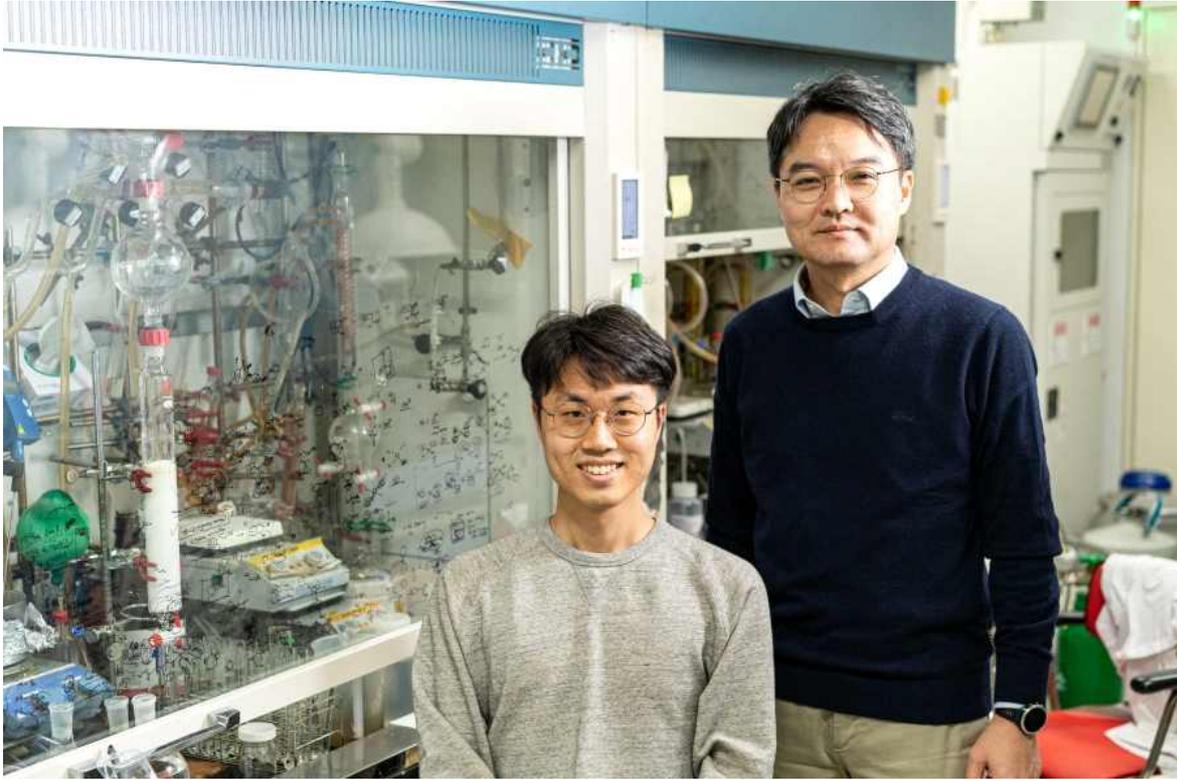


빛으로 화학 반응을 조절하는 촉매 개발

- 빛을 이용해 복분해(상호자리교환) 반응을 반복적으로 스위칭



▲ (왼쪽부터) 박성욱 석박사통합과정생(제1저자)과 홍석원 교수

빛으로 화학반응을 멈출 수 있는 촉매가 개발됐다. 기존 광(光) 스위칭 촉매들은 모두 빛을 받을 시 반응이 시작됐으나 이번 연구는 빛을 받으면 반응이 멈추는 최초의 사례이다.

지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 화학과 홍석원 교수 연구팀은 빛을 이용해 반응성을 실시간으로 조절할 수 있는 루테늄* 올레핀 복분해** 촉매를 개발했다.

* **루테늄(ruthenium)**: 백금족 원소의 하나로, 단단하면서도 잘 부스러지는 금속이다. 다른 백금족 촉매와 마찬가지로 수소화(水素化)·산화의 촉매가 된다.

** **올레핀 복분해(olefin metathesis)**: 금속 촉매를 이용하여 출발 물질의 탄소-탄소 이중 또는 삼중 결합이 분해되어 각각 새로운 탄소-탄소 이중 또는 삼중 결합 화합물을 형성하는 반응을 말한다. 다양한 작용기를 가지는 고리, 비고리 알켄 및 고분자 합성에 사용된다.

자연이 만들어낸 최고의 촉매인 효소는 외부 자극에 의해 유기적으로 활성화, 비활성 상태를 전환할 수 있다. 이에 화학자들은 단순한 촉매를 넘어서 외부 자극으로 전환 가능한 기능성 촉매를 만들기 위해 도전하고 있다.

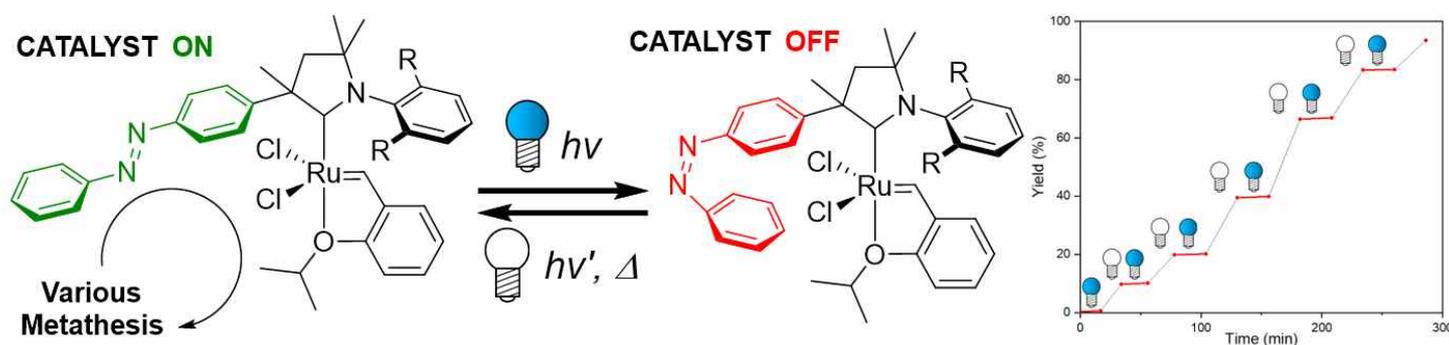
복분해 촉매 반응은 유기화합물에 새로운 결합을 형성하게 하거나 다양한 작용기 도입을 가능하게 하여 고분자, 연료의 첨가제, 의약품질과 같은 생물학적 활성을 지닌 유기 화합물의 합성 등에 폭넓게 응용되었다. 최근에는 이러한 복분해 반응을 외부 자극을 통해 스위칭이 가능한 촉매 개발이 진행되고 있다.

기존 온오프(on-off) 스위칭 촉매들은 외부자극에 의한 반응성 조절이 미미하거나, 산 염기 또는 산화 환원 반응과 같은 실사용이 불편한 자극원을 이용했다.

빛은 화학 반응 도중 쉽게 조절할 수 있는 좋은 자극원이다. 기존 광 스위칭 촉매들은 모두 빛을 받을 시 반응이 시작되는 복분해 촉매만 존재했다. 연구팀이 개발한 스위칭 촉매는 기존과는 반대로 빛을 받을 시 반응이 멈추는 첫 사례이다.

연구팀은 빛에 감응하는 아조벤젠* 작용기가 빛을 받을 시 구조가 바뀜에 착안하여 이 구조를 기존 복분해 촉매에 도입함으로써 빛에 따라 구조가 바뀌는 촉매를 확보할 수 있었다.

* **아조벤젠**: 두 페닐기가 N=N 이중결합으로 연결된 분자로 광 이성질화 특성을 보이는 특성이 있음



▲ 빛에 가역적으로 감응하는 루테늄 복분해 촉매

개발된 촉매는 여러 복분해 반응에서 빛에 따른 극적인 반응성 차이 (60배 ~ 300 배)를 보이며 이는 동일전략을 이용한 기존 촉매의 반응성 차이(1.5배 ~ 2.5배)보다 크다. 또한 신규 개발한 촉매는 반응 중 빛 조사조건을 바꿔주면 그에 따라 반복적으로 반응성이 온오프(on-off) 전환 될 수 있음을 보였다.

홍석원 교수는 "이번 연구 성과는 빛으로 반응을 멈출 수 있는 첫 촉매 사례라는 점에서 그 의의가 크다" 면서, "개발된 온오프 스위칭 촉매를 이용해 포토리소그래피*와 같은 빛을 이용한 패터닝(patterning) 기술 적용이 기대된다"고 말했다.

* **포토리소그래피**: 빛을 이용해 극히 미세하고 복잡한 전자회로를 반도체 기판에 그려 집적회로를 만드는 기술

이번 연구는 지스트-그룹스 센터와 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 홍석원 교수(교신저자)와 박성욱 석박사통합과정생(제1저자)이 주도로 수행하였으며, 미국화학회가 발간하는 촉매 분야의 세계적 학술지인 ACS Catalysis에 2021년 11월 1일 온라인 게재되었다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : ACS Catalysis (2020 JCR Impact Factor: 13.084)
- 논문명 : Reversibly Photoswitchable Catalysts for Olefin Metathesis Reactions
- 저자 정보 : 박성욱(지스트 통합과정, 제1저자), 변승환(Northwestern Univ. Postdoc), 류희정 (지스트 박사과정), 함형우(KRICT postdoc), 이준승 교수(전남대학교), 홍석원 교수(지스트, 교신저자)