

大阪大学大学院工学研究科・准教授 武田 洋平 氏

Youhei Takeda



(業績)「含窒素芳香族化合物の新構築法に基づいた多機能性発光分子の創製」

含窒素芳香族化合物は、医薬品や機能性材料に普遍的にみられる重要な骨格であり、これらの効率的または新しい合成法の開発は有機合成化学の観点から極めて重要である。武田洋平氏は、入手容易な芳香族アミン類の酸化を巧みに制御することで、既存の反応では構築困難な含窒素芳香族化合物群の構築法を切り拓いた。さらに、合成した含窒素芳香族化合物の特異な物理化学的性質を活用することで、多彩な発光特性を示す分子材料の創出にも成功した。以下に武田氏の代表的な業績概要について示す。

1. ビナフタレンジアミン類の酸化的変換による含窒素芳香族化合物の合成法の開発と物理化学的性質の解明

武田氏は、1,1'-ビナフタレン-2,2'-ジアミン類の新奇な酸化的骨格転位反応を見出し、既存の縮合反応やカップリング反応では合成困難なジベンゾ[*a,h*]フェナジン(DBPHZ)類の合成法の開発に成功した。本転位は、強固なビアリール間の炭素-炭素結合の開裂ならびに窒素原子の移動を伴う類を見ない特徴的な反応である。また、反応温度および酸化剤を適宜選択することで、同基質からスピロ骨格やヘリセン骨格を有する含窒素芳香族化合物を選択的に与える合成反応の開発にも展開した。さらに、未解明であったDBPHZ類の物理化学的性質を調査し、優れた発光性と電子受容性を兼ね備えていることを明らかにした。

2. ジベンゾフェナジン類の物理化学的性質を活用した高効率な熱活性化遅延蛍光(TADF)分子の創製

武田氏は、DBPHZ類の発光性と電子受容性に着目し、電子ドナーとしてフェノキサジン二つの間に組み込むことで、ねじれ型のドナー・アクセプター・ドナー(D-A-D)構造から成る高効率な熱活性化遅延蛍光(TADF)を示す分子の創製に成功した。さらに、本D-A-D分子を有機EL素子の発光材料として活用することで、通常の蛍光材料を用いた場合の最大理論外部量子効率(5%)を凌駕する効率(16%)を達成した。

3. 立体配座変換を活用した多色発光性メカノクロミズム分子の創製

武田氏は、TADFを示すD-A-D分子に新たな発光特性を付与すべく立体配座的にフェノキサジンよりも柔軟なフェノチアジンを電子ドナーに採用することで、「こする・加熱する・溶媒蒸気にさらす」などの様々な外部刺激に応答して発光色が黄～深赤色領域において高コントラストかつ複数色へと変化する分子(多色発光性メカノクロミズム分子)の創出に成功した。また、同氏は、当該分子が示す発光色変化が、化学反応や分子配列変化に基づく既存の発光性クロミズムのメカニズムとは異なり、立体配座変化に連動した分子の基底・励起状態変化に起因するメカニズムにより誘起されていることを示し、「立体配座変換による発光特性制御」という新しい発光性分子設計概念を提案・実証した。さらに、本概念に基づいて設計・合成したリン含有D-A-D分子が多色発光性メカノクロミズムに加えてTADFと室温リン光の二重発光を示すことも明らかにし、D-A-D分子の発光機能を深化させることにも成功した。

以上のように、武田氏は、既存の反応では合成困難な含窒素芳香族化合物群の新構築法を数々開発することに成功した。また、得られた含窒素芳香族化合物の物理化学的性質を解明し、分子設計に還元することで、多彩かつ特異な発光特性を示す分子の創出、新たな発光性分子設計指針を確立した。以上の同氏の成果は、有機合成化学の発展はもとより、材料化学や物理有機化学など関連分野の発展にも貢献するものであり、国内外から高い評価を受けている。したがって、同氏の業績は有機合成化学奨励賞に値するものと認め、ここに選定した次第である。

[略歴] 平成22年 京都大学大学院工学研究科
博士後期課程 修了

現在 大阪大学大学院工学研究科 准教授