

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23350048

研究課題名(和文) 親媒質性イオンの創製と機能性高分子電解質への応用

研究課題名(英文) Preparation of Solvatoophilic Ionpair and its Applications for Functional Polyelectrolytes

研究代表者

佐田 和己 (SADA, KAZUKI)

北海道大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：80225911

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円、(間接経費) 4,380,000円

研究成果の概要(和文)：媒質に対応したイオン対および高分子鎖から構成される親媒質性高分子電解質を分子設計することにより、様々な媒質で静電反発を利用して、高分子の構造や低分子の溶解性などが制御できることを実証した。さらにこれらの静電反発を利用した機能性材料への展開として、高分子ブラシや刺激応答性ゲルへの応用が可能となった。また本研究の結果より、高分子と低分子の間の分子間相互作用を巧みに利用することで簡便に温度応答性高分子の設計ができることを明らかにした。これらの結果は分子間引力に拮抗して静電反発を様々な媒質で利用することを示しており、新しい機能性材料の開発に貢献すると思われる。

研究成果の概要(英文)：We demonstrated the molecular design of solvatophilic polyelectrolytes that have both solvatophilic polymer chain and bulky and large ion-pair surrounded by solvatophilic groups. Their characteristic feature is expansion of the polymer chains largely in the suitable media due to electrostatic repulsion among the dissociated ions. So far, we revealed that the solvatophilic ion-pairs act as the strong solubilizing group against various intermolecular interactions and control their solubility and aggregation ability. We further applied them to prepare polymer brush and stimuli-sensitive polymers. Moreover, this result inspired us to create a new series of thermo-sensitive polymer systems by controlling supramolecular interactions between the polymer chain and small molecules. In conclusion, this work clearly suggested the utility of electrostatic repulsion in various media as supramolecular interaction, which should contribute to development of various functional materials.

研究分野：化学

科研費の分科・細目：複合化学・高分子化学

キーワード：高分子電解質 親媒質性イオン イオン解離 超分子化学 温度応答性高分子 静電反発 刺激応答性高分子 高分子ブラシ

1. 研究開始当初の背景

高分子の形態やその集合体の形成は分子間または官能基間の働く分子間力に依存し、媒質との親和性と高分子鎖自身の自己会合性の競争によって、ナノからミリまでの各階層においての構造が決定されている。これらが高分子材料の機能発現につながることは周知の事実である。したがって、如何にして高分子鎖の伸縮・会合形態を制御するかが今日の材料・高分子化学の基本命題となっており、分子間引力として主に水素結合・疎水性相互作用・電荷移動・配位結合などが研究されてきた。これに対し、分子間斥力の設計と利用は、解離した同符号のイオン間での静電反発によるもののみであり、実質的には、高分子電解質の伸張やミセルの分散など、水を中心とする高極性媒質中でのみで議論されてきた。これは静電反発を誘起するためには、イオンの解離が必要であり、通常用いられているイオンは親水性が高く、小さいため、一般的な有機溶媒中ではイオン解離が進行せず、強固なイオン対や高次会合体が形成され、イオンの導入は斥力ではなく、引力として強く作用すると考えられてきたからである。

媒質中で解離できるイオン対を自在にデザインできれば、その解離を利用し、同符号間の静電斥力をその媒質で用いることができる。これまで水のみであった静電斥力を一般的な媒質まで拡張し、この斥力を鍵として、様々な媒質で機能する高分子電解質を創製し、高分子鎖の状態や会合形態を制御することで、高分子電解質としての特性を利用した新規材料が構築でき、刺激応答する動的な機能性材料の開発につながると考えた。

2. 研究の目的

(1) 親媒質性イオン対の分子設計

水や極性有機溶媒以外の多様な媒質中(特に炭化水素を含む無極性有機溶媒・フッ素系溶媒・液晶など)で解離するイオン対の分子設計・合成を行う。

(2) 親媒質性高分子電解質の創製と機能性材料の開発

前項の結果をもとに、様々な媒質で解離可能な親媒質性イオン対を適切な高分子鎖に組み込み、同符号のイオン間で生じる静電斥力により、様々な媒質中で高分子電解質として振る舞うイオン性高分子、「親媒質性高分子電解質」を合成する。また架橋によりゲル化し、親媒質性高分子電解質ゲルを構築し、その膨潤挙動を明らかにする。さらにそれらを用いた機能性材料の開発を行う。

(3) 静電斥力を利用した刺激応答性の機能高分子材料の分子設計

イオン性高分子に、その媒質中で分子間引力を発生する官能基を導入し、静電斥力と分子間引力を均衡させることで、水以外の様々な媒質中で高分子鎖の溶解・分散状態の制御

および高分子鎖の凝集・伸張を制御する方法論の確立を目指す。また、静電斥力と分子間引力を光・熱・ゲスト分子などの外部刺激によって制御し、多様な刺激に応答する動的機能材料の分子設計原理を明らかにする。

(4) 静電斥力を利用した難溶性物質の分散・可溶化

親媒質性イオン対を様々な難溶性物質に導入し、静電斥力を利用して、分散性を向上させ、可溶化を検討する。

3. 研究の方法

(1) 親媒質性イオン対の分子設計

親媒質性イオン対の分子設計としてはイオンのサイズを 1.5 nm 程度まで大きくし、イオン間の最近接距離を長距離にする手法を用いる。特にこれまで研究を行ってきたテトラフェニルホウ酸アニオン、テトラアルキルアンモニウムカチオンなどを用いた塩を中心に、高分子やデンドリマーなどを周囲に配置することを検討した。また、親水性の半径の小さいイオンをレセプター分子で包接することにより、イオン解離を促進させることで、より簡便な親媒質性イオン対の分子設計についても検討を行った。得られた親媒質性イオン対は電気伝導度測定などにより様々な媒質中でのイオン解離を評価した。

(2) 親媒質性高分子電解質の創製と機能性材料の開発

様々な高分子に親媒質性イオン対を数 mol % 程度、高分子反応や共重合により導入した。媒質中での高分子希薄溶液の物性の評価を行い、高分子の分散性や広がりを検討した。さらにこれらの高分子を架橋することにより親媒質性高分子電解質ゲルとし、膨潤度を評価し、媒質吸収能力を評価した。媒質の極性を制御することで、親媒質性イオン対のイオン解離・凝集をコントロールし、刺激に応答して、収縮・伸張を起こす材料として、高分子電解質ブラシへの応用を検討した。

(3) 静電斥力を利用した刺激応答性の機能高分子材料の分子設計

親媒質性イオン対をもちいて、THF やクロロホルム有機溶媒中でのイオン解離を利用して高分子鎖を広げ、これに抗する引力として、アミド、尿素などの水素結合部位を有するモノマーとの共重合により、両者を導入する。熱や溶媒の極性変化により、分子間斥力と引力のバランスを変化させ、高分子鎖の形態が大きく変化する動的システムの構築を行なった。

(4) 静電斥力を利用した難溶性物質の分散・可溶化

難溶性の機能性分子に親媒質性イオン対を導入し、対応する媒質へのこれらの物質の分散化・可溶化を検討した。特にペプチドや

糖鎖の有機溶媒への可溶化を検討した。

4. 研究成果

(1) 親媒質性イオン対の分子設計

アニオンレセプターと塩化物イオンの錯体形成によるイオン解離の制御

疎水性の高いカチオンの対イオンとして、親水性の高いハロゲンアニオンを利用し、疎水性の高いアニオンレセプターで包接することで、イオン解離を促進させることを検討した。テトラブチルアンモニウムクロリド (TBACl) の伝導度変化を種々のアニオンレセプター存在下で検討した。THF (誘電率: 7.6) を溶媒として選択し、アニオンレセプター CP (calixpyrrol) 添加に伴う TBACl の伝導度変化について評価したところ、CP の添加に伴い顕著な伝導度の増大が観測された。CP 非存在下および 1 当量 CP 存在下でのイオン対の会合定数を算出したところ、それぞれ $5.9 \times 10^6 \text{ M}^{-1}$ 、 $1.2 \times 10^4 \text{ M}^{-1}$ と見積もられ、錯体形成によりイオン解離が著しく促進されていることが明らかとなった。疎水性の高いアニオンレセプターによって包接されることでイオン解離した状態の安定性が向上したためと思われる。したがって、親水性の高いアニオンについても疎水性の高いアニオンレセプターとの錯体形成により、イオン解離平衡の制御が可能であり、立体障害の大きいイオン対を新規に合成することなく、低極性媒質中でのイオン解離の実現が可能となった。これは新しい親媒質性イオン対の分子設計法であり、今後様々な媒質で機能するイオン対設計に応用できると期待される。

(2) 親媒質性高分子電解質の創製と機能性材料の開発

非極性溶媒中で機能する親油性高分子電解質ブラシの創製

親媒質性高分子電解質の新しい機能開発の点から低極性溶媒中でイオン解離により大きく膜厚や形態が変化する高分子電解質ブラシの構築を検討した。シリコン基板上から重合を行うことで、テトラアルキルアンモニウム-テトラフェニルボレート親媒質性イオン対とし、ポリ(オクタデシルアクリレート)を主鎖とする高分子電解質ブラシ(LPB)を作製することに成功した。膜厚測定、AFM 観察により低極性溶媒中での機能の評価したところ、クロロホルム、THF、1,2-ジクロロエタンなどの非極性溶媒に浸漬し乾燥した後の膜厚を測定すると、溶媒の誘電率の増加に従い膜厚の増大が観測され、AFM 観察から溶媒の誘電率の増加に従い長いファイバー状構造を形成することが明らかとなった。親媒質性イオン対を含まない高分子ブラシでは変化がなかったことから、この挙動は低極性溶媒中でイオン解離により生じる静電反発により高分子鎖が伸長し、伸長した状態から乾燥過程において主鎖の長鎖アルキル基同士が会合した結果であり、これまでに

ない低極性溶媒中におけるイオン対の解離により伸長する高分子電解質ブラシの作製に成功した。

親媒質性イオン対を用いたネットワークポリマーの合成

この低極性溶媒中で解離できる親媒質性イオン対を架橋点とした高分子ネットワークの合成を着想した。特にテトラフェニルボレートの4つのフェニル基をフェニルアセチレンで延長し、末端のフェニル基にホルミル基を導入し、1,4-ジアミノベンゼンをリンカーとしてイミノ化によるネットワークポリマーの調製を行った。反応中に不溶性の固体・ゲルが生成したこと、FT-IR 測定からアルデヒドの CH 伸縮振動のピークの消失、アルデヒドの C=O 伸縮振動のピーク強度減少、新しくイミンの伸縮振動が確認されたことから、イミンが形成され親媒質性イオン対を用いたネットワークが形成されたことが明らかになった。また、架橋反応の媒質の誘電率が大きくなるにつれて、より広がりのあるネットワーク構造が形成されることが SEM 観察により、明らかになった。これは親媒質性イオン対の解離による静電反発がネットワークの生成過程で重要な役割を果たしていることを示しており、ネットワークポリマー合成における新しい概念につながるものと期待できる。また生成したネットワークポリマーは低極性溶媒中で解離できる親媒質性イオン対をその構造に持っているため、リチウムやプロトン伝導膜などへの応用が期待できる。

(3) 静電斥力を利用した刺激応答性の機能高分子材料の分子設計

水素結合部位を有する親媒質性高分子電解質の温度応答の発現

下限臨界共溶温度 (UCST) 型の温度応答挙動は高分子内もしくは高分子間の相互作用が熱によって開裂し溶解することで発現する。しかしながら高分子の溶解に対する混合エントロピー項の寄与は低分子に比べ小さいため、UCST 型の温度応答挙動の分子設計はそれほど容易ではない。低極性溶媒で解離可能な親媒質性イオン対が高分子鎖を伸長する作用を有していることを利用して、強力な高分子間相互作用が働いている高分子鎖に親媒質性イオン対を導入し、凝集と溶解のバランスをとることで温度応答性の発現を検討した。分子デザインとしては、低極性溶媒で水素結合により強く会合する尿素基を有するポリマーに親油性イオン対を導入し、その温度応答性と溶解挙動について評価した。イオンの導入率を様々に変えたポリマーを合成し、その温度応答挙動を評価した結果、いくつかの溶媒 (1,2-ジクロロエタン、アセトニトリル) において上限臨界共溶温度 (UCST) を示す相転移挙動が観測された。親油性高分子電解質のイオン導入率の増加は相

転移温度の低下が観測され、親油性イオン対の増加に伴う溶解性の増加によるものである。イオン対の導入量が 10 mol% を超えると、ほとんどの溶媒に可溶となった。低極性溶媒中で強力な水素結合形成する尿素基を有するポリマーに親媒質性イオン対を導入することで温度応答性の発現に成功した。これは高分子中のイオン間の静電反発と高分子鎖間の分子間引力の設計によって達成できたものであり、これまで設計が難しいとされてきた温度応答性高分子の新しい設計指針を与えるものであり、極めて重要と考えられる。

尿素基を有する高分子と水素結合性低分子との相互作用を利用した温度応答性の発現

前項で合成した尿素を有する高分子を用いて、親媒質性イオン対の導入ではなく、高分子鎖間の相互作用を低分子によって切断することで、高分子の温度応答性の発現を着想した。尿素基は低極性有機溶媒中で水素結合により一次元的な会合を形成するため溶解性が低く抑えられており、尿素官能基間の水素結合を阻害する低分子を添加することで、温度応答性の発現と制御を検討した。

尿素基を有する高分子が強い水素結合を形成し貧溶媒である 1,2-ジクロロエタンを用いて、種々の水素結合性低分子を添加しながら加熱、室温状態の溶解性を目視にて確認後、透過度測定により温度応答性を評価した。アルコールやアミド、カルボン酸などの水素結合性の化合物の添加により、高分子の溶解性の向上が観測され、温度応答性が発現することを明らかにした。また低分子の官能基・構造により発現する温度応答性に違いが観測された。水素結合能が低い低分子は加熱によって高分子-低分子間の水素結合のみが切断されるため下限臨界共溶温度(LCST)型の相転移挙動が、水素結合能が高い高分子は加熱により高分子-低分子間の水素結合とともに高分子-高分子間の水素結合も同時に切断されるため UCST 型の相転移挙動が発現したと考えられる。これらの結果は高分子と低分子間の弱い分子間力を巧みに利用し、溶媒・高分子・低分子の三成分系にすることで、容易に LCST 型の温度応答性が設計できることを示したものであり、これまでない設計指針であり、温度応答性高分子の新しい分子設計につながると期待される。

ピレン部位を有する高分子とアクセプター-低分子との相互作用を利用した温度応答性の発現

前項までの成果から、高分子-低分子間の会合を熱によって結合-切断することで容易に高分子の温度応答性が発現することが明らかになった。これを一般化するために、ドナー・アクセプター間の電荷移動相互作用を利用した LCST 型の温度応答性の発現を検討した。

ドナー部位を有する高分子としてピレン部位を有する高分子を合成し、高分子の様々な有機溶媒中における溶解性を評価したところ、トルエン、ヘキサン等の溶媒中に不溶であり、これらの溶媒ではピレン間に強固な $\pi-\pi$ 相互作用が働いていると考えられた。そこで、アクセプターの添加により、この $\pi-\pi$ 相互作用を阻害することで溶解性の向上と温度応答性の発現を検討した。

アクセプターとしてナフタレンジイミド誘導体を添加したところ、電荷移動吸収帯のピークの発現が観測された。さらに LCST 型の温度応答性が発現することが明らかになった。さらに曇点のアクセプター濃度依存性からは、アクセプター濃度の増加に伴い曇点の上昇が観測された。これらの結果は高分子中のドナーとアクセプター分子間の電荷移動錯体形成の平衡が溶解性を決定しており、高分子鎖中のピレン部位が形成する電荷移動錯体の量が温度によって変化することで相転移温度が制御できることを示している。アクセプターとドナー部位を有する高分子間の電荷移動錯体形成を利用することで、LCST 型の温度応答性の発現に成功した。これまでない相互作用を利用した温度応答性高分子であり、刺激応答性材料の新しい設計指針を示すものと思われる。

静電斥力を利用した難溶性物質の分散・可溶化

水素結合を形成する親水性の官能基をもつ化合物は低極性溶媒中では会合しやすく、一般的に溶解性が乏しい。前項までの成果をもとに、糖やペプチドなどの親水性の高い化合物に親媒質性イオン対の導入を行い、低極性溶媒に対する溶解性の向上と分子会合挙動について検討を行った。親媒質性イオン対としてテトラフェニルホスホニウム-テトラフェニルボレート塩を選び、親水性の高い糖であるグルコースおよびラクトースに結合させることで、低極性溶媒への可溶化を検討した。どちらの化合物も糖部位のみの場合と比べてクロロホルムやアセトンなどの低極性溶媒への溶解性が著しく向上した。特にアセトン中では親媒質性イオン対の大部分が解離しており、それにより静電反発が誘起され、また糖部位間の水素結合も切断されやすいことから、分子分散状態になっていると考えられる。他方、クロロホルム中では DLS 測定およびキャスト膜の AFM 観察を行ったところ、球状の分子集合体が観察された。新しい可溶化法として期待できる。また、超分子化学の観点から見ると、球状の分子集合体は親媒質性イオン対を外側に、糖部位を内側に向けたミセル様の構造体であると思われる。これは通常の両親媒性分子の低極性溶媒中の挙動とは逆転した構造を取っていると思われる。つまりイオン性官能基を疎水部とし、非イオン性官能基を親水部とする逆転した両親媒性分子であり、新しいタイプの両親媒

性分子の創製と思われる。

(4) まとめ

機能性官能基の分散・会合形態がその材料としての諸物性（電気・磁気・光・力学特性など）に極めて重大な影響を及ぼすことは周知の事実である。特にこれまで広く研究されてきた機能性材料の多くは精緻なナノ構造体の分散・会合形態をナノ・マイクロ・ミリとその目的に応じた階層において制御されたものであり、これこそが、新しい高機能性材料を創製・設計する上で極めて重要である。本研究はその流れに沿ったものであり、本研究の主な成果としては、媒質に応じたイオン対を用いることで、水以外の媒質でもイオン解離が可能であり、静電反発を利用して、高分子の構造や低分子の溶解性などが制御できることを実証したことである。さらにこれらの静電反発を利用した機能性材料への展開として、高分子ブラシや刺激応答性ゲルへの応用が可能となった。さらに本研究の結果から、高分子と低分子の間の分子間相互作用を巧みに利用することで簡便に温度応答性高分子の設計ができることを明らかにした。温度応答性高分子はこれまで試行錯誤か偶然の発見でのみ見つかっており、これを超分子化学的なアプローチから設計する指針を導きだしたことは高分子化学の発展に寄与するものとして極めて意義のある研究と思われる。様々な機能性材料の開発につながると信じている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 18 件)

Preparation and Morphology Variation of Lipophilic Polyelectrolyte Brush Functioning in Non-Polar Solvents, T. Yamada, K. Kokado, Y. Higaki, A. Takahara, K. Sada, *Chem. Lett.*, in press (2014). 査読有り

Design and Function of Smart Polymer Gels based on Ion Recognition, K. Iseda, K. Kokado, K. Sada, *Reac. & Func. Polym.*, **73**, 951-957 (2013). 査読有り

DOI:10.1016/j.reactfunctpolym.2013.02.009

LCST Behavior Driven by Charge-Transfer Interaction, S. Amemori, K. Kokado, K. Sada, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **52**, 4174-4178 (2013). 査読有り DOI:10.1002/anie.201210261

Ionic Polymers Act as Polyelectrolytes in Nonpolar Media, T. Ono, M. Ohta, K. Sada, *ACS Macro Lett.*, **1**, 1270-1273 (2012). 査読有り DOI:10.1021/mz3002879

Preparation of Lipophilic Anionic Polymer Networks Based on Tetraphenylborates, Y. Furukawa, K. Kokado, K. Sada, *Chem. Lett.*, **41**, 667-668 (2012). 査読有り

DOI:10.1246/cl.2012.667

Visualization of the Complexation between Chloride and Anion Receptors using Volume Change of Ionomer Gels in Organic Solvents, K.

Iseda, Y. Haketa, K. Kokado, H. Maeda, H. Furuta, K. Sada, *Soft Matter*, **8**, 7490-7494 (2012). 査読有り

DOI:10.1039/C2SM25994J

Fundamental Molecular Design for Precise Control of Thermoresponsiveness of Organic Polymers by Using Ternary Systems, S. Amemori, K. Kokado, K. Sada, *J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 8344-8347 (2012). 査読有り

DOI:10.1021/ja301688u

Counter Anion Dependent Swelling Behavior of Poly(octadecyl acrylate)-based Lipophilic Poly-electrolyte Gels as Superabsorbent Polymers for Organic Solvents, T. Ono, M. Ohta, K. Iseda, K. Sada, *Soft Matter*, **8**, 3700-3704 (2012). 査読有り

DOI:10.1039/C2SM06804D

〔学会発表〕(計 89 件)

1) 佐田和己、親油性電解質を用いたソフトマテリアルの開発、第 63 回高分子年次大会、2014 年 5 月 28 日、名古屋国際会議場、名古屋市

2) 佐田和己、非水系媒質中で機能する刺激応答性高分子の創製ならびに配位高分子の架橋を利用した結晶重合系の開発、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日、名古屋大学、名古屋市

3) 山田泰平、小門憲太、佐田和己、疎水部に親油性イオン対を有する両親媒性分子の合成、日本化学会第 94 春季年会、2014 年 3 月 27 日、名古屋大学、名古屋市

4) Shogo Amemori, Yoshimi Hamano, Kenta Kokado, Kazuki Sada, Supramolecular Design of Thermosensitive Phase Transition of Polymer Solution, 2013 SNU-HU Chemistry Symposium on “The Present Chemistry at SNU and HU, December 13, 2013, Seoul National University, Seoul, Korea

5) Shogo Amemori, Yoshimi Hamano, Kenta Kokado, Kazuki Sada, Phase Separation of Urea-Modified Polymer Induced by Thermal Stimulus and Chemical Reaction, The 9th Nanjing-Hokkaido-NIMS/MANA Joint Symposium “Cutting Edge Chemistry”, October 11-13, 2013, Nanjing University, Nanjing, China

6) Shogo Amemori, Kenta Kokado, Kazuki Sada, Supramolecular Design of Thermo-Sensitive Polymers, New Trends of Nano- or Bio-materials Design in Supramolecular Chemistry (NNBS2013), September 20, 2013, Kyushu University, Fukuoka

7) 伊勢田一也、小門憲太、佐田和己、アニオンレセプターによる塩化アルキルアンモニウムのイオンペアからフリーイオンへのスイッチング低分子の分子認識を利用した温度応答性ゲルの分子設計、第 22 回基礎有機化学討論会、2013 年 9 月 5 日、学習院大学、東京都

8) Kazuki Sada, de Novo Design of

Thermo-Responsive Polymer Systems via Supramolecular Interaction, The 6th Japan-China Joint Symposium on Functional Supramolecular Architectures @ Okazaki, IMS 2013, January 18-21, 2013, Institute of Molecular Science, Okazaki

9) 雨森翔悟、小門憲太、佐田和己、高分子と低分子間の超分子形成を利用した LCST 型温度応答性の分子設計、日本化学会第 93 春季年会、2013 年 3 月 22 日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、草津市

10) Kazuki Sada, de Novo Design of Thermo-Sensitive Polymer Systems via Supramolecular Interaction, "Challenges in Advanced Chemistry of Asia", Frontier Chemistry Center (FCC) International Symposium, 8th Hokkaido University-Nanjing University Joint Symposium, 15th Hokkaido University-Seoul National University Joint Symposium, 2012 HU-NU-SNU-NIMS/MANA Joint Symposium, December 6-7, 2012, Hokkaido University, Sapporo

11) 雨森翔悟、Gharib Desi Hamed、小門憲太、佐田和己、ピレン部位を有する高分子とアクセプター低分子との相互作用を利用した温度応答性の発現、第 61 回高分子討論会、2012 年 9 月 21 日、名古屋工業大学、名古屋市

12) 太田匡彦、小野利和、小門憲太、佐田和己、アイオノマーブレンドの相溶性に及ぼすイオン部位の疎水性の効果、第 61 回高分子討論会、2012 年 9 月 20 日、名古屋工業大学、名古屋市

13) 坂本伸仁、小門憲太、佐田和己、正四面体型 5 価アニオンの合成とイオン解離能の評価、第 23 回基礎有機化学討論会、2012 年 9 月 20 日、京都テルサ、京都市

14) 錦織祐介、伊勢田一也、小門憲太、佐田和己、非極性環境下で機能する親油性イオンを導入した液晶性高分子ゲル、第 61 回高分子討論会、2012 年 9 月 19 日、名古屋工業大学、名古屋市

15) 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 年 5 月 25 日、大阪国際会議場、大阪市

16) 伊勢田一也、羽毛田洋平、小門憲太、前田大光、古田弘幸、佐田和己、刺激応答性ゲルの体積・色調変化を用いた分子認識の可視化、日本化学会第 92 春季年会、2012 年 3 月 28 日、神奈川大学、横浜市

17) Masahiko Ohta, Toshikazu Ono, Kenta Kokado, Kazuki Sada, Miscible Ionomer Blends with the Bulky Ion-pairs Dissociable in Non-polar Media, The 12th Pacific Polymer Conference, PS319, November, 13-17, 2011, Jeju island, Korea

18) 伊勢田一也、羽毛田洋平、小門憲太、前田大光、古田弘幸、佐田和己、アニオンレセプターの錯形成を駆動力とする刺激応答性ゲルの有機溶媒中での膨潤制御、第 60 回高

分子討論会、2011 年 9 月 28 日、岡山大学、岡山市

19) 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 年 5 月 29 日、広島大学(東広島市)

20) 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, May 11, 2011, The Luigans, Fukuoka

〔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/matchemS/>

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