on the Implementation of Food and Nutrition Action (GIFNA). TFA Country Score Card (Updated 30 March 2025)
<https://gifna.who.int/summary/TFA>
 12. WHO: Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children: WHO guideline. (2023)
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240073630>
 13. de Souza RJ, Mente A, Maroleanu A, Cozma AI, Ha V, Kishibe T, Uleryk E, Budylowski P, Schünemann H, Beyene J, Anand SS. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. *BMJ*. 2015; 11;351:h3978.
 14. Te Morenga L, Montez JM. Health effects of saturated and trans-fatty acid intake in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017; 17;12(11):e0186672.
 15. World Health Organization & Brouwer, Ingeborg A.: Effect of trans-fatty acid intake on blood lipids and lipoproteins: a systematic review and meta-regression analysis. World Health Organization. (2016)
 16. WHO: Fact Sheets. Trans fat. (2024)
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trans-fat>
 17. WHO: Denmark, trans fat ban pioneer: lessons for other countries (2018)
<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/denmark-trans-fat-ban-pioneer-lessons-for-other-countries>
 18. Nichols M, Townsend N, Scarborough P et al.: Trends in age-specific coronary heart disease mortality in the European Union over three decades: 1980-2009. *Eur Heart J*. 2013 Oct;34(39):3017-27.
 19. DTU Fødevareinstituttet: Danskernes kostvaner 2011-2013 Hovedresultater. 2015
 20. Government UK. Department of Health and Social Care: Nutrient Analysis of a Range of Processed foods with Particular Reference to Trans Fatty Acids: Summary Report (2013)
 21. Government UK. Public Health England: NDNS: results from years 9 to 11 (combined) – statistical summary (2020)
 22. Government UK. Public Health England: NDNS: results from years 9 to 11 (combined) –data tables (2020)
 23. Rijksinstituut voor Volksgezondheiden Milieu (RIVM, Netherlands): Inname van transvetzuren.
<https://www.waetnederland.nl/resultaten/energie-en-macronutrienten/transvetzuren>
 24. Rijksinstituut voor Volksgezondheiden Milieu (RIVM, Netherlands): DNFCS 2019-2021:Habitual intake of nutrients from foods only (最終更新 16 April 2024)
<https://statline.rivm.nl/#/RIVM/nl/dataset/50125NED/table?ts=1747838342193>
 25. Government German. BfR: Höhe der derzeitigen trans-Fettsäureaufnahme in Deutschland ist gesundheitlich Unbedenklich. (2013)

26. AFSSA: Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur l'estimation des apports en acides gras trans de la population française. Request 2007-SA-220 (2009)
27. Institut de santé publique/Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid: ISP-WIV (Belgium): Voedselconsumptiepeiling 2014-2015: rapport 4 (2016)
28. Antti Aro, Wulf Becker & Jan I. Pedersen: Trans fatty acids in the Nordic countries, Scandinavian Journal of Food and Nutrition, 2006; 50:4, 151-154
29. THL: Ravitseemus Suomessa –FinRavinto 2017 -tutkimus (Nutrition in Finland –The National FinDiet 2017 Survey) (2018)
30. Livsmedelsverket: Matkorgen 2022- Interim report (2024)
31. Helsedirektoratet: Utviklingen i norsk kosthold 2024 (2024)
32. University of Oslo and Folkehelseinstituttet: Norkost 4- En landsomfattende kostholdsundersøkelse (2024)
33. Bialostosky K, Wright JD, Kennedy-Stephenson J, McDowell M, Johnson CL: Dietary intake of macronutrients, micronutrients, and other dietary constituents: United States 1988-94. Vital Health Statistics Series 11. 2002; 245:1-158.
34. Doell D, Folmer D, Lee H, Honigfort M, Carberry S. Updated estimate of trans fat intake by the US population. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2012;29(6):861-74.
35. PAHO: Trans-fatty Acids intake in adults population.
<https://www.paho.org/en/enlace/trans-fatty-acids-intake-adults-population>
36. Ratnayake WMN, Chen ZY: Trans Fatty Acids in Canadian Breast Milk and Diet. In: Development and Processing of Vegetable Oils for Human Nutrition, 1st ed. Eds. IL: AOCS Press, pp. 20-35. (1996)
37. Health Canada: Toward the Prohibition of Partially Hydrogenated Oils in the Canadian Food Supply (2016)
<https://www.canada.ca/en/health-canada/programs/banning-partially-hydrogenated-oils-in-foods/consultation-document.html>
38. Ratnayake N, L'Abbe M, Farnworth S, Dumais L, Gagnon C, Lampi B, Casey V, Mohottalage D, Rondeau I, and Underhill L: Trans Fatty Acids: Current Contents in Canadian Foods and Estimated Intake Levels for the Canadian Population. Journal of AOAC International, 2009;92(5): 1258-1276.
39. Australian Bureau of statistics: Australian Health Survey: NutritionFirst Results - Foods and Nutrients 2011-12. (2014)
40. GBD 2017 Diet Collaborators : Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet 2019; 393: 1958–72
41. Wanders AJ, Zock PL, Brouwer IA: Trans Fat Intake and Its Dietary Sources in General Populations Worldwide: A Systematic Review. Nutrients. 2017; 9(8):840.

2 研究項目：食品中のトランス脂肪酸分析

(1) 個別課題：トランス脂肪酸分析法の確立

食品に含まれる脂肪酸の定量は、脂肪抽出、メチルエステル化及びガスクロマトグラフィー/水素炎イオン化検出器 (gas chromatography-flame ionization detection, GC-FID) による脂肪酸メチルエステル (fatty acid methyl esters, FAMES) 分析を経て行われる。本個別課題では、トランス脂肪酸含有量の実態調査に先立ち、分析法の確立及びその性能評価を行った。なお、本報告書においては各脂肪酸を略号で示し、炭素数 x 、二重結合数 y の脂肪酸を $Cx:y$ と表記した。また、不飽和脂肪酸については、二重結合の位置及びシス型・トランス型もあわせて表記した。

研究方法

1. 分析対象項目

本研究において分析対象とした脂肪酸分子種を表 1 に示した。C14:1~C22:1 のトランス脂肪酸に加えて、C4:0~C24:0 の飽和脂肪酸、C12:0~C17:0 の分岐鎖飽和脂肪酸、C14:1~C24:1 のシス脂肪酸及び 4 種の共役リノール酸 (conjugated linoleic acid, CLA) を分析対象とした。農林水産省の調査において分析対象としている化合物を網羅したほか、本研究の分析対象食品において頻度高く検出されることが予想される C7:0、分岐鎖飽和脂肪酸等についても分析対象とした。なお、コーデックス委員会の Guidelines on Nutrition Labelling (CXG 2-1985)¹⁾ によると、トランス脂肪酸の定義は「少なくとも 1 つ以上のメチレン基で隔てられたトランス型の非共役炭素-炭素二重結合を持つ単価不飽和脂肪酸及び多価不飽和脂肪酸の全ての幾何異性体」とされている。この定義に従い、本研究においては、トランス型の CLA をトランス脂肪酸として扱わないこととした。

2. 分析

2.1. 試薬

FAMES 混合標準溶液は、メルク株より Supelco 37 Component FAME Mix (CRM47885), Linoleic Acid Methyl Ester Mix cis/trans (CRM47791) 及び Linolenic Acid Methyl Ester Isomer Mix (CRM47792) を、Cayman 社より Long-chain Cis/Trans Isomer Fatty Acid Methyl Ester Mixture を、Nu-Chek-Prep 社より GLC Reference Standard (GLC-714) を購入した。混合標準溶液に含まれていない分子種の標準品は、Nu-Chek-Prep 社より Heptanoic Acid Methyl Ester (C7:0), 9E-Tetradecenoic Acid Methyl Ester (9t-C14:1), 9E-Hexadecenoic Acid Methyl Ester (9t-C16:1), 11E-Icosenoic Acid Methyl Ester (11t-C20:1) 及び 13E-Docosenoic Acid Methyl Ester (13t-C22:1) を、Cayman 社より 9(E),11(E)-Conjugated Linoleic Acid methyl ester (9t,11t-C18:2), 9(Z),11(E)-Conjugated Linoleic Acid methyl ester (9c,11t-C18:2), 9(Z),11(Z)-Conjugated Linoleic Acid methyl ester (9c,11c-C18:2) 及び 10(E),12(Z)-Conjugated Linoleic Acid methyl ester (10t,12c-C18:2) を購入した。内部標準物質 (internal standard, IS) は富士フィルム和光純薬株又はメルク株よりトリトリデカノイン (C13:0 triacylglycerol, C13:0 TAG) を購入した。

アンモニア水 (特級、28.0~30.0%)、エタノール (95) (特級)、塩化ナトリウム (特級)、塩酸 (精密分析用、35.0~37.0%)、水酸化ナトリウム (特級)、ピロガロール (特級)、フェノールフタレインエタノール (90) 溶液 (中和滴定用、1.0w/v%) 及び無水硫酸ナトリウム (特級) は富士フィルム和光純薬株より購入した。アセトン (高速液体クロマトグラフィー用)、クロロホルム (高速液体クロマトグラフィー用)、ヘキサン (高速液体クロマトグラフィー用) 及びメタノール (高速液体クロマトグラフィー用) は関東化学株より購入した。三フッ化ホウ素-メタノール溶液 (14%) 及びジエチルエーテル (無水、安定化剤として 1 ppm のジブチルヒドロキシルエンを含む) はメルク株より購入した。

精度管理試料は、Vegetable oil (T14274QC), Mixed Fat Spread (T14272QC), Milk Powder (T14276QC) 及び Biscuit (Cookie) (T14281QC) を Fera Science (fapas[®]) より購入した。認証標準物質は、SOYA-MAIZE OIL BLEND (BCR[®]-162R) を European Commission, Joint Research Centre, Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM) より購入した。

2.2. 機器

ガスクロマトグラフィーは GC System 7890A (Agilent 製) を用いた。水素発生装置は HYDROGEN GENERATOR HG 260 (GL Sciences 製) を用いた。

2.3. 試料の前処理

種々の予備検討を行い、脂肪抽出は AOAC Official Method 996.06²⁾ (表 2) を一部改変した方法、メチルエステル化は AOCS Official Method Ce 2-66³⁾ を一部改変した方法により行うこととした。なお、レーゼゴットリーブ法においては、AOAC Official Method 996.06²⁾ の手順において十分量の脂肪が得られない傾向が認められたことから (data not shown)、レーゼゴットリーブ法の原法である AOAC Official Method 989.05⁴⁾ を参照し、抽出操作を 1 回追加して計 2 回抽出を行うこととした。

2.3.1. 脂質分析

2.3.1.1. 酸分解法：乳製品、チーズ以外の食品

検体を均一化した後、脂肪 200 mg 相当の試料を摺付 100 mL 三角フラスコに秤量した。試料に沸石及びエタノール 2 mL を加え、試料全体が溶液に浸るようによく混合した。8.3 M 塩酸 10 mL を加えて混合した後、80°C の水浴で 40 分間加熱した。室温までフラスコを放冷し、エタノール 10 mL を加えて穏やかに混合した後、フラスコの内容物を 200 mL 分液ロートに移した。ジエチルエーテル 25 mL を加え、振とう機 (SR-2EW、タイテック製) を用いて 5 分間振とうした後、石油エーテル 25 mL を加えてさらに 5 分間振とうした。得られた上層に無水硫酸ナトリウム適量を加え、10 分間静置した後、ろ紙 (No. 5A, 150 mm, ADVANTEC 製) を用いてろ過した。ろ液を 40°C で 5 mL 以下まで減圧濃縮した後、風体秤量済の 11 mL 試験管に移した。窒素気流により溶媒を留去し、減圧デシケーター内で一晩静置した後、残留物の重量を量った。

2.3.1.2. レーゼゴットリーブ法：チーズ以外の乳製品

検体を均一化した後、脂肪 200 mg 相当の試料を摺付 100 mL 三角フラスコに秤量した。試料に沸石及びエタノール 2 mL を加え、試料全体が溶液に浸るようによく混合した。水 4 mL 及びアンモニア水 2 mL を加えて混合した後、80°C の水浴で 10 分間加熱した。室温までフラスコを放冷した後、フェノールフタレインエタノール (90) 溶液数滴を加え、溶液がピンク色になるまでアンモニア水を加えた。エタノール 10 mL を加えて穏やかに混合した後、フラスコの内容物を 200 mL 分液ロートに移した。ジエチルエーテル 25 mL を加え、振とう機を用いて 5 分間振とうした後、石油エーテル 25 mL を加えてさらに 5 分間振とうした。得られた上層を分取した後、下層にエタノール 4 mL 及びジエチルエーテル 15 mL を加え、5 分間振とうした。次いで、石油エーテル 15 mL を加え、さらに 5 分間振とうした。得られた上層を合わせ、無水硫酸ナトリウム適量を加えて 10 分間静置した後、ろ紙を用いてろ過した。ろ液を 40°C で 5 mL 以下まで減圧濃縮した後、風体秤量済の 11 mL 試験管に移した。窒素気流により溶媒を留去し、減圧デシケーター内で一晩静置した後、残留物の重量を量った。

2.3.1.3. アンモニア・酸分解法：チーズ

検体を均一化した後、脂肪 200 mg 相当の試料を摺付 100 mL 三角フラスコに秤量した。試料に沸石及びエタノール 2 mL を加え、試料全体が溶液に浸るようによく混合した。水 4 mL 及びアンモニア水

2 mL を加えて混合した後、80°C の水浴で 20 分間加熱した。次いで、12 M 塩酸 10 mL を加えて混合した後、フラスコに冷却管を接続し、100°C のホットプレート (HPRW-4030、アズワン製) で 20 分間加熱した。室温までフラスコを放冷し、エタノール 10 mL を加えて穏やかに混合した後、フラスコの内容物を 200 mL 分液ロートに移した。ジエチルエーテル 25 mL を加え、振とう機を用いて 5 分間振とうした後、石油エーテル 25 mL を加えてさらに 5 分間振とうした。得られた上層に無水硫酸ナトリウム適量を加え、10 分間静置した後、ろ紙を用いてろ過した。ろ液を 40°C で 5 mL 以下まで減圧濃縮した後、風体秤量済の 11 mL 試験管に移した。窒素気流により溶媒を留去し、減圧デシケーター内で一晩静置した後、残留物の重量を量った。

2.3.2. 脂肪酸分析

2.3.2.1. 脂肪抽出が不要な食品 (油脂、バター及びファットスプレッド)

メチルエステル化

脂肪 100 mg 相当の試料を 59 mL 試験管に秤量した。2.5 mg/mL C13:0 TAG-クロロホルム溶液 2 mL を加え、窒素気流により溶媒を留去した。C13:0 ブランク測定用試料には、2.5 mg/mL C13:0 TAG-クロロホルム溶液の代わりにクロロホルム 2 mL を加え、窒素気流により溶媒を留去した。0.5 M 水酸化ナトリウム-メタノール溶液 2 mL を加え、試験管のキャップを完全に締めた後、100°C のヒートブロック (MG-3100、東京理化学器械製) で 10 分間加熱した。14%三フッ化ホウ素-メタノール溶液 2.5 mL を加え、試験管のキャップを完全に締めた後、100°C のヒートブロックで 7 分間加熱した。試験管を室温まで放冷した後、試験管の内容物を 14 mL 試験管に移した。ヘキサン 2 mL 及び飽和食塩水 7.5 mL を加え、1 分間振とうした後、4°C, 1500 rpm で 10 分間遠心した。ヘキサン層約 1.5 mL に無水硫酸ナトリウム適量を加えて混和し、得られた上清を試験溶液とした。

2.3.2.2. 脂肪抽出が必要な食品 (油脂、バター及びファットスプレッド以外の食品)

脂肪抽出

各食品から脂肪の抽出は、2.3.1 に示した脂肪抽出法を一部変更した方法により行った。脂質分析における脂肪抽出法からの変更点は、①沸石及びエタノール 2 mL の添加前にピロガロール約 100 mg 及び 5 mg/mL C13:0 TAG-クロロホルム溶液 2 mL を加えたこと、②抽出・脱水後のろ液を 40°C で 5 mL 以下まで減圧濃縮し、ジエチルエーテル及び石油エーテル (1:1, v/v) 混液を加えて正確に 10 mL (抽出液) としたこと、以上 2 点とした。なお、C13:0 ブランク測定用試料には、5 mg/mL C13:0 TAG-クロロホルム溶液の代わりにクロロホルム 2 mL を加えた。

メチルエステル化

抽出液 5 mL を 59 mL 試験管に分取し、窒素気流により溶媒を留去した。0.5 M 水酸化ナトリウム-メタノール溶液 2 mL を加え、試験管のキャップを完全に締めた後、100°C のヒートブロックで 10 分間加熱した。14%三フッ化ホウ素-メタノール溶液 2.5 mL を加え、試験管のキャップを完全に締めた後、100°C のヒートブロックで 7 分間加熱した。試験管を室温まで放冷した後、試験管の内容物を 14 mL 試験管に移した。ヘキサン 2 mL 及び飽和食塩水 7.5 mL を加え、1 分間振とうした後、4°C, 1500 rpm で 10 分間遠心した。ヘキサン層約 1.5 mL に無水硫酸ナトリウム適量を加えて混和し、得られた上清を試験溶液とした。

2.4. GC-FID 測定

GC-FID 測定は、AOCS Official Method Ce 1j-07⁵⁾ に従って行った。GC-FID 条件の詳細を表 3 に示した。

2.5. ピークの同定

FAMES ピークの同定は、検出されたピークの保持時間を対応する FAMES 標準溶液の保持時間と比較することにより行った。保持時間のみではピーク同定が困難な場合、標準品のない未知のピークが検出された場合、又はこれまでに分析経験のない食品を分析する場合には、保持時間による同定に加えて、銀イオン固相抽出 (solid phase extraction, SPE) カラム (Discovery Ag-Ion, SIGMA 製) によるピークの同定を行った。試験溶液をヘキサンで希釈し、FAMES 負荷量が 1 mg/カートリッジとなるように銀イオン SPE カラムに負荷した。カラムからの FAMES の溶出は、銀イオン SPE カラムの取扱説明書及び製品カタログ⁶⁾に記載の通り行った。すなわち、ヘキサン及びアセトン (24:1, v/v) 混液 6 mL、ヘキサン及びアセトン (9:1, v/v) 混液 4 mL、アセトン 4 mL 及びアセトン及びアセトニトリル (97:3, v/v) 混液 5 mL で順次溶出し、それぞれ画分 1~4 とした。得られた各画分の溶出液について、窒素気流により溶媒を留去した後、ヘキサン 1 mL で再溶解した上で GC-FID 測定に供した。

2.6. データ解析

食品中の脂質含有量は式 1 により算出した。また、各脂肪酸の含有量は、AOCS Official Method Ce 1j-07⁵⁾ に従い、式 2 及び 3 により算出した。感度補正係数 R_x には、C20:3, C20:4, C20:5 及び C22:6 については実測感度補正係数 (empirical correction factor, ECF) を、その他の脂肪酸については理論感度補正係数 (theoretical correction factor, TCF) を用いた (表 4)。試験溶液における C13:0 のピーク面積値 A_{IS} には、IS 添加試料における C13:0 のピーク面積値から C13:0 ブランク測定用試料における C13:0 のピーク面積値を減算した値を代入した。

$$\text{脂質含有量 (g/100 g 試料)} = (W_{\text{FAT}}/W_{\text{TS}}) \times 100 \quad [\text{式 1}]$$

$$W_{\text{FAMEx}} = (A_x \times W_{\text{TAG IS}} \times 1.0059 \times R_x)/A_{\text{IS}} \quad [\text{式 2}]$$

$$\text{脂肪酸含有量 (g/100 g 試料)} = (W_{\text{FAMEx}} \times F_{\text{FAx}})/W_{\text{TS}} \times 100 \quad [\text{式 3}]$$

W_{FAT}	: 脂肪抽出により得られた脂肪重量 (g)
W_{TS}	: 分析に供した試料重量 (g)
W_{FAMEx}	: 分析用試料における FAMEx の含有量 (g/test portion)
A_x	: 試験溶液における脂肪酸のピーク面積値
$W_{\text{TAG IS}}$: IS 添加量 (g)
1.0059	: IS (C13:0 TAG) の TAG から FAME への変換係数
R_x	: TCF 又は ECF
A_{IS}	: 試験溶液における C13:0 のピーク面積値
F_{FAx}	: FAME から脂肪酸への変換係数

3. 分析法の妥当性評価

3.1. GC-FID システムのパフォーマンスチェック

カラムパフォーマンス及び ECF の確認は、AOCS Official Method Ce 1j-07⁵⁾ に記載の通り行った。各 FAME における ECF と TCF の誤差は式 4 により算出した。

$$\text{ECF と TCF の誤差 (\%)} = (\text{ECF}_{\text{FAMEx}} - \text{TCF}_{\text{FAMEx}})/\text{TCF}_{\text{FAMEx}} \times 100 \quad [\text{式 4}]$$

3.2. 検出限界 (limits of detection, LOD) 及び定量下限 (limits of quantification, LOQ) の推定

各 FAME の標準溶液を GC-FID により分析し、SN 比 3 に相当する濃度を脂質 100 g あたりの LOD として、SN 比 10 に相当する濃度を脂質 100 g あたりの LOQ として求めた。FAME 標準品が市販されていない分子種については、類似の脂肪酸から LOD 及び LOQ を推定した。

3.3. 精度管理試料及び認証標準試料の分析

入手した精度管理試料及び認証標準物質について、2.3.1 及び 2.3.2 に示した手順で脂質分析及び脂肪酸分析を行った。すなわち、fapas[®]の Vegetable oil (T14274QC), Mixed Fat Spread (T14272QC) 及び IRMM の SOYA-MAIZE OIL BLEND (BCR[®]-162R) は、脂肪抽出を行うことなく脂肪酸分析を行った。fapas[®]の Biscuit (Cookie) (T14281QC) は酸分解法、Milk Powder (T14276QC) はレーゼゴットリーブ法により脂肪抽出を行い、脂質分析及び脂肪酸分析を行った。

3.4. 添加回収試験

代表的なトランス脂肪酸であるエライジン酸 (9t-C18:1) について、油脂、バター、牛肉及びチーズにおける添加回収試験を行った。エライジン酸の添加濃度は、油脂においては LOQ 付近の濃度 (0.10 g/食品 100 g) 及び LOQ の約 10 倍相当の濃度 (1.0 g/食品 100 g)、バターはブランク試料に含まれるエライジン酸の約 3 倍相当の濃度 (0.75 g/食品 100 g)、牛肉及びチーズはブランク試料の抽出油に含まれるモノエントランス脂肪酸の約 5 倍相当の濃度 (6.0 g/食品 100 g 及び 5.0 g/食品 100 g) とした。試験は 1 併行 3 日間で実施し、回収率及び併行精度 (RSD_i) を算出した。

3.5. 繰り返し試験

任意の牛肉及びチーズ検体について、7 併行 3 日間の繰り返し分析試験を行った。総飽和脂肪酸、C18:1 トランス脂肪酸、C18:2 トランス脂肪酸、C18:3 トランス脂肪酸、総トランス脂肪酸、総シス不飽和脂肪酸及びトランス CLA の含有量を求めた上で、一元配置分散分析により併行精度 (RSD_i) 及び室内再現精度 (RSD_i) を算出した。

研究結果及び考察

1. カラムパフォーマンスの確認

市販のバター及び牛肉を分析し、AOCS Official Method Ce 1j-07⁵⁾ と同等のクロマトグラムが得られることを確認した。また、各クロマトグラムにおいて、9c-C18:1 及び 11c-C18:1 がベースライン分離していること、11c-C20:1 と 9c,12c,15c-C18:3 の分離度が目標値 ($1.0 \leq \text{分離度} < 1.5$) を満たしていることを確認した。これらの結果から、本分析法のカラムパフォーマンスは、AOCS Official Method Ce 1j-07⁵⁾ のシステム適合要件を満たすことが示された。

2. ECF の確認

GLC Reference Standard (GLC-714) を分析することにより ECF を算出した。ECF と TCF の誤差は、GLC-714 に含まれる全ての FAMES について概ね 3%未満を示し、AOCS Official Method Ce 1j-07⁵⁾ のシステム適合要件を満たした。

3. 定量範囲の確認

代表的なトランス脂肪酸であるエライジン酸 (9t-C18:1) のメチルエステルについて検量線用標準溶液を調製し、GC-FID における定量範囲を確認した。得られた検量線は 0.05~50 mg/mL の範囲で R²

=0.9995 を示した。また、回帰式から逆算した濃度は理論値の 96~102%を示し、良好な直線性が認められた。

4. LOD 及び LOQ の推定

本研究における各脂肪酸の LOQ は、農林水産省の調査と同等の 0.1 g/100 g 脂質以下に設定することが望ましいと考えられる。AOCS Official Method Ce 1j-07⁵⁾ においては、20 mg/mL FAMES の試験溶液をスプリット比 100:1 で分析することで各ピークの分離が最も良好になるとされている。しかし、本研究で用いた装置及び条件では、20 mg/mL FAMES の試験溶液かつスプリット比 100:1 の条件において、0.1 g/100 g 脂質の LOQ を全ての分析対象分子種について達成することは困難であった (最大 0.3 g/100 g 脂質)。そこで本分析法では、LOQ をより低いレベルに設定するため、メチルエステル化後に加えるヘキサンの量を調整し、FAMES 最終濃度を 50 mg/mL に変更した。なお、FAMES 最終濃度は、変更前と変更後で精度管理試料及び認証標準物質の分析値に差異がないことを確認した上で変更した (data not shown)。

各 FAME の標準溶液を分析し、本分析法における脂質 100 g あたりの LOD 及び LOQ を推定した。表 5 に示した通り、本分析法における各分析対象分子種の LOQ はいずれも 0.1 g/100 g 脂質以下と推定され、農林水産省の調査と同等の LOQ が得られることが示された。

5. 銀イオン SPE カラムによる FAMES の分画

各 FAME のピークがどの画分に溶出されるかを明らかとするため、FAMES 標準溶液をカラムに負荷し、画分 1~4 を得た。表 6 に示した通り、飽和脂肪酸及び一価のトランス脂肪酸は画分 1 に、一価のシス脂肪酸は画分 1 及び画分 2 に、ジエン及びトリエンはその分子構造に基づいて画分 1~3 及び画分 2~4 に、CLA は画分 2 に溶出することが示された。これらの結果から、銀イオン SPE カラムを用いることによって、各脂肪酸の同定をより確実に行えることが示唆された。なお、以降の分析においては、必要に応じて銀イオン SPE カラムによる分画を行い、各ピークを帰属した上でデータを解析した。

6. 精度管理試料及び認証標準試料の分析

6.1. 脂肪抽出が不要な食品

fapas[®]の Vegetable oil (T14274QC), Mixed Fat Spread (T14272QC) 及び IRMM の SOYA-MAIZE OIL BLEND (BCR[®]-162R) の脂肪酸分析結果を表 7~9 に示した。fapas[®]の Vegetable oil においては、各脂肪酸の分析値は概ね $|z| \leq 2$ の範囲内に収まった (表 7)。一部の個別の脂肪酸 (C18:1 n-9 trans 及び C18:3 n-6) については $|z| \leq 2$ の範囲外の値を示したものの、実際の摂取量推定に用いる多価不飽和脂肪酸、C18:1 トランス脂肪酸及び総トランス脂肪酸の値は $|z| \leq 2$ の範囲内に収まったことから、摂取量推定に及ぼす影響は少ないと考えられた。また、fapas[®]の Mixed Fat Spread 及び EC の SOYA-MAIZE OIL BLEND においても、各脂肪酸の分析値はそれぞれ $|z| \leq 2$ の範囲内及び拡張不確かさ (包含係数 $k=2$) の範囲内に収まった (表 8 及び 9)。以上の結果から、本分析法により、油脂、ファットスプレッド等における脂肪酸含有量を精確に分析可能と考えられた。

6.2. 脂肪抽出が必要な食品

fapas[®]の Biscuit (Cookie) (T14281QC) 及び Milk Powder (T14276QC) の脂質分析及び脂肪酸分析結果を表 10 及び 11 に示した。Biscuit (Cookie) においては、脂質及び各脂肪酸の分析値はいずれも $|z| \leq 2$

の範囲内に収まった (表 10)。また、Milk Powder においては、脂質及び各脂肪酸の分析値は概ね $|z| \leq 2$ の範囲内に収まった (表 11)。一部の個別の脂肪酸 (C4:0 及び C18:1 n-9 cis) については付与値よりも低い値を示したが、実際の摂取量推定に用いる飽和脂肪酸及び一価不飽和脂肪酸の値は $|z| \leq 2$ の範囲内に収まったことから、摂取量推定に及ぼす影響は少ないと考えられた。これらの結果から、乳製品における C4:0 及び C18:1 n-9 cis の個別分析値は参考値となるものの、本分析法により食品中の脂質含有量及び脂肪酸含有量を精確に分析可能と考えられた。

7. 添加回収試験及び繰り返し試験

油脂、バター、牛肉及びチーズにおけるエライジン酸 (9t-C18:1) の添加回収試験結果を表 12 に、牛肉及びチーズの繰り返し試験の結果を表 13 に示した。添加回収試験における回収率は 99.1~102.1%、併行精度 (RSD_r) は 0.9%以下を示し、いずれの食品及び添加濃度においても、農林水産省の分析法の妥当性確認に関するガイドライン⁷⁾の目標値を満たした (表 12)。また、繰り返し試験における RSD_r は 4.0%以下を示し、表 13 に示した全ての分子種について目標値を満たした。農林水産省の分析法の妥当性確認に関するガイドライン⁷⁾において、室内再現精度 (RSD_i) の目標値は示されていないが、繰り返し試験における各分子種の RSD_i は 3.9%以下と、対応する濃度における RSD_r の目標値よりも低い値を示したことから、 RSD_i も良好と考えられた。以上の結果より、本分析法によって食品中の脂肪酸含有量を精確に分析可能と考えられた。

(2) 個別課題：食品中のトランス脂肪酸含有量の実態調査 (山崎由貴 (国立医薬品食品衛生研究所))

トランス脂肪酸の摂取量推定に必要なデータを取得するため、(1) で確立した分析法を用いて、個別食品中のトランス脂肪酸含有量について実態調査を行った。

研究方法

1. 分析対象食品

農林水産省が令和 4 年度及び令和 5 年度に行った食品中のトランス脂肪酸含有量実態調査において調査対象に含まれていない食品のうち、①天然由来のトランス脂肪酸を含み、かつ喫食量が多く摂取量推定にあたってデータが不可欠と考えられる食品、②過去調査においてトランス脂肪酸含有量が高値を示した食品又は③実態調査のデータがない食品として、植物性油脂 (アマニ油、えごま油、中鎖脂肪酸油等)、バター、牛乳、ヨーグルト、チーズ、牛肉、クリーム、菓子 (海外製の菓子、ポップコーンの素等) を分析対象とした。

2. 検体の収集

植物性油脂 12 検体、バター 10 検体、牛乳 8 検体、ヨーグルト 9 検体、チーズ 11 検体、牛肉 20 検体、クリーム 8 検体及び菓子 12 検体の計 90 検体を収集した。各検体の産地・原産国、購入都市等の一覧を表 14 に示した。検体は、主に東京都及び神奈川県のスーパーマーケット等において購入した。一部の検体については、インターネットの通信販売及び専門店を通じて購入した。

3. 試料調製

植物性油脂、バター、牛乳、ヨーグルト及びクリームの全ての検体、チーズ 04、チーズ 09 及びチーズ 10 は、攪拌・混合した上でそのまま分析に供した。その他のチーズ、牛肉及び菓子は、クラッシュ

ユミルサーIFM-CR22G (岩谷産業)、GRINDOMIX GM 200 (Retsch) 又はマルチビーズショッカー MB3200(S) (安井器械) を用いて適宜磨砕・粉砕した後に分析に供した。WHO Global protocol⁸⁾に記載されている通り、各検体は消費期限の有効期限内かつ磨砕・粉砕から1ヵ月以内に分析した。

4. 脂質分析及び脂肪酸分析

各食品における脂質及び脂肪酸含有量は、(1) 研究方法2に示した方法により求めた。各食品のうち、少なくとも1検体は銀イオンSPEカラムによるFAMESピーク分画・同定を行い、各脂肪酸のピークが正しく帰属されていることを確認した。また、個別の検体において帰属困難なピークが得られた場合には、都度銀イオンSPEカラムによる確認を行い、各ピークの帰属を明らかとした上で定量した。

食品100gあたりのLOD及びLOQは、食品成分データベース⁹⁾の脂質含有量を参照した上で式5及び6により算出した。食品成分データベース⁹⁾に該当する食品がない場合、又は検体の脂質含有量実測値と食品成分データベース⁹⁾に記載されている脂質含有量との間に2倍以上の差がある場合には、当該検体における脂質含有量の実測値を式5及び6に代入してLOD及びLOQを算出した。各食品における代表的なLOD及びLOQを表15~21に示した。

$$\begin{aligned} & \text{食品 100 g あたりの LOD (g/食品 100 g)} \\ & = \text{脂質 100 g あたりの LOD (g/脂質 100 g)} \times \text{脂質含有量/100} \quad \text{[式 5]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{食品 100 g あたりの LOQ (g/食品 100 g)} \\ & = \text{脂質 100 g あたりの LOQ (g/脂質 100 g)} \times \text{脂質含有量/100} \quad \text{[式 6]} \end{aligned}$$

研究結果及び考察

チーズ、牛肉及び菓子の代表的なクロマトグラムを図1~5に示した。また、各検体の分析結果を表22及び23に示した。個別の脂肪酸の分析値がLOQ未満の値を示した場合には、当該分析値は0として扱った。

食品100gあたりのトランス脂肪酸含有量が最も高い値を示したのはバター10(4.8g/食品100g)、脂質100gあたりのトランス脂肪酸含有量が最も高い値を示したのは菓子11(ポップコーンの素、7.8g/脂質100g)であった。ポップコーンの種以外の菓子8検体(ビスケット、ポテトチップス等；菓子01~08)のうち、トランス脂肪酸含有量が相対的に高値を示した2検体(菓子01及び03)は、いずれもバターを原材料に含む製品であった。また、クリーム8検体のうち、トランス脂肪酸含有量が相対的に高値を示した2検体(クリーム03及び08)は、それぞれ乳製品の重量割合が高い製品及び乳製品・乳等のみを原材料とする製品であり、いずれも乳脂肪分を含むものであった。したがって、菓子01、菓子03、クリーム03及びクリーム08で比較的高いトランス脂肪酸含有量が認められたのは、天然由来のトランス脂肪酸が含まれているためと考えられた。

牛肉における脂質含有量及び食品100gあたりのトランス脂肪酸含有量の関連性を検討したところ、ある程度の関連性は認められたものの、有意な相関は認められなかった(図6)。すなわち、脂質含有量が高い検体において、トランス脂肪酸含有量が必ずしも高値を示すわけではないことが示唆された。実際に、各検体における脂質100gあたりのトランス脂肪酸含有量は検体によって大きく異なっていたことから(表23)、トランス脂肪酸含有量には製品による差がある可能性が示された。また、検体数が少ないため、さらなる調査が必要ではあるものの、ハラミ及びサーロインについては、国産に比較

して海外産で脂質 100 g あたりのトランス脂肪酸含有量が高値を示す傾向が認められた (表 23)。

本研究及び過去の調査結果 (内閣府食品安全委員会 H18 年度食品安全確保総合調査『食品に含まれるトランス脂肪酸の評価基礎資料調査報告書』) の比較を表 24 に示した。本研究のデータとしては、(2) 個別課題：食品中のトランス脂肪酸含有量において分析した検体の調査結果のほか、農林水産省から供与された R4 年度及び R5 年度実態調査結果も一部示した。本研究で調査したバター、牛乳及びヨーグルトにおけるトランス脂肪酸含有量は、H18 年度食品安全委員会の調査に比較してやや高値を示す傾向にあった。この主要な原因としては、両調査で分析対象分子種が異なることが考えられる。C18:1 トランス脂肪酸のうち、本研究では 4t-C18:1 から 16t-C18:1 のトランス脂肪酸を分析対象としたが、H18 年度食品安全委員会調査では 16t-C18:1 を (おそらく(12t-14t)-C18:1 も) 分析対象外としている。一方で、反芻動物の脂肪中には、4t-C18:1 から 16t-C18:1 までの全ての分子種が一定量含まれることが報告されている。これらのことから、本研究では C18:1 トランス脂肪酸のうち可能な限り全ての分子種を分析対象としたことにより、バター、牛乳及びヨーグルトにおけるトランス脂肪酸含有量がやや高値を示したと考えられた。

天然由来のトランス脂肪酸含有量は過去調査と大きく変動しないと予想されること、また、上述の通り、本研究ではトランス脂肪酸の分析対象分子種を拡大していることをふまえると、チーズ及び牛肉についても、そのトランス脂肪酸含有量は過去調査に比較してやや高値を示すはずである。しかし、チーズ及び牛肉におけるトランス脂肪酸含有量は、H18 年度食品安全委員会調査と同程度の値を示した (表 24)。バター、牛乳及びヨーグルトに比較して、チーズ及び牛肉では各検体間で脂質含有量に大きな差異が認められており (表 22 及び 23)、分析対象分子種を拡大したことによる分析値の変動は検体間差にマスクされたものと思われた。いずれにしても、チーズ及び牛肉におけるトランス脂肪酸含有量が過去調査に比較して顕著に高い値を示す可能性は低いと考えられる。

主に工業由来のトランス脂肪酸を含むと考えられる油脂、クリーム、菓子及びポップコーンの素については、いずれの食品においても、そのトランス脂肪酸含有量は H18 年度食品安全委員会調査に比較して大幅に低値を示した (表 24)。特に、乳脂肪分を含まないクリーム (クリーム 01、02、04~07) については、過去調査においてトランス脂肪酸含有量が著しい高値 (12.5 g/食品 100 g) を示した検体と同製品も含めて、いずれの検体においてもトランス脂肪酸はほぼ検出されなかった (表 22 及び 23)。これらの結果から、工業由来のトランス脂肪酸については、食品事業者の自主的な低減対策が進んでいることが示唆された。

参考文献

- 1) Codes Alimentarius, Guidelines on Nutrition Labelling. (CXG 2-1985) (Adopted in 2021)
- 2) Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International, AOAC Official Method 996.06, Fat (total, Saturated, and Unsaturated) in foods. Hydrolytic extraction gas chromatographic method. (Revised 2001)
- 3) The American Oil Chemists' Society (AOCS), AOCS Official Method Ce 2-66, Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids. (Reapproved 2017)
- 4) Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International, AOAC Official Method 989.05, Fat in Milk - Modified Mojonnier Ether Extract. (Final Action 1992)
- 5) The American Oil Chemists' Society (AOCS), AOCS Official Method Ce 1j-07, cis-, trans, Saturated, Monounsaturated, and Polyunsaturated Fatty Acids in Extracted Fats by Capillary GLC. (Reapproved 2024)
- 6) SIGMA-ALDRICH 社、脂肪酸/FAMEs アプリケーションガイド、AAM029 (2018)
- 7) 農林水産省、分析法の妥当性確認に関するガイドライン (2025 一部修正)

- 8) World Health Organization (WHO), Global protocol for measuring fatty acid profiles of foods, with emphasis on monitoring trans-fatty acids originating from partially hydrogenated oils. (2020)
- 9) 文部科学省、食品成分データベース、<https://fooddb.mext.go.jp/> (最終アクセス日 : 2025.5.19)

表 1. 本研究の分析対象分子種

飽和脂肪酸	C4:0		Tetraanoic acid		
	C6:0		Hexanoic acid		
	C7:0		Heptanoic acid		
	C8:0		Octanoic acid		
	C10:0		Decanoic acid		
	C11:0		Undecanoic acid		
	C12:0		Dodecanoic acid		
	C13:0		Tridecanoic acid		
	C14:0		Tetradecanoic acid		
	C15:0		Pentadecanoic acid		
	C16:0		Hexadecanoic acid		
	C17:0		Heptadecanoic acid		
	C18:0		Octadecanoic acid		
	C20:0		Icosanoic acid		
	C21:0		Heneicosanoic acid		
C22:0		Docosanoic acid			
C23:0		Tricosanoic acid			
C24:0		Tetracosanoic acid			
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		<i>iso</i> -Dodecanoic acid		
	<i>iso</i> C13:0		<i>iso</i> -Tridecanoic acid		
	<i>anteiso</i> C13:0		<i>anteiso</i> -Tridecanoic acid		
	<i>iso</i> C14:0		<i>iso</i> -Tetradecanoic acid		
	<i>iso</i> C15:0		<i>iso</i> -Pentadecanoic acid		
	<i>anteiso</i> C15:0		<i>anteiso</i> -Pentadecanoic acid		
	<i>iso</i> C16:0		<i>iso</i> -Hexadecanoic acid		
	<i>iso</i> C17:0		<i>iso</i> -Heptadecanoic acid		
トランス脂肪酸	C14:1	9t	trans-9-Tetradecenoic acid		
	C16:1	9t	trans-9-Hexadecenoic acid		
	C18:1	4t		trans-4-Octadecenoic acid	
		5t		trans-5-Octadecenoic acid	
		6t		trans-6-Octadecenoic acid	
		7t		trans-7-Octadecenoic acid	
		8t		trans-8-Octadecenoic acid	
		9t		trans-9-Octadecenoic acid	
		10t		trans-10-Octadecenoic acid	
		11t		trans-11-Octadecenoic acid	
		12t		trans-12-Octadecenoic acid	
		13t		trans-13-Octadecenoic acid	
	14t		trans-14-Octadecenoic acid		
	15t		trans-15-Octadecenoic acid		
	16t		trans-16-Octadecenoic acid		
	C18:2	9t,12t		trans, trans-9,12-Octadecadienoic acid	
		9c,12t		cis, trans-9,12-Octadecadienoic acid	
		9t,12c		trans, cis-9,12-Octadecadienoic acid	
	C18:3	9t,12t,15t		trans, trans, trans-9,12,15-Octadecatrienoic acid	
		9t,12t,15c		trans, trans, cis-9,12,15-Octadecatrienoic acid	
		9t,12c,15t		trans, cis, trans-9,12,15-Octadecatrienoic acid	
		9c,12t,15t		cis, trans, trans-9,12,15-Octadecatrienoic acid	
		9c,12c,15t		cis, cis, trans-9,12,15-Octadecatrienoic acid	
9c,12t,15c			cis, trans, cis-9,12,15-Octadecatrienoic acid		
9t,12c,15c		trans, cis, cis-9,12,15-Octadecatrienoic acid			
C20:1	11t		trans-11-Icosenoic acid		
C22:1	13t		trans-13-Docosenoic acid		
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	cis-9-Tetradecenoic acid	
		C15:1	10c	cis-10-Pentadecenoic acid	
		C16:1	9c	cis-9-Hexadecenoic acid	
		C17:1	9c		cis-9-Heptadecenoic acid
			10c		cis-10-Heptadecenoic acid
		C18:1	6c		cis-6-Octadecenoic acid
			7c		cis-7-Octadecenoic acid
			8c		cis-8-Octadecenoic acid
			9c		cis-9-Octadecenoic acid
			10c		cis-10-Octadecenoic acid
		11c		cis-11-Octadecenoic acid	
		12c		cis-12-Octadecenoic acid	

		13c	cis-13-Octadecenoic acid	
		14c	cis-14-Octadecenoic acid	
		15c	cis-15-Octadecenoic acid	
		C20:1	11c	cis-11-Icosenoic acid
		C22:1	13c	cis-13-Docosenoic acid
	C24:1	15c	cis-15-Tetracosenoic acid	
	多価	C18:2	9c,12c	cis, cis-9,12-Octadecadienoic acid
		C18:3	6c,9c,12c	cis, cis, cis-6,9,12-Octadecatrienoic acid
			9c,12c,15c	cis, cis, cis-9,12,15-Octadecatrienoic acid
		C20:2	11c,14c	cis, cis-11,14-Icosadienoic acid
		C20:3	8c,11c,14c	cis, cis, cis-8,11,14-Icosatrienoic acid
		C20:3	11c,14c,17c	cis, cis, cis-11,14,17-Icosatrienoic acid
		C20:4	5c,8c,11c,14c	cis, cis, cis, cis-5,8,11,14-Icosatetraenoic acid
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	cis, cis, cis, cis, cis-5,8,11,14,17-Icosapentaenoic acid
		C22:2	13c,16c	cis, cis-13,16-Docosadienoic acid
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	cis, cis, cis, cis, cis, cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid		
共役リノール酸 (CLA)	C18:2	9c,11t	cis, trans-9,11-Conjugated linoleic acid	
		10t,12c	trans, cis-10,12-Conjugated linoleic acid	
		9c,11c	cis, cis-9,11-Conjugated linoleic acid	
		9t,11t	trans, trans-9,11-Conjugated linoleic acid	

表 2. AOAC Official Method 996.06 における脂肪抽出法

食品	脂肪抽出法
乳製品・チーズ以外の食品	酸分解法
チーズ以外の乳製品	レーゼゴットリーブ法
チーズ	アンモニア・酸分解法

表 3. 本研究で用いた GC-FID 条件

カラム	SP-2560 (Supelco製)、長さ100 m、内径0.25 mm、膜厚0.2 μm
ライナー	スプリットライナ、シングルテーパ、ガラスウール入、低圧力損失 (Agilent製)
FID	温度：325°C エアーク流量：450 mL/min 水素流量：40 mL/min メイクアップガス：窒素 メイクアップ流量：25 mL/min
キャリアガス及び流量	ヘリウム、2 mL/min
注入モード	スプリット (スプリット比100:1)
注入量	1 μL
注入口温度	235°C
オープン温度	180°Cで開始して32 min保持→20°C/minで215°Cまで昇温 →215°Cで31.25 min保持

表 4. FAMEs の TCF

FAME	TCF
C4:0	1.4534
C6:0	1.2351
C7:0	1.1727
C8:0	1.1259
C10:0	1.0604
C11:0	1.0366
C12:0	1.0168
C13:0	1.0000
C14:0	0.9856
C14:1	0.9774
C15:0	0.9731
C15:1	0.9655
C16:0	0.9622
C16:1	0.9550
C17:0	0.9526
C17:1	0.9458
C18:0	0.9440
C18:1	0.9377
C18:2	0.9313
C18:3	0.9249
C20:0	0.9295
C20:1	0.9237
C20:2	0.9180
C20:3	ECF
C20:4	ECF
C20:5	ECF
C21:0	0.9232
C22:0	0.9176
C22:1	0.9124
C22:2	0.9071
C22:6	ECF
C23:0	0.9124
C24:0	0.9076
C24:1	0.9029

表 5. 本分析法の LOD 及び LOQ (脂質 100 g あたり)

分析対象分子種		LOD (g/脂質 100 g)	LOQ (g/脂質 100 g)	備考		
飽和脂肪酸	C4:0		0.007	0.02		
	C6:0		0.006	0.02		
	C7:0		0.006	0.02		
	C8:0		0.006	0.02		
	C10:0		0.006	0.02		
	C11:0		0.007	0.02		
	C12:0		0.007	0.02		
	C13:0		0.008	0.03		
	C14:0		0.009	0.03		
	C15:0		0.01	0.03		
	C16:0		0.01	0.04		
	C17:0		0.01	0.05		
	C18:0		0.02	0.06		
	C20:0		0.03	0.09		
	C21:0		0.02	0.05		
	C22:0		0.02	0.05		
C23:0		0.02	0.05			
C24:0		0.02	0.06			
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.007	0.02	C12:0 より推定	
	<i>iso</i> C13:0		0.008	0.03	C13:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C13:0		0.008	0.03	C13:0 より推定	
	<i>iso</i> C14:0		0.009	0.03	C14:0 より推定	
	<i>iso</i> C15:0		0.01	0.03	C15:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C15:0		0.01	0.03	C15:0 より推定	
	<i>iso</i> C16:0		0.01	0.04	C16:0 より推定	
<i>iso</i> C17:0		0.01	0.05	C17:0 より推定		
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.01	0.03		
	C16:1	9t	0.01	0.05		
	C18:1	4t		0.02	0.07	5t-C18:1 より推定
		5t		0.02	0.07	
		6t-8t		0.02	0.08	
		9t		0.02	0.06	
		10t		0.02	0.07	
		11t		0.02	0.07	
		12t		0.02	0.07	
	13t+14t (6c-8c を含む)		0.03	0.09		
	16t		0.02	0.06		
	C18:2	9t,12t		0.02	0.07	
		9c,12t		0.02	0.08	
		9t,12c		0.03	0.08	
	C18:3	9t,12t,15t		0.03	0.09	
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.02	0.1	
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.01	0.07	
9c,12t,15c			0.04	0.09		
9t,12c,15c		0.04	0.09			
C20:1	11t		0.03	0.1		
C22:1	13t		0.02	0.06		
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.01	0.04	
		C15:1	10c	0.01	0.04	
		C16:1	9c	0.01	0.05	
		C17:1	9c	0.02	0.05	
			10c	0.02	0.05	9c-C17:1 より推定
		C18:1	9c+10c (15t を含む)		0.02	0.07
			11c		0.02	0.07
			12c		0.02	0.07
			13c		0.02	0.07
			14c		0.02	0.07
		15c		0.03	0.07	14c-C18:1 より推定
		C20:1	11c		0.03	0.1
		C22:1	13c		0.02	0.05
	C24:1	15c		0.02	0.07	
多価	C18:2	9c,12c	0.02	0.08		

		C18:3	6c,9c,12c	0.03	0.09	
			9c,12c,15c	0.03	0.1	
		C20:2	11c,14c	0.01	0.05	
		C20:3	8c,11c,14c	0.02	0.05	
			11c,14c,17c	0.02	0.06	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.02	0.06	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.02	0.06	
		C22:2	13c,16c	0.02	0.06	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.03	0.09			
共役リノール酸 (CLA)		C18:2	9c,11t	0.02	0.08	
			10t,12c	0.02	0.06	
			9c,11c	0.02	0.05	
			9t,11t	0.01	0.05	

表 6. 銀イオン SPE カラムによる FAMES の分画結果

Unit: %

	溶出液量	画分 1	画分 2	画分 3	画分 4	Total
		6 mL	4 mL	4 mL	5 mL	
溶出溶媒比率	ヘキサン	96	90			
	アセトン	4	10	100	97	
	アセトニトリル				3	
脂肪酸	<i>cis/trans</i>					
C14:1	9t	94				94
C16:0		105				105
C16:1	9t	100				100
C18:0		105				105
C18:1	6t-8t	107				107
	9t	105				105
	10t	105				105
	11t	104				104
	12t	108				108
	13t+14t+6c+8c	75	29			104
	9c	22	84			106
	15t+10c	24	79			103
	11c	37	76			113
	12c	46	63			109
C18:2	9t,12t	5	96			101
	9c,12t		31	67		99
	9t,12c		40	59		100
	9c,12c			101		101
C18:3	9t,12t,15t		12	90		102
	9t,12t,15c+9t,12c,15t			102		102
	9c,12t,15t+9c,12c,15t			69	33	102
	9c,12t,15c				95	95
	9t,12c,15c				100	100
	9c,12c,15c				102	102
C20:1	11t	102				102
C22:1	13t	104				104
C18:2 (CLA)	9c,11t		103			103
	10t,12c		100			100
	9c,11c		101			101
	9t,11t		100			100

Mean, n = 3

FAMES負荷量 : 1 mg/カートリッジ

表 7. Vegetable oil 分析結果

Unit: g/100 g of sample

Analyte	Assigned value	Range for z ≤ 2	Measured value	
			1 st	2 nd
Saturated Fatty Acids	7.28	6.56 - 8.01	7.31	7.26
Monounsaturated Fatty Acids	63.0	59.2 - 66.7	62.0	61.7
Polyunsaturated Fatty Acids	26.3	23.6 - 28.9	26.1	26.0
C18:1 trans Fatty Acids	0.312	0.106 - 0.517	0.219	0.224
Total trans Fatty Acids	0.764	0.260 - 1.268	0.741	0.742
C16:0	4.55	4.09 - 5.00	4.49	4.46
C16:1 n-7	0.195	0.066 - 0.324	0.191	0.191
C18:0	1.69	1.52 - 1.86	1.68	1.66
C18:1 n-7 cis	2.84	2.39 - 3.30	2.82	2.81
C18:1 n-9 cis	60.1	56.4 - 63.7	57.6	57.4
C18:1 n-7 + C18:1 n-9 cis	63.1	59.3 - 66.9	60.5	60.2
C18:1 n-9 trans	0.320	0.109 - 0.531	0.094	0.099
C18:2 n-6	18.5	16.6 - 20.3	18.0	18.0
C18:3 n-3	7.74	6.96 - 8.51	7.97	7.95
C18:3 n-6	0.284	0.097 - 0.471	0.000	0.000
C20:0	0.573	0.447 - 0.699	0.568	0.565
C20:1 n-9	1.13	1.02 - 1.24	1.09	1.08
C22:1 n-9 [†]	0.0494	0.0386 - 0.0603	0.0489	0.0501

* Assigned value < LOQ

グレーのセル：|z| ≤ 2 の範囲内に収まらなかった分析値

試料：fapas[®], Vegetable oil (T14274QC)

試料量：100 mg

表 8. Mixed Fat Spread 分析結果

Unit: g/100 g of sample

Analyte	Assigned value	Range for z ≤ 2	Measured value	
			1 st	2 nd
Saturated Fatty Acids	11.2	10.1 - 12.4	11.9	11.9
Monounsaturated Fatty Acids	23.0	20.7 - 25.3	23.6	23.6
Polyunsaturated Fatty Acids	9.21	8.28 - 10.13	9.62	9.61
Total trans Fatty Acids	0.380	0.129 - 0.631	0.511	0.514

試料：fapas[®], Mixed Fat Spread (T14272QC)

試料量：200 mg (脂肪 100 mg 相当)

表 9. SOYA-MAIZE OIL BLEND 分析結果

Certified value

Units: Relative Mass Fraction in g FAME/100 g total FAME

Analyte	Certified value	Uncertainty (k = 2)	Measured value	
			1 st	2 nd
16:0	10.74	0.16	10.86	10.87
18:0	2.82	0.04	2.85	2.84
9c-18:1	25.4	0.4	25.7	25.7
9c,12c-18:2	54.13	0.25	54.05	54.05
9c,12c,15c-18:3	3.35	0.05	3.32	3.32

Indicative value

Units: Relative Mass Fraction in g FAME/100 g total FAME

Analyte	Certified value	Uncertainty (k = 2)	Measured value	
			1 st	2 nd
18:1	26.5	0.4	26.7	26.7
18:2	54.68	0.26	54.56	54.55
18:3	3.80	0.06	3.77	3.78

試料：IRMM, SOYA-MAIZE OIL BLEND (BCR[®]-162R)

試料量：100 mg

表 10. Biscuit (Cookie) 分析結果

Unit: g/100 g of sample

Analyte	Assigned value	Range for z ≤ 2	Measured value	
			1 st	2 nd
Total Fat	25.2	24.2 - 26.2	24.6	24.6
Saturated Fatty Acids	17.5	15.6 - 19.4	16.1	16.1
Monounsaturated Fatty Acids	5.45	4.47 - 6.43	5.46	5.40
Polyunsaturated Fatty Acids	0.982	0.614 - 1.350	0.980	0.992
Total trans Fatty Acids	0.517	0.176 - 0.859	0.759	0.769

試料：fapas[®], Biscuit (Cookie) (T14281QC)

試料量：794 mg (脂肪 200 mg 相当)

脂肪抽出法：酸分解法

表 11. Milk powder 分析結果

Unit: g/100 g of sample

Analyte	Assigned value	Range for z ≤ 2	Measured value	
			1 st	2 nd
Total Fat	21.7	20.8 - 22.6	21.4	21.3
Saturated Fatty Acids	14.0	12.0 - 15.9	13.1	13.1
Monounsaturated Fatty Acids	5.15	3.71 - 6.59	5.32	5.32
Polyunsaturated Fatty Acids	0.600	0.204 - 0.995	0.550	0.548
Total trans Fatty Acids	0.610	0.207 - 1.012	0.816	0.811
C4:0	0.775	0.636 - 0.915	0.521	0.511
C6:0	0.464	0.279 - 0.650	0.418	0.412
C8:0	0.270	0.162 - 0.378	0.255	0.251
C10:0	0.580	0.348 - 0.812	0.550	0.546
C12:0	0.692	0.623 - 0.761	0.661	0.658
C14:0	2.28	2.05 - 2.51	2.09	2.08
C15:0	0.211	0.165 - 0.257	0.200	0.201
C16:0	6.40	5.76 - 7.04	5.81	5.80
C18:0	2.30	2.07 - 2.53	2.11	2.11
C18:1 n-9 cis	4.35	3.91 - 4.78	3.85	3.85
C18:2 n-6	0.399	0.359 - 0.439	0.396	0.392

グレーのセル：|z| ≤ 2 の範囲内に収まらなかった分析値

試料：fapas[®], Milk Powder (T14276QC)

試料量：922 mg (脂肪 200 mg 相当)

脂肪抽出法：レーゼゴットリーブ法

表 12. 添加回収試験結果

食品	脂肪抽出法	エライジン酸 添加濃度 (g/食品 100 g)	回収率 (%)			平均 回収率 (%)	RSD _r (%)
			1 日目	2 日目	3 日目		
油脂	—	0.10	98.9	99.7	98.5	99.1	0.6
		1.0	101.8	101.5	103.1	102.1	0.8
バター	—	0.75	101.1	101.9	102.8	101.9	0.9
牛肉	酸分解法	6.0	101.0	100.1	100.5	100.5	0.5
チーズ	アンモニア・酸分解法	5.0	100.6	101.2	100.5	100.8	0.4

表 13. 繰り返し試験結果

食品	脂肪抽出法	分子種	試料中濃度 (g/食品 100 g)	RSD _r (%)	RSD _i (%)
牛肉	酸分解法	総飽和脂肪酸	17.2	1.2	1.4
		C18:1 トランス脂肪酸	0.703	1.1	1.2
		C18:2 トランス脂肪酸	0.0435	3.6	3.9
		C18:3 トランス脂肪酸	0.0588	2.3	2.2
		総トランス脂肪酸	0.815	1.1	1.2
		総シス不飽和脂肪酸	31.6	1.2	1.3
		トランス CLA	0.305	1.4	1.4
チーズ	アンモニア・酸分解法	総飽和脂肪酸	18.8	0.6	0.6
		C18:1 トランス脂肪酸	0.851	1.2	1.2
		C18:2 トランス脂肪酸	0.0220	3.0	3.4
		C18:3 トランス脂肪酸	0.0311	4.0	3.7
		総トランス脂肪酸	0.921	1.2	1.3
		総シス不飽和脂肪酸	7.10	0.8	0.9
		トランス CLA	0.149	2.0	2.0

表 14. 検体一覧

分類	No.	名称	産地・原産国	購入都市等	備考
植物性油脂	油脂 01	食用油脂	国産	神奈川県	原材料：スペイン製造
	油脂 02	食用アマニ油	国産	神奈川県	
	油脂 03	食用アマニ油	国産	神奈川県	原材料：カナダ製造
	油脂 04	食用アマニ油	国産	神奈川県	
	油脂 05	食用えごま油	国産	神奈川県	
	油脂 06	食用えごま油	国産	神奈川県	
	油脂 07	食用えごま油	国産	神奈川県	
	油脂 08	食用調理油	国産	神奈川県	
	油脂 09	食用アマニ油	国産	神奈川県	
	油脂 10	食用油脂	国産	東京都	原材料：スペイン製造
	油脂 11	食用油脂	インドネシア	インターネット	
	油脂 12	食用油脂	シンガポール	インターネット	
バター	バター01	バター	国産	神奈川県	
	バター02	バター	国産	神奈川県	
	バター03	バター	国産	神奈川県	
	バター04	バター	国産	神奈川県	
	バター05	バター	国産	神奈川県	
	バター06	バター	国産	神奈川県	
	バター07	バター	国産	神奈川県	
	バター08	バター	フランス	神奈川県	
	バター09	バター	国産	東京都	
	バター10	バター	ニュージーランド	神奈川県	
牛乳	牛乳 01	牛乳	国産	神奈川県	
	牛乳 02	牛乳	国産	神奈川県	
	牛乳 03	牛乳	国産	神奈川県	
	牛乳 04	牛乳	国産	神奈川県	
	牛乳 05	牛乳	国産	神奈川県	
	牛乳 06	牛乳	国産	神奈川県	
	牛乳 07	牛乳	国産	神奈川県	
	牛乳 08	牛乳	国産	神奈川県	
ヨーグルト	ヨーグルト 01	発酵乳	国産	神奈川県	
	ヨーグルト 02	発酵乳	国産	神奈川県	
	ヨーグルト 03	発酵乳	国産	神奈川県	
	ヨーグルト 04	発酵乳	国産	神奈川県	
	ヨーグルト 05	発酵乳	国産	神奈川県	
	ヨーグルト 06	発酵乳	国産	神奈川県	
	ヨーグルト 07	発酵乳	国産	神奈川県	原材料に砂糖を含む
	ヨーグルト 08	発酵乳	国産	神奈川県	
	ヨーグルト 09	発酵乳	国産	神奈川県	原材料に中鎖脂肪酸油を含む
チーズ	チーズ 01	プロセスチーズ	国産	神奈川県	
	チーズ 02	ナチュラルチーズ	国産	神奈川県	
	チーズ 03	ナチュラルチーズ	国産	神奈川県	
	チーズ 04	ナチュラルチーズ	国産	神奈川県	
	チーズ 05	プロセスチーズ	国産	神奈川県	
	チーズ 06	ナチュラルチーズ (要加熱)	国産	神奈川県	
	チーズ 07	ナチュラルチーズ	国産	神奈川県	
	チーズ 08	ナチュラルチーズ	国産	神奈川県	
	チーズ 09	乳等を主要原料とする食品	フランス	神奈川県	乳脂肪分：29.4%
	チーズ 10	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	乳脂肪分：5.3%、植物性脂肪分：24.1%
	チーズ 11	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	乳脂肪分：0.0%、植物性脂肪分：24.5%
牛肉	牛肉 01	ハラミ	国産	インターネット	
	牛肉 02	ハラミ	国産	インターネット	
	牛肉 03	ハラミ	国産	インターネット	
	牛肉 04	ハラミ	アメリカ	インターネット	
	牛肉 05	ハラミ	オーストラリア	東京都	
	牛肉 06	ハラミ	オーストラリア	東京都	
	牛肉 07	サーロイン	国産	東京都	
	牛肉 08	サーロイン	国産	東京都	
	牛肉 09	サーロイン	国産	神奈川県	
	牛肉 10	サーロイン	オーストラリア	神奈川県	
	牛肉 11	サーロイン	アメリカ	インターネット	
	牛肉 12	肩ロース	国産	神奈川県	
	牛肉 13	肩ロース	国産	東京都	

	牛肉 14	肩ロース	国産	神奈川県	
	牛肉 15	肩ロース	オーストラリア	神奈川県	
	牛肉 16	肩ロース	アメリカ	インターネット	
	牛肉 17	モモ	国産	神奈川県	
	牛肉 18	モモ	国産	東京都	
	牛肉 19	モモ	ニュージーランド	インターネット	
	牛肉 20	モモ	オーストラリア	神奈川県	
クリーム	クリーム 01	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	植物性脂肪分：40.0%
	クリーム 02	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	植物性脂肪分：30.0%
	クリーム 03	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	乳脂肪分：15.0%、植物性脂肪分：15.0%
	クリーム 04	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	植物性脂肪分：37.0%
	クリーム 05	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	植物性脂肪分：37.0%
	クリーム 06	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	植物性脂肪分：26.0%
	クリーム 07	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	植物性脂肪分：40.0%
	クリーム 08	乳等を主要原料とする食品	国産	神奈川県	乳脂肪分：27.0%
菓子	菓子 01	ビスケット	イギリス	神奈川県	原材料にバターを含む
	菓子 02	ビスケット	ベルギー	神奈川県	
	菓子 03	ビスケット	アメリカ	神奈川県	原材料にバターを含む
	菓子 04	ビスケット	オランダ	神奈川県	
	菓子 05	ポテトチップス	マレーシア	神奈川県	
	菓子 06	ポテトチップス	タイ	神奈川県	
	菓子 07	ポテトチップス	アラブ首長国連邦	神奈川県	
	菓子 08	コーンチップス	ベルギー	神奈川県	
	菓子 09	ポップコーン原料豆	アメリカ	神奈川県	
	菓子 10	ポップコーンの素	アメリカ	神奈川県	
	菓子 11	ポップコーンの素	国産	神奈川県	
	菓子 12	ポップコーンの素	国産	神奈川県	

表 15. バターにおける LOD 及び LOQ

分析対象分子種		LOD (g/食品 100 g)	LOQ (g/食品 100 g)	備考		
飽和脂肪酸	C4:0		0.006	0.02		
	C6:0		0.005	0.02		
	C7:0		0.005	0.02		
	C8:0		0.005	0.02		
	C10:0		0.005	0.02		
	C11:0		0.006	0.02		
	C12:0		0.006	0.02		
	C13:0		0.006	0.02		
	C14:0		0.007	0.02		
	C15:0		0.008	0.02		
	C16:0		0.008	0.03		
	C17:0		0.008	0.04		
	C18:0		0.02	0.05		
	C20:0		0.02	0.07		
	C21:0		0.02	0.04		
	C22:0		0.02	0.04		
C23:0		0.02	0.04			
C24:0		0.02	0.05			
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.006	0.02	C12:0 より推定	
	<i>iso</i> C13:0		0.006	0.02	C13:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C13:0		0.006	0.02	C13:0 より推定	
	<i>iso</i> C14:0		0.007	0.02	C14:0 より推定	
	<i>iso</i> C15:0		0.008	0.02	C15:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C15:0		0.008	0.02	C15:0 より推定	
	<i>iso</i> C16:0		0.008	0.03	C16:0 より推定	
	<i>iso</i> C17:0		0.008	0.04	C17:0 より推定	
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.008	0.02		
	C16:1	9t	0.008	0.04		
	C18:1	4t		0.02	0.06	5t-C18:1 より推定
		5t		0.02	0.06	
		6t-8t		0.02	0.06	
		9t		0.02	0.05	
		10t		0.02	0.06	
		11t		0.02	0.06	
		12t		0.02	0.06	
		13t+14t (6c-8c を含む)		0.02	0.07	
	C18:2	9t,12t		0.02	0.06	
		9c,12t		0.02	0.06	
		9t,12c		0.02	0.06	
	C18:3	9t,12t,15t		0.02	0.07	
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.02	0.08	
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.008	0.06	
		9c,12t,15c		0.03	0.07	
	C20:1	9t,12c,15c		0.03	0.07	
		11t		0.02	0.08	
C22:1	13t		0.02	0.05		
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.008	0.03	
		C15:1	10c	0.008	0.03	
		C16:1	9c	0.008	0.04	
		C17:1	9c	0.02	0.04	
			10c	0.02	0.04	9c-C17:1 より推定
		C18:1	9c	0.02	0.06	
			10c (15t を含む)	0.02	0.06	
			11c	0.02	0.06	
			12c	0.02	0.06	
			13c	0.02	0.06	
			14c	0.02	0.06	
		15c	0.02	0.06	14c-C18:1 より推定	
		C20:1	11c	0.02	0.08	
		C22:1	13c	0.02	0.04	
C24:1	15c	0.02	0.06			

	多価	C18:2	9c,12c	0.02	0.06	
		C18:3	6c,9c,12c	0.02	0.07	
			9c,12c,15c	0.02	0.08	
		C20:2	11c,14c	0.008	0.04	
		C20:3	8c,11c,14c	0.02	0.04	
			11c,14c,17c	0.02	0.05	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.02	0.05	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.02	0.05	
		C22:2	13c,16c	0.02	0.05	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.02	0.07			
共役リノール酸 (CLA)	C18:2	9c,11t	0.02	0.06		
		10t,12c	0.02	0.05		
		9c,11c	0.02	0.04		
		9t,11t	0.008	0.04		

表 16. 牛乳における LOD 及び LOQ

分析対象分子種		LOD (g/食品 100 g)	LOQ (g/食品 100 g)	備考		
飽和脂肪酸	C4:0		0.0003	0.0008		
	C6:0		0.0002	0.0008		
	C7:0		0.0002	0.0008		
	C8:0		0.0002	0.0008		
	C10:0		0.0002	0.0008		
	C11:0		0.0003	0.0008		
	C12:0		0.0003	0.0008		
	C13:0		0.0003	0.001		
	C14:0		0.0003	0.001		
	C15:0		0.0004	0.001		
	C16:0		0.0004	0.002		
	C17:0		0.0004	0.002		
	C18:0		0.0008	0.002		
	C20:0		0.001	0.003		
	C21:0		0.0008	0.002		
C22:0		0.0008	0.002			
C23:0		0.0008	0.002			
C24:0		0.0008	0.002			
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.0003	0.0008	C12:0 より推定	
	<i>iso</i> C13:0		0.0003	0.001	C13:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C13:0		0.0003	0.001	C13:0 より推定	
	<i>iso</i> C14:0		0.0003	0.001	C14:0 より推定	
	<i>iso</i> C15:0		0.0004	0.001	C15:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C15:0		0.0004	0.001	C15:0 より推定	
	<i>iso</i> C16:0		0.0004	0.002	C16:0 より推定	
<i>iso</i> C17:0		0.0004	0.002	C17:0 より推定		
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.0004	0.001		
	C16:1	9t	0.0004	0.002		
	C18:1	4t		0.0008	0.003	5t-C18:1 より推定
		5t		0.0008	0.003	
		6t-8t		0.0008	0.003	
		9t		0.0008	0.002	
		10t		0.0008	0.003	
		11t		0.0008	0.003	
		12t		0.0008	0.003	
	13t+14t (6c-8c を含む)		0.001	0.003		
	16t		0.0008	0.002		
	C18:2	9t,12t		0.0008	0.003	
		9c,12t		0.0008	0.003	
		9t,12c		0.001	0.003	
	C18:3	9t,12t,15t		0.001	0.003	
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.0008	0.004	
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.0004	0.003	
9c,12t,15c			0.002	0.003		
9t,12c,15c		0.002	0.003			
C20:1	11t		0.001	0.004		
C22:1	13t		0.0008	0.002		
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.0004	0.002	
		C15:1	10c	0.0004	0.002	
		C16:1	9c	0.0004	0.002	
		C17:1	9c	0.0008	0.002	
			10c	0.0008	0.002	9c-C17:1 より推定
		C18:1	9c+10c (15t を含む)		0.0008	0.003
			11c		0.0008	0.003
			12c		0.0008	0.003
			13c		0.0008	0.003
			14c		0.0008	0.003
		15c		0.001	0.003	14c-C18:1 より推定
		C20:1	11c		0.001	0.004
	C22:1	13c		0.0008	0.002	
C24:1	15c		0.0008	0.003		
多価	C18:2	9c,12c	0.0008	0.003		

		C18:3	6c,9c,12c	0.001	0.003	
			9c,12c,15c	0.001	0.004	
		C20:2	11c,14c	0.0004	0.002	
		C20:3	8c,11c,14c	0.0008	0.002	
			11c,14c,17c	0.0008	0.002	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.0008	0.002	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.0008	0.002	
		C22:2	13c,16c	0.0008	0.002	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.0008	0.003			
共役リノール酸 (CLA)		C18:2	9c,11t	0.0008	0.003	
			10t,12c	0.0008	0.002	
			9c,11c	0.0008	0.002	
			9t,11t	0.0004	0.002	

表 17. ヨーグルトにおける LOD 及び LOQ

分析対象分子種		LOD (g/食品 100 g)	LOQ (g/食品 100 g)	備考			
飽和脂肪酸	C4:0		0.0002	0.0006			
	C6:0		0.0002	0.0006			
	C7:0		0.0002	0.0006			
	C8:0		0.0002	0.0006			
	C10:0		0.0002	0.0006			
	C11:0		0.0002	0.0006			
	C12:0		0.0002	0.0006			
	C13:0		0.0002	0.0009			
	C14:0		0.0003	0.0009			
	C15:0		0.0003	0.0009			
	C16:0		0.0003	0.001			
	C17:0		0.0003	0.002			
	C18:0		0.0006	0.002			
	C20:0		0.0009	0.003			
	C21:0		0.0006	0.002			
C22:0		0.0006	0.002				
C23:0		0.0006	0.002				
C24:0		0.0006	0.002				
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.0002	0.0006	C12:0 より推定		
	<i>iso</i> C13:0		0.0002	0.0009	C13:0 より推定		
	<i>anteiso</i> C13:0		0.0002	0.0009	C13:0 より推定		
	<i>iso</i> C14:0		0.0003	0.0009	C14:0 より推定		
	<i>iso</i> C15:0		0.0003	0.0009	C15:0 より推定		
	<i>anteiso</i> C15:0		0.0003	0.0009	C15:0 より推定		
	<i>iso</i> C16:0		0.0003	0.001	C16:0 より推定		
<i>iso</i> C17:0		0.0003	0.002	C17:0 より推定			
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.0003	0.0009			
	C16:1	9t	0.0003	0.002			
	C18:1	4t		0.0006	0.002	5t-C18:1 より推定	
		5t		0.0006	0.002		
		6t-8t		0.0006	0.002		
		9t		0.0006	0.002		
		10t		0.0006	0.002		
		11t		0.0006	0.002		
		12t		0.0006	0.002		
	13t+14t (6c-8c を含む)		0.0009	0.003			
	16t		0.0006	0.002			
	C18:2	9t,12t		0.0006	0.002		
		9c,12t		0.0006	0.002		
		9t,12c		0.0009	0.002		
	C18:3	9t,12t,15t		0.0009	0.003		
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.0006	0.003		
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.0003	0.002		
9c,12t,15c			0.001	0.003			
9t,12c,15c		0.001	0.003				
C20:1	11t		0.0009	0.003			
C22:1	13t		0.0006	0.002			
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.0003	0.001		
		C15:1	10c	0.0003	0.001		
		C16:1	9c	0.0003	0.002		
		C17:1	9c	0.0006	0.002		
			10c	0.0006	0.002	9c-C17:1 より推定	
		C18:1	9c+10c (15t を含む)		0.0006	0.002	
			11c		0.0006	0.002	
			12c		0.0006	0.002	
			13c		0.0006	0.002	
			14c		0.0006	0.002	
		15c		0.0009	0.002	14c-C18:1 より推定	
		C20:1	11c		0.0009	0.003	
	C22:1	13c		0.0006	0.002		
C24:1	15c		0.0006	0.002			
多価	C18:2	9c,12c	0.0006	0.002			

		C18:3	6c,9c,12c	0.0009	0.003	
			9c,12c,15c	0.0009	0.003	
		C20:2	11c,14c	0.0003	0.002	
		C20:3	8c,11c,14c	0.0006	0.002	
			11c,14c,17c	0.0006	0.002	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.0006	0.002	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.0006	0.002	
		C22:2	13c,16c	0.0006	0.002	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.0006	0.003			
共役リノール酸 (CLA)		C18:2	9c,11t	0.0006	0.002	
			10t,12c	0.0006	0.002	
			9c,11c	0.0006	0.002	
			9t,11t	0.0003	0.002	

表 18. チーズ (ナチュラルチーズ、モッツァレラ) における LOD 及び LOQ

分析対象分子種		LOD (g/食品 100 g)	LOQ (g/食品 100 g)	備考		
飽和脂肪酸	C4:0		0.001	0.004		
	C6:0		0.001	0.004		
	C7:0		0.001	0.004		
	C8:0		0.001	0.004		
	C10:0		0.001	0.004		
	C11:0		0.001	0.004		
	C12:0		0.001	0.004		
	C13:0		0.002	0.006		
	C14:0		0.002	0.006		
	C15:0		0.002	0.006		
	C16:0		0.002	0.008		
	C17:0		0.002	0.01		
	C18:0		0.004	0.01		
	C20:0		0.006	0.02		
	C21:0		0.004	0.01		
	C22:0		0.004	0.01		
C23:0		0.004	0.01			
C24:0		0.004	0.01			
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.001	0.004	C12:0 より推定	
	<i>iso</i> C13:0		0.002	0.006	C13:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C13:0		0.002	0.006	C13:0 より推定	
	<i>iso</i> C14:0		0.002	0.006	C14:0 より推定	
	<i>iso</i> C15:0		0.002	0.006	C15:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C15:0		0.002	0.006	C15:0 より推定	
	<i>iso</i> C16:0		0.002	0.008	C16:0 より推定	
	<i>iso</i> C17:0		0.002	0.01	C17:0 より推定	
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.002	0.006		
	C16:1	9t	0.002	0.01		
	C18:1	4t		0.004	0.01	5t-C18:1 より推定
		5t		0.004	0.01	
		6t-8t		0.004	0.02	
		9t		0.004	0.01	
		10t		0.004	0.01	
		11t		0.004	0.01	
		12t		0.004	0.01	
		13t+14t (6c-8c を含む)		0.006	0.02	
	C18:2	9t,12t		0.004	0.01	
		9c,12t		0.004	0.02	
		9t,12c		0.006	0.02	
	C18:3	9t,12t,15t		0.006	0.02	
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.004	0.02	
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.002	0.01	
		9c,12t,15c		0.008	0.02	
	C20:1	9t,12c,15c		0.008	0.02	
11t			0.006	0.02		
C22:1	13t		0.004	0.01		
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.002	0.008	
		C15:1	10c	0.002	0.008	
		C16:1	9c	0.002	0.01	
		C17:1	9c	0.004	0.01	
			10c	0.004	0.01	9c-C17:1 より推定
		C18:1	9c+10c (15t を含む)		0.004	0.01
			11c		0.004	0.01
			12c		0.004	0.01
			13c		0.004	0.01
			14c		0.004	0.01
		15c		0.006	0.01	14c-C18:1 より推定
		C20:1	11c		0.006	0.02
		C22:1	13c		0.004	0.01
	C24:1	15c		0.004	0.01	
多価	C18:2	9c,12c	0.004	0.02		

		C18:3	6c,9c,12c	0.006	0.02	
			9c,12c,15c	0.006	0.02	
		C20:2	11c,14c	0.002	0.01	
		C20:3	8c,11c,14c	0.004	0.01	
			11c,14c,17c	0.004	0.01	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.004	0.01	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.004	0.01	
		C22:2	13c,16c	0.004	0.01	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.004	0.02			
共役リノール酸 (CLA)		C18:2	9c,11t	0.004	0.02	
			10t,12c	0.004	0.01	
			9c,11c	0.004	0.01	
			9t,11t	0.002	0.01	

表 19. 牛肉 (サーロイン、国産) における LOD 及び LOQ

分析対象分子種		LOD (g/食品 100 g)	LOQ (g/食品 100 g)	備考		
飽和脂肪酸	C4:0		0.003	0.01		
	C6:0		0.003	0.01		
	C7:0		0.003	0.01		
	C8:0		0.003	0.01		
	C10:0		0.003	0.01		
	C11:0		0.003	0.01		
	C12:0		0.003	0.01		
	C13:0		0.004	0.01		
	C14:0		0.004	0.01		
	C15:0		0.005	0.01		
	C16:0		0.005	0.02		
	C17:0		0.005	0.02		
	C18:0		0.01	0.03		
	C20:0		0.01	0.04		
	C21:0		0.01	0.02		
C22:0		0.01	0.02			
C23:0		0.01	0.02			
C24:0		0.01	0.03			
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.003	0.01	C12:0 より推定	
	<i>iso</i> C13:0		0.004	0.01	C13:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C13:0		0.004	0.01	C13:0 より推定	
	<i>iso</i> C14:0		0.004	0.01	C14:0 より推定	
	<i>iso</i> C15:0		0.005	0.01	C15:0 より推定	
	<i>anteiso</i> C15:0		0.005	0.01	C15:0 より推定	
	<i>iso</i> C16:0		0.005	0.02	C16:0 より推定	
<i>iso</i> C17:0		0.005	0.02	C17:0 より推定		
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.005	0.01		
	C16:1	9t	0.005	0.02		
	C18:1	4t		0.01	0.03	5t-C18:1 より推定
		5t		0.01	0.03	
		6t-8t		0.01	0.04	
		9t		0.01	0.03	
		10t		0.01	0.03	
		11t		0.01	0.03	
		12t		0.01	0.03	
	13t+14t (6c-8c を含む)		0.01	0.04		
	16t		0.01	0.03		
	C18:2	9t,12t		0.01	0.03	
		9c,12t		0.01	0.04	
		9t,12c		0.01	0.04	
	C18:3	9t,12t,15t		0.01	0.04	
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.01	0.05	
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.005	0.03	
9c,12t,15c			0.02	0.04		
9t,12c,15c		0.02	0.04			
C20:1	11t		0.01	0.05		
C22:1	13t		0.01	0.03		
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.005	0.02	
		C15:1	10c	0.005	0.02	
		C16:1	9c	0.005	0.02	
		C17:1	9c	0.01	0.02	
			10c	0.01	0.02	9c-C17:1 より推定
		C18:1	9c+10c (15t を含む)		0.01	0.03
			11c		0.01	0.03
			12c		0.01	0.03
			13c		0.01	0.03
			14c		0.01	0.03
		15c		0.01	0.03	14c-C18:1 より推定
		C20:1	11c		0.01	0.05
	C22:1	13c		0.01	0.02	
C24:1	15c		0.01	0.03		
多価	C18:2	9c,12c	0.01	0.04		

		C18:3	6c,9c,12c	0.01	0.04	
			9c,12c,15c	0.01	0.05	
		C20:2	11c,14c	0.005	0.02	
		C20:3	8c,11c,14c	0.01	0.02	
			11c,14c,17c	0.01	0.03	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.01	0.03	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.01	0.03	
		C22:2	13c,16c	0.01	0.03	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.01	0.04			
共役リノール酸 (CLA)		C18:2	9c,11t	0.01	0.04	
			10t,12c	0.01	0.03	
			9c,11c	0.01	0.02	
			9t,11t	0.005	0.02	

表 20. クリーム (ホイップクリーム、植物性脂肪) における LOD 及び LOQ

分析対象分子種		LOD (g/食品 100 g)	LOQ (g/食品 100 g)	備考			
飽和脂肪酸	C4:0		0.003	0.007			
	C6:0		0.002	0.007			
	C7:0		0.002	0.007			
	C8:0		0.002	0.007			
	C10:0		0.002	0.007			
	C11:0		0.003	0.007			
	C12:0		0.003	0.007			
	C13:0		0.003	0.01			
	C14:0		0.003	0.01			
	C15:0		0.004	0.01			
	C16:0		0.004	0.01			
	C17:0		0.004	0.02			
	C18:0		0.007	0.02			
	C20:0		0.01	0.03			
	C21:0		0.007	0.02			
	C22:0		0.007	0.02			
C23:0		0.007	0.02				
C24:0		0.007	0.02				
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.003	0.007	C12:0 より推定		
	<i>iso</i> C13:0		0.003	0.01	C13:0 より推定		
	<i>anteiso</i> C13:0		0.003	0.01	C13:0 より推定		
	<i>iso</i> C14:0		0.003	0.01	C14:0 より推定		
	<i>iso</i> C15:0		0.004	0.01	C15:0 より推定		
	<i>anteiso</i> C15:0		0.004	0.01	C15:0 より推定		
	<i>iso</i> C16:0		0.004	0.01	C16:0 より推定		
	<i>iso</i> C17:0		0.004	0.02	C17:0 より推定		
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.004	0.01			
	C16:1	9t	0.004	0.02			
	C18:1	4t		0.007	0.03	5t-C18:1 より推定	
		5t		0.007	0.03		
		6t-8t		0.007	0.03		
		9t		0.007	0.02		
		10t		0.007	0.03		
		11t		0.007	0.03		
		12t		0.007	0.03		
		13t+14t (6c-8c を含む)		0.01	0.03		
	16t		0.007	0.02			
	C18:2	9t,12t		0.007	0.03		
		9c,12t		0.007	0.03		
		9t,12c		0.01	0.03		
	C18:3	9t,12t,15t		0.01	0.03		
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.007	0.04		
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.004	0.03		
		9c,12t,15c		0.01	0.03		
		9t,12c,15c		0.01	0.03		
C20:1	11t		0.01	0.04			
C22:1	13t		0.007	0.02			
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.004	0.01		
		C15:1	10c	0.004	0.01		
		C16:1	9c	0.004	0.02		
		C17:1	9c	0.007	0.02		
			10c	0.007	0.02	9c-C17:1 より推定	
		C18:1	9c+10c (15t を含む)		0.007	0.03	
			11c		0.007	0.03	
			12c		0.007	0.03	
			13c		0.007	0.03	
			14c		0.007	0.03	
			15c		0.01	0.03	14c-C18:1 より推定
		C20:1	11c		0.01	0.04	
		C22:1	13c		0.007	0.02	
	C24:1	15c		0.007	0.03		
多価	C18:2	9c,12c	0.007	0.03			

		C18:3	6c,9c,12c	0.01	0.03	
			9c,12c,15c	0.01	0.04	
		C20:2	11c,14c	0.004	0.02	
		C20:3	8c,11c,14c	0.007	0.02	
			11c,14c,17c	0.007	0.02	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.007	0.02	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.007	0.02	
		C22:2	13c,16c	0.007	0.02	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.007	0.03			
共役リノール酸 (CLA)		C18:2	9c,11t	0.007	0.03	
			10t,12c	0.007	0.02	
			9c,11c	0.007	0.02	
			9t,11t	0.004	0.02	

表 21. 菓子 (ビスケット) における LOD 及び LOQ

分析対象分子種			LOD (g/食品 100 g)	LOQ (g/食品 100 g)	備考		
飽和脂肪酸	C4:0		0.002	0.006			
	C6:0		0.002	0.006			
	C7:0		0.002	0.006			
	C8:0		0.002	0.006			
	C10:0		0.002	0.006			
	C11:0		0.002	0.006			
	C12:0		0.002	0.006			
	C13:0		0.002	0.008			
	C14:0		0.002	0.008			
	C15:0		0.003	0.008			
	C16:0		0.003	0.01			
	C17:0		0.003	0.01			
	C18:0		0.006	0.02			
	C20:0		0.008	0.02			
	C21:0		0.006	0.01			
	C22:0		0.006	0.01			
C23:0		0.006	0.01				
C24:0		0.006	0.02				
分岐鎖飽和脂肪酸	<i>iso</i> C12:0		0.002	0.006	C12:0 より推定		
	<i>iso</i> C13:0		0.002	0.008	C13:0 より推定		
	<i>anteiso</i> C13:0		0.002	0.008	C13:0 より推定		
	<i>iso</i> C14:0		0.002	0.008	C14:0 より推定		
	<i>iso</i> C15:0		0.003	0.008	C15:0 より推定		
	<i>anteiso</i> C15:0		0.003	0.008	C15:0 より推定		
	<i>iso</i> C16:0		0.003	0.01	C16:0 より推定		
	<i>iso</i> C17:0		0.003	0.01	C17:0 より推定		
トランス脂肪酸	C14:1	9t	0.003	0.008			
	C16:1	9t	0.003	0.01			
	C18:1	4t		0.006	0.02	5t-C18:1 より推定	
		5t		0.006	0.02		
		6t-8t		0.006	0.02		
		9t		0.006	0.02		
		10t		0.006	0.02		
		11t		0.006	0.02		
		12t		0.006	0.02		
		13t+14t (6c-8c を含む)		0.008	0.02		
	16t		0.006	0.02			
	C18:2	9t,12t		0.006	0.02		
		9c,12t		0.006	0.02		
		9t,12c		0.008	0.02		
	C18:3	9t,12t,15t		0.008	0.02		
		9t,12t,15c+9t,12c,15t		0.006	0.03		
		9c,12t,15t+9c,12c,15t		0.003	0.02		
		9c,12t,15c		0.01	0.02		
		9t,12c,15c		0.01	0.02		
C20:1	11t		0.008	0.03			
C22:1	13t		0.006	0.02			
シス脂肪酸	一価	C14:1	9c	0.003	0.01		
		C15:1	10c	0.003	0.01		
		C16:1	9c	0.003	0.01		
		C17:1	9c	0.006	0.01		
			10c	0.006	0.01	9c-C17:1 より推定	
		C18:1	9c+10c (15t を含む)		0.006	0.02	
			11c		0.006	0.02	
			12c		0.006	0.02	
			13c		0.006	0.02	
			14c		0.006	0.02	
		15c		0.008	0.02	14c-C18:1 より推定	
		C20:1	11c		0.008	0.03	
		C22:1	13c		0.006	0.01	
	C24:1	15c		0.006	0.02		
多価	C18:2	9c,12c	0.006	0.02			

		C18:3	6c,9c,12c	0.008	0.02	
			9c,12c,15c	0.008	0.03	
		C20:2	11c,14c	0.003	0.01	
		C20:3	8c,11c,14c	0.006	0.01	
			11c,14c,17c	0.006	0.02	
		C20:4	5c,8c,11c,14c	0.006	0.02	
		C20:5	5c,8c,11c,14c,17c	0.006	0.02	
		C22:2	13c,16c	0.006	0.02	
C22:6	4c,7c,10c,13c,16c,19c	0.006	0.02			
共役リノール酸 (CLA)		C18:2	9c,11t	0.006	0.02	
			10t,12c	0.006	0.02	
			9c,11c	0.006	0.01	
			9t,11t	0.003	0.01	

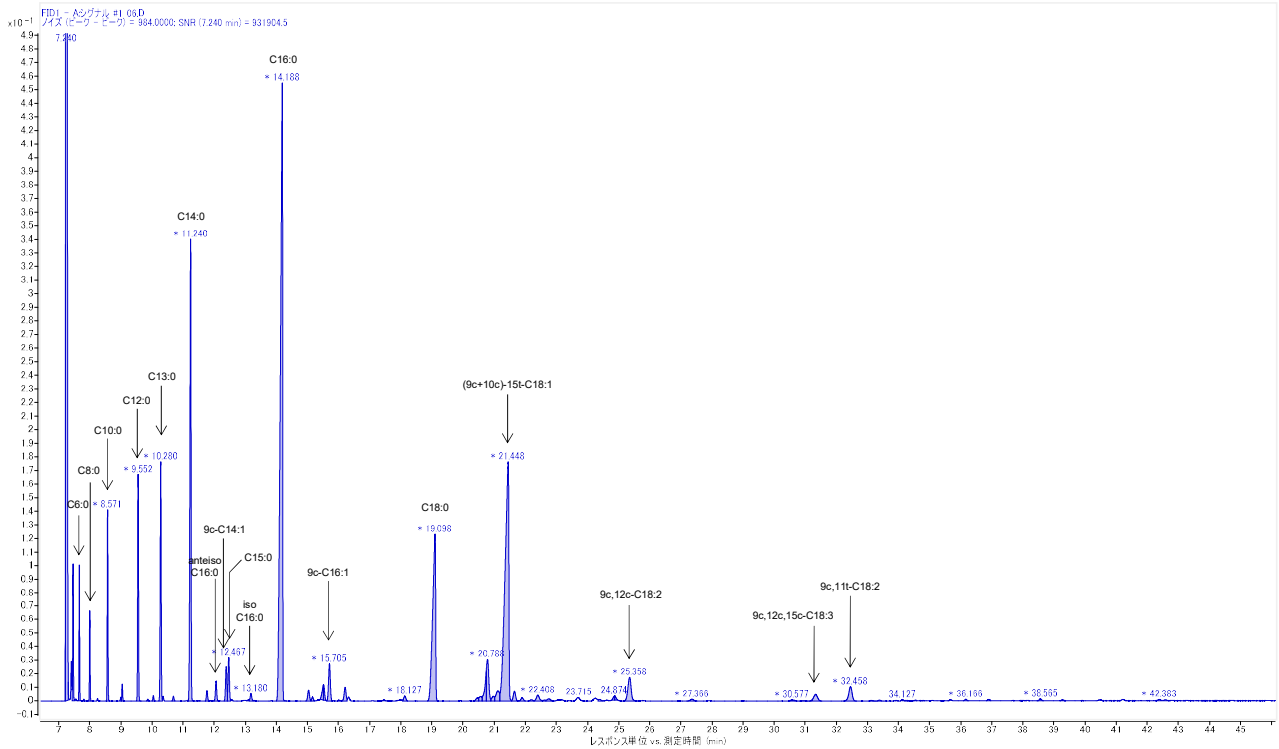


図 1. チーズ 01 のクロマトグラム (全体)

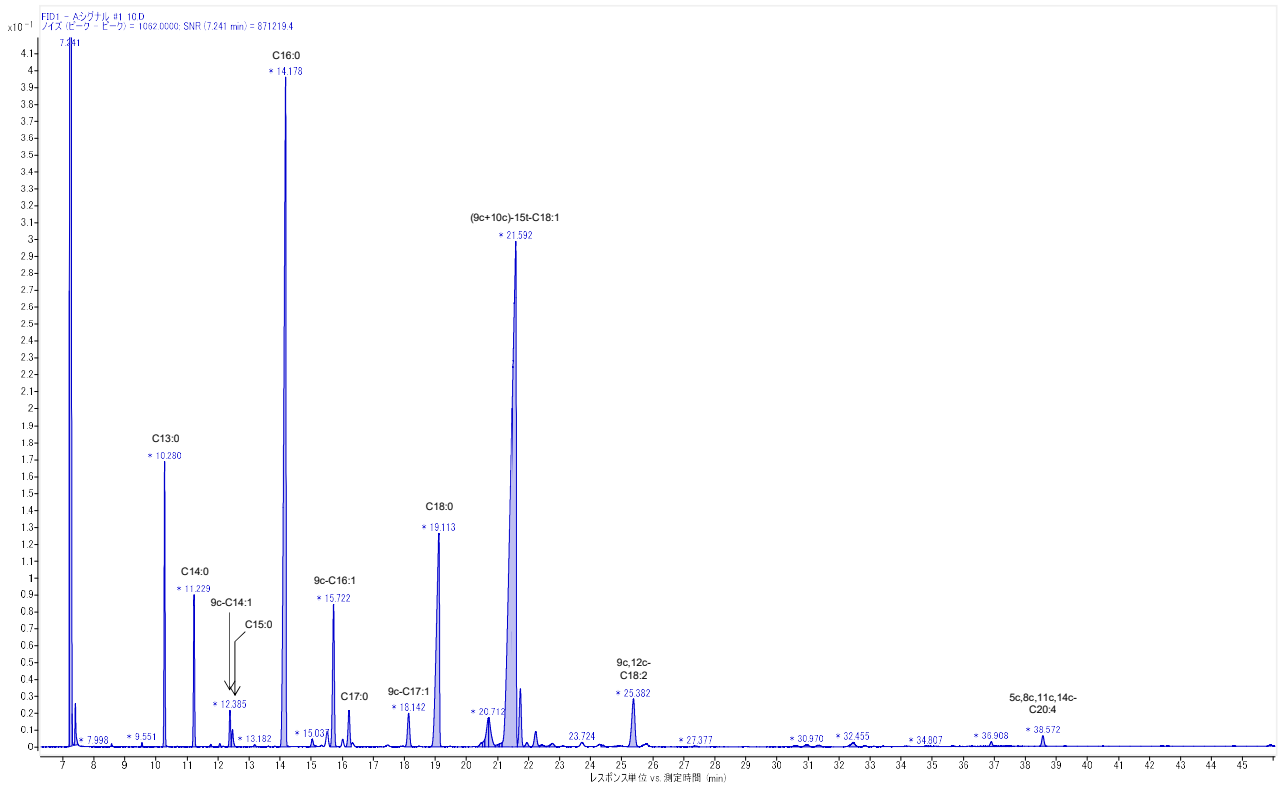


図 2. 牛肉 17 のクロマトグラム (全体)

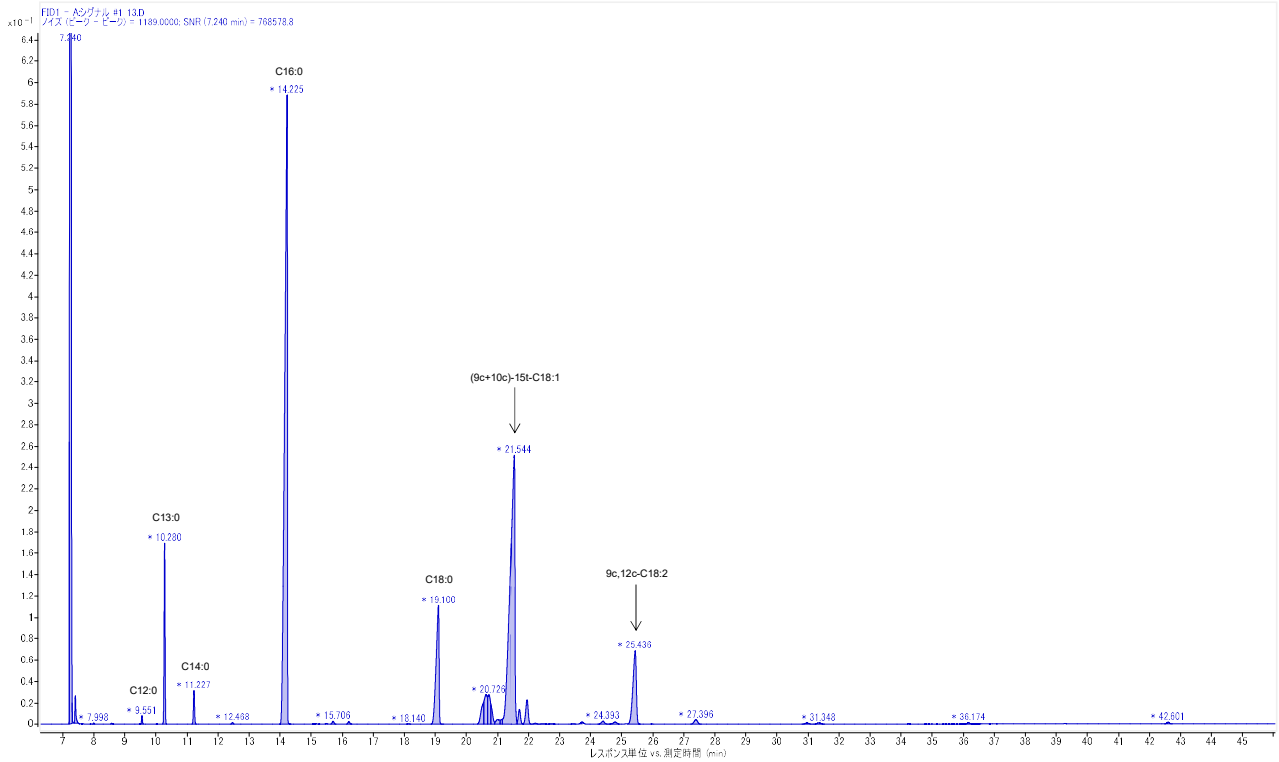


図 3. 菓子 11 のクロマトグラム (全体)

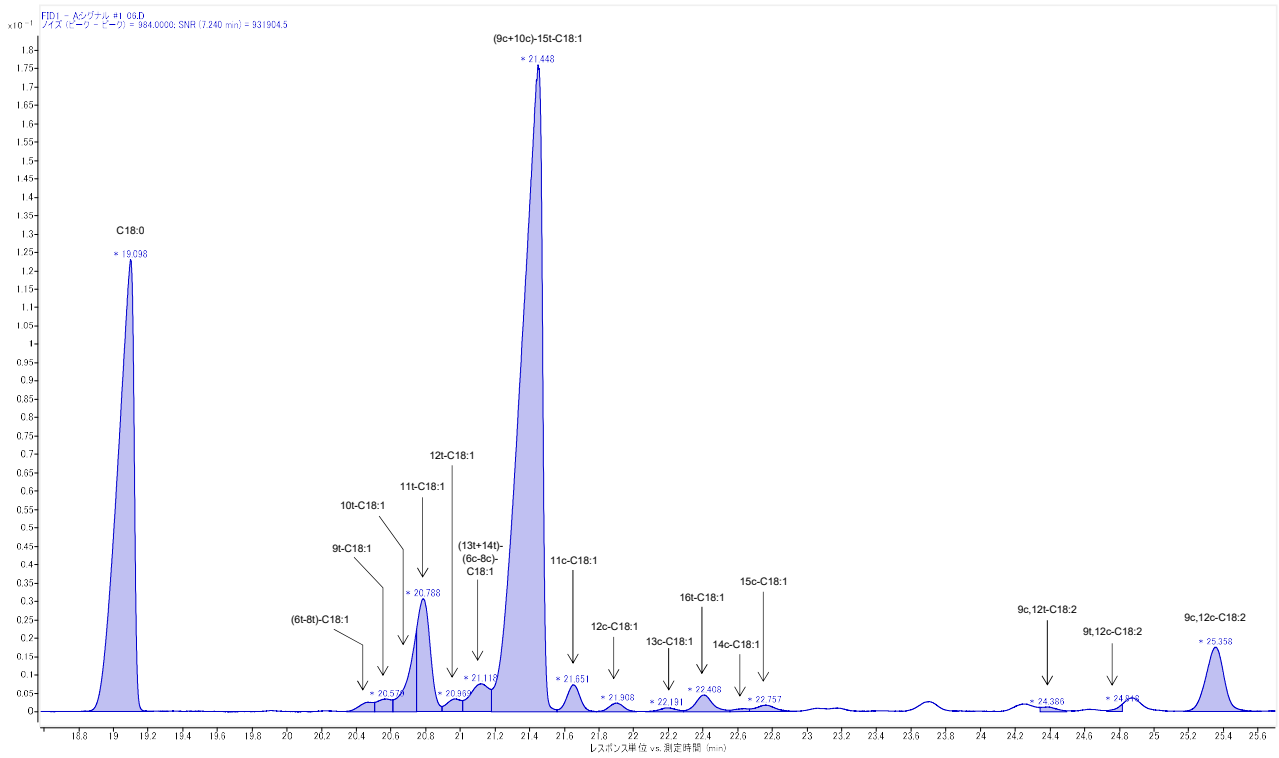


図 4. チーズ 01 のクロマトグラム (C18:0~C18:2 領域)

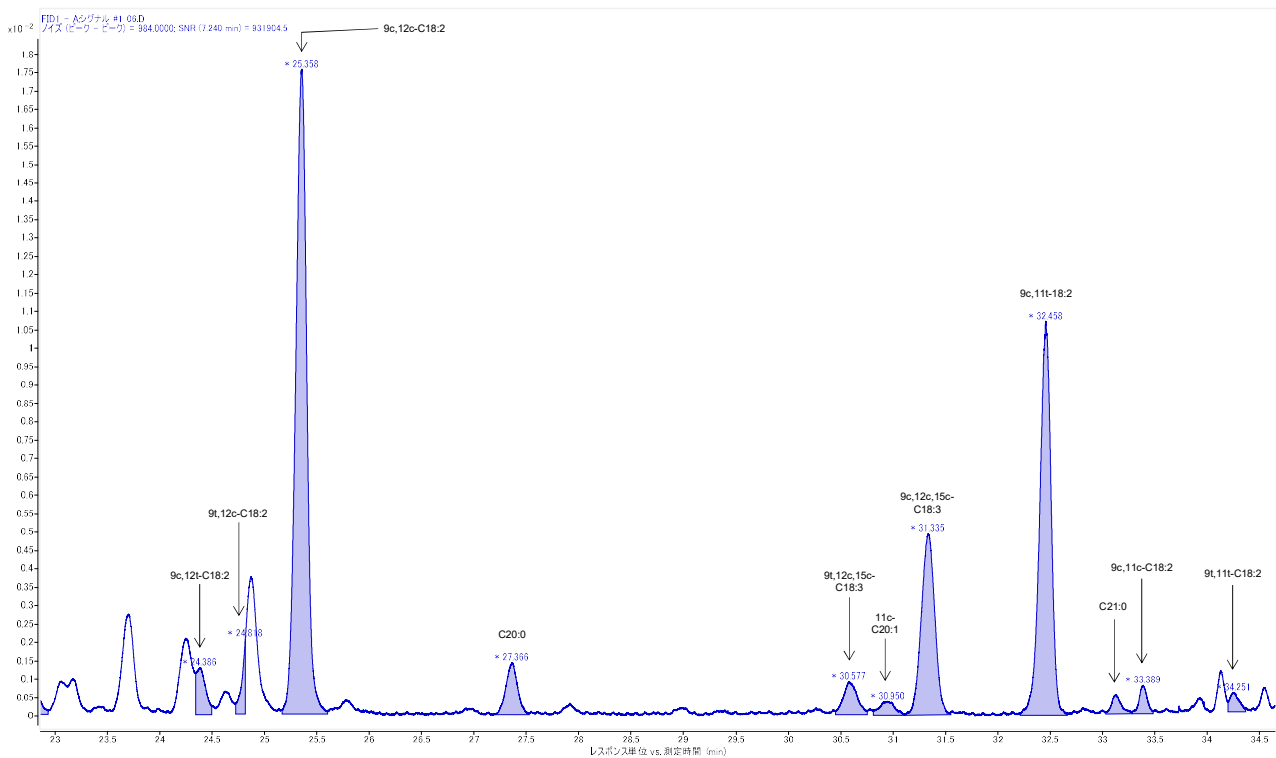


図 5. チーズ 01 のクロマトグラム (C18:2~CLA 領域)

表 22. 各検体におけるトランス脂肪酸、飽和脂肪酸、シス不飽和脂肪酸及び CLA 含有量 (食品 100 g あたり)

検体	脂質含有量 (g/100 g)	脂肪酸含有量 (g/食品 100 g)														
		C18:1 トランス 脂肪酸	C18:2 トランス 脂肪酸	C18:3 トランス 脂肪酸	その他の モノエン トランス 脂肪酸	総トランス 脂肪酸	直鎖 飽和 脂肪酸	分岐鎖 飽和 脂肪酸	総飽和 脂肪酸	シス 一価 不飽和 脂肪酸	シス 多価 不飽和 脂肪酸	総シス 不飽和 脂肪酸	トランス CLA	シス CLA	総脂肪酸	
植物性油脂	油脂 01	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	88.23	0.032	88.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	88.26
	油脂 02	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.21	0.000	10.21	19.64	65.53	85.18	0.000	0.000	95.39
	油脂 03	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.821	0.000	8.821	20.33	65.51	85.85	0.000	0.000	94.67
	油脂 04	100.0	0.000	0.000	1.177	0.000	1.177	10.21	0.000	10.21	20.89	61.48	82.37	0.000	0.000	93.76
	油脂 05	100.0	0.000	0.000	0.246	0.000	0.246	7.033	0.000	7.033	12.31	73.24	85.55	0.000	0.000	92.83
	油脂 06	100.0	0.000	0.084	3.589	0.000	3.674	7.995	0.000	7.995	17.12	63.86	80.97	0.000	0.000	92.64
	油脂 07	100.0	0.000	0.000	1.027	0.000	1.027	7.736	0.000	7.736	14.17	69.71	83.88	0.000	0.000	92.65
	油脂 08	100.0	0.000	0.209	1.062	0.000	1.271	17.52	0.000	17.52	51.40	21.64	73.04	0.000	0.000	91.82
	油脂 09	100.0	0.000	0.000	0.235	0.000	0.235	10.03	0.000	10.03	19.13	62.24	81.37	0.000	0.000	91.64
	油脂 10	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.36	0.000	90.36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.36
	油脂 11	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.53	0.000	90.53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.53
	油脂 12	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.61	0.000	90.61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.61
バター	バター01	81.0	2.474	0.000	0.085	0.043	2.602	49.53	1.337	50.87	16.85	2.359	19.21	0.369	0.000	73.05
	バター02	81.0	2.393	0.000	0.090	0.050	2.532	51.19	1.487	52.68	16.71	2.040	18.75	0.475	0.000	74.44
	バター03	81.1	2.167	0.000	0.083	0.041	2.291	51.96	1.413	53.37	16.46	2.024	18.49	0.350	0.000	74.50
	バター04	82.2	2.374	0.000	0.091	0.049	2.514	50.80	1.441	52.24	17.23	2.116	19.34	0.418	0.000	74.51
	バター05	81.6	2.125	0.000	0.082	0.000	2.207	51.22	1.400	52.61	16.48	1.989	18.47	0.350	0.000	73.64
	バター06	82.0	2.202	0.000	0.094	0.046	2.342	50.50	1.400	51.90	17.03	2.075	19.11	0.397	0.000	73.74
	バター07	82.2	2.550	0.067	0.080	0.000	2.697	50.61	1.290	51.90	16.93	2.539	19.47	0.367	0.000	74.43
	バター08	83.6	1.861	0.000	0.094	0.000	1.955	51.36	1.536	52.90	16.52	1.622	18.14	0.318	0.000	73.31
	バター09	81.5	2.201	0.000	0.091	0.044	2.337	51.67	1.437	53.11	16.28	1.984	18.26	0.395	0.000	74.10
	バター10	81.4	4.598	0.081	0.000	0.160	4.838	49.07	1.447	50.51	14.80	1.222	16.02	0.914	0.054	72.34
牛乳	牛乳 01	3.5	0.110	0.000	0.004	0.000	0.114	2.290	0.061	2.351	0.814	0.122	0.936	0.017	0.000	3.418
	牛乳 02	4.0	0.112	0.000	0.004	0.000	0.117	2.416	0.064	2.481	0.854	0.128	0.982	0.018	0.000	3.597
	牛乳 03	3.7	0.113	0.000	0.004	0.000	0.117	2.326	0.062	2.387	0.831	0.122	0.953	0.017	0.000	3.475
	牛乳 04	4.0	0.101	0.000	0.004	0.002	0.107	2.485	0.070	2.555	0.852	0.105	0.957	0.019	0.000	3.638
	牛乳 05	3.8	0.115	0.003	0.004	0.000	0.123	2.406	0.065	2.471	0.856	0.125	0.981	0.017	0.000	3.592
	牛乳 06	3.7	0.114	0.003	0.004	0.002	0.124	2.398	0.066	2.465	0.844	0.106	0.949	0.020	0.000	3.558
	牛乳 07	3.9	0.107	0.000	0.005	0.002	0.114	2.465	0.070	2.535	0.838	0.103	0.941	0.021	0.000	3.610
	牛乳 08	3.7	0.111	0.000	0.005	0.002	0.118	2.337	0.065	2.402	0.848	0.114	0.962	0.023	0.000	3.505
ヨーグルト	ヨーグルト 01	2.9	0.111	0.002	0.000	0.003	0.116	1.811	0.054	1.865	0.613	0.076	0.689	0.021	0.000	2.691
	ヨーグルト 02	2.9	0.081	0.000	0.003	0.000	0.084	1.880	0.049	1.930	0.641	0.079	0.720	0.014	0.000	2.748
	ヨーグルト 03	2.8	0.088	0.002	0.003	0.000	0.093	1.785	0.048	1.833	0.615	0.084	0.700	0.015	0.000	2.640
	ヨーグルト 04	2.9	0.129	0.003	0.000	0.003	0.135	1.771	0.054	1.825	0.612	0.071	0.683	0.025	0.000	2.669
	ヨーグルト 05	3.7	0.109	0.003	0.005	0.000	0.116	2.408	0.061	2.469	0.864	0.111	0.974	0.016	0.000	3.576
	ヨーグルト 06	3.9	0.106	0.003	0.005	0.002	0.116	2.512	0.070	2.582	0.879	0.104	0.983	0.019	0.000	3.700
	ヨーグルト 07	1.8	0.057	0.000	0.000	0.000	0.057	1.133	0.030	1.163	0.397	0.057	0.454	0.009	0.000	1.684
	ヨーグルト 08	4.2	0.107	0.002	0.004	0.002	0.115	2.629	0.070	2.699	0.878	0.101	0.980	0.018	0.000	3.813

チーズ	ヨーグルト 09	4.2	0.052	0.000	0.000	0.000	0.052	3.387	0.037	3.424	0.415	0.045	0.460	0.010	0.000	3.946
	チーズ 01	22.6	1.007	0.022	0.022	0.032	1.083	14.43	0.438	14.87	4.852	0.504	5.356	0.221	0.011	21.54
	チーズ 02	21.3	0.653	0.000	0.023	0.013	0.689	14.03	0.368	14.39	4.909	0.615	5.524	0.108	0.000	20.72
	チーズ 03	22.1	0.699	0.000	0.026	0.013	0.738	14.87	0.389	15.26	5.108	0.731	5.839	0.111	0.000	21.94
	チーズ 04	28.1	0.697	0.000	0.032	0.000	0.730	18.35	0.509	18.86	5.833	0.668	6.501	0.144	0.000	26.23
	チーズ 05	27.0	0.991	0.022	0.027	0.027	1.067	17.88	0.534	18.42	5.533	0.604	6.136	0.202	0.010	25.83
	チーズ 06	25.3	0.709	0.022	0.025	0.014	0.770	16.77	0.425	17.20	5.215	0.562	5.778	0.109	0.000	23.85
	チーズ 07	24.3	0.696	0.000	0.030	0.015	0.742	16.63	0.494	17.12	4.952	0.553	5.505	0.134	0.000	23.50
	チーズ 08	17.8	0.509	0.000	0.023	0.012	0.544	12.87	0.351	13.22	4.147	0.487	4.634	0.090	0.000	18.49
	チーズ 09	27.0	0.818	0.000	0.030	0.000	0.848	17.67	0.503	18.17	6.261	0.606	6.868	0.136	0.000	26.03
	チーズ 10	27.2	0.147	0.026	0.196	0.000	0.368	5.233	0.094	5.328	16.07	6.735	22.81	0.045	0.000	28.55
チーズ 11	25.0	0.000	0.081	0.000	0.000	0.081	12.20	0.000	12.20	9.723	2.440	12.16	0.000	0.000	24.45	
牛肉	牛肉 01	23.3	0.457	0.000	0.023	0.000	0.480	9.200	0.127	9.327	11.63	1.006	12.63	0.071	0.000	22.51
	牛肉 02	15.3	0.301	0.000	0.000	0.000	0.301	5.515	0.087	5.603	6.838	0.622	7.460	0.042	0.000	13.41
	牛肉 03	16.8	0.363	0.000	0.000	0.000	0.363	7.341	0.084	7.426	7.069	0.708	7.777	0.038	0.000	15.60
	牛肉 04	17.1	1.248	0.000	0.000	0.000	1.248	8.934	0.153	9.087	6.124	0.884	7.008	0.067	0.000	17.41
	牛肉 05	8.5	0.406	0.000	0.000	0.000	0.406	4.270	0.086	4.356	2.720	0.500	3.220	0.019	0.000	8.000
	牛肉 06	7.1	0.203	0.000	0.000	0.000	0.203	3.384	0.058	3.443	2.675	0.353	3.028	0.024	0.000	6.698
	牛肉 07	38.0	0.392	0.000	0.041	0.000	0.433	12.77	0.238	13.01	23.20	0.751	23.95	0.165	0.000	37.56
	牛肉 08	49.0	1.439	0.043	0.053	0.000	1.535	17.84	0.333	18.18	25.86	1.447	27.31	0.232	0.000	47.25
	牛肉 09	50.4	0.622	0.041	0.058	0.000	0.721	16.41	0.449	16.86	29.82	1.075	30.90	0.281	0.000	48.76
	牛肉 10	13.1	0.721	0.000	0.000	0.000	0.721	6.833	0.105	6.938	4.644	0.311	4.955	0.045	0.000	12.66
	牛肉 11	19.5	1.098	0.000	0.000	0.000	1.098	8.762	0.099	8.862	8.655	0.449	9.104	0.065	0.000	19.13
	牛肉 12	53.0	0.378	0.000	0.073	0.000	0.451	19.67	0.447	20.12	30.60	0.874	31.47	0.149	0.000	52.19
	牛肉 13	34.9	0.492	0.000	0.000	0.000	0.492	11.33	0.175	11.50	20.39	0.658	21.04	0.103	0.000	33.14
	牛肉 14	45.2	1.595	0.035	0.049	0.000	1.679	17.35	0.323	17.68	24.43	1.325	25.75	0.166	0.000	45.28
	牛肉 15	20.5	1.438	0.011	0.000	0.000	1.448	9.267	0.132	9.400	8.103	0.507	8.610	0.105	0.000	19.56
	牛肉 16	21.9	0.337	0.012	0.000	0.000	0.349	8.985	0.119	9.104	10.60	0.482	11.08	0.047	0.000	20.58
	牛肉 17	14.2	0.412	0.012	0.000	0.000	0.424	5.656	0.061	5.717	7.777	0.442	8.219	0.043	0.000	14.40
	牛肉 18	8.9	0.123	0.000	0.000	0.000	0.123	2.570	0.034	2.604	3.476	0.317	3.793	0.021	0.000	6.541
	牛肉 19	2.8	0.025	0.000	0.000	0.000	0.025	0.982	0.015	0.998	1.096	0.142	1.238	0.007	0.000	2.268
	牛肉 20	6.2	0.307	0.004	0.005	0.000	0.317	2.941	0.046	2.987	2.462	0.243	2.705	0.019	0.000	6.027
クリーム	クリーム 01	41.2	0.021	0.030	0.000	0.000	0.052	26.77	0.000	26.77	10.18	2.549	12.73	0.000	0.000	39.55
	クリーム 02	34.3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.38	0.000	20.38	7.715	1.973	9.688	0.000	0.000	30.07
	クリーム 03	32.8	0.489	0.000	0.000	0.000	0.489	15.94	0.247	16.18	9.776	1.972	11.75	0.068	0.000	28.49
	クリーム 04	38.2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.23	0.000	27.23	6.605	2.022	8.627	0.000	0.000	35.86
	クリーム 05	38.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.16	0.000	27.16	6.606	2.020	8.626	0.000	0.000	35.78
	クリーム 06	25.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.82	0.000	19.82	3.413	1.022	4.435	0.000	0.000	24.26
	クリーム 07	40.3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.40	0.000	27.40	9.472	1.721	11.19	0.000	0.000	38.59
	クリーム 08	25.2	0.847	0.023	0.026	0.019	0.914	16.87	0.484	17.35	5.079	0.536	5.615	0.153	0.000	24.03
菓子	菓子 01	28.3	0.890	0.024	0.026	0.024	0.965	17.23	0.421	17.66	6.568	1.057	7.624	0.148	0.011	26.40
	菓子 02	19.4	0.000	0.050	0.000	0.000	0.050	7.430	0.000	7.430	7.905	2.662	10.57	0.000	0.000	18.05
	菓子 03	29.6	0.788	0.024	0.024	0.010	0.846	17.29	0.338	17.63	7.318	1.218	8.536	0.080	0.000	27.09
	菓子 04	18.0	0.000	0.047	0.000	0.000	0.047	6.720	0.000	6.720	6.631	2.257	8.888	0.000	0.000	15.66
	菓子 05	28.5	0.000	0.213	0.000	0.000	0.213	13.38	0.000	13.38	12.41	2.745	15.15	0.000	0.000	28.74
	菓子 06	38.2	0.000	0.090	0.000	0.000	0.090	16.59	0.000	16.59	17.14	3.842	20.98	0.000	0.000	37.66

菓子 07	25.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.218	0.000	2.218	20.43	1.691	22.12	0.000	0.000	24.34
菓子 08	19.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.685	0.000	1.685	15.19	2.107	17.30	0.000	0.000	18.98
菓子 09	3.8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.635	0.000	0.635	0.703	2.050	2.753	0.000	0.000	3.388
菓子 10	19.0	0.000	0.061	0.000	0.000	0.061	8.916	0.000	8.916	6.739	3.015	9.754	0.000	0.000	18.73
菓子 11	28.0	2.049	0.125	0.000	0.000	2.174	15.30	0.000	15.30	10.12	1.821	11.94	0.000	0.000	29.41
菓子 12	31.0	2.284	0.112	0.000	0.000	2.396	15.97	0.000	15.97	10.93	1.753	12.68	0.000	0.000	31.04

表 23. 各検体におけるトランス脂肪酸、飽和脂肪酸、シス不飽和脂肪酸及び CLA 含有量 (脂質 100 g あたり)

検体	脂質含有量 (g/100 g)	脂肪酸含有量 (g/脂質 100 g)														
		C18:1 トランス 脂肪酸	C18:2 トランス 脂肪酸	C18:3 トランス 脂肪酸	その他の モノエン トランス 脂肪酸	総トランス 脂肪酸	直鎖 飽和 脂肪酸	分岐鎖 飽和 脂肪酸	総飽和 脂肪酸	シス 一価 不飽和 脂肪酸	シス 多価 不飽和 脂肪酸	総シス 不飽和 脂肪酸	トランス CLA	シス CLA	総脂肪酸	
植物性油脂	油脂 01	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	88.23	0.032	88.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	88.26
	油脂 02	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.21	0.000	10.21	19.64	65.53	85.18	0.000	0.000	95.39
	油脂 03	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.821	0.000	8.821	20.33	65.51	85.85	0.000	0.000	94.67
	油脂 04	100.0	0.000	0.000	1.177	0.000	1.177	10.21	0.000	10.21	20.89	61.48	82.37	0.000	0.000	93.76
	油脂 05	100.0	0.000	0.000	0.246	0.000	0.246	7.033	0.000	7.033	12.31	73.24	85.55	0.000	0.000	92.83
	油脂 06	100.0	0.000	0.084	3.589	0.000	3.674	7.995	0.000	7.995	17.12	63.86	80.97	0.000	0.000	92.64
	油脂 07	100.0	0.000	0.000	1.027	0.000	1.027	7.736	0.000	7.736	14.17	69.71	83.88	0.000	0.000	92.65
	油脂 08	100.0	0.000	0.209	1.062	0.000	1.271	17.52	0.000	17.52	51.40	21.64	73.04	0.000	0.000	91.82
	油脂 09	100.0	0.000	0.000	0.235	0.000	0.235	10.03	0.000	10.03	19.13	62.24	81.37	0.000	0.000	91.64
	油脂 10	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.36	0.000	90.36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.36
	油脂 11	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.53	0.000	90.53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.53
	油脂 12	100.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.61	0.000	90.61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.61
バター	バター01	81.0	3.055	0.000	0.105	0.053	3.213	61.15	1.651	62.80	20.81	2.912	23.72	0.456	0.000	90.19
	バター02	81.0	2.954	0.000	0.111	0.061	3.126	63.20	1.835	65.03	20.63	2.518	23.15	0.587	0.000	91.90
	バター03	81.1	2.672	0.000	0.102	0.051	2.825	64.07	1.743	65.81	20.30	2.496	22.80	0.432	0.000	91.86
	バター04	82.2	2.888	0.000	0.111	0.060	3.059	61.80	1.753	63.55	20.96	2.574	23.53	0.509	0.000	90.65
	バター05	81.6	2.604	0.000	0.100	0.000	2.704	62.76	1.715	64.48	20.20	2.438	22.63	0.428	0.000	90.25
	バター06	82.0	2.685	0.000	0.114	0.056	2.856	61.58	1.707	63.29	20.77	2.531	23.30	0.485	0.000	89.93
	バター07	82.2	3.103	0.081	0.097	0.000	3.281	61.57	1.570	63.14	20.59	3.088	23.68	0.446	0.000	90.55
	バター08	83.6	2.226	0.000	0.112	0.000	2.338	61.44	1.838	63.27	19.76	1.940	21.70	0.380	0.000	87.69
	バター09	81.5	2.701	0.000	0.112	0.054	2.867	63.40	1.763	65.16	19.97	2.435	22.41	0.485	0.000	90.92
	バター10	81.4	5.648	0.099	0.000	0.196	5.943	60.28	1.778	62.06	18.18	1.501	19.68	1.123	0.066	88.87
牛乳	牛乳 01	3.5	3.113	0.000	0.115	0.000	3.228	65.06	1.744	66.81	23.14	3.464	26.60	0.492	0.000	97.13
	牛乳 02	4.0	2.781	0.000	0.111	0.000	2.891	59.95	1.594	61.54	21.20	3.177	24.37	0.442	0.000	89.25
	牛乳 03	3.7	3.066	0.000	0.114	0.000	3.179	62.99	1.672	64.67	22.50	3.299	25.80	0.466	0.000	94.11
	牛乳 04	4.0	2.524	0.000	0.112	0.052	2.688	62.29	1.747	64.04	21.36	2.622	23.98	0.473	0.000	91.18
	牛乳 05	3.8	3.039	0.084	0.117	0.000	3.239	63.54	1.713	65.26	22.62	3.292	25.91	0.460	0.000	94.87
	牛乳 06	3.7	3.055	0.082	0.118	0.061	3.317	64.13	1.772	65.90	22.55	2.827	25.38	0.543	0.000	95.14
	牛乳 07	3.9	2.766	0.000	0.129	0.055	2.950	63.59	1.795	65.38	21.61	2.660	24.27	0.529	0.000	93.13
	牛乳 08	3.7	3.022	0.000	0.126	0.061	3.209	63.49	1.776	65.26	23.05	3.092	26.14	0.615	0.000	95.22
ヨーグルト	ヨーグルト 01	2.9	3.861	0.080	0.000	0.092	4.033	63.09	1.886	64.97	21.36	2.651	24.01	0.734	0.000	93.75
	ヨーグルト 02	2.9	2.787	0.000	0.112	0.000	2.899	64.55	1.696	66.25	22.02	2.708	24.73	0.474	0.000	94.34
	ヨーグルト 03	2.8	3.078	0.075	0.111	0.000	3.264	62.76	1.681	64.44	21.64	2.958	24.60	0.514	0.000	92.81
	ヨーグルト 04	2.9	4.475	0.095	0.000	0.111	4.681	61.31	1.882	63.19	21.19	2.472	23.66	0.878	0.000	92.42
	ヨーグルト 05	3.7	2.927	0.080	0.125	0.000	3.131	64.90	1.649	66.55	23.28	2.981	26.26	0.442	0.000	96.39
	ヨーグルト 06	3.9	2.692	0.069	0.132	0.051	2.944	63.85	1.781	65.64	22.33	2.655	24.99	0.483	0.000	94.05
	ヨーグルト 07	1.8	3.134	0.000	0.000	0.000	3.134	61.86	1.662	63.53	21.68	3.097	24.78	0.509	0.000	91.95
	ヨーグルト 08	4.2	2.512	0.057	0.104	0.050	2.722	61.95	1.656	63.61	20.70	2.389	23.09	0.434	0.000	89.85

チーズ	ヨーグルト 09	4.2	1.240	0.000	0.000	0.000	1.240	80.98	0.890	81.87	9.919	1.073	10.99	0.248	0.000	94.35
	チーズ 01	22.6	4.460	0.095	0.098	0.143	4.796	63.92	1.938	65.86	21.49	2.231	23.72	0.978	0.049	95.40
	チーズ 02	21.3	3.070	0.000	0.110	0.059	3.239	65.91	1.728	67.64	23.07	2.892	25.96	0.507	0.000	97.35
	チーズ 03	22.1	3.157	0.000	0.118	0.059	3.334	67.13	1.759	68.89	23.07	3.299	26.37	0.503	0.000	99.10
	チーズ 04	28.1	2.481	0.000	0.115	0.000	2.596	65.29	1.811	67.10	20.75	2.378	23.13	0.514	0.000	93.34
	チーズ 05	27.0	3.665	0.081	0.101	0.100	3.947	66.14	1.975	68.11	20.46	2.233	22.70	0.749	0.037	95.54
	チーズ 06	25.3	2.806	0.087	0.097	0.054	3.044	66.33	1.681	68.01	20.63	2.223	22.85	0.431	0.000	94.33
	チーズ 07	24.3	2.859	0.000	0.125	0.063	3.048	68.34	2.031	70.37	20.35	2.271	22.63	0.551	0.000	96.59
	チーズ 08	17.8	2.854	0.000	0.127	0.065	3.046	72.13	1.965	74.10	23.24	2.730	25.97	0.506	0.000	103.62
	チーズ 09	27.0	3.028	0.000	0.112	0.000	3.141	65.45	1.864	67.32	23.19	2.245	25.44	0.505	0.000	96.40
	チーズ 10	27.2	0.540	0.095	0.719	0.000	1.354	19.25	0.347	19.60	59.11	24.77	83.88	0.167	0.000	105.00
チーズ 11	25.0	0.000	0.324	0.000	0.000	0.324	48.73	0.000	48.73	38.82	9.743	48.57	0.000	0.000	97.62	
牛肉	牛肉 01	23.3	1.959	0.000	0.101	0.000	2.060	39.48	0.547	40.03	49.90	4.316	54.21	0.304	0.000	96.61
	牛肉 02	15.3	1.968	0.000	0.000	0.000	1.968	36.05	0.570	36.62	44.70	4.067	48.76	0.272	0.000	87.63
	牛肉 03	16.8	2.159	0.000	0.000	0.000	2.159	43.63	0.501	44.13	42.01	4.210	46.22	0.226	0.000	92.74
	牛肉 04	17.1	7.291	0.000	0.000	0.000	7.291	52.17	0.895	53.07	35.76	5.164	40.93	0.389	0.000	101.67
	牛肉 05	8.5	4.800	0.000	0.000	0.000	4.800	50.49	1.011	51.50	32.15	5.916	38.07	0.224	0.000	94.59
	牛肉 06	7.1	2.879	0.000	0.000	0.000	2.879	47.97	0.828	48.80	37.91	5.008	42.92	0.342	0.000	94.93
	牛肉 07	38.0	1.032	0.000	0.108	0.000	1.140	33.65	0.626	34.27	61.13	1.978	63.11	0.436	0.000	98.96
	牛肉 08	49.0	2.935	0.088	0.107	0.000	3.130	36.38	0.680	37.06	52.72	2.950	55.67	0.472	0.000	96.33
	牛肉 09	50.4	1.234	0.081	0.116	0.000	1.431	32.56	0.891	33.45	59.16	2.133	61.30	0.558	0.000	96.73
	牛肉 10	13.1	5.511	0.000	0.000	0.000	5.511	52.27	0.800	53.07	35.52	2.376	37.90	0.342	0.000	96.82
	牛肉 11	19.5	5.631	0.000	0.000	0.000	5.631	44.95	0.510	45.46	44.40	2.303	46.70	0.333	0.000	98.13
	牛肉 12	53.0	0.714	0.000	0.138	0.000	0.852	37.13	0.844	37.98	57.75	1.649	59.40	0.281	0.000	98.51
	牛肉 13	34.9	1.409	0.000	0.000	0.000	1.409	32.43	0.501	32.93	58.37	1.884	60.26	0.294	0.000	94.89
	牛肉 14	45.2	3.533	0.076	0.109	0.000	3.719	38.43	0.716	39.15	54.10	2.934	57.04	0.367	0.000	100.27
	牛肉 15	20.5	7.014	0.052	0.000	0.000	7.066	45.21	0.645	45.85	39.53	2.475	42.00	0.514	0.000	95.44
	牛肉 16	21.9	1.540	0.054	0.000	0.000	1.593	41.03	0.542	41.57	48.39	2.199	50.59	0.216	0.000	93.97
	牛肉 17	14.2	2.894	0.083	0.000	0.000	2.978	39.74	0.429	40.17	54.64	3.108	57.75	0.303	0.000	101.20
	牛肉 18	8.9	1.391	0.000	0.000	0.000	1.391	28.99	0.389	29.38	39.21	3.578	42.79	0.234	0.000	73.80
	牛肉 19	2.8	0.914	0.000	0.000	0.000	0.914	35.25	0.549	35.80	39.33	5.107	44.43	0.260	0.000	81.41
	牛肉 20	6.2	4.986	0.064	0.088	0.000	5.139	47.72	0.739	48.45	39.95	3.943	43.89	0.302	0.000	97.78
クリーム	クリーム 01	41.2	0.051	0.074	0.000	0.000	0.125	64.94	0.000	64.94	24.69	6.185	30.88	0.000	0.000	95.95
	クリーム 02	34.3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	59.34	0.000	59.34	22.47	5.744	28.21	0.000	0.000	87.55
	クリーム 03	32.8	1.492	0.000	0.000	0.000	1.492	48.63	0.754	49.39	29.83	6.019	35.85	0.208	0.000	86.94
	クリーム 04	38.2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	71.24	0.000	71.24	17.28	5.290	22.57	0.000	0.000	93.81
	クリーム 05	38.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	71.53	0.000	71.53	17.40	5.320	22.72	0.000	0.000	94.26
	クリーム 06	25.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	77.75	0.000	77.75	13.39	4.007	17.39	0.000	0.000	95.14
	クリーム 07	40.3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	67.97	0.000	67.97	23.49	4.269	27.76	0.000	0.000	95.74
	クリーム 08	25.2	3.355	0.090	0.102	0.074	3.622	66.82	1.916	68.73	20.12	2.123	22.24	0.605	0.000	95.20
菓子	菓子 01	28.3	3.141	0.084	0.093	0.085	3.404	60.81	1.487	62.29	23.17	3.728	26.90	0.524	0.040	93.16
	菓子 02	19.4	0.000	0.259	0.000	0.000	0.259	38.27	0.000	38.27	40.72	13.71	54.43	0.000	0.000	92.96
	菓子 03	29.6	2.658	0.080	0.080	0.035	2.853	58.33	1.142	59.47	24.68	4.108	28.79	0.270	0.000	91.38
	菓子 04	18.0	0.000	0.261	0.000	0.000	0.261	37.36	0.000	37.36	36.87	12.55	49.42	0.000	0.000	87.05
	菓子 05	28.5	0.000	0.746	0.000	0.000	0.746	46.90	0.000	46.90	43.49	9.623	53.11	0.000	0.000	100.76
	菓子 06	38.2	0.000	0.236	0.000	0.000	0.236	43.45	0.000	43.45	44.88	10.06	54.94	0.000	0.000	98.63

菓子 07	25.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.878	0.000	8.878	81.77	6.770	88.54	0.000	0.000	97.42
菓子 08	19.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.855	0.000	8.855	79.81	11.07	90.88	0.000	0.000	99.73
菓子 09	3.8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.89	0.000	16.89	18.71	54.53	73.24	0.000	0.000	90.13
菓子 10	19.0	0.000	0.323	0.000	0.000	0.323	47.04	0.000	47.04	35.55	15.90	51.46	0.000	0.000	98.82
菓子 11	28.0	7.328	0.447	0.000	0.000	7.775	54.72	0.000	54.72	36.19	6.512	42.71	0.000	0.000	105.20
菓子 12	31.0	7.366	0.360	0.000	0.000	7.726	51.49	0.000	51.49	35.25	5.652	40.90	0.000	0.000	100.12

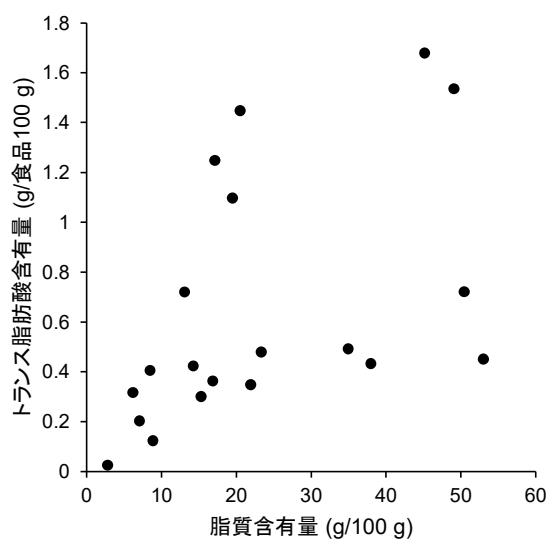


図 6. 牛肉における脂質含有量とトランス脂肪酸含有量 (食品 100 g あたり) の関連性

表 24. 本研究及び過去の調査結果の比較

食品	本研究			過去調査 (H18食安委)		
	検体数	脂質 (g/食品 100 g)	トランス脂肪酸 (g/食品 100 g)	検体数	脂質 (g/食品 100 g)	トランス脂肪酸 (g/食品 100 g)
		中央値 [範囲]	中央値 [範囲]		中央値 [範囲]	中央値 [範囲]
油脂	12	100	0.15 [0.0-3.7]	10 食用植物油	100	0.93 [0.0-1.7]
	60 (R4・5農水)	100	0.64 [0.17-1.5]	12 食用調合油	100	2.3 [0.73-2.8]
バター	10	81.6 [81.0-83.6]	2.4 [2.0-4.8]	13	83.4 [81.7-85.4]	1.9 [1.7-2.2]
牛乳	8	3.8 [3.5-4.0]	0.12 [0.11-0.12]	21	3.9 [3.0-5.0]	0.089 [0.069-0.13]
ヨーグルト	9	2.9 [1.8-4.2]	0.12 [0.052-0.14]	4	3.5 [2.7-4.1]	0.087 [0.065-0.11]
チーズ	11	25.0 [17.8-28.1]	0.74 [0.081-1.1]	27	26.1 [22.1-36.8]	0.83 [0.48-1.5]
クリーム	8	36.2 [25.2-41.2]	0 [0.0-0.91]	10	27.8 [1.0-47.6]	1.7 [0.011-12.5]
菓子	8	26.7 [18.0-38.2]	0.07 [0.0-0.97]	113	22.9 [0.40-46.2]	0.47 [0.0030-7.3]
	170 (R4・5農水)	27 [3.9-40]	0.16 [0.03-1.5]			
ポップコーンの素	4	23.5 [3.8-31.0]	1.1 [0.0-2.4]	1	36.8	12.7
牛肉	14	21.2 [2.8-53.0]	0.47 [0.025-1.7]	70	22.2 [1.5-57.3]	0.49 [0.012-1.4]
牛肉 (ハラミ)	6	16.1 [7.1-23.3]	0.38 [0.20-1.2]	3	40.6 [29.6-59.4]	1.2 [0.79-1.5]

3 研究項目：日本人におけるトランス脂肪酸の摂取量に関する調査及び推計（近藤一成（昭和女子大学）、小泉美和子（昭和女子大学）、山崎由貴（国立医薬品食品衛生研究所））

（1）研究内容

本研究 2-（2）食品中のトランス脂肪酸含有量の実態調査で得られた分析データから食品群別摂取量と食品 100 g あたりの脂質含有量を求め、厚生労働省から提供された国民健康・栄養調査データをもとに食品群別トランス脂肪酸 1 日摂取量を推計する。食品群別トランス脂肪酸 1 日摂取量（個人ごと）を用いて、性別・年齢階層別の解析を実施した。日本人における最新のトランス脂肪酸摂取実態を明らかにした上、トランス脂肪酸を多く摂取している集団（高摂取者）の存在がないか、飽和脂肪酸を過剰に摂取している可能性がないかなど、総合的に解析を行った。

（2）方法

1）国民健康・栄養調査による摂取量のデータ

厚生労働省から令和 7 年（2025 年）5 月 20 日現在で入手できる個人データとして、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データを用いた。提供されたデータは、1 次データではなく、全ての食品が小分類 98 に分けられた食品群別摂取量（重量）であった。さらに、栄養素摂取データとして、エネルギー、総脂質及び飽和脂肪酸等の摂取量に関する個人データに関しても提供を受けた。

2）本研究による食品中トランス脂肪酸含有量のデータ

本研究 2-（2）で分析対象とした植物性油脂（アマニ油、えごま油、中鎖脂肪酸油等）、バター、牛乳、ヨーグルト、チーズ、牛肉、クリーム、菓子（海外製の菓子、ポップコーンの素等）について、摂取量データを算出するために、食品 100 g あたりのトランス脂肪酸及び飽和脂肪酸の含有量を用いた。各食品は、先述の国民健康・栄養調査（平成 27 年から令和元年）における小分類 98 の該当項目に配分した。各食品の国民健康・栄養調査の食品群における対応を表 1 に示す。

3）農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量のデータ

農林水産省では食品中のトランス脂肪酸の含有実態を把握するために継続的に調査を実施しており、令和 4 年度（2022 年）及び令和 5 年度（2023 年）のデータについて農林水産省から提供を受けた。これらの農林水産省による調査の対象食品は、市場に流通する油脂類や油脂を原材料とする加工食品である。食品試料及び分析方法の詳細は、農林水産省のホームページにおいて公開されている。

本研究で用いた農林水産省の食品データは、令和 4 及び 5 年度の調査対象食品からは、穀類、油脂類、菓子類及び調味料・香辛料類である。摂取量データを算出するために、食品 100 g あたりのトランス脂肪酸及び飽和脂肪酸の含有量を用いた。各食品は、先述の国民健康・栄養調査（2015 年から 2019 年）における小分類 98 の該当項目に配分した。各食品の国民健康・栄養調査の食品群における対応を表 1 に示す。

表 1 : 国民健康・栄養調査（2015～2019年）の食品分類：食品試料との対応

国民健康・栄養調査の食品分類						国立医薬品食品衛生研究所	農林水産省		
大分類	大分類 番号	中分類	中分類 番号	小分類	小分類 番号	食品試料	食品試料		
穀類	1	米・ 加工品	1	米	1				
				米加工品	2				
				小麦粉類	3				
		小麦・ 加工品	2			パン類 (菓子パンを除く)	4		食パン, ロールパン, クロワッサン, 乾パン
						菓子パン類	5		チョココロネ, チョコパン, デニッ シュ, クリームパン, 調理パン, 総 菜パン
						うどん、中華めん類	6		
						即席中華めん	7		即席めん
						パスタ	8		
						その他の小麦加工品	9		
						そば・加工品	10		
		その他の 穀類・ 加工品	3			とうもろこし・加工品	11		ポップコーン
						その他の穀類	12		

肉類	11	畜肉	21	牛肉	61	牛肉			
				豚肉	62				
				ハム、ソーセージ類	63				
				その他の畜肉	64				
		鳥類	22			鶏肉	65		
						その他の鳥肉	66		
		肉類 (内臓)	23			肉類(内臓)	67		
		その他の 肉類	24			鯨肉	68		
						その他の肉・加工品	69		

(次項に続く)

(前項からの続き)

卵類	12	卵類	25	卵類	70		
乳類	13	牛乳・乳製品	26	牛乳	71	牛乳	
				チーズ	72	チーズ	
				発酵乳・乳酸菌飲料	73	ヨーグルト	
		その他の乳製品	74	乳等を主要原料とする食品（ホイップ等）	クリーム類, コーヒークリーム, アイスクリーム		
		その他の乳類	27	その他の乳類	75		
油脂類	14	油脂類	28	バター	76	バター	
				マーガリン	77		マーガリン, コンパウンドマーガリン, ファットスプレッド, 乳等を主要原料とする食品（チューブバターやソフトバター）
				植物性油脂	78	油脂（アマニ油等）	食用植物油脂
				動物性油脂	79		調製ラード
				その他の油脂	80		ショートニング
菓子類	15	菓子類	29	和菓子類	81		米菓
				ケーキ・ペストリー類	82		ショートケーキ, アップルパイ, デニッシュ, シュークリーム, ドーナツ, 半生ケーキ
				ビスケット類	83	ビスケット, 焼菓子	ビスケット類
				キャンデー類	84		
				その他の菓子類	85	ポテトチップス, スナック菓子, ポップコーン	ポテトチップス, ポテト系スナック菓子, コーン系スナック菓子, プリン, チョコレート
嗜好飲料類	16	アルコール飲料	30	日本酒	86		
				ビール	87		
				洋酒・その他	88		
	その他の嗜好飲料	31	茶	89			
			コーヒー・ココア	90		粉末プレミックス飲料	
			その他の嗜好飲料	91		粉末清涼飲料	
調味料・香辛料類	17	調味料	32	ソース	92		
				しょうゆ	93		
				塩	94		
				マヨネーズ	95		マヨネーズ
				味噌	96		
				その他の調味料	97		クリーミードレッシング, 乳化液状ドレッシング, カレールウ, シチュールウ, ハヤシルウ
	香辛料・その他	33	香辛料・その他	98			

4) トランス脂肪酸摂取量の計算

日本人におけるトランス脂肪酸及び飽和脂肪酸の一日あたり摂取量は、以下のように計算処理した。なお、ここではトランス脂肪酸量に共役リノール酸を含めていない。

- Step-1 :

国民健康・栄養調査の個人データ 2015～2019 年度（食品群別摂取量、栄養素データの 2 つを使用）を、性別、年齢区分（1-6, 7-14, 15-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60+）でデータを分割したあとに、性別、年齢区分別に全年度分を結合した。

- Step-2

含有量調査データは、本研究における国立医薬品食品衛生研究所が実施した分析の値、および、農林水産省が令和 4 年（2022 年）と令和 5 年（2023 年）に実施した分析の値を用いた。これらのデータを、国民健康・栄養調査の小分類ごとに整理して、トランス脂肪酸、および、飽和脂肪酸の小分類ごとの統計値（平均値、中央値、最大値、最小値、標準偏差、95 パーセンタイル）を求めた。

- Step-3

Step-2 の食品群小分類別の平均値（または中央値、95 パーセンタイル）に対して、Step-1 の対応する小分類の一日あたり摂取量を、性別、年齢ごとにかけて、最後に全食品群を合算して、一日摂取量（g/day, ）とした。

- Step-4

Step-3 で算出したトランス脂肪酸及び飽和脂肪酸の一日あたり摂取量（g/day、平均値・中央値・95 パーセンタイル値）に Atwater 係数（9 kcal/g）を乗じ、Step-1 で算出した一日あたり摂取エネルギー（平均値）に占める割合を計算することで、エネルギー比（エネルギー摂取量に占める割合）を求めた。

(3) 結果

1) 解析対象

平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データについて、未記入のあるデータは欠損として扱い、解析データから除外した。調査データ及び解析データの数を表 2 に示す。

表2： 国民健康・栄養調査（2015～2019年）の調査データ数及び解析対象数

年齢 (歳)	男性（人）		女性（人）		総数（人）	
	調査データ	解析対象	調査データ	解析対象	調査データ	解析対象
1～6	2,526	2,342	4,736	4,437	7,262	6,779
7～14	1,958	1,844	1,829	1,705	3,787	3,549
15～19	978	880	957	829	1,935	1,709
20～29	1,713	1,352	1,792	1,429	3,505	2,781
30～39	2,659	2,159	2,816	2,366	5,475	4,525
40～49	3,505	2,807	3,818	3,185	7,323	5,992
50～59	3,275	2,703	3,762	3,265	7,037	5,968
60以上	9,868	8,512	11,914	10,281	21,782	18,793
全年齢	26,482	22,599	31,624	27,497	58,106	50,096

2) エネルギーの摂取量

平成27年(2015年度)から令和元年(2019年)における5年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別のエネルギー摂取量を表3に示す。

表3: エネルギーの摂取量: 国民健康・栄養調査(2015~2019年)より算出

	年齢	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント ンタイル
	(歳)	(kcal/日)					
男性	1~6	1,419	1,386	3,112	501	359	2,045
	7~14	2,191	2,104	6,426	329	607	3,318
	15~19	2,436	2,371	7,591	438	767	3,683
	20~29	2,161	2,128	7,100	420	658	3,251
	30~39	2,124	2,077	5,579	187	622	3,168
	40~49	2,146	2,090	5,719	288	617	3,215
	50~59	2,179	2,127	7,402	200	586	3,185
	60以上	2,093	2,059	5,769	165	538	3,023
女性	1~6	1,314	1,289	2,617	352	328	1,888
	7~14	1,874	1,838	3,678	491	433	2,644
	15~19	1,766	1,745	4,119	153	474	2,588
	20~29	1,640	1,621	4,222	96	485	2,435
	30~39	1,679	1,660	4,189	57	471	2,455
	40~49	1,688	1,676	4,617	137	458	2,460
	50~59	1,719	1,695	5,060	275	436	2,462
	60以上	1,709	1,678	7,079	258	460	2,500

3) 総脂質の摂取量

平成27年(2015年度)から令和元年(2019年)における5年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別の総脂質摂取量を表4に示す。

表4： 総脂質の摂取量：国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント ンタイル
	(歳)	(g/日)					
男性	1～6	46	44	140	3	17	77
	7～14	71	67	252	7	25	118
	15～19	79	76	319	11	33	137
	20～29	70	67	290	1	30	124
	30～39	66	63	210	2	28	116
	40～49	66	62	220	2	27	114
	50～59	65	62	337	0	27	112
	60以上	58	55	221	0	25	103
女性	1～6	42	41	127	1	16	72
	7～14	62	59	161	10	21	101
	15～19	62	58	178	4	24	105
	20～29	56	52	208	1	24	98
	30～39	55	54	182	0	22	95
	40～49	56	54	246	0	23	95
	50～59	56	53	222	2	22	96
	60以上	51	48	277	1	22	91

4) トランス脂肪酸の摂取量：本研究による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

本研究による食品中トランス脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別のトランス脂肪酸摂取量を表 5 に示す。一日あたり摂取量の平均値は、男性では約 0.2～0.5 g、女性では約 0.2～0.4 g であった。また、中央値では男性では約 0.1～0.4 g、女性では約 0.1～0.4 g であった。

表5： トランス脂肪酸の摂取量：国立医薬品食品衛生研究所による
分析結果及び国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント ンタイル
	(歳)	(g/日)					
男性	1～6	0.312	0.277	1.977	0.000	0.261	0.796
	7～14	0.488	0.433	3.027	0.000	0.337	1.109
	15～19	0.378	0.245	4.697	0.000	0.437	1.226
	20～29	0.248	0.087	5.147	0.000	0.392	0.956
	30～39	0.216	0.070	3.430	0.000	0.332	0.875
	40～49	0.206	0.064	2.511	0.000	0.312	0.856
	50～59	0.218	0.080	4.465	0.000	0.334	0.857
	60以上	0.228	0.128	3.246	0.000	0.297	0.811
女性	1～6	0.282	0.240	1.451	0.000	0.243	0.774
	7～14	0.427	0.382	2.473	0.000	0.281	0.948
	15～19	0.263	0.182	2.414	0.000	0.304	0.830
	20～29	0.208	0.088	2.448	0.000	0.303	0.822
	30～39	0.207	0.112	2.429	0.000	0.270	0.719
	40～49	0.215	0.123	2.564	0.000	0.273	0.760
	50～59	0.229	0.148	2.510	0.000	0.268	0.759
	60以上	0.220	0.141	3.205	0.000	0.266	0.729

5) トランス脂肪酸の摂取エネルギー比：本研究による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

本研究による食品中トランス脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別のトランス脂肪酸摂取エネルギー比（エネルギー摂取量に占める割合）を表 6 に示す。一日あたり摂取エネルギー比の平均値は、男女ともに約 0.1～0.2 %であった。中央値では、男女ともに約 0.03～0.2 %であった。

表6： トランス脂肪酸の摂取エネルギー比：
国立医薬品食品衛生研究所による分析結果及び
国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢 (歳)	平均値	中央値 (%E)	95パーセント ンタイル
男性	1～6	0.20	0.18	0.50
	7～14	0.20	0.18	0.46
	15～19	0.14	0.09	0.45
	20～29	0.10	0.04	0.40
	30～39	0.09	0.03	0.37
	40～49	0.09	0.03	0.36
	50～59	0.09	0.03	0.35
	60以上	0.10	0.06	0.35
女性	1～6	0.19	0.16	0.53
	7～14	0.21	0.18	0.46
	15～19	0.13	0.09	0.42
	20～29	0.11	0.05	0.45
	30～39	0.11	0.06	0.39
	40～49	0.11	0.07	0.41
	50～59	0.12	0.08	0.40
	60以上	0.12	0.07	0.38

6) 飽和脂肪酸の摂取量：本研究による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

本研究による食品中飽和脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別の飽和脂肪酸摂取量を表 7 に示す。一日あたり摂取量の平均値は、男性では約 5～12 g、女性では約 5～11 g であった。

表 7：飽和脂肪酸の摂取量：国立医薬品食品衛生研究所による分析結果及び国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

年齢 (歳)	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント ンタイル	
							(g/日)
男性	1～6	9.927	6.220	196.195	0.000	14.996	32.319
	7～14	12.282	9.752	124.918	0.000	11.428	32.218
	15～19	9.253	4.929	132.652	0.000	13.805	32.541
	20～29	6.252	1.969	252.365	0.000	14.682	22.455
	30～39	5.167	1.649	192.896	0.000	11.137	18.814
	40～49	4.933	1.539	239.035	0.000	10.691	18.154
	50～59	5.068	1.904	164.294	0.000	9.969	18.470
	60以上	5.057	2.917	254.541	0.000	8.389	16.996
女性	1～6	9.050	5.418	161.565	0.000	15.049	27.644
	7～14	10.717	8.360	120.221	0.000	10.082	28.677
	15～19	6.903	4.068	130.091	0.000	10.226	25.819
	20～29	5.492	2.025	239.946	0.000	11.526	21.304
	30～39	5.411	2.576	159.508	0.000	9.892	19.110
	40～49	5.488	2.748	129.202	0.000	9.650	18.786
	50～59	5.501	3.390	133.717	0.000	8.192	17.143
	60以上	5.085	3.298	161.331	0.000	7.413	15.699

7) 飽和脂肪酸の摂取エネルギー比：本研究による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

本研究による食品中飽和脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別の飽和脂肪酸摂取エネルギー比（エネルギー摂取量に占める割合）を表 8 に示す。一日あたり摂取エネルギー比の平均値は、男性では約 2～6 %、女性では約 3～6%であった。

表 8： 飽和脂肪酸の摂取エネルギー比：
国立医薬品食品衛生研究所による分析結果
及び国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢 (歳)	平均値	中央値 (%E)	95パーセント ンタイル
男性	1～6	6.30	3.94	20.50
	7～14	5.05	4.01	13.23
	15～19	3.42	1.82	12.02
	20～29	2.60	0.82	9.35
	30～39	2.19	0.70	7.97
	40～49	2.07	0.65	7.61
	50～59	2.09	0.79	7.63
	60以上	2.17	1.25	7.31
女性	1～6	6.20	3.71	18.93
	7～14	5.15	4.02	13.77
	15～19	3.52	2.07	13.16
	20～29	3.01	1.11	11.69
	30～39	2.90	1.38	10.25
	40～49	2.93	1.47	10.02
	50～59	2.88	1.78	8.98
	60以上	2.68	1.74	8.27

8) トランス脂肪酸の摂取量：農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いて、平成27年（2015年度）から令和元年（2019年）における5年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別のトランス脂肪酸摂取量を表9に示す。一日あたり摂取量の平均値は、男性では約0.3～0.5g、女性では約0.3～0.4gであった。中央値では、男性では約0.2～0.4g、女性では約0.2～0.3gであった。

表9： トランス脂肪酸の摂取量：農林水産省による分析結果及び国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント
	(歳)	(g/日)					
男性	1～6	0.307	0.209	3.208	0.000	0.354	1.056
	7～14	0.451	0.332	3.594	0.000	0.437	1.378
	15～19	0.499	0.373	3.375	0.000	0.491	1.467
	20～29	0.462	0.307	6.024	0.000	0.594	1.711
	30～39	0.493	0.319	7.587	0.000	0.625	1.879
	40～49	0.492	0.316	4.733	0.000	0.618	1.977
	50～59	0.492	0.315	4.776	0.000	0.609	1.898
	60以上	0.494	0.318	8.398	0.000	0.618	1.764
女性	1～6	0.295	0.207	3.637	0.000	0.329	0.990
	7～14	0.416	0.308	4.153	0.000	0.405	1.230
	15～19	0.401	0.304	4.297	0.000	0.415	1.246
	20～29	0.382	0.262	3.984	0.000	0.468	1.396
	30～39	0.420	0.299	6.599	0.000	0.508	1.463
	40～49	0.406	0.293	4.306	0.000	0.470	1.399
	50～59	0.449	0.314	6.092	0.000	0.524	1.462
	60以上	0.431	0.291	8.774	0.000	0.536	1.508

9) トランス脂肪酸の摂取エネルギー比：農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別のトランス脂肪酸摂取エネルギー比（エネルギー摂取量に占める割合）を表 10 に示す。一日あたり摂取エネルギー比の平均値は、男女ともに約 0.2 %であった。中央値では、男女ともに約 0.15 %であった。

表10： トランス脂肪酸の摂取エネルギー比：
農林水産省による分析結果及び
国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢 (歳)	平均値	中央値 (%E)	95パーセント ンタイル
男性	1～6	0.19	0.13	0.67
	7～14	0.19	0.14	0.57
	15～19	0.18	0.14	0.54
	20～29	0.19	0.13	0.71
	30～39	0.21	0.14	0.80
	40～49	0.21	0.13	0.83
	50～59	0.20	0.13	0.78
	60以上	0.21	0.14	0.76
女性	1～6	0.20	0.14	0.68
	7～14	0.20	0.15	0.59
	15～19	0.20	0.15	0.64
	20～29	0.21	0.14	0.77
	30～39	0.23	0.16	0.78
	40～49	0.22	0.16	0.75
	50～59	0.24	0.16	0.77
	60以上	0.23	0.15	0.79

10) 飽和脂肪酸の摂取量：農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

農林水産省による食品中飽和脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別の飽和脂肪酸摂取量を表 11 に示す。一日あたり摂取量の平均値は、男性では約 10～15 g、女性では約 9～13 g であった。

表11：飽和脂肪酸の摂取量：農林水産省による分析結果及び国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント ンタイル
	(歳)	(g/日)					
男性	1～6	9.507	7.541	62.483	0.000	8.132	25.087
	7～14	13.705	11.203	75.663	0.000	10.507	33.817
	15～19	14.604	12.205	87.367	0.000	11.648	36.676
	20～29	12.496	9.436	110.807	0.000	13.068	37.655
	30～39	13.015	9.638	139.944	0.000	13.509	39.646
	40～49	12.767	9.513	93.898	0.000	13.222	40.657
	50～59	12.858	9.557	94.259	0.000	13.090	40.590
	60以上	12.983	9.867	153.312	0.000	12.990	38.350
女性	1～6	8.922	7.035	74.289	0.000	7.554	23.417
	7～14	12.659	10.527	88.246	0.000	9.705	30.148
	15～19	12.156	9.857	82.290	0.000	10.074	31.531
	20～29	10.839	8.308	87.510	0.000	11.127	32.950
	30～39	11.892	9.486	129.945	0.000	11.557	34.380
	40～49	11.560	9.291	91.188	0.000	10.831	32.335
	50～59	12.517	9.971	111.924	0.000	11.600	34.098
	60以上	11.788	9.102	159.586	0.000	11.614	34.486

11) 飽和脂肪酸の摂取エネルギー比：農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いた結果

農林水産省による食品中飽和脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別の飽和脂肪酸摂取エネルギー比（エネルギー摂取量に占める割合）を表 12 に示す。一日あたり摂取エネルギー比の平均値は、男性では約 5～6 %、女性では約 6～7 %であった。

表12： 飽和脂肪酸の摂取エネルギー比：
農林水産省による分析結果及び
国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢 (歳)	平均値	中央値 (%E)	95パーセント ンタイル
男性	1～6	6.03	4.78	15.91
	7～14	5.63	4.60	13.89
	15～19	5.40	4.51	13.55
	20～29	5.20	3.93	15.68
	30～39	5.51	4.08	16.80
	40～49	5.35	3.99	17.05
	50～59	5.31	3.95	16.76
	60以上	5.58	4.24	16.49
女性	1～6	6.11	4.82	16.04
	7～14	6.08	5.06	14.48
	15～19	6.20	5.02	16.07
	20～29	5.95	4.56	18.08
	30～39	6.38	5.09	18.43
	40～49	6.16	4.95	17.24
	50～59	6.55	5.22	17.86
	60以上	6.21	4.79	18.16

12) トランス脂肪酸の摂取量：本研究及び農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量（統合）を用いた結果

本研究及び農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別のトランス脂肪酸摂取量を表 13 に示す。重複している食品群（その他の乳製品、植物性油脂、その他の菓子）に関しては、農林水産省による食品含有量データを使用した。一日あたり摂取量の平均値は、男性では約 0.6～0.9 g、女性では約 0.6～0.8 g であった。中央値では、男性では約 0.5～0.8 g、女性では約 0.5～0.7 g であった。

表13： トランス脂肪酸の摂取量：本研究及び農林水産省による分析結果（統合）並びに国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント
	(歳)	(g/日)					
男性	1～6	0.620	0.525	3.647	0.000	0.461	1.491
	7～14	0.939	0.825	4.566	0.000	0.584	2.053
	15～19	0.877	0.710	5.084	0.000	0.699	2.257
	20～29	0.709	0.526	6.024	0.000	0.756	2.186
	30～39	0.709	0.505	7.587	0.000	0.751	2.185
	40～49	0.698	0.502	5.686	0.000	0.738	2.217
	50～59	0.710	0.507	5.207	0.000	0.738	2.256
	60以上	0.722	0.550	9.022	0.000	0.716	2.131
女性	1～6	0.576	0.494	3.742	0.000	0.435	1.416
	7～14	0.843	0.745	4.210	0.000	0.530	1.868
	15～19	0.664	0.565	4.986	0.000	0.545	1.679
	20～29	0.590	0.435	4.302	0.000	0.606	1.852
	30～39	0.627	0.506	7.167	0.000	0.616	1.806
	40～49	0.622	0.503	4.960	0.000	0.582	1.775
	50～59	0.678	0.554	6.141	0.000	0.622	1.815
	60以上	0.651	0.515	8.774	0.000	0.633	1.867

13) トランス脂肪酸の摂取エネルギー比：本研究及び農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量（統合）を用いた結果

本研究及び農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別のトランス脂肪酸摂取エネルギー比（エネルギー摂取量に占める割合）を表 14 に示す。重複している食品群（その他の乳製品、植物性油脂、その他の菓子）に関しては、農林水産省の食品含有量データを使用した。一日あたり摂取エネルギー比の平均値は、男女ともに約 0.3～0.4%であった。中央値では、男女ともに約 0.2～0.3%であった。

表14： トランス脂肪酸の摂取エネルギー比：
本研究及び農林水産省による分析結果（統合）
並びに国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢 (歳)	平均値	中央値	95パーセント ンタイル
		(%E)		
男性	1～6	0.39	0.33	0.95
	7～14	0.39	0.34	0.84
	15～19	0.32	0.26	0.83
	20～29	0.30	0.22	0.91
	30～39	0.30	0.21	0.93
	40～49	0.29	0.21	0.93
	50～59	0.29	0.21	0.93
	60以上	0.31	0.24	0.92
女性	1～6	0.39	0.34	0.97
	7～14	0.40	0.36	0.90
	15～19	0.34	0.29	0.86
	20～29	0.32	0.24	1.02
	30～39	0.34	0.27	0.97
	40～49	0.33	0.27	0.95
	50～59	0.35	0.29	0.95
	60以上	0.34	0.27	0.98

14) 飽和脂肪酸の摂取量：本研究及び農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量（統合）を用いた結果

本研究及び農林水産省による食品中飽和脂肪酸含有量を用いて、平成 27 年（2015 年度）から令和元年（2019 年）における 5 年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別の飽和脂肪酸摂取量を表 15 に示す。重複している食品群（その他の乳製品、植物性油脂、その他の菓子）に関しては、農林水産省の食品含有量データを使用した。一日あたり摂取量の平均値は、男性では約 18～26 g、女性では約 16～19 g であった。

表15：飽和脂肪酸の摂取量：本研究及び農林水産省による分析結果（統合）並びに国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差	95パーセント
	(歳)	(g/日)					
男性	1～6	19.435	15.755	196.985	0.000	17.273	47.133
	7～14	25.987	23.012	138.933	0.000	16.223	56.849
	15～19	24.020	19.679	155.016	0.000	19.315	60.332
	20～29	18.749	14.707	265.935	0.000	20.846	53.369
	30～39	18.183	13.962	217.542	0.000	18.978	51.102
	40～49	17.700	13.750	247.467	0.000	18.330	51.241
	50～59	17.927	13.838	210.659	0.000	17.882	50.267
	60以上	18.040	15.046	268.786	0.000	16.410	47.780
女性	1～6	17.972	14.381	172.921	0.000	17.036	42.311
	7～14	18.943	15.935	140.552	0.000	15.360	48.425
	15～19	18.943	15.935	140.552	0.000	15.360	48.425
	20～29	16.331	12.675	252.370	0.000	17.394	46.404
	30～39	17.303	14.267	164.915	0.000	16.376	48.544
	40～49	17.047	14.487	150.113	0.000	15.692	44.400
	50～59	18.018	15.738	189.012	0.000	15.255	45.198
	60以上	16.873	14.287	206.667	0.000	14.792	44.452

15) 飽和脂肪酸の摂取エネルギー比：本研究及び農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量（統合）を用いた結果

本研究及び農林水産省による食品中飽和脂肪酸含有量を用いて、平成27年（2015年度）から令和元年（2019年）における5年分の国民健康・栄養調査の個別データから解析した性別及び年齢階層別の飽和脂肪酸摂取エネルギー比（エネルギー摂取量に占める割合）を表16に示す。重複している食品群（その他の乳製品、植物性油脂、その他の菓子）に関しては、農林水産省の食品含有量データを使用した。一日あたり摂取エネルギー比の平均値は、男性では約7～12%、女性では約9～12%であった。

表16：飽和脂肪酸の摂取エネルギー比：
本研究及び農林水産省による分析結果（統合）
並びに国民健康・栄養調査（2015～2019年）より算出

	年齢 (歳)	平均値	中央値 (%E)	95パーセント ンタイル
男性	1～6	12.33	9.99	29.89
	7～14	10.68	9.45	23.35
	15～19	8.88	7.27	22.29
	20～29	7.81	6.12	22.22
	30～39	7.70	5.92	21.65
	40～49	7.42	5.77	21.49
	50～59	7.40	5.72	20.76
	60以上	7.76	6.47	20.55
女性	1～6	12.31	9.85	28.98
	7～14	9.10	7.65	23.26
	15～19	9.66	8.12	24.68
	20～29	8.96	6.95	25.46
	30～39	9.28	7.65	26.03
	40～49	9.09	7.73	23.68
	50～59	9.44	8.24	23.67
	60以上	8.88	7.52	23.40

16) トランス脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の平均値の比較：本研究又は農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いたとき、二つのデータを統合したとき

トランス脂肪酸の一日あたり摂取量及びエネルギー比の平均値に関する結果を比較できるように、データをまとめたものを表 17 に示す。食品分析データを統合した結果が、当然ながら数値として高い値となった。統合した結果から、摂取量の平均値において、数値が高い年齢は、男性の 7～14 歳及び 15～19 歳並びに女性の 7～14 歳であった。摂取エネルギー比の平均値において、数値が高い年齢は、男女ともに 1～6 歳及び 7～14 歳であった。1～6 歳の数値は男女で同じだが、それ以外の年齢における数値は女性の方が男性よりやや高い傾向であった。

表 17：トランス脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の比較（平均値）

	年齢 (歳)	摂取量 (g/日)			エネルギー比 (%E)		
		本研究	農林水産省	統合	本研究	農林水産省	統合
男性	1～6	0.312	0.307	0.620	0.20	0.19	0.39
	7～14	0.488	0.451	0.939	0.20	0.19	0.39
	15～19	0.378	0.499	0.877	0.14	0.18	0.32
	20～29	0.248	0.462	0.709	0.10	0.19	0.30
	30～39	0.216	0.493	0.709	0.09	0.21	0.30
	40～49	0.206	0.492	0.698	0.09	0.21	0.29
	50～59	0.218	0.492	0.710	0.09	0.20	0.29
	60 以上	0.228	0.494	0.722	0.10	0.21	0.31
女性	1～6	0.282	0.295	0.576	0.19	0.20	0.39
	7～14	0.427	0.416	0.843	0.21	0.20	0.40
	15～19	0.263	0.401	0.664	0.13	0.20	0.34
	20～29	0.208	0.382	0.590	0.11	0.21	0.32
	30～39	0.207	0.420	0.627	0.11	0.23	0.34
	40～49	0.215	0.406	0.622	0.11	0.22	0.33
	50～59	0.229	0.449	0.678	0.12	0.24	0.35
	60 以上	0.220	0.431	0.651	0.12	0.23	0.34

17) トランス脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の中央値の比較：本研究又は農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いたとき、二つのデータを統合したとき

トランス脂肪酸の一日あたり摂取量及びエネルギー比の中央値に関する結果を比較できるように、データをまとめたものを表 18 に示す。食品分析データを統合した結果が、当然ながら数値として高い値となった。統合した結果から、摂取量の中央値において、数値が高い年齢は、男女ともに 7～14 歳及び 15～19 歳であった。摂取エネルギー比の中央値において、数値が高い年齢は、男女ともに 1～6 歳及び 7～14 歳であった。若い世代及び 60 歳以上では男性の方が女性よりやや高い傾向であったが、50～59 歳では女性の方が男性より高い値だった。

表 18：トランス脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の比較（中央値）

年齢 (歳)	摂取量 (g/日) 中 央 値			エネルギー比 (%E) 中 央 値			
	本研究	農林水産省	統合	本研究	農林水産省	統合	
男性	1～6	0.277	0.209	0.525	0.18	0.13	0.33
	7～14	0.433	0.332	0.825	0.18	0.14	0.34
	15～19	0.245	0.373	0.710	0.09	0.14	0.26
	20～29	0.087	0.307	0.526	0.04	0.13	0.22
	30～39	0.070	0.319	0.505	0.03	0.14	0.21
	40～49	0.064	0.316	0.502	0.03	0.13	0.21
	50～59	0.080	0.315	0.507	0.03	0.13	0.21
	60 以上	0.128	0.318	0.550	0.06	0.14	0.24
女性	1～6	0.240	0.207	0.494	0.16	0.14	0.34
	7～14	0.382	0.308	0.745	0.18	0.15	0.36
	15～19	0.182	0.304	0.565	0.09	0.15	0.29
	20～29	0.088	0.262	0.435	0.05	0.14	0.24
	30～39	0.112	0.299	0.506	0.06	0.16	0.27
	40～49	0.123	0.293	0.503	0.07	0.16	0.27
	50～59	0.148	0.314	0.554	0.08	0.16	0.29
	60 以上	0.141	0.291	0.515	0.07	0.15	0.27

18) トランス脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の 95 パーセンタイルの比較：本研究又は農林水産省による食品中トランス脂肪酸含有量を用いたとき、二つのデータを統合したとき

トランス脂肪酸の一日あたり摂取量及びエネルギー比の 95 パーセンタイルに関する結果を比較できるように、データをまとめたものを表 19 に示す。食品分析データを統合した結果が、当然ながら数値として高い値となった。統合した結果から、摂取量の 95 パーセンタイルにおいて、数値が高い年齢は、男性では 15～19 歳及び 50～59 歳、女性では 7～14 歳及び 60 歳以上であった。摂取エネルギー比の 95 パーセンタイルにおいて、数値が高い年齢は、男女ともに 1～6 歳及び 20 歳以上歳であった。摂取量の 95 パーセンタイルでは男性の方が女性より高い値であったが、エネルギー比の 95 パーセンタイルでは女性の方が男性より高い傾向だった。

表 19：トランス脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の比較（95 パーセンタイル）

年齢 (歳)	摂取量 (g/日)			エネルギー比 (%E)			
	95 パーセンタイル			95 パーセンタイル			
	本研究	農林水産省	統合	本研究	農林水産省	統合	
男性	1～6	0.796	1.056	1.491	0.50	0.67	0.95
	7～14	1.109	1.378	2.053	0.46	0.57	0.84
	15～19	1.226	1.467	2.257	0.45	0.54	0.83
	20～29	0.956	1.711	2.186	0.40	0.71	0.91
	30～39	0.875	1.879	2.185	0.37	0.80	0.93
	40～49	0.856	1.977	2.217	0.36	0.83	0.93
	50～59	0.857	1.898	2.256	0.35	0.78	0.93
	60 以上	0.811	1.764	2.131	0.35	0.76	0.92
女性	1～6	0.774	0.990	1.416	0.53	0.68	0.97
	7～14	0.948	1.230	1.868	0.46	0.59	0.90
	15～19	0.830	1.246	1.679	0.42	0.64	0.86
	20～29	0.822	1.396	1.852	0.45	0.77	1.02
	30～39	0.719	1.463	1.806	0.39	0.78	0.97
	40～49	0.760	1.399	1.775	0.41	0.75	0.95
	50～59	0.759	1.462	1.815	0.40	0.77	0.95
	60 以上	0.729	1.508	1.867	0.38	0.79	0.98

19) 飽和脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の平均値の比較：本研究又は農林水産省による食品中飽和脂肪酸含有量を用いたとき、二つのデータを統合したとき

飽和脂肪酸の一日あたり摂取量及びエネルギー比の平均値に関する結果を比較できるように、データをまとめたものを表 20 に示す。食品分析データを統合した結果が、当然ながら数値として高い値となった。統合した結果から、摂取量の平均値において、数値が高い年齢は、男女ともに 7～14 歳及び 15～19 歳であった。男性の方が女性より数値が高かった。摂取エネルギー比の平均値において、数値が高い年齢は、男女ともに 1～6 歳であった。次に数値が高かった年齢は、男性では 7～14 歳、女性では 15～19 歳であった。1～6 歳の数値は男女で同じ、7～14 歳の数値は男性の方が女性より高いが、それ以外の年齢における数値は女性の方が男性より高かった。

表 20：飽和脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の比較（平均値）

	年齢 (歳)	摂取量 (g/日)			エネルギー比 (%E)		
		平均値			平均値		
		本研究	農林水産省	統合	本研究	農林水産省	統合
男性	1～6	9.927	9.507	19.435	6.30	6.03	12.33
	7～14	12.282	13.705	25.987	5.05	5.63	10.68
	15～19	9.253	14.604	24.020	3.42	5.40	8.88
	20～29	6.252	12.496	18.749	2.60	5.20	7.81
	30～39	5.167	13.015	18.183	2.19	5.51	7.70
	40～49	4.933	12.767	17.700	2.07	5.35	7.42
	50～59	5.068	12.858	17.927	2.09	5.31	7.40
	60 以上	5.057	12.983	18.040	2.17	5.58	7.76
女性	1～6	9.050	8.922	17.972	6.20	6.11	12.31
	7～14	10.717	12.659	18.943	5.15	6.08	9.10
	15～19	6.903	12.156	18.943	3.52	6.20	9.66
	20～29	5.492	10.839	16.331	3.01	5.95	8.96
	30～39	5.411	11.892	17.303	2.90	6.38	9.28
	40～49	5.488	11.560	17.047	2.93	6.16	9.09
	50～59	5.501	12.517	18.018	2.88	6.55	9.44
	60 以上	5.085	11.788	16.873	2.68	6.21	8.88

20) 飽和脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の中央値の比較：本研究又は農林水産省による食品中飽和脂肪酸含有量を用いたとき、二つのデータを統合したとき

飽和脂肪酸の一日あたり摂取量及びエネルギー比の中央値に関する結果を比較できるように、データをまとめたものを表 21 に示す。食品分析データを統合した結果が、当然ながら数値として高い値となった。統合した結果から、摂取量の中央値において、数値が高い年齢は、男性では 7～14 歳、女性では 7～14 歳及び 15～19 歳であった。摂取エネルギー比の中央値において、数値が高い年齢は、男女ともに 1～6 歳であった。1～6 歳及びの 7～14 歳の数値は男性の方が女性より高いが、それ以外の年齢における数値は女性の方が男性より高かった。

表 21：飽和脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の比較（中央値）

年齢 (歳)	摂取量 (g/日) 中 央 値			エネルギー比 (%E) 中 央 値			
	本研究	農林水産省	統合	本研究	農林水産省	統合	
男性	1～6	6.220	7.541	15.755	3.94	4.78	9.99
	7～14	9.752	11.203	23.012	4.01	4.60	9.45
	15～19	4.929	12.205	19.679	1.82	4.51	7.27
	20～29	1.969	9.436	14.707	0.82	3.93	6.12
	30～39	1.649	9.638	13.962	0.70	4.08	5.92
	40～49	1.539	9.513	13.750	0.65	3.99	5.77
	50～59	1.904	9.557	13.838	0.79	3.95	5.72
	60 以上	2.917	9.867	15.046	1.25	4.24	6.47
女性	1～6	5.418	7.035	14.381	3.71	4.82	9.85
	7～14	8.360	10.527	15.935	4.02	5.06	7.65
	15～19	4.068	9.857	15.935	2.07	5.02	8.12
	20～29	2.025	8.308	12.675	1.11	4.56	6.95
	30～39	2.576	9.486	14.267	1.38	5.09	7.65
	40～49	2.748	9.291	14.487	1.47	4.95	7.73
	50～59	3.390	9.971	15.738	1.78	5.22	8.24
	60 以上	3.298	9.102	14.287	1.74	4.79	7.52

21) 飽和脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の 95 パーセンタイル値の比較：本研究又は農林水産省による食品中飽和脂肪酸含有量を用いたとき、二つのデータを統合したとき

飽和脂肪酸の一日あたり摂取量及びエネルギー比の 95 パーセンタイルに関する結果を比較できるように、データをまとめたものを表 22 に示す。食品分析データを統合した結果が、当然ながら数値として高い値となった。統合した結果から、摂取量の 95 パーセンタイルにおいて、数値が高い年齢は、男性では 15～19 歳、女性では 7～19 歳及び 30～39 歳であった。摂取エネルギー比の 95 パーセンタイルにおいて、数値が高い年齢は、男女ともに 1～6 歳であった。摂取量の 95 パーセンタイルは男性の方が女性より高いが、摂取エネルギー比の 95 パーセンタイルは 15 歳以上において女性の方が男性より高かった。

表 22：飽和脂肪酸の摂取量及びエネルギー比の比較（95 パーセンタイル）

年齢 (歳)	摂取量 (g/日) 95 パーセンタイル			エネルギー比 (%E) 95 パーセンタイル			
	本研究	農林水産省	統合	本研究	農林水産省	統合	
1～6	32.319	25.087	47.133	20.50	15.91	29.89	
7～14	32.218	33.817	56.849	13.23	13.89	23.35	
15～19	32.541	36.676	60.332	12.02	13.55	22.29	
男 性	20～29	22.455	37.655	53.369	9.35	15.68	22.22
	30～39	18.814	39.646	51.102	7.97	16.80	21.65
	40～49	18.154	40.657	51.241	7.61	17.05	21.49
	50～59	18.470	40.590	50.267	7.63	16.76	20.76
	60 以上	16.996	38.350	47.780	7.31	16.49	20.55
	1～6	27.644	23.417	42.311	18.93	16.04	28.98
	7～14	28.677	30.148	48.425	13.77	14.48	23.26
	15～19	25.819	31.531	48.425	13.16	16.07	24.68
女 性	20～29	21.304	32.950	46.404	11.69	18.08	25.46
	30～39	19.110	34.380	48.544	10.25	18.43	26.03
	40～49	18.786	32.335	44.400	10.02	17.24	23.68
	50～59	17.143	34.098	45.198	8.98	17.86	23.67
	60 以上	15.699	34.486	44.452	8.27	18.16	23.40

4) 考察

世界的にトランス脂肪酸規制、排除の取り組みが進んでいる。日本では 2012 年トランス脂肪酸 (TFA) の食品健康影響評価により WHO 勧告基準 (エネルギー比 1%) 未満で健康影響を評価できるレベル以下とされ、通常の食生活による健康影響は小さいと考えられた。現在、本評価から 10 年以上が経過して日本人の食習慣の変化に加えて、食品からの TFA 排除の取り組みも進んでいる。これら現状を踏まえ、現時点での実際に流通している食品試料分析を行い、または、既に分析された実態調査の結果を用いて、最新の日本人における TFA の一日摂取量推計を行った。

分析結果からは、工業由来トランス脂肪酸 (iTFA) を主に含むと考えられる油脂、クリーム、菓子及びポップコーンの素については、それら含有量は H18 年度食品安全委員会調査に比較して大幅に低値を示し、食品事業者の自主的な低減対策が一層進んでいると示唆された。天然由来のトランス脂肪酸含有量は、高値を示した試料が一部のバター製品にみられたが (4.8 g/100g)、過去調査と大きく変動していなかった。

トランス脂肪酸の一日摂取量の総計をエネルギー比で見ると、平均値 (中央値) では男性で 0.29~0.39% (0.21~0.34%)、女性で 0.33~0.40% (0.24~0.36%) で、年齢区分では 7~14 歳の値が高い傾向にあるのは前回調査と同様であるが、WHO が推奨するエネルギー比で 1%未満を大きく下回っていることが確認された。95 パーセンタイル値でも、女性の 20 代を除きすべての年齢層と男女で 1%を下回っていた。

トランス脂肪酸の健康影響 (特に心血管疾患) は、主に工業的トランス脂肪酸 (iTFA) 摂取量との間に特に強い相関関係とエビデンスがあるのに対して、反芻動物由来トランス脂肪酸 (rTFA) 摂取量や共役リノール酸摂取量との間には、iTFA のような強い相関はない (HDL 量に影響を与えないという意味)。

	男性							
	年齢 1-6	7-14	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60+
総飽和脂肪酸	19.435	25.987	24.020	18.749	18.183	17.700	17.927	18.040
総トランス脂肪酸	0.620	0.939	0.877	0.709	0.709	0.698	0.710	0.722
総シス不飽和脂肪酸	18.897	27.011	30.040	24.733	24.734	24.252	24.488	23.739
トランスCLA	0.052	0.081	0.060	0.039	0.034	0.033	0.035	0.037
総脂肪酸	63.223	89.191	94.391	77.778	78.427	76.876	77.581	76.651
	女性							
	年齢 1-6	7-14	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60+
総飽和脂肪酸	17.972	23.376	19.059	16.331	17.303	17.047	18.018	16.873
総トランス脂肪酸	0.576	0.843	0.664	0.590	0.627	0.622	0.678	0.651
総シス不飽和脂肪酸	17.653	24.496	23.486	20.351	21.577	21.276	22.616	21.157
トランスCLA	0.047	0.071	0.044	0.034	0.035	0.036	0.039	0.037
総脂肪酸	58.998	81.189	75.309	65.575	70.367	69.118	73.842	69.273

しかしながら、今後 WHO においてもトランス脂肪酸の定義にトランス配置を持つ共役リノール酸を含める動きもあることから、トランス配置を持つ共役リノール酸の一日摂取量を算出した。上表のように、今回推計したトランス脂肪酸量に対して概ね 10%に相当する量が見て取れることから、共役リノール酸を含めた場合には今回のトランス脂肪酸摂取量推計量の概ね 1.1 倍と考えられるが、依然としてトランス脂肪酸の総量はエネルギー比で 1%を大きく下回っている。日本においてはトランス脂肪酸の上限設定や表示義務などに対する規制等は必ずしも必要でないと考えられる。

2 研究全体の成果、考察及び結論

本研究では、食品中トランス脂肪酸の含有量実態調査とヒトの一日摂取量推計を行った。食品中トランス脂肪酸含有量データは、牛乳、ヨーグルト、バターなど反芻動物由来のものが主な食品群（小分類）を中心に分析した結果を用いた。また、加工食品については農林水産省が令和4，5年度（2022，2023年度）に実施した実態調査の結果を食品群（小分類）ごとに整理して用いた。本研究及び農林水産省の両データを食品群（小分類）で重複しないように統合し、トランス脂肪酸が含まれると想定される食品群（小分類）からのヒトのトランス脂肪酸一日摂取量総計の推計に用いた。

トランス脂肪酸の一日摂取量の総計をエネルギー比で見ると、平均値（中央値）では男性で0.29～0.39%（0.21～0.34%）、女性で0.33～0.40%（0.24～0.36%）、年齢区分では7～14歳の値が高い傾向にあるのは前回調査と同様であるが、WHOが推奨するエネルギー比で1%未満を大きく下回っていることが確認された。95パーセンタイル値でも、女性の20代を除きすべての年齢層と男女で1%を下回っている。加工食品等からのトランス脂肪酸含有量が総じて低くなっており事業者の自主的な低減対策が一層進んでいるものと考えられた。

トランス脂肪酸の健康影響（特に心血管疾患）は、主に工業的トランス脂肪酸（iTFA）摂取量との間に特に強い相関関係とエビデンスがあるのに対して、反芻動物由来トランス脂肪酸（rTFA）摂取量や共役リノール酸摂取量との間には、iTFAのような強い相関はない（HDL量に影響を与えないという意味で）。しかしながら、今後WHOにおいてもトランス脂肪酸の定義にトランス配置を持つ共役リノール酸を含める動きもあることから、トランス配置を持つ共役リノール酸の一日摂取量を見てみると表22のように、今回推計したトランス脂肪酸量に対して概ね10%の量が見て取れることから、共役リノール酸を含めた場合には今回の摂取量推計の概ね1.1倍と考えられる。その場合でも、トランス脂肪酸の総量はエネルギー比で1%を大きく下回っていることが確認された。

現在、WHOのイニシアティブのもとトランス脂肪酸の上限値設定や部分水素添加油脂の禁止の国際規格化が進んでいる。一方で、日本のようにすでにトランス脂肪酸摂取量の低減が十分に進んでいる国もあることから、Codexのような国際規格が不要な国もあるから、国ごとの摂取状況に応じた柔軟な措置が望ましいと言える。そのためには、TFA摂取量に関するデータ収集と、国際機関へのデータ共有が不可欠であり、本研究の成果が大きな役割を持つと考えられる。

Ⅲ 本研究を基にした論文等

- 1 本研究を基にした論文と掲載された雑誌名のリスト
現時点ではなし
- 2 本研究を基にした学会発表の実績
現時点ではなし
- 3 特許権等の出願・申請等の状況
現時点ではなし
- 4 プログラムの著作物及びデータベースの著作物
現時点ではなし
- 5 その他（各種受賞、プレスリリース等）
現時点ではなし

IV 研究開始時に申告した達成目標及び研究全体の自己評価

1 達成目標の自己評価（委託研究実施計画書で記載した達成目標を転記し、その自己評価を記載する。）

達成目標	評価結果	自己評価コメント
(1) 諸外国の摂取量推計に関する最新情報の収集と解析、WHO ガイドライン等の情報収集	5	情報収集、論文解析、および食品分析は順調に実施できた。
(2) 農水省分析データの取得と解析	5	データ入手を完了している。
(3) 脂質分析法の検討と実試料の分析	5	実試料測定を予定通りに完了できた。
(4) 摂取量推計	4	(2)、(3) および国民健康栄養調査個人データを用いて、データ整理、必要な整形、計算を予定期間内に完了できた。

注) 評価結果欄は「5」を最高点、「1」を最低点として5段階で自己採点。

2 研究全体の自己評価

項目	評価結果	自己評価コメント
(1) 研究目標の達成度	5	3人の研究分担者を中心に実施して、当初設定した目標を期限内に達成できた。
(2) 研究成果の有用性	5	分析データをもとに、最新の摂取量データが得られると考える。
総合コメント		

注) 評価結果欄は、「5」を最高点、「1」を最低点として5段階で自己採点。

この報告書は、食品安全委員会の委託研究事業の成果について取りまとめたものです。

本報告書で述べられている見解及び結論は研究者個人のものであり、食品安全委員会としての見解を示すものではありません。全ての権利は、食品安全委員会に帰属します。

(別添1)

研究成果の概要 (和文)

食品中トランス脂肪酸の分析と一日摂取量の推計を行った。食品中トランス脂肪酸含有量データは、本研究では牛乳、ヨーグルト、バターなど反芻動物由来のものが主な食品群（小分類）を中心に分析した結果を用いた。加工食品については農林水産省が令和 4, 5 年度（2022, 2023 年度）に実施した実態調査の結果を食品群（小分類）ごとに整理して用いた。本研究及び農林水産省の両データを食品群（小分類）で重複しないように統合し、トランス脂肪酸が含まれると想定される食品群（小分類）からのヒトのトランス脂肪酸一日摂取量総計の推計に用いた。

トランス脂肪酸の一日摂取量の総計をエネルギー比で見ると、平均値（中央値）では男性で 0.29～0.39 % (0.21～0.34 %)、女性で 0.33～0.40 % (0.24～0.36 %)、年齢区分では 7～14 歳の値が高い傾向にあるのは前回調査と同様であるが、WHO が推奨するエネルギー比で 1 %未満を大きく下回っていることが確認された。95 パーセンタイル値でも、女性の 20 代を除きすべての年齢層と男女で 1 %を下回っている。加工食品等からのトランス脂肪酸含有量が総じて低くなっており事業者の自主的な低減対策が一層進んでいるものと考えられた。

今後 WHO においてもトランス脂肪酸の定義にトランス配置を持つ共役リノール酸を含める動きもあることから、トランス配置を持つ共役リノール酸の一日摂取量も考慮が必要となる可能性がある。今回推計したトランス脂肪酸量に対してトランス共役リノール酸は概ねその 10 %の量が見て取れるが、これらを考慮してもトランス脂肪酸の総摂取量はエネルギー比で 1 %を大きく下回っていた。

(別添2)

研究成果の概要 (英文)

Title of research project	Study on estimation of intake of trans fatty acids in foods
Research project number	JPCAFSC20232305
Research period	FY 2023 – 2025
Name of principal research investigator (PI)	Kondo Kazunari

Abstract/Summary

This study analyzed the trans-fatty-acid (TFA) content of foods and estimated daily population intake. Analytical data for TFAs were obtained for ruminant-derived products—such as milk, yoghurt and butter—organized at the food sub-category level. For processed foods, we used the results of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries surveillance carried out in fiscal years 2022 and 2023, likewise re-classified by sub-category. The two datasets were merged so that no sub-category was duplicated, thereby enabling estimation of total daily TFA intake from all sub-categories expected to contain these fatty acids.

Expressed as a percentage of total energy, the mean (median) total daily TFA intake ranged from 0.29–0.39 % (0.21–0.34 %) in men and 0.33–0.40 % (0.24–0.36 %) in women. As in the previous survey, the highest values were observed in the 7- to 14-year age group, yet every estimate was well below the World Health Organization (WHO) guideline of less than 1 % of energy intake. Even at the 95th percentile, all sex- and age-specific values remained under 1 % except for women in their twenties. These findings indicate that TFA levels in processed foods have generally fallen further, reflecting continued voluntary reduction efforts by food manufacturers.

Regarding health effects—especially cardiovascular disease—strong evidence links intake of industrially produced TFAs (iTfAs) to adverse outcomes, whereas no comparable association has been demonstrated for ruminant TFAs (rTfAs) or conjugated linoleic acid (CLA), neither of which appear to lower HDL-cholesterol. Because the WHO is considering expanding the TFA definition to include trans-configured CLA, we also estimated its intake. Trans-configured CLA accounted for roughly 10 % of the TFA amount calculated in this study; if CLA were included, estimated TFA intake would rise by about 1.1-fold, yet would still remain well below the 1 % energy threshold.

An international standardization of TFA upper limits and bans on partially hydrogenated oils is progressing under the current WHO initiative. However, in countries such as Japan—where TFA intake has already declined to very low levels—a uniform Codex-type standard may be unnecessary; flexible, country-specific measures that reflect actual intake are preferable. Continuous collection and analysis of reliable TFA-intake data, and timely sharing of those data with international bodies, are therefore essential, and the present study provides a crucial evidence base for that purpose.

本研究では、食品中トランス脂肪酸の分析と一日摂取量の推計を行った。食品中トランス脂肪酸含有量データは、本研究では牛乳、ヨーグルト、バターなど反芻動物由来のものが主な食品群（小分類）を中心に分析した結果を用いた。加工食品については農林水産省が令和4，5年度（2022，2023年度）に実施した実態調査の結果、食品群（小分類）ごとに整理して用いた。両者のデータは、食品群（小分類）で重複しないように統合することで、トランス脂肪酸が含まれると想定される食品群（小分類）からのヒトのトランス脂肪酸一日摂取量の総計を推計するために用いた。

トランス脂肪酸の一日摂取量の総計をエネルギー比で見ると、平均値（中央値）では男性で0.29～0.39%（0.21～0.34%）、女性で0.33～0.40%（0.24～0.36%）、年齢区分では7～14歳の値が高い傾向にあるのは前回調査と同様であるが、WHOが推奨するエネルギー比で1%未満を大きく下回っていることが確認された。95パーセンタイル値でも、女性の20代を除きすべての年齢層と男女で1%を下回っている。加工食品等からのトランス脂肪酸含有量が総じて低くなっており事業者の自主的な低減対策が一層進んでいるものと考えられた。

トランス脂肪酸の健康影響（特に心疾患）は、主に工業的トランス脂肪酸（iTFA）摂取量との間に特に強い相関関係とエビデンスがあるのに対して、反芻動物由来トランス脂肪酸（rTFA）摂取量や共役リノール酸摂取量との間には、iTFAのような強い相関はない（HDL量に影響を与えないという意味で）。今後、WHOにおいてトランス脂肪酸の定義にトランス配置を持つ共役リノール酸を含める動きもあることから、トランス配置を持つ共役リノール酸の一日摂取量を本研究結果から考察する。トランス型共役リノール酸は、今回推計したトランス脂肪酸摂取量の概ね10%の量が検出されていた。したがって、トランス型共役リノール酸をトランス脂肪酸量に含めた場合、今回推計した摂取量の概ね1.1倍と考えられるが、依然としてトランス脂肪酸量はエネルギー比で1%を大きく下回っていた。

現在、WHOのイニシアティブのもとトランス脂肪酸の上限値設定や部分水素添加油脂の禁止の国際規格化が進んでいる。一方で、日本のようにすでにトランス脂肪酸摂取量の低減が十分に進んでいる国も存在する。Codexのような国際規格を必ずしも必要でない国もあることから、国ごとの摂取状況に応じた柔軟な措置を行うことが望ましい。そのために、日本においてはTFA摂取量に関するデータ収集と解析、およびそれらの国際機関への共有が不可欠であり、本研究の成果が大きな役割を持つと考えられる。

This report provides outcome of the captioned research programme funded by Food Safety Commission Japan (FSCJ). This is not a formal publication of FSCJ and is neither for sale nor for use in conjunction with commercial purpose. All rights are reserved by FSCJ. The view expressed in this report does not imply any opinion on the part of FSCJ.

1 . List of papers published on the basis of this research

At present, there are no publications. However, we are preparing to submit the results of this study to an international scientific journal after summarizing our findings.

2 . List of presentations based on this research

At present, there have been no academic presentations. However, we are preparing to submit the results of this study to an international scientific conference after summarizing our findings.

3 . The number and summary of patents and patent applications

No patents or patent applications have been obtained to date.

4 . Others (awards, press releases, software and database construction)

In the near future, we plan to compile our research results, publish the data, and share them with international organizations such as the World Health Organization, as well as Japanese Ministries.