

令和2(2020)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)  
 実績報告書(プログラム実施報告書)  
 (研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)  
 (ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI)」

課題番号：20HT0161

プログラム名：炭素と炭素の間に結合をつくる有機合成反応で分子をつくろう



所属 研究 機関	名称	奈良教育大学
	機関の長 職・氏名	学長・加藤 久雄
実施 代表者	部局	理科教育講座
	職	教授
	氏名	山崎 祥子

開催日	令和2年11月21日(土)
実施場所	奈良教育大学化学第1実験室(理科2号棟:R2-318) 〒630-8528 奈良市高畑町
受講対象者	高校生・中学生
参加者数	15名
交付申請書に記載した募集人数	20名

## プログラムの目的

実施代表者はこれまでに本プログラムと関係する次の科学研究費助成事業の研究課題による研究を行っている。基盤研究(C) 令和1-令和3年度:電子欠乏性アルケンの反応性を利用した高効率的选择的環化合物の合成: 基盤研究(C)平成26-28年度:共役付加を鍵とするアルケン環化によるヘテロ環および炭素環の選択的合成: 基盤研究(C)平成23-25年度:不飽和エステルを用いる連続的反応によるヘテロ環及び炭素環の合成研究: 基盤研究(C)平成20-22年度:エントリカルボン酸エステル誘導体のルイス酸による特異な合成反応の開発

これらの研究では、有機化学の教科書で学ぶことを基礎として、新しい有機合成反応の開発を行ってきた。反応性の高い基質の性質を利用し、触媒を用いて、または用いずに温和な条件下での効率的結合形成反応、環形成反応を開発している。これらの研究成果としてベンゼン環上の置換基の違いにより、反応選択性が制御されることが分かっただけでなく、さらに、古くから知られている反応段階を含む連続的なワンポット(多段階の反応が一つのフラスコの中で起こる)反応も見出した。

私たちの身近にある医薬品や農薬などの多くは、有機合成によりつくられている。そのため、有機合成反応の研究をすることは、今まで合成が不可能だった医薬品を作ることを可能にしたり、現状よりコストや時間の少ない、また環境にやさしい製法の発見につながる。その有機合成の魅力・面白さを紹介したいと考えた。実施代表者の研究に関連した有機合成実験を行うことにより、実験の楽しさを知ることと、有機合成の現代社会における重要性について考察させることを目的として実施した。

## プログラムの実施の概要

プログラムの最初に、科研費の説明をした。その後、実験の説明として、

「炭素 炭素結合を作る方法(講師:山崎祥子)」の話を行った。

具体的には、フリーデルクラフツ反応により、ベンゼン環の反応性、特徴を利用し、炭素-炭素結合の形成を行うことができること。ウイティッヒ反応で炭素-炭素二重結合が形成できること、私たちの研究で主に活用している反応性の高い物質をウイティッヒ反応で合成していることなど。

以下の実験を通して、有機合成の技術を学び、また私たちの生活に重要な有機合成の魅力・面白さを紹介した。

・実験 -1 「フリーデルクラフツ反応による炭素-炭素結合の形成」で、ベンゼン環の反応性、特徴を利用し、炭素-炭素結合の形成を行った。

・実験 -2 私たちの研究で主に活用している物質の原料をウイティッヒ試薬の合成を行った。

・実験 合成したベンゼン誘導体を再結晶により精製した。

・実験 融点測定を行った。

・実験 合成した物質の構造を確かめるため、核磁気共鳴スペクトル(NMR)を行い、高校・中学校にはない分析装置を体験した。

【受講生に分かりやすく研究成果を伝えるために、また受講生に自ら活発な活動をさせるためにプログラムを留意、工夫した点】

研究成果を分かりやすく伝えるためにスライドを工夫し説明した。

受講生に自ら考察させるために、プログラム実施時にテキストを配布し、読んでもらった。

実験では、それぞれが実際に実験することにより、実験操作や実験器具に慣れることができた。

合成した生成物の収量を秤量し、化学反応式から収率を計算することにより、理解を深めることができた。

実施協力者(学部生・大学院生)を各班に配置し、受講生に親しみやすい環境にした。

## 【当日のスケジュール】

9:40-10:00 受付(奈良教育大学・化学第1実験室前)

10:00-10:20 開校式(挨拶、オリエンテーション、科研費の説明)

10:20-11:00 実験 -1「フリーデルクラフツ反応による炭素-炭素結合の形成」

実験 -2「ウイティッヒ試薬の合成」

11:00-11:15 休憩

11:15-12:00 実験 再結晶

12:00-13:00 昼食・休憩(大学)

13:00-13:45 実験 融点測定

13:45-14:00 休憩

14:00-14:45 実験 NMR 測定

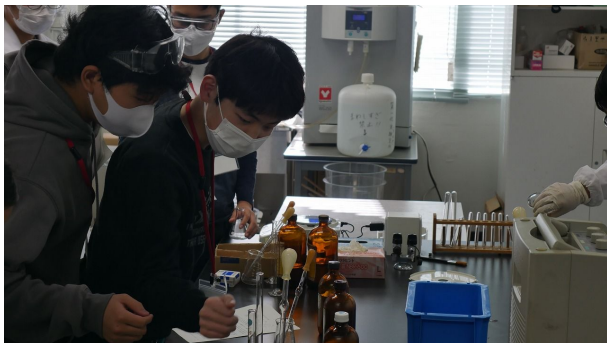
14:45-15:30 赤外吸収、高速液体、ガスクロマトグラフィー、研究室見学

15:30-16:00 ディスカッション

16:00-16:30 修了式(アンケートの記入、未来博士号の授与)

16:30 終了・解散

## 【実施の様子】



試薬を計り取る。



再結晶。



収率の計算。



NMR の測定。

## 【事務局との協力体制】

実施代表者と事務局で役割を分担し、協議しながら本プログラムを円滑に実施するための協力体制を構築した。具体的には、プログラムの実施にかかる企画・運營業務を実施代表者が担当し、事務局はプログラム実施の補助として、書類の作成・確認、物品の発注、参加者の募集やポスター作成、コロナ対策の準備、当日の受付や写真撮影等の事務的な支援を行っている。

## 【広報活動】

大学ホームページに募集ページを作成し、広く学内外に周知するとともに、実施代表者、実施協力者が、これまでに研究等で協力体制にある複数の近隣の学校にコンタクトし PR を依頼している。

## 【安全配慮】

以下の安全配慮を行い実施した。

- ・実験の安全確保のため、受講者4人に対し1人の割合で実施協力者を配置する。
- ・実施協力者は、事前に予備実験を行い、また安全講習を行う。
- ・当日実験の前に受講生に安全に関する注意を説明する。
- ・実験を行う際には保護メガネ、マスク、手袋を着用させる。

・レクリエーション保険契約(受講生対象)に申し込む。

なお、今年度はコロナ感染症対策として以下の対策を実施した。

- ・会場の入り口には手指用の消毒液を設置する。
- ・講師・実施協力者はプログラム打合せ前に検温し、37.0 を目安とする発熱や咳、呼吸困難等の症状がある場合は参加させない。受講生についても受付時に検温し同様とする。
- ・受講生を1グループ3～4名に分け、座席を指定する。
- ・付き添い、見学者は部屋の端かドア(前と後ろ2か所)の外から見学する。
- ・実験室はドラフト、換気扇を稼働させ、1実験台に3-4名とする。ドラフトを使用する際にも密集しないように受講生1名に実施協力者1名が見守る。
- ・NMR室、測定室見学の際は、受講生1-2名に実施協力者が順番に説明する。
- ・実験の前後には手洗いを徹底する。
- ・当日休憩時間は別教室を用意し、昼食を持ち込んで摂る人については、間隔を空けて座るよう伝える。
- ・実験室等は、休憩時に換気を行う。
- ・修了式において未来博士号の授与は手渡しで行わない。

#### 【今後の発展性、課題】

今年度は、本学大学際と日程を合わせ実施することにしていたが、新型コロナウイルス感染拡大のため、大学祭は中止となり、感染症対策を徹底し三密を避けた上で本プログラムを単独で開催することとなった。実施においては、実施協力者によるきめ細やかな指導がしっかりとできており、問題なく予定通りスムーズにプログラムが実施することができた。高校生・中学生にとって、普段触れることのない薬品や実験器具を用いた実験は貴重な体験であり、それはアンケートが好評であったことから窺え、この結果から、プログラムの目的を達成することができたと思われる。

今後は、実験内容について、毎年合成実験を変え実施することで、リピーターにはさらに理解を深めることができるように、また、理科が好きな高校生・中学生だけでなく、理科が苦手な高校生、中学生にも実験の楽しさや、有機合成の現代社会における重要性について学んでもらえることを期待している。

今年度は、近隣の学校への広報活動以外に日本学術振興会ホームページで参加登録された方がはじめは多くいたが、開催前に確認したところ、3名のみとなり、当日キャンセルが1名、実際には2名がホームページからの単独参加であった。初期の参加登録のため、開催前に満席で、登録が不可能になった。しかし、実際にはキャンセルが多かったため、参加者募集方法は今後の課題である。