

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01717

研究課題名(和文) フィラー充填3次元ナノ構造による新規無加湿駆動型電解質膜の創生

研究課題名(英文) Development of Non-humidified electrolyte membrane by filler-filled three-dimensional nanostructure.

研究代表者

有田 稔彦 (ARITA, TOSHIHIKO)

東北大学・多元物質科学研究所・助教

研究者番号：50423033

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：固体高分子型燃料電池は、次世代の発電システムとして期待されており、その性能は高分子電解質膜(PEM)に大きく依存する。本研究では、フィラー充填法を用いた3次元プロトン伝導通路構造を有するPEMの新しいモデルを提案し、電解質膜を作製することで、高いプロトン伝導度を有した高分子電解質膜の作製を目指した。特にフィラー粒子の機能化では、独自に開発した手法により、シリカナノ粒子を強固にプロトン伝導性高分子で被覆し、さらにその表面を保護ポリマーで被覆した。最終的にはこの高分子被覆シリカナノ粒子を充填させ、プロトン伝導経路を3次元化させることで、新規な高分子電解質膜の作成を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で用いる粒子共存制御ラジカル重合法によるコア粒子への高分子被覆は、被覆面積が大きく、強固で高密度な高分子被覆を達成できる。またこれにより得られた被覆粒子を、熱プレスにより密に充填させるだけで、3次元的なプロトン伝導チャンネルを構築できる点で学術的意義を有する。また、作製するプロトン伝導チャンネルは、高プロトン伝導性能が実現でき、さらに、簡便なプロセスで、物質の高度な階層化も実現し、各成分がそのポテンシャルを最大限発揮することを可能にする点で基礎的学術研究にも工業的にも発展の可能性が高く、既存の粒子・フィラーへの高分子被覆技術を置き替える研究として、高い社会的意義を有する。

研究成果の概要(英文)：The polymer electrolyte fuel cells (PEFC) are expected as next energy generation systems, and its performance is strongly dependent upon the polymer electrolyte membrane (PEM). We have been suggested a new model of PEM with a 3-dimensional proton conduction pass-ways structure using the filler-filling method. In particular, in the functionalization of filler particles, silica nanoparticles were strongly coated with a proton conductive polymer and protective polymer by a originally developed method. Finally, by filling the polymer-coated silica nanoparticles and making the proton conductive three-dimensional path way, we achieved the creation of a new polymer electrolyte membrane.

研究分野：高分子合成

キーワード：コアシェル 高分子被覆 プロトン伝導 ラフト重合 粒子共存

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

固体高分子形燃料電池 (PEFC) は、エネルギー問題・環境問題といった社会課題の解決に有望な次世代エネルギーシステムとして注目を集めている。PEFC 性能を大きく左右する電解質膜には、 $10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$ といった極めて高いプロトン伝導性を有する Nafion® が主に用いられてきた。しかし Nafion® は、低湿度環境では使用不可能・強酸性・高価格といった複数の課題を未だ残しており、PEFC 普及妨げの一因となっている。つまり、低湿度環境でも高プロトン伝導性を有し、同時に低酸性度・低価格を満たす電解質膜の開発が必要になっている。

2. 研究の目的

上記課題に対し本研究では、低酸性材料とイオン液体で構築された精緻なプロトン伝導経路の構築により、低湿度から高湿度環境の幅広い湿度環境下でプロトン伝導可能な電解質膜の作製を達成する。

3. 研究の方法

フィラーナノ粒子表面への高分子被覆により、プロトン伝導経路となる二次元界面を有する core-shell 型ナノ粒子を作製し、これらナノ粒子を多点接触させることにより、プロトン伝導方向を三次元へと展開したフィラー充填膜を作製した。このフィラー充填膜は、二次元界面による幅広い湿度環境下での高プロトン伝導度と低酸性度の両立、さらに、簡便な作製法と高汎用材料による低価格化も実現可能である (図 1)。

具体的には、フィラーナノ粒子として用いたシリカナノ粒子表面に、中程度の酸である poly(vinylphosphonic acid) (PVPA)、imidazole (Im) 及び poly(acrylic acid)-*b*-polystyrene (PAA-*b*-PS) を階層的に被覆した core-shell 型ナノ粒子を作製し、さらに、作製した core-shell 型ナノ粒子をバインダー樹脂である polycarbonate (PC) と混練し、フィラー充填膜を作製した (図 2)。³⁾ なお、フィラーナノ粒子表面への高分子被覆には、粒子共存制御ラジカル重合法 (RAFT PwP) を用いた (図 3)。⁴⁾

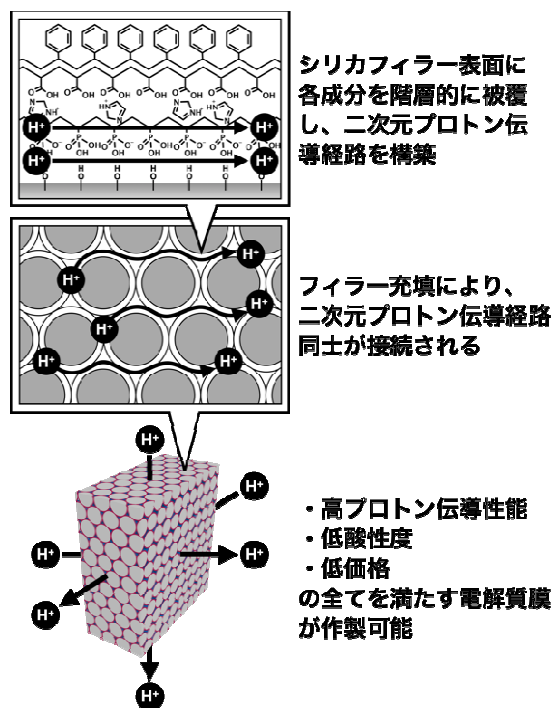


図 1. Core-shell 型ナノ粒子から作製したフィラー充填膜の概要図

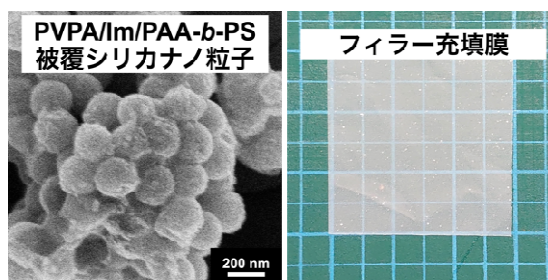


図 2. PVPA/Im/PAA-*b*-PS 被覆シリカナノ粒子の SEM 像とフィラー充填膜の写真

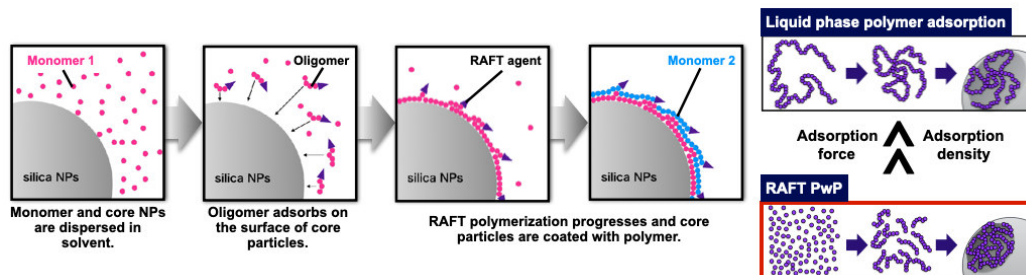


図 3. RAFT PwP の概要

4. 研究成果

交流インピーダンス法を用い、core-shell 型ナノ粒子の圧着ペレット状態及びフィルター充填膜のプロトン伝導度を測定した。

表 1 より、silica@PVPA 及び silica@PVPA/Im は 30 °C 以上の温度域で、silica@PVPA/Im/PAA-*b*-PS は 60°C 以上の温度域で 10^{-2} S cm⁻¹ を上回る高プロトン伝導度を達成した。特に silica@PVPA/Im は、PVPA/Im から構成されるイオン液体部分の構築により、高温域でプロトン伝導度が向上した。これは、シリカナノ粒子と PVPA の二次元界面におけるプロトン伝導のほか、イミダゾールに由来するプロトン伝導が寄与した結果であると考えられ、図 4 (a) の Arrhenius プロットで、プロトン伝導の温度依存性が大きくなっていくことから明らかである。また、membrane は、プロトン伝導部位を持たない PC との複合化によってプロトン伝導度が大きく低下したが、混合比の検討や成膜方法の見直しにより、数値の改善は可能と考える。

表 1. 各 core-shell 型ナノ粒子とフィルター充填膜のプロトン伝導度 [S cm⁻¹]

	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	E_a / eV
silica@PVPA_24 h	8.5×10^{-3}	1.2×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.8×10^{-2}	2.0×10^{-2}	0.14
silica@PVPA/Im_2 eq.	8.5×10^{-3}	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.7×10^{-2}	2.4×10^{-2}	2.9×10^{-2}	2.9×10^{-2}	0.21
silica@PVPA/Im/PAA-<i>b</i>-PS	2.1×10^{-3}	3.6×10^{-3}	5.3×10^{-3}	7.4×10^{-3}	1.0×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.7×10^{-2}	0.33
membrane	4.4×10^{-5}	6.2×10^{-5}	8.6×10^{-5}	1.2×10^{-4}	1.5×10^{-4}	1.6×10^{-4}	3.0×10^{-4}	0.29

プロトン伝導の活性化エネルギー (E_a) は、図 4 (a) の Arrhenius プロットから求めた。Core-shell 型ナノ粒子及び membrane の活性化エネルギーは、全て 0.4 eV 以下の値であり、水素結合を介したプロトンホッピングメカニズムである Grotthuss 型で伝導していることを明らかにした。また、Im 被覆後は、イオン液体由来のプロトン伝導により、活性化エネルギーが上昇した。

湿度制御に伴うプロトン伝導度測定により、低湿度環境下でのプロトン伝導性を評価した (図 4 (b))。Core-shell 型ナノ粒子は 50% RH–95% RH で、membrane は 70% RH–95% RH でプロトン伝導性を示すことを明らかにした。特に silica@PVPA/Im は、プロトン伝導へのイオン液体の寄与が大きく、測定した全ての湿度環境下で最も高いプロトン伝導度を示した。⁵⁾

<参考文献>

- 1) K. Shito *et al.*, *Chem. Lett.*, **2018**, 47, 9.
- 2) K. Tabata *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **2020**, 59, S11H01-1.
- 3) M. Yamada and I. Honma, *polymer*, **2005**, 46, 2986.
- 4) T. Arita, *Chem. Lett.*, **2013**, 42, 801.
- 5) Y. Hori *et al.*, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **2018**, 20, 10311.

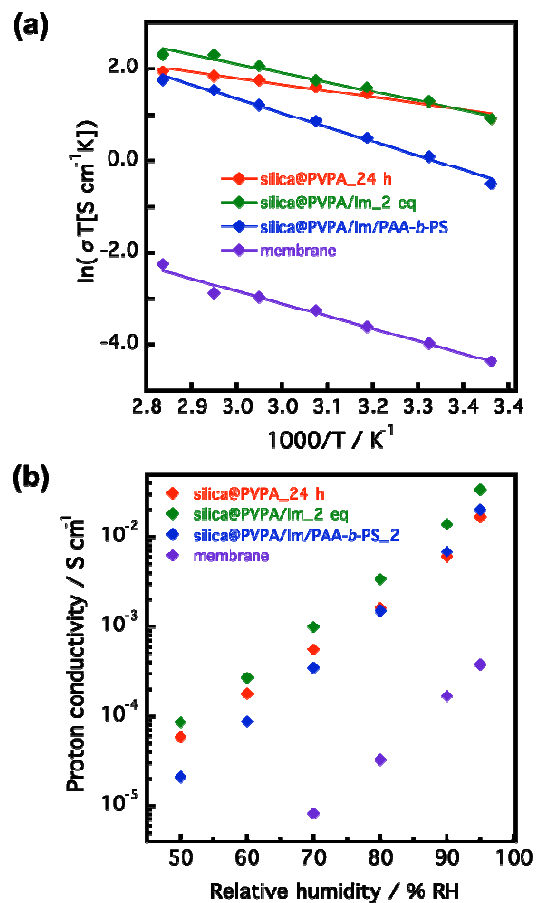


図 4. (a) プロトン伝導の Arrhenius プロット (20°C–80°C, 95% RH)、(b) 湿度変化時のプロトン伝導度 (80°C, 50% RH–95% RH)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Nohara Tomohiro, Koseki Kazuki, Tabata Keisuke, Shimada Ryuichiro, Suzuki Yukina, Umemoto Kazuki, Takeda Masaki, Sato Ryota, Rodbuntum Sasiphapa, Arita Toshihiko, Masuhara Akito	4. 巻 8
2. 論文標題 Core Size-Dependent Proton Conductivity of Silica Filler-Functionalized Polymer Electrolyte Membrane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 14674 ~ 14678
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acssuschemeng.0c04033	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 鈴木 亨奈, 佐藤 亮太, 有田 稔彦, 増原 陽人	4. 巻 69
2. 論文標題 無加湿でも起動可能な燃料電池用電解質膜材料を開発—イオン液体からなる新規材料—	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 無加湿でも起動可能な燃料電池用電解質膜材料を開発—イオン液体からなる新規材料—	6. 最初と最後の頁 300
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 Sato Ryota, Arita Toshihiko, Shimada Ryuichiro, Nohara Tomohiro, Tabata Keisuke, Koseki Kazuki, Umemoto Kazuki, Masuhara Akito	4. 巻 28
2. 論文標題 Biocompatible composite of cellulose nanocrystal and hydroxyapatite with large mechanical strength	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cellulose	6. 最初と最後の頁 871 ~ 879
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10570-020-03550-7	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 Tabata Keisuke, Nohara Tomohiro, Koseki Kazuki, Umemoto Kazuki, Sato Ryota, Rodbuntum Sasiphapa, Suzuki Yukina, Shimada Ryuichiro, Asakura Satoshi, Arita Toshihiko, Masuhara Akito	4. 巻 59
2. 論文標題 Facile-controlling of the coating amount of poly(acrylic acid)-b-polystyrene coated on silica nanoparticles for polymer electrolyte membrane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 S11H01 ~ S11H01
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1347-4065/ab7476	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 志藤 慶治, 増原 陽人	4. 巻 4
2. 論文標題 機能性フィラーを導入した固体高分子電解質膜	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 168-169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計56件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 19件)

1. 発表者名 小関 和喜, 嶋田 隆一朗, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 固体高分子電解質膜を指向した機能性フィラーにおける表面水酸基が及ぼすプロトン伝導度への影響
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野原 智裕, 田端 恵介, 小関 和喜, 佐藤 亮太, 嶋田 隆一朗, 鈴木 亨奈, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 セルロースナノ結晶フィラーを充填したプロトン伝導性高分子電解質膜
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田端 恵介, 野原 智裕, 小関 和喜, 佐藤 亮太, 鈴木 亨奈, 嶋田 隆一朗, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 多成分被覆シリカナノ粒子による新規高分子電解質膜の作製とそのプロトン伝導性能
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木 亨奈, 野原 智裕, 小関 和喜, 田端 恵介, 嶋田 隆一朗, 山門 陵平, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 電解質膜への応用を指向した二官能性RAFT剤による高分子イオン液体の開発
3. 学会等名 第29回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田端 恵介, 野原 智裕, 小関 和喜, , 鈴木 亨奈, 嶋田 隆一朗, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 プロトン伝導性フィラーとイオン液体の複合材料による高分子電解質膜の作製
3. 学会等名 第29回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田端 恵介, 野原 智裕, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 粒子共存酸化重合法によるイオン液体被覆core-shell型ナノ粒子の開発と三次元プロトン伝導経路の構築
3. 学会等名 第68回応用物理学会春期学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋田 隆一朗, 佐藤 亮太, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 歯科修復材料を指向したハイドロキシアパタイト被覆セルロースナノ結晶の作製
3. 学会等名 第68回応用物理学会春期学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野原 智裕, 小関 和喜, 田端 恵介, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 セルロースナノ結晶によるフィラー充填プロトン伝導性高分子膜の創製
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田端 恵介, 小関 和喜, 野原 智裕, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 Core-Shell型ハイブリッドナノ粒子におけるポリマー被覆条件によるプロトン伝導性能の向上
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小関 和喜, 野原 智裕, 田端 恵介, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 燃料電池への導入を指向したハイブリッドナノ粒子におけるコアサイズとその表面に関する研究
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田端 恵介, 野原 智裕, 小関 和喜, 佐藤 亮太, 有田 稔彦, 永野 修作, 増原 陽人
2. 発表標題 高分子電解質膜への導入を指向したCore-Shell 型ナノ粒子のShell 厚制御とプロトン伝導性能
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 亮太, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 新規インレーを指向したCNC@HAp被覆によるオールバイオコンポジットフィラーの作製
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野原 智裕, 嶋田 隆一朗, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 Development of Proton Conductive Membrane by Polymer Coated Cellulose Nanocrystals
3. 学会等名 2019年度 化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増原陽人
2. 発表標題 Functionalized Nanoparticles for Optical and electrical Applications.
3. 学会等名 2019年度 化学系学協会東北大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田端 恵介, 野原 智裕, 小関 和喜, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 Controlling the Shell Thickness of Core-Shell Type Nanoparticles for Proton Conductive Performance
3. 学会等名 2019年度 化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 亮太, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 Preparation of All-Biocomposite Filler for Novel Inlay
3. 学会等名 2019年度 化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋田 隆一朗, 野原 智裕, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 射出成形と熱プレス法によるハイブリッドナノ粒子を導入したプロトン伝導性電解質膜の開発
3. 学会等名 2019年度 化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木亨奈, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 Proton conductive polymer electrolyte membranes based on ionic liquid polymer
3. 学会等名 2019年度 化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田端 恵介, 野原 智裕, 小関 和喜, 鈴木 亨奈, 嶋田 隆一朗, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 高分子電解質膜への導入を指向したCore-Shell型ナノ粒子のShell厚制御によるプロトン伝導性能
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会山形大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野原 智裕, 田端 恵介, 小関 和喜, 嶋田 隆一朗, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 高分子被覆セルロースナノ結晶によるPEFC用プロトン伝導材料の開発
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会山形大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小関 和喜, 野原 智裕, 田端 恵介, 鈴木 亨奈, 嶋田 隆一朗, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 固体高分子電解質膜を指向した高機能化フィラーにおけるコアサイズとその表面水酸基がプロトン伝導へ及ぼす影響
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会山形大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋田 隆一朗, 野原 智裕, 田端 恵介, 小関 和喜, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 固体高分子形燃料電池を指向したセルロースナノ結晶フィラーによる新規電解質膜の開発
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会山形大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 亨奈, 野原 智裕, 田端 恵介, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 プロトン伝導性イオン液体による固体高分子電解質膜の創製 Development of novel solid polymer electrolyte membranes by protonic liquids.
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会山形大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野原 智裕, 小関 和喜, 田端 恵介, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 セルロースナノ結晶によるフィラー充填プロトン伝導性高分子膜の創製
3. 学会等名 第28回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小関 和喜, 野原 智裕, 田端 恵介, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 燃料電池への導入を指向したハイブリッドナノ粒子におけるコアサイズとその表面に関する研究
3. 学会等名 第28回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 亨奈, 佐藤 亮太, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 低加湿下駆動プロトン伝導性電解質膜のためのイオン液体モノマー及びポリマーの創生
3. 学会等名 第28回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 亮太, 野原 智裕, 田端 恵介, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 新規歯科用コンポジットレジンを指向したHAp被覆CNCオールバイオコンポジットフィラーの創製
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋田 隆一郎, 野原 智裕, 田端 恵介, 小関 和喜, 佐藤 亮太, 鈴木 亨奈, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 高機能性セルロースナノ結晶フィラーを導入した新規高分子電解質膜の作製
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木 亨奈, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 高温・低加湿下駆動を指向した架橋イオン液体ポリマー電解質膜の開発
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomohiro Nohara, Keisuke Tabata, Kazuki Koseki, Ryota Sato, Toshihiko Arita, Akito Masuhara
2. 発表標題 Improvement of Proton Conductivity Employing Proton Conductive Polymer Coated Cellulose Nanocrystals for PEFC
3. 学会等名 ECS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomohiro Nohara, Keisuke Tabata, Kazuki Koseki, Ryota Sato, Toshihiko Arita, Akito Masuhara
2. 発表標題 Improvement of Proton Conduction Property for Polymer Electrolyte Membrane with Cellulose Nanocrystals
3. 学会等名 16th International Conference on Nanosciences & Nanotechnology (NN19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tomohiro Nohara, Keisuke Tabata, Kazuki Koseki, Toshihiko Arita, and Akito Masuhara
2 . 発表標題 Development of Proton Conductive Materials for PEFC by Polymer Coated Cellulose Nanocrystals
3 . 学会等名 Smasys2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Keisuke Tabata, Tomohiro Nohara, Kazuki Koseki, Ryota Sato, Toshihiko Arita, and Akito Masuhara
2 . 発表標題 Fabricating the Shell Thickness Controlled Core-Shell Type Nanoparticles for Polymer Electrolyte Membrane
3 . 学会等名 Smasys2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kazuki Koseki, Tomohiro Nohara, Keisuke Tabata, Toshihiko Arita, and Akito Masuhara
2 . 発表標題 Influence of core size and silanol group on proton conductivity of functionalized filler for polymer electrolyte membrane.
3 . 学会等名 Smasys2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Ryota Sato, Tomohiro Nohara, Keisuke Tabata, Toshihiko Arita and Akito Masuhara
2 . 発表標題 All Bio Composite Filler Composed of Cellulose Nanocrystal @ Hydroxyapatite for New Inlay.
3 . 学会等名 Smasys2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Keisuke Tabata, Tomohiro Nohara, Kazuki Koseki, Kazuki Umemoto, Ryota Sato, Toshihiko Arita, and Akito Masuhara
2. 発表標題 Proton Conductive Performance of Shell Thickness Controlled Core-Shell Type Nanoparticles Fabricated by RAFT Polymerization with Particles
3. 学会等名 2019 International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有田稔彦, 池本裕之, 竹本健二, 川口亮太, 勝野晴孝
2. 発表標題 サステナブルナノフィラーとしてのシャツ裁断後切れ端を原料としたセルロースナノクリスタル(CNC)粉体製作
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有田稔彦
2. 発表標題 セルロースナノ結晶充填ペットボトルの試作
3. 学会等名 第28回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有田稔彦, 池本裕之, 竹本健二, 川口亮太, 勝野晴孝
2. 発表標題 シャツ裁断くずを原料としたサステナブルセルロースナノクリスタル(CNC)フィラー
3. 学会等名 第30回エラストマー討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshihiko Arita
2. 発表標題 Powder cellulose nanocrystal (CNC) from industrial waste offcut cotton textile for a new sustainable nanofiller
3. 学会等名 2nd World Congress on Biopolymers and Bioplastics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshihiko Arita, Hiroyuki Ikemoto, Kenji Takemoto, Ryota Kawaguchi, Harutaka Katsuno
2. 発表標題 Powder cellulose nanocrystal (CNC) from industrial waste offcut cotton textile for a new sustainable nanofiller
3. 学会等名 6th Global Conference on Polymer and Composite Materials (PCM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshihiko Arita, Hiroyuki Ikemoto, Kenji Takemoto, Ryota Kawaguchi, Harutaka Katsuno
2. 発表標題 Powder cellulose nanocrystal (CNC) from industrial waste offcut cotton textile for novel sustainable nanofiller
3. 学会等名 International Conference and Exhibition on Nano Technology (Nano USA) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshihiko Arita, Hiroyuki Ikemoto, Kenji Takemoto, Ryota Kawaguchi, Harutaka Katsuno
2. 発表標題 Powder cellulose nanocrystal (CNC) from industrial waste offcut cotton textile for a new sustainable nanofiller
3. 学会等名 Advanced Nano and Energy Materials (ANEM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有田 稔彦
2. 発表標題 ユーザーサイドから見たセルロースナノクリスタル (CNC) の魅力と可能性
3. 学会等名 京都グリーンケミカル・ネットワーク オープンイノベーション ~ナノセルロース (CNF, CNC) ~ (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有田稔彦, 池本裕之, 竹本健二, 川口亮太, 勝野晴孝
2. 発表標題 サステナブルナノフィラーとしてのシャツ裁断後切れ端を原料としたセルロースナノクリスタル (CNC) 粉体の作製
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshihiko Arita, Jun Araki
2. 発表標題 Preparation of ' powder ' cellulose nanocrystal (nanowhisker) filler with natural surface
3. 学会等名 Energy Materials and Nanotechnology (EMN) Barcelona Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshihiko Arita
2. 発表標題 Controlled radical polymerizations with particles (CRPwP) for efficient production of block copolymer-functionalized nanocrystals
3. 学会等名 18th International Symposium on Advanced Organic Photonics (ISAOP-18), (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshihiko Arita
2. 発表標題 Development of direct polymer grafted magnetic nanoparticles and its application to magnetic Janus polymer particle
3. 学会等名 SCON International Conference on Materials Science and Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshihiko Arita, Jun Araki
2. 発表標題 Natural cellulose nanocrystal (nanowhisker) powder
3. 学会等名 5th Global Conference on Polymer and Composite Materials (PCM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshihiko Arita, Akito Masuhara
2. 発表標題 Controlled radical polymerizations with particles (CRPwP) for mass production of high-performance block-copolymer-coated nanofillers.
3. 学会等名 7th International Conference on Advanced Materials and Engineering Materials (ICAMEM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshihiko Arita, Hiroyuki Ikemoto, Kenji Takemoto, Ryota Kawaguchi, Harutaka Katsuno
2. 発表標題 Preparation of powder cellulose nanocrystal (CNC) from industrial waste offcut cotton textile for novel sustainable nanofiller
3. 学会等名 6th International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials (HYMA2019) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 佑樹, 志藤 慶治, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 低加湿下で駆動可能なプロトン伝導性イオン液体モノマー及びポリマー
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野原 智裕, 小関 和喜, 田端 恵介, 有田 稔彦, 増原 陽人
2. 発表標題 セルロースナノ結晶充填プロトン伝導性固体高分子電解質膜の創製
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akito Masuhara, Keiji Shito, Yuki Takahashi, Satoshi Sekine, Kazuki Koseki, Keisuke Tabata, Tomohiro Nohara, and Toshihiko Arita
2. 発表標題 Novel Process for preparing Core-Shell type hybridized nanoparticles for polymer electrolyte membrane
3. 学会等名 7th International Conference on Advanced Materials and Engineering Materials (ICAMEM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akito Masuhara, Keiji Shito, Yuki Takahashi, Satoshi Sekine, Kazuki Koseki, Keisuke Tabata, Tomohiro Nohara, Toshihiko Arita
2. 発表標題 Simple Process for Preparing Core-Shell Type Hybridized Nanoparticles for Polymer Electrolyte Membrane
3. 学会等名 2018 MRS Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋佑樹, 志藤慶治, 増原陽人, 有田稔彦
2. 発表標題 イオン液体を用いた低加湿下でプロトン伝導可能なブロック共重合体の開発
3. 学会等名 第27回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 有田稔彦	4. 発行年 2018年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 328
3. 書名 リビングラジカル重合法を援用したフィラーの機能化（無機フィラーからセルロースナノ結晶まで）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	増原 陽人 (MASUHARA AKITO) (30375167)	山形大学・大学院理工学研究科・教授 (11501)	

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
---------	---------