

家電リサイクル樹脂の循環型サプライチェーン構築

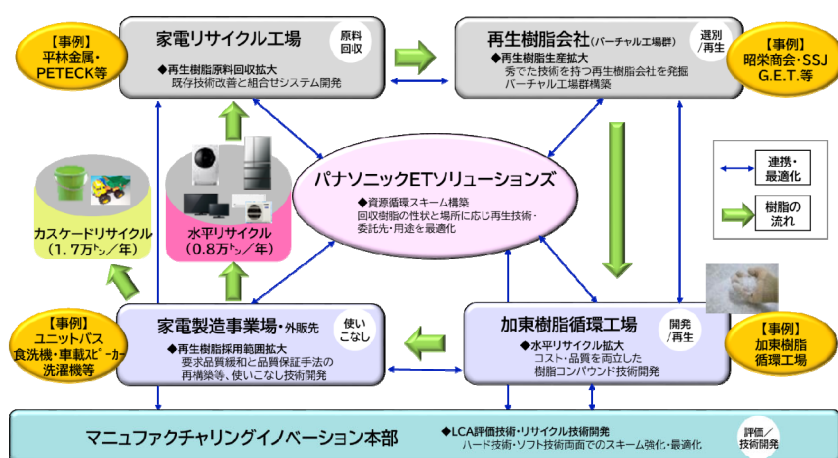
パナソニック株式会社 アプライアンス社 キッチン空間事業部 (滋賀県草津市)
 パナソニック株式会社 アプライアンス社 製造革新本部 加東樹脂循環工場 (兵庫県加東市)
 パナソニック株式会社 マニュファクチャリングイノベーション本部 (大阪府門真市)
 パナソニック E T ソリューションズ株式会社 (大阪府大阪市)

従来、家電リサイクル工場では、シュレッダー破碎したダストに含まれる樹脂などが廃棄され、再生樹脂工場では臭気除去や回収樹脂の物性回復や物性制御などが困難で用途が限定されていた。更に、顧客となる家電製品製造事業場の設計部門においては、品質などの課題から、リサイクル樹脂の採用範囲が広がらない状況であった。

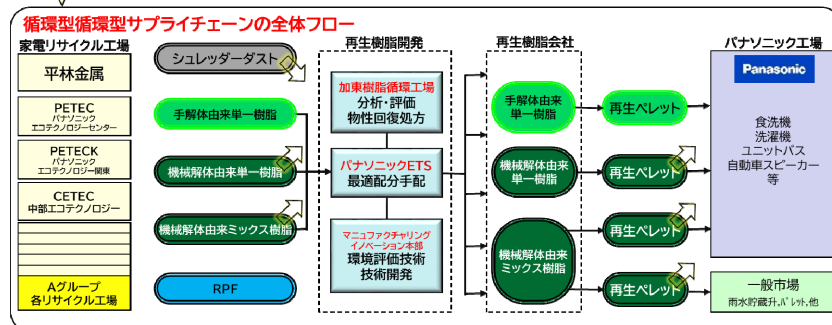
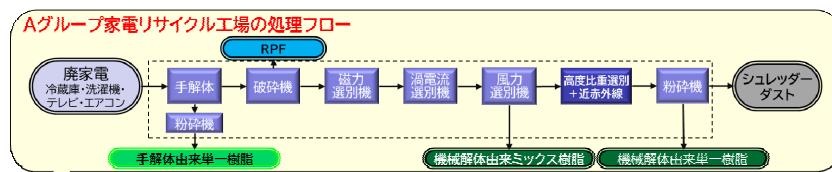
受賞者らは、長年の資源循環に係る取組みの中で、更に樹脂循環の拡大及び循環の質向上を目指しサーキュラーエコノミーに寄与する樹脂の循環型サプライチェーンを構築した。内容は、再生樹脂コンパウンドの技術開発、家電リサイクル工場での回収量アップ、秀でた技術を持つ国内外の再生樹脂会社の発掘・連携によるグローバルバーチャル工場群での樹脂生産量増強、家電設計開発部門でのリサイクル樹脂採用範囲の拡大、LCA評価による全体スキームの適正化の取組みとなる。これにより、新たにカスケードリサイクル1.7万t/年、水平リサイクル0.8万t/年の資源循環を実現し、また、カーボンニュートラルへの貢献も定量的に評価した。

これまで培った個々の技術をさらに向上させ、関連企業との連携やノウハウの共有を進めることで再生材の利用領域を拡大しつつ、カーボンニュートラルへも貢献している。個々の技術の高さや一連のスキーム作成を含め、全体的な資源循環システムを構築し、推進している先進的な取組みであることを高く評価し、大臣賞に相当すると決定した。

家電リサイクル樹脂 循環型サプライチェーン 全体概要図



本リサイクル事業全体のフロー



溶剤循環洗浄法による微量PCB汚染廃電気機器の処理及び金属リサイクルの実現

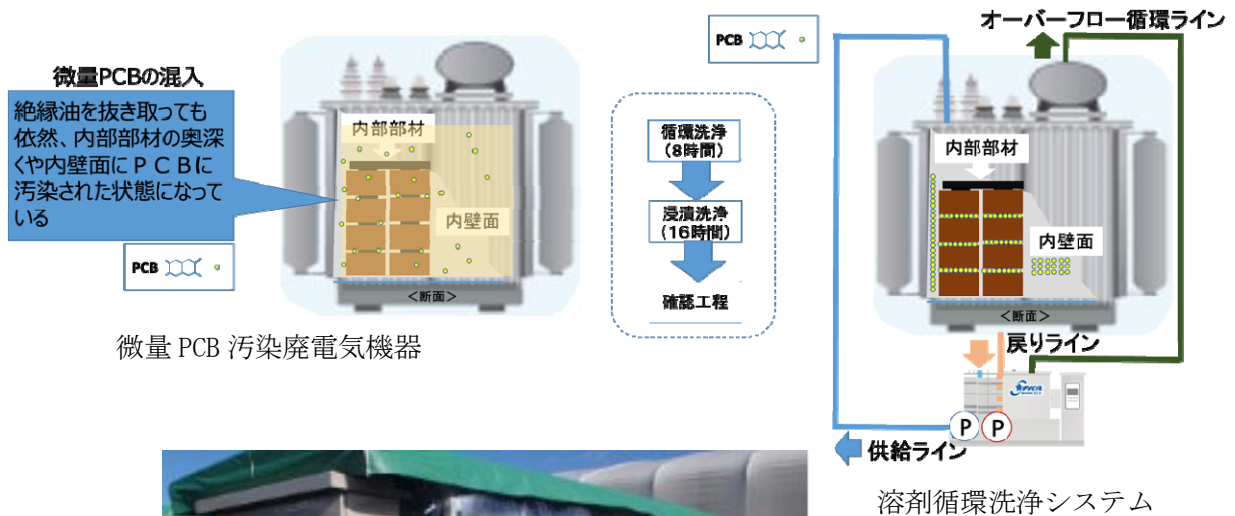
株式会社かんでんエンジニアリング (大阪府大阪市)

受賞者は、微量PCB汚染廃電気機器（以下、変圧器）に付着・含浸したPCBを洗浄で無害化し、銅、鉄、珪素鋼板等の金属を高品質な状態で100%リサイクルする技術を開発した。

低濃度PCBは当初は焼却炉にて高温で加熱分解処理するのが一般的であった。しかし、焼却過程において、変圧器内の一部金属が酸化したり、炭化物等が付着する場合があるためリサイクルできる用途も限定される。また、焼却炉で使用する化石燃料の消費による二酸化炭素排出問題やダイオキシン発生防止のために設置する冷却塔から出る排水の排水処理やばいじん対策、更には焼却炉立地に伴う周辺住民への配慮が必要となり新たな立地が進まないという課題もあった。

本技術は、「移動式溶剤循環洗浄処理技術（図1）」により、環境に優しい洗浄剤を用いて機器内部を短時間に常温、常圧にて循環洗浄することでPCBを無害化する。これにより、移動が難しかった大型変圧器のPCB処理の促進に貢献するとともに、PCB汚染機器処理コストの低減、機器部材リサイクルの促進、PCB廃棄物の低減、及び二酸化炭素の排出抑制の同時達成を事業化により可能にした。

環境負荷削減と資源循環を推進している先進的な取り組みにより、持続可能な社会の実現に大きく貢献している点を高く評価し、経済産業大臣賞に相当すると決定した。



移動式洗浄装置

移動式溶剤循環洗浄処理技術（図1）

電気炉による鉄スクラップ等鉄屑の高付加価値特殊鋼製品へのリサイクル

山陽特殊製鋼株式会社（兵庫県姫路市）

受賞者は、工場などから排出される鉄スクラップを原料として、電気炉製鋼法による特殊鋼の生産を行い、高付加価値製品に再生する技術を開発した。

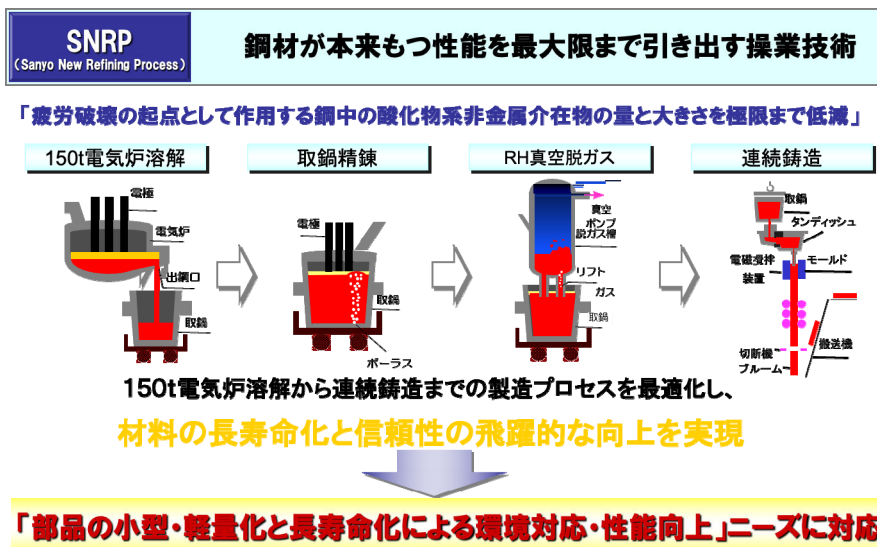
従来、国内の業界で取り扱われた鉄スクラップは、約 80%以上が電気炉で甦り、残りは転炉での製鋼用や鋳物用として消費されたり、海外へ輸出されたりしている。

本技術は、単に回収した鉄スクラップを再生し新品同様の製品を作り出すのではなく、超高清浄度軸受鋼の高生産性プロセスを開発し、「部品の長寿命化」に寄与する超高清浄度鋼を提供してきた。また、高清浄度鋼製造技術をベースに、合金バランスの設計技術と素材製造プロセス条件の最適設計による「部品の小型・軽量化」や「部品製造コストの低減」に寄与する省希少資源型肌焼鋼を提供するなど、“より付加価値の高い製品”に再生した製品は、再び自動車などの素材として使用される

受賞者の取り組みは、資源循環型社会の構築に寄与しており、また、3R 活動に貢献するとともに、我が国のカーボンニュートラル実現にも貢献し得る点を高く評価し、局長賞に相当すると決定した。



超高清浄度鋼製造プロセス(SNRP)について



循環型社会を実現する高効率ファインバブル式液清浄化装置の開発

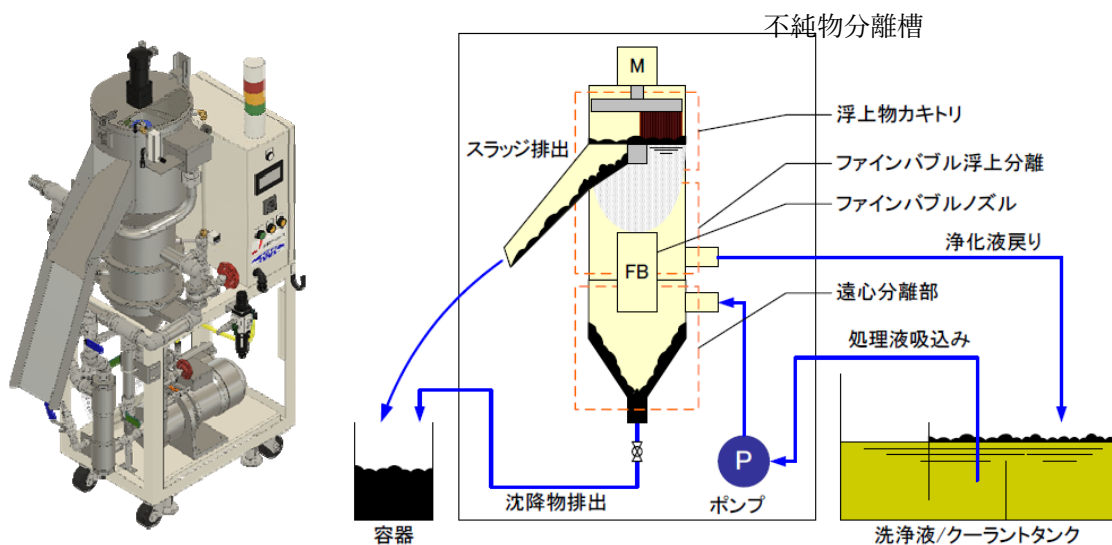
中部電力ミライズ株式会社（愛知県名古屋市）
関西オートメ機器株式会社（滋賀県大津市）

受賞者らは、高効率ファインバブル式液浄化装置を開発し、従来方式に見られた液体不純物（油分）と固体不純物（スラッジ）の両方の除去における課題を解決するとともに、液清浄化により洗浄液等の使用期間を大幅に延ばすことに成功した。

洗浄工程で使用する洗浄液や加工工程で使用するクーラント液は、継続利用により油分やスラッジなどの不純物の混入量が増加するため、清浄化装置により清浄化しながら使用し、一定期間ごとに廃棄する。これまでの清浄化方式は油分やスラッジの両方の除去を苦手としているため、頻繁な液交換が必要となっていたが、開発した装置は清浄化品質が高く、洗浄液等の長寿命化につながり液交換を減らすことができる。液交換が削減されることにより、廃液量の削減につながり、廃液処理時の減容化に使用するエネルギーも削減できる。

生産工程由来の廃棄物の低減（リデュース）と清浄化された洗浄液等の再利用（リユース）を実現することで、持続可能な循環型社会の実現に貢献している点を高く評価し、局長賞に相当すると決定した。

■高効率ファインバブル式液浄化装置の概要



■システムフロー

- ①汚れた洗浄液/クーラント液を装置付属のポンプにより不純物分離槽内に導く。
- ②ファインバブルの発生方式として旋回剪断方式を取っており、不純物分離槽に導かれた汚れた洗浄液/クーラント液にはサイクロンが掛けられる。このサイクロンの仕組みにより、比重が大きく沈降する固体不純物は底部に堆積する。
- ③一方それ以外の汚れた洗浄液/クーラント液はファインバブル発生体を通り、ファインバブルと混合される。液体不純物と浮遊する固体不純物はファインバブルと吸着し、浮力により不純物分離槽の表層に浮上分離される。
- ④浮上分離した液体不純物と固体不純物をカキトリで集め、シューターから廃棄容器に回収する。
- ⑤清浄化された洗浄液/クーラント液は元の水槽へ環水する。
- ⑥①～⑤の清浄化サイクルを繰り返すことで、洗浄液/クーラント液を清浄化する。

使用後耐火物クローズドループリサイクル技術の確立

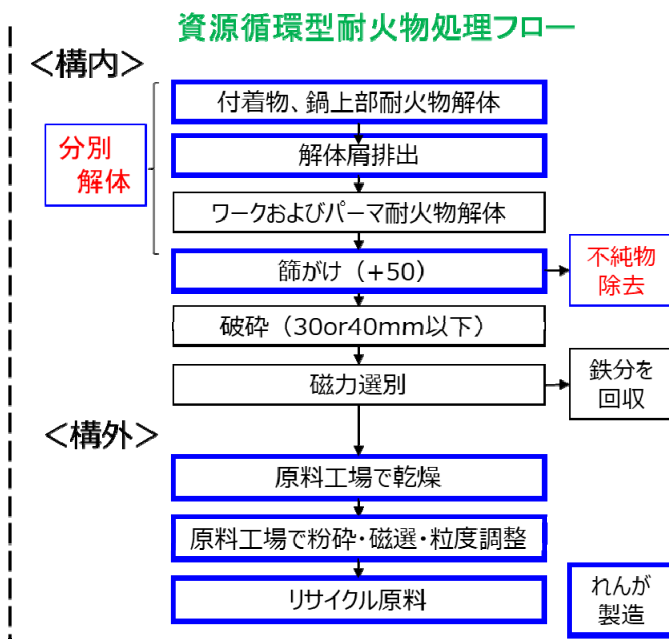
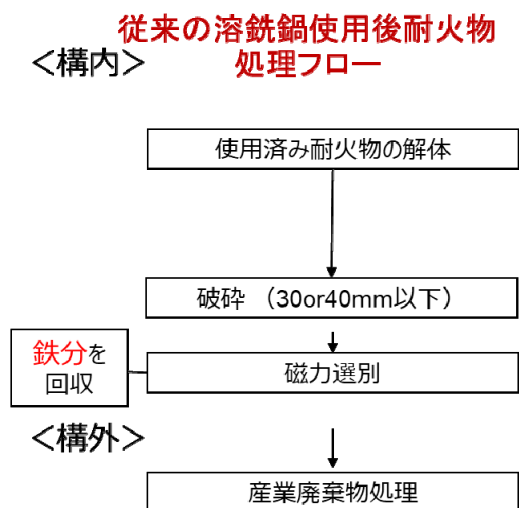
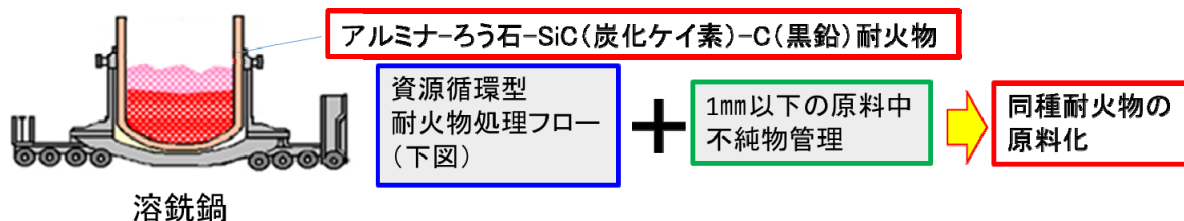
J F E スチール株式会社 (東京都千代田区)

製鉄所で発生する使用後耐火物の内、高炉で作られた溶銑を次工程に搬送する溶銑鍋から発生する使用後耐火物に対し、リサイクル時に問題となる不純物の混入限界の把握と、混入防止と効率的な除去方法を開発し、再利用可能な材料を発生元と同じ耐火物の原料として利用することに成功した。

従来、溶銑鍋の耐火物は異材質と組み合わせて使用されており、使用後の解体時に異材質の混入が発生するため、他の耐火物の原料として利用できずに、鉄分だけ回収した後、産業廃棄物として処理されていた。

本技術は、使用後耐火物を従来のカスケードリサイクルから、有用成分の活用度の高い、同じ耐火物に使用するクローズドループリサイクルに切り替えてリサイクル技術の開発に取り組んだ。今回開発したリサイクルフローにより、従来、産業廃棄物となっていた使用後耐火物を、不純物含有量が十分に低く、同じ耐火物用に利用可能なリサイクル原料として利用可能となった。また、技術的に使用後耐火物を全量リサイクル可能とし、コスト面では、新規設備の導入や人手作業の増加を伴わないため、新規原料価格より低コストでリサイクル原料を得ることができた。

廃棄もしくは限定的な利用に留まっていた溶銑鍋使用後の耐火物についてクローズドリサイクル技術を開発し、高リサイクル率と高品質化を実現することで資源循環の促進に貢献している点を高く評価し、局長賞に相当すると決定した。



廃溶剤等を原料とした再生燃料のリサイクル事業

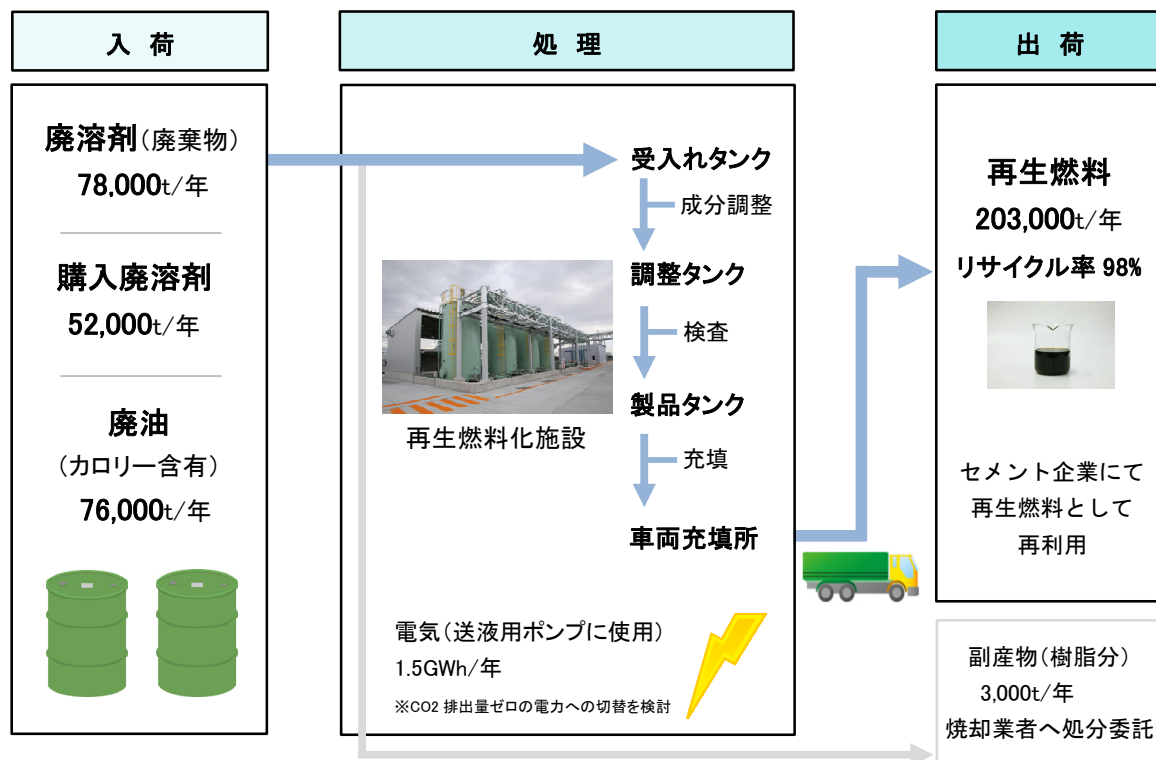
株式会社ダイセキ（愛知県名古屋市）

受賞者は、国内の溶剤を使用する廃溶剤等を回収し、不純物の除去や成分調整等を行うことで、再生燃料にリサイクルする技術を確立した。

従来、再生燃料にリサイクルされない廃溶剤の大半は焼却処分されるため、焼却処分時に多くのCO₂が発生する。また、セメント会社等で燃料として石炭を使用した場合にも多くのCO₂が発生する。

本技術は、溶剤リサイクル企業が蒸留リサイクルできなかった処理困難な廃溶剤から不純物を除去し、セメント会社等が求める規格に成分を調整することでリサイクルを可能にした。廃溶剤のリサイクルについては、蒸留が一般的だが、受賞者は蒸留できない廃溶剤もリサイクルしている。また、これらの廃溶剤を原料として、セメント会社等が利用できる品質となるよう成分を調整し、再生燃料にリサイクルする技術を確立し、安定的に供給する体制を整えている。これにより再生燃料による脱炭素、化石燃料の使用量削減に貢献している。

これまでは焼却処分されていた再生困難な廃溶剤を燃料化し、石炭の代替燃料としてリサイクルする取組みを事業化している点を評価し、一般社団法人産業環境管理協会会長賞とした。



当社が2020年度に出荷した再生燃料によって

・石炭 155 千 t を代替、化石燃料の使用量を削減 (カロリー換算)

・焼却した場合と比較し、437 千 t-CO₂削減 (処理実績を基に試算)



災害備蓄食品のリデュースとリサイクルによる食品ロス削減事業

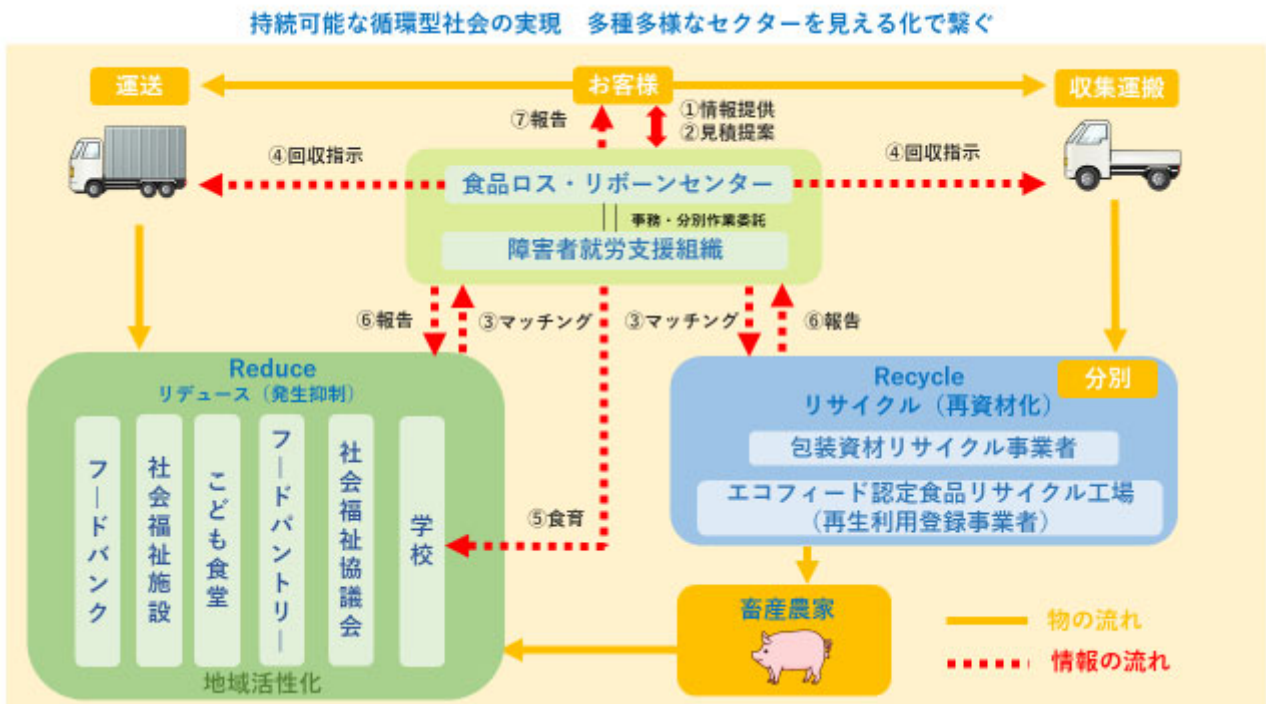
一般社団法人食品ロス・リボーンセンター（東京都千代田区）

受賞者は、食品ロスを減らすため加工商品のカテゴリーで一番小さな分野である災害備蓄食品に着目した活動を展開している。食品ロスの問題解決のため、サプライチェーンの関係者と連携し、リデュース(発生抑制)と食品リサイクルで資源循環の仕組みを構築した。

都内にある 2,200 の福祉施設、子ども食堂、福祉関係の NPO、自治体、大手企業の備蓄食品を寄贈するフードバンク事業を実施するとともに、小、中学校の学校給食に備蓄食品を提供、食品ロスの食育、環境、防災 NPO とも連携し、備蓄食品を廃棄せずに生かす食ロス削減の活動を行っている。その取組みは、大阪、名古屋、四国、九州地方へと拡大している。また、食品リサイクルについては賞味期限切れや管理状態が不良で寄贈できないものを分別し食品リサイクルの優先順位の高い飼料化(エコフィード)を中心に食品リサイクルを進めている。この活動により、当センターを中間支援団体とした資源循環の仕組みを見える化し、地域活性化とネットワークの拡充を図り食品ロス削減に貢献している。

規模の拡大や事業化が難しいとされている食ロス削減の取組みに対して、多くの関係者と連携した仕組みを構築し事業化している点を高く評価し、一般社団法人産業環境管理協会会長賞とした。

■食品ロス削減の仕組み（災害備蓄品の廃棄抑制）



オイルリユースサービス

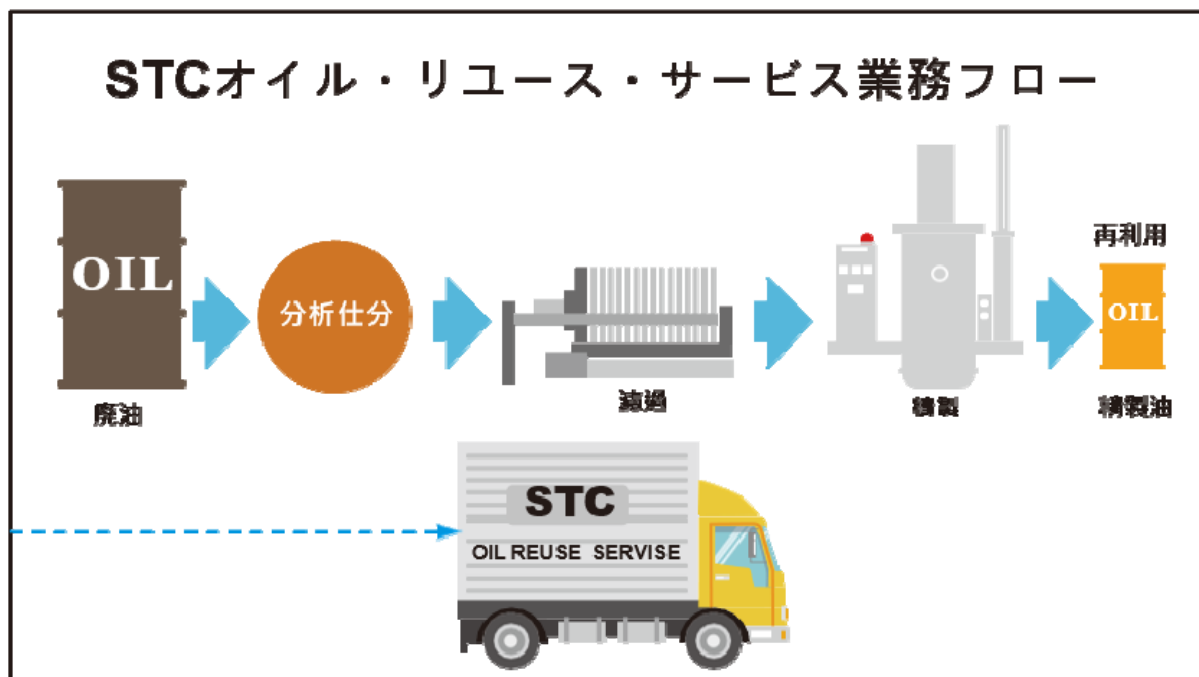
株式会社サーテック（東京都青梅市）

受賞者は、顧客の工場で出る使用済み潤滑油等を専用処理装置で処理し再使用可能な状態にして顧客に再納入する、潤滑油等のリユース事業を構築した。

従来、工場から出る使用済み潤滑油等は、再使用されずに産業廃棄物処分業者により引き取られ、主に焼却処分されていた。そのため、廃棄分を補う為には新油を購入するしかなく、焼却処分により CO₂ も発生していた。

本技術は、協力企業により専用の処理装置を開発し、使用済み潤滑油等をリユース可能な状態に処理することを可能にした。また、対象とする使用済み潤滑油を顧客工場まで回収に行き、当社でリユース可能な状態に処理してから顧客工場に再納品するというサービスの仕組みを構築した。これにより、廃棄していた使用済み油を再使用することで、産業廃棄物を削減し、CO₂ の発生を抑制し、新油購入コストを半減させることに成功した。

オイルリユースが普及していない中で、廃棄物処理業としてではなくオイルリユースを循環サービスとして事業化している点を高く評価し、一般社団法人産業環境管理協会会長賞とした。



促進酸化技術を用いた水性廃シナーの処理方法の確立

トヨタ自動車株式会社（愛知県豊田市）

受賞者は、自動車塗装工程における水性塗料色替時の配管洗浄等に使用した水性シナー廃棄物に対し、社内排水処理可能な水質まで効率的に浄化する処理プロセスを確立した。

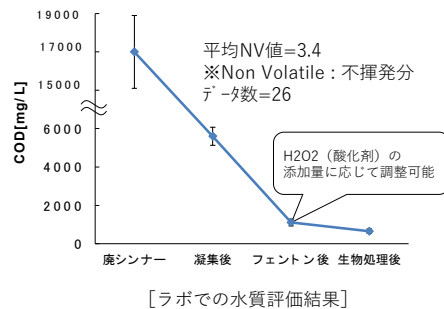
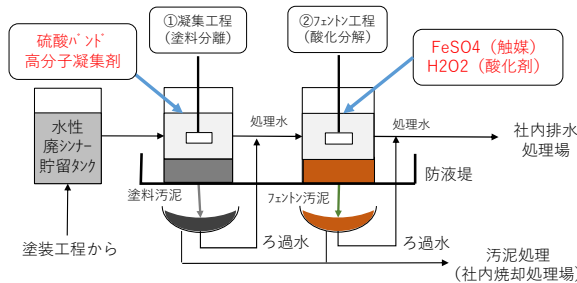
水性廃シナーは90%以上が水でありながらも、塗料が含まれることもあり、有機分の指標であるCODの値が高い。そのため、従来は廃液として社外処理（蒸留を行い廃液中の溶剤分を回収し、残りを焼却処理）していたため、廃液の移送や焼却の際に多大なエネルギーを要し、処理費が高額かつ処理時に排出されるCO₂発生量が多くなっていた。また、既存の排水処理技術である微生物を用いた活性汚泥処理は対象廃液のCODが高くかつ生物難分解性のため分解効率が悪く、活性汚泥の死滅、処理時間が長期化してしまうことや、多大な設置スペースが必要などの課題もあり、適用が困難であった。

本事業では、社外処理していた水性廃シナーに対し薬品による凝集処理で塗料分を沈降分離させ、塗料の含有が少ない上澄み液に対し促進酸化技術（フェントン反応）を用いて有機分を分解させる事のできる設備システムを構築・導入した。また、処理時の水温や薬品の添加量の調整を行い、安全かつ安定的に処理可能な最適条件を確立した。これにより従来技術である活性汚泥処理法よりも短時間での処理を可能にし、省スペース化、コスト削減を実現した。

薬品による凝集反応とフェントン反応を用いた技術を利用し、水性シナー廃棄物の廃液処理に対する負荷削減に貢献することで、コスト削減と環境影響削減を両立している点を評価し、一般社団法人産業環境管理協会会長賞とした。

■促進酸化技術を用いた水性廃シナー処理 概要

①凝集処理で塗料成分を分離 ②フェントン処理で水溶性有機分を分解



<凝集反応>
帯電分散している水中の樹脂等を薬剤で中和・架橋させフロックを形成

<フェントン反応>
Fe²⁺を触媒とし、H₂O₂から酸化力の強いOH[・]を生成する

生物難分解性成分 → 生物易分解化

[反応式 (主反応のみ抜粋)]

$$\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}^- + \text{HO}\cdot$$

$$\text{HO}\cdot + \text{dissolved organic carbon} \rightarrow \text{products}$$

COD成分 (有機物) → CO₂

(界面活性剤などの有機物分解・発熱)



奨励賞

産業廃棄物である架橋ポリエチレンの資源循環の事業化

株式会社オオハシ (神奈川県横浜市)

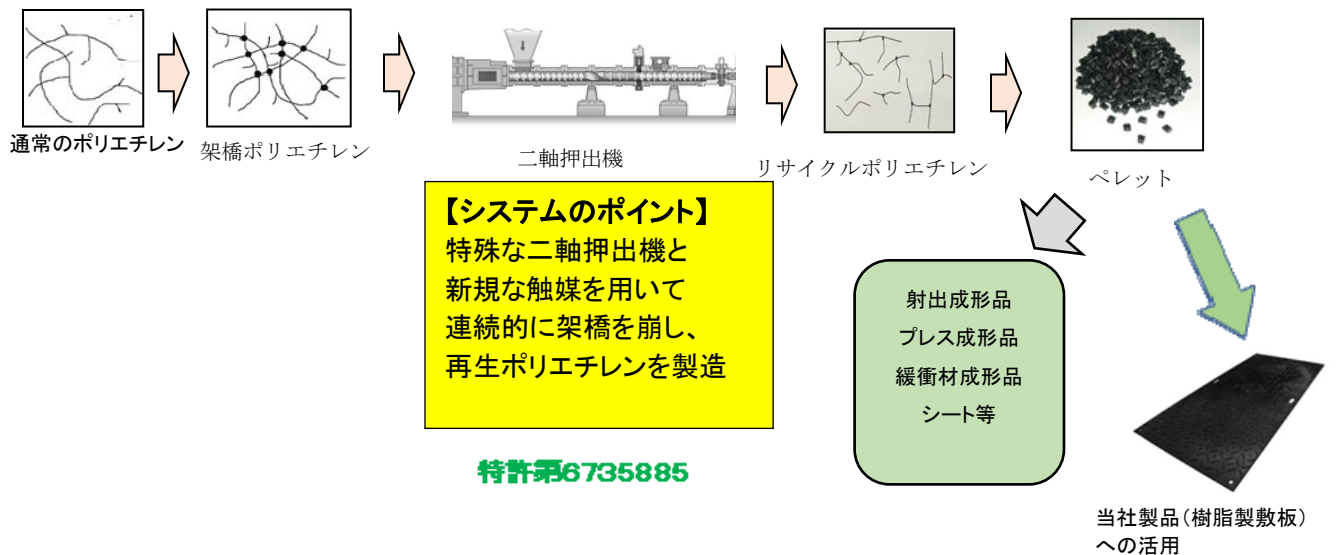
受賞者は、電力ケーブル絶縁体や給湯管で大量に使われている架橋ポリエチレン製品をリサイクルするため、架橋ポリエチレンの架橋を熱可塑化(熱で溶融できる状態)する技術を産官学の連携により共同で開発した。また、再生した樹脂は当社の敷板の原料として再利用するとともに、外販(電材品、緩衝材等)による事業も展開している。

架橋ポリエチレンは多くの分野で使用されているが、加熱しても溶融しないので、従来は粉碎し燃料として利用するか産業廃棄物として埋立処理されていた。

本技術により、架橋ポリエチレンを安価で連続して熱可塑化(熱で溶融できる状態)することが可能になり、マテリアルリサイクルにより品質向上を実現し、価格においても再生ポリエチレンと同等以下に抑えることで事業化にも成功している。

排出量の多い架橋ポリエチレンのマテリアルリサイクルを加速することで資源循環に貢献できる点を評価し、奨励賞とした。

■本技術のポイント



奨励賞

使用済み自動車部品の適正なリビルトプロセスの確立と

普及を図るための JSA 規格の開発

株式会社アーネスト (埼玉県吉川市)

受賞者は、従来は曖昧であったリビルト部品のものづくりに対して、プロセスにおける作業上、安全上、環境上の要求事項を明文化するなど、リビルトのノウハウをベースにした規格開発を行った*。

従来のリビルト部品の生産工程は、個人の経験をものづくりのノウハウのベースとしており、リビルト事業者が各社独自で取り組んできた。この各社独自の方法が、市場のリビルト製品の品質にバラツキを生じさせる原因となっていた。

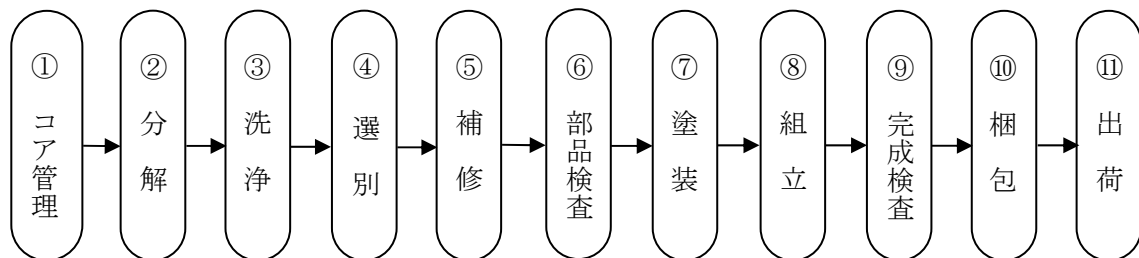
本規格の開発については、学識経験者や団体、企業など知見のある方々に参加をいただき、これまで培ってきたリビルト部品のものづくりのあるべき姿を要求事項として明文化し、リビルト事業に携わる関係者の共通の基準とした。これにより品質が大きく向上し、顧客獲得につながるなど業績も導入前と比較して47%上昇した。

本規格がリビルト部品の信頼性向上や市場の活性化につながり、部品の持つ機能を永続的に極限まで使い切ることを推進することで、資源循環に貢献できる点を評価し、奨励賞とした。

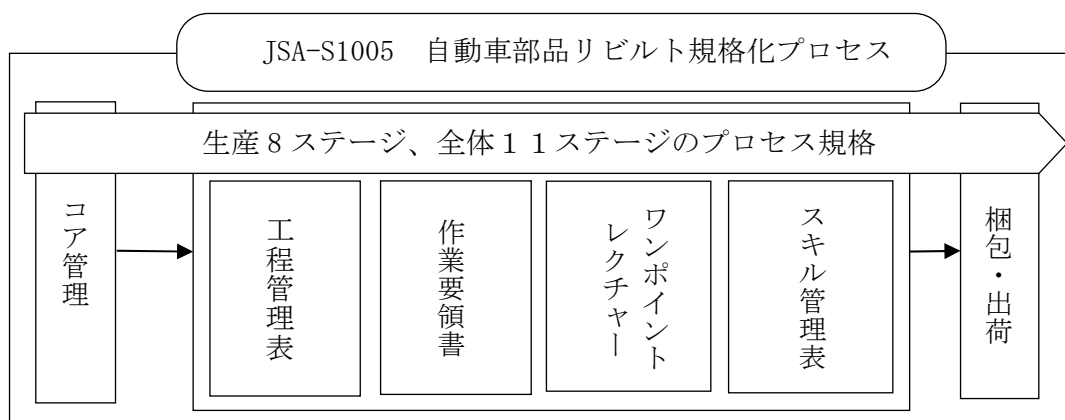
*JSA 規格:JSA-S1005:2020 自動車用リビルド部品 -リビルトプロセスに関する要求事項-

<改善したリビルトプロセス>

各ステージに作業上で注意事項や安全対策上、環境保護上で必要な内容を要求事項として明確化。



知見には個人差があるため、リビルトプロセスの規格化にあたっては、11のステージで重要となる作業指示事項や安全・環境の要求事項、教育とスキル管理を体系化。



ガラス研削スラッジからのタンタル再利用技術の開発

株式会社住田光学ガラス（埼玉県さいたま市）

受賞者は、熔解頻度の高い硝種に限定して精製工程を追加する事で、研削スラッジの再利用・コスト削減を実現した。

光学ガラスの製造過程において不良と判断された不均質部分は研削され、従来は研削スラッジとして廃棄されていたが、硝種によってはレアメタルである酸化タンタルが多く含まれるため、かねてから分離取り出し・再活用が課題となっていた。

本技術は、従来のレアアース再生方式とは一線を画すものであり、低予算でレアメタルのリサイクルを実現する事に成功した。本技術を平行展開すれば、タンタルと同様に高価な希土類やレアアースを含んだ特定硝種の不均質部分を研削して発生する研削スラッジも、ガラス熔解に再利用する事が可能となる。

研削スラッジからのレアメタルリサイクルとコスト削減を実現することで資源循環に貢献している点を評価し、レアメタルリサイクル賞とした。

リサイクル工程 (→)

