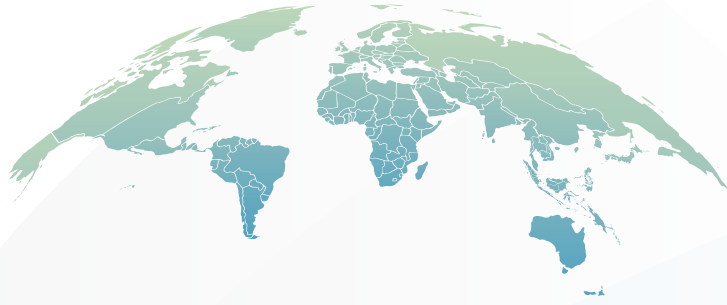


**유럽연합 국제 공동연구 프로그램**



**Horizon Europe**  
**한국 참여 사례집**



유럽연합 국제 공동연구 프로그램  
호라이즌 유럽 한국 참여 사례집

---

**발행인** 조우현 센터장

**담당자** 송예일 연구원

**발행일** 2024.12.09.

**발행처** 한-EU 연구협력센터

---

Rue de la science 14A 1040 브뤼셀, 벨기에

<http://www.k-erc.eu>

+32 (0)2 880 39 05

본 자료는 한-EU 연구협력센터(KERC)가 발행한  
보고서로 상업적 혹은 정치적 목적의 이용을 제외하고  
누구나 자유롭게 열람·인용·재가공 할 수 있습니다.

---

## 발간사

우리나라의 호라이즌 유럽 준회원국 가입 공식 협상이 2024년 3월 타결되면서 현재 우리나라 뿐 아니라 유럽 여러 나라들의 많은 연구자 분들이 호라이즌 유럽을 통한 한-EU 공동연구 수행에 관심을 갖고 협력 활동을 준비하고 있습니다.

이번 호라이즌 준회원국 가입은 한국과 EU의 정부, 재단, 관련 연구기관 여러 관계자 분들의 노력과 수고로 만들어진 결과이며, 이것이 한국과 유럽의 실질적이고 활발한 연구 협력으로 이어질 수 있도록 지금도 많은 분들이 수고를 아끼지 않고 있습니다. 이와 관련해 지난 2년 동안 고생해 주신 과학기술정보통신부와 한국연구재단 관련자분들, 그리고 관련 연구자 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

한국과 유럽 간의 연구 협력을 증진하기 위해 유럽연합의 수도 벨기에 브뤼셀에 설립된 한-EU연구협력센터(KERC)는 이 분들을 도와 우리나라의 호라이즌 유럽 준회원국 가입을 전폭적으로 지원해 왔으며, 가입 이후에 국내 연구자분들이 원활하게 컨소시움에 참여할 수 있도록 돕고자 여러 활동을 전개하고 있습니다. 특히, KERC는 2025년부터 과학기술을 위한 유럽 내 국가전략거점센터로서 국내 한국연구재단 호라이즌 유럽 태스크 포스 팀 그리고 분야별로 지정될 국가연락관(NCP)들과 함께 한국의 호라이즌 유럽 참여를 전담 지원할 예정입니다.

많은 분들이 관심을 갖고 호라이즌유럽 프로그램에 지원하는 과정에서 한국과는 다른 신청 절차나 국제 대규모 컨소시움과의 연구 수행 경험 부족, 유럽 내 네트워크 부재, 지식재산권이나 연구결과 관련 이슈 등으로 인해 어려움을 겪을 수 있으며, 이미 공개된 다양한 지원 가이드 역시 여전히 어렵게 느껴질 수도 있습니다. KERC는 이런 어려움을 조금이라도 해소하고, 보다 명확한 호라이즌 유럽 참여 방법과 과정을 제공하기 위해 국내 우수 참여 사례를 소개하는 자료집을 준비하였습니다. 국내 연구자분들의 실제 참여 사례와 유럽 현지에서 EU 컨소시움을 운영한 경험을 가진 한국인 프로젝트 코디네이터의 사례를 통해 호라이즌 유럽 참여에 한 발짝 더 다가갈 수 있기를 바랍니다.

이번 사례집 발간을 위해 지식과 노하우를 아낌없이 제공해주신 참여자 분들께 감사드리며, 우리 연구자분들이 앞으로 호라이즌 유럽을 통해 우수한 연구 성과를 만들어 내기를 기원합니다.

한-EU연구협력센터 조우현 센터장



유럽연합 국제 공동연구 프로그램

# Horizon Europe 한국 참여 사례집

6

들어가며...

11

한국 참여 사례

67

코디네이터 사례



## 들어가며...

이번 사례집은 필라2와 필라1에 걸쳐 총 6개의 한국 기관 참여 사례와 현지 한인 코디네이터의 사례를 담았습니다. 해당 장에서는 사례 소개에 앞서 사례를 읽을 때 보다 이해하는 데 도움이 될 수 있는 기초적인 정보를 제공하고자 합니다.

호라이즌 유럽에 대한 가장 기본적인 정보는 KERC가 제작한 '호라이즌 유럽 소개 영상'을 참고하시길 바랍니다. 해당 영상은 필라2 및 한국의 준회원국 가입 개요를 설명합니다.

 EU 호라이즌 유럽 5 분만에 이해하기

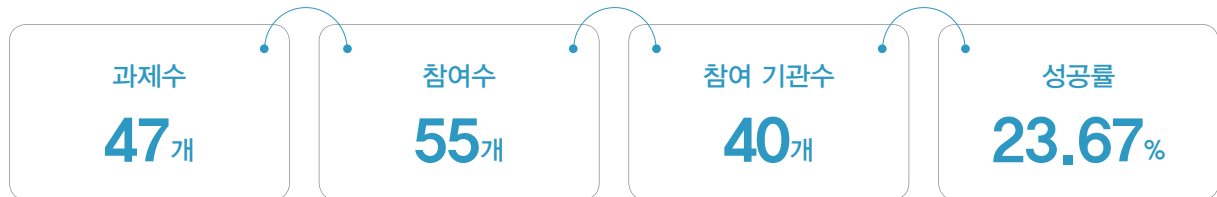
<https://k-erc.eu/2024/02/news-activities/17722/>



### 1 한국 참여 현황

먼저, 한국의 호라이즌 유럽 참여 현황을 살펴보도록 하겠습니다. 2024년 11월을 기준으로, 한국은 호라이즌 유럽에서 47개 과제에 참여하고 있으며, 이에 총 40개의 한국 기관이 55개의 참여를 보이고 있습니다.

호라이즌 유럽 한국 참여 현황(2024년 11월 기준)



\*n개 기관이 한 과제에 참여하는 경우 n개의 참여, 한 기관이 n개의 과제에 참여하는 경우 n개의 참여

한국의 호라이즌 유럽 참여 현황은 KERC웹페이지 Horizon Europe Tracker에서 확인하실 수 있습니다.

 Horizon Europe Tracker 웹페이지 바로가기

<https://k-erc.eu/horizoneuropetracker/>



대규모 국제 컨소시엄의 공동연구를 지원하는 필라2에서 한국이 참여하고 있는 것으로 확인된 과제는 총 23개가 있습니다. 이번 사례집은 이 중 3개의 프로젝트 참여 사례를 담고 있습니다.

호라이즌 유럽 필라2 한국 참여 과제 목록(2024년 11월 기준)

구분	클러스터	프로젝트 명	유형	예산(유로)	기관수	한국기관
1	클러스터1	CCHFVACIM	RIA	775만	15개	국제백신연구소
2	클러스터3	SYNERGISE	RIA	694만	18개	ETRI, VIRNECT
3	클러스터4	BATRAW	IA	1,233만	19개	포스코 홀딩스
4	클러스터4	AI-PRISM	IA	1,082만	26개	ETRI, A&G Technology
5	클러스터4	MASTERLY	RIA	568만	16개	한국기계연구원(KIMM)
6	클러스터4	GRASP	RIA	322만	6개	경희대
7	클러스터4	Swarmchestrare	RIA	433만+	15개	서울대
8	클러스터4	INPACE	CSA	250만	21개	세종대
9	클러스터4	INTEND	RIA	579만+	17개	서울대, 한양대, AiM Future
10	클러스터4	NexusForum.EU	CSA	200만	7개	연세대
11	클러스터4	HYPER-AI	RIA	473만	15개	선도소프트
12	클러스터4	CHIASMA	RIA	685만	20개	한양대
13	클러스터4	INSIGHT	RIA	413만	21개	한양대
14	클러스터5	BERTHA	RIA	800만	16개	한국교통연구원(KOTI)
15	클러스터5	UP2030	IA	1,223만	47개	글로벌녹색성장기구(GGGI)
16	클러스터5	LH2CRAFT	RIA	563만	14개	HD한국조선해양
17	클러스터5	SolMates	RIA	500만	14개	한국에너지연구원(KIER)
18	클러스터5	MI-TRAP	IA	554만	26개	인천대
19	클러스터5	AutoTRUST	RIA	400만	15개	한국자동차연구원, 모라이
20	클러스터6	RATION	RIA	700만	22개	제놀루션
21	클러스터6	CIRCLE	JU IA	2,744만	18개	LG화학

\*2개 과제는 아직 참여 한국 기관이 확인되지 않아 표에서는 제외됨

필라2 외에 한국이 가장 많이 참여하고 있는 프로그램으로는 필라1의 마리퀴리 프로그램(MSCA) Staff Exchange 사업이 있으며, 한국은 현재 총 10개 과제에 참여하고 있습니다.

MSCA SE 사업은 연구혁신에 있어 국제적, 부문간, 학제간 협력을 장려하기 위한 프로그램으로 Horizon Europe 이전 프로그램인 Horizon 2020의 MSCA RISE 사업에 해당합니다. 이번 사례집에는 필라2 과제 외에도 MSCA RISE 과제 2개가 포함되어 있습니다.

필라2와 MSCA SE 과제는 모두 대규모 국제 컨소시엄 간의 다자간 협력을 통해 이루어진다는 점에서 신청 절차, 제안서 준비 및 연구 수행 과정에 있어 유사한 점이 많으며, 한국과의 협력 수요가 가장 많은 프로그램입니다.

호라이즌 유럽 필라1 MSCA SE한국 참여 과제 목록(2024년 11월 기준)

구분	프로젝트 명	공모 년도	예산(유로)	기관수	한국기관
1	Micro-FloTec	2021	44만	19개	서울대
2	MAKINGHISTORIES	2021	54만	18개	한국역사교육학회
3	EVOLVE	2021	42만	17개	연세대
4	GETM4	2022	129만	17개	경북대, 전남대
5	FarmEVs	2022	102만	9개	경희대
6	BIOCOCOMER	2023	115만	11개	경상국립대
7	MOCO	2023	60만	14개	한국자동차연구원
8	MONUGEO	2023	127만	15개	KAIST
9	GHOST	2023	116만	15개	성균관대
10	HYGGESTARMODEL	2023	56만	9개	서울과학종합대학원대학교

호라이즌 프로그램을 통해 지원받은 과제의 정보 및 연구 결과 등은 유럽 연합이 운영하는 웹사이트인 CORDIS에서 확인하실 수 있습니다. KERC는 매주 우수 연구 사례를 선정하여 뉴스레터를 통해 전달하고 있습니다.



**KERC 제공 EU 연구 동향**

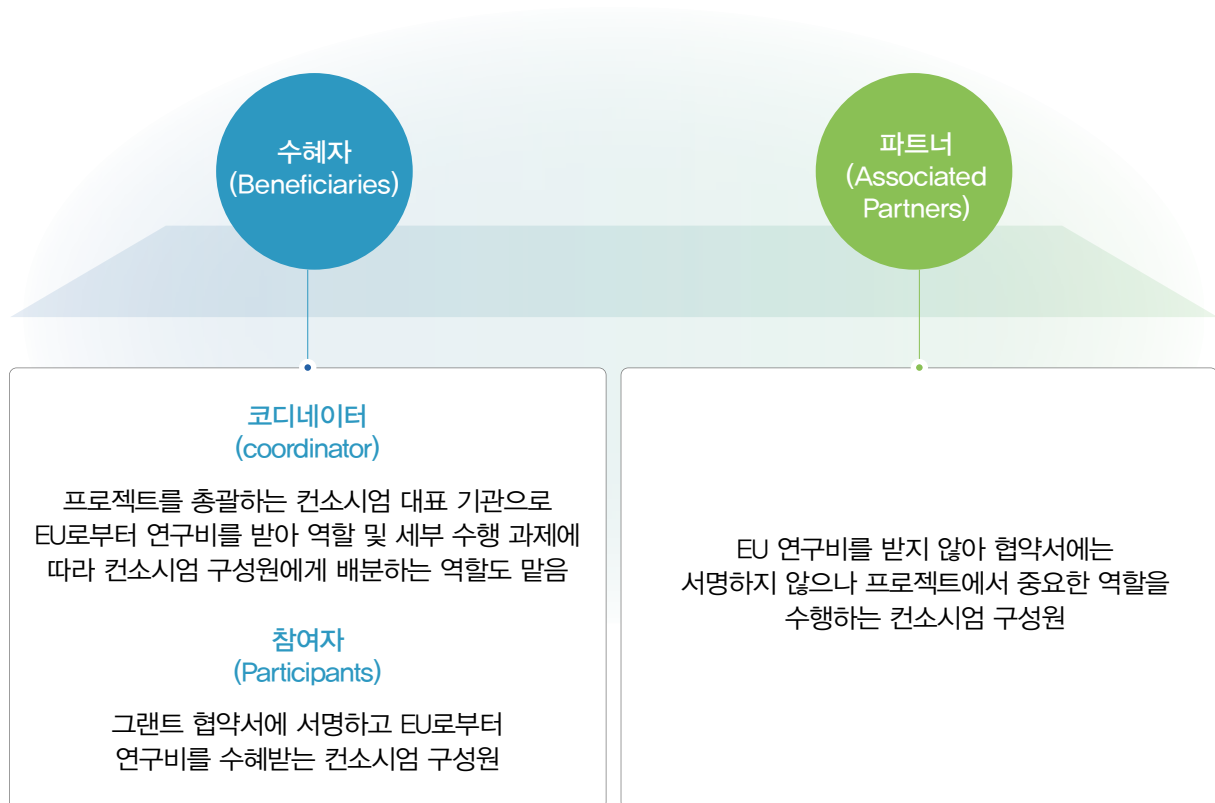
<https://k-erc.eu/europe-trends/eu-research-trends/>



## 2 컨소시엄 구성원

유럽연합 연구 프로젝트의 컨소시엄 구성원으로는 크게 프로젝트 코디네이터(coordinator), 참여자(participants), 파트너(associated partners) 등 세 가지가 있습니다. 코디네이터와 참여자는 EU로부터 연구비를 받는 수혜자(beneficiaries)로 그랜트 협약서에 서명을 하는 당사자를 뜻합니다. 코디네이터는 프로젝트를 총괄하는 컨소시엄의 대표로 모든 과제에는 반드시 하나의 코디네이터가 존재합니다.

파트너는 EU로부터 연구비를 받지 않는 참여자로 협약서에 직접 서명하지는 않으나 프로젝트에서 중요한 역할을 수행하는 컨소시엄 구성원입니다. 따라서 이들의 역할, 권리, 의무 사항 등은 협약서에도 명시됩니다. 자체 연구비를 조달해야 하는 제3국의 경우 파트너로서 호라이즌 유럽 컨소시엄에 참여할 수 있습니다.




### 3 준회원국 가입 후 변화

우리나라는 지난 2024년 3월 EU와 호라이즌 유럽 준회원국 가입 공식 협상을 타결함에 따라 2025년부터 필라2에 한해 준회원국으로 참여하게 됩니다. 이는 우리나라 연구 기관이 2025년부터 EU 기관과 동일한 조건으로 필라2 과제에 신청하고, EU로부터 직접 연구비를 지원받을 수 있음을 의미합니다. 즉, 우리 기관은 2025년도 워크프로그램부터 코디네이터 또는 참여자로 필라2 컨소시엄에 참여할 수 있습니다. 한편, 2025년도 워크프로그램이 2025년 3월~4월에 공개 예정됨에 따라 실질적인 참여는 그 이후에 이루어질 것으로 보입니다.



지금까지는 한국이 호라이즌 유럽에 제3국 자격으로 참여해왔기 때문에 자체 자금을 찾아 추가적으로 신청을 해야 하는 등 부담이 있었으나, 준회원국 가입 이후로는 EU에 직접 신청하고 연구비를 지원받을 수 있어 절차가 훨씬 간단해질 것입니다.

EU가 제공하는 호라이즌유럽과 관련된 매뉴얼, 안내서, 기타 참조 문서는 EU Funding & Tenders Portal에서 확인하실 수 있습니다. 해당 포털은 과제 공고 및 신청 절차가 이루어지는 EU 펀딩 프로그램에 대한 단일 포털입니다.

 EU Funding & Tenders Portal : <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/support/manuals>



KERC 호라이즌 유럽 웹페이지는 한국 연구자를 위한 맞춤형 호라이즌 유럽 관련 정보를 제공합니다.

 KERC Horizon Europe 웹페이지 바로가기  
<https://k-erc.eu/horizon-europe/>



유럽연합 국제 공동연구 프로그램

# 한국 참여 사례

## Vol.1 클러스터4 – AI-PRISM 프로젝트

ETRI 모빌리티 UX 연구실 윤대섭 실장 12

## Vol.2 클러스터 4 – CHIASMA 프로젝트

한양대학교 윤태현 교수 25

## Vol.3 클러스터 3 – SYNERGISE 프로젝트

ETRI 콘텐츠융합연구실 이준경 연구전문위원 37

## Vol.4 MSCA RISE – SHIFT 프로젝트

전북대학교 강길선 교수 50



# AI-PRISM

---

프로젝트 명	AI-PRISM
공고번호	HORIZON-CL1-2021-TWIN-TRANSITION-01
기간	2022년 10월 1일 ~ 2025년 09월 30일
프로젝트 총 예산	11,933,828 유로(EU 자금 : 9,335,578 유로)
참여 비용(예산)	1,106,690 유로(자금 출처 : 과학기술정보통신부 정보통신방송기술 국제공동연구사업)
코디네이터	NTT-DATA 스페인
참가기관(Participants)	12개국 25개 기관
파트너(Partners)	2개국 3개 기관
CORDIS 링크	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101058589">https://cordis.europa.eu/project/id/101058589</a>

---

프로젝트 웹사이트	웹사이트: <a href="https://aiprism.eu/">https://aiprism.eu/</a> 소셜미디어: <a href="https://x.com/AIPRISMEU">https://x.com/AIPRISMEU</a> , <a href="https://www.linkedin.com/company/ai-prism-eu/">https://www.linkedin.com/company/ai-prism-eu/</a> <a href="https://www.youtube.com/@ai-prismEU">https://www.youtube.com/@ai-prismEU</a>
-----------	--

---

클러스터4 AI-PRISM 프로젝트

Vol.1

## AI-PRISM(AI Powered human-centered Robot Interactions for Smart Manufacturing)

윤대섭, 이승준, 오천인, 최대웅  
ETRI 초지능창의연구소 모빌리티로봇연구본부 모빌리티UX연구실

### 1 프로젝트 개요

본 AI-PRISM 프로젝트는 산업 환경에서 작업자가 현재 무엇을 하고 있는지 그리고 다음에 무엇을 할 가능성이 높은지를 로봇 및 장비가 인식할 수 있게 하여 인간-로봇 협업(HRC)을 개선하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 로봇은 예상되거나 때로는 예상치 못한 상황에 대처하여 상호 작용하며, 더욱 적합한 방식으로 작업 목표를 달성할 수 있다.

또한, 특정 공정 단계에서 작업자가 겪을 수 있는 스트레스를 이해하고, 로봇의 도움이 필요하고 안전한 협업이 될 수 있는 지점을 파악하여 생산성, 품질 및 인간공학적 측면을 획기적으로 향상시키며, 스트레스를 낮춰 주는 작업 환경을 제공하는 것을 목표로 한다.

중소기업의 제조 프로세스에 협동 로봇을 도입함으로써 얻을 수 있는 이점이 있음에도 불구하고, 전격적인 도입을 방해하는 중요한 장벽이 여전히 존재한다. PwC의 Disruptive Manufacturing 혁신 설문<sup>1)</sup>에 따르면, 비용과 프로그래밍/운영을 위한 자원 및 전문 지식의 부족이 협동 로봇에 대한 투자 및 채택을 제한하는 주요 요인으로 조사되었다. 로봇이 사람이 작업을 수행하는 모습을 관찰하여 복잡한 프로세스를 학습할 수 있도록 '프로그래밍의 복잡성'이라는 장벽을 극복하고, 중소기업(SME)을 위한 저렴한 솔루션을 제공하고자 한다.

AI-PRISM의 로봇은 숙련공의 견습생처럼 마스터의 작업을 지켜보며 학습한다. 새로운 작업을 프로그래밍하는 과정은 고급 프로그래밍 기술이 필요하지 않은 매우 직관적으로 이뤄지게 할 것이며, 로봇이 인간과 협력할 때마다 새로운 상황에 대응할 수 있는 능력을 향상시켜 생산성과 유연성뿐만 아니라 자율성과 안전성도 확보할 수 있다.

1) <https://www.pwc.com/us/en/industrial-products/assets/industrial-robot-trends-in-manufacturing-report.pdf>

이러한 솔루션 생태계를 구축하기 위해 본 과제 개념은 그림1과 같이 네 가지 주요 핵심요소를 포함한다.

- 1 자동화가 어려운 작업을 용이하게 하는 인간 중심의 로봇 협업 플랫폼
- 2 신뢰도가 높은 인공지능에 의해 구동되는 인간-로봇 협력 환경
- 3 인간-에이전트-로봇 팀의 사회적 협업 - AI 기반 안전 모니터링 및 로봇 제어 메커니즘을 통해 위험 상황을 감지하고 예방하며 사회적 물리적 안전을 보장함
- 4 호환성 있는 인프라를 제공하기 위한 개방형 네트워크 포털

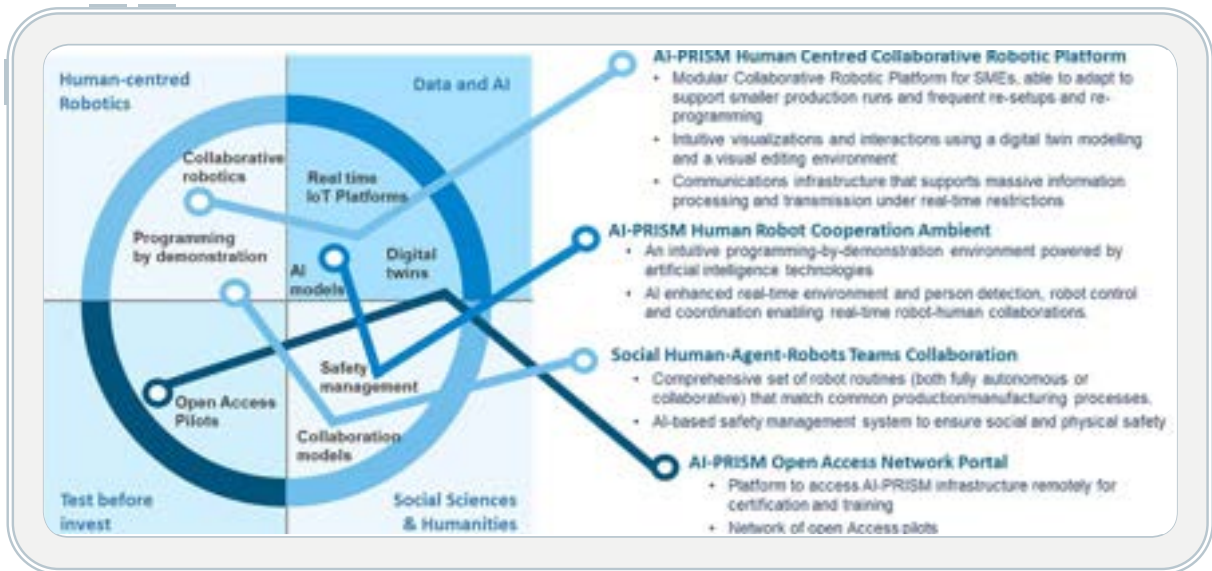


그림 1. AI-PRISM 과제 개념도

AI-PRISM은 솔루션의 성능, 이식성, 확장성 및 대규모 배포가 가능한지를 평가하기 위해 실제 운영 환경에서 데모를 진행할 것이다. 구체적으로, 가구, 식품/음료, 내장 가전제품 및 전자 제품 등 핵심 제조업 분야에 포함되는 네 개의 사용자 시험을 포함하는데 자동화가 어려운 로봇 유형과 산업 공정, 그리고 일반적인 데모 시설을 대상으로 하고 있다.

AI-PRISM은 제조업 분야에서 양적 개선뿐만 아니라, 기술 혁신을 통해 인공지능, 로봇 과학, 사회과학 및 인문과학(SSH)이 제조 분야에 통합되어 유연한 생산 과정의 개선을 지원하는 패러다임 변화를 추구한다. 이는 유럽의 공장들에 대한 실질적이고 널리 사용되기에 충분한 대안이 될 것으로 기대된다.

## 2 참여 배경 및 과정

ETRI 모빌리티UX연구실은 2007년부터 미국과의 국제공동연구를 시작으로 해외 파트너들과 협력연구를 진행해 오고 있다. 2017년부터는 유럽의 우수 연구기관들과 국제공동연구를 시작하면서 국제협력 범위를 넓혀오고 있다. 국제 공동연구를 시작하게 된 계기는 전 세계에서 유사한 분야를 연구하는 전문가들과 연구 주제를 같이 발굴하고 문제점을 함께 해결하면서 연구 결과의 질을 높이고 국내뿐만 아니라 해외에서도 활용도가 높은 기술을 개발하기 위함이다. 또한, 우리가 생각하고 있는 기술 진행 방향이 맞는지도 확인할 수 있어서 국제 공동연구를 선호하고 있다.

기존에는 연구를 수행하면서 해외 전문가들과 소통하기 위해서는 관련 학회에 참석하여 우수 연구자들의 발표를 듣고 질의 응답을 통하여 소통을 하였다. ICT분야는 빠르게 변화하고 있기 때문에 이러한 소통 방식은 시간이 많이 걸리고, 우리가 연구를 시작하기 전에 어느정도 결과가 나온 것들이 많아서 아쉬움이 있었다. 연구가 끝난 다음에 전문가들과 소통하기 보다는 연구 중간중간에 소통을 위해서는 국제공동연구를 함께 진행하는 것이 낫다고 판단하여 국제공동연구를 활발히 진행해 오고 있다.

우리 연구팀은 지금까지 호라이즌 유럽 프로젝트를 세 차례 정도 시도하였었다. 호라이즌 유럽 과제 제안서의 경우, 평가방법은 우수성(Excellence), 파급성 (Impact), 구현 효율성 및 완성도(Quality and efficiency of the implementation) 세 가지 항목에 대해서 각각 5점 척도로 평가를 하고 있다. 각 항목에 대해서 최소 3점 이상을 받아야 한다. 첫 번째 프로젝트는 디지털 헬스 관련된 프로젝트인데, 아쉽게도 평가를 통과하지 못했다. 하지만 첫 번째 프로젝트를 준비하면서 우리가 연구하고자 하는 연구내용을 어떤 식으로 구체화해야 하는지, 결과물을 어떤 식으로 제시해야 하는지를 배울 수 있었다. 두 번째 프로젝트는 모빌리티-휴먼 인터랙션 관련 프로젝트였는데 다행히 평가는 통과하였지만 예산이 한정되어 있어 후보 과제 (Reserved list)로 선정되었다. 결과적으로 선정된 과제들이 예정대로 시작되어 우리 과제는 펀딩을 받지 못했다. AI-PRISM 프로젝트의 경우 3번째 시도한 과제로 15점 만점에 14.5를 받아 무사히 과제를 시작할 수 있었다.

**AI-PRISM 프로젝트에 참여하게 된 계기** : 우리와 예전에 같이 협력하였던 유럽 파트너가 우리 연구실의 연구 역량 및 관심 분야를 알고 우리에게 맞는 프로젝트라고 판단하고 참여 요청을 하였다. 우리도 연구내용을 검토 하고 우리가 기여할 부분이 있다고 판단하여 과제에 참여하게 되었다. 본 과제에서 우리는 작업자의 상태를 객관적으로 판단하고 작업자의 상태가 좋지 못할 때 그 정보를 로봇에게 전달하고 로봇이 사람의 상태에 따라 대응하는 부분을 맡아서 연구를 진행하고 있다.

프로젝트 제안서 준비를 위해서는 기본적으로 일주일에 1~2회 정도 컨소시엄 미팅을 하게 된다. 보통 25명 ~35명정도의 전문가들이 온라인 회의를 통해 회의를 하기 때문에 사전에 회의안건 공지 및 회의 후 회의록 공유가 필수적이다. 회의는 보통 1시간에서 1시간 30분 정도 이루어지며 큰 방향성을 정하는 회의이기 때문에 세부적인 내용까지 논의할 수는 없다. 세부적인 논의는 회의 후 필요에 따라 이메일 또는 양자간 온라인 회의를 통해 조율하고 그 결과를 다음 회의 때 공유하게 된다.

매 회의 때 마다 각 기관이 작성해야 하는 업무가 마감일과 함께 요구된다. 서로의 신뢰를 위해서는 마감일을 지키는 것이 상당히 중요하다. 부족한 부분은 추후에 업데이트 할 기회가 있기 때문에 완성도가 떨어지더라도 일단 마감일까지 작성한 업무 내용을 제출하고 추후에 업데이트 하는 방식이 좋다.

AI-PRISM 과제에서 컨소시엄 구성은 과제의 주제 및 연구결과를 잘 시연할 수 있는 유스케이스 시나리오 도출로부터 시작된다. 각각의 유스케이스 시나리오 별로 기술개발, 시연 등을 위한 연구내용을 도출하고 연구를 진행하고 있다. 본 과제에서는 5개의 유스케이스가 발굴 되었고 ETRI는 Teknopar(TEK), Silverline(SIL)과 함께 실버라인 공장환경에서 작업자와 로봇이 협업할 때 작업자의 상태를 판단 할 수 있는 기술 개발을 진행해 오고 있다. 또한, 인적요인(human factor) 전문 연구기관인 영국의 Cranfield University와 함께 휴먼 상태 판단 방법론에 대하여 함께 고민해 오고 있다.

구체적인 연구내용은 Work Package형태로 큰 방향을 만들게 된다. Work Package별로 WP리더를 정하고, WP 참여를 희망하는 기관들이 함께 참여하여 WP별 세부 과제(Task)를 정하게 된다. 또한, 세부 과제별로 결과물(Deliverables)의 형태와 마감일(Due Date)를 정하고 기관별로 필요한 비용(Cost)와 연구인력(Efforts)를 제시하게 된다. 전체적인 연구내용, 예산, 연구인력 등은 주관기관에서 합리적으로 조율을 하게 된다.

호라이즌 유럽 과제에 참여하기 위해서는 올바른 파트너를 찾는 것이 상당히 중요하다. 그러나 Project Call이 오픈 된 다음에 파트너를 찾기는 생각보다 쉽지 않다. 본인이 가지고 있는 역량이 어느 정도이고 과제에 어떤 기여를 할 수 있는지를 보여주어야 하는데 기존 네트워크나 다른 파트너의 추천이 없으면 쉽지가 않다. 우리가 주로 진행하는 방식은 평소 유럽파트너들과 휴먼 네트워크를 구축해 놓고 우리가 준비하는 프로젝트를 소개 하기도 하고 다른 파트너들이 준비하는 프로젝트 정보도 공유하면서 우리에게 맞는 프로젝트를 찾아서 진행 하고 있다.

### 3 연구 수행 내용

인더스트리 5.0에서는 제조산업계의 지속가능한 성장 모델을 목표로 하고 있으며, 이를 달성하기 위한 방법으로 사람과 기계 간의 협업 기술이 필요하다. 제조 및 물류 산업에서 활용 사례를 넓히고 있는 협동로봇(collaborative robot)은 기존의 산업 로봇과 달리, 사람과 협업하기 위해 설계된 로봇이다. 협동로봇의 사고 예방 기술이 발전하여 안정성이 확보된다면 사람과 협동로봇은 같은 작업공간에서 하나의 물품을 제조할 수 있는 협업(collaboration) 작업을 수행할 수 있게 될 것이다.

한국 컨소시엄은 정보통신기획평가원(IITP)의 정보통신방송기술 국제공동연구사업의 연구 예산을 통해 AI-PRISM 과제를 수행하고 있으며, 국내 연구목표를 가지고 과제에 참여하고 있다. 국내 과제에서는 사람과 협동로봇이 협업하는 과정에서 사람의 스트레스 상태를 추정하고, 사람의 스트레스를 완화할 수 있는 협동로봇의 과제(Task)를 발굴하는 것을 목표로 하고 있다. 사람과 협동로봇이 협업할 수 있는 테스트베드를 국내에 구축 하였으며, 과제 2차년도에는 실제 제조 라인에서 수행하는 과제를 구현하여, 인간대상 실험을 통해 사람이

협동로봇과 같은 공간에서 작업할 때의 사람 상태를 수집하였다. 수집된 데이터는 RGB 이미지, 생체정보, 설문조사이며, 해당 데이터를 통해 사람의 작업 자세 변화와, 작업 환경 별 작업자 상태 변화를 판단할 수 있다.



그림 2. 한국 컨소시엄 연구 목표

본 과제를 수행하면서 흥미롭고, 별도로 연구가 필요하다고 판단된 부분은 사람과 협동로봇이 협업을 통해 실질적으로 얻을 수 있는 장점은 무엇인가 하는 부분이었다. 사람-로봇 간 협업에 대해서는 AI-PRISM 전체 컨소시엄에서도 과제 초기에 많은 논의가 이루어졌다. 전체 컨소시엄에서는 5가지 유스케이스를 설계하고 이를 검증하고 있으나, 협업 시나리오를 설계하는 과정에서 의사결정이 쉽게 이루어지지 않았다. 다양한 요인이 있었으나, 제조 업체 파트너 관점에서는 협동로봇의 자동화기술을 고도화하여, 제조라인을 무인으로 하여 제품을 생산하는 것이 생산성 측면에서 유리하다고 판단했었다. 협업 시나리오라는 개념은 좋지만 현재 산업계에서 생산성을 낮추면서까지 협업을 해야 하는 근거를 제시하지 못한다면 산업에서는 받아들이지 않을 것이고, 이는 우리나라 산업계에서도 마찬가지일 것이다. 이러한 관점에서 한국 컨소시엄은 과제기간 중간 시점에서 사람과 협동로봇이 협업하는 유스케이스를 발굴하여 검증하는 것을 추가적으로 진행하게 되었으며, 해외 파트너들도 시나리오 개발 및 검증에 도움을 주고 있다.

한국 컨소시엄에서는 사람과 협동로봇의 협업 시나리오로 나사 조립 및 분해 작업을 선정하였다. 정형화된 제품을 나사 조립 및 분해하는 작업은 협동로봇을 배치하여 자동화 시스템을 구축할 수 있다. 그러나 자동화 시스템을 구축하기 위해서는 협동로봇에 카메라, 전동드라이버, 객체인식SW 등을 추가로 설치해야 되며, 컨베이어 벨트 등 타 생산라인 장비들과 연동 후 프로그래밍을 해야 한다. 생산 제품이 일정하지 않은 다품종 소량생산 공장, 정확한 토크로 나사 조립이 필요한 제품 제조, 비정형 제품을 다루는 제조 산업 및 재활용 산업에서는 사람이 작업하는 것이 효율적이다. 한편, 나사 조립 작업은 작업자의 자세에 따라 근골격계 질환을 유발할 수 있다. 협동로봇은 작업자의 작업 자세를 개선할 수 있도록 조립 제품을 들고 작업자가 작업하기 편한 위치에서 잡아주는 역할을 수행할 수 있다.

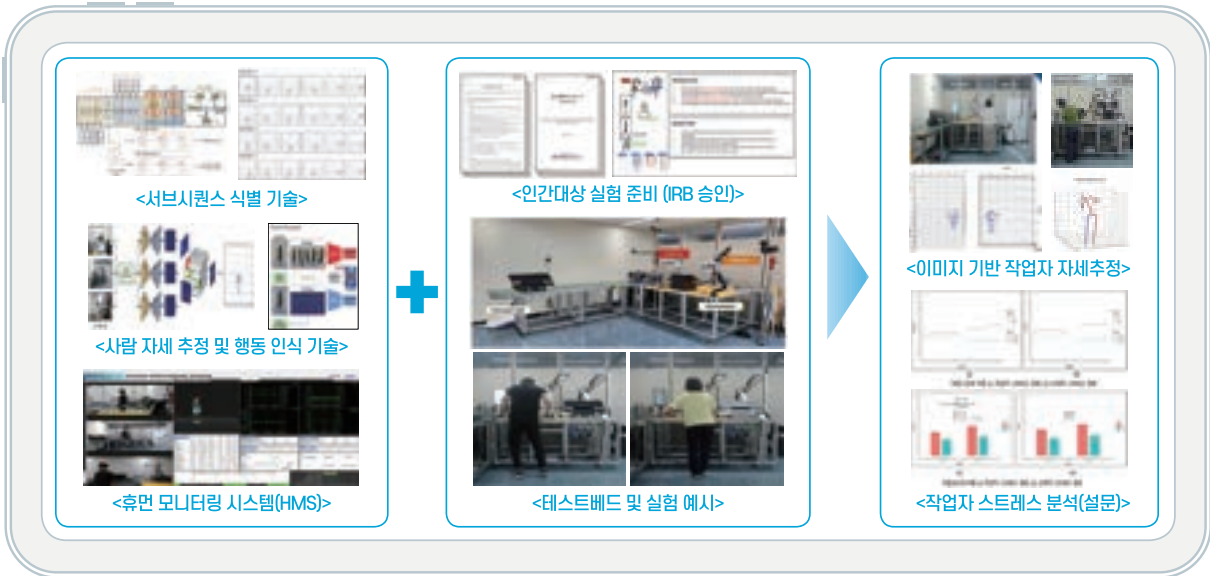


그림 3. 요소기술 개발 및 인간대상 실험 분석 결과

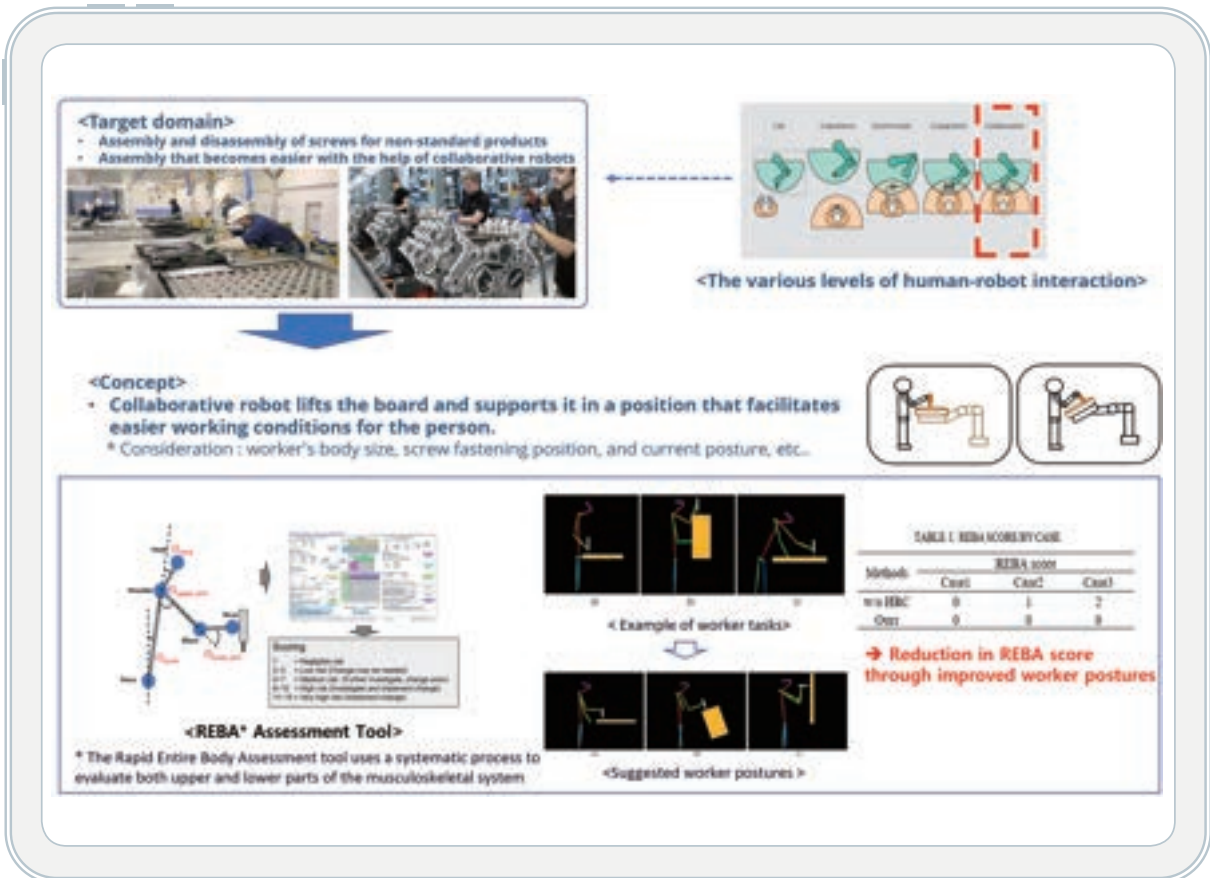


그림 4. 한국 컨소시엄의 사람-협동로봇 협업 유스케이스 시나리오

현재 산업에서, 업무는 사람이 제공하고 협동로봇은 나사조립과 같은 단순작업을 수행하는 추세다. 대량 생산이 필요한 제조 현장에서는 이와 같은 로봇 자동화가 적합한 솔루션이고, 이러한 제조 현장에서는 작업자를 다시 투입시키는 것은 효율성이 떨어질 것이다. 산업계에서 사람과 협동로봇이 협업하여 지속가능한 제조 산업을 형성하기 위해서는 협동로봇과의 협업 사례들을 계속 발굴하여 인식을 바꾸는 작업이 필요하다고 생각한다.

## 4 참여시 이점

호라이즌 유럽 참여시 얻을 수 있는 이점으로는 정보의 공유, 네트워크 구축 성과 활용 및 홍보 등 아래와 같이 다양한 장점들이 있다.

- |   |                      |   |
|---|----------------------|---|
| 1 | 기술 동향 공유             | 각 나라마다 기술 진행 방향, 수준이 상이한데 국제협력을 통해 다른 나라의 기술 관심사, 기술 수준 등을 알 수 있고 우리의 기술 수준을 홍보할 수 있다.  |
| 2 | 시장 정보 공유             | 나라마다 선호하는 형태, 시장 요구사항이 다른데 호라이즌 유럽 참여를 통해 서로 시장상황에 대한 공유가 가능하다.   |
| 3 | 연구진행<br>노하우 공유       | 진행하고자 하는 연구내용을 구체화 하는 방식, 목표를 달성하기 위한 방법론, 사업계획서 작성 노하우 등의 공유가 가능하다.  |
| 4 | 연구 주제에 대한<br>협력      | 미래사회 문제, 환경 문제 등의 연구주제를 글로벌 협력을 통해 함께 고민하고 해결할 수 있다.  |
| 5 | 연구 협력<br>네트워크 구축     | 파트너들간 협력이 잘 될 경우, 연구협력 네트워크가 구축되고 이를 기반으로 후속 프로젝트 발굴이 용이하다.   |
| 6 | 다른 프로젝트<br>정보 공유     | 각 나라별로 진행되고 있는 프로젝트 정보 공유가 가능하다.  |
| 7 | 성과 활용 및<br>홍보        | 연구 결과물에 대하여 사전 협의를 통해 활용이 가능하고, SNS, 프로젝트 웹사이트 등을 통해 과제 및 참여 연구진 홍보가 가능하다.  |
| 8 | 다양한 문화 경험            | 나라별로 상이한 문화 공유 및 전파가 가능하다.  |
| 9 | 국제적 명성과<br>경제적 이익 확대 | 호라이즌 유럽에 성공적으로 참여하면, 한국의 연구 및 산업 혁신 역량을 국제적으로 알릴 수 있는 기회를 얻을 수 있다. 이는 국가의 과학적 명성을 높이고, 국제적 위상을 강화하는 데 기여할 수 있다. 또한, 성공적인 프로젝트 결과물은 경제적 가치를 창출하고, 한국 기업들이 글로벌 시장에서 경쟁력을 높이는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. |

## 5 참여시 주의사항

호라이즌 유럽 과제 참여시 몇 가지 고려해야 하는 사항들이 있다.

- |   |                     |   |
|---|---------------------|---|
| 1 | <b>서로 다른 시간대</b>    | <p>여러 나라가 프로젝트에 참여할 경우 각 나라마다 시간대가 다르다. 보통 유럽이 오전일 경우, 우리나라는 오후 4시 이후가 된다. 과제는 주로 화상회의를 하면서 진행하게 되는데 시간대가 다르게 되면 미팅시간을 정하기가 쉽지 않다. 우리는 사전에 우리나라의 시간대를 알려주고 가능하면 유럽시간으로 오전에 회의를 하도록 유도하고 있다. 컨소시엄에 캐나다 등 북아메리카 파트너가 참여하는 경우가 종종 있는데, 이런 경우 시간대가 상이하여 미팅시간을 정하기가 어렵다.</p> |
| 2 | <b>서로 다른 공휴일</b>    | <p>나라마다 공휴일이 서로 다르다. 유럽 파트너들의 경우 미팅 시간 결정시 공휴일인 경우 회의 참석이 어렵다고 이야기를 한다. 우리나라도 추석, 설 등 공휴일인 경우는 사전에 양해를 구하는 편이다. 공휴일이나 급한 일정으로 인하여 회의 참석이 어려운 경우는 회의록을 공유해 달라고 요청하면 된다.</p>  |
| 3 | <b>서로 다른 휴가 스타일</b> | <p>유럽의 경우 여름 휴가때에는 연구자들 연락이 잘 안되는 경우가 종종 있다. 여름 휴가를 2주에서 2달정도 가는 경우도 있다. 이러한 경우 사전에 연구 일정에 휴가 계획을 반영해야 예정된 기간에 결과물 도출이 가능하다.</p>  |
| 4 | <b>다양한 온라인 회의</b>   | <p>국제공동연구의 경우, 국가 코디네이터 회의, Work package 리더 회의, Task 리더 회의, 시나리오 검토 회의 등 다양한 온라인 회의가 자주 있다. 많은 경우에는 일주에 2~3번 정도 있는 경우도 있다. 호라이즌 유럽 과제 참여시 다양한 온라인 회의를 효과적으로 참여할 수 있는 전략을 세워야 한다.</p>  |

6 주요 참여 기관 및 연구자 소개

ETRI 참여 연구진

한국전자통신연구원

초지능창의연구소 모빌리티로봇연구본부 모빌리티UX연구실

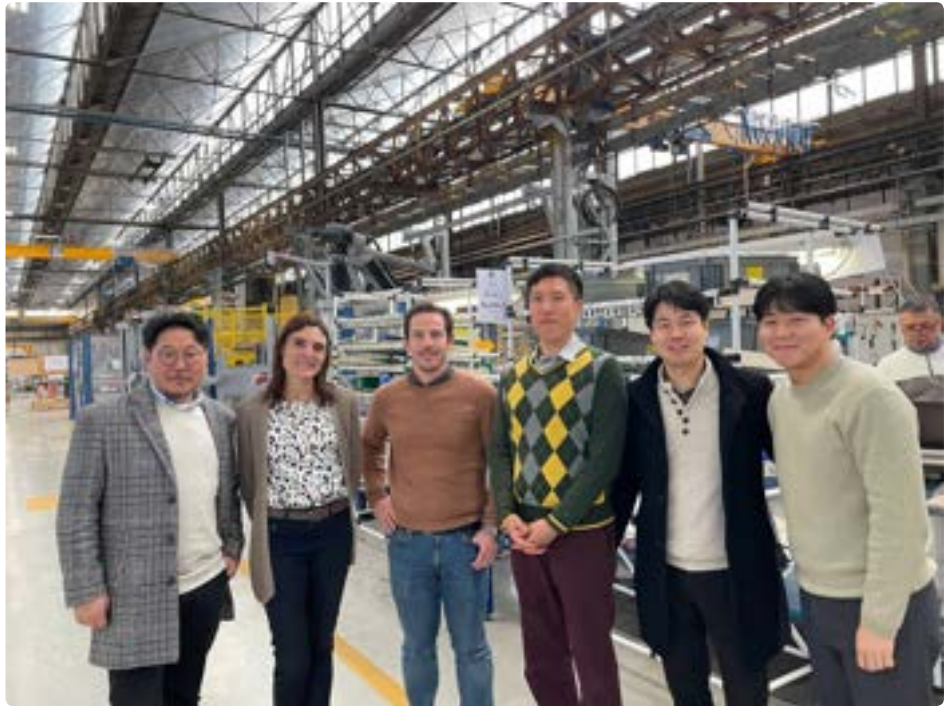


그림 5. 모빌리티UX연구실 윤대섭 실장(맨 왼쪽)을 포함한 국내 연구진 3인(맨 오른쪽)과 AI-PRISM 프로젝트 코디네이터 단체사진, 2024 정규회의(이탈리아)

한국전자통신연구원

윤대섭 연구원(모빌리티UX연구실, 실장)

윤대섭 실장은 한국전자통신연구원(ETRI) 모빌리티UX연구실에서 활동하며, 컴퓨터-사람간 상호작용(Human-Computer Interaction, HCI)을 전공으로 협업 로봇-작업자, 자율주행차-운전자, 생성시아바타-사용자 간 인터페이스 연구를 주도하고 있다. 그의 연구는 항상 사람을 중심에 두고 진행되며, 기술이 작업자(혹은 사용자)와 원활하게 상호작용할 수 있도록 최적의 사용자 경험을 설계하는 데 중점을 둔다. 이에 따라, AI-PRISM 과제에서는 협업 로봇이 작업자와 어떻게 상호작용해야 안전하고 효율적인 작업 환경을 제공할 수 있는지에 대한 연구를 하고 있으며, 궁극적으로 인간의 편의와 안전을 극대화하기 위한 목표를 담고 있다.

	이름	직위 / 역할	전공 및 담당업무
1	윤대섭	실장 / 한국 코디네이터	사람-컴퓨터 상호작용(Human Computer Interaction)
2	이승준	선임연구원 / 과제책임자	컴퓨터비전, 사람행동 분석
3	오천인	책임연구원 / 담당	인공지능, 사람-컴퓨터 상호작용(HCI)
4	최대웅	연구원 / 담당	컴퓨터비전, 딥러닝기반 생성기술

🔗 참여기관 및 기관 대표 연구자

참여기관 단체사진



그림 6. 2022 정규회의(스페인)



그림 7. 2023 정규회의(이탈리아)

기관명	대표자	주요역할
Everis Spain, SLU(EVR)	Ana Gonzalez	» Main coordinator » Project management / Scheduling
Universitat Politècnica de València(UPV)	Raul Poler	» Technical coordinator » Human-aware Robotic Fleet Management Systems » Human aware navigation and routing
Ikerlan S.Coop(IKER)	Oscar Salgado	» Robotic Control framework/platform » advanced HRC robotic control
Instituto Tecnológico de Informática(ITI)	Ana Maria Arias	» Communications and connectivity (Flexible sensing) » Optimization (Manufacturing tasks sequencing for collaborative robotics, Dynamic scheduling)
Robotnik(ROB)	Rafa López	» Robots manufacturer » Collaborative mobile manipulators
Andreu World(AW)	Ana Paola Caro	» Use case owner » Furniture industry or Automotive industry

Asociación Española de Normalización(UNE)	Fernando Utrilla	» Spanish Association for Standardization » National Standardization Body of Spain
Fondazione Bruno Kessler(FBK)	Paul Chippendale	» Computer vision, Human pose tracking » planning for flexible manufacturing and robotics
COMAU	Alfio Minissale	» System integrator » Robot manufacturer
한국전자통신연구원 (ETRI)	윤대섭	» Human factor specialist » developing intelligent interaction between robot and human operators
에이앤지테크놀로지 (A&G)	김진상	» Solution provider for collaborative robot, automotive testing equipment, and inspection equipment
Teknopar(TEK)	Özlem Albayrak	» Technology provider » AI based acting and control » digitalization of human-robot collaboration
Silverline(SIL)	Engin Talas	» Use case owner » Built in Appliances
Robotics Research Group KU Leuven(KUL)	Wilm Decré	» Human Robot Collaboration » Robot programming by human demonstration
AUSTRALO Alpha Lab MTÜ(AUS)	Jose Gonzalez	» Exploitation / Business and Innovation Manager » Communication & Dissemination Manager
Profactor(PROF)	Georg Weichhart	» Production research company focusing on robotics
Keba(KEBA)	Thomas Linde	» Industrial Automation Provider
Tampere University (TAU)	Jose Luis Martinez Lastra	» Network of Open access pilots robotics and automation specialist, integration and development
WINGS ICT Solutions (WINGS)	Panagiotis Vlacheas	» Technology provider(A.I., sensor integration and control, human-robot interaction)
Athenian Brewery factory (AB)	Nikos Koufokotsios	» Use case owner » Beverages industry
Sieć Badawcza Łukasiewicz-Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP(PIAP)	Grzegorz Kowalski	» Provider of robotic solution for use case robot control, integration, data fusion, HMI, embedded systems
Vigo System S.A.(VIGO)	Paweł Leszcz	» Use case owner » Electronics; manufacturer of uncooled infrared photon detectors
NTT DATA Romania (NTTD)	Andrei Rusu	» System integrator software development
Cranfield University - Centre for Structures, Assembly and Intelligent Automation(CRAN)	Sarah Fletcher	» Social sciences or/and the humanities(SSH) » Standardization » Ethical and Trustworthy AI

## 7 프로젝트 코디네이터 인터뷰

프로젝트 코디네이터 : Ana Gonzalez Segura, NTTD ES



## Q1 AI-PRISM 프로젝트를 시작하게 된 계기와 주요 목표는 무엇인가요?

AI-PRISM 프로젝트를 시작하게 된 동기는 주로 자동화가 어려운 제조 작업과 관련된 시장의 중요한 격차를 해결하려는 강한 의지에서 비롯되었습니다. 작업자와 제조업체들이 효율적으로 업무를 관리하는 데 직면한 여러 어려움을 관찰하면서, 로봇과 인공지능(AI)을 결합할 때 더 직관적이고 사용자 친화적인 솔루션이 필요하다는 것을 깨달았습니다. AI-PRISM 프로젝트는 이러한 혁신에 대한 열정과 기술을 통해 생산성을 향상시키겠다는 의지로 탄생했습니다. 이 프로젝트는 첨단 도구와 방법론을 활용해 복잡한 과정을 단순화하고, 인간을 중심으로 한 접근 방식을 통해 그 과정을 관리 가능하게 만드는 것을 목표로 하고 있습니다. 궁극적으로, 이 프로젝트는 신속성과 유연성을 갖춘 인간 중심의 AI 기반 솔루션 생태계를 제공하는 것을 목표로 하며, 이를 통해 반자동 및 협업 제조가 가능해지고, 유연한 생산 과정에서 설치 환경에 맞춘 통합형 생태계를 구축하려 합니다.

## Q2 한국 파트너와 협력하게 된 계기는 무엇인가요?

AI-PRISM 프로젝트에서 한국 파트너와 협력하게 된 결정은 여러 가지 중요한 요인에 의해 이루어졌습니다. 우선, 한국은 기술 혁신과 발전으로 잘 알려져 있습니다. 한국 전문가와의 협력을 통해 그들의 최신 기술 지식과 경험을 활용할 수 있어, AI-PRISM 프로젝트에 최신 기술적 성과를 통합할 수 있었습니다. 또한, 한국 문화에서의 협력 정신과 강한 일하는 자세는 우리의 프로젝트 가치와 잘 맞아 떨어집니다. 이러한 시너지 효과는 생산적이고 조화로운 협력 관계를 형성하며, 이는 성공적인 협력 연구에서 매우 중요한 요소입니다. 따라서, 한국 파트너와의 협력은 EU 외부의 혁신을 촉진하고 프로젝트 목표를 보다 효과적으로 달성하기 위한 전략적 선택이었습니다.

## Q3 한국 파트너와 협력함으로써 얻는 이점은 무엇인가요?

한국 파트너와의 협력은 다양한 관점과 통찰력을 제공합니다. 이러한 글로벌 접근 방식은 프로젝트를 더욱 견고하고 다양한 시장과 사용자 요구에 적응할 수 있게 만듭니다. 또한, 한국은 글로벌 시장에서 중요한 위치에 있어 확장과 성장의 새로운 기회를 열어줍니다. 한국 파트너와 협력함으로써 이러한 기회를 활용할 수 있으며, 이를 통해 프로젝트의 범위와 영향력을 크게 확대할 수 있습니다.

## Q4 한국 파트너와 협력하면서 겪는 어려움이나 도전 과제는 무엇인가요?

앞서 언급했듯이, 한국 파트너와의 협력은 매우 보람 있는 일이지만, 동시에 몇 가지 도전 과제가 따릅니다. 주요 어려움 중 하나는 시간대 차이입니다. 서로 다른 시간대를 조율하는 것은 쉽지 않으며, 이로 인해 소통이나 프로젝트 일정에 지연이 발생할 수 있습니다. 이는 양측의 신중한 계획과 유연성이 요구됩니다. 또 다른 도전 과제는 여행과 물류입니다. EU와 한국 간 빈번한 여행은 비용이 많이 들고 시간이 소요될 수 있으며, 회의 조율이나 시간을 효과적으로 관리하는 데 있어서도 어려움이 생길 수 있습니다. 그럼에도 불구하고, 이러한 도전 과제는 적극적인 소통, 문화적 민감성, 전략적 계획을 통해 효과적으로 관리할 수 있으며, AI-PRISM 프로젝트에서는 한국 동료들의 노력 덕분에 원활한 협력이 이루어지고 있습니다.

# RESILIENCE

## CHIASMA

프로젝트 명	CHIASMA
공고번호	HORIZON-CL4-2023-RESILIENCE-01-21
기간	2024년 1월 1일 ~ 2027년 12월 31일
프로젝트 총 예산	6,845,417.25유로(EU 자금: 6,845,417.25유로)
코디네이터	룩셈부르크 과학기술원 (LIST, LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)
참가기관(Participants)	10개국 14개 기관
파트너(Partners)	3개국 5개 기관
CORDIS 링크	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101137613">https://cordis.europa.eu/project/id/101137613</a>

프로젝트 웹사이트	웹사이트: <a href="https://chiasma-project.eu/">https://chiasma-project.eu/</a> 소셜미디어: <a href="https://lu.linkedin.com/company/chiasma-project">https://lu.linkedin.com/company/chiasma-project</a>
-----------	---

클러스터4 CHIASMA 프로젝트

Vol.2

# CHIASMA Consortium(Accessible Innovative Methods for the Safety & Sustainability Assessment of Chemicals & Materials)

윤태현 교수/대표이사  
한양대학교 자연과학대학 화학과 / (주)윤아이디어랩

## 1 프로젝트 개요

### CHIASMA 컨소시움의 목표



그림 8. CHIASMA 컨소시움의 주요 연구주제들의 상호연계 및 통합전략에 대한 개략도

CHIASMA 컨소시움은 2024년 1월부터 2027년 12월까지 4년간 EU지원 연구비 680만 유로(약 100억 원)이 투입되어 14 개국의 20 개 기관이 참여하여 수행하는 대형 다자간 컨소시움 프로젝트이다. CHIASMA는 화학 물질의 독성 및 약물 유효성 평가하는 ‘새로운 시험평가 방법론(NAM)’을 개발하기 위해 기존의 (1) 화학정보학 및 (2) 생물정보학 중심의 예측 모델개발과 함께 (3) 폐, 간, 피부, 뇌, 신장 등 인체조직을 모사하는 새로운 실험 모델(experimental NAMs)기반의 새로운 데이터 생산 그리고 (4) 최신 in silico 기법을 통한 전체 시스템의 통합을 하고자 한다. 한양대 연구진은 특히 새로운 실험 모델기반 접근법 관련 “experimental NAMs” 작업 패키지(WP)에 참여하고 있다.



그림 9. CHIASMA 컨소시움의 주요한 기능들의 수행기관별 역할 분담담에 대한 개략도

### CHIASMA 컨소시움의 배경

첨단나노소재 등을 포함한 다양한 신규 화학물질들의 활용이 기하급수적으로 증가함에 따라 이들이 환경과 인류 건강에 미치는 영향에 대한 평가의 중요성이 대두되고 있다. 특히 전 세계적으로 진행되고 있는 고령화 및 삶의 질 향상에 대한 요구 증가로 인하여 각종 암, 치매 등 질병 진단 및 치료를 위한 신약개발이 광범위하게 진행되고 있으며, 다양한 신규 약물들에 대한 효율적이고 정확한 효능 평가도 그 중요성이 증가하고 있다.

화학물질이 주변 환경 및 인류 건강에 미치는 영향, 그리고 신규 약물들에 대한 인체 유효성 평가는 기존 독성 및 약물 유효성 평가 방법들에 의존하고 있다. 그러나 기존 평가 방법들의 효율성(Throughput & Contents) 그리고 동물 윤리 상의 문제점 등은 많은 시간과 비용 대비 제약, 바이오, 건강 등 관련 산업 분야의 발전에 있어서 심각한 병목 현상을 유발하고 있다. 이에 따라 화학물질의 독성 및 약물 유효성 평가 방법론에 있어 최근 각광받는 동물윤리 문제를 극복하면서 보다 깊이 있는 생물/의학/독성학적인 정보들을 효율적으로 얻을 수 있는 혁신적인 새로운 접근방법론(NAM, New Approach Methodologies) 개발의 필요성이 전 세계적으로 대두되고 있다.

유럽연합(EU)은 화학 및 재료 기반의 기술을 포함한 신흥 기술의 안전성과 지속 가능성을 보장하기 위해 “안전하고 지속 가능한 디자인(Safe and Sustainable by Design, SSbD)” 전략을 채택하였다. 이는 환경과 인간 건강에 대한 부담을 최소화하면서 산업 발전을 지속할 수 있는 전략적 접근법이다. 최근 세계 최대의 다자간 연구혁신 프로그램인 EU 호라이즌 유럽 프로그램에서는 화학물질의 독성 및 약물 유효성 평가하는 새로운 접근 방법론(NAM) 개발 관련 Proposal Call이 있었으며, 인공장기(오가노이드), 다중오믹스(전사체학, 단백질체학 등), ML 및 AI 등 다양한 분야에서의 최신 기술들을 활용을 권장하였다.

이러한 호라이즌 유럽 프로그램의 전략적 목표에 따라 CHIASMA 컨소시움은 신기술의 위험성 및 위해성

평가를 위해 in silico(컴퓨터 시뮬레이션) 방법과 실험적 방법(체외, 인체 유래 조직, 비포유류 동물 실험 방법)을 기반으로 한 새로운 접근 방법론(NAM)을 개발하고 시연하는 것을 목표로 하며, 개발된 NAM을 통해 REACH(화학물질 등록, 평가, 허가 및 제한에 관한 규정) 및 CLP(화학물질 분류, 라벨링 및 포장에 관한 규정) 등 관련 규정의 끝점과 장기 안전성을 평가할 수 있도록 지원한다. 최종적으로 CHIASMA는 NAM을 국제적으로 인정받는 표준 방법론으로 발전시키고, 이를 유럽 및 글로벌 규제 프레임워크에 통합하는 작업을 진행하고자 한다.

## 2 참여 배경 및 과정

첫 번째 호라이즌 유럽 전략 계획(Strategic Plan 2021–2024)은 1) 디지털 전환, 2) 환경보호, 3) 지속가능한(Sustainable) 개발 그리고 4) 회복력(Resilience)과 포용력있는 민주적 유럽 사회를 만드는 것을 연구혁신의 핵심전략방향(KSO)으로 설정하였다. 이러한 전략적 방향성에 기반하여 도출된 두번째 Work Programme 2023~2024은 Pillar II Cluster 4(Digital, Industry & Space)에 따른 6개의 도달목표(Destination) 중 2번째 목표로 ‘회복탄력적인 산업을 위한 핵심 전략 가치사슬(Increased Autonomy in Key Strategic Value Chains for Resilient Industry) 구축’을 제시하였다.

해당 도달목표(Destination #2: Resilient Value Chains 2023)의 달성을 위해 ‘설계 단계에서부터 안전하고 지속가능한(SSbD)’ 신규 화학물질 및 첨단소재를 개발하는 것을 목표로 하는 3개의 Proposal Call들이 아래와 같이 공개되었다.

Proposal call	Title	Budget	Type of Action	TRL
<b>HORIZON-CL4-2023-RESILIENCE-01-21</b>	<b>Innovative methods for safety and sustainability assessments of chemicals and materials</b>	<b>6.00 ~ 8.00 M€</b> (Total : 29.00 M€) → 4 projects	<b>Research and Innovation Actions (RIA)</b>	<b>Start: TRL 3</b> End : TRL 6
<b>HORIZON-CL4-2023-RESILIENCE-01-22</b>	Integrated approach for impact assessment of safe and sustainable chemicals and materials	<b>3.00 ~ 4.00 M€</b> (Total : 15.00 M€) → 4 projects	<b>Research and Innovation Actions (RIA)</b>	End : TRL 2-5
<b>HORIZON-CL4-2023-RESILIENCE-01-23</b>	Computational models for the development of safe and sustainable by design chemicals and materials	<b>6.00 ~ 7.00 M€</b> (Total : 29.00 M€) → 4 projects	<b>Research and Innovation Actions (RIA)</b>	End : TRL 3-6

그림 10. 호라이즌유럽 프로그램의 필라 II + 클러스터 4 : Digital, Industry & Space에서 Resilient Value Chains 2023 목표 달성을 위하여 도출되어 2023년 공개된 화학물질 및 첨단소재SSbD 관련 Proposal Call들의 주요내용 요약

본 연구진이 현재 참여하고 있는 CHIASMA 컨소시움은 코디네이터 기관인 LIST 의 Tommaso Serchi 박사를 중심으로 위의 3개 Proposal Call 중 HORIZON-CL4-2023-RESILIENCE-01-21 : Innovative methods for safety and sustainability assessments of chemicals and materials (RIA) 에 지원하기로 결정하고 각 분야의 역량있는 전문가들을 중심으로 컨소시움을 구성하였다.

CHIASMA 컨소시움의 코디네이터 기관인 LIST와 한양대학교는 H2020-MSCA-RISE 프로젝트인 CompSafeNano 컨소시움에 이미 함께 참여하고 있었다. CompSafeNano 공동연구의 일환으로 2022년 9월 한양대학교 연구진이 LIST 를 방문하였을 때 각 기관의 연구 관심사 및 전문성의 상호 보완적인 내용들을 확인 하고, LIST 의 Dr. Tommaso Serchi 가 준비중이던 CHIASMA 컨소시움에 한양대학교 윤태현 교수 연구진을 참여연구진으로 초대하였다.

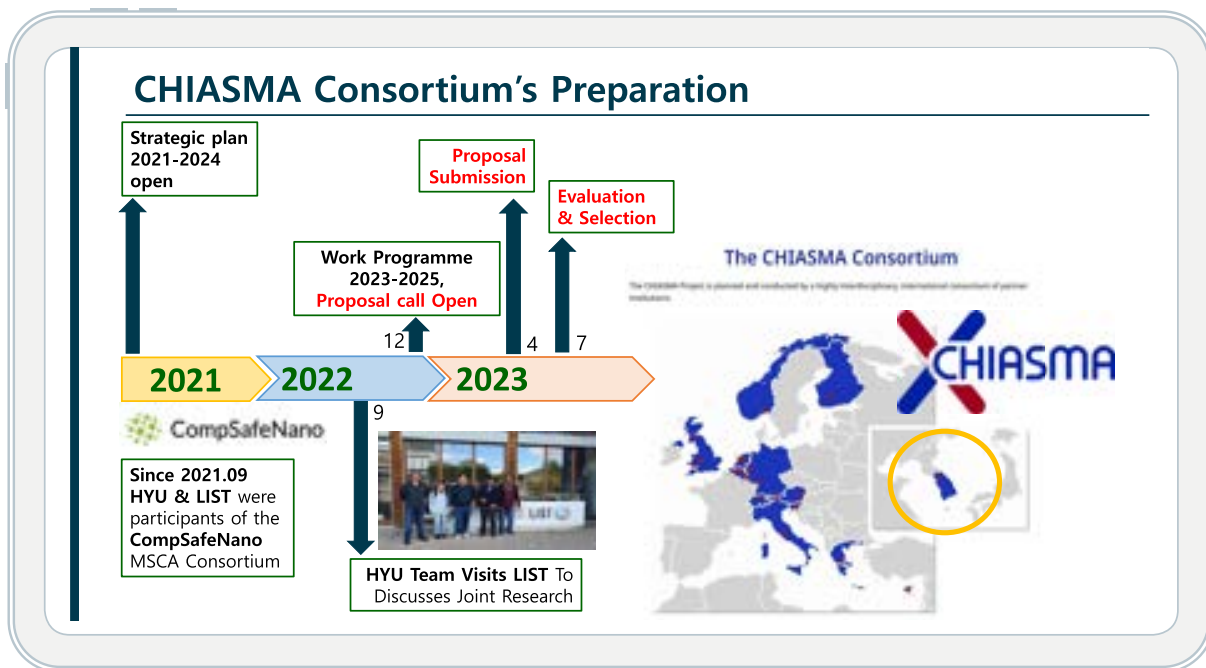


그림 11. 호라이즌유럽 프로그램의CHIASMA 컨소시움 준비단계에서 최종선정까지 주요 과정에 대한 개략도

CHIASMA 컨소시움은 정기적인 줌(Zoom) 미팅을 통한 제안서 작성과정을 통하여 2024년4월 최종 제안서를 제출하였으며, 2024년 7월에 평가결과와 함께 최종선정을 통보받았다. 호라이즌 유럽 프로그램의 제안서는 Part A와 Part B 두 부분으로 구성되는데, Part A는 참여기관, 예산 등 일반적인 지원정보의 온라인 입력을 통해 작성되며, 실질적인 연구 제안에 대한 구체적인 내용은 Part B에서 연구의 1) 우수성(Excellence), 2) 파급효과 (Impacts), 그리고 3) 제안한 연구내용의 구현(Implementation)에 따라 서술하게 된다.

2024년 4월 20일 최종제출한 CHIASMA 컨소시움 제안서에 대한 평가는 서면으로 진행되었다. 제안서 Part B의 주용 내용이었던 연구의 우수성(Excellence), 파급효과(Impacts), 그리고 제안한 연구내용의 구현 (Implementation) 가능성에 대한 평가위원들의 평가점수를 기반으로 2024년 7월에 평가결과와 함께 최종 선정을 통보 받았으며, 협약진행을 위한 공식적인 초대를 받았다.

호라이즌 유럽 프로그램의 제안서에 대한 평가는 총 15점 만점으로 평가되며 최소한 평가점수의 총합이 10점 이상이 되어야 하며, 각 항목별 5점 만 점에서 최소 3점 이상은 되어야 한다 (평가총점수의Threshold: 10점, 항목별 Threshold 3점) CHIASMA 컨소시움의 제안서는 각 항목별 우수한 평가점수 4.5, 4.0, 4.0를 획득하며, 총 평가점수 12.5점으로 최종 선정되었다.

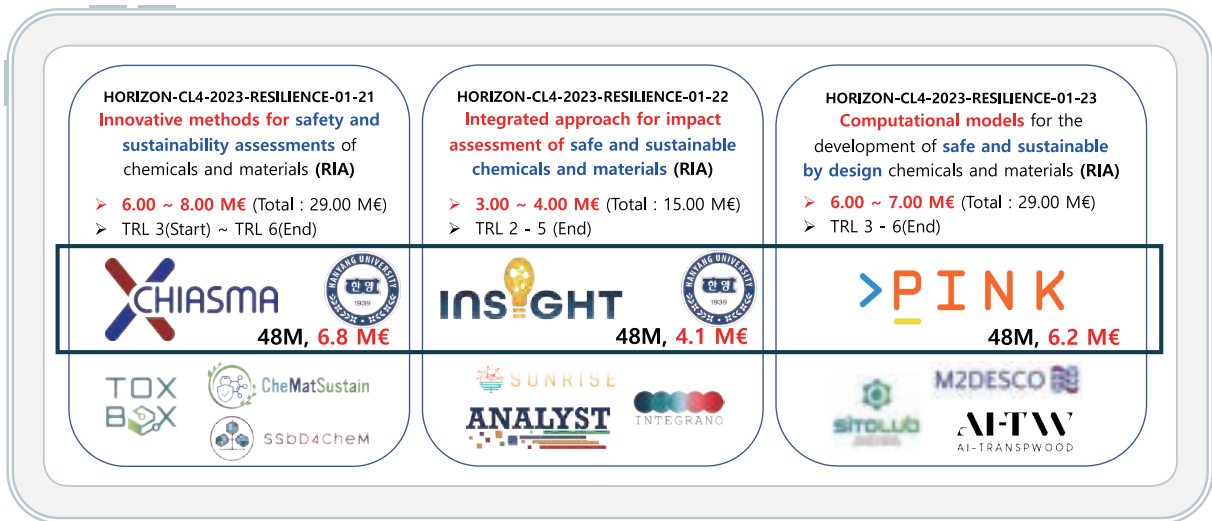


그림 12. 호라이즌유럽 프로그램 필라 II – 클러스터 4에서 Resilient Value Chains 2023 목표 달성을 위하여 도출된 화학물질 및 첨단소재SSbD 관련3개의 Proposal Call들에 대한 최종 선정 컨소시엄들. 한양대는 이 중 두 개의 프로젝트에 참여하고 있다

참고로 아래 그림에 제시한 바와 같이 2021-2022년 기간중의 호라이즌 유럽 프로그램 지원 및 선정데이터 분석에 따르면, 호라이즌 유럽 초기 2년간 필라 II에 지원한 9,089개의 제안서 중 약 66%에 해당하는 6,016개의 제안서가 최소 Threshold 이상의 평가점수를 얻은 우수 제안서였으나, 우수 제안서 중 약 1/3에 해당하는 1,946개의 제안서 만이 최종 선정되어 지원을 받았다. 한편, 필라 II Cluster 4에서는 더 많은 제안서들이 최소 Threshold 이상의 평가점수를 얻은 우수제안서로 평가를 받았으나(71.2%), 최종선정율은 필라 II평균 보다 조금 낮아 20.6%(564개)의 제안서만이 최종 선정되어 호라이즌유럽 프로그램의 지원을 받았다.

Programme part	Eligible proposals	High-quality proposals (above threshold)	Retained proposals	Above-threshold rate (percentage of eligible proposals)	Success rate of proposals (percentage of eligible proposals)	EU contribution requested in retained proposals (million EUR)	Additional funding needed to fund all high-quality proposals (million EUR)
Global challenges and European industrial competitiveness	9,089	6,016	1,946	66.2	21.4	13,345	22,906
Digital, industry and space	2,376	1,947	564	71.2	20.6	3,606	7,857

그림 13. 2021-2022년간중 호라이즌유럽 프로그램의 필라 II 와 클러스터 4 의 Proposal Call에 지원한 과제, 우수과제(Threshold 이상의 평가점수 획득과제), 최종선정된 과제들의 수, 비율, 그리고 EU지원 연구비

3 연구 수행 내용

CHIASMA의 연구 및 혁신(R&I) 접근 방식은 규제 기관에 차세대 안전성 평가접근법을 기반으로 한 통합 프레임워크(CHIASMA SSbD 평가)를 제공하는 것을 목표로, 아래와 같이 (1) 화학정보학 및 (2) 생물정보학 중심의 예측모델개발과 함께 (3) 인체를 모사하는 새로운 실험 모델(experimental NAMs)개발 그리고 (4) 최신 in silico 기법을 이용한 전체 시스템의 통합 등을 주요 연구내용으로 진행하고 있다.

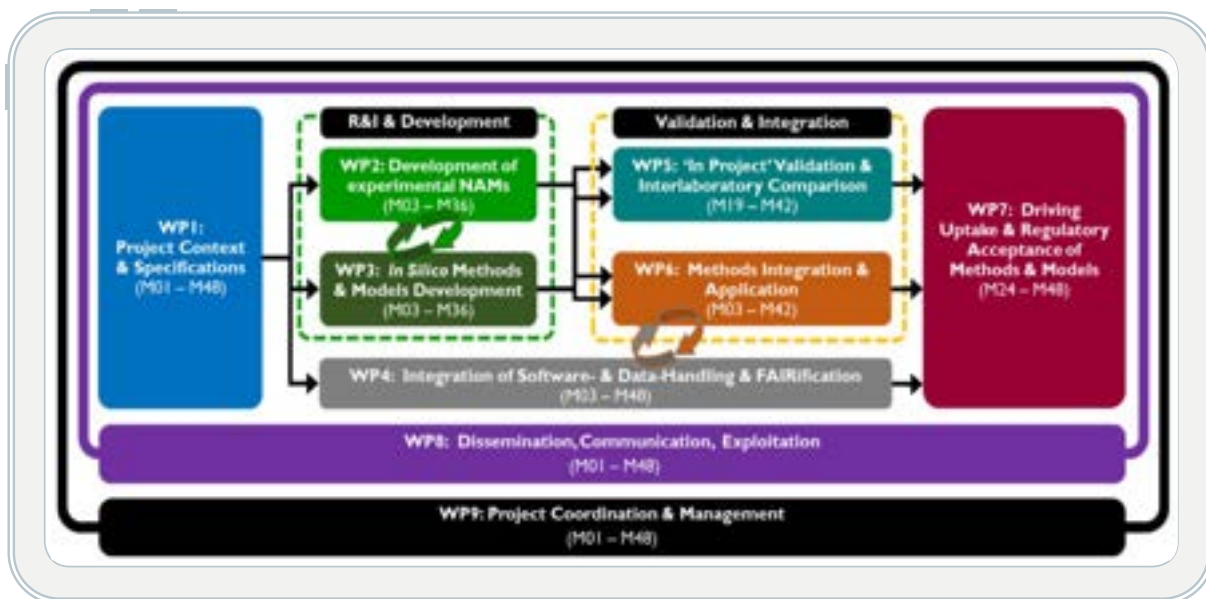


그림 14. CHIASMA 컨소시움의 각 세부과제(Work Package, WP)들 및 WP들 간의 Work flow에 대한 전체과제 구성도

1	<b>최첨단 인공지능이 적용된 화학정보학 모델(Chemocentric Model)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학적 특성과 생물학적 효과를 연관 짓는 정량적 구조-활성 관계(QSAR) 모델</li> <li>• 제품의 생애주기 동안 화학물질/재료의 방출을 예측하는 물질 흐름 분석모델</li> <li>• 대량의 텍스트 데이터를 처리, 분석하여 유용한 정보를 추출하는 텍스트 마이닝</li> <li>• 기존 데이터를 구조화/분석하여 새로운 연관성과 결론을 도출하는 지식 그래프</li> <li>• 유사한 물질의 특성을 바탕으로 목표 물질의 특성을 예측하는 Read Across</li> </ul>
2	<b>생리학적 기반 동역학(PBK), 유해결과경로(AOP) 작용기전(MOA) 모델 등으로 포함하는 생물정보학 모델(Biocentric Model)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PBK 모델로, 화학물질이 체내에서 어떻게 이동하고 분포되는지를 예측.</li> <li>• AOP 모델로, 노출 후 발생하는 유해 결과로 이어지는 주요 사건(KEs)과 분자적 초기 사건(MIEs)을 체계적이고 종합적으로 이해하고자 함</li> <li>• MOA모델로, 노출 후 분자 생물학적 과정과 상호작용을 설명하여 특정 표적, 경로, 상호작용을 식별하고자 함</li> </ul>
3	<b>폐/간/피부/뇌/신장 등 인체조직 모사하는 새로운 실험모델(experimental NAMs)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간 기관 및 시스템(뇌, 생식/발달 및 내분비 시스템, 신장, 간)</li> <li>• 인간의 내부 생물학적 장벽(혈액-뇌 장벽(BBB) 및 혈액-태반 장벽(BPB))</li> <li>• 인간의 외부 장벽(폐 폐포 장벽, 피부, 소장)</li> </ul>

한국 참여 사례

4

최신 in silico 기법을 통한 통합된 시스템의 구축

- 인간 및 환경 평가에서 독성을 더 잘 통합하기 위한 혁신적인 생애주기 영향 평가(LCIA) 방법도 통합할 것입니다
- 데이터, 결과, 방법, 표준작업절차(SOPs)를 가능한 한 개방적이고 투명하며 전이 가능하게 만듭니다 (“FAIR화” 및 “GLP화” 활동)

한양대 연구진은 이러한 연구분야 중 특히 새로운 실험 모델기반 접근법 관련 “experimental NAMs” WP2에 참여하고 있으며 아래의 그림과 같이 첨단나노소재들에 노출된 다양한 오가노이드 및 3D 조직 모델들에 대한 단일세포 수준의 단백질/전사체 분석을 통한 데이터 생산을 목표로 공동연구를 수행하고 있다.

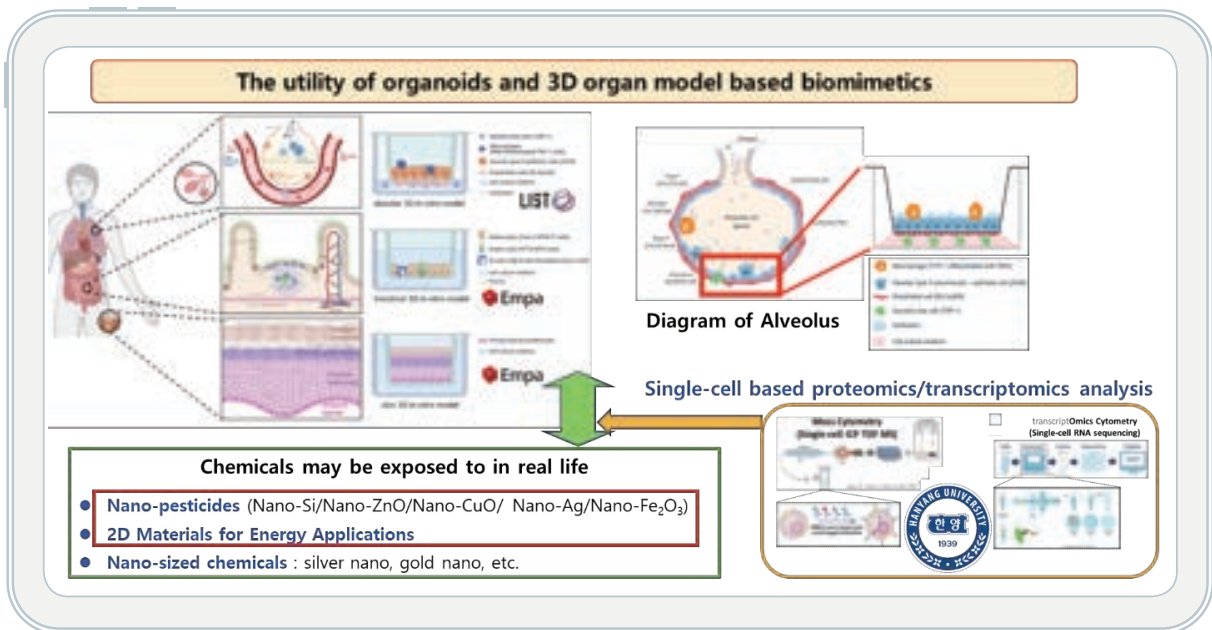


그림 15. CHIASMA 컨소시움에서 한양대학교 연구진이 주로 참여하고 있는 WP2: Experimental NAMs 공동연구 내용

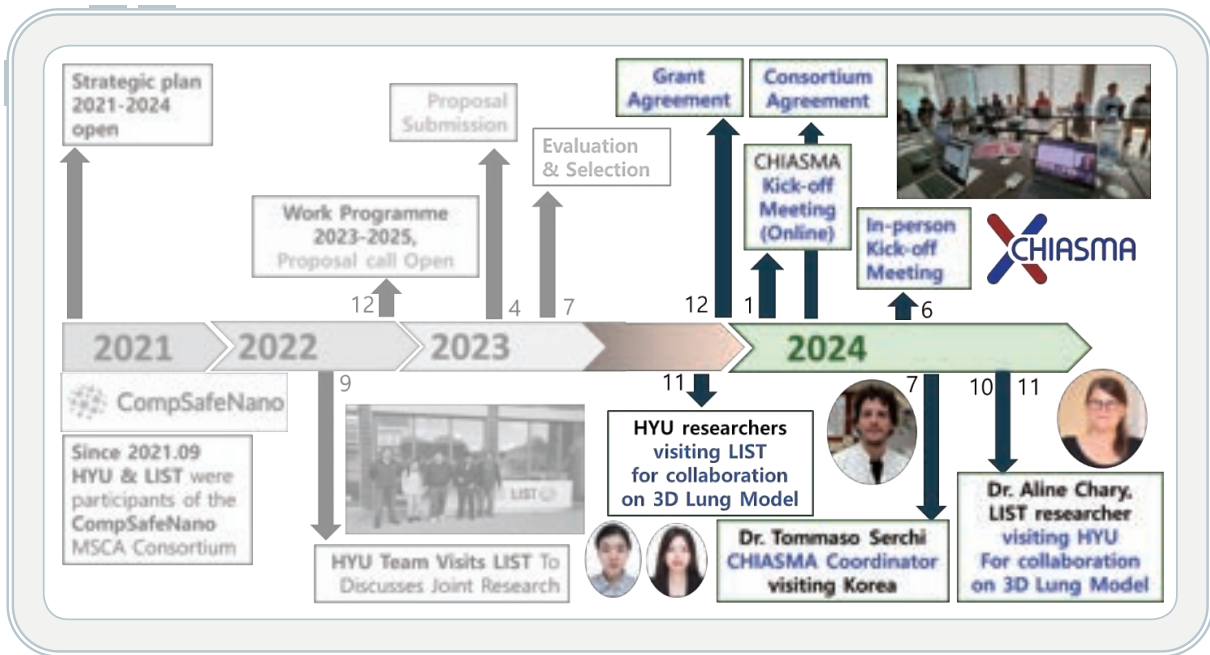


그림 16. 호라이즌유럽 프로그램의 CHIASMA 컨소시움 선정이후 과제수행과 관련된 주요 절차 및 과정에 대한 개략도

이러한 연구내용들을 수행하기 위해 2023년 7월의 과제 선정 이후, 행정적으로는 과제 협약(Grant Agreement, GA) 그리고 컨소시움 협약(Consortium Agreement, CA)이 진행되었으며, 전체 컨소시움의 연구 수행을 위하여는 2024년 1월에 Online으로 진행된 컨소시움 Kick-Off Meeting, 그리고 2024년 6월 대면 미팅으로 진행된 전체 컨소시움 미팅 그리고 정기적으로 Online으로 진행되는 각 세부과제(WP)들 간의 미팅이 활발하게 진행되고 있다.

## 4 참여시 이점

### 다자간 협력의 긍정적 영향

호라이즌 유럽 필라2 컨소시움들은 글로벌 이슈에 대한 해결책을 제공하고자 여러 국가 및 기관들이 참여하여 함께 노력하고 있으며, 이러한 다자간 국제 협력 컨소시움은 관심 분야 최고수준의 전문가들과의 긴밀한 협력네트워크를 자연스럽게 구축할 수 있는 좋은 기회가 될 수 있다. CHIASMA 컨소시움의 경우에도 14개국의 20개 기관이 참여하여 수행하는 대형 다자간 컨소시움 프로젝트로 초기 컨소시움 구성시에는 한국 측 연구자가 이미 알고있던 연구자 및 연구기관은 컨소시움 코디네이터인 LIST 외에는 버밍엄 대학 등 3~4개 기관에 불과하였으나, CHIASMA 컨소시움 구성 단계부터 참여함으로써 관련분야의 최고수준의 우수연구자 및 연구기관이지만 직접적인 네트워크는 없었던 인공장기(오가노이드), 다중 오믹스(전사체학, 단백질체학 등), ML 및 AI 등 다양한 분야에서의 최고 수준의 전문가들과 긴밀한 협력 네트워크를 자연스럽게 구축할 수 있는 좋은 기회가 될 수 있었다. 또한, CHIASMA 컨소시움 참여가 이전의 CompSafeNano 컨소시움 참여를 통해 형성한 네트워크에 기반한 것과 같이, 이번 CHIASMA 컨소시움 참여를 통해 보다 확대된 다자간 국제협력 네트워크를 통해서 추후 준회원국 지위로서 참여할 수 있는 2025년 이후의 호라이즌 유럽 과제지원을 위한 컨소시움 참여에 중요한 기반이 될 수 있을것으로 기대된다.

### 과제공동수행을 통한 긍정적 영향 및 파급효과

기존의 양자간 국제협력 네트워크들에 비하여 호라이즌유럽 다자간 컨소시움 참여 및 과제의 공동수행을 통하여 형성되는 국제협력 네트워크는 과제수행을 위하여 정기적으로 참여해야 하는 Online(Weekly or Monthly meetings for WPs and Consortium) 및 Offline(Kick-off meeting & Annual consortium meeting) 회의 등을 통하여 관심연구자들과 긴밀한 협력 네트워크를 형성하기 위해 충분한 상호교류 기회를 제공한다. 이러한 긴밀한 협력 네트워크를 형성을 통하여 새로운 연구아이디어의 도출 및 신규 컨소시움 구성시 그리고 영향력 높은 연구논문 작성에 긍정적인 파급효과가 있다.

## 5 참여시 주의사항

본 기관이 CHIASMA 컨소시움 참여시 대한민국은 Third Country 로서 호라이즌 유럽에서 연구비를 직접 받는 대상은 아니었으므로 참여를 결정하기전에 가장 중요하게 고려하였던 사항은 컨소시움 코디네이터 및 참여 기관들의 전문성, 경험치등의 역량이었으며, 이러한 컨소시움내에서 우리 연구진과의 상호보완적인 시너지를 만들어낼 수 있는 부분이 있는지였다.

호라이즌 유럽 프로그램의 선정률이 약 20% 전후이므로, 선정 확률을 높이기 위해서는 컨소시움 코디네이터 및 참여 연구자들이 관련 과제 제출 및 수행 경험이 풍부하고 우수한 역량을 가지고 있는지, 연구진 구성을 잘 확인하는 것이 반드시 필요하며, 특히 컨소시움에 한국의 연구기관이 참여할 때 어떠한 상호 보완적인 역할을 할 수 있을지, 그리고 그 역할이 추후 과제 선정 후 연구수행을 할 때 우리측 연구자들이 다자간 컨소시움의 혜택을 많이 누릴 수 있을지를 고려하여 컨소시움 참여 여부에 대한 결정을 하기를 추천한다.

## 6 주요 참여 기관 및 연구자 소개

**윤태현 교수** — 한양대학교에서 화학과 및 디지털의료융합학과(겸임) 교수로 재직

윤태현 교수는 한국과학기술원에서 학사 및 석사 학위를 취득하고, 유공(현 SK)대덕연구소와 삼성종합기술원(SAIT)에서 연구원으로 근무한 이후 스탠포드대학에서 박사 및 박사 후 연구를 수행하였고, 현재 한양대학교에서 화학과 및 디지털의료융합학과(겸임) 교수로 재직 중이다. 그는 현재 한양대학교 부설 차세대소재디자인연구소(INGMD)의 소장으로서, 차세대 세포분석 연구센터(CNGC)와 안전하고 지속가능한 나노기술 커뮤니티(S2NANO)를 이끌고 있다. 또한, 한양대학교 기술창업기업인 윤아이디어랩(Yoon Idea Lab. Co. Ltd.)의 창립자이자 대표이사로서, 한국 정부가 지원하는 다양한 생명과학 및 나노안전 프로젝트의 책임 연구원으로 활동하고 있으며, ACEnano, NanoSolveIT, CompSafeNano, Gov4Nano, SABYDOMA, INSIGHT, CHIASMA와 같은 여러 EU H2020 및 Horizon Europe 컨소시움 에도 적극적으로 참여하고 있다. 윤태현 교수의 주요 연구분야로는 1) 세포 및 세포외소포체, 그리고 나노입자들의 측정 및 그들간의 상호작용을 위한 새로운 분석 기술의 개발 및 응용 분야와 2) 임상 진단 및 독성 평가 모델 개발을 위한 첨단 데이터 분석 기술이 있다.

**Dr. Tommaso Serchi** — 룩셈부르크 과학기술연구소의 환경보건 그룹에서 연구 및 기술(R&T) 책임자

CHIASMA 컨소시움의 총괄 책임자인 Dr. Tommaso Serchi는 룩셈부르크 과학기술연구소(Luxembourg Institute of Science and Technology)의 환경보건 그룹에서 연구 및 기술(R&T) 책임자로 활동하고 있다. 토마소 박사는 의약화학 및 기술분야에 대한 학문적인 배경을 가지고 있으며, 의생명공학 박사 학위를 취득했고 벨기에 등록되어 있는 독성 학자(유럽 등록)이며, 이탈리아 교육부 및 룩셈부르크 대학교로부터 교수 자격(Habilitation)을 보유하고 있다. 그는 10년 이상의 단백질체학(proteomics) 경험과 다양한 응용을 위한 복합 3D 시험관 내 모델을 개발한 경력을 지닌 독성 학자로서 여러 EU 프로젝트 및 EFSA 프로젝트를 총괄 책임자로서 Coordination하거나 참여하고 있다.

특히, EU가 지원하는 PHOENIX 프로젝트 “나노의약품 혁신 제품을 위한 제약 오픈 이노베이션 테스트 베드”와 EU 지원 프로젝트 CHIASMA “화학물질 및 물질의 안전성 및 지속 가능성 평가를 위한 접근 가능한 혁신적 방법”의 총괄 책임자이다. 그는 OECD의 제조된 나노물질 작업 그룹(WPMN)에서 룩셈부르크 대표단의 수장으로 활동 중이며, OECD 시험 가이드라인 프로그램의 국가 조정자 작업 그룹에서 룩셈부르크 대표단의 부대표를 맡고 있다.

그는 “나노물질의 생체 추적” 및 “경구 섭취된 나노물질의 장내 운명”과 같은 OECD 작업 그룹 및 전문가 위원회에 참여하고 있으며, OECD 시험 및 평가 지도 그룹(SGTA)의 공동 의장을 맡고 있다. 그는 55개의 과학 논문과 5개의 특허의 공동 저자이며, Google Scholar에서 1,900회 이상의 인용과 h-index 26을 기록하고 있다.

한국 참여 사례

## 7 프로젝트 코디네이터 인터뷰

### Q1 한국 연구자들과 협력한 과거 경험

“저는 한국과학기술연구원-유럽연구소(KIST-europe), 한양대학교, 표준과학연구원(KRISS)와 같은 여러 한국 기관들과 CHIASMA, CompSafeNano 등 다양한 유럽 프로젝트에서 협력하고 있습니다. 또한 현재 진행 중인 인력 교환이나 추가적인 프로젝트 제출도 있습니다. 최근에는 룩셈부르크의 연구지원기관(FNR)이 한국 연구재단(NRF Korea)과 룩셈부르크와 한국 간의 양자간 프로젝트에 대한 협정을 체결했고, 이는 협력 가능성을 더욱 확대할 것으로 예상됩니다. 우리는 시험관 내(in vitro) 테스트, 첨단 영상, 다중 오믹스(multi-OMICS) 분석, 조직 공학 등 다양한 분야에서 상호 보완적인 협력을 진행하고 있습니다.”

### Q2 한국 연구자들과 협력할 때 겪었던 도전이나 어려움

“주요 어려움은 룩셈부르크와 한국 사이의 거리와 관련이 있습니다. 시간대 차이는 회의 시간을 조정하면 쉽게 해결할 수 있지만, 바이오 의료 시료의 교환에 있어서는 물류가 기술적 측면이나 허가 문제로 매우 복잡해집니다. 거리 때문에 고정되지 않은 샘플을 보내는 것이 불가능한 경우도 종종 있습니다. 또한, 세관 및 수입/수출 규정이 운송을 평소보다 더 오래 걸리게 하는 경우가 종종 있습니다.”

### Q3 한국 연구자들과 협력하는 것의 이점이나 긍정적인 측면

“저는 우리가 문제와 가능한 해결책을 다른 각도에서 바라보는 경향이 있다고 느끼는데, 이는 상호 보완적인 여러 해결책을 도출할 수 있어 성공 가능성을 높이는 큰 장점이 있다고 생각합니다. 개인적인 관점에서, 저는 한국 과학자들 (그리고 사람들)과 함께 일하는 것을 매우 좋아합니다. 그들은 매우 전문적이고 친절하다고 느낍니다. 항상 기꺼이 도움을 주고 지원해 주어서 감사하게 생각합니다.”



# SYNERGIZE

프로젝트 명	SYNERGIZE
공고번호	HORIZON-CL3-2022-DRS-01(Disaster-Resilient Society 2022)
기간	2023년 9월 1일 ~ 2027년 2월 28일(42개월)
프로젝트 총 예산	8,937,004 유로(EU 과제지원금: 5,595,070 유로)
참여 비용(예산)	696,500 유로(자금 출처 : 과기정통부 / IITP 정보통신방송기술국제공동연구)
코디네이터	독일 연방내무부 재난구조위원회(THW)
참가기관(Participants)	10개국 15개 기관
파트너(Partners)	1개국 2개 기관(스위스 : ETH 대학, WEARIN 회사)
CORDIS 링크	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101121321">https://cordis.europa.eu/project/id/101121321</a>

프로젝트 웹사이트      웹사이트: <https://www.synergise-project.eu/>

클러스터3 SYNERGISE 프로젝트

Vol.3

# 초실감 원격AR협업 및 이동휴대형 비상자율통신 Toolkit 개발

이준경(ETRI), 김명순(ETRI 퇴직)

## 1 프로젝트 개요

SYNERGISE 프로젝트는 극한 자연재해 및 인재 재해가 발생했을 때 재난현장에 긴급 출동하는 응급구조요원 (First Responder: FR)들이 무인 지능AR로봇들을 앞장세워 극히 위험한 재난현장에 선제 투입하고, 현장 지휘 본부와 응급구조요원들 간에 원격/실감적으로 공동 증강현실 협업할 수 있는 C3I/IMS 지휘체계 기반의 통합 Toolkit 긴급재난구조플랫폼을 개발하고자 한다.



그림 17. 자연재해/인재재해 발생 사례 및 재난구조방식의 진화 방향

재난구조의 위험상황 실감인식과 응급구조요원의 생존감각을 증대시키기 위해 재난지역 실내·외에 진입하는 응급구조요원들의 측위 정보와 구조할 수 있는 기본체력 생체정보를 수집·분석

재난구조작업 영역에서 수동적·능동적 위험 및 재난위험 분석 정보를 수신하면서, 재난 현장의 실내·외 탐색을 자율적이고 협력적으로 수행할 수 있는 새로운 ToolKits 수단을 제공

재난구조 협업과 긴급구조 구난 및 ToolKits 구조자원 관리를 강화하기 위해 공통의 구조작전 상황을 지속적으로 공유하고, C3I/IMS 지휘체계 시스템 정보를 업데이트함으로써 응급구조요원들의 극한재난 생존성을 강화

동 과제는 독일 연방내무부 산하 재난구조위원회(THW)가 주관기관이 되고, 과제 구성은 8개의 Work Package들로 나누어 각기 담당기관을 두었으며, 기술개발 측면에서는 독일 베를린에 위치한 ASTRIAL社에서 총괄하여 수행하고 있다. 한국은 (주)버넥트[AR 증강현실 스마트 안경 기반의 재난구조 실감교육/영상회의/증강보조 개발]와 한국전자통신연구원(ETRI)[유·무선 Private-5G 기반의 비상자율통신시스템 개발]이 공동으로 참여하고 있다.

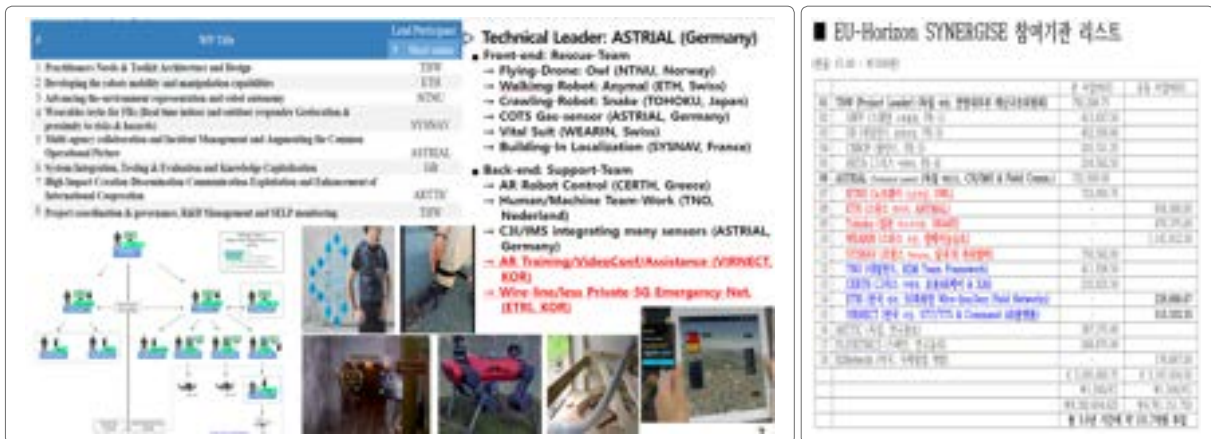


그림 18. WP별 담당기관들, 지능AR로봇 / FR 현장투입 및 후방원격협업지원, AI유리 및 홍보지원, 재원투입현황

본 과제에서 개발하려는 신규 단위 시스템으로는 기존 응급구조 시스템(예: Legacy 소방대원들의 재난구조 장비들)에서 한층 발전된 새로운 재난현장 구조도구들(예: 터널 내 공중 드론, 개 모양의 구조 로봇, 무너진 건물 잔해 속을 누비는 뱀 모양의 탐색 로봇, 구조요원/구조대상자의 생존성 강화를 위한 지능형 생체감지 슈트 등) 및 이를 원격에서 초실감적으로 지원하는 후방지원체계(예: C3I/IMS원격감시/대응체계플랫폼, 초실감AR콘텐츠 플랫폼 및 현장투입 Toolkit들을 긴급 접속하는 자가전력 이동형 5G비상통신시스템 등)가 있다.

적용시장으로는 대규모 국가 재난상황 하의 소방청, 경찰청, 해양청 등에서 인명구조, 응급의료처리, 긴급비상 통신 하의 원격협업 구조관리 체계 및 시스템 구축 시장이 있으며, 일반재난관리의 타겟고객으로는 (서울)코엑스 대형물, 대형(유조선)선박/항구, 지진/해일 재난지역 및 원자력발전소 원전단지, 수력발전소 대형단지 등 주요 산업단지의 특수재난관리 등이 있다.

ETRI는 AI/ML 기반의 자가전력 이동형 비상통신긴급연결시스템을 개발할 예정이며, (주)버넥트는 AR 스마트 안경 기반의 재난안전 AR콘텐츠플랫폼을 개발할 예정이고, 한국을 제외한 16개 기관 중 독일은 SYNERGISE 과제 총괄관리(THW), 원격협업관리시스템 개발(ATRIAL) 등을 맡고 있으며, 스웨덴 SBFF는 신규 시스템 기반의 응급구조 요구사항 도출 및 PoC 종합검증, 스위스 ETH는 위험지역 로봇개, 프랑스 SYNAV는 구조요원 착용 생체진단 지능슈트, 일본 Tohoku대학은 지진으로 무너진 건물 잔해 속에서 구조활동하는 로봇뱀 등을 개발할 예정이다.

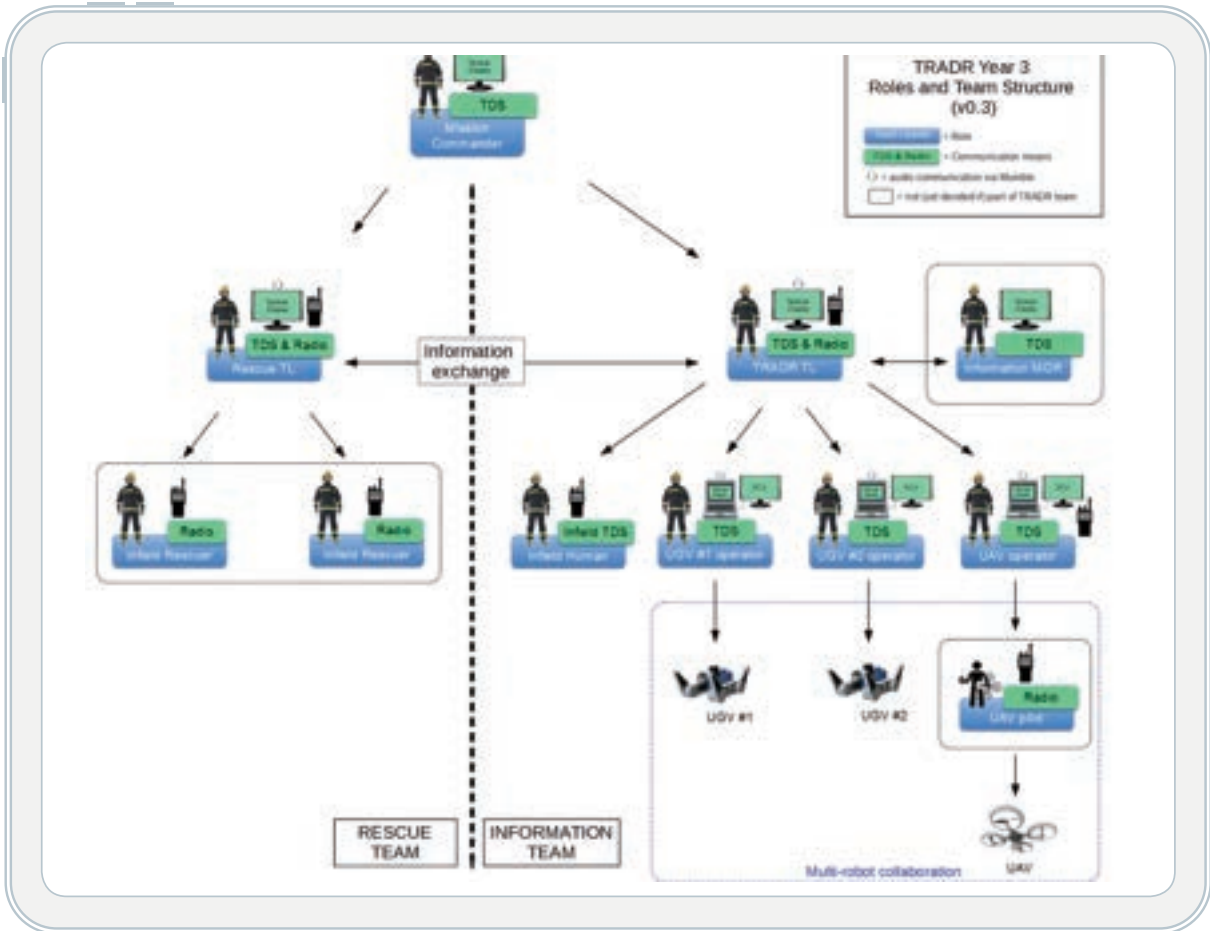


그림 19. 응급 구조대응 체계 구성도(EU-Horizon SYNERGISE 발취)

## 최종 목표

극한재난 구조용 지능형 상황인지 **초실감 원격협업 및 이동형 자율 네트워킹** 핵심기술 개발

**극한재난 구조용 지능형 상황인지 초실감 원격협업 기술 개발**

극한 재해 구조용 스마트글라스 기반 지능형 에이전트와 음성 대화를 통한 **상황인식 지원 초실감 원격협업** 사용자 인터페이스 기술, 딥러닝 활용 재난 구조자 **음성명령어 처리기술 확보 (세계 최초)**

**극한재난 구조용 이동형 자율 네트워킹 핵심기술 개발**

SON기반 재난지역 전 구간 및 외부 공중망 통신을 지원하는 유·무선 통합 긴급통신망의 **1시간 이내 자율구축 기술 확보 (세계 최초)**

그림 20. SYNERGISE 내 한국의 최종 개발목표(좌: ㈜버넥트, 우: ETRI)

2 참여 배경 및 과정

ETRI는 한국수력원자력 K-CLOUD 연구과제로 2018~2019 & 2022~2023(4년간) 후쿠시마 원전사고와 같은 극한재난 발생 시 전력망/통신망이 Blackout된 상황에서 원자력발전소 내 운용요원들이 긴급하게 원전 재가동을 하기위해 MCR(중앙운용지휘센터)에 비치된 비상통신 Toolkits을 이용하여 현장 운용제어실까지 유선 방식으로 긴급 Plug-&-Play 연결하는 유선통신시스템을 개발하였다. 또한, 한국 (주)버넥트는 2016년 설립 되어 꾸준히 VR/AR 가상현실 콘텐츠저작(Make, View, Remote)플랫폼을 개발해 왔으며, 2024년 최근에는 XR Remote 기반의 디지털트윈, 영상분석 Track, LLM 기반의 LLaMA-3.1(Meta사의 AI 기업형 Transformer 모델) 등 차세대 Metaverse 플랫폼 구축으로 확장하여 개발하고 있다.

2022년 9월경KERC에 파견을 나간 김명순 박사(Horizon Europe의 Cluster 3 및 Cluster 4 National Contact Point)로부터 EU-Horizon 신규 재난안전 과제 참여 제안을 소개받았었다. 이때의 요청사항은 한국의 AR비상 통신 관련 전문가를 찾는다는 내용으로 한국의 ETRI와 (주)버넥트 기술력이 요구조건에 맞아 참여하게 되었다. 이때 Horizon-Europe SYNERGISE 국제공동연구과제 총괄은 독일 연방내무부 산하 재난안전위원회(THW)가 코디네이터로 추진하였고, SYNERGISE 재난구조 기술총괄인 독일 베를린에 있는 ASTRIAL社(Vangelis Sdongos 박사)을 위주로 20개 기관들이 초기 참여하였다가 후에 자국 내 안보상의 이유로 이라크/가나 FR 그룹이 불참하게 되었다. 신규과제 제안 후 여러 심사과정을 거쳐 2023년 4월 SYNERGISE 제안과제가 EU 집행부로부터 승인되었다는 소식을 듣고, 한국 과학기술정보통신부 산하 정보통신기획평가원(IITP)에서 추진한 “정보통신융합국제공동연구” 추진사업에 신청하고 본 사업예산을 받아 연구수행하게 되었다.

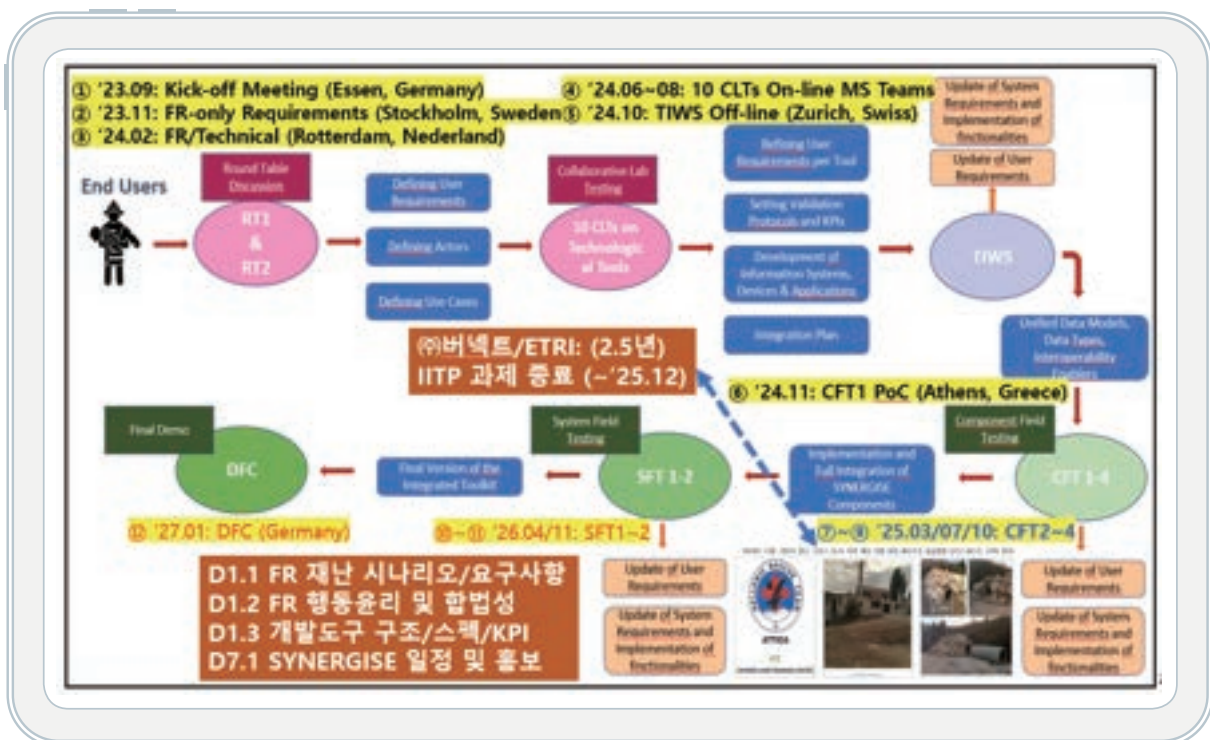


그림 21. SYNERGISE 정기회의 일정(단위시험 CFT1~4, 통합시험 SFT1~2, 최종마무리 DFC)

통상 Horizon 과제의 IPR 규정(상호 분쟁을 미연에 방지하기 위해)은 참여기관끼리 협약하는 Consortium Agreement를 통해서 하게 되는데, 본 과제는 critical한 지적재산권(IPR)이 없을 것이라는 판단에서, 일단 consortium agreement에서는 Grant Agreement의 일반 규칙을 따르기로 하였고, Grant Agreement Annex.5에 명시되어 있는 바 단독 개발한 기술은 단독 소유, 공동개발한 기술은 공동소유(단, 이 경우 혼란을 피하기 위해 공동소유권자끼리 별도의 협약 체결)로 합의되었고, 향후 지적재산권의 활용 시에는 FRAND(Fair, Reasonable and Non-Discriminatory) 조건을 적용하는 것으로 합의하였다. 한편, 이러한 지적재산권 계약 조건은 Horizon Europe 과제에 일반적으로 적용되고 있는 표준 조항이다.

### 3 연구 수행 내용

(주)버넥트와 ETRI의 과기정통부 연구수행 일정은 2023년 7월부터 2025년 12월(2년6개월)로 SYNERGISE Zone과제가 요구하는 2027년 2월까지에는 미치지 못하지만, 정부 지원이 없더라도 끝까지 책임지고 수행하기로 정부 관계자들에게 약속·보고하였다. 우선 정부 지원 차원에서의 한국 (주)버넥트와 ETRI는 다음과 같이 요약하여 수행하기로 협약하였다.

<b>연구 최종목표</b>	<b>극한재난 구조용 지능형 상황인지 초실감 원격협업 및 이동형 자율 네트워킹 핵심기술 개발</b>
<b>본 요약 내용</b>	<p>대형화재, 가스노출, 지진, 신종 도시형 대형참사 등 극한재난 구조용 스마트 글라스(AR안경) 기반 지능형 에이전트와의 음성 대화를 통한 상황인식 지원 초실감 원격협업 사용자 인터페이스 기술, 딥러닝 활용 재난 구조자 음성 명령어 처리 기술 및 Si기반 품질보장 지능형 비상통신망을 외부 전원없이 비전문가도 1시간(→30분) 이내에 자율적으로 구축할 수 있는 이동형 유·무선 통합 자율 통신망/서비스 구축 기술 개발</p>
<b>1차년도('23년)</b>	<div style="background-color: #00796b; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 10px; border-radius: 10px;">(주)버넥트</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트글라스 기반 재난 구조 정보 시각화 설계 : 센서 및 시각화 정보 수집</li> <li>• 재난 구조용 원격 협업 UI/UX 설계 : FR 원격협업 요구사항 및 재난대응 시각화 처리</li> <li>• 재난 구조용 음성 명령어 데이터 수집 및 전-처리 : 음성 종류 수집 및 요구사항</li> <li>• FR용 AR 매뉴얼 설계 : 재난 형태별 FR 우선순위 파악 등</li> </ul> <div style="background-color: #00796b; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 10px; border-radius: 10px;">ETRI</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 기반 품질보장 지능형 비상통신망 구조 설계 : Use-case별 FR 요구사항 도출</li> <li>• 비상통신 휴대용 배터리 지원 이동 일체형 자율통신 장비 설계 : 탈·부착형 배터리</li> <li>• AR/WebRTC 기반의 실시간 현황정보 공유 및 구조대원 협업시스템 품질보장 AI/ML 알고리즘 및 모델 설계</li> <li>• 극한재난구조용 유·무선 통합 초실감 통신서비스 AI 자율 제어/관리 설계</li> </ul>
<b>2차년도('24년)</b>	<div style="background-color: #00796b; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 10px; border-radius: 10px;">(주)버넥트</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트글라스 기반 재난 구조 정보 시각화 모듈 개발 : 재난 시각지능 데이터셋 필터링</li> <li>• 스마트글라스 기반 재난 구조용 원격 협업 화면 UI/UX 고도화 개발 : 대시보드 고도화</li> <li>• 스마트글라스 기반 재난 구조용 음성 명령어 분류 모델 학습 : STT/TTS, ChatBot</li> <li>• FR가 직면할 시나리오를 포함하는 AR 매뉴얼 개발 : 2D/3D 시각화 및 음성 Asset 제작</li> </ul>

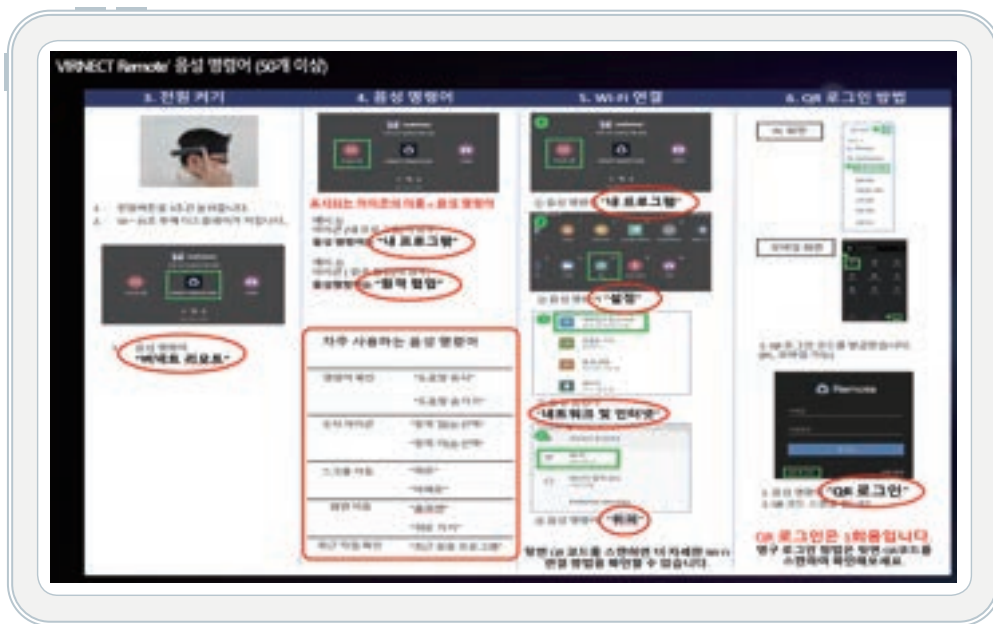


그림 22. (주)버넥트 사의 Remote 솔루션 STT(Speech-to-Text) 기능 시나리오

**ETRI**

- 시품질보장지능 비상통신망 구조 상세설계 및 국제공동연구 표준화 : Private-5G 중계망
- 비상통신 배터리가 적용된 이동형 자율통신장비 기능 개발 : 배터리 달 · 부착 편리성 지향
- AR/WebRTC 기반의 실시간 현황정보 공유 및 구조대원 협업시스템 품질보장 AI/ML 알고리즘 및 모델 기능 개발
- 극한재난구조용 유무선 통합 초실감 통신서비스 시 자율 제어/관리 기능 개발
- 지능형 비상통신망 지적재산권(IPR) 확보

한국 참여 사례

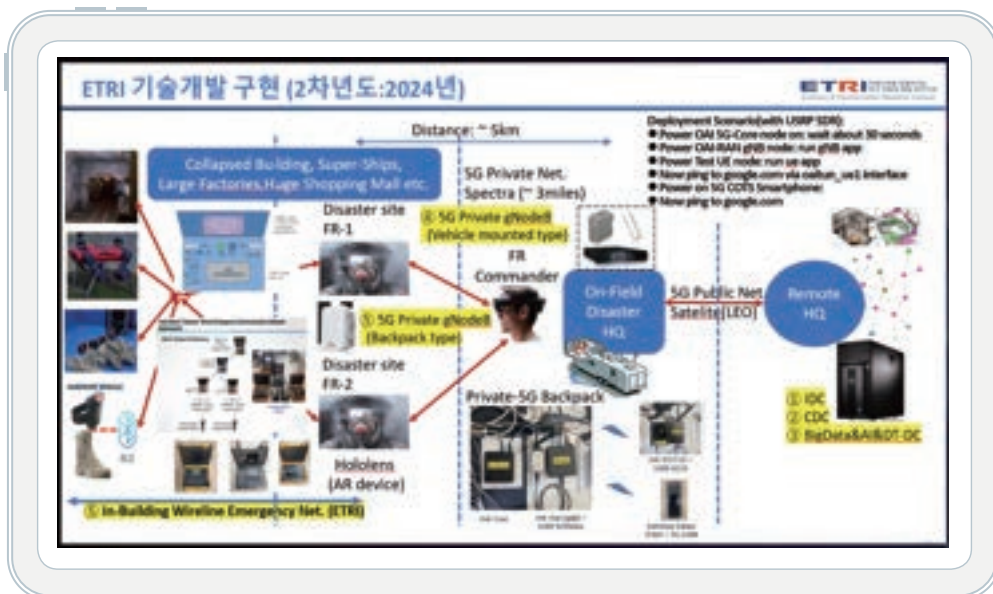


그림 23. 극한재난현장에서ETRI 비상통신시스템(Wire-line/less Private-5G) 배치 구조

3차년도('25년)

(주)버넥트

- 스마트글라스 기반 재난 구조용 원격 협업 화면 UI/UX 현장 테스트 및 보완 : 다중화면
- 구조용 명령어 인식 모델 배포 및 테스트 : 인식 정확도, 성능 평가 등
- FR가 직면할 시나리오를 포함하는 AR 매뉴얼 개발 고도화

ETRI

- AI품질보장지능 비상통신망 구조 PoC 적용
- 비상통신 배터리가 적용된 이동형 자율통신장비 PoC 적용
- AR/WebRTC 기반의 실시간 현황정보 공유 및 구조대원 협업시스템 품질보장 AI/ML 알고리즘 및 모델 PoC 적용
- 극한재난구조용 유무선 통합 초실감 통신서비스 AI 자율 제어/관리 PoC 적용

4 참여시 이점

Horizon Europe 측면에서는 EU회원국뿐만 아니라 비회원국 참여도 가능한 일반형 과제이며, 한국의 ETRI와 (주)버넥트는 상기 기술들을 보유하고 있다는 근거로 과제 주관기관인 독일 THW(코디네이터)로부터 적극적인 참여 권유를 받았다.

그러나 한국이 Horizon-Europe에 참여하는 데에는 많은 어려움이 있었다. 예를 들면, 원격 회의하는 업무 시간대가 맞지 않아 저녁 늦게 Webex, MS Teams 원격회의에 깜빡 참여를 놓치는 경우가 발생하게 된다. 또한 ETRI의 경우, (인터넷 방화벽이 설치된) 2급보안기관이어서 EU-Portal SYNERGISE 작업서버에 직접 액세스할 수 없어 업무노트북에 외부 인터넷 연결을 통해 우회접속하여 관련 자료들을 액세스하게 되는 불편함이 있다. 그리고 EU 과제 참여 경험이 없다보니 EU만의 작업시스템에 익숙하지 않아 이들을 배우고 다양한 업무과업을 수행하는데 많은 노력이 필요하였다.

긍정적인 측면에서는 Horizon Europe의 구체적인 연구개발 체계, Portal 작업 시스템, Deliverables문서화 수립, 작업일정 Timeline 상의 정확한 추진 노력/결과 등 구체적인 기술들을 사용자(FR) 측면에서 알기 쉽게 작성하는 선진화된 작업방식을 접할 수 있는 좋은 기회를 가졌다. 또한, 재난안전에 접근하는 ICT 기술이 FR에게 어떤 파급효과를 갖는지, 재난 상황 및 대처 시나리오 수립을 통해 각 개발기술 기능들의 우선순위 및 중요도 (예: 각 Toolkit들을 소개하는 Collaborative Lab. Test 원격미팅 및 평가 결과)를 비교분석하고 파악하는 데 큰 도움이 되었다. 예를 들면, AR 증강현실 안경에 우선적으로 필요한 기능은 음성인식도 중요하지만, FR이 위험현장에 투입되었을 때 무의식 중에 바라보는 위험한 사물을 보면 어떤 위험이 있을지 증강현실로 알려 주는 긴급안전서비스가 더 우선적으로 중요함을 알 수 있었다.

본 SYNERGISE 재난안전 한국 대처방안의 기술적 파급효과는 다음과 같다:

- 보다 신속하고 효과적인 응급대처 능력 향상을 위해 AR 시스템은 여러 이해 관계자들을 긴급으로 통신 연결하여 재난 지역에 대한 증강현실 정보를 실시간으로 제공
- 재난 현장에서의 효과적인 원격 협업을 위해 AR 시스템은 저속 네트워크에서 작동하는 원격 협업 도구와 함께 사용할 수 있어, 지역적 제약 없이 다양한 이해 관계자들과 효과적으로 협업할 수 있게 되며, 이를 통해 구조작업의 효율성이 높아지고 시간과 비용 절약이 가능
- 비상통신 장비의 휴대성·이동성을 증진시켜, 비상통신서비스 제공의 신뢰성과 안전성을 제공하는 미래의 비상통신망 메타버스 AR서비스 제공이 가능
- 스마트AR 글래스들을 운용하는 무-터치(Non-touch) Deep Reinforcement Learning 클라우드/엣지 지능통신망 하에서 VNF 자율배치 방식을 적용하면, 약 45% 비상통신망 운영비용 절감이 발생하는 것으로 예측 가능
- 평시 재난상황 예행연습 시 Digital-Twin 시뮬레이션 AR-몰입형 가상현실 상호작용 교육플랫폼에도 적용할 수 있어 가상학습을 통해 FR운용요원의 대처능력을 한층 강화할 수 있는 계기가 됨(2023년도 가상융합기술 기반 재난안전 대응 교육·훈련 플랫폼 기술개발)
- 지능화 비상통신자율망 긴급구조 서비스 KPI 요구사항 : 인지시간 단축(>30%), 대응시간 단축(>50%), 대기 오염감지 정확도(>30%), 정확한 오염확산 위치인식(>30%) 등  
(발췌 : EU-Horizon Europe, SYNERGISE 프로젝트 제안서)

## 5 참여시 주의사항

우선, 가장 어려운 점은 대부분의 일상적인 과제회의가 온라인 상으로 상시 진행되는데, 유럽과 한국 간의 시차 및 summer-time CET(Central European Time) 혼동 때문에 어려움이 많았다. 예를 들면, 유럽시간 오후 시간이면 한국시간은 밤 늦은 시간이라 시차에 따른 회의참여 어려움이 있다. 그리고 오프라인 과제회의 역시 대부분 유럽의 대도시 또는 현지기관에서 열리는 관계로 매년 한국에서 유럽으로 장거리 출장을 가야하는 물리적 거리상의 어려움이 있다.

두번째는, 과제 참여기관이 18개 기관에 달하고 과제수행 세부주제도 이들 18개 기관별로 분담하여 각자의 역할이 주어져 이들 multi-player 들과의 소통과 과제 진도회의 등 과제진행에 필수적으로 참여하여야 하고, 또한 이메일 교신 등 상시로 검토/확인하고 대응해야 할 일도 많아 참여기관과의 과제진도 소통/회의 등 업무가 매우 과중한 것이 사실이다.

세번째는, 한국은 2024년 현재 아직 제3국(비회원국)이므로 SYNERGISE 과제 역시 한국 정부로부터 펀딩 절차를 진행하여 과제제안-평가-협약 등 순전히 한국내에서만 진행되는 과제절차를 EU본사업과는 별도로 추가로 진행하여야 했던 점에서 행정업무가 과다하다고 판단되었다. 또한, 한국펀딩의 가/부 여부의 불확실성 역시 초창기 Horizon 과제의 시작시점에서부터 유럽 참여기관들과는 사뭇 다른 입지에서 고민하고, 또한 한국 펀딩을 확보하기 위해 한국의 Horizon 과제 관리기관 여기저기에 문의하고 알아보는 여러 번거로움을 겪을

수밖에 없었다.

마지막으로, Horizon 사업은 European Commission에서 엄격하게 과제 관리하는 공적 연구과제로서, Timeline 상에 정해진 Deliverable 문서작성 및 기술내용 검증, 현장점검 등은 반드시 제 날짜, 제 시간까지 제출 및 시연해야 함을 요구받는다. 이는 여러 참여기관과의 긴밀한 연락업무, 동시성 확보, 코디네이터 알림 메일의 신속한 확인 및 답변/조치 등 온갖 요구에 적시에 반응하고 항시 대응하는 태세로 임해야 함을 의미한다.


## 6 주요 참여 기관 및 연구자 소개

본 SYNERGISE 재난안전 참여기관/역할 및 주요 참여연구자들은 다음과 같다:





그림 24. 2023년09월 독일 Essen 재난구조위원회(THW) 연구기관 Kick-off 정기회의 단체사진

	<b>독일 Bonn</b>	<b>THW</b>
독일연방내무부 산하 재난구조위원회, 전체 코디네이터 Tiina Ristmäe, Project Coordinator		
	<b>스웨덴 Vårby</b>	<b>FR-1: SBFF</b>
Leif Jonsson & Per Tillander: <a href="https://www.sbff.se/">https://www.sbff.se/</a> : 10개 지방 자치 단체로 구성된 Södertörn 소방대 협회(SBFF)는 약 500명의 직원이 지역사회에 재난안전 서비스를 제공하는 스웨덴에서 세 번째로 큰 재난안전구조기관		
	<b>네덜란드 Rotterdam</b>	<b>FR-2: GB</b>
Robbert Heinecke & Maud Sterrenberg & Tess Misskimming: <a href="https://www.gezamenlijke-brandweer.nl/">https://www.gezamenlijke-brandweer.nl/</a> : 로테르담 지방자치단체, 로테르담 항구/산업 지역 간 60개 기업 파트너십을 맺어 회사 소방대 관리책임 역할을 수행		


	<b>폴란드 Józefów</b>	<b>FR-3: CNBOP</b>
Maciej Zawistowski & Dr. Jacek Zboina & Tomasz Kolodziejczyk: <a href="https://www.cnbop.pl/en/">https://www.cnbop.pl/en/</a> : 소방 과학 및 연구센터 (CNBOP)는 소방, 위기 관리, 민방위 분야에서 국가의 안보를 보장하는 임무를 수행하는 국립소방연구기관		
	<b>그리스 Paleo Faliro</b>	<b>FR-4: HRTA</b>
MDr. Harris Georgiou & Nasia Andriopoulou & Alexia Vlachopoulos: <a href="https://eodathens.gr/">https://eodathens.gr/</a> : 자원봉사자 시민과 커뮤니티 센터로 구성된 독립 비영리 단체(NGO)로, 그리스 시민보호총국(GSCP)에 등록되어 수색/구조 훈련 프로그램을 개발		
	<b>독일 Berlin</b>	<b>ASTRIAL</b>
(THW 기술지원회사, ToolKits 코디네이터): Evangelos Sdongos, Technical Coordinator & Dr. Antonis Kostaridis & Dr. Sabina Ziemian & Joanna Meitz & Mhammad Ali & Martin Oputa & Dimitris Diagourtas: <a href="https://astrial.de/en/">https://astrial.de/en/</a> : 운영 리소스 추적, 사고 관리/파견, 물류/자산 최적화 배치, 물리적 보안 정보 관리, 자연 및 기술 위험 위기 관리와 같은 C3I 공공 안전 및 육상 및 해상 물체의 감지, 분류 및 추적을 위한 지진과 음향 시스템, 안전과 감시 시스템 등 보안 애플리케이션을 위한 통합 지리 공간 명령 및 제어(C2) 및 상황 인식(SA) 솔루션을 제공		
	<b>노르웨이 Trondheim, Gjøvik</b>	<b>TK-1: NTNU</b>
Kostas Alexis & Paolo De Petris & Mihir Dharmadhikari & Angelos Zacharia: <a href="https://www.ntnu.no/">https://www.ntnu.no/</a> : 1760년에 설립된 노르웨이 과학기술대학교(NTNU)는 트론헤임, 예빅, 올레순드에 캠퍼스를 둔 국제 중심의 최대 규모의 대학으로 자율 로봇 연구소(ARL)를 통해 SYNERGISE에 기여		
	<b>스위스 Zurich</b>	<b>TK-2: ETH</b>
Dr. Andrei Cramariuc & Francesca Bray: <a href="https://rsl.ethz.ch/">https://rsl.ethz.ch/</a> : 도어 개방 및 밸브 폐쇄와 같은 조작 작업을 위한 팔(Arm)이 장착되어 있는 4족 보행 로봇인 ANYmal을 응급 구조대와 함께 위험한 재난환경에 투입		
	<b>일본 Sendai</b>	<b>TK-3: TOHOKU</b>
AsP.Dr. Kenjiro Tadakuma & Tomoya Takahashi: <a href="https://tohoku.ac.jp/en/">https://tohoku.ac.jp/en/</a> : Tohoku 타다코로 연구소는 터치 사이버물리 AI 연구센터(TCPAI)와 제휴하여 재난 대응, 복구 및 예방을 위한 구조 로봇 연구를 수행하고 있으며, 후쿠시마 제1원전 사고를 비롯한 재난에 로봇을 적용한 전력이 있음		
	<b>스위스 Vaud</b>	<b>TK-4: WEARIN</b>
Dr. Marine Bouduban & Caroline Perez & Caroline Osti & Lien Pham: <a href="https://wearin.tech/">https://wearin.tech/</a> : 스위스 IoT 전문분야 기반 기술그룹 Conexivity 일원으로써 응급구조요원의 생체신호를 감시하고 개인화된 AI 생체알고리즘을 개발하고 있음		
	<b>프랑스 Vernon</b>	<b>TK-5: SYSNAV</b>
Pierre Boileau & Jacques-Etienne Grandjean: <a href="https://www.sysnav.fr/">https://www.sysnav.fr/</a> : 건물, 지하 공간, 도시 환경 등 GPS가 거부되는 측위환경에 대응해 실시간 3D 위치추적 센서 개발에 전문적인 회사		

한국 참여 사례


	<b>네덜란드 Amsterdam</b>	<b>TK-6: TNO</b>
Dr. Martijn van Emmerik & Prof. Mark Neerincx & Ivana Akrum: <a href="https://www.tno.nl/en/">https://www.tno.nl/en/</a> : 로봇, 원격 센서, 지능형 데이터 분석 시도구와 같은 첨단 기술을 통해 응급 구조대원을 지원하며, 인간 정보 처리, 커뮤니케이션 및 팀워크에 대한 인사이트를 사용하여 AI 시스템과의 협력을 최적화하는 인간 대 기계 간의 팀 구성 프레임워크를 개발하는 전문 기관		


	<b>그리스 Thessaloniki</b>	<b>TK-7: CERTH</b>
Dr. Anastasios Dimou & Kyriaki Christaki & Panagiota Masa & Spyridon Kintzios: <a href="https://www.certh.gr/root.en.aspx/">https://www.certh.gr/root.en.aspx/</a> : CERTH/ITI는 로봇을 제어하고 정보 시각화를 개선하여 인간과 로봇의 상호 작용을 향상시키기 위한 증강현실 AR 프레임워크를 설계 및 개발하며, 또한 정보 관리와 관련하여 여러 출처의 정보를 집계하고 융합할 수 있는 도구를 제공하고 이 정보를 기반으로 의사 결정 지원을 제공하는 연구기관		

	<b>한국 Daejeon</b>	<b>TK-8: ETRI</b>
Dr.이준경(과책) & Dr.최태상 & Dr.김명순: <a href="https://www.etri.re.kr/">https://www.etri.re.kr/</a> : 대형 건물이나 대규모 쇼핑몰 단지 화재, 대규모 교통사고, 공장 화학물질 누출 사고 등 극한재난환경 하에 VR/AR/MR/XR/TR 및 메타버스에 적용되는 스마트 글래스 통신 서비스가 결합된 독립형 네트워크(예: 사설 5G)를 통해 긴급 비상통신 환경을 제공하는 연구기관		

	<b>한국 Seoul</b>	<b>TK-9: VIRNECT</b>
CEO 하태진 & 과책 박태진 & 이정방 & 이용식: <a href="https://www.virnect.io/en-us/">https://www.virnect.io/en-us/</a> : 스마트 글래스에서 주변환경을 디지털로 표현하고, 잠재적으로 위험하고 어려운 영역을 명확하게 안내하여 전반적인 상황 인식과 안전을 높이는 광범위한 XR 전문 지식을 제공하며, 또한 중앙집중식 노하우와 실시간 데이터에 액세스하여 다자간 협력 및 AR 시각화와 관련된 문제를 해결하고 센서 데이터를 시각화 시스템에 연결. 그리고 AR 스마트 글래스와 관련하여 VIRNECT의 Remote(AR 원격 협업 플랫폼)과 VIRNECT View(AR 시각화 소프트웨어)를 기반으로 이 두 영역을 최적화함으로써 응급 구조대원이 현재의 한계에서 벗어나는 생명을 구하는 데 필요한 명확성과 정보를 즉시 제공하는 강력하고 안정적인 솔루션을 제공		

	<b>독일 Munich</b>	<b>ARTTIC</b>
Amrita Choudhary & Dr. Melanie Carevic-Neri: <a href="https://www.arttic-innovation.de/en/">https://www.arttic-innovation.de/en/</a> : 국제 연구 및 기술 관련 파트너십을 위한 협업 엔지니어링, 컨설팅 및 관리 서비스 분야의 유럽 리더인 PNO 컨설턴트 그룹의 회사임. SYNERGISE 국제 공동연구개발 컨소시엄 협업이 효율적으로 작동하고 프로젝트를 적절히 모니터링하며 프로젝트 진행 상황에 따라 결정과 조치를 준비하고 취할 수 있도록 일상적인 관리 및 관리 작업에서 본 컨소시엄을 지원		

	<b>스페인 Elche</b>	<b>PLUSETHICS</b>
Flavia Roteda Ruffino & Dr. Francisco J. Castro-Toledo & Alejandro Nicolás Sánchez: <a href="https://www.plusethics.com/">https://www.plusethics.com/</a> : 유럽의 R&D 연구에 대해 디지털 영역에서 복잡한 윤리, 개인정보 보호 및 법적 문제 해결을 지원		

	<b>미국 New Hampshire</b>	<b>R2NETWORK</b>
Bryce Stirton: <a href="https://www.r2network.com/">https://www.r2network.com/</a> : 공공 안전 커뮤니티를 통합하여 응급 구조대원에게 권한을 부여하고 혁신적인 기술로 재난 대응 문제를 해결하는 자생적 플랫폼으로 업계 전문가들이 만든 이 네트워크는 공공 안전 분야의 응급 구조대원과 혁신가들 간의 혁신, 자금 조달, 협업을 위한 전략적인 전국 네트워크를 제공		

## 7 프로젝트 코디네이터 인터뷰

독일 TGW - Ristmäe, Tiina

우선, ETRI/㈜버넥트와 협업하게 된 동기는 통신기술 분야(ETRI) 및 VR/AR플랫폼 기술 분야(버넥트)에서 최첨단 연구성과와 풍부한 연구개발 경험을 보유하고 있다는 점이였다.

또한, 양 기관 모두 해당 분야에서 풍부한 기술개발 경험/경력을 보유한 우수 연구진 pool을 보유하고 있다는 점, 그리고 우수연구기관으로서의 국제적 명성/평판을 확보하고 있는 기관이라는 점에서 본 과제의 성공률을 높일 수 있을 것으로 판단하였다. 본 SYNERGISE 과제는 기술개발 결과의 상용화가 중요한 과제수행 목표 중 하나이며, 이러한 점에서 ETRI와 버넥트가 그 동안 주로 응용기술 개발에 주력해온 기관이라는 사실이 본 과제의 연구결과 순수한 이론적 연구가 아닌 실 사회에 바로 응용이 가능한 비상통신 AR원격협업 솔루션을 제안할 수 있는 책임자로 생각된다.

한국연구자와 협업하게 되어 얻게 되는 장점 중 하나는, 한국은 최첨단 산업의 글로벌 리더이므로 우리 SYNERGISE 팀이 한국 연구자와 본 과제를 같이 함으로써 기술혁신에 필수적인 최첨단 신기술과 인프라에 접근할 수 있다는 점이다. 한국의 연구기관은 주로 상용화 가능한 기술개발에 초점을 두고 매진해오는 기관으로 잘 알려져 있고, 이러한 점에서 우리 SYNERGISE 과제의 수행결과가 실제 실용 가능한 형태로 제시될 수 있겠다는 가능성을 바라보았다. 그리고 한국은 고품질의 우수한 제품생산 능력이 뛰어난 국가이며, 한국연구자는 근면하고 매우 열심히 일하며, 끊임없이 최첨단 기술을 추구 하는 한국연구자의 혁신지향성이 SYNERGISE 컨소시엄 과제원들 모두에게 선한 영향력을 줄 것으로 생각된다.

한국 연구자와 같이 협업한 기간이 아직 짧아 다양한 측면을 아직 겪어보진 못했으나, 현재까지 같이 해본 결과, 한국연구자는 매우 근면한 직무윤리와 헌신성을 가지고 있고, 프로젝트에 대한 책임감이 강하며, 또한 본 공동연구를 통해 많은 것을 배워가고 장점을 얻어가려는 열망도 큰 것 같다. 전반적으로 한국 연구자들은 매우 친절하고 마음이 열려 있는 사람들이라고 느꼈다.

# SHIFT

## SHIFT

---

프로젝트 명	SHIFT
공고번호	HORIZON-2020-MSCA-RISE-2020
기간	2021년9월 1일 ~ 2026년 8월 3일
프로젝트 총 예산	1,002,800 유로(EU 자금 : 910,800 유로)
참여 비용(예산)	200,000,000원(자금 출처 : NRF 한-EU공동연구지원사업 / EU)
코디네이터	이탈리아 트렌트대학
참가기관(Participants)	2개국 2개 기관
파트너(Partners)	5개국 5개 기관
CORDIS 링크	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101008041">https://cordis.europa.eu/project/id/101008041</a>

---

프로젝트 웹사이트      웹사이트: <https://r1.unitn.it/shift/>

---

MSCA RISE SHIFT 프로젝트

Vol.4

## Shaping Innovative Designs for Sustainable Tissue Engineering Products(SHIFT)

강길선(전북대학교 교수)

### 1 프로젝트 개요

#### 조직공학-재생의학과 뼈 조직공학

조직 공학 및 재생 의학(Tissue Engineering and Regenerative Medicine, TERM)은 지지체에 세포를 파종하고, 성장 인자 등과 같은 신호 분자를 사용하여, 신체의 자가 치유력 및 조직의 손상 치료 및 장기를 대체하거나 재생시켜 원래 기능을 회복하기 위한 의학 분야로 새로운 분야이다. 최근에 조직 공학 분야의 빠른 성장으로 시장에 관련 제품이 출시되면서, 손상된 조직/기관을 대체할 뿐만 아니라 질병 및 약물 검사를 위한 플랫폼으로 사용되고 있다.

조직공학 및 재생의학 분야는 인류의 노령화와 삶의 질 향상에 따라 빠른 속도로 성장하고 있는 추세로, 이를 개발하고 발전시키기 위해서 기초/공학/의학 등의 다학제간 연구는 필연적이며, 세계수준의 공동연구가 반드시 필요하다

모든 인간의 질병 중, 골다공증 등의 근골격계 퇴행성 질환, 주로 당뇨병과 같은 전신질환에서 기인한 피부 질환, 외상성 조직 손상을 겪고 있는 고령화 인구가 전세계적으로 증가하고 있으며, 현재 뚜렷한 치료법은 없는 실정임으로 이들 질환은 급성 진료가 필요한 경우가 많고, 장기 장애로 인한 만성 치료비용도 높은 편에 속하고 있다.

골다공증이나 당뇨병 환자의 골 치유에는 초기 혈관 신생과 함께 골재생을 촉진하고 유도하는 전략이 요구되고 있는데, 이때 산소뿐만 아니라 골아 세포로 분화할 수 있는 줄기세포, 미네랄화에 필요한 이온 등이 필요하다. 본 연구는 골형성과 혈관형성이라는 두 가지 접근법을 결합하여 임계크기결함에서 뼈 재생 연구를 수행한다.

### ● 본 프로젝트의 지향점

본 연구의 목적은 혁신적인 신생혈관화 촉진전략을 통해 뼈, 연골, 연조직 상처(당뇨성 궤양) 등의 만성 조직 질환의 치유 연구로, 궁극적으로 친환경적인 기후행동 프로토콜을 이용한 생체물질기반 지지체제품을 개발 및 제조하는 것이다. 따라서 아래 세부 목표를 달성하기 위한 연구를 진행하였다.

- 천연유래 생체고분자 분리·정제 및 특이적 조직재생 전략인 신생혈관 유발물질을 결합한 제조방법과 과정에 대한 표준화된 친환경적 프로토콜 개발
- 천연유래 고분자정제 및 구성을 위한 친환경적 기후행동 공정생산 체계 평가 및 설계
- 조직공학적 뼈 장기 지지체제조를 위해, 천연유래 생체재료의 가공처리 시 지속가능한 환경 친화적인 프로토콜 개발
- 타겟 적용과 생체재료·지지체의 유효성을 검증하기 위한 실험방법 및 품질 관리 절차 합의를 제정
- 조직공학적 뼈 장기 제품개발에 있어 새로운 표준 규정 정의-제안 및 협력 국가간의 규제문제 비교평가를 수행
- 천연유래 재료·공정에 대한 지속가능한 접근법으로 가치평가를 위한 국제적 다분야 협력네트워크 구축하여 확산
- 신진 연구진에 조직공학적 뼈 장기 제품혁신에 대한 시장 지향적인 접근 방식 교육(ESR) 제공 등 후학양성, 특히 학생들의 글로벌화에 매진
- EU에서 조직공학·재생의학기술의 지속가능한 기후행동 사례개발에 기여하며 상호 공유(지속가능한 개발목표 n. 12 UN의 의제 2030의 일환으로 책임 있는 소비 및 생산, 그리고 H2020 프로그램의 범분야 우선순위로서 기후행동)

### ● 본 프로젝트의 미래

골조직 재생이외의 다양한 손상조직에 이용할 수 있는 친환경적 천연 생체재료개발 및 신생혈관을 결합한 타겟 재생 지지체는 다양한 의료기기 개발연구의 기초 및 원천기술 데이터로 제공 가능하다. 또한, 본 연구는 조직재생분야에서 국제 네트워크 확장과 기술 교차·교환을 통해 국제공동연구의 경쟁력을 확보하고 및 글로벌 표준화를 주도할 것으로 기대된다.

결과적으로 유럽·아시아 지역을 비롯한 우수한 국외 전문가들과의 공동연구를 통해 국내 최고 수준의 석·박사 및 포닥과정생들을 양성할 수 있는 기관 및 국제적인 네트워크를 강화함으로써 세계적인 연구기관으로 도약 가능하다고 판단된다.

## 2 연구단 설립 배경 및 연구제안서 작성 과정

### EIE-TERM의 개요

본 연구자는 2006년부터 포르투갈의 유럽 조직공학/재생의학 초일류 연구소(European Institute of Excellence for Tissue Engineering and Regenerative Medicine(<https://www.expertissues.eu>))와 교류를 시작하였다. 이는 포르투갈(Portugal) 국립의 미뉴 대학(University of Minho)에 본부를 두고 있다. 미국이 주도하는 조직공학 기반 재생의학 분야를 견제하기 위해 EU 국가들 주도로 13개국(이중 9개국은 EU 국가)의 22명의 파트너가 모여서 설립한 세계적인 연구소이다. 현재는 20 개국의 200여 연구원으로 확대 발전하였다.

현재 운영은 포르투갈 국립 미뉴 대학의 3B's Research Group(Rui L. Reis 교수팀, <https://3bs.uminho.pt>) 이 맡고 있다. EIE-TERM의 소장인 Rui교수는 현재까지 조직 공학 및 재생의학 관련 1800편의 Research paper, 330편의 Book chapter, 170편의 Review paper, h-index > 155, 130건의 국내·외 특허를 보유하고 있고, EIE-TERM은 조직 공학 및 재생의학 분야에서 수준 높은 기술력을 확보한 연구소로 많은 연구 업적 발표하고 있다. 또한 EIE-TERM은 세계 114개 학계, 산업계, 병원들과 국제적인 파트너십 및 공동 연구 네트워크를 확보하고 있다.

과학계(Scientific)	산업계(Industrial)	병원(Hospital)
유럽(EU)에 45개, 북미 지역에 20개, 아시아에 15개 등 80개 대학 및 연구소들과 공동 연구 및 협력 체계를 보유	유럽 및 미국의 24개 주요 제약사들과 협력/공동 연구 체계 보유	유럽 각지의 9개 병원들과 임상 시험 및 효능 평가 관련 협력 체계 보유

### EIE-TERM의 의 Rui Reis교수와 이탈리아 클라우디오 교수와의 조우

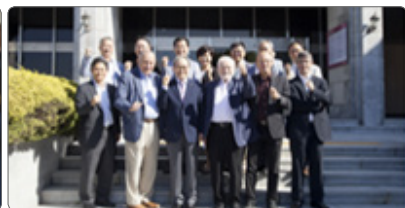
2008년경에 미뉴 대학의 루이 교수를 비롯하여 이탈리아 Trento 대학의 Claudio Migliaresi 교수는 전 학문인 공학과 인문학을 아우르는 유럽아시아 거대 공동연구체 HORIZON-MSCA-RISE 연구단을 구성하였다. 2012년경에는 이를 공학 분야에 한정하여 연장하였다. 그간에 2013년 포르투갈 대통령 방한으로 한-포르투갈 연구의제 개진을 이루었다. 루이 교수는 전북대학교의 명예교수로 임명되었다



그림 25. 대통령 방문을 통해 한-포르투갈 국가간 공동의제 선정



그림 26. EIE-TERM 소장인 Rui Reis 교수의 전북대 명예교수 수여



본 연구팀과 EIE-TERM은 2008년 이후 재생의료 관련 3건의 공동 연구를 수행하였다.(과제명: “주입가능한 하이드로겔과 골수유래줄기세포를 이용한 골관절염 치료제 개발의 국제공동연구”, 연구기간: 2015/12월 30-2019/11월30일, 총 연구비: 12억)

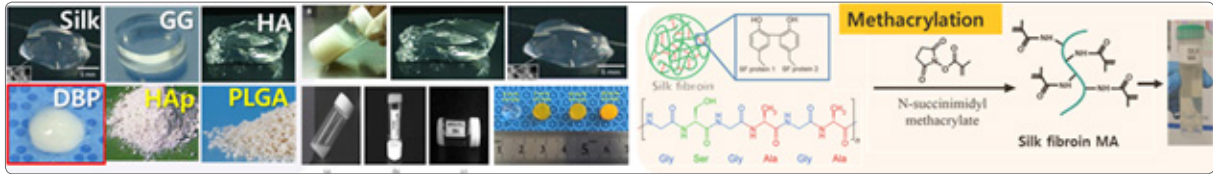


그림 27. EIE-TERM과 공동 연구를 통해 다양한 합성 및 천연 물질 기반의 하이브리드 바이오 잉크 개발

### 2017년 REMIX팀과의 합류 및 연구 결과

2017년에 전세계적으로 조직공학재생의학 분야의 세계회와 이들의 표준화가 필요해짐에 따라 유럽 H2020-MSCA-RISE-2017에 Regenerative Medicine Innovation Crossing – Research and Innovation Staff Exchange in Regenerative Medicine(REMIX, number: 778078) 과제가 7월달에 선정되었다. 본 REMIX 과제는 유럽측 이탈리아 Trento대학교(UNIT, Antonella Motta, Claudio Migliaresi 교수), 포르투갈 Minho 대학교(UMINHO, Rui. L Reis 교수), 한국측의 전북대학교(JBNU, 강길선 교수), 태국측의 Chulalongkorn대학교(CHU, Sorada Kanokpanont 교수), 몽골측의 Mongolian University of Science and Technology(MUST, Sarantuya Tsedendamba 교수), 말레이시아 대학간 협동 연구를 통해 생체재료 및 재생의학의 상호 협력 관계를 구축하였다.

본 REMIX를 통하여 (1) 천연 유래 생체 재료 추출 및 분리된 생체 재료의 가공 방법 등과 같은 새로운 노하우를 포함한 관련 기관과의 상호 보완적 전문 지식 획득, (2) 조직 공학 및 재생 의학 분야에 적용 가능한 고부가 가치를 지닌 새로운 응용 제품 개발 및 상품화, (3) EU와 아시아 기관 간 교육 및 과학 공동 컨소시엄 구성, 차세대 조직공학 분야의 전문화된 연구원 양성, (4) EU와 아시아 기관과의 네트워크 확립, 그리고 (5)연례 국제 심포지엄 및 세미나 개최 등 많은 연구성과를 얻었다. 2017년 11월부터 2021년 10월까지 4년 동안 TE 및 재생의학에 적용하기 위한 천연유래 생체재료를 개발하여 연골 및 골 재생연구를 진행하였다.

그 결과 총 12개중 5개(실크 단백질, 콜라겐, 케라틴 및 해양 유기체 유래 고분자등의 천연유래 생체재료)의 가능성을 확인하였으며, 전북대는 연골·골 재생연구를 진행하여 국내·외 논문 총 29편, 초청강연 1건, 학술대회 15건, 특허 출원 1건, 인력양성 3명, 과학자 교류(국내 14명, 외국 과학자 8명), 4권의 재생의학 책 저술 등의 성과를 달성하였다.

REMIX과제를 통하여 현재까지 본 과제 참여 연구기관들은 다음과 같은 고분자를 추출하였으며 이에 대한 추출 방법 및 생산 공정등에 대한 프로토콜을 기획보하였다.

- UNITN은 몽골 섬유산업의 낙타털 잔여물들로부터 양질의 케라틴을 성공적으로 분리했으며, 실크 분리와 가공에 대한 프로토콜을 개발하고 생물학적 평가들을 정의하였다.
- UNITN과 UMINHO는 오징어 뼈, 홍합 등의 음식물 쓰레기 또는 해면과 같은 해양생물을 기반으로 한 바이오 세라믹 생산을 하였다.
- CU, UNITN 및 UMINHO는 태국산 실크 고치에서 실크 단백질, 피브로인 및 세리신을 추출하기 위한 표준 프로토콜을 개발하였으며, 물고기 비늘과 뼈에서 biphasic calcium phosphate를 분리하여 파일럿 규모로 생산중이다.
- JBNU, UMINHO 및 UKM은 식품산업의 폐기물로부터 콜라겐을 성공적으로 분리하여 생체재료로의 우수한 가능성을 확인하였다.

### 2021년 SHIFT연구단 출범

2021년에는 이 REIMX를 확대 발전하여 SHIFT(Shaping Innovative Designs for Sustainable Tissue Engineering Products)를 출범하였다. 기존 REMIX 파트너에 더해 영국 Birmingham 대학(UOB, Alicia El Hai 교수), 호주 Sydney 대학(UNSYD, Anthony Weiss교수), 말레이시아 국립대학(UKM, Mohd Fauzi Mh Busra 교수)팀 등이 합류하여 명실 상부한 초 거대 연구단이 탄생하였다.



### SHIFT 연구단의 미래지향목표

SHIFT팀은 미래의 상용화를 위한 최적의 제품 설계를 목표로 생산과정을 표준화하고 비용, 위험 및 사용자 복잡성을 최소화하는 친환경적 지속가능한 기후행동적 연구를 진행하고 있다. 즉, 바이오 기반 물질의 사용, 폐기물의 재사용, 녹색 화학용매 처리를 통한 추출, 만성 질환에서 신생혈관화를 적극적으로 지원할 수 있는 차세대의 지속가능한 바이오 지지체인 TERM 제품을 개발하고 있다.

한국 참여 사례

## 한국 참여 사례

이러한 제품을 개발하기 위해, 친환경적·시장 지향적인 접근방식으로 연구원과 학생을 훈련시키고 있다.

1	<b>다학제적, 국제적 환경에서 연구 수행기회 제공</b>
	유럽 및 아시아의 SHIFT참여 연구기관에서 연구를 수행할 기회가 제공되어 EU 기반 친환경 프로토콜을 습득할 수 있다.
2	<b>신제품의 가치사슬을 개발하는 방법 획득기회 제공</b>
	학술적 연구 시 자원-환경-에너지 선순환 가치사슬을 형성한다. 조직공학분야에서 실험실 연구는 에너지, 물, 독성 물질의 소비가 많다. 따라서 이러한 선순환 가치사슬을 연구 시 고려하면, 환경오염을 줄이는 것뿐만 아니라 인체에도 유해 환경을 제거할 수 있으며, 기후행동적 미래연구 환경의 변화를 줄 수 있기 때문에 연구 시 고려하고 있다.
3	<b>지속가능한 친환경적 산업 프로세스의 개념 형성 기회 제공</b>
	생태계와 환경을 훼손하지 않고 인류가 지속적으로 발전할 수 있도록 현재와 미래세대의 깨끗한 환경을 조성하기 위한 연구 진행하고 있다. 현재는 실험실 단위에서 연구를 진행하고 있으나, 우수실험실 운영 기준(Good Labor Practice, GLP)에 따라 훈련을 시킬 예정이다. 임상 및 비임상 연구가 수행되는 과정과 조건을 훈련하여 학계와 산업의 격차를 해소시켜 산업체 취업 시 현장에 바로 투입될 수 있도록 교육시키고 있다.

## 3 연구 수행 내용

### 🌐 각국의 연구 목표

#### 01 UNIT의 Antonella Motta 교수

WP1, WP3, WP5 및 WP7을 이끌 예정이며, 모든 WP에 참여중이다. 본 SHIFT에서는 녹색화학을 적용하여 실크피브로인 등의 생체재료를 확보, 연골, 뼈 등의 만성 상처 치유 연구 및 몽골 등의 아시아의 생리 활성 물질 발굴 등에 대한 연구와 더불어 과제 전반을 통솔하고 있다.

#### 02 UMINHO의 Rui, L Reis 교수

조직공학 분야에서 세계 선두그룹 중 하나로, WP2를 이끌 예정이며 모든 WP에 참여중이다. 골, 연골, 피부 등 다양하고 넓은 범위의 연구수행 경험을 가지고 있으며, 생체 재료, 조직공학, 재생의학과 줄기세포 분야에서 많은 연구 노하우를 가지고 있음. 해양물질에서 콜라겐을 추출하는 원천기술을 비롯하여, 입자 침출법, 전기방사, 동결 건조, 입자제조, 3D프린터 등을 이용 지지체를 제조하는 노하우를 가지고 있어 본 연구에서는 이러한 장점을 이용해 골/연골 분야의 연구를 진행하고 있다.

#### 03 UNSYD의 Antony Weiss교수

WP2, WP4, WP5, WP6, WP7에 참여하고 있다. Elastagen회사를 설립경험과, 혈관 형성 프로세스의 향상에 대한 오랜 경험과 노하우를 가지고 있어, 이를 다른 파트너들에게 제공하고 있다.

**04 UOB의 Alicia El Hai 교수**

WP4를 이끌고, 모든 WP에 참여하고 있다. Renovo Group Ltd(흉터 감소 바이오 제약 회사)에서 임상 3상연구를 진행하고 있으며, 제품을 상업화와 임상에 대한 노하우를 바탕으로 상처 재생연구를 통한 ESR 교육 및 연구를 진행하고 있다.

**05 UKM, Mohd Fauzi Mh Busra 교수**

모든 WP에 참여하고 있다. 양의 힘줄에서 콜라겐 I 형(OTC-)을 분리한 노하우 및 대동물(양)에서 실험에 관한 노하우를 바탕으로 만성 상처 치유 분야의 연구를 진행하고 있다.

**06 JBNU의 강길선 교수**

WP1, WP2, WP3, WP5, WP6, WP7에 참여하고 있다. 녹색화학을 이용한 생체재료 추출·활용하고, 이를 파트너 국가에 제공하고 있다. 또한 신생혈관을 결합한 연골·뼈 재생연구 등을 진행하고 있다.

**07 CHU의 Sorada Kanokpanont 교수**

WP3, WP4, WP5, WP6, WP7에 참여하고 있다. 본 연구에서는 실크 피브로인 및 해양 유래 물질 등과 같은 생체 재료 원재료 및 생리활성 물질들을 발굴하여, 연골, 골등의 정형외과 분야와 만성 상처 치료등에 활용하고, 이를 파트너 국가에 제공하고 있다.

**08 MUST의 Sarantuya Tsedendamba 교수**

WP3, WP4, WP5, WP6, WP7에 참여하고 있다. 몽골은 현지 동물 종 (낙타, 야크, 말 등)의 콜라겐 재료를 공급하고 있다. 또한 낙타털, 캐시미어에서 케라틴을 추출 가능하고, 생리활성물질도 풍부하다. 따라서 이에 대한 연구에 참여하고 있다.

**WP별 목표**

SHIFT는 최종 목표 달성을 위해, 표와 같이 총 7개의 work package(WP)를 구성하였다. WP를 통해 과제의 내용 및 연구수행 기간, 연구 상호 교류 등을 계획적으로 실시하고 있다.

- WP1** □ 원료 정제 프로토콜 설계로 폐기물 원료, 즉 공급원을 선택한 후 천연 유래 물질 추출시 녹색화학 접근법을 통해 환경오염 용매사용을 줄이고, 재현성, 효율성, 수율, 비용 등을 고려하여 최적의 친환경적 정제 프로토콜을 설계하여, 추출물을 의약품 생체물질로 적용한다.
- WP2** □ WP1에서 연구된 재료와 프로토콜을 가지고, 첨단 지지체의 제조 기술을 업스케일하는 것이다. 뼈, 연골 및 만성 상처 치유시 신생혈관재생에 관한 특정 조건을 추가하여 생체 모방지지체를 제조한다.
- WP3** □ 생체 기능화로, 아시아(몽골)의 약용 식물에 대한 조사를 통해, 생리활성 천연화합물을 선정하고, 정제된 생체고분자를 이용한 지지체 제작시 로딩을 통해 방출 프로토콜 설계하는 것이다. 또한, in vitro에서 생체 적합성등에 대한 검사를 진행한다.
- WP4** □ 제품 개발을 위한 응용 플랫폼 개발로 타겟 장기(연골, 뼈, 피부 등) 재생을 확인하기 위해 동물 실험을 통한 유효성확인검사를 진행한다.
- WP5** □ 초기 단계 연구자(Early stage researchers, ESR) 훈련에 관한 것으로 프로젝트 참여기관의 ESR들이 조직공학적 연구기법 및 제품위주의 접근을 통해 관련분야의 지식을 획득하여, 글로벌인재로의 양성을 목표로 하고 있다.
- WP6** □ 커뮤니케이션 및 전달에 관한 것이다. 프로젝트 웹사이트 구축을 통해 연구 및 ESR 활동사항을 홍보하고, 킥오프 미팅, 컨퍼런스 조직, 참여 국가간 미팅, 워크샵 세미나, 여름 학교 등에 관련된 제반 활동에 관한 것이다.
- WP7** □ 프로젝트 운영에 대한 것으로 UNITN를 주축으로 참여 기관간의 프로젝트 제반 행정 사항, 연구 진행 사항, 보고서 등을 협력하여 해결하는 것이다.

## 전북대학교의 연구 진행상황

### 01 1차년도에는 녹색화학에 기초한 오골계 탈미네랄화된골분(DBP), 젤란검 등 고순도 고효율 친환경적 생체 재료 분리 정제법 개발 및 인력 교류에 중점을 둠

- 친환경적으로 지속가능한 녹색 화학 원리를 적용하여 기존 DBP탈회과정을 변경하여 DBP 수율을 개선하고 제작 시간을 단축하였다.
- 학생, 연구자 교류로는 이탈리아 트렌트대학 Devid Maniglio, Antonella Motta 교수가 전북대에 방문하여 세미나를 진행하고, 연구 진행사항에 대해 토의를 진행하였으며, 워크숍은 코로나로 인해 줌 미팅으로 대체하였다.

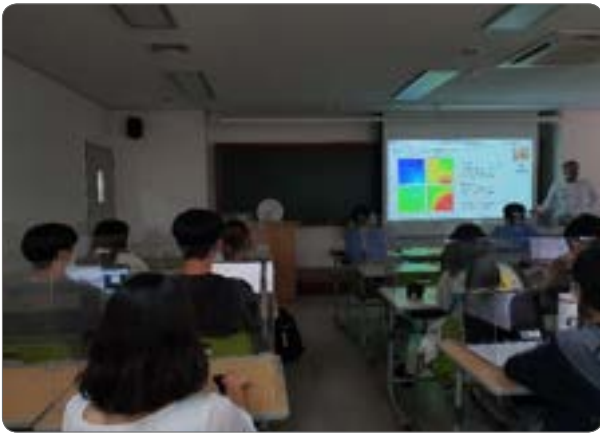


그림 28. Devid Maniglio 교수의 세미나 강연  
(22년 7월 14일)



그림 29. Antonella Motta 교수의 세미나 강연  
(22년 8월 3일)

### 02 2차년도에는 오골계DBP 및 생리활성 물질(퀴세틴, 카테킨 등)을 이용한 골재생에 적합한 혈관 형성 복합지지체 제조, 특성평가 및 세포와의 상호 작용 조사를 세부 목표로 연구를 수행

- 오골계-닭 혼합 DBP, 실크 피브로인, 항산화효과를 가진 생리활성물질인 카테킨(Catechin)을 이용하여 복합지지체로 제작하여 골재생 능력을 평가하였으며, 이외에도 골재생을 위한 가시광가교성 지지체를 개발하기 위해 후보군을 선정하여 젤라틴을 개질시킨 하이드로겔을 제작하였다.
- 이탈리아 트렌토 대학 연구팀과의 공동연구로 트렌트대학 연구팀에서 제공한 지지체의 생체적합성 및 골분해능(osteocalcin, osteopontin 등의 바이오 마커 이용)을 평가하기 위하여, hBMSC를 배양 한 후, in vitro 평가를 진행하였고, 렛의 두개골 및 피하에 지지체 이식 후 생분해성, 생체 적합성 및 골재(H&E, ED-1의 조직염색) 등을 평가하였다.
- 학생, 연구자 교류로는 이탈리아 Trento 대학 Claudio migliaresi 교수, 포르투갈 Minho 대학교 Rui L Reis 교수가 전북대학교에서 방문하여 공동연구 관련 샘플 분석 결과 공유 및 논의를 진행하였다. 워크숍(포르투갈 브라가)과 summer school(이탈리아 트렌트대학)이 개최되었으며, 포르투갈 브라가 Hotel Vila Galé Collection에서 열린 REMIX Final Workshop에서 강길선 교수는 직접 워크숍에 참석해 “Biocompatibility Issues for the Tissue Engineered Products for Commercialization”이라는 주제로 45분 동안 강연을 진행하였다. 또한 전북대학교 소속 강태웅 연구원과 박선재 박사과정생은 각각 진행하던 골 재생 관련 실험의 주제로 줌 발표를 통해 구두 발표를 진행하였다. 또한 summer school에는 대학원생을 포함 총 3명이 참가하였으며, 이외에도 줌을 통해 정기적인 세미나에 참여하였다.

한국 참여 사례



그림 30. SHIFT summer school에 참석한 학생들과 교수들의 단체 사진



그림 31. SHIFT summer school에서 강길선 교수의 강연

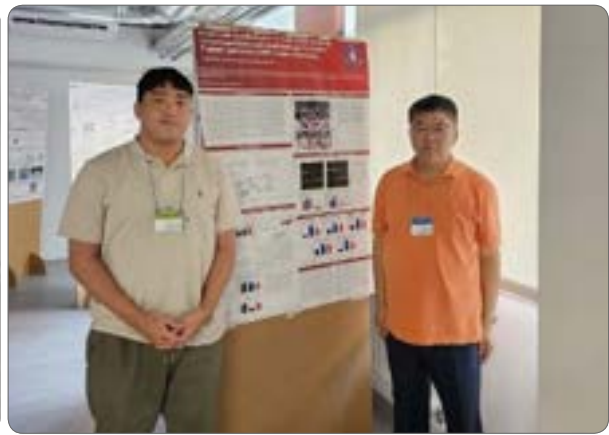


그림 32. 박선재 박사과정생의 포스터 발표

**03** 3차년도에는 동물모델에 제작한 복합 지지체를 이식하여 재생능 평가를 확인하고, 인력교류를 진행

- 오골계 닭 혼합 DBP-실크 카테킨 복합스펀지에 alizarin Red염색 및 RT-PCR 평가 결과, Silk/CA/DBP1군에서 가장 높은 골재생을 보이는 것을 확인하였으며, 토끼의 관절 연골 결손 부분에 젤라틴메타크릴레이트(GelMA) - PDRN 복합체를 주입하여, 조직학적 염색(H&E, safranin-O, MTS 등)을 실시한 결과 GelMA-PDRN 군이 다른 군에 비해 연골 조직 재생이 효과적으로 촉진된 것을 확인하였다.
- 포르투갈 minho 대학교 Rui reis 교수는 전북대학교 학생들에게 “High-throughput tissue engineering strategies and ways to engineer different complex in vitro models using natural biomaterials and cells” 주제로 강연을 진행하였다. 이외에도, 2월과 6월에 두 차례 정기 세미나를 실시하여 연구 진행사항을 체크하였다.
- 전북대학교 강길선 교수는 이탈리아 트렌트대학 및 포르투갈 미뉴대학에서 각각 6개월씩 카복시메틸키토산 메타크릴레이트(CMC-MA)-PDRN 복합체의 골재생 평가에 대한 공동연구를 진행하였다.

**04** 4차년도에는 골이식재 시제품의 유효성 평가와 인력교류를 실시

## 4 참여시 이점

- 1 유럽의 연구시스템을 확인하고, 우리나라의 현재 수준을 확인할 수 있는 계기가 될 수 있다. 각국의 연구 테마와 연구 주제들의 동향을 파악할 수 있으며, 각국의 학부/대학원의 강의를 참관함으로써 그 나라의 수준과 강의 문화를 접할 수 있다. 유럽 각국의 과학에 대한 깊은 뿌리를 배울 수 있다.
- 2 유럽의 연구비 운영과정과 특히 과제의 관리 시스템의 엄격함을 배울 수 있다. 우리나라는 선정이 일단 되면 나머지 기간에 최소한의 단계, 매년 평가만을 받으면 되나 EU는 매년, 매 단계마다 과제의 tracking시스템이 작동하여 과제관리가 엄격함을 배운다. 우리나라는 과제의 지원을 아무나 할 수 있으나 EU의 경우 최소 조건을 충족해야 과제 지원서를 제출 할 수 있는 시스템이라는 점을 배웠다. 과제 종료후에 상용화나 상용화 시스템, 촉진시스템 즉 CCRM(캐나다), 카타폴트(영국) 등의 과제관리 체계를 피상적이거나 배울 수 있다. 본 과제 같은 경우 8년 이상을 공동연구를 하였기 때문에 전반적인 과정을 모두 파악 가능했다.
- 3 각국의 PI로부터 다양한 연구자를 소개받을 수 있다. 8개국에 참여하므로 우리 참여 연구자 이외의 각 소속학과 교수 또는 각 소속 학교 교수들의 다른 전공자들과도 얼마든지 만날 수 있다. 이를 인력 풀로도 이용할 수 있다. 더불어 대학원생들이 유럽 파견시 현지 대학원생들과 쌓은 친목은 장기적으로 연구 인맥을 넓힐 수 있는 기회를 제공하며, 다양한 배경과 전문성을 가진 연구자들과의 친분은 향후 협업이나 연구 프로젝트에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.
- 4 학술 세미나와 컨퍼런스를 통해 연구에 대한 피드백을 받을 수 있어 새로운 아이디어와 시각으로 다양한 연구 접근 방식을 배울 수 있는 기회가 되기 때문에 장기적으로 국내 역량을 한층 성장시킬 수 있는 동력이 될 것으로 판단된다. 또한, 논문이나 연구보고서의 작성을 외국 학생 연구자들과 공동으로 하는 등 글로벌화를 꾀할 수 있다.
- 5 타 연구 그룹들과의 활발한 정보 공유로 유럽 지역의 연구단 구성과 상위 연구자들의 정보를 얻을 수 있다. 또한, 유럽과 한국의 시장 상황, 경제적인 문제, 과학적인 시사점등을 골고루 공유할 수 있다. 대한민국의 여러 기업을 소개하고 방문함으로써 제조업에 관한 특징점을 홍보할 수 있다.

## 5 참여시 주의사항

- 01** 현재는 제3국이기 때문에 본 연구의 경우에는 연구비가 NRF에서 직접 지급되어 연구비를 사용하는 시스템이 완전 EU하고 분리되어 있다. 현재 시스템의 장점은 한국 독단으로 사용할 수 있다는 점이며, 단점은 유럽 쪽이 사용하는 체계나 방법을 전혀 모르는 데 있다. 2025년에 우리나라가 준회원국으로 참여하면 이는 해소될 것이라 예상된다. 다만 우리나라와 유럽이 연구비를 사용하는 시스템이 완전히 다른데 우리나라 연구자들과 산단직원 들의 많은 혼동이 예상된다.
- 02** 우리나라는 사실 종교 간의 문제는 거의 없으나 외국은 종종 종교 때문에 문제가 일어날 수도 있다. 특히, 기독교와 이슬람 간의 문제는 미리 우리나라와 같은 중개자가 풀어주면 아주 좋다.
- 03** HORIZON-MSCA-RISE과제의 인력 교류의 경우에는 박사 과정생만 허용이 된다. 석사 과정은 허용이 안되어 실질적으로 필요한 석사 과정생들은 EUREKA또는 M.ERA-NET등의 타 과제를 동시에 신청하여야 한다.
- 04** 박사 후 과정도 교류대상에 되나 국내의 BK나 다른 과제에 참여하는 경우에 파견비의 이중지급이 문제가 되어 이를 해결해주어야 한다. 한 과제에서 지급되는 예산으로는 부족한 경우가 많다.
- 05** 박사과정생이나 석사과정생이 학기 수업 중에 파견되면 수업이 문제가 될 수 있다. 예를 들면 한국과 미국은 학점시스템(한 과목 3학점, 한학기에 대략 3과목을 수강함)이 동일하여 문제가 안되나 EU의 경우에는 각국의 학점을 계상하는 시스템이 서로 상이하어 한국의 학점으로 환산이 되지 않아서 한국에서 종종 F를 맞는 경우가 허다하다. 이도 해결해주어야 한다. 예를 들면 포르투갈은 한학기에 18digit시스템이며, 이탈리아는 60digit시스템이다. 이를 한국의 3과목 3학점, 총 9학점 시스템으로 변환이 안된다. 또한 대부분이 석박사생의 경우 해외에 파견 나가면 최대 6학점 밖에 인정이 되지 않는다. 결국 이러한 제도적인 한계점이 학생들이 교류에 출국을 하고 싶어도 못 나가는 경우가 있다.
- 06** 우리나라 학생들이 파견을 선호하는 여름의 경우에는 EU의 경우 8월 한달이 휴가인 경우가 많다. 따라서 이를 어떻게 소화시킬 지의 운영의 묘가 필요하다.
- 07** 승인이나 자금 지원 관련 행정 절차가 길어질 수 있기 때문에 예상되는 대기 시간을 고려하여 연구 계획을 세우는 것이 중요하다. 연구팀과의 지속적인 소통이 중요하며, 예상치 못한 상황에 대한 대응 방안을 마련하고, 관계자들 과의 긴밀히 협력해야 원활한 연구 진행이 가능하다.
- 08** 연구 중에 발생하는 IP의 authorship에 관하여서는 정말로 실질적으로 실사구시 적으로 접근하여야 한다. 피상적인 공동연구가 아닌 실질적인 특허권의 권리 share부분을 실질화 하기 위해서는 각 참여 기관 간의 심도 깊은 실무자적인 논의를 거쳐야 한다. 특히 한국과 EU의 업무 속도나 스타일 사고등이 현저히 달라서 실무자적인 접근이 필요하다.
- 09** 논문 작성도 유효하다. 그냥 논문에 공동 저자 등으로 피상적으로만의 공동연구가 아닌 실질적인 접근이 필요하다.

## 6 주요 참여 기관 및 연구자 소개



전북대학교

강길선 교수

한국측 연구 책임자

약물전달 · 재생의학 연구분야에서, 제너릭 · 카피제제 국산화, 생분해성 고분자, 삼투정, 의료용 고분자재료, 의료용 디바이스의 개발, 재생의학을 이용한 바이오 장기개발, 실용화 · 기술이전 등, 약 90여건의 과제를 기획 · 수행하여, 논문 700편 게재(h-Index 76), 특허 100여건 출원, 3건 이상의 기술이전. 생리활성물질, 하이드로겔, 엑소좀, miRNA등에 관련한 원천기술 및 다수 실험 노하우 확보. Nature Comm. 2편 게재, 전공 서적 20여 권 저술 · 편저를 진행하였다.



UNIT

Antonella Motta 교수

유럽 측 컨소시엄 코디네이터, 책임자

이탈리아 트레트대학교 재료공학과 교수로, 주요 연구 분야는 심장과 뇌기능 관련 연구를 진행하고 있다. 지난 몇 년 동안 임상 적용을 위한 단백질 기반 지지체의 TERM 설계 및 in vitro에서 특정 TERM경로 유도에 대한 연구를 진행하고 있다. 또한, In vitro/in vivo에서 줄기 세포의 혈관 신생화를 유도하기 위해 지지체의 가공, 제조 및 생물학적 설계를 하였으며, 세포가 캡슐화된 지지체에서의 세포 생존 및 대사 회복과 관련한 조사를 통해 우수한 연구 결과를 발표하고 있다.

현재 130여건 논문, 6개의 chapter, 5건의 국제 특허 등을 보유하고 있으며, Biomaterials Science 저널의 편집장, J. of Bioactive and Compatible Polymers의 부편집장, 여러 저널의 편집 위원이며, 주요 TE 회의의 기조 연설자이다.



Minho 대학

Rui L. Reis 교수

포르투갈의 미뉴대학교 교수로써, 인간의 줄기 세포 조작 및 분화뿐만 아니라 새로운 생분해성 물질 또는 생체 모방 물질 개발을 하고 있으며, 근골격계 및 피부 조직 재생 등에 관련된 임상 응용, 즉 인간 조직 또는 장기의 재생, 약물/기타 생리 활성제 등을 연구하고 있다. 유럽의 13개국 22기관과 연구를 수행하는 European Institute of Excellent on Tissue Engineering & Regenerative Medicine(유럽 조직공학 · 재생의학 초일류연구소, EIE-TERM)의 CEO이며, 세계조직공학재생의학(TERMIS)학회의 세계회장을 역임하였다.

Rui Reis 교수는 1,200여건 논문, 69,250회 이상의 인용횟수, H-index > 124, 60여건이 넘는 특허 등록건수, FoReCast 그랜트를 비롯한 약 7백만 유로를 상회하는 연구비를 보유 하고 있으며, 3개의 스피노프 회사인 Stematters([www.stematters.com](http://www.stematters.com)), isurgical3d([www.isurgical3d.com](http://www.isurgical3d.com)) 및 Bn<sup>3</sup>ML([www.bnml.eu](http://www.bnml.eu))를 가지고 있으며, Stemmatter사의 CSO이다.



Birmingham 대학

Alicia El Hai 교수

Alicia El Hai교수는 생명공학 및 재생의학 분야의 선도적인 인물이며 세포생물학, 물리학 및 공학을 통합하여 혁신적인 새로운 세포 기반 치료법을 연구 중이다. MRC UKRMP Regen Med Hub의 부국장이며, TERMIS-EU(조직 공학 및 재생 의학 국제 학회 유럽 위원회)의 전회장을 역임하였으며, 2014년 Royal Society Merit Award를 수상, 2015년 MRC Suffrage Award을 수상하였다



말레이시아 국립대학

Mohd Fauzi Mh Busra 교수

피부, 연골, 각막, 호흡기도 등과 같은 다양한 조직을 서로 다른 제조 기술을 사용하여 연구하고 있으며, 특히 생체 재료 개발에서 조직 공학 분야에서 방대한 경험을 가진 교수이다. 현재 유럽 위원회(Horizon 2020)로부터 국제 연구 기금을 받아 연구비를 보유 하고 있으며, 3D 바이오프린팅 및 나노재료 기술을 개발중이다.



Sydney 대학

Anthony Weiss 교수

Tropoelastin research and synthetic human elastin 분야의 선도적 학자이며, TERMIS의 글로벌 회장으로 선출되었고, 전 TERMIS Asia-Pacific 회장 선출되어 왕성한 활동을 하였다. 조직공학분야의 13개의 주요 저널에서 편집 위원회에 속해 있으며, 10,500회 이상의 인용횟수, H-index >52 뿐만 아니라 165개의 국제 특허를 가지고 있다.



MUST 대학

Sarantuya Tsedendamba 교수

Sarantuya Tsedendamba 교수는 MUST 교수이며, 현대 기초공학을 위한 유체 역학분야를 연구하고 있으며, EURASIA-PACIFIC UNINET의 National Coordinator와 BTG, OMS, SAT 및 GATE Erasmus Mundus 프로젝트의 코디네이터를 맡고 있다.



CHU 대학

Sorada Kanokpanont 교수

Sorada Kanokpanont 교수는 CHU 대학 화학 공학과 조교수로 생분해성 재료, 조직공학, 의약품, 화장품 및 식품분야를 연구하고 있다. 현재 태국에서 TERM 관련 많은 프로젝트를 진행하고 있고, 생체 재료 관련된 국제 회의에서 좌장 및 위원장을 맡고 있으며, ISI 기반 저널의 reviewer로 활동 중이다. 또한 International Scientific Journals에서 45 건의 논문 게재하였으며, 5건의 태국 특허를 가지고 있다.

## 7 프로젝트 코디네이터 인터뷰

### 한국 연구자의 장점은 무엇인가?

- 정열적으로 일들을 수행한다. 속도감이 있게 정말 잘한다. 다만 속도조절이 필요한 것이 각국의 문화나 관습의 조정시간이 필요한 것은 사실이다.
- 연구 장비나 사회 저변의 기업이나 제조업의 기반 기술이 너무나도 잘 되어 있다. 특히 임상과 동물 실험의 접근이 EU보다도 규제가 심하지 않아 많은 장점이 있다.
- 본 연구단에는 몽골리아과기대(MUST)가 속해 있는데 몽골리아는 작은 한국으로 불리워도 될 만큼 한국화가 많이 되어 있는 것 같다. 이러한 것이 아시아 국가들을 묶는 것은 분명 장점이 있다.
- 아직도 공과계통의 대학원생이 많은 것도 사실이니 이를 계속적으로 젊은 연구자들을 유도하여야 할 것으로 판단된다.
- 대한민국의 각 대학을 비롯하여 국책연구소 그리고 각 기관마다 기기분석장치와 여러 과학적 장비들이 너무나도 잘 구비되어 있다. 이를 EU연구자들과 조직적으로 유기적으로 연구를 진작하여야 한다.
- 연구비가 비교적 EU보다 많은 것이 사실이다. 다만 이들이 효율적으로 분배되고 과제 추적관리가 되고 있는 지는 또 다른 이야기 같다.

### 한국과 일하면서 부딪치는 어려운 점은 무엇인가?

- 우선 한국학생들은 착하고 말을 잘 들으나 자기를 표현하는 것에 있어서 좀더 active하게 훈련을 하여야 할 듯하다. 세미나 시에도 질문을 전혀 하지 않는다. 연구시에도 실험은 아주 잘하나 토론에는 약한 것 같다. 이러한 것을 집중적으로 훈련을 시켜야 할 듯하다.
- 현재 본 연구단에는 기업체가 콘소시움이 되어 있지 않으나 한국측의 기업과 정부 측에서 강력한 개입을 하면 더욱 시너지가 날 듯하다.
- 현재는 EU측에서 예산 분배가 되질 않아 문제가 없는데 아마도 준회원국이 되면 연구비를 집행하는데도 European mind를 가져야 할 것이다.
- 한국 교수들은 기본적으로 강의가 너무 많은 것 같다. 이도 조절해야 할 필요가 있다.
- 한국과의 IP 분배와 논문 작성시에 authorship등은 글로벌 마인드를 갖고 일을 할 수 있도록 교육이 필요하다.
- 한국학생들을 파견 할 때 학점 상호교류가 정확히 되지 않아 이도 정비가 시급하다.
- 동물 실험 마인드도 글로벌화 하여야 할 필요가 있다.

유럽연합 국제 공동연구 프로그램

# 코디네이터 사례

Vol.1 클러스터 4 – ECOHYDRO 프로젝트

IMT Nord Europe 박정해 교수

68

Vol.2 MSCA RISE – GREENDC 프로젝트

Brunel University London 이하빈 교수

80



# ECOHYDRO

프로젝트 명	ECOHYDRO
공고번호	HORIZON-JTI-CLEANH2-2023-07-01, Advanced materials for hydrogen storage tanks
기간	2024년 1월 1일 ~ 2027년 12월 31일
프로젝트 총 예산	9,997,628유로(EU 자금 : 9,617,000 유로)
소속 기관 배정 예산	1,600,000 유로
코디네이터	IMT(Institut Mines-Télécom)
참가기관(Participants)	7개국 13개 기관
파트너(Partners)	1개국 1개 기관
CORDIS 링크	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101138008">https://cordis.europa.eu/project/id/101138008</a>

프로젝트 웹사이트	웹사이트: <a href="https://ecohydro-project.eu/">https://ecohydro-project.eu/</a> 소셜미디어: <a href="https://www.linkedin.com/posts/eco-hydro-eu-project_eco-hydro-eu-project-%3F%3F%3F%3F-%3F%3F-activity-7241775803611455489-B0eV">https://www.linkedin.com/posts/eco-hydro-eu-project_eco-hydro-eu-project-%3F%3F%3F%3F-%3F%3F-activity-7241775803611455489-B0eV</a>
-----------	---

# Economic Manufacturing Process of Recyclable Composite Materials for Durable Hydrogen Tanks (ECOHYDRO)

박정해(IMT Nord Europe, 정교수)

## 1 프로젝트 개요

본 연구의 목적은 수소 저장 용기의 생산 비용을 절감하고, 재활용성을 개선함과 동시에, 사용 수명을 연장하는 기초연구를 수행하는 것이다. 수소를 저장하는 기술에는 Metal Hybrid 형태의 고체 상태 저장 기술, 극저온 액체 상태 저장 기술, 그리고 상온에서의 고압(350–700 기압) 압축 기체 상태 저장 기술이 있다. 이 중에서 항공 우주 및 육상 교통에 주로 사용되는 기술은 저장 효율이 뛰어난 극저온 액체 수소 저장 기술과 고압 압축 기체 수소 저장 기술이다.

탄소강화 고분자 복합재료는 우수한 질량 대비 기계적 성능과 이방성(Anisotropy)으로 인하여, 기존의 금속 대비 훨씬 뛰어난 경량화 효과를 기대할 수 있다. 육상 교통(주로, 트럭, 버스 혹은 기차)용 수소 저장 용기에는 이미 탄소강화 고분자 복합재료가 널리 사용되고 있고, 항공기 용으로는 아직 상용화된 예시는 없으나 많은 관련 연구가 진행되고 있다.

다만, 현재 상용화된 탄소 섬유 강화 고분자 복합재 수소 저장 용기는 열경화성 수지인 에폭시 기반이므로, 수명이 다한 후 재활용이 매우 어렵다. 따라서, 재활용이 상대적으로 용이한 열가소성 수지를 이용한 탄소 복합재 수소 저장 용기 개발이 많은 관심을 끌고 있다. 한편, 열가소성 수지의 높은 점도로 인해, 에폭시 수지와 같이 액상 필라멘트 와인딩(Filament winding) 공법은 일반적인 열가소성 수지에 적용이 불가능하다. 따라서, 일반적으로 열가소성 수지의 경우에는 얇은 Sheet 형태의 Prepreg 테이프로 복합재를 성형한 이후에, 이 테이프를 만드렐(Mandrel)에 열과 압력을 가하면서 로봇으로 적층하는 테이프 와인딩(Tape winding) 기술을 적용한다. 열가소성 수지이므로 재활용성이 뛰어나지만, 중간재인 고가의 Prepreg 테이프를 추가로 생산해야 하므로 전체적인 성형 공정 비용이 상승하게 된다.

프랑스의 Arkema사는 저점도의 모노머 상태로 섬유를 함침한 이후에, 복합재료 성형 공정 중에 고분자화(Polymerization)가 이루어지는 새로운 열가소성 수지를 개발하였다. 열가소성 수지이므로 재활용이 용이하고, 성형 공정 시에는 저점도의 액상 상태이므로, Prepreg 테이프의 사용없이, 열경화성 에폭시의 경우처럼 액상 필라멘트 와인딩 기술을 적용할 수 있어, 전체 성형 공정 비용을 절감할 수 있다.

한편, CANOE는 Arkema 사와의 협력으로 저점도 열가소성 수지를 이용한 액상 필라멘트 와인딩 기술과 복합재의 재활용 기술을 개발하였다. IMT Nord Europe은 Arkema사와 CANOE와의 공동 연구로 이 새로운 열가소성 수지의 다른 복합재료 공정에서의 적용에 대한 기술을 확보한 상태였고, 액상 필라멘트 와인딩 공정을 이용한 수소 저장 용기 제작에도 적용해 보는 것에 합의를 하고, 새로운 공동 프로젝트를 추진하기로 했다.

IMT Nord Europe은 성형 공정 해석, 파괴 역학 해석 그리고, Structural Health Monitoring 기술을 담당하고, Arkema사는 기존의 액상 열가소성 수지 개선 그리고 CANOE는 성형 공정 및 재활용 기술 최적화에 대한 역량을 프로젝트에 기여하기로 하였다. 한편, 수소 저장 용기에 필요한 여러 조건을 만족하기 위한 새로운 기능성 수지 개발, 재활용한 탄소 섬유와 수지를 이용한 신제품 제작 기술 개발, 그리고 개발된 기술을 이용한 Demonstrator 제작 및 검증이 필요하다고 판단하여, 비교적 큰 규모의 예산과 컨소시엄을 동반한 Horizon Europe 프로젝트를 신청하기로 하였다.

## 2 컨소시엄 설립 및 연구제안서 작성 과정

IMT Nord Europe은 2019년부터 In-situ polymerization 열가소성 수지를 개발한 Arkema사와 이 수지를 이용한 필라멘트 와인딩 공법 및 재활용 기술을 보유한 CANOE와 이 기술을 수소 저장 용기에 적용하는 Horizon Europe 프로젝트를 추진하기로 협의해 왔다. 이후, 복합재료 분야 유럽 최고 연구 수준을 자랑하는 KU Leuven(Katholieke Universiteit Leuven), 유럽 최고의 수소 저장 용기 테스트 시설을 보유한 PWR(Politechnika Wroclawska) 그리고 LCA(Life Cycle Analysis) 전문 기업인 MDP(Materials Design and Processing SRL)와도 공동 프로젝트를 논의하게 되었다.

이후, 필자는 2023년 1월 30일에 발표된 Clean Hydrogen call(HORIZON-JTI-CLEANH2-2023-07-01, Advanced materials for hydrogen storage tanks)을 확인하고, 온라인 Info day에 참석하여 구체적인 정보를 얻었다. 2월 초에는 CANOE, Arkema, KU Leuven, PWR 그리고 MDP와 Horizon Europe 프로젝트 참가 여부를 논의하여, 모든 파트너로부터 제안서 준비를 함께 하겠다는 확답을 받았다. 이후, 제안서 준비 시에 예산안 및 사회적 임팩트 부분의 작성을 도와줄 컨설팅 회사를 2월 말에 선정하였다. 동시에, 프랑스 NCP(National Contact Person)와 Clean Hydrogen call 담당자에게 연락하여, 프로그램의 정확한 범위(예를 들면, 구체적으로 개발해야 하는 Demonstrator의 수와 종류)에 대한 문의를 하여 회신을 받았다.

이 프로젝트의 가장 어려운 점은, 기초 연구를 하는 RIA(Research and Innovation Action) 프로젝트임에도 불구하고, 개발해야 하는 Demonstrator가 서로 다른 산업별로 4개나 되고, 각각의 스펙 또한 이미 구체적으로 결정이 되어 있다는 점이었다. 그리고, RIA 프로젝트로서는 예외적으로 큰 10M 유로의 예산을 단 하나의 프로젝트에게만 지원하므로, 컨소시엄의 규모와 질이 프로젝트 선정에 중요한 요인이라고 판단하였다. 따라서, 각각의 Demonstrator 종류에 따른 최종 수요자(End-user)를 프로젝트 참가자로 포함시키는 것에 많은 노력을 기울였다.

또 다른 어려운 점은, 프로젝트 준비 기간이 매우 짧았다는 것이다. 1월 30일에 Call이 발표되었는데, 제안서 제출 마감은 4월 18일로, 다른 Horizon Europe call에 비해, 준비 기간이 무척 짧은 편이다. 성공적인 제안서 준비를 위해서는, 준비 기간이 짧은 Clean Hydrogen call 같은 경우, Call이 발표되기 이전에 미리 정보를 수집하거나, 어느 정도 주제를 선정하고 핵심 참가자들을 포함한 대략의 컨소시엄을 구성한 다음, 적합한 Call이 발표되기를 기다리는 것이 최선이다.

2월말부터, 프로젝트 참가자를 계속 찾는 한편, 제안서를 꾸준히 작성하였다. 최종적으로 마지막 참가자로부터 제안서 제출 마감 1주일 전에 참가 확답을 받아, 모든 산업용 Demonstrator 최종 사용자(End-user)를 확보하였고, 4월 18일 마감일에 제안서를 제출하였다.

### 3 연구 수행 총괄 과정 및 성과

프로젝트가 선정된 이후, 프로젝트 오피서(Project officer)로부터 연구비 수령 계획 및 프로젝트 시작일에 대한 정보를 얻었다. Clean Hydrogen call의 경우, 제안서 제출 시 컨소시엄에 Hydrogen Europe(<https://hydrogeneurope.eu/>) 혹은 Hydrogen Europe Research(<https://hydrogeneurope-research.eu/>) 회원 기관이 반드시 포함되어 있어야 하고, 프로젝트 선정 시에 연구비의 3.5%를 이 두 Clean Hydrogen Partnership 멤버(Hydrogen Europe, Hydrogen Europe Research)에 지불해야 한다는 규정이 있다. 통상적인 Horizon Europe 프로젝트의 경우, 프로젝트 시작 시에, 전체 연구비의 50%를 수령하는데 비해, ECOHYDRO 프로젝트는 Clean Hydrogen Partnership 멤버십 수수료 3.5%를 고려하여 프로젝트 시작 시에 전체 연구비의 53.5%를 수령하였다. 그리고, 컨소시엄 내의 유일한 비 EU 멤버인 Electra(Electra Commercial Vehicles Limited)사는 해당 연구비를 영국 정부로부터 수령하기로 하였다.

공식적인 프로젝트 시작일은 2024년 1월 1일이나, 컨소시엄 협약서 및 기타 제반 행정적인 절차가 늦어진 이유로, Kick-off 회의는 2024년 2월 8일에, 코디네이션을 맡은 IMT Nord Europe에서 모든 참가기관의 대표자가 참석한 가운데 열렸다.



그림 33. ECOHYDRO Kick-off 회의에서 참가자들 단체 사진(Douai, 프랑스, 2024년 2월 8일)

이후, 각 Workpackage별로 한달에 한번씩 정기적으로 진행 상황을 공유하고 향후 추진 계획에 대해 논의하는 회의를 온라인으로 진행하고 있다. 그리고, 매 6개월마다 전체 회의(General Assembly)를 오프라인으로 진행하기로 합의하여, 첫번째 전체 회의는 2024년 9월 17일 프랑스 남서쪽에 위치한 Lacq의 CANOE에서 열렸고(일부 참가자들 온라인 참석), 회의 다음날 CANOE와 Arkema 연구소를 방문하였다.

각각의 General Assembly 회의 3개월 전후에는, 온라인 전체 회의를 하여 프로젝트 진행 상황을 모든 참가자와 공유하고 있다. 차기 온라인 전체 회의는 2024년 12월 초에 예정되어 있고, 특히 첫번째 연차 보고서 제출에 대해 집중적으로 논의할 예정이다. 차기 General Assembly 회의는 2025년에 개교 700주년을 맞는 KU Leuven에서 4월 초에 열릴 계획이다.



그림 34. 첫번째 ECOHYDRO General Assembly에서 참가자들 단체 사진(Lacq, 프랑스, 2024년 9월 17일)

현재까지 10개월 가량 프로젝트를 수행하였고, 초기에 프로젝트 로고 및 홈페이지 구축, 데이터 관리 계획(Data Management Plan) 그리고, 홍보 계획(Dissemination, Communication and Exploitation Plan)과 같은 기본적인 프로젝트 운영 관련 리포트(Deliverable)를 제출하였고, 연구 수행 결과에 대한 리포트도 제출하고 있다.

#### 4 코디네이터로서의 이점

모든 Horizon Europe 프로젝트의 코디네이터들은 프로젝트 시작 전에 브뤼셀에서 열리는 코디네이터 회의에 초대받는다. 이 회의에서 프로젝트 선정 기준 및 운영에 관한 자세한 정보를 얻을 수 있다. 더욱 중요한 이점은 다른 프로젝트 코디네이터들을 만나서, 새로운 네트워크를 구성할 수 있다는 점이다. 실제로, 큰 규모의 Horizon Europe 프로젝트를 코디네이터로서 지원하고 운영할 수 있는 역량을 지닌 연구기관은 그리 많지 않다.

Horizon Europe 프로젝트 중, TRL(Technology Readiness Level)이 높은 IA(Innovation Action) 프로젝트의 경우에는, 기업체 혹은 RTO(Research & Technology Organization)가 코디네이션을 맡는 경우가 많고, 프로젝트 준비 과정을 총괄했던 사람과 프로젝트 운영을 총괄하는 코디네이터가 다른 경우도 종종 있다. 그리고, 프로젝트 종료 후에 보통 주니어 멤버인 프로젝트 코디네이터가 다른 기관에 영년직을 얻어 프로젝트 코디네이션을 맡았던 기관을 떠나는 경우도 자주 발생한다.

반면에, TRL이 낮은 RIA(Research & Innovation Action) 프로젝트의 경우에는 대학교와 같은 연구 기관의 시니어 멤버가 프로젝트 준비 과정부터 운영까지 영속적으로 맡는 경우가 대부분이므로, Horizon Europe 프로젝트에 참가하고자 하는 기관들은 이러한 코디네이터와 네트워크를 맺고자 한다. 실제로, 필자가 ECOHYDRO 프로젝트 코디네이터를 맡은 이후에, 추후 Horizon Europe 프로젝트에 참가하고자 하는 유럽 내의 많은 기관으로부터 회의 혹은 방문 요청을 받고 있다. 또한, ECOHYDRO 프로젝트가 10여개의 신문과 잡지 기사로 소개되어, 코디네이션을 맡은 기관과 코디네이터의 인지도를 높이는데도 크게 기여하고 있다.

#### 5 코디네이팅 팁 및 주의사항

프로젝트 준비 시에 중요한 사항 중의 하나는, 신뢰할 수 있는 참가 기관을 찾는 것이다. 물론 제안서 작성에 코디네이터가 가장 많은 노력을 하는 것은 분명하나, 코디네이터가 제안서 전체를 혼자 작성할 수는 없으므로 각 참가 기관 또한 일정 수준의 기여를 해야 한다. 대학교나 연구소는 Horizon Europe 프로젝트 제안서에 성실히 도움을 주나, 일부 기업체들은 크게 기여를 하지 못하는 경우가 있다. 중소기업의 경우에는 경험 부족으로, 프로젝트 예산 구성, 해당 분야의 시장 전망, 해당 기업체의 프로젝트 결과물 활용(Exploitation) 계획과 같은, 제안서에 필수적인 요소들 작성에 어려움을 겪는 경우가 빈번하다. 대기업의 경우에도, 바쁜 일정과 느린 의사 결정 체계로 인해, 제안서 작성에 필요한 정보를 늦게 전달해 주는 경우가 있다. 그리고, 프로젝트 진행 중에도 성실하게 담당 연구 업무를 수행하고, 리포트(Deliverable)를 기한 내에 제출해 주는 것이 중요하다. 따라서, 평상시에 많은 기업체와의 공동 과제를 통해 연구개발 업무를 성실히 수행하고, 되도록이면 Horizon Europe 프로젝트 수행 경험이 있는 기업체들과 미리 네트워크를 구성해 두는 것이 효과적인 방법이다.

## 6 주요 참여 기관 및 연구자 소개

ECOHYDRO project에는 7개국의 15개 참가 기관이 협력하고 있다.

01

**IMT (Institut Mines Telecom)**  
박정해(Chung-Hae PARK), 프랑스



IMT(<https://www.imt.fr/>)는 프랑스의 대표적인 그랑제꼴(Grandes Ecoles) 중의 하나로, 산하에 8개의 공과 그랑제꼴과 상경계 그랑제꼴이 있다. IMT 내에 총 1150명의 연구인력(교수 및 정규직 연구원)이 공학 및 경제학 전반에 걸쳐 연구하고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에는 8개의 그랑제꼴 중, IMT Nord Europe과 IMT Mines Alès 두개의 그랑제꼴이 참여하고 있다.

IMT Nord Europe(<https://imt-nord-europe.fr/>)은 프랑스에서 가장 오래되고 규모가 큰 고분자 성형 및 복합재료 연구소를 보유하고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 수소 저장 용기의 성형 공정 최적화 및 수치 해석, 그리고 파괴 역학 수치 해석을 맡고 있다. 또한, 수소 저장 용기의 사용 수명 연장을 위한, Structural Health Monitoring 기술과 디지털 트윈(Digital Twin) 기술 개발을 담당하고 있다.

IMT Mines Alès(<https://www.imt-mines-ales.fr/>)는 기능성 고분자 및 천연 재료 연구 분야에서 저명한 연구소를 운영하고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 수소 저장 용기 성형에 사용되는 고분자 재료에 내화성(Fire resistance)을 추가하는 기술 개발을 담당하고 있다. 그리고, 수명이 다한 수소 저장 용기의 재활용 기술 개발에도 참여하고 있다.

필자(박정해)가 ECOHYDRO 프로젝트의 코디네이터를 맡고 있다. 필자는 2013년부터 IMT Nord Europe에서 정교수로 근무하고 있고, 섬유 강화 복합재료의 성형 공정 및 역학의 전문가이다. ECOHYDRO 프로젝트 제안서 준비부터 연구 진행까지, 프로젝트 전반에 관한 모든 일을 총괄하고 있다.

IMT Mines Alès의 Laurent Ferry 교수는 수년째 Polymers and Composites 그룹장을 맡고 있고, 기능성 고분자 재료 연구를 오랜 기간 수행하고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 수소 저장 용기 성형을 위한 재료 개발 Workpackage 리더를 맡고 있다.

02

CANOE

Alexandre Hauck, 프랑스



CANOE(<https://plateforme-canoe.com/>)는 프랑스 남서쪽에 위치한, 고분자 및 복합재료 분야에 특화된 연구 기관이다. 특히, Arkema사와의 협력을 통해, In-situ polymerization 열가소성 복합재료 성형 기술과 재활용 기술을 보유하고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 새로운 수소 저장 용기 성형 기술 및 재활용 기술을 개발하고, Demonstrator 제작을 담당하고 있다. Alexandre Hauck 박사는 수소 저장 용기 제작을 위한 필라멘트 와인딩(Filament Winding) 공정의 전문가로서, 성형 공정 개발 Workpackage 리더 역할을 ECOHYDRO 프로젝트에서 맡고 있다.

03

KU Leuven(Katholieke Universiteit Leuven)

Jan Ivens, 벨기에

KU Leuven(<https://www.kuleuven.be/>)은 유럽에서 가장 오래된 대학교 중의 하나로, 벨기에 최고 명문 대학교이다. 특히, 복합재료 연구 분야에서는 유럽 대륙 최고의 수준을 자랑한다. ECOHYDRO project에는 Materials engineering 학과와 Mechanical engineering 학과가 참여하고 있다.

Jan Ivens교수가 이끄는 Materials Engineering 학과의 복합재료 그룹은 수소 저장 용기 성형 공정 해석 및 재료 물성 측정을 담당한다. Ivens 교수는 KU Leuven을 대표하여 ECOHYDRO 프로젝트에 참여하며, 제반 예산 및 지출 그리고 프로젝트 계약에 관한 업무도 총괄하고 있다. Dirk Vandepitte 교수가 이끄는 Mechanical engineering 학과의 Mechatronic Dynamics System 그룹은 불확실성을 고려한 수소 저장 용기 설계 기술 및 디지털 트윈(Digital Twin) 기술 개발을 담당한다. Vandepitte 교수는 수치 해석 및 설계 Workpackage 리더도 맡고 있다.

04

PWR(Politechnika Wroclawska)

Pawel Gasior, 폴란드



PWR(<https://www.wirtualnetargiedukacyjne.pl/>)은 유럽 최고의 수소 저장 용기 테스트 설비를 보유한 기관 중의 하나이다. 수십년간 유럽 최고 기업체와 대학교와의 관련 분야 공동 연구를 수행하고 있으며, 특히 수소 저장 용기 분야 EU 프로젝트의 풍부한 경험을 보유하고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에서도, Demonstrator의 실제 테스트와 Structural Health Monitoring 기술 개발을 담당하고 있다.

Pawel Gasior 박사는 PWR의 부교수로서, 수소 저장 용기 설계 및 테스트 분야 전문가이다. 특히, Gasior 박사의 풍부한 수소 저장 용기 관련 EU 프로젝트 경험과 네트워크는 ECOHYDRO 프로젝트에 큰 도움이 되고 있다. Gasior 박사는 재료 물성 측정 Workpackage 리더이기도 하다.

05

LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology)

Henri Perrin, 룩셈부르크



LIST(<https://www.list.lu/>)는 룩셈부르크의 대표적인 연구 기관으로 ECOHYDRO 프로젝트에서 다양한 기술 개발을 하고 있다. 고분자 재료의 자가 치유(Self-healing) 기능성 개발, 극저온 수소 저장 용기 설계 기술 개발, 열가소성 복합재료 수소 저장 용기의 후가공 및 접합 기술 개발 등 LIST가 기존의 다양한 프로젝트를 통해 개발해왔던 기술을 ECOHYDRO 프로젝트에서는 더욱 개선하여, 새로운 수소 저장 용기 개발에 기여하고 있다.

Henri Perrin 박사는 LIST 내에서 복합재료 그룹을 이끌고 있으며, 복합재료 성형 공정 분야 전문가로서, 다양한 EU 프로젝트를 수행해 왔다. 특히, ECOHYDRO 프로젝트에 사용되는 고분자 재료를 개발한 Arkema사와의 오랜 공동 연구 이력은 성공적인 프로젝트 수행에 큰 도움이 되고 있다.

06

Arkema

Pierre Gérard, 프랑스



Arkema(<https://www.arkema.com/>)사는 프랑스의 대표적인 석유 화학 대기업으로, ECOHYDRO에 사용될 재활용이 가능한 In-situ polymerization 열가소성 재료를 개발하여 상품화하였다. Arkema 사는 ECOHYDRO 프로젝트를 통하여 기존의 In-situ polymerization 열가소성 재료에 수소 저장 용기에 필요한 내연성 및 자가 치유 기능을 추가하는 기술을 개발하고, Demonstrator 개발을 통해, 새로운 산업 응용 분야 개발을 하고자 한다.

Pierre Gérard 박사는 고분자 및 복합재료 전문가로서, 수많은 관련 프로젝트를 수행해 왔다. Gérard 박사는 Arkema사의 액상 In-situ polymerization 열가소성 재료 개발 책임자로서 ECOHYDRO 프로젝트에 참가하고 있다.

07

MDP (Materials Design and Processing SRL)

Andrea Terenzi, 이탈리아



MDP(<https://www.mdpsrl.it/>)는 Life Cycle Analysis(LCA)를 전문으로 하는 중소기업이다. 특히, 재료의 설계와 공정 사이클 전반에 걸친 LCA를 주로 하는 기업으로, 오랜 기간 수많은 EU 프로젝트에 참가하여, 관련 분야에서 그 전문성을 널리 인정받고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 새로 개발될 재료와 성형 공정이 수소 저장 용기에 적용되었을 때의 에너지 소비 및 Life cycle cost 측면에서 기존의 열경화성 에폭시 기반 수소 저장 용기에 비해 어느 정도 경제성과 친환경성이 있는지 증명하고자 한다

08

Mahytec

Benjamin Sala, 프랑스



Mahytec(<https://www.mahytec.com/>)은 Franche-Compte 대학교의 Spin-Off 기업으로서, 약 20년 가까운 복합재료 수소 저장 용기 제작의 역사를 자랑한다. 최근에는 독일의 Hensoldt 기업의 자회사로 편입이 되었다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 Demonstrator 설계 및 제작을 담당한다. Benjamin Sala 박사는 Mahytec의 책임 연구원으로, ECOHYDRO 프로젝트의 Demonstrator 개발 Workpackage 리더를 맡고 있다.

09

Promat

Oras Abdul-Kader, 벨기에



Promat(<https://www.promat.com/>)은 Etex 그룹의 자회사로, 기능성 재료를 개발 판매하는 기업이다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 극저온 액체 수소 저장 용기에 적용될 초단열재료를 개발하고 있다. 기존의 항공기용 극저온 액상 수소 저장 용기에 적용되는 다층 구조 단열재에 비하여, 더 적은 부피로도 동등한 단열효과를 얻을 수 있는 재료 개발을 목표로 하고 있다. Oras Abdul-Kader 박사는 기능성 고분자 재료 개발의 전문가로서, ECOHYDRO 프로젝트에서는 새로운 초단열재료 개발을 담당하고 있다.

10

Basaltex

Wouter Verbouwe, 벨기에



Basaltex(<https://www.basaltex.com/>)는 벨기에에 위치한 천연 미네랄 섬유 일종인 Basalt 섬유 및 관련 제품을 개발 및 판매하는 중소기업이다. 현재, Engineering용 Basalt 섬유 관련 분야에서는 유럽 최고 기업 중 하나이다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 초저온 액상 수소 저장 용기의 단열 효과와 내화성을 증가하기 위한 Basalt 섬유 토우(Tow) 개발을 담당하고 있다. Wouter Verbouwe 박사는 Basaltex의 연구 개발 매니저로서, ECOHYDRO 프로젝트에서 필라멘트 와인딩 공정에 적합한 Basalt 섬유 토우 개발을 맡고 있다.

11

Airbus

Caroline Petiot, 프랑스



Airbus(<https://www.airbus.com/>)는 세계 최대의 항공기 제작사로서, 2035년까지 수소 엔진 여객기 개발을 완료하여 시장에 내놓을 계획을 가지고 있다. ECOHYDRO 프로젝트에는 자가 치유 기능 및 초단열 기능성 열가소성 수지 개발, 수소 저장 용기 재활용 기술 개발 그리고, 항공기용 초저온 액상 수소 저장 용기 Demonstrator 개발에 참여한다. Caroline Petiot 박사는 Airbus의 수석 연구원 (Senior scientist)으로 항공 분야 고분자 및 복합재료 전문가로서, 수십년간 Airbus에서 관련 분야 연구 개발을 수행해 오고 있다.

12

**Temsa**

Nihan Cin, 튀르키예



Temsa(<https://www.temsa.com/>)는 Skoda 그룹 산하의 대기업으로서, 수소엔진 버스 개발 및 판매 기업이다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 버스용 Demonstrator 개발에 참여하고 있다. Nihan Cin은 Temsa의 연구개발 매니저로서, ECOHYDRO 프로젝트의 Demonstrator 개발 Workpackage 리더를 맡고 있다.

13

**FEV**

Bugra Tasdemir, 튀르키예



FEV(<https://www.fev.com/>)는 독일계 엔지니어링 대기업이다. ECOHYDRO 프로젝트에는 튀르키예 지사가 참여하며, Demonstrator 설계 및 개발을 담당한다. Bugra Tasdemir는 FEV의 책임 연구원으로, ECOHYDRO 프로젝트의 고압 압축 수소 저장 용기 Demonstrator의 설계를 총괄하고 있다.

14

**Haesaerts**

Luc Haesaerts, 룩셈부르크



Haesaerts(<https://haesaerts.be/en/haesaerts>)는 트럭 운송용 트레일러 고압 압축 수소 저장 용기를 개발 판매하는 중소기업이다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 트레일러용 Demonstrator 개발에 참여한다. Luc Haesaerts는 Haesaerts 사의 CEO로서, ECOHYDRO 프로젝트를 통해 새로운 경제적인 수소 저장 용기를 개발하고자 한다.

15

**Electra (Electra Commercial Vehicles Limited)**

Steven Storrar, 영국



Electra(<https://www.electracommercialvehicles.com/>)는 영국 최초로 전기 트럭과 수소 트럭을 상용화하여 판매한 기업이다. 영국 기업인 관계로, ECOHYDRO 프로젝트 예산은 유럽 연합이 아닌, 영국 정부로부터 지원받는다. ECOHYDRO 프로젝트에서는 트럭용 수소 저장 용기 Demonstrator 개발에 참여한다. Steven Storra는 수십년간 Mercedes-Benz사를 포함한 다수의 자동차업계에서 연구개발을 담당하다, 2022년부터 Electra에서 전기 트럭 및 수소 트럭 개발을 맡고 있다.

ECOHYDRO 프로젝트에는 두 개의 기업체가 Advisory board에 참여하고 있다. Air Liquide(<https://www.airliquide.com/>)사는 세계 최대의 산업용 가스 공급 서비스업체로서, 산업용 수소 분야에서는 유럽 최고의 기술력을 자랑한다. Aciturri(<https://www.aciturri.com/>)사는 스페인의 대표적인 항공 산업체로서, ECOHYDRO 프로젝트의 항공기용 초저온 액상 수소 저장 용기 개발을 지원한다.

## 7 코디네이터 관점에서 바라본 한-유럽 협력

Horizon Europe 과제의 가장 중요한 목적은 “MADE IN EUROPE”으로 요약할 수 있다. 따라서, 유럽의 경제 및 산업에 기여할 수 있는 주제 선정이 무엇보다도 중요하다. 한국 기업, 연구소 혹은 대학교가 프로젝트에 참여할 시, 한국 참가자의 과학기술 역량이 프로젝트에 어떠한 도움이 되고, 궁극적으로 유럽의 산업 경쟁력 향상에 기여할 수 있는가를 논리적으로 기술하는 것이, 성공적인 제안서 작성 시에 깊이 고려해야 할 사항이다. 한편, 프로젝트 종료 후에 지적재산권 및 데이터 관리에 대한 규정 또한 명확히 정의하는 것 또한 필요하다.

한국과 유럽은 지리적으로 많이 떨어져 있으므로 인적 그리고 물적 교류에 관한 어려움 해소 및 제반 비용을 제안서에 정확히 기술하는 것이 도움이 된다. 또한, Horizon Europe 프로젝트 신청 이전에 이미 프로젝트 참가자들 간의 교류 및 협력이 있었다는 것을 제안서에 증명하는 것이 매우 중요하다. 공동 저작한 논문이나, 상호 방문 연구 실적 등을 빠짐없이 제안서에 기입하는 것이 좋다.

Horizon Europe과제와 같은 EU 연구 프로그램은 이미 수십년 동안 지속되어 왔으므로, 유럽 내의 우수한 연구 기관들은 컨소시엄 구성을 위한 네트워크가 구성되어 있고, 프로젝트 신청 및 코디네이션의 경험이 풍부하다. 따라서, 평상시에 한국의 연구자들이 국제 학회 활동 등을 통하여 Horizon Europe 프로젝트 경험이 많은 유럽 기관 혹은 연구자들과 인적 네트워크를 구성하고, 한국의 연구 역량을 적극적으로 홍보하는 것이 필요하다.

# GREENDC

## GREENDC

---

프로젝트 명	GREENDC
공고번호	H2020-MSCA-RISE-2016
기간	2017년 1월 1일 ~ 2022년 9월 30일
프로젝트 총 예산	967,500 유로 (EU 자금: 967,500 유로)
소속 기관 배정 예산	250,000 유로
코디네이터	Brunel University London
참가기관(Participants)	3개국 5개 기관
파트너(Partners)	0개국 0개 기관
CORDIS 링크	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/734273">https://cordis.europa.eu/project/id/734273</a>

---

MSCA RISE GREENDC 프로젝트

Vol.2

## Sustainable Energy Demand Side Management for Green Data Centers(GREENDC)

이하빈(Professor, Brunel University of London)

### 1 프로젝트 개요

본 연구의 목적은 전세계 에너지 수요의 많은 부분을 차지하고 있는 데이터 센터에서의 에너지 소비량을 줄이기 위해 데이터 센터 내 주요 에너지 소비자인 냉방시스템의 효율적인 운영을 지원하는 의사결정지원 시스템(Decision Support System)을 개발하는 것이었다. 본 목적을 달성하기 위하여 유럽내 3개국의 학계, 산업계 및 정부기관을 포함하는 5개 연구기관이 컨소시엄을 구성하였으며, 215 person month에 해당하는 파트타임 파견근무를 통한 지식교환 및 공동연구를 수행하였다.

데이터 센터는 컴퓨팅 서버의 작업 처리 시 발생하는 열로 인해 냉방장치를 운영하여 적정온도를 유지하는 것이 필수적이다. 하지만, 대부분의 데이터 센터는 냉방장치를 운영함에 있어 정적 냉방기법을 채택하고 있는데, 이는 냉방장치의 타겟온도를 특정 온도(22°C as an example)로 정해놓는데 대부분 필요보다 낮은 온도로 정해놓아 이로 인한 에너지 낭비가 상당한 것으로 보고되고 있다. 따라서, 컴퓨팅 서버의 작업량(workload)에 따라서 동적으로 냉방장치를 운영함으로써 상당한 양의 에너지 낭비를 최소화 할 수 있다. 하지만 동적 냉방을 구현하기 위해서는 데이터 센터내에서 컴퓨팅 서버로부터의 생성된 열과 냉방장치로부터 생성된 냉방공기의 흐름 및 이들이 충돌하여 전체적으로 어떻게 데이터센터내에서 온도가 분포하게 되는지 이해할 필요가 있다.

본 연구에서는 IoT(Internet of Things) 센서를 이용하여 컴퓨팅 서버로 전해지는 작업량의 변화에 따른 데이터 센터내에서 공기의 흐름 및 온도분포의 변화를 탐지하여 예상되는 서버 작업량에 따른 온도분포 변화를 예측하고 이에 맞게 냉방장치를 운영하는 방안을 제시하였다. 특히, 모형에 의한 예측 통제(model predictive control) 기법을 적용하여, IoT실시간 데이터를 이용한 데이터 센터내 온도변화 예측 모형을 개발하고 이에 기반한 냉각장치 최적 타겟 온도조합을 찾아내는 최적화 모형을 개발하여 예측모형과 통합하였다.



그림 35. GREENDC DSS메인 화면

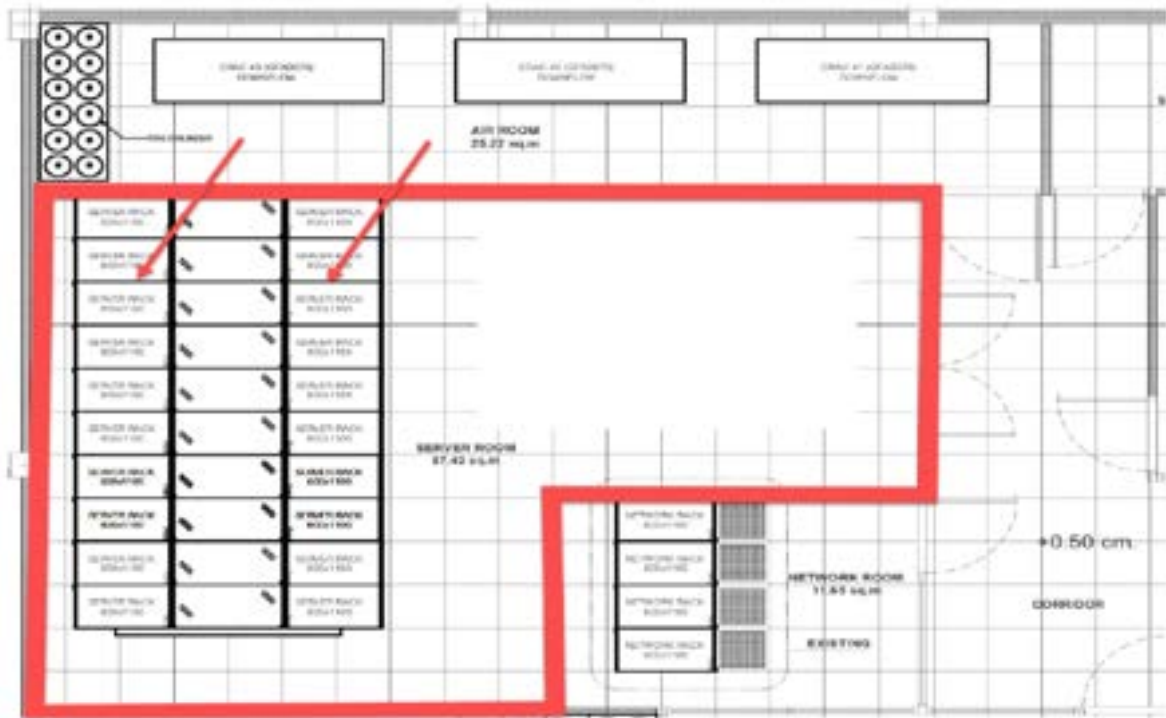


그림 36. GREENDC DSS 필드테스트 세팅

그림 34에서 보여지는 바와 같이 개발된 의사결정지원시스템 (DSS)은 그래픽 유저인터페이스에 기반하여 데이터 센터 운영자가 관리하고있는 데이터센터룸의 현재 온도, 습도, 그리고 에너지 소비량에 대한 정보를 실시간으로 감시할 수 있으며, 예측 및 시뮬레이션 기능을 통하여 향후 예측되는 컴퓨터서버의 처리량과 이에 따른 데이터 센터내 온도변화 및 에너지 소비량을 예측해 볼 수 있다. 개발된 DSS는 데이터센터의 튀르키예의 전자정부 서비스를 제공하는 Turksat의 데이터 센터(그림 35)와 태국 해군시스템 데이터 센터에서의 실험을 통하여 그 유용성이 입증되었다. 이러한 실험결과 GREENDC 시스템에 의한 동적 냉방 시스템은 정적 냉방 시스템에 비하여 약 32.5%의 냉방 에너지 절약 효과를 보이는 것으로 입증되었다.

## 2 컨소시엄 설립 및 연구제안서 작성 과정

해당 콜(call)은 Horizon 2020의 Pillar 1에 해당되는 Marie Curie Skłowska Action(MSCA)의 RISE 프로그램으로, 이는 학계와 산업계/정부조직 간의 지식교환(knowledge exchange)을 촉진하는 것을 목적으로하는 펀딩 프로그램이다. EU 혹은 준회원국(associated country) 최소 3개국의 파트너로 컨소시엄을 구성해야 하며 최소한 한 개의 학계 파트너와 한 개의 산업/정부조직/혹은 비영리 조직(NGO: Non-government organisation)으로 컨소시엄이 구성되어야 한다. 또한, 파트너 조직 간에 파견근무(secondment)를 통해 연구활동이 이루어져야 한다. 단, 같은 분야의 파트너간에는 파견근무를 보낼 수 없으며 서로 다른 분야의 파트너들간에만(학계에서 산업계, 혹은 산업계에서 학계) 파견근무를 보낼 수 있다.

이 프로젝트 제안서의 경우, 튀르키예에서 전자정부서비스를 제공하고 있는 국영기업인 Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş.(Turksat)과 Gebze Technical University(GTU)에 의해 데이터 센터의 에너지 효율성 제고를 위한 연구개발로 시작되었으나 두 기관 모두 EU 프로젝트 제안서 개발 및 코디네이팅 경험이 없었던지라 본 저자에게 코디네이터 역할을 제안하여 공동으로 제안서를 개발하게 되었다. Türksat와는 개인적으로 2009년부터 이후 10여년간 EU프로젝트에서 협력해 온 바 있다. GTU는 해당 제안서를 통해 처음으로 알게 되었다. Brunel 대학, Türksat, 그리고 GTU 3개의 기관 주도로 제안서를 작성하였으며 제안된 연구목표 달성을 위해 필요한 skile중 부족한 부분을 채우기 위해 추가적인 파트너를 탐색. 특히, 의사결정지원 시스템(DSS, decision support system)이라는 소프트웨어 개발을 주요 목표로 산업계에서 소프트웨어 개발을 위한 업체를 탐색하였다. 여러 후보군 중에서 이전의 EU 프로젝트를 통해 소프트웨어 개발 및 테스트의 신뢰성이 확인된 불가리아와 영국의 SME 업체인 David Holding(DAVID)과 LK Knowledge Engineering LTD(LKKE)를 컨소시엄에 초대하였다.

제안서에서는 컨소시엄을 구성하는 파트너들이 어떻게 프로젝트에서 필요한 전문지식과 경험을 컨소시엄에 가져와서 프로젝트 과업(그림 36에서 T1.1 T1.2 등으로 표현됨) 시너지를 구성하는지에 대한 명확한 설명이 중요하다. 아래 그림에서 보는 바와 같이 GREENDC 프로젝트의 경우, 학계 파트너인 UBRUN과 GTU가 에너지 소비 예측 및 냉방기기 운영 최적화를 위한 모형 개발 및 최적화 솔루션 탐색기와 관련된 지식과 기술을 컨소시엄에 가지고 오고, 최종 사용자 파트너인 TURKSAT은 데이터 센터 운영과 관련된 지식, 에너지 소비 예측 및 최적화 모형 개발을 위해 필요한 데이터를 제공하는 역할을 한다. 반면, 중소기업인 LKKE와 DAVID는 UBRUN과 GTU에 의해 개발된 예측 및 최적화 솔루션 탐색기와 TURKSAT이 제공하는 데이터 API를 그래픽 유저 인터페이스와 통합하는 역할을 맡는다. 이러한 파트너들의 고유 지식과 기술은 연구원들의 파견근무를 통하여 공유되고 습득되도록 프로젝트가 설계되었다.

제안서 평가시에는 프로젝트 구현과 관련하여 구성된 파트너들이 의미있는 기여를 하고 있는지, 코디네이터가 과도하게 많은 역할을 맡지는 않는지, 참여하는 구성원들이 프로젝트 목표를 달성하기 위한 경험과 기술을 지니고 있는지, 그리고 파트너간에 기술적 분쟁가능성이 있는지 등을 전반적으로 평가하므로 다양한 측면에서 컨소시엄이 균형을 맞추고 있는지를 고려할 필요가 있다.

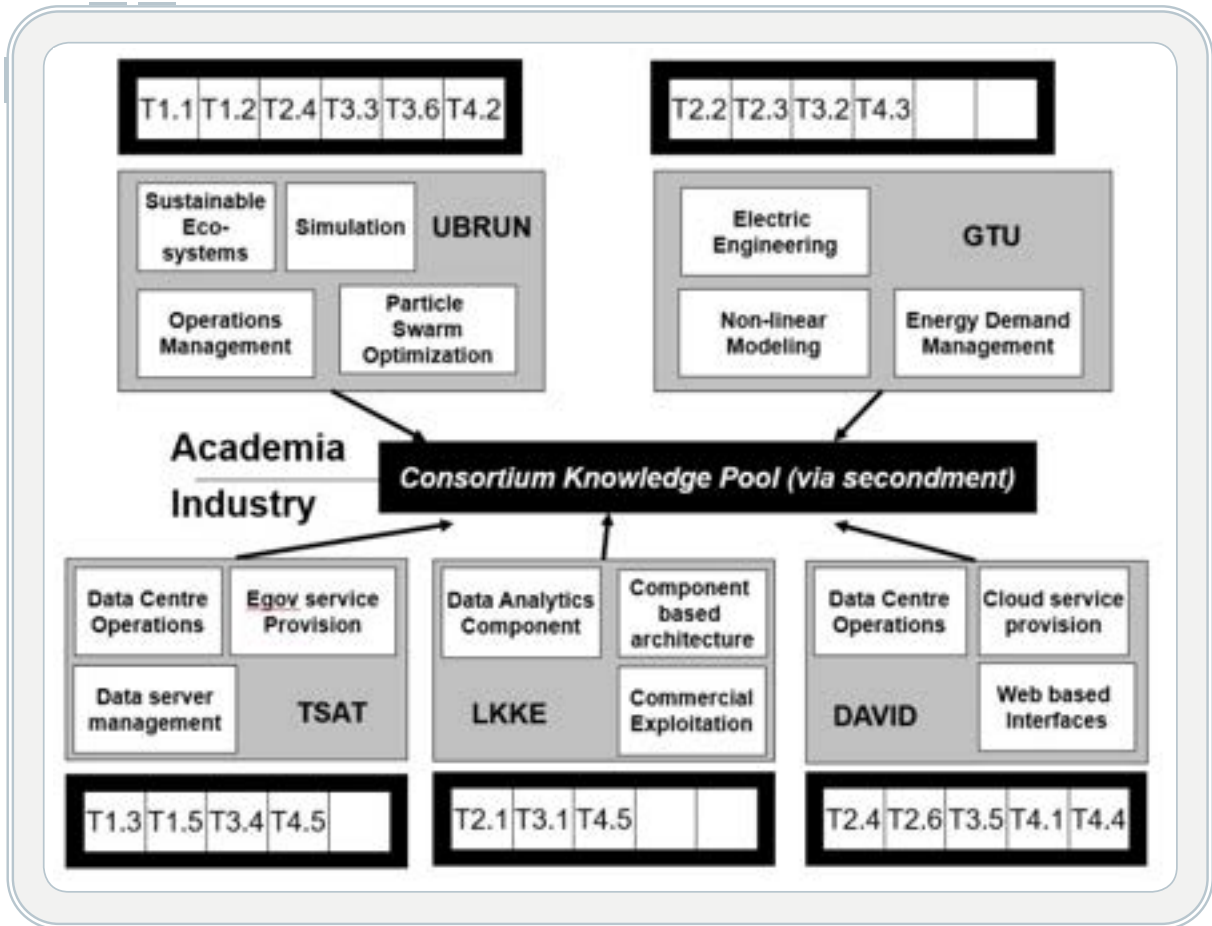


그림 37. GREENDC 프로젝트 제안서에 사용된 컨소시엄 파트너 및 상호 보완 관계

제안서 작성을 위해서는 코디네이터의 역할이 특히 중요하며, 제안서의 구조 설계 및 각 파트너로부터 필요한 제안서 내용을 얻어내기 위해 시스템적인 접근법이 중요하다. 예를 들어서, 각 워크패키지(work package) 내의 과업을 정의하고 파트너별로 필요한 내용(도구, 방법론, 기대되는 결과물 등)이 있으면, 예제로 사용될 수 있는 코디네이터의 접근법에 대한 내용을 보내주고 이와 비슷한 형태로 파트너들이 작성하여 보낼 수 있도록 도와주는 것이 중요하다. 이를 위해서, 'call for partner contributions'라는 문서를 템플릿 형태로 가지고 있어야 한다.

이러한 접근법을 통해 파트너별로 제안서에 필요한 내용을 받았으면 이를 통합하여 완성된 제안서를 작성하는 것이 대부분 코디네이터의 몫이다. 이보다 큰 컨소시엄(몇 십 개의 파트너로 구성되는 컨소시엄의 경우)에서는 각 워크패키지의 리더를 정하고, 이들이 각자의 작업패키지에 참여하는 파트너들과 협력하여 워크패키지 상세서(WP description)를 작성하는 것이 일반적이다. 이 경우, 코디네이터는 각 워크패키지 간에 어떤 의존성(dependency)이 있는지 파악하고 이들 간의 관계를 도면으로 표현하고 관리하는 PERT 다이어그램 및 간트 차트(Gantt Chart)와 같은 프로젝트 관리 도구를 사용하는 것이 필요하다.

따라서, 제안서 작성 때부터 코디네이터는 어떤 파트너들이 코어 파트너인지 파악하고 이들과의 관계를 설정하고 예산 등을 통해 프로젝트에서의 기여도에 대한 보상을 해줄 필요가 있다. MSCA-RISE프로그램의

특성상, 각 파트너별로 얼마나 많은 person-month를 다른 파트너 기관에 파견시켜 워크패키지 상세서에 정의된 과업들을 수행하는지에 따라서 예산이 정해진다. 이를 위해서 연구목표를 달성하기 위해 어떠한 과업들이 워크패키지 별로 필요하고 어떤 파트너가 다른 파트너 기관에 몇 명의 연구자를 파견시켜 필요한 과업을 실행할 것인지 워크패키지 상세서에 기술되어 있으며 이에 따라서 예산이 편성되었다.

마지막으로, 제안서가 보통 70-80페이지에 이르고 수많은 파트너들이 서로다른 부분을 작성함으로 인해 제안서의 일관성에 큰 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 제안서 작성에 크게 참여하지 않은 파트너들, 보통은 최종사용자 파트너(end-user partner)들에게 사전에 제안서 교정작업(proofreading)을 부탁하고 제안서 제출한 달 동안은 이러한 교정작업에 열중하는 것이 중요하다.

### 3 연구 수행 총괄 과정 및 성과

프로그램 별로 연구비 수령 방법이 다른데, 보통 3년프로젝트의 경우 프로젝트 시작하기전 50%(pre-financing), 그리고 매해 프로젝트 심사를 성공적으로 완료하는 경우 남은 50%를 순차적으로 분할하여 지급받게 된다. 연구비는 전액 코디네이터에게 지급되며, 지급된 연구비를 파트너별로 어떻게 분할할지는 보통 컨소시엄 최고 결정기구(consortium executive board 혹은 project management board)에서 정한다. 통상적으로는 EC로부터 지급받은 연구비를 파트너들의 전체 예산에서의 비율에 따라서 분할하여 지급한다.

하지만, 제안서에 정의된 파트너별 예산이 100% 그대로 실행된다는 보장은 없다. 컨소시엄의 최고결정기구에서 필요하다 싶으면 언제든지 전체 예산 내에서(전체 프로젝트 예산은 고정되어서 변경이 어려움) 파트너간에 예산을 주고 받을 수 있도록 재조정이 수시로 일어나기도 한다. 특정 파트너 내에 인력 이동이 있어서 주어진 과업을 수행못하여 다른 파트너의 인력을 투입하여야 하는 경우 등이 이에 해당된다. 또는, 특정 파트너가 여러번에 걸쳐서 제안서에 정의된 결과물(deliverable)을 정의된 기간 안에 만들어 내지 못하거나 일정 수준의 품질을 보장하지 못할경우, 코디네이터는 컨소시엄 최고 결정기구를 통해 프로젝트 과업을 다른 파트너에게 재할당하고 예산을 변경할 수 있다. 따라서, 코디네이터는 수시로 WP리더들과의 커뮤니케이션을 통해 프로젝트 진행 상황을 파악하고 파트너들이 충분한 자원을 투입하여 계약된 결과물을 만들어 내고 있는지 감시할 필요가 있다.

또한, 프로젝트 시작 전에 컨소시엄 협약문(CA, consortium agreement)을 컨소시엄 구성원간에 맺어서 프로젝트 진행상에 발생할 수 있는 분쟁의 소지에 대해 어떤 식으로 해결할지에 대한 동의를 이끌어 내는 것이 중요하다. EU에서 이와 관련 CA 템플릿을 제공하고 있으며, 코디네이터는 이에 기반해서 프로젝트의 상황에 맞게끔 수정해서 초안을 작성하고 컨소시엄의 구성원들과 최종안을 도출해 내야 한다. 최종안은 모든 파트너의 법적인 대리인(LEAR, legal entity appointed representative)이 사인을 하도록 되어 있다.

워크패키지	워크패키지 이름	리더
WP1	에너지 효율적인 데이터 센터	TURKSAT
WP2	GREENDC DSS	GTU
WP3	지식교환 및 트레이닝	LKKE
WP4	결과물 홍보 및 상업화	DAVID
WP5	프로젝트 관리	UBRUN

그림 38. GREENDC 프로젝트의 워크패키지 및 리더 기관

GREENDC 프로젝트의 과업들은 표1에서 보는 바와 같이 5개의 워크패키지가 구성되었는데, 의사결정지원 시스템을 개발하기 위한 2개의 워크패키지(WP1과 WP2),파트너간의 지식 교환(knowledge exchange) 및 석박사과정생들에 대한 트레이닝관련 워크패키지, 프로젝트 결과물에 대한 홍보 및 상업화와 관련된 워크패키지, 그리고 프로젝트 관리를 위한 워크패키지 등으로 구성되었다. WP1에서는 TURKSAT과 DAVID의 데이터센터 실무자들과의 인터뷰를 통하여 개발하고자 하는 DSS의 요구분석 및 필드실험을 통한 DSS평가를 위한 과업들로 정의가 되었고, WP2에서는 GREENDC DSS 개발을 위한 아키텍처 설계, 컴포넌트 개발, 그리고 DSS 컴포넌트 통합의 과업들이 포함되었다. WP3의 경우, MSCA-RISE에 고유한 워크패키지로 파트너간 파견근무를 수행할 연구자별로 대상 파트너 기관에 파견되어 어떤 지식을 전파하고 습득해서 올지에 대한 일정 관리 및 박사과정생에 대한 교육에 관한 프로그램을 작성 및 실행을 위한 과업들로 이루어졌다. 주로 산업계의 파트너로부터 학계의 파트너로 파견되는 연구원의 경우 데이터 센터 운영과 관련된 업무지식을 전달하였으며, 학계 파트너 기관에서 세미나 및 워크샵 참여를 통하여 최적화 및 예측 의사결정 모형, 에너지 수요 관리 (energy demand management)와 같은 지식을 습득하였다.

본 프로젝트의 경우, 파트너별로 계약된 파견근무일수가 제대로 이행되고 워크패키지 상세서에 정의된 프로젝트 결과물이 계약된 기간안에 제출되는지를 감시감독하는 것이 코디네이터의 주된 업무였다. 이를 위해, 워크패키지 리더들의 주도하에 워크패키지 진도 미팅이 정기적으로 이루어졌으며 본인은 코디네이터로 대부분의 워크패키지 미팅에 참여하였다.



그림 39. GREENDC 프로젝트 수행중 지식 교환 이벤트 및 참가자들

#### 4 코디네이터로서의 이점

코디네이터 역할에는 다음과 같은 이점이 있다. 첫째로, 프로젝트 운영에 대한 주도권을 갖게 됨으로써 코디네이터 기관의 입장에서 연구 프로젝트의 방향을 정할 수 있다. 둘째로, 연구비 편성에 있어서도 연구 관련 워크패키지 외에 코디네이팅을 위한 관리 워크패키지에 대한 과업을 전담하기 위해 다른 파트너들에 비해 많은 연구비를 가지는 것이 일반적이다. 관리 워크패키지의 경우, 대략 전체 예산의 10%정도를 할당하는 것이 통상적이다. 셋째로, 코디네이터로서 성공적으로 프로젝트 목표를 달성하게 되면, 해당 분야에서 어느정도 평판을 얻을 수 있으며, 향후 관련 분야에서 펀딩 콜이 나올 경우, 컨소시엄의 파트너들이 다른 컨소시엄을 구성할 때 초대받을 가능성이 높아진다. 넷째로, 프로젝트에서 나온 결과물은 보통 컨소시엄 파트너들이 공유하는 것이 일반적이거나, 외부의 관점에서 해당 결과물에 대한 접근을 위해서는 코디네이터를 통하는 것이 일반적이다. 따라서, 프로젝트 결과물에 대한 대표성을 지니게 된다. 또한, 연구비가 코디네이터에게만 지급되고 코디네이터가 파트너들에게 각자의 기여도에 따라 지급을 해주는 구조이기에 이런 관점이 생기게 된다.

하지만, 코디네이팅 업무는 많은 노력과 시간을 필요로 한다. 따라서 코디네이팅을 위해서는 프로젝트 관리 경험을 지닌 연구원들이 팀을 이루어 협업을 하는 것이 필수적이다. 특히, 많은 수의 파트너로 구성된 컨소시엄의 경우 커뮤니케이션 기술, 스케줄링 및 감시감독 기술, 파트너간 분쟁이 발생했을 경우 이를 해결할 수 있는 문제 해결 기술 등이 필수적이다.

#### 5 코디네이팅 팁 및 주의사항

코디네이터 역할을 수행하기 위해서는 필요한 사항 및 주의사항은 다음과 같다. 첫째로, 프로젝트 시작 전 컨소시엄 협약서 (CA)를 작성하는 것이 필수적인데, EU에서 제공하는 협약서 템플릿을 그대로 사용하지 말고 되도록이면 해당 프로젝트의 리스크 사항을 고려하여 해당 리스크를 어떤 식으로 해결할지에 대한 부분을 협약서에서 명확하게 정의하는 것이 중요하다.

둘째로, 컨소시엄의 핵심 파트너들을 파악하고 이들과의 협력관계를 구축하는 것이 중요하다. 컨소시엄의 모든 파트너들이 열정적으로 프로젝트에 참여하는 사례는 생각보다 많지 않다. 따라서, 프로젝트 성공을 위해 필수적인 파트너들을 선정부터 신경써야 하고 프로젝트 시작 후에는 이들과의 협력관계를 유지하고 어려운 일이 생겼을 때 그들의 서포트를 받을 수 있어야 한다. 이러한 핵심 파트너들과의 관계가 어긋나게 되는 경우, 프로젝트 전체가 위험에 빠질 수 있다.

셋째로, ICT프로젝트의 경우 컨소시엄 파트너들이 개발한 소프트웨어 코드를 통합하여 저장할 코드베이스 (code base)를 어디다 두는지가 중요하다. 파트너들이 개발한 소프트웨어를 한곳에 저장한 코드베이스는 프로젝트 진행에 있어서 가장 중요한 저장공간이고 최종결과물이 모이는 곳으로 프로젝트 완료 후에도 그 중요성을 인정받는다. 따라서, 코드베이스는 코디네이터 기관의 서버에 저장하는 것이 좋다. 일부 기관의

경우 서버를 인터넷에 설치하는데 따른 여러 이유로 파트너 기관에 대신 설치하는 경우가 있는데, 이 경우 코디네이터는 프로젝트 진행 기간동안 해당 파트너에 의존해야 하고 해당 파트너와의 마찰이 생길 경우, 어려운 결정을 내려야 하는 경우도 생긴다.

넷째로, 코디네이터만 전문으로 하는 파트너가 있어서 이들이 제안서 작성부터 프로젝트 구현까지 하는 컨소시엄의 사례가 있기도 하다. 장점은 파트너들이 프로젝트 코디네이션에 대한 부담을 줄일 수 있으나, 이런 코디네이팅 전문 파트너들의 경우 과학적인 지식이 부족하여 파트너간 서로 다른 아이디어로 인해 분쟁이 발생할 경우, 과학적인 결정을 내리기 어려울 수 있고, 지나치게 프로젝트 관리에만 치중함으로써 과학적 창의성을 무시할 수 있다.

다섯째, 코디네이터의 주요한 업무중에 하나가 EU연구프로젝트 관리를 위한 기관인 REA(research executive agency)의 프로젝트 담당 사무관(project officer)과의 커뮤니케이션이다. 프로젝트 사무관과의 연락을 통해 수시로 프로젝트 진행상황을 보고하고 필요시 지원을 받게 된다. 대부분의 EU펀딩을 받는 연구 프로젝트의 경우, 3인의 전문가로 구성된 프로젝트 리뷰 패널에 의해 매년 프로젝트 진행에 대한 평가를 받는다. 프로젝트 사무관이 이러한 리뷰 패널을 선정하여 코디네이터에게 통보한다. 이때 코디네이터는 파트너들의 네트워크를 이용하여 선정된 리뷰 전문가들에 대한 정보를 얻어내고 필요 시 리뷰어 변경을 요청할 수 있다. 리뷰 패널은 보통 프로젝트 완료까지 같이 가는 것이 통상적이므로 가능하다면 프로젝트를 이해하고 건설적인 평가를 해줄 수 있는 리뷰 패널을 구성할 수 있도록 프로젝트 사무관과 커뮤니케이션 하는 것이 좋다.

여섯째, 프로젝트 연례평가를 성공적으로 마치기 위해서는 프로젝트에서 제출하는 결과물(deliverables)에 대한 품질관리가 중요하다. 프로젝트 제안서 혹은 CA에 보통 프로젝트의 품질관리 프로세스에 대해 명시 하기도 하는데, 이뿐만 아니라 프로젝트 초기에 이와 관련된 절차 및 구조에 대해 명확히 해둘 필요가 있다. 모든 결과물은 기본적으로 결과물에 기여하지 않은 내부 파트너들로 구성된 자체 평가팀이 만들어지는 것이 통상이고 이들의 리뷰 코멘트에 따라서 결과물이 수정되고 승인을 받아야 EU에 제출될 수 있다. 경우에 따라서는, 외부 전문가로 구성된 프로젝트 자문단을 결과물 평가위원으로 쓰기도 하고, 프로젝트와 전혀 관련이 없는 외부 전문가를 평가위원으로 사용하기도 한다. 단, 후자의 경우에는 비밀비누설합의문(Non-disclosure agreement)을 작성하고 합의해야 프로젝트로부터 생성되는 지적재산권을 보호 받을 수 있다.

6 주요 참여 기관 및 연구자 소개

**Brunel University of London**

런던대학(University of London)의 구성원으로서 영국 런던 서부지역에 위치하고 있으며 기술 및 공학에서 강점을 지닌 대학으로 EU연구 펀딩에서 많은 성과를 만들어 내고 있다. GREENDC 프로젝트의 코디네이팅 기관으로 본 저자가 소속된 브루넬 경영대학소속 4명의 교수와 5명의 박사과정생이 참여하였다. 본 저자는 2009년에 처음으로 EU펀딩에 성공하였고 이후 11개의 EU프로젝트에 참여하였다. 그 중 4개의 프로젝트를 코디네이트하였다. GREENDC 프로젝트에서는 코디네이터로 2016년 4월에 연구제안서를 제출하였고 8월말에 채택 결과를 통보 받았으며 계약서 서명 과정을 마치고 2017년 1월부터 프로젝트를 시작하였다. 당초 2020년 12월말에 완료될 예정이었으나, COVID19 팬데믹으로 인해 파견근무 실행에 어려움을 겪어 프로젝트 사무관과의 협의를 통해 2022년 9월에 프로젝트를 완료하였다.

**Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş. (Turksat)**

튀르키예 정부의 통제를 받는 민영기업으로 인공위성 서비스 및 전자정부 서비스를 제공하는 테크놀로지 기업이다. 특히, 전자정부 서비스는 터키 내에 6천만 사용자를 가지고 있으며 터키 정부의 서비스를 인터넷으로 제공하는 가장 큰 인터넷 서비스 업체이기도 하다. 따라서, 유럽내에서도 가장 큰 규모의 데이터 센터를 운영하고 있으며, 본 프로젝트에서는 해당 데이터센터에서 발생되는 데이터를 컨소시엄에 제공할 수 있도록 IoT센서의 설치 및 이들로부터 실시간 데이터를 수집하여 API를 통하여 UBRUN과 GTU가 개발하는 예측 및 최적화 모형에 제공하였다. 또한, 개발된 DSS를 적용하여 성능을 테스트하는데 기여하였다. Turksat과 같은 대형 산업계 파트너는 데이터를 제공받고 개발된 ICT 시스템을 적용 테스트할 수 있는 테스트베드를 제공함으로써 많은 컨소시엄으로부터 환영을 받는다. 본 저자의 경우도 2009년 첫 EU펀딩을 받은 이후 13년간 여러 개의 EU프로젝트를 함께 수행한 바 있다. 당시 Turksat 담당자였던 Dr. Tunc Medeni는 일본에서 박사학위를 받아 쉽게 개인적으로 친분을 쌓을 수 있었고 함께 여러 개의 EU 펀딩 제안서 작업에 협력하였다.

**Gebze Technical University (GTU)**

터키 이스탄불 근교의 Gebze에 위치한 공대로 정부의 지원을 받는 대학이다. 전기전자학과에 소속된 Professor Hakan Hocaoglu와 Professor Tuba Gozel 연구팀이 본 프로젝트에 참여하였으며 박사과정생 5명 역시 파견근무에 참여하여 프로젝트를 수행하였다.

코디네이터 사례

**David Holdings**

불가리아 카잔락(Kazanlak)에 위치한 소프트웨어 서비스 업체로 중소기업이다. 본 저자와는 2013년에 수행한 EU 프로젝트를 통해 알게 되었으며, 당시 프로젝트에서 소프트웨어 개발에 대한 성과를 보게 되어, 본 프로젝트에 파트너로 초대하여 같이 일하게 되었다.

**LKKE**

영국 런던에 위치한 소프트웨어 컴포넌트 및 아키텍처 전문 컨설팅 업체로 중소기업이다. 본 프로젝트에서는 컴포넌트 기반의DSS 아키텍처를 설계하였고, 컴포넌트간 API를 정의하였다. 이에 기반하여 David Holdings가 소프트웨어를 개발하였다.

**7 코디네이터 관점에서 바라본 한-유럽 협력**

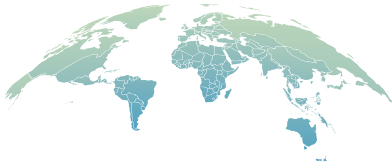
한국의 Associated Country지위 확보로 인해 한국 기관의 Horizon Europe 참여가 예전에 비해 수월해 졌다. 이전에는 한국의 파트너가 특정 컨소시엄에 참여하기 위해서는 해당 파트너가 어떤 과학적인 혁신에 기여하고 유럽의 이익에 부합되는지에 대한 소명을 해야 했었다. 제3국에서 Associated Country로의 지위 변경으로 인해 이러한 소명이 더이상 필요하지 않다. 하지만, 컨소시엄 구성과 관련된 섹션에서 한국 파트너를 포함하여 컨소시엄에 참여하는 파트너들이 프로젝트 목적 달성을 위해 어떤 기여를 하는지 명확히 설명해야 하고 특히, 유럽의 관점에서 어떤 이익이 발생하는지 설명할 필요가 있다. 이외에도 다음과 같은 점을 고려하면 한-EU협력 참여에 대한 결정에 도움이 될 것으로 생각된다.

첫째, 프로젝트와 관련된 지식재산권에 대한 분석이 필요하다. 컨소시엄에 참여하게 되면 컨소시엄 합의문(CA)을 통해 각 파트너 별로 각자 컨소시엄에 제공할 지적재산(background)이 무엇인지 정의하고, 프로젝트의 결과물과 관련된 지식재산(foreground)를 파트너간에 어떻게 소유할 것인지에 대해 합의하도록 되어 있다. EU 연구 프로그램에 참여하기 원하는 한국 기관들은 이러한 background 와 foreground 지적 재산에 대한 철저한 분석을 통하여 자신의 지적재산권 관리 전략에 부합하는 프로젝트를 선정하여 컨소시엄에 가입해야 한다.

둘째, 한국의 기업체 혹은 정부조직과 같은 최종사용자 기관의 참여가 필요하다. 컨소시엄은 보통 여러가지 역할을 맡은 다양한 분야의 파트너로 구성이 된다. 그 중에서도 최종사용자 파트너는 컨소시엄에서 개발된 기술 및 이론을 실제 문제에 적용할 수 있는 테스트베드(Testbed)를 제공한다. 테스트베드는 개발된 기술의 상업화를 위한 사전테스트를 가능하게 함과 동시에 개발된 기술 혹은 이론을 실제 현장에 적용함으로써 자연스럽게 새로운 기술 및 이론을 특정 국가 혹은 지역에 전달 받을 수 있는 기회를 제공한다. 따라서, 한국의 최종 사용자 기관이 많이 EU 연구 프로그램에 참여함으로써 EU의 연구 결과물을 받아들여 기업의 경쟁력을 높이고 공공부문 서비스 향상에 기여할 수 있다. 실제로, 유럽의 여러 도시들을 여행하다 보면, EU 연구프로그램의 일환으로 개발된 기술(특히, 스마트 시티 혹은 전자정부 프로젝트등)이 실제 도로나 건물 등에 테스트베드로 적용되어 아직까지 사용되고 있는 것을 볼 수 있다.

셋째, EU에서는 한국의 앞서 나가는 연구분야에 대한 관심이 많으므로 한국의 기관들은 컨소시엄 가입시 이러한 부분에 대한 프로모션이 필요하고 좀 더 좋은 조건으로 가입할 수 있어야 한다. 특히, ICT분야, 전자 정부, 그리고 한국의 독특한 인터넷 문화등은 유럽에서 볼 수 없는 새로운 사회현상을 제시함으로써 훌륭한 테스트베드를 제공할 것으로 기대된다.

유럽연합 국제 공동연구 프로그램



Horizon Europe  
한국 참여 사례집