

課題名：【2RF-1901】回収フロン^①の直接的化学変換による再利用法

実施期間：2019～2021 年度

研究代表者：藤田 健志

所属：筑波大学

重点課題 主：【重点課題 ⑥】気候変動の緩和策に係る研究・技術開発

副：【重点課題 ⑩】廃棄物の適正処理と処理施設の長寿命化・機能向上に資する研究・技術開発

本研究のキーワード：フロン、化学変換、有機合成化学、触媒、フッ素、再利用、医薬、農薬、機能性材料、
C-F 結合活性化

■研究の背景と目的

フロン類は、冷媒や消火剤として広く用いられてきましたが、オゾン層破壊効果や温室効果があるために規制の対象となっており、その回収が急務となっています。しかし現状では、回収されたフロン類は主に燃焼法で処理されるため、フロン類の持っている炭素骨格やフッ素は失われてしまいます。そこで本研究では、有機合成化学を利用した有用物質への化学変換によるフロン類の再利用法を検討しました。フロン^①の持つ炭素-フッ素結合を切断しながら無毒かつ有用な化合物へと変換できれば、フロン類の無駄のない優れた処理法となります。

■研究の内容

フロン類の持つ炭素-フッ素結合は高い結合エネルギーを持つ安定な化学結合ですが、当研究グループでは金属触媒や酸を用いて穏和な反応条件で炭素-フッ素結合を高効率に変換できる「フッ素脱離」という手法を開発してきました。本研究ではこれを活用して、フロン類の化学変換法の開発を検討しました。

■研究成果及び環境政策等への貢献

本研究では、代替フロンとして用いられているハイドロフルオロカーボン (HFC) の銅触媒を用いた高効率な化学変換法を見出し、含フッ素ヘテロ環化合物を合成する手法を開発しました。また、次世代冷媒のハイドロフルオロオレフィン (HFO) から、ニッケル触媒を用いて適切な反応条件を選ぶことで、含フッ素アルケンやアレーン化合物を作り分けることにも成功しました。さらに、消火作用のあるハロンやフロン類似の含フッ素小分子の変換反応も開発することができました。フロン類を含む入手容易な含フッ素小分子はたいてい複数のフッ素を持っており、本研究で開発した反応はこのうちいくつかのフッ素のみを選択的に切断可能なため、生成する有機化合物中にフッ素を残すことができます。近年、フッ素を含む化合物は医農薬や材料としての応用が期待されています。特に、含フッ素ヘテロ環化合物は医農薬に多く含まれる骨格であり、含フッ素アルケンやアレーンはそれぞれ機能性ポリマーの原料や有機半導体として有望です。このように本研究では、フロン類を有用化合物へアップサイクルできる可能性を切り拓くことができました。さらに、近年ではフッ素の安定供給が難しくなっていることから、フロン類の持つフッ素を有効活用することで、フッ素資源の循環する社会の構築に資するものと期待しています。

