

2009年10月21日（水） 滋賀県立長浜ドーム

平成21年度 第3回特許ビジネス市 in 滋賀

新発想に基づく

簡便・低コスト液液抽出装置

（独）日本原子力研究開発機構

原子力基礎工学研究部門

長縄 弘親

1. 特許情報：



特許名称：エマルションフローを利用した 連続液液抽出装置

◇特許番号：特開2008-289975（特願2007-136496）

◇特許権者（出願人）：独立行政法人

日本原子力研究開発機構

◇出願日：平成19/5/23（2007.5.23）

2. 現状・背景：

日本は資源少国だと言われるが、携帯、パソコン、薄型デジタルテレビなどレアメタルを多く含んだ家電製品が多く存在する。これまで日本に蓄積されたりサイクル対象となるレアメタルの量は、世界有数の資源国に匹敵する規模になっている（いわゆる、都市鉱山）。また、最近では、日本を取り巻く海洋からのレアメタル回収も大きな注目を浴びている。

レアメタル回収法の中で、水に含まれるレアメタルの回収の従来技術としては、イオン交換カラム法、吸着カラム法、膜分離法、沈殿法、液液抽出法（従来装置による）が存在する。液液抽出法は、カラム法、膜分離法と比較すると、より多量の目的成分を回収でき（容量が大きく）、かつ大量の水溶液を迅速に処理できる（処理能が大きい）。また、沈殿法と比較しても、より迅速で選択的分離能（分別能力）が格段に高い。その一方、イオン交換カラム法などと比較すると簡便な方法とは言えず、液液抽出用の特殊な装置が必要になるという欠点もある。このような装置は、大掛かりで、エネルギー消費も大きく、初期投資、ランニング費用が大きい。

また、近年、環境問題への取り組みが盛んとなり、水浄化技術に関心が集まるようになった。水の浄化・水質改善においては、溶存成分（有機成分、重金属）と粒子成分（懸濁成分）の両方を除去しなければならないが、両者を低コストで効率的に同時除去できる技術は、まだ存在しない。

3. 技術紹介： 新発想に基づく液液抽出法 ～ エマルションフロー法 ～

*** 開発の背景 ***

水に溶けている成分を回収するには・・・

液液抽出法（溶媒抽出）

抽出容量が大
迅速な処理

特殊な装置が必要
||

高価、扱いづらい、運転コスト大

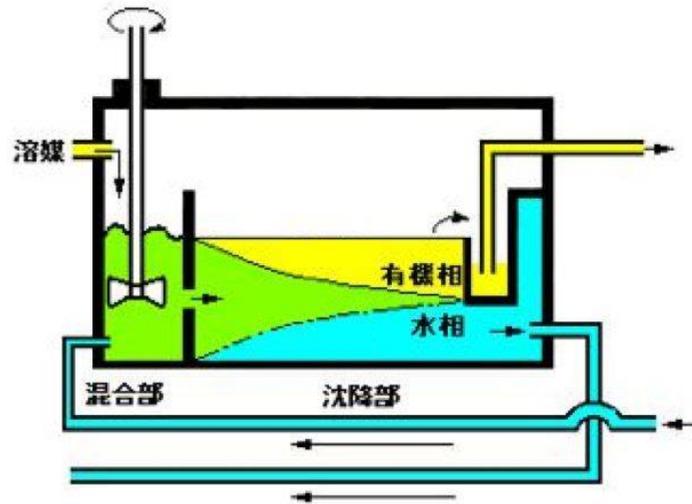
カラム法（イオン交換樹脂など）

簡単な装置
操作が簡便

抽出容量が小
非迅速

液液抽出法がカラム法より普及しない原因

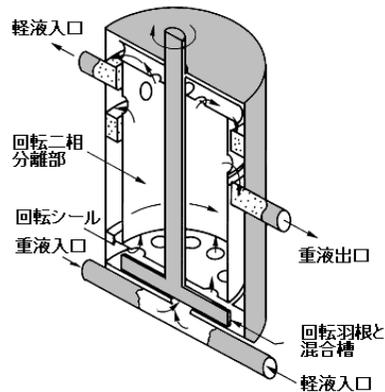
既存の液液抽出装置



ミキサーセトラー:

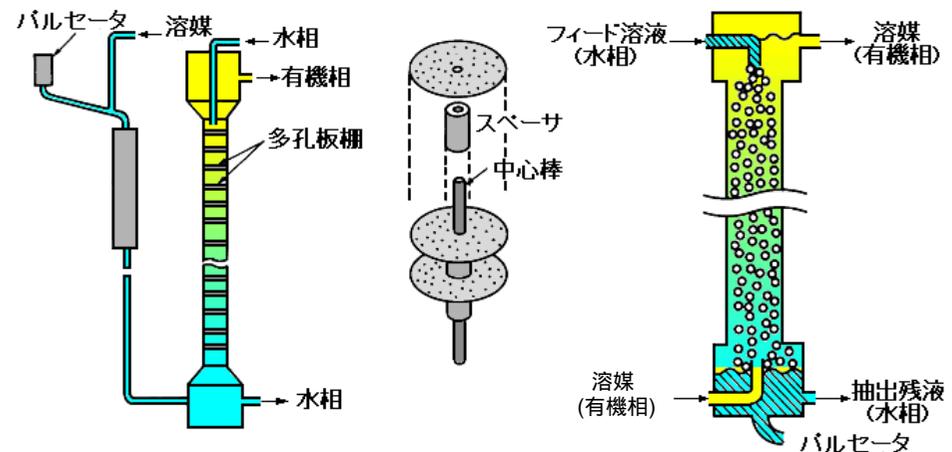
ミキサー部で有機相と水相を**攪拌**羽根によって混合し、セトラー部で相分離。

最も普及している比較的簡便な装置



遠心抽出機:

有機相と水相の混合に**攪拌**、2液相の分離に**遠心力**を利用。



パルスカラム:

パルス発生器からの**脈動(振動)**を与えることで有機相と水相を分散混合。

次世代型の液液抽出装置とは？

既存装置での2液相混合

振とう、攪拌、遠心力などの
“**機械的な外力**”を
持続的もしくは断続的に与え
ることで2液相を混合

必然的に

高いコスト、低い操作性、
安全面での不安

“**機械的な外力**”を使わず、いかにして、
良好な2液相混合状態(エマルション)
をつくりだすか？

エマルションフロー法

送液のみで“**エマルションの流れ**”
を作り出す新手法

他の方法との比較

カラム法（イオン交換樹脂など）

イオン交換樹脂をカラムに充填して用いる。

長所： 低運転コスト、高い操作性

短所： 迅速処理不可、大量処理不可

液液抽出法（通常的方式_ミキサーセトラーなどの利用）

機械的な外力を用いて、水相と有機相を混合接触させる。

長所： 迅速さ、大量処理能力

短所： 高運転コスト、低い操作性

エマルションフロー法

機械的な外力を用いることなく、水相と有機相を混合接触させる。

低運転コスト、高い操作性（カラム法の長所）

迅速さ、大量処理能力（液液抽出法の長所）

4. 市場： 利用分野・市場

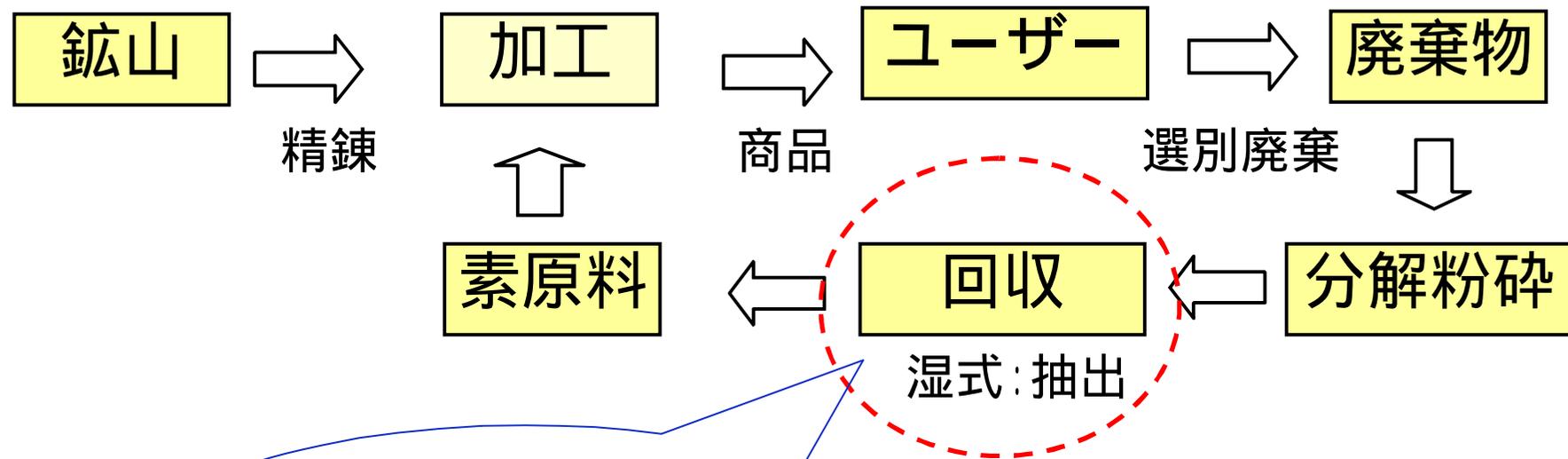


溶媒抽出装置の利用見込みの分野

水浄化:有害除去	希少金属回収
医薬品工場 メッキ工場 塗料工場 染料工場	鉱山会社・製錬工場 貴金属生産・販売会社 レアメタル回収専業会社
海水からLi回収	ハイテク企業からレア金属回収
海水から食塩工場 海水淡水化工場 海洋温度差発電工場 波力発電工場	液晶パネル生産工場 携帯電話生産工場 PC生産工場 自動車用電池生産工場

*海水利用業者と連携で効果

資源循環と産業界の役割



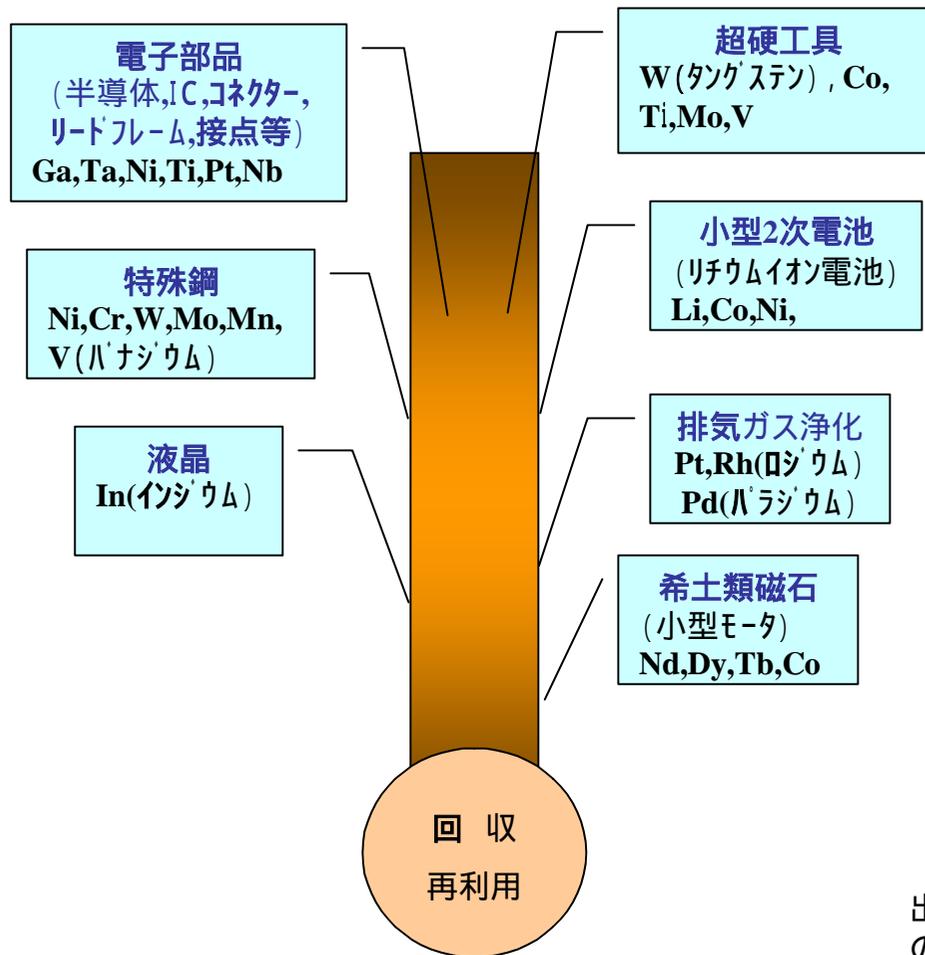
リサイクルの促進が必要！

特に、レアメタルのリサイクル
が急務！

各種の用途に利用されているレアメタル



消費製品に含まれるレアメタル



機能部材に含まれるレアメタル

鉱種	用途
インジウム(In)	液晶材料(透明電極)、蛍光体、低融点合金、半導体素子、撮像管
タンタル(Ta)	Taコンデンサ(携帯電話、デジタルカメラ、パソコン)
ニオブ(Nb)	超伝導材、真空グレードNb合金(航空エンジン)
レアアース(RE)	永久磁石、セラミックコンデンサ、ブラウン管ガラス
ガリウム(Ga)	半導体(GaAs)、LED(Light Emitting Diode)チップ(Ga燐)
リチウム(Li)	Li電池正極材、弾性表面波フィルタ
白金族(PGM)	燃料電池触媒、自動車用排ガス触媒、電気接点、熱伝対
ストロンチウム(Sr)	ブラウン管、フェライト磁性材料、光ガラス
ジルコニウム(Zr)	圧電セラミックス、核燃料被覆管

出典: 「レアメタルリサイクルの考え方」中村崇、「貴金属・レアメタルのリサイクルのリサイクル技術集成」エヌ・ティー・エス2007年

▶ 用途の探索と市場規模

- ▶ 溶媒抽出装置は、化学工学のプラントの一部として使われ、石油化学、金属産業、エネルギー産業、化学工業の装置に幅広く使われている。
- ▶ 日本は金属資源を輸入に頼っており、使用済み製品からの都市鉱山資源の利用が叫ばれている。金の埋蔵量は世界の現有埋蔵量の16%（約6,800トン）、銀は22%（約60,000トン）、インジウムは61%（1,700トン）、錫11%、タンタル10%等、世界埋蔵量の10%が存在すると試算されている。
- ▶ デジタル機器、パソコン、ハイブリッド自動車電池、超硬工具には、レアメタルが多く使われ、金属ナノ粒子のテクノロジーが使われている。
- ▶ 金属ナノ粒子の市場規模は、2010年で4,500億円（野村総研調べ）予想されている。レアメタルの国内市場規模は、3.3兆円（輸入通関統計）
- ▶ 金属ナノ粒子回収には、本装置の活躍の場が今後増えてくると予測。

5. ビジネスプラン：

▶ 販売戦略と方向性

- ▶ 抽出装置等のライセンス契約での事業売上。
- ▶ 水浄化は、生產品の中に微量でも有害物除去の必要な分野商品に販売する。（ 医薬品、 塗料・染料、 メッキ工場分野 ）
- ▶ リサイクル事業を推進し、レアメタル回収事業の本格化に備え、安全、安価、迅速対応できる装置として販売促進する。
（ 鉾山企業、 貴金属メーカー、 レアメタル専門メーカー ）
- ▶ 日本の周辺は海であり、海水からのリチウム等の回収開発について、海水エネルギー関連事業会社等と連携し、双方に利点を得られるように相乗効果を出しながら長期戦略で事業化検討する。

新発想に基づく簡便・低コスト液液抽出装置 ～エマルションフロー法を用いた液液抽出装置～

概要：

エマルションフロー法とは、液液抽出（溶媒抽出）を行うための革新的な手法で、もともとは放射性廃液の浄化を目的として開発されたものである。従来の攪拌、振とうといった機械的な外力を持続的に加えることで水相と油相を混ぜ合わせる方法とは異なり、水相もしくは油相あるいは両方の液相を微細な液滴として噴出させることで2液相を混合し、乳濁状態の流れ（エマルションフロー）を発生させる。図1にエマルションフロー法の概要を示す。

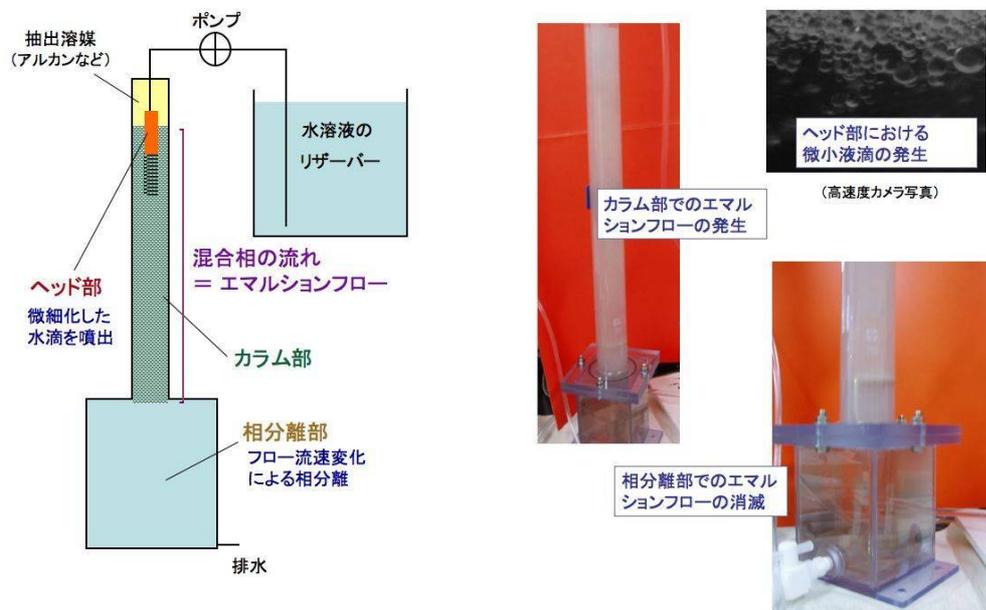


図1 エマルションフロー法の概要

カラム部で発生したエマルションフローは、相分離部に到達すると速やかに消失して2液相に相分離することから（フローを利用した強制的な相分離）、2液相の混合と相分離を同時に進行させることができ、連続的な液液抽出を迅速に行うことが可能となる。エマルションフロー法は、攪拌等の機械的外力を用いないことから、従来の方法と比べて、より簡便で、格段に低コストであり、加えて、より安全でもある。しかも、重力沈降のみによって2液相分離を行う多くの従来装置とは異なり、強制的に相分離するしくみを有することから、2液相の混合効率を高く設定できる。よって、よりコンパクトな装置で迅速かつ効率的に液液抽出を行うことができる。

従来の技術：

液液抽出法（溶媒抽出法）は、イオン交換樹脂、吸着剤などをカラムに充填

して用いるカラム法や膜分離法と比較すると、より多くの目的成分を回収でき（容量が大きく）、かつ大量の水溶液を迅速に処理できる（処理能が大きい）方法である。その一方、イオン交換カラム法などと比較すると簡便な方法とは言えず、溶媒抽出用の特殊な装置が必要になるという欠点もある。連続的に溶媒抽出を行う装置としては、攪拌羽根による水相と油相の混合と重力沈降による2液相分離を原理とするミキサーセトラーが最も普及している。ミキサーセトラーはシンプルな構造の装置で、初期コスト、ランニングコストともに比較的小さい。その一方、2液相分離を重力のみにたよることから、迅速さを欠く、装置サイズが大きい、設置床面積が大きい横長形状などといった難点がある。近年、遠心力によって迅速に2液相分離を行うことで迅速処理と装置のコンパクト化を実現した遠心抽出機が開発されたが、攪拌と遠心力という2つの機械的外力を要することから、初期コスト、ランニングコストが大きく、ミキサーセトラーに替わる技術として普及するとは期待できない。図2に、従来技術であるミキサーセトラーと遠心抽出機の概要を示す。

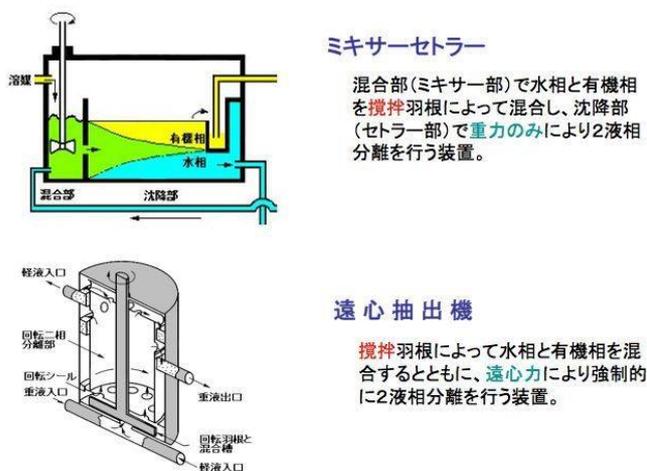


図2 ミキサーセトラーと遠心抽出機の概要

エマルションフローと既存装置との比較：

エマルションフロー法を利用した液液抽出装置は、攪拌等の機械的な外力を用いることなく水相と油相を混合し、フローによって強制的に2液相分離できることから、簡便・シンプル・低コストと迅速・コンパクトとが両立できる唯一の液液抽出装置である。しかも、低コスト・簡便という点では、従来装置（たとえば、比較的低いコストから最も普及しているミキサーセトラー）よりも格段に優れている。エマルションフローを用いることで、今までコスト面などから現実的ではなかったこと（たとえば、工場廃液からの有価物回収・資源化）

が可能になると期待できる。

図 3 に、従来の抽出装置であるミキサーセトラー、遠心抽出機とエマルションフローとを比較して示す。エマルションフローにおけるフローを利用した強制相分離の様子もあわせて示す。

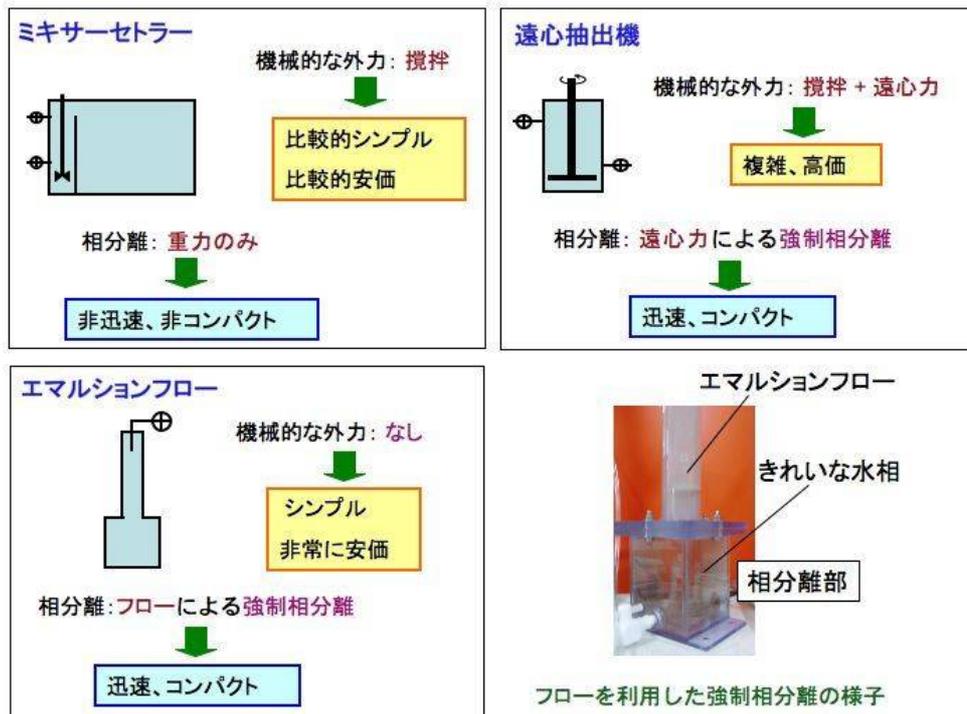


図 3 エマルションフローと既存抽出装置との比較

エマルションフロー法を活用したビジネスプラン：

技術・製品の概要・特徴

水に含まれる希少元素の回収技術として、従来技術（イオン交換・吸着カラム法、膜法、沈殿法、従来の溶媒抽出法など）の 1/5 以下のコストで、迅速・簡便に目的物質を分離・回収できる。また、水浄化技術として、溶存成分（COD 成分）と粒子成分（SS 成分）を低コストで同時に迅速除去できる。

対象とする市場・分野

希少金属回収リサイクル、水浄化、水道事業などが対象市場。提供メリットは、従来技術と比較して格段に低いコスト、簡便さ、安全性の高さ等。

競合技術、競合商品

イオン交換、吸着、遠心分離、膜分離、沈殿、従来の溶媒抽出などの技術。

市場規模、成長性

様々な産業分野において、水に含まれる有価物質の分離・回収、有害物質の除去に対するニーズは非常に高い。また、環境への関心の高まりから、今後の成長性も大きい。