

산학연 연구실 소개

한국생산기술연구원 휴먼융합기술그룹

(Human Convergence Technology Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH))

주소: 경기도 안산시 상록구 항가울로 143 한국생산기술연구원 융복합동

전화: 031-8040-6241

E-mail: esyoo@kitech.re.kr



연구책임자 | 유익상 그룹장

한국생산기술연구원
휴먼융합기술그룹

1. 서론

한국생산기술연구원 “휴먼융합기술그룹”은 2006년 1월 “융합섬유팀”으로 시작하여 지금까지 14년간 섬유 및 고분자 소재를 기반으로 한 융합기술 분야 연구개발을 수행해 오고 있다. 초기에는 섬유기술을 바탕으로 하여 자동차, 바이오, 슈퍼섬유, 메디컬 분야에 융합연구를 필두로 2008년에 섬유융합연구부를 거쳐 2010년에는 섬유융합연구그룹으로 확장하였고, 2015년에 웰니스 분야 연구를 추가하면서 현재와 같은 휴먼융합기술그룹 명칭을 갖게 되었다.

최근 휴먼융합기술그룹은 섬유, 고분자 소재뿐 아니라 다양한 유무기 소재까지 폭을 넓히고 있으며 첨단 소재기술을 바탕으로 웨어러블, 자동차, 군사, 바이오 분야까지 연구를 수행하고 있다.

중점 추진 중인 연구 내용으로는 건강·복지, 컨버전스(convergence)소재, 극한성능 소재, 생산 공정 혁신, 웰니스 신산업 분야 핵심기술 등이 있으며, 미래 융합 신산업 창출을 위한 연구기획과 휴먼융합기술 기반 중소기업 발굴 및 지원 등도 추진 중이다. 이와 더불어 기술융합을 통하여 소재, 공정, 시스템 혁신을 통해 기업지원 및 제품화를 목표로 삼고 있다.

현재 휴먼융합기술그룹은 박사 26명, 석사 14명, 학사 11명으로 구성되어 있으며, 그룹 내에 핵심 분야별로 3개의 센터를 운영하고 있다. 「스마트텍스트로닉스센터」는 임대영 센터장을 중심으로 전자섬유 분야의 핵심소재 개발과 제품화 연구를 수행하고 있다. 「슈퍼컴포지트센터」는 김기영 센터장을 중심으로 탄소섬유와 슈퍼섬유를 기반으로 한 슈퍼컴포지트 관련 핵심소재 및 상품화 개발을 위한 연구를 수행 중이며, 「광응답소재(염안료)전주기지원센터」는 유익상 센터장을 중심으로 전통 염안료 산업을 포함한 기능성 광응답소재 관련 기업의 사업기획, 설계, 생산, 분석/평가에 이르는 전주기 지원시스템을 운영하는 중소기업 지원센터이다.

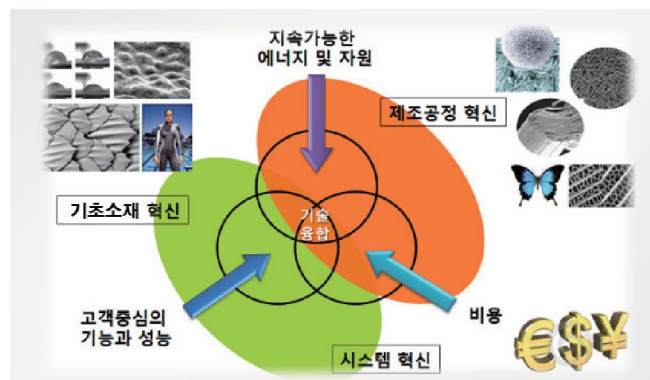


그림 1. 휴먼융합기술그룹의 운영 모토.

2. 주요 연구 센터 소개

2.1 스마트텍스트로닉스센터

국내에서는 섬유산업과 전자산업 간의 기술융합 장벽이 존재하고 관련 원천소재 및 생산기술에 대한 연구개발이 막 시작단계에 있어 제품 상용화 기술개발을 통한 글로벌 시장 진입이 요원한 상황이다. 이런 어려운 환경을 극복하고, 섬유기술과 전자기술의 융합을 통해 제품 상용화기술을 개발하여 미래 신시장을 창출하고 대량 양산기술 개발을 통해 세계 시장 주도권을 확보하기 위하여 경기도와 정부가 지원하는 「스마트텍스트로닉스센터」(Smart Textronics Center, STC)가 설립되었다.

지능형 전자섬유 기반의 스마트 텍스트로닉스 기술 분야는 스마트웨어, 스포츠·피트니스 의류, 가구·인테리어 등 다양한 영역에 적용되어 신시장을 창출하고 있다. 특히, 신체와 직접 접촉하는 제품분야에서 생체신호정보를 주기적으로 측정하고, 주변 환경정보를 실시간으로 모니터링하여 최적의 생활환경을 제공하는 헬스케어 분야가 시장에 나오면서 새로운 패러다임을 제시하고 있다.

「스마트텍스트로닉스센터」는 스마트 텍스트로닉스(이하, ST) 제품의 상용화 기술개발 지원으로 신시장 창출의 허브가 되고자 다음과 같이 여러 가지 역할을 수행 및 계획하고 있다.

- 가. ST 융합 기술 및 제품 개발을 위한 첨단 장비 구축
- 나. 첨단 장비 운영 교육을 통한 개방형 실험실 운영
- 다. 섬유·전자·ICT 등 이종산업 융합제품·시제품 개발 지원
- 라. ST 제품 관련 벤처기업 및 스타트업 연계 지원



그림 2. 스마트 텍스트로닉스 제품 사례.

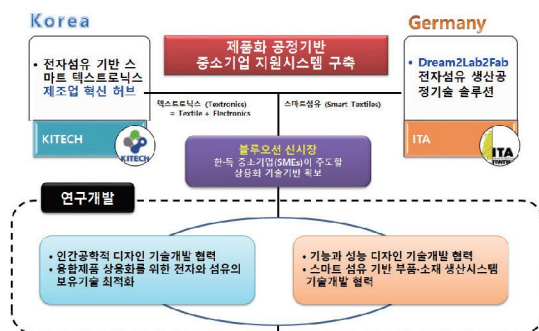


그림 3. 한-독 스마트 텍스트로닉스 분야 국제협력 체계.

- 마. 국내기업과 해외기업 간 신제품 개발 및 상용화 지원
- 바. ST 제품 기획 및 디자인 기능 연계

「스마트텍스트로닉스센터」는 설립 초기부터 독일과의 국제 교류 및 협력을 목표로 하였으며 2016년 독일 아헨공대 ITA연구소에도 동일한 센터가 설치 운영되고 있다.

한국의 센터는 소재 원천기술 개발을 통해 스마트 텍스트로닉스 생산기술을 확보하고 기업참여를 통한 상용화를 추진하며, 독일의 센터는 생산시스템 기술과 IoT 기술을 개발하는 것으로 역할을 분담하고 있다. 또한 주요 국가에서 개최되는 관련 전시회에 양국 센터 및 기업이 공동으로 참가하는 등의 실질적인 협력을 수행하고 있다.

그리고 현재 관련 연구진과 기업의 참여로 한국생산기술연구원-센터-기업 간 실질적 협력체계 구축과 다양한 분야의 연구개발을 진행하여 기업과 함께 ST 융합제품 개발을 지원하는 워킹그룹을 운영 중에 있다.

워킹그룹은 아이디어만 있거나 독자적으로 개발하는데 애로를 겪고 있을 경우, 센터가 플랫폼 역할을 수행하며 연구진 및 이종기업을 연계하여 함께 문제해결을 하는 협의체이다. 현재 ST 관련 부품소재 및 최종제품과 관련하여 총 8개의 워킹그룹이 운영 중에 있는데, 섬유형 센서 등 부품소재에서부터 홈인테리어, 가구, 신발, 안전의류 등의 생활용품에 이르기까지 다양한 분야가 포함되어 있다.

센터의 활용을 통하여 이종 간 협업체계를 구축하여 산업 혁신을 유도하고 벤처기업 및 스타트업 기업 활성화를 지원할 것이며 또한 지능형 전자섬유 제품에 대해 글로벌 시장을 선점할 수 있도록 최선의 시스템 구축을 계획하고 있다.

2.2 슈퍼컴포지트센터

슈퍼섬유는 범용 섬유에 비해 강도, 탄성, 내열성, 내화학

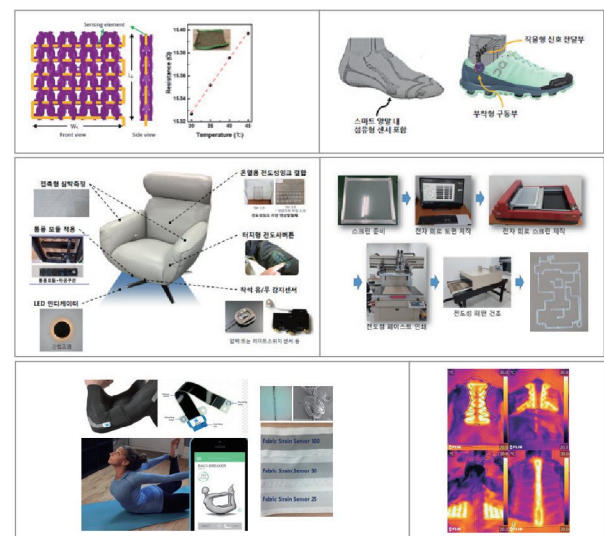


그림 4. 워킹그룹 운영 사례.

성이 우수한 고성능 섬유 소재로, 고분자, 세라믹, 금속과 같은 기지재와 함께 강화재로 사용되어 복합재 형태로 쓰이고 있다. 초기 슈퍼섬유 복합재료는 고가의 생산비로 인해 고성능 특성이 요구되는 항공우주 분야나 고급 스포츠용품 등에 제한적으로 사용되었다. 그러나 현재는 전체 생산공정 기술 향상으로 제조비용이 상대적으로 낮아지면서 자동차, 선박, 풍력 발전, 스포츠·레저 용품, 이동용 전동기기, 가방 및 패션 액세서리 등에도 적용되고 있다.

기존 소재의 성능 한계를 초월하는 신소재 수요 증가와 고성능 소재 개발의 중요성이 증대됨에 따라 환경친화성, 초경량성, 극한기능성, 복합기능성 등과 같은 고성능, 고·다기능성의 새로운 개념의 소재 및 응용기술을 개발하기 위해 「슈퍼컴퍼지트센터」가 설립되었다.

센터에서는 프리커서, 프리폼, 프리프레그, 성형 기술, 복합재 설계 및 해석 등 섬유소재를 기반한 연구를 섬유, 화학, 고분자, 기계 전공자들이 융합하여 아래와 같이 다학제적 연구를 수행하고 있다.

고성능 섬유 및 프리커서 방사기술 연구진에서는 신규 PAN계 프리커서 개발을 위해 신규 공단량체 합성과 입체규칙성이 우수한 isotactic PAN 공중합체 중합기술, 고연신/고배향 습식방사 기술 연구를 수행 중에 있다. 또한 높은 탄화율, 치밀 구조, 낮은 이방성, 공정 단순화의 장점을 가진 탄소섬유 전구체로의 방향족 폴리아미드 섬유에 대한 습식 및 기적방사(dry-jet spinning) 연구를 진행 중에 있다.



그림 5. 「슈퍼컴퍼지트센터」 연구 영역.

탄소계 부직포 기술을 위한 연구로서 탄소섬유 부직포를 이용한 연료전지용 가스확산판(GDL), 유해가스 제거 필터, 면상 발열시트 및 열처리 트레이 등을 개발하고 있으며, 탄소섬유 재활용과 복합재료 프리폼 개발을 위한 carding, air-laid, wet-laid 부직포 공정 연구를 수행 중에 있다. 그리고 친환경적인 습식공정(wet-laid) 기술에 물리적으로 탄소나노튜브를 고압 분쇄하여 매우 고농도의 수분산물을 만들고 초고밀도의 버키페이퍼(buckypaper)를 박막으로 제조 가능하도록 고온·고압 호모게나이징 기술을 접목하였으며, 신규 non-covalent functionalization 유도체를 추가한 탄소나노튜브 버키페이퍼 제조 기술도 확보하고 있다. 또한 CNT sheet를 활용한 초경량초박형의 방탄복 개발도 진행 중에 있다.

고성능 수지 및 탄소섬유 등과의 복합화 연구를 통해 프리프레그 개발이 진행되고 있으며 그 일환으로 폴리아미드와 탄소섬유를 적용한 고내열성 부품 개발을 진행하고 있다. 그 외 고인성 에폭시 및 페놀 수지 개발을 통해 열경화성 프리프레그와 고성능 열가소성 수지인 PEEK, PEI 등의 부직포 및 연속섬유 상의 열가소성 프리프레그도 개발하고 있다. 특히, Carbon Long Fiber Thermoplastic(C-LFT) 공정기술의 기술이전을 통해 상업화 기술을 확보하였다.

탄소섬유강화복합재료와 structural electronics이 융합된 다기능성 지능형 복합 구조체(multi-functional smart composite structures, MSCS)는 기존소재의 성능 한계를 초월하고 미래 산업요구에 부응할 수 있는 첨단소재로, 센터에서는 탄소섬유복합재료에 MSCS 개념이 포함된 드론, 전동바이크, 전동킥보드, 스마트 여행용가방, 다기능 폰 케이스 등을 설계하고 시제품을 개발하고 있다.

슈퍼섬유와 복합소재의 고부가가치화, 부품·소재의 수요 증가를 이루기 위해서는 수송분야, 스포츠레저 분야, 에너지·전자기기 분야 등 국내 주요 산업과 연계한 사업개발 추진이 필요하다. 이에 본 「슈퍼컴퍼지트센터」에서는 수요 기업과 연계한 관련 기술 확보를 위해 전문가 인력 및 장비를 협력 기업에게 지원하고, 협력업체가 필요로 하는 물성 측정/평가, 시제품 제작/평가, 제품화 실증사업 등을 추진해 나갈 계획이다.

2.3 광응답소재전주기지원센터

기능성 광응답소재는 석유화학 등으로부터 원료를 공급받아 전기·전자, 섬유, 에너지, 의료 산업 등에 사용되는 소재를 공급하는 분야로서, 기술 및 고용 측면에서 산업적 파급효과가 큰 기술집약적 부품소재산업으로 다품종 소량 생산방식에 의해 공급되며 품질고급화와 신상품 개발에 결정적 영향을 미치게 된다.

현재 국내 염안료 산업은 전통산업으로서의 경쟁력 있는 분야를 확장하는 한편, 타산업과의 융합형 기술의 개발로 제품의 차별화, 스페셜화로 신규 영역을 개척할 여지가 무궁무진하게 열려 있다고 할 수 있다. 이러한 흐름인 2011년에 시



그림 6. 광응답 소재의 다양한 응용분야.

작된 「기능성광응답소재(염안료)전주기지원센터」의 역할이 매우 중요하다 할 수 있다.

본 센터는 후발국들과의 기술 경쟁력 차이를 유지하고 소재산업의 국산화 및 고기능화, 그리고 첨단산업에 필요한 기능성 광응답소재 산업의 국제 경쟁력을 확보하기 위한 기업의 연구개발을 지원하는 기능을 가지고 있다. 센터의 최종 목적은 “전통 염안료 산업을 포함한 기능성 광응답소재 관련 기업의 사업기획, 설계, 생산, 분석/평가에 이르는 전주기 지원시스템 구축을 통한 중소기업 지원”이다.

또한 「기능성광응답소재(염안료)전주기지원센터」는 광응답소재 산업에 관련한 기업이 신제품개발, 현장의 애로기술 해소 등의 문제해결에 있어 ① 문제점 파악, ② 문제 해결에 대한 기획(신상품기획, 애로기술 해결을 위한 해결안 제시), ③ 제시된 해결방안에 대한 설계(정보수집 및 분자설계, 예측), ④ 생산(Lab 규모 및 Pilot 규모의 생산), ⑤ 평가(소재평가 및 모듈평가) 등에 이르는 전주기에 대한 지원 인프라 구축을 목표로 한다.

센터 운영의 가장 중요한 기능은 구축 장비의 원활한 활용을 위한 운영 시스템에 있다. 즉, 전주기 지원에 있어 교육, 컨설팅 시스템을 효과적으로 운영함으로써 구축 장비의 활용도를 극대화하고 기업의 만족도를 높이고자 하고 있다.

위와 같은 운영에 있어 인력양성팀의 교육과 컨설팅 기능은 시스템을 구성하는 중추적 역할을 하고 있다. 인력양성팀 교육은 그동안 많은 인력양성사업에서 지적되어 왔던 형식적인 교육에서 탈피하고 교육의 효과를 극대화하기 위하여 다음과 같은 독창적 추진방향을 가지고 움직이고 있다.

- 가. 교육내용은 철저하게 기업이 필요로 하는 내용을 수행(기업수요기반)
- 나. 집체교육은 신기술소개 및 선진기술 소개 또는 모든 기업이 필요로 하는 정보전달에 집중
- 다. 유기합성, 분석, 평가, 실험계획 수립 등에 대한 교육은 현장을 찾아가는 교육으로 진행
- 라. 현장에서 기업이 필요로 하고, 궁금해 하는 사항이 있으면, 이를 해결해 주기 위한 교육을 실시

소재강국이 시장에 미치는 영향력은 대단하며, 신기능성 제품개발의 핵심은 소재개발에 있다고 해도 과언이 아니다. 전통 색소산업의 고부가가치화를 포함하여 기능성 광응답



그림 7. 센터의 구성.

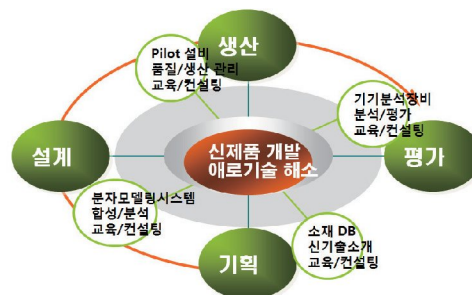


그림 8. 센터의 전주기 지원 개념도.

소재산업의 강국으로 국내 염안료 및 정밀화학산업이 거듭나기 위해 「기능성광응답소재(염안료)전주기지원센터」는 국내 중소기업의 연구개발을 기획단계에서부터, 분자설계, 합성, 시생산, 양산에 이르기까지 교육, 컨설팅, 분석, 평가에 이르는 전주기적 과정에 최선을 다해 지원할 것이다.

3. 결론

한국생산기술연구원 융합생산기술연구소의 휴먼융합기술그룹은 섬유, 고분자, 유기기 소재를 기반으로 한 융합기술을 토대로 다양한 응용분야에 적용할 수 있는 제품화 연구를 수행하고 있다. 3개의 센터를 중심으로 하여 자동차, 바이오, 슈퍼섬유, 디스플레이, 전자제품 등에 다양하게 사용할 수 있는 나노소재, 복합재, 바이오 소재 등에 대한 원천기술을 확보하고 있으며 미래형 융합소재에 대한 연구를 꾸준히 수행하고 있다. 또한 개발된 소재뿐 아니라 국내외의 첨단소재 등을 기반으로 한 핵심모듈과 제품을 개발하여 응용 테스트와 실증연구를 수행함과 동시에 국내 중소기업의 애로사항과 생산기술 문제점을 해결해 줄 수 있는 기업지원시스템을 운영하고 있다.

앞으로도 본 그룹은 미래 신산업 분야인 미래형 수송기기, 스마트전자, 바이오헬스, 에너지신산업, 스마트제조 분야의 핵심소재와 부품, 그리고 제품화 기술까지 폭넓은 분야에서 중추적인 역할을 할 수 있는 연구그룹으로서 거듭나기 위해 연구책임자와 연구원들이 합심하여 최선을 다해 노력하고 있다.