



テーマ名	高分子収着剤による電気自動車 (EV) 向け防曇・空調システムの省電力化
組織名	岡山大学 研究推進産学官連携機構 渡邊 裕 教授
技術分野	環境／有機化学／無機化学、新エネルギー／省エネルギー

### 概要

EV の普及が期待されていますが、一方で限られた電力を無駄なく利用することが求められています。EV 室内の空調では特に冬季において安全性と快適性の確保から防曇が必要ですが、現行では冷凍機による冷却除湿後の加温等で多くの電力を要します。本研究では、室温でも利用できる水分子の収着・脱着ができメンテナンス性・使い勝手・量産性に優れた低コストの高分子収着剤を利用する空調デバイスを開発しました。ユニット化や空調システム組込みにより、EV 室内環境を快適にし、かつ省電力化が期待できます。本技術の製品化・活用に意欲がある企業を歓迎します。

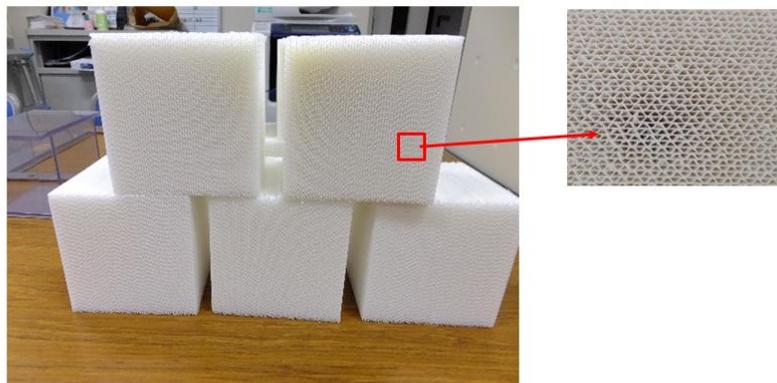
### 簡略図

#### 高分子収着剤による電気自動車 (EV) 向け 防曇・空調システムの省電力化

現行EVでは湿度・温度の空調管理に大きな電力を要する  
→ 電力をほとんど要せず快適な湿度管理・室内環境を実現

#### 【高分子収着剤の主な特徴】

- 高い吸放湿機能を保有する樹脂
- 専用繊維シートに強固に担持させた後、ダンボール状に整形
- 対衝撃性、フレキシビリティ性、加工性に優れている
- 相対湿度上昇に応じ、吸湿量がリニアに上昇。
- 吸放湿速度が極めて高い（特に放湿速度＝再生速度が高い）
- ユニットとしてEV車内へ後付け設置可能であると共に、EV空調システムへの組込みも可能



高分子収着剤を担持した通風ブロック例  
(1リットルタイプ)



## 背景

市販のEVでは冬季暖房や窓の曇り除去に車載バッテリーからの電力で製造した温水ならびに冷凍機による低温除湿を使用しています。このため、冬季の連続走行可能距離が縮減してしまうほか、寒冷時の暖房機能低下などの使い勝手の悪さが課題となっており、省電力で快適な車内環境の実現が期待されています。

そこで我々は、水分子の収着・脱着機能に優れ、低コストの高分子収着剤を使用し、EV車内の除湿を電力をほとんど使用せず実現できるユニットを開発しました。ユニットをあと付けで利用する、あるいはEVの空調システムの組込ユニットとして利用するなど、いずれの用途にも適用可能です。

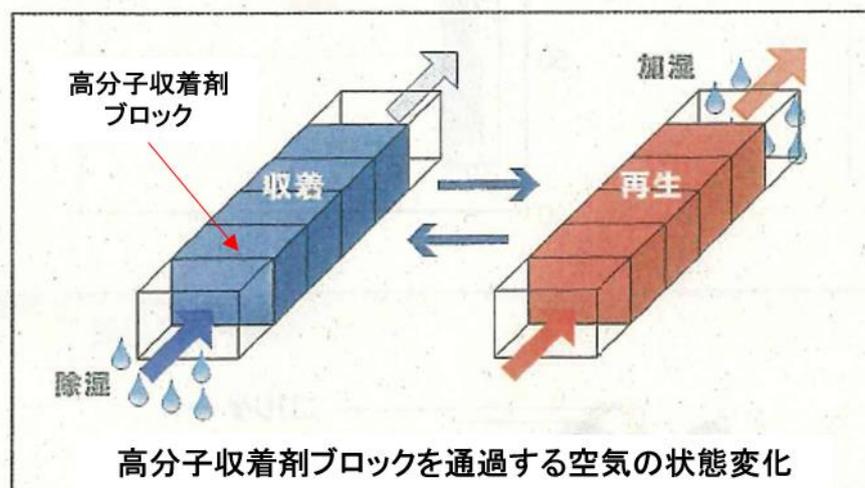
本技術の製品化・活用を希望する企業を歓迎します。

## 技術内容

吸湿材として「収着」「脱着」ができる高分子収着剤を活用します。この高分子収着剤をユニットとして用いてEV車内の曇り除去・除湿が実現できます。

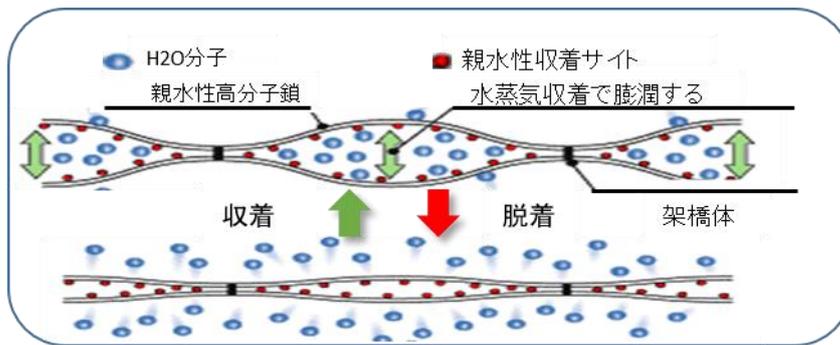
EV車内での利用方法として、湿った空気を高分子収着剤ユニット内部に流すと、高分子収着剤表面で空気中の水蒸気を収着し、膨張するとともに発熱します。ユニット通過後の空気は乾いており、車内の湿度を下げるができます。その乾いた空気を窓ガラスに当てると、曇り除去に役立ちます。

一方、乾いた空気を流すと、高分子収着剤に収着していた水蒸気が脱着（再生）し、吸熱しつつ収縮します。ユニット通過後の空気は湿っていますので車外へ排気します。





下図は高分子収着剤の吸放湿原理のイメージ図です。表面の親水性収着サイトが空気中の水蒸気を捕獲した後、水分子を樹脂内部に移送する結果、収着で樹脂は膨潤（体積膨張）します。低相対湿度の空気に接すると、樹脂内部の水は膨潤した樹脂から勢いよく空気中に飛び出します（引用図は、岡山大学 堀部教授作成）。



この作用により、車内の湿度を一定範囲に保つことができます。搭乗者一人当たりの水分放出量は最大で毎時 50g 程度ですが、相対湿度 70%の空気からの高分子収着剤が吸湿できる量は約 70g/l ですので数リットルのブロックを保有するユニットにより 4-5 名の搭乗者条件でも 1~2 時間の防曇が可能となります。またこれまで低温域（室温を含む）で再生できる実用材料はほとんどありませんでしたが、本材料は実用レベルにありますので、再生運転を行うことでブロック容量を削減しても連続した防曇が可能となります。

収着・脱着現象自体に電気は不要なため、収着剤ユニット内部へ空気を吸い込むだけの少しの電力だけで運用できます。収着剤は下記のように粉末状、繊維状、ハニカムブロック状などありますので、用途に応じて形状は変えられます。



粉末状



繊維状



積層型ハニカムブロック状

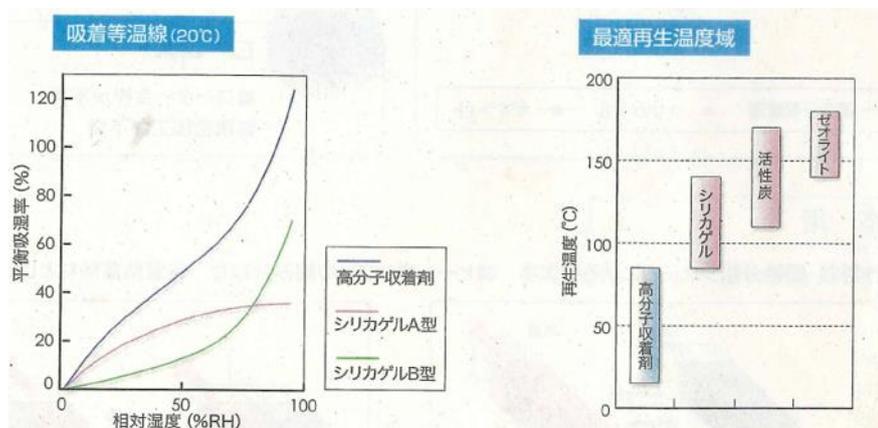


積層型ハニカムブロック  
と壁紙用不織布の例

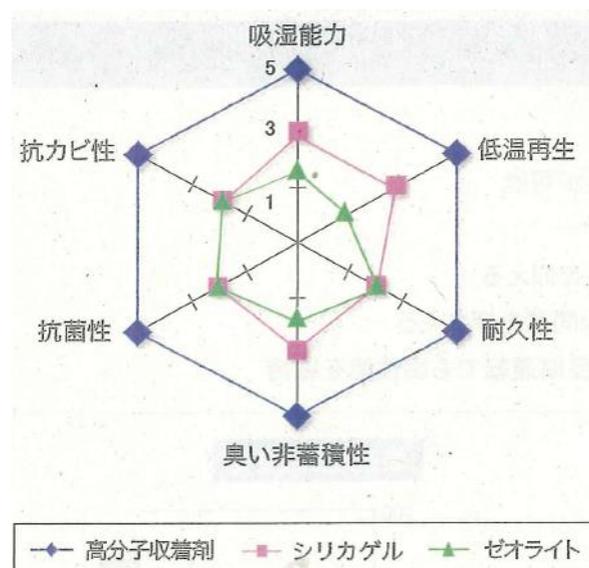


### 技術・ノウハウの強み(新規性、優位性、有用性)

- 1) 開発した高分子収着剤は安価で安全な素材で出来ており、ユニットの量産も容易です。そのため、EVの低消費電力化を低コストで行うことができます。
- 2) 既存のEVにあと付けで利用することが可能です。また、EVの空調システムと組み合わせた開発を行うことで、更なる低消費電力化や暖冷房利用などへ応用することも可能です。
- 3) 80℃～室温レベルでの低温再生（室温を含む）が可能です。  
また、低温再生で問題となっていた下記の課題を解決しています。
  - 抗菌性、抗カビ性を有しており悪臭発生を抑えています。
  - 水分子以外の収着はないので、臭い成分の蓄積は発生しません。

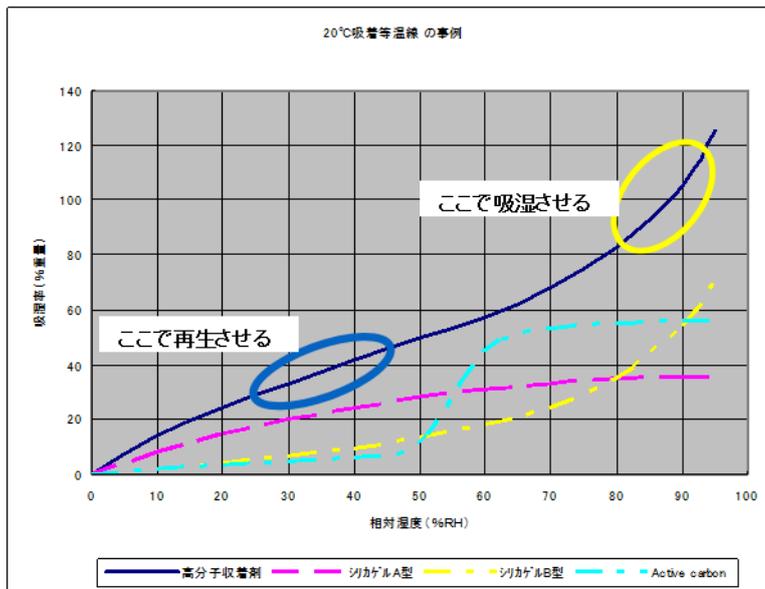


- 4) 柔軟な高分子構造のため、耐久性に優れ、長期利用可能・メンテナンスフリーです。  
(EV利用ではフィルター同様に消耗品として定期交換による部品販売を推奨)
- 以上をまとめると既存材料との対比は下記のレーダーチャートとなります。





なお、下記は横軸に相対湿度、縦軸に吸湿率（吸湿された水分重量と材料重量の比率）をとり、一定温度（データは 20℃）条件での計測結果をグラフ化したものですが、高分子収着剤は既存の吸湿材に比べて高い収着性能を保っていることが判ります。特に夏場では高相対湿度の環境は人にとって不快となりますが、本材料によって収着することで室温でも心地よい湿度に保つことができます。



例えば、800mm×800mm×500mm の積層ブロックを用いた吸湿量計測実験では、14L 程度の水を吸湿できましたので、ブロック 1 リットルあたり 44 g の水を吸湿したことになります。ブロックにせずとも薄いフィルター状でも同様の効果を発揮します。

### 連携企業のイメージ

例えば下記の企業と連携可能です。

- 1) カー用品の製造・販売メーカー
- 2) EV 向けカーエアコンの研究開発を行っている企業
- 3) EV 開発および製造を行っている企業
- 4) その他、本技術の活用に関心がある企業

### 技術・ノウハウの活用シーン(イメージ)

EV の防曇・空調、快適性ならびに使い勝手の改善用途として活用可能です。

まずは市販EVを用いての簡易実験による消費電力測定結果を紹介します。

一周 19.2km の上り下りを含む一般道路で、空調条件を 3 通りに変えて走行時消費電力を計測しました。(条件は①空調オフ、②室温 25℃とした暖房、③室温を 25℃としてデフォッグ運転の 3 通り)

空調オフ条件では 7.38kW、条件②では 9.51kW、条件③では 11.33kW の電力負荷が



発生しました。条件③では低湿・低温の外気を導入したため外気の加熱量が増大し、電力負荷が条件①に比して 50%以上増加しています。条件②では室内空気の循環+加温ですので電力負荷は約 30%増でした。空気の加温は電気ヒーターによるものと思われるので、エアコン利用であれば電力消費量は改善される可能性があります。

### 実車での計測結果例

#### リーフ走行時の電力消費試験

(バッテリー総容量 40kWh)  
周回コース(1周 19.2km)を3周して計測:(初期バッテリー残量:93%, 時刻14:42開始)

	時刻	バッテリー残量(%)	外気温℃	消費電力量ポイント	換算電力kW	空調消費電力kW
空調停止	1回目	15:05	86	10		0
	2回目	15:28	77	10	24	(基準値)
	3回目	16:00	69	11		
暖房運転	1回目	16:24	60	10		
	2回目	16:46	51	10	29	2.13
	3回目	17:13	40	9		
デフォッグ運転	1回目	17:38	27	8		
	2回目	18:01	16	7	34	11.33
	3回目	18:25	6	7		3.95



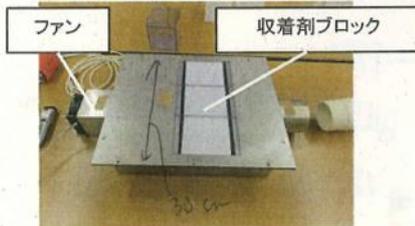
使用したEV(日産リーフ)

#### 車内で加湿器を作動させた際の窓のくもり状況例



#### 【高分子収着剤ユニットを車内に設置した際の防曇効果事例】

次に高分子収着剤ユニット作動時の窓ガラスの曇り状況の変化を示します。



#### 収着剤ユニットの構成と応用

左端のファンにより室内空気を収着剤ブロックへ供給  
除湿空気をフレキホースにて曇った窓へ供給する  
(ファン消費電力は20W程度)

#### 収着剤ユニットからの低相対湿度空気の供給によるくもり除去事例

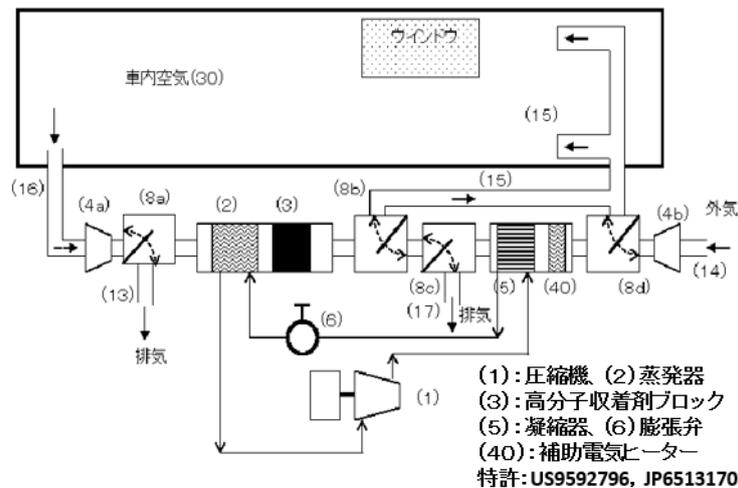




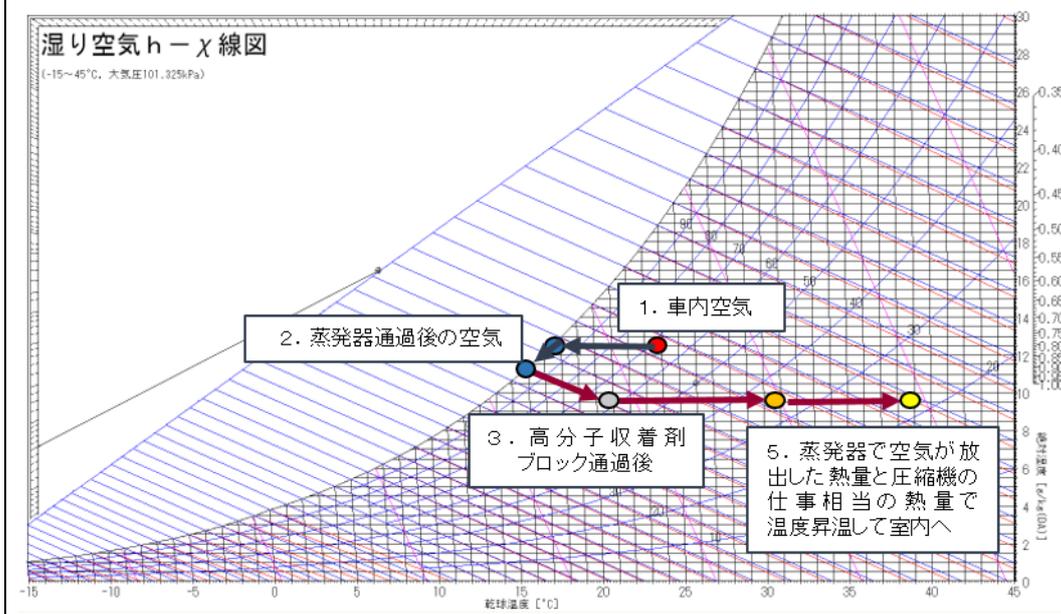
## 【空調システムに組み込む場合】

EV 向けの空調システムに収着剤ユニットを搭載するときのシステム図は下記となります。

圧縮機、蒸発器、凝縮器、膨張器からなるヒートポンプの蒸発器と凝縮器の間に高分子収着剤ブロックを設置し、蒸発器で相対湿度が 100%程度まで上昇した空気から高分子収着剤が吸湿を行います。その結果、温度上昇した空気は次の凝縮器を通過する際に、蒸発器で自身が放出した熱量とヒートポンプサイクルで圧縮機が行った仕事量に相当する熱量を受領して、低湿度で高温の空気として車内へ還流します。



車内空気 (24°C, 12.5g/kg) を蒸発器で約 16°C に冷却した後、収着剤ブロックを通すと約 21°C、9.5g/kg になり、凝縮器では蒸発器での放熱量と圧縮機仕事相当の熱量を受け、約 39°C、9.5g/kg、相対湿度 25% となります。この空気は暖房および防曇に活用可能です。





現行 EV との対比で、特に冬季においては防曇・暖房に消費される電力使用量の 25% 程度の削減が見込まれます。また、夏季・中間期を含めて通年で快適な車内環境形成と、空調に消費される電力使用量の年間推定総量で 10% 程度の削減が見込まれます。

### **技術・ノウハウの活用の流れ**

本技術の活用や製品開発に興味がある方はお気軽にお問合せください。  
高分子収着剤の実物および実データを交えてご紹介させていただきます。

### **専門用語の解説**

#### **【相対湿度】**

その気温の空気が水分を保有できる最大量に対してどれだけの水分があるかどうかを割合で表現したもので、パーセントで示されます。

#### **【収着／脱着】**

高分子樹脂表面へ水蒸気が拘束される現象は、通常の吸着現象とは呼ばず、収着現象と呼ばれます。拘束した水蒸気を高分子樹脂表面から外す現象を脱着と呼び、繰り返してもほとんど劣化しません。

#### **【再生】**

乾燥された空気によって収着剤が水分を放出する現象を指します。

### **お問合せ先**

下記から御問合せください。

<https://www.open-innovation-portal.com/open/energy/ev.html>