

令和 6 年 10 月 15 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H04311

研究課題名（和文）海洋環境中での高分子完全有機リサイクルを実現する時限生分解性高分子の開発

研究課題名（英文）Development of Timed Biodegradable Polymers for Complete Organic Recycling of Polymers in the Marine Environment

研究代表者

粕谷 健一（KASUYA, Ken-ichi）

群馬大学・大学院理工学府・教授

研究者番号：60301751

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,900,000円

研究成果の概要（和文）：海洋環境で潜在的な生分解性高分子をスクリーニングし、脂肪族ポリエステルが該当することを確認しました。これらに対して有効なトリガーを海洋から発見した。バイオスティムレーション型の低分子化合物も見つかりました。ジスルフィド結合を導入したポリマーの生分解速度を実海洋環境で評価しました。生分解性高分子は酵素による加水分解と微生物による無機化で分解が完了します。この複雑な過程をオミックス解析で明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海洋では、多くの生分解性プラスチックが十分な分解性を示さない。一方、本研究において、分解開始時期制御および分解速度制御に対して一定の指針を得ることができた。また、一部は知財としての価値も見出すことができた。これにより、海洋プラスチックゴミ問題が、解消される可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：We conducted screening of PBP (Potentially Biodegradable Polymers) in various marine environments and found that aliphatic polyesters fall into this category. We identified effective biological triggers for these PBPs from the marine environment. Additionally, we discovered low-molecular-weight compounds that can be used as bio-stimulation-type biodegradation triggers. We evaluated the biodegradation rate in real marine environments of polymers with introduced disulfide bonds as non-biological triggers for PBPs. The biodegradation of these polymers involves two steps: 1) hydrolysis by degrading enzymes, followed by 2) mineralization of the degradation products by microorganisms. In real-world environments, however, these steps 1) and 2) occur within the biofilm formed near the material. To achieve controlled degradation rates, we elucidated this complex system's correlation through plastisphere-metagenome and metatranscriptome analyses.

研究分野：生分解性プラスチック

キーワード：海洋生分解性 時限生分解

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

海洋環境におけるプラスチックごみの増加は、世界的に深刻な環境問題となっています。特に、プラスチックが微細化することによって生じるマイクロプラスチックやナノプラスチックは、海洋生態系に与える影響が懸念されています。これに対処するため、プラスチックの使用を削減する取り組みや、生分解性高分子を利用した環境負荷の低減が注目されています。しかし、生分解性高分子の中には、分解が自然環境で十分にコントロールされないものも多く、実用化の課題が残されています。

生分解性高分子の分解が環境中で完全に制御されれば、従来のプラスチックの問題を解決しつつ、持続可能なリサイクルシステムの構築が可能です。本研究では、特に海洋環境において分解開始時期と分解速度を制御できる「時限生分解性高分子 (TBP)」を開発することを目指しています。この TBP の開発は、海洋におけるプラスチック問題を解決する一つの鍵となり、海洋生態系の保護や持続可能な資源循環を促進するための重要なステップです。

2. 研究の目的

本研究では、生分解性高分子の実用性を高めるため、海洋環境において分解開始時期および分解速度を完全に制御する「時限生分解性高分子 (TBP)」の創出を目指しています。基盤材料として「潜在的な生分解性高分子 (PBP)」を使用し、分解開始時期の制御を可能にするトリガーシステムを導入。これにより、材料の分解開始時期の制御を実現することが目的です。

さらに、分解速度の制御については、海洋環境中の生分解性高分子の表面に形成されるバイオフィーム (Plastisphere) の菌叢構造と分解速度、そしてそれに関わるメタデータを統計的に解析し、その相関を見出すことを目指します。最終的には、得られた基盤情報を PBP に反映させ、海洋環境での有機リサイクルを実現する TBP の創製を目指しています。

3. 研究の方法

PBP のスクリーニング: 脂肪族ポリエステル類や多糖類から PBP を選定し、ポリブチレンスクシネート (PBS)、ポリブチレンスクシネートアジペート (PBSA)、ポリエチレンスクシネート (PESu) の分解性 (重量減少量) と機械的性質を評価した。生物化学的酸素要求量 (BOD) による生分解度評価を実施した。

生分解トリガーのスクリーニング: 海洋環境で PESu や PBSA の分解開始を制御する芽胞形成細菌を乾熱法でスクリーニングした。芽胞を 120°C で 30 分間加熱後、材料への溶融混練した。

生物刺激応答トリガーの評価: ポリカプロラクトン (PCL) やポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) 分解酵素を誘導するトリガー分子を検索した。バイオフィームの Plastisphere メタゲノムとメタトランスクリプトーム解析する。

非生物学的刺激応答法の開発: ジスルフィド結合を PBP に導入し、嫌気環境下で分解スイッチングするシステムを評価した。

バイオフィームと分解速度の相関解析: 人工海水中で高分子フィルムを一定期間ごとに回収し、バイオフィームのメタゲノム解析と分解性 (重量減少、物性評価、BOD) を分析した。

4. 研究成果

0. 海洋環境における PBP (潜在的な生分解性高分子) の合成とスクリーニング

PBP は、特定の環境条件下では非生分解性として振る舞うため、TBP 創出の基盤材料として使用可能です。これまでに、海洋環境下での PBP として、ポリ(エチレンスクシネート) (PESu) が有効であることがわかっています。さらに、本研究では、その他の PBP を脂肪族ポリエステルや多糖類からスクリーニングし、ポリブチレンスクシネート (PBS) およびポリブチレンスクシネートアジペート (PBSA) も、PESu と同様に海洋環境で機能することが判明しました。これらの高分子は、さまざまな海域での分解性 (重量減少量) や機械的性質の変化をもとに評価され、生物化学的酸素要求量 (BOD) を通じた生分解度評価により確認されました。

A1. 分解開始時期制御に資する生分解トリガーのスクリーニング (生物製剤増強法開発)

分解トリガーとしての生物製剤増強法の研究では、PESu 分解芽胞形成細菌が、海洋環境において PESu の分解開始時期を制御できることが確認されました。また、PBSA にも同様の効果が見られる芽胞系が発見されました。これらの芽胞は、深海底堆積物からスクリーニングされ、高温 (120°C) かつ短時間の処理条件 (30 分程度) でも高分子材料への溶融混練が可能です。この生物製剤型トリガーの機能評価は、人工海洋環境における材料の分解性を基に判断されています。

A2. 分解開始時期制御に資する生分解トリガーの創製と影響の評価 (生物刺激応答法開発)

海洋環境中の個別の微生物レベルで、ポリカプロラクトン (PCL) およびポリ(3-ヒドロキシアルカン酸) (PHA) の分解物が、それぞれの分解酵素を誘導可能なトリガー分子であることが

既に判明しています。本研究では、これらのトリガー分子がどのように材料の分解開始に関与しているかを、材料の初期表面に形成されるバイオフィームに対して Plasticsphere メタゲノムおよびメタトランスクリプトーム解析を通じて経時的かつ網羅的に明らかにしました。さらに、より低分子のトリガー化合物の発見にも成功しました。

A3. 分解開始時期制御に資する生分解トリガーの仕組みの応用および開発（非生物学的環境刺激応答法開発）

非生物学的環境刺激応答法では、材料使用後に訪れる環境の変化を利用して分解を促進する系を開発しました。本研究グループは、ジスルフィド結合を PBP（ポリエステル的一种）に組み込み、低酸化還元電位の嫌気環境下（海底質を模した環境）に曝された際に、結合が開裂し、生分解が進行するシステムを開発しました。本研究課題では、このシステムをさまざまな構造の PBP や生分解性マクロモノマーに適用し、海洋環境で生分解スイッチングとして有効に機能することが確認されました。

B. 分解速度を制御するためのバイオフィーム叢構造と材料の相関関係の解明

生分解性高分子の分解は、まず 1) 分解酵素によって加水分解が進み、その後 2) 分解物が微生物により無機化されることで完了します。しかし、実環境では、これらの過程は材料近傍に形成されたバイオフィーム内で進行する複雑な過程です。そこで、本研究では、Plasticsphere メタゲノムおよびメタトランスクリプトーム解析を用いて、この複雑な相関関係を明らかにしました。各種生分解性高分子フィルムを人工海水環境中に浸漬し、一定期間ごとに回収して表面に形成されたバイオフィームのメタゲノムとメタトランスクリプトームを回収し、次世代シーケンサーで配列解析を行い、構成される生物種や相対量を特定しました。材料に対しては、重量減少、機械的物性、分子量測定、BOD 生分解度を評価し、バイオフィームの菌叢構造と分解データとの相関を多次元尺度法などで分析しました。これにより、特定の高分子や低分子化合物が海洋環境でどの程度の分解速度を持つかを予測できるようになりました。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Omura Taku, Isobe Noriyuki, Miura Takamasa, Ishii Shun'ichi, Mori Mihoko, Ishitani Yoshiyuki, Kimura Satoshi, Hidaka Kohei, Komiyama Katsuya, Suzuki Miwa, Kasuya Ken-ichi, Nomaki Hidetaka, Nakajima Ryota, Tsuchiya Masashi, Kawagucci Shinsuke, Mori Hiroyuki, Nakayama Atsuyoshi, Kunioka Masao, Kamino Kei, Iwata Tadahisa	4. 巻 15
2. 論文標題 Microbial decomposition of biodegradable plastics on the deep-sea floor	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-44368-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Tsutsuba Toyokazu, Sawanaka Yuta, Suzuki Miwa, Inagaki Kana, Arai Kana, Okaniwa Syusuke, Torii Junko, Tachibana Yuya, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 222
2. 論文標題 Evaluation of the effect of the number of methylene units in poly(-hydroxyalkanoate)s on their biodegradability	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 110701 ~ 110701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2024.110701	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tachibana Yuya, Tsutsuba Toyokazu, Sakata Masaru, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 217
2. 論文標題 Disubstituted cyclohexane monomers as biodegradable building block: Evaluation of biodegradability of polyesters containing cyclohexane ring	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 110516 ~ 110516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2023.110516	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Suzuki Miwa, Tachibana Yuya, Soulethone Phouvilay, Suzuki Tomoya, Takeno Hiroyuki, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 215
2. 論文標題 Control of marine biodegradation of an aliphatic polyester using endospores	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 110466 ~ 110466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2023.110466	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Gan Hongyi, Okada Takumi, Kimura Satoshi, Kasuya Ken-ichi, Iwata Tadahisa	4. 巻 208
2. 論文標題 Manufacture, physical properties, and degradation of biodegradable polyester microbeads	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 110239 ~ 110239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2022.110239	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsutsuba Toyokazu, Tachibana Yuya, Shimizu Moe, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 5
2. 論文標題 Marine Biodegradation of Poly(butylene succinate) Incorporating Disulfide Bonds Triggered by a Switch Function in Response to Reductive Stimuli	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 2964 ~ 2970
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.3c00147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tateiwa Jobu, Hsu Yu-l, Uyama Hiroshi, Kasuya Ken-ichi, Iwata Tadahisa	4. 巻 1
2. 論文標題 Surface oxidation of Polyhydroxyalkanoate films with different molecular structure via photo-activated chlorine dioxide radical and comparison of the influence on the properties	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 110391 ~ 110391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2023.110391	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Beppu Shunsuke, Tachibana Yuya, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Recyclable Polycarbosilane from a Biomass-Derived Bifuran-Based Monomer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Macro Letters	6. 最初と最後の頁 536 ~ 542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmacrolett.3c00095	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tateiwa Jobu, Kimura Satoshi, Kasuya Ken-ichi, Iwata Tadahisa	4. 巻 200
2. 論文標題 Multilayer biodegradable films with a degradation initiation function triggered by weakly alkaline seawater	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 109942 ~ 109942
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2022.109942	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 粕谷健一	4. 巻 42
2. 論文標題 海洋生分解性プラスチックの研究開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ネットワークポリマー論文集	6. 最初と最後の頁 251 ~ 259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tachibana Yuya, Tsutsuba Toyokazu, Kageyama Kohei, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 190
2. 論文標題 Biodegradability of poly(butylene n-alkylenedionate)s composed of long-methylene chains as alternative polymers to polyethylene	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 109650 ~ 109650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2021.109650	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ohta Yukari, Katsumata Madoka, Kurosawa Kanako, Takaki Yoshihiro, Nishimura Hiroshi, Watanabe Takashi, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 23
2. 論文標題 Degradation of ester linkages in rice straw components by <i>Sphingobium</i> species recovered from the sea bottom using a non secretory tannase family / hydrolase	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 4151 ~ 4167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1462-2920.15551	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soulethone Phouvilay, Tachibana Yuya, Muroi Fumihito, Suzuki Miwa, Ishii Nariaki, Ohta Yukari, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 181
2. 論文標題 Characterization of a mesophilic actinobacteria that degrades poly(butylene adipate-co-terephthalate)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 109335 ~ 109335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2020.109335	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Miwa, Tachibana Yuya, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 53
2. 論文標題 Biodegradability of poly(3-hydroxyalkanoate) and poly(ε-caprolactone) via biological carbon cycles in marine environments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 47 ~ 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-00396-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Miwa, Tachibana Yuya, Takizawa Reika, Morikawa Takuya, Takeno Hiroyuki, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 183
2. 論文標題 A novel poly(3-hydroxybutyrate)-degrading actinobacterium that was isolated from plastisphere formed on marine plastic debris	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 109461 ~ 109461
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymdegradstab.2020.109461	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tachibana Yuya, Darbe Sunita, Hayashi Senri, Kudasheva Alina, Misawa Haruna, Shibata Yuka, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Environmental biodegradability of recombinant structural protein	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-80114-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayashi Senri, Tachibana Yuya, Tabata Naoto, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 145
2. 論文標題 Chemically recyclable bio-based polyester composed of bifuran and glycerol acetal	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 110242 ~ 110242
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eurpolymj.2020.110242	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soulethone Phouvilay, Tachibana Yuya, Suzuki Miwa, Mizuno Tsukasa, Ohta Yukari, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 184
2. 論文標題 Characterization of a poly(butylene adipate-co-terephthalate) hydrolase from the mesophilic actinobacteria Rhodococcus fascians	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer Degradation and Stability	6. 最初と最後の頁 109481 ~ 109481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polyimdegradstab.2021.109481	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hayashi Senri, Narita Azumi, Wasano Tatsuya, Tachibana Yuya, Kasuya Ken-ichi	4. 巻 121
2. 論文標題 Synthesis and cross-linking behavior of biobased polyesters composed of bi(furfuryl alcohol)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 109333 ~ 109333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eurpolymj.2019.109333	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 34件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチックの開発とその背景
3. 学会等名 第187回 講演会 持続可能な社会を目指したリサイクル技術・分解手法 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチックの開発
3. 学会等名 日本プラスチック板協会 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチックが拓くクリーンアースな未来社会
3. 学会等名 第7回NEXT高分子[関西]交流会 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチックの開発
3. 学会等名 日本技術士会化学部会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 KASUYA, Ken-ichi
2. 発表標題 Difference between plastics that degrade in the ocean and those that do not.
3. 学会等名 IPC 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 国プロのトップランナーから学ぶバイオプラスチック、生分解開始スイッチ機能を有する海洋生分解性プラスチックの開発
3. 学会等名 JACI ライフサイエンス技術部会・反応分科会 勉強会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 生分解開始スイッチ機能を有する海洋分解性プラスチックの研究開発
3. 学会等名 第71回 高分子学会 討論会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチックが拓くクリーンアースな未来～海洋生分解性プラスチックの開発ストラテジー～
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋プラスチックごみ問題と海洋生分解性プラスチックの開発
3. 学会等名 R4年度へにはなコンファレンス（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチックの開発とその背景
3. 学会等名 関東高分子若手研究会 2022年 秋の講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチックが拓くクリーンアースな未来 粕谷健
3. 学会等名 ぐんま環境経済フォーラム2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 生分解開始スイッチ機能を有する海洋分解性プラスチックの研究開発
3. 学会等名 海洋生分解性プラスチック標準化コンソーシアム」設立記念講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K Kasuya
2. 発表標題 Characterization of polyester degrading bacteria isolated from plastisphere which is a new marine ecosystem
3. 学会等名 Pacifichem2021（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K Kasuya
2. 発表標題 Biodegradable plastics incorporated into biological carbon cycle in marine environments
3. 学会等名 MRM2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 プラスチックの海洋生分解性発現の仕組み
3. 学会等名 第30回ポリマー材料フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 グリーンポリマーの概念と海洋漂流マイクロプラスチック
3. 学会等名 令和2年度第2回研究会 RC-91 海を拓く現場計測研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 環境汚染を防ぐには? プラスチックゴミを減らす工夫
3. 学会等名 第241回講演会 2020年12月3日 フォトポリマー談話会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋プラスチックごみ解決に向けた 生分解性プラスチックの活用
3. 学会等名 第1回 海洋科学技術・イノベーションについて検討するスタディグループ 内閣府（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 生分解性プラスチックの最新開発動向
3. 学会等名 高分子同友会 勉強会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋時限生分解性プラスチック開発が拓く新しい環境調和型社会
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ 日本化学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋生分解性プラスチック開発の現状と将来像
3. 学会等名 第13回 ナノ-SPE合同講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 粕谷 健一
2. 発表標題 海洋プラスチック汚染問題の実態と解決へ向けた技術展望 -海洋で分解するプラスチックの開発-
3. 学会等名 日本食品洗淨剤衛生協会 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi KASUYA
2. 発表標題 Biodegradability of biodegradable plastics in marine environments
3. 学会等名 MRM2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋プラスチックゴミが引き起こす環境問題の現状とバイオプラスチックの立ち位置
3. 学会等名 繊維応用講座 繊維・プラスチック産業における持続可能な開発目標を考える (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi KASUYA
2. 発表標題 Difference in marine biodegradability between poly(epsilon-caprolactone) and poly(ethylene succinate)
3. 学会等名 ICBP2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋環境で「時限」分解性プラスチックを実現するための仕組み
3. 学会等名 日本化学会 第13回 技術開発フォーラム 地球環境にやさしい材料～プラスチック問題を考える～（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋ごみ問題に資する生分解性プラスチックについて
3. 学会等名 時代を刷新する会 科学技術部会 環境技術委員会 公益財団法人 協和協会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷 健一
2. 発表標題 海洋プラスチックゴミ問題を解決できるか？海洋生分解性プラスチックの提案
3. 学会等名 機能性フィルム研究会 10月特別例会「マイクロプラスチック問題シンポジウム」（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi KASUYA
2. 発表標題 Biodegradability of biodegradable plastics in marine environments
3. 学会等名 International Symposium on Advances in Sustainable Polymers (ASP-19)（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋環境で生分解性プラスチックを実現するための技術開発
3. 学会等名 第9回 CSJ 化学フェスタ (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 マイクロプラスチック汚染問題と生分解性プラスチック
3. 学会等名 第1回市民講座 『海洋プラスチック問題とマイクロプラスチック汚染の現状と未来』 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷 健一
2. 発表標題 海洋プラスチックごみ問題を解決できるか？ イノベーションが拓く海洋生分解性プラスチック技術
3. 学会等名 2019年 繊維学会基礎講座 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 海洋環境で「時限」生分解性を実現するための技術開発
3. 学会等名 高分子学会 ポリマーフロンティア21 19 - 2 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 粕谷健一
2. 発表標題 生分解性プラスチックの現状と開発
3. 学会等名 2019 年度 第 1回 SPEED 研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計12件

1. 著者名 粕谷健一	4. 発行年 2024年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 291
3. 書名 高分子材料の分解制御技術	

1. 著者名 粕谷健一 (木村俊範 編)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 252
3. 書名 バイオプラスチックの最新技術動向	

1. 著者名 粕谷健一 (岩田 忠久 編)	4. 発行年 2023年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 406
3. 書名 海洋汚染問題を解決する生分解性プラスチック開発	

1. 著者名 粕谷健一、鈴木美和、スレントーンブーピライ、橘熊野	4. 発行年 2022年
2. 出版社 触媒学会	5. 総ページ数 200
3. 書名 触媒年鑑 触媒技術の動向と展望2021	

1. 著者名 粕谷健一、鈴木美和、橘熊野	4. 発行年 2021年
2. 出版社 テクノシステム	5. 総ページ数 200
3. 書名 最新の海洋生分解性プラスチックの研究開発動向 - プラごみ・MPsの現状と対策 -	

1. 著者名 鈴木美和、橘熊野、粕谷健一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーエムシーリサーチ	5. 総ページ数 200
3. 書名 食品包装産業を取り巻くマイクロプラスチック問題	

1. 著者名 粕谷健一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーエムシー・リサーチ	5. 総ページ数 254
3. 書名 食品包装産業を取り巻くマイクロプラスチック問題	

1. 著者名 粕谷健一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 AndTech	5. 総ページ数 100
3. 書名 生分解性樹脂・バイオプラスチックの開発動向・課題と今後の展望	

1. 著者名 粕谷健一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 200
3. 書名 生分解,バイオマスプラスチックの開発と応用	

1. 著者名 粕谷健一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 200
3. 書名 生分解性プラスチックの素材・技術開発 ~海洋プラスチック汚染問題を見据えて~	

1. 著者名 粕谷健一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 291
3. 書名 生分解性プラスチックの環境配慮設計指針	

1. 著者名 粕谷健一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 情報機構	5. 総ページ数 300
3. 書名 マイクロプラスチック問題等各種環境汚染と規制強化に向けた、プラスチックの環境対応技術	

〔産業財産権〕

〔その他〕

群馬大学大学院理工学府 環境調和型材料科学研究室 https://sites.google.com/gunma-u.ac.jp/greenpolymergunmalab Green polymer lab https://sites.google.com/gunma-u.ac.jp/greenpolymergunmalab/home_en

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	橘 熊野 (Tachibana Yuya) (60504024)	群馬大学・大学院理工学府・准教授 (12301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------