

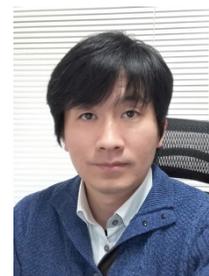
## 富士フイルム・機能性材料化学賞

関西学院大学 教授 畠山 琢次氏

Takuji Hatakeyama

(業績)「タンデムボラ Friedel-Crafts 反応を鍵とした有機エレクトロニクス材料の開発」

Development of Organic Electronics Materials by Using Tandem Bora-Friedel-Crafts Reaction



含ホウ素  $\pi$  共役化合物は、興味深い光学特性や電気化学特性を示すことから、古くから材料化学分野において注目を集めてきた。しかし、炭素-ホウ素結合は、一電子酸化状態や励起状態において比較的容易に切断されるため、実際に有機エレクトロニクス材料として用いることは困難と考えられてきた。

畠山氏は、タンデムボラ Friedel-Crafts 反応により、ホウ素原子を多環式骨格の縮環部に酸素や窒素と共に導入することで、炭素-ホウ素結合をエントロピー・エンタルピー両面から安定化させ、実用レベルの有機エレクトロニクス材料群の開発に成功した。具体的には、両性半導体特性と安定性を兼ね備えた有機発光ダイオード(OLED)用宿主材料や高色純度の青色熱活性化遅延蛍光(TADF)材料が挙げられる。また、キラリティーに起因したキャリアの反転現象や優れた円偏光発光特性を示すホウ素縮環ヘリセン類の合成にも成功している。さらに、ホウ素と窒素を有するコラニユレン、ヘキサベンゾコロネン、グラフェンナノリボンの精密合成を達成し、その優れた材料特性を明らかにした。以下、代表的な業績を述べる。

### 1. 燐光 OLED 用宿主材料

畠山氏は、タンデムボラ Friedel-Crafts 反応の開発を足がかりに、多種多様な含ホウ素  $\pi$  共役骨格の構築を行ってきた。その中で、芳香族炭化水素類の縮環部の炭素-炭素二重結合をホウ素-窒素結合に置き換えることで、両性半導体特性と三重項エネルギーが大幅に向上することを見出し、緑色燐光 OLED の宿主材料として用いることで、素子の発光効率と耐久性を大幅に向上させることに成功した。更に、ホウ素原子と共に2つの酸素原子を導入した材料が、OLED 用宿主材料として実用レベルの耐久性を示すことを明らかとしている。一連の研究成果は、安定性の問題から産業界に敬遠されてきた含ホウ素  $\pi$  共役化合物の実用可能性を示すものであり、その後の研究開発に大きな影響を与えている。

### 2. 高色純度青色 TADF 材料

畠山氏は、ホウ素と窒素をベンゼン環に対してオルト位に配置することで強調される共鳴効果(多重共鳴効果)により、HOMOとLUMOがベンゼン環上の隣り合う異なる炭

素原子上に局在化した新たな青色 TADF 材料を開発した。本材料を用いた OLED は、最大内部量子効率が 100% に達しながら、ピレン誘導体を用いた実用素子を凌駕する色純度を示すことから、国内外の材料およびディスプレイメーカーから注目を集めている。

### 3. 螺旋不斉に起因した機能発現

畠山氏は、縮環部にホウ素-窒素結合を有する新たなヘリセンを合成し、そのラセミ混合物が p 型半導体特性を、光学活性体が n 型半導体特性を示すことを明らかにした。このようなキラリティーによるキャリアの反転現象は過去に報告例がなく、新たな薄膜トランジスタ(TFT)の開発へと繋がるものと期待される。また、ボロン酸エステルを縮環部に有するダブルヘリセンを市販品より2工程で合成することにも成功し、その優れた半導体特性と円偏光発光特性を明らかにしている。

### 4. 含 BN ナノカーボン分子

畠山氏は、タンデムボラ Friedel-Crafts 反応を鍵反応として用いることで、含  $B_2N_2$  コラニユレンおよび含  $B_3N_3$  ヘキサベンゾコロネンの短段階合成に成功した。両者は、含 BN ナノカーボンの部分構造分子としてのみならず、OLED 用発光材料としての有用性も明らかとなっている。また、含 BN アントラセン誘導体の基盤表面における精密重合により含 BN グラフェンナノリボンの精密合成も達成している。

以上、畠山琢次氏は、ホウ素原子を多環式骨格の縮環部に有する新たな有機エレクトロニクス材料群の創出に成功した。これらは、従来の有機合成手法では合成が困難であったが、同氏が開発したタンデムボラ Friedel-Crafts 反応を鍵反応として用いることで、市販品より短工程かつ大量に合成することが可能となった。現在、国内外の企業において、盛んな実用化研究が行われており、その一部は社会実装に至っている。同氏の研究業績は、有機合成化学と材料科学に基礎をおきながら、産業界の発展に寄与する独創的なものであり、有機合成化学協会富士フイルム・機能性材料化学賞に値すると認め、ここに選定した次第である。

