

トピックス

横型熱電モジュール実現に向けた ゴニオ極性材料の開発

産業技術総合研究所（後藤陽介 主任研究員，李哲虎 首席研究員，村田正行 主任研究員），島根大学（白井秀知 助教）を中心とする研究グループは，温度差と発電方向が直交する「横型」熱電モジュール実現に向け，材料中でキャリア極性（p 型・n 型）が方向によって変化するという極めて特異な性質を持つ「ゴニオ極性材料」を開発した。

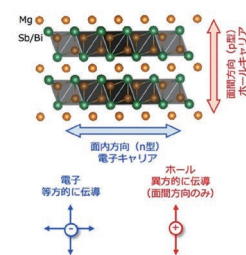
一次エネルギーの多くは熱として排出されており，この未利用熱（廃熱）を有効活用するため，熱を電気に変換する熱電材料の開発が世界中で進められている。近年，高い性能を有する新材料の報告が相次いでいるが，実用化されているのは半世紀以上に発見された，室温付近で動作する Bi_2Te_3 系材料のみで

ある。室温より高い温度域で動作する熱電モジュールは実用化されていないことが，廃熱を用いた発電の進展を阻んでいる。特に，従来の熱電モジュールは熱流と発電方向が同じ「縦型」構造であり，発電時に高温熱源と接触した電極界面において元素拡散などの反応が生じ劣化してしまうことから，耐久性に課題があった。研究チームは，キャリア密度を精密に制御した Mg_3Sb_2 と Mg_3Bi_2 の単結晶を作製し，熱流と発電方向が直交する「横型」熱電モジュール実現につながる極めて特異な性質（ゴニオ極性）を発見した。横型熱電モジュールは，高温部に電極が不要な構成であるために熱劣化が起きにくく，従来型熱電モジュールのボトルネックである耐久性の課題を抜本的に解消できると期待される。研究成果は Chemistry of Materials に掲載された。

文献：

Y. Goto, H. Usui, M. Murata, J. E. Goldberger, J. P. Heremans, and C. Lee
"Band Anisotropy Generates Axis-Dependent

Conduction Polarity of Mg_3Sb_2 and Mg_3Bi_2 "
Chemistry of Materials 36, 2018 (2024).



連絡先

産業技術総合研究所 主任研究員 後藤陽介
E-mail: y.goto@aist.go.jp
〒305-8568
茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第2

[2024 年 3 月 12 日]

軽量・安全な固体水素キャリアから 低電位で水素生成

東京工業大学（河村哲志 大学院生，山口晃助教，宮内雅浩 教授），大阪大学（濱田幾太郎 准教授），筑波大学（近藤剛弘 教授）の研究グループは，二次元ナノ材料であるホウ化水素シートから，常温・常圧において電気エネルギーのみで水素を放出できることを見出した。ホウ化水素シートはホウ素と水素の組成比が 1:1 のナノシートで，その質量水素密度は 8.5 wt% と極めて高く，軽量で安全な水素キャリアとして期待されていた。これまでホウ化水素シートから水素を放出させる手段として加熱工程等が報告されていたが，今回，溶媒中で電位を印加するのみで水素を放出できるこ

とを見出した。水素を放出するために必要な電気エネルギーは，水やギ酸などからの水素生成と比較して小さく，より低電位で水素を放出できた。ホウ化水素シートを利用することで，爆発性のある水素の貯蔵と放出を，低エネルギーで安全におこなうことができる。本研究成果は *Small* 誌に詳細が掲載された (<https://doi.org/10.1002/sml.202310239>)。

連絡先

東京工業大学物質理工学院，教授，宮内雅浩，
連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1, S7-9
E-mail: mmiyauchi@ceram.titech.ac.jp
URL: <http://www.eim.ceram.titech.ac.jp/index.html>

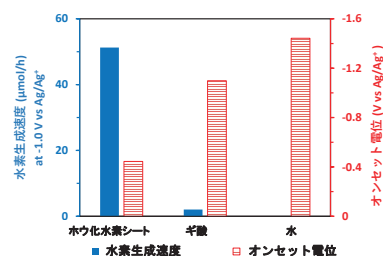


図 各種水素源からの水素生成速度と水素生成に必要なオンセット電位

[2024 年 3 月 15 日]

世界初 グラフエンなどの二次元材料テープを開発

九州大学グローバルイノベーションセンターの吾郷浩樹主幹教授と日東電工株式会社を中心とする共同研究チームは，グラフエンなどの二次元材料を簡便に転写できる機能性テープの開発に成功した。

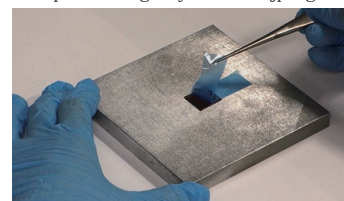
情報化社会の進展に伴って半導体デバイスにはさらなる高速化や省電力化が求められているが，次世代のデバイス材料として期待されているのがグラフエンをはじめとする究極的に薄い二次元の原子シート（二次元材料）である。しかし，二次元材料の多くは成長基板からシリコンやフレキシブル基板上に移す「転写」というプロセスが必要であり，この転写の際に二次元材料が破れたり，保護膜の高分子が残って特性低下につながったりすることが課題であった。また保護膜の除去には有機溶媒が必要で，プラスチックなどへの転写が困難であった。

研究チームは，二次元材料に特化した，紫外線で粘着力が低下する機能性テープを開発し，従来の高分子転写よりも欠陥や残渣が少なく，かつ転写を短時間で行える効果的な転写法を実現した。このテープ転写法はグラフエンに限らず，二次元半導体である遷移金属ダイカルコゲナイドや絶縁性の六方晶窒化ホウ素など，様々な二次元材料にも適用することができる。さらに，テープ転写したグラフエンを使って，フレキシブルなテラヘルツセンサーの動作にも成功している。本成果は，これまで難しかった二次元材料の大幅な面積での転写・製造プロセスに大きな進歩をもたらすものであり，半導体を含む次世代産業の創出に大きく貢献すると期待される。

本研究は，NEDO 先端研究プログラム「高機能テープを用いた二次元材料の革新的転写法の開発」，科研費学術変革領域研究 (A)「2.5 次元物質科学」等の助成を受けて実施された。
文 献：M. Nakatani et al., "Ready-to-transfer

two-dimensional materials using tunable adhesive force tapes", Nature Electronics, 7, 119-130 (2024).

九州大学 グローバルイノベーションセンター
主幹教授 吾郷 浩樹
連絡先：〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1
E-mail: ago.hiroki.974@m.kyushu-u.ac.jp
URL: <https://www.gic.kyushu-u.ac.jp/ago/>



[2024 年 3 月 18 日]

反強磁性スピンの巨大磁場応答を実証

近年、電子の持つスピンを操作することで不揮発性、低消費電力といった理想的な機能を実現するスピントロニクスの研究が盛んに行われている。中でも反強磁性スピンを効率的に操作することができれば、高速かつ大容量なデバイス開発につながると大きく期待されている。しかし反強磁性スピンは互いに反対向きにそろうため正味の磁化が打ち消し合い、スピンの操作は難しくなる。先行研究では反強磁性スピンのわずかな傾きを利用した磁場操作が行われていたが、スピンを傾かせるためにスピンの異方性が生じてしまい磁場応答が小さくなってしまいう問題があった。もし2次元系の反強磁性スピンで傾いた磁気秩序を取りつつもスピン等方的な物理系が実現できれば、巨大な磁場応答を得ることが可能となる。

そのような不可能とも思える物理系の実現に着想を得て、東京大学の諏訪秀磨助教は、テネシー大学、中国科学院、アルゴンヌ国立研究所、ブルックヘブン国立研究所、オクラ

ホマ州立大学、カレル大学、ダブリンシティ大学の研究グループと共同で、反強磁性スピンを希釈してスピン異方性を制御し、巨大な磁場応答を得るメカニズムを理論・実験の両面から実証した。本研究では超格子中における元素比の制御技術を用いることで、反強磁性体であるイリジウム酸化物のイリジウムをチタンに置き換えるサイト希釈を施した。その結果、サイト希釈率 50% において、スピン相互作用のわずか 0.1% のエネルギーに相当する 0.5 テスラの磁場で磁気転移温度を 600% も上昇させる巨大な磁場応答を世界で初めて観測した。本研究で実証したサイト希釈によるスピン異方性制御を用いた巨大磁場応答は、今後反強磁性スピントロニクスにおける効率的な操作に役立つことが期待される。本研究成果は Nano Letters 誌 (Junyi Yang, Hidemaro Suwa, et al., Nano Lett. 23, 11409 – 11415 (2023)) に掲載された。

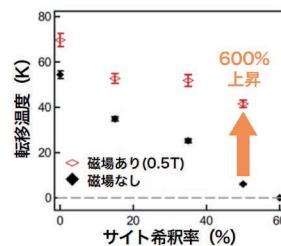


図 磁場なしと磁場 0.5 テスラ (T) の磁気転移温度のサイト希釈率依存性. Nano Letters, 2023, DOI: 10.1021/acs.nanolett.3c02470 より改変, 東京大学プレスリリース <https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/10147> より転載.

連絡先
東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 助教
諏訪 秀磨
E-mail: suwamaro@phys.s.u-tokyo.ac.jp
〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

[2024 年 3 月 22 日]

トピックス欄 ニュース性のある技術的記事募集

1. はじめに

「トピックス」欄は、新聞・論文・学会等でのセラミックスに関する最新情報をピックアップし、大学・企業等の研究者や、セラミックス関連各社(所)から記事をご寄稿いただき、本誌に掲載しているものです。なお、下記に基づき、会員の皆様からの投稿も受け付けております。

2. 投稿資格

ご執筆者本人が、本会の会員(特別会員所属の方も含まれます)に限ります。

3. 締切

毎月 10 日

4. 文字数

1000 字以内(図または写真を 1 枚掲載することも可能ですが、原則として掲載時には縮小されます)。

5. 原稿執筆要領

原稿は、WORD 等でご作成ください。

なお、原稿は、貴社(所・学)のテクニカルニュースレター等を基として技術広報のお立場でお書きくださって結構ですが、当方の学術団体としての性格上、下記の点についてご配慮ください。

○標題には、会社名や商品名ではなく、一般用語を使ったタイトルとしてください。会社名や商品名は文中に 1 回程度で記述してください。

○あくまでも、貴社(所・学)や商品の宣伝としてではなく、「技術的ニュース」としてのスタンスで、技術的内容の説明にポイントを置いた記事としてください。

○原稿の末尾に「貴社(所・学)名(大学等の個人の場合は、お名前・所属)」、原稿到着日」を掲載いたします。希望される場合は連絡先の所在地、E-mail も掲載しますので、原稿末尾に[連絡先]として記載

してください。

※また、参考のため、ご投稿いただいたテーマについて新聞発表等が行われている場合、その「新聞名、掲載日」等をメール本文にお書き添えてください。

※過去の当該記事 PDF を当協会ホームページに掲載しておりますので、ご参照ください (URL は一番下に掲載しております)。

6. 原稿提出先

下記宛にメール添付でお送りください。その際、メールの件名には「トピックス投稿 ニュース」とご記載ください。

★提出先 E-mail : bull@ceramic.or.jp

7. 採否

ご投稿いただいた原稿は、編集委員会にて掲載の採否を検討いたします。場合によっては、掲載を見合わせる場合もございますので、ご承知おきください。採否いずれの場合にも結果を E-mail 等でご連絡いたします。

8. 採択後

ご投稿いただいた内容を編集部の方で誌面掲載用に組み直した校正ゲラをお送りしますので、ご確認のほどよろしくお願いいたします。なお、掲載号は、原則として、締切日の翌々月号となりますが、場合によっては 1 ヶ月順延することもあります。

9. 原稿料

本件に関する原稿料はございません。

10. 協会ホームページへの掲載

掲載誌発行と同時に下記協会ホームページでも記事 PDF を掲載いたしますので、あらかじめご了承ください。

★日本セラミックス協会 セラミックス誌 トピックス掲載ページ
<https://www.ceramic.or.jp/pub/topics.html>