

ご案内「水平リサイクル×油化×ガス化」をつなぐ構想

全国学校給食市場には PP/PE 素材の廃プラが何 10 万トンと存在するが、食育を指導する管理者と生産者を繋ぐことで水平リサイクルは可能である。汚れは分別し、油化とガス化に繋ぐことで資源化できる。またプラ新法の許認可を取得することでプラは自主回収でき、この委託契約に自主回収が可能な「運搬料金・処分料金を誰が負担するか、ここは当事者間で自由に決めることができる」と定めている。

◆ 「水平リサイクル×油化×ガス化」の3技術をつなぐ

【源流：クリーン PP/PE 排出】 学校給食（PP 素材製の使い捨て手袋、PP/PE 素材の米袋、食品包装）

【源流分別・前処理】 PP/PE 単一素材化（分別）・PVC ゼロ化・汚れ 1%以下・異物 0.5%以下

【一次選別：3 技術への振り分け】

●汚れ少→水平リサイクルへ

●汚れ多・破損→油化へ

●混合・複合・残渣→ガス化へ

【A：水平リサイクル】

回収→洗浄→粉碎→ペレット化→製品化（学校向け）

1 万トンまでの PP/PE 水平リサイクルの受皿となる「荻原工業」と事業連携できれば、事業化は可能である。荻原工業のブルーシート素材は、学校給食・ホテルの PP/PE 廃プラと素材が完全一致している。主素材：PE（ポリエチレン）・副素材：PP（ポリプロピレン）・単一素材系の製品が多い。

- 荻原工業は 押出・延伸・ラミネート の技術を持つ
- この源流は PVC ゼロ・低汚染・単一素材であり、PE/PP 素材をブルーシートに戻す水平リサイクルが成立しやすい

【B：油化】

回収量が 3 万トンを超過する際は熱分解（450～500℃）である。

→高品質分解油（軽質油 60～80%）：塩素ゼロ（PVC 混入なし）・タール極小・触媒寿命が長い→石油精製・化学原料へ（ナフサ代替）

【C：ガス化：合成ガス→水素→アンモニア】

回収量が 5 万トン超過する際はガス化（800～1,200℃）である。

→合成ガス（ $H_2 + CO$ ）→水素精製（PSA）→アンモニア合成（ NH_3 ）→船舶燃料・地域エネルギーへ

【D：3 技術統合による“完全循環モデル”の価値】

1. 水平リサイクルが食育市場で“価値を最大化”する。

油化で“残渣ゼロ化”・ガス化で“最終残渣をエネルギー化”・廃棄物ゼロの完全循環・CO₂削減量が最大化・GX 補助金・CE 政策と完全一致・ホテル・学校・病院の Scope3 削減に直結。

このように集団給食市場のプラリサイクルは可能と考えるが、ニトリル（TPE）だけは異素材で不可である。よって、ニトリルは別回収するが、その資源化の方向性を記述する。

①TPE（Thermoplastic Elastomer：熱可塑性エラストマー）とは？

「ゴムのように柔らかいのに、プラスチックのように溶かして成形できる素材」のこと。

1. つまり、ゴムの性能 × プラスチックの加工性 × リサイクル性を兼ね備えた素材である。
2. TPE の種類は大きく 6 種類、手袋に使われるのは **TPE-S（スチレン系）** と **TPE-O（オレフィン系）**。

TPE-S（スチレン系）

- 医療・食品向けの TPE 手袋に多い

TPE-O（オレフィン系） = PE ベース TPE

- **PE（ポリエチレン）と相性が良い**
- **PE と混ぜても物性が安定 → リサイクル適性が高い**
- **学校給食・食品工場向けの TPE 手袋はほぼこれ**

水平リサイクルモデルで重要なのは **TPE-O（PE ベース TPE）**。

3. TPE 手袋の特徴（PE 手袋との違い）

項目	PE 手袋	TPE 手袋
柔らかさ	やや硬い	柔らかい（ゴムに近い）
伸び	小さい	大きい
フィット感	低い	高い
価格	安い	PE よりやや高い
用途	給食・食品	給食・食品・介護

TPE は **PE とニトリルの中間の性能**を持つ。

4. TPE が水平リサイクル事業で重要な理由

理由 1：PE と混ぜて再生できる（水平リサイクルが成立）

- PE ベース TPE は PE と同じラインで再生可能

理由 2：学校給食・食品工場で急速に普及している

- ニトリルより安い・PE より使いやすい・食品衛生法にも適合しやすい

理由 3：国内需給率を改善する

- 坂出（ニトリル）だけでは国内比率は 15% 止まり TPE/PE を国内化すれば +15~25% 改善できる

5. TPE のリサイクル適性（あなたの水平リサイクルモデルに直結）

再生しやすい理由：PE と相溶性が高い（特に **TPE-O**）

再生材の利用率：TPE：10~30% 混合が現実的・PE：30~50% 混合が可能

→ PE/TPE 混合の水平リサイクルが成立する

②ショーワグローブ(株)は日本国内にニトリル手袋の生産拠点

1. その規模は国内最大級で 2024 年に本格稼働。

国内生産拠点：香川県坂出市生産能力：360 万枚/日（年間約 11.9 億枚）ライン数：5 本

- 経産省「サプライチェーン対策のための国内投資促進事業費補助金」採択
- 国家支援を受けて建設された日本初の本格的なニトリル手袋量産工場です。

2. なぜ国内生産に踏み切ったのか。公式発表によれば、背景は以下の通りです：

コロナ禍で輸入依存（ほぼ100%）が露呈・医療・介護・食品衛生の現場で深刻な供給不足・戦略投資。

特徴：製造～梱包まで「ほぼ無人化」：不定形物（手袋）の自動整列・自動梱包・入庫までの工程も自動化。

従来は人手依存だった工程を機械化した国内初の工場です。これは国内製造コストを抑えるための重要な技術で、国産ニトリルの実現を後押ししています。

3. 水平リサイクル構想との関係

描く PP/PE 手袋の水平リサイクル構想に対し、ニトリルは「輸入依存で、水平リサイクルが難しい」という課題がありました。しかし：**国内生産が始まったことで、以下の可能性が生まれる。**

1. **ニトリル手袋の素材仕様が安定し、リサイクル試験がしやすくなる**

2. **ショーワグローブ自身が国内回収スキームに参加する余地が出てくる**

3. **PE/TPE と異なる“別スキーム”の構築が現実的になる**

4. **自治体・学校給食市場での国産ニトリル採用→回収→ケミカルリサイクル** という循環モデルが描ける
特に、**萩原工業（洗浄～ペレタイズ）・いその株（再生プラ製造）・八尾教授（材料知見）との連携は、ニトリルのガス化に接続しやすい構造である。** 日本産のニトリルの回収は、集団給食市場のプラ水平リサイクル構想にとって極めて重要な転換点になる。

③. 前提：日本の手袋市場（使い捨て衛生手袋）の需給構造

1. 年間需要量・国内生産比率・国内生産拠点

約 300～350 億枚／年 のうち、医療・介護向けニトリルは約 120～150 億枚、90%以上が中国・マレーシア・タイからの輸入・特に PE/TPE は中国依存度が高い（90%超）・ショーワグローブ・PE/TPE 国内メーカー（Tokyo Pack, Aram, Takagi, MIK, Seiko など）

国内需給率改善における事業の役割

- 坂出（ニトリル）：医療・介護の国産化
- PE/TPE：食品・学校給食・工場の国産化

この二つが揃って初めて、国内需給率は 15% → 30% → 40% と上がる。

結論：全国モデルに最適化した「PE/TPE 分別スキームの最適解」

国内需給率を 30～40%に引き上げるには坂出（ニトリル）だけでは 15%止まり。残り 60 億枚規模を PE/TPE で国内化する必要がある。そのためには PE/TPE を“確実に単独で回収できる分別スキーム”が必須。

④このモデルの分別スキームは、次の3層構造が合理的。

1. PE/TPE の分別（学校給食）

【現場：学校・病院・ホテル】

└─ 材質別簡易識別（小型判別装置・印字・カラー）

現場での「簡易識別（プラ材質判別装置）」が純度を底上げする。

簡易識別装置は以下のようなもの。[プラスチック材質判別装置 ぶらしる - 山本製作所 環境機器事業部](#)

小型ハンディ NIR（5～10 万円）・材質マーク（PE/TPE 印字）・カラー識別（透明=PE、青=TPE）・触感識別チャート（教育用）。これにより現場で PVC・NBR の混入を 5～10%まで抑制できる。

↓ 純度 90～95%

【中間処理】

└─ 破袋 → ほぐし → 異物除去

【工場：NIR 自動選別】

└─ PE/TPE を AI で高速選別

↓ 純度 97~99%

【国内メーカー】 → 再生材 30~50%配合の国産 PE/TPE 手袋を製造、再び現場へ

2. 【製造レベル】PE/TPE の水平リサイクルを成立させる

1. 最適な製造スキーム

- PE：再生材 30~50%混合でフィルム化 → 手袋成形
- TPE：再生材 10~30%混合 (PE ベース TPE の場合)
- 用途：学校給食・食品工場向けは再生材比率を高めやすい

2. これにより実現する国内需給率改善

- PE/TPE 国内生産：20~40 億枚
- 再生材由来：10~20 億枚相当
- 合計：30~60 億枚の国内化効果

3. このスキームが「国家的に必要な理由」

経産省・環境省が最も重視するのは、“国内需給率をどれだけ改善できるか”を数字で示せるか、30~40%の国内化は 日本の手袋市場の構造を根本的に変える規模。

⑤ニトリルは「ガス化」する。

1. ニトリル手袋の前提整理：素材の中身

- 主成分：ニトリルゴム (NBR：アクリロニトリル+ブタジエン共重合体)
- 特徴：
 - C-H 骨格に加え、 $-C\equiv N$ (ニトリル基) を含む
 - 充填材 (カーボンブラック、シリカ)、可塑剤、安定剤など添加剤が多い
- 意味するところ：
 - PE・PP と違い、窒素含有高分子
 - 熱分解・ガス化時に含窒素化合物 (HCN、 NH_3 、 NO_x など) への対処が必須

NBR の分解研究では、熱分解や酵素分解でもシアノ基を含む芳香族化合物が生成することが報告されている。

2. ニトリル特有の論点

1. 含窒素化合物の生成：NBR の熱分解では、

- シアノ基を含む芳香族化合物
- HCN、 NH_3 、含窒素タール などが生成し得る。

2. 油の用途制約：高窒素のままでは、燃焼時の NO_x 排出増大・石油精製設備での触媒被毒

- したがって、燃料用途 (ボイラー・産業炉) に限定
- あるいは脱窒素プロセスを組み込んだ専用ルートが必要

3. 混合処理の戦略

- 実務的には、PE/PP 主体の混合廃プラに、ニトリルを一定比率以下でブレンド
- 全体の N 含有量を管理しつつ油化
- 構想でいう「汚れた PP・PE を油化→ガス化」ラインに

- ニトリルを“スパイス的”に混ぜるか、専用バッチを組むか、が設計ポイントになる。

ニトリルの「ガス化」(合成ガス→水素・アンモニア)

メリット：含窒素高分子であるニトリルは、

- **油化よりも高温ガス化+ガス精製の方が**
- **窒素管理がしやすい (NH₃・HCN としてまとめて処理)**
- **合成ガスから：水素・アンモニア (肥料・燃料・水素キャリア) への展開が可能**

課題：ガス精製設備が高コスト高難度、安定運転には供給組成の平準化 (PE/PP 主体+ニトリル一定比率)・塩素・硫黄・重金属の管理が必要である。

4. 構想に落とし込むとどうなるか

1. 汚れた PP・PE は再生プラ製造者に届け、洗浄後、油化→ガス化 (水素・アンモニア) し工業界に供給する。何万トンともなると船舶燃料として活用できる。この「PP・PE の油化→ガス化」ラインに、ニトリルをどう位置づけるかがポイントです。

2. 技術的な整理案

案：ニトリルは「ガス化側の主対象」として扱う

前提：ニトリル手袋を別回収 or 高濃度バッチとしてガス化へ

結果：含窒素分は NH₃・HCN としてガス中に集約 → ガス精製で処理・合成ガスから水素・アンモニアを狙うルートと親和性が高い

5. 実務設計で押さえるべき技術ポイント

1. ストーリー設計

- 「輸入依存だったニトリルが国産化された」
- 「そのニトリルを、国内で回収し、水素・アンモニア・船舶燃料に変える」
 - これはエネルギー安全保障
 - 海洋プラ対策
 - 学校給食・医療現場の“つかう責任”を一本の線でつなぐ物語になります。

6. まとめ (技術整理の結論)

- ガス化ルート：高温ガス化+ガス精製により、含窒素分を制御しつつ合成ガス化が可能
- そこから水素・アンモニア・合成燃料への展開が現実的になる。

⑥ニトリルは本当にリサイクルできないのか？

「水平リサイクル (手袋→手袋)」が難しいだけで、ケミカルリサイクルは可能です。

この構想に照らすと、ニトリルはこう扱うべき

- ① **PP/PE とは絶対に混ぜない→ 汚染・窒素混入で油化ラインが壊れる**
- ② **ニトリルは「ガス化ライン」の主対象にする**

→ 高温ガス化なら窒素成分を NH₃・HCN としてまとめて処理できる → その後のガス精製で水素・アンモニアに変換できる

③ つまり、ニトリルは「別スキーム」で扱うのが正解

→ PE/PP の水平リサイクルとは完全に別の動脈・静脈が必要

1. なぜニトリルはガス化に向いているのか

ガス化プロセスは高温ガス化（約 1,300°C）・酸性ガス除去・含窒素成分（NH₃・HCN）の処理・PSA で 99.9%水素精製・アンモニア合成（ハーバー・ボッシュ）というこのプロセスは**窒素を含む高分子（=ニトリル）を処理するのに非常に相性が良い。**

2. 技術的にどう相性が良いのか

- ① ニトリルは熱分解すると窒素化合物（HCN・NH₃）が出る
→ ガス化は元々これを処理する設備を持っている → PE/PP よりむしろ“想定内の成分”
- ② 高温ガス化では、NBR の難分解性は問題にならない
→ 1,300°Cでは 完全にガス化 → カーボンブラック・シリカは固形残渣として処理可能
- ③ ガス化後の合成ガスは、PSA で水素を取り出せる
→ ニトリル由来の窒素は NH₃として回収可能 → つまり「水素+アンモニア」の両方が得られる
- ④ ガス化は“混合廃プラ”を前提に設計されている
→ ニトリルを単独で処理する必要はない → PP/PE の汚れプラと混合しても問題ない（混入率管理は必要）

3. では、実務的にどうなるか？

- 1. ニトリルは「別袋で回収」→PP/PE 手袋とニトリルを分けるだけでよい。
- 2. PP/PE は水平リサイクルへ→東京パック・萩原工業・いその
- 3. ニトリルはガス化プラントへ→ ガス化 → 水素 → アンモニア → 船舶燃料・化学原料へ
- 4. これにより「日本初の完全循環モデル」が成立
 - PP/PE は水平リサイクル
 - ニトリルはケミカルリサイクル
 - どちらも“国内で完結”
 - 海洋プラ流出ゼロに近づく

⑦コンソーシアムの役割分担図

構想に最適化した“PP/PE 水平リサイクル × ニトリルガス化”の **コンソーシアム役割分担図**を行政・産業・大学・回収事業者・メーカーが一枚で理解できる形にまとめる。

◆ コンソーシアム全体像（役割分担図）

プラ水平リサイクル・ガス化コンソーシアム（PP/PE：水平リサイクル/ニトリル：ガス化）

【1】自治体排出実態調査（町田市・八王子市・倉敷市・政令市札幌市・岡山市など）

- ・学校給食／集団給食の PP/PE と ニトリルの分別ルール策定
- ・モデル地区の選定、実証フィールド提供
- ・住民・学校・委託会社への周知

【2】学校給食・集団給食（受益者）

- ・PP/PE 手袋・包装の分別排出
- ・ニトリル手袋の別袋回収
- ・排出量データの提供（自治体へ）

学校給食現場から賛同を頂くプラ水平リサイクルである。

だが、自治体の支援（プラ供給）なくして、水平リサイクルのコンソーシアムは成立しない。

【3】おぎそ（広域認定事業者）

- ・PP/PE・ニトリルの回収物流の設計

- ・自治体・委託会社との調整窓口
 - ・回収スキームの標準化（全国展開モデル）
 - ・コンソーシアム事務局（静脈側の統括）
- 【4】萩原工業（PP/PE 洗浄・ペレタイズ）
- ・PP/PE の洗浄・乾燥・ペレット化
 - ・水平リサイクルの品質保証
 - ・ブルーシート等のエコマーク製品化
- 【5】いその株式会社（再生プラ製造）
- ・PP/PE の再生材製造（ペレット）
 - ・東京パックが使える品質の PE ペレット製造
 - ・50kg 単位の試験回収にも対応
- 【6】東京パック（PP/PE 手袋メーカー）
- ・水平リサイクル手袋の製膜・製造
 - ・素材仕様の提供（分別しやすい刻印・色）
 - ・自治体向けの説明協力
- 【7】ショーワグローブ（ニトリル手袋メーカー）
- ・国産ニトリルの素材情報提供
 - ・分別しやすい仕様検討（色・刻印）
 - ・ニトリル回収スキームへの参画
- 【8】ガス化プラント業者（ガス化・水素・アンモニア）
- ・ニトリル手袋の受入（混合廃プラとして）
 - ・高温ガス化（約 1300°C）
 - ・合成ガス → PSA 水素 → アンモニア合成
 - ・船舶燃料・化学原料として供給
- 【9】大学・知見者（八尾教授・石井教授）
- ・材料特性・分解挙動の科学的評価
 - ・PP/PE とニトリルの最適分別設計
 - ・自治体・企業への技術的助言
 - ・実証データの解析
- 【10】経産省（補助事業）
- ・「産官学連携による自律型資源循環システム強靱化促進事業」
 - ・設備投資・実証事業の補助
 - ・全国展開モデルとしての評価

【全体統括】

● おぎそ（構想設計者）

- ・動脈（メーカー）と静脈（回収・再資源化）をつなぐ中心
- ・自治体・企業・大学・国を束ねる“旗振り役”・全国展開モデルの設計と標準化

◆ この構図が示す「戦略的ポイント」

1. PP/PE と ニトリルを“完全に別ルート”にしたのが最大の強み

この二本立ては 技術的にも行政的にも最も成立しやすい。

2. ガス化はニトリルの“最適処理先”

→ ニトリルは水平リサイクルよりガス化の方が合理的

3. おぎそが「広域認定 × 回収物流 × 事務局」を担うことで全国展開が可能

47 都道府県の学校給食の回収実績を持つおぎそは、全国モデルの“静脈側の司令塔”として最適。

4. 経産省補助金の要件に完全に合致

- 産官学連携・自律型資源循環・静脈と動脈の接続・地域ブロック展開

→ 補助金採択のストーリーとして非常に強い

◆この構想を完成させるために次に作るべきもの

1. コンソーシアムのロードマップ（1年・3年・5年）
2. 自治体の排出量から逆算した処理量試算
3. PP/PE とニトリルの分別マニュアル（現場用）
4. 経産省向けの事業計画書の骨子

これらを作れば「日本初の給食プラ完全循環モデル」として国が動くレベルになり、海洋プラ問題を解決する入口の扉が開きます。

追伸

リサイクル材料の安全性とプラ製リサイクル手袋のエコマーク登録基準

・プラスチック製手袋：No.128「日用品」分類Iでは、以下の通りです。

エコマーク認定基準では、消費者庁の「[食品用器具及び容器包装の製造に用いる合成樹脂の原材料としてのリサイクル材料の使用に関する指針](#)」への適合を求めています。

この指針の別紙2ページの「第2：食品用器具又は容器包装の原材料として適切なリサイクル材料の要件に、政令で定める材質の原材料に含まれる物質は規格が設定された物質に限定され、合成樹脂の原材料として使用するリサイクル材料は規格（ポジティブリスト）に適合していなければならない。

12ページの参考資料2にリサイクル材料の許容できる使用方法、使用条件の確認で、リサイクル材料を使用して器具又は容器包装を製造する者は、「リサイクル材料の製造者から代理汚染試験の結果、リサイクル材料の許容されない用途や使用条件等に関する情報等の提供を受け、それらの情報を基に、『汚染物質』が人の健康を損なう恐れのない量（0.01 mg/kg）を超えて食品に移行しないよう、器具又は容器包装の設計及び製造を行わなければならない。」と明記しています。

○知見者

1. 北海道大学教授 石井一英（Kazuei Ishii）
2. 福岡大学 研究推進部 機能・構造マテリアル研究所 八尾 研究室
3. HiBD とは | HiBD 研究所 藤元薫（油化）
4. 株式会社ストリートデザイン 有機系廃棄物エネルギー変換システム

以上