

성과명	알칼리 수소 발생 반응 향상을 위한 단일 원자보다 공존하는 루테늄 나노클러스터의 지배적 역할
성과목표	JCR 상위 10% 이내 논문 게재
성과유형	☒ 논문 ☐ 특허 ☐ 인력교류(연구자) ☐ 인력교류(연구자활용) ☐ 정보교류(프로그램) ☐ 기타
성과실적	<i>Advanced Science</i> 논문 게재 (JCR 상위 2.07%)
성과 창출 기관	울산과학기술원 / 백종범 / 백재훈 외 8인
성과 사진	Ru/NC-0 Ru/NC-5 Ru/NC-10 $\leftarrow \text{Single atoms} \uparrow$ $\text{Nanoclusters \& HER activity} \uparrow \rightarrow$ <촉매 합성 모식도 및 HER 활성 경향성>
성과 창출 시점	2025.02.05
성과 요약	- 질소가 도핑된 유기구조체 템플릿에 루테늄 단일원자(Ru_1)와 나노클러스터(Ru_{NC}) 비율을 환원제로 조절해 합성. - 알칼리 조건에서 500 mA cm^{-2}의 전류 밀도를 위해 1.72 V의 낮은 과전압을 요구하며, 이는 상용 백금 촉매(Pt/C)보다 우수 (1.95 V). - Ru_1과 Ru_{NC}가 공존함으로써 물 분해와 수소 재결합 단계에서 각각의 역할을 분담하여 촉매의 효율성 극대화. - JCR 상위 2.07%의 우수 저널 <i>Advanced Science</i>에 게재됨.
성과 설명	■ 특징 - 루테늄 단일 원자와 나노클러스터가 공존하는 HER 촉매 개발 ■ 성능 - 상용 백금 촉매보다 낮은 과전압을 요구(Ru/CN-10 1.72 V vs. Pt/C 1.95 V) - Tafel 기울기 값이 34.6 mV dec^{-1}으로 상용 촉매인 Pt/C (43.6 mV dec^{-1})보다 낮음 - 180시간의 장기간 연속 전기화학 테스트에서도 성능 저하 없이 안정적인 활성 유지 ■ 성과의 우수성 - 단일원자와 나노클러스터의 공존을 통해 알칼리성 HER의 두 핵심 단계(물 분해와 수소 재결합)를 각각 최적화하여 전체 반응 효율을 극대화 - 단일원자와 나노클러스터 간의 시너지 효과를 규명함으로써, 혼합 촉매 시스템의 설계 원리를 제시 ■ 성과의 차별성 - 고가의 백금 기반 촉매를 대체할 수 있는 낮은 귀금속 함량의 HER 촉매 제시 - 환원제 농도를 통해 단일원자와 나노클러스터의 비율을 자유롭게 조절할 수 있는 기술은 산업적 응용 가능성을 높이는 방법임.