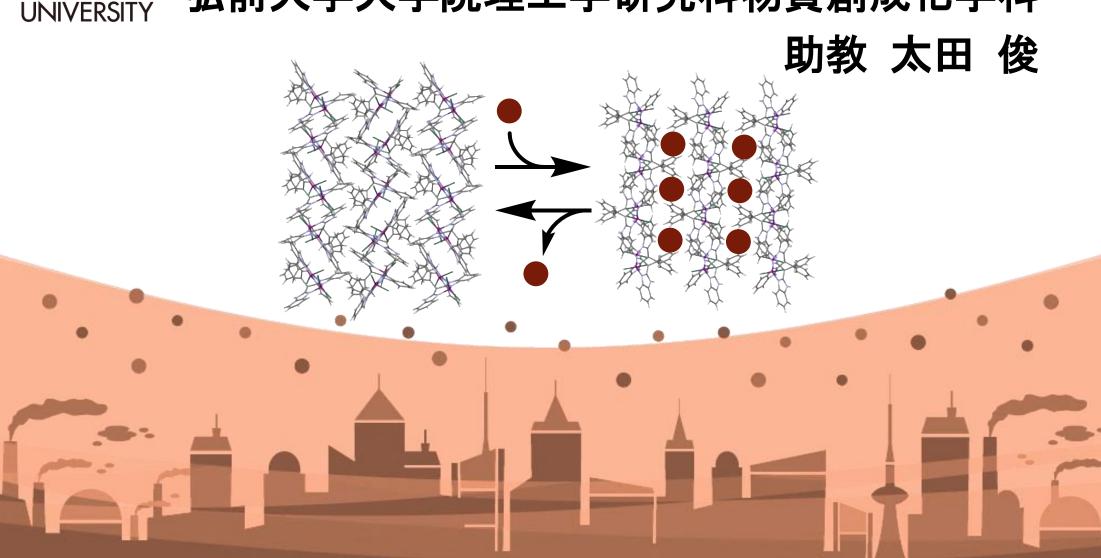




極性のある有機化合物を選択的に吸着する水素結合ネットワーク材料

弘前大学大学院理工学研究科物質創成化学科



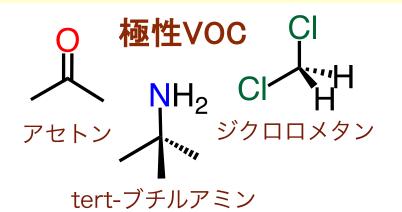
研究背景(事前に知っておいていただきたい情報)



揮発性有機化合物(VOC) 大気中で気体状態となる有機化合物

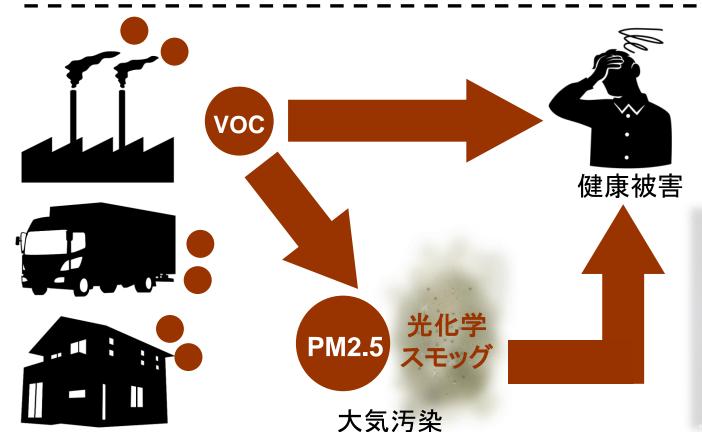
極性

ここでは分子全体で 電荷のかたよりを生 じていることを指す



無極性/低極性VOC





「がん・白血病・肝機能障害」 シックハウス症候群・喘息 慢性気管支炎 etc.

> 新型コロナの重症化リスク となる基礎疾患

慢性閉塞性肺疾患(COPD)

慢性腎臓病·糖尿病·高血圧 心血管疾患·肥満(BMI 30以上)

新型<mark>コロナウイルス感染症</mark>の"いま"についての10の知識 厚生労働省, 2020年12月

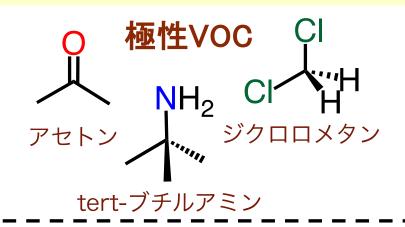
研究背景(事前に知っておいていただきたい情報)



揮発性有機化合物(VOC) 大気中で気体状態となる有機化合物

極性

ここでは分子全体で 電荷のかたよりを生 じていることを指す



無極性/低極性VOC





活性炭による極性VOC吸着の課題

A:発熱的な副反応による発火の可能性

B:再生時の副反応による性能の低下

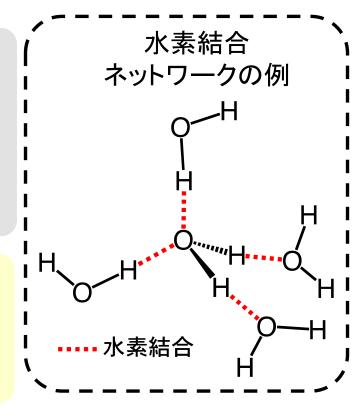
C:高い再生コスト

D:本質的に極性VOCの吸着が苦手

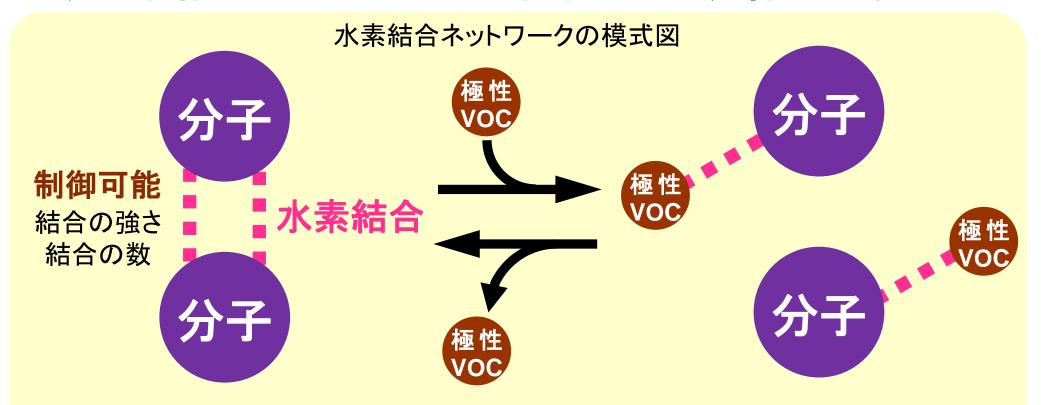
課題A-Dを一挙に解決する可能性がある材料

水素結合 ネットワーク

分子が水素結合により、 網目上に配列した構造体



なぜ、水素結合ネットワークが極性VOC吸着に適するのか?



- (1)水素結合による極性VOCの吸着(課題Dの解決)
- (2)吸着した極性VOCを活性化しない(課題Aの解決)
- (3)性能を低下させず、低エネルギーで再生(課題BとCの解決)

活性炭による極性 VOC吸着の課題 課題A:発火の可能性

課題C:再生コスト

課題B:再生による性能低下 課題D:極性VOCとの相性 演出上、明るい部屋の中でターンテーブルに乗せた結晶に、下から各色のLEDライトを当てています



開発した水素結合ネット 一ク材料の概要 材料の構成分子 材料の構造 極性VOCI アルデヒド H,,, HN-エステル カルボン酸 **ネ゙ハロアルカン**╏ 材料の構造の拡大図 アセトン 水素 結合 アセトン アセトンアセトン **特許出願済** (特開2020-75906, 特願2019-170452)

論文発表済 (Cryst. Growth Des. 2020, Highlighted in 環境展望台·陸奥新報·新潟日報)

材料の性能 活性炭(UES KD-GA-X-200, 4×8 mesh) に対する優位性



(1)活性炭の2倍のアミン吸着量

材料の吸着量 我々の材料 活性炭 10-9.0 8.8 8-/ mmol•g^{–1} 4.9 吸着量 3.7 2 tert-ブチル イソプロピル

(2) アミンの吸着による色の変化



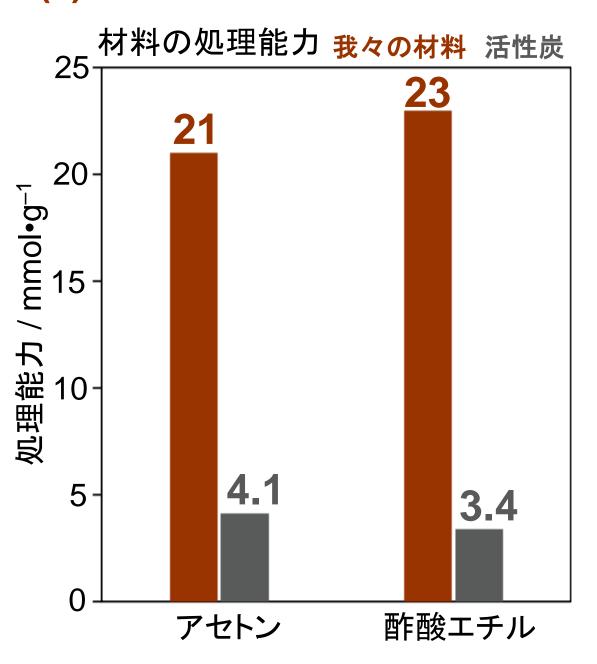


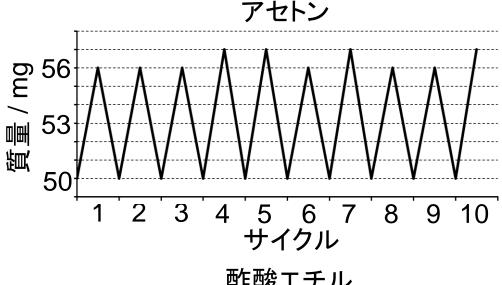
イソプロピルアミンでも同じ変化 アンモニアの場合は白くなる

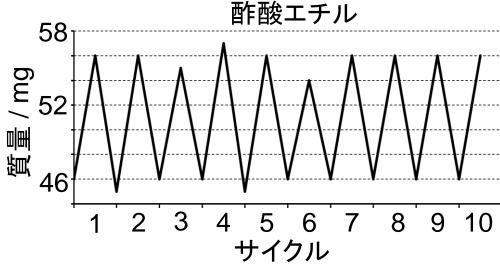
材料の性能 活性炭(UES KD-GA-X-200, 4×8 mesh) に対する優位性



(3)活性炭の5倍のアセトン処理能力、7倍の酢酸エチル処理能力



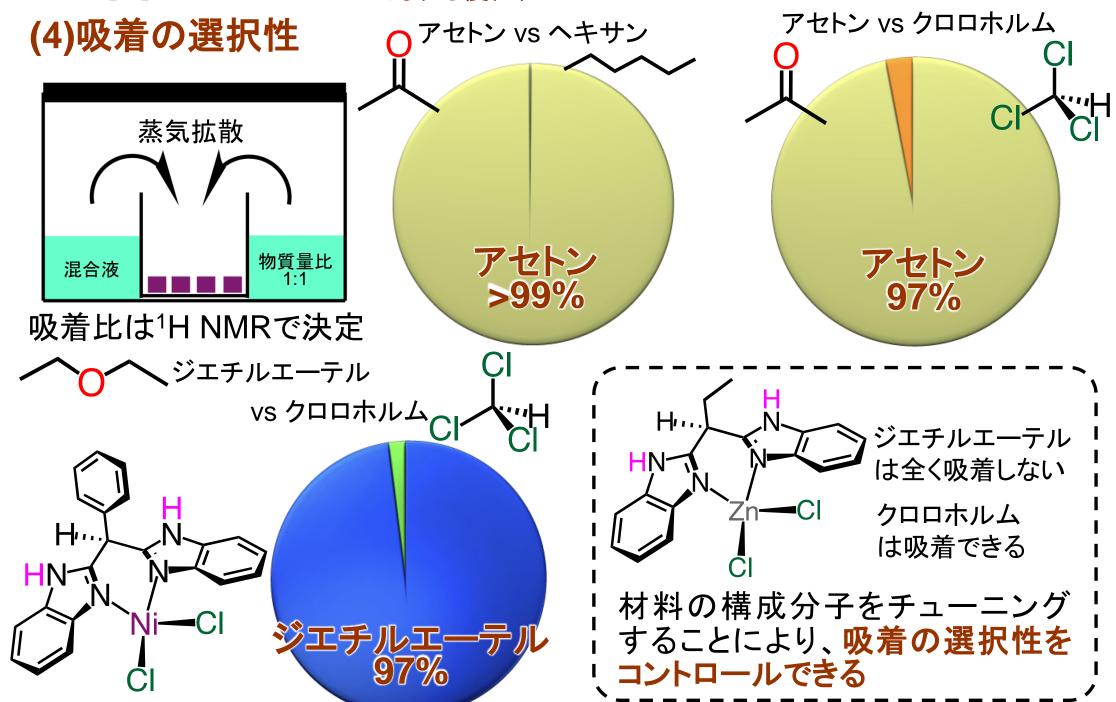




1回あたりの吸着量は活性炭に劣るが、リサイクルできるため、処理能力は活性炭を上回る

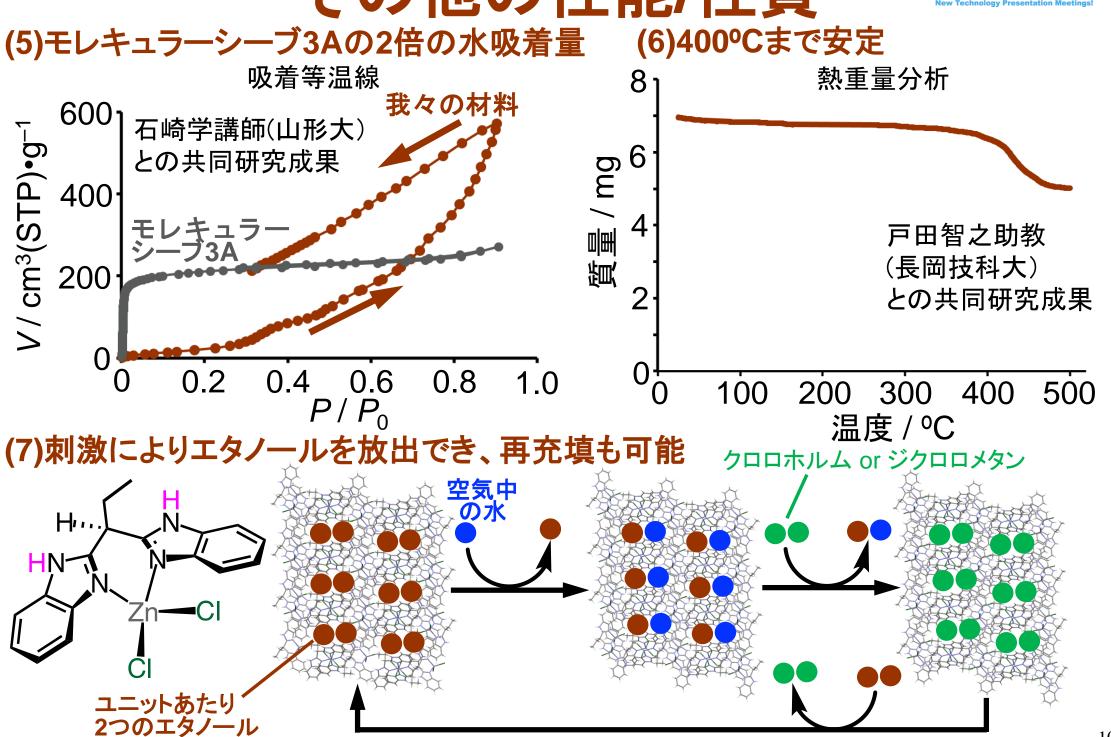
材料の性能 活性炭(UES KD-GA-X-200, 4×8 mesh) に対する優位性





その他の性能/性質

10





想定される用途とメリット

	用途	ユーザーメリット
フィルター	VOC排出装置用	・大気への排出量低減 ・作業環境の悪臭対策
	空気清浄機用	・活性炭とのハイブリッド化による高機能化
	脱窒/脱硫用	・排煙脱窒/脱硫装置や水素化脱硫装置から 産業用分離カラムへのパラダイムシフト・化石燃料由来水素の使用量低減・貴金属(Pt・Pd・Rh)の使用量低減
	物質分離用	・大型蒸留塔から産業用分離カラムへの パラダイムシフト
センサー		・高機能製品の製造と販売

妄想レベルで良いので、別の用途をぜひご提案ください!!

市場規模と製品の運用方法



極性VOCを含む空気の浄化用途に係る 活性炭の市場規模(試算)



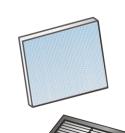
[算出根拠]

- ・ 1 ①'18年の活性炭の世界市場 5,000億円
- ②空気浄化用途は①の45%(2250億円)[1]
- ③極性VOCを含む空気の浄化用途は②の1/3^[2]

以上より、'18年の当該項目の市場規模は740億円

'25年までの当該項目の年平均成長率は17.5%^[1]

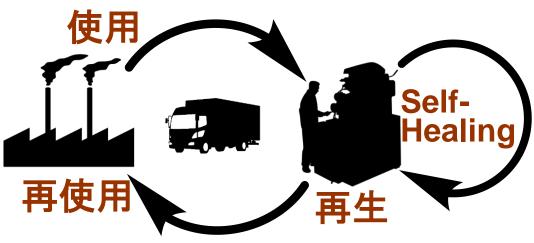
よって、'25年の当該項目の市場規模は2288億円



カートリッジタイプのフィルター製品を想定使用→再生→再使用

のサイクルを創出

製品の運用イメージ



水素結合ネットワークは再結晶 による Self-Healing が可能な 点も活性炭にはないメリット

[1] Activated Carbon Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Powdered, Granular), By Application (Liquid, Gas), By End Use (Water Treatment, Air Purification), By Region, And Segment Forecasts, 2019 - 2025, Grand View Research, **2019**.

[2]揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリについて、環境省「揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ検討会」, 2020年3月

新技術説明会 New Technology Presentation Meetings!

技術紹介のまとめ

- ・極性VOC用吸着材料として水素結合ネットワーク の可能性を見出し、錯体を基盤とする材料を開発 した。
- ・この材料は、アミン類を活性炭の2倍多く吸着し、 5倍以上のアセトン/酢酸エチル処理能力を持つ。 また、**吸着の選択性**を示し、その選択性は、構成 分子のチューニングでコントロールできる。
- この材料は、フィルターやセンサー等への用途が 期待できる(推定市場規模2000億円以上)。

特許出願済 (特開2020–75906, 特願2019–170452) 論文発表済 (*Cryst. Growth Des.* **2020**, Highlighted in 環境展望台・陸奥新報・新潟日報)

実用化に向けた課題



・活性炭にとって変わるには、処理能力が5倍以上では不十分。吸着量とリサイクル回数の向上が必要。



多様な腐食性ガスに対応できる吸着装置が見つからないため、吸着等温線の取得が難しい。

アンモニア・アセトン・酢酸エチル → 民間分析サービスに依頼予定 アセトアルデヒド・クロロホルム・tert-ブチルアミン・イソプロピルアミン ジクロロメタン → 測定できる装置が見つからない

企業への期待

A-STEP

- 産学共同(本格型)
- **腐食性ガスの吸着等温線**に関する データを取得させてほしい。
- 産学共同(本格型)への共同申請 へ向けた共同研究開発を行いたい。
- 材料の用途拡張に向け、ニーズ(必要な基礎データ含)を教えてほしい。

「吸着等温線の取得が必要」

学生さんを採用してください。

審査員コメント

産学共同(育成型)

2020年度本公募へ申請

書類審査通過・面接審査の末、不採択

上位25%程度の研究レベル ―

トライアウト

追加公募に 現在申請中 [算出根拠] 全応募数 692件 全採択件数 80件 → 採択率 12% 機能材料分野採択件数 20件 面接実施予想件数 40件 採択件数と採択率から予想される機能材料分野応募数 167件

知的財産権と産学連携の経歴



知的財産権

(1)

発明の名称:ニッケル錯体、ニッケル錯体集積体、ジエチルエーテル吸着剤、

ジエチルエーテル吸着方法およびジエチルエーテル脱離方法

出願番号 :特願2018-178913 公開番号 :特開2020-75906

出願人 : 弘前大学 発明者 : 太田俊、岩渕由理香

(2)

発明の名称:吸着剤

出願番号 : **特願2019-170452** 公開番号 : 未公開

出願人 : 弘前大学 発明者 : 太田俊、岩渕由理香、向井凌大

産学連携 実績 • 2017年-2018年

東北環境科学サービス(株)

と共同研究実施

• 2021年-

青森県内企業からの受託研究 実施(予定)



お問い合わせ先

国立大学法人弘前大学 研究・イノベーション推進機構

リサーチアドミニストレーター(URA):

工藤 重光、山科 則之、渡部 雄太(東京事務所在席)

産学官連携コーディネーター: 三上 夫美加

TEL 0172-39-3176

FAX 0172-39-3921

E-mail ura@hirosaki-u.ac.jp

