

## 研究計画

### 1) 研究目的および意義

医薬品や機能性材料、工業化学製品の大半は有機化合物であり、現代社会はこれら有用有機化合物の恩恵にあずかって成り立っているといっても過言ではない。従来（とりわけ20世紀）の物質合成は、安く、大量に供給することを主眼として発展してきた側面があり、多大なエネルギーを使用し、多量の廃棄物の発生を伴う合成方法論が汎用されてきたという現実がある。しかし、「持続可能なものづくり」のためには省エネルギー・低環境負荷といったクリーンな物質合成手法の開拓が必須であると共に、従来は不可能であった形式の分子変換の実現や目的物質の合成を短行程・高効率で実現する新規方法論の開拓が極めて重要となる。本研究では、このような次世代型分子変換手法の実現を目指した基礎研究を展開することとし、有機分子を活性化するために最もクリーンな手法と考えられる光（特に可視光）の作用を活用した高反応性化学種の新規発生手法を開拓すると共に、その反応性を触媒の作用により制御することで革新的な分子変換手法の開発を行うものである。

### 2) 研究内容および方法

有機分子を光の作用により励起すると、一般的な熱的反応条件下では容易に発生できない高反応性化学種の発生が可能となるが、一方でこれら化学種はその反応性の高さゆえに、必ずしも反応制御が容易ではない。本研究は、光の作用により発生させた高反応性化学種の反応性を適切な触媒を利用することで制御し、従来にない特徴を有する分子変換手法を開発しようとするものであり、主として以下の2つの研究を推進する。

- (1) 光の作用による有機ケイ素化学種からのカルベン・ラジカル生成法の開拓と、遷移金属触媒を用いた反応制御法の開拓：クラーク数が酸素に次いで二番目に大きな元素であり、安価で毒性のないケイ素化合物の光反応特性を活用することで、光の作用によるカルベン、ラジカル等の反応性化学種の新規発生法を開拓し、その反応性を遷移金属触媒の作用により制御することで、従来にない新規な分子変換手法を開拓する（草間）。
- (2) 光の作用によるラジカル種の新規発生法の開拓とキラルリン酸触媒を用いた立体制御法の開拓：フォトレドックス触媒を活用した酸化・還元反応を利用することで、比較的単純な有機分子から高効率でラジカルを発生させる手法を確立し、これと独自に開発したキラルリン酸触媒による立体化学制御法を組み合わせ用いることで、新規な不斉合成手法を開発する（秋山）。

### 3) 研究スケジュール

#### 研究課題（1）

2019年6月-10月：各種有機ケイ素化合物の直接的な光励起、もしくは光触媒共存下における励起エネルギー移動、電子移動を用いることで、高反応性炭素化学種として知られるカルベン・ラジカルを高効率で発生させる新規手法を確立する。

2019年11月-2020年3月：開発した高反応性化学種発生法と、遷移金属触媒による各種有機分子の活性化を組み合わせた反応設計を施すことで、新しい形式の分子変換手法を開発する。また、光の作用により発生させたカルベンと遷移金属種との作用により金属カルベン錯体を発生させる新手法を開拓し合成反応に利用する。

#### 研究課題（2）

2019年6月-10月：フォトレドックス触媒を用いた光誘起電子移動反応により、比較的単純な分子からラジカル種を高効率で発生させる新手法を確立する。

2019年11月-2020年3月：上記検討で確立したラジカル生成手法と、キラルリン酸触媒による立体制御法を組み合わせることで、有用光学活性物質を高効率で合成可能な新規不斉合成反応を開発する。

### 4) その他（文理融合、大学間連携等について特筆すべき点があればご説明ください）