

研究成果

戦略的創造研究推進事業さきかけ
研究領域「革新的触媒の科学と創製」
研究課題「光電気化学的メタンカップリング」

可視光を利用してメタンをエタンと水素に変換
豊富な炭素資源からの化成品原料製造に期待

天然ガスの主成分であるメタン(CH₄)は石油に代わる炭素資源として期待されています。これまで、メタンを化成品に直接変換するさまざまな手法が試されてきましたが、化学的な反応性に乏しいメタン分子の活性化には高温(750度以上)が必要でした。光触媒を利用すれば室温でメタンをメチルラジカル(・CH₃)に活性化できることも知られていましたが、紫外光のようなエネルギーの高い光の利用が必要であり、吸収した光子が反応に利用される効率(量子効率)が著しく低いという問題がありました。

北九州市立大学国際環境学部の天野史章准教授らは、可視光を利用して低温(25度)でメタンをエタン(C₂H₆)

と水素(H₂)に変換するために、気相のメタン分子を直接活性化できる全固体型光電気化学セルを開発しました。そして、酸化タングステン(WO₃)電極を用いたときに、青色の可視光照射下でメタンの変換反応が進行し、50パーセント以上の選択率で目的のエタンを生成しました。また、従来の光触媒反応と比較して量子効率が大幅に向上し、プロトン交換膜で仕切られた対極では水素も製造できました。

今後、光電極や触媒の材料開発によって反応の選択性をさらに向上させることができれば、豊富な天然資源であるメタンを水素や化成品原料に変換する新しいガス化学産業の創出が期待されます。



可視光を利用してメタンをエタンと水素に変換するために開発した全固体型光電気化学セル

研究成果

戦略的創造研究推進事業ERATO
川原万有情報網プロジェクト

好きな形に切り取って使えるワイヤレス充電シート
ポケットにしまうだけで電子デバイスの充電が可能に

充電器不要のワイヤレス充電システムを普及させるためには、机や棚、壁などの家具や内装にコイルを組み込み、あらゆる電子デバイスに自動で給電できる環境を作り出すことが重要です。しかし、製品の形状を決めてからコイルアレイを設計、実装する手法では、形に合わせた配線と磁気的な干渉を考慮したコイルの配置、設計が必要なため、高周波回路の知識と多くの時間、労力が必要でした。

東京大学大学院情報理工学系研究科の川原圭博准教授らは、切断されてもコイルアレイの機能をできるだけ失わない配線形状と、隣り合うコイル間の磁気的な干渉を回避する制御を組み合わせ、誰もが好きな形に切って貼り付ける

だけでワイヤレス充電ができるシートを開発しました。
このシートは、電源部が切断されないよう電源をシートの中央に配置し、H木型配線を利用して中央から外側に向かって配線しました。また、同時に電源がオンとなるコイル同士が距離を保つ時

分割給電を用いてグループごとに給電を繰り返すことで、隣り合うコイル間の磁気的な干渉を回避しました。

今後、置くだけで充電できる机や棚、ポケットに入れるだけで充電できるかばんや衣服など、さまざまな応用が期待されます。



切り取り可能なワイヤレス充電シート(左)。H木型配線により、長方形、丸、ハート、星などの凸型図形やL、T、H、+などの凹型図形への形状の変更が可能(右)。ただし、中央のコネクターを切り抜く、あるいはコネクターにつながる配線を全て切り抜くような形状の変更はできない(右下段)。(緑：機能するコイル、灰色：機能しないコイル、黒丸：中央のコネクター、赤：給電ライン)

研究成果

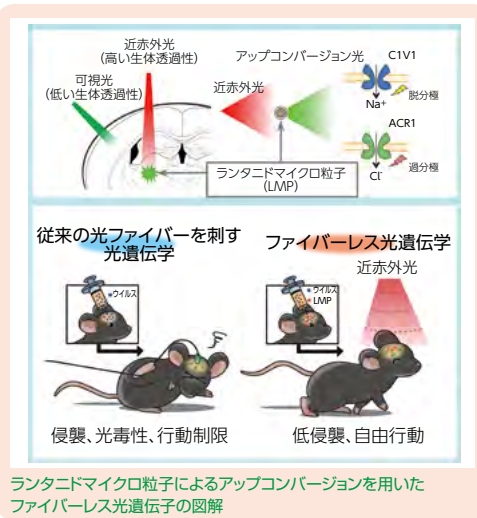
戦略的創造研究推進事業CREST
研究領域「光の特性を活用した生命機能の時空間制御技術の開発と応用」
研究課題「ファイバーレス光遺伝学による高次脳機能を支える本能機能の解明」

光ファイバーを用いない「ファイバーレス光遺伝学」を開発
神経回路機能の解明に期待

光によって細胞の機能を精密に操作する光遺伝学では、特定の波長の光を感じて神経活動を操作する分子のチャンネルロドプシン2(C1V1)、アニオンチャンネルロドプシン(ACR1)を標的の細胞で発現させます。これらの分子は生体透過性の低い可視光領域の光しか感知できないため、体内の深部組織へ光を届けるには光ファイバーを実験動物に接続し刺入することが必要でした。しかし、光ファイバーの接続と刺入は、実験動物の組織損傷や実験中の行動制限など、実験結果に影響が出ることが問題でした。

名古屋大学環境医学研究所の山中章弘教授らは、光ファイバーを実験動物に刺入することなくファイバーレスで神経活動を操作する「ファイバーレス光遺伝学」を開発しました。

近赤外光で神経活動を操作するために、近赤外光をアップコンバージョン反応によって可視光に変換させるランタニドマイクロ粒子(LMP)を用いました。アップコンバージョン反応とは、長波長の光を短波長の光に変換する反応のことで、レアメタルであるランタニド類元素を組み合わせることで引き起こします。LMPを脳内に微量注入し、生体外から近赤外光を照射すると深部組織で可視光を発生します。その光によってC1V1やACR1などの分子を活性化させて神経活動を操作し、約8週間にわたって実験動物の行動の制御が可能となりました。



ランタニドマイクロ粒子によるアップコンバージョンを用いたファイバーレス光遺伝学の図解

今後、さらなる改良でマウスの適応可能な行動実験が増加し、神経回路機能の解明が加速すると期待されています。

研究成果

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)
課題「革新的燃焼技術」
(プログラムディレクター：杉山雅則(トヨタ自動車株式会社))

ガソリン、ディーゼルエンジンで熱効率50パーセント超
「産学学連携」で達成

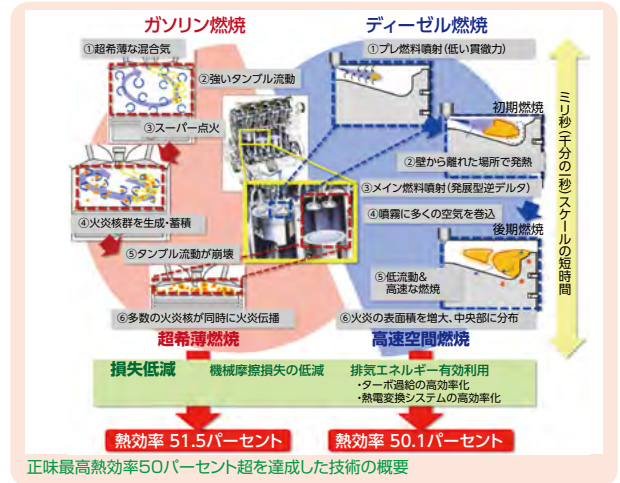
自動車からの二酸化炭素(CO₂)排出量を減らすためには内燃機関の熱効率向上が不可欠です。しかしながら、1970年代に30パーセント程度だった熱効率は、40年以上たった現在でも40パーセント程度にとどまっています。
慶應義塾大学、京都大学、東京大学、早稲田大学を中心とする研究グループは、5年間という短期間でガソリンエンジンとディーゼルエンジンの両方で、正味最高熱効率50パーセント超を達成しました。

ガソリン燃焼チームは超希薄燃焼、ディーゼル燃焼チームは高速空間燃焼をコンセプトとする革新的な燃焼技術の研究開発により世界最高峰の熱効率の実証に成功。また、損失低減

チームは機械摩擦損失の低減や排気エネルギーの有効利用を通じて熱効率を向上させました。さらに、制御チームは自動車エンジンの三次元流動と燃焼の解析ソフトウェア(HINOCA)、PM(粒子状物質)生成のモデル(RYUCA)およびモデルベース制御システム(RAICA)の構築に成功しました。

CO₂排出量の削減に貢献するのみならず、燃焼分野の基礎科学を発展させ、日本の産業競争力を強化するものと期待されています。また、損失低減

た、複数の企業と大学が連携する「産学学連携」の成果であり、この体制がプロジェクト終了後も持続するよう産学の取り組みを開始しています。



正味最高熱効率50パーセント超を達成した技術の概要