

# 研究助成 研究成果報告書

平成28年9月27日

公益財団法人 江野科学振興財団  
理事長 江野真一郎 殿

貴財団より助成のありました研究の成果について、下記のとおり報告します。

申請者名

松本 和也



記

## 1. 研究課題名

和文 球状多分岐構造を結び目とした直鎖高分子の合成と特性
英文 Synthesis and properties of linear polymers with spherical highly branched units

## 2. 申請者名(代表研究者)

氏名 松本 和也	ローマ字表記 Kazuya Matsumoto
所属大学・機関名 秋田大学	英訳表記 Akita University
学部・部課名 大学院理工学研究科	英訳表記 Department of Materials Science, Graduate School of Engineering Science
役職名 講師	英訳表記 Lecturer

## 3. 共同研究者 (下段 英訳表記)

氏名	所属機関名・学部名・役職
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)

#### 4. 英文抄録 (300 語以内)

The mechanical properties of polymer materials greatly depend on the entanglement of polymer chains. For example, highly branched polymers, which have low degree of polymer chain entanglement, show low mechanical properties, whereas linear polymers with high degree of polymer chain entanglement exhibit high mechanical properties. In this research project, we designed and synthesized linear polymers with spherical highly branched units in the main chain. Since the polymers are composed of linear units and spherical units, the degree of entanglement is expected to be changed by the distance between the spherical units due to the change in the polymer rigidity. We selected aromatic polyamide dendrimers as spherical units because the dendrimers allow the precise control of their size and shape. At first, aromatic polyethers with functional groups in a certain distance were synthesized. Then, aromatic polyamide dendrimers were grown from the functional groups in the linear polymers. We synthesized two types of polymers with different distance between spherical units. The apparent shapes of the polymers were evaluated by TEM observations. As a result, the TEM image showed that the stained dendrimer units of the polymers were arranged in a line with equidistant spacing. Furthermore, the distances between the stained dendrimer units were well matched with the expected values. We evaluated the mechanical properties of the polymers to understand the effect of the polymer structure on the properties. The polymer films prepared from the polymer with a long distance between the dendrimers showed high mechanical strength and modulus. On the other hand, the polymer films prepared from the polymer with a short distance between the dendrimers were brittle and showed poor mechanical properties. The difference in the mechanical properties was caused by the difference in the degree of the entanglement and polymer rigidity.

#### 5. 研究目的

高分子材料の力学特性は高分子鎖間の絡み合いに大きく左右される。例えば、直鎖高分子は分子鎖間の絡み合いが多いために力学特性に優れるが、多分岐高分子では絡み合いが少ないために力学物性に劣ることが知られている。また、高分子鎖間の絡み合いの度合いは、高分子の剛直性や高分子のもつ形に大きく影響される。そのため、高分子の剛直性や形を制御することにより、高分子の力学特性を制御できることが期待される。本研究では、球状多分岐構造であるデンドリマーを「結び目」として持つ直鎖高分子を合成し、特異な一次構造に起因する絡み合い挙動が力学特性に与える影響を検討する。長い直鎖と球状多分岐構造からなる高分子は、ある間隔で「結び目」を持ったひも状の構造を有し、これまで報告のない特異な一次構造となる。このような構造では、「結び目」の影響により、通常の直鎖高分子とは異なる絡み合い挙動および力学特性を示すことが期待される。また、「結び目」の間隔が分子の剛直性や絡み合いの度合いに大きく影響することが考えられる。本研究で得られる知見は、高分子材料の高強度化に繋がる新たなコンセプトとなることが期待される。

本研究では、球状多分岐構造間の間隔の異なる直鎖高分子を合成する。球状多分岐構造の間隔が狭いものではデンドロナイズドポリマーに似た構造となり、嵩高い球状多分岐構造が密に存在することにより分子鎖間の絡み合いが減少することが予想される。一方、球状多分岐構造の間隔が広い場合には、分子鎖間の絡み合いは通常の直鎖高分子と同様でありつつ、外部応力により絡み合いが解消される際には、球状多分岐構造が分子鎖に引っ掛かるために絡み合いが解消されにくくなることが予想される。このような「結び目」の引っ掛かりは疑似的な架橋点として見なすことができ、力学特性の向上に寄与する一方、溶媒に可溶で成型加工性に優れる点は化学架橋を有するゴムなどとは大きく異なる。本研究では、「結び目」である球状多分岐構造の導入による分子の剛直性や力学物性への効果を詳細に調査する。

## 6.研究内容及び成果の本文

別紙に作成添付してください。(図や数式がある場合は10個程度にしてください)

## 7.今後の研究の見通し

本研究では、球状多分岐構造としてデンドリマーを有する直鎖高分子の合成を行った。得られた高分子の分子形態や力学特性はデンドリマーの間隔に大きく依存し、デンドリマーの間隔が狭いものでは分子鎖は棒状となり、絡み合いが起こりにくくなった結果、力学特性の低下が見られた。本研究において、デンドリマーの間隔が広いものでは通常の直鎖高分子と同等の力学特性を示したが、さらに間隔が広いものでは絡み合いが解消されにくい構造となり、力学特性が向上するのではないかと想定している。今後、さらにデンドリマー間隔の広い高分子の合成とその評価を行っていく。

また、本研究で合成した高分子は芳香族ポリエーテル主鎖に芳香族ポリアミドデンドリマーが結合している分子構造をしているが、芳香族ポリエーテルと芳香族ポリアミドは非相溶であるため、相分離構造が力学特性に大きく影響していることが想定される。「結び目」による効果をより明確にするため、デンドリマーも芳香族ポリエーテル骨格に統一した高分子を合成し、評価を行いたいと考えている。

## 8.本助成金による主な発表論文、著書名

現在、投稿論文を作成中

[注1] 本報告書は、助成金を受けた翌年9月末までに必ず提出してください。

[注2] (お願い)印刷物の郵送と電子媒体の添付ご提供をお願いします。インターネットメールでの送付を歓迎します。<E-Mail: enozaidan@kokoku-intech.com>

[注3] この報告書を当財団のホームページに掲載させていただきますので、予めご了承ください。

※当財団へのご意見・ご要望がございましたら、下記へご記入ください。  
お寄せいただいたご意見・ご要望は今後の参考にさせていただきます。

アンケートへのご協力ありがとうございました。

以上