

“이리듬 소재 절감하고도 성능 높여”

지스트-조지아공대, 고효성 이리듬촉매 개발

- 박찬호 교수 공동연구팀, 탄탈륨산화물 적용한 이리듬 촉매로 1.5배 활성도 달성
- 고분자전해질막 수전해에 활용... 수소 등 신재생에너지 생산단가 절감 기대



▲ 지스트 에너지융합대학원 박찬호 교수와 한국과학기술연구원 백채경 박사

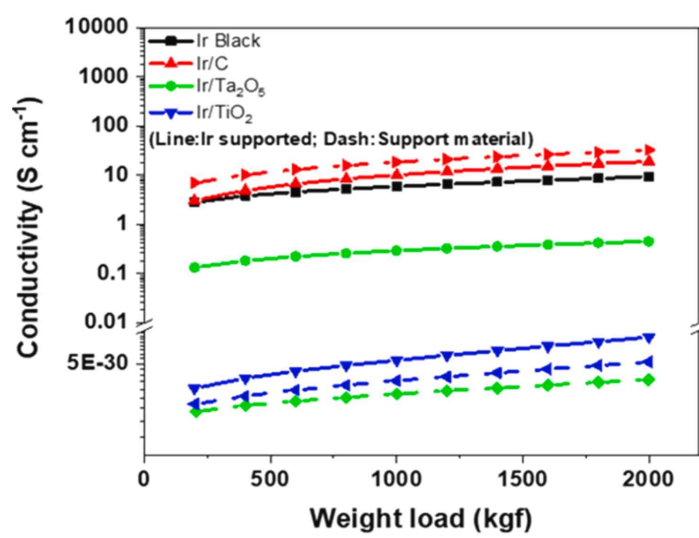
지스트(광주과학기술원) 에너지융합대학원 박찬호 교수와 조지아공대 장승순 교수 공동연구팀이 이리듬 사용량을 절감하면서도 기존보다 무려 1.5배 높은 활성도를 지닌 이리듬 촉매를 개발했다.

이리듬은 고온·고압과 부식에 강하고 화학 반응이 잘 일어나 수전해*에 적합하기 때문에, 재생에너지를 이용하여 수소를 생산하는데 널리 적용되는 '고분자전해질막 수전해**'에 촉매로 이용되고 있다. 그러나 매장량이 백금의 10분의 1 수준에 불과할 정도로 희귀하고 가격이 비싼 귀금속이라 신재생에너지 생산에 걸림돌이 되는 실정이었다.

* 수전해(Electrolysis): 전기에너지로 전해액을 이온으로 분리하거나 화학 반응을 일으키는 과정. 물(전해액)을 전기분해하면 수소 이온(H⁺)과 수산화 이온(OH⁻)으로 분리되고, 양극에서는 수소 이온이 수소 분자(H₂)로, 음극에서는 수산화 이온이 산소 분자(O₂)가 된다.

** 고분자전해질막 수전해(Membrane Electrolysis with Polymer Electrolyte): 얇은 고분자 막을 분리막으로 사용해 수전해를 하는 것으로 이 막은 양극·음극을 구분하고 양이온과 음이온의 이동을 용이하게 하면서도 전기적으로 절연시키는 역할을 한다.

이리듬의 사용량을 절감하기 위해 합금 촉매를 개발하거나 금속산화물을 적용하는 시도는 여러 차례 있었으나, 금속이 용출되거나 전기 전도도가 낮아지는 등의 문제가 발생했다.

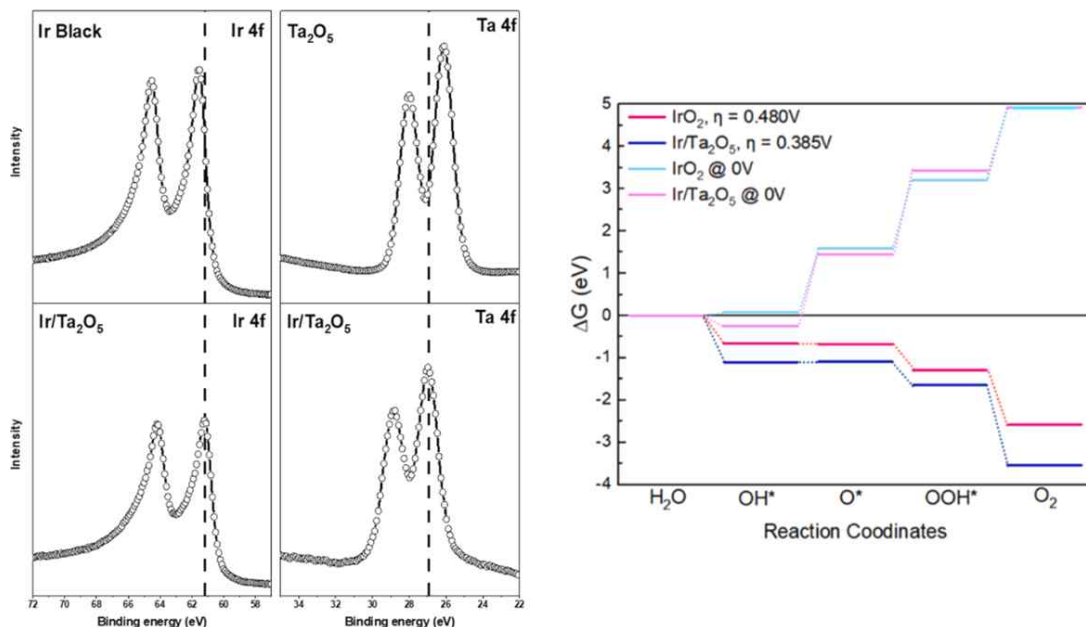


[그림1] 누르는 힘에 따른 촉매 파우더의 전기 전도도. 높을수록 전기 전도도가 높으며, 이리듐/탄탈륨산화물(Ir/Ta₂O₅)은 이리듐/티타늄산화물(Ir/TiO₂) 촉매보다 높은 전기 전도도를 가짐.

연구팀은 '탄탈륨산화물'에 소량의 이리듐을 고르게 덮어서 제작한 새로운 촉매로 이리듐 사용량을 줄이고도 성능을 대폭 향상시켰다. 탄탈륨산화물은 내부에 중간 크기의 기공이 발달된 구조를 지니며 단위 무게당 표면적이 넓어서 촉매입자를 고정하는 성능이 뛰어난 금속산화물이다.

이 촉매는 티타늄산화물을 적용한 이리듐 촉매에 비해 전기전도도가 높았을 뿐만 아니라 기존 단위전지에서 보통 1~2mg/cm² 사용되던 이리듐이 0.3mg/cm²까지 절감됐다. 기존 이리듐 사용량의 15%~30% 수준이다.

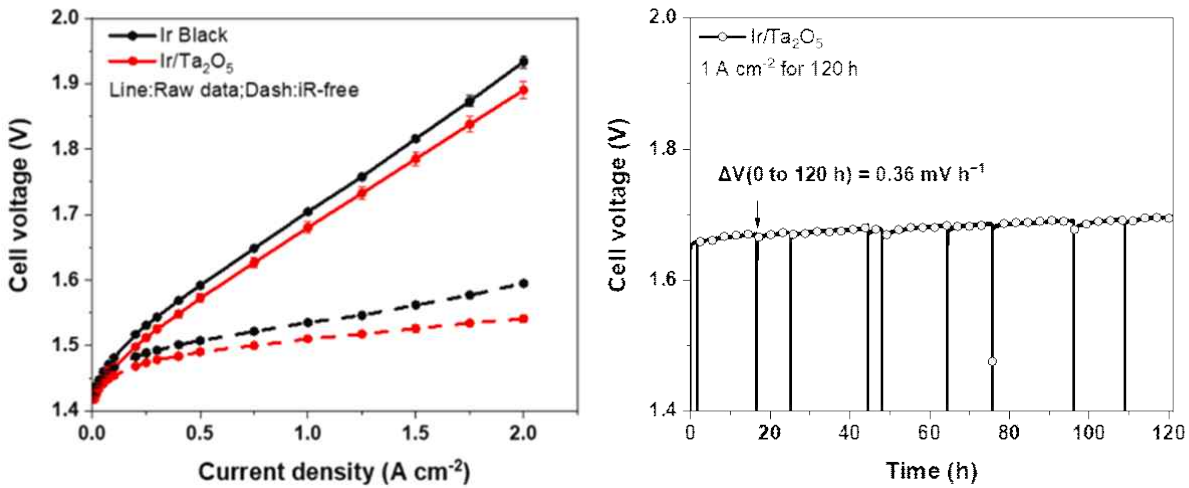
특히 기존 이리듐 촉매보다 질량활성* 기준 1.5배 향상된 활성도를 보여 고분자전해질막 수전해에서 유용하게 활용될 것으로 기대를 모으고 있다.



[그림2] 촉매의 X-ray photoemission spectroscopy(XPS) 그래프 (좌), 촉매의 에너지 다이어그램 (우). XPS에서의 각 피크의 위치 변화를 통해 이리듐과 탄탈륨 사이의 전기적 상호작용을 알 수 있었고, 계산 결과 에너지 다이어그램 상 이리듐/탄탈륨산화물(Ir/Ta₂O₅)이 반응 속도 면에서 가장 유리함.

아울러 연구팀은 이리듐과 탄탈륨 사이의 전기적 상호작용을 분석해 촉매의 활성도가 향상된 요인을 규명하는데도 성공했다.

* **질량 활성(mass activity):** 촉매의 활성을 평가하는 지표. 단위 시간당 단위 질량의 촉매로 얼마나 많은 반응이 일어나는지를 나타낸다.



[그림3] 촉매를 적용한 PEM 수전해 단전지 활성 평가 (좌) 및 내구성 평가 (우), 이리듐/탄탈륨산화물(Ir/Ta₂O₅)이 담지되지 않은 이리듐블랙(Ir Black) 촉매보다 우수한 활성을 보이며, 120시간 운전에서도 안정적으로 운전되었음.

지스트 박찬호 교수는 “새로운 금속산화물을 이용해 **이리듐을 절감하면서도 성능까지 높은 촉매 개발에 성공**했을 뿐만 아니라, 실제 단위전지에 적용하는 것까지 성공했다”며 “**수소와 같은 신재생에너지를 안정적으로 생산하는데 기여할 것으로 기대된다**”고 밝혔다.

박 교수와 장승순 교수가 주도하고 지스트를 졸업한 한국과학기술연구원 백채경 박사와 조지아공대 조진원 박사과정생이 참여한 이번 연구는 한국연구재단 중견연구자지원사업에서 지원받았다. 연구성과는 전기화학 분야 국제학술지인 「Journal of Power Sources」에 채택되어 5월 23일 온라인으로 공개됐다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Journal of Power Sources*(Impact Factor: 9.794)

* 전기화학 분야의 저명한 국제 학술지(상위 11.67%)

- 논문명 : Electron-rich Ir nanostructure supported on mesoporous Ta₂O₅ for enhanced activity and stability of oxygen evolution reaction
- 저자 정보 : 백채경(공동 제1저자, 지스트), 조진원(공동 제1저자, 조지아 공대), 차정인(공동저자, 지스트), 조영인(공동저자, 지스트), 장승순(교신저자, 조지아 공대), 박찬호(교신저자, 지스트)