

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03841

研究課題名（和文）次世代中温無加湿作動燃料電池システムの高性能化

研究課題名（英文）Advanced Development of Next Generation Medium Temperature Dry Fuel Cell Systems

研究代表者

松田 厚範 (MATSUDA, Atsunori)

豊橋技術科学大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：70295723

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,300,000 円

研究成果の概要（和文）：本課題では、150℃以上無加湿条件下で作動する次世代中温無加湿型燃料電池の開発を目指す。これを実現するために、耐熱性の高いポリベンゾイミダゾールに、無機系フィラーを添加した独自のコンポジット電解質膜を開発し、特性評価を行った。検討の結果、湿式ミリング法で作製した硫酸水素塩-ヘテロポリ酸系複合体、液相から熱処理によって合成したピロリン酸チタンなどが有効な無機フィラーとして機能することがわかった。さらに電解質・白金触媒・カーボン担体からなる電極三相界面を設計し、固体酸複合体アイオノマーを導入し、Pt@TiO<sub>2</sub>コアシェル粒子や還元型酸化グラフェンを用いることで過電圧低減と耐久性向上を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

燃料電池は、石油に代表される化石燃料と水素の両者を燃料として高効率な発電を行うことができ、水素エネルギーに基づく低炭素社会の実現を担う重要なシステムである。本研究の目的は、150℃以上の中温無加湿条件下で作動可能な高性能燃料電池を開発し、低炭素社会の実現に貢献することにある。中温無加湿燃料電池が実現すれば、高価な白金触媒の使用量を低減できる。また、排熱の有効利用や発電システムのコンパクト化が可能となり、家庭用、車両用、建機、ドローンなど用途も広がる。

研究成果の概要（英文）：In this research project, we aimed the development of next generation medium temperature fuel cells, which can operate at higher temperature than 150°C. For this development, newly prepared inorganic fillers were added to highly heat-resistant polybenzimidazole and the properties of the thus obtained membranes were evaluated. Wet-milling synthesized inorganic solid acid particles as well as liquid-phase and heating synthesized titanium pyrophosphate particles were found to act as an effective additive for the membranes in the medium temperature fuel cell operations. In addition, the three-phase interface of the electrode consisting of electrolyte/Pt catalyst/carbon was designed. Inorganic solid acid ionomers and Pt@TiO<sub>2</sub> core-shell catalysts effectively reduced the redox overpotential and improved the oxidation durability.

研究分野：無機材料科学

キーワード：燃料電池 無機有機コンポジット 電極 電極 中温 界面 エネルギー 低炭素

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地球温暖化防止は人類共通の課題であり、その中で我が国の果たすべき役割は極めて大きい。燃料電池は、石油に代表される化石燃料と水素の両者を燃料として高効率な発電を行うことができ、水素エネルギーに基づく低炭素社会の実現を担うことのできる重要なシステムである。また、水素エネルギー社会の実現に向けて、2050年には水素・燃料電池関連市場は8兆円に達することが見込まれており、その産業界に及ぼす波及効果は非常に大きい。現在、ナフィオンに代表されるフッ素系固体高分子膜を電解質に用いた低温(～85℃)固体高分子形燃料電池が家庭用燃料電池(ENE-FARM)と燃料電池自動車(FCV)に実装されている。しかしながら、次世代燃料電池技術として、150℃前後の中温域・無加湿条件下で作動する中温無加湿型燃料電池の実用化が必要とされている。家庭用中温無加湿型燃料電池においては、排熱を蒸気で取り出すことができ、改質器に用いることで高いシステム効率を確保することができる。また自動車等の用途では、中温領域で白金触媒の一酸化炭素耐性が向上して改質水素の使用も可能となり、変性器がコンパクト化し、加湿器が不必要になることから、著しい低コスト化が進む。さらに、水素ステーションの整備コストの低減効果も極めて大きい。

燃料電池は、電解質膜を白金等の触媒層と炭素系ガス拡散層からなる2枚のアノード・カソード電極でホットプレスした膜・電極接合体(MEA)とセパレータ・集電板からなっている。水素燃料電池では、燃料極で水素が酸化されてプロトン(H<sup>+</sup>)が生成し、電解質膜を拡散し、酸素極でプロトンが酸素と反応して水が生成する。中温無加湿型燃料電池では、その心臓部分とも呼べる「優れた電解質」が開発成否の鍵を握っており、中温領域において、水分子を介さずに高いプロトン伝導性を維持し、化学的に安定な固体電解質膜の開発が必要不可欠である。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、中温無加湿条件下で作動可能な高性能燃料電池を開発し、低炭素社会の実現に貢献することにある。

申請者は、これまでに中温作動燃料電池用無機-有機コンポジット電解質シートの開発に成功し、これを用いた燃料電池が160℃無加湿条件で、世界トップレベルの高出力発電が可能であることを実証した[Patent No.:US9,115,251]。本課題では、コンポジット電解質膜に適した無機固体酸複合体と有機ポリマーを設計し、さらに良好で耐久性のある電極三相界面を創出することによって中温無加湿条件下における発電特性を既存のフッ素系固体高分子形燃料電池を凌駕するほど高性能化し、低炭素社会の実現に向けて研究開発を格段に発展させる。

### 3. 研究の方法

本課題では、我々が独自に開発したコンポジット電解質膜をコア技術とし、最近得られた研究成果と産学共同研究に基づいて、以下の研究技術開発(1)～(3)を4年の研究期間内に実施すると共に、新しいコンポジット電解質の開発にも挑戦する。

#### (1) コンポジット電解質膜の高性能化

コンポジット電解質膜の作製では、メカニカルミリング法を用いて合成した無機固体酸複合体(CHS-WSiA)、複合酸化物ナノ粒子などをPBI溶液に分散させたスラリーを調製し、キャスト・洗浄・リン酸ドープを行う。

#### (2) 電極/触媒/電解質三相界面の設計

実際の発電においては、電極(カーボン)/触媒(白金Pt等)/電解質からなる三相界面を最適化し、膜・電極複合体(MEA)を設計することが重要である。特に、イオンと電子の分離を容易にするアイオノマーの選択と触媒のナノ粒子・高比表面積化、さらに担持カーボン電極との複合化がポイントとなる。具体的には、枝分かれ高比表面積Pt粒子、あるいは表面Pt被覆コアシェル粒子など、いわゆる質量活性の高いPtナノ触媒の化学合成と複合化を行う。また、画期的な取り組みとして酸素還元特性と耐久性に優れるカーボンナノチューブやグラフェンの適用を検討する。

#### (3) 膜・電極複合体連続発電試験と三相界面の反応・劣化機構解析

最適設計されたMEAを用いたシングルおよびスタックセルの中温無加湿連続運転を実施する。燃料電池システムで重要となる分光法による水素結合解析、高分解電子顕微鏡観察等による反応および劣化機構解析を行う。また、実用化に向けた課題抽出、改質水素の利用、用途開発を連携企業が検討する。

#### (4) 新しいコンポジット電解質の開発

PBIに修飾を加えた新規マトリックスポリマーの検討を行う。また、無機固体酸に加えて、新しいプロトン伝導体および無機フィラーの探索を行う。これらを複合化・最適的かすることで新規コンポジット電解質膜とその性能評価を行う。

#### 4. 研究成果

##### 【研究実績の概要】

##### (1) コンポジット電解質膜の高性能化

出発物質に CsHSO<sub>4</sub> (CHS) と H<sub>4</sub>SiW<sub>12</sub>O<sub>40</sub> (WSiA) を使い、ジメチルアセトアミド(DMAc)を分散媒として湿式ミリングを行い、乾燥することで xCHS-(100-x)WSiA 系無機固体酸複合体微粒子が効率よく直接合成できることを初めて明らかにした (*Solid State Ionics* **337**, 2019)。得られた複合体粒子の粒径は、ナノサイズであり、ポリベンゾイミダゾール(PBI)と複合化して均質なコンポジット電解質を得ることができた。また、出発物質に KHSO<sub>4</sub> (KHS)、CHS および WSiA を用いた混合アルカリ系 90(0.5KHS-0.5CHS)-10WSiA 複合体が、160 ~ 40 °C において  $4.9 \times 10^{-2} \text{ Scm}^{-1} \sim 1.4 \times 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$  の極めて高い導電率を幅広い温度範囲で示すことを明らかにした (*Solid State Ionics* **340**, 2019)。一方、燃料電池発電特性では、50CHS-50WSiA を 20wt% 添加した PBI 膜がリン酸ドープレベル PADL=8mol で 150 °C 無加湿条件下において最大出力 378 mWcm<sup>-2</sup> を達成し、安定して連続発電することを実証した (*E3S Web of Conference* **83**, 2019)。

単体では、低い導電率を示す TiO<sub>2</sub>、TiP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> および SnP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> が有効な無機添加物として機能することが明らかとなった (*J. Ceram. Soc. Jpn.*, **126**, 2018, *Solid State Ionics* **344**, 2020)。例えば、TiO<sub>2</sub> と H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> を出発物質として、液相から合成した TiP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 微粒子を 2wt% 添加した PBI 膜が PADL=8mol で 160 °C 無加湿条件下において最大出力 580 mWcm<sup>-2</sup> を達成した(図1)。また、TiP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 微粒子がリン酸を保持する機能を有することがわかった。同様に合成した SnP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> についても、リン酸ドープ PBI 膜に添加することで、導電率の向上とリン酸浸出の抑制を達成することができた。

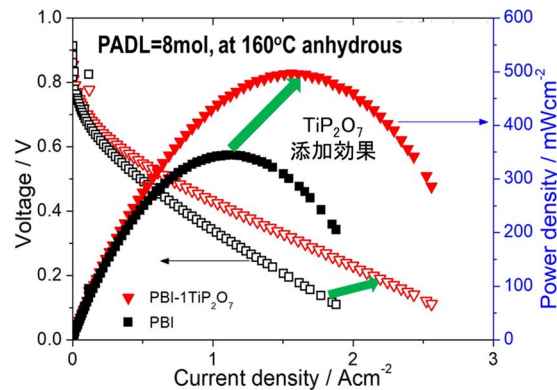
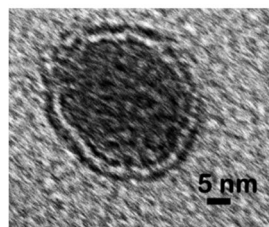


図1 TiP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ナノ粒子添加 PBI 電解質薄膜の 160 °C 無加湿条件下における発電特性

##### (2) 電極/触媒/電解質三相界面の設計

活性化過電圧を低減するためには、良好な三相界面を作るアイオノマーが必要となる。超音波スプレー装置を導入して湿式ミリング合成した CHS-WSiA をアイオノマーとして電極に塗布し、活性化過電圧を低減する取り組みを行った。80CHS-20WSiA 無機固体酸複合体が優れたアイオノマーとして機能し、カソード活性化過電圧を低減することを明らかにした (*Mater. Lett.*, **253**, 2019)。150 °C 無加湿条件下における燃料電池の最大出力密度が増大し、安定して動作することを確認した。

また、触媒の耐久性向上を目指して白金(Pt)触媒を酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)で被覆した Pt@TiO<sub>2</sub> コアシェル粒子と触媒担持還元型酸化グラフェン(rGO)を作製し、電気化学特性評価を行った。Pt@TiO<sub>2</sub> コアシェル粒子の高分解能 TEM 観察、電気化学比表面積評価などを行い、さらに 150 °C 無加湿条件下における発電特性を評価してその有用性を実証した (*ACS Appl. Ener. Mater.*, **3**, 2020)。



Element	Wt. %	Atom %
C <sub>K</sub>	3.3	15.7
Pt <sub>M</sub>	75.3	21.8
O <sub>K</sub>	6.9	24.4
B <sub>K</sub>	5.2	27.1
Ti <sub>K</sub>	9.1	10.7
Al <sub>K</sub>	0.1	0.2
Fe <sub>L</sub>	0.1	0.1
Na <sub>K</sub>	0.1	0.1

図2 白金ナノ粒子を酸化チタンで被覆した Pt@TiO<sub>2</sub> コアシェル粒子  
TEM 像(左)とその組成(右)

(3) 膜・電極複合体連続発電試験と三相界面の反応・劣化機構解析

耐久性の向上を目指して phenylphosphonic acid や 2,2'-bis(4-carboxyphenyl) hexafluoropropane (HFP) を用いて PBI の修飾を行い、特性評価を行った。

PBI に HFP を共重合させた F<sub>6</sub>PBI を用いたコンポジット電解質膜では、リン酸の保持性能と耐酸化性が向上し、50CHS-50WSiA を 10wt% 添加した膜は 150 無加湿条件下で  $2.14 \times 10^{-3} \text{ Scm}^{-1}$  の導電率を示し、 $498 \text{ mWcm}^{-2}$  の最大出力を達成した (*Inter. J. Hydrogen Energy*, **44**, 2010)。

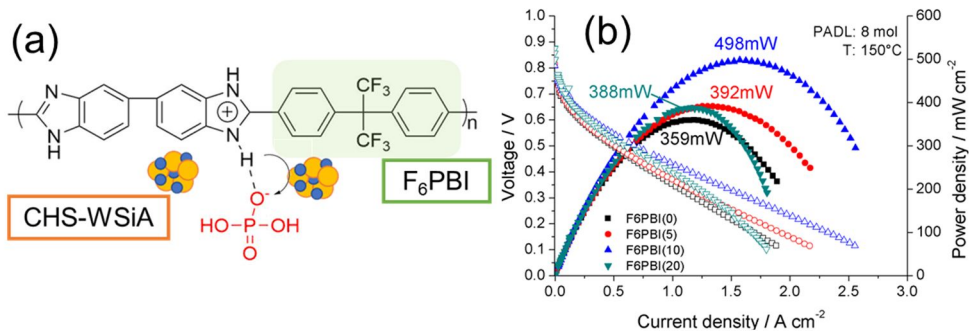


図3 (a) PBI に 2,2'-bis(4-carboxyphenyl) hexafluoropropane (HFP)を共重合させた F<sub>6</sub>PBI と CHS-WSiA 固体酸複合体とリン酸からなるコンポジット電解質膜の構造、(b) F<sub>6</sub>PBI/50CHS-50WSiA (0 ~ 20wt%) コンポジット電解質膜の 150 無加湿条件下での発電特性

(4) 新しい展開とコンポジット電解質膜の提案

研究課題を遂行する過程で、シート形状を有する還元型酸化グラフェン rGO が種々の電気化学素子の電極材料として有用であることを明らかにし、研究分野が広がった。例えば、NiO/Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (*J. Energy Storage* **30**, 2020) や、Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (*Diamond & Related Mater.*, **101**, 2020) を担持した rGO がスーパーキャパシタとして優れた特性を示すことを実証することができた。

新たな試みとして rGO 添加 PBI 電解質膜を作製した (図4(a))。添加した rGO の官能基と、rGO に吸着したリン酸が形成するプロトン (H<sup>+</sup>) 伝導チャンネルが導電率の向上に寄与し、rGO 添加量を 2wt% にすることによって、150 無加湿条件下での最大電力密度が大きく向上することが確認された (*日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会*, 2019)。また、Al-Mg 系層状複水酸化物 (LDH) を KOH-PBI に添加したアルカリ伝導膜形燃料電池 (AEMFC) の構築と特性評価についても取り組んで成果を上げた (図4(b))。得られた膜を用いて燃料電池試験 (80 無加湿器温度 80) を行った結果、LDH 添加量を 30wt% 程度まで上げることで、出力が大きく向上した。LDH の添加による膜の水酸化物イオン (OH<sup>-</sup>) 伝導性の向上が出力に寄与していると考えられる (*第61回電池討論会*, 2020)。

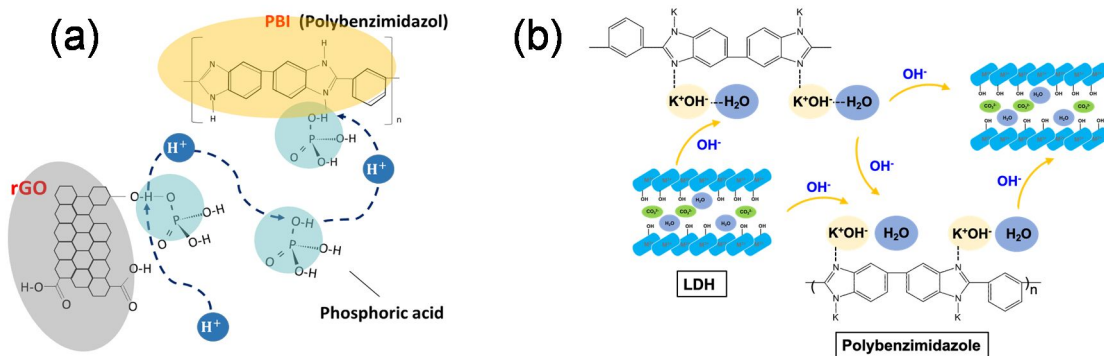


図4 新しいコンポジット電解質膜の提案 (a) リン酸ドープ rGO-PBI コンポジット電解質膜、(b) KOH ドープ LDH-PBI コンポジット電解質膜

当該研究の実施期間中は、原著論文の公表や国内外の学会発表を精力的に行った。さらに、関連材料分野の技術調査を綿密に行って、国際共著のレビュー論文を波及効果のある学術論文誌に公表した (*Progress in Energy and Combustion Science*, **75**, 2019: IF=29.394, *Materials Today*, **39**, 2020: IF=31.04)。2022年3月には、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) より「燃料電池技術開発ロードマップ」が示され、2030年頃の普及時に要求される材料目標と開発の方向性が示された。本研究で得られた研究成果は、今後、産学連携を通じて次世代燃料電池開発とその利用拡大に大きく寄与するものであると確信する。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計48件（うち査読付論文 47件 / うち国際共著 42件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Hashtroudi Hanie, Kumar Rajesh, Savu Raluca, Moshkalev Stanislav, Kawamura Go, Matsuda Atsunori, Shafiei Mahnaz	4. 巻 46
2. 論文標題 Hydrogen gas sensing properties of microwave-assisted 2D Hybrid Pd/rGO: Effect of temperature, humidity and UV illumination	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Hydrogen Energy	6. 最初と最後の頁 7653 ~ 7665
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijhydene.2020.11.268	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Abd Elkodous M., S. El-Sayyad Charieb, Abdel Maksoud M.I.A., Kumar Rajesh, Maegawa Keiichiro, Kawamura Go, Tan Wai Kian, Matsuda Atsunori	4. 巻 410
2. 論文標題 Nanocomposite matrix conjugated with carbon nanomaterials for photocatalytic wastewater treatment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 124657 ~ 124657
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2020.124657	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Abouelela Marwa Mohamed, Kawamura Go, Matsuda Atsunori	4. 巻 294
2. 論文標題 A review on plasmonic nanoparticle-semiconductor photocatalysts for water splitting	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cleaner Production	6. 最初と最後の頁 126200 ~ 126200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jclepro.2021.126200	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kumar Rajesh, Sahoo Sumanta, Joanni Ednan, Singh Rajesh K., Tan Wai Kian, Kar Kamal K., Matsuda Atsunori	4. 巻 177
2. 論文標題 Recent progress on carbon-based composite materials for microwave electromagnetic interference shielding	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Carbon	6. 最初と最後の頁 304 ~ 331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carbon.2021.02.091	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Sahoo Sumanta, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Matsuda Atsunori, Kar Kamal K.	4. 巻 40
2. 論文標題 Microwave-assisted thin reduced graphene oxide-cobalt oxide nanoparticles as hybrids for electrode materials in supercapacitor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Energy Storage	6. 最初と最後の頁 102724 ~ 102724
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.est.2021.102724	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Alias Nurhaswani, Hussain Zuhailawati, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori, Lockman Zainovia	4. 巻 283
2. 論文標題 Nanoporous anodic Nb2O5 with pore-in-pore structure formation and its application for the photoreduction of Cr(VI)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 131231 ~ 131231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2021.131231	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Elfiky Mona, Matsuda Atsunori, Salahuddin Nehal	4. 巻 33
2. 論文標題 An Electrospun Nanofibrous Sensor Based on a Porous (Cr/Zn) Slats Oxide for Voltammetric Detection of Ezetimibe Drug in Real Samples	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electroanalysis	6. 最初と最後の頁 2128 ~ 2142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/elan.202100152	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abd Elkodous M., S. El-Sayyad Gharieb, Abdel Maksoud M.I.A., Kumar Rajesh, Maegawa Keiichiro, Kawamura Go, Tan Wai Kian, Matsuda Atsunori	4. 巻 410
2. 論文標題 Nanocomposite matrix conjugated with carbon nanomaterials for photocatalytic wastewater treatment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 124657 ~ 124657
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2020.124657	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する



1. 著者名 Yousry Sally M., El-Nahass Marwa N., Kumar Rajesh, El-Hallag I.S., Tan Wai Kian, Matsuda Atsunori	4. 巻 30
2. 論文標題 Superior performance of Ni(OH) <sub>2</sub> -ErGO@ NF electrode materials as pseudocapacitance using electrochemical deposition via two simple successive steps	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Energy Storage	6. 最初と最後の頁 101485 ~ 101485
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.est.2020.101485	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Sahoo Sumanta, Joanni Ednan, Singh Rajesh K., Tan Wai Kian, Moshkalev Stanislav A., Matsuda Atsunori, Kar Kamal K.	4. 巻 2021
2. 論文標題 Heteroatom doping of 2D graphene materials for electromagnetic interference shielding: a review of recent progress	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences	6. 最初と最後の頁 1 ~ 50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10408436.2021.1965954	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Budiman Faisal, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori, Abdul Razak Khairunisak, Lockman Zainovia	4. 巻 6
2. 論文標題 Formation of Dense and High-Aspect-Ratio Iron Oxide Nanowires by Water Vapor-Assisted Thermal Oxidation and Their Cr(VI) Adsorption Properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 28203 ~ 28214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.1c04280	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yousry Sally M., Abd Elkodous M., Kawamura Go, Matsuda Atsunori	4. 巻 11
2. 論文標題 Carbon dots conjugated nanocomposite for the enhanced electrochemical performance of supercapacitor electrodes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 39636 ~ 39645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ra08045h	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Youssry Sally M., Soe Han Min, Abdel-Galeil Mohamed M., Kawamura Go, Matsuda Atsunori	4. 巻 30
2. 論文標題 Honeycomb-like open-edged reduced-graphene-oxide-enclosed transition metal oxides (NiO/Co3O4) as improved electrode materials for high-performance supercapacitor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Energy Storage	6. 最初と最後の頁 101539 ~ 101539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.est.2020.101539	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nbelayim Pascal, Ashida Yuya, Maegawa Keiichiro, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 3
2. 論文標題 Preparation and Characterization of Stable and Active Pt@TiO2 Core Shell Nanoparticles as Electrocatalyst for Application in PEMFCs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 3269 ~ 3281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.9b02169	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Soe Han Min, Manaf Asrulnizam Abd, Matsuda Atsunori, Jaafar Mariatti	4. 巻 31
2. 論文標題 Development and fabrication of highly flexible, stretchable, and sensitive strain sensor for long durability based on silver nanoparticles-polydimethylsiloxane composite	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 11897 ~ 11910
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-020-03744-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Toe M. Z., Pung S. Y., Yaacob K. A., Matsuda A., Tan W. K., Han S. S.	4. 巻 95
2. 論文標題 Effect of TiO2 sol on the conversion efficiency of TiO2 based dye-sensitized solar cell	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Sol-Gel Science and Technology	6. 最初と最後の頁 439 ~ 446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10971-020-05325-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する



1. 著者名 Kumar Rajesh, Sahoo Sumanta, Joanni Ednan, Singh Rajesh K., Maegawa Keiichiro, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Kar Kamal K., Matsuda Atsunori	4. 巻 39
2. 論文標題 Heteroatom doped graphene engineering for energy storage and conversion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Today	6. 最初と最後の頁 47 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mattod.2020.04.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abd Elkodous M., El-Sayyad Charieb S., Yousry Sally M., Nada Hanady G., Gobara Mohamed, Elsayed Mohamed A., El-Khawaga Ahmed M., Kawamura Go, Tan Wai Kian, El-Batal Ahmed I., Matsuda Atsunori	4. 巻 10
2. 論文標題 Carbon-dot-loaded CoxNi1-xFe2O4; x=0.9/SiO2/TiO2 nanocomposite with enhanced photocatalytic and antimicrobial potential: An engineered nanocomposite for wastewater treatment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports 11534	6. 最初と最後の頁 11534- 1 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-68173-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tan Wai Kian, Asami Kenta, Maegawa Keiichiro, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 2
2. 論文標題 Formation of Fe embedded graphitic carbon network composites as anode materials for rechargeable Fe air batteries	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Energy Storage	6. 最初と最後の頁 e196-1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/est2.196	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Taib Mustaffa Ali Azhar, Alias Nurhaswani, Jaafar Mariatti, Razak Khairunisak Abdul, Tan Wai Kian, Shahbudin Irna Puteri, Kawamura Go, Matsuda Atsunori, Lockman Zainovia	4. 巻 31
2. 論文標題 Formation of grassy TiO2 nanotube thin film by anodisation in peroxide electrolyte for Cr(VI) removal under ultraviolet radiation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 435605 ~ 435605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6528/aba3d8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Youssry Sally M., Abdel-Galeil Mohamed M., Matsuda Atsunori	4. 巻 31
2. 論文標題 One-pot synthesis of reduced graphene oxide nanosheets anchored ZnO nanoparticles via microwave approach for electrochemical performance as supercapacitor electrode	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 15456 ~ 15465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-020-04108-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tan Wai Kian, Asami Kenta, Maegawa Keiichiro, Kumar Rajesh, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 25
2. 論文標題 Fe3O4-embedded rGO composites as anode for rechargeable FeOx-air batteries	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Today Communications	6. 最初と最後の頁 101540 ~ 101540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtcomm.2020.101540	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Youssry Sally M., Ya Kyaw Zay, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Matsuda Atsunori	4. 巻 101
2. 論文標題 Microwave-assisted synthesis of Mn3O4-Fe2O3/Fe3O4@rGO ternary hybrids and electrochemical performance for supercapacitor electrode	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Diamond and Related Materials	6. 最初と最後の頁 107622 ~ 107622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.diamond.2019.107622	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Toe May Zin, Matsuda Atsunori, Han Soe Soe, Yaacob Khatijah Aisha, Pung Swee-Yong	4. 巻 2267
2. 論文標題 Effect of annealing temperature on the performance of ZnO thin film-based dye sensitized solar cell	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Conf. Proc. 2267, (2020)	6. 最初と最後の頁 020010-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0015699	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Soe H. M., Asrulnizam A. M., Atsunori M., Mariatti M.	4. 巻 2267
2. 論文標題 Flexibility and sensitivity of graphene nanoplatelets-polydimethylsiloxane strain sensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings 2267, (2020)	6. 最初と最後の頁 020033-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0015765	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 El-Hallag Ibrahim S., El-Nahass Marwa N., Youssry Sally M., Kumar Rajesh, Abdel-Galeil Mohamed M., Matsuda Atsunori	4. 巻 314
2. 論文標題 Facile in-situ simultaneous electrochemical reduction and deposition of reduced graphene oxide embedded palladium nanoparticles as high performance electrode materials for supercapacitor with excellent rate capability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 124 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2019.05.065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Macedo Wagner C., Singh Rajesh K., Tiwari Vidhu S., Constantino Carlos J. L., Matsuda Atsunori, Moshkalev Stanislav A.	4. 巻 2
2. 論文標題 Nitrogen-Sulfur Co-Doped Reduced Graphene Oxide-Nickel Oxide Nanoparticle Composites for Electromagnetic Interference Shielding	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Applied Nano Materials	6. 最初と最後の頁 4626 ~ 4636
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnm.9b01002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Joanni Ednan, Savu Raluca, Pereira Matheus S., Singh Rajesh K., Constantino Carlos J.L., Kubota Lauro T., Matsuda Atsunori, Moshkalev Stanislav A.	4. 巻 179
2. 論文標題 Fabrication and electrochemical evaluation of micro-supercapacitors prepared by direct laser writing on free-standing graphite oxide paper	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energy	6. 最初と最後の頁 676 ~ 684
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.energy.2019.05.032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Maegawa Keiichiro, Zay Ya Kyaw, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Hattori Toshiaki, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 253
2. 論文標題 Enhancement of interfacial property by novel solid ionomer CsHSO4-H4SiW12O40 for the three-phase interface of a medium-temperature anhydrous fuel cell	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 201 ~ 204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2019.06.061	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Elfiky Mona, Salahuddin Nehal, Hassanein Amera, Matsuda Atsunori, Hattori Toshiaki	4. 巻 146
2. 論文標題 Detection of antibiotic Ofloxacin drug in urine using electrochemical sensor based on synergistic effect of different morphological carbon materials	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microchemical Journal	6. 最初と最後の頁 170 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.microc.2018.12.034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ya Kyaw Zay, Nbelayim Pascal, Kikuchi Takuya, Maegawa Keiichiro, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 340
2. 論文標題 Effect of mixed alkali metal ions in highly proton conductive K/Cs-hydrogen sulfate-phosphotungstic acid composites prepared by mechanical milling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Solid State Ionics	6. 最初と最後の頁 115022 ~ 115022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ssi.2019.115022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ya Kyaw Zay, Kawamura G., Muto H., Matsuda A.	4. 巻 16
2. 論文標題 Anhydrous proton conduction of 0.6CsHSO4-0.4H4SiW12O40 (CHS-WSiA) composite materials fabricated by dry and wet mechanical ball milling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Today: Proceedings	6. 最初と最後の頁 220 ~ 225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matpr.2019.05.309	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kumar Rajesh, Sahoo Sumanta, Joanni Ednan, Singh Rajesh Kumar, Tan Wai Kian, Kar Kamal Krishna, Matsuda Atsunori	4. 巻 75
2. 論文標題 Recent progress in the synthesis of graphene and derived materials for next generation electrodes of high performance lithium ion batteries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Energy and Combustion Science	6. 最初と最後の頁 100786 ~ 100786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pecs.2019.100786	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ooi Y.X., Ya K.Z., Maegawa K., Tan W.K., Kawamura G., Muto H., Matsuda A.	4. 巻 44
2. 論文標題 CHS-WSiA doped hexafluoropropylidene-containing polybenzimidazole composite membranes for medium temperature dry fuel cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Hydrogen Energy	6. 最初と最後の頁 32201 ~ 32209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijhydene.2019.10.093	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Sahoo Sumanta, Joanni Ednan, Singh Rajesh Kumar, Yadav Ram Manohar, Verma Rajiv Kumar, Singh Dinesh Pratap, Tan Wai Kian, Perez del Pino Angel, Moshkalev Stanislav A., Matsuda Atsunori	4. 巻 12
2. 論文標題 A review on synthesis of graphene, h-BN and MoS2 for energy storage applications: Recent progress and perspectives	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nano Research	6. 最初と最後の頁 2655 ~ 2694
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12274-019-2467-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Youssry Sally M., El-Hallag I.S., Kumar Rajesh, Kawamura Go, Matsuda Atsunori, El-Nahass Marwa N.	4. 巻 857
2. 論文標題 Synthesis of mesoporous Co(OH)2 nanostructure film via electrochemical deposition using lyotropic liquid crystal template as improved electrode materials for supercapacitors application	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Electroanalytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 113728 ~ 113728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2019.113728	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ooi Yve Xian, Ya Kyaw Zay, Maegawa Keiichiro, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 344
2. 論文標題 Incorporation of titanium pyrophosphate in polybenzimidazole membrane for medium temperature dry PEFC application	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Solid State Ionics	6. 最初と最後の頁 115140 ~ 115140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ssi.2019.115140	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Abdel-Galeil Mohamed M., Matsuda Atsunori, Moshkalev Stanislav A.	4. 巻 1461
2. 論文標題 One step synthesis Pd/NiO@rGO/CNTs nanocomposite for energy storage as supercapacitor application	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012109 ~ 012109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1461/1/012109	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Rajesh, Youssry Sally M., Ya Kyaw Zay, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Matsuda Atsunori	4. 巻 101
2. 論文標題 Microwave-assisted synthesis of Mn3O4-Fe2O3/Fe3O4@rGO ternary hybrids and electrochemical performance for supercapacitor electrode	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Diamond and Related Materials	6. 最初と最後の頁 107622 ~ 107622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.diamond.2019.107622	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Youssry Sally M., El-Nahass Marwa N., Kumar Rajesh, El-Hallag I.S., Tan Wai Kian, Matsuda Atsunori	4. 巻 30
2. 論文標題 Superior performance of Ni(OH)2-ErGO@ NF electrode materials as pseudocapacitance using electrochemical deposition via two simple successive steps	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Energy Storage	6. 最初と最後の頁 101485 ~ 101485
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.est.2020.101485	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 KYAW ZAY YA, KUMAZAWA Keisuke, KAWAMURA Go, MUTO Hiroyuki, MATSUDA Atsunori	4. 巻 126
2. 論文標題 Cell performance enhancement with titania-doped polybenzimidazole based composite membrane in intermediate temperature fuel cell under anhydrous condition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Ceramic Society of Japan	6. 最初と最後の頁 789 ~ 793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2109/jcersj2.18084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ng Jen Chao, Tan Chou Yong, Ong Boon Hoong, Matsuda Atsunori, Basirun Wan Jeffrey, Tan Wai Kian, Singh Ramesh, Yap Boon Kar	4. 巻 112
2. 論文標題 Novel palladium-guanine-reduced graphene oxide nanocomposite as efficient electrocatalyst for methanol oxidation reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Research Bulletin	6. 最初と最後の頁 213 ~ 220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.materresbull.2018.12.029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ng Jen Chao, Tan Chou Yong, Ong Boon Hoong, Matsuda Atsunori, Basirun Wan Jeffrey, Tan Wai Kian, Singh Ramesh, Yap Boon Kar	4. 巻 19
2. 論文標題 Rapid Nucleation of Reduced Graphene Oxide-Supported Palladium Electrocatalysts for Methanol Oxidation Reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Nanoscience and Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 7236 ~ 7243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1166/jnn.2019.16717	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Elfiky Mona, Salahuddin Nehal, Hassanein Amera, Matsuda Atsunori, Hattori Toshiaki	4. 巻 146
2. 論文標題 Detection of antibiotic Ofloxacin drug in urine using electrochemical sensor based on synergistic effect of different morphological carbon materials	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microchemical Journal	6. 最初と最後の頁 170 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.microc.2018.12.034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する



1. 著者名 Kumar Rajesh, Matsuo Ryusei, Kishida Kazuki, Abdel-Galeil Mohamed M., Suda Yoshiyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 303
2. 論文標題 Homogeneous reduced graphene oxide supported NiO-MnO <sub>2</sub> ternary hybrids for electrode material with improved capacitive performance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 246 ~ 256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2019.02.084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ya Kyaw Zay, Nbelayim Pascal, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 337
2. 論文標題 Anhydrous proton conductive xCHS-(1-x)WSiA composites prepared via liquid-phase shaking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Solid State Ionics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ssi.2019.04.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zay Ya Kyaw, Nbelayim Pascal, Tan Wai Kian, Kawamura Go, Muto Hiroyuki, Matsuda Atsunori	4. 巻 83
2. 論文標題 Effects of cesium-substituted silicotungstic acid doped with polybenzimidazole membrane for the application of medium temperature polymer electrolyte fuel cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 01008 ~ 01008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/20198301008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 El-Hallag Ibrahim S., El-Nahass Marwa N., Youssry Sally M., Kumar Rajesh, Abdel-Galeil Mohamed M., Matsuda Atsunori	4. 巻 314
2. 論文標題 Facile in-situ simultaneous electrochemical reduction and deposition of reduced graphene oxide embedded palladium nanoparticles as high performance electrode materials for supercapacitor with excellent rate capability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 124 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2019.05.065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計46件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 松田厚範
2. 発表標題 FC高温化に向けて
3. 学会等名 第5回FC-Cubicオープンシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永井秀明・前川啓一郎・佐藤優作・永井篤志・松田厚範
2. 発表標題 中温無加湿燃料電池に向けた PBI/Glass fiber コンポジット電解質膜の作製および評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前川 啓一郎・K.Z. Ya・河村 剛・松田 厚範
2. 発表標題 中温無加湿燃料電池の高性能化に向けた酸化チタン添加PBI コンポジット電解質膜の作製と評価
3. 学会等名 2021年電気化学秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nurliyana Binti Mohd Redzuan・西田 仁・前川啓一郎・河村 剛・松田厚範
2. 発表標題 Synthesis and characterization of Pt@TiO <sub>2</sub> core-shell nanoparticles as electrocatalyst for application in PEMFCs
3. 学会等名 2021年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Abd. Elkodous・G. Kawamura・W.K. Tan・A. Matsuda
2. 発表標題 Au nanoparticles-loaded SrTiO <sub>3</sub> :Al supported with Rh/Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> and CoOOH cocatalysts for water splitting overall water splitting
3. 学会等名 2021年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Marwa Mohamed Abouelela・G. Kawamura・W.K. Tan・A. Matsuda
2. 発表標題 Surface modified WO <sub>3</sub> photoanode for photoelectrochemical water splitting
3. 学会等名 2021年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前川啓一郎・N.H.H. Phuc・西田仁・河村剛・松田厚範
2. 発表標題 複素環式化合物強酸塩をベースとするプロトン伝導性無機-有機複合体の合成と 中温無加湿燃料電池への応用
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Matsuda
2. 発表標題 Development of Proton Conductive Materials and Application for Next-Generation Medium Temperature Fuel Cells (Invited Talk)
3. 学会等名 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 14) including Glass & Optical Materials Division 2021 Annual Meeting (GOMD 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Matsuda
2. 発表標題 Advanced Materials for Next Generation Power Source and Storage (Invited Talk)
3. 学会等名 International Symposium on Advanced Materials and Nanotechnology (iSAMN2021) Nanoscale Green Synthesis and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永井秀明・前川啓一郎・西田仁・引間和浩・永井篤志・河村剛・松田厚範
2. 発表標題 中温無加湿燃料電池の高性能化に向けた PBI/無機ファイバ複合電解質膜の作製および評価
3. 学会等名 第60回セラミックス基礎討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前川啓一郎・西田仁・河村剛・松田厚範
2. 発表標題 複素環式化合物強酸塩をベースとするプロトン伝導体の合成と中温無加湿燃料電池への応用
3. 学会等名 電気化学会第89回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前川啓一郎・W.K. Tan・河村剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 層状複水酸化物を添加した PBI コンポジット電解質膜の作製と水酸化物イオン伝導性
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 濱川隼輔・大室智紀・松田厚範・河村剛
2. 発表標題 チタニア及びチタン酸バリウムナノチューブアレイの作製とその光電気化学特性
3. 学会等名 日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤陸・三崎達大・松田厚範・河村剛
2. 発表標題 Pt ナノ粒子担持酸化鉄ナノ粒子光触媒の合成と評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川裕也・石坪響介・W.K. Tan・武藤浩行・松田厚範・河村剛
2. 発表標題 鉄の熱酸化による酸化鉄ナノシートの形成と6価クロム除去性能
3. 学会等名 日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林雅人・W.K. Tan・R. Kumar・河村剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 Ni-Fe電池の正極材料としてのNi(OH) <sub>2</sub> /rGO複合材料の合成
3. 学会等名 第59回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小川裕也・W.K. Tan・武藤浩行・松田厚範・河村剛
2. 発表標題 鉄箔の熱酸化による酸化鉄ナノシートの形成及び Cr(VI)除去性能
3. 学会等名 日本セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前川啓一郎・引間和浩・W.K. Tan・河村剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 層状複水酸化物-PBI コンポジット電解質膜の作製と水酸化物イオン伝導特性
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yve Xian Ooi・Kyaw Zay Ya・Go Kawamura・Hiroyuki Muto・Atsunori Matsuda
2. 発表標題 Incorporation of titanium pyrophosphate in polybenzimidazole membrane for anhydrous PEMFC application
3. 学会等名 22nd International Conference on Solid State Ionics(SSI-22) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 芦田祐哉・Nbelayim Pascal・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 中温無加湿燃料電池に向けた新規電極触媒の作製および評価
3. 学会等名 第58回東海若手セラミスト懇話会、2019年夏期セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林雅人・Tan Wai Kian・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 化学浸漬法によるNi(OH) <sub>2</sub> /Niフォームの作製とニッケル/鉄電池への応用
3. 学会等名 第58回東海若手セラミスト懇話会、2019年夏期セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 P.Nbelayim・K Maegawa・G.Kawamura・W.K.Tan・H.Muto・A.Matsuda
2. 発表標題 Metal@TiO <sub>2</sub> Core-Shell Nanoparticles for Efficient Renewable Energy Devices
3. 学会等名 日本ソル - ゲル学会 第17回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浅見 健太・Tan Wai Kian・Kumar Rajesh・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 Fe/rGO 複合材料の作製と鉄 空気電池への応用
3. 学会等名 電気化学会 2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前川啓一郎・Kyaw Zay Ya・松原直大・Tan Wai Kian・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 Incorporation of inorganic solid acid to the electrolyte and interface for medium-temperature anhydrous fuel cells
3. 学会等名 電気化学会 2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Rajesh Kumar · Sally Youssry · Kyaw Zay Ya · Wai Kian Tan · Go Kawamura · Atsunori Matsuda
2. 発表標題 Microwave-assisted synthesis of manganese oxide-ironoxide@rGO ternary hybrids and its electrochemical performance for supercapacitor electrode
3. 学会等名 30th International Conference on Diamond and Carbon Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wai Kian Tan · Kenta Asami · Go Kawamura · Hiroyuki Muto · Atsunori Matsuda
2. 発表標題 Development of Fe-based negative electrode for Fe-air battery application
3. 学会等名 Collaborative Conference on Crystal Growth (3CG) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wai Kian Tan · Kenta Asami · Go Kawamura · Hiroyuki Muto · Atsunori Matsuda
2. 発表標題 Facile fabrication of Fe oxide negative electrode for Fe-air battery application
3. 学会等名 Technical Meeting and Exhibition for Materials Science and Technology 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keiichiro Maegawa · Qiaxian Johnson · Mihaela Jitianu · Atsunori Matsuda · Andrei Jitianu
2. 発表標題 Conductivity properties of Mg-Al Layer Double Hydroxides
3. 学会等名 Technical meeting and exhibition for material science and technology 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wai Kian Tan・Kenta Asami・Go Kawamura・Hiroyuki Muto・Atsunori Matsuda
2. 発表標題 Formation of Fe@C core-shell nanoparticles for Fe-air battery and the effect of sulfide addition on its performance
3. 学会等名 The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永井秀明・前川啓一郎・Rajesh KUMAR・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 中温無加湿燃料電池に向けたPBI-rGO複合電解質膜の作製および特性評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会、東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浅見健太・Tan Wai Kian・Kumar Rajesh・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 鉄 空気電池の負極としての Fe 304 /rGO 複合材料の作製と特性評価
3. 学会等名 第58回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松原直大・前川啓 一郎・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 無機ナノ物質を添加した中温無加湿燃料電池用コンポジット電解質膜の作製と特性評価
3. 学会等名 第58回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前川啓一郎・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 無機固体酸CHS-WSiAを適用したリン酸ドーブ型中温無加湿PEFCの挙動解析と特性評価
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 芦田祐哉・Yve Xian Ooi・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 中温無加湿燃料電池に向けたSnP207 添加PBI コンポジット電解質膜の特性評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2020年年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林雅人・Tan Wai Kian・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 Ni(OH) <sub>2</sub> /rGO 電極の作製とNi-Fe電池への応用
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2020年年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松原直大・前川啓一郎・Kyaw Zay Ya・河村剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 湿式メカノケミカル法による無機固体酸高分散コンポジット電解質膜の作製と特性評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会東海支部 第56回東海若手セラミスト懇話会2018年夏期セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsunori Matsuda
2. 発表標題 Design Nanocomposite Membranes for Next Generation High Temperature Polymer Electrolyte Fuel Cells
3. 学会等名 The 4th International Conference on Innovative and Sustainable Material Engineering (ISME2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 P. Nbelayim・K. Z. Ya・G. Kawamura・W. K. Tan・H. Muto・A. Matsuda
2. 発表標題 Mixed Alkali Metal Ions in Hydrogen Sulfate-Phosphotungstic Acid Composites for Proton Conduction for Fuel Cell Application
3. 学会等名 山梨大学第8回国際燃料電池ワークショップ2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Z. Ya・W. K. Tan・G. Kawamura・H. Muto・A. Matsuda
2. 発表標題 Cs+-Substituted Silicotungstic Acid Prepared by Wet Mechanical Milling and its Doping to PBI Membranes for High Temperature PEFCs
3. 学会等名 山梨大学第8回国際燃料電池ワークショップ2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 P. Nbelayim・K. Z. Ya・G. Kawamura・W. K. Tan・H. Muto・A. Matsuda
2. 発表標題 Effect of Mixing Alkali Metal Ions for Proton Conducting Hydrogen Sulfate Phosphotungstic acid Composites
3. 学会等名 Advanced Energy Materials (AEM) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松原直大・前川啓一郎・ジョゼイヤ・河村剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 液相法による硫酸水素塩 - ヘテロポリ酸複合体の作製と中温無加湿燃料電池への応用
3. 学会等名 2018年電気化学秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Pascal Nbelayim・Yuya Ashida・Go Kawamura・Wai Kian Tan・Hiroyuki Muto・Atsunori Matsuda
2. 発表標題 Novel Pt@TiO <sub>2</sub> core-shell nanoparticles as electrocatalyst for intermediate temperature range PEMFCs
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. X. Ooi・Kyaw Zay Ya・G. Kawamura・H. Muto・A. Matsuda
2. 発表標題 Investigation on the Incorporation of Inorganic Solid Acid Composite into F6PBI Polymer for Intermediate Temperature PEMFCs
3. 学会等名 第28回日本MRS年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芦田祐哉・Nbelayim Pascal・河村 剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 新規電極触媒を用いた中温無加湿燃料電池の発電特性
3. 学会等名 2018年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芦田祐哉・Nbelayim Pascal・河村剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 中温無加湿燃料電池に向けた新規電極触媒の作製および評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会2019年年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松原直大・前川啓一郎・Kyaw Zay Ya・河村剛・武藤浩行・松田厚範
2. 発表標題 湿式ミリングで作製した硫酸水素塩 - ヘテロポリ酸複合体の燃料電池電解質膜への応用
3. 学会等名 日本セラミックス協会2019年年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Nguyen H. H. Phuc, Ooi Yve Xian and Matsuda Atsunori	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 444
3. 書名 New Developments in Hydrogen Fuel Cell in “NEW DIMENSIONS IN PRODUCTION AND UTILIZATION OF HYDROGEN ”	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Matsuda Muto Kawamura Laboratory <a href="http://ion.ee.tut.ac.jp/">http://ion.ee.tut.ac.jp/</a> 豊橋技術科学大学 松田・武藤・河村研究室 <a href="http://ion.ee.tut.ac.jp/">http://ion.ee.tut.ac.jp/</a> 豊橋技術科学大学教員紹介 電気・電子情報工学系 松田厚範 <a href="https://www.tut.ac.jp/university/faculty/ee/214.html">https://www.tut.ac.jp/university/faculty/ee/214.html</a>
---

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	河村 剛  (KAWAMURA Go)  (10548192)	豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授    (13904)	
研究分担者	小暮 敏博  (KOGURE Toshihiro)  (50282728)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授    (12601)	
研究分担者	大幸 裕介  (DAIKO Yusuke)  (70514404)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授    (13903)	
研究分担者	中嶋 直敏  (NAKAJIMA Naotoshi)  (80136530)	九州大学・カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・特任教授    (17102)	
研究分担者	打越 哲郎  (UCHIKOSHI Tetsuo)  (90354216)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点・グループリーダー    (82108)	

## 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

## 8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
エジプト	Tanta University		
マレーシア	Universiti Sains Malaysia		
インド	Madanapalle Inst. Technol. Sci.	Central Univ. of Himachal Pradesh	
ブラジル	Centre for Info. Tech. Renato Archer	Sao Paulo State University	
米国	CUNY Lehman College		