

2025年4月25日

国立大学法人信州大学
大阪ガスケミカル株式会社

信州大学工学部 「共同研究講座：カーボンニュートラル先進吸着材講座 (大阪ガスケミカル株式会社)」新設

2025年4月1日、大阪ガスケミカル株式会社は、カーボンニュートラルの実現に必須となる高機能炭素系吸着材の開発と、そのための研究人材の育成を目的に、信州大学工学部に「カーボンニュートラル先進吸着材講座」を開設しました。

【カーボンニュートラル先進吸着材講座（大阪ガスケミカル株式会社）の陣容】

カーボンニュートラル先進吸着材講座は林卓哉教授（工学部）と本講座に着任した大塚隼人特任准教授および古瀬あゆみ特任助教で構成されます。更に、アクア・リジェネレーション機構（工学部キャンパス内）の金子克美特別特任教授が本講座の教育・研究に加わります。また、必要に応じてアクア・リジェネレーション機構（工学部キャンパス内）の田中秀樹教授も、本講座の教育・研究を支援します。

【信州大学工学部におけるカーボンニュートラルに関する研究内容と本共同研究講座との関係】

信州大学工学部では、カーボン材料の構造理解の深化と、独自の設計指針による全く新たな機能を有する素材の創製の研究を推進しています。特に多孔性炭素材やゼオライトなどの無機吸着材の高機能化において、多くの技術開発成果を上げています。別紙に記載の通り、これらの成果は、カーボンニュートラルの実現に必要な、優れた気体の吸着や分離性能を有する素材に関するものであり、本講座の開設を機に、素材メーカーである大阪ガスケミカル株式会社との共同開発を推進することで、社会実装の促進に繋がっていきます。

【大阪ガスケミカル株式会社のカーボンニュートラルへの取り組みと本共同研究講座との関係】

大阪ガスケミカル株式会社は、エネルギー事業者の大阪ガスを母体とする Daigas グループの中で素材やその加工品を世界に向けて展開している化学メーカーです。

現在、カーボンニュートラル社会の実現に向け、バイオガスからのメタン精製および有効利用のために、細孔径を分子レベルからデザインした活性炭の製造・販売および更なる高性能化に向けた研究開発を実施しています。

このような実績を生かし、信州大学との共同研究講座の開設を機として革新的なカーボンニュートラル技術に繋がる素材開発を更に推進します。

【カーボンニュートラル先進吸着材講座における共同開発の方向性と波及効果】

大阪ガスケミカル株式会社では、二酸化炭素の吸着分離に効果的な物質をナノ分散した炭素の開発に成功し、この炭素により空気中の二酸化炭素を効率的に回収できる可能性を見出しています。本共同研究講座

では、信州大学の強みである吸着に関する豊富な知見を活用し、本技術の更なる進化、性能改善に向けた研究開発を推進するとともに、カーボンニュートラル実現を画期的に推進できる他の炭素材を開発し、社会に役立つ技術の開発を目指します。具体的には大気中に 440ppm 含まれる二酸化炭素の高効率除去のための新炭素材開発、メタンを主成分とする天然ガスのより有効な活用を可能とする炭素材の開発などを行います。

これらの開発は二酸化炭素の大規模な回収・有用化に繋がり、人類の抱える課題解決に寄与できます。また、水素に次ぐクリーンな燃料の 1 つであるメタンについても、より環境に適した利用法の開発につながり、二酸化炭素削減につながります。

問い合わせ先

〈研究内容に関する問い合わせ先〉

信州大学 アクア・リジェネレーション機構 工学部キャンパス

金子克美 kkaneko@shinshu-u.ac.jp

Tel: 026-269-5743 Fax: 026-269-5737

大阪ガスケミカル株式会社 活性炭事業部

関 建司 seki@ogc.co.jp

Tel: 06-6464-3325 Fax: 06-6462-1400

〈報道に関する問い合わせ先〉

国立大学法人信州大学 総務部総務課広報室

大阪ガスケミカル株式会社 活性炭事業部

【別紙】カーボンニュートラル先進吸着材講座に期待される信州大学の最近の研究実績

信州大学ではカーボンニュートラルに大きな寄与を果たせる炭素材料の創製と構造解明における実績がいくつかあります。新素材として世界中から注目を集めている酸化グラフェン（GO）およびその還元系（rGO）に関する構造と特性の理解があります。rGOはカーボンニュートラルに求められる優れた電池の開発を大きく進めると期待されている先進材料です。信州大学ではrGOの原料にあたるGOの構造の解明と不安定性の解明を以下のように進めました。

GOは図1aにあるように層状構造が規則的に積層した構造と考えられてきましたが、実際には図1bに見るように、ちぎれちぎれの層状構造が屈曲して積層していることを明らかにしました。このために、軽水はこの層状構造空間に入り込みやすい性質を示しますが、重水は入りづらいという興味深い性質を見出しました。この研究は*Nature Communications*に2024年に発表されました。

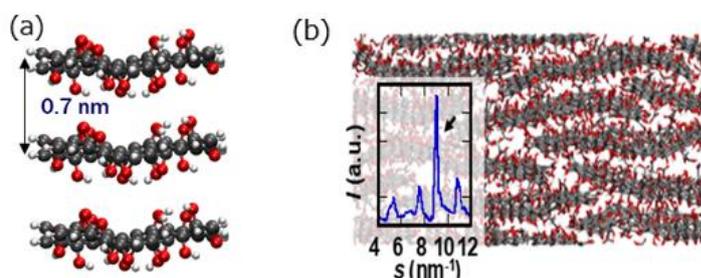


図1. 酸化グラフェンの積層構造 (a)これまでの積層構造モデル、(b)新提案モデル

(b)では実験値を説明できる理論X回折図も示されている。黒●は炭素、赤●は酸素。

また、GOは水溶液中でコロイドとして存在します。しかし、GOの構造と性質は時間と共に変化します。この時間による変化は、一見複雑なためにGOは不安定と結論づけられていました。信州大学ではこの時間変化の過程の解析に、一般化した時間軸を導入して、いろいろな温度での変化過程を統一的に理解する方法を示しました。それによりGOコロイドには真状態、準安定状態、r-GOへの過渡状態があることを明らかにしました。

GOコロイドの光学的性質、電気的性質及び磁気的性質、全てが、前述の3状態によって異なることが分かってきました。これら3状態のGOが異なるrGOを生み出すと予想されています。図2は光吸収スペクトルの代表的なピーク位置が時間と共にどのように変わるかを一般化した表現で示しています。また、不安定な真のGOを安定に貯蔵する方法も提案しています。これは次に紹介する分離膜の開発に大変役立っています。この研究も*Nature Communications*（2024）に発表されています。

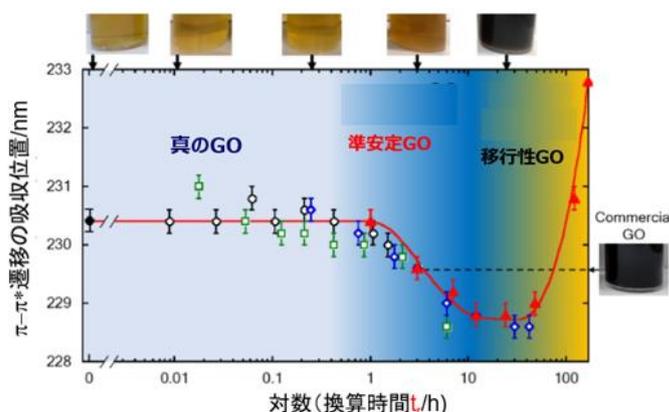


図2. 酸化グラフェンコロイドの光吸収ピークと熟成時間との関係

カーボンニュートラルに直接的に寄与できる基盤科学も上述の GO 研究と関連して創出されています。GO の柔らかさを利用して、微細なゼオライト結晶を薄い GO で包接し、ゼオライト結晶面と GO 間に小分子スケールの 2 次元界面空間を作ります。その後 GO を加熱すると r GO に変わることを利用して、安定で薄いグラフェン様シートでゼオライトを包接します。これはグラフェン包接ゼオライトと呼ばれ、これまで知られている気体分離材よりも 50~1,000 倍以上の速度で、水素とメタン、メタンと二酸化炭素、空気と二酸化炭素、酸素と窒素などを分離できることが分かってきました。この透過電子顕微鏡写真を図 3 a に示します。炭素原子レベルからの構造が把握でき、この場合には数層のグラフェンがゼオライト結晶を覆っていることが分かります。極めて単純化したモデル構造を図 3 b に示します。グラフェンと結晶表面にある 2 次元的に発達しているナノスケール空間が分子篩作用を示します。このために従来にない高速分離が可能となっています。アメリカにおいては、全産業界が使用する半分ほどのエネルギーを分離に使用しています。我が国でも同じような事情と思われる。このために省エネルギー分離技術の開発が喫緊の課題であります。この新しい分離技術開発を活用することにより、メタネーション、バイオガスからの CN メタンの製造および空気中からの CO₂ 回収および貯留によるネガティブエミッションに貢献できることが期待されます。

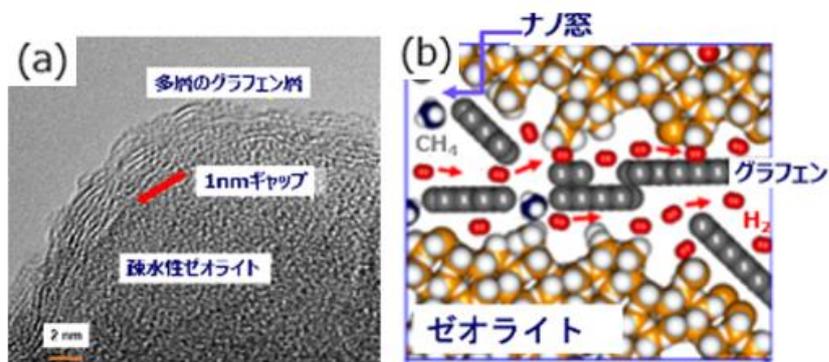


図 3. グラフェン包接分離膜の電子顕微鏡像(a)と分離作用を示すモデル構造(b)

このために、本分離膜は省エネルギー分離が可能で分離技術を根底から変えるポテンシャルがあります。この研究は *Science Advances* (2022) に発表されています。

他にも、単層カーボンナノチューブローブを搦じて Li イオン電池の 3 倍ものエネルギーを貯蔵できることの検証 (*Nature Nanotechnology*, 2024) や、水素、メタン貯蔵及び輸送用の高圧ポンペの代わりになる新しい活性炭の開発にも成功しており (*Nature Energy* に発表予定)、常温、常圧で大量のガス貯蔵ができる画期的な技術につながることを期待できます。