

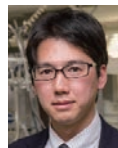


階層横断的視点からの CO₂電解還元系の設計・開発

基礎工学研究科 附属太陽エネルギー化学研究センター

准教授 神谷 和秀

Researchmap <https://researchmap.jp/kamiya0908>



研究の概要

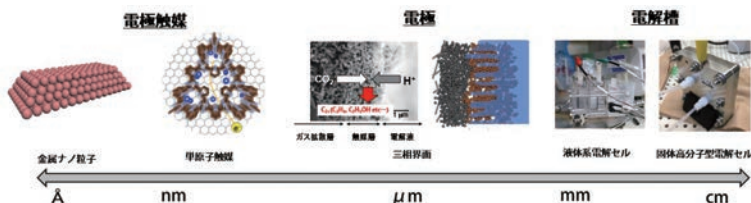
水溶液系での電気化学的手法による CO₂還元反応は、クリーンかつ常温常圧で進行することから、CO₂の資源化技術として大きな注目を集めています。CO₂電解還元の実装に向けては、高付加価値物質を高速かつ高選択的に生成できる反応系の構築が必要不可欠です。我々は CO₂電解の反応場である三相界面を構築する電極触媒などの各要素を適切に選択・配列することで、世界最高の電流密度で駆動する超高速 CO₂電解系 (C2以上の有機化合物の生成電流密度 $j_{C2+} = 1.7 \text{ A/cm}^2$) の立ち上げに成功しました。

研究の意義と将来展望

本研究で構築した CO₂の超高速電解系は従来の低速での反応系とは、選択性などに大きな違いがみられます。これは本系が単純に電

流密度が高いだけでなく、質的に異なるものであることを示しています。つまり、本系を基盤として創出される学理や本系に適した材料は、既存の低速系のそれらとは全く異なると考えられます。

特に新規電極触媒材料開発に関して、本系は大きな転換点になると期待されます。我々が開発した超高速電解系では、触媒表面における中間体 CO の濃度が従来とはけた違いに高くなることに加え、表面 pH も大きく上昇します。これにより競合反応である水素発生が抑制されると考えられます。つまり、従来の低速での CO₂電解では水素発生のみが進行する触媒に対して超高速電解系を適用することで、これまで水素発生に隠されていた CO₂電解活性を顕在化させることができると期待されます。



CO₂電解系の多階層横断的設計

特許

論文

Inoue, Asato; Nakanishi, Shuji; Kamiya, Kazuhide et al. Ultra-high-rate CO₂ reduction reactions to multicarbon products with a current density of 1.7 A/cm² in neutral electrolytes. EES Catalysis. 2022 in press, doi: 10.1039/D2EY00035K
Liu, Tengyi; Nakanishi, Shuji; Kamiya, Kazuhide et al. A Tin Oxide-Coated Copper Foam Hybridized with a Gas Diffusion Electrode for Efficient CO₂ Reduction to Formate with a Current Density Exceeding 1 A cm⁻². Small. 2022 in press, doi: 10.1002/smll.202205323

参考URL

<https://rcsec.osaka-u.ac.jp/nakanishilab>

キーワード

CO₂の資源化、電子移動触媒、マルチスケールシミュレーション、人工光合成



スキルミオンのブラウン運動を利用した 究極の低消費電力計算への挑戦

基礎工学研究科 物質創成専攻

助教 後藤 穰

 https://researchmap.jp/minori_goto

研究の概要

我々は、スキルミオンのブラウン運動を利用した究極の低消費電力計算の実現を目指しています。ブラウン運動は、熱揺らぎによってランダムに運動する現象です。エネルギーを消費せずに動くことから、究極の低消費電力技術となる可能性があります。我々は、スキルミオンと呼ばれる2次元強磁性薄膜中でブラウン運動するトポロジカルなスピン構造に着目しています。スキルミオンには、固体中でブラウン運動し、回路実装や室温での検出・制御が容易という特長があります。本研究では、図1と図2に示すスキルミオンの配線やセルラーオートマトンの実装に成功しました。黒丸はスキルミオンであり、スキルミオンはこれらの素子の中をランダムに運動し、情報を伝えます。これらの系では入力と出力における制御と検出以外は外部エネルギーの供給無しで情報が伝搬・演算されるため、極めて小さなエネルギーで計算が実行できます。

研究の意義と将来展望

本研究の意義は、究極の低消費電力計算とは何か？という問いを明らかにできることです。入出力におけるスキルミオンの制御と検出にはエネルギーが必要ですが、その以外の

情報伝搬や情報演算はブラウン運動によって行われるためエネルギーを消費しません。この研究を通じて、熱力学限界に近いエネルギーで情報演算ができれば、既存の情報機器の消費エネルギー増大を解決する基盤技術となることが期待されます。

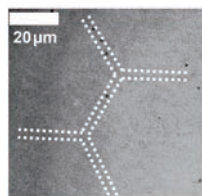


図1 ブラウン運動するスキルミオンの回路。
黒い点がスキルミオンであり、外部エネルギーの供給無しで回路中をランダムに運動します。

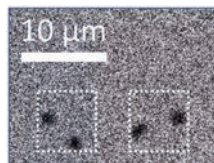


図2 四角いセルに閉じ込められたスキルミオン対。
スキルミオン同士は磁気双極子相互作用によって影響を及ぼしあい、情報が伝搬します。

特 許

論 文

参考URL

キーワード

Goto, Minoru; Ishikawa, Ryo; Nomura, Hikaru et al. Annealing Process of Co-Fe-B based Multilayers showing Skyrmion Brownian Motion, AIP. Adv. accepted
Ishikawa, Ryo; Goto, Minoru; Nomura, Hikaru et al. Implementation of skyrmion cellular automaton using Brownian motion and magnetic dipole interaction, Appl. Phys. Lett. (2021), Vol.119, 072402 doi: 10.1063/5.0053797
Miki, Soma; Jibiki, Yuma; Tamura, Eiiti et al. Brownian Motion of Magnetic Skyrmions in One- and Two-Dimensional Systems, J. Phys. Soc. Jpn. (2021), Vol.90, 083601 doi: 10.7566/JPSJ.90.083601
Jibiki, Yuma; Goto, Minoru; Tamura, Eiichi et al. Skyrmion Brownian Circuit Implemented in Continuous Ferromagnetic Thin Film, Appl. Phys. Lett. (2020), Vol.117, 082402 doi: 10.1063/5.0011105
Goto, Minoru; Nomura, Hikaru; Suzuki, Yoshishige. Stochastic skyrmion dynamics under alternating magnetic fields, J. Magn. Magn. Mater. (2021), Vol.536, 167974 doi: 10.1016/j.jmmm.2021.167974

スキルミオン、ブラウン運動、情報熱力学、低消費電力



スマートビルディング向け エネルギーマネジメント技術

情報科学研究科 情報システム工学専攻

准教授 谷口 一徹

<https://researchmap.jp/ittetsu>



研究の概要

建物は社会全体のエネルギー消費のうち大きな割合を占めており、その省エネが重要な課題となっています。近年の建物には創エネのための太陽光パネルや蓄エネのための蓄電池が設置されることも多く、空調やスマート家電などのさまざまなエネルギー消費機器も含めた建物全体を管理するエネルギーマネジメント技術の重要性が高まっています。居住者の利便性や快適性を損なわずにエネルギー消費量を削減するためには、予測と最適化が重要なコア技術となります。太陽光パネルの発電量や電力需要が予測できれば、電気代を最小に抑える蓄電池の充放電スケジューリングが可能です。電力需要のピークとその時間帯が予測できれば、電力需要ピークを回避する運転計画に即座に変更することも可能です。我々の研究グループでは、このような予測と最適化に基づく包括的なエネルギーマネジメント技術を開発しています。特に、深層学習を用いた電力価格や電力需要の予測技術、多数のエネルギー消費機器の運転計画を高速に求める最適化技術を開発しています。

たなエネルギーサービスの実現にも貢献し、エネルギー分野のDX（デジタルトランスフォーメーション）を牽引します。

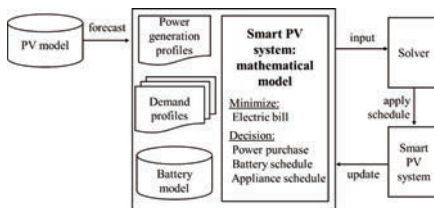


図1. 提案手法の概要

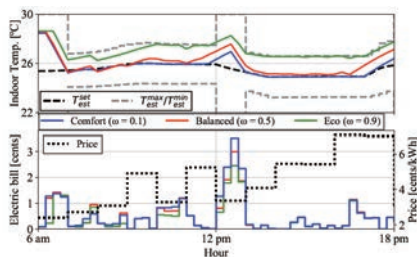


図2. 居住者の熱的快適性を考慮した空調のスケジューリング例

研究の意義と将来展望

このようなエネルギーマネジメント技術により、エネルギー消費量の「削減」だけでなく「調整」も可能となります。これにより新

特許	EP3767559A1, US2021011439A1
論文	Watari, Daichi; Taniguchi, Ittetsu; Goverde, Hans et al. Multi-time scale energy management framework for smart PV systems mixing fast and slow dynamics. Applied Energy. 2021, Volume 289, 116671, doi: 10.1016/j.apenergy.2021.116671 Iwabuchi, Koki; Kato, Kenshiro; Watari, Daichi et al. Flexible electricity price forecasting by switching mother wavelets based on wavelet transform and long short-term memory. Energy and AI. 2022, Volume 10, 100192, doi: 10.1016/j.egyai.2022.100192
参考URL	
キーワード	スマートビルディング、エネルギーマネジメントシステム、蓄電池、スマート家電、太陽光エネルギー



エネルギー計画モデルの多面的な効率性評価

情報科学研究科 情報数理学専攻

教授 森田 浩

特任研究員 Sudlop Ratanakuakangwan



<https://researchmap.jp/read0042934>



https://researchmap.jp/ratanakuakangwan_sud

研究の概要

本研究では、多目的最適化と包絡分析法DEAによる効率性測定の考え方を組み合わせ、エネルギー要件と不確実性シナリオを考慮した最も効率的なエネルギーミックスを決定するフレームワークを提供している。提案モデルでは、エネルギー需要、コスト、環境への影響、セキュリティ、社会的影響、および社会的利益に関連する要件を満たすための多目的関数を用いられ、スラック規準型尺度を用いた効率性分析によって、生成された代替案から最適なエネルギーミックスを決定する方法を示している。不確実性シナリオを考慮しつつ、発電量、直接雇用、再生可能エネルギー発電量を最大化し、経済的成本、二酸化炭素排出量、社会的コスト、発電所依存度を最小化するようなエネルギーミックスを求めている。

研究の意義と将来展望

本研究では、2段階の効率性測定方法が用いられており、多目的関数を適用してあらゆる可能性を考えた第1段階の結果から、グループ別の効率性測定による第2段階において最適なエネルギーミックスを決定している。これは、一連の要件と不確実性のシナリオの下での定量的な評価を示すものであり、適切なエネルギー政策を立案する際に有効となるものである。

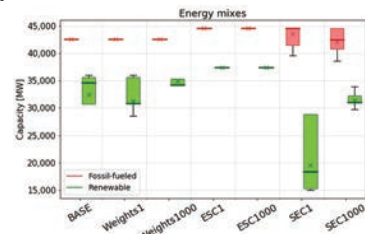


図1 不確実性シナリオの下での7つの方針に対する最適エネルギーミックス

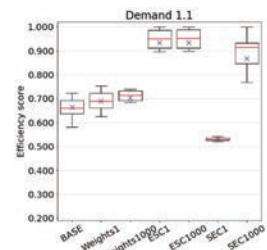
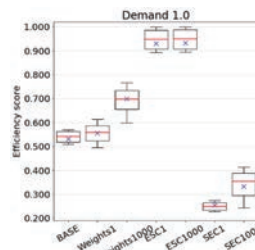
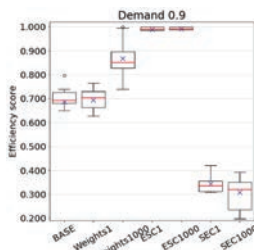


図2 需要シナリオによって分類した効率性スコアの変動

特 許

論 文

参考URL

キーワード

Ratanakuakangwan, S; Morita, H. Multi-aspect efficiency measurement of multi-objective energy planning model dealing with uncertainties. Applied Energy 2022, 313:118883. doi: 10.1016/j.apenergy.2022.118883

多目的最適化、効率性測定、エネルギー計画、最適なエネルギーミックス、スラック規準型尺度



住宅・建築物ストックのエネルギー需要のモデリングと脱炭素化に関する研究

工学研究科 環境エネルギー工学専攻

准教授 山口 容平

Researchmap <https://researchmap.jp/read0140668>



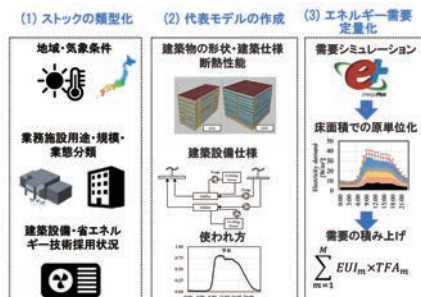
研究の概要

本研究は、住宅・建築物ストック全体のエネルギー需要、二酸化炭素排出量を推計するシミュレーションモデルを開発しています。開発モデルは、①ストック全体の需要を個々の住宅・建築物のエネルギー需要の合計として定量化していること、②個々の住宅・建築物のエネルギー需要推計において人の行動を模擬していること、③ストック構成の多様性、経年変化を考慮していることにより、ストックの脱炭素化のために必要となる分析機能を備えた仕様に設計されています。

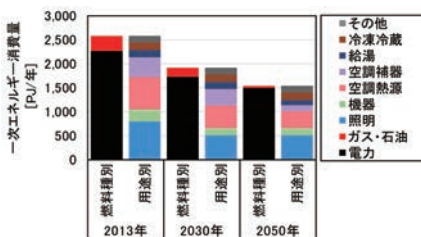
研究の意義と将来展望

住宅・建築物ストックの脱炭素化は重要な課題です。日本政府は2030年度までに2013年比で二酸化炭素排出量を半減し、2050年度までにゼロ（カーボンニュートラル）にする目標を掲げています。目標実現のためには、住宅・建築物・エネルギー消費機器の省エネルギーによるエネルギー需要の削減、暖冷房・給湯などエネルギー源の電化、太陽光発電等再生可能エネルギーの利用など、様々な技術的対策の導入が必要です。行動変化を含む生活様式の変更も注目されています。「これらの対策をいつ、どの程度導入する必

要があるのか？」を明らかにすることができれば、二酸化炭素排出量の削減目標達成のために必要な政策や技術開発の設計に貢献することが出来ます。



業務部門を対象とするモデルの概要



日本の業務部門を対象とするエネルギー需要の推計結果

特許

論文

Yamaguchi, Yohei; Yoshizawa, Shinya; Shimoda, Yoshiyuki et al. Feasibility assessment of net zero-energy transformation of building stock using integrated synthetic population, building stock, and power distribution network framework. *Applied Energy* 2023; 333: 120568. doi: 10.1016/J.APENERGY.2022.120568

Li, Yuanmeng; Yamaguchi, Yohei; Shimoda, Yoshiyuki. Impact of the pre-simulation process of occupant behaviour modelling for residential energy demand simulations. *J Build Perform Simul* 2022; 15: 287-306. doi: 10.1080/19401493.2021.2022759

Yamaguchi, Yohei; Kim, Bumjoon; Shimoda, Yoshiyuki et al. Building stock energy modeling considering building system composition and long-term change for climate change mitigation of commercial building stocks. *Appl Energy* 2022; 306: 117907. doi: 10.1016/J.APENERGY.2021.117907

参考URL <http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/seeue/seeue/>

キーワード 気候変動対策、エネルギー需要推計、脱炭素化、民生部門

次世代二次電池に向けた新電解液材料の設計

産業科学研究所 エネルギー・環境材料研究分野

教授 山田 裕貴

 Researchmap https://researchmap.jp/yuki_yamada

研究の概要

リチウムイオン電池のエネルギー密度を大きく超える次世代二次電池として、リチウム金属を負極とした様々な二次電池概念（リチウム金属二次電池、リチウム硫黄電池、リチウム空気電池など）が注目されている。しかし、リチウム金属の高い反応性（強還元性）が引き起こす電解液の分解により、充放電効率が低いことが問題となっている。本研究では、電解液設計によりリチウム金属の反応性を制御する手法を新たに見いだした。本概念に基づき、リチウム金属の反応性（還元力）を低下させることができる複数の電解液材料を提案し、99%以上の充放電効率を達成した。

として有望である。ガソリン自動車並みの航続距離を実現することができ、電気自動車の大規模普及に大きく貢献する。

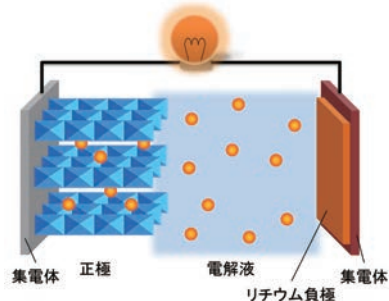


図1 リチウム金属二次電池

研究の意義と将来展望

本研究は、リチウム金属を負極として採用する次世代二次電池用電解液設計の明確な指針を提示するものであり、その実用化に向けた研究開発を大きく加速させる。リチウムイオン電池の負極を黒鉛からリチウム金属に置き換えることで、電極重量基準の理論エネルギー密度は約1.4倍になる。更には、リチウム硫黄電池、リチウム空気電池など、高容量正極反応の実用化開発が進展すると、リチウムイオン電池の数倍のエネルギー密度を達成可能である。このような高エネルギー密度の次世代二次電池は、電気自動車用バッテリー

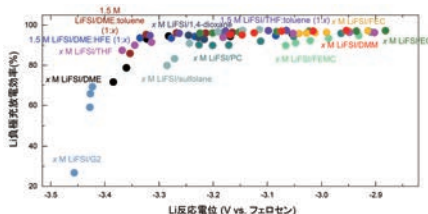


図2 リチウム金属の反応電位と充放電効率の相関性

特許	特願2021-164244
論文	Ko, Seogjae; Yamada, Atsuo; Yamada, Yuki et al. Electrode potential influences the reversibility of lithium-metal anodes, Nat. Energy, 2022, 7, 1217, doi: 10.1038/s41560-022-01144-0 Yamada, Yuki et al. Advances and issues in developing salt-concentrated battery electrolytes, Nat. Energy, 2019, 4, 269, doi: 10.1038/s41560-019-0336-z
参考URL	https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/eem/
キーワード	二次電池、リチウム金属、電解液、高エネルギー密度



余剰汚泥をバイオ触媒として活用した バイオプラスチック生産システムの開発

工学研究科 環境エネルギー工学専攻

准教授 井上 大介

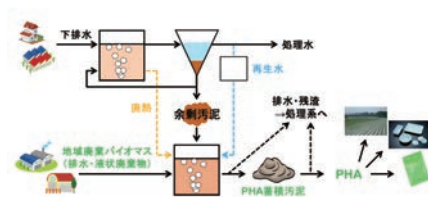


 <https://researchmap.jp/DaisukeINOUE>

研究の概要

下水処理の汎用技術である活性汚泥法では、処理に伴い発生する余剰汚泥の資源転換促進が重要な課題である。現在はメタンやコンポスト等への転換が進められているが、いずれの資源転換技術でも、製造される資源の付加価値は高いものとはいえず、また、多種多様な微生物で構成される余剰汚泥の特性が十分に活かされていない。そこで我々は、下水処理場において、余剰汚泥を“バイオ触媒”として活用し、産業排水等を原料としてバイオプラスチック原料であるポリヒドロキシアルカン酸（PHA）を生産することを構想し、余剰汚泥からPHA蓄積微生物を迅速集積する技術や、汚泥からのPHA回収技術など、一連の基盤技術の確立を進めている。

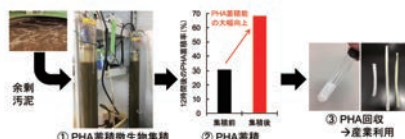
し、多用途で石油系プラスチックに代替し得るバイオプラスチック原料であることから、本構想システムによる安価・低エネルギー投入によるPHA生産は環境保全の観点でも重要な意義を有する。



下水処理場をPHA生産のバイオリファインリーに転換する構想

研究の意義と将来展望

本研究は、現状では公衆衛生・水環境保全・持続的水利用に資する都市の静脈インフラの役割をもつ下水処理場に化成品として価値のあるPHAを生産するバイオリファインリー（＝動脈）の役割を付与し、循環型社会の中核をなす都市インフラに進化させることを目標としており、本構想の実現は脱炭素社会に対して大いに貢献するものと考えている。また、生産されるPHAは、海洋生分解性有



余剰汚泥をバイオ触媒として活用した
PHA生産のフロー

特 許	
論 文	Inoue, Daisuke; Fukuyama, Atsushi; Ike, Michihiko et al. Optimization of aerobic dynamic discharge process for very rapid enrichment of polyhydroxyalkanoates-accumulating bacteria from activated sludge. Bioresource Technology. 2021, 336, 125314, doi: 10.1016/j.biortech.2021.125314 Ike, Michihiko; Okada, Yukihiko; Inoue, Daisuke et al. Potential of waste activated sludge to accumulate polyhydroxyalkanoates and glycogen using industrial wastewater/liquid wastes as substrates. Water Science and Technology. 2019, 80 (12), 2373-2380, doi: 10.2166/wst.2020.059
参考URL	http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/wb/ikelab/ https://see.eng.osaka-u.ac.jp/topics/staff/3724.html
キーワード	余剰汚泥、バイオ触媒、バイオプラスチック、ポリヒドロキシアルカン酸



微細表面テクスチャの導入による 切削工具の高機能化とその応用

工学研究科 機械工学専攻

准教授 杉原 達哉

 Researchmap <https://researchmap.jp/t.sugihara>

研究の概要

近年、切削工具表面に微細な三次元周期構造、すなわち微細表面テクスチャを導入することによって、切削工具の高機能化を図るという研究が注目を集めている。その一方で、表面構造のパターンとそれがもたらす機能の関係には不明な点が多く、最適な表面構造についての設計手法も未だ確立されていない。そこで本研究では、粒子画像流速測定法を用いた切削加工現象のその場観察技術を援用することで、微細表面テクスチャがもたらす効果を「可視化」することによって、工具表面テクスチャの作用機序や発現条件を明らかにし、最適なテクスチャ設計指針の明確化を試みた。

研究の意義と将来展望

近年の切削加工分野では、加工の高速化・高精度化・ドライ化、被削材の難削化が進み、切削工具は極めて過酷な熱的・機械的負荷に晒されている。そういった中で、本研究は“工具表面の微細な三次元構造”という新たな要素に着目した研究技術であり、従来手法では困難であった切削工具の高度化の実現が大いに期待できる。さらに、可視化によるメカニズムの理解が進むことによって、経験的なノウハウの蓄積が進む一方で、理論に基づく合理的な設計手法の確立が課題とされている表面テクスチャリング技術の体系化が促され、

新たな研究・技術分野の開拓・確立が期待できると考えている。

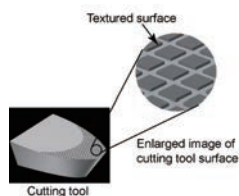
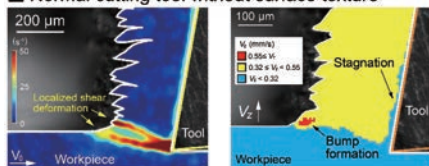


図1 微細表面テクスチャを有する切削工具のコンセプト

● Material flow in 2D cutting

■ Normal cutting tool without surface texture



■ Cutting tool with micro-grooved rake face

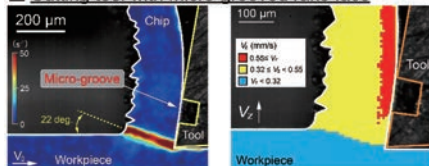


図2 テクスチャ近傍の材料変形挙動の可視化結果

特 許

論 文

参考URL

キーワード

Sugihara, Tatsuya; Kobayashi, Ryota; Enomoto, Toshiyuki, Direct observations of tribological behavior in cutting with textured cutting tools, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2021, Vol. 168, 103726, doi: 10.1016/j.ijmachtools.2021.103726

<http://www-cape.mech.eng.osaka-u.ac.jp/>

可視化、切削加工、トライボロジー



SiC ヒーターチップを用いたパワーモジュール 熱評価と構造信頼性評価システムの開発

産業科学研究所 フレキシブル3D実装協働研究所

特任准教授（常勤）陳 伝彤

<https://researchmap.jp/chenchuantong>

特任教授 菅沼 克昭

<https://researchmap.jp/ksuganuma>

研究の概要

次世代のパワー半導体を用いたパワエレ技術を駆使した電力変換器の高出力密度化、小型化と電力損失の低減の実現が期待されている。また、極限状態で動作するパワー半導体は、その熱特性の正しい評価が材料開発のみならず信頼性評価の観点からも特に重要である。その高い信頼性を実現するためには、発熱状態を理解した上で放熱構造などを適切に設けた温度制御が鍵となる。本研究では、パワー半導体の動作による発熱を疑似的に発生させることで実装プロセス等の性能評価、信頼性評価を効率的に行う熱評価用疑似発熱チップ（Thermal-test Engineering Group, TEG）を設計・開発した。TEGチップを用いたパワーモジュールのパワーサイクル試験を模擬し、従来の鉛フリーはんだよりAg焼結接合構造が高い信頼性を持つことが証明された。

研究の意義と将来展望

従来は実チップ、パワーサイクル試験機およびT3Ster3からなる大掛かりな構成からのみ測定可能だったが、TEGチップを利用することにより、実装材料放熱特性の評価および全体的なモジュール構造の信頼性評価までをTEGチップの電源On/offコントロールにより簡便な形で実現することができた。この成果は、実装材料開発メーカー、基板メーカーおよび関連のパワーモジュール製造メーカーでは低コストかつ短周期で熱特性と信頼性評価を可能とするため、大きく注目された。

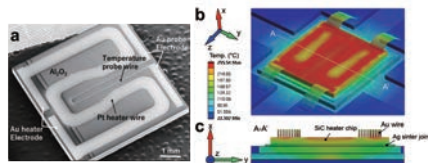


Figure 1 (a) the SEM image of SiC heater chip, (b) Temperature distribution of SiC heater chip attached on DBC substrate by Ag sinter paste joining in the case of the power source being ON by finite element simulation. (c) Temperature distribution in the vertical direction.

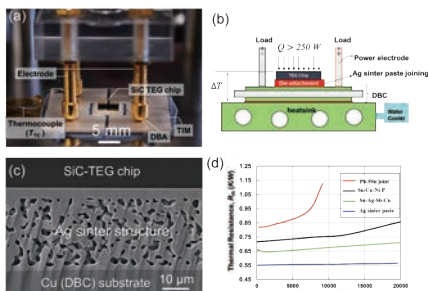


Figure 2 (a) Measurement system of thermal property characterization and Power source electrode applied on the DBC substrate. (b) Schematic diagram of the thermal characterization evaluation system of the SiC heater chip die-attached structure. (c) SEM image of the cross section of SiC heater chip connected to the DBC by Ag sinter paste joining. (d) Change of thermal resistance of the die-attached structures by various solders and Ag sinter paste joining during power cycling.

特許

論文

参考URL

キーワード

Kim, Dongjin; Nagao, Shijo; Chen, Chuantong et al. Online thermal resistance and reliability characteristic monitoring of power modules with Ag sinter joining and Pb, Pb-free solders during power cycling test by SiC TEG chip. IEEE Transactions on Power Electronics. 2021, 36(5) pp. 4977-4990, doi: 10.1109/TPEL.2020.3031670

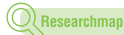
パワーエレクトロニクス、SiC ヒーターチップ、熱抵抗測定、Ag 焼結接合



「フッ素を切る&つなげる」という革新的コンセプトに基づく有機フッ素化合物の新規合成法

工学研究科 応用化学専攻/先導的学際研究機構 触媒科学イノベーション研究部門 (ICS-OTRI)

准教授 西本 能弘



<https://researchmap.jp/nishimoto123>

教授 安田 誠



<https://researchmap.jp/read0185253>



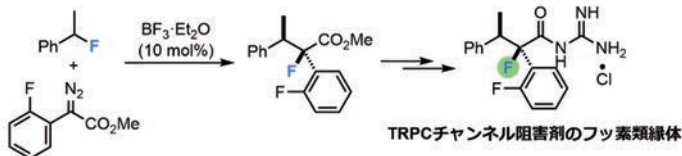
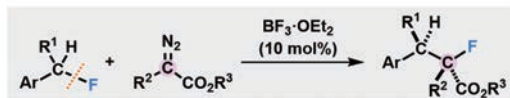
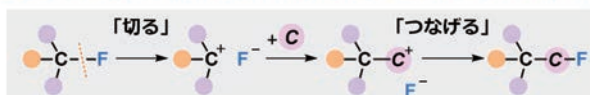
研究の概要

世界で初めての炭素-フッ素結合への1炭素ユニットの挿入反応によるフッ素化合物の合成法を確立した。この反応は、「フッ素を切る&つなげる」という革新的なコンセプトが鍵となった新しいフッ素化合物合成法である。三フッ化ホウ素の「フッ素を切る&つなげる」という二つの働きが重要であり、三フッ化ホウ素がアルキルフルオリドからフッ化物イオンを引き抜き（「フッ素を切る」）、その後、フッ化物イオンを中間体に戻す（「フッ素をつなげる」）ことで、反応が完結することを量子化学計算により明らかにした。

研究の意義と将来展望

本研究で開発した「フッ素を切る&つなげる」という革新的手法は複雑なフッ素化合物ライブラリの構築を可能とし、そのことにより未知のケミカルスペースの創出が期待される。フッ素化合物は医薬品や農薬、機能性樹脂、有機電子材料などに実用化されている重要な化合物群であるために、次世代の医薬品や機能性材料の開発に大きな波及効果をもたらす。

「フッ素を切る&つなげる」による革新的なフッ素化合物の合成方法の確立



特 許

論 文

Wang, Fei; Nishimoto, Yoshihiro; Yasuda, Makoto, Insertion of Diazo Esters into C-F Bonds toward Diastereoselective One-Carbon Elongation of Benzylic Fluorides: Unprecedented BF_3 Catalysis with C-F Bond Cleavage and Re-formation. Journal of the American Chemical Society. 2021, 143 (49), p. 20616-20621, doi: 10.1021/jacs.1c10517

参考URL

キーワード

レイス酸、フッ素化合物、炭素-フッ素結合活性化、挿入反応



ギャップ変動を伴うガスメタルアーク溶接の溶融池モニタリングと 深層学習モデルによる溶落ち予測と溶込み深さ推定

工学研究科 マテリアル生産科学専攻

講師 野村 和史

Researchmap <https://researchmap.jp/kzfmmnr>

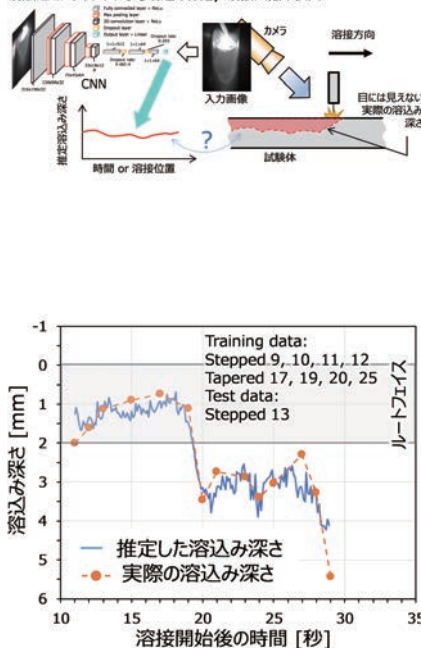
研究の概要

ギャップ変動のあるレ型開先ガスメタルアーク溶接において、溶接中のモニタリング画像を用いた深層学習モデルを構築し、溶接品質を予測した。PythonとライブラリKeras を利用し、溶融池やアークの様子を含む画像を入力としたCNN（畳み込みニューラルネットワーク）モデルを作成した。出力は、分類モデルを用いて溶落ちの有無を、回帰モデルを用いて溶込み深さとし、それぞれ予測や推定を行った。階段状およびテーパ状のサンプル形状に本手法を適用した結果、過大溶込みと溶落ちを事前に予測することができた。また、溶込み深さの推定については、95%以上が1 mm未満の誤差という高精度を得ることができた。

研究の意義と将来展望

本研究は、1カメラによるモニタリングのみで見えない溶接品質を推定できるものであり、対象としたレ型開先以外にも応用が可能である。出力も溶込みではなく欠陥の有無などへの展開も期待され、溶接施工の品質保証に関して革新的なモニタリングツールとなると考えられる。

溶融池モニタリングによる溶込み保証、溶接欠陥の検出



特許

論文

参考URL

キーワード

Nomura, Kazufumi; Matsumura, Takumi; Asai, Satoru et al. Burn-through prediction and weld depth estimation by deep learning model monitoring the molten pool in gas metal arc welding with gap fluctuation, JOURNAL OF MANUFACTURING PROCESSES, 61, (2021) 590-600, doi: 10.1016/j.jmapro.2020.10.019
野村和史, 松村匠, 浅井知: 溶融池モニタリングと深層学習を用いたマグ溶接の溶込み推定手法に関する研究(解説記事), 溶接学会誌, 90, 8 (2021) 13-17

<http://www.mapse.eng.osaka-u.ac.jp/miea/>

AI、CNN、カメラ、溶接、溶込み深さ



線形摩擦接合を用いた 接合部の組織制御とその応用

接合科学研究所

教授 藤井 英俊

<https://researchmap.jp/read0051741>

研究の概要

我々の研究グループは、あたかも接合部が存在せず、各種金属材料同士をそのまま連続的に接合することができる「完全接合」技術を確立した。接合したい材料同士を押し付けながら昇温する固相接合に関して、「大きな接合圧力を印加することで接合温度が低下する」という意外な接合原理の発見により、接合圧力で接合温度を正確に制御することに成功した。従来の接合方法では接合部は構造体の特異点となり、金属材料が本来有する優れた特性を十分に活用することができなかったが、圧力制御線形摩擦接合では接合部を母材と同等と見做すことができる。例えば、チタン合金や鋼は無変態接合によって接合部の信頼性を担保でき、アルミニウム合金では熱影響部の軟化を完全に抑制することができる。

研究の意義と将来展望

本研究成果により、接合部における強度及び信頼性の低下を考慮することが不要となり、様々な手法で高強度化されたチタン合金、鋼及びアルミニウム合金等の各種金属材料の特性がそのまま反映される良好な接合構造体を得ることができる。また、金属構造体の製造のみならず、部分的な補強技術や補修技術としても活用できる。さらに、材料特性の劣化に留意することなく、金属材を任意の形状及び大きさに組み上げていくことも可能となることから、切削によって材料を除去する従来の製造方法から、必要最小限の材料を付加す

る製造方法への転換にも寄与することが期待される。

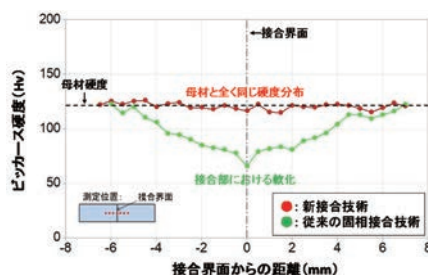


図 A6061 アルミニウム合金接合部の硬度分布
新接合技術で得られた接合部は母材と同じ硬度分布を有しています。このような接合部は、あらゆるアルミニウム合金に形成させることができます。

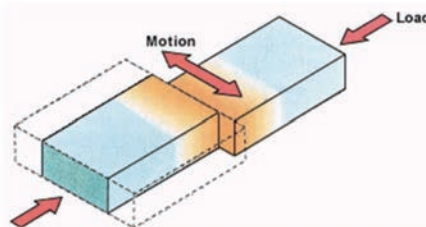


図 線形摩擦接合の模式図
被接合材同士の加圧・撓動により接合を達成します。

特 許	特許第6819959号、特許第6819958号、特許第6796839号、特願2022-138404
論 文	Jeong-Won, Choi; Aoki, Yasuhiro; Ushioda, Kohsaku et al. Linear friction welding of Ti-6Al-4V alloy fabricated below β -phase transformation temperature. Scripta Materialia. Volume 191, p. 12-16, doi: 10.1016/j.scriptamat.2020.09.013
参考URL	http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/~jthub/
キーワード	線形摩擦接合、組織制御、接合温度、硬度分布