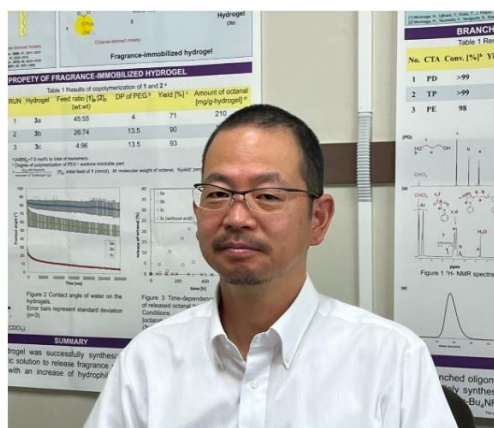


山梨中央銀行は、大学等の研究機関が保有する技術シーズと企業ニーズを結びつけ、新技術の開発や新規事業の創出を支援するリエゾン（橋渡し）活動に取り組んでいます。

本リポートが、中小企業の皆さまが抱える経営課題の解決や新産業創出の“ヒント”となり、ビジネスチャンスにつながればと考えております。

<第94回>



研究室の森長先生

持続可能な社会に必要とされる
機能性材料を創出する

～植物由来の高分子合成の研究～

森長 久豊先生

（教育学域 人間科学系 准教授）

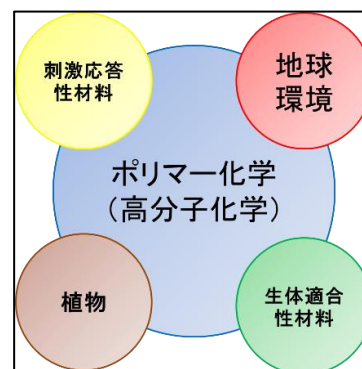
■ 研究の概要について教えてください。

私の専門は主に高分子合成の研究で、最近は植物由来の高分子合成に着目しています。研究の目的は、持続可能な社会に必要とされる機能性材料を創出することです。その機能性材料を創り出すために、地球環境に対して優しい合成方法や原料を使うように心がけています。（図1）

そして、以下のさまざまな研究テーマについて、分子レベルで物質や重合反応を設計するという課題に取り組んでいます。

【研究テーマ】

- ・精密開環重合法による機能性ポリマーの合成
- ・バイオベースポリマーの合成
- ・香るポリマーの開発
- ・セルロースナノファイバーによる植物由来ポリウレタン
発泡体の流動性・発泡性制御の研究



研究の概要（図1）

■ 先生の研究テーマは具体的にはどのような内容でしょうか？

私はこれまで石油由来の高分子合成の研究をしてきました。近年は植物由来の高分子合成に着目し、植物の成分を原料にして、身の回りにある製品を代替できるような材料を創り出したいと考えています。

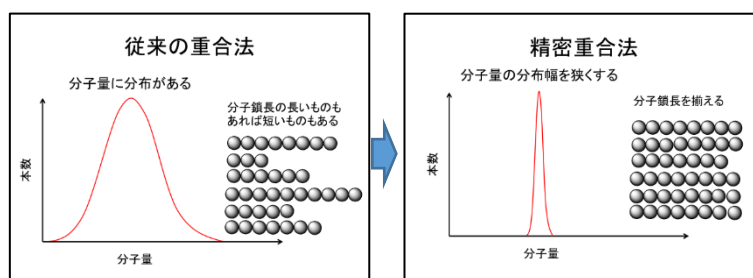
創る機能性材料はポリマーですが、それらを植物から創るということに注目しています。植物由来の機能性材料は、地球環境に優しいばかりでなく体にも優しいイメージがありますので、「生体適合性材料」も一つのターゲットにしています。「生体適合性材料」とは、人の体の中に入れても、毒性を示さないような体に優しい材料のことです。

「バイオベースポリマー」や「香るポリマー」等の合成のほかに、「精密開環重合法」という重合※法を用いた機能性ポリマーの合成にも取り組んでいます。この場合、「分子レベルで重合反応を制御する」ことが課題となっています。

※重合：モノマー（単量体）やポリマー（重合体）を反応させてつなぎ合わせ、目的のポリマーを合成すること。

■「精密開環重合法」とはどういう技術ですか？

従来の重合法によるポリマーの合成では、反応の性質から分子量の分布が幅広くなってしまう（鎖の長さが短いものもあれば、長いものもある）ことがあります。



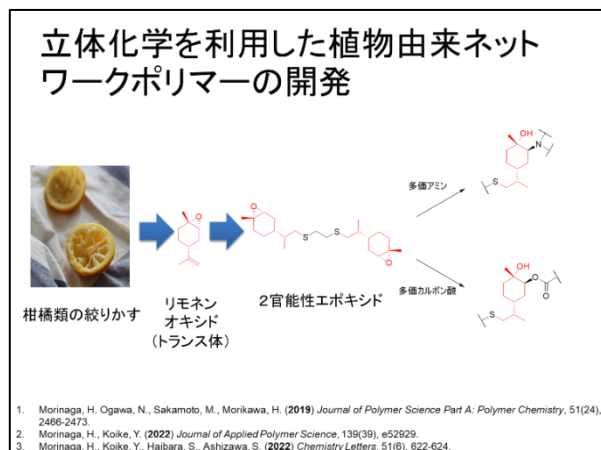
ポリマーの合成法（図2）

一方「精密重合法」は、特殊な重合法ですが、その方法では、分子量分布の幅を狭くして、鎖の長さを揃えるよう精密に重合をコントロールすることができます。（図2）

また、単純に分子量をそろえるだけではなく、この方法によりさまざまな機能や構造を持つポリマーを創り出すことも可能です。他の研究報告では、毒性のある金属の触媒を使うことが多いため、生体適合性に合わないなどの課題がありますが、私は金属を全く使わない、「有機分子触媒」を使った「精密重合法」を開発しました。

■バイオベースのポリマー合成について教えてください。

バイオベースのポリマーの一つに植物由来のポリマーがあります。例えば、柑橘類（ゆず等）の搾りかすの中に含まれているリモネンという成分を原料として得た2官能性エポキシドを多価アミンで架橋※させると、比較的丈夫なポリマーを創り出すことができます。通常のは折り曲げると結構折れたりしますが、柔軟性があり、しかも丈夫なポリマーを創り出すことができます。（図3）



植物由来のポリマーの一例（図3）

また、この2官能性エポキシドを多価カルボン酸で架橋したポリマーをいったん粉々にしても、再成形し直すことができます。従来の架橋ポリマーは再成形できないのに対して、合成したポリマーでは再成形できることを見いだしました。（図3）

さらに、ぶどうの搾りかすから作製したセルロースナノファイバーを混ぜ合わせて得た繊維強化ポリマーを開発しています。

一方、ポリマーが固体として固まる性質・反応を利用して、接着剤として使うこともできます。硬化する架橋ポリマーというのは、特に強い接着力を与え強度が高いので、金属用接着剤に应用できます。（図4）

※架橋：化学反応における架橋とは、主に高分子化学においてポリマー同士を連結し、物理的、化学的性質を変化させる反応のこと。



植物由来の接着剤の開発例（図4）

■香るポリマーとはどのようなものですか？

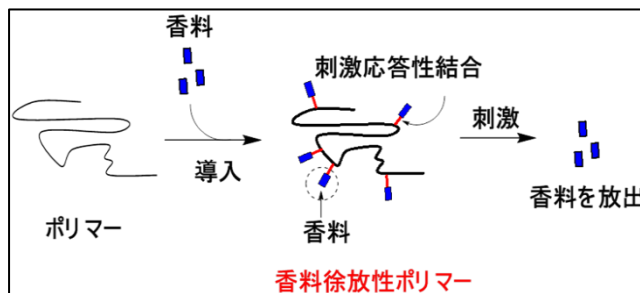
ポリマーの分子骨格に香料を化学結合（刺激応答性結合）することで、香料の揮発を抑制した香料徐放ポリマー（香るポリマー）の開発に成功しました。香料はポリマー骨格の中に入ってしまうと、香りません。しかしながら、酸などの外部刺激を与えると香料を徐放することがわかってきました。（図5）

「香るポリマー」は、刺激を与えると香料とポリマーの結合が切れて香りを徐放します。

この方法のメリットは、香らせたい時に香らせることができる、つまりコントロールできるということです。

これをコントロールリリースと呼んでいます。この技術で、香料などの生理活性物質をゆっくりと放出したり、その放出を制御することが可能です。

加える刺激は酸を使いますが、用いる香料は、バラの花の香りの「ゲラニオール」や、果実の香りの「オクタナール」などがあります。芳香剤や化粧品などの製品に応用ができるものと考えています。



「香るポリマー」の仕組み（図5）

■セルロースナノファイバーによる植物由来ポリウレタン発泡体の流動性・発泡性制御の研究に取り組まれています。将来どのような分野での活用が期待できますか？

ポリウレタン発泡体は（以下、「発泡ポリウレタン」といいます）、発泡して中に空域があるので柔らかく、創るときに少量の原料で発泡させ、大きい体積を創ることが可能な材料で、椅子やソファのクッション材等にたくさん使われています。このポリウレタを

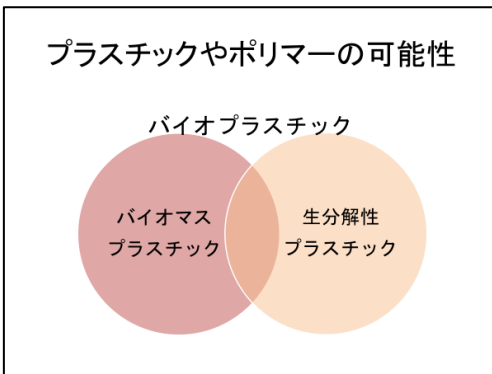
植物由来の原料で創ることができれば、燃やした時に出る二酸化炭素を削減することができ、地球温暖化の影響を大きく減らすことにつながります。

植物由来の発泡ポリウレタンは、柔らかいクッション等の一部の製品において実用化に至っています。もし植物由来の発泡ポリウレタンに身の回りの汎用プラスチックと同程度の強度を持たせることができれば、それらを代替することが可能となります。

そのために、セルロースナノファイバーを使い、強度を高める研究に取り組んでいます。

■プラスチックやポリマーの可能性について先生の考えを教えてください。

開発の流れは、植物由来のプラスチックやポリマーです。石油に依存しない原料という



ことで、植物由来のバイオプラスチックが注目を浴びており、国としてもバイオベースのプラスチックを、もっと増やしましょうという動きになっています。

中でも農業系廃棄物を中心に未利用資源であるバイオマスや、微生物により分解が可能な生分解性プラスチックなどのバイオプラスチック等に、大きな可能性を感じています。（図6）

プラスチックやポリマーの可能性（図6）

■先生の研究は活用できる範囲が非常に多いと思われませんが、どのような企業ニーズが想定されますか？

私が特に興味を持っているのは、何らかのバイオマスを原料として機能性ポリマーを創るということです。バイオマスと言っても、捨てられたバイオマス、使われていないバイオマス、食べ物として使えないバイオマスなどがあります。これまで廃棄物として取り扱ってきたバイオマスの再利用を検討している企業や、香りのコントロールを課題とする製品の開発、石油由来の機能性材料からの脱却等を検討している企業などからのニーズが想定されます。

■過去に実際に連携（共同研究等）を行った事例はありますか？

これまでに連携（共同研究等）を行った事例は、「機能性ポリマーを合成することを目的として、重合反応を制御する研究」を行った化学メーカーや、「生分解性プラスチックを利用した香料徐放に関する研究」を行った香料関連のメーカーなどがあります。

■企業や地域とどういった連携が可能ですか？

非可食系あるいは廃棄物系バイオマスの中に含まれる成分を原料として、機能性ポリマーを開発することに興味を持つ企業（地域）との連携を望んでいます。

（取材～地域連携コーディネータ 内藤）

山梨大学との共同研究、技術的な相談や指導のご要望は

山梨中央銀行 地方創生推進部 山梨未来創生室

TEL: 055-224-1103 まで、お気軽にご連絡・ご相談ください。