

〈 영국 측 공동연구실 소개 자료 〉

한국 연구책임자	소속/연구실명	KAIST / Energy Fundamental Design Lab
	성명	이 재 우 교수
영국 연구책임자	소속/연구실명	University of Leeds / Institute of Particle Science and Engineering
	성명	Prof. David Harbottle

■ 한국 연구실 소개

연구책임자 소개	
	<p>이재우 (Jae Woo Lee) 교수 E-mail: jaewlee@kaist.ac.kr Tel: +82-42+350-3940</p> <p>학력 사항 1990년 서울대학교 공과대학 화학공학과 학사 1992년 서울대학교 공과대학 화학공학과 석사 2000년 Carnegie Mellon university 화학공학과 박사</p> <p>주요 이력 1992-1997년 Research Engineer, Ssangyoung Oil (current S-Oil) Refining Co. Ltd. 2000-2001년 Alexander von Humboldt Research Fellow at RWTH, Germany 2001-2012년 Assistant, Associate, and Full Professor at the City College of New York, CUNY 2012-현재 Professor, Dept. of Chem. Eng., KAIST</p>
연구실 소개(주요 연구 분야, 보유 장비 등을 중심으로 기술)	
<p>KAIST EFDL은 Particle science와 관련하여, 특성 입자의 제조 및 분석 그리고 이에 대한 공정의 적용 등 에너지의 효율적 사용을 위한 연구를 진행하고 있다. 특히 이산화탄소의 전환기술을 이용하여 다공성 탄소 입자의 제작에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 이를 활용하여 연료 전지의 전극, 슈퍼 캐패시터, 촉매개발과 같은 다양한 분야에 특화된 나노 입자 제작을 수행한 바 있다. 또한 본 연구와 관련하여, 셀룰로오스 등의</p>	

친환경 고분자를 이용한 핵사시아노페레이트의 효율적인 캡슐화 전략을 성공적으로 수행한 바 있으며, 추가적으로 자성복합체 형성을 위한 연구를 진행 중에 있다. 이와 관련한 논문은 다음과 같다.

- Yonghwan Kim, Yun Kon Kim, Seongjun Kim, David Harbottle and Jae W. Lee, Highly effective adsorption of Cs^+ from aqueous solutions by immobilization of potassium copper hexacyanoferrate in a cellulose-based hydrogel, submitted.
- Yun Kon Kim, Gi Mihn Kim and Jae W. Lee, Highly porous N-doped carbons impregnated with sodium for efficient CO_2 capture, J. Mater. Chem. A, 2015, 3, 10919–10927.
- Junshe Zhang, Ayeong Byeon and Jae W. Lee, Boron-doped carbon-iron nanocomposites as efficient oxygen reduction electrocatalysts derived from carbon dioxide, Chem. Commun., 2014, 50, 6349–6352.
- Junshe Zhang, Ayeong Byeon and Jae W. Lee, Boron-doped electrocatalysts derived from carbon dioxide, J. Mater. Chem. A, 2013, 1, 8665–8671.

주요 연구 장비로는 흡착제의 제조를 위한 퍼네스 (Furnace), 그리고 제조한 입자의 표면 및 미세 기공특성을 분석하기 위한 BET 표면분석 장치를 비롯하여, Gas Chromatography, Mass Spectrometry 등의 계측장비를 보유하고 있다. 또한 KAIST 내의 중앙분석센터 및 나노종합기술원과 연계하여, ICP-MS / OES, SEM, TEM, XRD, XPS, FTIR, Zetasizer 등의 다양한 분석장비를 활용할 수 있는 여건이 구축되어있다.

연구실 주요 장비 사진

Furnace



BET surface characterizer



Gas Chromatography



■ 영국 연구실 소개

연구책임자/연구진 소개
<p>연구책임자: Dr. David Harbottle</p> <p>공동연구책임자: Dr. Timothy Hunter / Prof. Bruce Hanson</p> <p>연구원: Huagui Zhang (post-doc.) / Ryan Cooper</p>
연구실 소개(주요 연구 분야, 보유 장비 등을 중심으로 기술)
<p>UofL의 연구책임자인 Harbottle 교수는 계면화학과 콜로이드 사이언스에 대한 지속적인 연구를 통해, 해당 분야에 대한 폭넓은 지식을 보유하고 있다. 또한 뉴욕시립대학의 Energy institute의 연구원 근무 당시, KAIST의 이재우 교수와 야누스 자성나노입자 합성에 관한 공동연구를 수행한 바 있으며, 캐나다의 알버트 대학 (University of Alberta)에서 계면화학 및 공정의 전문연구원으로서 오일 추출 연구를 수행한 바 있다. 주요 연구 분야를 세분화하면 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 콜로이드 입자에서의 핵종오염과 관련된 연구 - 미세 입자의 기포 부유선풋법 - 콜로이드 입자의 계면 및 표면 특성분석 <p>위와 관련하여 주요 출간 논문은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Li Z; Harbottle D; Pensini E; Ngai T; Richtering W; Xu Z, Fundamental study of emulsions stabilized by soft and rigid particles. Langmuir, 31(23), 6282-6288, 2015. - Tamiz Bakhtiari M; Harbottle D; Curran M; Ng S; Spence J; Siy R; Liu Q; Masliyah J; Xu Z, Role of Caustic Addition in Bitumen-Clay Interactions. Energy and Fuels, 29, 58-69. 2015. <p>주요 연구 장비로는, 세슘 및 스트론튬의 흡착정도를 정량화할 수 있는 AAS (Atomic Absorption Spectroscopy), 입자, 고분자 이온 등의 흡착거동을 측정할 수 있는 QCM-D, 원자력 현미경 (AFM) 등을 보유하고 있다. 또한 미세입자의 부유선풋실험을 위한 장비를 구축하고 있으며, 이를 촬영하기 위한 고속카메라 또한 설비하고 있다. 그리고 공동 연구 장비로, TEM, SEM, XFS 등의 다양한 연구 장비를 구비하고 있다.</p>

연구실 주요 장비 사진

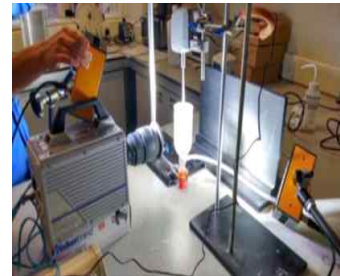
AAS



QCM-D



Gas Chromatography



■ 한·영 공동연구 수행 내용

(현재 진행 중인 공동연구 부문을 중심으로 연차별 기술)

KAIST EFDL과 UofL이 공동으로 수행하는 과제의 연구목표는 대표적 고 방사성 물질인 세슘과 스트론튬을 특이적으로 흡착하고, 이의 흡착폐기물을 표면습윤성기반 부유 선광법과 자성 운반입자를 이용하여 효과적으로 분리해내는 기술을 개발 및 선 확보하는 것이다. 이와 관련하여 공동연구 수행의 연차별 세부목표는 다음과 같다.

– 1차 년도 : 세슘 흡착제 개발 (KAIST 90% + UofL 10%)

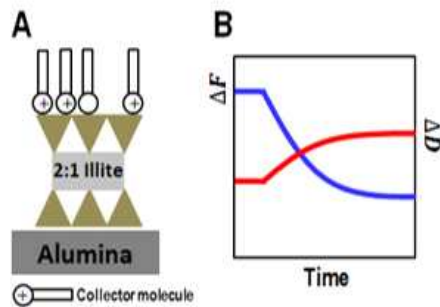


Cellulose:Encapsulation Polymer (왼쪽)와 Hexacyanoferrate:Active site(오른쪽)

방사성 세슘을 고효율로 제거하기 위한 Cellulose-potassium copper hexacyanoferrate 복합체를 개발하였으며, 이에 대한 물리화학적 분석과 흡착성능을 평가하였다. 상기 개발된 흡착제는 다량의 경쟁이온이 존재하는 바닷물과 다양한 pH 조건에서도 빠른 속도로 세슘에 대한 선택적이고 높은 제거율을 보여주어 우수한 흡착성능을 입증하였다. 관련 세부사항은 연차실적계획서에 기재하였다.

- 2차 년도 : 세슘, 스트론튬 흡착을 위한 자성 셀룰로오스 복합체 및 탄소 금속 복합체의 제조 (KAIST 50% + UofL 50%)

a. 현재 1차 년도에 개발한 흡착복합체에 자성을 부여하기 위하여 Fe_3O_4 를 추가적으로 고정화하는 연구를 진행 중에 있다. 효과적인 복합체 형성을 위하여, 단순 캡슐화 작업이 아닌 자성에 시트릭산을 접합하여 자성 기능을 부여하고 이에 대하여 흡착 작용기를 성장시키는 방안을 준비하고 있다. 또한 이에 대해서 영국 리즈 대학의 QCM-D 분석을 이용하여, 흡착속도와 양적분석을 진행할 예정이다.

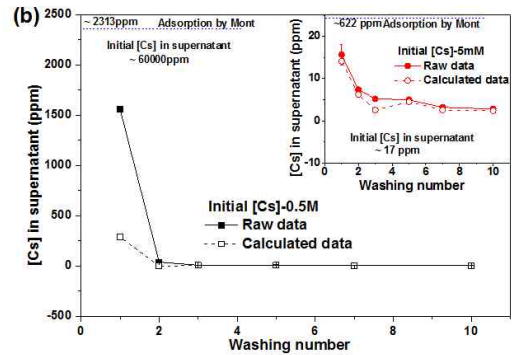
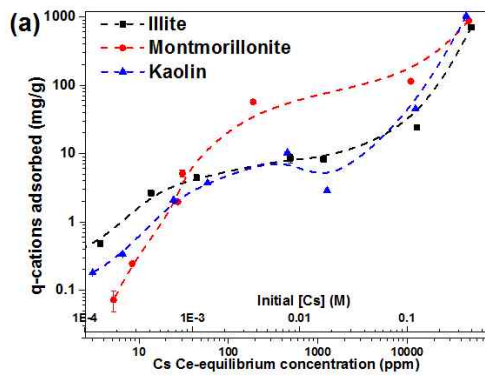


QCM-D 분석

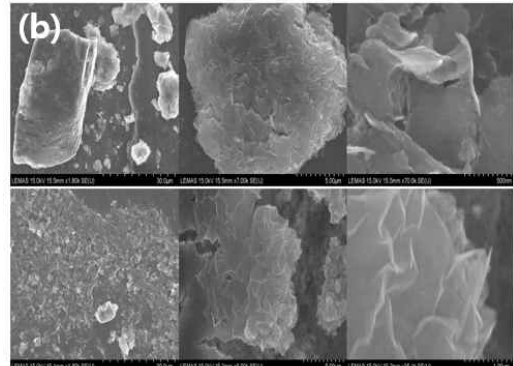
b. 탄소 금속 복합체의 제조 (영국 리즈대학 연수인원: 백서연 박사과정)
다공성 탄소에 금속을 함침 또는 고정화하여 탄소 금속 복합체를 합성하고 이에 대한 표면 기작을 조절(표면적, 공극 크기 분포 등)하여 세슘 또는 스트론튬과 특이적으로 흡착할 수 있는 흡착제를 개발하기 위한 연구를 진행 중에 있다. 또한 이에 대하여 영국 측과 협업하여 부유선광 활용 가능성을 QCM-D 등의 분석을 이용하여 검토할 계획이다.

c. 점토 물질을 이용한 세슘의 흡착 (영국 리즈대학 진행)

현재, 영국 리즈대학은 montmorillonite, illite and kaolinite 등의 점토물질을 이용하여 세슘 흡착 Kinetics에 관한 연구를 진행 중에 있다. 점토물질을 이용하면 고농도의 방사성 세슘을 전처리 단계에서 대량 제거할 수 있어, 이후 단계에서의 효율을 극대화할 수 있다. 또한 고농도 또는 저농도의 세슘 농도 변화에 따른 점토입자의 물리화학적 특성변화를 파악하기 위한 연구도 진행 중에 있다.



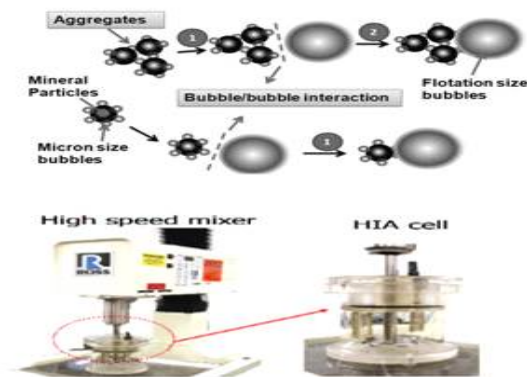
(a) 3가지 종류의 점토물질에 대한 세슘 흡착등온선. (b) 세척 횟수 변화에 따른 점토물질에 흡착된 세슘의 안정성 평가 (상층액의 세슘농도 측정)



(a) 세슘의 농도 변화에 따른 점토물질의(Montmorillonite) 응집거동에 대한 사진. (b) 세슘농도에 따른 Montmorillonite의 SEM 사진 ; 상단 사진 0.5M CsCl / 하단 사진 5mM CsCl.

또한 이후 영국리즈대학 연구진은 KAIST와 공조를 위하여 점토 물질의 층간에 Hexacyanoferrate를 인터칼레이션시키는 연구를 계획하고 있다. 이를 이용하면 선택적 흡착성능을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 예상되며, 또한 추가적으로 유기물을 이용하여 점토물질의 소수성을 증대하기 위한 방안도 고려중에 있다.

- 3차 년도 : 세슘과 스트론튬을 제거하기 위한 분리공정의 설계 (KAIST 10% + UofL 90%)



이종기포 생성과 유체역학 공동현상 실험 장비

1,2차 년도 연구진행 간에, 기 합성된 흡착제를 이용하여 다음과 같은 세부안에 따른 분리공정 설계를 계획하고 있다.

- 유체역학적 공동현상을 이용한 입자 표면에서의 미세 기포 이중 핵생성
- 입자의 소수성 및 습윤성 조절을 통한 미세 입자 부유 선광법의 최적화
- 이중 기포 부유 선광법 최적화 및 액상표면으로부터 자성운반입자 분리
- 자체 개발한 자성운반입자를 이용한 공정과 기존 기술력의 비교를 통한 기술 가치 평가

■ 기타 연수 관련 정보 및 유의사항

현재 영국파견인원은 2016년 3월 1일에 연수를 시작한 백서연 박사과정 학생 1명이며, 오는 7월 11일에 김용환 석사과정 학생을 추가로 파견할 예정이다. 또한 김윤곤 박사과정 학생을 (2017년 2월 예정) 추가로 파견할 계획이다. 이에 대한 연구 내용 및 세부 계획은 연차실적계획서에 상세히 기재하였다. 또한 파견 연구 간에 2년차 연구진행에 따른 목표를 점차 구체화하고, 차후 이에 대한 연구 계획 달성여부를 평가할 예정이다.

■ 첨부자료 목록: 해당사항 없음