

## 【学術賞】 門多 丈治

### 1. 略歴

1995年 3月 大阪大学工学部応用精密化学科 卒業  
1997年 3月 大阪大学大学院工学研究科分子化学専攻 博士前期課程修了  
2000年 3月 大阪大学大学院工学研究科分子化学専攻 博士後期課程修了  
博士（工学）大阪大学  
2000年 4月 大阪市立工業研究所 プラスチック課 研究員  
2008年 4月 （地独）大阪市立工業研究所 加工技術研究部 研究員  
2008年7月～2009年6月 フランス CNRS-ENSCPB LCPO 博士研究員  
2012年 4月 （地独）大阪市立工業研究所 環境技術研究部 研究主任  
2017年 4月 （地独）大阪産業技術研究所 森之宮センター 物質・材料研究部 研究主任  
2019年 4月 奈良先端科学技術大学院大学 客員准教授（兼務）  
2022年 4月 （地独）大阪産業技術研究所 森之宮センター 物質・材料研究部 高機能樹脂研究室長  
2023年 4月 奈良先端科学技術大学院大学 客員教授（兼務）  
現在に至る



### 2. 業績の概要

#### 「バイオマスベースネットワークポリマーの精密合成と機能化に関する研究」

門多丈治氏は、植物の糖質及びリグニン両成分の有効活用法の探索に取り組み、リグノフェノールを原料とする高性能、高機能性ネットワークポリマー材料の開発や、酸塩基有機重合触媒の開発、構造制御したポリ乳酸の精密合成及び機能化に成功した。以下に紹介する。

##### （1）植物資源由来リグノフェノールを原料とするネットワークポリマー材料

石油資源の代替に向けて植物資源の有効活用法が求められている。その有望な基盤技術として、植物を糖質成分とリグニン成分に精密に分離する相分離系変換法が開発されており、直鎖型高分子の新素材「リグノフェノール」が得られている。リグノフェノールは植物中のリグニンが保有する各官能基を保持しているため、様々な化学プロセスに展開可能な価値の高い原料になる。同氏は、リグノフェノールの化学構造を活かした高性能、高機能性ネットワークポリマー材料の開発に成功した。

**リグノフェノールを用いたフォトレジスト材料** リグノフェノールはフェノール骨格を多数含んでおり、フェノール樹脂代替材料として捉えることができる。そこで、リグノフェノールを原料とする印刷原版用ジアゾキノン／ノボラック系ポジ型フォトレジストを開発した。市販フォトレジストに匹敵する感光性能を發揮し、十分代替可能であることを示した。

**リグノフェノールを硬化剤に用いたポリウレタン系接着剤** リグノフェノールは多数の水酸基が存在するため、これをポリオール成分とするポリウレタン系接着剤を開発した。リグノフェノールの剛直構造に起因して接着強度が向上する一方、熱分解温度は低下する傾向を示した。この性質は、材料の寿命後に被着体と接着剤を容易に分離可能な性質として興味が持たれる。

**植物資源由来リグノフェノールを原料とする新規エポキシ樹脂** リグノフェノールのフェノール性水酸基をエポキシ化した新規エポキシ樹脂を開発した。汎用のエポキシ樹脂に添加することで、耐熱性、接着性、寸法安定性等が向上した。常温硬化エポキシ樹脂としても同様に高性能化可能である。

## (2) 構造制御ポリ乳酸の精密合成とネットワークポリ乳酸

生分解性かつ糖質由來のポリ乳酸は、工業的生産規模が大きく、最も普及が期待されているバイオマスベースポリマーである。しかし、物性制御が困難で分解性のため品質が安定せず期待ほど普及していない。そこで、一次構造を制御した精密ポリ乳酸を合成し、構造と物性の関連性を解明した上で、構造的特徴に基づく工業材料の探索が必要となる。同氏は、その基盤となる酸塩基有機重合触媒を開発し、様々な構造制御ポリ乳酸の精密合成、機能化、およびネットワークポリ乳酸への展開に成功した。

**協奏的酸塩基有機重合触媒** リパーゼ触媒開環重合の協奏的酸塩基触媒作用にヒントを得て、有機重合触媒を開発した。酸と塩基が同時に働き、モノマー／開始剤両活性化機構で反応が進行すると考えられる。溶液重合、バルク重合ともに可能で、ラクチド開環重合に用いると、計算通りの分子量の“単分散ポリ乳酸”が高重合度まで定量的に得られる。有機触媒は、希少資源不要で、反応制御性、反応後の触媒除去の容易さに利点があり、今後の発展が期待される。

**構造制御ポリ乳酸の精密合成と機能化** 開発した精密合成技術によって、多分岐化、開始・停止両末端修飾、ブロック共重合、グラフト化まで、正確かつ任意に構造制御が可能となった。構造と物性の関連から、多分岐化による接着性の向上、両末端修飾による耐熱分解性の向上、剛直／柔軟鎖ブロック共重合体による強靱化を達成した。他に、セルロースナノファイバーやリグノフェノール等、植物資源由来材料へのポリ乳酸のグラフト化にも成功した。

**ネットワークポリ乳酸の均一架橋制御** 単分散の多分岐ポリ乳酸の末端水酸基を架橋することで精密ネットワークポリ乳酸を合成した。ある範囲の架橋点間距離で、架橋の均一性が向上すると同時に引張強度を保持しつつ伸びる傾向を見出し、均一架橋制御による強靱化の一例を示した。また、一次構造を制御し反応性末端基を有するポリ乳酸群は架橋前材料となるため、今後のバイオマスベースネットワークポリマーの発展への寄与が期待される。

以上のように、門多丈治氏は、化学構造の制御を基盤とするバイオマスベースネットワークポリマーの精密合成と機能化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、および同論文集において発表されている。その業績により、同氏が合成樹脂工業協会・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。