

国連 FAO は CODEX リサイクルプラスチック食品包装材料ガイドライン策定に向け報告書を公表

(一財) 化学研究評価機構
食品接触材料安全センター 石動正和

解説

・ CODEX は、国連 WHO（世界保健機関）と FAO（世界食糧農業機関）が協同して食品の国際規格を作成する機関であり、188 か国と EU が加盟している。

・2023年11月20～24日 CODEX 委員会執行委員会第85回会期において、米国は「CODEX 委員会におけるリサイクルガイダンスの調査と開発」を提案した。CODEX 事務局はいくつかの質問事項を整理し加盟国に回付した結果、総じて肯定的意見がフィードバックされ、2024年6月1～5日同第86回会期で EU をはじめ全体に賛同が確認された。

・2025年6月23～27日 CODEX 食品汚染物質部会第18回会期（CCCF 18）の報告書案に次が確認された。

報告書案パラグラフ185. 「CCCF は、米国に、CCCF 19（注：2026年10月19～23日開催）で検討するため、カナダと日本の支援の下、食品包装におけるリサイクルプラスチックの食品安全面に関するガイダンス策定に関する討議資料を作成し、提出するよう要請することに合意した。」その後 EU も支援を表明した。

・こうした中、2026年5月13日 FAO は、日本政府を含め各国政府へのヒアリングを経て、CODEX リサイクルプラスチック食品包装材料ガイドライン策定に向けた報告書を公表した。ここでも「食品接触材料に関する各国間の規制へのハーモナイゼーションの必要性」が指摘されている。

FAO「FAO 報告書はリサイクルプラスチック製食品包装材料に厳格なリスク評価を求める」
2026年5月13日

<https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-report-calls-for-robust-risk-assessment-for-recycled-plastic-food-packaging/en>

環境に適した包装への需要の高まりを受け、国際標準に関する議論の必要性が改めて浮き彫りになった。

FAO 報告書は、世界の食品包装市場が着実に成長を続ける中で発表された。同市場は 2030 年までに 8,155 億 1,000 万ドルに達すると予測される。

ローマ発 — 国連食糧農業機関 (FAO) の新たな報告書によると、食品包装やその他の食品接触材料におけるリサイクルプラスチックの使用拡大は、環境面で明らかなメリットをもたらす一方で、重要な化学物質安全性の懸念も引き起こしており、国際的にハーモナイズした基準に関する議論の必要性を改めて示している。

水曜日 (注: 2026 年 5 月 13 日) 公表された「リサイクルプラスチック及び代替食品接触材料の食品安全への影響」と題されたこの報告書は、世界の食品包装市場が着実に成長を続ける中で発表された。同市場は 2024 年には 5,052 億 7,000 万ドルと推定され、2030 年までに 8,155 億 1,000 万ドルに達すると予測されている。

スナック菓子、調理済み食品、ファストフード、菓子類、ボトル入り飲料などは、消費パターンの変化やライフスタイルの変化が食品包装の需要を押し上げていることを示す好例である。

食品接触材料 (FCM) は、食品の保存期間を延長し、食品の品質を維持することで、食品ロスと廃棄物の削減に重要な役割を果たす。これにより、生産コストの削減、農業食品システムの効率向上、食料安全保障と栄養の維持、そして環境の持続可能性への貢献が図られている。

しかしながら、環境中での半減期が長いプラスチック系 FCM の広範な使用は、世界的なプラスチック廃棄物問題の深刻化を招き、リサイクルプラスチックへの段階的な移行を促している。

現在、世界で発生するプラスチック廃棄物のうちリサイクルされているのは 10% 未満だが、持続可能性の観点からこの割合は増加すると予想されており、食品化学物質の安全性に関する重要な問題が提起されている。

本報告書は、環境目標の達成と並行して、FCM から食品への化学物質汚染や移行の可能性に起因する健康上の懸念にも対処する必要があると主張する。

「私たちはプラスチックのリサイクルを更に進めたいと考えていますが、同時に、一つの問題を解決することで新たな問題が生じないようにすることも重要です。より持続可能な農業食品システムと食料消費パターンへの移行において、食品安全は中心的な考慮事項でなければなりません」と、FAO 農業食品システム食品安全部門ディレクターコリーナ・ホークスは述べる。

環境と公衆衛生の保護

食品安全問題のタイムリーな評価は、消費者の健康を守り、公正な貿易を確保しつつ、リサイクル及び代替食品接触材料（FCM）がその潜在能力を最大限に発揮するために不可欠である。

懸念される点の一つは、トウモロコシ、サトウキビ、キャッサバなどの天然資源やリサイクル可能資源から作られるバイオベースの FCM において、原料由来の農薬、天然毒素、アレルギーなどの新たな有害物質が混入する可能性があることである。更に、材料性能の向上やアクティブ包装機能の実現のために、ナノ材料などの意図的に添加される新たな物質の使用も懸念される。

報告書は、FCM 専用に設計されたプラスチックリサイクルプロセスにおいて、化学物質の効果的な洗浄と除去を求める。適切な廃棄物管理・選別システムを用いることで、食品用プラスチック包装材料を合成ポリマー固有の樹脂識別コードに基づいてリサイクル前に分別することが可能である。

食品や飲料に含まれるマイクロプラスチック及びナノプラスチックへのばく露に対する市民の懸念の高まりに対処するには、これらの検出・識別のための検証済みの分析手法が必要である。報告書は、現状ではこうした手法が不足しているため、規制当局はこれまでヒトへの明確なリスクを判断できていないと指摘する。

更に、規制の調和が欠如していることから、世界貿易上の潜在的問題も生じている。

今後、本報告書の調査結果は、食品安全の確保と貿易の促進を目的として、1963年にFAOと世界保健機関（WHO）によって設立された国際食品規格、ガイドライン、及び規範を策定する政府間機関であるCODEX委員会（CODEX Alimentarius）における議論に反映され

ることが期待される。

報告書は、食品包装におけるリサイクルプラスチックの使用に関する食品安全面についての CODEX 委員会内での継続的な議論が、食品接触材料（FCM）に関する各国間の規制へのハーモナイゼーションの必要性を改めて浮き彫りにしていると指摘する。

報告書は、世界的な規制枠組みの調和は、リサイクル FCM の安全な生産と使用を確保するための、科学的根拠に基づいた確実なリスク評価を支援するだけでなく、プラスチック廃棄物削減に関する現在及び将来の国際目標の達成にも貢献すると主張する。

本報告書には、ESF 食品安全品質担当官 ヴィットリオ・ファットーリへのインタビューを含むマルチメディアコンテンツが掲載される。

「リサイクルプラスチック及び代替食品接触材料の食品安全への影響」

<https://openknowledge.fao.org/items/61e5777f-b3fc-40df-b18b-5799fe37585b>

概要

食品接触材料（FCM）は、食品の品質を維持し、食品廃棄物を削減するために不可欠であり、生産される包装材料の 3 分の 2 以上が食品・飲料業界で使用されている。プラスチック系 FCM の普及は、低いリサイクル率と管理されていない、或いは規制されていない廃棄物によって、世界的なプラスチック廃棄物危機を引き起こしている。持続可能性への取り組みが加速するにつれ、リサイクルプラスチックや代替材料が注目を集めているが、食品包装におけるこれらの使用は、食品安全上の重大な問題を提起する。本報告書は、リサイクル FCM に関する主要な食品安全上の考慮事項を検証する。リサイクルプラスチックに関連する化学的リスク、即ち汚染物質の移行、意図的及び非意図的に添加された物質、未知の化合物などに焦点を当てる。化学物質の移行に加え、食品中のマイクロプラスチックやナノプラスチックといった新たな懸念事項は、規制上の意思決定を一層複雑にしている。本稿では、バイオプラスチックやスマート包装に関連する潜在的な食品安全上の問題についても考察する。これらの技術革新は、持続可能性の実現と機能性の向上に貢献する一方で、原料の特性や添加される化学物質に起因する新たな安全上の懸念事項をもたらす。移行性汚染物質の特定に関するデータギャップの解消、FCM 使用時の現実的な化学物質ばく露シナリオの開発、トレーサビリティシステムの構築、そしてリサイクル FCM 及びバイオベース代替品に特化したグローバルな規制枠組みの調和は、健全な科学的リスク評価プロセスの開発、イノベーションへの対応、そして既存及び将来のグローバルなプラスチック廃棄物削減目標の達成に役立つ。著者らは、本報告書が、リサイクル可能資源から作られたリサイクルプラスチック及び FCM の食品安全面に関する国際的な指針策定を支援する関連情報を提供するもの

と確信する。

謝辞

本稿の調査及び執筆は、FAO 農業食品システム食品安全部 (ESF) Vittorio Fattori の全体的指導の下、Mark Feeley が行った。この出版物の草稿作成と統合に尽力された Magdalena Niegowska Conforti (ESF) に感謝する。また、この出版物の開発全体を通して指導と支援された Markus Lipp (ESF) にも感謝する。更に、査読プロセス中に貴重な意見を提供された様々な分野の専門家、特に米国 CODEX 局、米国農務省 (USDA)、米国食品医薬品局 (US FDA)、カナダ保健省食品栄養局化学安全部、環境省環境リサイクル資源循環局プラスチック・包装資源循環室、及び欧州委員会健康食品安全総局 Bastiaan Schupp、Stella d'Amore、Frans Verstraete；荒川裕司 (日本、消費者庁)、小林秀隆 (日本、農林水産消費安全技術センター)、漆山哲生 (日本、農林水産省)、Gracia Brisco (CODEX 事務局)、Esther Garrido Gamarro (FAO 水産養殖部) にも心から感謝する。本出版物は、米国 CODEX 事務局の支援を受けて実現した。原稿の技術編集は Rosa Abruzzese が担当し、グラフィックデザインは Studio Pietro Bartoleschi が担当した。

概要

食品接触材料 (FCM) は食品廃棄物の削減に不可欠な役割を果たしており、生産される包装材料の 3 分の 2 以上が食品・飲料分野で使用されていると報告されている。プラスチックポリマーから FCM を製造することは、世界的なプラスチック廃棄物問題の深刻化に拍車をかけている。プラスチック廃棄物による環境問題やヒト健康被害への懸念の高まりに対処するため、リサイクル率の向上と、リサイクル可能な資源から FCM を製造できる代替材料の研究開発が進められている。

特定のプラスチックポリマーについては、認可されたメカニカル及びケミカルリサイクルプロセスが存在するが、プラスチック廃棄物の管理が不十分な場合、食品接触用プラスチックと非食品接触用プラスチックの混入、消費者による誤用を受けた食品包装材料、リサイクル過程における意図しない添加物質 (NIAS) の混入など、化学的リスクが発生する可能性がある。リサイクルプラスチック (リサイクル FCM を含む) からの化学物質の移行に関する研究では、リサイクルプラスチック製品から金属、臭素系難燃剤、残留性有機汚染物質 (POPs)、フタル酸エステルなどの有害化学物質が、バージンプラスチックよりも高濃度で放出されることが報告されている。更に、界面活性剤、コーティング剤、潤滑剤、酸化防止剤、熱安定剤、殺生物剤などの意図的に添加された物質 (IAS) の分解生成物や反応生成物も、FCM を含む様々なリサイクルプラスチックから移行する可能性がある。リサイクルプラスチック材料からの NIAS と IAS の両方の移行に関する懸念に対処するため、承認されたリサイクルプロセスでは、使用済みプラスチック廃棄物の徹底的な洗浄と、消費者の誤用

に関連する可能性のあるものを含む、幅広い化学物質の効果的な除去を実証するように設計された化学的代替物質の使用に依存している。その後、化学物質の毒性に関連する構造特性に基づいた特定の化学物質移行限度を使用して、危害性データが殆どない或いは全くない特定された移行物質を評価することができる。化学構造が未解明な移行物質については、毒性学上懸念の閾値 (TTC) アプローチが、バージンプラスチックとリサイクルプラスチックの両方から食品に移行する可能性のある様々な化学物質を評価するための実用的な解決策となる。TTC アプローチは、毒性データが限られている、或いは容易に入手できない場合に、低濃度の化学物質へのばく露による潜在的な人体健康リスクを評価するために使用できる。現在、様々な規制機関が FCM、香料、化粧品、消費財、医薬品中の不純物の評価にこのアプローチを採用している。

バイオプラスチックなどの代替 FCM の使用が増加している。これらはリサイクル可能な資源から製造され、化石燃料由来のプラスチックと比較して分解性や劣化特性が優れている可能性がある。しかしながら、原料の供給源と出発原料である生物材料の固有の特性の両方に関連する特有の化学的リスクが存在する可能性がある。同様に、スマート FCM の開発と使用の増加に伴い、特定の目的のために食品と相互作用したり、食品と直接接触したりする、意図的に添加された独自の化学物質が移行する可能性が生じる。スマート FCM は、食品の保存期間延長、食品品質の向上、或いは鮮度と安全性のリアルタイムモニタリングを可能にするために、ナノ材料などの化合物を FCM マトリックスに意図的に組み込むものである。これらの課題は全て、製品開発段階で考慮され、市販前承認プロセスで評価される必要がある。

食品や飲料からのマイクロ及びナノプラスチックへのばく露は、公衆衛生上の大きな懸念事項である。マイクロ及びナノ粒子の検出と識別のための検証済み分析法の不足など、いくつかの要因により、規制当局はこれまで、マイクロ及びナノプラスチックが人体に及ぼす明確なリスクを特定できていない。これは急速に発展している分野であり、特定されたデータギャップを埋めるための今後の研究が進められている。マイクロプラスチックはリサイクルプラスチックに特有のものではなく、物理的なプラスチックリサイクルの過程で発生する可能性がある。

食品包装に使用されるリサイクルプラスチックの安全性を確保するための国際的に調和された基準が存在しないことを踏まえ、CODEX 総会 (CAC) は加盟国に対し、リサイクルプラスチックに関する食品安全上の考慮事項についてのガイダンスが有益かどうか、また有益である場合、リサイクル FCM の使用に関する各国のプログラム及び現状の慣行に関する情報を提供するよう要請した。CODEX 加盟国からのフィードバックは、この取り組みを進めることへの幅広い関心を示している。CODEX 食品汚染物質部会 (CCCF) は、食品包装

におけるリサイクル材料の使用に関する食品安全上の考慮事項に関するガイダンスの策定について、第 19 回会期（CCCCF 19）に向けた討議資料を作成することに合意した（FAO・WHO、2025 年）。この提案が承認されれば、ガイダンスはリサイクルプラスチックの使用に伴う食品安全面、特に食品汚染の可能性、及び食品包装におけるリサイクルプラスチックの安全な使用に焦点を当てることになる。

本稿は、FCM の審査に関する既存の規制枠組みを踏まえ、リサイクルプラスチック FCM 及び代替バイオベース材料と関連技術を用いて製造された FCM が食品安全に与える影響について考察することを目的としている。リサイクル及び代替 FCM に関連する食品安全上の問題を適時に評価することで、消費者の健康を守り、公正な取引を確保しつつ、この分野がその潜在能力を最大限に発揮できるようになる。

第 1 章 序論

FCM は、食品加工機器、食品調理台、食品輸送容器、調理器具、食品包装材料及びその構成部品など、多様な製造材料から構成される。本稿では、マルチフィルム、温室用フィルム、灌漑チューブ、サイレージラップ、育苗トレイなど、作物生産に使用される農業用プラスチック、及び水産物の捕獲又は養殖に使用される材料は FCM に含まれない。食品に直接接触又は一次接触する FCM（ボックス 1）の製造において最も一般的に使用される材料は、紙、板紙、金属、ガラス、セラミック、及びプラスチックである。世界的に見ると、食品包装材料のうち紙及び板紙が約 34%を占め、ガラスと金属はそれぞれ 11%と 6%を占めている。プラスチックは圧倒的に多く、食品包装材料の 37%を占める（Severin et al., 2023）。生産される包装材の 3 分の 2 以上が食品・飲料業界で使用されていると報告されており（Ncube et al., 2020）、プラスチック業界では、シングルユースプラスチックがプラスチック生産量全体の 50%を占めている（Tan, Cui and Xi, 2021）。食品業界はシングルユース包装の最大の消費分野であり、世界の包装生産量の最大 35%を占め、その約 85%が埋め立て処分されるか、不適切な廃棄物として処理されている。

ボックス 1 食品包装市場

2024 年、世界の食品包装市場は 5,052 億 7,000 万米ドルと推定され、年平均成長率は 6.26%であった。2032 年までに、同じ市場は 8155 億 1000 万米ドルに成長すると予測されている。アジア太平洋地域は、2024 年に 32.97%の市場シェアで世界をリードしている。[1] 世界全体では、包装食品市場の推定総額は 2020 年に 1 兆 9000 億米ドルを超え、年間 5%の成長率に基づくと、2030 年までに 3 兆 4000 億米ドルを超えると予想される（Kumar and Prasad, 2021）。

[1] 詳細は次を参照

<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/food-packaging-market-101941>

FCM、特に食品の一次包装、即ち食品と直接接触する最初の包装層は、安全な食品供給の維持と食品ロス及び廃棄物の削減に重要な役割を果たす（ボックス 2）。食品包装の主な目的は、食品を物理的、化学的、微生物学的危険から保護し、賞味期限を延ばすことである。これに拠り、食品包装は食品ロス及び廃棄物の最小化に直接貢献する（FAO、2024）。食品包装のラベル表示は、栄養価、加工食品の原材料、アレルギー情報など、消費者に重要な情報を伝えるための重要な手段でもある（Alamri et al.、2021）。食品廃棄物を削減するために特別に設計された食品包装の機能と技術に関する議論は、Wikström et al.（2018、2019）に記載される。包装を通じて食品ロス及び廃棄物を削減するその他の方法としては、食品をより良く保護し、取扱い、使いやすさ、賞味期限を改善する新しい包装材料とデザインの開発が挙げられる（Uhlig et al.、2025）。FCM 又は食品包装の製造と使用は、収穫後の食品の取扱い、保管、効率的な流通、そして消費者への配送を準備するための統合システムと見なすことができる（Saha、2022）。

ボックス 2 食品包装は世界の食品廃棄物を削減できる

食品包装（プラスチックや代替材料を含む）は、食品廃棄物の削減に大きく貢献し、それによって食品生産コストの削減、食品システム全体の効率向上、食料安全保障と栄養の改善、そしてより環境的に持続可能な食品システムの促進につながる（FAO、2019）。世界の食品廃棄物は毎年約 1 兆米ドル、即ち 10 億 5000 万トンと推定されており、世界の温室効果ガス（GHG）排出量の 8~10%を占めると推定される（UNEP、2024）。これまでの推定では、小売段階及び消費者段階で失われる世界の食品量は、生産量全体の 17%とされている（FAO、2019、UNEP、2021）。世界の食品廃棄物の規模に関する詳細は、国連環境計画（UNEP）の食品廃棄物指標報告書（UNEP、2021 年、2024 年）に記載されている。

FCM の市販前食品安全面に関する規制は、世界中の多くの国で策定され、運用されている。これらの規制やガイドラインは、あらゆる FCM が安全に使用できること、そして製造過程で意図的に使用されたか意図せず混入したかに係らず、化学物質の移行の可能性が評価され、ヒト健康被害を引き起こさないとする判断を保証するものである。世界各国の FCM に関する規制は非常に多様とされている（de la Cruz García、Moragas、Nordqvist、2023 年）。FCM 規制の主な焦点の一つは、包装用ポリマーから食品システムへの化学物質の移行が、健康被害を引き起こすレベルに達することを防ぐことである。プラスチックのリサイクルや、代替非合成材料から作られた FCM など、新たな技術の登場により、FCM 規制には新たな課題が生じている。これらの材料は代替プラスチックと呼ばれている。FCM におけるイノベーションのもう 1 つの分野は、スマート包装技術である。スマート包装には、アクティブ包装とインテリジェント包装の両方が含まれる。アクティブ包装は、不要な物質（水分、酸素、エチレンなど）を吸収したり、抗酸化物質や抗菌剤などの有益な物質を包装環境に放

出したりできる成分を使用する (Soltani Firouz, Mohi-Alden, Omid, 2021)。インテリジェント包装は、pH、温度、湿度などの環境条件を監視し、食品の品質、鮮度、安全性に関するリアルタイムのフィードバックを提供する埋め込み指標、センサー、追跡システムを使用する。スマート食品包装で使用される新しい化学物質や、特定の機能特性を提供する FCM 内のナノ材料についても、その移行の可能性を評価する必要がある。

食品包装用リサイクルプラスチックの生産増加は、増大するプラスチック廃棄物問題への対策の一環として実施されている。しかし、適切に管理されない場合、プラスチック FCM のリサイクルとリユースは、バージン FCM と比較して包装材料へのばく露増加につながる可能性がある (Geueke et al., 2025)。

リサイクル FCM に限ったことではないが、マイクロプラスチック (5mm 未満のプラスチック粒子) や一層小さなナノプラスチック (100nm 未満のプラスチック粒子) は、様々な食品から検出されており、ヒトばく露につながっている。プラスチックの機械的リサイクルは、環境中のマイクロプラスチック汚染源の一つとして特定されており (Suzuki et al., 2022)、これが食事によるばく露につながる可能性がある。マイクロ及びナノプラスチックに関する詳細は、セクション 1.1 で説明する。

本稿は、既存の FCM 審査に関する規制枠組みを踏まえ、リサイクルプラスチック製 FCM 及び代替バイオベース材料と関連技術を用いて製造された FCM が食品安全に与える影響について考察することを目的としている。リサイクル及び代替 FCM に関連する食品安全上の問題をタイムリーに評価することで、消費者の健康を守り、公正な取引を確保しつつ、この分野がその潜在能力を最大限に発揮できるようになる。

1.1 FCM 利用のグローバルな背景

FCM は食品安全性を大幅に向上させ、食品廃棄物を削減できる一方で、プラスチックの製造、使用、廃棄に関連する様々な問題が指摘されている。FCM に使用されるプラスチックは、環境要因に対する効果的なバリアとなるだけでなく、軽量かつ耐久性があるため、サプライチェーン全体における輸送効率も向上させる。

プラスチックは多様な形状やカスタマイズ可能な FCM オプションを提供できる汎用性も大きな利点であり、上記の利点と相まって、長年に亘り広く利用されてきた理由となっている。食品や飲料の包装に一般的に使用されるものを含め、殆どのプラスチックは、リサイクル不可能な化石資源由来の石油化学原料から作られている。石油や天然ガスから炭化水素を抽出し、プラスチックの製造に必要な水素と炭素を得ている (Geyer, Jambeck, Law, 2017)。化石燃料由来のプラスチックの中では、ポリプロピレン (PP)、ポリスチレン (PS)、

ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリエチレン (PE)、ポリエチレンテレフタレート (PET) が食品包装によく使用される (Operato et al., 2025)。これらの合成ポリマー材料は、食品用途と非食品用途の両方において、最も重要な包装材料クラスと考えられている。これは、ガラスや金属に比べて製造コストが低いこと、汎用性が高いこと、改質雰囲気包装などの高度な包装技術に適しているためである (Berk, 2018)。ガラスや金属などの食品包装材料は効率的に回収でき、リサイクル性が高い一方で、プラスチック FCM のリサイクルに関連するコスト、収集、選別、除染、化学的安全性、材料の劣化など、いくつかの課題が、これらの材料の循環型経済の実現を妨げ続けている (Geueke, Groh, Muncke, 2018)。世界的なプラスチック廃棄物危機は、主に 2 つの要因によって引き起こされている。それは、耐久性の低いシングルユースプラスチック製品の製造と使用、そして回収・リサイクル率の低さである (Walker and Fequet, 2023)。プラスチックのリサイクル目標を達成するためには、殆どの国が、真に持続可能な経済の中で、効率的、公平、かつ収益性の高いリサイクル技術の開発を促進するため、法規制や政策と財政支援を組み合わせる必要がある (Jehanno et al., 2025)。2022 年の世界のプラスチック生産量は 4 億トンに達したが、機械的リサイクルによって二次プラスチックとして生産されたのはそのうち 10%未満であった (Houssini, Li and Tan, 2025)。

マイクロ及びナノプラスチックによる汚染は、世界的な環境汚染問題であり、毎年推定 300 万トンのマイクロプラスチックが環境中に放出されている (Health Canada and ECCC, 2020; Zhang et al., 2020)。

マイクロプラスチックは、様々な包装材料の使用により食品や飲料に直接放出される可能性があり、PET、PS、PP、PE などのポリマーは機械的摩耗、熱ばく露、化学的溶出を受けやすい (Dessi et al., 2021; He et al., 2021; Carullo and Farris, 2025; Liu et al., 2025)。最近のレビューでは、様々な食品マトリックスへのマイクロプラスチックの放出に関連するいくつかの FCM が特定されている (Zhao et al., 2026)。現在の証拠は、マイクロ及びナノプラスチックへのヒトのばく露と摂取を示している。しかしながら、様々な分析上の不備のため、このばく露量は一般的に、実際のヒト健康リスクを定義するには不十分であると考えられている (Garrido Gamarro and Costanzo, 2022a; WHO, 2022; Duncan et al., 2024; EFSA et al., 2025)。

プラスチックリサイクルの重要性が高まるにつれ (ボックス 4)、機械式プラスチックリサイクル施設がマイクロプラスチック汚染の一因となっていることが明らかになっている (Gabisa, Ratanatamskul and Gheewala, 2023)。プラスチックリサイクルにおけるサイズ縮小段階と、それに伴う環境風化は、プラスチックリサイクル施設からのマイクロプラスチック生成に関連する 2 つの重要な要因として特定されている (Stapleton et al., 2023)。マイク

ロ及びナノプラスチックの環境への放出は様々な発生源から生じているが、機械式プラスチックリサイクル施設からのマイクロプラスチックの世界的排出量は、2000年の41キロトンから2060年には1397キロトンに増加すると推定される（鈴木ら、2024年）。

マイクロ及びナノプラスチックの食品安全への影響に関する詳細は、第2章で説明する。

本報告書の主題ではないが、2018年には、エレン・マッカーサー財団と国連環境計画(UNEP)が立ち上げた「新プラスチック経済グローバルコミットメント」を通じて、世界のプラスチック包装生産量の20%を占める500社以上の企業が、今後数年間で100%リサイクル、リサイクル可能、又はリユース可能なプラスチック包装を使用することを約束した。このコミットメントは、企業、政府、その他のステークホルダーが協力して、プラスチックの循環型経済の構築に向けて取り組むことを目的としている（エレン・マッカーサー財団及びUNEP、2023年）。2022年3月に開催された国連環境総会第5回会合[2]では、175カ国がプラスチック汚染の終結を目指す決議を採択し、2024年までに国際的に法的拘束力ある文書（協定）(ILBI)、通称「世界プラスチック条約」の策定を目指した。海洋環境を含むプラスチック汚染に関するILBI策定に向けた協議を行う政府間交渉委員会の会合（2025年8月）では、提案された条約案について合意に至らなかった（Global Plastic Action Partnership、2022年）。この会合には183カ国から2,600名以上が参加し、条約草案作成プロセスを継続することを表明した。プラスチック汚染の深刻化と環境影響を軽減するために策定された主要な国際イニシアティブの一覧は、Lacourtら（2024年）に掲載されている。

[2]<https://www.unep.org/environmentassembly/unea5>

第2章 FCMに関連する食品化学物質の安全性問題

食品安全性の観点から、FCM及びその構成成分（不溶性添加物や不純物を含む）は、通常、市販前管理の対象となる。これには、特定の食品擬似物質を用いた適切な移行試験を実施し、FCMの使用に伴う特定の移行物質を特定し、食事からのばく露量を推定することが含まれる。ばく露量を特定・定量化した後、移行物質がもたらす潜在的リスクは、入手可能な毒性データと比較することで評価される。評価が成功した場合、FCMは、通常、使用条件と食品マトリックスに特化した、FCMへの使用が許可される物質のポジティブリストに追加される。必要に応じて、個々のFCM化学物質（特定の添加物を含む）について、法令で特定移行量制限(SML)が設定されることがある。リスク評価が完全に実施された化学物質についてはSMLを設定できるが、欧州連合(EU)は食品又は食品擬似物質に放出される全ての成分の合計に適用される、食品1kg当たり60mgの総移行量制限(OML)も設定している(EC、2011)。発がん性、変異原性、生殖毒性に分類されないNIASについて、欧州連合は10µg/kgの移行の閾値を別途設定している。この閾値を超えると、全体評価の条件として、より詳細な毒性学的評価が求められる。毒性学的データが限られている可能性のある構造

的に関連する化学物質群についても、ばく露閾値が設定されている。このアプローチは、毒性学上懸念の閾値（TTC）として知られており、後のセクションでより詳しく説明する。

米国、カナダ、日本、中国、欧州連合など、各国で現在施行されている FCM に関する法規制の詳細については、Aversano (2025) 及び Nerin ら (2025) を参照されたい。FCM 関連法規制の全体的な目的は、食品と直接間接接触する材料及び成形品が、ヒト健康を高度に保護することを保証することである。

CAC は食品包装材料に関する具体的な基準を定めていないが、食品の安全性と品質を確保するために、殆どの規格に包装要件を組み込んでいる。CAC 規格は、包装の完全性及び無菌包装条件に関する指針を示している。このアプローチは FCM の重要性を強調し、食品生産における毒性のない食品グレード材料（バージン及びリサイクル）の使用を促進する。

これらの規定の重要な例は、「食品衛生の一般原則」(FAO・WHO、2023a) や、「無菌処理及び包装された低酸性食品の衛生実施規範」(FAO・WHO、1993) などの他の実施規範、更に生鮮果物や野菜などの品目別基準に見られる。加えて、「食品及び飼料中の汚染物質及び毒素に関する一般基準」(FAO・WHO、1995) では、アクリロニトリルと塩化ビニルモノマーという 2 種類の特定の化学物質についてガイドラインレベルが示されており、食品接触材料から食品への移行を技術的に達成可能な最低レベルまで最小限に抑えることを推奨している。

食品包装材料は完全に不活性ではなく、移行と呼ばれるプロセスを通じて構成化学物質を微量ながら食品や飲料に放出する可能性があることは、以前から認識されている。化学物質の移行に関する様々な研究により、FCM から数百種類の化学物質が食品中に検出される一方、FCM 自体から数千種類の化学物質が抽出され、同定されることが示されている (Geueke et al., 2025)。例えば、プラスチック食品包装のポリマー合成中に使用される化学物質は、食品使用中を含め、製品のライフサイクル全体に亘って移行することが研究で示されている (Muzeza, Ngole-Jeme, Msagati, 2023; Gupta et al., 2024)。プラスチック包装材料のマトリックスには、化学反応の触媒として使用される金属、溶剤、モノマー、様々な反応副生成物など、製造プロセス中に使用される様々な化学物質が含まれている (Panou and Karabagias, 2024)。プラスチック材料の機能性を向上させるために添加される可塑剤、安定剤、酸化防止剤などの様々な添加剤も移行する可能性がある。12,000 種類以上の化学物質が、様々なタイプの FCM の製造中に意図的に使用される可能性があり、これらはしばしば IAS と呼ばれる (Groh et al., 2021)。UNEP は、FCM を含む幅広い分野と製品のプラスチックに含まれる 10 種類の化学物質を、その既知の毒性とプラスチックからの放出の可能性から、重大な懸念事項として特定した。このリストには、特定の難燃剤、紫外線安定剤、

パー及びポリフルオロアルキル物質 (PFAS)、フタル酸エステル、ビスフェノール、特定のアルキルフェノール及びアルキルフェノールエトキシレート、殺生物剤、金属及びメタロイド、多環芳香族炭化水素 (PAH)、ポリ塩化ジベンゾ-p-ジオキシン及びポリ塩化ジベンゾフラン (PCDD/F) などの NIAS が含まれる (UNEP 及びバーゼル条約、ロッテルダム条約、ストックホルム条約事務局 2023)。更に、FCM の製造に使用される化学物質の多くは、様々なバイオモニタリング研究を通じてヒトから検出されている (Muncke et al., 2025)。これらの研究のレビューに基づくと、3,601 種の食品接触化学物質へのヒトばく露のエビデンスがあることが先頃報告されている (Geueke et al., 2025)。一般的に、これらの IAS は低分子量の化学物質であり、出発物質のモノマーであるか、特定の機能目的のために FCM に意図的に添加された物質である。温度、接触時間、包装材料の化学組成、食品の構造、包装と食品の接触面のサイズなど、包装材料の種類と食品マトリックスに関連する多くの要因が、移行の程度に影響を与えることが示されている (Kato and Conte-Junior, 2021)。

包装材料から食品への化学物質の移行に関する詳細な情報は、複数の文献 (Gupta et al., 2024; Bronczyk et al., 2025; Muzeza, Ngole-Jeme and Msagati, 2023; Seref and Cufaoglu, 2025; Zhang et al., 2025) に記載されている。

FCM に含まれる化学物質 (出発モノマー、反応材料、及び IAS を含む) の市販前評価は、比較毒性データの入手可能性に依存する。比較的少量ながら食品に移行する可能性のある、ハザードデータが限られている多数の化学物質に対処するため、TTC アプローチの概念が開発された。これは、Cramer、Ford、及び Hall (1978) が提案したデシジョンツリーに基づいて特定された 3 つの構造クラスに属する化学物質の慢性毒性データの分析に基づき、Frawley (1967) によるレビューから開発したものである。TTC アプローチは、摂取量が十分に低ければ、化学物質固有の毒性データがなくても、安全性を合理的に保証できるという概念に基づいている。これは、ヒト健康に重大なリスクがないばく露レベルを規定できることを意味する (Munro, Renwick, Danielewska-Nikiel, 2008)。TTC アプローチは、新規物質の認可のための安全性評価をサポートし、これらの物質及び関連する不純物の一次毒性データの評価を補完する。更に、TTC 閾値は、リサイクルプラスチック中の潜在的な汚染物質を評価するのに役立つ。特に、これらの汚染物質の正体が一般的に不明で、考えられる全ての物質を包括的にスクリーニングすることが非現実的な場合に有効である。このアプローチを使用して、米国食品医薬品局 (US FDA) は、FCM 由来の化学物質について、食品 1g 当たり 0.5 ng の食事中濃度制限を設定した。これは、1 人当たり 1 日 1.5 μg のばく露に相当する。この限度は、規制の閾値と呼ばれる (US FDA, 1995)。遺伝毒性に関する構造的警告が発せられているものの、アフラトキシン様化合物、アゾキシ化合物、又は N-ニトロソ化合物ではない物質については、米国 FDA は、1 人 1 日当たり 0.15 μg というより保守的な閾値を用いることを検討している。

TTC アプローチには当初、特に遺伝毒性物質や生物蓄積性物質に関して、いくつかの限界が指摘されていた。更に、TTC アプローチは累積効果や混合効果を考慮していないため、複雑な移行性 NIAS 化学物質プロファイルがもたらす真のリスクを過小評価する可能性がある (Miralles et al., 2025)。

最近、米国 FDA は、当初の TTC アプローチのベースとなっていた毒性データベースの更新を完了した。このデータベースは大幅に拡張され、多様な化学物質に関する毒性試験、代謝データ、及び化学構造情報を組み込んだ拡張デシジョンツリー (EDT) が作成された。この拡張は、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議 (JECFA)、FAO/WHO 合同残留農薬会議 (JMPR) などの独立した専門家科学諮問機関、及び米国環境保護庁 (USEPA)、欧州化学物質庁 (ECHA)、欧州食品安全機関 (EFSA) などの機関が発表した報告書に基づいている。改訂版 EDT では、新たに 3 つの化学物質クラス (高毒性、非常に高毒性、極めて高毒性) が特定され、データベースに含まれる最も毒性の高い物質を対象とするクラス VI が追加された。クラス VI の化学物質の TTC 値は $0.00053 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日と改訂され、これは遺伝毒性発がん性閾値である $0.15 \mu\text{g}/\text{人}/\text{日}$ ($0.0025 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日) の約 5 分の 1 である。米国 FDA は、クラス VI の TTC 値が EDT クラス VI に分類される全ての物質に対し効果的な保護を提供すると予測する。[3]

[3]https://www.fao.org/fao-who-CODEXalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCODEX%252FMeetings%252FCX-702-86%252FWorking%252BDocuments%252Fex86_02_Add3e_rev2.pdf

TTC アプローチは、過去 50~60 年に亘って実施された数百種類の多様な化学物質の研究から得られた毒性データを、予測又は既知の低ばく露レベルを考慮した上で、毒性データが限られている或いは全くない物質に外挿するリスク特性評価手法である。TTC 原則は、JECFA や EFSA を含む様々な食品安全当局、規制機関、関連科学団体によって採用され、継続的に更新されており、化粧品、医薬品中間体、食品香料、香料、FCM の評価に用いられてきた。TTC の開発と適用に関する詳細情報 (適用範囲から除外された化学物質を含む) は、Munro (1990)、Munro ら (1996)、Kroes ら (2004)、EFSA 及び WHO (2016) に記載されている。移行物質の化学構造が既知であり、TTC 構造スキーム内で分類できる場合、このアプローチは FCM を評価し、更なる毒性評価の対象となる化学物質を優先順位付けするための実用的手段となる。

2.1 食品接触材料中のマイクロ及びナノプラスチックに関する食品安全上の考慮事項

血液、母乳、肺、心臓、胎盤など、様々なヒト組織及び臓器から様々な由来のマイクロ及び

ナノプラスチックが検出されており、ヒトばく露が確認されている (Leslie et al., 2022; Ragusa et al., 2021; Jenner et al., 2022; Yang et al., 2023)。これは、消化管からの移行又は吸収を示唆している (ボックス 3 参照)。マイクロプラスチックと比較して、ナノプラスチック粒子は反応性が高く、様々な環境コンパートメントに多く存在すると考えられる。ナノプラスチックは生細胞に容易に浸透するため、毒性が高くなる可能性がある (Sharma et al., 2023; Ruggieri et al., 2025)。ドイツ連邦リスク評価研究所 (BfR) の研究者による最近のレビューでは、現在、ヒトにおけるマイクロプラスチックの実際の分布に関する信頼できる情報は限られていると述べられている。しかし、1.5 μm より大きい経口摂取されたマイクロプラスチックは、腸管バリアを通過して吸収又は分布する可能性は極めて低いと考えられる (Janzik et al., 2025)。たとえ生物学的利用能が限られていても、摂取又は吸収されたマイクロプラスチックは、ヒトの腸内マイクロバイオームの乱れ、即ちディスバイオシスと呼ばれる現象と関連付けられている。このばらつきの程度は、マイクロプラスチックの種類、サイズ、濃度といった特定の特性によって異なる (Thin et al., 2025; Gao et al., 2025)。

様々な食品包装材料から放出されるマイクロプラスチックの種類と物理的特性に関するレビューは、Jadhav et al. (2021) によって提供されている。最近の複数のレビューでは、マイクロプラスチックが検出された一般的な食品とその濃度の一覧が示されている (Khattoon et al., 2025; Gune and Martin, 2025; Pathak, Mangla and Bhan, 2025; Duncan et al., 2024)。更に、最近の研究では、様々な食品におけるマイクロプラスチックとナノプラスチックの合計濃度と推定摂取量 (1 日当たりの粒子数) が報告されている (Duda and Petka, 2025)。

最近のレビューでは、ヒトは年間 39,000~52,000 個のマイクロプラスチック粒子を摂取する可能性があり、ボトル入り飲料水の消費者は水道水の消費者よりも最大 90,000 個多く摂取していると報告されている (Sajedi, An and Chen, 2025)。殆どのボトル入り飲料水はプラスチック容器で販売されているが、フランスで行われた最近の研究では、ガラス瓶入り飲料水にマイクロプラスチックが含まれていることが判明し、プラスチック瓶入りの同様の飲料水よりも高濃度で含まれている場合もある (Chaïb et al., 2025)。著者らは、マイクロプラスチックの発生源はガラス瓶に使用されているプラスチック製の蓋であると提案したが、検出されたマイクロプラスチックは食品製造工程で使用されるプラスチック FCM に由来する可能性もある (Muncke et al., 2025)。飲料中のナノプラスチックの存在を調査した研究では、3 種類の類似した炭酸飲料において、缶、ガラス瓶、プラスチック瓶に含まれるナノ粒子の存在に有意な差は見られなかったと報告されている (Salvia et al., 2025)。世界保健機関 (WHO) は、食品や飲料水にマイクロプラスチック粒子が存在することを認めているが、2022 年時点では、入手可能なデータはナノプラスチックのヒトへのリスクを評価する上で非常に限定的な価値しかないと考えられていた (WHO, 2022)。国連食糧農業機関 (FAO) も、マイクロ及びナノプラスチックへのヒトのばく露に関する入手可能な証拠を

検討し、それらの化学成分や汚染物質による公衆衛生への潜在的影響が懸念されるものの、入手可能な証拠は限られており、そうしたばく露の公衆衛生上の重要性について結論を出すことはできないと述べている (Garrido Gamarro and Costanzo, 2022a; 2022b)。

マイクロ及びナノプラスチックへのばく露に関連する潜在的なヒト健康リスクを評価する際の主な課題の一つは、研究間でサンプリング方法、分析技術、標準参照物質、報告単位に一貫性がないため、データの比較が困難であることである (Alam and Rahman, 2025)。環境サンプリング、サンプル処理、計数、同定など、マイクロプラスチックの定量化プロセスのあらゆる段階で誤差が生じる可能性がある (McIlwraith et al., 2025)。EFSA は、食品接触材料からのマイクロ及びナノプラスチックの放出に関する最近のレビューで、検証済みの試験プロトコルや適切な分析方法の欠如など、多くのデータギャップに基づき、実際の粒子放出量は科学出版物で報告されているよりも遥かに少ないと指摘した (EFSA et al., 2025)。マイクロ及びナノプラスチックへのばく露と関連する健康影響を定量化することに関連するヒト研究の最近のメタ分析では、現在の科学状況では、ヒトの健康を保護するためにこれらの粒子へのばく露を減らす戦略の開発が必要であると結論付けた (Lamoree et al., 2025)。食品中のマイクロ及びナノプラスチックの規制に関する政策及び意思決定に役立つ様々な代表的なニーズは、Duncan et al. (2024) から入手できる。

ボックス 3 マイクロ及びナノプラスチックのヒト健康への影響に関する研究の現状

近年の複数のレビュー論文では、マイクロプラスチックへのばく露と、ヒトに及ぼす様々な影響との関連性が指摘されている (Li et al., 2023、Li et al., 2025、Luo et al., 2025、Ezhava, Lobo and Rodge, 2025、Hoang et al., 2025、Khu, Li, and Zhao, 2025、Nahaji et al., 2025、Ali Hassanzadeh et al., 2025)。しかしながら、これらの知見は主に観察研究に基づくものであり、因果関係を確立するものではない。マイクロ及びナノプラスチックへのばく露によるヒトへの潜在的な健康リスクを完全に理解するためには、いくつかの不確実性を解消する必要がある。これらには、分析方法、ばく露評価、用量反応関係、特定の標的臓器、及び根底にある毒性メカニズムが含まれる。

マイクロプラスチックへのヒトの主なばく露経路は、摂取、吸入、そして程度は低いものの皮膚接触と考えられており、食品、水、空気が主な媒介物として作用する (Nouri, Massahi, Hossini, 2025)。FCM は、マイクロ及びナノプラスチックへのヒトのばく露の一次及び二次的な発生源となるが、環境媒体や繊維製品、消費財などの非食品といった他のばく露経路も、包括的な健康リスク評価において考慮する必要がある。今後のリスク管理アプローチでは、FCM の 96%以上が通常の使用においてマイクロ及びナノプラスチックの両方を放出するという最近のメタ分析の結果 (Zimmermann ら、2025) を考慮に入れる必要がある。

2.2 食品包装におけるナノ材料

ナノ材料（少なくとも1つの寸法が1~100 nmの範囲にある材料）は、食品包装への応用がますます注目されている。ナノ材料を包装用ポリマーに組み込むことで、強度、耐久性、柔軟性、バリア機能、耐用年数といった主要な物理的・機械的特性を向上させることができる（Ashfaq et al., 2022）。特に、銀、亜鉛、銅、チタン酸化物などのFCM（食品接触材料）に用いられるナノ粒子は、機械的特性とバリア機構を向上させるだけでなく、酸化や腐敗を抑制し、抗菌活性を付与することが報告されている（Cano et al., 2016; Lin et al., 2015; Cao et al., 2018; Ren et al., 2015）。

ナノ材料は、食品と包装材料との相互作用を促進し、食品の品質、安全性、完全性を確保しつつ、食品の保存期間を維持または延長するように設計されたアクティブ包装への応用に向けて、開発が益々進められている（Mahmud et al., 2022; Peng et al., 2024; Singh et al., 2025; Panigrahy and Rout, 2025）。

食品包装における合成プラスチックの削減と、環境に適したリサイクル材やバイオ素材の利用拡大に向けた世界的な取り組みが進むにつれ、包装材料マトリックスへのナノ材料の組み込みは、ガスバリア性、水蒸気バリア性、機械的強度といった機能性の向上に有望であることが示されている（Gupta, Guha and Srivastav, 2024）。

アクティブ包装に使用されるナノ材料、特に抗菌性を有するナノ材料はIASと見なされ、使用前に標準的な市販前安全性評価が必要となる。アクティブ包装の一部として使用できる様々な金属酸化物が食品に移行することが示され、その場合はばく露評価とハザード特性評価が必要になる（Vats, Arora, Tiwari, 2024）。例えば、FCMで金属酸化物のナノ形態が使用される場合、移行評価ではナノ形態自体と移行の可能性、及びナノ特有の毒性評価が必要かどうかを考慮する必要がある。例えば、アクティブ包装の一部として使用される酸化亜鉛ナノ粒子については移行が限定的であることが実証されており、そのため安全性評価はナノ粒子形態ではなく、可溶性イオン亜鉛の移行のみに焦点を当てている（EFSA CEFパネル、2016）。様々な種類のナノ粒子、ナノコンポジット、ナノセンサーが食品包装に使用できるが、食品に移行する可能性のあるナノ粒子を正確に特性評価する必要がある。

毒性学的観点から見ると、ナノ材料は、サイズ、形状、アスペクト比（粒子の長さとの比、又は直径との比）、表面化学、凝集などの要因により、非ナノ材料とは異なる独自の毒性特性を示す可能性がある（Naseer et al., 2018; Bharti, Pal and Kumar, 2025）。ナノ材料の独自の毒性特性を認識して、いくつかの国内外の食品規制機関は、その使用を規制するための特定のポリシーを策定した。例えば、食品接触プラスチック材料及び成形品に関する欧州委員会規則（EU）No. 10/2011には、ナノ材料に特化した規定が含まれており、食品接触用途で

使用されるナノ材料は、承認前にリスク評価を受ける必要がある (Störmer et al., 2017)。米国で FDA は、FCM で使用されるナノ材料の安全性を証明するために、製造業者に食品へのナノ材料の潜在的な移行と毒性影響に関するデータの提出を求めている。FDA は、ナノ材料の安全性評価に関する業界関係者向けのガイダンス文書も発行している (米国 FDA、2018 年)。カナダでは、食品接触製品は食品医薬品規則に基づいて規制されており、ナノ材料の使用に関する追加ガイダンスも提供されている (カナダ保健省、2022 年)。多くの国がナノ材料の規制において進展を見せているが、リスク閾値、規制上の定義、報告要件の違いにより、世界的な整合性と一貫性の確保は依然として大きな課題となっている。食品・農業分野におけるナノ粒子／ナノ材料の使用に関する各国の現行規制については、Jangid ら (2025 年) の論文を参照されたい。

2.3 インテリジェント FCM

アクティブ FCM に加え、食品の品質と安全性を監視するため、インテリジェント FCM が開発されている。これは、包装に組み込まれたセンサーや指標を介して測定パラメータの変化に関するリアルタイム情報を製造業者、小売業者、又は消費者に提供する (Vanderroost ら、2014 年)。インテリジェント包装を使用して監視できる様々なパラメータには、時間温度指標、鮮度指標、包装の完全性指標、バイオセンサー、ガスセンサーなどがある (Mkhari、Adeyemi、Fawole、2025 年、Roy ら、2023 年)。EU の法的定義 (EC、2009 年) によると、インテリジェント包装には、輸送中及び保管中に包装された食品の状態又は食品を取り巻く環境を監視できるコンポーネントが含まれている。様々なタイプのインテリジェント食品包装の具体例と最近の技術革新については、Kumar ら (2025 年)、Mkhari、Adeyemi、Fawole (2025 年)、及び Roy ら (2023 年) の文献を参照されたい。センシング分子は、一次包装材料に直接組み込むか、包装材料の表面にコーティングとして適用して、センシング分子と食品との直接接触を可能にできる (Hu 及び Li、2024 年)。食品包装の新しい開発では、アクティブ及びインテリジェント包装材料の両方の要素を単一のシステムに組み合わせている。しかし、インテリジェント食品接触材料の製造に使用される化学物質は、独自の IAS の潜在的な移行と、それらの化合物に対する特定の安全性評価の必要性を考慮しなければならない。例えば、酸化亜鉛の抗菌特性とアントシアニンを含む pH 感受性フィルムを組み合わせた食品包装材料が開発されている (Koshy et al., 2023)。酸化亜鉛とアントシアニンはどちらも IAS に該当するが、これらの物質の移行は、化学物質の安全性評価プロセス中に評価する必要がある。例えば、米国では、インテリジェント食品包装材料の構成要素は、他の全ての食品接触物質と同じ米国 FDA の要件の対象となる (Lacourt et al., 2024)。しかし、インテリジェント食品包装の大規模な使用には、製造に伴う多額の費用や技術的な複雑さなど、いくつかの障害が存在する。これらは、食品業界におけるインテリジェント食品接触材料の普及に対する重大な障壁として認識されている (Mkhari、Adeyemi、Fawole、2025)。本報告書の著者らは、食品と直接接触したり、食品中に放出されることを目的とし

た、アクティブ物質やインテリジェント物質の構成要素として使用される物質は、食品包装に使用される他の無機系物質と同様に、市販製品に使用される前に徹底的に評価されなければならないと主張している。

2.4 リサイクルプラスチックと食品安全に関する考察

プラスチック廃棄物の削減に向けた数多くの取り組みが世界中で成功裏に実施されている。食品包装材料における循環型経済を実現する上で重要な側面の一つは、プラスチック廃棄物を回収又はリサイクルして新たな材料や製品を製造するシステムを構築することである。EU では、2020 年の循環型経済行動計画において、リサイクルしやすい FCM の設計を促進するための重要な措置や、詰め替え可能でリユース可能な FCM を推進するための取り組みが盛り込まれている (EC、2020)。規則 (EU) 2025/40 によれば、包装は「可能な限り多くの回数リユース又は高品質なリサイクルを可能にし、そのライフサイクル全体及びそれが設計された製品のライフサイクル全体を通して環境影響を最小限に抑えるように設計、製造、販売されるべき」(EC、2025a) とされている。2030 年までに、日本のプラスチック資源循環戦略は、全てのプラスチック容器と包装の 60% をリユース又はリサイクルすること、シングルユースプラスチックの排出量を 4 分の 1 削減すること、バイオプラスチックの導入を開始することという 3 つの成果を目指している。2035 年までに、日本は全てのプラスチック廃棄物をリユース、リサイクル、その他の回収 (エネルギー回収を含む) によって効果的に利用することを目指している (日本政府、2019 年)。一部の世界的な推定では、特定のプラスチックのリサイクル率は比較的高い (PET の場合は 17%) ことが示されているが、高密度ポリエチレン (HDPE)、低密度ポリエチレン (LDPE)、PVC、PP など、FCM で使用されるその他の合成ポリマーの回収率は 10% 未満である (Merrington、2024 年)。経済協力開発機構 (OECD) は、プラスチック汚染を抑制する手段としてリサイクルを活用するには、2060 年までにリサイクル率 (実際に新製品に再加工される材料の割合) を 60% にする必要があると推定している (OECD、2022 年)。しかし、材料の複雑性、ポリマーの劣化、化学汚染、マイクロプラスチックの発生など、控えめなリサイクル率を達成するだけでも、いくつかの課題があると認識されている (Carney Almroth ら、2025 年)。

ボックス 4 プラスチック食品接触材料に用いられるメカニカル及びケミカルリサイクル
プラスチック FCM に用いられる主なリサイクルプロセスは、一次リサイクル、二次リサイクル、三次リサイクルである。一次リサイクルでは、食品接触プラスチックの製造過程で発生するスクラップを、適正製造規範 (GMP) に準拠した環境で使用し、クローズドループシステム内で FCM に再加工する。二次リサイクル、即ちメカニカルリサイクルでは、使用済み廃棄物を原料として、粉碎、溶融、押出成形などの物理的方法を用いて FCM を製造する。このプロセスでは、原料から残留汚染物質を除去しつつ、リサイクルプラスチックのポリマー組成と構造が変化しないようにする。三次リサイクル又はケミカルリサイクルとは、

使用済みリサイクル原料を化学的に分解して元のモノマー又はオリゴマーにし、その後、精製、蒸留、精製して残留汚染物質を除去するプロセスを指す。精製されたモノマーは、化学反応によって再重合され、新しいプラスチックペレットが生成される。メカニカル及びケミカルリサイクルを含む申請の提出プロセスの一部には、代替汚染物質試験レポートに関連する証拠、又はリサイクルプロセスが十分な除染能力を実証したことを検証するエビデンスが必要である。一般的に、メカニカルリサイクルは安価でエネルギー依存度が低い、品質の低いポリマーを生成する可能性がある。対照的に、ケミカルリサイクルは混合プラスチック廃棄物を化学成分に分離するのに優れており、バージンプラスチックに匹敵する材料を生成できる。

化学物質の安全性の観点から、リサイクルプラスチックの使用は特有の課題をもたらす可能性がある (FAO, 2024)。16,000 種類以上の化学物質が、プラスチック製造に意図的に使用されているか、意図せずプラスチック中に含まれていることが確認されている。これらのうち、4,200 種以上の化学物質が、様々な有害特性 (残留性、生物蓄積性、移動性、毒性) を持つことが確認されており (Monclús et al., 2025; Wagner et al., 2024)、食品以外の用途のプラスチックがリサイクル前に食品用途のプラスチックから分離されていることを確認するために、廃棄物の流れを管理することの重要性が強調されている。例えば、実験的エビデンスによると、リサイクル PET やその他のプラスチックには、元の原材料に使用されていた化学物質と、使用、取扱い、加工、消費者の誤用、環境へのばく露、又はリサイクル中に混入した可能性のある追加の汚染物質の両方が含まれている可能性がある (Geueke et al., 2023; Carmona et al., 2023)。これらの化学物質には、農薬、医薬品、殺生物剤など、幅広い NIAS が含まれる可能性があり、そのため、バージン FCM への使用は除外される。FCM を含む様々な製品カテゴリーにおいて、リサイクル及びバージンプラスチックを比較した研究では、リサイクルプラスチックには、金属 (類縁元素)、PFAS、PAH などの様々な有機及び無機化学物質が高濃度で含まれていることが明らかになった (Daggubati et al., 2025)。著者らはまた、リサイクル及びバージンプラスチックに含まれる化学物質の機能カテゴリー間で、組成に大きな違いがあることも報告している。これらの違いは、異なる添加剤の使用、原料源の変動、リサイクルプラスチック中に存在する分解副生成物や製造残留物など、様々な要因によるものと考えられる。詰め替え可能な PET ボトルをアルコール、洗浄剤、燃料などの保管に使用した過去の誤用は、ミネラルウォーターや清涼飲料水の官能特性に影響を与える可能性のある原因として特定されている (Widén, Leufvén and Nielsen, 2005)。

更に、廃棄物収集時の交差汚染、特に発生源での分別が不十分な場合、リサイクル PET の汚染源として指摘されている (EFSA CEP パネル, 2024 年)。但し、エビデンスは限られている。より深刻な懸念は、リユース可能又は詰め替え可能な容器に有害化学物質を不適切に

保管すると、容器が適切に除染されない場合に毒性を引き起こす可能性があることである。PP、LDPE、HDPE のポストコンシューマーリサイクルプラスチックからメカニカルリサイクルプロセスによって製造されたマイクロプラスチックは、バージンプラスチックから粉砕されたマイクロプラスチックよりも多くの有機化合物と無機元素を放出した。更に、抽出されたマイクロプラスチックは、用量依存的にヒト結腸直腸腺癌細胞の生存率を低下させ、その効果はバージンマイクロプラスチックよりもリサイクルマイクロプラスチックでより顕著であった (Järvelä ら、2025 年)。

一般的に、食品用途として評価され認可されたリサイクルプラスチックは、バージン FCM の使用と同様に、食品用途に安全と判断されるべきである。EU では、欧州委員会規則(EU) 2022/1616 により、リサイクル材がバージンプラスチックと同じ安全性と品質基準を満たすことを保証するための規則が定められている。使用済み PET のメカニカルリサイクルなど、適切な認可されたリサイクルプロセスのみが許可されている(EC、2022)。この規則は、消費者の健康にリスクをもたらしたり、食品の安全性を損なったりしないリサイクル材含有プラスチックの製造要件を定めており、EFSA は、リサイクルプロセスがプラスチック汚染レベルを効果的に低減することを検証する責任を負っている。これまでリスク評価を受けていない物質については、欧州委員会規則(EU) 2025/351 により、リスク評価が不要な移行の閾値が 0.15 ng/g と定められている。0.15 ng/g を超えるが 50 ng/g 未満の濃度で移行する物質については、リスク評価は遺伝毒性の除外に限定される(EC、2025b)。50 ng/g を超える場合は、国際基準に従って完全なリスク評価が必要である。食品接触を目的としたリサイクルプラスチックに関する欧州連合の規制枠組みのより詳細なレビューは、Sepúlveda-Carter ら (2025) から入手できる。米国 FDA は、食品接触用途でのリサイクル材の使用に関する規制要件をまだ公布していないが、完成したリサイクル材が意図された用途に適切な純度であることを保証するために使用する方法を説明したガイダンス文書(US FDA、2021) を発行している。1990 年以降、米国 FDA は、少なくとも 423 の製造業者の申請に対して、当該リサイクルプロセスが食品接触用途に適したリサイクル材を生成することが期待されるかどうか意見を公表している(EHN、2024)。米国では、リサイクルプロセスが汚染物質を 0.5 ng/g 又は 1 人 1 日当たり 1.5 µg の食事濃度閾値以下に低減するのに十分であることを確認するのは製造業者の責任である。

この食事中濃度閾値は、FDA が食品接触製品に使用される物質を規制するための閾値に基づいている。この閾値は、食品接触製品に使用された結果、食事中濃度が 0.5 ppb 以下となる物質を規制対象から除外する。0.5 ppb 以下の濃度で移行する物質の使用による生涯発がんリスクの上限は、100 万分の 1 未満と予想される。このリスクレベルは一般的に非常に低い(即ち、安全上の懸念は殆どない)と見なされる(連邦官報、1995 年)。

WHO と EFSA は、DNA 反応性遺伝毒性化学物質に対する十分な保護レベルとして、1 日当たり体重 1kg 当たり 0.0025 µg のばく露閾値を提案している（生涯発がんリスクの上限は 100 万分の 1 未満 $[1 \times 10^{-6}]$ と予想される）（EFSA 及び WHO、2016 年；EFSA 他、2019 年）。この基準値は、プラスチック原料中に存在していたものの、洗浄工程によって効果的に除去された未知の汚染物質や NIAS にも適用されると考えられる（EFSA CEF パネル、2016 年）。

廃プラスチック原料から偶発的汚染物質を効果的に除去する方法を評価する一環として、チャレンジテストが開発され、米国 FDA、EFSA、カナダ保健省、ブラジル国家衛生監視庁など、様々な規制機関によってリサイクルプラスチックの認可プロセスの一環として使用されている。このテストでは、様々な代表的な化学汚染物質（極性揮発性物質、非極性揮発性物質、極性半揮発性物質、非極性半揮発性物質、金属塩）を用いて、廃プラスチック原料を意図的に汚染する。意図的に汚染された材料は、洗浄処理と食品模擬物質を用いた標準的な移行試験の両方を受け、食品用途及び非食品用途由来のプラスチックから未承認の添加物や潜在的な汚染物質を除去するリサイクルプロセスの能力が実証される（Tumu、Vorst、Curtzwiler、2024）。米国 FDA のガイダンス文書には、代替汚染物質試験の実施方法に関する詳細が記載されており、化学的代替物質の選択に関する FDA の現在の推奨事項も含まれている。更に、欧州委員会規則（EU）2022/1616 は、食品接触プラスチックが化学的及び微生物学的に安全であることを保証するため、プラスチック廃棄物の収集と前処理、除染手順、及びリサイクルプラスチックの品質管理に関する具体的な要件と手順を定めている（EC、2022）。

ブラジルでも、リサイクルプラスチックの安全性を判断するための同様のプロセスが用いられている。ブラジルの国家保健監視庁が発行した技術報告書第 71/2016 号（TR71/2016）は、食品接触を目的としたリサイクルプラスチック材料中の汚染物質の存在について取り上げている（ブラジル、2016 年）。FCM として使用されるリサイクルプラスチックは、リサイクル材料が食品プラスチックに関する既存の全ての法律を満たしていることを示す文書を提出する必要がある（Marcelino、Gomes、Marangoni Júnior、2025 年）。洗浄プロセスの有効性を評価するには、ポリマー固有のチャレンジテストが必要であり、幅広い物理化学的特性を持つ代替汚染物質を原料に添加して、食品擬似物質への化学物質の移行が定められた限度内であることを確認する。ブラジルでは、食品グレードの使用済みリサイクル PET 樹脂におけるこれらの代替物質の許容濃度は 220 ng/g と定められている。これは、ヒトの食事における最大許容濃度（規制値）である食品 1g 当たり 0.5 ng に基づいている（ブラジル、2008 年）。

カナダでは、食品接触材料（FCM）の安全性は、食品の内容物に有害となる可能性のある

物質を付着させる可能性のある包装材を用いた食品の販売を一般的に禁止する規制として規定されている。現在、カナダでは自主的な申請制度が採用されており、FCMの製造業者又は販売業者が市販前安全性評価を申請する方法を詳述したガイダンス文書が提供されている。カナダの環境イニシアティブである「プラスチック廃棄物ゼロ戦略」の一環として、2030年までにプラスチック廃棄物ゼロを目指す取組み（CCME、2019年）において、カナダ保健省は、リサイクル業者、製造業者、販売業者が食品包装材料としてのポストコンシューマーリサイクルプラスチックの安全性と許容性を判断する際に役立つ最新のガイドラインも提供している。ポストコンシューマープラスチック原料から汚染物質を除去する効率を決定するプロセスの一部として、代替化学汚染物質を用いたチャレンジテストが実施される。このチャレンジテストの後、潜在的な化学物質へのばく露による健康影響は、1日当たり体重1kg当たり25ngという懸念の閾値（TOC）の値と比較することで評価される。このTOC値は、食品包装を介して物質がリスクをもたらす可能性が低いばく露量を表す（カナダ保健省、2023年）。

FCMとして使用されるリサイクルプラスチックの安全性を確保するためのもう一つの選択肢は、ファンクショナルバリア設計を導入することである。これは、リサイクルプラスチックの食品接触面をバージンプラスチックポリマーで被覆し、化学物質の移行を制限又は防止するものである。

リサイクルプラスチックをFCMとして使用する場合、特にNIASに分類される物質に関して、食品の化学的安全性に関する課題が生じる。TTCの概念は、TTCで定義された化学物質クラスと構造的に類似している既知の移行性化学物質と、危険性に関するデータが限られている、或いは全くない未知の化学物質の両方に対して、現実的かつ実用的なアプローチを提供する。

2.4.1 リサイクルFCMの食品安全性を確保するための推奨事項

適切な廃棄物管理及び選別システムを用いることで、食品用プラスチック包装材料は、合成ポリマー固有の樹脂識別コード（図1参照）に従って、リサイクル前に分別できる。食品以外の用途に使用されたり、消費者に誤用されていない食品包装材料については、原料プラスチック中に存在するIASは、既に評価され、以前に承認された食品用途において安全と判断されているはずであり、FCMに関する国のポジティブリストに掲載されている可能性がある。例えば、2025年6月1日に終了する5年間の移行期間を経て、日本は最近、食品衛生法に基づき、日本国内で販売されるFCMに使用される合成樹脂（ポリマー及び添加剤）は、公式のポジティブリストに掲載されねばならないという規則を制定した。ポジティブリストに掲載されていない物質は、食品への移行レベルが0.01µg/g未満で非接触層に使用されるなど、一定の条件を満たせば、対象外として使用できる（CAA、2025）。米国、カナダ、

欧州連合など、他の多くの国や地域でも同様のポジティブリストが設けられており、認可されたポリマー及び添加剤を確認し何らかの SML と比較できる。

FIGURE 1. STEPS OF PLASTIC RECYCLING FOR FOOD CONTACT MATERIALS – FOOD SAFETY CONSIDERATIONS



* Rinsing and cleaning can include multiple steps depending on the quality of the input material.

Note: Mechanical and chemical recycling can be applied as alternative steps within the overall plastic recycling process. More details are provided in Box 4. The challenge test is typically required as an initial validation of the recycling process and is repeated when significant changes occur, e.g. when setting process parameters or configuring equipment.

FCMs: food contact materials
IAS: intentionally added substances
NIAS: non-intentionally added substances
TTC: threshold of toxicological concern

Source: Authors' own elaboration.

廃棄物処理施設やリサイクル施設で食品用ポリマーと非食品用ポリマーの適切な分離が保証できない場合、又はプラスチック容器が誤用されていないことを確認できない場合、NIASと汚染物質の適切な除去を保証するために、ポジティブ対照化学代替物を用いた専用の洗浄手順を実施できる。欧州委員会規則(EU)10/2011では、「非意図的添加物質とは、使用物質中の不純物、製造工程中に形成された反応中間体、又は分解生成物若しくは反応生成物を意味する」と規定されている(EU、2011)。カナダで、NIASは製造中に形成される副産物、分解生成物、及びリサイクルによって生じる汚染物質を含む汚染物質として存在する可能性のある化学物質と見なされる(ECCC及びカナダ保健省、2025)。既知の化学構造を持つNIASは、利用可能なデシジョンツリーと規制当局が使用するTTCアプローチを使用して、移行又はばく露制限に対して評価できる。未知のNIASについては、保守的なアプローチを適用できる。最も保守的な化学クラスを割り当て、潜在的なばく露を最も保守的なTTC値と比較する。TTC値は、遺伝毒性に関する構造的警告の可能性を考慮する。或いは、全ての人口ばく露シナリオを考慮したデフォルトの移行限度をNIASに割り当てることもできる。食品包装材料中のNIASを検出するために使用された分析方法の例(Nerín et al., 2022; Miralles et al., 2025)と、リサイクルプラスチックで検出されたNIASの例は、Pearson et al. (2024)とRung et al. (2023)によって提供されている。

2.5 食品包装用代替材料

循環型経済のアプローチでは、「再設計・削減・リユース・リサイクル」の原則に基づき、合成プラスチック製食品包装の持続可能性を高める取り組みが進められている。これらの戦略を補完するものとして、従来の石油由来の非生分解性プラスチックと同等の機能を持つ生分解性材料を用いた食品包装の開発は、環境問題への対応を一層促進する(FAO、2022年)。合成ポリマーをベースとしたFCMと比較して、バイオプラスチックは必ずしも生分解性ではないものの、カーボンニュートラルの可能性という利点がある。バイオプラスチックへの移行は、欧州プラスチック戦略(EC、2018年)の2025年目標が達成された場合、EUにおける二酸化炭素(CO₂)排出量を最大13%削減できる可能性があると推定される(Tenhunen-Lunkkaら、2023年)。

リサイクル可能な資源から得られるバイオプラスチックFCMの製造に使用される主な材料には、デンプン、セルロース、キトサン、ヘミセルロース、リグニン、脂質、タンパク質などがあり、これらの材料の混合物も含まれる(図2)。バイオベースFCMの製造に使用できる材料の詳細については、Teixeira-Costa and Andrade (2022)、Pawde et al. (2025)、Jahangiri, Mohanty and Misra (2024)、Hussain, Akhter and Maktedar (2024)を参照されたい。バイオプラスチックの製造と使用に関連する利点と欠点については、Huang et al. (2025)に記載されている。バイオベースの食品包装用ポリマーは、植物油(パーム油、大豆油、亜麻仁油など)や、ポリ乳酸(PLA)、ポリヒドロキシアルカノエート(PHA)、ポリヒドロキ

シ酪酸（PHB）などの発酵由来のリサイクル可能材料からも製造できる。

しかし、リサイクル可能資源由来のモノマーを重合して製造されたポリマーは、化学的には従来のポリマーと同一であっても、必ずしも生分解性とは限らない。例えば、サトウキビ、トウモロコシ、キャッサバからは、バイオベースのPE、PP、PET、ポリアミド（PA）が製造できるが、これらは石油由来の非リサイクル可能ポリマーと類似した化学構造と特性を持ちながらも、生分解性とは見なされない（Harnkarnsujarit et al., 2021）。バイオベースかつ生分解性を有するバイオプラスチックの例としては、PLA、PHA、バイオベースポリブチレンサクシネートなどが挙げられる（Rosenboom、Langer、Traverso、2022）。バイオプラスチックは、原料（リサイクル可能資源、化石資源）と生分解性に基づいて分類できる（Weinrich、Herbes、2023）。食品包装用に開発・使用されているバイオベース材料に関する詳細は、Versino ら（2023）及びShi ら（2025）に記載されている。

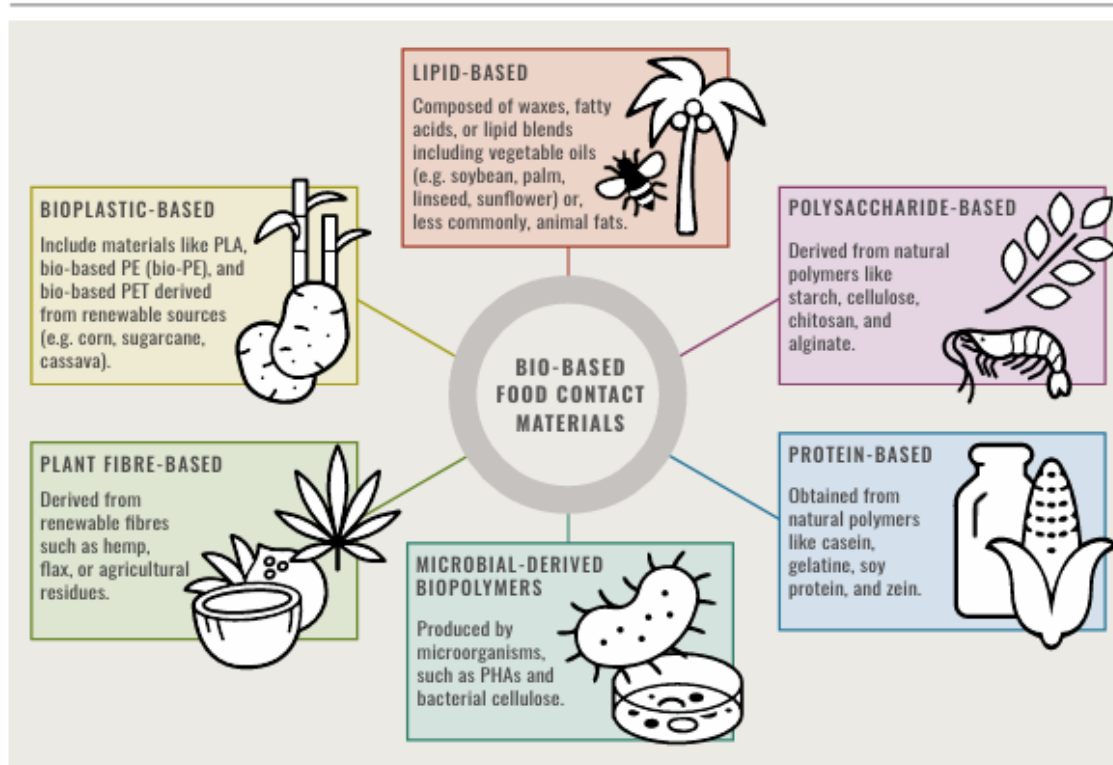
竹、藁、サトウキビパルプ、コーヒーかすなどの原料から製造される天然植物繊維ベースのFCMは、石油由来プラスチックの使用を部分的に代替できる。セルロース、ヘミセルロース、リグニンを含む天然植物繊維は、FCMの製造原料として広く利用されている（Vinod ら、2020）。しかしながら、IASとNIASの両方が、移行試験や天然植物繊維由来のFCMからの抽出によって多数検出されている（Tang et al., 2024）。オランダ市場で収集された植物由来FCMに関する研究では、ガスクロマトグラフィー質量分析法によるスクリーニングで、植物由来の可塑剤、抗酸化剤、炭化水素、そして鉛や水銀を含む様々な金属の存在が明らかになった（Bouma et al., 2024）。

カゼイン、コラーゲン、大豆、グルテンなどのタンパク質ベースの包装材料は、豊富なりサイクル可能な原料から製造され、安価で、生態毒性がなく、生分解性があり、非常に優れたフィルム形成特性を持つことから人気が高まっている（Zubair and Ullah, 2020; Mihalca et al., 2021）。しかし、多くの植物性及び動物性タンパク質は食物アレルギーであるため、アレルギー性タンパク質の潜在的な移行を評価することは、FCMの安全性に関する重要な懸念事項であり、安全性評価の際に考慮されるべきである。例えば、生分解性FCMに関する小規模な調査では、完成したFCMと食品擬似物質を用いた移行試験の両方でグルテンが検出された（Mossburger and Scherf, 2024）。

食品包装に使用されるバイオベースプラスチックの開発においては、食品化学物質の安全性に関する追加的な考慮事項を検討する必要がある。リサイクル可能なバイオ材料に特有のNIASには、バイオマス原料に含まれる農薬、天然毒素、アレルギー、環境汚染物質などが含まれる可能性がある。例えば、FDAは最近、ヤシの葉から製造された食器について、業界と消費者に警告を発した。これらの製品に含まれる天然毒素が食品に移行し、消費者の健

康リスクをもたらす可能性がある」と指摘している（米国 FDA ヒト食品プログラム、2025）。バイオプラスチックの種類によっては、機能特性を向上させるために IAS が必要となる場合があり、食品安全性の観点から、それらの潜在的な移行を考慮する必要がある（Lacourt et al., 2024）。

FIGURE 2. THE MAIN SOURCES FOR BIO-BASED FOOD CONTACT MATERIALS



Note: Potential chemical hazards common to various types of bio-based materials used for FCMs include pesticide residues from agricultural feedstock; natural toxins (e.g. mycotoxins) from contaminated plant sources or naturally produced by plants; phytoestrogens, environmental and industrial pollutants such as persistent organic pollutants (POPs), dioxins, polychlorinated biphenyls (PCBs) and heavy metals; impurities and degradation products from processing. Other non-intentionally added substances (NIAS) are more specific to some types of materials, such as allergens originating from the feedstock of polysaccharide-based and protein-based FCMs (e.g. chitin, gluten, casein, soy proteins); oxidation products from lipid degradation (e.g. aldehydes, ketones) and hydrophobic contaminants like phthalates that can be absorbed by lipid layers in lipid-based materials; residual fermentation media (nutrients, salts, or antibiotics) from microbial growth in microbial-derived biopolymers, and by-products from microbial metabolism or polymer synthesis.

PE: polyethylene
 PET: polyethylene terephthalate
 PHAs: polyhydroxyalkanoates
 PLA: polylactic acid

Source: Authors' own elaboration.

以前の研究では、バイオベースプラスチックから食品への農薬や天然毒素の移行に関するデータは報告されていないが（Bonwick et al., 2019）、より最近の研究では、バイオベース及び／又は生分解性と表示された市販の FCM サンプルから、揮発性及び半揮発性の幅広い潜在的な移行化合物が検出された（López Sanvicente et al., 2025）。最近のメタアナリシスでは、バイオベース及び／又は生分解性の FCM から食品又は食品擬似物質へ、多様な化学物質が移行する可能性があることが報告されている（Lestido-Cardama et al., 2025）。バイ

オベースプラスチックの開発が進むにつれ、その新しい配合物には、長期的な安全性を確保するための十分な毒性学的データや標準化された試験プロトコルが不足している可能性がある (Leal Filho et al., 2025)。

第3章 食品接触材料に関する CODEX 委員会の検討事項

CODEX 委員会における議論

CODEX 委員会執行委員会 (CCEXEC) (FAO・WHO、2023b) は、第 85 回会期において、第 46 回会期に対し、CODEX 事務局に回覧文書 2024/20-CAC[4]を CODEX 加盟国及びオブザーバーに発行要請を勧告することに合意した。この回覧文書は、「食品包装におけるリサイクル材料の使用に関連する食品安全上の考慮事項に関する CODEX 委員会の新たなガイダンスについて、関心、価値、又は必要性があるかどうかを評価する」ことを目的としている (FAO・WHO、2023c)。回覧文書 CX/EXEC 24/86/2 Add.3 Rev 2[5]に対するコメントを検討した結果、CCEXEC は第 86 回会期 (FAO・WHO、2024 年) において、加盟国及びオブザーバーがこの分野における新たな作業の検討に関心を示していることに注目し、関心のある加盟国に対し、新たな作業に関する明確かつ完全な提案を作成するよう奨励した。CODEX 食品汚染物質部会 (CCCF) 第 18 回会期 (FAO・WHO、2025 年) において、食品包装におけるリサイクルプラスチックの食品安全面に関するガイダンス策定のための討議資料を作成し、2026 年の第 19 回会期で CCCF の検討に付すことが合意された。

[4]https://www.fao.org/fao-who-CODEXalimentarius/sh-proxy/hu/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCODEX%252FCircular%252520Letters%252FCL%2525202024-20%252Fcl24_20e.pdf&utm

[5]https://www.fao.org/fao-who-CODEXalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCODEX%252FMeetings%252FCX-702-86%252FWorking%2BDocuments%252Fex86_02_Add3e_rev2.pdf

CODEX 委員会における FCM に関する継続的な議論に基づく考察

CCCF は、「規制レベルが設定されていない食品中の汚染物質検出事例後の迅速リスク分析に関するガイドライン」(FAO・WHO、2019 年) を策定した。このガイドラインは、FCM から食品に移行するあらゆる IAS 又は NIAS に適用できる場合もあれば、できない場合もある。CODEX ガイドラインは、TTC アプローチを通じて、問題となっている化学物質に関する毒性学的データが限られている或いは全くない状況に対応するためのアプローチを提供しているが、既存の FCM 規制枠組みがその適用に影響を与える可能性がある。

CODEX レベルで、リサイクルプラスチックや代替非合成材料から製造された FCM の利用

への注目を高めることは、規制の調和を促進し、各国がこれらの課題に取り組むための国際的な指針を提供するのに役立つだろう。

第4章 結論と今後の展望

リサイクル FCM の利用と非合成代替材料の開発には多くの重要な利点がある一方で、本報告書は対処すべき一連の重要な食品安全上の問題点を指摘している。

FCM に循環型経済の原則を適用することは、農業食品システムをより持続可能なソリューションへと移行させるために不可欠であるが、リサイクルプロセスに関連する課題も存在する。

バージンポリマーの生産コストの低さ、限られたリサイクル能力、不適切な廃棄物管理慣行、そして環境中における物質の残留性は、全て世界的なプラスチック汚染の蔓延に影響している。循環型経済の原則を FCM に拡張することで、天然資源のより持続的かつ効率的な利用が促進され、製品ライフサイクルの終焉における材料の回収とリサイクルが可能になるだろう。しかし、循環型経済の原則に基づいて設計されていない FCM のポストコンシューマールユースを促進することは、効果的なリサイクル戦略の実施において課題を生み出す。

リサイクル及びバイオベースの FCM の安全性を確保するには、汚染、未知の物質、マイクロ及びナノプラスチックといった新たな健康問題など、複雑な化学的リスクへの対処が必要である。

FCM がリサイクルを促進するように設計されている場合でも、食品の繰り返し使用（食品から包装材料への香料、フレーバー、成分の吸収）に関連する特定の化学的安全性の問題は、リサイクル製品を市場に再投入する前に解決する必要がある。これには、消費者による FCM の食品以外の用途への誤用、回収・リサイクル施設への搬入前のプラスチックの消費者使用後の汚染、元の FCM に使用された IAS の特定、最終的なリサイクルプラスチックに移行する可能性のある NIAS の評価などが含まれる。バイオプラスチック製造におけるリサイクル可能材料の使用に特有の追加の化学的安全性の問題も、食品使用前に解決する必要がある。マイクロ及びナノプラスチックへのばく露はリサイクル FCM に限ったことではないが、ヒトばく露を低減し、潜在的な健康影響を軽減するための戦略を策定する際には、これらのばく露源も考慮する必要がある。

汚染物質に関するデータギャップの解消、ばく露シナリオの設計、トレーサビリティシステムの開発は、リサイクル FCM のリスク評価を進める上で不可欠である。

FCM に使用される一部の物質、特に NIAS に関する毒性データは、限られていたり、一貫性に欠けていたりする場合がある。NIAS 及びリサイクル FCM の汚染物質のハザードプロファイルを明確にし、閾値を設定するためには、更なる研究が必要である。リサイクルプラスチックの受容性を高めるためには、移行研究において IAS 及び NIAS を特定するための、検証済みで目的に合った分析ツールの更なる開発と改良が必要である。NIAS の化学構造の特定を支援する参照データベースの更なる開発は、現行規制で制限されている化合物が食品に移行していないことを確実にするのに役立つ。マイクロ及びナノプラスチックの発生、移行、健康影響に関する限られたデータを補完するための追加研究も必要である。特に、リサイクルやプラスチック代替品との関連において、これらの物質に関する研究が求められる。しかしながら、この分野は急速に発展しており、食品安全への影響に関するデータギャップは依然として大きく残っている。マイクロ及びナノプラスチックに関しては、定量化と粒子識別の両方において堅牢な分析手法が、食品安全リスク評価の進展と、これらの材料に対する効果的なリスク管理戦略の開発を支援する上で不可欠となるだろう。トレーサビリティシステムと汚染物質フィンガープリンティング技術の開発は、リサイクル工程における汚染源の特定にも役立つ可能性がある。

FCM の製造に使用が承認されている化学物質のインベントリ又はポジティブリストを、製品タイプ（樹脂コード）別に分類して作成することは、安全性評価を受けた意図的に使用される化学物質に関する国際的な理解と認識を促進するだろう。FCM に特化した利用可能なデータベースの説明は、Wiesinger et al. (2024) を参照されたい。

このインベントリは、リサイクル FCM プロセスに供給されるプラスチック廃棄物ストリーム中に存在する可能性のある物質を特定し、リサイクルにおいて問題となる可能性のある廃棄物ストリーム中の製品を特定するのにも役立つ。

既存の規制枠組みを更新・改訂することで、FCM の安全な製造と利用を確保するための基盤が築かれる。厳格な洗浄・除染プロセスを通じてリサイクルプラスチックの化学的安全性を評価する現行規制、及び IAS と NIAS の残留物の両方に対する TTC アプローチの適用は、リサイクル FCM の安全性を確保するための実用的な解決策となる。TTC アプローチは、物質の初期評価に用いることで、本格的なリスク評価が必要かどうかを判断できるだけでなく、より重要な点として、完全な毒性データが入手できない場合でも、ヒト健康リスクが低いと見なされるばく露レベルを定義できる。化学物質リスク評価に、従来の動物実験を代替、削減、又は改良するために開発されている革新的な非動物実験技術である新アプローチ手法 (NAM) を統合することで、TTC アプローチを含む既存の定量的リスク評価プロセスに対する科学的信頼性が強化される。

食品包装におけるリサイクルプラスチックの使用に関連する食品安全面に関するガイダンスの策定に対する CAC の関心は、この問題への世界的な注目を高め、各国間の規制の調和を促進するだろう。リサイクル FCM 及び非合成代替材料（即ちバイオベース材料）に関する世界的な規制枠組みを調和させることは、健全な科学的リスク評価プロセスの開発に役立つだけでなく、既存及び将来の世界的なプラスチック廃棄物削減目標の達成にも貢献するだろう。