

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H04153

研究課題名(和文) SCATを活用した螺旋ポリマーよりの分子内孔含有2D高分子気体分子篩自立膜の合成

研究課題名(英文) Self-supporting gas separation membranes by molecular sieving effects of molecular size pores in 2D macromolecules synthesized by SCAT reaction of helical polymers

研究代表者

青木 俊樹 (AOKI, Toshiki)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：80212372

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：置換アセチレンのらせん選択重合(HSSP)で得られるタイトならせんポリマー(HSSP体)の配向膜の二層ラミネート膜の層間を鑄型(三官能性モノマー等価体)として、ペンダント官能基間の2D(二次元)重縮合による規則的な[分子内孔]を多数持つネットワークポリマー薄層を持つ三層膜の合成およびこれに続く定量的可視光環化芳香族化分解反応(SCAT)による2D高分子薄層を持つ三層膜への転換、そしてその層の単離による2D高分子膜の同定を行った。これらの分子内孔含有2D高分子による気体分子混合物の分子ふるい(篩)効果による高選択高透過を実現できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義：高分子はありふれた身の回りにあるそして我々の生体を構成している物質であるが、その分子構造の多くは一次元(1D)あるいは三次元(3D)である。一方で、二次元(2D)の高分子の例は殆どなく、また、知られているものも不溶であり、その分子構造の精密なキャラクタリゼーションは達成されていない。本研究では、新しい方法で可溶性2D高分子の合成とキャラクタリゼーションに成功した。

社会的意義：従来の酸素と窒素の分離膜は、高分子の分子間隙という不安定な孔をその透過経路としており、分離性は低く、性能の安定性も不十分であった。本研究では、高分子内に安定な分子孔を形成させ、高く安定な分離性の実現に成功した。

研究成果の概要(英文)：A thin layer of 2D macromolecules with molecular-sized pores was synthesized by solid-solid interface polycondensation in laminated membranes of two cis-cisoid poly(imino-containing phenylacetylene)s followed by highly selective photocyclic aromatization (SCAT). The precise 2D molecular structure including fraction and size of rings (pores) can be fully estimated. The composite membranes of the 2D macromolecule showed good oxygen permselectivity exceeding the Robeson upper line.

研究分野：化学

キーワード：高分子合成 合成化学 反応・分離工学 分子認識 高分子構造・物性

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 無数の高分子化合物がある中、明確な構造と制御された分子内孔と十分な分子量を持つ、可溶で自立膜性を持つ積層型 2D 高分子(下記注 1)自立膜の報告例は無い。考えうる最薄である原子の厚みの無欠陥の分子内孔含有単層型 2D 高分子自立膜も報告されていない。2D 高分子自立膜の例が無いのは以下のためである。2D 高分子は 3 官能性モノマーの重合で得られると考えられるが、不規則な 3 次元架橋(=不溶化)を避けられない。そこで本研究では 2D(二次元)重合を優先する方法を 3 つ提案する

(2) 実用高分子分離膜で完全な分離性を持つ真の分子ふるい膜(下記注 2)は実現されていない。これは以下の理由である。現状の優れた高分子分離膜として知られる一次元鎖状高分子膜(代表例として置換ポリアセチレン(下記注 3)がある)は通常 nm 以上の厚みを持ち、分離は主として不安定な動的な欠陥ともいえる分子間隙で行われ、その制御は難しい。本研究では分離の主要部分を分子間隙ではなく、分子内孔(下記注 4)に担わせる。膜の厚みは透過速度を減少させ、分子間隙という欠陥は選択性(分離性)を低下させる。現状の高分子膜は欠陥を防ぐために厚膜化している。結局、薄くなればなるほど分子構造自体よりも欠陥が分離性を決定し、つまり性能を低下させる。分子内孔含有単層型 2D 高分子は考えうる究極の自立性分子薄膜かつ分子ふるい膜である。

<注 1> 2D 高分子: 2D(二次元)高分子は積層型と単層型に分類できる(青木, Polym.Rev.2015 (IF=6.2)) が、前者の報告例は不溶で製膜性を持たず、高分子構造が不明確である。また分子内孔構造が制御され、かつ単独製膜性のある単層型 2D 高分子はいまだ実現していない。これは考えうる最も薄い膜である。

<注 2> 分子ふるい膜: 分子ふるい機能を持つ物質による吸着分離は実現されているが、分子のサイズ差で混合物を分離する真の分子ふるい膜(完全分離膜)は実現していない。膜中の欠陥が性能を落としている。本研究では分子内孔を透過領域とすることで欠陥の最小化を図る

<注 3> 置換ポリアセチレン: そのバリエーションはビニルポリマーよりも多く、分子設計の自由度と汎用性は高い。しかも、重合度、らせんのピッチや高次構造、安定性などの制御が最近容易となった(青木, Chem.Lett., 1993, 引用数 161; J.Am.Chem.Soc, 2003, 引用数 187 など)。このポリマーは、製膜性に優れ、気体分離膜素材に適する。

<注 4> 分子内孔: 気体分子の分離の決定要因は高分子膜素材の構造であるが、現状では一次元高分子を膜状とした分子集合体の分子間隙という不安定で動的で制御の難しい領域で分離は行われている。本研究では安定な分子内間隙として分子内孔を透過領域として用いる。

### 2. 研究の目的

置換アセチレンのらせん選択重合(HSSP)で得られるタイトならせん(螺旋)ポリマー(HSSP 体)の配向膜を鋳型(三官能性モノマー等価体)として、ペンダント官能基間の 2D(二次元)重縮合による規則的な“分子内孔”を多数持つネットワークポリマー膜の合成およびこれに続く定量的可視光環化芳香族化分解反応(SCAT)による積層型 2D 高分子膜、そして薄膜化を目指して最も薄い高性能の理想的分子ふるい膜として、その分子層剥離による単層型 2D 高分子膜の創製を行う。これらの 3 種の分子内孔含有 2D 高分子の自立膜(単独で強度を持つ膜)による気体分子混合物の分子ふるい(篩)効果による高選択高透過の実現をめざす。

### 3. 研究の方法

上記目的の達成のため、上記説明の方法(下記方法 A)以外に下記方法 B を用いた。

【方法 A】HSSP 体の配向膜のペンダント間で分子間の 2D 後重縮合とそれに続く SCAT 反応を用いた化学剥離で分子内孔含有積層型および単層型 2D 高分子自立膜を得る。分離膜性能を評価する。

【方法 B】HSSP 体を鋳型にペンダント間で分子内後重縮合し、ラダースターポリマーを得る。これを繰り返してマルチストランドスターポリマーを得る。分離膜性能を評価する。

#### 4. 研究成果

【方法 A】 HSPS 体の配向膜の分子間のペンダント間 2D 後重縮合とそれに続く SCAT 反応.

(1) 二次元(2D)ポリマーは原子厚みを持つ最も薄い高分子膜であり、高性能分離膜として期待される。<sup>1)</sup>しかしグラフェンは孔を持たず分離膜に適さない。また、含環 2D ポリマー(COF)は結晶性の不溶性化合物で製膜性に問題がある。一方、置換アセチレンポリマーは、製膜性に優れた気体選択透過性膜素材として知られている。本研究室では、以前、堅いシスシソイダルらせん主鎖を持ち、規則性の高次構造を持つ自立膜を与えるポリアセチレン(A)の合成法を報告し、<sup>2)</sup>さらにこのポリマー膜が、照射により選択的に対応する環化三量体に変換される SCAT 反応を見出した。<sup>3)</sup>本研究では、二種の A のラミネート膜(A(C)/A(N)); 図 1)の界面を鑄型ポリマー層として用い、重縮合反応により不溶性ネットワークポリマー(AC(CN))膜を得、さらに SCAT 反応を化学剥離反応に利用し、可溶性 2D ポリマー(SC(CN))膜を得た(HPS 法;図 2)。さらにブレンド膜の HPS 法、SCAT 反応を行ってから重縮合を行う HSP 法を行った。SC(CN)の化学構造を決定し、2D ポリマー含有ポリアセチレン複合膜の気体透過性を評価した。

(2) 1) ラミネート膜調製: A(C)/A(N)は異なる溶媒を用いた 2 段階溶媒製膜で得た。

2) イミン交換重縮合: A(C)/A(N)膜を触媒溶液に浸漬(図 1(1))後、可溶部を除去(図 1(2))して、不溶性 AC(CN)を得た。副生する縮合物より転化率を決定した。

3) SCAT 反応<sup>3)</sup>: AC(CN)に可視光を照射し可溶性 SC(CN)を得た。NMR により転化率 100%を確認し、分子サイズ、分岐および含環構造は主として GPC、NMR、XRD などで決定した。

4) 透過; GC 法で酸素透過係数( $P_{O_2}$ ;barrer)、酸素分離係数( $\alpha = P_{O_2}/P_{N_2}$ )を決定。

(3) 1) 2D ポリマーの合成: 可溶性 2D ポリマー(SC(CN))の重合度、厚み、分岐度、環含有率はそれぞれ、120、3-12、70%、90%であった。これより成るナノシートの厚みは 80nm であった。

2) 2D ポリマー含有ポリアセチレン複合膜の気体選択透過性 AC(CN) ( ) は優れた を示し、SC(CN) ( ) はロベソンの上限ラインに迫る優れた性能を示した(図 3)。環構造の分子ふるい効果の寄与が考えられた。

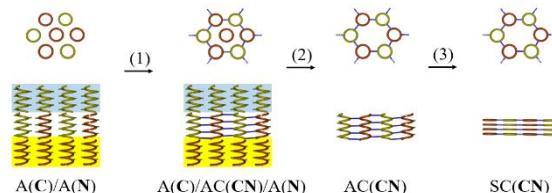


Fig. 1. Schematic route to the two-dimensional (2D) macromolecular sheet (SC(CN)) by the HPS method: (1) solid-solid interfacial polycondensation between A(N) and A(C) in its laminated membrane (A(C)/A(N)), (2) isolation of network polymer membrane (AC(CN)), (3) SCAT reaction.

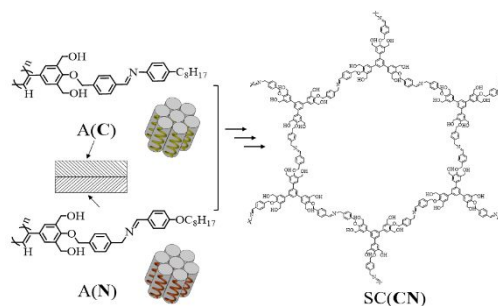


Fig. 2. Chemical structures of the two-dimensional (2D) macromolecular sheet (SC(CN)) from their polymers, A(C) and A(N).

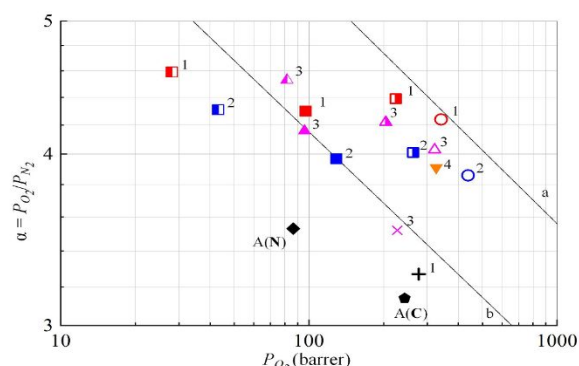
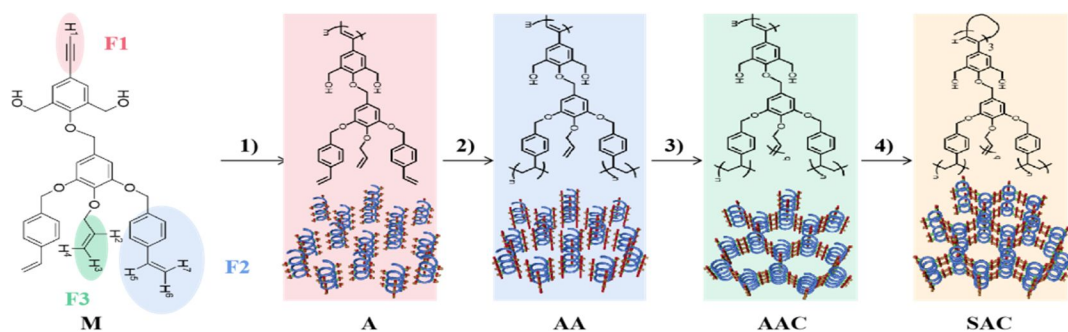


Fig. 3. Relationship between the  $\alpha = P_{O_2}/P_{N_2}$  and  $P_{O_2}$  of the membranes. a and b indicate Robeson's upper boundary lines in 2008 and 1991, respectively.  $\blacklozenge$ : for A(C);  $\bullet$ : for A(N);  $+$ : for A(C)/A(N);  $\blacksquare$ ,  $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$ : A(C)/AC(CN)/A(N);  $\square$ ,  $\triangle$ : AC(CN) calculated from A(C)/AC(CN)/A(N);  $\nabla$ ,  $\square$ : AC(CN) calculated from AC(CN)/PDMS.  $\Delta$ ,  $\circ$ : SC(CN) calculated from SC(CN)/PDMS. 1 and 2 by the HPS method of laminated membranes; 3 by the HPS method of a blend membrane; 4 by the HSP method of a laminated membrane.

【方法 B】 HSSP 体の分子内のペンダント間で後重縮合し、ラダースターポリマーを得る。

(1) 以前、側鎖の後重合によるマルチストランドスターポリマーの合成を報告した<sup>4)</sup>が、透過性能の改良が不十分であった。これは後重合が分子内のみで、分子間の制御が不十分なためと考えた。そこで、分子内重縮合に分子間重縮合を加えた。



1) Polymerization of acetylene, 2) Polymerization of styrene, 3) ADMET of olefine, 4) SCAT of polyphenylacetylene.

Scheme 1. Synthetic route to two dimensional polymer (SAC).

(2) 3種の重合官能基を持つモノマーよりトリプルストランドネットワーク2Dポリマー膜の合成を行った (Scheme 1)。末端アセチレンの付加重合によって得た硬い配向性のらせんポリマー鎖を鋳型として、分子内光ラジカル重合を行い、トリプルストランドコポリマーを得た。次にこの膜のADMET重縮合により、トリプルストランドネットワークポリマー膜を得、主鎖の光分解による2D化を行った。

(3) 分子内 (A AA) そして分子間 (AA AAC) のネットワーク化により酸素選択透過性の向上が見られた (図2)。さらに2D化 (AAC SAC) で透過性が向上した。

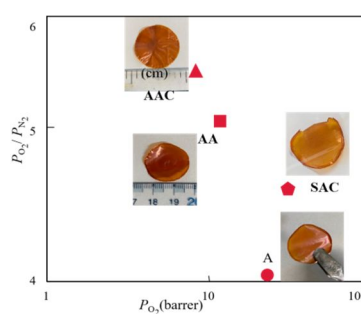


Figure 2. Oxygen permeation of SAC and their precursors.

< 引用文献 >

- 1) T. Aoki et al., *Polym. Rev.*, **55**, 57 (2015).
- 2) T. Aoki et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **125**, 6346 (2003).
- 3) T. Aoki et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **135**, 602 (2013).
- 4) T. Aoki et al., *Macromol. Rapid Commun.*, **39**(4), 170556 (2017).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 27件/うち国際共著 27件/うちオープンアクセス 26件）

1. 著者名 Yu Zang, Yinghui Lun, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko, Hongge Jia, Fengjuan Miao, Xunhai Zhang, Toshiki Aoki	4. 巻 10(9)
2. 論文標題 Synthesis of cis-cisoid or cis-transoid poly(phenyl- 2 acetylene)s having one or two carbamate groups as 3 oxygen permeation membrane materials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Membranes	6. 最初と最後の頁 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/membranes10090199	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 Yanqing Qu, Xiaoyu Du, Kehan Cheng, Yu Zang, Liang Xu, Ken-ichi Shinohara, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko, Toshiki Aoki	4. 巻 2
2. 論文標題 Synthesis and Permselectivity of a Soluble Two-Dimensional Macromolecular Sheet by Solid-Solid Interfacial Polycondensation followed by Chemical Exfoliation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Materials Lett.	6. 最初と最後の頁 1121-1128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmaterialslett.0c00178	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 Yu Zang, Toshiki Aoki, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko, Liqun Ma, Hongge Jia, Fengjuan Miao	4. 巻 2(2)
2. 論文標題 Synthesis of well-defined chiral oligopinanylsiloxane graft copolyphenylacetylenes by macromonomer method and their enantioselective permeability	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Appl. Polym. Mater.	6. 最初と最後の頁 853-861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.9b01111	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 Jianjun Wang, Toshiki Aoki, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 187
2. 論文標題 Synthesis, In-situ Membrane Preparation, and Good Gas Permselectivity of Insoluble Poly(substituted acetylene)s Loosely Cross-linked with Short and Soft Siloxane and Silanol Linkages	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 122081
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2019.122081	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 Zhichun Shi, Jianjun Wang, Masahiro Teraguchi, Toshiki Aoki, Takashi Kaneko	4. 巻 11
2. 論文標題 Helix-sense-selective Polymerization of 3,5-bis(hydroxymethyl)phenylacetylene Rigidly Bearing Galvinoxyl Residues and Their Chiroptical Properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 1877 ~ 1877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym11111877	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 Kaneko Takashi, Araki Yosuke, Shinohara Ken-ichi, Teraguchi Masahiro, Aoki Toshiki	4. 巻 92
2. 論文標題 Antiparallel Arrangement of 2,7-Substituted 9,10-Bis(phenylethynyl)anthracene Assisted by Hydrogen Bonding of Terminal Units	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1672 ~ 1678
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190156	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 Zang Yu, Aoki Toshiki, Teraguchi Masahiro, Kaneko Takashi, Jia Hongge, Ma Liqun, Miao Fengjuan	4. 巻 9
2. 論文標題 New Synthetic Methods of Novel Nanoporous Polycondensates and Excellent Oxygen Permselectivity of Their Composite Membranes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 859 ~ 859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano9060859	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 Zang Yu, Qu Yanqing, Aoki Toshiki, Teraguchi Masahiro, Kaneko Takashi, Jia Hongge, Ma Liqun, Miao Fengjuan	4. 巻 171
2. 論文標題 Simultaneous improvement of permeability and selectivity in enantioselective permeation through solid chiral membranes from a newly synthesized one-handed helical polyphenylacetylene with aldehyde pendant groups by enantioselective reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 45 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2019.03.039	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 Yin Guanwu, Suzuki Junpei, Aoki Toshiki, Teraguchi Masahiro, Kaneko Takashi	4. 巻 48
2. 論文標題 Synthesis of a Novel AB Block Copolyacetylene Consisting of a Dynamic Cis-transoidal Racemic Helical Sequence and a Static Cis-cisoidal One-handed Helical Sequence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 506 ~ 509
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190109	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 Teraguchi Masahiro, Nahata Nobuyuki, Nishimura Takahiro, Aoki Toshiki, Kaneko Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Helix-Sense-Selective Polymerization of Phenylacetylenes Having a Porphyrin and a Zinc-Porphyrin Group: One-Handed Helical Arrangement of Porphyrin Pendants	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 274 ~ 274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym11020274	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 Qingyu Wang, Hongge Jia, Yongqiang Shi, Liqun Ma, Guoxing Yang, Yazhen Wang, Shuangping Xu, Jianjun Wang, Yu Zang, Toshiki Aoki,	4. 巻 10(11)
2. 論文標題 [Rh(L-alanine)(1,5-Cyclooctadiene)] Catalyzed Helix-Sense-Selective Polymerizations of Achiral Phenylacetylenes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 1223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym10111223	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 Yu Zang, Toshiki Aoki, Takashi Kaneko, Masahiro Teraguchi, Liqun Ma, Hongge Jia, Fengjuan Miao,	4. 巻 156
2. 論文標題 Synthesis and oxygen permeability of novel graft copolymers consisting of a polyphenylacetylene backbone and long oligosiloxane grafts from phenylacetylene-type macromonomers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 66-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2018.09.048	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 Lijia Liu, Yuanyuan Gu, Yudan Wang, Toshiki Aoki*, Guan Wang, Takashi Kaneko, Masahiro Teraguchi	4. 巻 154
2. 論文標題 Chiral Teletransmission in the Cis-cisoidal Sequence of Copoly(substituted acetylene)s by Multiple Stage Solvent Exchange of the Copolymer Solution through a Membrane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 253-257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2018.09.023	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 Yanqing Qu, Toshiki Aoki, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 156
2. 論文標題 Enhanced performances of enantioselective permeation through one-handed helical polymer membranes by enantioselective imine exchange reaction with permeants and by partially decomposed reaction of the membrane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 39-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2018.09.009	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 Chenxi Xu, Toshiki Aoki, Liqun Ma, Hongge Jia, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 47
2. 論文標題 Synthesis and Ultrahigh Oxygen Permeability of Silicon-containing cis-cisoidal Poly (substituted phenylacetylene)s	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 1314-1317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180641	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 Zhichun Shi, Giseop Kwak, Young-Jae Jin, Masahiro Teraguchi, Toshiki Aoki, Takashi Kaneko	4. 巻 50
2. 論文標題 Solvent-tuned dual emission of a helical poly[3,5-bis(hydroxymethyl)phenylacetylene] connected with a -conjugated chromophore	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polym. J.	6. 最初と最後の頁 533?537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-018-0045-7	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 Mingyu Zhang, Toshiki Aoki*, Lijia Liub, Jianjun Wang, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 149
2. 論文標題 Ultrahigh oxygen permeability of chemically-modified membranes of novel (co)polyacetylenes having a photodegradative backbone and crosslinkable side chains	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 117-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2018.06.075	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 Liang Xu, Tianyang Lei, Boyu Jing, Yu Zang*, Fengjuan Miao, Toshiki Aoki, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 21(1)
2. 論文標題 Synthesis of soluble oligosiloxane-end-capped hyperbranched polyazomethine and their application to CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> separation membranes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Des. Monomers Polym.	6. 最初と最後の頁 99-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15685551.2018.1472720	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 Yu Zang, Toshiki Aoki, Kazuki Shoji, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko, Liqun Ma, Hongge Jia, Fengjuan Miao	4. 巻 561
2. 論文標題 Synthesis and oxygen permeation of novel well-defined homopoly(phenylacetylene)s with different sizes and shapes of oligosiloxanyl side groups	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Membrane. Sci.	6. 最初と最後の頁 26-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.memsci.2018.04.031	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 Yu Zang, Toshiki Aoki, Hiroyoki Tanagi, Kana Matsui, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko, Liqun Ma, Hongge Jia, Ken-ichi Shinohara	4. 巻 39(4)
2. 論文標題 Synthesis of two well-defined quadruple-stranded copolymers having two kinds of backbones by post polymerization of a helical template polymer	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Macromol. Rapid Commun.	6. 最初と最後の頁 1700556-1700560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/marc.201700556	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 Guanwu Yin, Geng Zhang, Toshiki Aoki, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko, Jesus Rodriguez Castanon, Masashi Shiotsuki, Fumio Sanda	4. 巻 50(19)
2. 論文標題 Transformer of Achiral Amounts to Chirality: Double Reversal of Enantioselectivity Using a Single Cocatalyst in Asymmetric Polymerization	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 7468-7474
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.7b01671	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 Guanwu Yin, Eri Ohtaka, Toshiki Aoki, Jianjun Wang, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 127
2. 論文標題 Oxygen permselectivities through supramolecular polymer membranes prepared by highly selective photocyclic aromatization of poly(substituted acetylene)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 232-235
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2017.08.066	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 Jianjun Wang, Jun Li, Toshiki Aoki, Takashi Kaneko, Masahiro Teraguchi, Zhichun Shi, Hongge Jia	4. 巻 50(18)
2. 論文標題 Subnanoporous Highly Oxygen Permselective Membranes from Poly(conjugated hyperbranched macromonomer)s Synthesized by One-pot Simultaneous Two-mode Homopolymerization of 1,3-Bis(silyl)phenylacetylene Using a Single Rh Catalytic System : Control of their Structures and Permselectivities	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 7121-7136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.7b01458	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 Guanwu Yin, Nenei Nagaoka, Lijia Liu, Toshiki Aoki, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 46(11)
2. 論文標題 A New Analysis Method for Quantitative Determination of Triads of Copoly(Substituted Acetylene)s' Backbones by Highly Selective Photocyclic Aromatization	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 1608-1611
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.170697	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 Yinghui Lun, Yu Zang, Toshiki Aoki*, Masahiro Teraguchi, Takashi Kaneko	4. 巻 46
2. 論文標題 Oxygen permselectivities of novel multi-bridged copolymers synthesized by imine metathesis between N-imines and C-imines in the pendant groups of two poly(substituted acetylene)s	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem Lett.	6. 最初と最後の頁 401-404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.161104	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 Liu Lijia*, Yu Zang*, Hongge Jia, Toshiki Aoki*, Takashi Kaneko, Shingo Hadano, Masahiro Teraguchi, Mari Miyata, Geng Zhang, Takeshi Namikoshi	4. 巻 57
2. 論文標題 Helix-sense-selective Polymerization of Achiral Phenylacetylenes and Unique Properties of the Resulting Cis-cisoidal Polymers	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Polym. Rev.	6. 最初と最後の頁 89-118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15583724.2016.1160930	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 Lijia Liu*, Geng Zhang, Toshiki Aoki*, Yudan Wang, Takashi Kaneko, Masahiro Teraguchi, Chunhong Zhang, Hongxing Dong	4. 巻 5
2. 論文標題 Synthesis of One-handed Helical Block Copoly(substituted Acetylene)s Consisting of Dynamic Cis-transoidal and Static Cis-cisoidal Block : Chiral Teleinduction in Helix-sense-selective Polymerization Using a Chiral Living Polymer as an Initiator	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 ACS Macro Letters	6. 最初と最後の頁 1381-1385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmacrolett.6b00809	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

〔学会発表〕 計52件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 山口 湧也、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 水酸基とアルキル鎖を持つフェニルアセチレンのコポリマー膜の酸素選択透過性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 程 柯涵、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 3種の重合官能基を持つモノマーの段階的な重合によるトリプルストランドネットワーク2Dポリマー膜の合成と酸素選択透過性の向上
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部 幸也、金子 隆司、青木 俊樹、寺口 昌宏
2. 発表標題 4位にかさ高いトリアルキルシリル基を持つシスソイダル型ポリ(3,5-ビス(ヒドロキシメチル)フェニルアセチレン)の合成および高選択的環化芳香族化分解(SCAT)
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤 真弘、金子 隆司、青木 俊樹、寺口 昌宏
2. 発表標題 ターフェニル基を含むシス-ソイダル型ポリ[3,5-ビス(ヒドロキシメチル)フェニルアセチレン]の合成とそれらの光学的特性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Application of Highly Selective Photocyclization of cis-cisoidal poly(substituted phenylacetylene)s
3. 学会等名 2019 International Symposium on Polymer Materials and Chemical Engineering, Harbin, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Application of Highly Selective Photocyclicaromatization of cis-cisoidal poly(substituted phenylacetylene)s
3. 学会等名 15thIUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis(NMS-XV), Shenyang, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Synthesis and gas permeation of two-dimensional ladderphan polymers
3. 学会等名 2019 Collaborative Conference on Materials Research, Seoul, Korea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Excellent oxygen permeability of novel silicon-containing cis-cisoidal poly (substituted phenylacetylene) membranes
3. 学会等名 Industrial Chemistry and Water Treatment2019, Vancouver, Canada (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 下斗米 伊吹、細野 晋太郎、桑原 薫、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 第2の官能基と2つの水酸基を持つフェニルアセチレンと疎水性フェニルアセチレンとの共重合体の酸素選択透過性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 庄子 和樹、木村 優香、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 ビニル基と2つの水酸基を持つフェニルアセチレンよりの剛直らせんポリマー膜の製膜条件の後重合および酸素選択透過性への効果
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 細野 晋太郎、成田 隼也、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 シスシソイダルポリフェニルアセチレンの高選択光環化芳香族化分解で得た超分子ポリマー純粋膜の酸素選択透過性の最適化
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾田 友洋、柴田 みちる、木村 優香、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 二種の鑄型分子を用いた架橋ポリフェニルアセチレンインプリント膜の光学異性体および酸素選択透過性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 番場 望、今井 淳、青木 俊樹、金子 隆司、寺口 昌宏
2. 発表標題 テトラフェニルエチレン部位を有するらせんフォルダマーの合成と刺激応答性蛍光発光
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒木 大地、郭 起燮、ジン ヤンジエ、青木 俊樹、金子 隆司、寺口 昌宏
2. 発表標題 含ホウ素置換基を有するプッシュ-プル型ポリ(ジフェニルアセチレン)類の合成と蛍光特性
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長岡 年寧、Yanqing Qu、山口 湧也、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 らせんアセチレンポリマーの高選択光環化芳香族化反応生成物の利用と機能 - 超分子キラルポリマー調製、ポリマーのミクロ構造分析と超分子膜の分離性能 -
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 大友 諒平、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 アミド基を持つアキラルフェニルアセチレンの種々のらせん選択重合と生成ポリマーの反応、性質と機能
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 Yanan Tang、Jumpei Suzuki、Masairo Teraguchi、Takashi Kaneko、Toshiki Aoki
2. 発表標題 Optical resolution of dl-alcohol by enantiomer-selective helix-sense-selective polymerization followed by helix-sense selective highly selective photocyclic aromatization
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 Yanqing Qu、Masairo Teraguchi、Takashi Kaneko、Toshiki Aoki
2. 発表標題 Synthesis and good oxygen permselectivity of novel layered network polymer membranes by intermacromolecular condensation between two kinds of imino pendant groups in two tightly helical cis-cisoidal homopolyphenylacetylenes
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 大野貴矢、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 第二、第三の重合官能基を有するフェニルアセチレンよりのスターマルチストランドコポリマーの合成と酸素選択透過性
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 坂田 俊、浪越 毅、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 選択透過性ビニルエーテル基のオリゴメリゼーションとポリアセチレンの高選択光環化芳香族化分解による改質と選択透過性の変化
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 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Top down preparation of supramolecular polymers and their membrane performances
3. 学会等名 2018 EMN Meeting on Supramolecular Materials, Auckland, New Zealand (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Synthesis and Oxygen Permeation of Hyperbranched Polymers from SiH-containing Phenylacetylenes
3. 学会等名 14thIUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis(NMS-XIV) , Guangzhou, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Application of the Products by Highly Selective Photocyclicaromatization of cis-cisoidalpoly(substituted phenylacetylene)
3. 学会等名 Industrial Chemistry and Water Treatment2018, NY, USA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大野貴也、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 タイトならせん置換ポリフェニルアセチレンよりのスターマルチストランドコポリマーの合成と酸素選択透過性
3. 学会等名 第67回高分子学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Qu Yanqing、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 Enantioselective permeation through one-handed helical polymer membranes improved by enantioselective imine exchange reaction with permeants and by partially decomposed reaction of the membrane
3. 学会等名 膜シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 張明宇、徐晨曦、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 Excellent oxygen permeability of novel silicon-containing cis-cisoidal poly (substituted phenylacetylene) membranes
3. 学会等名 膜シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大野貴矢、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 ルースまたはタイトならせん置換ポリフェニルアセチレンのペンダント官能基の後重縮合によるスターマルチストランドコポリマーの合成と酸素透過性
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 荒木大地、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹、ジン ヤンジェ、郭 起燮
2. 発表標題 ジメシチルポリル基を側鎖に有するポリジフェニルアセチレンの合成と蛍光特性
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 宮沢菜美、王 建、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 多分岐ポリフェニレンエチニレンとポリフェニルアセチレンとの複合膜の酸素選択透過性
3. 学会等名 日本膜学会第40年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Synthesis and Permeation of ring-containing 2D polymers
3. 学会等名 13th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis(NMS-XIII) , Nanjing, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Synthesis and oxygen permselectivity of 2D parts-containing polymer membranes
3. 学会等名 EMN2D Materials Meeting, Lyon, France (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshiki Aoki
2. 発表標題 Unusual phenomena in helix-sense-selective polymerization of achiral acetylenes
3. 学会等名 Industrial Chemistry and Water Treatment, Las Vegas, USA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mingyu Zhang, Toshiki Aoki
2. 発表標題 Oxygen Permselective Membranes of Tightly Helical Polyacetylenes Containing Oligosiloxane Groups as 2DP Precursor Related-Polymers
3. 学会等名 13th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis(NMS-XIII) , Nanjing, China (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yanqing Qu, Toshiki Aoki
2. 発表標題 Optical Resolution Membranes from Tightly Helical Polyacetylene Containing Imine Groups
3. 学会等名 13th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis(NMS-XIII) , Nanjing, China (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長岡年寧、尹官武、金子隆司、寺口昌宏、青木俊樹
2. 発表標題 定量的光環化3量体生成物による置換アセチレン重合体の構造の定量分析 (1)GPCまたはNMRによる共重合体の三連子の決定
3. 学会等名 第66回高分子学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木純平、尹官武、金子隆司、寺口昌宏、青木俊樹
2. 発表標題 ラセミc-t動的らせんと片巻きc-c静的らせんの連鎖よりなるポリフェニルアセチレンブロック共重合体の調製
3. 学会等名 第66回高分子学会北陸支部研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮沢菜美、王建軍、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 シリル基含有フェニルアセチレンのペンダント末端修飾による気体選択透過性の改良
3. 学会等名 膜シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大友 諒平、寺口 昌宏、金子 隆司、青木俊樹
2. 発表標題 二つのN-アルケニルアミド基を持つ片巻きらせん置換ポリアセチレンのポストADMET重縮合による二重らせんポリマーの合成
3. 学会等名 第66回高分子討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂田俊、浪越 毅、寺口 昌宏、金子 隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 タイトならせんポリフェニルアセチレン膜のペンダントビニルエーテル基の分子内カチオン重合および主鎖の高選択光環化芳香族化分解による気体透過性の最適化
3. 学会等名 第66回高分子討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 園佳央理、武尾駿、森谷まどか、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 規則性ポリ置換フェニルアセチレンのペンダントビニル基のADMET重縮合の前駆体ポリマー構造による分子内・分子間制御：マルチストラ ンドコポリマーと含環コポリマーの合成と環構造の酸素選択透過性への効果
3. 学会等名 第66回高分子学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 武尾駿、園佳央理、森谷まどか、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 6つの水酸基と3つのビニル基を有するC3対称ベンゼン誘導体を基本構造とする異なる経路で得られた種々のADMET重縮合体による酸素選択 透過性の改良
3. 学会等名 第66回高分子学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森谷まどか、園佳央理、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 ペンダントに種々の縮合性官能基を有する規則性ポリ置換フェニルアセチレンよりの種々の含環ポリマー膜の気体選択透過性
3. 学会等名 日本膜学会第39年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大高絵里、武尾 駿、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 6 つの水酸基を有するC3 対称ベンゼン誘導体よりの超分子ポリマー含有高分子膜の酸素選択透過能
3. 学会等名 日本膜学会第39年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森谷まどか、武尾駿、園佳央理、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 2Dポリマー(2DP)膜の透過(4):剛直なフェニルアセチレン共重合体膜のペンダント官能基の反応および主鎖の高選択光環化芳香族化分解による酸素選択透過性の向上
3. 学会等名 膜シンポジウム2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 尹官武、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 アキラル条件によるらせん選択重合のキラリティーの制御と機構
3. 学会等名 第65回高分子討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 園佳央理、森谷まどか、宮田真理、寺口昌宏、金子隆司、青木 俊樹
2. 発表標題 自立型2Dポリマー(2DP)膜の合成(11):剛直なシス-シソイダルポリフェニルアセチレンを鋳型とした可溶性2D構造含有グラフトポリマーの合成、キャラクタリゼーションと利用
3. 学会等名 第65回高分子討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐藤菜、園佳央理、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 自立型2Dポリマー(2DP)膜の合成(10):ビニル基をペンダントに持つシス-シソイダルポリフェニルアセチレンの2DADMET重縮合体膜の高選択光環化芳香族化分解による2D剥離とシロキサングラフト化による可溶化
3. 学会等名 第65回高分子学会年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 勝然勇也、武尾駿、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 自立型2Dポリマー(2DP)膜の合成(9):種々の重合官能基をペンダントに持つシス-シソイダルポリフェニルアセチレンの合成と膜反応
3. 学会等名 第65回高分子学会年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山下恭平、森谷まどか、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 自立型2Dポリマー(2DP)膜の合成(11):水素結合可能な官能基をペンダントに持つシス-シソイダルポリフェニルアセチレン膜の合成と膜反応
3. 学会等名 第65回高分子学会年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 計良祐紀、宮沢菜美、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 自立型2Dポリマー(2DP)膜の合成(12)：1-3官能性芳香族モノマーの共重縮合による可溶性全共役含環二次元ポリマー(2DP)の合成
3. 学会等名 第65回高分子学会年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 荒木陽介、佐藤駿広、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 3,5-ビス(ビスロキシメチル)フェニル基を末端に有するビスフェノキシル置換ポリ(アントリレンエチニレン)モデル化合物による超分子組織体形成と磁氣的性質
3. 学会等名 第65回高分子学会年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 深井拓也、寺口昌宏、金子隆司、青木俊樹
2. 発表標題 共役平面主鎖をお有するポリフェニルアセチレン誘導体膜からの可溶性四重鎖および七重鎖グラフェンナノリボンの合成と気体透過性
3. 学会等名 日本膜学会第38年会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟大学 機能性高分子合成研究室－青木・金子・寺口研究室－  
<http://www.gs.niigata-u.ac.jp/~kantak00/AokenHP/JpnTop.htm>



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	金子 隆司  (KANEKO Takashi)  (90272856)	新潟大学・自然科学系・教授    (13101)	
研究 分 担 者	寺口 昌宏  (TERAGUCHI Masahiro)  (30334650)	新潟大学・自然科学系・助教    (13101)	

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