

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 24 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2010

課題番号：19205017

研究課題名（和文）ナノ秩序構造を有する液晶を活用する高機能イオン輸送材料の開発

研究課題名（英文）Development of Highly Functional Ion-Transporting Materials Using Liquid Crystals with Nano-Ordered Structures

研究代表者

加藤 隆史（KATO TAKASHI）

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号：70214377

研究成果の概要（和文）：液体のような流動性と結晶のような秩序構造を兼ね備えた液晶の特徴をうまく活用することにより、リチウムイオン電池の電解質としての応用が期待されるイオンを高効率で輸送する新しいナノ材料を開発した。分子の形と分子間相互作用をデザインし、有機化学合成を駆使することで、一次元から三次元のナノイオンチャンネル構造を形成する機能性液晶材料を創製した。

研究成果の概要（英文）：New ion-transporting nanomaterials have been developed by employing the properties of liquid crystals that combine fluidity and crystal-like ordered structures. These materials have potential application as electrolytes in lithium-ion batteries. The organic synthesis of molecules designed by considering molecular shape and intermolecular interactions has enabled the construction of functional liquid-crystalline materials forming nanoion-channel structures.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	14,600,000	4,380,000	18,980,000
2008年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2009年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2010年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
総計	30,800,000	9,240,000	40,040,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：複合化学、機能物質化学

キーワード：液晶・結晶

1. 研究開始当初の背景

機能性分子の自己組織化を利用して、ナノからマイクロメートルレベルで秩序構造を有する高機能性材料を構築していくことは重要である。特に、電子・イオン・物質を輸送する有機高分子材料は分子デバイス・情報材料・エネルギー材料への展開が期待されている。その中で、組織化された動的な秩序構造を有する液晶を活用して高機能イオン輸送材料を開発する試みが注目を集めている。

我々は、以前にオリゴエーテル部位やイミ

ダゾリウム部位などのイオン伝導部位を有するスメクチック液晶性分子やカラムナー液晶性分子を開発した。これらの液晶ナノ構造をマクロスケールで配向制御することにより、異方的な二次元および一次元イオン伝導機能が発現することを見出した。今後は、より高速に選択的なイオンを輸送する材料や液晶の動的な特徴を生かした刺激に応答してイオン輸送特性が制御できるような高度な機能材料を構築していくことが必要と考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、液晶の特徴を生かして高性能・高機能のイオン輸送材料を構築することである。このためには、より精密な分子設計・ナノ集合構造制御・マクロ配向制御が必要である。発現させる機能としては、液晶ナノ構造を活用する高速輸送（高性能化）、選択的イオン輸送、刺激制御機能の発現（高機能化）を目指す。

具体的には以下の材料開発に注目する。

(1) 液晶分子配向を制御しなくても効率良くイオン輸送できる三次元イオンチャンネル構造を有する双連続キュービックイオン性液晶の開発

(2) 一次元高速イオン輸送性を示すカラムナー液晶の構築

(3) 電場や光などの外部刺激によるイオン輸送性カラムナー液晶のマクロ配向制御

(4) 液晶ナノ構造を固定化した高分子フィルム材料の構築

3. 研究の方法

(1) 双連続キュービックイオン性液晶の構築を目指し、第四級アルキルアンモニウム塩やホスホニウム塩構造を有する 3,4,5-トリアルコキシベンゼン誘導体の合成を行った。化合物の液晶性を偏光顕微鏡観察、示差走査熱量分析、X線回折測定により評価した。交流インピーダンス法によりイオン伝導度を測定した。

(2) イオン液体からなるチャンネル構造を有する高速イオン輸送性カラムナー液晶と双連続キュービック液晶を開発するために水酸基を有する両親媒性分子とイオン液体との複合化を行った。両成分の複合化比率を変えて、液晶性とイオン伝導性の関係を調べた。

(3) 電場によるイオン輸送機能制御を目指し、環状カーボネート基を有する 3,4,5-トリアルコキシベンゼン誘導体の合成を行った。リチウム塩との複合体を作製し、液晶性、電場応答性、イオン伝導性を評価した。

(4) 双連続キュービック液晶構造を有するイオン伝導性高分子フィルムの開発を目指し、第四級アルキルアンモニウム塩部位を有する双連続キュービック液晶性モノマーを合成した。液晶状態のモノマーを紫外線重合することにより、液晶構造の固定化を行った。

4. 研究成果

(1) イオン性化合物としては初めての例となるサーモトロピック双連続キュービック液晶の構築に成功し、液晶分子の配向をマクロスケールで制御しなくても効率の良いイオン伝導体として機能することを見出した。シンクロトロンX線回折測定に

よるイオン性双連続キュービック液晶の電子密度解析を行った結果、三次元に連結したアニオンからなるチャンネル構造が形成されていることを世界で初めて明らかにした。また、核磁気共鳴スペクトル測定により、カチオンとアニオンの拡散速度を評価した結果、液晶相においてはアニオンが優先的に伝導するのに対し、等方液体相ではカチオンとアニオンの拡散速度が等しく、イオン対として伝導していることがわかった。

(2) ジオール基を有する両親媒性分子とイミダゾリウム型イオン液体との分子間水素結合形成により、イオン液体からなるチャンネル構造を有するカラムナー液晶や双連続キュービック液晶を構築することができた。非共有結合を介してイオン液体を液晶構造に組織化するアプローチにより、従来のイオン性部位がメソゲン基と共有結合で連結したイオン性液晶と比べてイオン伝導度を 700 倍向上することに成功した。これらのイオン液体を含有する液晶材料は、室温において $10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ 程度の高イオン伝導性を示したことから、リチウムイオン電池などの各種エネルギーデバイスの電解質としての実用化が期待される。

(3) 室温でカラムナー液晶相を発現する新規の環状カーボネート誘導体を開発した。この環状カーボネート化合物にリチウム塩を添加すると、イオン-双極子相互作用が働き、液晶相を示す温度範囲が広がることを明らかにした。さらに、リチウム塩複合体液晶に交流電場を印加することにより、カラムナー構造を基板上で垂直一軸配向させることに成功し、電極間で高効率な一次元イオン伝導パスを構築できた。

(4) 光重合性部位としてジエン基を導入した第四級アルキルアンモニウム塩が、サーモトロピック双連続キュービック液晶相を発現することを見出した。液晶状態で紫外線を照射することにより、三次元ナノイオンチャンネル構造を有するイオン伝導性高分子フィルムを世界で初めて構築した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 27 件)

- 1) Takahiro Ichikawa, Masafumi Yoshio, Satomi Taguchi, Junko Kagimoto, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Co-Organisation of Ionic Liquids with Amphiphilic Diethanolamines: Construction of 3D Continuous Ionic Nanochannels through the Induction of Liquid-Crystalline Bicontinuous Cubic Phases, 査読有, *Chemical Science*, 3, 2001–2008 (2012).
- 2) Kana Tanabe, Yuko Suzui, Miki Hasegawa, Takashi Kato, Full-Color Tunable Photoluminescent Ionic Liquid Crystals

- Based on Tripodal Pyridinium, Pyrimidinium, and Quinolinium Salts, 査読有, *Journal of the American Chemical Society*, 134, 5652–5661 (2012).
- 3) Takahiro Ichikawa, Masafumi Yoshio, Atsushi Hamasaki, Satomi Taguchi, Feng Liu, Xiang-bing Zeng, Goran Ungar, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Induction of Thermotropic Bicontinuous Cubic Phases in Liquid-Crystalline Ammonium and Phosphonium Salts, 査読有, *Journal of the American Chemical Society*, 134, 2634–2643 (2012).
 - 4) Takahiro Ichikawa, Masafumi Yoshio, Atsushi Hamasaki, Junko Kagimoto, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, 3D Interconnected Ionic Nano-Channels Formed in Polymer Films: Self-Organization and Polymerization of Thermotropic Bicontinuous Cubic Liquid Crystals, 査読有, *Journal of the American Chemical Society*, 133, 2163–2169 (2011).
 - 5) Yoshiko Shoji, Masafumi Yoshio, Takuma Yasuda, Masahiro Funahashi, Takashi Kato, “Alignment of Photoconductive Self-Assembled Fibers Composed of π -Conjugated Molecules under Electric Fields”, 査読有, *Journal of Materials Chemistry*, 20, 173-179 (2010).
 - 6) Kana Tanabe, Takashi Kato, Self-Assembly of Cyclobis(Paraquat-*p*-Phenylene)s, 査読有, *Chemical Communications*, 14, 1864–1866 (2009).
 - 7) Takuma Yasuda, Kana Tanabe, Toru Tsuji, Karla K. Coti, Ivan Aprahamian, J. Fraser Stoddart, Takashi Kato, A Redox-Switchable [2]Rotaxane in a Liquid-Crystalline State, 査読有, *Chemical Communications*, 46, 1224–1226 (2010).
 - 8) Anton E. Frise, Takahiro Ichikawa, Masafumi Yoshio, Hiroyuki Ohno, Sergey V. Dvinskikh, Takashi Kato, István Furó, Ion Conductive Behavior in a Confined Nanostructure: NMR Observation of Self-Diffusion in a Liquid-Crystalline Bicontinuous Cubic Phase, 査読有, *Chemical Communications*, 46, 728–730 (2010).
 - 9) Sanami Yazaki, Masahiro Funahashi, Junko Kagimoto, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Nanostructured Liquid Crystals Combining Ionic and Electronic Functions, 査読有, *Journal of the American Chemical Society*, 132, 7702–7708 (2010).
 - 10) Yuya Oaki, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Nanosegregated Composites of an Imidazolium Salt and a Layered Inorganic Compound: Organization of Both Anions and Cations in Interlayer Space, 査読有, *Nanoscale*, 2, 2362–2365 (2010).
 - 11) Takashi Kato, From Nanostructured Liquid Crystals to Polymer-Based Electrolytes, 査読有, *Angewandte Chemie International Edition*, 49, 7847–7848 (2010).
 - 12) Takashi Kato, Yoshiko Shoji, Masafumi Yoshio, Shogo Yamane, Takuma Yasuda, Functional Soft Materials: Nanostructured Liquid Crystals and Self-Assembled Fibrous Aggregates, 査読有, *Journal of Synthetic Organic Chemistry of Japan*, 68, 1169-1174 (2010).
 - 13) Anton E. Frise, Sergey V. Dvinskikh, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, István Furó, Ion Channels and Anisotropic Ion Mobility in a Liquid-Crystalline Columnar Phase As Observed by Multinuclear NMR Diffusometry, 査読有, *Journal of Physical Chemistry B*, 114, 15477–15482 (2010).
 - 14) Aya Matsui, Masahiro Funahashi, Toru Tsuji, Takashi Kato, High Hole Mobility for a Side-Chain Liquid-Crystalline Smectic Polysiloxane Exhibiting a Nanosegregated Structure with a Terthiophene Moiety, 査読有, *Chemistry—A European Journal*, 16, 13465–13472 (2010).
 - 15) Harutoki Shimura, Masafumi Yoshio, Takashi Kato, A Columnar Liquid-Crystalline Shape-Persistent Macrocyclic Having a Nanosegregated Structure, 査読有, *Organic & Biomolecular Chemistry*, 7, 3205–3207 (2009).
 - 16) Harutoki Shimura, Masafumi Yoshio, Atsushi Hamasaki, Tomohiro Mukai, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Electric-Field-Responsive Lithium-Ion Conductors of Propylenecarbonate-Based Columnar Liquid Crystals, 査読有, *Advanced Materials*, 21, 1591–1594 (2009).
 - 17) Takashi Kato, Kana Tanabe, Electro- and Photoactive Molecular Assemblies of Liquid Crystals and Physical Gels, 査読有, *Chemistry Letters*, 38, 634–639 (2009).
 - 18) Takashi Kato, Takuma Yasuda, Yuko Kamikawa, Masafumi Yoshio, Self-Assembly of Functional Columnar Liquid Crystals, 査読有, *Chemical Communications*, 8, 729–739 (2009).
 - 19) Harutoki Shimura, Masafumi Yoshio, Koji Hoshino, Tomohiro Mukai, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Noncovalent Approach to One-Dimensional Ion Conductors: Enhancement of Ionic Conductivities in Nanostructured Columnar Liquid Crystals, 査読有, *Journal of the American Chemical*

- Society*, 130, 1759–1765 (2008).
- 20) Sanami Yazaki, Yuko Kamikawa, Masafumi Yoshio, Atsushi Hamasaki, Tomohiro Mukai, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Ionic Liquid Crystals: Self-Assembly of Imidazolium Salts Containing an L-Glutamic Acid Moiety, 査読有, *Chemistry Letters*, 37, 538-539 (2008).
 - 21) Masahiro Funahashi, Harutoki Shimura, Masafumi Yoshio, Takashi Kato, Functional Liquid-Crystalline Polymers for Ionic and Electronic Conduction, 査読有, *Structure and Bonding*, 128, 151–179 (2008).
 - 22) Boon-Hooi Tan, Masafumi Yoshio, Takashi Kato, Induction of Columnar and Smectic Phases for Spiropyran Derivatives: Effects of Acidichromism and Photochromism, 査読有, *Chemistry-An Asian Journal*, 3, 534–541 (2008).
 - 23) Boon-Hooi Tan, Masafumi Yoshio, Takashi Kato, Induction of Columnar and Smectic Phases for Spiropyran Derivatives: Effects of Acidichromism and Photochromism, 査読有, *Polymers for Advanced Technologies*, 19, 1362–1368 (2008).
 - 24) 吉尾正史, 加藤隆史, ナノ相分離構造を有する液晶性イオン液体の機能化, 査読無, 機能材料, 2007年10月号, 318–321 (2007).
 - 25) Takahiro Ichikawa, Masafumi Yoshio, Atsushi Hamasaki, Tomohiro Mukai, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, Self-Organization of Room-Temperature Ionic Liquids Exhibiting Liquid-Crystalline Bicontinuous Cubic Phases: Formation of Nano-Ion Channel Networks, 査読有, *Journal of the American Chemical Society*, 129, 10662–10663 (2007).

その他 2件

[学会発表] (計 76 件)

- 1) 吉尾正史, 一川尚広, 大野弘幸, 加藤隆史, “イオン性液晶の光重合によるナノ構造高分子電解質の構築”, 日本化学会第92春季年会, 横浜, 2012年3月28日.
- 2) SOBERATS Bartolome, 一川尚広, 田口怜美, 吉尾正史, 大野弘幸, 加藤隆史, “Ammonium-Based Ionic Liquid Crystals with Ion Transport Functions”, 日本化学会第92春季年会, 横浜, 2012年3月28日.
- 3) 佐久田淳司, 吉尾正史, 一川尚広, 田口怜美, 大野弘幸, 加藤隆史, “イオン性液晶とイオン液体の複合化による高イオン伝導性液晶材料の構築”, 第1回CSJ化学フェスタ, 東京, 2011年11月14日.
- 4) Masafumi Yoshio, Takahiro Ichikawa, Harutoki Shimura, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, “Ion-Transporting Liquid-Crystalline Assemblies: Dimension Control of Nanochannels”, 15th International Conference on Thin Films, 京都, November 10, 2011.
- 5) 井出圭亮, 一川尚広, 吉尾正史, 大野弘幸, 加藤隆史, “イオン液晶における双連続キュービック相の発現”, 第60回高分子分子討論会, 岡山, 2011年9月28日.
- 6) 佐久田淳司, 吉尾正史, 一川尚広, 田口怜美, 大野弘幸, 加藤隆史, “イオン性液晶とイオン液体からなる二次元イオン伝導体の構築”, 2011年液晶学会討論会, 東京, 2011年9月12日.
- 7) 鄭真, 吉尾正史, 矢崎さなみ, 舟橋正浩, 加藤隆史, “イオン性部位を有するオリゴチオフェン液晶”, 2011年液晶学会討論会, 東京, 2011年9月12日.
- 8) 服部一希, 吉尾正史, 一川尚広, 大野弘幸, 加藤隆史, “プロピレンカーボネート誘導体の液晶組織化によるイオン伝導パスの形成”, 2011年日本液晶学会討論会, 東京, 2011年9月11日.
- 9) 服部一希, 吉尾正史, 一川尚広, 大野弘幸, 加藤隆史, “カーボネート部位を有するイオン伝導性液晶の開発”, 第15回液晶化学研究会シンポジウム, 東京, 2011年6月4日.
- 10) 吉尾正史, 一川尚広, 大野弘幸, 加藤隆史, “双連続キュービック液晶構造を有する高分子フィルム電解質の構築”, 第15回液晶化学研究会シンポジウム, 東京, 2011年6月4日.
- 11) 佐久田淳司, 吉尾正史, 一川尚広, 田口怜美, 大野弘幸, 加藤隆史, “イオン性液晶/イオン液体複合体のナノ相分離構造とイオン伝導性”, 第60回高分子学会年次大会, 大阪, 2011年5月27日.
- 12) Takahiro Ichikawa, Masafumi Yoshio, Atsushi Hamasaki, Junko Kagimoto, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, “Ion-Conductive Polymer Films with 3D-Ion Nanochannels Formed by Liquid-Crystalline Ammonium Salts”, Pacificchem 2010, Honolulu, Hawaii, USA, December 18, 2010.
- 13) Takashi Kato, Masafumi Yoshio, Harutoki, Shimura, Takahiro Ichikawa, “Self-Organization of Functional Ionic Liquid Crystals Forming Nano-Ionic Pathways”, Pacificchem 2010, Honolulu, Hawaii, USA, December 15, 2010.
- 14) Masafumi Yoshio, Takahiro Ichikawa, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, “Low-Dimensional Ion Conductors Obtained through Self-Organization of Ionic Molecules”, 2010 MRS Fall Meeting,

- Boston, USA, November 29, 2010.
- 15) Takashi Kato, “Nanostructured Functional Liquid Crystalline Assemblies”, Xiangshan Science Conference on Functional Supramolecular Systems, Beijing, China, October 28, 2010.
 - 16) 加藤隆史, “分子を並べて働かせるー機能材料構築へのアプローチ”, 名古屋大学 G-COE 化学系セミナー, 名古屋, 2010 年 10 月 22 日.
 - 17) 清水星哉, 一川尚広, 吉尾正史, 田口怜美, 鍵本純子, 大野弘幸, 加藤隆史, “イオン液体の液晶化によるナノイオンチャネルの構築”, 2010 年日本液晶学会討論会, 福岡, 2010 年 9 月 7 日.
 - 18) Takashi Kato, “Nanostructured Functional Liquid Crystals Having π -Conjugated Moieties”, International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010 (ICSM 2010), 京都, July 6, 2010.
 - 19) 加藤隆史, “分子配列と相互作用の制御による機能性高分子集合体の創製, 第 59 回高分子学会年次大会, 横浜, 2010 年 5 月 26 日.
 - 20) 清水星哉, 一川尚広, 吉尾正史, 田口 怜美, 鍵本純子, 大野弘幸, 加藤隆史, “液晶の自己組織化による異方的イオン伝導材料の構築”, 第 59 回高分子学会年次大会, 横浜, 2010 年 5 月 26 日.
 - 21) 清水星哉, 一川尚広, 吉尾正史, 鍵本純子, 大野弘幸, 加藤隆史, “イミダゾリウム塩の液晶化による異方的イオン伝導材料の構築”, LSW シンポジウム, 札幌, 2010 年 1 月 8 日.
 - 22) 河野由佳, 吉尾正史, 一川尚広, 鍵本純子, 大野弘幸, 加藤隆史, “イミダゾリウム基を有するセルロース誘導体の合成と物性”, 第 19 回 MRS-J シンポジウム, 横浜, 2009 年 12 月 7 日.
 - 23) Emi Uchida, Masafumi Yoshio, Junko Kagimoto, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, “Photoresponsive Ion-conductive Liquid Crystals”, The Sixth International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals (IFOC-6), 東京, November 11, 2009.
 - 24) Takashi Kato, “Functional Nanostructured Liquid-Crystalline Materials”, The 11th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-11), 京都, November 10, 2009.
 - 25) Takashi Kato, “Nanostructured Supramolecular Liquid-Crystalline Assemblies”, International Liquid Crystal Elastomer Conference 2009, Kent, Ohio, USA, September 24, 2009.
 - 26) Anton E. Frise, 一川尚広, 吉尾正史・大野弘幸, István Furó, 加藤隆史, “双連続キユービック液晶中におけるイオンの自己拡散”, 第 13 回液晶化学研究会シンポジウム, 横浜, 2009 年 5 月 12 日.
 - 27) 加藤隆史, “超分子液晶のハイブリッド化と機能発現”, 日本化学会第 89 春季年次会, 千葉, 2009 年 3 月 30 日.
 - 28) Takashi Kato, “Nano-structured Functional Liquid-Crystalline Polymers”, 2008 年日米高分子合成セミナー, 淡路島, December 16, 2008.
 - 29) Takashi Kato, “Nanostructured Functional Liquid Crystals”, IUMRS-ICA 2008, 名古屋, December 12, 2008.
 - 30) Takashi Kato, “Design of Molecular Materials for the Induction of Functions”, Prof. Jean-Marie Lehn Symposium on Advanced Materials at Mitsui Chemical, 千葉, October 15, 2008.
 - 31) Takashi Kato, “Functional Nanostructured Liquid-Crystalline Assemblies”, XII Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography, 大阪, August 24, 2008.
 - 32) Takashi Kato, “Liquid Crystals Consisting of π -Conjugated and Ionic Moieties”, The 8th International Symposium on Functional π Electron Systems, Graz, Austria, July 21, 2008.
 - 33) Sanami Yazaki, Masahiro Funahashi, Takashi Kato, “Supramolecular Liquid-Crystalline Assemblies of Functional Molecules”, The 8th International Symposium on Functional π Electron Systems, Graz, Austria, July 21, 2008.
 - 34) Takashi Kato, “Supramolecular Assembly of Ion- and Electron-Active Liquid Crystals”, The 22nd International Liquid Crystal Conference, Jeju, Korea, July 1, 2008.
 - 35) Harutoki Shimura, Masafumi Yoshio, Atsushi Hamasaki, Tomohiro Mukai, Hiroyuki Ohno, Takashi Kato, “Lithium Ion Conductors Based on Electric-Field Responsive Columnar Liquid Crystals”, The 22nd International Liquid Crystal Conference, Jeju, Korea, July 1, 2008.
 - 36) Masafumi Yoshio, Boon-Hooi Tan, Takashi Kato, “Liquid-Crystalline Assemblies Composed of Spiropyran and Organic Acids”, The 22nd International Liquid Crystal Conference, Jeju, Korea, July 1, 2008.
 - 37) 吉尾正史, Tan Boon-Hooi, 加藤隆史, “メロシアン色素の液晶組織化”, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 2008 年 5 月 28 日.
 - 38) 志村晴季, 吉尾正史, 浜崎淳志, 向井知大, 大野弘幸, 加藤隆史, “リチウムイオ

ン伝導性カラムナー液晶の電場配向”, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 2008 年 5 月 28 日.

- 39) 一川尚広, 吉尾正史, 浜崎淳志, 向井知大, 大野弘幸, 加藤隆史, “扇型アンモニウム塩の自己組織化によるイオン伝導チャンネルの構築”, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 2008 年 5 月 28 日.
- 40) 加藤隆史, “液晶の分子集合構造制御と機能化”, 特定領域研究「次世代共役ポリマーの超階層制御と革新機能」シンポジウム, 京都, 2008 年 1 月 28 日.
- 41) Takashi Kato, “Self-Organization of Nanostructured Materials: Supramolecular Liquid Crystals and Organic/Inorganic Hybrids”, BASF Conference on Nanomaterials 2007, Singapore, October 21, 2007.
- 42) 加藤隆史, “イオン液体の組織化による機能発現”, 第 1 回関東支部大会 (日本化学会), 東京, 2007 年 9 月 27 日.
- 43) Takashi Kato, Masafumi Yoshio, Takahiro Ichikawa, Harutoki Shimura, “Self-Organization of Ionic Liquid-Crystalline Low-Dimensional Ion Conductors”, The 234th ACS National Meeting & Exposition, Salt Lake, Utah, USA, August 21, 2007.
- 44) Takashi Kato, “Self-Organization of Functional Ionic Liquids: Nanostructured Ionic Liquid Crystals”, 2nd International Congress on Ionic Liquids, 横浜, August 9, 2007.
- 45) Takashi Kato, “Molecules in Order for Function: Supramolecular Liquid-Crystalline Assemblies”, The Young Giants of Chemistry, A Symposium to Celebrate Fraser's 65th Birthday, Edinburgh, UK, June 8, 2007.
- 46) Takashi Kato, “Functional Nanostructured Liquid Crystals”, 90th Canadian Chemistry Conference, Winnipeg, Canada, May 27, 2007.

その他 36 件

[図書] (計 3 件)

- 1) 加藤隆史, 一川尚広, 相良剛光, 液晶、ソフトマター～分子設計・キャラクターゼーションから機能性材料まで、丸善株式会社、第 2 章、41-49 (2009) .
- 2) 一川尚広, 加藤隆史, 液晶－構造制御と機能化の最前線、イオン性液体－構造制御と機能発現－、シーエムシー出版、第 2 編、第 5 章、159-166 (2010) .
- 3) Takashi Kato, Masafumi Yoshio, Liquid Crystalline Ionic Liquids, *Electrochemical Aspects of Ionic Liquids Second Edition*,

John Wiley & Sons, Inc., 375-392 (2011).

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 双連続キュービック液晶構造をとり得る重合性を有する化合物及び双連続キュービック液晶構造を有するイオン伝導性ポリマー

発明者: 加藤隆史, 吉尾正史, 一川尚広, 大野弘幸

権利者: 国立大学法人 東京大学

種類: 特許

番号: 2010-132610 (特許公開)

出願年月日: 2008 年 12 月 5 日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

報道関連情報、アウトリーチ活動情報、研究成果データベースに関するホームページ:
<http://kato.t.u-tokyo.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤隆史 (KATO TAKASHI)

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号: 70214377

(2) 研究分担者

吉尾 正史 (YOSHIO MASAFUMI)

東京大学・大学院工学系研究科・助教

研究者番号: 60345098

(H19→H20: 連携研究者)

西村 達也 (NISHIMURA TATSUYA)

東京大学・大学院工学系研究科・助教

研究者番号: 00436528

(H19→H20: 連携研究者)

(3) 連携研究者

吉尾 正史 (YOSHIO MASAFUMI)

東京大学・大学院工学系研究科・助教

研究者番号: 60345098

西村 達也 (NISHIMURA TATSUYA)

東京大学・大学院工学系研究科・助教

研究者番号: 00436528