



# 지스트(광주과학기술원) 보도자료

<http://www.gist.ac.kr>

보도 일시	<b>지스트 홈페이지 게시</b>	
게시일	2021.02.15.(월)	
보도자료 담당	홍보팀 조동선 팀장	062-715-2061
	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062
연구자	신소재공학부 유승준 교수	062-715-2339

## 차세대 하이브리드 에너지 저장기술 향상

- 기존 슈퍼커패시터의 성능을 크게 향상시킬 수 있는 소재 개발 가이드라인 제시

□ 지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 신소재공학부 유승준 교수 연구팀은 미국 오레곤 대학교 Shannon Boettcher 교수, 중국 샤먼 대학교 Jian-Feng Li 교수 연구팀과 함께 레독스(redox) 슈퍼커패시터\* 성능 향상을 위한 레독스 활성 전해질과 다공성 전극의 상관관계를 규명하고 차세대 하이브리드 커패시터(축전기) 개발의 핵심 가이드라인을 제시하였다.

\* 레독스 슈퍼커패시터: 사이클 수명이 길고 출력밀도가 높은 장점을 가지는 슈퍼커패시터와 에너지밀도가 높은 장점을 가지는 2차전지의 각 장점들을 결합한 하이브리드 에너지 저장 시스템으로, 전기이중층 정전용량에 더하여 액체 전해질의 산화/환원 반응에 의한 패러데이(faradaic) 에너지 저장 메커니즘을 추가함으로써 기존 커패시터의 낮은 에너지 밀도 문제를 해결할 수 있음.

○ 하이브리드 레독스 커패시터는 기존 슈퍼커패시터의 에너지밀도를 크게 향상시킴으로써 휴대용 전자기기용 소규모 소자부터 친환경 교통수단을 포괄하는 광범위한 응용이 가능하다.

□ 현재 다양한 전기화학적 에너지 저장 장치가 개발되고 있으며, 대표적으로 리튬계 배터리와 전기이중층 커패시터(슈퍼커패시터)를 예로 들 수 있다. 리튬계 배터리는 에너지밀도가 높다는 장점이 있는 반면 출

력 밀도가 낮아 충/방전 속도가 느리며 수명이 짧은 단점을 가지고 있고, 전기이중층 커패시터는 장수명, 고출력의 장점이 있지만 에너지밀도가 낮기 때문에 사용이 제한된다.

- 이러한 기존 에너지 저장 시스템의 문제점들을 해결하기 위해서는 다각도의 접근법과 새로운 시스템 개발이 필요하다. 이를 위해 최근 들어 산화/환원 활성 전해질을 주 에너지저장원으로 이용하는 고용량 하이브리드 레독스 슈퍼커패시터가 개발되고 있다.

□ 하지만 지금까지 레독스 활성 전해질과 전극 구조의 다양한 특성 변화를 집합적으로 고려하고 이에 따른 레독스 슈퍼커패시터의 성능(에너지, 파워, 자가방전\*) 상관관계를 규명한 관한 연구는 전무하다.

\* **자가방전**: 충전상태를 유지하지 못하고 서서히 방전이 일어나는 현상을 말하며, 특히 액체상태의 전해질을 주 에너지저장원으로 사용하는 레독스 슈퍼커패시터에서는 레독스 전해질의 원치않는 교차확산(cross-diffusion)에 의한 자가방전이 고질적인 문제점임.

□ 연구팀은 물에 용해된 요오드화물(iodide)을 모델 레독스 전해질로 선택하여 수계 전해질과 다공성 탄소 전극의 다양한 구조적 특성(비표면적, 기공 크기, 기공 부피, 입자내 공간) 변화에 따른 요오드화물 전해질의 충·방전시 전기화학적 특성과 제작된 셀의 성능(에너지밀도, 출력밀도, 자가방전)을 분석하였다.

- 그 결과, 다공성 탄소전극의 단지 표면적을 넓히는 것은 고성능 레독스 커패시터 성능 구현에 충분치 않으며 계층적 구조를 갖는 탄소의 사용이 중요하다는 것을 밝혀냈다.

- 연구팀은 요오드화물을 모델 전해질로 사용 시, 1 nm 이하 크기의 기공은 자가방전 억제와 전기이중층 정전용량의 극대화를 위하여 필요하고 1 nm 이상의 기공은 출력성능 향상에 효과적이며, 기공 부피와 입자 내 빈 공간이 클수록 레독스 용량(capacity)을 증가시킬 수 있다는 결과를 확인하였다.

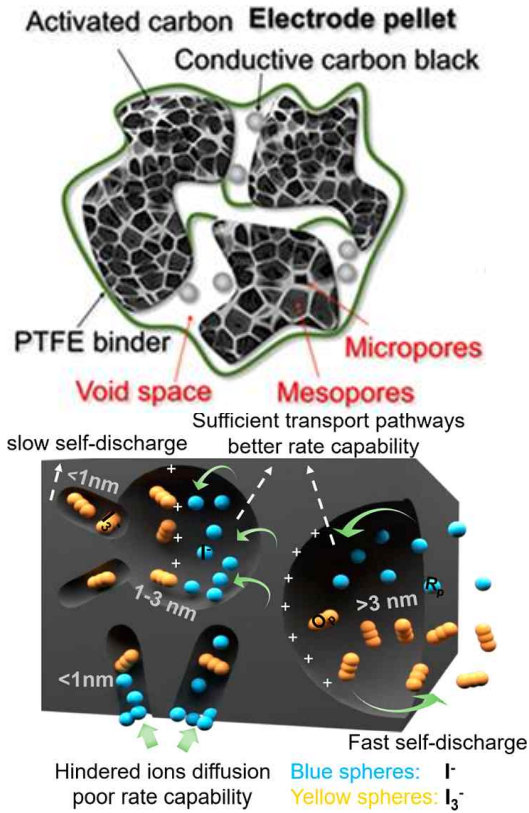
- 유승준 교수는 “본 연구에서 정립한 가이드라인을 바탕으로 향후 다양한 레독스 전해질과 탄소 전극의 상관관계 최적화를 통해 고용량 장수명 수계 에너지 저장 장치 개발 및 신재생에너지 활용을 극대화하여 환경문제 해결에 이바지 할 수 있을 것으로 기대한다” 고 말했다.
- 이번 연구는 과학기술정보통신부·한국연구재단 개인기초연구 사업의 지원으로 수행되었으며, 연구 결과는 전기화학(JCR rank 기준 1위)과 에너지 분야 최상위 논문인 ‘ACS Energy Letters’ 에 2021년 2월 5일 게재되었다. <끝>

## 논문의 주요 내용

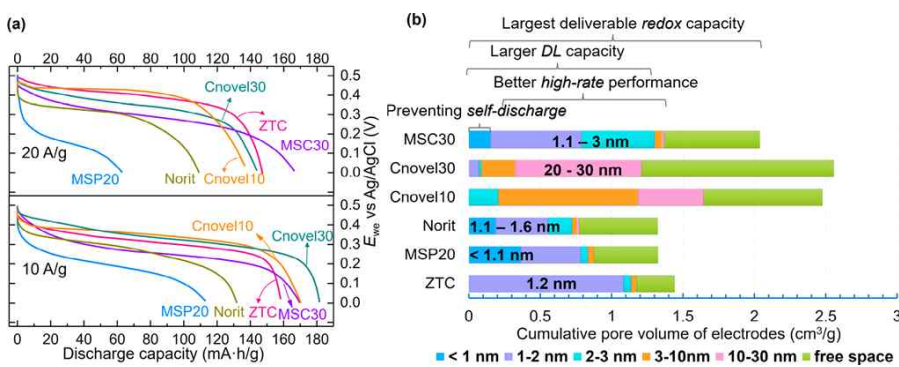
### 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : ACS Energy Letters (IF = 19.003; 2019년 기준)
- 논문명 : What Structural Features Make Porous Carbons Work for Redox-Enhanced Electrochemical Capacitors? A Fundamental Investigation
- 저자 정보 : Jian-Feng Li (공동교신저자/중국 샤먼 대학교), 유승준 (공동교신저자/지스트), Shannon W. Boettcher (공동교신저자/미국 오레곤 대학교)

# 그림 설명



[그림1] 다공성 탄소 전극 모식도 (상), 기공 크기와 역할의 상관관계 (하). 본 연구에서는 탄소 전극의 void space, mesopores, micropores의 크기, 부피 등의 구조적 특성별 레독스 활성 전해질이 레독스 슈퍼커패시터의 성능에 미치는 상관관계를 규명함.



[그림2] 다양한 구조적 특성을 가지는 탄소 전극의 특성 평가 그래프. Redox capacity, rate performance, self-discharge 등의 셀 성능을 최적화시키기 위한 탄소 전극과 레독스 활성 전해질의 상관관계를 보여줌.

# 유승준 교수[공동교신저자] 이력사항

## 1. 인적사항

- 소 속 : 지스트 신소재공학부
- 전 화 : 062-715-2339
- e-mail : sjoonyoo@gist.ac.kr

## 2. 학력

- 고려대학교 학사
- University of California, Santa Barbara 박사

## 3. 경력사항

- 2019 - 현재 : 지스트 신소재공학부 조교수