

平成 22 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19350061

研究課題名（和文）ラジカル連鎖分解型の環境対応高分子材料の開発

研究課題名（英文）Development of Green Sustainable and Radical-Chain Degradable Polymer Materials

研究代表者

松本 章一（MATSUMOTO AKIKAZU）

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：00183616

研究成果の概要（和文）：ラジカル連鎖分解型の新規なポリマー材料を開発するため、種々のジエン系モノマーと酸素や二酸化硫黄などの非ビニル系モノマーとのラジカル重合によって、新規な分解性ポリマーを合成し、生成するポリマーの物性評価ならびに分解特性の評価を行った。架橋ポリマーの合成と反応、取り外し可能な分岐・架橋ポリマーの構造ならびに物性制御について研究を行うと同時に、解体性接着技術への応用展開や次世代型のポリマー材料設計のための基礎研究を行った。

研究成果の概要（英文）：We developed facile synthesis of degradable polyperoxides by the radical alternative copolymerization of 1,3-diene monomer with molecular oxygen at atmospheric pressure. We revealed copolymerization mechanism, degradation behavior, the synthesis of functional polyperoxides, and the application of functional polyperoxides. Degradation of polyperoxides occurred by various stimuli such as heating, UV irradiation, redox reaction by amines, and enzyme reaction. Various functional polyperoxides were synthesized by two methods, i.e., the direct copolymerization of functional 1,3-diene monomers with oxygen and the functionalization of precursor polyperoxides. Water soluble polyperoxides reversibly showed LCST under degradation temperature. Versatile methods to introduce dienyl groups into precursor polymers were developed. The resulting dienyl-functionalized polymers were utilized to prepare degradable networked polymers with small heat evolution during degradation and degradable branched copolymers to study their microphase-separated structure change before and after degradation. The practical application of polyperoxides were also investigated.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	9,600,000	2,880,000	12,480,000
2008年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2009年度	2,300,000	690,000	2,990,000
総計	14,800,000	4,440,000	19,240,000

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：高分子合成・ラジカル重合・分解性ポリマー・共重合・ジエンモノマー・易解体性接着

1. 研究開始当初の背景

申請者が以前から取り組んできた研究課題のひとつであるジエンモノマーの固相重

合による高分子構造制御に関する研究を行っている際、ジエンモノマーの一種であるソルビン酸エステルが酸素と容易に交互共

重合することを見出し、分解性ビニル系ポリマーの合成に関する研究を開始した。ポリペルオキシドは用いるジエンモノマーの構造に応じて、液状、ゴム状、粉末状、ゲル状などいろいろな形態で合成することができ、側鎖に官能基を導入すると容易に機能性ポリペルオキシドを設計できる。これらペルオキシドポリマーは容易に熱分解するだけでなく、光、酵素、化学反応など様々な刺激によって、低分子にまで一気にラジカル連鎖分解できる新しいタイプの分解性ポリマーであり、分解特性や分解生成物の構造を分子設計できる点に特徴がある。他のポリマーの末端や側鎖に導入したジエニル基と酸素の反応によってもポリペルオキシ結合を含む分岐あるいは架橋ポリマーが合成でき、新しい分解特性をもつポリマーの設計が期待できる。

酸素は、通常、ラジカル重合の停止剤あるいは抑制剤として働く一方、ごく微量の酸素がラジカル重合を開始、あるいはラジカル反応を誘起することもある。1930年代、最初のエチレンの重合が反応装置に混入した空気によって引き起こされることをICI社の研究者らが発見し、高压法のポリエチレン合成プロセスを確立するまでに至ったことはよく知られている。ところが、ある条件下では、酸素がモノマーとして重合に積極的に関与してラジカル共重合が進行し、ポリマー中に繰り返し構造としてペルオキシド結合を含むポリマー、すなわちポリペルオキシドが生成する。ペルオキシド単位を含むポリマーの発見は古く、1920年代のStaudingerの論文にポリマーの推定構造が書かれており、一部の教科書にも同様の構造をもつポリマーについて簡単な記述がある。にもかかわらず、ポリペルオキシドがこれまで分解性ポリマー材料として注目されることはなかった理由は2つある。まず、重合反応性が高くないため合成条件に制約があり、ビニルモノマーとの反応では高压条件で重合を行うことが多かったことである。もうひとつは、分解生成物としてホルムアルデヒドを含むことである。我々は、出発原料としてジエンモノマーを選択して反応性を高めることに成功し、さらに、ジエンモノマーの分子構造設計によってポリペルオキシドの分解特性や生成物の構造を制御し、これらの問題を解決した。本研究課題で扱う新規分解性ポリマーは、側鎖に様々な官能基を組み込むことが可能であり、さらに既存のポリマー材料と組み合わせることによって、新たな機能や物性を発現することが期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、ラジカル連鎖分解型の新規なポリマー材料を開発するため、天然由来

の化学資源を含む種々のジエン系モノマーと酸素などのラジカル重合によって、新規分解性ポリマーを合成し、生成するポリペルオキシドの物性評価ならびに分解特性の評価を行う。さらに、末端や側鎖にジエニル基を導入し、酸素による分岐ならびに架橋ポリマーの合成を行う。ポリマーへの取り外し可能な分岐ならびに架橋点の導入とその分解によるポリマー材料の物性制御を行い、さらに解体性接着技術への応用展開や次世代型のポリマー材料設計のための基礎研究を行う。

近年、循環型物質社会への移行に伴って、高分子材料の再使用、再資源化の必要性やエネルギーや物質の有効利用が最重要課題となっている。環境低負荷型の高分子材料に対する期待は大きく、ポリマーが持つこれまでの高性能や高機能性に加えて、さらに分解性付与が求められることが多くなっている。分解性ポリマーの中で最も代表的なものであるポリ乳酸やポリグリコール酸は生体吸収材料として開発され、その後、バイオマス由来の資源循環型（カーボンニュートラル）ポリマー材料としての将来性、可能性が高く評価され、一連のポリ α -ヒドロキシ酸誘導体を含む各種グリーンプラスチックの開発、あるいは天然高分子素材の実用化研究が急速に進められている。

一方で、従来から利用されてきた材料や技術を活かしながら、より効率よく循環型物質社会に対応するための技術開発も盛んに行われている。例えば、セラミック、金属、ポリマー、生体材料などの異種材料を組み合わせて利用する際、単に高機能や高性能だけでなく、省エネルギーや省資源をも加味したものづくりが要求される。快適で、しかも持続可能な資源循環型の社会を実現するには、各種リサイクルシステムの整備だけでなく、卓越した技術による新しいものづくりが不可欠である。最近、接着や高分子関連分野で、新しい材料や技術を志向する研究会（解体性接着技術研究会、次世代接着材料研究会、精密ネットワークポリマー研究会など）が相次いで設立され（一部は発足予定）、盛んに活動が行われている。なかでも、解体性接着技術は、総エネルギーやコスト削減のための有効な方法であり、様々な取り組みがなされ、新規な分解性高分子材料の開発は欠かせない重要な要素のひとつとなっている。

ポリペルオキシドが応用に用いられるためには、合成、反応、物性、さらにポリマーの取り扱いや安全性の確保など、材料化学の面からみた多くの基礎的研究が必須である。さらに、本研究から次代ポリマー材料設計の重要な指針が示されることも大いに期待できる。本研究では酸素をモノマー

ーとして積極的に原料として利用してポリマー合成を行う点に特徴がある。酸素をモノマーとして用いることは、従来のラジカル重合では考えられなかったことであり、しかも、連鎖分解型の新規なポリマーが合成できるという点でも、注目されている文字通り新しい高分子合成である。ポリペルオキシド自身だけでなく、他のポリマーとの複合化によって、応用研究のみならず、ポリマー材料設計の基礎的な設計指針は、今後の環境適応型の新規ポリマー材料開発の基礎となることが期待される。

3. 研究の方法

以下の項目に従って、3年間で研究を進めた。初年度はまず項目1と2から着手し、次年度は2と3を中心に研究を進めることとした。ポリマーの分解特性や反応に関する研究成果を合成計画にフィードバックしながら、最終年度は項目3を重点的に推進した。

1. 新規分解性ポリマーの合成と分解特性評価

1-1. 種々ジエン系モノマーからのポリペルオキシドの合成

1-2. 天然由来モノマーの活用

1-3. 新規分解性ポリマー合成用の非ビニル系モノマーの探索

1-4. 新規分解性ポリマーの物性ならびに分解特性評価

2. 酸素架橋ポリマーの合成と反応

2-1. 末端ジエニル化ポリマーの酸素架橋と分解反応

2-2. 側鎖ジエニル化ポリマーの酸素架橋と分解反応

2-3. 新規ジエニル基導入剤の開発

3. 取り外し可能な分岐・架橋ポリマーの構造ならびに物性制御

3-1. 高分岐ポリマーへの取り外し可能な分岐構造の導入と結晶化挙動

3-2. ブロック・グラフトポリマーおよびミクトーム型スターポリマーのマイクロ相分離構造制御

3-3. ラジカル連鎖分解型ポリマーの解体性接着技術への応用展開

4. 研究成果

初年度は、主として新規分解性ポリマーの合成と分解特性評価に取り組み、さらに取り外し可能な分岐・架橋ポリマーの構造ならびに物性制御についても一部予備検討を開始した。まず、生成ポリペルオキシドの物性制御のため、原料モノマーとして適用可能なモノマーの探索についてジエンモノマーを中心に検討した結果、炭化水素系環状ジエンモノマーを用いると、これまで知られているソルビン酸誘導体等から得られるポリペルオ

キシドと異なる分解機構でポリペルオキシド主鎖が切断し、異なる熱分解特性を示すことがわかった。生体環境下での分解挙動についても検討を行った。さらに、酸素とジエンモノマーの組み合わせ以外の分解性ポリマーを合成するため予備探索を行ったところ、二酸化硫黄とジエンモノマーのラジカル交互共重合によって構造制御されたポリマーが容易に得られることを新たに見出した。ここで生成するポリスルホンと比較的分解の起こりやすいポリマーであり、モノマーへの解重合が容易に起こることを確認した。さらに、ポリマーの主鎖中に含まれる不飽和結合への水素添加を行うと、熱安定性に優れた新規なポリマーに変換できることを見出した。さらに、ポリマーの末端や側鎖に効果的にジエニル基を導入するため、エポキシ基や酸無水物構造をもつジエン化合物をジエニル化のための反応剤を検討し、合成や原料入手が容易なソルビン酸グリシジルエステルとソルビン酸無水物がジエニル化剤として有効であることを見出した。架橋点のみにポリペルオキシ結合を含むポリマーゲルでは分解に伴う発熱量が抑えられ、取り扱いに優れた分解性ポリマー材料を提供できることを見出した。また、得られたポリペルオキシドの構造ならびに力学特性を検討するため、粘弾性測定装置を購入し、関連ポリマーの物性測定を開始した。

次年度は、新規分解性ポリマーの合成と分解特性評価、酸素架橋ポリマーの合成と反応、取り外し可能な分岐・架橋ポリマーの構造ならびに物性制御について重点的に研究を行った。リビング重合を利用してジエン型マクロモノマーやテレケリックポリマーを合成し、酸素による分岐ならびに架橋ポリマーを合成した。また、汎用ポリマーへの側鎖ジエニル基の導入、さらに酸素による架橋ポリマーの合成、ゲルの特性評価、分解性の評価を行った。効率よくジエン構造をポリマーに導入するための反応性化合物をジエニル基の導入剤として用いることを検討し、酸素との反応による架橋ならびに生成ゲルの分解挙動を明らかにした。次に、ジエニル基と酸素の反応を利用してあらかじめポリマー中に組み込んだ取り外し可能な分岐構造の解体によるポリマーの物性変化を明らかにするため、ブロック、グラフト、ならびにスターポリマーのマイクロ相分離構造制御を行った。末端にジエニル構造を含む異なる種類のポリマーを酸素と共重合し、主鎖部分がポリペルオキシド、側鎖に異なる種類のセグメントを含むポリマーを合成した。二種類以上のセグメントを分子内に含むポリマーはマイクロ相分離構造をとり、これらブロック、グラフト、スターポリマーの分岐点の取り外しによるマイクロ相分離構造からマクロ相分離への

相構造の変化を追跡した。さらに、本研究で得られるポリペルオキシドに接着粘着機能を付与するため、側鎖置換基に適当な官能基の導入を試み、熱分析と力学強度測定から機能評価し、側鎖置換基の構造によって最適な分子構造設計を行った。接着ならびにはく離試験では、常温での強度の保持と加熱処理によるはく離性を検討した。

最終年度は、それまでの研究を継続、発展しながら、取り外し可能な分岐・架橋ポリマーの構造ならびに物性制御について研究を行うと同時に、解体性接着技術への応用展開や次世代型のポリマー材料設計のための基礎研究を行った。特に、ポリペルオキシドならびにその複合化ポリマー材料を応用分野で利用できるよう分解特性や安全性の評価を中心として検討を進めた。易剥離型接着材料を設計するため、ポリマーモルフォロジー変化を利用して、外部刺激によって剥離時の界面状態の制御を試みた。まず、従来から研究・開発を進めてきた直鎖状のポリマー、分岐型ポリマー、およびゲルのうち、要求材料特性に合わせやすい直鎖状ポリペルオキシドを選び、刺激による易剥離特性の評価を行った。ジエンと二酸化硫黄のラジカル交互共重合によって得られるポリジエンスルホンが新規分解性ポリマー材料として有望であることも見出した。さらに、接着粘着機能を付与するため、ポリマーの側鎖置換基に適当な官能基の導入を試み、熱分析と力学強度測定から機能評価し、側鎖置換基の構造によって最適な分子構造設計を行った。接着ならびにはく離試験では、常温での強度の保持と加熱処理によるはく離性の発現に重点をおいて検討し、易剥離型接着材料ならびに解体性接着材料としての総合的評価を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

1. T. Kitamura, N. Tanaka, A. Mihashi, A. Matsumoto, Soluble and Thermally Stable Polysulfones Prepared by the Regiospecific and Alternating Radical Copolymerization of 2,4-Hexadiene with Sulfur Dioxide, *Macromolecules*, **43**(4), 1800-1806 (2010)
2. A. Mihashi, H. Tamura, E. Sato, A. Matsumoto, Synthesis of Degradable Network Polymers Containing Peroxy Units in the Main Chain or the Cross-linking Point, *Prog. Org. Coat.*, **67**(2), 85-91 (2010).
3. 松本章一, 高機能・高性能高分子材料: 分解性ポリマーから耐熱性ポリマーまで, 機能材料, **30**, No. 1, pp. 63-71 (2010)
4. 松本章一, 易解体性接着技術と材料開発

の最新動向, 機能材料, **30**, No. 2, pp. 14-21 (2010)

5. 佐藤絵理子, 松本章一, ポリペルオキシドの合成と機能ポリマー材料設計への応用, 日本接着学会誌, **46**(6), 230-237 (2010)
6. T. Fujioka, S. Taketani, T. Nagasaki, A. Matsumoto, Self-Assembly and Cellular Uptake of Degradable and Water-Soluble Polyperoxides, *Bioconjugate Chem.*, **20**(10), 1879-1887 (2009)
7. E. Sato, A. Matsumoto, Facile Synthesis of Functional Polyperoxides by Radical Alternating Copolymerization of 1,3-Dienes with Oxygen, *Chem. Rec.*, **9**(5), 247-257 (2009)
8. E. Sato, T. Kitamura, A. Matsumoto, In-Situ Collapse of Phase-Separated Structure by Covalent Bond Cleavage at a Branching Point upon Heating, *Macromol. Rapid Commun.*, **29**(24), 1950-1953 (2008).
9. 松本章一, 新規分解性ポリペルオキシドの開発と機能材料への応用, 未来材料, **8**, No. 4, pp. 10-17 (2008)
10. T. Kitamura, A. Matsumoto, Facile Synthesis of Degradable Gels by Oxygen Cross-linking of Polymers Including a Dienyl Group on Their Side Chain or at Chain Ends, *Macromolecules*, **40**(17), 6143-6149 (2007)

〔学会発表〕(計 58 件)

1. 佐藤絵理子, 田村 紘, 松本章一, ラジカル重合による易分解性ポリペルオキシドの合成と解体性接着への応用, 精密ネットワークポリマー研究会第3回若手シンポジウム, 高分子学会, 神奈川, 2010年3月11日
2. 佐藤絵理子, 田村 紘, 松本章一, ポリペルオキシドを含む易解体性接着材料の合成と物性評価, 日本化学会第90春季年会, 東大阪, 2010年3月26-29日
3. A. Matsumoto, Synthesis, Property and Applications of Peroxide Polymers, The 5th Coatings Science International 2009 (COSI 2009), Invited Lecture, Noordwijk, The Netherlands, June 22-26, 2009, Abstracts, pp. 93-98.
4. A. Matsumoto, Synthesis and Application of New Degradable Polymers Using Oxygen, Fourth East Asia Symposium on Functional Dyes

and Advanced Materials (EAS4), Invited Lecture, Osaka, June 2-5, 2009, Abstracts, p.31.

5. E. Sato, T. Kitamura, K. Yasui, A. Matsumoto, Morphology Change in Organic Thin Films Composed of Novel Degradable Branched Copolymers, Fourth East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials (EAS4), Osaka, June 2-5, 2009

6. E. Sato, T. Kitamura, K. Yasui, A. Matsumoto, Drastic Morphology Change in Thin Films of Degradable Branched Copolymers, The 3rd Asian Conference on Adhesion and the 47th Annual Meeting of the Adhesion Society of Japan, Hamamatsu, June 7-10, 2009

7. H. Tamura, A. Mihashi, E. Sato, A. Matsumoto, Synthesis of Degradable Cross-Linked Polymers Using Radical Copolymerization of Diene Compounds with Oxygen, The 3rd Asian Conference on Adhesion and the 47th Annual Meeting of the Adhesion Society of Japan, Hamamatsu, June 7-10, 2009

8. E. Sato, T. Kitamura, A. Matsumoto, Polyperoxide-based Degradable Gel: Effective Synthesis of Precursor Polymer and Gelation Behavior, Asian Conference on Adhesion and the 47th Annual Meeting of the Adhesion Society of Japan, Hamamatsu, June 7-10, 2009

9. A. Mihashi, N. Tanaka, T. Kitamura, E. Sato, A. Matsumoto, Synthesis of Thermally Stable Polysulfones by the Radical Alternating Copolymerization of Diene Monomers and Sulfur Dioxide, The 1st FAPS (Federation of Asian Polymer Societies) Polymer Congress, Nagoya, October 20-23, 2009

10. E. Sato, T. Kitamura, K. Yasui, A. Matsumoto, Synthesis of Polyperoxide-Based Degradable Branched Copolymers and Investigation of their Microphase-Separated Structure, The 1st FAPS (Federation of Asian Polymer Societies) Polymer Congress, Nagoya, October 20-23, 2009

11. E. Sato, A. Matsumoto, Novel Synthesis of Block Copolymers Containing Degradable Polyperoxide Segment, The 1st FAPS (Federation of Asian Polymer Societies) Polymer Congress, Nagoya, October 20-23, 2009

12. E. Sato, H. Tamura, A. Matsumoto, Dismantlable Adhesive Using Polyperoxide-Based Degradable Polymers, Gel Sympo 2009 Polymer Gels: Science and Technology as Advanced Soft

Materials, Osaka, December 2- 4, 2009

13. E. Sato, T. Kitamura, K. Yasui, A. Matsumoto, Self-assembly and Morphology Change of Degradable Branched Copolymers, Gel Sympo 2009 Polymer Gels: Science and Technology as Advanced Soft Materials, Osaka, December 2- 4, 2009

14. E. Sato, A. Matsumoto, Synthesis of Block Copolymers Containing Main-Chain Degradable Segment by Living Radical Polymerization, 11th Pacific Polymer Conference (PPC11), Cairns, December 6-10, 2009

15. E. Sato, T. Kitamura, K. Yasui, A. Matsumoto, Self-assembly and Morphology Change of Polyperoxide-Based Degradable Branched Copolymer, 11th Pacific Polymer Conference (PPC11), Cairns, December 6-10, 2009

16. 佐藤絵理子, 松本章一, リビングラジカル重合法を利用するポリペルオキシドセグメント含有ブロックコポリマーの合成, 第58回高分子討論会, 高分子学会, 熊本, 2009年9月16-18日

17. 田村 紘, 三橋麻子, 佐藤絵理子, 松本章一, ラジカル重合を用いるポリペルオキシドの合成と易解体接着への応用, 第58回高分子討論会, 高分子学会, 熊本, 2009年9月16-18日

18. 佐藤絵理子, 北村倫明, 安井研一郎, 松本章一, 易分解性ポリペルオキシドセグメントを含むポリマー合成と分解挙動の評価, 第58回高分子討論会, 高分子学会, 熊本, 2009年9月16-18日

19. 佐藤絵理子, 松本章一, ラジカル交互共重合による機能材料設計1: 易分解性ポリペルオキシド, 第18回ポリマー材料フォーラム, 高分子学会, 東京, 2009年11月26-27日

20. 三橋麻子, 田中成季, 北村倫明, 佐藤絵理子, 松本章一, ラジカル交互共重合による機能材料設計2: 分解性制御型ポリジエンシルホン, 第18回ポリマー材料フォーラム, 高分子学会, 東京, 2009年11月26-27日

21. A. Matsumoto, Innovative Radical Polymerizations for Materials Synthesis, The Fifth International Symposium on Integrated Synthesis (ISIS-5), Invited Lecture, Kobe, September 5-6, 2008.

22. 松本章一, 材料設計のための新しいラジカル重合反応の開発, 第 39 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会招待講演, 名古屋, 2008 年 11 月 8-9 日, 講演要旨集, p. 1296.

23. 松本章一, 多機能新規分解性ポリマー材料, 高分子学会精密ネットワークポリマー研究会第 1 回若手シンポジウム招待講演, 東京, 2008 年 3 月 6 日

24. T. Kitamura, E. Sato, A. Mihashi, H. Tamura, A. Matsumoto, Synthesis of Degradable Gels by Oxygen Cross-linking of Polymers Including a Dienyl Group, 2008 IUPAC World Polymer Congress (MACRO2008), Polymers at Frontiers of Science and Technology, Taipei, June 29-July 4, 2008

25. 松本章一, 北村倫明, ジェンマクロモノマーと酸素のラジカル共重合による分解性グラフトポリマーの合成と相分離構造の制御, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 2008 年 5 月 28-30 日

26. 三橋麻子, 北村倫明, 松本章一, 二酸化硫黄とジェンモノマーのラジカル共重合によるポリスルホンの合成, 第 57 回高分子学会年次大会, 横浜, 2008 年 5 月 28-30 日

27. 田村 紘, 三橋麻子, 佐藤絵理子, 松本章二, イソシアネートを利用する分解性架橋ポリマーの合成, 第 54 回高分子研究発表会(神戸), 高分子学会, 神戸, 2008 年 7 月 18 日

28. 三橋麻子, 松本章一, 官能基を含むジェンモノマーと二酸化硫黄のラジカル共重合によるポリスルホンの合成, 第 54 回高分子研究発表会(神戸), 高分子学会, 神戸, 2008 年 7 月 18 日

29. 三橋麻子, 北村倫明, 松本章一, ラジカル交互共重合による耐熱性ポリスルホンの合成, 第 54 回高分子討論会, 高分子学会, 大阪, 2008 年 9 月 24-26 日

30. 田村 紘, 三橋麻子, 北村倫明, 佐藤絵理子, 松本章一, 酸素とジェンの反応による分解性架橋ポリマーの合成, 第 54 回高分子討論会, 高分子学会, 大阪, 2008 年 9 月 24-26 日

31. 湯川正太郎, 藤岡珠未, 長崎 健, 松本章二, 水溶性ポリペルオキシドのミセル形成および細胞内への取り込み, 第 54 回高分子討論会, 高分子学会, 大阪, 2008 年 9 月 24-26 日

32. 佐藤絵理子, 北村倫明, 松本章一, 架橋点や分岐点にペルオキシ結合を有する分解性ポリマーの合成と分解挙動の評価, 第 54 回高分子討論会, 高分子学会, 大阪, 2008 年 9 月 24-26 日

33. T. Fujioka, A. Matsumoto, T. Nagasaki, Novel Polymeric Micelle Based on Water-Soluble Polyperoxides and Its Cellular Uptake, The 10th Pacific Polymer Conference, Kobe, December 4-7, 2007

他 25 件

〔図書〕(計 2 件)

1. 松本章一, イソシアネートを用いたポリペルオキシドの機能設計, (イソシアネート化合物の反応メカニズムと応用・安全性・特許動向, 技術情報協会), pp. 294-301 (2008)

2. 松本章一, ペルオキシド構造をもつポリマーゲルの合成と分解 (高分子架橋と分解の新展開, 監修 角岡正弘, 白井正充), シーエムシー出版, pp. 306-315 (2007)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 1 件)

名称: 新規の重合体、当該重合体から得られる構造体、及び構造体の製造方法

発明者: 松本章一, 井畑 理

権利者: 住友化学株式会社, 公立大学法人大阪市立大学

種類: 公開特許公報

番号: 特開 2009-209206

出願年月日: 2008 年 2 月 29 日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 章一 (MATSUMOTO AKIKAZU)

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 00183616

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし