참관기

E-MRS 학회 소개

변지원

- 한국생산기술연구원
- 단국대학교 유기나노시스템공학과 안전융합연구부문, 학연석사생

심재우

- 한국생산기술연구원
- 한양대학교 첨단소재학과 안전융합연구부문, 학연석사생

지난 5월, 프랑스 스트라스부르(Strasbourg)에서 열린 2025 E-MRS(European Materials Research Society) Spring Meeting에 참석할 수 있는 기회를 얻었다. E-MRS는 소재 과학 및 공학 분야에서 세계적으로 권위 있는 학술대회로, 매년 다양한 주제를 다룬 최신 연구 결과들이 발표되고 전 세계 연구자들이 교류하는 장이다. 특히, E-MRS는 1983년 프랑스 스트라스부르에서 설립되었는데, 스트라스부르는 유럽 중심부에 위치해 독일, 스위스 등 인접 국가들과의 접근성이 뛰어나 국제 학술 교류에 적합하고, 유럽의회와 같은 유럽 통합의 상징적 기관들이 자리해 과학 협력의 상징적 의미도 가지고 있다. 스트라스부르 대학교는 과학 연구의 전통이 강한 대학으로, 초기 E-MRS 창립을 주도한 연구자들이 이곳에 소속되어 있었던 점도 중요한 배경이 되었다. 학회가 열린 스트라스부르는 프랑스 동부, 독일과의 국경 가까이에 위치한 도시로, 중세 분위기의 아름다운 건축물과 현대적인 도시 기반 시설이 어우러져 독특한 매력을 자아냈다. 특히 유네스코 세계문화유산으로 지정된 구시가지의 목조 건물과 운하 풍경은 정말 인상적이었고, 바쁜 일정 속에서도 잠시 산책하며 그 분위기를 느낄 수 있어 좋았다. 학회는 스트라스부르 컨벤션 센터에서 열렸는데, 외관부터 세련되었고 내부도 학회 진행에 딱 맞게 구성되어 있어 발표와 네트워킹이 원활하게 이루어졌다. 각 세션은 넓고 조용한 공간에서 진행되어 발표에 집중하기 좋았고, 포스터 세션과 전시 부스도 잘 배치되어 있어 다양한 정보를 쉽게 접할 수 있었다.

이번 학회에는 한국생산기술연구원 인간중심생산기술연구소 안전융합연구부문 소속 김주란 수석 연구원과 변지원, 심재우 학연생이 함께 참석했다.

Figure 1. 학회장 건물 (Strasbourg convention center).

E-MRS는 현재 4,000명 이상의 산업계, 학계, 정부기관, 연구소 소속 회원들이 활발히 참여하는 유럽 대표의 소재 과학 학회이다. 단일 분야에 국한되지 않고, 다양한 재료 관련 분야의 연구자들이 함께 모여 최신 연구 성과를 공유하고, 연구 간 융합 및 국제 협력을 촉진하는 것을 핵심 가치로 삼는다. 매년 5~6월경 열리는 Spring Meeting은 평균 3,000여 명이 참석하고 동시에 25개 내외의 심포지엄이 운영되고 전시회도 동시에 열리는 대규모 행사이며, 9월에 열리는 Fall Meeting 또한 20개 이상의 세션으로 구성된다. 모든 심포지엄은 재료 성장 및 특성에 대한 실험적·이론적 이해, 신소재 공정 기술, 전자소자 개발 등 기능성 소재의 물리적 특성을 주제로 한 연구 발표로 구성되며, 학문적 깊이와 응용 확장성을 고루 갖춘 국제 학회로 자리잡고 있다.

소재 과학 전반을 포괄하는 학술 행사로, 매년 열리는 심포지엄들은 기초 재료 물성 연구부터 첨단 응용 기술까지 폭넓은 스펙트럼을 아우른다. 세라믹, 금속, 반도체, 박막, 나노소재 등 고전적인 소재 기반 연구가 중심이 되어 왔으나, 최근에는 연성 전자소자(flexible electronics), 바이오소재, 에너지 저장 및 변환 재료, 지속가능한 친환경 소재, 수소·이산화탄소 관련 기능성 재료 등과 같은 미래형 소재 분야로 관심이 확대되고 있다. 이 과정에서 섬유 기반의 고분자 복합재, 전자섬유(E-textile), 바이오섬유를 활용한 조직공학 및 약물 전달 시스템 등도 다뤄지고 있어, 섬유공학을 연구하는 입장에서 관심을 가질 만한 주제들이 포함되어 있다.

특히, 각 심포지엄에서는 재료의 성장 과정, 미세구조 및 계면 분석, 열·기계·광학적 특성, 그리고 나노에서의 작동 메커니즘까지 다루며, 이를 실제 응용 가능한 소자 수준으로 연결하는 발표들도 활발하게 이루어진다. 또한, 최근 학회에서는 탄소중립 기술, 차세대 반도체 패키징 소재, 재료 기반 인공지능(AI for Materials) 등의 주제도 포함되어 있으며, 재료 과학이 에너지, 헬스케어, 환경, 전자·통신 등 다양한 산업 분야와 융합되어가는 흐름을 반영하고 있다.

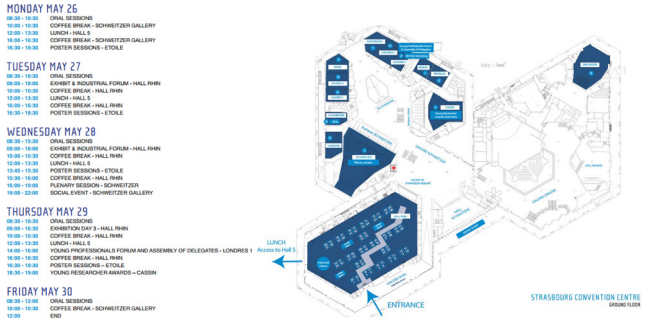

Figure 2. 학회 일정 및 심포지엄 지도.

학회는 단순히 연구 발표만으로 끝나지 않고, 다양한 전시와 기업 참여 프로그램도 함께 열렸다. 5월 27일부터 29일까지는 약 80여 개의 기업 및 출판사가 참가한 전시회가 열렸는데, 이곳에서는 연구 장비, 시뮬레이션 소프트웨어, 최신 과학 저널, 소재 관련 기술 등을 직접 보고 체험할 수 있었다. 포스터 세션이 열리는 공간 인근에 마련된 전시 구역에서는 참가자들이 자유롭게 오가며 기업 관계자들과 대화를 나누거나 제품 시연을 직접 볼 수 있는 기회도 제공되었다.

Figure 3. 전시회장 현장 및 참여 회사.

또 하나 눈에 띄는 구성은 산업 포럼이었다. 전시장 한편에 마련된 별도 좌석 공간에서 진행된 이 포럼에서는 산업체와 연구기관이 자사의 기술, 신제품, 프로젝트 협력 기회를 소개하는 시간을 가졌다. 실제 구직자나 연구협력자를 대상으로 한 인턴십·채용 정보도 공유되어, 연구뿐 아니라 산업계 진출을 고려하는 참가자들에게도 유익한 프로그램이었다.

학회에 도착하면 등록증을 출력한 뒤, 입장을 진행한다. 사전에 이메일로 받은 등록증에는 이름, 소속, 국적, 세션 일정표 등이 적혀 있고, 뒷면에 인쇄된 QR 코드를 통해 개별 등록자의 발표 일정이나 초록 내용을 실시간으로 확인할 수 있다. 입장과 동시에 제공되는 또 하나의 혜택은 스트라스부르 대중교통 이용권이었다. CTS라는 현지 교통 앱에 QR 코드를 등록하면, 트램과 버스를 포함한 시내 교통을 5일 동안 자유롭게 이용할 수 있다. 학회 기간 중 시내 이동이 잦은 만큼, 이 서비스는 실제로 매우 편리하게 활용되었다. 올해부터는 학회 기간동안 점심이 3코스(appetizer-main-dessert)로 제공되는데 참석자들이 별도로 식당을 찾아 이동하는 시간을 절약할 수 있고, 식사 시간 동안 다른 연구자들과 자연스럽게 교류하며 네트워킹 할 수 있는 기회도 마련할 수 있었다.

컨벤션 센터의 규모가 상당히 큰 편이라 로비에 들어서기 전 반드시 안내 지도를 챙기는 것이 좋다. 세션별 강연장이 심포지엄 주제에 따라 나뉘어 있어, 각 오랄 세션이 동시에 여러 곳에서 진행되기 때문에 처음 방문한 참가자라면 길을 찾기 쉽지 않다. 세션 중간중간에는 커피 브레이크가 제공되어, 참가자들이 커피나 차를 마시며 발표에 대해 이야기를 나눌 수 있는 여유로운 분위기가 조성되었다.

Figure 4. 점심 식사 장소 및 제공되는 점심 코스 요리.

E-MRS는 전통적인 소재부터 최근 주목받는 첨단 재료까지 매우 폭넓은 주제를 다루는 학회다. 세라믹, 금속, 반도체, 바이오소재, 고분자 등 다양한 분야가 함께 논의되며, 섬유와 관련된 주제도 일부 심포지엄에 포함되어 있었다. 복합소재, 연성전자소자, 생체적합성 재료 등을 다루는 세션에서는 섬유 기반 소재가 핵심 예제로 자주 등장했고, 이에 따른 응용 사례나 공정 기술에 대한 발표들도 매우 흥미로웠다.

개인적으로 주목했던 발표들은 섬유공학과의 연계 가능성을 고려해 들은 것들이다. 예를 들어, 고분자 섬유를 기반으로 한 기능성 복합재료, 전자섬유(E-textile), 바이오 섬유, 혹은 필터에 활용되는 소재 등 섬유가 주요 요소로 작용하는 다양한 응용 사례들이 인상 깊었다.

이번 학회에서는 스마트 텍스타일과 전자섬유 관련 주제가 활발히 다뤄졌다. 센서 기능을 갖춘 섬유, Energy harvesting 기능을 갖춘 섬유 등 섬유의 기능적 확장 가능성을 보여주는 다양한 연구들이 소개되었다.

그 중 흥미로웠던 발표는 CuI(요오드화구리) 나노입자를 삽입한 신축성 열전 섬유에 대한 연구였다. 기존의 유기물 기반 열전 섬유가 가지는 출력 성능 한계나, 무기물 기반 섬유의 취성 문제를 극복하기 위해 무기 반도체인 CuI를 도입해 유연성과 성능을 동시에 확보한 사례였다. 발표에서는 CuI 열전 섬유의 제조 공정과 구조 분석 결과가 자세히 소개되었으며, 이 소재를 활용해 온도, 변형, 압력을 감지할 수 있는 멀티모달 센서를 스마트 글러브 형태로 구현한 예시도 함께 제시되었다. 이 섬유는 200% 이상의 신율을 가지면서도 열전 성능 면에서 뛰어난 결과를 보여줘, 향후 웨어러블 전자섬유나 스마트 텍스타일 분야에서의 실용 가능성이 매우 높아 보였다.

또 다른 발표에서는 섬유를 기반으로 한 전자피부(Electronic Skin, E-skin)의 응용 가능성에 대해 집중적으로 다뤘다. Loughborough University 연구팀은 근골격계 질환(MSK)을 가진 환자의 움직임 분석과 재활 치료 모니터링을 목적으로, 착용형 스마트 텍스타일 형태의 E-skin 시스템을 개발 중이라고 소개했다. 발표에 따르면, 이 기술은 뜨개질(knitting)과 자수(embroidery) 기법을 활용해 기능성 전도성 섬유를 일반 의류에 통합하고, 착용자의 움직임에 따라 발생하는 전기 신호를 실시간으로 분석할 수 있는 구조로 설계되어 있다. 특히 루프 구조, 실의 굵기, 스티치 길이와 같은 섬유의 구조적 요소들이 감지 민감도에 큰 영향을 미친다는 점을 실험을 통해 입증했다. 또한, 외부 전원 없이도 동작이 가능한 마찰전기 나노발전기(Triboelectric Nanogenerator) 기반의 섬유를 적용해, 에너지 자립형 시스템을 구현한 점도 주목할 만했다. 이를 통해 실제 사용자 걸음걸이 분석, 근육 움직임 추적, 원격 재활 플랫폼 연동 등 다양한 기능을 수행할 수 있는 가능성을 보여주었다.

이러한 연구는 섬유공학이 헬스케어 기술과 접목되어 확장되고 있는 흐름을 구체적으로 보여주는 사례로, 웨어러블 기술 분야에서 섬유 응용이 가지는 가능성과 미래를 엿볼 수 있었던 인상적인 발표였다.

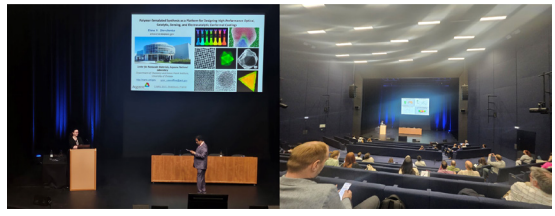

Figure 5. Oral Session 발표 현장.

바이오소재와 관련하여 섬유 구조를 응용한 조직공학 기반의 소재 개발이 다수 소개되어 눈길을 끌었다. 예를 들어, 대두 단백질을 기반으로 한 생체재료를 전기방사 방식으로 섬유화하고, 이를 조직 재생용 스캐폴드로 활용한 연구는 단백질의 생체적합성과 섬유 구조가 지닌 기계적 안정성을 결합한 사례로 인상 깊었다. 또한, 인체 조직 재건용으로 사용되는 콜라겐 섬유의 기계적 성질을 개선하기 위한 연구가 발표되었다. 연구팀은 전자빔(e-beam) 처리를 활용해 독성 없는 방식으로 콜라겐 섬유를 교차결합 시켰고, 이 과정에서 섬유 배열을 조절해 물리적 방향성과 강도를 동시에 확보했다. 그 결과, Young's Modulus가 수 kPa에서 수 MPa까지 조절 가능해져, 생체 모사 섬유소재로서의 응용 가능성이 크게 향상되었다.

이 외에도 천연 유래 혹은 고분자 기반 섬유들이 세포 부착성, 구조적 특성, 열적 안정성 등을 중심으로 평가되고 있었으며, 일부 연구는 섬유 구조를 약물 전달 시스템에 응용한 내용을 다루고 있었다. 약물을 안정적으로 섬유 안에 담지하고, 이후 세포 환경에서 점진적으로 방출되도록 설계된 구조는 바이

오재료로서의 실질적인 가능성을 잘 보여주었다.

정수용 필터 소재에 대한 연구도 소개되었다. 필터 해당 발표에서는 갈릭산(gallic acid)을 기반으로 한 지속가능한 다공성 고분자 소재를 개발하여, 폐수 내 유기염료 제거와 박테리아 살균이라는 이중 기능을 동시에 구현할 수 있음을 보여주었다. 이 소재는 다공성 구조와 친환경성을 바탕으로 물 속 오염물질을 선택적으로 흡착하고, 항균 효과까지 나타내는 점에서 수처리용 필터나 멤브레인 등으로의 활용 가능성이 높다. 특히 섬유 구조에 적용하거나 코팅 형태로 가공할 경우, 기능성 여과 섬유나 환경 대응형 스마트 텍스타일로 확장될 수 있는 잠재력을 가진 소재로 보인다.

커피박(Coffee Silverskin, CS)을 활용한 친환경 정수 필터 소재 개발에 대한 내용도 인상적이었다. 연구팀은 커피 원두의 외피인 CS를 고온 열분해해 바이오차 형태로 제조하고, 이를 이용해 대장균(E. coli) 오염수를 정화하는 항균 성능을 실험했다. 열분해 온도에 따라 표면의 다공성과 칼륨 성분의 농도가 증가했으며, 특히 고온 처리된 바이오차는 대장균을 최대 70%까지 억제하는 효과를 보였다. 이러한 결과는 천연 유래 섬유성 폐기물에서 추출한 필터 소재가 항균 정수 시스템에 적용될 수 있음을 보여주는 사례로, 섬유기반 필터 소재의 지속가능성과 실용 가능성을 동시에 제시한 발표였다.

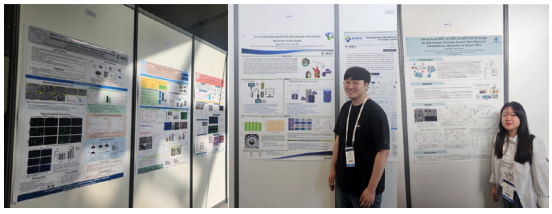

Figure 6. 포스터 발표 현장.

학회가 열린 스트라스부르는 프랑스 동부 알자스 지방에 위치한 도시로, 중세 유럽의 분위기를 고스란히 간직한 아름다운 장소였다. 특히 구시가지 중심에 위치한 '쁘띠 프랑스(Petite France)' 지역은 유네스코 세계문화유산으로 지정되어 있으며, 학회 기간 중 주변을 둘러볼 기획 생겨 운하를 따라 걸으며 이국적인 건축물과 풍경을 감상할 수 있었다.

도시 전반은 조용하고 정돈되어 있으며, 트램 중심의 대중교통이 잘 갖추어져 있어 제공된 교통권으로 학회장뿐만 아니라 주요 관광지까지도 접근이 용이했다. 음식 역시 프랑스 특유의 감성이 녹아든 구성이 많았는데, 특히 알자스 지방 특유의 전통 음식인 '타르트 플람베(Tarte Flambée)'는 짧은 식사 시간 동안에도 스트라스부르 특유의 풍미를 느낄 수 있게 해주었다.

한 번은 점심 식사 후 여유 시간이 생겨, 인근 노트르담 대성당 근처에 위치한 마르셰(시장)를 둘러볼 수 있었는데, 이곳에서는 현지산 꿀, 와인, 잼 등의 특산품을 판매하고 있어 짧은 관광이자 문화 체험의 기회가 되었다.

Figure 7. 스트라스부르 downtown 풍경 및 음식.

학회 일정 중 하루는 스트라스부르 역에서 기차로 약 30분 거리에 위치한 작은 도시, 콜마르(Colmar)를 방문할 기회가 있었다. 콜마르는 알자스 지방의 전통적인 매력을 그대로 간직한 도시로, 중세 유럽의 동화 속 마을을 연상케 하는 목조 건물과 형형색색의 꽃들로 꾸며진 운하 주변 풍경뿐만 아니라 '하울의 움직이는 성'의 모티브가 된 목조 건축물이 특히 인상적이었다. '쁘띠 베니스'라 불리는 구시가지 지역은 아기자기한 골목과 수로가 어우러져 있어, 잠시 산책만으로도 여유롭고 낭만적인 분위기를 느낄 수 있었다.

이번 2025 E-MRS Spring Meeting 참가는 개인적으로도, 연구자로서도 큰 의미가 있는 경험이었다. 평소 논문을 통해서만 접하던 세계 각국 연구자들의 실제 발표를 듣고 직접 질문을 주고받는 경험은, 식견을 넓혀 주어 향후 연구 방향을 구체화하고 다양한 접근법을 탐색하는 데 중요한 밑거름이 되었다. 무엇보다, 국외 학회 현장에서 직접 느낀 열린 교류의 분위기와 국가를 뛰어넘은 기술 중심의 소통은 앞으로 연구자로서의 자세를 더욱 견고히 하는 데 도움을 주었다. 향후에는 학회의 발표자로서 서는 것을 목표로, 현재의 실험 및 논문 준비를 보다 체계적으로 진행해 나갈 계획이다.

Figure 8. 콜마르 거리 풍경.