

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：12605

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2018～2022

課題番号：17KK0129

研究課題名（和文）地球温室効果ガス分離材料の開発と実ガス評価

研究課題名（英文）Development of polymeric membranes for CO₂ capture

研究代表者

兼橋 真二（Kanehashi, Shinji）

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・准教授

研究者番号：80553015

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,800,000円

渡航期間： 3ヶ月

研究成果の概要（和文）：現在の地球規模で深刻化する地球温暖化に対し、その原因とされる二酸化炭素（CO₂）を分離回収する高分子分離膜の開発を行った。コロナウイルスの影響により、2020年～2022年度のメルボルン大学への研究滞在ができなかった代替方法として、オンラインでの打ち合わせを活発に行い研究を遂行した。本研究により、1. 高分子とナノ粒子とのMixed Matrix Membranesの作製とCO₂分離特性およびその実用化に向けた検討、2. 超臨界CO₂を用いた高分子のナノ構造改質によるCO₂分離膜特性の向上、3. バイオマス由来のCO₂分離膜の開発を行い、実用化に向けた知見およびCO₂分離膜性能向上を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はカーボンニュートラル社会の実現に不可欠な地球温暖化問題の原因となるCO₂分離回収に有用な分離膜素材の研究開発に応用展開できるものである。さらに、再生可能な資源由来のCO₂分離膜は、さらなる環境負荷低減に期待できるものである。本研究で実施した実用化に向けたCO₂分離膜の研究において得られた分離膜性能の向上、実ガスの影響、分離層の薄膜化は重要な知見であり、学術的に意義の大きいものである。今後さらに国際共同研究を進めていくことで、実用化への研究開発へと発展に期待できるものである。

研究成果の概要（英文）：In the present work, development of polymer membranes for CO₂ capture. As an alternative way of conducting this work at University of Melbourne during the 2020-2022 under the COVID-19, the work was carried out by holding online meetings. In this work, following topics have been investigated. 1. Development of mixed matrix membranes for CO₂ capture, 2. Improvement of CO₂ separation performance of polymer membranes treated by supercritical CO₂, 3. Development of novel CO₂ separation membranes derived from biomass resources. Through this work, some effective knowledge and improvement of membrane performance for practical applications have been clarified.

研究分野：高分子機能材料、膜工学、バイオマス科学

キーワード：分離膜 高分子 コンポジット膜 二酸化炭素 地球温暖化 バイオマス MOF 超臨界二酸化炭素

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 F-19-2

1. 研究開始当初の背景

世界的に深刻な環境問題である地球温暖化に対し、その原因とされる二酸化炭素 (CO₂) 排出量の削減が喫緊の課題である。これに対し、CO₂ 削減の抜本的かつ有効な対策として注目されている CO₂ 回収貯留技術 (CCS) あるいは有効利用技術 (CCU) の実用に向けた研究開発が世界中で進められている。本研究ではこの CCS および CCU に共通するプロセスである発生源からの CO₂ 回収技術として大きく期待されている省エネルギーかつクリーンな経済性の高い膜分離法に着目する。この CO₂ 分離膜材料には高い CO₂ 透過性と分離性および実用環境での性能安定性が求められる。膜性能を向上する方法として、近年、膜分離性能の向上に期待できる素材である高分子と複合化材料である多孔性ナノ粒子からなる高分子ハイブリッド分離膜 (Mixed matrix Membrane, MMM) に大きな注目が集まっている。様々なポリマー素材とナノ粒子との組み合わせからなる MMM の基礎的な膜特性が報告されている。この MMM では、高分子とナノ粒子との相溶性が重要であり、双方の界面に致命的な構造欠陥のない構造が膜分離性能の維持・向上に重要であることがわかっている。

燃焼前回収、燃焼後回収、天然ガス精製プロセスの実ガスには、水蒸気をはじめ、硫化水素や硫酸化物、窒素酸化物などの酸性ガス、炭化水素が含まれる。これらの少量成分が膜の膨潤・可塑性、エージングを引き起こし、膜性能に影響を与えることも知られており、新しい膜分離素材の実用化に向け、その影響解明が重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、高分子と様々な多孔性ナノ粒子からなる高分子ハイブリッド分離膜の実ガスを想定した分離性能試験および分離膜モジュールの試作へとつながる知見を得るべく実施するものであり、最終的に CO₂ 高分子分離膜の実用化を目指す。また基礎的な膜分離性能向上を目的とした新規高分子分離膜素材の探索を行う。

具体的には以下の項目の実施により、本研究の目的を達成する。

(1) 高分子ハイブリッド膜 (MMM) の実用化に向けた実ガスの影響

MMM の作製と構造および物性評価、実ガスを想定した不純物を含む混合ガスを用いた高分子分離膜の CO₂ 分離性能、分離膜モジュールの試作に向けた基礎検討

(2) 新規な高分子分離膜の作製 (超臨界二酸化炭素 (ScCO₂) による分離膜の改質、再生可能なバイオマス由来の分離膜) を行う。

3. 研究の方法

(1) 高分子ハイブリッド膜 (MMM) の実用化に向けた実ガスの影響

本研究の遂行にあたり、ポリマーマトリクス素材に芳香族ポリイミド (Matrimid)、複合化材料として、多孔性ナノ粒子である金属有機構造体 (MOF) や多孔性有機高分子 (POP)、カーボンナノ粒子を選択した。MOF として、ZIF-8、Cu-BTC、POP としてトリアリルアミン系のポリマーを用いた。これらのナノ粒子は市販または既報に従い、合成したものを実験に用いた。分離膜の製膜には、溶媒キャスト法を用いて MMM を作製し、一般膜物性 (膜密度、自由体積分率、含水率、熱特性) および走査型電子顕微鏡 (SEM) による膜構造の観察を行った。基礎的な膜分離性能評価は、差圧法にて温度 35°C にて、二酸化炭素、メタン、酸素、窒素の純ガスを用いた。実ガスの影響として、酸性ガス成分である硫化水素、二酸化硫黄、窒素酸化物を 1000 ppm 含む混合ガスを用いた透過試験を行った。測定は 35°C にて行った。分離膜の薄膜化検討として、多孔質支持体上にポリマー溶液を垂らし、ナイフキャストニングにより製膜した。

(2) 新規な高分子分離膜の作製

超臨界二酸化炭素 (ScCO₂) による分離膜の改質として、ポリイミドのナノ構造改質を研究した。処理条件として、温度 50°C、最大圧力 25MPa の条件にて、最大 8 時間暴露し、その後、急速減圧または緩やかな減圧により大気圧に戻した。35°C における処理した膜の気体透過試験を行った。また膜の溶解性評価として、重量法による 35°C における収着量測定を行った。

再生可能資源のひとつである桂皮酸誘導体とセルロースからなる変性セルロースの気体透過性および溶解性を評価した。気体透過測定は、温度 35°C にて二酸化炭素、メタン、酸素、窒素の純ガスを用いた。膜の溶解性評価は、重量法による 35°C における二酸化炭素の収着量測定を行った。

4. 研究成果

(1) 高分子ハイブリッド膜 (MMM) の実用化に向けた実ガスの影響

MMM の製膜において、ナノ粒子の含有量が増加するにつれて、膜の外観はナノ粒子の色を反映した外観に変化していった。また含有量によらず、膜の透明性は維持されていたことから、ナノ粒子は過度な凝集をせず、ポリイミドマトリクスに良好に分散していることが示唆された。実際の膜断面の SEM 画像より、ポリイミドマトリクスとナノ粒子間に明確な界面欠損は観察されず、良好に分散していた。今回用いたナノ粒子の自由体積分率は、ポリイミドよりも大きいものであり、一連のナノ粒子がポリイミドよりも大きな空間であることを示している。すなわち、ナノ粒子を含有した MMM の自由体積は、ポリイミドよりも大きいことを示している。

膜の親水・疎水性の目安である膜の含水率では、親水性の Cu-BTC からなる MMM の含水率が最も高いものであった。一方、疎水性のカーボンナノ粒子を用いた MMM の含水率は、ポリイミドよりも低く、疎水性であった。

これらの膜の気体透過性を測定した結果、ベースとなるポリイミドと比較して、MMM の CO₂ 透過係数は、ポリイミドに比べナノ粒子の含有量が増加するにつれて透過係数は増加した。一般に、高分子分離膜の気体透過係数と分離係数の間にはトレードオフの関係があり、透過係数が増加すると、分離係数は減少する。これに対し今回の MMM では、透過係数は増加した一方で CO₂/CH₄ 分離性はほぼ一定であった。このことから、一連の MMM には明確な界面欠損がないことを示していた。この結果は、SEM 画像と一致するものであった。

次にこれらの膜の酸性ガス存在下での気体透過性の安定性を図 1 に示す。ポリイミド膜では 60 日経過後もメタンの透過係数に大きな変化は観察されず、安定した膜性能を示した。これはポリイミドが有する耐化学的安定性によるものである。次に、MMM では、興味深いことに金属系の MOF と有機系ナノ粒子を用いた膜の安定性は大きく異なっていた。MOF を用いた MMM では、気体透過係数の減少が顕著であった。経時変化後の透過係数は、ポリイミド膜の透過係数よりも低いものであった。酸性ガス成分が MOF ナノ粒子の構造を酸化劣化させたことで、多孔質構造が崩壊し、透過性を大幅に低下させたものと考えられる。酸性ガス存在下では、MOF を用いた MMM の外観は大きく変化したことからも、化学的劣化が示唆された。さらに膜強度も低下していた。このことから、酸性ガスが金属ナノ粒子を化学劣化させ、膜性能に致命的な影響を与えるものであった。一方、有機系ナノ粒子では、酸性ガス存在下では透過係数の減少は MOF よりもかなり小さいものであった。POP を含む MMM では、酸性ガス存在下では約 30% 透過係数は減少したが、この透過係数はポリイミド膜よりも高いものであった。この酸性ガス存在かでの加速劣化試験より、MOF を含む MMM では化学劣化の影響が大きいのに対し、有機系ナノ粒子の場合では、MOF よりも有用な分離膜材料であることを示している。実際の実験対象ガス中の酸性ガス成分は、1000ppm よりも低いものが導入されることから、この気体透過係数の変化や化学劣化の影響はより緩やかに長期的に表れるものと考えられる。

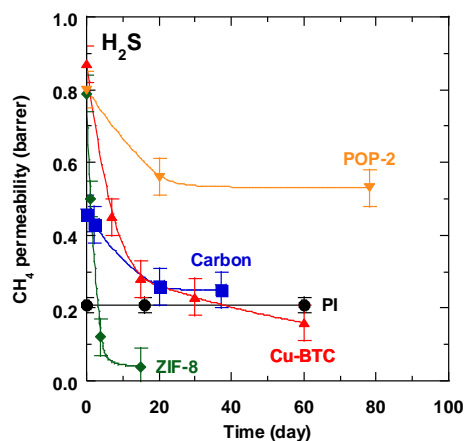


図 1 酸性ガス存在下でのポリイミドおよび MMM のメタン透過係数の経時変化

次に、この膜の薄膜形成について検討した。膜厚が 1 μ m 以下となるよう、ナイフキャストイングにより製膜を行った。膜の厚みは SEM より測定した。これらの膜の気体透過量測定を行った結果、ナノ粒子の含有量が 10wt% 以上の MMM では、透過係数が増加する一方で、気体分離係数の減少が大きいものであった。厚みのある MMM ではその透過係数が増加し、分離係数も維持していたのに対し、薄膜では、ナノ粒子による膜中の界面欠損の影響が顕著に表れた結果、膜分離性能が大きく低下したものと推察される。今回用いたナノ粒子サイズは SEM 観察より最大で 300 nm であった。薄膜の厚み方向に対し、ナノ粒子のサイズが大きく、ナノ粒子の凝集による膜の欠損の影響が出やすいものと考えられる。この界面欠損の影響は、膜中のナノ粒子の含有量を減少させていくと、膜の分離係数の低下は抑制される傾向を示したことから、粒子の凝集に起因したものと推察される。今後、粒子サイズのより小さいものを用いる検討、製膜方法の改善により、ポリイミドマトリクス中のナノ粒子の凝集の影響の軽減効果を研究し、薄膜での MMM の作製方法を確立していく。

以上の結果より、ポリイミドを用いた MMM の実ガス耐性として、ナノ粒子の化学的耐久性の影響を大きく受け、金属系の MOF よりも有機系のナノ粒子が酸性ガス存在下では有効であることが明らかになった。

(2) 新規な高分子分離膜の作製

膜分離性能のさらなる向上を目的に、超臨界二酸化炭素 (scCO₂) を用いたナノ構造改質の効果について研究した。scCO₂ 処理によりポリイミド膜のナノ構造が大きく変化するものであった。特に、超臨界状態からの大気圧への圧抜き速度が、膜構造に影響することがわかった。圧抜き速度が速いほど、scCO₂ により膨潤・可塑性化した膜に含まれる二酸化炭素がさらに膨張し、膜を疎にする一方で、緩やかに減圧することで膨潤・可塑性化した膜構造が再配列による安定化により、急速減圧よりも膜構造が密になることが示唆された。この膜の気体透過係数を測定した結果、いずれの気体も処理前より透過係数は増加することがわかった。これは scCO₂ 処理により、膜が膨潤・可塑性化し、膜の自由体積が増加したことによる気体拡散性の増加に起因

したものと同様に推察される。一方、scCO₂ 処理した膜の二酸化炭素の溶解性は、処理前よりも大きいものであった。scCO₂ 処理により、二酸化炭素の溶解領域 (Langmuir 吸着サイト) が増加したためと推察される。圧抜き速度について着目すると、急速減圧した膜の方が緩やかに減圧した膜よりも気体透過性が大きいものであった。これは、緩やかな減圧時に、高分子鎖の再配列による安定化が膜構造をより密にしたことが影響したものと推察される。一方、膜の気体分離係数は緩やかに減少した。このことから、ポリイミド膜への scCO₂ 処理は気体透過係数を増加させる有効なアプローチであり、さらに超臨界状態からの大気圧への圧抜き速度により、膜のナノ構造を調整できることを示していた。

植物バイオマス由来の桂皮酸誘導体を導入した変性セルロース膜の分離性能について研究した。図2に桂皮酸誘導体を導入した変性セルロースの各気体の透過係数と気体サイズの目安となる気体の臨界体積との関係を示す。桂皮酸誘導体成分の導入により、すべての気体の透過係数は増加する一方で、二酸化炭素分離性能は導入前よりも同等以上であった。

また、桂皮酸誘導体成分を導入した膜の二酸化炭素の溶解性は、導入前よりも低いものであった。このことから、二酸化炭素の透過係数の増加は、溶解性の減少よりも自由体積の増加に基づいた拡散係数の増加に起因することが推察される。一方、気体分離係数の維持・向上は、セルロース骨格への桂皮酸成分の導入により、膜の自由体積が増加する一方で、拡散選択性の増加によるものであることが示唆された。すなわち、導入前の変性セルロースでは溶解選択性に基づいた二酸化炭素分離挙動であるのに対し、桂皮酸誘導体を導入した膜では、溶解選択型から拡散選択型に移行したことを示していた。さらに、二酸化炭素の圧力依存性を測定した結果、桂皮酸誘導体を導入した膜の方がより高圧の二酸化炭素による可塑化の影響が小さいことがわかった。これは側鎖に導入された桂皮酸誘導体のベンゼン環どうしの相互作用が疑似的な架橋効果となり、二酸化炭素による膜の可塑化を抑制する働きがあることが示唆された。

以上の結果より、セルロースへの桂皮酸誘導体の導入は二酸化炭素分離性能を向上し、その導入量により、気体分離挙動を溶解選択型から拡散選択型の膜への変化させることが明らかになった。

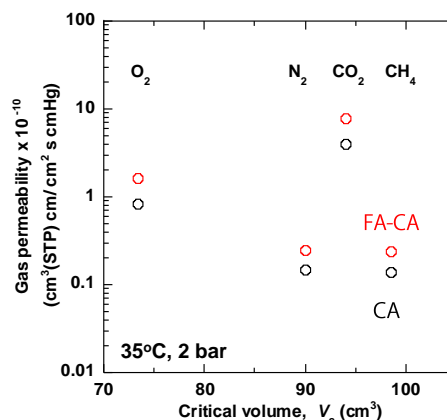


図2 桂皮酸誘導体を導入した変性セルロースの各気体の透過係数と臨界体積との関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hosokawa Satomi, Tomita Eri, Kanehashi Shinji, Ogino Kenji	4. 巻 61
2. 論文標題 Study on effect of supercritical CO2 on structural ordering and charge transporting property in thiophene-based block copolymer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 021001 ~ 021001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac47a9	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 Lu Hiep Thuan, Li Wen, Miandoab Ehsan Soroodan, Kanehashi Shinji, Hu Guoping	4. 巻 15
2. 論文標題 The opportunity of membrane technology for hydrogen purification in the power to hydrogen (P2H) roadmap: a review	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers of Chemical Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 464 ~ 482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11705-020-1983-0	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 Okada Naoki, Sato Kohei, Yokoo Moegi, Kodama Erina, Kanehashi Shinji, Shimomura Takeshi	4. 巻 3
2. 論文標題 Thermoelectric Properties of Poly(3-hexylthiophene) Nanofiber Aerogels with a Giant Seebeck Coefficient	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 455 ~ 463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.0c01185	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 Yanagishima Naoya, Kanehashi Shinji, Saito Hiromu, Ogino Kenji, Shimomura Takeshi	4. 巻 206
2. 論文標題 Thermoelectric properties of PEDOT:PSS aerogel secondary-doped in supercritical CO2 atmosphere with low thermal conductivity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 122912 ~ 122912
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2020.122912	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 Scholes Colin、Kanehashi Shinji	4. 巻 9
2. 論文標題 Polymer of Intrinsic Microporosity (PIM-1) Membranes Treated with Supercritical CO ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Membranes	6. 最初と最後の頁 41 ~ 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/membranes9030041	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 Kanehashi Shinji、Scholes Colin A.	4. 巻 14
2. 論文標題 Perspective of mixed matrix membranes for carbon capture	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers of Chemical Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 460 ~ 469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11705-019-1881-5	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 Nishino Haruka、Liu Chang、Kanehashi Shinji、Mayumi Koichi、Tominaga Yoichi、Shimomura Takeshi、Ito Kohzo	4. 巻 26
2. 論文標題 Ionic transport and mechanical properties of slide-ring gel swollen with Mg-ion electrolytes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ionics	6. 最初と最後の頁 255 ~ 261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11581-019-03179-y	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 兼橋真二	4. 巻 64
2. 論文標題 高分子ハイブリッド材料の開発と CO ₂ 分離への応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ケミカルエンジニアリング	6. 最初と最後の頁 8-16
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 兼橋真二	4. 巻 64
2. 論文標題 豊かさの代償と明るい未来への選択を	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 繊維学会誌	6. 最初と最後の頁 20-21
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 兼橋真二	4. 巻 40
2. 論文標題 高分子系気体分離膜におよぼす 実ガス成分の影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 機能材料	6. 最初と最後の頁 -
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 Scholes Colin A., Kanehashi Shinji	4. 巻 566
2. 論文標題 Polymeric membrane gas separation performance improvements through supercritical CO2 treatment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Membrane Science	6. 最初と最後の頁 239 ~ 248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.memsci.2018.09.014	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 Lu H.T., Liu L., Kanehashi S., Scholes C.A., Kentish S.E.	4. 巻 555
2. 論文標題 The impact of toluene and xylene on the performance of cellulose triacetate membranes for natural gas sweetening	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Membrane Science	6. 最初と最後の頁 362 ~ 368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.memsci.2018.03.045	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 Kanehashi Shinji, Aguiar Alita, Lu Hiep T., Chen George Q., E. Kentish Sandra	4. 巻 549
2. 論文標題 Effects of industrial gas impurities on the performance of mixed matrix membranes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Membrane Science	6. 最初と最後の頁 686 ~ 692
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.memsci.2017.10.056	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 兼橋真二、永井一清	4. 巻 25
2. 論文標題 無機 - 有機ハイブリッド膜による二酸化炭素の分離	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Soc. Inorg. Mater. Jpn	6. 最初と最後の頁 458-464
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 -

1. 著者名 兼橋真二	4. 巻 60
2. 論文標題 CO2回収貯留プロセスへの適用を目指した高分子複合材料の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 配管技術	6. 最初と最後の頁 46-50
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 兼橋真二	4. 巻 27
2. 論文標題 地球温室効果ガス分離回収を目的とした分離材料の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 クリーンエネルギー	6. 最初と最後の頁 19-23
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 兼橋真二	4. 巻 46
2. 論文標題 ハイブリッド高分子分離膜材料の開発と地球温室効果ガス回収への応用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンバーテック	6. 最初と最後の頁 20-23
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 兼橋真二	4. 巻 64
2. 論文標題 高分子ハイブリッド材料の開発とCO2分離への応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ケミカルエンジニアリング	6. 最初と最後の頁 8-16
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 -

〔学会発表〕 計30件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Shinji Kaneshashi
2. 発表標題 Development of environmental functional materials for BCG: CO2 capture membranes and bio-based polymers
3. 学会等名 PCT-12 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinji Kaneshashi
2. 発表標題 Effective utilization of non-edible phenolic plant oil for novel green polymers
3. 学会等名 16th Asian Textile Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinji Kanehashi
2. 発表標題 Development of polyimide-based Mixed Matrix Membranes for CO2 separation
3. 学会等名 16th Asian Textile Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 難波琴都、柳瀬雄貴、荻野賢司、兼橋真二、鎌形潤一、青木仁史
2. 発表標題 フェルラ酸と酢酸セルロースからなる新規ポリマーの合成と物性
3. 学会等名 2022年 繊維学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤春香、兼橋真二、荻野賢司、下村武史
2. 発表標題 超臨界乾燥によるPEDOT:PSSエアロゲルの多孔性および熱電特性評価
3. 学会等名 2022年 繊維学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 貫井大輔、荻野賢司、兼橋真二
2. 発表標題 超臨界二酸化炭素処理によるポリイミドの構造と物性変化
3. 学会等名 2022年 繊維学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 難波琴都、柳瀬雄貴、町頭圭、荻野賢司、兼橋真二、鎌形潤一、青木仁史
2. 発表標題 フェルラ酸骨格を導入したセルロース誘導体の合成とCO2分離
3. 学会等名 2022年 繊維学会秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 貫井大輔、荻野賢司、兼橋真二
2. 発表標題 超臨界二酸化炭素によるポリイミドの高次構造への影響
3. 学会等名 2022年 繊維学会秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 兼橋 真二、荻野 賢司、鎌形 潤一、青木 仁史
2. 発表標題 フェルラ酸とセルロースからなる新規バイオベース ポリマーの合成と CO2 分離特性
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 兼橋 真二、柳瀬 雄貴、町頭 圭、荻野 賢司、鎌形 潤一、青木 仁史
2. 発表標題 フェルラ酸導入セルロース系バイオマスプラスチックの作製と二酸化炭素分離膜材料への応用
3. 学会等名 第70回 高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下村 武史、兼橋 真二
2. 発表標題 導電性高分子エアロゲルの作製と熱電機能
3. 学会等名 第70回 高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兼橋 真二
2. 発表標題 Development of novel bio-based functional polymers derived from non-edible phenolic compound
3. 学会等名 第70回 高分子討論会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兼橋 真二
2. 発表標題 Development of Novel CO2 Separation Membrane
3. 学会等名 MRM2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兼橋 真二
2. 発表標題 CCSの国内外動向とCO2分離膜技術
3. 学会等名 水素・燃料電池材料研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 兼橋 真二
2. 発表標題 Novel Environmentally-Friendly Biomass-based Polymers
3. 学会等名 Shinji Kanehashi (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兼橋 真二
2. 発表標題 高分子分離膜技術による CO2分離回収
3. 学会等名 革新的 CO2 分離回収技術シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 兼橋 真二
2. 発表標題 SDGs達成に貢献する環境機能材料 -未利用資源由来のバイオマスプラスチックからCO2分離材料まで-
3. 学会等名 第4回ファインケミカルジャパン2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兼橋 真二
2. 発表標題 CO2 回収貯留技術と有効利用
3. 学会等名 VACUUM2021 真空展 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兼橋真二
2. 発表標題 高分子ハイブリッド分離膜材料を用いた二酸化炭素分離
3. 学会等名 日本鉄鋼協会 第181回春季講演大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳瀬雄貴, 町頭圭, 荻野賢司, 兼橋真二, 鎌形潤一, 青木仁史
2. 発表標題 米ぬか由来のフェルラ酸を利用した機能性バイオベースポリマーの合成と評価
3. 学会等名 2020年繊維学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柳瀬雄貴, 町頭圭, 荻野賢司, 兼橋真二, 鎌形潤一, 青木仁史
2. 発表標題 米ぬか由来のフェルラ酸を用いた機能性バイオベース材料の開発
3. 学会等名 2020年繊維学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 兼橋真二, KENTISH Sandra
2. 発表標題 高分子ガス分離膜の膜分離性能におよぼす不純物の 影響
3. 学会等名 日本膜学会第41年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兼橋真二
2. 発表標題 高分子分離膜の膜分離性能におよぼす不純物の影響に関する研究
3. 学会等名 日本膜学会第41年会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinji Kanehashi, Colin Scholes, Sandra Kentish
2. 発表標題 Polymer hybrids composed of polymer and porous nanoparticles for carbon dioxide separation
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 兼橋真二
2. 発表標題 高分子膜による分離技術はここまで来た
3. 学会等名 第9回 CSJ化学フェスタ2019（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinji Kanehashi
2. 発表標題 Development of novel polymer membranes derived from unutilized renewable biomass
3. 学会等名 IMSTEC2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 兼橋真二, 荻野賢司, KENTISH Sandra
2. 発表標題 高分子ハイブリッドを用いた地球温室効果ガス分離材料の開発
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

1. 発表者名 兼橋真二, 荻野賢司, KENTISH Sandra
2. 発表標題 高分子ハイブリッド材料による二酸化炭素の分離回収
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 兼橋真二, 荻野賢司, KENTISH Sandra
2. 発表標題 ハイブリッド高分子分離膜材料による二酸化炭素分離
3. 学会等名 化学工学会第83年回
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinji Kanehashi, Colin Scholes, Sandra Kentish
2. 発表標題 Polymer hybrids composed of polymer and porous nanoparticles for carbon dioxide separation
3. 学会等名 第67回高分子年次大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

個人ホームページ https://sites.google.com/site/shinjikanehashi/Researchmap https://researchmap.jp/shinji.kanehashi/ Publons https://publons.com/researcher/2405239/shinji-kanehashi/ University of Melbourne https://findanexpert.unimelb.edu.au/display/person587118
--

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

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