

환경영향물질을 고효용 유기화합물로 전환하는 기술 개발

- 기존 공정 에너지를 최대 34.04% 절약하는 시스템 구현...
탄소중립사회로 조속한 진입 기대



▲(왼쪽부터) 이유진 석사과정생, 정선기 박사, 최민준 박사과정생 (제1저자), 김진원 박사 (공동 제1저자), 봉성울 박사, 이재영 교수 (교신저자)

이산화탄소와 암모니아는 각각 온실가스와 미세먼지의 주범으로 환경오염을 일으키며 사회적 문제로 대두되고 있다. 국내 연구진이 이산화탄소와 암모니아를 제거하는 동시에 고효용 유기화합물로 전환하는 기술을 개발하는데 성공했다.

지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 지구·환경공학부 이재영 교수 연구팀은 암모니아와 이산화탄소를 동시에 제거 및 변환할 수 있는 전해전환* 공정을 개발하여 화학제품의 원료나 전기 발전의 에너지원으로 사용 가능한 합성가스**를 효율적으로 생산하는 기술을 발표했다.

* **암모니아 이산화탄소 동시 전해전환:** 암모니아와 이산화탄소를 전기화학적으로 전환하여 고부가가치의 유기화합물로 생산하는 기술이다.

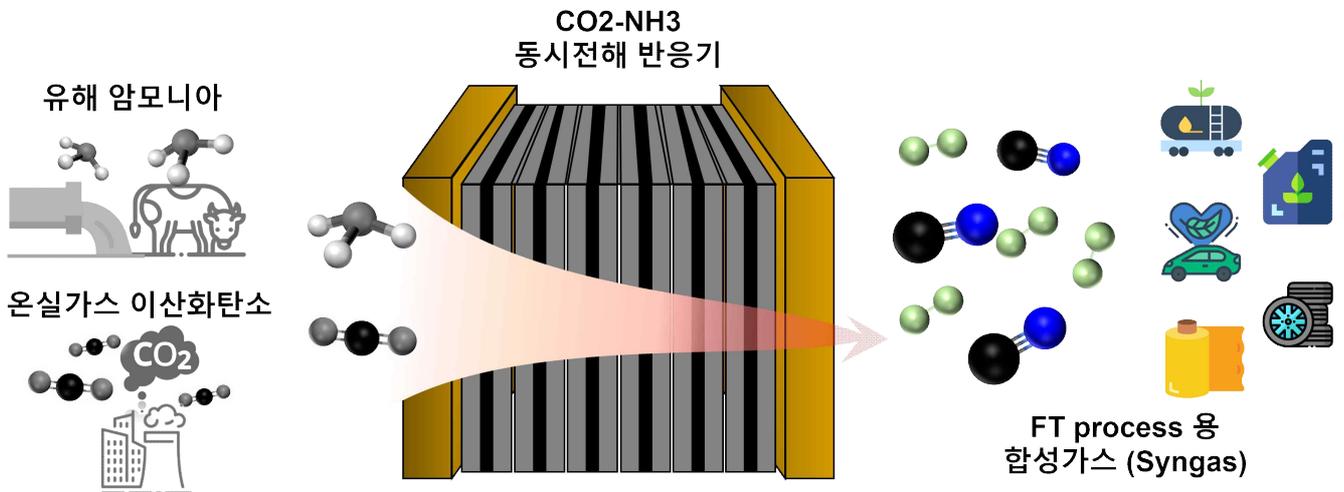
** **합성가스(syngas):** 일산화탄소와 수소를 주성분으로 하는 혼합기체로, 다양한 화학 제품의 원료이며 전기 발전 등의 에너지원으로서 활용 가치가 높다.

이산화탄소의 전기화학적 전환은 상온·상압 조건에서 대기 중 온실가스를 감축함과 동시에 고부가가치인 탄화수소계 화합물로 전환할 수 있어 매우 각광받고 있다.

하지만 이산화탄소 전기화학적 전환에 필요한 이론적 구동 전압이 매우 높기 때문에 진정한 탄소중립 사회 구현을 위해 과도한 전력 소모량을 감소시켜 재생에너지와 연계하는 것이 요구된다.

기존 이산화탄소 전해공정은 이산화탄소 환원 공정이 이론전위가 높은 물 전기분해(1.23 V vs. RHE)와 짝반응을 이루는 구조로 구성되기 때문에 이산화탄소 전해공정에 필요한 총 소모전력이 매우 크다는 단점이 상용화에 가장 큰 걸림돌로 작용하고 있다.

본 연구팀은 기존 전력소모가 높은 물 전기분해 대신 상대적으로 소모전력이 낮은 암모니아의 전기화학적 산화반응(0.06 V vs. RHE)을 짝반응으로 구성하는 새로운 시도를 통해 총 소비전력을 낮추는 동시에 유해 암모니아와 이산화탄소를 고부가가치의 물질로 전환하는데 성공했다.



▲ 암모니아와 이산화탄소 동시전해 시스템을 통해 친환경 고효율 연료 생산 공정 개략도

자체 제작한 near Zero-gap 을 사용하여 암모니아-이산화탄소 동시 전해 공정으로 셀 구동 전압을 최대 34.04% 감소시켰으며, 일산화탄소(CO)와 수소(H₂)를 포함하는 합성가스 생산이 가능한 에너지 절약형 탄소 연료 생산 공정을 새롭게 제시하였다.

또한 생산하는 합성가스(Syngas, CO와 H₂의 혼합가스)에서 투입한 암모니아의 농도와 인가 전류밀도에 따라 CO:H₂의 비율을 선택적으로 조절할 수 있음을 증명하였다.

이재영 교수는 "이번 연구 성과는 경제적이면서 기존 공정보다 더 친환경적인 새로운 탄소 연료 생산 공정과 다양한 분야에서 맞춤형 합성가스 생산 가능성을 제시했다는 점에서 큰 의미가 있다"면서 "향후 전극촉매의 확장과 대면적화를 통해 친환경 연료를 대량생산하여 고효율연료 생산 공정의 확장을 기대한다"고 말했다.

지스트 이재영 교수가 주도하고 최민준 박사과정생 및 김진원 연구조교수가 참여한 이번 연구는 한국연구재단이 지원하는 공학분야 선도연구센터(ERC 에코시스템 연구센터) 지원으로 수행되었으며, 화학공학 기술 분야의 상위 3% 학술지인 'Chemical Engineering Journal'(IF=13.273) 에 2021년 10월 7일 온라인으로 게재되었다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Chemical Engineering Journal (Impact factor: 13.273, 2020년 기준)
- 논문명 : Syngas production for Fischer-Tropsch process via co-electrolytic processes of CO₂ reduction and NH₃ oxidation(DOI:10.1016/j.cej.2021.132563)
- 저자 정보 : 최민준 (제1저자), 김진원 연구조교수 (공동 제1저자), 정선기 박사 (공동저자), 이유진 (공동저자), 봉성울 연구부교수 (공동저자), 이재영 교수 (교신저자)

용어 설명

1. Chemical Engineering Journal

- 화학공학 기술 분야의 세계적 권위를 가진 국제학술지 (2020년 기준 영향력 지수 13.273) (Engineering, Chemical (4/143) (상위 2.74% 저널)

2. 이산화탄소 재자원화

- 이산화탄소를 전기화학적으로 전환하여 고부가가치의 유기화합물(Syn-gas, 포르메이트, 메탄, 에틸렌, 에탄올, 아세트알데하이드, 프로판올, 부탄, 부탄올 등)로 생산하는 과학과 기술이다. 최근 들어 재생에너지와 전기차 그리고 수소전기차의 보급 확대만으로는 2050년 탄소중립 목표 달성과 기후변화에 충분히 대응할 수 없기 때문에 실질적인 탄소 배출 저감을 위해서는 필수불가결한 선택이다.