



大阪科学・大学記者クラブ 御中

(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)

2024年11月7日

大阪公立大学

—世界的な水不足の解消に向けて— 空気中の水蒸気を効率良く吸収・放出する吸湿剤を開発

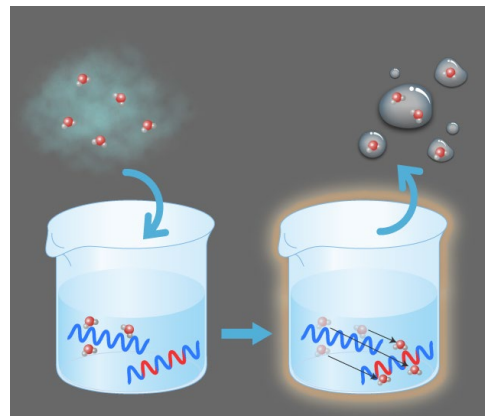
<ポイント>

- ◇医薬品や洗剤、化粧品などに使用される汎用的な2種類の高分子をランダムに結び合わせた吸湿剤により、水蒸気の効率的な吸収・放出が可能に。
- ◇35℃という低温で、吸収した水を取り出すことに成功。

<概要>

人口の爆発的な増加や地球温暖化により、各地で水不足が深刻化しています。約14億 km^3 ある地球上の水のうち、海水が約97.5%を占めているため、海水を生活水に浄化する技術も発達していますが、海のない内陸地では活用できないことも課題です。

大阪公立大学大学院工学研究科の池川 大輔大学院生（当時 博士前期課程2年）、深津 亜里紗助教、岡田 健司准教授、高橋 雅英教授らの研究グループは、利用可能な水資源の10%を占めるといわれる水蒸気に着目。水をよく吸収するポリエチレングリコールに、それよりやや水を吸収しにくいポリプロピレングリコールをランダムに結び合わせることで、空気中の水蒸気を効率良く吸収・放出できる吸湿剤を開発しました。これまでは水の吸収性能に着目した開発が行われてきましたが、本研究では水の放出性能を高めることで、吸収・放出の高効率化を実現しました。また、従来の吸湿剤では、吸収した水を取り出しに約100℃まで加熱する必要がありましたが、本吸湿剤は35℃で取り出すことができます。今後は、本吸湿剤をデバイス化することで、砂漠などの乾燥地域でも効率よく水資源の回収が可能となることが期待されます。

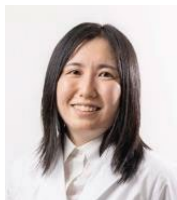


本研究成果は、2024年10月29日に国際学術誌「ACS ES&T Water」のオンライン速報版に掲載されました。

化粧品等に用いられるポリエチレングリコールを用いて、従来よりもエネルギー効率の高い水脱着メカニズムを見出すことができ、大変嬉しく思います。今回見出したメカニズムが実用化され、水問題の解決に役立つことを願います。



池川 大輔大学院生



深津 亜里紗助教

従来の吸湿剤は、水分を大量に取り込むものの取り出すのが難しいという点が課題でした。本研究では吸湿剤にやや疎水的な成分を導入し、適切な親水性を持たせることで、効率よく水を回収できる条件を見出しました。本研究を足がかりに、更なる水の回収効率向上に向けて材料開発を進めてまいります。

<研究の背景>

近年、人口増加や産業発展、地球温暖化などの影響により、世界的な水不足が深刻化しています。地球上の水資源のほとんどは海水のため、海水の浄化技術が多く開発されていますが、砂漠などの内陸地域では海水の利用が地理的に困難です。そこで、他の水資源として、空気中の水蒸気を水に変換し利用する技術（Atmospheric Water Harvesting（AWH））が注目されています。

従来の AWH 技術には、水蒸気を多く含んだ空気から水を取り出す方法がありましたが、高い湿度が必要で、乾燥地域には適していません。また、近年は低湿度でも利用可能な固体吸湿剤を使った AWH も研究されていますが、吸収過程と放出過程を別々に行わなければならないため、連続的かつ大量に水を得ることは困難でした。そこで、材料の流動性を活かして連続的に水を吸収・放出可能な液体吸湿剤が注目されています。水を吸収しやすい材料から水を取り出すには、大きなエネルギーが必要となるため、エネルギー効率の高い AWH システムの実現を目指し、水を効率よく放出できる吸湿剤の開発を行いました。

<研究の内容>

これまでの研究から、医薬品や洗剤、化粧品などに広く用いられており、水をよく吸収する液体のポリエチレングリコール（PEG）と、それよりもやや水を吸収しにくいポリプロピレングリコール（PPG）を混合することで、PEG に吸収された水が状況に応じて PPG 側へ移動し、効率よく放出されることを見出し、この水回収機構を Hydrophilicity-Difference-Induced Water Transfer（HWT）と名付けました。HWT を利用した水の放出は、PEG から直接水を取り出す場合よりも少ないエネルギーで行われるため、従来の吸湿剤よりも低い温度で水を効率よく回収することができます。しかし、PPG を混合することで吸湿剤全体の吸水量が減少してしまうため、吸水量と回収率のトレードオフが課題でした。そこで本研究では、PPG の代わりに PEG と PPG をランダムに繋ぎ合わせた共重合体（Random）を用いることで、吸湿剤と水分子の相互作用を適切に制御し、良好な吸水量と高効率な水放出過程を両立させることに成功しました（図 1）。また、Random を吸湿剤に用いることで、湿度を低くした時に水の塊（クラスター）が崩れやすくなることを新たに見出しました。PEG から Random へ水分子が移動する HWT との相乗効果により、35℃の低温環境でも効率よく水を回収することに成功しました。

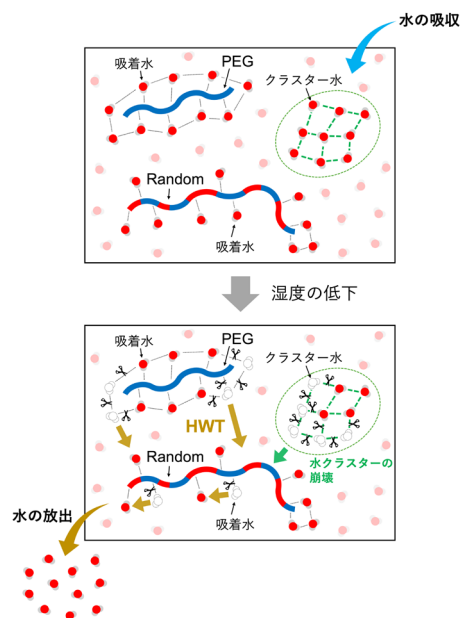


図 1 水の放出メカニズム
HWT と水クラスターの崩壊の相乗効果
によって効率よく水が放出される

<期待される効果・今後の展開>

本成果により、吸湿剤において水分を吸収しやすい成分と放出しやすい成分の組み合わせを工夫することで、従来の吸湿剤よりも少ないエネルギーで高効率な水分回収が可能となることが示されました。本技術は、乾燥地域やエネルギー資源の乏しい場所での水供給だけでなく、災害時や緊急時における水分確保にも応用できる可能性があります。また、本技術の改良により、温室効果ガスの削減や水資源の効率的な利用にもつながると考えられます。今後は実用化に向けて、吸湿剤の改良やシステム全体の効率化を目指します。

<資金情報>

本研究は、JSPS 科研費 基盤研究 (A) (JP20H00401)、若手研究 (JP22K14492、JP24K17511)、泉科学技術振興財団、関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団、日本板硝子材料工学助成会、小笠原敏晶記念財団の支援を受けて行われました。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 ACS ES&T Water

【論文名】 Liquid Polyether-Based Water Harvester for Near Ambient Temperature Operation via Hydrophilicity-Difference-Induced Water Transfer

【著者】 Daisuke Ikegawa, Arisa Fukatsu*, Kenji Okada, Masahide Takahashi*

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1021/acsestwater.4c00775>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院工学研究科
教授 高橋 雅英 (たかはし まさひで)

TEL : 072-254-9309

E-mail : masa@omu.ac.jp

助教 深津 亜里紗 (ふかつ ありさ)

TEL : 072-254-9812

E-mail : fukatsu@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当 : 竹内

TEL : 06-6605-3411

E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp