

1. 装置の詳細説明

本システムは、金属加工業において排出される金属切屑と切削油の混合物を遠心力により高精度に分離・回収し、再資源化を可能としたシステムである。

従来、切削加工で発生する金属切屑は廃棄物として処理されていたほか、切削加工時の金属切屑を再生するために融解炉に投入する場合は、油を燃焼させて CO₂ を発生させてしまう課題があった。

本システムは、混合物を連続して定量投入する自動搬送機と、混合物を遠心力により分離する脱油機「マッハセパレータ」で構成される（図表 1）。切削加工機から排出された油分を含む切屑は、自動搬送機により脱油機のロータリーバケット内に投入され、底の R 部に遠心力で沿いながら、側面より上部へ移動する。ロータリーバケットの側面上部には、脱油スリット（切込溝）が設けられており、遠心分離により油のみがスリットを通過することで油が回収される。油分が抜けた上部の切屑は、底から移動して来た切屑により押し上げられてロータリーバケットの外側へ排出される（図表 2）。

以上の独自システムによる連続・自動運転を達成したことにより、従来のバッチ式に比べて省エネの効果が期待でき、省力化・省人化への対応も可能となった。また、回収油の再利用による油購入量の削減が期待でき、高精度の脱油性能（回収率：最大 99%）により、切屑の再生（溶解）時における CO₂ 排出量削減も可能となった。さらに、本システムは小設置面積（畳一畳分）を実現しており、金属加工業者のニーズに合わせ、本システムの前後に破碎機や、回収油のろ過装置を設置してカスタマイズすることも可能である。

図表 3 に本システムの切削加工業種別ターゲット分布を示す。



図表1 本システム外観構造



図表2 本システムにおける脱油機構

図表3 切削加工業種別ターゲット分布

切削業種別				会社規模別			
項目、加工盤種類	自動盤加工	歯切り盤加工	ガンドリル加工	分類\指標	工作機械保有台数	ターゲットカテゴリー	
加工素材	アルミ・真鍮	鉄	鉄	Tier 1	大手加工メーカー	粗導入済	
職種(業界)	自動車部品系	自動車部品系	自動車部品系	Tier 2	100台以上	集中個別システム導入	
	バルブ系	バルブ系	バルブ系	Tier 3	50~60台	エコアース(複数台)もしくは集中個別システム導入	
加工材量	~φ10前後	指定なし	指定なし	Tier 4	50台未満	エコアース(脱油機)導入(複数台)	
発生切粉	細かい	長い・カール状	細かい	長い・カール状	Tier 5	10台前後	自然落下による脱油
エコアース型式	BH型	CU型	BH型	CU型			

2. 開発経緯

(1) 開発経緯

当社は1982年から環境機器の販売を開始し40年以上『油を回収する』ことをテーマに開発及び商品化に邁進してきた。その一環で遠心脱油機を製造・販売している。

以下に本システムの開発経緯を示す。

1982年	切屑脱油機「マッハセパレータ」を開発・販売開始
1984年	切屑をマッハセパレータへ搬送・投入する自動搬送装置「CB コンベア」を開発・販売開始
1988年	自動・連続・定量にて切屑を搬送～脱油し、混合廃棄物（切屑＋油）を分別（脱油）する高精度脱油システム「エコロアース」を開発・販売開始
1989年	各種形状が相違している切屑を更に細かく裁断する装置「チップカッター」を開発・販売開始
2002年	現行2タイプ仕様の高精度脱油システム「エコロアース」を開発・販売開始
2023年	小規模の加工業者及び加工現場向けに設備の移動が可能な「エコロアース（小型仕様モデル）」を開発・発売開始 第1号機納入
2025年	脱油機「マッハセパレータ」最大処理仕様（300～500 L/h）モデル「MS-501」を開発・発売開始し、申請装置の市場拡張を開始

(2) 共同開発

なし

(3) 技術導入

なし

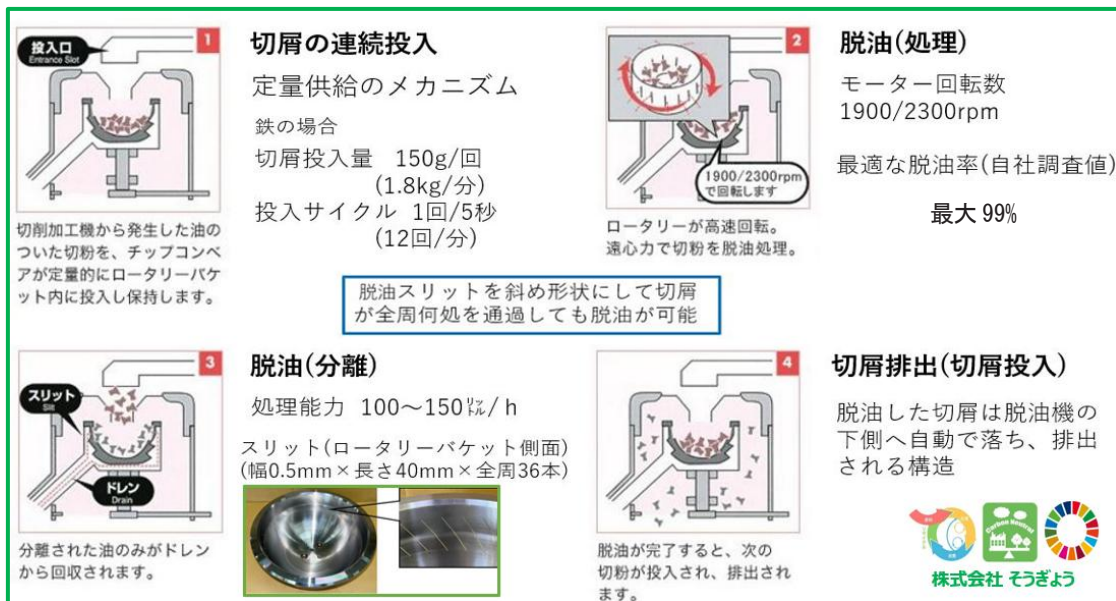
3. 独創性

(1) 連続運転

本システムは遠心脱油機の性能を最大限引き出し、かつ、小設置面積で実現させた切屑脱油システムである。1988年発売以来、幾度の改良を重ねてきた。その特徴は連続運転が可能で、投入、排出時に装置の停止は行わない（図表4）。そのため、バッチ式（一括投入⇒脱油処理⇒排出）では起動・停止を繰り返すことで消費電力量が嵩むが、本システムでは連続運転によって消費電力量の低減を実現し、カーボンニュートラルへの寄与も期待できる。

(2) 遠心脱油機

搭載する遠心脱油機『マッハセパレータ MS-108』は自動車業界で海外含めて幅広く活用されている。脱油機を構成するロータリーバケットは側面上部に脱油スリット切込溝が設けられており、遠心分離により油のみが脱油スリットを通過することで油を回収する。図表5に脱油機の仕様を示す。



図表 4 本システムにおける定量連続供給(切屑)と脱油の流れ

型式	MS-50C	MS-108	MS-301	new! MS-501
外観 寸法		エコアース搭載 		
処理能力	10~50%/h	100~150%/h	150~300%/h	300~500%/h
本体重量	約40kg	約100kg	約220kg	約300kg
外観 寸法	513 X 340 X 280	638 X 570 X 340	790 X 790 X 636	1048 X 660 X 520

図表 5 脱油機『マッハセパレーター』の仕様

(3) 脱油システム『エコアース』(パッケージと個別カスタマイズ)

基本的なパッケージ脱油システム(最小100~最大150L)を2つの仕様別に設定。当社では、ユーザーの要望に即してカスタム仕様(最小10~50L、150~最大500L)や、前後工程への装置の追加、異形物の除去や回収油のろ過等、個別にカスタマイズを行うことが可能である。

(4) 個別カスタマイズ(事例)

ユーザーの切屑排出量や大きさに応じて個別カスタマイズ対応が可能である(処理能力 10~500L/h)。図表 8 に脱油個別カスタマイズへの追加工程(前/後)選択表を示す。

4. 特許の有無

なし



図表6 本システム（標準仕様）の切屑用途別タイプ

脱油システム導入事例



図表7 本システムの個別カスタマイズ事例

図表8 脱油個別カスタマイズへの追加工程(前/後)選択表

工程	導入事例			加工対象
	どのような時に？	装置追加の理由	装置名称	
前工程	『自動投入』したい	作業者の投入作業負担を軽減	切屑台車自動反転装置	切屑
		設備ラインより切屑を一括搬送	集中コンベア	
	『選別』したい	切屑以外の異形物(端材)混入を防止	異物排出装置	
	『切断』したい	カール状の長い切屑を細かくする	粗破砕機/細破砕機	
脱油				切屑：切削油
後工程	『減容』したい	切屑の搬送時と溶解時の効率向上	切屑圧縮機	切屑
	『ろ過』したい	回収油スラッジ除去	マグネットセパレーター	切屑：切削油
		回収油をろ過し直接、設備へ戻す	不純物ろ過装置(油性/水溶性) 浮上油除去装置(水溶性油)	

5. 性能

(1) 従来システムとの相違点

図表9に規模別の従来システムの比較及び本システムの対応状況を示す。なお、中型装置のみ当社の従来システムである。本システムは大型のプラント規模（脱油処理能力 1,800L/h 以上）はターゲットとしておらず、中小型（脱油処理能力 500L/h 以下）への適用が可能である。

また、中型に絞って従来システムとの比較を行ったものを図表10に示す。中型脱油機における切屑の定量連続供給の脱油率最大 99%については、図表11の要件を調査し、独自技術で研究開発し製品化した。

(2) 環境負荷低減・資源循環への貢献

本システムを開発する以前は、金属切屑と油の混合廃棄物を廃棄物として処理していたことが課題だったが、切屑と油を分別回収しそれぞれ再資源化できているため、サーキュラーエコノミー（資源循環型社会）への貢献も期待できる。

また、切屑の再融解時に付着した廃油を焼却処分すると発生していた CO₂ の削減効果に繋がることからカーボンニュートラルにも資する（図表12、13）。

(3) 耐久性・安全性

従来、金属切屑は切屑台車などに入れ貯留していたため、台車下に溜まる油を回収することで油を回収しリユースする会社が多かった。この方法では、工場内に2~3日台車を留め置くことで工場のスペースを占有してしまい、工場内の生産性を低下させていた。また、処理量に応じて台車を必要量揃えることも求められる。ほかにも、切屑も油を含んでおり、再融解処理のために社外に運搬する場合は道路などへの油の滴下のリスクもあった。

それに、切屑を融解炉に投入する場合、炉の種類、性能によっても差が生じるものの、通常は、油分を多く含む切屑を投入すると、CO₂排出量が増大するほか、炉中温度の低下や水蒸気爆発などリスクも生じる。

図表9 規模別の従来システムの比較及び本システムの対応状況

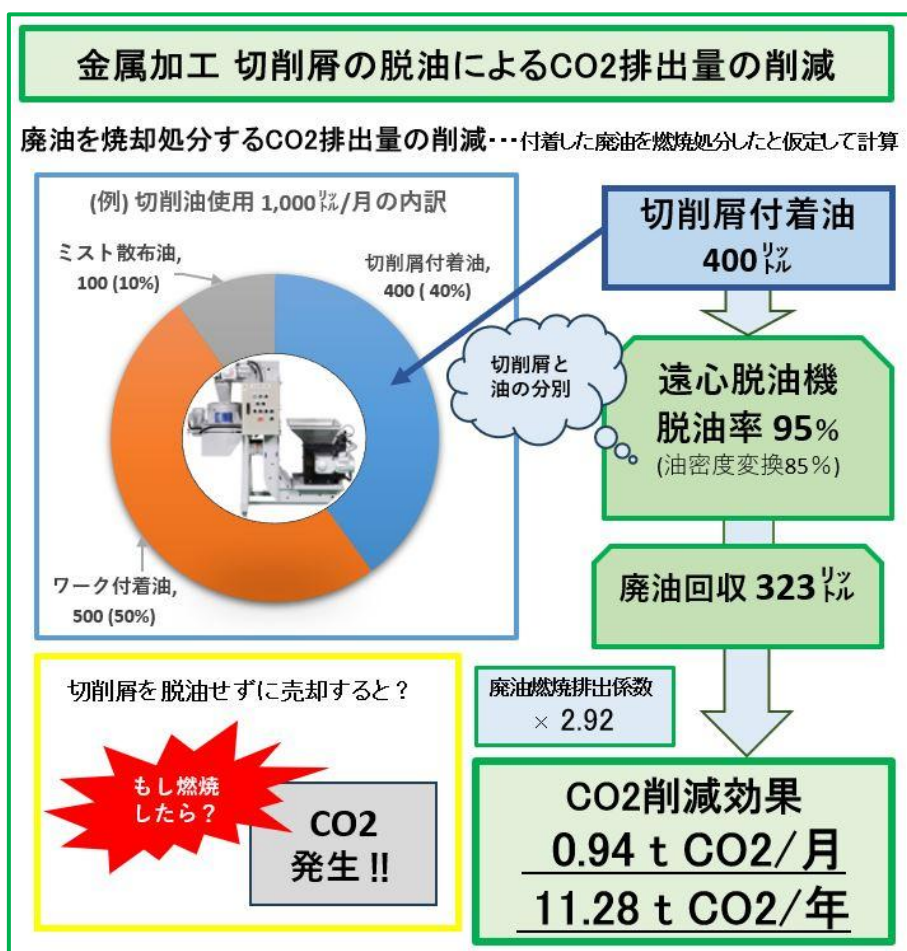
項目\脱油装置の比較	大型(プラント規模)	中型(当社製従来システム)	小型 (パール缶サイズ)
脱油処理能力 [L/h]	1800~5000	30~500	20
脱油率(回収率)	95%以上	最大 99%	95%
市場割合 ※製造業企業規模	1%	45%	54%
製造業の規模割合	大企業	中堅企業	小規模企業
連続運転	◎	◎	不可(単発作動のみ)
本システムターゲット	不可	◎	◎

図表10 本システムと従来システム（中型）との比較

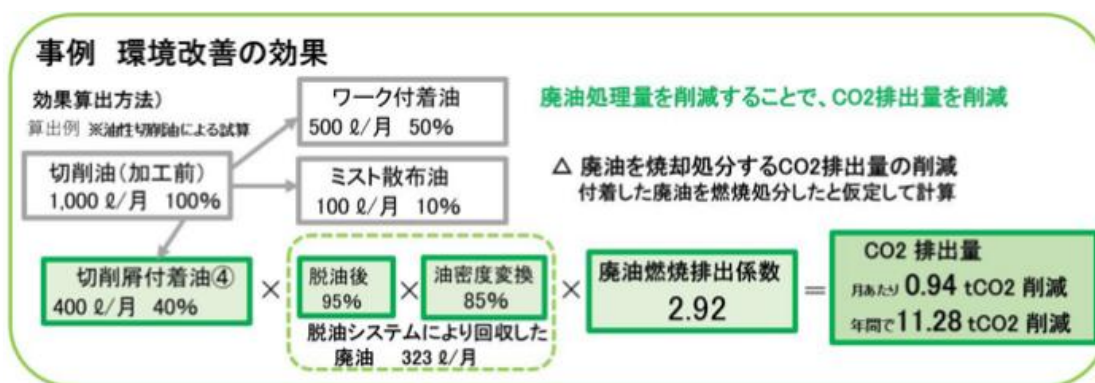
項目\中型市場の競合他社との比較	本システム	従来システム①	従来システム②
脱油処理能力 [L/h]	100~150	100~1,000	100~300
脱油率(回収率) ※自社評価値	最大 99%	99%以上	95%以上
個別システムカスタマイズ可能 (現場・切屑の大きさ・量に合わせた提案)	◎	カタログ 販売のみ	パッケージ 販売のみ

図表 11 中型脱油機の脱油率

条件		区分	項目	脱油条件	脱油率
切屑	材質・大きさ・形状				
	対象) 鉄・アルミ・ SUS・鋳物・真鍮など	オペレーション	モーター	回転数	
			制御	切屑投入量(投入サイクル)	



図表 12 脱油による CO₂ 排出量削減の構図



図表 13 脱油による環境改善の効果事例

これらのリスクを解消するため、発生した金属切削屑を瞬時に、再資源化することを可能にしたのが本システムである。

遠心脱油の構造は、回転体中央に切粉を投入し、遠心力で側面移動時に油を回収、その力で中の切粉を押し出し、脱油された切粉を装置外に排出する。そのため、最適な切屑量を供給することが求められる。それを実現するべく、コンベアを搭載し、一括投入された切屑の場合は定量供給機を備え、切屑がスパイラル状など長い切屑の場合や、固まっている切屑場合など状態に合わせて破碎して細かくし、脱油しやすい形状に前処理を行う。

本システムにより、切削屑移送中の油垂れや油漏れによる火災リスクが無くなったほか、油汚れを抑制し工場美化にも繋がる。摩耗や損傷が減りツールの寿命が延びて 4S 定着に結び付く作業者の意識改革に繋がることも期待される。

(4) 運転・操作性

連続運転が可能で、投入、排出時に装置の停止は行わない。そのため、バッチ式（一括投入→脱油処理→排出）の起動・停止を繰り返さないことで、モーターの起動時の電力消費が嵩む課題に省エネ効果をもたらすと期待できる。

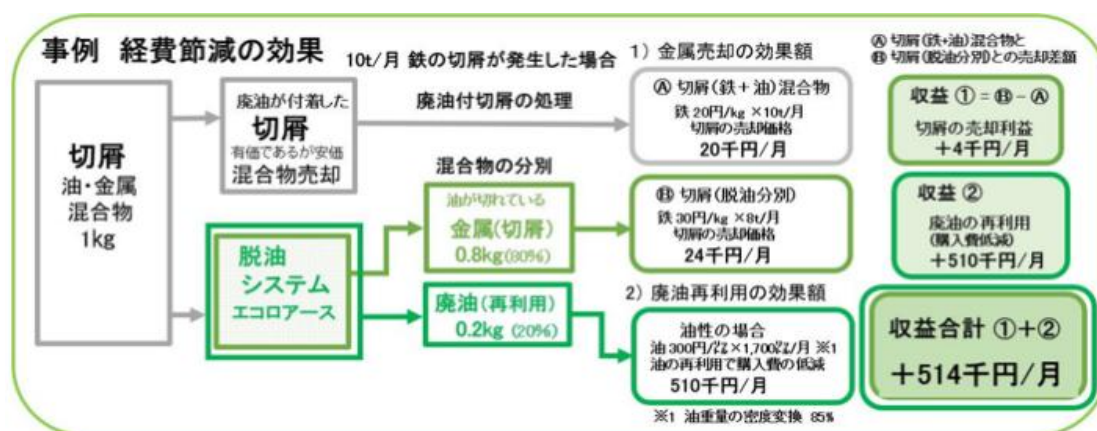
6. 経済性

ランニングコストの面では、電力消費の低減がまず挙げられる。「5. 独創性」でも述べているが、連続運転が可能となり、バッチ式（一括投入→脱油処理→排出）の起動・停止を繰り返さないことで消費電力量の低減を図っている。また、脱油機（遠心分離機）は駆動モーター一つで脱油回収及び切屑排出が可能であるため、省電力が過大とならない。

脱油で回収した廃油の再利用により切削油の新規購入量を削減することが可能となる。さらに、従来発生していた廃棄物（廃油）処理時間の削減により人件費削減も可能である。

これも前項で述べているが、工場美化が図られることで、安全な作業環境による品質の安定と不良率の削減も期待でき、生産性が向上することも期待できる。

本システム導入による経済効果を図表 14 及び図表 15 に示す。



図表 14 脱油による経費節減の効果事例

脱油システム導入による効果

項目	対象	目的	脱油による効果の比較		
			ビフォー(脱油前)	アフター(脱油後)	効果
経費節減	油	①油性切削油(廃油)の再利用	切屑に付着したまま廃棄 事例) 0千円/月	脱油回収し、再利用(リユース) 事例) 510千円/月	新油の購入費削減 事例) 510千円/月の効果
		②水溶性切削油(廃液)の再利用(処分)	切屑に付着したまま廃棄 事例) 0千円/月	脱油回収し、再利用(リユース) 事例) 85千円/月	新油の購入費削減 事例) 85千円/月の効果
	切屑	切削屑の脱油による買取価格増	混合廃棄物(切屑+廃油)の買取 事例) 20千円/月	廃棄物(切屑)の買取 事例) 24千円/月	廃棄物(切屑)買取価格アップ 事例) 4千円/月の効果
環境改善	CO2削減	① 脱炭素(廃油) ・カーボンニュートラル ・サーキュラーエコノミー	混合廃棄物(切屑+廃油)焼却によるCO2発生 廃油(切屑付着)をそのまま燃焼 事例) 1.17 tCO2/t 発生/月	廃棄物(切屑)のみ焼却 僅かな廃油の燃焼 事例) 0.23 tCO2/t 発生/月	廃油燃焼の抑制によるCO2削減 CO2排出の削減 事例) 0.94 tCO2/t 削減/月の効果
	安全/CS	② 工場内の環境美化	切屑移送時の床面汚れ 油漏れや垂れによる火災のリスク	油汚れの無い工場美化 油漏れや垂れの無い作業環境	安全な作業環境 火災リスクの回避

図表 15 脱油による各種効果のビフォー&アフター

7. 将来性

(1) 事業実施上の問題点と対応策

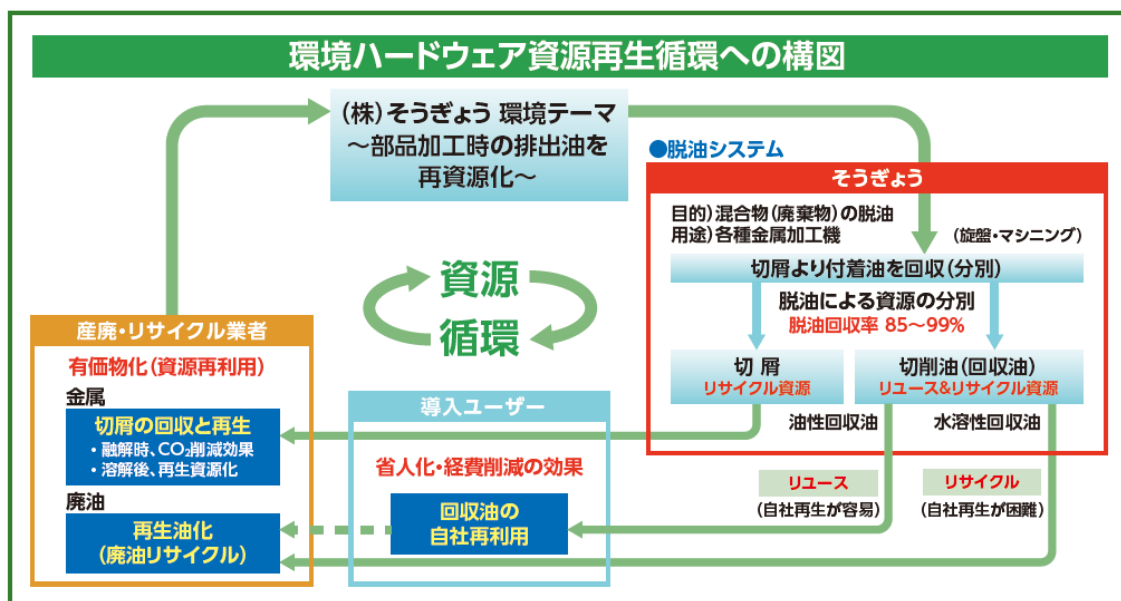
それぞれの金属切削加工業者の加工状況が相違していることから、個別のカスタマイズ対応が必要となる。本システムは混合廃棄物を分離する脱油機とその脱油機に定量投入する搬送機で構成されており、金属切削加工業者の加工状況（切屑の量、大きさ、形状）と要望に応じて、システムの前工程に破碎機やろ過装置などをシステムカスタマイズすることを可能とした。

(2) 将来構想

これまで当社が培ってきた環境改善への積み重ねとその成果を活かして『脱炭素』『資源循環』『自然共生』を相互に協調させた『持続可能な経済社会』への貢献を目指す（図表 16）。

現在は、油の再生（リサイクル）分野は対応出来ていないため、この分野での優れた会社との協業により、油における循環型社会への貢献できる装置（複合システム）を提供できるように開発を進める。

近年、脱油処理量の大きなサイズへのカスタマイズ需要が主流となり、『排出される金属切屑の量や大きさに応じてカスタマイズできる独自の高精度脱油システム』への期待が高まっている。2025年より、更に脱油システムの小型廉価仕様をパッケージ設定して小規模な金属切削加工現場に対しても『省力化・省人化』の側面から、導入効果の提案を可能としている。従来行ってきたカスタマイズ化提案とともに、パッケージ標準品及び小型廉価版の市場拡大化を図る。



図表 16 環境ハードウェア資源再生循環の構図