

Electrochemical Reactions and Power-to-X

황윤정

서울대학교 화학부

일시 : 2021년 3월 18일 (목요일) 오후 4시 30분

ZOOM(Online) : <https://snu-ac-kr.zoom.us/j/89504327220>

화석연료는 태우는 연소과정에서 온실가스인 이산화탄소를 대기중으로 배출하는 문제점을 태생적으로 가지고 있다. 이에, CO₂를 직접 전환하여 활용하는 기술이, 지구의 탄소순환고리를 지속적으로 유지할 미래 기술로 제안되고 있다. 전환의 생성물이 유용한 탄소화합물이 된다면, 온실가스처리와 동시에 경제적 이익을 얻을 수 있다는 장점이 있음에도, 아직까지 전환 기술의 효율이 떨어지는 문제점으로 인해, 실질적인 탄소 저감을 달성할 수 있는 기술의 연구가 더 필요하다. 전기화학적 탄소화합물 합성 기술은 급격히 성장하고 있는 신재생 발전 기술과 연계가 용이하다는 장점을 가지고 있고, 물이나 이산화탄소로부터 활용 가치가 높은 탄소화합물을 생성할 수 있다는 점에서 최근 활발히 연구되고 있다. 특히, 촉매 특성 조절을 통해, 전기에너지로부터 여러가지의 화합물을 생성할 수 있다는 점에서 이 기술은 Power-to-X 라고도 불리운다. 또는 태양광 발전 기술과 연계되면 태양광 에너지를 활용하여 물과 이산화탄소로부터 화합물 (대표예: CO, HCOO⁻, C₂H₄, C₂H₅OH, etc.)을 합성할 수 있다는 점에서 인공광합성이라고 불리운다.

탄소와 수소는 매우 잘 알려진 간단한 원소이지만, 금속이나 전도성이 있는 탄소 기반의 고체 촉매 표면 위에서 흡착되는 정도가 다르고, 반응 중간체들이 다양한 상호작용을 가질 수 있어 반응 경로는 아직 많이 미지수로 남아 있다. 지금까지, 실시간 IR이나 Raman 분광학 기술과의 접목으로 *CO가 중요한 반응 중간체임을 제안하였다. 전기화학 반응은 실온에서 전해질과의 계면에서 반응이 진행되므로, 전통적인 열화학 촉매 반응과 다른 반응 특성과 반응경로를 가질 수 있고 유기분자의 도입을 통해서 CO₂ 전환 반응의 활성을 높일 수 있다. 대표적인 이산화탄소 전환 촉매 소재인 구리, 은과 같은 금속 나노 입자는 표면의 구조 및 전해질의 조건에 따라 생성물의 분포가 민감하게 변화하며, 이는 이산화탄소 전환 반응의 경로에 영향을 끼친다는 것을 의미한다. 실제 이산화탄소 전환의 생성물도 전기화학적 전환의 경우에는 구리 촉매에서만 거의 유일하게 에틸렌과 다탄소 화합물이 합성된다. 그 원인에 대한 연구가 많이 진행되고 있으나 구리는 전기화학적 촉매 반응 중에는 금속의 산화 수나 입자의 모양이 쉽게 변하는 것으로 관찰되어, 반응 전후 뿐만 아니라 실시간 반응 조건에서의 측정이 결정적이다. 특히나, 구리 촉매는 산화물이나 수산화구리에서 유래된 금속 구리가 구조적 결함과 화학적 특성으로 이산화탄소 전환 반응에 높은 활성을 보인다. 이러한 반응의 이해를 통해서, 좀 더 다양하고 도전적인 Power-to-X 기술의 활용을 제안할 수 있을 것이다.