

2023年4月10日

## 食料廃棄部位を原料としたリサイクル性有機ケイ素高分子を開発 ～ベンゼン環からバイオマス由来ビフラン骨格への転換～

群馬大学 大学院理工学府分子科学部門の別府俊亮（博士前期課程修了）、橘熊野准教授、粕谷健一教授は、トウモロコシの芯などの食料の廃棄部位から合成されるバイオマス由来のビフラン骨格<sup>注1</sup>）を利用することで、光学的特性に優れ、ケミカルリサイクル<sup>注2</sup>）性を有する有機ケイ素高分子<sup>注3</sup>）の開発に成功しました（図1）。

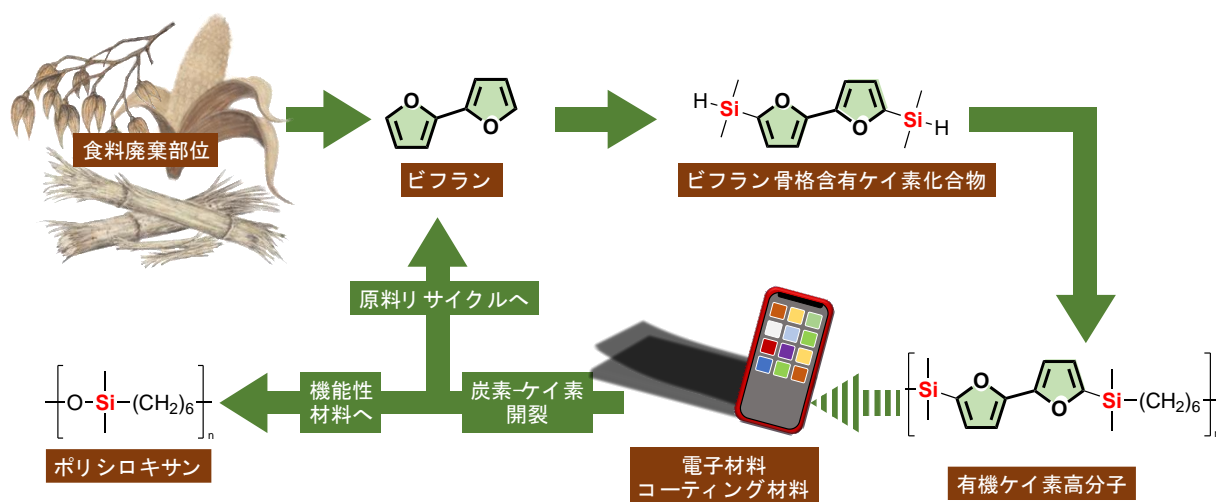


図1 食料廃棄部位から有機ケイ素高分子の開発、そしてリサイクルへ

化石資源由来の機能性高分子材料の骨格として多用されているベンゼン環は、有機ケイ素化合物のケミカルリサイクルが困難でした。本研究グループは、トウモロコシの芯などの食料廃棄部位から生産されている化合物からビフラン骨格を合成し、それを有機ケイ素高分子の基本骨格として導入することで、光学的特性を向上させるとともに、ケミカルリサイクル性の付与に成功しました。今後、開発した有機ケイ素高分子により、リサイクル性の高い電子材料・コーティング材料・セラミック前駆体へ転換していくことが期待されます。

本研究は、科学技術振興機構（JST） 未来社会創造事業 探索加速型「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域における研究開発課題「高分子材料におけるベンゼン環からビフラン骨格への転換」（研究開発代表者：橋 熊野）の支援を受けて行われました。

## 1. 本件のポイント

- 食料の廃棄部位から優れた特性を有するビフラン骨格を構築
- 有機ケイ素高分子のケミカルリサイクルを実現
- 電子材料・コーティング材料・セラミック前駆体などへの応用に期待

## 2. 研究背景

地球温暖化問題の原因である温室効果ガス、特に二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の排出を抑制する低炭素社会を構築することが、世界的課題となっています。現在のプラスチック（高分子材料）は主に化石資源から生産されているため、低炭素社会のためにはバイオマスへの転換が求められています。また、バイオマスから生産したとしても、使用後に燃やしてしまうのでは低炭素社会への貢献は低くなります。資源の効率利用のためのリサイクル性付与も要求されています。本研究グループはJST 未来社会創造事業において、既存の機能性高分子材料に多用されているベンゼン環を、食料廃棄部位から合成されるビフラン骨格へと転換することで、低炭素社会実現に貢献すべく研究を進めてきました。

## 3. 研究内容

本研究では、トウモロコシの芯などから生産されているフルフラール<sup>注4)</sup>を出発原料とするビフラン骨格含有ケイ素化合物を合成し、ジエン<sup>注5)</sup>との重合反応によって有機ケイ素高分子を開発しました。開発した有機ケイ素高分子にはバイオマス由来特有の構造であるビフラン骨格が導入されており、ベンゼン環などで達成できなかった紫外線吸収特性や蛍光発光特性を有しています。さらには、ビフラン骨格とケイ素との間の結合を選択的に切断するプロト脱シリル化反応<sup>注6)</sup>を世界で初めてケミカルリサイクルに利用することで、原料の回収に成功しています。

本研究で開発したバイオマス材料は、紫外線吸収特性を利用したリサイクル性コーティング材料に加えて電子材料やセラミック前駆体など様々な方面への応用・利用が可能です。今後は、本技術の社会実装への取り組みを加速させます。

### <用語解説>

#### 注1) ビフラン骨格

酸素含有芳香族化合物であるフラン環を直接連結した骨格。高分子に導入することで、熱的特性や機械的特性、光学的特性の向上が期待できる。

注2) ケミカルリサイクル

高分子を化学反応によって原料にまで戻し、再度、高分子へと利用するリサイクル方法のこと。

注3) 有機ケイ素高分子

有機高分子の構造中にケイ素を導入したもの。本研究では、ピフランとケイ素を直接連結した構造を用いている。

注4) フルフラール

非食用のバイオマスであるヘミセルロースを原料として工業生産されている化合物。フランをはじめ様々なフラン環含有化合物の出発原料となっている。

注5) ジエン

二重結合を2つ持った化合物のこと。本研究では、1,6-ヘキサジエンという化合物を使用した。

注6) プロト脱シリル化反応

芳香族炭素-ケイ素の間の結合を酸（プロトン）によって開裂させる反応のこと。

## 4. 掲載先

雑誌名 : ACS Macro Letters

公開日 : 2023年4月10日 (日本時間)

タイトル : Recyclable polycarbosilane from biomass-derived bifuran-based monomer

URL : <https://doi.org/10.1021/acsmacrolett.3c00095>

### 【本件に関するお問合せ先】

<研究に関すること>

橘 熊野 (タチバナ ユヤ)

群馬大学 大学院理工学府分子科学部門 兼 食健康科学教育研究センター  
准教授

E-mail : [tachibana\[at\]gunma-u.ac.jp](mailto:tachibana[at]gunma-u.ac.jp)

<JSTの事業に関すること>

武内 里香 (タケウチ リカ)

科学技術振興機構 未来創造研究開発推進部

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 K's五番町

Tel : 03-6272-4004 Fax : 03-6268-9412

E-mail : [alca\[at\]jst.go.jp](mailto:alca[at]jst.go.jp)

<報道担当>

群馬大学 理工学部 庶務係広報担当

〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1

Tel : 0277-30-1895

E-mail : k-dayori[at]jimu.gunma-u.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

〒102-8666 東京都千代田区四番町5番地3

Tel : 03-5214-8404 Fax : 03-5214-8432

E-mail : jstkoho[at]jst.go.jp

※問い合わせの際は[at]を@に変更してください