

洗浄機構付き高圧スプレー容器の開発

コンパクト化学システム研究センター

コンパクトシステムエンジニアリングチーム 相澤 崇史

【技術のポイント】

- 希釈溶剤半減！ 環境に優しい二酸化炭素スプレー塗装用の容器です。
- 電源不要で1m²をしっかりと塗装！ 自動車補修用途に最適です。
- 使用後は自動で洗浄＆ガス抜き！ リサイクル使用に適したスプレー容器です。

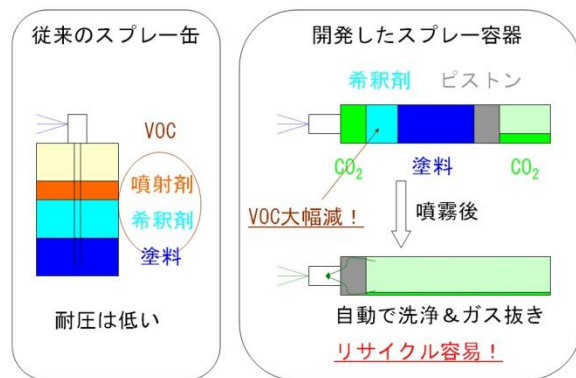
【技術内容】

有機溶剤系スプレー塗装では、塗料原液を有機溶剤で希釈し低粘度化することで、噴霧・塗装していますが、希釈剤として高圧の二酸化炭素を用いると、VOC(揮発性有機化合物)排出を大幅に低減した環境に優しい塗装が実現します。我々のグループでは小型部品用の連続塗装機の製品化を達成しておりますが、今回、多色少量を噴霧する現場に求められる、工場にて調整済みの塗料を噴霧する二酸化炭素塗装用のスプレー容器を発表します。本スプレー容器は希釈剤のVOC排出を半減する効果があります。

スプレー容器は、二酸化炭素を溶解した塗料を入れる部屋と、噴霧剤としての二酸化炭素を入れる部屋の2室で構成されています。噴霧側が均一相であるためスプレー容器をどの方向に向けても噴霧出来ます。使用後の洗浄・詰め替えを容易にするため、塗料を噴霧後、噴射剤の二酸化炭素が噴霧ラインの塗料を吹き飛ばす機構を組み込みました。スプレー容器に二酸化炭素を導入する作業が現在の法律では高圧ガスの製造にあたるため、この製造作業を管理された工場で一括して行え、塗装現場では大きな塗装装置を導入することなく簡単に塗装できます。



スプレー容器の外観と噴霧の様子



従来のスプレー缶と開発したスプレー容器の比較

【特許】 噴霧配管内に対する洗浄方法及びそのためのスプレー容器（特願2011-084982）

【対象業種】 化学工業

【応用分野(用途・製品)】 二酸化炭素塗装技術、液体／固体への二酸化炭素の溶解量測定技術

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

酵素センサーの開発

コンパクト化学システム研究センター

無機生体機能集積チーム 伊藤 徹二

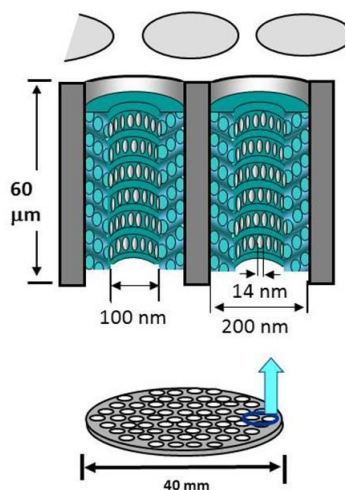
【技術のポイント】

- 迅速で、高感度な検出の可能な酵素センサーの開発
- 多種多様な農薬などの検出も可能
- 酵素本来の優れた特性を利用したシステム

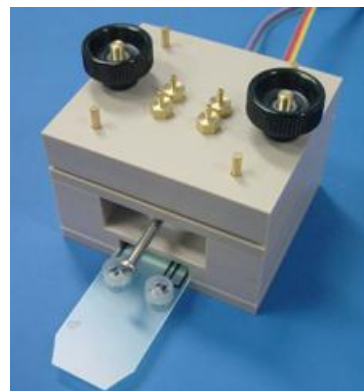
【技術内容】

現状の電気化学式の酵素センサーでは、生体物質である酵素の不安定性や酵素固定化担体による反応効率の低下等により、センサーの感度・応答速度・精度等が著しく劣化してしまい、酵素本来の優れた特性を十分に引き出すことができていません。この問題を解決するため、無数の規則的な微細孔を有し、物質拡散制限がない高次ナノ構造をもつ薄膜状の構造体に、酵素を高密度に固定化することで、酵素の安定性を高め、迅速かつ高感度な酵素センサーを開発しています。

酵素の優れた特性を効果的に利用するためには、酵素の固定化用担体となる高次構造体の開発が重要です。本研究では、種々の酵素に合わせた高次構造体の作製を検討すると共に、その評価を実施しています。得られた高次構造体をセンサー検出部に利用し、酵素センサーのプロトタイプも作製しています。センサー検出部を交換すること、つまり酵素を変えることで、各種農薬などの迅速・高感度検出を可能にします。



酵素固定化担体としての高次構造体の構成



開発した酵素センサーユニット(プロトタイプ)

【特許】 酵素センサ及び当該酵素センサを用いた検出対象物質測定方法(特願2010-168923)
酵素電極及び当該酵素電極を用いた酵素センサ(特願2010-168920)

【対象業種】 化学工業、環境科学

【応用分野(用途・製品)】 酵素固定化方法、酵素センサー開発

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

分析機器への組込可能なマイクロ波リアクターモジュール

コンパクト化学システム研究センター

触媒反応チーム

西岡 将輝

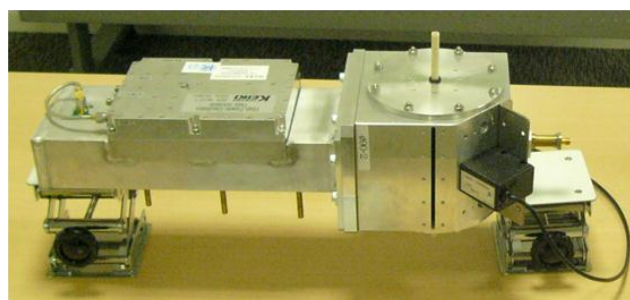
【技術のポイント】

- 携帯電話技術利用による小型マイクロ波リアクター
- 反射波解析によるリアクター(温度、気泡の混入など)のセンシング可能
- 小型モジュール構造により、分析機器など装置組み込みが容易

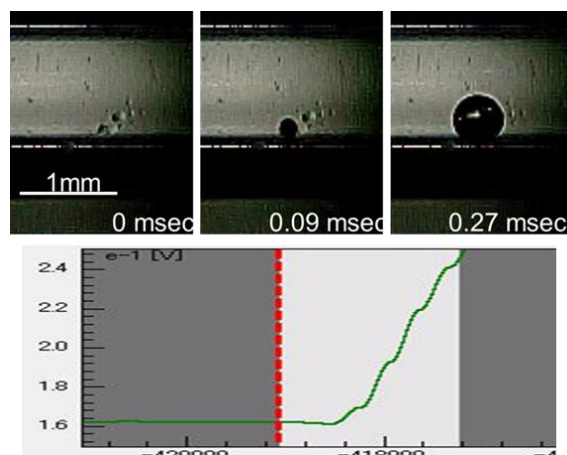
【技術内容】

反応場にマイクロ波を照射することで、反応時間の大幅な短縮や、迅速な温度制御が可能なが知られています。しかし、マイクロ波反応プロセスは、マイクロ波照射ムラや電磁波漏えい対策など設計にノウハウが必要であり、小型化が難しいなど、普及が進んでいませんでした。産総研東北センターでは、幅広い反応器形状に対応でき、制御性が高く、小型化が可能なマイクロ波照射技術の研究を行っています。この度設計ノウハウがなくても、簡単に利用できるマイクロ波リアクターモジュールを開発しました。

電磁波の照射状況を高精度に制御することができる、周波数可変型の半導体マイクロ波源を利用した、マイクロ波リアクターモジュールを開発しました。このモジュールは加熱だけでなく、反射マイクロ波の解析により、反応管温度や、気泡・異物の混入を検出できるため、安定性の高い化学反応プロセスの構築が可能です。また、マイクロ波発生部を含めた装置の小型化を進めており、ポータブル分析機器へのマイクロ波リアクターの組込にも、簡便に利用することができます。



装置組み込み用マイクロ波リアクターモジュール



気泡成長時の高速カメラ像(a)と反射波(b)

【特許】 フローインジェクション分析装置及び分析方法(特願2010-195196)他多数

【対象業種】 化学工業、電気機器、精密機器

【応用分野(用途・製品)】 金属ナノ粒子連続合成、水素製造・分離プロセス、均一熱処理

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

芳香族系VOCガス検知用センサ

コンパクト化学システム研究センター

ナノポーラス材料チーム

石井 亮

環境管理技術研究部門

計測技術研究グループ

長縄 竜一

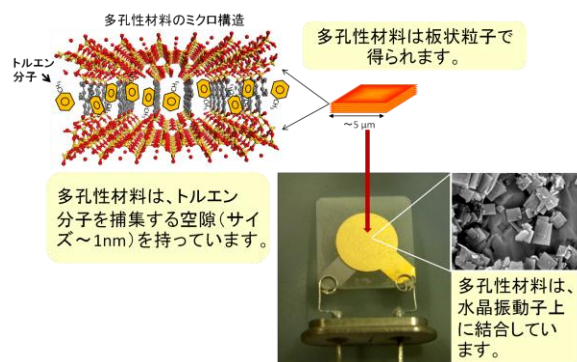
【技術のポイント】

- トルエン、キシレンなどの芳香族系VOCガスを検知するセンサ
- 新規多孔性材料により芳香族系VOCガスに対する高選択性を実現
- 水晶振動子式ガスセンサの採用により簡便に連続的な測定が可能

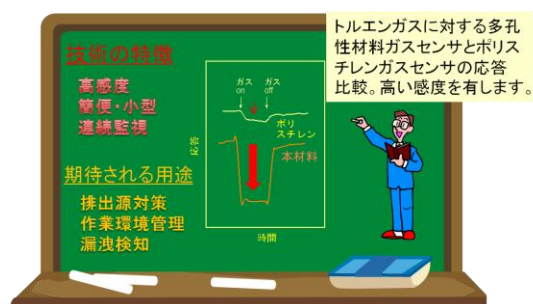
【技術内容】

VOC (Volatile Organic Compounds) は、光化学スモッグ等の大気汚染の原因となる物質です。近年、VOCガスの排出低減の取り組みがVOC排出事業者に求められています。その排出低減のためには、事業所内のVOCガス濃度の継続的なモニタリングが必要不可欠です。そのようなモニタリングに供するための、トルエン等芳香族有機化合物ガスを簡便に検知できるセンサはありませんでした。我々は、新規多孔性材料を用いることにより、芳香族系VOCガスを簡易的に検知可能なセンサを開発しました。

我々は、芳香族有機化合物を選択的に吸着する多孔性材料を開発しました。本材料は、当該有機化合物に親和的なナノサイズの空隙を有しており、その空隙にトルエンやキシレン分子が選択的に吸着されます。本センサは、この多孔性材料を水晶振動子式ガスセンサシステムの検知膜として使用しています。その検知膜が、空気中に存在するトルエン分子等を選択的に吸着し、当該センサシステムがその吸着量からガス濃度を推定します。本センサは、芳香族有機化合物ガスに対する選択性だけでなく、応答性や繰り返し安定性についても優れています。



芳香族系VOCガスセンサの構成



芳香族系VOCガスセンサの応答挙動

【特許】 芳香族化合物一層状無機化合物多孔体及びその製造方法(特願2005-025493)

【対象業種】 化学工業

【応用分野(用途・製品)】 多孔性材料合成技術、水晶振動子ガスセンサ技術

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター
TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

マイクロリアクターを用いたナノパッケージング技術の開発

コンパクト化学システム研究センター

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

石坂 孝之、川波 肇

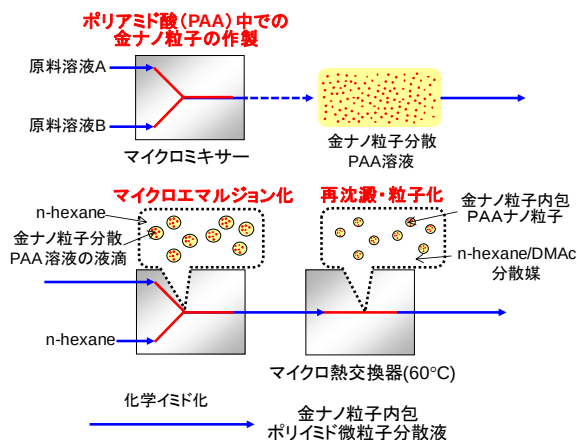
【技術のポイント】

- 複数の成分をポリマー微粒子へ内包可能な技術
- 金属や酸化物ナノ粒子を凝集させずに孤立状態でポリマー微粒子へ内包可能な技術
- 迅速且つ簡便な複合微粒子の連続製造法

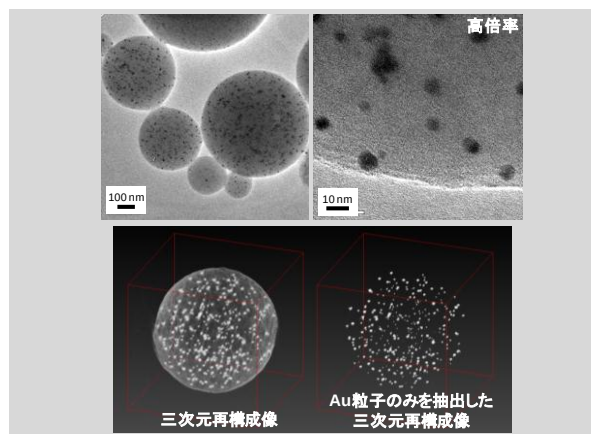
【技術内容】

マイクロリアクターを用いたナノ材料作製の研究は、単一成分の微粒子を対象とし、主に微粒子サイズの精密制御、微粒子の微細化に注力されてきました。マイクロリアクターの持つ特性「迅速混合性」、「迅速温度制御性」、「迅速な逐次操作性」をうまく利用することにより、様々な複合ナノ粒子を迅速且つ連続的に作製することが可能となります。特に「迅速な逐次操作性」により、凝集し易い金属などのナノ粒子であっても、凝集する前にポリマー微粒子の内部や外部に固定化することができます。このように、従来難しかった均一な複合微粒子の作製を可能としました。

マイクロリアクターにより有機溶媒中で金ナノ粒子を作製、逐次的にポリマー溶液との混合、微粒子化を1秒以内で行うことで金ナノ粒子が孤立状態で均一に内包されたポリイミド微粒子を作製することに成功しました。金ナノ粒子は数秒で凝集するためバッチ法での作製は困難であり、本ナノパッケージング技術により初めてこの様な複合微粒子の作製を可能としました。得られた微粒子の触媒性能を検討したところ、超臨界二酸化炭素中でのニトロベンゼンの水素化に対して高い反応性を示し、金ナノ粒子の脱離も確認されず高性能触媒であることが確認されました。



ナノパッケージング技術による金ナノ粒子内包ポリイミド微粒子の作製法



金ナノ粒子内包ポリイミド微粒子のTEM像

【特許】金属ナノ粒子／ポリイミド複合微粒子及びその製造方法(特願2012-033756)

【対象業種】医薬品、化学工業

【応用分野(用途・製品)】貴金属ナノ粒子内包ポリイミド微粒子の高耐久性触媒への利用

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

高温高压水マイクロリアクタ技術を用いた 色素材料合成技術の開発

コンパクト化学システム研究センター

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

川波 肇、石坂 孝之

【技術のポイント】

- 連続的に有機色素を合成する技術です
- 水を媒体としていますので環境にやさしい合成技術です
- 高速変換でありながら、収率・選択率が改善可能です

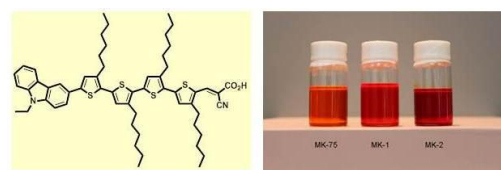
【技術内容】

私たちは、水・二酸化炭素を用いることで、環境にやさしい物質製造技術の開発に取り組んでいます。水は高温高压条件(臨界点374℃, 22MPa)にすることで、有機溶媒に似た性質を示します。しかし、従来は、有効な高温高压の制御方法が無く、有機合成への展開は困難でした。しかし、私たちは、高温高压水マイクロリアクタを開発することで、精密な混合・温度・圧力・時間の制御を可能とし、それによって様々な有機反応を、短時間(0.1秒オーダー～数十秒オーダー)で連続的に行い、高収率・高選択率を達成することを可能としました。

私たちは、開発してきた高温高压水を用いた各種有機反応を駆使して、色素増感型太陽電池用有機色素(MK2)の製造技術開発を行いました。図1に、高温高压水マイクロリアクタシステムを示します。このシステムを用いることで、製造時間の短縮、目的物の収率の大幅向上、有機溶媒の削減、省エネルギーを達成し、コンパクトなサイズにもかかわらず、MK2を1kg/月以上製造出来るようになりました(図2)。更に、本システムは、多様な化合物製造にも応用できるので、コスト競争に負けないものづくりが可能となります。



図1 高温高压水マイクロリアクター装置



プロセス項目	性能
○有機増感色素生産量	1kg/月以上
○全体収率	73%
○Eファクター	100
○高温高压水マイクロリアクター	
・設計圧力	40MPa
・設計温度	400℃
・クロスカップリング時間	2秒以内
・水に対する基質濃度	10～20wt%

図2 有機色素およびプロセスの仕様

【特許】コンパクト高温高压水マイクロ反応装置(特開2011-224480)

【対象業種】化学工業

【応用分野(用途・製品)】物質合成法・プロセスの開発

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター
TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

CO₂混合による粘度低下を利用した成膜・微粒子製造技術の開発

コンパクト化学システム研究センター

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

川崎 慎一郎、鈴木 明

【技術のポイント】

- 希釈溶剤の代わりに高圧CO₂を混合・溶解させ、有機溶液(塗料など)の粘度を低減可能
- 連続高圧スプレー噴霧による成膜、微粒子化、スリットダイなどを用いた塗布
- ものづくり技術を高性能化(高意匠性、微細化)、グリーン化が可能

【技術内容】

有機溶剤系塗装技術では、塗料の粘度を噴霧可能なレベルまで低下させるために多量の希釈溶剤(シンナー)を添加しています。噴霧後の希釈溶剤は大気中に放出されるため大気汚染を引き起こすので、希釈溶剤使用量の削減が強く求められています。本研究では、希釈溶剤の代わりに高圧CO₂を使用し塗料粘度を低下させ、高圧環境から連続噴霧する新たなスプレー塗装技術を開発しています。本技術は原料によっては従来法(空気噴霧法)に比べて高意匠性塗膜を製造できます。成膜・微粒化、塗布など低環境負荷ものづくり技術として応用展開を図っています。

塗料などの原料に、高圧CO₂がどの程度溶解するか、また粘度がどの程度低下するか、という基礎研究から始めます。それを、噴霧ロボットに搭載した連続噴霧装置を用いて、希釈溶剤を添加せずに試験塗装して成膜評価を行います。この装置では、塗料とCO₂を迅速、均一に混合するマイクロミキサー、均一に高圧噴霧ができる噴霧ガンなどがポイントです。成膜、微粒化に加えてスリットダイによる塗布の検討も行っています。高速度カメラなどを用いて微粒化メカニズムを解析して噴霧条件(ソフト)及び装置(ハード)の開発を進めています。

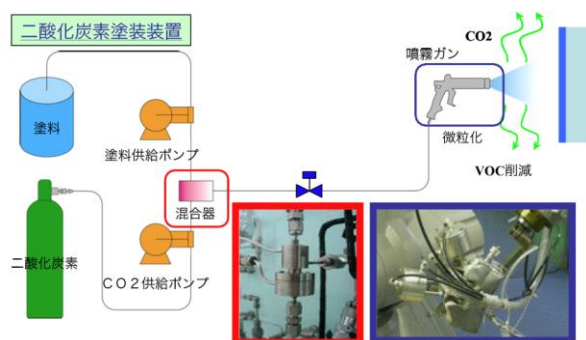


図1 二酸化炭素塗装装置

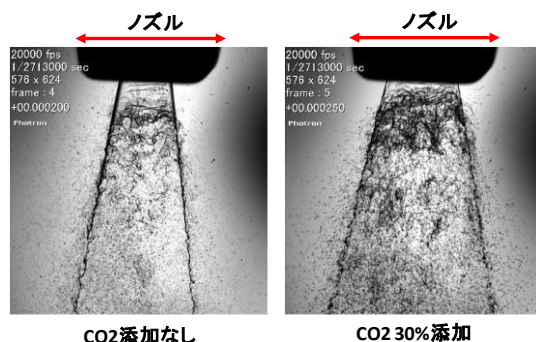


図2 噴霧パターン(高速度カメラ)

【特許】 特開2010-234348「二酸化炭素塗装方法及びその装置」**【対象業種】 化学工業、機械****【応用分野(用途・製品)】 塗装、塗装装置、表面処理**

お問い合わせ先: 独立行政法人産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

高耐久性分離膜を利用した溶剤脱水とエステル製造

コンパクト化学システム研究センター
ナノポーラス材料チーム 長谷川泰久

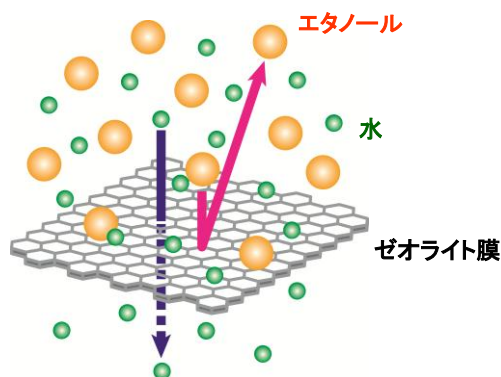
【技術のポイント】

- 有機溶剤の水分を除去(溶剤のロスはほとんどなし)
- 高温($\sim 400^{\circ}\text{C}$)や酸性($\sim \text{pH } 2$)等の条件下で使用
- バイオマスアルコールの濃縮、エステル製造等に利用

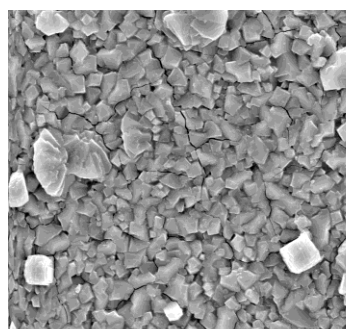
【技術内容】

膜分離は、蒸留等の既存分離技術と比べてエネルギー消費の少ない分離技術です。しかし、そこで利用されてきた分離膜が、主に高分子膜であったため、高濃度な有機溶剤等では利用できませんでした。高濃度の有機溶剤から水だけを除去できる分離膜があれば、有機溶剤の脱水(例えば、バイオマスアルコールの濃縮)、水が副生成する化学反応(例えば、エステル合成)の効率化等への利用が期待できます。そこで、無機素材で水分子と同程度の大きさ(約0.4ナノメートル)の孔をもつゼオライトに注目し、その薄膜化と分離技術への利用に関する研究を実施しています。

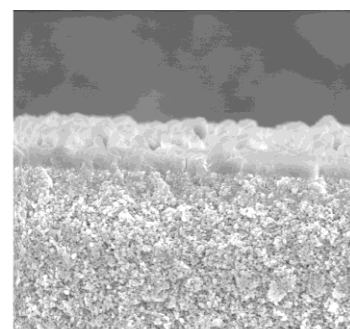
ゼオライトの孔の大きさは約0.4ナノメートルです。これは水分子(0.3ナノメートル)より大きく、エタノール(0.45ナノメートル)より小さいので、ゼオライトの孔には、水分子だけが入ることができます(分子ふるい効果)。つまり、ゼオライトを薄膜化すれば、水分子だけが通過できる脱水用分離膜になります。例えば、エタノール溶液(水10%含有)から、水を選択的に除去(水濃度99.9%以上)することができるので、エタノールを効率よく濃縮できます(エタノール濃度99.5%以上)。また、このとき、従来の蒸留法と比べ、約90%の省エネルギー化が可能です。



ゼオライト膜を利用した分離のイメージ



(a)



(b)

ゼオライト膜の電子顕微鏡写真
(左)表面、(右)断面

【特許】ゼオライト膜、分離膜モジュール及びその製造方法(特開2011-016123)

【対象業種】化学工業

【応用分野(用途・製品)】薄膜の形成技術、溶剤の水分除去、除湿に関する試験と技術

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター
TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

イオン液体を利用したガス吸収および分離技術の開発

コンパクト化学システム研究センター

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

牧野 貴至、増田善雄、金久保 光央

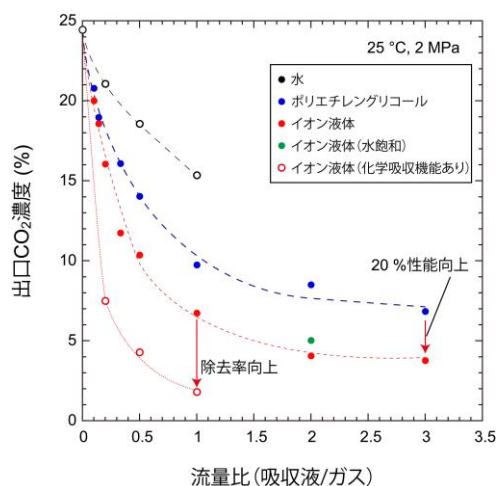
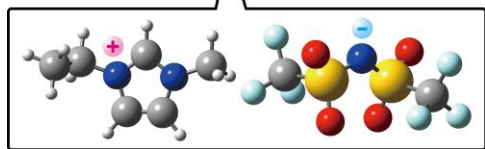
【技術のポイント】

- 不揮発性、難燃性、安定性に優れた環境負荷の小さい溶剤を利用
- 極低濃度から高濃度までの酸性ガスを対象とした新しい分離技術
- イオン液体の特性を活かした高効率な新規ガス吸収システム

【技術内容】

本研究では、イオン液体を吸収液とする酸性ガス分離回収技術およびガス吸収システムの開発を目指しています。イオン液体は、不揮発性や難燃性などの特徴と酸性ガスを選択的かつ大量に吸収する特性を持ちます。例えば、代表的な酸性ガスであるCO₂を分離、回収、貯蔵するプロセスでは、CO₂の分離と回収に要求されるエネルギーが特に大きく、一層の低エネルギー化が望まれています。イオン液体を吸収液とすることで、環境負荷の小さい、高効率なCO₂分離精製プロセスの構築が期待されます。

イオン液体を物理吸収液として用いたCO₂分離回収プロセスでは、従来の分子性液体の場合と比べて、CO₂分離効率が~20%も優れた結果が得られています。さらに、イオン液体の物理吸収能力に化学吸収機能を加えることで、CO₂除去量を顕著に増加できます。イオン液体吸収液の種類や組成を制御することで、極低濃度から高濃度までの多様な酸性ガス系に対して、プロセスを最適化できると期待されます。また、イオン液体を用いることで、ガス吸収圧縮プロセスの動力エネルギーを削減可能なことが示唆されています。



代表的なイオン液体およびその分子構造

イオン液体吸収液を用いたCO₂除去試験の結果**【特許】** イオン液体を用いた環境浄化方法およびその装置 (特願2010-198387)**【対象業種】** 化学工業、機械**【応用分野(用途・製品)】** ガス分離・貯蔵技術、ガス吸収圧縮技術

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

木質バイオマスからの連続リグニン分離技術の開発

コンパクト化学システム研究センター

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

大川原 竜人、川崎 慎一郎、鈴木 明

【技術のポイント】

- フェノール樹脂の代替として、木質バイオマス(杉粉)中のリグニンで樹脂を製造
- 木質バイオマスを連続的に高温高圧水処理するプロセスの構築(固形物濃度10~15wt%)
- 有機溶媒を用いずに樹脂原料リグニン(低分子リグニン)を連続分離するプロセスの構築

【技術内容】

従来の木質バイオマスからの成分分離(セルロース、ヘミセルロース、リグニン)には多量の薬剤が使用されており、環境負荷の増大と成分の変質というデメリットがありました。特にリグニンは燃料としてのみ利用されているのが現状です。本研究では高温高圧水を利用することにより、環境に負荷をかけずリグニンを分離、新規樹脂材料の原料として利用することを目的としています。また経済性を考慮し、連続処理の効率、樹脂原料リグニン(低分子リグニン)の収率を増加させるプロセスを構築すると共に、セルロース等のリグニン以外の成分の活用を検討しています。

基礎研究として回分式装置を用いた実験を行い、木質成分の分離に適した反応条件を検討しています。また実用化研究として高温高圧水処理によるリグニン連続分離装置を製作し、樹脂原料リグニン(低分子リグニン)の連続的な分離実験を行っています。連続処理装置の開発として、杉粉-水スラリーの高濃度安定化、スラリー送液方法、反応器の内部攪拌構造などを検討しています。実験により得られた樹脂原料リグニン(低分子リグニン)は共同研究先が積層板など樹脂化して、性能評価を行っており、積層板のJIS基準は満足することがわかっています。



図1 連続リグニン分離装置

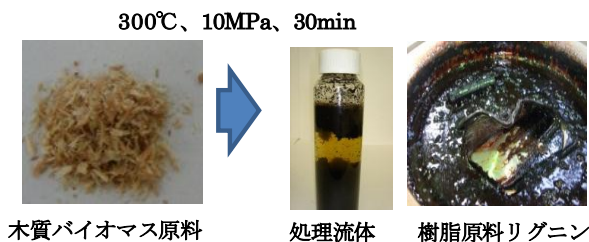


図2 木質バイオマス原料および処理産物

【特許】リグノセルロース系バイオマスからの樹脂原料の製造方法及びその装置(特願2012-028936)

【対象業種】 化学工業、バイオマス

【応用分野(用途・製品)】 新規樹脂

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263

アドバンスドフィルムテクノロジー

コンパクト化学システム研究センター

先進機能材料チーム

蛭名 武雄、林拓道、和久井喜人、中村考志

【技術のポイント】

- ガスバリア性、耐熱性、防食性等に優れたコーティング用粘土、コーティング液を開発
- 種々の無機・有機材料へのコーティングが可能
- 印刷・スプレーコーティング等種々のコーティング法に対応

【技術内容】

産総研が研究を行ってきた粘土膜を、より広範な用途に用いるため、各種粘土、およびコーティング液を開発しました。粘土を溶媒に分散させたコーティング液は目的によって、最適な構成・溶剤が選ばれており、これらを、プラスチック、木材、セラミックス、ガラス、金属、複合材料等にコーティングすることにより、ガスバリア性、耐熱性、防食性、放熱性、耐久性を向上させることができます。種々の印刷法に加え、スプレー塗工も可能であり、フィルム形状・平板に加え、三次元形状の部材に均一塗工が可能です。

粘土は約1ナノメートルの厚みの平板無機結晶であり、耐熱性を有します。この粘土、および必要に応じて高分子バインダーを溶媒に分散させたコーティング液を塗工・乾燥することで、高いガスバリア性のコーティングができます。このコーティングは、従来の高分子材料と比較して高い耐熱性も示します。合成粘土系コーティング液を用いることにより、透明なコーティングとすることもできます。

今回、多くの企業と共同で、種々のコーティング原料を開発しました。目的、被コーティング材料、形状などにより適した原料を選べます。



開発した原料粘土およびコーティング液



プラスチックフィルムへのコーティング例

【特許】 粘土配向膜及びその製造方法 (特第3855003)

粘土膜及びその製造方法 (特第3855004)

【対象業種】 化学工業、印刷、スプレー塗工

【応用分野(用途・製品)】 各種粘土・コーティング液・スプレー

お問い合わせ先: 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター 東北産学官連携センター

TEL: 022-237-5206 / FAX: 022-231-1263