

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

研究課題名	動的共有結合化学的アプローチによる完全自己修復性高分子材料の創製
研究機関・ 部局・職名	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
氏名	大塚 英幸

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	128,000,000	128,000,000	0	128,000,000	128,000,000	0	0
間接経費	38,400,000	38,400,000	0	38,400,000	38,400,000	0	0
合計	166,400,000	166,400,000	0	166,400,000	166,400,000	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	281,433	18,226,781	13,645,238	57,622,438	89,775,890
旅費	198,100	3,360,293	3,758,471	5,723,240	13,040,104
謝金・人件費等	68,812	3,834,316	8,520,356	7,368,407	19,791,891
その他	0	457,338	1,337,915	3,596,862	5,392,115
直接経費計	548,345	25,878,728	27,261,980	74,310,947	128,000,000
間接経費計	645,000	11,985,000	3,476,715	22,293,285	38,400,000
合計	1,193,345	37,863,728	30,738,695	96,604,232	166,400,000

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
研究用保冷库 MPR-1411		1	772,800	772,800	2012/1/19	東京工業大学
高速GPCシステム	東ソ一株式会社製	1	6,682,200	6,682,200	2012/1/19	東京工業大学
島津小型試験機Ez Test		1	1,492,344	1,492,344	2012/3/29	東京工業大学
TRAPEZIUM2シングルPCセット(ノート)	オペレーションソフトウェア	1	559,125	559,125	2012/3/29	東京工業大学
ESRキャビティ内上下引張試験装置	榊ホールディング製 非磁性体チャック 2Kg用付き	1	2,625,000	2,625,000	2012/8/27	東京工業大学
フーリエ変換赤外分光光度計	FT/IR-4100ST	1	1,575,000	1,575,000	2013/6/25	東京工業大学
紫外可視分光光度計(室温測定仕様)	日本分光株式会社V-650	1	1,499,400	1,499,400	2013/7/3	東京工業大学
凍結乾燥機 一式	EYELA FDU-1200	1	562,170	562,170	2013/7/2	東京工業大学
中央実験台	特型	1	784,350	784,350	2013/6/10	東京工業大学
中央実験台	特型	1	649,425	649,425	2013/8/23	東京工業大学
電子スピン共鳴装置 一式	株式会社JEOL RESONANCE JES-X320	1	23,100,000	23,100,000	2013/12/19	東京工業大学

様式20

オートサンプリング付示差走査熱量計	(株)島津製作所社製 DSC-60A Plus	1	3,391,500	3,391,500	2013/12/25	東京工業大学
リサイクル分取HPLC用分取カラム	JAIGEL-2.5H、 他	1	2,079,000	2,079,000	2013/12/20	東京工業大学
CPK精密分子モデル	有機セット	1	756,000	756,000	2014/1/6	東京工業大学

5. 研究成果の概要

材料に入った亀裂や傷を復元できる特性は「自己修復性」と呼ばれる。身の回りにあるプラスチックに代表される様々な高分子材料に自己修復性を付与できれば、長寿命化により地球温暖化の緩和やエネルギー消費の低減化に大きく貢献できる。本研究では「動的共有結合」と呼ばれる、組み換え可能な特殊な化学結合を導入することで、刺激不要の「完全自己修復性」をもつ高分子材料を開発することに成功した。さらに、その動作原理を分子レベルで化学的に解明し、完全自己修復性材料の設計指針を提案することができた。高分子材料の安全性や信頼性が大きく向上されれば、安全・安心な社会の実現にも繋がることが期待される。

課題番号	GR077
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
研究成果報告書**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	動的共有結合化学的アプローチによる完全自己修復性高分子材料の創製
	Autonomously Self-healing Polymeric Materials Based on Dynamic Covalent Chemistry
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
	Tokyo Institute of Technology, Graduate School of Science and Engineering, Professor
氏名 (下段英語表記)	大塚英幸
	Hideyuki Otsuka

研究成果の概要

(和文): 材料に入った亀裂や傷を復元できる特性は「自己修復性」と呼ばれる。身の回りにあるプラスチックに代表される様々な高分子材料に自己修復性を付与できれば、長寿命化により地球温暖化の緩和やエネルギー消費の低減化に大きく貢献できる。本研究では「動的共有結合」と呼ばれる、組み換え可能な特殊な化学結合を導入することで、刺激不要の「完全自己修復性」をもつ高分子材料を開発することに成功した。さらに、その動作原理を分子レベルで化学的に解明し、完全自己修復性材料の設計指針を提案することができた。高分子材料の安全性や信頼性が大きく向上されれば、安全・安心な社会の実現にも繋がることが期待される。

(英文): A class of smart materials that have the structurally incorporated ability to repair damage caused by mechanical usage over time are called “self-healing materials”. Development of self-healing polymeric materials is necessary to reduce environmental burden and to also improve reliability and durability of polymeric materials. In this project, dynamic polymeric materials that have the ability to autonomously self-heal without stimuli were successfully prepared using a novel dynamic covalent bond unit. This project also focused on the fundamental science and

様式21

design of self-healing polymeric materials based on dynamic covalent bonds. The obtained results of this project are also expected to contribute to the realization of a safe and secure society.

1. 執行金額 166,400,000 円
(うち、直接経費 128,000,000 円、間接経費 38,400,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

現代社会が直面している環境問題に対して、大量生産→大量消費→大量廃棄という「非循環型社会」からの脱却を目指した思想転換が、先進諸国を中心に急速に進みつつある。循環型社会を指向した環境にやさしい材料開発も様々な視点から行われている。とりわけ今世紀に入ってから、修復可能な高分子材料を目指した研究が盛んに行われるようになった。

一方で、研究代表者はこれまでに熱・触媒・光などの外部刺激により組み換え可能な動的共有結合を利用して様々な高分子構造変換システムを実現してきた。様々な外部刺激を使い、動的共有結合の組み換え反応、高分子の分子量変換、異種高分子の複合化、高分子の構造変換(架橋高分子、楕形高分子、星形高分子、環状高分子)などを達成してきた。

さらに、研究代表者は室温かつ酸素存在下でもラジカル機構により結合組み換えを起こす動的共有結合ユニット(ジアリールビベンゾフラン[DABBF]骨格)を見出した。DABBF 骨格は予備的な実験の結果、外部刺激がない条件でも自発的かつ速やかに結合の組み換えが進行することが明らかとなった。この発見を契機に、研究代表者は完全自己修復性高分子材料の開発に関する本研究計画を着想した。

本研究では、これまで研究代表者が精力的に研究を展開してきた可逆的な共有結合を取り扱うノウハウを最大限に活用して、DABBF 骨格を基盤とする共有結合系の完全自己修復性高分子材料の構築を実現することを目的とした。具体的には、研究期間内に様々な官能基や溶媒、酸素に対して高い許容性を有し、外部刺激がない条件で結合の組み換えを起こす分子骨格を架橋高分子へ導入し、高分子の構造変化および自己修復能力の検討を系統的な行うことを目指した。得られる高分子材料の自己修復機能の確認は、バルク材料系の切断面の修復性と薄膜系表面損傷に対する修復性の2つの条件で行い、解析と評価を多角的に行うことで、分子構造と機能の相関を明らかにし、分子論的な解明により動作原理を確立し、完全自己修復性高分子材料の設計指針を提案することを目的とした。

4. 研究計画・方法

本研究は、4つのステージにより研究を推進する計画を立てた。第1ステージ(研究開始～平成

23 年度中盤)で今回の目的に合致する基本骨格として研究代表者が着目した DABBF 骨格の基礎的な反応性を解析するとともに、第2ステージ(研究開始～平成 24 年度中盤)も並行して DABBF 骨格を有するモノマーの合成と高分子の合成に着手することを計画した。その後、合成した自己修復性高分子の構造解析と機能評価を第3ステージ(平成 23 年度中盤から研究終了)として進めることとした。必要に応じて分子設計や合成のステージにフィードバックを行い最適化も進めるように計画した。第4ステージ(平成 24 年度中盤から研究終了)では、高分子薄膜の作製、表面構造解析、自己修復性評価を行う計画を立案した。最終的には全ての結果を総括し、動作原理を確立し設計指針を提案することを目指した。

5. 研究成果・波及効果

平成 22 年度は、2ヶ月弱という研究期間であったが、DABBF 骨格の基礎的な反応性を解析するために、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)や核磁気共鳴分光(NMR)測定装置を利用して定量性のあるモデル実験を行った。本研究の最終目的である完全自己修復材料を構成するための鍵となる分子として DABBF が機能する可能性を有していることを見出した。また、電子スピン共鳴(ESR)測定装置を用いることで、DABBF 由来のラジカル種の評価を行った結果、炭素ラジカルの存在を検出することに成功し、予想通りのメカニズムで結合の組み換え反応が進行していることが示された(図1)。これらの実験と並行して、モノマーとして利用可能ないくつかの DABBF 誘導体の合成を行うことに成功した。さらに、これらのモノマーのうち、水酸基を 2 個有する DABBF ジオール誘導体を用いて、逐次重合法により直鎖状高分子の合成を行うことに成功した。得られた直鎖状高分子は、外部刺激がない条件でも濃度変化などにより分子量が自発的に変化する特性を有していることが明らかとなり、モノマーユニットである DABBF 誘導体を添加すると分子量が減少する傾向を示した。これらの特性は、翌年度以降の完全自己修復性高分子材料の創製に向けて重要な知見となった。

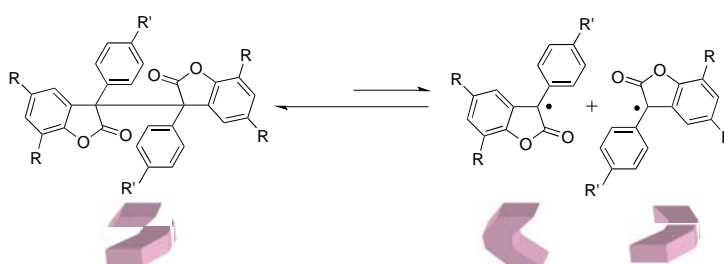


図1 DABBF 誘導体のラジカル解離平衡

平成 23 年度は、前年度に行ったモデル実験等から得られた DABBF 骨格の基礎的な反応性を考慮して、実際に DABBF 骨格を有する架橋高分子(DABBF-XL)を設計・合成することに成功した。具体的には、4つの水酸基を有する DABBF 誘導体(DABBF-4OH)と二官能のイソシアネート誘導体との重付加反応をスズ触媒存在下、室温で行うことで、対応する架橋高分子の合成を行った(図2)。得られた架橋高分子のキャラクタリゼーションは、赤外吸収測定、膨潤度測定などにより

行った。また、得られた架橋高分子に有機溶媒を加えたゲル状のサンプルに関して、自己修復性の基礎的な機能評価に着手した。DABBF-XL 化学ゲルの自己修復挙動を観察するために、化学ゲルを二片に切断後、熱や力を加えることなく、切断面どうしを合わせて室温、暗所にて静置したところ、二片が融合する現象が観察された(図3)。さらに、この自己修復挙動を定量的に評価するために引張試験により力学物性の回復を評価した結果、接触から数時間かけて徐々に修復し、接触させてから 24 時間後には元の力学物性に対して 95 %以上という高い修復率を示すことが明らかとなった(図4)。同様の自己修復性は、通常の共有結合で架橋された参照ゲルでは発現されなかったため、DABBF の組み換え反応に基づくものと考えられる。さらに、直鎖状高分子を利用した系においても、DABBF 骨格の組み換え反応に基づく物性変化が確認されており、完全自己修復性高分子材料の修復メカニズムの解明に向けて極めて重要な知見が得られた。

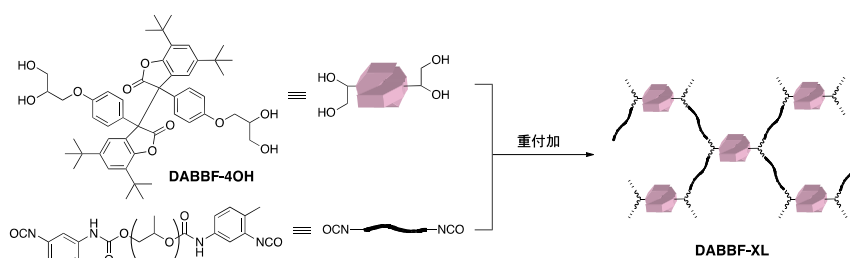


図2 DABBF 骨格を有する架橋高分子の合成スキーム

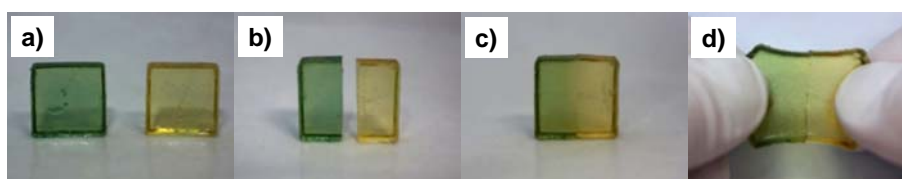


図3 DABBF-XL ゲルの自己修復挙動： a) 切断前（区別するために色素で着色）、b) 半分に切断直後、c) 切断面を接合し 24 時間後、d) 自己修復の確認（修復後は手で引っ張っても簡単には破断しない）

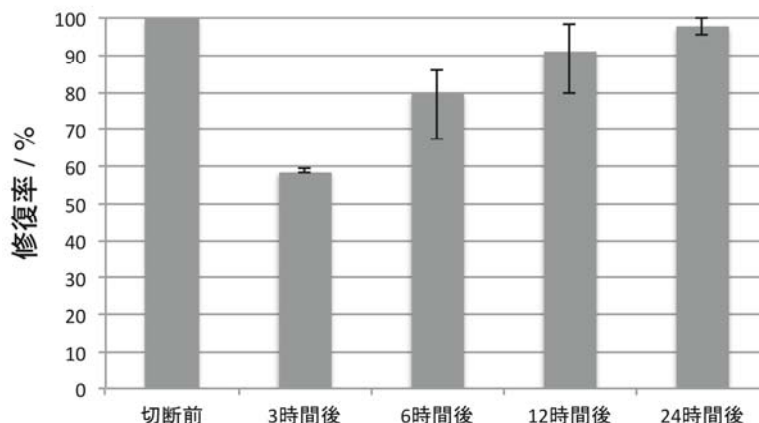


図4 DABBF-XL ゲルの自己修復挙動：修復率の経時変化

平成 24 年度は、DABBF 骨格の組み換えに基づく、構造変換挙動および自己修復挙動を評価した。具体的には、DABBF 骨格を有する架橋高分子の膨潤挙動と自己修復性を詳細に検討し、室温条件で分子鎖の絡み合いが変化することを明らかにした。また、DABBF 骨格を有する高分子の ESR 測定を行い、ラジカルの生成を定性的および定量的に評価することに成功した。さらに、本自己修復系の優位性である損傷表面の外部環境耐性を示すために、再接合までの時間依存性を詳細に評価した結果、切断から再接合まで 120 時間程度経過しても、切断表面は高い自己修復性が維持していることが明らかになった。また、DABBF 骨格以外の構成要素が自己修復挙動にどのような影響を与えるかを検討するため、別の分子鎖からなる架橋高分子を合成した。その結果、DABBF 骨格以外の分子鎖運動性を制御することで、バルク条件での自己修復性が確認された。また、組み換えを起さない通常の共有結合を有する架橋高分子を合成し、自己修復挙動の違いを比較検討した結果、DABBF 骨格の必要性が明らかとなった。

平成 25 年度は、平成 24 年度までに開発した自己修復性高分子の詳細な構造解析と機能評価を更に進める計画を推進した。バルク系の自己修復性高分子に関しては、分子設計や合成のステージにフィードバックを行いながら最適化を進めたことで、自己修復性高分子の開発に成功した。溶媒を含む化学ゲル系と比較すると、修復速度の若干の低下が観測されたことから、分子鎖の分子運動性が極めて重要であることを明らかにした。実際に温度を上昇させると修復速度が増大したことから、分子運動性の寄与が強く支持された。また、DABBF 骨格を有する高分子膜の表面自己修復挙動の評価も検討した。作製したフィルムをスクラッチすることで一部に人工的な傷をつけて、その表面自己修復挙動を光学顕微鏡により観察した。その結果、時間の経過とともに傷が修復される様子が明瞭に確認され、完全自己修復高分子による新しい被覆材料としての可能性を示すことができた。さらに、本プログラムの全研究期間を通して得られた研究成果を系統的に整理することで、完全自己修復材料の動作原理を確立し、設計指針を得ることができた。

以上のように本研究では、熱や光などの外部刺激を全く必要とせず、しかも水や様々な官能基に対して許容性を有し、ラジカル機構でありながら酸素への耐性も有している共有結合系の完全自己修復性高分子材料の開発に成功した。このような自己修復性材料はこれまでに存在せず、世界初の研究成果となった。さらに、当初の目的の他に得られた特筆すべき成果としては、DABBF 骨格およびそれを組み込んだ高分子において、DABBF 骨格の中心炭素-炭素共有結合が、力学的な刺激により解離することを見出した。実際に、DABBF 骨格を有する様々な高分子に関して、力学的な刺激でラジカル由来の着色が観測され、「メカノクロミック高分子材料」としての機能を有する一面を有していることがわかった。動的な共有結合によるメカノクロミズムであるために、一旦着色したサンプルは数時間程度で平衡状態に戻り、元の色と形状に修復することも明らかとなった。今後、大きな研究テーマに発展する可能性を有している。

6. 研究発表等

雑誌論文 計 24 件	<p>(掲載済み一査読有り) 計 24 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Y. Amamoto, J. Kamada, H. Otsuka, A. Takahara, K. Matyjaszewski, Repeatable Photoinduced Self-Healing of Covalently Cross-Linked Polymers through Reshuffling of Trithiocarbonate Units, <i>Angew. Chem. Int. Ed</i>, 50, 1660-1663 (2011). 2) Y. Amamoto, M. Kikuchi, H. Masunaga, H. Ogawa, S. Sasaki, H. Otsuka, A. Takahara, Mesh-Size Control and Functionalization of Reorganizable Chemical Gels by Monomer Insertion into Their Cross-Linking Points, <i>Polym. Chem.</i>, 2, 957-962 (2011). 3) 天本義史、大塚英幸、構造再編成可能な動的共有結合ポリマー, <i>高分子</i>, 60, 324-328 (2011). 4) S. Jing, Y. Amamoto, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Cross-linking of Hydrophilic Dynamic Covalent Polymers with Radically Exchangeable Alkoxyamines in Aqueous Media, <i>Polymer Chemistry</i>, 2, 2021-2026 (2011). 5) K. Imato, M. Nishihara, T. Kanehara, Y. Amamoto, A. Takahara, H. Otsuka, Self-healing of Chemical Gels Cross-linked by Diarylbibenzofuranone-based Trigger-free Dynamic Covalent Bonds at Room Temperature, <i>Angewandte Chemie International Edition</i>, 51, 1138-1142 (2012). 6) N. Jiravanichanun, K. Yamamoto, K. Kato, J. Kim, S. Horiuchi, W. O. Yah, H. Otsuka, A. Takahara, Preparation and Characterization of Imogolite/DNA Hybrid Hydrogels, <i>Biomacromolecules</i>, 13, 276-281 (2012). 7) H. Xu, J. Nishida, W. Ma, H. Wu, M. Kobayashi, H. Otsuka, A. Takahara, Competition between Oxidation and Coordination in Cross-linking of Polystyrene Copolymer Containing Catechol Groups, <i>ACS Macro Lett.</i>, 1, 457-460 (2012). 8) Y. Amamoto, H. Otsuka, A. Takahara, K. Matyjaszewski, Changes in Network Structure of Chemical Gels Controlled by Solvent Quality through Photoinduced Radical Reshuffling Reactions of Trithiocarbonate Units, <i>ACS Macro Lett.</i>, 1, 478-481 (2012). 9) Y. Amamoto, H. Otsuka, A. Takahara, K. Matyjaszewski, Self-Healing of Covalently Cross-Linked Polymers by Reshuffling Thiuram Disulfide Moieties in Air under Visible Light, <i>Adv. Mater.</i>, 24, 3975-3980 (2012). 10) T. Sato, Y. Amamoto, H. Yamaguchi, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Dynamic Covalent Polymer Brushes: Reversible Surface Modification of Reactive Polymer Brushes with Alkoxyamine-based Dynamic Covalent Bonds, <i>Polym. Chem.</i>, 3, 3077-3083 (2012). 11) 今任景一、大塚英幸、自発的に組み換わる動的共有結合を有する架橋高分子の合成と自己修復挙動 <i>日本接着学会誌</i>, Vol.48 No.5 (2012). 12) 大塚英幸、高原淳、ラジカル反応を利用した反応性化学架橋高分子の設計、<i>ネットワークポリマー</i>, Vol.33, No.3, pp154-159 (2012). 13) T. Ohishi, Y. Iki, K. Imato, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Insertion Metathesis Depolymerization of Aromatic-Disulfide-Containing Dynamic Covalent Polymers under Weak Intensity Photoirradiation, <i>Chem. Lett.</i>, 42, 1346-1348 (2013). 14) H. Otsuka, Reorganization of Polymer Structures Based on Dynamic Covalent Chemistry: Polymer Reactions by Dynamic Covalent Exchanges of Alkoxyamine Units, <i>Polym. J.</i>, 45, 879-891 (2013). 15) M. Nishihara, K. Imato, A. Irie, T. Kanehara, A. Kano, A. Maruyama, A. Takahara, H. Otsuka, Reversibly Crosslinked Polymeric Micelles Formed by Autonomously Exchangeable Dynamic Covalent Bonds, <i>Chem. Lett.</i>, 42, 377-379 (2013). 16) R. Watari, M. Nishihara, H. Tajiri, H. Otsuka, A. Takahara, Preparation of Novel Polyimide Hybrid Materials by Multi-Layered Charge-Transfer Complex Formation, <i>Polym. J.</i>, 45, 839-844 (2013). 17) H. Jing, Y. Higaki, W. Ma, H. Wu, W. O. Yah, H. Otsuka, Y. M. Lvov, A. Takahara, Internally Modified Halloysite Nanotubes as Inorganic Nanocontainers for a Flame Retardant, <i>Chem. Lett.</i>, 42, 121-123 (2013). 18) W. Ma, Y. Higaki, H. Otsuka, A. Takahara, Perfluoropolyether-infused Nano-texture: A Versatile
----------------	--

	<p>Approach to Omnipobic Coatings with Low Hysteresis and High Transparency, <i>Chem. Commun.</i>, 49, 597–599 (2013).</p> <p>19) 大塚英幸, 組み換え可能な共有結合を利用した架橋高分子の構造再編成と自己修復, <i>Rad Tech Japan News Letter</i>, No. 88, pp5–8, (2013).</p> <p>20) 大塚英幸, 大石智之, 自己修復性ソフトマテリアルの最前線, <i>金属</i>, 83, 1034– 1038 (2013).</p> <p>21) 大塚英幸, 今任景一, 大石智之, 高原 淳, 自発的な結合組み換え反応を利用する自己修復性化学ゲル, <i>工業材料</i>, 61, 879–891 (2013).</p> <p>22) J. Su, Y. Amamoto, T. Sato, M. Kume, T. Inada, T. Ohishi, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Cross-linking Reactions of Alkoxyamine-appended Polymers under Bulk Conditions for Transition between Flow and Rubber-like State, <i>Polymer</i>, 55, 1474–1480 (2014).</p> <p>23) 大塚英幸, 組み換え可能な共有結合を利用する反応性ソフトマテリアルの創製, <i>日本ゴム協会誌</i>, 87, 29–32 (2014).</p> <p>24) H. Jing, Y. Higaki, W. Ma, J. Xi, H. Jinnai, H. Otsuka, A. Takahara, Preparation and Characterization of Polycarbonate Nanocomposites Based on Surface-modified Halloysite Nanotube, <i>Polym. J.</i>, 46, 307–312 (2014).</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件 (未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 132 件</p>	<p>専門家向け 計 127 件</p> <p>1) 西原正通, 大塚英幸, 高原 淳, 自発的結合組み換えユニットを有する高分子の合成と応用, 高分子学会九州支部有機材料研究会, 福岡市, 2011 年 3 月 4 日</p> <p>2) 大塚英幸, 今任景一, Jing Su, 天本義史, 西原正通, 高原 淳, 環境調和を指向した高分子材料の開発 –可逆的に解離する架橋点を有する化学架橋高分子の合成と反応–, 附置研究所アライアンス成果報告会, 仙台市, 2011 年 3 月 7 日</p> <p>3) 大塚英幸, 天本義史, 菊地守也, 増永啓康, 小川紘樹, 佐々木 園, 高原 淳, 精密モノマー挿入反応によるアルコキシアミン架橋化学ゲルの網目構造制御, 日本化学会第 91 春季年会, 2011 年 3 月 (震災のため予稿集による発表のみ)</p> <p>4) J. Su, Y. Amamoto, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Cross-linking Reactions of Polymers with Dynamic Covalent Bonds under Aqueous System, The 2nd FAPS Polymer Congress, Beijing, China, 2011 年 5 月 9 日</p> <p>5) K. Imato, T. Kanehara, Y. Amamoto, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Synthesis and Self-healing Behavior of Cross-linked Polymers with Diarylbibenzofuranone-based Dynamic Covalent Bond, The 2nd FAPS Polymer Congress, Beijing, China, 2011 年 5 月 9 日</p> <p>6) H. Otsuka, Y. Amamoto, A. Takahara, Arm Exchange Reactions of Star Polymers by Dynamic Covalent Exchange, 第 60 回高分子学会年次大会, 大阪国際会議場, 大阪市, 2011 年 5 月 27 日</p> <p>7) 今任景一, 金原武志, 天本義史, 西原正通, 大塚英幸, 高原 淳, 室温で駆動する動的共有結合を利用した架橋高分子の合成と自己修復, 第 60 回高分子学会年次大会, 大阪国際会議場, 大阪市, 2011 年 5 月 27 日</p> <p>8) 金原武志, 今任景一, 入江惇史, 西原正通, 大塚英幸, 高原 淳, 室温で駆動する動的共有結合を利用した自発的な高分子複合化反応, 第 60 回高分子学会年次大会, 大阪国際会議場, 大阪市, 2011 年 5 月 27 日</p> <p>9) 佐藤知哉, 大塚英幸, 高原 淳, 反応性ポリマーブラシと親水性ポリマーとのラジカル交換反応, 第 60 回高分子学会年次大会, 大阪国際会議場, 大阪市, 2011 年 5 月 27 日</p> <p>10) 蘇 セイ, 天本義史, 西原正通, 大塚英幸, 高原 淳, 水溶性動的共有結合ポリマーの可逆的架橋反応, 第 60 回高分子学会年次大会, 大阪国際会議場, 大阪市, 2011 年 5 月 27 日</p> <p>11) 高原 淳, 大塚英幸, 動的共有結合化学的アプローチによる自己修復性化学ゲルの開発, 創造機能化学第116委員会, 学士会館, 東京都千代田区, 2011 年 6 月 7 日</p> <p>12) 金原武志, 今任景一, 入江惇史, 西原正通, 高原 淳, 大塚英幸, 室温で自発的に組み換わる動的共有結合を利用した高分子複合化反応, 第 48 回化学関連支部合同九州大会, 北九州国際会議場, 2011 年 7 月 10 日</p>

	<p>13) H. Otsuka, T. Muta, M. Sakada, S. Kamimura, T. Maeda, A. Takahara, Polymer Scrambling Reactions by Olefin Cross-Metathesis, International Symposium on Olefin Metathesis and Related Chemistry, Rennes, France, 2011 年 7 月 12 日</p> <p>14) H. Otsuka, K. Suyama, S. Kamimura, M. Sakada, T. Muta, A. Takahara, Main Chain Exchange Reactions of Olefin-Containing Polymers by Cross-Metathesis Method, ESCANBER Kick-off Symposium, Hanoi, Vietnam, 2011 年 8 月 4 日</p> <p>15) H. Otsuka, "Dynamic Covalent Polymers Based on Stimuli-responsive Exchange Reactions" 14th Asian Chemical Congress, Bangkok, Thailand, 2011 年 9 月 6 日</p> <p>16) 陶山 薫, 上村茂久, 今任景一, 高原 淳, 大塚英幸, オレフィンメタセシスによるポリウレタンとポリブタジエン/ポリイソプレンとの複合化反応, 繊維学会秋季報告会, 徳島文理大学 香川キャンパス, 2011 年 9 月 9 日</p> <p>17) T. Kanehara, A. Irie, K. Imato, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Autonomous Main Chain Exchange Reactions of Dynamic Covalent Polymers at Room Temperature, The 3rd Asian Symposium on Advanced Materials, Kyushu university, Fukuoka, 2011 年 9 月 20 日</p> <p>18) K. Imato, T. Kanehara, Y. Amamoto, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Self-healing Properties of Cross-linked Polymers with Radically Exchangeable Dynamic Covalent Bond Units, The 3rd Asian Symposium on Advanced Materials, Kyushu University, Fukuoka, 2011 年 9 月 20 日</p> <p>19) J. Su, Y. Amamoto, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Formation of Hydrophilic Chemical Gels Cross-linked by Radically Exchangeable Dynamic Covalent Bonds, The 3rd Asian Symposium on Advanced Materials, Kyushu University, Fukuoka, 2011 年 9 月 20 日</p> <p>20) T. Sato, Y. Amamoto, H. Yamaguchi, A. Takahara, H. Otsuka, Surface Property Control by Radically Exchangeable Reactive Polymer Brushes, The 3rd Asian Symposium on Advanced Materials, Kyushu University, Fukuoka, 2011 年 9 月 20 日</p> <p>21) K. Suyama, S. Kamimura, K. Imato, A. Takahara, H. Otsuka, Various Combinations of Polymer Scrambling Reactions by Olefin Cross-Metathesis, The 3rd Asian Symposium on Advanced Materials, Kyushu University, Fukuoka, 2011 年 9 月 20 日</p> <p>22) 大塚英幸, Jing Su, 天本義史, 西原正通, 高原 淳, アルコキシアミン骨格を分子特異点とする架橋高分子材料設計, 第 60 回高分子討論会, 岡山大学津島キャンパス, 岡山市, 2011 年 9 月 28 日</p> <p>23) 金原武志, 入江惇史, 今任景一, 西原正通, 高原 淳, 大塚英幸, 自発的に組換わる動的共有結合を主鎖に有する高分子の合成と交換反応による物性制御, 第 60 回高分子討論会, 岡山大学津島キャンパス, 岡山市, 2011 年 9 月 28 日</p> <p>24) 大塚英幸, 平衡系の共有結合を基盤とする高分子反応 -架橋高分子の高分子反応を中心に-, 電気化学工業講演会, 電気化学工業渋川工場, 群馬県渋川市, 2011 年 11 月 8 日</p> <p>25) 大塚英幸, 動的共有結合化学が拓く高分子の様々な構造変換, 高分子学会関東支部第 45 回茨城地区活動講演会, 日立電線株式会社日高工場, 茨城県日立市, 2011 年 11 月 8 日</p> <p>26) K. Imato, T. Kanehara, Y. Amamoto, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Preparation and Characterization of Self-healable Cross-linked Polymers with Diarylbibenzofuranone-based Dynamic Covalent Bonds, The 12th Pacific Polymer Conference (PPC12), Jeju Island, Korea, 2011 年 11 月 14 日</p> <p>27) T. Kanehara, A. Irie, K. Imato, M. Nishihara, A. Takahara, H. Otsuka, Autonomous Polymer Scrambling Reactions at Room Temperature, The 12th Pacific Polymer Conference (PPC12), Jeju Island, Korea, 2011 年 11 月 14 日</p> <p>28) T. Sato, Y. Amamoto, H. Yamaguchi, A. Takahara, H. Otsuka, Radical Crossover Reactions Between Reactive Polymer Brushes and Functional Polymers, The 12th Pacific Polymer Conference (PPC12), Jeju Island, Korea, 2011 年 11 月 14 日</p> <p>29) K. Suyama, S. Kamimura, K. Imato, A. Takahara, H. Otsuka, Polymer Scrambling Reactions between Polybutadiene/Polyisoprene and Olefin-containing Polyurethane by Olefin Cross-Methasesis, The 12th Pacific Polymer Conference (PPC12), Jeju Island, Korea, 2011 年 11 月 14 日</p> <p>30) 大塚英幸, 可逆的な共有結合を有する架橋高分子の合成と反応, ナノ・マクロ物質・デバイ</p>
--	--

	<p>ス・システム創製アライアンス, 平成23年度 G4 分科会, 九州八重洲ビル, 福岡市 2011 年 11 月 29 日</p> <p>31) 大塚英幸, 動的共有結合化学を利用する新しい機能材料の設計, 先端化学・材料技術部会新素材分科会 講演会, 公益社団法人新化学技術推進協会会議室, 2011 年 11 月 30 日</p> <p>32) 金原武志, 入江惇史, 今任景一, 西原正通, 高原 淳, 大塚英幸, 室温で駆動する動的共有結合を利用した高分子複合化反応による物性制御, 第23回エラストマー討論会, 北九州国際会議場, 福岡県北九州市, 2011 年 12 月 2 日</p> <p>33) 陶山 薫, 上村茂久, 今任景一, 高原 淳, 大塚英幸, 主鎖中に二重結合を有する炭化水素系高分子とポリウレタンとの高分子メタセシス反応, 帝人フォーラム, 帝人富士研修所, 2012 年 1 月 28 日</p> <p>34) 大塚英幸, 動的共有結合化学を駆使した精密高分子反応, 東海シンポジウム, 名古屋国際会議場, 2012 年 1 月 13 日</p> <p>35) 今任景一, 金原武志, 天本義史, 高原 淳, 大塚英幸, 自発的に組み換わる動的共有結合を利用した架橋ポリマーの特性, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学日吉キャンパス 2012 年 3 月 25 日</p> <p>36) 大塚英幸, 今任景一, Jing Su, 大石智之, 高原 淳, 環境調和を目指した高分子材料の開発, ナノとマクロをつなぐ物質・デバイス・システム創製戦略プロジェクト成果報告会, 東工大蔵前会館, 東京都目黒区, 2012 年 4 月 24 日</p> <p>37) 大塚英幸, 組み換え可能な動的共有結合を利用する自己修復性高分子ゲル, 東工大蔵前会館, 東京都目黒区, 2012 年 4 月 25 日</p> <p>38) T. Sato, Y. Amano, H. Yamaguchi, A. Takahara, H. Otsuka, Surface Property Control by Exchangeable Polymer Brushes, International Association of Colloid and Interface Scientists (IACIS2012), Sendai International Center, Sendai, 2012 年 5 月 15 日</p> <p>39) 金原武志, 今任景一, 入江惇史, 伊藤眞義, 矢島博文, 高原 淳, 大塚英幸, 応力印加に伴う分子鎖の切断により着色するポリウレタンエラストマーの合成と特性解析, 2012 年ゴム協会年次大会, 京都大学桂キャンパス, 京都市西京区, 2012 年 5 月 25 日</p> <p>40) 今任景一, 金原武志, 高原淳, 大塚英幸, ジアリールビベンゾフラン骨格の動的共有結合を有する力学的刺激応答性架橋高分子ゲル, 第 61 回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜、横浜市西区, 2012 年 5 月 30 日</p> <p>41) 金原武志, 今任景一, 入江惇史, 伊藤眞義, 高原 淳, 大塚英幸, 分子鎖の切断に伴うラジカル生成を利用したメカノクロミック高分子材料の開発, 第 61 回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜、横浜市西区, 2012 年 5 月 30 日</p> <p>42) 佐藤知哉, 天本義史, 山口央基, 高原 淳, 大塚英幸, アルコキシアミンの結合組み換え反応を用いた可逆的な表面特性制御, 第 61 回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜、横浜市西区, 2012 年 5 月 31 日</p> <p>43) 米山梨奈, 今任景一, 佐藤知哉, 金原武志, 高原 淳, 大塚英幸, 室温で駆動する動的共有結合を有する有機シラン薄膜の調製と反応, 第 61 回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜、横浜市西区, 2012 年 5 月 31 日</p> <p>44) 陶山 薫, 上村茂久, 今任景一, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 主鎖中に二重結合を有する炭化水素系高分子とポリウレタンとの高分子メタセシス反応, 第 61 回高分子学会年次大会, パシフィコ横浜、横浜市西区, 2012 年 5 月 31 日</p> <p>45) 大塚英幸, 可逆的な化学結合を利用する架橋高分子の反応, 平成 24 年度廃棄物資源循環学会研究討論会, 川崎市産業振興会館、神奈川県川崎市, 2012 年 6 月 1 日 (招待講演)</p> <p>46) T. Sato, Y. Amamoto, H. Yamaguchi, A. Takahara, H. Otsuka, Preparation and Surface Property Control of Exchangeable Polymer Brushes, The 5th International Symposium on Polymer Chemistry (PC2012), Changchun, China, 2012 年 6 月 3 日</p> <p>47) J. Su, Y. Amamoto, T. Sato, T. Ohishi, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Cross-linking Reactions of Polymers with Alkoxyamines in the Side Chains under Bulk Conditions, The 5th International Symposium on Polymer Chemistry (PC2012), Changchun, China, 2012 年 6 月 3 日</p> <p>48) H. Otsuka, Reorganizable Cross-linked Polymers Based on Radically Exchangeable Dynamic Covalent Bonds, Macro2012, IUPAC World Polymer Congress, Virginia Tech, Blacksburg,</p>
--	---

	<p>Virginia, USA, 2012 年 6 月 25 日(招待講演)</p> <p>49) 米山梨奈, 今任景一, 佐藤知哉, 金原武志, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸、自発的に組み換わる動的共有結合を有する有機シラン薄膜の調製と反応、第 49 回化学関連支部合同九州大会、北九州国際会議場、2012 年 6 月 30 日</p> <p>50) 大塚英幸, 今任景一, 大石智之, 高原 淳、自己修復性を有する動的共有結合ポリマー、第 57 回高分子夏季大学、琵琶湖ホテル、滋賀県大津市、2012 年 7 月 19 日</p> <p>51) 大塚英幸、高分子構造の自在制御を目指して: 動的共有結合化学で生体機能に迫る、第 24 回生体機能関連化学若手の会サマースクール、休暇村志賀島、福岡市東区、2012 年 7 月 28 日(招待講演)</p> <p>52) 大石智之, 陶山薫, 上村茂久, 河原成元, 高原淳, 大塚英幸、二重結合を主鎖に有する高分子のメタセシス反応と天然ゴムの改質、第 1 回高分子学会グリーンケミストリー研究会シンポジウム、日本大学駿河台キャンパス、2012 年 8 月 24 日</p> <p>53) T. Sato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Dynamic Covalent Polymer Brushes for Reversible Surface Property Control, 2012 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS' 12), Kitakyushu, 2012 年 9 月 7 日</p> <p>54) 今任景一, 金原武志, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 力学応答性動的共有結合を有するメカノクロミック架橋高分子ゲル, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日</p> <p>55) 大石智之, 今任景一, 金原武志, 高原 淳, 大塚英幸, ジアリールビベンゾフラン骨格を有する多官能性オレフィンモノマーの ADMET 重合, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日</p> <p>56) 佐藤知哉, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, アルコキシアミン骨格の結合組み換えを利用した高分子超薄膜の可逆的な特性変換, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日</p> <p>57) 陶山 薫, 上村茂久, 今任景一, 大石智之, 河原成元, 高原 淳, 大塚英幸, 主鎖中に二重結合を有するポリウレタンとポリイソプレンとの高分子メタセシス反応, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 19 日</p> <p>58) 大塚英幸, 構造再編成機能を有する動的共有結合ポリマーに関する研究, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 20 日(招待講演)</p> <p>59) 金原武志, 今任景一, 入江惇史, 伊藤真義, 矢島博文, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 力学応答性の動的共有結合を利用したメカノクロミックポリウレタンの開発, 第 61 回高分子討論会, 名古屋工業大学, 2012 年 9 月 21 日</p> <p>60) 今任景一, 金原武志, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 室温で組み換え可能な動的共有結合で架橋した高分子ゲルの特性, 第 60 回レオロジー討論会, 名古屋大学東山キャンパス, 2012 年 9 月 26 日</p> <p>61) 大塚英幸, 組み換え可能な共有結合を利用した架橋高分子の構造再編成と自己修復, 第 128 回ラドテック研究会, 学士会館, 東京都千代田区, 2012 年 9 月 27 日(招待講演)</p> <p>62) H. Otsuka, K. Imato, Y. Amamoto, J. Su, T. Ohishi, A. Takahara, Reorganizable Chemical Gels Cross-linked by Radically Exchangeable Dynamic Covalent Bonds, 9th International Gel Symposium (Gelsympo 2012), Tsukuba International Congress Center (EPOCHAL Tsukuba), Tsukuba, 2012 年 10 月 11 日</p> <p>63) 大塚英幸, 今任景一, 大石智之, 高原 淳, 可逆的な結合形成・解離に基づく動的高分子材料の開発 - 生体機能の可逆性にヒントを得た次世代ポリマーへの挑戦 -, 第 10 回積水化学 自然に学ぶものづくりフォーラム, イイノホール&カンファレンスセンター, 東京都千代田区, 2012 年 10 月 15 日</p> <p>64) T. Sato, Y. Amamoto, H. Yamaguchi, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Surface Property Control by Radically Exchangeable Organic Thin Films and Fluorinated Polymers, ACS Fluoropolymer 2012, The Flamingo Hotel, Las Vegas, Nevada, USA, 2012 年 10 月 15 日</p> <p>65) H. Otsuka, K. Akamine, K. Imato, J. Su, Y. Amamoto, T. Ohishi, A. Takahara, Reactions of Cross-linked Polymers with Radically Exchangeable Dynamic Covalent Bonds: From Reorganization to Self-healing, 17th Malaysian Chemical Congress (17MCC), Putra World</p>
--	---

	Trade Centre, Kuala Lumpur, Malaysia, 2012 年 10 月 17 日 (招待講演)
66)	大塚英幸, 自発的に組み換わる共有結合を利用した完全自己修復性高分子材料の開発, 日本化学会技術開発フォーラム「自己修復性材料の最前線」、化学会館, 東京都千代田区, 2012 年 11 月 26 日
67)	K. Imato, T. Kanehara, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Self-healing Property and Swelling Behavior of Polymeric Gels Cross-linked by Diarylbibenzofuranone-based Dynamic Covalent Bonds, The Seventh International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals (IFOC-7), The University of Tokyo, Tokyo, 2012 年 11 月 18 日
68)	T. Ohishi, K. Suyama, A. Takahara, H. Otsuka, Polymer Scrambling Reactions of Olefin-containing Polymers by Metathesis, The Seventh International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals (IFOC-7), The University of Tokyo, Tokyo, 2012 年 11 月 18 日
69)	大塚英幸, 各種材料のストレス分布を検出できるメカノクロミック材料, 九州大学 新技術説明会、JST 東京別館ホール, 東京都千代田区, 2012 年 11 月 20 日 (招待講演)
70)	金原武志, 今任景一, 伊藤眞義, 矢島博文, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 力学応答性の動的共有結合を利用したメカノクロミックエラストマーの合成と特性解析, 第24回エラストマー討論会, 東京理科大学森戸記念館, 東京都新宿区, 2012 年 11 月 29 日
71)	壺岐蓉子, 大石智之, 高原淳, 大塚英幸, 芳香族ジスルフィド含有ポリウレタンの合成と光を駆動力とした交換反応, 九州地区高分子若手研究会・冬の講演会, ホテルジェイズ日向, 宮崎市日向市, 2012 年 12 月 6 日
72)	T. Kanehara, K. Imato, A. Irie, M. Ito, H. Yajima, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, In-Situ Sensing of Main Chain Scission in Mechanochromic Polyurethanes under Uniaxial Elongation, The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012), Kobe International Conference Center, Kobe, 2012 年 12 月 12 日
73)	K. Suyama, S. Kamimura, K. Imato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Polymer Scrambling Reactions between Olefin-containing Hydrocarbon Polymers and Polyurethane by Olefin Cross-Metathesis and Their Characterization, The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012), Kobe International Conference Center, Kobe, 2012 年 12 月 11 日
74)	H. Otsuka, K. Akamine, K. Imato, J. Su, Y. Amamoto, T. Ohishi, A. Takahara, Reorganization and Self-healing of Cross-linked Polymers with Radically Exchangeable Dynamic Covalent Bonds, The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012), Kobe International Conference Center, Kobe, 2012 年 12 月 13 日
75)	T. Ohishi, K. Imato, T. Kanehara, A. Takahara, H. Otsuka, Synthesis of Cross-Linked Polymer Gels Containing Diarylbibenzofuranone by ADMET Polymerization of Multifunctional Olefin Monomers, The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012), Kobe International Conference Center, Kobe, 2012 年 12 月 13 日
76)	K. Imato, T. Kanehara, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Freezing-Induced Chromism in Polymer Gels with Mechanocleavable Dynamic Covalent Bonds, The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012), Kobe International Conference Center, Kobe, 2012 年 12 月 13 日
77)	T. Sato, Y. Amamoto, H. Yamaguchi, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Preparation and Radical Crossover Reactions of Organic Thin Films with Thermally Exchangeable Units, The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012), Kobe International Conference Center, Kobe, 2012 年 12 月 13 日
78)	R. Yoneyama, K. Imato, T. Sato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Preparation and Reactions Organosilane Thin Film with Autonomously Exchangeable Dynamic Covalent Bonds, The 9th SPSJ International Polymer Conference (IPC2012), Kobe International Conference Center, Kobe, 2012 年 12 月 13 日
79)	大塚英幸, 構造再編成機能をもつ動的共有結合ポリマー, JSPS 第 174 委員会第 41 回講演会, 京都大学東京品川オフィス, 東京都港区, 2012 年 12 月 14 日 (招待講演)
80)	T. Sato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Radical Crossover Reactions of Organic Thin Films with Alkoxyamine, Soft-interfaces Mini-symposium 2013 -Physical Chemistry and

	<p>Characterization of Soft-interfaces- (SIMS2013), Nishijin Plaza, Kyushu University, Fukuoka, Japan, 2013 年 3 月 14 日</p> <p>81) 大塚英幸, 動的共有結合化学に基づく自己修復性および力学応答性高分子材料, 日本化学会第 93 春季年会, 立命館大学 びわこ・くさつキャンパス, 滋賀県草津市, 2013 年 3 月 22 日 (招待講演)</p> <p>82) D. Tao, Y. Higaki, W. Ma, T. Shinohara, H. Wu, T. Yano, W. O. Yah, H. Otsuka, A. Takahara, Inorganic Nanotube Induced Chain Orientation in Poly(Glycolic Acid) / Halloysite Nanotube Hybrid Electrospun Fibers, 245th ACS National Meeting & Exposition, Morial Convention Center, New Orleans, USA, 2013 年 4 月 8 日</p> <p>83) K.-L. Park, M. Wei, Y. Higaki, H. Otsuka, A. Takahara, Preparation and Controlled Degradation Behavior of Imogolite Clay Nanotube/hyaluronic Acid Hybrid Hydrogels for Tissue Engineering Scaffolds, 245th ACS National Meeting & Exposition, Ernest N. Morial Convention Center, New Orleans, USA, 2013 年 4 月 9 日</p> <p>84) H. Jing, W. Ma, Y. Higaki, H. Otsuka, A. Takahara, Mechanical and Thermal Properties of Polycarbonate/Surface Modified Halloysite Nanocomposites, International Symposium on Materials Chemistry of Intercalation Compounds (MCIC 2013), Waseda Campus, Waseda University, Tokyo, 2013 年 5 月 11 日</p> <p>85) 今任景一, 金原武志, 高原淳, 大塚英幸, 自発的に組み換え可能な動的共有結合を有する架橋ポリマーの特異な膨潤挙動, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 29 日</p> <p>86) 陶迪, 檜垣勇次, 馬偉, 篠原貴道, 吳慧, 大塚英幸, 高原淳, (ポリグリコール酸/ハロイサイト)複合電界紡糸繊維の分子鎖凝集構造, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 29 日</p> <p>87) 米山梨奈, 今任景一, 大石智之, 高原淳, 大塚英幸, ジアリアルビベンゾフラノン骨格を有する有機/無機ハイブリッドの調製, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 29 日</p> <p>88) 大塚英幸, 金原武志, 今任景一, 大石智之, 伊藤眞義, 矢島博文, 高原 淳, 力学応答性の動的共有結合を有するセグメント化ポリウレタンのメカノクロミズム, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 30 日</p> <p>89) 壹岐蓉子, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 芳香族ジスルフィド結合を有するポリウレタンの光照射による結合組み換え反応, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 31 日</p> <p>90) 赤嶺経太, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, アルコキシアミン骨格を有するジアクリレートモノマーから誘導した化学架橋高分子の反応, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 31 日</p> <p>91) 大石智之, 今任景一, 金原武志, 高原 淳, 大塚英幸, ADMET 重合により合成したジアリアルビベンゾフラノン骨格を有する架橋高分子の特性評価, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 31 日</p> <p>92) 大石智之, 陶山 薫, 今任景一, 河原成元, 高原 淳, 大塚英幸, オレフィンクロスメタセシス反応を利用した高分子複合化における溶媒効果, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 京都市左京区, 2013 年 5 月 31 日</p> <p>93) T. Sato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Radical Crossover Reactions between Alkoxyamine-modified Nanoparticles and Alkoxyamine-terminated Polymers, 第 62 回高分子学会年次大会, 京都国際会議場, 横浜市左京区, 2013 年 5 月 31 日</p> <p>94) H. Otsuka, K. Imato, T. Kanehara, A. Irie, T. Ohishi, A. Takahara, Self-healing and Mechanochromism of Diarylbibenzofuranone-based Dynamic Covalent Polymers 4th International Conference on Self-healing Materials (ICSHM2013), Ghent University, Ghent, Belgium, 2013 年 6 月 18 日</p> <p>95) K. Imato, T. Kanehara, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Autonomous Self-healing of Polymeric Gels Cross-linked by Diarylbibenzofuranone-based Dynamic Covalent Bonds, 4th International Conference on Self-healing Materials</p>
--	---

	<p>(ICSHM2013), Ghent University, Ghent, Belgium, 2013年6月19日</p> <p>96) T. Ohishi, K. Imato, T. Kanehara, A. Takahara, H. Otsuka, Synthesis and Properties of Cross-Linked Polymers Containing Diarylbibenzofuranone by ADMET Polymerization, 4th International Conference on Self-healing Materials (ICSHM2013), Ghent University, Ghent, Belgium, 2013年6月19日</p> <p>97) 赤嶺経太, 大石智之, 檜垣勇次, 高原 淳, 大塚英幸, アルコキシアミン骨格を架橋点に有する化学架橋高分子の合成と架橋高分子間のラジカル交換反応, 第50回化学関連支部合同九州大会, 北九州国際会議場, 2013年7月6日</p> <p>98) 今任景一, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 自発的に組み換え可能な動的共有結合を有する架橋ポリマーの自己修復, 第62回高分子討論会, 金沢大学角間キャンパス, 2013年9月12日</p> <p>99) 佐藤知哉, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 分子鎖中央にアルコキシアミン骨格を有する高分子の合成と結合組み換え反応, 第62回高分子討論会, 金沢大学角間キャンパス, 2012年9月13日 壺岐蓉子, 大石智之, 檜垣勇次, 高原 淳, 大塚英幸, 芳香族ジスルフィド結合を有する直鎖状および架橋ポリウレタンの合成と結合組み換え反応, 第62回高分子討論会, 金沢大学角間キャンパス, 2013年9月13日</p> <p>100) 米山梨奈, 今任景一, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, ジアリアルピベンゾフラン骨格を有する有機/無機ハイブリッドの調製と力学応答性, 第62回高分子討論会, 金沢大学角間キャンパス, 2013年9月13日</p> <p>101) 大塚英幸, 動的共有結合化学を駆使した次世代ソフトマテリアルへの挑戦, 北陸・関東高分子若手研究会 2013 ミニシンポジウム, 湯涌温泉 戸田屋(石川県金沢市), 2013年9月14日(招待講演)</p> <p>102) H. Otsuka, Dynamic Covalent Polymers: Reorganizable, Self-healing, and Mechanochromic Behavior, New Trends of Nano- or Bio-materials Design in Supramolecular Chemistry (2013NNBS), Centennial Hall Kyushu University School of Medicine, Fukuoka, Japan, 2013年9月20日(招待講演)</p> <p>103) H. Otsuka, Controlled Polymer Reactions: Reorganization and Self-healing of Dynamic Covalent Polymers, IUPAC International Symposium on Ionic Polymerization 2013 (IP2013), Awaji Yumebutai International Conference Center, Hyogo, Japan, 2013年9月24日(招待講演)</p> <p>104) 大塚英幸, 外部刺激応答性及び自己修復性動的共有結合ポリマー, 日本ゴム協会関西支部 第35回サタデーセミナー, 電子会館(大阪市北区), 2013年10月5日(招待講演)</p> <p>105) 今任景一, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 力学応答性動的共有結合を有する化学ゲルの凍結誘起メカノクロミズム, 第3回CSJ化学フェスタ2013, タワーホール船堀, 2013年10月22日</p> <p>106) 佐藤知哉, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, アルコキシアミン骨格のラジカル交換反応を利用した高分子薄膜の可逆的な特性変換, 第3回CSJ化学フェスタ2013, タワーホール船堀, 2013年10月22日</p> <p>107) H. Otsuka, K. Imato, T. Ohishi, A. Takahara, Reorganization, Self-healing, and Mechanochromism of Dynamic Covalent Polymers, Japan-Korea Joint Symposium 2013, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, 2013年10月31日(招待講演)</p> <p>108) K. Imato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Freezing-Induced Mechanochromism in Polymer Gels with Diarylbibenzofuranone-Based Dynamic Covalent Bonds, Japan-Korea Joint Symposium 2013, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, 2013年10月31日</p> <p>109) T. Sato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Surface Property Control with Dynamic Covalent Exchange Reaction of Alkoxyamine-containing Organic Thin Films, Japan-Korea Joint Symposium 2013, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, 2013年10月31日</p>
--	--

	<p>110) Y. Iki, T. Ohishi, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Synthesis and Photo-induced Exchange Reactions of Polyurethanes Containing Aromatic Disulfides, 2013 Kyushu-Seibu/Pusan-Kyeongnam Joint Symposium on High Polymers (16th) and Fibers (14th), Honjo Campus, Saga University, Saga, 2013年11月9日</p> <p>111) R. Yoneyama, K. Imato, T. Ohishi, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Preparation of Mechanochromic Organic-Inorganic Hybrids with Diarylbibenzofuranone, 2013 Kyushu-Seibu/Pusan-Kyeongnam Joint Symposium on High Polymers (16th) and Fibers (14th), Honjo Campus, Saga University, Saga, 2013年11月9日</p> <p>112) R. Yoneyama, K. Imato, T. Ohishi, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Preparation of Mechano-responsive Organic-Inorganic Hybrids with Diarylbibenzofuranone Units, The 13th Pacific Polymer Conference (PPC 2013), Grand Hi-Lai Arena, Kaohsiung, Taiwan, 2013年11月18日</p> <p>113) K. Akamine, Y. Higaki, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Synthesis and Thermoplastic Behavior of Chemically Cross-Linked Polymers with Thermally Exchangeable Alkoxyamine Cross-Linkers, The 13th Pacific Polymer Conference (PPC 2013), Grand Hi-Lai Arena, Kaohsiung, Taiwan, 2013年11月19日</p> <p>114) Y. Iki, T. Ohishi, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Synthesis and Photo-Induced Reorganization of Polyurethanes Containing Aromatic Disulfides Linkages, The 13th Pacific Polymer Conference (PPC 2013), Grand Hi-Lai Arena, Kaohsiung, Taiwan, 2013年11月19日</p> <p>115) T. Sato, Y. Amamoto, T. Ohishi, Y. Higaki, A. Takahara, H. Otsuka, Dynamic Covalent Exchange Reactions between Alkoxyamine-Modified Nanoparticles and Linear Polymers, The 13th Pacific Polymer Conference (PPC 2013), Grand Hi-Lai Arena, Kaohsiung, Taiwan, 2013年11月20日</p> <p>116) H. Otsuka, T. Kanehara, A. Irie, K. Imato, T. Ohishi, A. Takahara, Dynamic Covalent Polymer Gels with Reorganizable, Self-Healing, and Mechanochromic Properties, 2013 MRS Fall Meeting, Sheraton Boston Hotel, Boston, Massachusetts, USA, 2013年12月5日(招待講演)</p> <p>117) 大塚英幸, 組み換え可能な共有結合を利用する反応性ソフトマテリアルの創製, 第25回エラストマー討論会, 京都大学 桂キャンパス, 京都市西京区, 2013年12月11日(招待講演)</p> <p>118) 赤嶺経太, 大石智之, 檜垣勇次, 高原 淳, 大塚英幸, アルコキシアミン骨格を架橋点に有する化学架橋高分子の合成と架橋高分子間のラジカル交換反応, 九州地区高分子若手研究会・冬の講演会, 鹿児島大学郡元キャンパス 稲盛会館, 鹿児島市, 2013年12月13日</p> <p>119) 大塚英幸, 外部刺激により構造再編成する動的共有結合ポリマー, 平成25年度第2回材料製造フォーラム「光分子工学」分科会, 産業技術総合研究所つくば中央第5事業所, 茨城県つくば市, 2013年12月18日(招待講演)</p> <p>120) 大塚英幸, 動的共有結合化学を基盤とする次世代ソフトマテリアル設計, 第257回新規事業研究会講演会, 東京工業大学蔵前会館ロイヤルブルーホール, 東京都目黒区, 2014年1月11日(招待講演)</p> <p>121) 大塚英幸, サステイナブル社会を指向した動的共有結合ポリマーの設計 -自在に組み換えられる共有結合の魅力と可能性-, 早稲田大学高等研究所 Top Runner's Lecture Collection of Science 第8回シンポジウム, 早稲田大学早稲田キャンパス, 東京都新宿区, 2014年1月22日(招待講演)</p> <p>122) 大塚英幸, 組み換え可能な共有結合をもつ高分子の設計・合成・機能, 触媒学会重合触媒設計研究会セミナー -高分子合成に関する最近の話題-, キャンパスイノベーションセンター, 東京都港区, 2014年2月7日(招待講演)</p> <p>123) T. Sato, T. Ohishi, A. Takahara, H. Otsuka, Reversible Surface Modification of Reactive Polymer Brushes Based on Dynamic Covalent Chemistry, 247th ACS National Meeting & Exposition(ACS), Dallas Convention Center, Dallas, Texas, USA, 2014年3月18日</p>
--	---

	<p>124) H. Otsuka, T. Kanehara, A. Irie, K. Imato, T. Ohishi, A. Takahara, Dynamic Covalent Polymers with Autonomous Exchangeability and Reorganizability at Ambient Temperature, 247th ACS National Meeting & Exposition(ACS), Dallas Convention Center, Dallas, Texas, USA, 2014年3月19日(招待講演)</p> <p>125) 大塚英幸, 動的共有結合化学による自己修復性高分子材料へのアプローチ, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学東山キャンパス, 名古屋市千種区, 2014年3月27日(招待講演)</p> <p>126) 今任景一, 大石智之, 高原 淳, 大塚英幸, 架橋ポリマーの自発的な結合組み換え反応に起因する特異な力学物性と自己修復性, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学東山キャンパス, 名古屋市千種区, 2014年3月29日</p> <p>127) 大石智之, 壹岐蓉子, 高原 淳, 大塚英幸, 微弱な紫外光に应答する芳香族ジスルフィドを用いたポリウレタンの結合組み換え挙動, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学東山キャンパス, 名古屋市千種区, 2014年3月29日</p> <p>一般向け 計5件</p> <p>1) 大塚英幸, 環境調和を目指した高分子材料, ひらめき☆ときめきサイエンス, 九州大学, 福岡市, 2011年10月22日</p> <p>2) 大塚英幸, 動的共有結合化学を駆使した自己修復性高分子材料の創製, 九州大学高等研究院若手研究者交流セミナー, 九州大学筑紫キャンパス, 福岡県春日市, 2013年1月21日</p> <p>3) 大塚英幸, 傷ついても元通り!? 不思議なプラスチック, 公開講演会「世界をリード・世界に羽ばたく東工大が誇る若手研究者たち」, 東京工業大学大岡山キャンパス, 東京都目黒区, 2013年7月25日</p> <p>4) 大塚英幸, 化学の力で未来を支えるプラスチックをつくる, 第237回 やさしい科学技術セミナー, 東京工業大学蔵前会館くらまえホール, 東京都目黒区, 2013年11月1日(招待講演)</p> <p>5) 大塚英幸, 動的共有結合化学的アプローチによる完全自己修復性高分子材料の創製, 最先端研究開発支援プログラム FIRSTシンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオ(グリーンイノベーション), ベルサール新宿グランド, 東京都新宿区, 2014年3月1日</p>
<p>図書 計7件</p>	<p>1) Y. Amamoto, H. Otsuka, A. Takahara, Synthesis and Characterization of Polymeric Nanogels, Challa S. S. R. Kumar Ed., Polymeric Nanomaterials, 544 pages, Wiley (2011). 全520ページ, ISBN 978-3-527-32170-4</p> <p>2) 大塚英幸, ラジカルプロセスに基づく架橋高分子の合成と反応, 角岡正弘, 白井正充 監修, 高分子の架橋と分解 III, シーエムシー出版 (2012). 全267ページ, ISBN978-4-7813-0535-6</p> <p>3) 大塚英幸, 自己修復性化学ゲルの設計, ゲルの安定化と機能性付与・次世代への応用開発, 技術情報協会, pp461-465 (2013). 全1031ページ, ISBN 978-4-86104-514-1</p> <p>4) H. Otsuka, Self-healing polymers, <i>McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology 2014</i>, McGraw-Hill Education, pp337-340, (2014). 全459ページ, ISBN 978-0-07-183106-2</p> <p>5) 大塚英幸, 動的共有結合化学に基づく化学架橋高分子の合成と反応メカニズム, 架橋の反応・構造制御と分析事例集, 技術情報協会, pp9-15 (2014). 全729ページ, ISBN 978-4-86104-517-2</p> <p>6) 大塚英幸, 動的共有結合を利用した修復材料, 高分子ナノテクノロジーハンドブック ~最新ポリマーABC技術を中心として~, エヌ・ティー・エス, pp440-445 (2014). 全552ページ, ISBN 978-4-86043-410-6</p> <p>7) H. Otsuka, T. Ohishi, Dynamic Covalent Polymer Nanomaterials (PN), Encyclopedia of Polymeric Nanomaterials, Springer, in press.</p>
<p>産業財産権 出願・取得 状況 計1件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件 大塚英幸, 高原 淳, 金原武志, 今任景一, メカノクロミック材料, 特願2012-203406, 九州大学, 出願日2012年9月14日, 国内</p>

Webページ (URL)	http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/otsuka/index.html http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/otsuka/project.html
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>(H22) 九州大学の WEB サイトの中に、特色ある研究の取り組みとして、本プログラムの内容を公開し、研究目的・研究内容の情報発信を行った。</p> <p>(H23) 1) 九州大学のホームページで、本プログラムの内容を公開し、研究目的・研究内容の情報発信を行った。 2) 2011 年 10 月 22 日、日本学術振興会と九州大学の主催で行われた、中高生を対象とした「ひらめき☆ときめきサイエンス」(世話人: 九州大学 先導物質化学研究所 高原 淳 教授)で、参加者に対して高分子に関する基礎講座を行い、「環境調和を目指した高分子材料」に関する最先端研究の説明を行った。 3) 2012 年 2 月 28 日、一般を対象とした「最先端・次世代研究開発支援プログラム研究発表会」で、会場にポスター展示を行い、研究目標や将来に期待される効果や応用分野等の研究概要に関する展示を行った。</p> <p>(H24) 1) 九州大学のホームページで、本プログラムの内容を公開し、研究目的・研究内容・関連研究業績等の情報発信を継続的に行った。 2) 2012 年 5 月 13 日(日)に九州大学 100 周年を記念して開催された「九大 100 年まつり」で、一般の方を対象として、自己修復性高分子材料などの「環境調和を目指した高分子材料」に関する研究紹介をパネル展示により行った。 3) 2012 年 5 月 28 日(月)～30 日(水)に高分子学会設立 60 周年を記念して、第 61 回高分子学会年次大会に併せてパシフィコ横浜(横浜市西区)で開催された Polymer Expo 2012 で、組み換え可能な特殊な化学結合を利用して自己修復性高分子材料の創製を目指す NEXT プログラムのプロジェクト概要紹介に関する展示を行った。主催者発表によると Polymer Expo 2012 への参加者は、3 日間で延べ約 18,000 名で、本プロジェクトの展示ブースにも多くの来場者があった。 4) 2012 年 8 月 4 日(土)に九州大学伊都地区のオープンキャンパス開催にあわせて、「環境調和を目指した高分子材料」と題して、高校生に自己修復性高分子材料に関する研究紹介をパネル展示により行った。 5) 2013 年 1 月 21 日(月)に、一般を対象とした九州大学高等研究院若手研究者交流セミナー(テーマ: グリーンイノベーション)において、「動的共有結合化学を駆使した自己修復性高分子材料の創製」と題して研究紹介を講演形式で行った。</p> <p>(H25) 1) 東京工業大学のホームページで、本プログラムの内容を公開し、研究目的・研究内容・関連研究業績等の情報発信を継続的に行った。 2) 2013 年 7 月 25 日に東京工業大学大岡山キャンパスにおいて開催された公開講演会「世界をリード・世界に羽ばたく 東工大が誇る若手研究者たち」で、「傷ついても元通り!? 不思議なプラスチック」という題目で講演を行った。 3) 2013 年 10 月 12 日と 13 日に、東京工業大学大岡山キャンパスで開催された学園祭(工大祭)の一貫で、高分子工学科の研究室紹介が行われ、NEXT プログラムの研究成果を「環境調和を目指した高分子材料」と題して、一般向けに紹介した。 4) 2013 年 11 月 1 日に、公益財団法人国際科学技術財団主催の「やさしい科学技術セミナー」で、NEXT プログラムの研究成果を「化学の力で未来を支えるプラスチックをつくる」と題して、一般向けに紹介した。 5) 2014 年 3 月 1 日に開催された、最先端研究開発支援プログラム FIRST シンポジウム「科学技術が拓く 2030 年」へのシナリオ(グリーンイノベーション)で、NEXT プログラムの研究成果を一般向けに発表した。</p>

<p>新聞・一般雑誌等掲載計6件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 日経産業新聞(2011年5月24日)「自ら傷口なおす新素材 九大開発」 2) 朝日新聞(2011年6月3日夕刊)「ゼリー状の高分子材料 刺激なくとも亀裂自己修復 九大が開発」 3) 日経経済新聞(2012年10月2日)「壊れると変色する材料 九大・東京理科大が開発」 4) 日刊工業新聞(2012年10月5日)「伸びると色が変わる樹脂」 5) 月刊「化学」(2012年12月号)「伸びると変色する不思議な高分子材料を開発！」 6) 日刊工業新聞(2013年6月17日)キラリ 研究開発「自己修復するプラスチックってどんなもの？」
<p>その他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 自己修復の論文が英国王立化学会(RSC)のホームページで紹介された: Chemistry World, "Radical approach to self-healing materials" 2) 自己修復の論文が Nature Chemistry で紹介された: Nature Chemistry (news & views), "Dynamic Materials: The chemistry of self-healing" 3) イギリス王立化学会 Polymer Chemistry 誌(2012年, vol. 3, No.11, pp3077-3083)に掲載された論文が、同誌の2012年No.11のInner Coverに採用された。 4) 受賞: 大塚英幸 SPSJ Wiley Award(高分子学会)、構造再編成機能を有する動的共有結合ポリマーに関する研究、2012年9月20日 5) 受賞: 大塚英幸 第4回ブリヂストンソフトマテリアルフロンティア賞(日本ゴム協会)、組み換え可能な共有結合を利用する反応性ソフトマテリアルの創製、2013年5月22日 6) 上記受賞以外の受賞: 研究員・学生の学会等における講演賞・ポスター賞14件(国際学会9件、国内5件)

7. その他特記事項

2013年4月1日付けで、九州大学・先導物質化学研究所・准教授から東京工業大学・大学院理工学研究科・有機・高分子物質専攻・教授に異動した。