: 코드번호 0301

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	수전해 전극 개발
연구 과제명 (Project Title)	재생에너지 이용 극대화를 위한 2MW급 하이브리드수전해 그린수소 생산 및 저장기술 개발(2MR8150)
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	수전해 촉매 합성 및 전기화학 분석 (Electrocatalysis for water electrolysis)

(연수 내용)

● 활용분야:
수전해 촉매 합성 및 전기화학 분석 (Electrocatalysis for water electrolysis)

● 수행과제:
재생에너지 이용 극대화를 위한 2MW급 하이브리드수전해 그린수소 생산 및 저장기술 개발(2MR8150)

● 직무 내용:
수전해 수소 생산을 위한 금속 황화물 촉매/전극 개발 및 전기화학 분석 (Development of Electrocatalyst and Electrode for Electrochemical Water Splitting)

● 채용사유:
- 전해를 이용한 화합물 합성 촉매 및 전극 개발을 수행하던 임아연(박사과정), 최지현(석사과정), 라마비(석사과정), 오진호(석사과정) 학생이 2020년 8월 졸업에 의한 퇴사로 결원이 발생할 예정임, 이에 현재 진행중인 수전해 촉매 개발의 연구 연속성 및 과제의 원활한 진행을 위해 채용하고자 함.

소속 센터/단 명(Center) : 수소·연료전지연구단

연수 책임자(Advisor) : 박 현 서

: 코드번호 0301

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	재료 및 화학 공정 개발
연구 과제명 (Project Title)	바이오매스 유래 미이용 C5 유기화합물로부터 신재생 수소생산 공정개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	액상개질 촉매 개발

(연수 내용)

- 연수기간 : 2020. 11. 01 – 2021. 10. 31

- 연수 내용 :

1. 연수의 목적 및 필요성

본 과제의 연구수행 인력이었던 양혜민 인턴이 퇴직함에 따라 이를 대체할 신규인력이 필요함

2. 연수의 내용, 방법, 범위

자일로스 유기화합물을 액상 개질이 쉬운 형태(예, 자일리톨, 에틸렌글리콜, 글리세롤 등)로 바꾸는 전처리 프로모터 개발

고활성, 고내구성 액상 개질 촉매 합성 기술 개발

3. 연수결과에 대한 기대효과 및 활용방안

본 연구과제의 최종 연구 성과물은 바이오매스 유래 미이용 C5 이상 유기화합물 (자일로스 등)로부터 수송용 연료전지 적용을 위한 고순도 수소를 제조하는 공정개발임. 이 방법에 의한 수소 제조는 미이용 유기화합물 개질 반응의 어려움 때문에 아직까지 성공적으로 개발된 사례가 없음. 폐기물로 버려지는 미이용 유기화합물을 수소 생산에 사용할 수 있게 되고 수소 생산의 경제성을 기존 상용화된 천연가스 수증기 개질 기술 수준으로 올릴 수 있게 됨.

4. 기타 관심분야 등

암모니아 합성을 위한 고성능 촉매를 개발하는 것에도 관심이 있음

소속 센터/단 명(Center) : 수소연료전지연구단

연수 책임자(Advisor) : 최선희

: 코드번호 0301

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	화학, 화학공학, 재료공학, 기계공학
연구 과제명 (Project Title)	암모니아/LOHC 탈수소화 수소 생산 시스템 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	촉매 합성, 촉매 분석, 촉매 활성 평가

- 본 연구 과제에서 최종적으로 개발하고자 하는 제품/시스템은 암모니아 혹은 수소유기저장물질 (LOHC)의 탈수소화 촉매 반응을 통하여 고순도 수소를 생산하는 장치임.

- 본 연구 과제에서 KIST 수소연료전지연구단의 개발 범위는 다음과 같음.

1) 암모니아/LOHC 분해 반응용 금속 기반 탈수소화 촉매 개발
   - 귀금속 (예: Ru, Pd, Pt, 혹은 이들의 합금) 기반 나노촉매 탐색 및 합성
   - 귀금속 기반 펠렛촉매 합성
   - 기 합성된 촉매를 이용, 다양한 반응온도 및 압력에 따른 반응인자 도출
   - 고성능, 고내구성 확보를 위한 활성점-지지체 상호작용 강화 연구

2) 수소발생 촉매의 특성분석
   - 촉매 분석방법에 기반한 촉매의 특성분석
   - 촉매의 활성점-지지체간 상호작용 분석
   - 분석결과의 해석에 기반한 촉매의 성능 향상 연구

- 본 연구 과제에 관심이 있는 연수생은 다음과 같은 업무가 주어질 예정임.

1) 단일 또는 합금 불균일 촉매 합성
2) 다양한 분석 장비를 이용한 촉매 분석 (DRIFTS, XRD, XPS, STEM, EXAFS..)
3) 촉매 활성도 장비 제작 및 설계, 촉매 활성도 장비를 이용한 촉매 활성도 평가
4) Chemisorption을 이용한 촉매 표면 반응 메커니즘 규명

소속 센터/단 명(Center) : 수소·연료전지연구단

연수 책임자(Advisor) : 손현태 선임연구원

: 코드번호 0301

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	수소전기차용 차세대 수소저장/방출 원천 기술 개발
연구 과제명 (Project Title)	차세대 수소 저장체 기반 차량 On-board용 촉매 및 반응 시스템 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	수소전기차용 차세대 수소저장/방출 반응기 및 시스템 원천 기술 개발

(연구 개요)

- 활용분야: 기계공학, 화학공학, 기계시스템공학, 메카트로닉스, 자동차공학, 응용화학, 공업화학, 환경공학
- 수행과제: 차세대 수소 저장체 기반 차량 On-board용 촉매 및 반응 시스템 개발
- 배경 및 목적: 기존 연료 공급 인프라를 활용하면서 수소 저장 무게/부피 밀도 개선이 요구됨. 이에 따라 새로운 수소저장/방출 반응기 및 시스템 원천 기술 개발 필요
- 직무 내용:

1. 수소전기차용 수소저장 및 방출 반응기 및 시스템 개념 설계
2. 수소저장 및 방출 반응기 구성 촉매 성능 및 내구성 평가
3. 반응기 및 각종 BOP 개발
4. 반응기 및 각종 BOP 집적화 통해서 차량에 탑재 가능한 시스템 개발

(세부 연수 내용)

1. 수소전기차용 수소저장 및 방출 반응기 및 시스템 개념 설계
   - 공정 설계 기법을 활용한 수소저장 및 반출 반응기 시스템 에너지 흐름 설계
   - 시스템 구성 요소 용량 및 배치 개념 설계 및 후보 시스템 검토
2. 수소저장 및 방출 반응기용 촉매 성능 및 내구성 평가
   - 기구축 촉매 반응 시스템 활용 최적 촉매 종류, 사용량, 반응 운전 조건 도출
   - 우수 촉매 후보군 바탕으로 촉매 선택도 및 내구성 평가
   - 촉매 선택도 및 내구성 개선 방안 도출
3. 반응기 및 각종 BOP 개발
   - 반응기 및 각종 BOP 설계, 제작, 성능 평가
   - 반응기 및 시스템 Scale-up 방안 도출
4. 반응기 및 각종 BOP 집적화를 통해서 차량에 탑재 가능한 시스템 개발
   - 3D 설계 기법 활용을 통해서 차량용 On-board 수소 저장/추출 시스템 설계 도출
   - 도출된 시스템 설계안 바탕으로 실제 시스템 제작 및 초기 성능 평가

소속 센터/단 명(Center) : 수소연료전지연구단

연수 책임자(Advisor) : 김용민

: 코드번호 0301

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	화학수소저장체 기반 수소 저장 및 방출 원천 기술 개발
연구 과제명 (Project Title)	액상 및 고상 수소운반체 이용한 수소 저장 및 방출
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	불균일계 촉매 이용한 수소화/탈수소화 반응 테스트

1) 액상유기수소운반체 기반 수소화 및 탈수소화 촉매 테스트
- 수소운반체로 뛰어난 후보군인, 액상유기수소운반체(LOHC, 유기화합물) 기반 수소화 및 탈수소화 반응용 고내구성 및 고활성을 가진 촉매 분석 (XPS, XRD, Chemisorption) 및 생성 물질 화학적 분석 (NMR, GC, UV-vis)
- 수소화 및 탈수소화 반응 조건 최적화

2) 화학적 수소저장체를 이용한 차량용 수소 발생 시스템 개발 (현대자동차 과제)
- 화학적 수소저장체 기반 수소 추출 시스템 개발
- 수소 저장 및 방출 반응은 삼상 반응이 관여하는데, (고체 촉매, 액체 반응물질, 기체 반응물 및 생성물) 이를 최적화 할 수 있는 연구
- 신규 액상유기수소운반체 및 기존의 물질의 수소화 및 탈수소화 반응열 출입 및 방출 측정 예정 (calorimetry). 측정된 열량 값은 추후 반응기의 열전달 최적화를 위한 기초 데이터를 제공할 예정.

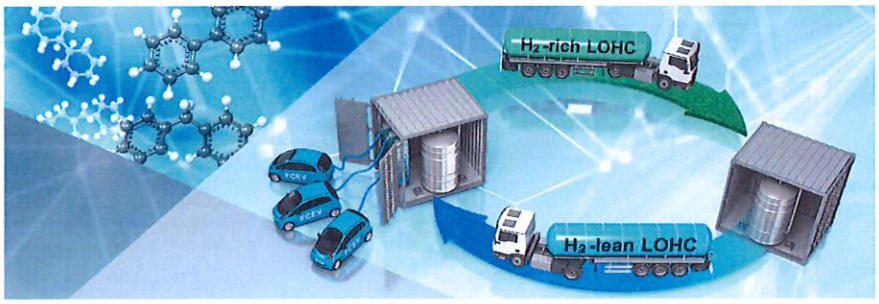

그림. 액상유기수소운반체(LOHC)가 수소 운반체로 이용되는 모식도

소속 센터/단 명(Center) : 수소연료전지연구단

연수 책임자(Advisor) : 정향수

: 코드번호 0301

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	수소추출기 개발 (화학공학, 재료공학, 기계공학)
연구 과제명 (Project Title)	LOHC 기반 수소방출 시스템 원천기술개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	액상수소화합물 기반 수소방출 시스템 기술개발

(연구 개요)

- 활용분야: 화학 공학 (촉매, 반응), 기계 공학 (열유체)
- 수행과제: LOHC 기반 수소방출 시스템 원천기술개발
- 직무 내용:
  1) 연료전지 기반 에너지 변환 시스템 개발
  2) 화학적 수소저장 물질로부터 수소를 발생시키는 촉매 개발 및 반응기 설계
  3) 데모 시스템 제작, 실제 드론 등에 탑재 및 실증

(세부 연수 내용)

1) 수소 발생 촉매 개발
 - 수소저장 화합물로부터 수소를 방출시키는 고효율 탈수소화 반응 촉매 개발
 - 개발된 촉매의 성능 평가 및 분석

2) 연료전지에 수소를 공급하는 수소 파워팩 시스템 개발
 - 기 개발된 수소 발생 촉매를 사용한 반응기 제작
 - 발생된 수소를 연료전지와 연계 구동하여 전력을 생산
 - 개발된 공정을 최적화하여 시스템 제작 및 실증

그림. 수소 생산을 위한 에너지 변환 Flow Diagram

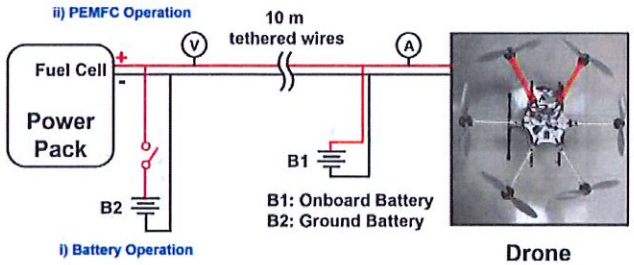

그림. 에너지 변환 시스템의 개략도

소속 센터/단 명(Center) : 수소·연료전지연구단

연수 책임자(Advisor) : 조영석

: 코드번호 0302

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	에너지 구조재료
연구 과제명 (Project Title)	탄화수소 분해 공정에서 알루미늄 첨가형 Ni 합금의 침탄 저항성 연구
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	합금 성분 및 미세조직 제어를 통한 고온 산화 및 침탄 거동 제어

(연수 내용)

탄화수소를 1000℃ 고온에서 분해하여 에틸렌, 프로필렌을 생산하는 공정은 석유화학 산업의 핵심공정으로 국내에서는 2017년 기준으로 8백 8십만톤의 에틸렌과 8백 3십만톤의 프로필렌이 생산되어 각각 8십만톤과 1백 6십만톤의 제품이 수출 되는 등 국내 중공업 산업의 핵심적 역할을 수행하고 있음.

고온에서 작동하는 공정의 특성상 반응로 파이프 소재에 탄소가 증착되는 Coking 현상과 탄소 원자가 침투되는 침탄 현상이 발생하게 되는데, Coking 현상은 공정의 delta-P를 증가시켜 공정 효율을 떨어뜨려 주기적으로 탄화수소 분해 공정을 중단하고 수증기와 산소가 혼합된 가스를 주입하여 표면 Coke층을 제거하는 decoking 공정이 수행하고 있음. 또한, 침탄 현상은 재질 내 탄화물 분율을 증가시키며 취화로 이어져 재질의 수명을 저하시킴.

이를 개선하기 위해 기존의 고크롬-고니켈 소재에 알루미늄을 일부 첨가하여 표면에 알루미늄 산화물을 형성하고, 이를 이용하여 Coke layer 형성과 침탄 현상을 지연 시키는 새로운 소재를 개발하고, 이 소재에 형성될 것으로 기대되는 알루미나 층의 안전성, 산화층 탈락시 공정 환경내 재생 가능성, 수명에 대한 데이터를 확보하고자 함.

소속 센터/단 명(Center) : 에너지소재연구단

연수 책임자(Advisor) : 김동익