

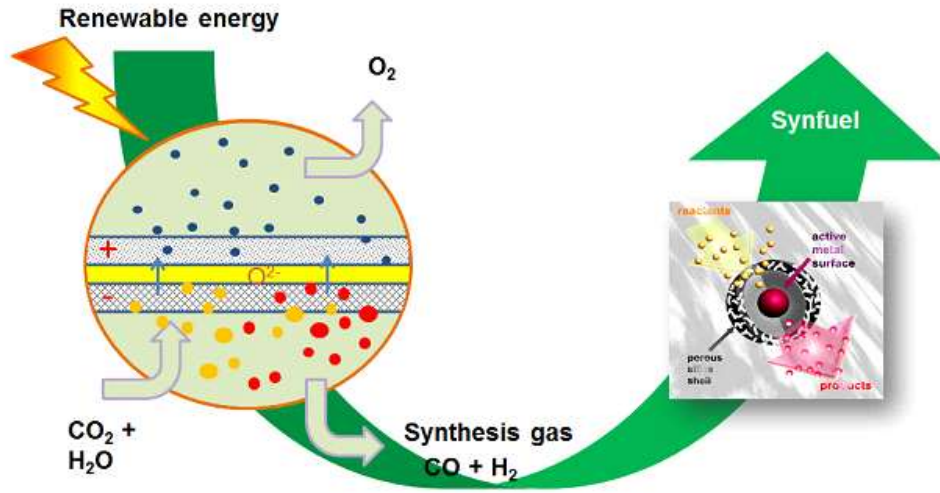
## H2O-CO2                      반응 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발 필요성

### 전해반응 대비 고효율, 경제적이며 열과 전기 동시 활용 가능함.

CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O의 고온전해반응에 의한 합성가스 제조 기술은 SOFC 및 HTE 기반 기술/소재를 이용하지만, 저온전기분해 시스템은 귀금속 전극 기반으로 메탄올 등의 수계/비수계 전해질과 고분자 전해질연료전지(PEMFC) 기반기술 및 소재를 적용해 개발됨. 저온전기분해를 통해 이산화탄소 전환으로 생산되는 화학제품 경우는 다양하지만 선택성과 촉매 전극 활성이 낮으며, 많은 에너지를 소모함. 하지만 고온전해 시스템은 생성물 선택도가 높고 전기 분해 전환효율이 거의 100% 이며, 전기와 열을 매우 효과적으로 사용할 수 있고, 높은 반응속도가 얻어질 수 있으며, CO<sub>2</sub> 와 H<sub>2</sub>O 을 적절한 비율로 공급하면 손쉽게 원하는 비율의 합성가스생산이 가능함.

### □ 신재생 에너지 저장 기술로 대두되며, 효율적 이산화탄소 연료화 기술임.

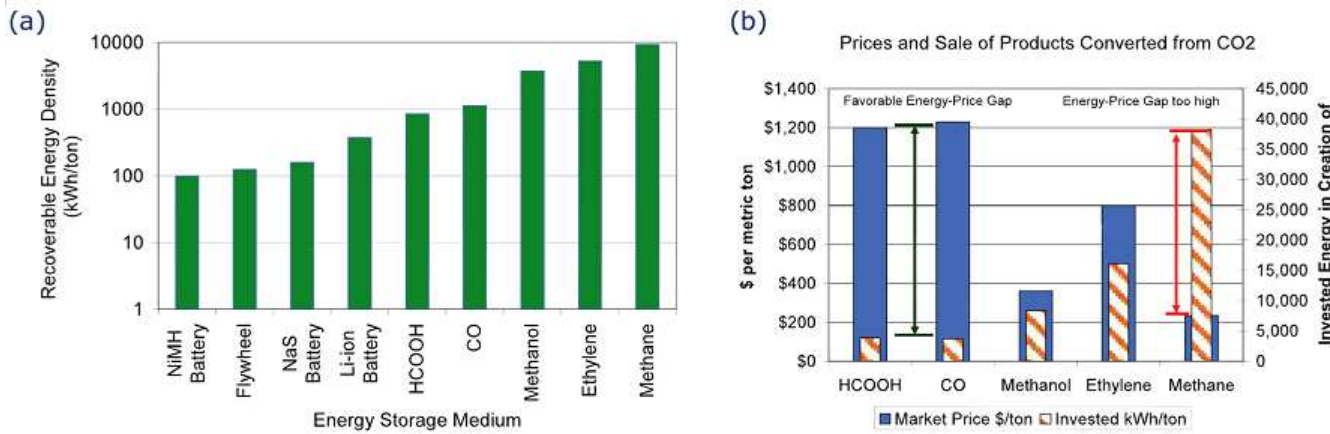
최근 발표된 논문에 의하면 이산화탄소의 연료화를 위해서 가능한 전기 화학적, 열화학적, 광화학적 경로들을 시험하고, 에너지 전환이 진행되는 분해단계에 초점을 맞추고 에너지 경로들의 기술 성숙도를 검토한 결과, 고온전해반응 시스템을 이용한 이산화탄소 연료화가 가장 유망하며, 실현 가능한 경로 중 하나로 보고하였음. 또한 고온전기분해 시스템은 저공해 혹은 신재생 에너지의 운송용 연료 에너지저장 대체방안으로 중요한 역할을 한다는 주장들이 설득력을 얻고 있음. 즉, CO<sub>2</sub>와 스팀의 고온전해에 의해 제조된 합성가스는 상업적으로 성숙된 기술인 Fischer-Tropsch(F-T) 공정에 의한 합성연료 제조공정의 원료로 사용될 수 있으며, 고순도 산소 제조가 가능함. 이것은 급속하게 보급이 증가하고 있지만 간헐적 공급특성에 따른 전력품질 저하가 문제가 되고 있는 신재생에너지의 수송용 연료로의 효과적 전력저장 방안으로써 주목받고 있으며, 더 나아가 Solar Fuel(태양연료)의 확장된 개념으로 발전하고 있음.



[그림 1] 신재생에너지를 이용한 물과  $\text{CO}_2$ 로부터 청정액체연료 생산 개념도

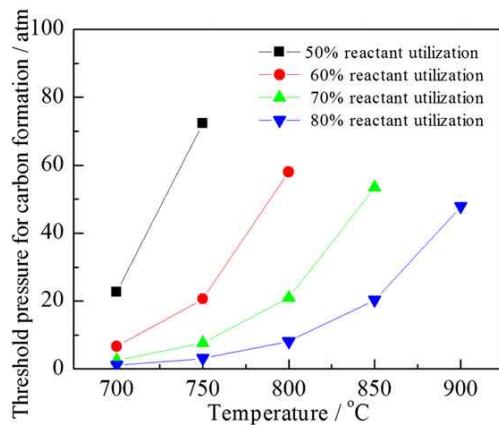
**효율적인 합성가스 생산 기술임.** 탄화수소계 화학제품 생산하기 위해서 산업적으로 중요한 시작물질이며,  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 의 고온 전기분해반응에 의한 합성가스 제조는 이산화탄소의 효과적 이용과 저감차원에서 매우 유망한 경로임. 합성가스, 특히 일산화탄소는 고용량 배터리를 비롯한 에너지 저장 매체 중 에너지밀도가 높은 수준이며, 산업적 이용도가 높고 투입 에너지 대비 기대 가치가 높아 메탄올, 에틸렌, 메탄 등에 비하여 고부가가치 화학제품임. [그림 6]

상대적인 부가가치뿐만 아니라, 전기화학 이론전위 값 비교에서도 일산화탄소 전환반응은 메탄올, 메탄 생성반응에 비해 열역학적으로 비자발적 반응이지만 에너지 소모가 작아서 적절한 고효율성이면서 고선택성 촉매가 사용될 경우 투입되는 에너지 대비 굉장히 높은 이산화탄소 저감 효과를 야기할 수 있음.

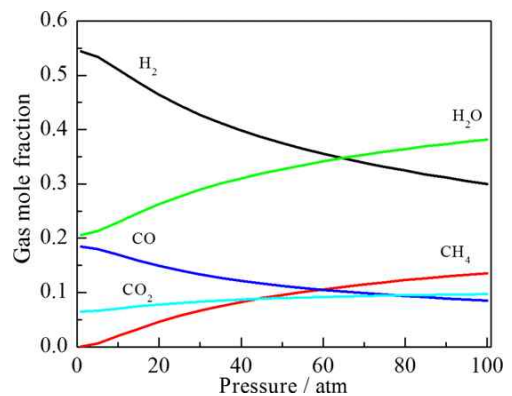


[그림 2] DNV, Carbon dioxide utilization (2011)

침적의 획기적인 저감과 후단 공정과의 통합을 위한 가압형 동시 전해 모듈 시스템 개발은 매우 필수적임. 스팀/CO<sub>2</sub> 주입 고온 동시전해 반응 모듈 시스템이 운전될 경우 가압 운전이 이뤄져야만 탄소 침적이 획기적으로 저감될 수 있으며, 고온 동시 전해반응 후 H<sub>2</sub>/CO 수율도 열역학적 분석을 통해서 증가될 수 있음. 또한, 동시 전해반응 시스템 후단에 통합되는 공정들이 전부 20-30기압 이상의 고압에서 운전되는 공정들이기 때문에 가압 공정의 적용은 필수 불가결적인 선택임.



[그림 3] 반응 온도 및 연료 이용율에 따른 탄소 적층 트레쉬홀드 압력 값



[그림 4] 반응 압력에 따른 반응기체 조성 비율

신재생에너지의 고효율 저장과 이송, 그리고 CO<sub>2</sub>의 화학적 전환을 고려한 물과 CO<sub>2</sub>로부터 합성가스 생산을 위한 신개념 고효율 전극 소재와 복합 촉매 소재의 개발이 매우 중요하다. 신재생에너지의 소규모 간헐적 생산과 장거리 이송을 고려한 고온합성가스로의 융합 변환 기술이 적극 요구됨. CO<sub>2</sub>의 포집과 저장의 소극적 대응 기술보다는 화학적 전환을 통한 고온합성가스 생산의 적극적 이용 기술 개발이 시급함. 중소규모 신재생에너지원의 효율적 이용을 고려한 모듈형 고온합성가스 생산 기술 개발이 필요함. 고온합성가스 생산용 반응장치의 고효율화, 콤팩트화를 위해 단일기능 촉매 사용보다는 다기능 동시 수행 가능한 복합기능 신개념 촉매 사용 요구됨. 고성능 촉매 및 전극 소재 제조시 나노 합성기술이 요구되며 그 소재 조성 및 구조적 측면에서 반응기에 최적화된 촉매 및 전극소재 설계가 선행되어야함.