

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20350056

研究課題名（和文）親油性高分子電解質の合成と機能性材料への展開

研究課題名（英文）Syntheses of Lipophilic Polyelectrolytes and their Applications for Functional Materials

研究代表者

佐田 和己 (KAZUKI SADA)

北海道大学・大学院理学研究院・教授

研究者番号：80225911

研究成果の概要（和文）：親油的な官能基で覆われた大きなイオンを持つ高分子（親油性高分子電解質）が低極性有機溶媒中でイオン間の反発により、その高分子鎖を広げることが世界に先駆けて実証した。この結果により、様々な有機溶媒を高効率に吸収する材料が開発でき、溶液中で温度に応答して高分子鎖が収縮・伸張する新しい材料の合理的な設計指針を得ることができた。また、低温で機能する高吸収材や低極性環境下での交互積によるナノ薄膜の構築が実現した。

研究成果の概要（英文）：In this research, we demonstrated that the lipophilic polyelectrolytes with bulky and large ion pairs surrounded by lipophilic groups expand their polymer chains largely in non-polar organic solvents due to electrostatic repulsion among them. This result enabled us to develop super-absorbent polymers for various organic solvents and provided rational molecular design of thermally-sensitive polymer materials. Moreover, we successfully prepared super-absorbent polymers active at low temperature and constructed Layer-by-Layer multilayer thin films in the non-polar organic solvents other than water.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2009年度	4,900,000	1,470,000	6,370,000
2010年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
年度			
年度			
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：応用化学・高分子合成

キーワード：高分子合成・ゲル・高分子構造・物性・環境保全・高分子電解質・イオン対

1. 研究開始当初の背景

核酸やタンパク質などの生体高分子や、ポリアクリル酸ナトリウム、ポリ（ビニルピリジン）塩などに代表される高分子電解質は多数の電荷をもつ巨大な高分子イオンと低分子の対イオンから構成され、低分子の電解質や中性高分子と異なる性質を示す。このため、多くの高分子電解質が合成され、機能や構造

に関する研究が理論および実験の両面から精力的に検討されてきた。しかしながら、これまでの高分子電解質の研究は主に水に限られており、ヘキサン、クロロホルム、テトラヒドロフラン(THF)などの非極性溶媒（誘電率 $\epsilon < 10$ ）中で高分子電解質として機能するイオン性高分子は全く研究されていなかった。なぜならこれまで知られている高分

子電解質に用いられているイオン対はこれらの媒質中では解離できず、高分子電解質として機能しないと考えられてきたためである。

このような状況のもと、高分子電解質のイオン対つまりアニオン・カチオンの両方が①親油性官能基で包まれている、②サイズが大きい、③ソフト、④水素結合を形成しない、の4つの条件を満たすならば、非極性溶媒中でイオン解離し高分子電解質として、機能するのではないかと着想した。(このようなイオン性高分子を親油性高分子電解質と呼ぶ。) 実際テトラフェニルボレート誘導体(TFPB)と長鎖アルキル第四級アンモニウムから合成したイオン性高分子ゲルはジクロロエタンやTHFなどの代表的な非極性有機溶媒中で大きく膨潤し、その膨潤度は架橋度1%の条件で、自重(乾燥重量)の百倍を超えるものであった。さらに架橋度0.2%まで低下させることで、約500倍程度の溶媒を吸収できる材料であり、世界初の有機溶媒を高効率に吸収できる材料の開発に成功した。

2. 研究の目的

本研究の目的は非極性溶媒中において解離できるイオン対を有する高分子を設計・合成し、その非極性有機溶媒中における振る舞いを調べ、特にイオンの解離・凝集による高分子鎖の膨潤・収縮作用を解明し、非極性環境下で機能する親油性高分子電解質を創製することであった。応用面からは、イオン解離による静電反発と浸透圧を利用して、様々な媒質をターゲットとした高い吸収能をもつ親媒質性高吸収性ゲルの合成、温度応答性高分子の分子設計の解明、非極性溶媒中での交互積層膜の構築、親油性高分子電解質ポリマーブラシの構築および親油性高分子電解質を用いた両親媒性ブロック共重合体の合成などを検討し、従来、水または高極性溶媒でのみ検討されてきた高分子電解質の機能を非極性溶媒中で実現し、新しい機能性材料の開発を目指した。

3. 研究の方法

(1) 親油性高分子電解質の創製

TFPB イオンと長鎖アルキル第四級アンモニウムからなるイオン性モノマーを用い、オクタデシルアクリレートとの共重合を行い、イオン性高分子を合成した。生成した高分子はGPC、¹H-NMR、IRなどで同定を行った。これらのイオン性高分子を様々な有機溶媒に溶解させ、その媒質中での高分子鎖およびイオンの挙動を粘度測定や光散乱、中性子散乱や核磁気共鳴スペクトルでの磁場勾配法などを利用して、溶液中での構造と高分子鎖の運動性を調べ、高分子鎖の広がり方を評価した。また、これらの高分子を基板上にキャスト

トしAFM観察により基板上での高分子鎖の広がり方から、溶液中での高分子の構造との相関を検討した。

(2) 親媒質性高吸収性ゲルの分子設計

媒質中で解離しうるイオンペアーモノマー(10 mol%程度)・架橋剤(1 mol%程度)・媒質と相溶性のよい高分子を与える主鎖の中性モノマー(90 mol%程度)を適切に選択することで、様々な媒質中で大きく膨潤する高分子ゲルを調製した。種々の誘電率をもつ有機溶媒に対する膨潤度を測定することで、媒質中でのイオン解離および高分子と媒質の親和性を評価した。具体的には、ポリスチレン、ポリジメチルシロキサンを用い、種々のアニオンの第四級長鎖アルキルアンモニウム塩を用いることで、ゲルの膨潤特性を詳細に検討した。

(3) 親油性高分子電解質を用いた機能性材料の開発

金基板上およびシリカ微粒子上への親油性イオン対を導入し、低極性溶媒を用いて、親油性イオンペアーアニオン性の親油性高分子電解質の溶液とカチオン性の親油性高分子電解質の溶液を交互に接触させ、交互積層膜の構築を検討した。また、高分子-高分子間の引力として尿素官能基による水素結合と親油性イオン間の静電反発を利用した温度応答性高分子の分子設計を検討した。具体的にはそれぞれのモノマーを様々な組成比で共重合し、高分子を合成し、様々な有機溶媒への溶解性および温度による溶解性の変化を系統的に検討した。

4. 研究成果

(1) 親油性高分子電解質の分子設計

第四級アルキルアンモニウムのTFPB塩をもつアクリルモノマーを合成し、オクタデシルアクリレートとの共重合により、親油性高分子電解質(LP1, イオン導入量4.8%, $M_n=15000$, $M_w=45000$)を合成することができた。これを様々な非極性有機溶媒に溶解させ、溶液粘度の測定を行った。トルエン中での還元粘度はLP1の濃度の減少に比例して、単調に減少したが、それ以外の非極性溶媒ではいずれもLP1の濃度の減少に従い、還元粘度が著しく増大した。これは典型的な高分子電解質の挙動であり、高分子鎖がイオン解離によって広がっていることを示している。また、低分子塩溶液中では、トルエン中と同じ挙動になった。低分子イオンのより、高分子の広がりが抑制されたものと考えられる。LP1のDOSY-NMR測定からは重水素化ジクロロメタン中ではアニオンの拡散速度がポリマーの拡散速度より小さくなっており、アニオンが高分子鎖から解離していることが示唆された。HOPG基板上でのLP1のAFM観察において、1,2-ジクロロエタンからキャストしたサン

プルでは二重層と思われる高分子が広がった構造がみられた。これらの結果はいずれも LP1 が非極性溶媒中 ($5 < \epsilon < 10$) で、高分子電解質としてふるまうことを示しており、LP1 は非極性溶媒中で機能する世界で初めての高分子電解質である。またその性質は高分子電解質中のイオン性官能基の解離に主に支配されていることが明らかになった。これまでに報告例のない非極性環境下で機能する高分子電解質の創製に成功した。これは高分子化学の常識を覆すものである。この研究を契機として、様々なイオン性高分子の高分子電解質としての利用が飛躍的に進むと期待できる。

(2) 親媒質性高吸収性ゲルの分子設計

親油性高分子電解質ゲルの更なる応用、機能化、ならびにその一般化を目的としてポリスチレンおよびポリジメチルシロキサンを主鎖する新規な親油性高分子電解質ゲルを合成し、その膨潤特性を検討した。どちらのゲルもこれまでのポリ(アルキルアクリレート)を主鎖とするゲルと同様に、誘電率の低い有機溶媒中でも、イオン解離による静電反発と浸透圧により自重に対して百倍を超える膨潤度を示した。高い吸収能は高分子の媒質との相溶性が高い場合、その主鎖構造に依存しないことが明らかになった。

また、静電相互作用はほとんど温度依存性がないため、低温でも同様に解離すると期待できる。そこで、ポリスチレンを主鎖とする親油性高分子電解質ゲルを塩化メチレン、THF 中、 -80°C の条件下で膨潤度を測定したところ、室温と同等の膨潤度を示し、低温環境下においても高吸収性ゲルとして機能する新しい材料の開発に成功した。

さらに、有機溶媒中でのゲルの膨潤挙動に及ぼす対アニオンの影響について検討したところ、誘電率が低い THF 中では TFPB を対イオンとする高分子電解質のみ、大きく膨潤した。これは TFPB のように親油性が高くイオンサイズが大きいアニオンを用いた場合においてのみイオン対が解離するのに対し、TFSI、PF₆、Cl⁻ イオンなどを対イオンとした場合イオン対が高次に会合し、膨潤が抑制されたためである。これらの結果から、ゲルの膨潤挙動には用いるイオン対の構造とその解離が大きく影響していることが示され、高溶媒吸収材料に向けた分子設計が明確になり、高分子化学だけではなく、材料科学として重要な知見が得られた。

次に、イオン対の親油性向上とイオン解離の促進としてアニオンレセプターとハロゲンイオンとの錯形成の利用を検討した。アニオンレセプターと高分子電解質の対イオンとの錯体形成によって、膨潤度の増大が誘起された。イオン部位の構成要素に非共有結合が適用可能であることを示すことができた

点は高吸収性材料の開発の新しい方法論を提供するものであり、材料化学としては重要な知見である。また、イオンとレセプター分子の間の分子認識化学を具体的にゲルの膨潤として出力できることは、超分子化学の応用として大変興味深いものと考えられる。

(3) 親油性高分子電解質を用いた機能性材料の開発

① 低極性溶媒中での交互積層

大きくかつ親油性の高いホスファゼンカチオンを持つカチオン性の親油性高分子電解質とビズイミダゾールボレートアニオンを持つアニオン性の親油性高分子電解質を合成した。それぞれの高分子溶液に、同種のイオン対を修飾した QCM 基板を交互に浸漬、洗浄、乾燥、測定の一連の操作を繰り返した結果、QCM が単調に周波数減少し、吸着物が交互に積層していることが明らかとなった。また、シリカナノ微粒子を核として、同様な方法で交互積層を行ったところ、平均粒径の増大が観測され、ゼータ電位が逐次的に反転したことから交互積層していることが示唆された。TEM 観察からもシリカナノ粒子表面への薄膜の形成が確認された。低極性溶媒中で静電相互作用を用いて交互積層が生じることを初めて明らかにした。ナノテクノロジーにおける重要な手法の一つとなっているこの手法の媒質を高極性溶媒から低極性溶媒へと大幅に広げることができた点は極めて重要であり、数多くの非極性高分子を用いた交互積層が可能になると期待できる。特に無水環境下で交互積層法を行うことによって水の混入を嫌う系においても本手法は適用できると考えられる。

② 温度応答性高分子の分子設計

親油性高分子電解質に水素結合により高分子鎖の凝集を引き起こす強い自己会合性の尿素を導入することで温度応答性高分子の分子設計に成功した。親油性イオン対の導入率が 1-10% の親油性高分子電解質を合成し、様々な有機溶媒への溶解性を評価した結果、親油性イオン対が解離し、尿素の水素結合が阻害されにくい中極性の溶媒中ではイオン導入率の増加に従い溶解性が向上し、溶解性が変化していく境界領域で上限臨界共溶 (UCST) 型の温度応答性 (高温側で溶解・低温側で不溶) が観測された。低分子共通塩を添加により相転移温度の上昇が、また溶媒極性の低下により相転移温度の低下が観測された。これらの結果は非極性有機溶媒中では尿素官能基が高分子鎖を凝集させる凝集部位として機能し、イオン解離により親油性イオン対が高分子鎖を伸長・溶解させる部位として機能していることを示しており、相反する 2 つの相互作用により、温度応答性が発現したと考えられる。一般化すると、温度応答性高分子は与えられた媒質中で会合する

官能基とその媒質中で解離するイオン対の組み合わせで設計できることを示している。分子間（官能基間）の会合の制御は超分子化学の成果として、多数報告されており、これらを巧みに利用することで、本研究成果を起点として、様々な媒質中で転移温度を制御した温度応答性高分子が開発されるであろう。応用面としては、ドラッグデリバリーシステムや各種センサーなどへ応用展開が期待でき、材料科学としても重要な結果と考えられる。

(4) まとめ

親油性の官能基でイオンを包み、物理的に1 nm 程度までしか接近できない嵩高いイオン対を高分子に導入することにより、これまでに達成できなかった特殊な環境下、特に非極性媒質中で機能する高分子電解質、いわゆる親油性高分子電解質の創製に成功した。水 ($\epsilon = 80$) 中で主に議論されてきた高分子電解質の特性を非極性溶媒中 ($5 < \epsilon < 10$) で実現した世界で最初の研究であり、高分子科学に一石を投じる重要な結果であると思われる。今後はより一般性の高い高分子電解質の理論に向けて様々な媒質で解離できる高分子電解質を合成し、構造・溶液物性などの綿から検討していきたいと考えている。また親油性高分子電解質のいくつかの応用研究として、低極性有機溶媒中での交互積層膜の構築に成功した。高分子増粘剤、電場応答性アクチュエータなど機能性ソフトマテリアルとしての幅広い応用展開、新規材料の開発につながるものと期待される。

材料科学の観点から見ると、種々の汎用性高分子を主鎖とした親油性高分子電解質ゲルが広範な誘電率の有機溶媒に対する優れた膨潤能・吸収特性を有することを明らかにした。これはオイル、PCB、フルオロカーボンなどの環境負荷の高い媒質を高効率に吸収する材料の開発に繋がり、環境問題解決に向けて、社会・人類に貢献できると信じている。また、 -80°C といった非常に低温の環境下においても室温下同様の優れた吸収特性をもつ材料の開発に成功した。極限的な環境下で機能する高吸収性材料はこれまで全く未開発の領域であり、極限的な環境下でのソフトアクチュエータなど、今後の展開が期待できる。

超分子科学との接点では、非極性溶媒中での親油性イオン対のイオン解離によって生じる高分子鎖の広がりには高分子（官能基）間の「斥力」と見なすことができる。従って、本研究の結果はイオン解離による同符号の電荷間の反発が広い範囲の有機溶媒中で利用可能であることを示しており、物質を溶媒に分散させるための分散力として、イオン解離を使うことができ、難溶性の物質の有機溶媒への可溶性などへの展開が可能になると

思われる。これと水素結合、配位結合、CT相互作用、 $\pi-\pi$ 相互作用など、非極性溶媒中の「引力」とを均衡させることで、様々な分子材料の溶解と凝集を制御することができ、多様な刺激応答性材料の構築につながるであろう。これまでの超分子化学では、静電相互作用の利用は主に異符号間の引力によるイオン対の形成による会合体がターゲットになっており、イオンによる静電斥力の利用はタンパク質表面など、水中での議論のみであり、低極性溶媒中でこの静電斥力が利用できることは超分子化学の新しい方法論につながるもの期待される。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 25 件)

- ① M. Ohta, V. M. Boddu, M. Uchimiya, K. Sada, "Synthesis and Characterization of Poly(stearyl acrylate-co-ethylene glycol dimethacrylate) gel as a VOCs Absorbent Matrix", Polym. Bull., 915-926 (2011). 査読有
- ② K. Iseda, T. Ono, K. Sada, "High Swelling Ability of Polystyrene-Based Polyelectrolyte Gels at Low Temperature", Soft Matter, 5938-5940 (2011). 査読有
- ③ M. Ohta, T. Ono, K. Sada, "Layer-by-layer Deposition of Ionomers with Lipophilic Ion-pairs Dissociated in Less-Polar Media", Chem. Lett., 40, 6, 648-650, (2011). 査読有
- ④ J. Krishnamurthi, T. Ono, S. Amemori, H. Komatsu, S. Shinkai, K. Sada, "Thiourea-tagged Poly(octadecyl acrylate) gels as Fluoride and Acetate Responsive Polymer Gels through Selective Complexation", Chem. Commun., No.47, 1571-1573 (2011). 査読有
- ⑤ T. Ono, T. Sugimoto, S. Shinkai, K. Sada, "Molecular Design of Super-absorbent Polymers for Organic Solvents by Cross-linked Lipophilic Polyelectrolytes", Adv. Func. Mater., 18, 3936-3940 (2008). 査読有
- ⑥ T. Ono, S. Shinkai, K. Sada, "Discontinuous Swelling Behaviors of Lipophilic Polyelectrolyte Gels in Non-polar Media", Soft Matter, 4, 748-750 (2008). 査読有

[学会発表] (計 100 件)

1. 古川雄基, 小門健太, 佐田和己, "テトラフェニルボレートの静電相互作用を利用したネットワークポリマーの構造制御", 第7回ホスト・ゲスト化学シンポジウム, 2011. 5. 29 (広島大学)
2. 石渡拓己, 杉川幸太, 古川雄基, 小門健太, 佐田和己, "多孔質性配位高分子を鋳型とするネットワークポリマーの合成" 第7回ホスト・ゲスト化学シンポジウム,

2011. 5. 29 (広島大学)

3. 雨森翔悟, 小門憲太, 佐田和己, “尿素を含む高分子の分子認識を利用した LCST・UCST の制御”, 第 60 回高分子年次大会, 2011. 5. 25 (大阪国際会議場)
4. 錦織祐介, 伊勢田一也, 小門憲太, 佐田和己, “メソゲン基を有する高分子電解質ゲルの合成と膨潤挙動”, 第 60 回高分子年次大会, 2011. 5. 25 (大阪国際会議場)
5. 伊勢田一也, 羽毛田洋平, 小門憲太, 前田大光, 佐田和己, “アニオンレセプターの錯形成を利用した刺激応答性ゲルの膨潤制御”, 第 60 回高分子年次大会, 2011. 5. 25 (大阪国際会議場)
6. 小門憲太, 石渡拓己, 古川雄基, 杉川幸太, 永田俊次郎, 佐田和己, “多孔性配位高分子の事後修飾による 3 次元ネットワークポリマーの合成”, 第 60 回高分子年次大会, 2011. 5. 25 (大阪国際会議場)
7. Masahiko Ohta, Kenta Kokado, Kazuki Sada, “Preparation of Lipophilic Polyelectrolytes Working in Nonpolar Solvents and their Blend Films”, The 2011 International Symposium on Molecular System, Global COE Symposium for Young Researchers, 2011. 5. 11 (ザ・ルイガンホテル 福岡)
8. Kouta SUGIKAWA, Kazuki SADA, “Fabrication of SERS-Active Metal Organic Frameworks”, The 2011 International Symposium on Molecular System, Global COE Symposium for Young Researchers, 2011. 5. 10 (ザ・ルイガンホテル 福岡)
9. 錦織祐介, 伊勢田一也, 小門憲太, 佐田和己, “メソゲン基を有する高分子電解質ゲル”, 日本化学会第 91 春季大会, 2011. 3. 28 (神奈川大学)
10. 太田匡彦, 小野利和, 小門憲太, 佐田和己, “非極性溶媒中で機能する高分子電解質を用いた複合膜の調製”, 日本化学会第 91 春季年会, 2011. 3. 28 (神奈川大学)
11. 雨森翔悟, 小門憲太, 佐田和己, “尿素を含む高分子の分子認識を用いた溶解挙動の制御”, 日本化学会第 91 春季年会, 2011. 3. 28 (神奈川大学)
12. 伊勢田一也, 羽毛田洋平, 小門憲太, 前田大光, 佐田和己, “ π 共役系非環状型アニオンレセプターの錯形成を利用した高分子電解質ゲルの膨潤制御”, 日本化学会第 91 春季年会, 2011. 3. 26 (神奈川大学)
13. Kazuki SADA, “Polyelectrolyte Gels active in Organic Solvents”, The 3rd International Symposium on Interdisciplinary Materials Science (ISIMS-2011), 2011. 3. 9 (Tsukuba, Japan)
14. Kazuki SADA, “Molecular Design of

Lipophilic Polyelectrolytes and their Gels”, 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), 2010. 12. 17 (Honolulu, USA)

15. 太田匡彦, 佐田和己, “かさ高いイオン対を有する高分子電解質の低極性環境下での交互積層”, 第 59 回高分子討論会, 2010. 9. 16 (北海道大学)
16. 伊勢田一也, 小野利和, 佐田和己, “非極性環境下で機能する親油性高分子電解質のコンホメーション変化”, 第 59 回高分子討論会, 2010. 9. 16 (北海道大学)
17. 佐田和己, “有機溶媒高吸収性材料の開発”, 25th Summer University in Hokkaido, 2010 年度北海道高分子若手研究会, 2010. 8. 27 (洞爺湖)
18. Kazuki SADA, “Lipophilic Polyelectrolytes Active in Nonpolar Media”, The 2010 Global COE International Symposium on Future Molecular Systems – Beyond Supramolecular Chemistry, 2010. 6. 14 (Kyushu University, Fukuoka)
19. Kazuki SADA, Shogo AMEMORI, Toshikazu ONO, “Molecular Design of Thermally Responsive Polymers based on Lipophilic Polyelectrolytes”, International Symposium of Macrocylic and Supramolecular Chemistry, 2010. 6. 9 (Nara, Japan)
20. Kazuki SADA, “Lipophilic Polyelectrolyte Gels as Super-Absorbent Polymers for Organic Solvents”, Peking University & Hokkaido University Joint Seminar on Organometallic Chemistry and Organic Syntheses (2010 GCOE and 111 Program), 2010. 5. 29 (Beijing, China)
21. 太田匡彦, 佐田和己, “親油性高分子電解質を用いた交互積層法による表面への薄膜作製”, 第 59 回高分子年次大会, 2010. 5. 28 (横浜)
22. 伊勢田一也, 小野利和, 佐田和己, “ポリスチレンを主鎖とした親油性高分子電解質の有機溶媒中でのコンホメーション変化”, 第 59 回高分子年次大会, 2010. 5. 26 (横浜)
23. 太田匡彦, 佐田和己, “静電引力を駆動力とした低極性溶媒中での交互積層”, 日本化学会第 90 春季年会, 2010. 3. 26 (近畿大学)
24. 雨森翔悟, 小野利和, 佐田和己, “尿素誘導体を有する親油性高分子電解質の温度応答性”, 日本化学会第 90 春季年会, 2010. 3. 26 (近畿大学)
25. 小野利和, 佐田和己, “長鎖アルキル基の結晶相転移を利用した親油性高分子電解質の分子会合とゲル化挙動”, 日本化学会

第 90 春季年会, 2010. 3. 26 (近畿大学)

26. Toshikazu ONO, Kazuki SADA, “Physical Gelation of Linear Lipophilic Polyelectrolytes in Organic Media”, GelSympo 2009, 2009. 12. 2 (関西大学)

27. 伊勢田一也, 小野利和, 佐田和己, “ポリスチレンを主鎖とした親油性高分子電解質ゲルの合成”, 第 21 回高分子ゲル研究討論会, 2010. 1. 13 (東京大学)

28. 佐田和己, “低極性環境で機能する高分子電解質の分子設計”, 第 73 回高分子若手研究会[関西] 2009. 11. 28 (大阪大学)

29. 佐田和己, “有機溶媒を吸収する材料の化学”, 名古屋大学 GCOE 第 44 回化学系セミナー, 2009. 10. 26 (名古屋大学)

30. 伊勢田一也, 小野利和, 佐田和己, “スマートポリマーとしての親油性高分子電解質(1) ポリスチレンを主鎖とした有機溶媒高吸収性樹脂の開発” 第 58 回高分子討論会, 2009. 9. 18 (熊本大学)

31. 小野利和, 佐田和己, “スマートポリマーとしての親油性高分子電解質(2) ポリ(オクタデシルアクリレート)の結晶相転移を利用した高分子ゲル化剤/増粘剤の開発”, 第 58 回高分子討論会, 2009. 9. 18 (熊本大学)

32. 佐田和己, “非極性環境で機能する高分子電解質の分子設計”, 第 58 回高分子討論会, 2009. 9. 16 (熊本大学)

33. 太田匡彦, 佐田和己, “親油性高分子電解質を用いた低極性溶媒中での交互積層”, 第 58 回高分子討論会, 2009. 9. 16 (熊本大学)

34. 伊勢田一也, 小野利和, 佐田和己, “親油性電解質を導入した親油性ポリスチレンゲルの合成と膨潤挙動”, 第 58 回高分子学会年次大会, 2009. 5. 29 (神戸国際会議場)

35. 小野利和, 佐田和己, “ポリ(アクリル酸誘導体)を主鎖に用いた親油性高分子電解質ゲルの合成と応用”, 第 58 回高分子学会年次大会, 2009. 5. 27 (神戸国際会議場)

36. 浜本亮, 佐田和己, “親油性イオン対を修飾した金ナノ粒子の合成とその機能”, 第 89 回日本化学会年会, 2009. 3. 27 (日本大学理工学部)

37. 小野利和, 佐田和己, “非極性溶媒中で解離する新規高分子電解質の合成と機能”, 第 89 回日本化学会年会, 2009. 3. 28 (日本大学理工学部)

38. 太田匡彦, 佐田和己, “新規親油性高分子電解質の合成とポリイオンコンプレックス作製の検討”, 第 89 回日本化学会年会, 2009. 3. 29 (日本大学理工学部)

39. 佐田和己, 小野利和, “有機溶媒を吸収する高分子電解質ゲルの分子設計”, 日本学術振興会第 142 委員会 ABC 合同研究会, 2009. 3. 5 (東京理科大学)

40. 小野利和, 佐田和己, “溶媒環境に依存した親油性高分子電解質のコンフォーメー

ション変化”, 第 20 回高分子ゲル研究討論会, 2009. 1. 14 (東京大学)

41. 佐田和己, “親油性高分子電解質ゲルの分子設計”, 有機合成化学協会九州支部第 20 回若手研究者のためのセミナー, 2008. 12. 13 (九州大学)

42. Kazuki SADA “Lipophilic Polyelectrolyte Gels as Super-absorbent Polymers for Organic Solvents.” Global COE Program Prof. Jean-Marie Lehn Symposium III, 2008. 11. 17 (Kyushu University Nishijin Plaza, Fukuoka)

43. 小野利和, 新海征治, 佐田和己, “有機溶媒中での親油性高分子電解質ゲルの不連続体積変化”, 第 57 回高分子討論会, 2008. 9. 25 (大阪市立大学)

44. Janakiraman Krishnamurthi, 小野利和, 新海征治, 佐田和己, “アニオン応答性高分子ゲルの分子設計”, 第 57 回高分子討論会, 2008. 9. 25 (大阪市立大学)

45. 佐田和己, 小野利和, “新しい機能性材料としての親油性高分子電解質-オイル, 有機溶媒吸収材を求めて”, 日本液晶学会ソフトマターフォーラム講演会, 2008. 6. 18 (九州大学西新プラザ)

46. 小野利和, 佐田和己, 新海征治, “親油性高分子電解質ゲルの膨潤特性に対する温度依存性”, 第 57 回高分子学会年次大会, 2008. 5. 29 (パシフィコ横浜)

47. 小野利和, 佐田和己, 新海征治, “親油性高分子電解質の溶媒に依存したコンフォーメーション変化”, 第 57 回高分子学会年次大会, 2008. 5. 28 (パシフィコ横浜)

[図書] (計 1 件)

①佐田和己 「親油性高分子電解質ゲル」 共著国武豊喜 編, 「超分子サイエンス&テクノロジー」 pp. 790-796, エヌティーエス, 2009. 5 月

[その他]

ホームページ等

北海道大学物質化学研究室ホームページ:
<http://wwwchem.sci.hokudai.ac.jp/matche mS/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐田 和己 (SADA KAZUKI)
北海道大学・大学院理学研究院 教授
研究者番号: 80225911

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし