

2024年3月18日

北見工業大学

北見市浄化センター汚泥消化ガスから 水素とカーボンナノチューブの生成に成功

ポイント

北見工業大学 地域循環共生研究推進センターは、バイオガスの利活用に関する検討を進めている。その研究においてバイオガスとして北見市浄化センター汚泥消化ガスを使って、北見工業大学で開発した触媒を利用し、二酸化炭素を発生しない化学反応による水素生成に成功した。また、メタンを構成する炭素は、利用価値の高いカーボンナノチューブとして回収することができた。

この成果により、北海道内に限らず日本各地に存在するバイオガスを用いた「脱炭素社会」および「水素社会」構築に向けた取り組みが加速すると期待できる。

<概要>

北見工業大学 地域循環共生研究推進センターは、バイオガス(*1)の利活用に関する検討を進めています。去る2021年12月～2023年12月に北見市上下水道局浄化センターの協力により北見市浄化センター汚泥消化ガス試料を採取しました。この汚泥消化ガスに含まれるメタンと、本学で開発した触媒を用いて、二酸化炭素の発生を伴わないメタン-水素化反応（メタン直接改質）により、汚泥消化ガスに由来するメタンからの水素生成に成功しました。

さらに、メタンを構成する炭素は、リチウムイオン電池、キャパシタ、伝導性ペーパーおよび繊維、強化樹脂、ドラックデリバリー担体、透明導電膜などへの応用研究が進んでいるカーボンナノチューブとして回収することができました。

これらの成果の一部については、2023年9月3日（日）開催の日本化学会北海道支部2023年夏季研究発表会、2023年10月26日（木）～27日（金）開催の石油学会大阪大会（第53回石油・石油化学討論会）、および2024年1月23日（火）～24日（水）に開催の化学系学協会北海道支部2024年冬季研究発表会にて発表されました。

<これまでの研究と展望>

メタンは燃焼時に二酸化炭素が発生して「脱炭素」の点で問題が残ることから、近年、水素に変換して利用する取り組みが行われています。その際、水素化の化学反応時の二酸化炭素発生が課題でしたが、その解決策として、本学ではこれまでに二酸化炭素の発生を伴わないメタン-水素化反応（メタン直接改質、Direct Methane Reforming : DMR）(*2)用の触媒を開発してきました。これまでに海底表層型メタンハイドレートから取り出したメタンからの水素生成には既に成功しています（2021年4月7日報道発表済み）。また、北海道内の温泉から採取した温泉付随ガスに含まれるメタンからの水素生成にも成功しています（2022年9月2日報道発表済み）。

自国の資源に乏しい日本では、周辺海域の海底に存在する非在来型天然ガス（メタンが主成分）の一種であるメタンハイドレートが将来の天然ガス資源として期待されています。同様な天然ガスとして、温泉に付随する天然ガス（温泉付随ガス）が未利用の地域エネルギー資源として注目されています。一方、再生可能なエネルギー資源の一つとしてバイオマスがある。バイオマスのメタン発酵により得られるバイオガスの主成分であるメタンは、地球温暖化係数が二酸化炭素の20倍以上であり、大気放散せず燃焼利用することで環境負荷を低減できます。また、京都議定書による脱炭素社会に向けて二酸化炭素を生成しない水素エネルギーが注目され、その中でメタンから水素製造を行う方法が注目されています。天然環境から採取したメタンハイドレートを使った水素生成が可能であったことから、この技術を応用し、水素社会の実現に向け、バイオガスは、下水消化汚泥や食品残渣など地域で採取可能な貴重な水素原料となり得ることから、実際にこれらから得られたバイオガスを使った水素生成に期待が寄せられています。

地域循環共生研究推進センターでは、SDGs への幅広い貢献を見据え、地域特性と資源を生かし自立・分散型の持続可能な脱炭素グリーン社会の形成と地域循環共生圏づくりを目指した取り組みを行っています。その中で、非在来型天然ガス、バイオガス等を用いる「脱炭素・水素地域社会」の実現に向けた取り組みを開始しており、今回はその一環として、再生可能な資源の一つで、未利用の地域エネルギー資源として注目されているバイオガスに含まれるメタンを使った水素およびカーボンナノチューブの生成に成功しました。この度の取り組みにおいて、下水消化汚泥から得られるバイオガスを利用して二酸化炭素発生を伴わずに水素生成できた意義は大きく、この成果を社会実装できれば、将来の水素原料の安定供給に資すると期待されます。今後は家畜ふん尿や食品残渣由来などの種々のバイオガスを用いた取り組みも開始する予定です。

<汚泥消化ガス提供>

北見市上下水道局浄化センター

<汚泥消化ガス調査担当>

坂上 寛敏 准教授 機械電気系

<水素生成研究担当>

岡崎 文保 准教授 機械電気系

坂上 寛敏 准教授 機械電気系

<*用語説明>

1) バイオガス

バイオマス（家畜排泄物、食品廃棄物、下水汚泥など）からメタン発酵により生成したガスをバイオガスと呼びます。バイオガスの主成分は、メタン（約60%）と二酸化炭素（約40%）ですが、窒素、酸素、硫化水素などがわずか（1%未満）ではあるが含まれます。硫化水素は、機器を腐食させるため脱硫装置で除去されます。バイオガスは、ボイラやガスエンジン、ガスタービンの燃料として発電利用されています。また、コージェネレーションシステムとして、発電時に生成する排熱をメタン発酵槽の保温などにも利用できます。

2) 二酸化炭素を発生しない化学反応

メタンから水素製造する化学反応として従来から用いられている「水蒸気改質法」では、水素化の化学反応時の二酸化炭素発生が課題でした（ $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$ ）。

これに対して、本学では二酸化炭素の発生を伴わないメタン-水素化反応（メタンの直接改質法 $\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}$ ）用の触媒を開発してきました。本学で開発した触媒を用いる方法は「脱炭素社会」と「水素社会」の両方を同時に達成する技術として期待されています。原料のメタンを構成する炭素は、カーボンナノチューブとして回収できます（図1）。

お問い合わせ先

（研究内容について）

北見工業大学 工学部 地球環境工学科（坂上 寛敏）

E-mail: sakahr@mail.kitami-it.ac.jp

(報道について)

北見工業大学 企画総務課広報戦略係

TEL:0157-26-9116 FAX:0157-26-9122 E-mail: soumu05@desk.kitami-it.ac.jp



図1 水素生成時に同時に生成されたカーボンナノチューブ塊