



1. 略歴

- 1996年 3月 東京工業大学工学部高分子工学科卒業
 - 1998年 3月 東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了
 - 2001年 3月 東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了
 - 2001年 5月 住商バイオサイエンス株式会社 研究員
 - 2003年 4月 山形大学 工学部 機能高分子工学科 助手
 - 2008年 2月 山形大学 大学院理工学研究科 物質化学工学専攻 准教授
 - 2013年 4月 山形大学 大学院理工学研究科 物質化学工学専攻 教授
 - 2021年 4月 山形大学 大学院理工学研究科 化学・バイオ工学専攻 教授（改組のため）
- 現在に至る。

2. 業績の概要

「豊富な資源を活用した環境適合性ネットワークポリマーの創製」

炭素資源の枯渇への対策と廃棄物の削減に向けては、豊富な天然資源の活用が有効である。この観点から、落合氏は、二酸化炭素、イオウ、植物系資源などを用いて多様な高分子材料を設計してきた。その起点となったのは、山形大学着任時に遠藤剛教授（現滋賀医科大学分子工学研究所）の元で行った、二酸化炭素とエポキシドの反応により得られる五員環カーボナートを利用したポリウレタン類および含カーボナートポリマーの合成、および二硫化炭素とエポキシドの反応により得られる五員環ジチオカーボナートを利用した含硫黄ポリマーの合成であり、ネットワークポリマーをはじめとする様々な機能性ポリマーの開発へと展開された。この知見を元にして、多様な豊富な天然資源を活用した機能性材料、ネットワークポリマーの開発へと幅を広げ、循環性や環境適合性に優れる材料の開発を進めている。以下にその例を示す。

(1) 二酸化炭素とエポキシドの反応により得られる環状カーボナートを利用した機能性ポリマーの開発

二酸化炭素は燃焼の最終生成物であり、その安定さから二酸化炭素の変換には高温高压を要することが多い。これに対して、環ひずみが大きいエポキシドとの反応は比較的温和な条件で進行する。この反応を利用して多様な多官能エポキシドを元に得られる多官能五員環カーボナートとアミン類の反応によるポリヒドロキシウレタンの合成において、適用可能なモノマーの拡張、様々なポリマーとの複合によるネットワークポリマーの合成、生体分子との複合化などを行い、非イソシアナート型ポリウレタンの発展に貢献した。また、五員環カーボナート構造を持つポリマーの簡便な合成法を開発するとともに、五員環カーボナートの化学ないしは物理架橋基としての有効性を立証した。

(2) 五員環ジチオカーボナートを利用した含硫黄機能性ポリマーの合成

硫黄は石油の脱硫の副産物として大量に供給される余剰資源である。有機構造へ容易に導入する方法として、二硫化炭素とエポキシドの反応による五員環ジチオカーボナートの合成があり、そのアミンとの反応をチオールを得るクリック反応ととらえ、様々な機能性材料を開発してきた。例えば、二官能性五員環ジチオカーボナートとジアミンの重付加により生じるポリメルカプトチオウレタンが、ラジカル重合における高分子連鎖移動剤として働くことを見出し、幹が直鎖ないしはネットワークポリマーであるグラフトコポリマーの簡便な合成法の開発へと展開した。得られた材料は、チオカルボニル基のソフトなルイス塩基性を活用した、貴金属捕集材料やポリマー錯体の前駆体に利用できる。また、硫黄の有機構造と無機構造の双方に対する親和性を利用して、ネットワーク型を含む多様な有機—硫黄—無機ハイブリッド材料が得られることを見

出し、光学材料等の開発へと展開した。

(3) 天然資源に分解されるエポキシ樹脂の開発

エポキシ樹脂は、優れた反応性と硬化物の強靱さなどから広く用いられているネットワークポリマーであるが、モノマーの安全性と硬化物の堅牢さゆえのマイクロプラスチック等としての環境への負荷が課題である。この解決に向け、アクリル酸エステルの酸化によって得られるエステル基を持つエポキシであるグリシド酸エステルを用いた環境適合性エポキシ樹脂の開発を進めている。グリシド酸エステルとアミンの硬化は、汎用エポキシであるグリシジルエーテルの硬化よりも速やかに進行し、接着に用いると、より迅速に接着力を発現する。グリシド酸エステル-アミン硬化物は、その一次構造により、耐水性や加水分解性を広く制御可能である。また、グリシド酸エステルと酸無水物の硬化も進行し、グリシジルエーテル類と同等の力学特性を持つ硬化物が得られる。グリシド酸エステル系の硬化物は塩基での加水分解ないしは生分解が可能であり、分解物をすべて代謝可能な安全な物質にすることもできる。このように、本系は堅牢さ、分解性、安全性、循環性を満たした新規エポキシ樹脂として有望である。

以上のように落合文吾氏は二酸化炭素をはじめとする豊富な資源を活用したネットワークポリマーの創製に関する研究に従事し、顕著な業績を得た。また、その成果はネットワークポリマー講演討論会で発表された。よって、同氏は合成樹脂工業協会・学術賞を受賞するに十分な資格があるものと認められる。