



융합연구리뷰

Convergence Research Review

융합기술

무인이동체 자율협력을 위한 융합기술 동향
강왕구(한국항공우주연구원)

융합정책

국내외 융합연구 관련 법령 비교분석과 시사점
미래융합전략센터 데이터분석팀

CONTENTS

- 01 편집자주
- 03 무인이동체 자율협력을 위한 융합기술 동향
- 21 국내외 융합연구 관련 법령 비교분석과 시사점

융합연구리뷰

Convergence Research Review

2024 August Vol.10 No.08

발행일 2024년 8월 21일

발행인 임혜원

발행처 한국과학기술연구원 미래융합전략센터
02792 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5
Tel. 02-958-4987 | <https://kist.re.kr/fcsc>

펴낸곳 공간기획 Tel. 044-863-0978

편집자주

스마트한 미래 협력자들: 무인이동체 자율협력 융합기술

각종 행사에서 하늘에 펼쳐지는 드론쇼는 화려한 시각적 효과로 많은 사람들의 이목을 끈다. 드론들이 미리 계획된 대로 움직이며 다양한 영상을 공중에 구현하는 군집드론 기술은 볼거리를 넘어, 다양한 분야에서 응용될 가능성을 보여준다.

드론이 스스로 비행하고 임무를 수행하는 이동체간 협력 전투체계는 더욱 진보된 기술의 상징이다. 자율 비행, 협력 임무 수행, 그리고 정밀한 목표 추적을 통해 전투 상황에서의 효과성을 극대화할 수 있게 된다.

본 호 기술리뷰에서는 무인이동체 간 자율협력하는 융합기술을 다룬다. 드론 기술과 인공지능, 통신 네트워크, 데이터 표준화, 디지털 트윈의 융합은 드론이 움직이는 체계를 변화시키고 있으며, 미래 다양한 분야에서의 응용 가능성을 보여주고 있다.

국내외 융합연구 법령 분석: 융합연구개발의 추진에 탄탄한 근간을 이루려면

융합연구는 다양한 분야의 지식을 통합하여 혁신적인 해결책을 모색하는 영역으로, 과학기술 발전의 핵심 요소로 주목받고 있다. 특히 현대 사회에서 발생하는 복잡한 문제는 단일 분야의 학문으로는 돌파할 수 없어, 융합이 필수적인 접근 방식으로 여겨지고 있다.

그러나 현재 융합연구를 체계적으로 지원할 수 있는 법적 근거는 미비하다. 과학기술기본법에서 융합연구를 촉진하도록 규율하고 있음에도 불구하고, 융합연구를 전반적으로 지원할 수 있는 하위법은 존재하지 않는다. 더구나 현재 산재하고 있는 법령들은 개별 산업에 초점을 맞추고 있어, 통합된 융합연구의 정책적 추진은 어려운 상황이다.


본 호 정책리뷰에서는 국내외 융합연구 관련 법령들을 비교하고 분석한다. 국내에서 융합연구를 다루고 있는 법령들을 알아본 후, 미국, 유럽, 일본에서는 어떠한 법적 근거로 융합연구를 추진하고 있는지 알아본다. 이를 통해 우리나라의 현황을 진단하고, 법 개정 시 고려가 가능한 방향성을 도출하고자 한다.



융합연구리뷰
Convergence Research Review

2024 August Vol. 10

No. 08



융합기술

무인이동체 자율협력을 위한 융합기술 동향

강 왕 구

한국항공우주연구원 무인이동체사업단장

무인이동체 자율협력을 위한 융합기술 동향

강 왕 구 (한국항공우주연구원 무인이동체사업단장)

I. 다수 무인이동체간 자율협력

1. 군집드론(Drone swarms)

2019년에 개봉된 엔젤 해스 폴른(angel has fallen)에는 수백대의 소형 드론이 무리를 지어 휴가를 즐기고 있던 미국 대통령과 경호원들을 공격하는 장면이 등장한다. 발사대를 나온 드론들이 무리를 지어 비행하며 지상의 목표물에 돌진해 자폭한다. 지상의 경호부대들은 빠르게 비행하는 벌떼 드론에 속수 무책으로 무력화된다. 미국 대통령을 암살하려는 테러범들은 드론이 전송하는 영상을 분석해 지상의 인물들의 신원을 파악해 공격 여부를 판단한다. 테러범들의 공격 명령을 받은 자폭 드론들은 목표물에 돌진해 폭발한다. 비록 창작물이지만 이 영화는 미래에 출현이 가능한 벌떼 드론 공격의 위험성을 충분히 보여주고 있다.

물론 아직까지 이처럼 다수의 드론이 무리를 지어 자율적으로 목표물을 공격하는 기술이 현실화된 사례는 발견되지 않고 있다. 대신 군집드론의 상용화는 민간에서 먼저 시작되었다. LED등을 장착한 수백 수천의 소형드론들이 비행하며 다양한 영상을 공중에 구현하는 드론쇼가 대표적인 군집드론이다. 지난 2018년 평창 동계올림픽부터 유행을 타기 시작한 드론쇼는 이제 국내에서도 각 지자체들이 상시적으로 제공하는 볼거리가 되었다.

그림 1. 부산 광안리 드론 라이트쇼



* 출처: visitbusan.net

현재 드론쇼의 군집드론 기술은 명백한 한계가 있다. 드론쇼의 모든 드론들은 프로그램으로 미리 계획된 바대로 움직인다. 드론쇼를 구성하는 각 드론들은 지상의 조종컴퓨터와 일대일로 연결되며, 다른 드론들과는 어떠한 연계도 가지지 않는다. 드론들은 지상의 컴퓨터가 정해주는 경로를 움직일 뿐이다. 이처럼 드론쇼에 구현된 기술로는 영화 엔젤해스폴른에서 창작한 군집드론 공격을 결코 구현할 수 없다. 영화와 같은 공격을 수행하기 위해서는, 각 드론들은 자율적으로 비행하며, 다른 드론들과 협력해서 함께 움직여야 한다. 여기에서 함께란 군집을 이루는 드론과 드론들이 서로의 위치와 속도 등을 주고 받으며 대열을 유지하는 것을 의미한다. 당연하게도 이러한 비행을 지상의 조종자나 컴퓨터의 도움없이 수행해야 한다. 또, 영화에서 보여주듯이 지상 조종자는 임무 수행과 같은 중요한 결정만을 내리고, 세세한 비행 등은 드론이 스스로 수행할 수 있어야 한다.

2. 드론과 무인인공복합전투체계

무인인공체는 원격조종이나 자율기능을 이용해 이동하고 임무를 수행하는 이동체를 의미한다. 하늘을 나는 드론으로 시작된 무인인공체는 이제 공중을 넘어, 육상과 해상 그리고 우주까지 그 범위를 확장하고 있다. 현재도 진행형인 러시아-우크라이나 전쟁에서는 드론이 러시아, 우크라이나 양측 모두에서 없어서는 안될 무기체계로 자리 잡았다. 전쟁 초기 러시아군은 우크라이나의 수도인 키이우(Kiev)를 점령하기 위해 두 개의 중요 도로망을 통해 대규모 기갑부대를 투입했다. 우크라이나의 수도를 점령함으로써 조기에 전쟁을 종료하겠다는 러시아군의 의도였다. 탱크와 자주포, 장갑차량으로 구성된 러시아의 기갑행렬을 우크라이나 군이 저지하는 것은 불가능해 보였다. 우크라이나의 패배가 임박해 보였다. 하지만 아무도 예상하지 못했던 일이 벌어졌다. 60km에 달하는 러시아군의 기갑행렬이 갑자기 멈춘 것이다. 러시아군을 멈춘 배경에는 민간인 드론 조종사들이 있었다. 진격하는 러시아군 기갑부대 행렬을 민간 드론이 실시간으로 정찰하고, 이 정보를 바탕으로 정밀포격을 수행해 러시아 기갑부대를 도로 위에 고립시켰다. 고립된 러시아의 기갑차량들은 후속되는 포격에 많은 수가 파괴되었고, 러시아 기갑부대들은 키이우 점령을 포기하고 철수해야만 했다. 이후 러시아 우크라이나 전쟁에서 드론은 핵심 무기로 부상했다.

우크라이나 전쟁을 분석하는 대부분의 분석가들은 우크라이나군이 이들 전투에서 승리한 결정적인 요인들 중에 하나로 드론과 야포, 로켓포의 협동작전을 들고 있다. 드론과 야포들의 협동작전이 특히 효과를 발휘한 것은 블레다르 전투가 대표적이다. 우크라이나 중부의 소도시인 블레다르를 점령하기 위해 러시아군은 다량의 기갑부대를 투입했다. 우크라이나 군은 러시아 기갑부대의 움직임을 드론으로 조기에 탐지하고, 위치를 파악해 격퇴하는데 성공했다.¹⁾ 우크라이나군은 모든 전투에서 드론을 적극적으로 활용하고 있다. 우리가 유튜브나 텔레그램 등을 통해 접하는 많은 영상들은 FPV 드론을 이용한 자폭드론의 활약상이다. 하지만 많은 분석가들은 드론이 가져온 가장 큰 이점은 실시간으로 전장을 가시화하고, 적의 움직임을 영상과 함께 위치정보를 획득할 수 있는 능력에 있다고 지적한다. 드론이 출현하기 전에는 야포와 박격포 등은 정밀유도가 불가능했다. 지금까지는

1) Eckel, M. 2023. What Happened in Vuhledar? A Battle Points to Major Russian Military Problems. - Radio free Europe, 17 February

전방에 전개된 관측병이 목표물을 발견해 위치를 관측해 무선으로 포대에 전달하고, 포병은 전달받은 좌표로 포를 사격한다. 사격이 이루어지면 관측병이 사격결과를 재 관측해 포대로 보고한다. 보고받은 결과에 따라 포병은 재 사격을 실시한다. 이처럼 기존에 관측병이 수행하던 임무를 우크라이나에서는 드론이 대체했다. 드론은 보다 빠르고 정확하게 목표물의 종류와 위치를 파악해 포병에게 그 결과를 전달한다. 드론이 획득한 정보를 바탕으로 포 사격이 실시되고, 포 사격결과는 즉시 보고되어 재사격이 실시된다. 드론은 단독으로 운용되기 보다는 타 무기체계와 연동되어 운용됨으로써 최대한의 효용을 발휘한다. 아주 초보적인 형태이긴 하지만 드론과 다른 유무인 이동체간의 협력운용이 우크라이나-러시아 전쟁에서 시작되었다. 유무인 이동체간 협력운용에서 드론만이 가장 핵심적인 요소라고 보기는 어렵다. 하지만 기존의 무기체계, 정보체계에서는 제공하지 못했거나, 많은 비용이 수반되었던 핵심정보를 드론을 통해 값싸게 확보하고 빠르게 유통시키게 되자, 유무인이동체들간의 협업이 아주 단순한 형태이지만 시작된 것이다.

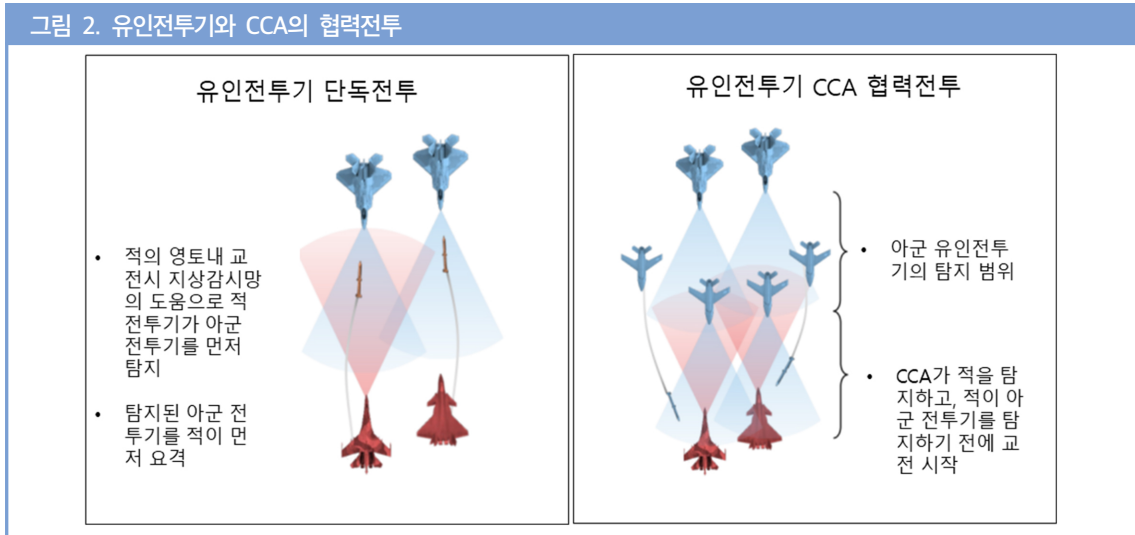
3. 무인이동체간 자율협력 기술 개발 동향

미 공군은 유인 전투기와 함께 임무 수행이 가능한 차세대 무인항공기(UAV, unmanned aerial vehicle) 개발을 추진하고 있다. 이 새로운 비행체는 유인전투기나 다른 무인항공기와 협력해 임무를 수행이 가능해야 한다는 의미에서 그 이름이 협력형전투기(CCA, collaborative combat aircraft)로 명명되었다. 미 공군은 과학자문위원회의 논의를 통해 CCA를 무인기(Uncrewed Aircraft)이며, 타 유무인기와 전장(contested environment)에서 협동 임무수행이 가능하고, 센서, 무장, 기타임무 장비를 선택적으로 혼합해 탑재가 가능하며, 저가(significantly less expensive)로 구현된 소모성(expendable)/회수형(recoverable)의 자산으로 정의하고 있다²⁾. 미 공군은 이 계획을 통해 단지 유무인비행체와 협업이 가능한 무인전투기 개발만을 목표하지는 않는다. 새로 개발되는 CCA는 탑재 임무장비를 교체해 다양한 임무를 수행할 수 있어야 한다. 상황에 따라, 정찰임무를 수행하거나, 통신 재밍을 수행할 수도 있으며, 적의 전투기와 교전도 가능해야 한다. 다양한 임무수행을 수행 가능함에도 불구하고, 개발되는 CCA는 가격 경쟁력 또한 확보해야 한다.

유인전투기와 CCA간에 협력 전투가 필요한 대표적인 이유는 그림 2와 같다. 적의 영토내에서 아군기가 적의 항공기와 교전하는 상황에서는 지상의 탐지센서망의 도움으로 적의 항공기가 아군기를 먼저 탐지할 가능성이 매우 높아진다. 아군기를 먼저 탐지한 적의 전투기는 아군을 향해 요격 미사일을 발사한다. 적 항공기를 탐지하지 못한 아군기는 빠르게 비행하는 적의 요격미사일에 속수무책일 수 밖에 없다. 하지만 유인전투기를 CCA와 협력운용시에는 전혀 다른 상황이 펼쳐진다. 아군 유인전투기의 전방해서 비행하며, 유인전투기와 레이더나 통신장치로 연결된 무인CCA들은 접근하는 적의 전투기를 아군 유인전투기보다 먼저 발견할 수 있다. 적을 발견한 CCA는 적의 위치를 아군 전투기에 전송하고, 곧바로 요격 미사일을 발사한다. 아군 CCA와 교전에 돌입한 적의 전투기는 아군 유인전투기의 존재를 확인하지 못한 상태에서 전투에 돌입해야 하며, 아군 전투기의 존재를 확인할 지라도 수적 열세에 놓인다. 아군기들이 전투에서 승리할 가능성이 높아진다.

2) Mitchell Institute, "Collaborative Combat Aircraft for Disruptive Operations Mitchell Institute CCA Wargame Executive Summary"

그림 2. 유인전투기와 CCA의 협력전투



* 출처: Mitchell Institute

유무인 전투기간의 협력운용에 대해서 미군만 연구를 진행하는 것은 아니다. 이와 유사한 방식의 기술을 중국 인민해방군도 개발하고 있다.³⁾ 그림 3은 중국 인민해방군에서 연구중인 다수 무인항공기의 군집운용개념이다. 지상의 조종국으로부터 통신이 두절된 무인항공기들은 자율적으로 적의 방공망을 무력화해야 한다. 이러한 상황에 대처하기 위한 중국 인민해방군의 대응도 다수 무인기간의 자율군집이다. 군집 무인기들은 각각 정찰, 재밍(전파교란), 공격을 담당하는 임무로 나뉘어져 있다. 이처럼 각 무인기 개체들의 임무를 특화하는 것은 미군의 사례와 같이 무인기를 경량화하고 소형화하기 위함이다. 모든 임무를 하나의 무인기가 수행할 경우에는 임무장비의 증가로 인해 무인기의 크기와 중량이 증가할 수 밖에 없다. 무인기의 크기가 커지면, 무인기의 가격이 상승함은 물론이고, 적의 센서망에 쉽게 탐지될 수 밖에 없다. 하지만 특화된 임무를 가진 소형화된 무인기를 군집으로 운용할 경우에는 적에게 노출될 가능성이 그 만큼 적어진다. 또, 탐지망에 발견될 경우라도 소형화된 무인기는 격추가 쉽지 않고, 격추시에도 동일한 기능을 담당하는 타 무인기가 역할을 대신 수행할 수 있다.

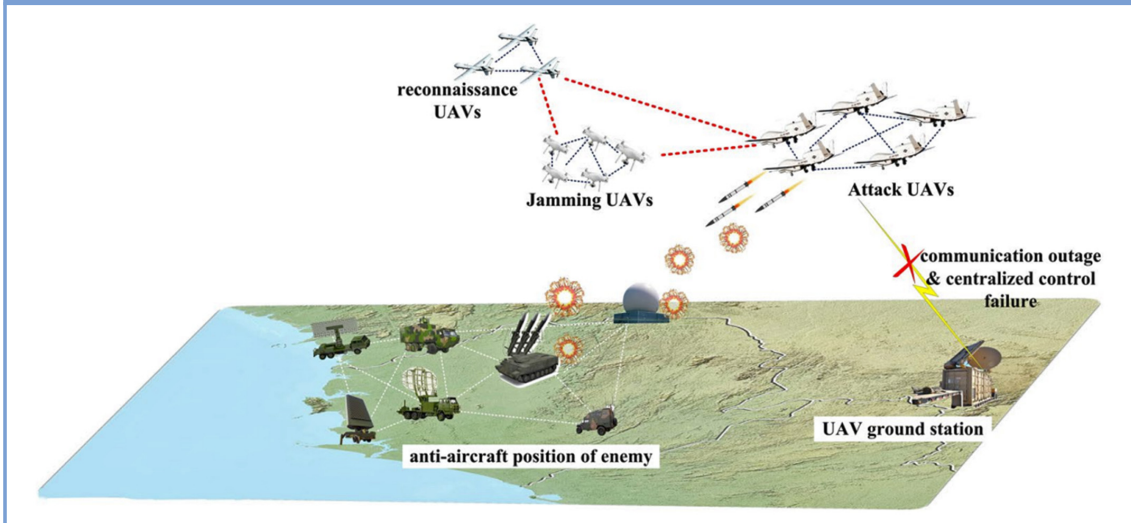
다양한 무인이동체를 군집으로 운용하는 개념은 육상에서도 활발하게 진행중이다. 미 육군의 GVSC(Ground Vehicle System Center, 지상이동체 시스템 센터)⁴⁾는 미래에 병사를 포함하는 유인체계와 무인이동체간의 협력전투 개념을 수립해, 핵심기술을 개발하고 있다. GVSC가 제안하는 다수 무인이동체간의 군집운용개념은 다음 그림 4와 같다.⁵⁾

3) Zhonghong Wu (Weaponry Engineering College, Naval University of Engineering, PLA, Wuhan, China), Li Pan, Minggang Yu, Jintao Liu, Dan Mei, "A game based approach for designing a collaborative evolution mechanism for unmanned swarms on community networks", nature/scientificreports, 2022

4) www.usarmygvsc.com

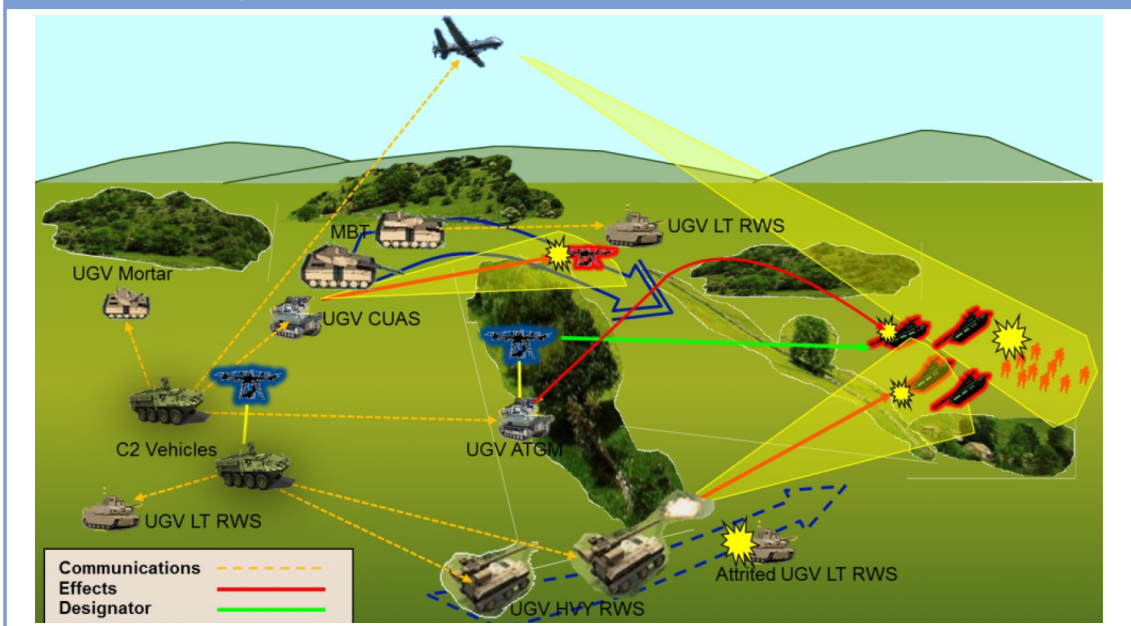
5) Robert W. Sadowski(US Army Chief Roboticist), "Enabling MUM-T within Army Formations", 2016

그림 3. 군집 무인기의 자율협력 운용개념



* 출처: nature scientific reports 2022

그림 4. 미래 유무인복합전투 개념도



* 출처: 미육군 GVSC

미 육군이 제시하는 미래 유무인복합전투는 다양한 무인전투차량간의 협력을 바탕으로 한다. 공중에서 무인기가 적의 움직임을 포함한 전장 환경을 모니터링하고, 이를 지상의 전달하다. 또 전방에 포진된 무인전투차량은 테더드론을 이용해 적의 움직임을 근거리에서 감시하고, 이를 아군의 유무인전투단위간에 공유한다. 다양한 단위에서 정찰된 전장상황은 후방의 지휘차량을 중심으로 전투에 참여하는 모든 단위가 공유한다. 공유된 정보를

바탕으로 각각의 무인전투차량들은 적을 공격한다.

미래의 유무인복합전투에는 인공지능으로 무장된 다양한 육해공 무인이동체들이 참여할 것이다. 전투에 참여하는 다양한 유무인복합체계들은 실시간으로 정보를 교환하며 협력해야 할 것이다. 적의 구성, 규모, 위치들의 정보와 각 유무인체계들의 위치, 운동정보 등이 교환되어야 하며, 각각 유무인체계들이 수행하고자 하는 행동(action)에 대한 정보들도 서로 간에 공유되어야 한다. 하지만 유인체계와 무인체계, 그리고 병력간에 데이터를 주고 받는 것만으로 유무인복합체계가 완성되지는 않는다. 진정한 의미에서 복합체계를 이루기 위해서는 각 체계 간에 임무장비를 공유해야 한다. 임무장비를 공유한다는 의미는 각 체계간에 임무장비의 교환사용 뿐만 아니라, 실시간으로 무선을 이용한 임무정보의 공유까지를 포함한다. 각 무인체계간에 조종기의 공통화도 핵심적인 요소이다. 무인체계를 조종하고 통제하는 지상조종장비가 서로 상이한 방식으로 데이터를 전송하고, UI(user interface)의 구성이 이질적일 경우 전투에 참여하는 조종병력의 혼란을 가중시킬 수 있다. 또 특정한 조종장비가 불능이 된 경우에 타 장비를 이용해 동일한 조종이 가능해야 한다. 공통화된 조종기는 조종인력과 정비인력의 교육에도 큰 이점을 가져온다. 이처럼 조종장비, 임무장비, 정보교환체계(통신 네트워크) 등을 표준화하고 공통화함으로써 미래 유무인복합체계의 기틀을 조성할 수 있다.

유무인복합체계의 성공에서 또 하나 빼 놓을 수 없는 요소로는 각각의 체계를 개발하고, 생산하며 유지보수에 있어 경제성을 확보하는 것이다. 현대전의 핵심 전력인 전투기의 경우 성능은 선형적으로 향상되었으나, 이에 수반하는 비용은 지수적으로 증가했다. 이러한 급격한 비용증가를 적절한 수준에서 통제하지 못한다면 미래 유무인복합체계의 성공은 결코 보장되지 않는다. 이를 잘 보여주는 예가 우크라이나-러시아 전쟁에서 중국제 드론의 성공과 미국드론의 실패이다. 수백달러의 중국산 드론이 우크라이나 전쟁에서 각광 받는 이유는 기술적인 우위가 아니라, 싼 가격과 안정적인 부품공급 그리고 사용 편의성 등을 들 수 있다.



* 출처: 한국공학한림원

이처럼 육해공의 상이한 영역에서 운용되는 이동체들이 협업을 통해 임무의 범위를 확장시키거나, 이전에는 불가능했던 임무를 수행하는 것은 민간에서도 활발하게 연구되고 있다.

대표적인 사례로는 현재 과기부의 후원으로 한국항공우주연구원과 한국기계연구원이 개발중인 육공복합기체와 유럽의 항공기 제작업체인 에어버스가 제안하는 캐빈공유식 육공복합기를 들 수 있다.⁶⁾ 캐빈이나 화물컨테이너를 교환하는 방식은 임무거리를 확장하고, 도심 등의 복잡환경에서 운용할 수 있다는 장점을 가져온다. 도로에서는 바퀴를 이용해 이동하고, 장거리는 날아가는 방식의 플라잉카(flying car)는 오랜 기간 동안 많은 개발자들을 매혹시켰다. 하지만 비행기와 자동차를 결합한 이 방식은 하늘을 날기 위해서는 최대한 경량화가 필요하다는 점 때문에 상용화 수준에는 결코 도달하지 못했다. 최근에 각광을 받고 있는 전기동력으로 움직이는 UAM이나 드론은 배터리 등의 에너지 저장장치의 한계로 인해, 비행시간과 거리가 더 제한적일 수 밖에 없다. 이를 극복하기 위해 비행시는 필요없는 중량물에 지나지 않는 바퀴 구동장치와 지상주행시는 큰 부피로 거추장스러운 날개를 분리하는 방식이 바로 육공복합기 개념이다. 항우연과 기계연은 단거리 물류배송용으로 이 개념을 구체화시키고 있으며, 에어버스는 승객 운송용으로 해당 개념을 제안한 바 있다.

II. 자율협력을 위한 핵심기술

1. 자율협력을 위한 기술 요소

앞서 소개한 다수 무인이동체간 자율협력의 운용방식을 분석하면, 자율협력운용 개념의 현실화를 위해 필수적인 핵심기술들을 정의할 수 있다. 다수 무인이동체간에 협업임무 수행은 개략적으로 다음과 같은 순서와 방식으로 진행된다. 먼저 군집화된 무인이동체가 수행해야 할 임무가 주워지면, 임무 착수전에 각 무인이동체의 임무가 할당된다. 또 할당된 임무에 따라, 탑재해야 할 임무장비가 결정되고 장착된다. 그림 3과 같이 정찰임무, 재밍임무, 공격임무를 담당하는 무인이동체가 정해지고, 이에 따라 임무장비들이 장착되는 것이다. 물론 이동체의 탑재능력에 따라, 특정한 임무장비만 장착될 수도 있고, 또 복수의 임무를 수행할 수 있도록 두가지 이상의 이중 임무장비들을 장착할 수 있다.

군집에 참여하는 무인이동체가 결정되면, 임무 수행을 위한 세부임무 시나리오가 구성된다. 세부임무시나리오 들은 임무목표, 세부내용, 임무지역 환경(지형, 기상, 전파환경 등), 예상되는 위험요인 등을 바탕으로 수립된다. 수립된 각각의 임무시나리오들은 해당 무인이동체에 업로드된다. 세부임무계획이 수립되고, 이동체에 탑재되면 이동체는 임무수행에 착수한다.

임무영역으로 이동한 무인이동체 군집은 미리 할당된 분업임무에 따라 임무를 수행한다. 임무수행시에는 몇가지

6) 한국공학한림원, “위기의 K-Industry, 혁신과제로 대체불가의 나라를 꿈꾸다. - 미래 모빌리티 분야”, 2024.6.3.

돌발상황들이 고려되어야 한다. 먼저, 지상의 임무센터와의 통신두절이다. 통신두절은 전파교란, 지형, 기상변화 등등에 의해 발생한다. 동일한 주파수를 사용하는 이동체가 늘어나면, 원거리에 위치한 지상임무센터와 통신두절은 더 빈번해진다. 군집이동체의 운용시는 지상과의 통신이 두절된 상태를 정상상태로 정의하고 임무를 계획하는 것이 더 적절하다. 두 번째는 임무에 참여하는 이동체 구성의 변화이다. 임무수행 중에 이동체들은 연료/전력량의 부족, 핵심부품의 고장 혹은 심한 경우에는 추락 등의 이유로 임무를 더 이상 수행할 수 없는 경우가 있다. 이 경우에는 임무 착수시 수립되어 각 이동체에 업로드된 세부 임무계획들의 변경이 불가피해진다. 임무수행이 어려워진 이동체들에게 최초 할당된 임무들은 타 이동체들에게 재 할당되어야 한다. 이러한 과정을 임무 재할당이라고 한다. 임무 재할당은 지상의 임무센터가 수행할 수도 있으나, 통신두절의 경우 등을 고려해, 각각의 군집의 구성원들이 자체적으로 수행하는 것이 더 적절하다. 각 개체 이동체들이 임무를 재할당하거나 재설정할 경우, 전체 군집의 측면에서 재할당된 분업 및 협업구조의 적절성을 확보할 수 있는 알고리즘을 구성하는 것이 기술이 핵심적인 사항이다.

임무 수행중에 타 이동체와 지속적인 통신상태의 유지는 매우 중요하다. 통신을 통해 자신의 항법정보(위치, 속도)를 타 이동체와 공유해야 한다. 또, 수행하고 있는 단위 임무들의 성공여부도 공유되어야 하며, 임무지역내에서 발생하는 상황변화를 인지할 경우에도 이에 대한 정보를 공유하고, 이에 따라서 앞서 정의한 임무 재할당시 반영되어야 한다.

군집된 이동체들간에 최대한 균일한 항법정보를 생성하는 것이 필수적이다. 군집임무를 수행하는 경우에, 각각의 이동체들이 생성하는 항법정보를 바탕으로 임무의 적절성을 주기적으로 판단하게 된다. 또, 공중 무인이동체 간에는 편대를 이루고 비행할 필요가 있다. 편대 비행시에는 주변에서 함께 비행하는 무인기들의 정확한 항법정보(위치·속도·방향)를 파악하고, 이를 기반해 비행경로를 지속적으로 변경해 설정해야 한다.

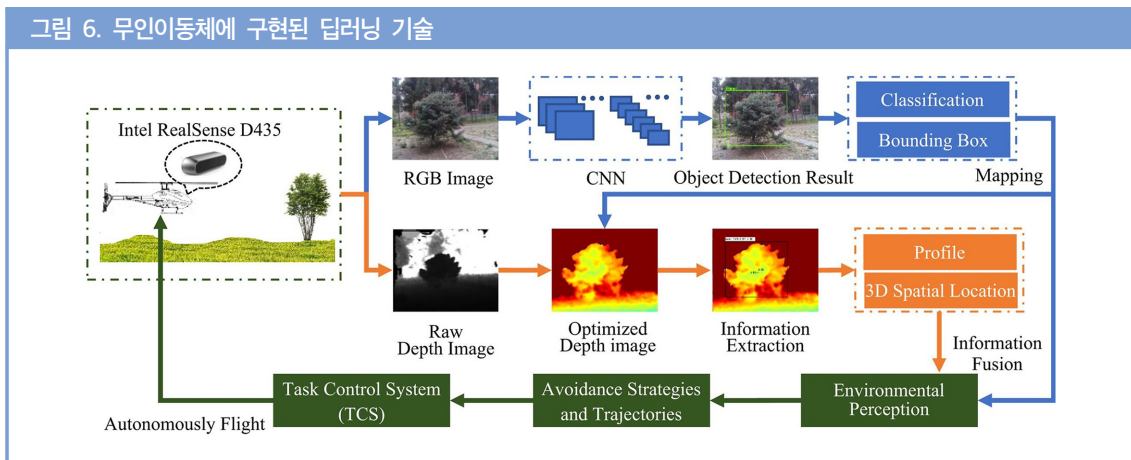
군집내에서 정보들을 생성해 공유하기 위해서는, 공유되는 정보에 대한 표준화가 필수적이다. 공유되는 각 정보들의 구성요소, 정보생산 시간(필요시는 생산주기를 포함) 등이 포함되어야 한다. 임무를 수행하는 공간에 대한 정보 또한 동일해야 한다. 임무공간 정보는 디지털 맵과 기상정보 등으로 구성될 수 있다.

군집운용시에 직접적으로 활용되지는 않지만, 군집운용체계 개발에서 그 중요성이 점점 확대되는 기술이 있다. 이는 디지털 트윈기술과 이를 활용한 시뮬레이션 기술이다. 디지털 트윈 기술은 군집이동체의 운용이 예상되는 물리적 환경과 각 이동체의 물리적 특성을 디지털 공간에서 재 구성하는 기술을 의미한다. 시뮬레이션 기술은 이처럼 디지털환경에서 구성된 환경과 이동체 개체들의 거동을 컴퓨터 시뮬레이션으로 구성하는 기술이다. 디지털트윈과 시뮬레이션의 중요성이 증가하는 이유는, 군집이동체의 운용환경이 매우 다양해지고, 또 군집에 참여하는 이동체들의 종류도 증가하기 때문이다. 다양한 운용환경과 다수의 이동체들을 모두 실환경에서 시험하는 것은 시간과 비용을 고려할 경우 거의 불가능해진다. 이를 디지털트윈 기반의 시뮬레이션으로 대체할 수 밖에 없다. 이처럼 군집운용에 필요한 기능들을 기술적 항목으로 분류하면, 인공지능/자율지능, 통신/네트워크, 센서/항법, 공동아키텍처 그리고 디지털트윈/시뮬레이션로 구성된다.

2. 인공지능기술

다수의 무인이동체가 협업하는 군집협업에 참여하는 각각의 무인이동체는 아주 높은 수준의 자율화가 필수적이다. 자율화는 무인이동체가 외부 인간 조종사의 도움없이 스스로 이동하고 임무를 수행할 수 있는 능력을 의미한다. 무인이동체에 구현된 자율화 기능이 꼭 인공지능기술, 특히 최근 급속하게 발전하고 있는 학습기반의 인공지능 기술에 의존할 필요는 없다. 대부분의 자율화기술은 학습기반 기술보다는 자동화 알고리즘에 기반하는 경우가 일반적이다.

무인이동체에 구현되는 자율화기술은 상황인지, 항법, 조종제어, 판단 및 의사결정 그리고 자체진단 등으로 구성된다. 상황인지 기술은 센서를 이용해서 외부 환경을 인식하고 이를 디지털로 구조화하는 기술이다. 지형지물을 탐지해 지도화하거나, 타 이동체를 인식하고 해당 이동체의 움직임정보(위치, 속도 등)를 정량화하며, 이동체의 정체(identification)를 파악하는 것으로 구성된다. 인공지능 기술은 영상기반의 센서 정보를 분석해 지도를 제작하거나, 움직임 정보를 산출에 사용된다.



* 출처: Computers and Electronics in Agriculture

그림 6)은 무인기에 적용된 인공지능기술의 사례를 아주 잘 보여준다. 영상카메라를 이용해 이미지를 촬영해, RGB와 깊이맵(depth map)으로 변환한다. RGB는 CNN(convolution neural network)을 이용해 개체 탐지에 이용한다. 깊이 맵을 이용해 주변의 3D지도를 구성하고, 상황을 인지한다. 이를 정보를 사용해 임무를 수행하고 자율비행을 실시한다. 항법과 조종제어의 경우에는 기존의 자동화 알고리즘의 정확도나 유효성이 매우 높아, 데이터 기반의 인공지능 기술이 실제 적용되는 경우는 드물다.

2022년 11월 챗GPT가 공개된 이후로 AI는 새로운 전환점을 맞고 있다. 이전에는 소수의 컴퓨터과학자와

7) Dashuai Wang(Shenzhen Institutes of Advanced Technology, china) et al., "UAV environmental perception and autonomous obstacle avoidance: A deep learning and depth camera combined solution", Computers and Electronics in Agriculture Volume 175, August 2020

공학자들의 도구였던 시는 챗GPT의 등장으로 인터넷에 접속할 수 있는 많은 이들의 도구가 되었다. 시는 더 이상 특정한 기능만을 수행하지 않는다. 대형언어모델로 구성된 생성형시는 다양한 질문에 답을 하고, SW코드를 작성한다. 그림을 그리고 음악을 작곡하며 만화를 그리는 시도 이제는 일상이 되었다. 생성형시는 단순히 번역만을 하지 않는다. 시는 우리가 한글로 작성한 글을 영어로 번역하고 문법과 어법에 맞게 수정해 준다.

이처럼 점점 더 우리 일상에서 익숙해지는 시는 장밋빛 미래만을 약속하지는 않는다. 현재의 답러닝을 창조한 것으로 평가받는 제프리 힌턴 교수는 5년내 시가 인간지능을 능가할 가능성을 경고하고, 구글이나 마이크로소프트 등의 빅테크들의 시기술개발 경쟁을 규제할 것을 주장하고 있다. 인간지능을 능가하는 시가 인간의 직업을 빼앗는 수준을 넘어, 시로 인한 인간멸종 가능성도 일각에서는 주장하기도 한다.

시기술의 확산은 군사분야에서도 나타나고 있다. 2022년 발발한 러-우 전쟁은 드론전쟁으로 불리운다. 드론은 감시 정찰의 영역을 넘어, 침투해오는 적에게 포탄을 투하하고, 적의 전차나 대포를 직격해 무력화한다. 공중 드론뿐만이 아니다. 해상에서는 폭탄을 탑재한 자율무인선박이 수백 킬로미터를 향해해 항구에 정박한 적의 군함을 침몰시킨다. 많은 미래학자들은 다음 전쟁에서는 자율비행이 가능한 수백, 수천의 드론이 군집으로 비행해 항공모함이나 미사일기지 등을 무력화시킬 것으로 예상한다. 시로 작동되는 수백 수천의 드론들이 벌떼 공격으로 목표물을 공격하기에 방어가 거의 불가능하다.

하지만 트랜스포머 알고리즘 기반의 GPT를 무인이동체에 현재 적용하는 것은 몇가지 난점을 가진다. GPT가 온디바이스에 적용되기에는 아직 충분한 경량화와 저전력화가 이루어지지 않았다. 또, 기존의 뉴럴 네트워크 기반의 알고리즘들이 영상분석 등에서 뛰어난 성능을 보여주고 있는 것도 트랜스포머 기반의 시가 드론 등의 적용에 매우 제한적인 이유이다.

3. 통신 네트워크 기술

군집협업에서 무인이동체간의 데이터의 공유는 필수적이다. 현재 무인이동체들은 대부분 지상 임무센터와 일대일로 통신네트워크가 연결된다. 현재 사용하고 있는 기술로는 특정 이동체에서 다른 이동체로 정보를 전달하는 방법은 지상임무센터로 정보를 전송하고, 이 정보를 다른 이동체로 전송하는 것이다. 이러한 방식은 군집무인이동체들이 임무지로 이동해, 지상임무센터와 통신이 두절되는 경우에는 임무수행에 심각한 문제를 야기시킨다. 지금 운용되는 대부분의 드론들은 지상조종사와의 통신이 끊어지면 출발지로 귀환하는 RTL(return to launch)모드가 작동된다. 하지만 군집협업시에는 지상과의 통신이 두절될 경우라도, 협업에 참여하는 각각의 이동체들이 통신을 유지하며 임무를 지속해 수행해야 한다. 지상임무센터의 개입없이 이동체들간에 통신을 유지하기 위해서는 일대일 통신이 아니라 N대N통신이 가능해야 한다. 이러한 방식의 통신으로는 메쉬 네트워크(mesh-network)가 제안되고 있다.

그림 7. 다수 무인이동체간 N대N 통신용 메쉬 네트워크 개념



* 출처: <https://meshmerize.net>

메쉬 네트워크는 IP 등을 기반으로 다수의 디바이스와 통신망이 연결되는 인터넷과 유사한 방식으로 작동된다. 통신에서 전체 네트워크를 관리하고 통제하는 중심은 존재하지 않으며, 각 이동체들은 미리 등록된 네트워크의 멤버들과 데이터를 주고 받는다. 이 방식은 기존에 타 이동체의 정보를 단순히 중계하는 방식인 FANET등과는 차별성을 가진다. 군집협업에서는 각 이동체들간에 네트워크들이 연결되고, 미리 군집내에서는 합의된 표준데이터 모델과 데이터 교환방식 등에 따라 데이터들이 교환된다.

군집협업에서 물리적인 통신방식의 통합도 매우 중요한 항목이다. 현재 이동체들은 아주 다양한 방식과 주파수의 통신방식을 가지고 있다. 드론의 경우만 보더라도, 통신 주파수는 ISM밴드, L밴드, C밴드, 위성통신주파수 등등의 아주 다양한 주파수를 사용한다. 통신 프로토콜도 MAVLINK, STARNAG4586 등의 민간과 군의 표준뿐만 아니라, 제조사별로 제작된 프로토콜을 사용하기도 한다. 이처럼 서로 다른 통신 주파수와 프로토콜을 가진 이동체간에 표준화된 방식을 도입하는 것도 시급하게 해결해야 할 기술적 항목이다.

4. SW 및 데이터의 공통화 및 표준화

통신을 통해 무인이동체간에 연결되는 것 만으로는 군집협업이 완성되지는 않는다. 협업에 참여하는 무인 이동체간에 주고받는 데이터들이 표준화되고 공통화되어야 한다. 표준화는 데이터의 포맷, 각 데이터를 구성하는 단위들에 대한 공통적인 단위사용 등등을 의미한다. 공통화는 특정 무인이동체에서 생성된 특정한 데이터를 타 무인이동체에서도 동일한 의미로 사용하는 것이다. 데이터에 대한 공통화-표준화는 무인이동체에 탑재되는 SW의 모듈화와 SW구조의 공개가 우선되어야 한다. SW의 모듈화란 무인이동체를 구성하는 SW 패키지가 기능별로 구분되는 하위 패키지 SW로 구성되고, 그 구조가 공개되어야 하며, 각 모듈SW에 전달되는 인풋 데이터(input data)와 산출 데이터(output data)가 미리 합의된 데이터모델을 사용해야 함을 의미한다. 데이터에 대한 표준화는 공통의 데이터모델을 서로 다른 무인이동체가 공통으로 사용하는 것을 의미한다.

국내에서 유무인복합체계의 조기 구현을 위해 K-MOSA 정책이 제시되고 있다⁸⁾. MOSA는 미 국방부가 법제화한 모듈방식의 공개 시스템 접근방식(Modular Open System Approach)의 약자이다⁹⁾. MOSA 체계는 아래 그림과 같이 유무인체계에서 탑재임무장비, 체계내부, 외부타체계와의 통신 네트워크, 그리고 지상조종장비 등의 부체계 들에 대한 표준화 모듈화를 통해 완성된다.



먼저 탑재임무장비는 이전에 언급한 바와 같이 서로 다른 유무인체계에 플러그 앤 플레이(Plug&Play)로 연결되어야 한다. 이를 위해서 임무장비는 유무인이동체에 기계적, 전기적 연결이 표준화되어야 한다. 그리고 임무장비가 생산해 방송하는(streaming) 임무데이터와 임무장비를 제어하기 위한 조종신호의 데이터모델이 구축되어야 한다. 이를 표준화된 데이터버스로 구현할 필요가 있다. 탑재임무장비에 대한 표준화, 모듈화는 SOSA¹⁰⁾(Sensor Open Systems Architecture) 프로그램을 통해 진행되고 있다.

위 그림에서 내부모듈과 같이 유무인이동체에 대한 표준화도 필요하다. 이동체 내부에서 구현되어야 할 모듈화-표준화는 그림 8과 같다. 임무장비(센서, 무장체계)와 기계적-전기적-데이터에 대한 표준 인터페이스가 마련되어야 한다. 또 내부 소프트웨어는 FACE의 예와 같이 하드웨어-운영체계-미들웨어-응용소프트웨어 식의 계층화된 구조로 조직되어야 한다. 응용소프트웨어는 동일한 임무를 수행하는 단위 소프트웨어들을 하나의 모듈로 구성하고, 각각의 모듈들은 표준화된 데이터모델에 의해 연결되어야 한다. 타 유무인체계와 지상조종장비와 연결하는 통신네트워크장비와 인터페이스 또한 모듈화-표준화되어야 한다.

8) 국방일보, “내년부터 국방무인체계 계열화·모듈화 정책 본격 추진”, 2023.12.28

9) 미 연방법 제10조 4401, “Requirement for modular open system approach in major defense acquisition programs”

10) <https://opengroup.org/sosa>

5. 디지털 트윈기반의 시뮬레이션 기술

자율화가 구현된 무인자동차는 대부분의 기능이 SW로 구현된다. 이는 기존의 하드웨어 중심의 모듈부품과 플랫폼 중심으로 구현되는 유인자동차와 구분되는 특징이다. SW가 핵심인 무인자동차는 개발 초기부터 목표 성능에 대한 구현 정도가 확인되어야 한다. 하지만 SW의 성능을 기존의 실물환경에서 시험하고 성능을 확인하는 것은 비용, 일정, 시험시설의 부족 등등의 다양한 이유로 타당하지 않다. 이 때문에 개발과 시험평가의 전 과정에서 가상공간상에서 시뮬레이션으로 성능을 확인할 필요가 있다. 이때 가상공간은 무인자동차가 운용되는 운용환경을 디지털 공간에서 구성한 것이다. 가상공간이 실제 환경의 주요 물리적 요소들을 정확하게 반영해야 한다는 점에서 디지털트윈(Digital Twin)이라고도 불린다. 가상공간은 물리적 공간과 객체들을 구현해야 하며, 무인자동차의 이동에 핵심적인 요소들도 구현해야 한다. 공중이동을 위한 바람 환경(속도, 방향, 돌풍 등), 기상환경(강우, 강설, 태양광, 안개 등등), 육상이동을 위한 도로 및 비도로(경사, 굴곡, 노면상태 등등) 환경, 해상이동을 위한 파도 등등이 구현되어야 한다. 또 통신환경, GNSS 등등이 구현되어야 하며, 주행에 사용되는 다양한 센서 정보도 가상으로 제공될 필요가 있다. 개발이 진전되면서, 자율화 기반의 무인자동차는 가상시뮬레이터, 가상-실물 연동형 시험장치를 거쳐 마지막 단계에서 실운용환경에서 실제 차량을 중심으로 시험을 수행하게 된다.

그림 9. 자율화 기반의 무인자동차 시험시설



무인자동차의 시뮬레이션은 가상공간에서 무인자동차의 거동을 모사하는 것이다. 거동 시뮬레이션은 개발 무인자동차의 물리량을 정확하게 모델링하고, 이동체와 외부 환경과의 인터페이스를 최대한 유사하게 구현해야 한다. 공중이동체의 경우에는 추력, 항력, 양력, 조종력 등에 대한 모사를 의미하며, 육상의 경우에는 다양한 노면환경과 바퀴의 회전속도 등에 따라 변화하는 마찰력의 모사를 의미한다. 이들 거동에 의해 외부에서 하중(load)가 전달되면, 이에 따른 이동체의 거동을 정확하게 모사해야 하며, 개발되는 SW가 거동을 전달받아 유효한 결과의 산출여부 등이 확인되어야 한다.

III. 결론

무인이동체의 군집협업을 위해서는 각 무인이동체의 자율화가 상당정도 진행되어야 하고, 이동체간 데이터가 자유롭게 유통되며, 유통되는 데이터들이 각 이동체들에서 공통의 의미를 지녀야 한다. 이를 위해서는 다양한 인공지능기술과 N대N통신이 가능한 차세대 통신기술, SW의 모듈화와 공개화를 기반하는 데이터의 표준화(혹은 공통 데이터모델의 사용) 기술이 필요하다. 또 무인이동체의 핵심기능들이 SW와 데이터, 그리고 SI를 통해 구현됨에 따라, 기존의 실이동체와 실물공간 중심의 시험평가 기술이 가상공간과 시뮬레이션 중심으로 이동해야 한다. 이러한 핵심기술의 진화와 이에 따른 기술개발 방식의 변화가 앞으로 무인이동체 기술혁신에 가장 핵심적인 요소로 부상하고 있다. 이는 기존 무인이동체 기술만이 아닌, 다양한 기술분야와의 융합을 통해 구현된다. 미래 무인이동체의 기술력은 타 기술분야와의 적극적인 융합을 통해서 확보될 것이다.

저자소개 **강왕구 (Wanggu Kang)**

• 학력

한국과학기술원 항공우주공학 박사
 서울대학교 항공우주공학 석사
 서울대학교 항공공학 학사

• 경력

現) 한국항공우주연구원 무인이동체사업단장

참고문헌

〈국내문헌〉

- (1) 국방일보, “내년부터 국방무인체계 계열화·모듈화 정책 본격 추진”. 2023.12.28.
- (2) 한국공학한림원, “위기의 K-Industry, 혁신과제로 대체불가의 나라를 꿈꾸다. - 미래 모빌리티 분야”, 2024.6.3.

〈국외문헌〉

- (1) Dashuai Wang(Shenzhen Institutes of Advanced Technology, china) et al., “UAV environmental perception and autonomous obstacle avoidance: A deep learning and depth camera combined solution”, Computers and Electronics in Agriculture Volume 175, August 2020
- (2) Eckel, M. 2023. What Happened in Vuhledar? A Battle Points to Major Russian Military Problems. – Radio free Europe, 17 February
- (3) Mitchell Institute, “Collaborative Combat Aircraft for Disruptive Operations Mitchell Institute CCA Wargame Executive Summary”
- (4) Robert W. Sadowski(US Army Chief Roboticist), “Enabling MUM-T within Army Formations”, 2016
- (5) U.S.C. title 10 4401, “Requirement for modular open system approach in major defense acquisition programs”
- (6) Zhonghong Wu (Weaponry Engineering College, Naval University of Engineering, PLA, Wuhan, China), Li Pan, Minggang Yu, Jintao Liu, Dan Mei, “A game based approach for designing a collaborative evolution mechanism for unmanned swarms on community networks”, nature/scientificreports, 2022

〈기타문헌〉

- (1) www.usarmygovsc.com
- (2) <https://opengroup.org/sosa>



융합연구리뷰
Convergence Research Review

2024 August Vol. 10

No. 08



융합정책

국내외 융합연구 관련 법령 비교분석과 시사점

미래융합전략센터 데이터분석팀

국내외 융합연구 관련 법령 비교분석과 시사점

미래융합전략센터 데이터분석팀

I. 서론

과학기술의 발전은 그동안 인류가 직면한 다양한 문제를 해결하는 데 이바지해 왔지만, 동시에 국가적 (또는 전 지구적) 차원의 위기를 초래하기도 하였다. 기후 변화, 에너지 위기, 신종 감염병 창궐, 저출생, 지역소멸 등과 같은 문제가 대표적인 사례라 할 수 있다. 이러한 문제들은 정치·경제·법·기술·사회·문화적으로 복잡하게 얽혀있는 만큼, 해결을 위해서는 상당히 복합적인 접근방식이 필요하다. 범(汎)학제적인 접근방식을 특징으로 하는 융합연구가 중요한 이유이다.

이러한 맥락에서 지난 수년간 정부는 융합연구에 대한 투자를 지속 확대해 왔으며, 그 결과 연구 성과도 상당히 증가하였다. 예를 들어, 융합연구에 대한 정부 투입 예산은 2009년 1.6조 원에서 2022년 5.7조 원으로 증가하였고, 같은 기간 동안 논문 발표 건수도 8,523건에서 16,184건으로 증가했다. '융합기술 종합발전계획 수립방안('06)'을 시작으로 융합연구 활성화를 위한 정부 차원의 5년 주기 기본계획도 1차('08)에서 4차('23)까지 이어져 왔다. 그럼에도 융합연구의 지속적 추진과 활성화를 위한 정부 지원에 대한 법적 근거가 부족하다는 점은 다소 아쉬운 대목이다.

현재 과학기술과 관련된 주요 법률(「과학기술기본법」, 「산업융합촉진법」, 「협동연구개발촉진법」 등)에는 융합이라는 단어가 포함되어 있긴 하지만 융합연구를 위한 구체적 방향성까지는 명시하지 않고 있다. 또한, 법률마다 조금씩 다른 의미로 융합연구를 바라보고 있다. 예를 들어, 「정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법」, 「가상융합산업 진흥법」, 「광융합기술 개발 및 기반조성 지원에 관한 법률」 등에서 각자 개별 산업이 가진 특성에 초점을 맞춘 융합 연구개발을 언급하고 있다. 융합연구개발 일반을 다루는 상위 법령이 부재한 환경에서는 융합연구에 대한 관점과 해석의 차이로 통합적인 융합 관련 정책 추진에 한계가 있을 수 있다. 그 중요성과 필요성에도 불구하고, 국가 차원에서 융합연구를 체계적으로 지원하는 데 있어 어려움이 발생할 수 있는 것이다.

미래융합전략센터 데이터분석팀은 융합연구를 체계적으로 추진하기 위해서는 융합연구와 관련된 법적 근거 강화(이하 “융합연구 법제화”)가 필요하다는 인식 하에, 우리나라의 현행 융합연구 관련 법령을 체계적으로

분석하고 이를 해외의 주요 융합연구 관련 법령과 비교 분석함으로써 융합연구 법제화를 위한 시사점을 도출하고 방향성을 제시하고자 한다.

II. 국내 융합연구 관련 법령 현황

우리나라에서 융합연구를 추진하고 있는 법적 근거는 현재 다양한 법령에 산재하여 있다. 이 장에서는 과학기술기본법, 협동연구개발촉진법, 산업융합촉진법 등 주요 과학기술 관련 법령의 현황을 분석하고, 이들 법령이 융합연구를 어떻게 추진하도록 명시하고 있는지 살펴본다.

1. 과학기술기본법

「과학기술기본법」 제17조(협동·융합연구개발의 촉진)

- ① 정부는 기업, 교육기관, 연구기관 및 과학기술 관련 기관·단체 간 또는 이들 상호간의 협동연구개발을 촉진하고 복돋우기 위한 시책을 세우고 추진하여야 한다. <개정 2014. 5. 28.>

[일부생략]

- ④ 정부는 신기술 상호간 또는 신기술과 학문·문화·예술 및 산업 간의 융합연구개발을 촉진하기 위한 시책을 세우고 추진하여야 한다. <개정 2014. 5. 28.>

융합연구개발 촉진의 근거가 되는 가장 상위 법령은 「과학기술기본법」 제17조(협동·융합연구개발의 촉진)이다. 해당 조항은 정부는 기관·단체 간 협동연구와 기술·학문·문화·산업 간 융합연구를 촉진하기 위한 시책을 세우고 추진하여야 한다고 명시하고 있다. 본조가 협동연구와 융합연구를 모두 촉진하도록 규정하고 있음에도 불구하고, 이를 구체적으로 다룰 하위 법령은 「협동연구개발촉진법」에 한하여 존재하는 상황이다.

융합연구에 대한 법제화 시도가 없었던 것은 아니다. 2013년 미래창조 과학방송통신위원회 의안을 통해 “기술분야간 융·복합 연구가 보편화되고 있는 연구개발의 추세에 대한 법제적 관심을 촉구”하였으나, 입법 단계에까지 이르지지는 못하였다.

2. 협동연구개발촉진법

기관·단체 간 협동연구에 대해서는 과학기술정보통신부 연구산업진흥과 소관의 「협동연구개발촉진법」에서 규율하고 있다. 협동연구는 법적으로 정의되어 있지 않은 융합연구와는 달리 「협동연구개발촉진법」에 의해 명확히 정의되고 있다.

「협동연구개발촉진법」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. <개정 1994. 12. 22., 1999. 1. 29., 2001. 5. 24., 2004. 9. 23., 2011. 3. 9., 2015. 3. 11., 2016. 3. 22., 2017. 12. 19.>

1. “협동연구개발”이라 함은 대학·기업 또는 연구소가 다른 대학·기업·연구소 또는 그에 상응하는 외국의 연구개발관련기관과 동일한 연구개발과제의 수행에 소요되는 연구개발비, 연구개발요원, 연구개발시설·기자재 및 연구개발정보등을 공동으로 제공하여 추진하는 것을 말한다.

「협동연구개발촉진법」은 협동연구를 수행하는 데 필요한 제반 사항을 규정함으로써 대학·기업·연구기관 간의 협력을 장려하고, 이를 통해 혁신적인 연구 성과를 창출하는 밑거름이 되고 있다.

국가과학기술연구회에서는 출연(연)과 중소·중견기업 간 협력 내용을 담은 우수사례집을 발간하고 있다. 출연(연)은 중소·중견기업과 협력체계를 구축하여 애로기술 개발, 기술이전연계 기술개발, 기술지도·시험분석, 사업기획·창업보육지원, 연구인력 파견 등 많은 기업들의 기술경쟁력 강화를 위해 지원하고 있다.

표 1. 2020년 출연(연) 중소·중견기업 협력 우수사례(일부발췌)

지원유형	기관명	기업명	지원내용
맞춤형 애로기술 개발	한국항공우주연구원	(주)나르마	풍동시험, 풍환경시험, 비행시험 지원을 통한 공력 데이터 확보 및 분석
	한국원자력연구원	(주)아이피트	지능형 펄스와전류 검사 장비 요소 기술 개발 등 기술 지원과 회사 매출 견인을 위한 기술 마케팅
기술이전연계 기술개발	한국과학기술연구원	(주)바이오엑츠	신규 미토콘드리아 염색 분자 설계 및 표지 가능한 제품 개발에 필수적인 핵심기술 개발
	한국기초과학지원연구원	엠비디(주)	대사질환 혁신신약 개발을 위한 다양한 분석기술 지원, 후보물질의 효능 평가 및 동물시험 수행
	한국철도기술연구원	명성알엔피(주)	전차선 자동 위치 추종 컨트롤러 및 원격 모니터링 통합 제어 시스템 등 기술 개발
기술지도· 시험분석	한국핵융합에너지연구원	성보인더스트리	고효율 플라즈마 적용 약취제거 일체형 고수분 폐기물 건조기술 개발
	한국전자통신연구원	(주)플레이탱고	OS 기반으로 확장성을 높이고 다양한 콘텐츠 제작 기능이 추가된 새로운 소프트웨어 플랫폼 개발
	한국기계연구원	비전세미콘(주)	자율주행 모바일 로봇 시스템 개발, 정밀도 향상 알고리즘 개발

지원유형	기관명	기업명	지원내용
사업기획·창업 보육지원	한국에너지기술연구원	(주)준바이오	음식폐기물 내 음폐유 회수 효율 향상 및 분리 공정 최적화
	한국과학기술정보연구원	(주)고산테크	고해상도 잉크젯 동향분석 정보 제공, 디스플레이 협력 커뮤니티 참여 기회 부여
	한국생명공학연구원	(주)레보스케치	창업보육 지원(사업공간, 연구장비), R&D 자금 지원, 성장전략수립 지원, 투자 연계 등
연구인력 파견	한국생산기술연구원	(주)명진티에스알	증기발생기 내부식성 향상을 위한 내열합금강 용접 클래딩 공정 개발
	한국전기연구원	(주)삼우에스비	중형 에너지저장장치를 개발하여 리튬인산철 배터리 시스템 개발, BMS 모듈화를 위한 기술 지원

* 출처: 국가과학기술연구회 (2021)

2020년 출연(연)의 중소·중견기업지원 성과를 살펴보면, 패밀리 기업은 6,504개사에 이르며, 인력파견은 168명, 기술지도 및 자문은 16,961건, 사업기획 및 컨설팅은 619건에 달한다. 또한 사업화를 위한 R&D 지원은 173건, 시제품 제작은 18,130건에 이르며, 440개 기술교육 프로그램을 운영하여 총 4,444명이 이수하였다. 이러한 우수사례 및 지원성과는 「협동연구개발촉진법」에서 마련한 기틀이 실질적인 협력으로 이어졌다는 것을 입증하며, 융합연구 법제화 과정에서 주요한 분석 및 참조 대상이 될 수 있다는 의의를 지닌다.

표 2. 협동연구개발촉진법 주요 조항 요약

제4조(시책의 기본방향)	국가 및 지방자치단체는 협동연구개발 시책을 우선적으로 채택, 시행하여야 함.
제5조(연구개발비의 지원)	국가, 지방자치단체, 공공기관은 협동연구개발과제를 우선적으로 지원하여야 함.
제6조(연구개발요원의 교류)	대학, 연구소는 협동연구개발 주관 기관에 연구개발요원을 파견 가능.
제7조(연구개발정보의 공동이용)	대학, 연구소는 연구개발정보를 다른 기관과 공동이용 허락하여야 함.
제8조(연구개발시설 등의 공동이용)	대학, 연구소는 연구개발시설 및 기자재를 다른 기관이 실비 사용료 조건으로 이용 허락하여야 함.
제9조(대학 등과의 협동연구개발)	국가는 대학이 여러 기업과 협동연구 수행 시 연구개발비 일부 지원 가능.
제11조(국제협동연구개발과제의 우선지원)	국가, 지방자치단체, 공공기관은 대학, 기업, 연구소가 외국의 연구개발 관련 기관과 수행하는 협동연구개발과제를 우선 지원 가능.
제12조(지원기관의 지정 등)	국가는 협동연구개발과제 알선 및 중개 업무를 수행하는 기관을 지원기관으로 지정할 수 있으며, 지정된 기관에 필요한 사업비 지원 가능.
제13조(산업재산권 등의 활용)	국가는 협동연구개발에 참여한 기관이 보유한 산업재산권을 중소기업이 일정 기간 무상으로 사용할 수 있도록 권고 가능.

3. 산업융합촉진법

산업통상자원부는 「산업융합촉진법」을 2011년 최초 제정하고 시행하여 산업융합 경쟁력 강화 기반을 마련하였다. 「산업융합촉진법」은 산업융합의 촉진을 위한 추진체계와 그 지원에 관한 사항을 규정하여, 산업융합의 기반을 조성하는 것을 목적으로 한다. 「산업융합촉진법」 제2조는 산업융합에 대해 정의하고 있다.

「산업융합촉진법」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2018. 10. 16.>

1. “산업융합”이란 산업 간, 기술과 산업 간, 기술 간의 창의적인 결합과 복합화를 통하여 기존 산업을 혁신하거나 새로운 사회적·시장적 가치가 있는 산업을 창출하는 활동을 말한다.

「산업융합촉진법」은 산업융합 신제품의 실증을 위해, 규제특례 및 임시허가와 같은 조항을 상세히 명시하고 있는 것이 특징이다. 이를 통해 산업융합은 새로운 기술과 제품의 실증 및 상용화를 추진할 수 있는 환경을 조성하는 데 중점을 두고 있음을 알 수 있다.

표 3. 산업융합촉진법 주요 조항 요약

제5조(산업융합발전 기본계획의 수립·시행 등)	정부는 5년마다 산업융합발전 기본계획을 수립하여 시행하여야 함.
제6조(연도별 실행계획의 수립·시행 등)	관계 중앙행정기관의 장은 기본계획에 따라 연도별 실행계획을 수립하여 시행하여야 함.
제8조(산업융합 규제특례심의위원회)	산업융합 관련 정책을 심의·조정하기 위하여 두는 산업통상자원부장관 소속 위원회.
제10조(산업융합촉진 음부조만 등)	산업통상자원부장관은 산업융합과 관련한 기업의 애로와 건의사항을 조사하고, 산업융합 제도의 개선 방안을 마련하여야 함.
제10조의2(규제 신속확인)	신제품 또는 서비스와 관련된 허가 필요 여부를 산업통상자원부장관에게 확인 신청 가능.
제10조의3(실증을 위한 규제특례)	산업융합 신제품·서비스를 시험·검증하기 위한 목적으로 사업을 하려는 자는 산업통상자원부장관에게 해당 산업융합 신제품·서비스의 실증을 위한 규제특례 신청 가능.
제17조(융합 신산업의 지원)	정부는 융합 신산업을 활성화하고 발전을 지원하기 위한 사업 수행 가능.
제18조(산업융합형 연구개발의 활성화 등)	관계 중앙행정기관의 장은 소관 연구개발사업이 산업융합과 관련이 있는 경우 중점 추진 가능.
제20조(산업 간 협력체계의 구축)	정부는 산업융합을 촉진하기 위한 교류 및 협력 방안을 마련하여야 함.
제26조(산업융합지원센터의 지정 등)	산업통상자원부장관은 산업융합의 촉진과 융합 신산업의 발전을 효율적으로 지원하기 위한 산업융합지원센터 지정 가능.
제29조(산업융합 표준화)	정부는 산업융합 신제품·서비스 품질 향상과 호환성 확보 등을 위한 표준화 사업 추진 가능.
제30조(국제협력과 해외시장 진출의 촉진과 지원 등)	정부는 산업융합 국제 동향을 파악하고 국제협력을 촉진하여야 함.
제31조(산업융합문화의 기반 조성)	정부는 산업융합이 활성화되고 산업융합 신제품의 개발과 융합 신산업의 발전이 촉진되는 문화 기반 조성을 마련하여야 함.

4. 정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법

「정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법」(이하 “정보통신융합법”)은 2013년 당시 미래창조과학부가 정보통신 분야의 총괄부처로서 법적 근거를 마련하고자 제정되었다. 정보통신융합법은 정보통신 융합기술 개발을 촉진하고, 성과물의 사업화를 지원하며 관련 규제의 발굴 및 개선을 통한 정보통신 진흥 및 융합 활성화 달성을 목적으로 한다.

정보통신융합법에서 사용하는 정보통신융합에 대한 정의는 다음과 같다.

「정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2020. 6. 9., 2024. 1. 9.>

2. “정보통신융합”이란 정보통신 간 또는 정보통신과 다른 산업 간에 기술 또는 서비스의 결합 또는 복합을 통하여 새로운 사회적·시장적 가치를 창출하는 창의적이고 혁신적인 활동 및 현상을 말한다.

정보통신융합법은 네거티브 규제를 대원칙으로 한다. 이는 기존의 원칙금지, 예외허용 방식에서 벗어나 원칙허용, 예외금지의 방식을 채택하여, 혁신적인 정보통신 기술과 서비스가 보다 자유롭게 발전할 수 있도록 한다. 또한 협동연구개발촉진법이나 산업융합촉진법이 협동연구개발과 산업융합에 해당하는 연구과제 전반을 다루는 것과 달리, 정보통신융합법은 정보통신과 그 융합이라는 특정 분야에 대한 제도적 기반을 다룬다. 따라서 정보통신융합법은 계획 수립, 위원회 설치, 인력 양성, 문화 확산, 규제 특례에 이르기까지 종합적인 지원체계를 마련하여 정보통신융합산업 진흥을 장려한다. 이렇듯 특화된 법적 기반을 통해 정보통신과 타 산업 간 융합을 촉진하고, 국가 경제의 발전을 도모한다는 점에서 의의가 있다.

표 4. 정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법 주요 조항 요약

제5조(기본계획의 수립 및 시행)	정부는 3년마다 정보통신 진흥 및 융합 활성화 기본계획을 수립하여야 함.
제6조(실행계획의 수립 및 시행)	관계 중앙행정기관의 장은 기본계획에 따라 정보통신 진흥 및 융합 활성화 실행계획을 수립하여 시행하여야 함.
제7조(정보통신 전략위원회의 설치 등)	정책 심의·의결 위한 국무총리 소속 정보통신 전략위원회 설치.
제11조(국내 전문인력의 양성)	과학기술정보통신부장관은 정보통신 분야 인력 육성 시책을 수립·추진하여야 함.
제13조(해외 우수 인력의 발굴·육성)	정부는 정보통신 해외 인력 발굴 및 육성 시책을 수립·추진하여야 함.
제15조(유망 기술·서비스 등의 지정 등)	과학기술정보통신부장관은 매년 유망 정보통신융합 등 기술·서비스 등을 지정하여 지원 가능.
제16조(기술·서비스 등의 표준화)	과학기술정보통신부장관은 정보통신 진흥 및 융합 활성화를 위하여 정보통신융합 등 기술·서비스 등의 표준화 사업 추진 가능.
제17조(기술·서비스 등의 품질인증)	과학기술정보통신부장관은 정보통신융합 등 기술·서비스 등의 편의성·안정성·신뢰성·확장성 등에 관한 인증기준 고시 가능.
제19조(유망 정보통신융합 등 기술·서비스 등의 사업화 지원)	과학기술정보통신부장관은 제15조에 따른 정보통신융합 등 기술·서비스 등에 대하여 사업화에 필요한 지원 가능.
제25조(소프트웨어 융합의 촉진)	정부는 소프트웨어 융합을 촉진하기 위하여 필요한 시책을 마련하여야 함.
제31조(국제협력 및 글로벌협약체 운영 등)	과학기술정보통신부장관은 정보통신 진흥 및 융합 활성화를 위하여 필요한 관련 국제 동향을 파악하고 국제협력을 추진하여야 함.
제32조(정보통신융합 등 기술·서비스 개발 등의 지원)	과학기술정보통신부장관은 다른 산업 및 서비스 등에 정보통신의 접목을 통하여 생산성과 가치를 높일 수 있도록 노력하여야 함.
제35조(정보통신융합 등 문화의 확산 장려)	과학기술정보통신부장관은 정보통신융합 등 문화를 확산시키기 위한 사업 추진 가능.
제37조(임시허가)	신규 정보통신융합 등 기술·서비스를 활용하여 사업을 하려는 자는 사업화를 위하여 과학기술정보통신부장관에게 임시로 허가 신청 가능.
제38조의2(실증을 위한 규제특례)	신규 정보통신융합 등 기술·서비스를 활용하여 사업을 하려는 자는 과학기술정보통신부장관에게 실증을 위한 규제특례 신청 가능.

5. 가상융합산업 진흥법

메타버스 산업 진흥을 위한 내용을 담은 「가상융합산업 진흥법」은 2024년 2월 20일 국무회의에서 의결되어, 6개월의 경과 기간을 거친 후 2024년 8월 28일부터 시행될 예정이다. 「가상융합산업 진흥법」에서 사용하는 가상융합 관련 용어의 정의는 다음과 같다.

「가상융합산업 진흥법」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “가상융합세계(메타버스)”란 이용자의 오감을 가상공간으로 확장하거나 현실공간과 혼합하여 인간과 디지털 정보 간 상호 작용을 가능하게 하는 기술(이하 “가상융합기술”이라 한다)을 바탕으로 다양한 사회적·경제적·문화적 활동을 할 수 있도록 구성된 가상의 공간이나 가상과 현실이 결합한 공간(이하 “가상융합세계”라 한다)을 말한다.
2. “가상융합산업”이란 가상융합기술 또는 가상융합세계 관련 서비스나 기기·상품 등(이하 “가상융합서비스등”이라 한다)의 개발·제작·출시·판매·제공·임대 등(이하 “개발등”이라 한다)과 관련된 산업을 말한다.
3. “가상융합사업자”란 가상융합산업과 관련된 사업을 영위하는 자를 말한다.

메타버스 산업은 다양한 기술 및 서비스와 융합하여 경제적·사회적·문화적 혁신을 주도할 분야로 주목받고 있으나, 이를 체계적으로 지원하기 위한 법적 근거는 부족한 상황이었다. 이에 가상융합산업을 진흥하기 위한 법률을 제정하여 가상융합세계에 관한 정의, 가상융합산업 및 서비스의 육성, 다양한 산업·기술 간 융합에 따라 발생하는 규제 개선 제도 등을 마련하였다.

「가상융합산업 진흥법」은 메타버스 산업과 관련된 세계 최초의 법률이다. 가상융합산업을 진흥을 위한 기본법으로서의 성격을 지니며, 산업 육성 방안이나 자율규제 및 이용자 보호에 대한 제도적 공백을 해결하였다는 점에서 의미가 있다.

표 5. 가상융합산업 진흥법 주요 조항 요약

제6조(기본계획의 수립 등)	과학기술정보통신부장관은 가상융합산업 진흥을 위하여 가상융합산업 기본계획을 3년마다 수립·시행 가능.
제9조(가상융합 플랫폼 사업의 신고)	가상융합 플랫폼을 운영하는 자 중 매출액 등이 일정한 기준을 충족하는 자가 과학기술정보통신부장관에게 신고하여야 함.
제10조(전문인력의 양성 등)	정부는 가상융합산업에 필요한 전문인력의 양성을 위한 시책 수립·시행 가능.
제11조(기술개발의 촉진)	정부는 가상융합기술의 개발과 발전을 촉진하기 위한 사업 추진 가능.
제12조(연구개발기반의 조성)	정부는 가상융합산업 관련 연구·개발의 촉진을 위한 인력·시설·기자재·자금 및 정보 등의 활용을 위한 제도적 기반을 마련하여야 함.
제13조(표준화)	정부는 가상융합서비스 등에 관한 기술, 통신, 보안, 호환성, 상호운용성 등과 관련된 표준화 사업 추진 가능.
제17조(전담기관의 지정·운영)	과학기술정보통신부장관은 가상융합산업 진흥에 관한 정책을 효율적으로 추진하기 위한 전담기관 지정 가능.

제19조(지역별 가상융합산업지원센터)	과학기술정보통신부장관은 지역별로 가상융합산업 진흥을 효율적으로 지원하기 위한 가상융합산업지원센터 지정 가능
제20조(가상융합사업자에 대한 지원)	정부 및 지방자치단체는 가상융합산업 진흥을 위하여 가상융합사업자에 대한 행정적·재정적 지원 가능.
제21조(가상융합산업 지원사업)	중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장은 가상융합산업 진흥을 위한 지원사업 시행 가능.
제22조(시범사업의 실시)	중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장은 가상융합산업 진흥을 위하여 필요하다고 인정할 때에는 시범사업 실시 가능.
제24조(국제협력 및 해외진출 지원)	정부는 가상융합산업 관련 국제협력을 활성화하고 해외시장 진출을 촉진하기 위한 사업 추진 가능.
제27조(자율규제)	이용자를 보호하고 안전하며 신뢰할 수 있는 가상융합기술 또는 가상융합서비스 등의 제공·이용 환경을 조성하기 위한 자율규제 추진 가능.
제28조(임시기준 등)	과학기술정보통신부장관은 임시기준의 마련 또는 정비를 관계 중앙행정기관의 장에게 요청 가능.
제30조(이용자 보호)	정부는 이용자의 권익을 보호하기 위한 사업 추진 가능.
제31조(건전한 가상융합세계 생태계의 조성 등)	정부는 이용자의 권익을 보호하고 건전한 가상융합세계 생태계의 조성 및 유지를 위하여 노력하여야 함.

6. 광융합기술 개발 및 기반조성 지원에 관한 법률

「광융합기술 개발 및 기반조성 지원에 관한 법률」(이하 “광융합산업진흥법”)은 광(光)산업을 국가 주도로 육성하기 위한 법적 기반을 마련하고자 2018년 3월 제정되었다.

광융합산업진흥법에서 사용하는 광융합기술의 정의는 다음과 같다.

「광융합기술 개발 및 기반조성 지원에 관한 법률」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 “광융합기술”이란 빛의 에너지·파동성·입자성 등 빛이 가지고 있는 성질을 제어 및 활용하는 광기술과 전자·기계·통신 등의 다른 분야 기술을 융합하여 새로운 제품을 개발하거나 성능을 고도화하는 기술을 말한다.

광산업은 미래 융합기술의 핵심 산업으로, 국가 기술발전을 위해 육성·발전시킬 필요가 있다. 광산업이 통신, 농업, 헬스케어 등 타 분야 기술과 융합한다면 제품 및 서비스의 부가가치를 획기적으로 높일 수 있어, 신규 시장 창출의 잠재력이 매우 높다. 이에 광산업 육성과 진흥을 위한 법률적인 기반을 마련하여, 광산업의 체계적인 육성·발전을 지원하고 광융합기술 경쟁력을 강화하는 데 이바지하고자 한다.

표 6. 광융합기술 개발 및 기반조성 지원에 관한 법률 주요 조항 요약

제5조(광융합기술 종합발전계획의 수립·시행)	산업통상자원부장관은 광융합기술 개발 및 기반조성 지원을 위한 광융합기술 종합발전계획을 수립·시행하여야 함.
제6조(광융합기술 정책협의회)	광융합기술의 진흥 및 기반조성 지원, 발전계획의 수립 등에을 협의하기 위해 산업통상자원부에 광융합기술 정책협의회 설치 가능.
제8조(전문인력의 양성)	산업통상자원부장관은 광융합기술의 진흥에 필요한 전문인력을 양성하기 위한 시책 마련 가능.
제9조(기술개발 촉진 및 국제협력 추진)	산업통상자원부장관은 광융합기술의 개발 촉진 및 국제협력을 위한 사항 추진 가능.
제10조(표준화의 추진)	산업통상자원부장관은 광융합기술의 진흥을 위하여 표준화에 관한 업무 추진 가능.
제11조(광융합기술 관련 정보의 관리 및 보급)	산업통상자원부장관은 광융합기술의 개발을 효율적으로 지원하고 정보의 생산·유통·관리 및 활용을 촉진하기 위한 사업 추진 가능.
제12조(전담기관의 지정 등)	산업통상자원부장관은 광융합기술의 진흥에 필요한 사업을 효율적으로 수행하기 위한 전담기관 지정 가능.
제13조(광융합기술 연구협의회)	산업통상자원부장관은 산업계·학계 및 연구계의 연구주체 간 정보교류 및 협동연구 등을 촉진하기 위한 광융합기술 연구협의회 구성·운영 가능.
제14조(광융합기술 전문연구소)	산업통상자원부장관은 산업계·학계 및 연구계 사이의 긴밀한 협조체제를 유지·발전시키기 위한 광융합기술 전문연구소 설립 가능.
제15조(비영리법인 등의 육성)	국가와 지방자치단체는 광융합기술의 진흥과 학술활동을 지원하는 비영리법인 또는 단체를 육성하여야 함.

III. 해외 융합연구 관련 법령 현황

우리나라는 과학기술을 통한 빠른 경제성장 등 국가 주도의 경쟁력 향상이 강조된다. 이러한 배경 속 융합연구는 신산업을 창출하고 사회문제를 해결하는 열쇠로서 정책적 브랜드의 기능을 하게 되었다. 융합(Convergence)이란, 다학제(Multi-disciplinary), 학제간(Inter-disciplinary), 초학제(Trans-disciplinary) 연구를 포괄하는 통합적인 개념이라 할 수 있다. 개념적으로 다소 모호할 수는 있지만 하나의 키워드로 다양한 학문적 협력 방식을 포괄함으로써 대중과 정책 입안자에게 쉽게 전달되고, 정책 통일성, 일관성 유지에 유리할 수 있다.

해외에서는 우리나라처럼 융합을 정책적 목표로 인지하기보다는 학문적 협력의 다양한 형태를 세밀하게 구분하고 이를 개별적으로 지원하는 경향이 강하다. 이에 해외 융합연구는 다학제(Multi-disciplinary), 학제간(Inter-disciplinary), 초학제(Trans-disciplinary) 연구로 본다.

해외에서 융합연구를 촉진하고 지원하기 위한 법령들은 다양한 형태로 존재하며, 각국의 경제 및 사회적 목표에 맞추어 설계되었다. 이러한 법령들은 융합연구의 필요성과 중요성을 반영하여, 학문 간 경계를 허물고 혁신을 촉진하는 데 중점을 두고 있다. 이 장에서는 미국, 유럽, 일본 등 주요 국가들의 융합연구 관련 법령들을 심층 분석하고, 각 법령이 어떻게 융합연구를 지원하고 있는지 살펴보고자 한다. 이를 통해 우리나라의 융합연구 정책 수립에 필요한 시사점을 도출하는 데 목적을 두고 있다.

1. 미국

1.1. 스티븐슨 와이들러 기술 혁신법(Stevenson Wydler Technology Innovation Act)

「스티븐슨 와이들러 기술 혁신법(Stevenson Wydler Technology Innovation Act(1980))」은 미국 내에서 연방 정부의 연구개발(R&D) 결과물을 효과적으로 확산시키고, 이를 통해 민간 부문 및 산업계와의 협력을 촉진하는 것을 목적으로 한다. 이 법은 정부가 소유한 지식과 기술을 보다 쉽게 민간 부문에 이전할 수 있도록 장려하고, 혁신과 기술 발전을 가속하는 핵심 요건을 담고 있다. 특히, 이 법은 연방 연구기관이 기술 이전을 지원하고, 공공과 민간 간의 협력 관계를 강화하기 위한 기초적인 법적 기반을 마련하였다.

표 7. 스티븐슨 와이들러 기술 혁신법 주요 조항 요약

제5조	상대적으로 연구개발 기금을 적게 지원받은 주들(States)의 기술 경쟁력을 강화하기 위한 프로그램(Experimental Program to Stimulate Competitive Technology) 수립.
제6조	생산성, 기술 및 혁신 사무국 내에 .미국 기업, 주 및 지방 정부의 경쟁력 강화를 위한 정보 센터(Clearinghouse) 설립
제7조	장관은 협력연구센터(Cooperative Research Centers)를 설립하기 위해 지원하여야 하며, 협력연구센터는 이에 따라 대학, 비영리 기관 등 단체와 제휴해야 함.
제9조	미국 국립과학재단(NSF)은 협력연구센터의 설립을 위한 지원을 제공해야 하며, 제7조에 규정된 활동을 통해 기술 혁신을 강화하여야 함.
제10조	장관과 국립과학재단은 이 법에 따라 수립된 프로그램에 관련 부서 및 기관의 조언과 협력을 계속적으로 받아야 함.
제11조	연방 정부의 연방 소유 및 원천 기술을 주 및 지방 정부, 민간 부문으로 이전하기 위해 노력하여야 하며, 각 연방 연구소는 연구 및 기술 활용 사무소를 설립하여야 함.
제12조	각 연방 기관은 정부가 운영하는 연방 연구소의 장이 기관이 승인한 공동 작업 성명 또는 기관이 허용하는 경우 협력 연구소를 운영할 수 있음.
제14조	연방 기관에 제12조에 의해 연방 연구소의 라이선스, 로열티 및 지급금과, 미국법 제35장 제207조에 따른 법률 조항에 의해 연방 기관이 받은 기타 지급금은 해당 연구소가 보유함.

「스티븐슨 와이들러 기술 혁신법」은 연방 정부가 보유한 기술을 민간 부문에 효율적으로 이전하여, 혁신적인 연구성과가 실질적인 산업 발전으로 이어질 수 있도록 돕는다. 특히, 협력 연구개발 계약(Cooperative Research and Development Agreements)을 통해 공공과 민간 부문이 함께 연구를 수행할 수 있는 기회를 제공함으로써, 다양한 학문과 기술 분야 간의 융합의 촉진이 가능하다.

이러한 관점에서 볼 때, 「스티븐슨 와이들러 기술 혁신법」은 미국 내에서 융합연구를 촉진하는 핵심 법령 중 하나로 평가될 수 있다.

1.2. 국가기술이전촉진법(National Technology Transfer and Advancement Act of 1995)

「국가기술이전촉진법(National Technology Transfer and Advancement Act of 1995, NTTAA)」은 협력연구개발 협정 등 목적에 따라 만들어진 법률로, 「스티븐슨 와이들러 기술 혁신법」의 내용을 개정하는 법안을 담고 있다.

An Act

To amend the Stevenson-Wydler Technology Innovation Act of 1980 with respect to inventions made under cooperative research and development agreements, and for other purposes.

「국가기술이전촉진법」의 핵심 내용은 연방 연구소가 민간 기업과의 협력 연구에서 발생한 발명에 대한 지식 재산권을 보다 유연하게 관리할 수 있도록 하는 것이다. 특히, 연방 연구소는 협력 연구를 통해 개발된 발명에 대해 민간 기업에게 독점 라이선스를 제공할 수 있으며, 이로 인해 민간 기업은 기술 상용화에 필요한 독점적 권리를 확보할 수 있다. 동시에, 연방 정부는 비독점적, 비양도성, 무효화할 수 없는 사용권을 보유하게 되며, 이를 통해 공공의 이익을 보호하면서도 기술의 상업화를 촉진한다. 또한, 이 법은 발명자가 기술 상용화에서 발생하는 로열티를 받을 수 있도록 하여, 연방 연구소의 연구원들에게 동기를 부여하고 있다.

이 법은 또한 연방 연구소가 발명으로부터 얻은 수익을 연구소 내의 과학 연구 및 기술 개발 활동에 재투자할 수 있도록 허용하고 있으며, 발명자뿐만 아니라 발명의 기술 가치를 높이는 데 기여한 연구소 직원들에게도 인센티브를 제공한다. 이는 연구소 내에서의 혁신 활동을 장려하고, 더 나아가 국가 전체의 기술 경쟁력을 향상시키는 데 기여한다.

「국가기술이전촉진법」 제정을 통해 의회는 기술 및 산업 혁신이 미국 국민의 경제적, 환경적, 사회적 복지에 필수적이며, 이를 시장에 도입하는 것이 중요하다고 인식하였다. 미국 기업이 새로운 제품 및 서비스를 지속 개발해 나갈 수 있도록, 기술사업화와 혁신을 위해 노력해야 한다고 보았다. 따라서 기업들이 연방 연구소와의 협력 연구에서 나온 발명에 대한 독점적 사용권 취득을 보장하여, 미국 내 기술 상업화와 산업 혁신을 더욱 촉진하고자 하였다.

1.3. 국가협동연구법(National Cooperative Research Act)

「국가협동연구법(National Cooperative Research Act, NCRA)」은 1984년 제정되어, 미국의 협동연구 개발을 활성화하는 데 기여하였다. 이 법의 목적은 기업들이 상호 협력하여 연구개발을 추진하고, 혁신을 장려하며, 교류를 활성화할 수 있도록 필수적 규정을 마련하는 것이다. 특히, 반독점법(Antitrust laws) 위반에 대한 우려로 인해 기업들이 협력에 소극적일 수 있는 문제를 해결하는 데 중점을 두었다. 또한 둘 이상이 계약을 시도, 체결 및 수행하는 것을 포함한 모든 활동이 이루어지는 공동 연구 개발 벤처(joint research and development venture)를 정의하였다.

「국가협동연구법」 제3조에 따르면, 반독점법 또는 반독점법과 유사한 주법에 따른 소송에서 공동 연구 개발 벤처를 수행하기 위한 계약을 체결하거나 이행하는 자의 행위는 그 자체로는 불법으로 간주되지 않는다. 이는 협동연구개발이 합리적인 범위 내에서 이루어질 경우 반독점법의 적용을 완화해 주는 조치로, 기업들이 규제를 우려하지 않고 자유롭게 협력할 수 있도록 하여, 협동연구개발의 활성화 기반을 마련하였다는 점에서 의미가 있다.

RULE OF REASON STANDARD

SEC. 3. In any action under the antitrust laws, or under any State law similar to the antitrust laws, the conduct of any person in making or performing a contract to carry out a joint research and development venture shall not be deemed illegal per se; such conduct shall be judged on the basis of its reasonableness, taking into account all relevant factors affecting competition, including, but not limited to, effects on competition in properly defined, relevant research and development markets.

이 법은 기술 혁신이 단일 기업의 노력으로 이루어지기 어려운 경우, 특히 고도 기술 분야에서 여러 기업 간의 협력이 필수적인 상황을 고려한 법적 장치라 할 수 있다. 결과적으로, 「국가협동연구법」은 기술 경쟁력을 높이기 위한 효과적인 법적 기반을 제공하며, 다른 국가에도 이러한 법적 기반을 도입할 수 있는 모델이 된다. 또한, 반독점법의 엄격한 적용이 기술 혁신의 장애물이 될 수 있다는 인식을 바탕으로, 법과 규제의 유연한 적용이 중요하다는 시사점을 남긴다.

1.4. 시사점

미국은 「스티븐슨 와이틀러 기술 혁신법」과 「국가기술이전촉진법」 등을 통해 기술이 성공적으로 산업에 안착하기 위한 법적 기반을 갖추고 있다.

이 법체계는 공공과 민간 부문 간의 협력을 촉진하여 혁신을 가속화하고, 다양한 주체가 융합된 연구개발 활동을 통해 시너지를 창출하도록 한다는 점에서 의미를 가진다.

협동 및 융합연구개발은 단일 기업이나 기관이 아닌 다양한 분야의 전문가와 자원이 결합되어 혁신적인 성과를 창출하는 방식이다. 이를 촉진하기 위해 미국은 기술 이전과 연구개발 협력의 법적 기반을 마련했다. 이 법적 기반은 단순히 기술 이전을 넘어, 민간과 공공이 협력하여 기술을 상업화하고, 새로운 산업을 창출할 수 있도록 지원한다. 이러한 법적 환경은 각기 다른 기술과 산업 간의 융합을 촉진하며, 혁신적인 신제품과 서비스를 시장에 빠르게 도입할 수 있게 한다.

특히, 「국가협동연구법」에서 협동연구개발을 위한 공동 연구 개발 벤처가 반독점법을 면제받을 수 있도록 하는 규정을 통해 다양한 기업과 연구기관이 협력할 수 있는 안전한 환경을 제공한다. 이는 혁신적인 아이디어가 실현될 수 있도록, 서로 다른 분야의 기술과 전문성이 결합되는 과정을 촉진하는 역할을 한다. 이러한 협력적 융합은 새로운 기술의 상업화를 가속하고, 시장에 빠르게 적용될 수 있는 구체적인 해결책을 제공한다.

결론적으로, 위와 같은 미국의 법체계는 협동뿐 아니라 융합연구개발을 활성화하는 데 필요한 제도적 기반을 마련하고 있으며, 이는 기술 혁신과 산업 발전의 핵심 동력으로 작용한다. 다양한 주체가 협력하여 융합을 통해 혁신을 이끌 수 있는 환경을 조성함으로써, 미국은 글로벌 기술 경쟁에서 우위를 점할 수 있는 강력한 기반을 구축하고 있다.

2. 유럽

2.1. 이사회 규정 1908/2006(COUNCIL REGULATION (EURATOM) No 1908/2006)

유럽연합 이사회 규정 1908/2006은 유럽 원자력 공동체의 제7차 프레임워크 프로그램에 따른 사업, 연구 센터 및 대학의 참여와 연구 결과의 보급을 위한 규칙을 규정한다. 이 프로그램은 유럽의 연구기관과 인력의 참여를 기반으로, 다양한 학문적 배경에 의한 공동연구를 장려한다.

제6조에 따르면, 이 프로그램을 위해서는 최소 3개 이상의 법인이 참여해야 하며, 각 법인은 유럽 연합 회원국 혹은 준회원국에 설립되어 있어야 하고, 최소 2개 법인이 중복되어서는 안 된다. 또한 제7조에 의해 법인은 어느 한쪽이 다른 쪽의 지배를 받지 않는 경우 독립성을 보장받을 수 있다.

Article 6

Minimum conditions

1. The minimum conditions for indirect actions shall be the following:
 - (a) at least three legal entities must participate, each of which is established in a Member State or associated country, and no two of which are established in the same Member State or associated country;
 - (b) all three legal entities must be independent of each other in accordance with Article 7.

Article 7

Independence

1. Two legal entities shall be regarded as independent of each other where neither is under the direct or indirect control of the other or under the same direct or indirect control as the other.

지원 절차의 상세한 내용은 제12조(Calls for proposals), 제14조(Evaluation, selection and award), 제15조(Submission, evaluation, selection and award procedures)에 규정되어 있다. 제안서 제출부터 평가, 선정 및 지원의 구체적인 과정까지 이르는 체계를 수립함으로써 연구자들이 명확한 가이드라인에 따라 연구과제를 설계할 수 있도록 보장한다.

2.2. 시사점

유럽 원자력 공동체의 제7차 프레임워크 프로그램은 유럽 전역에서 초국가적 협력을 촉진하며, 유럽 연구 영역(ERA)의 창설을 지원하는 것을 목표로 하였다. 건강, 아이디어, 인재, 역량 등의 분야에서 연구와 개발을 통해 산업 경쟁력을 강화하고, 공동 연구를 통해 국가 및 지역 차원의 활동을 촉진하였다. 유럽연합 이사회 규정

1908/2006은 이 프로그램의 협력과 융합을 촉진하기 위한 중요한 법적 틀로, 연구자들이 연구 수행에 필요한 기본 규정을 제공하고 있다.

이 규정은 융합연구개발을 위한 법적 기반을 제공한다는 점에서 주목할 만하다. 최소 참여 조건과 법인의 독립성 보장, 투명한 제안서 요청 및 평가 절차는 연구개발의 질을 높이고 다양한 학문 및 기술 분야의 참여를 유도하는데 효과적인 구조를 제시한다. 이는 우리나라에서 융합연구에 관한 입법 및 관련 법률의 제·개정 필요성을 주장하는 논거로 활용될 수 있으며, 융합연구 자원 분배와 운영 방식에 관한 규정 마련 시에도 중요한 참조 자료가 될 수 있다.

유럽에서 이러한 법체계를 통해 글로벌 경쟁 속에서 지속적인 기술 혁신과 협력을 도모하고자 하는 의지를 반영한 점은, 다른 국가들이 유사한 법체계를 구축하는 데에도 중요한 시사점을 제공한다. 연구개발 환경의 투명성과 신뢰성을 보장하면서 유럽 내 기술적 융합과 혁신을 촉진하는 중요한 법적 장치로 평가될 수 있다.

3. 일본

3.1. 과학기술·이노베이션 기본법(科学技術・イノベーション基本法)

일본은 과학기술 연구개발의 기반이 되는 「과학기술·이노베이션 기본법」 제14조에 연구개발과 관련된 교류를 촉진할 것을 규정하여, 국가 차원에서 연구자 간 다양한 분야의 융합을 도모하는 것이 새로운 연구개발 성과 창출의 원동력임을 명시하고 있다. 이는 과학기술 진흥을 위한 상위 법령에서 융합의 필요성을 명시하였다는 점에서, 우리나라의 「과학기술기본법」 17조가 협동·융합연구개발의 촉진을 다루고 있는 것과 유사하다.

「과학기술·이노베이션 기본법(科学技術・イノベーション基本法)」

(연구개발과 관련된 교류의 촉진)

제17조 국가는 연구개발기관 또는 연구자 등 상호 간의 교류에 의해 연구자 등의 다양한 지식의 융합 등을 도모하는 것이 새로운 연구개발의 진전을 가져오는 원천이 되는 것이며, 또한 그 교류가 연구개발의 효과적이고 효율적인 추진에 있어 불가결한 것이라는 점에 비추어, 연구자 등의 교류, 연구개발기관에 의한 공동연구개발, 연구개발기관의 연구시설과 장비의 공동이용 등 연구개발의 교류 촉진에 필요한 시책을 강구한다.

(研究開発に係る交流の促進)

第十七条 国は、研究開発機関又は研究者等相互の間の交流により研究者等の多様な知識の融合等を図ることが新たな研究開発の進展をもたらす源泉となるものであり、また、その交流が研究開発の効果的かつ効率的な推進にとって不可欠なものであることに鑑み、研究者等の交流、研究開発機関による共同研究開発、研究開発機関の研究施設等の共同利用等研究開発に係る交流の促進に必要な施策を講ずるものとする。

「과학기술·이노베이션 기본법」은 2020년, 기존의 「과학기술기본법」을 개정함에 따라 명칭이 변경되었다. 이는 혁신 창출을 강조하며, 과학기술의 규정에서 제외되었던 인문·사회과학을 추가하여 분야 간 융합을 도모하고자 하는 의지가 담겨 있다.

또한 「과학기술·이노베이션 기본법」에 따라 제6기 과학기술·이노베이션 기본계획(第6期科学技術・イノベーション基本計画)을 수립하여, 이와 같은 목표를 담은 정책 방향성을 제시하였다. 특히 기본계획에서 제시한 Society 5.0은, 『사이버 공간과 물리적 공간을 고도로 융합시킨 시스템에 의해 경제발전과 사회문제를 동시에 해결하는 인간중심의 사회』로 정의되며, 융합을 통해 나아가야 할 2030년 이후의 미래상을 백캐스팅 접근 방식으로 제시하였다. 이어서 새로운 기술을 활용하는 데 있어 발생할 수 있는 다양한 문제에 대응하기 위해, 자연과학과 인문·사회과학을 포함한 『종합지(総合知)』를 형성할 것을 강조하였다.

3.2. 과학기술·이노베이션 창출의 활성화에 관한 법률 (科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律)

일본 「과학기술·이노베이션 창출의 활성화에 관한 법률(科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律)」은 기존 연구개발 시스템 개혁 추진 등에 의한 연구개발 능력 강화법을 개정하여 2019년 1월 17일부터 시행되었다. 이 법은 일본 경제·사회를 더욱 발전시키기 위해서는 과학기술과 이노베이션을 활성화하고, 지식·인재 및 자금의 선순환 체계를 확립하는 것이 중요하다는 인식을 바탕으로, 공공 부문과 민간 부문의 역할을 명확히 하고, 과학기술 개발과 혁신 창출에 필요한 구체적 사항을 규정하고 있다.

제2장을 살펴보면, 주로 과학기술 교육의 향상, 젊은 연구자의 활용, 인사 교류 및 국제 교류 촉진 등을 통해 연구개발 기반을 강화하는 것을 규정하고 있다. 또한, 제5장인 혁신 창출 촉진에서 산학관 제휴에 의한 혁신 창출, 연구개발 시설 등의 공용의 촉진, 연구개발 성과 실용화 방해 요인 해소 등을 통해 협력을 통한 혁신 창출을 위해 요구되는 사항을 규정하고 있다. 이러한 측면에서, 「과학기술·이노베이션 창출의 활성화에 관한 법률」은 일본의 융합연구개발 추진을 근거로 하는 기본법적 성격을 지닌다는 평가를 받는다.

표 8. 과학기술·이노베이션 창출의 활성화에 관한 법률 주요 조항 요약

(기본 이념) 제3조	과학기술·이노베이션 창출의 활성화는 일본에서 과학 기술 수준의 향상과 함께 국민 경제의 발전 및 풍부한 국민 생활의 실현에 기여하도록 이루어져야 함.
(과학기술 교육 수준 향상) 제9조	국가는 과학기술 교육에 종사하는 교사의 능력 향상, 과학기술 교육에 있어 연구자 등의 활용 등 과학기술 교육 수준 향상을 도모하기 위한 시책을 강구함.
(탁월한 연구자 등의 육성 등) 제10조	국가는 다양한 인재의 활용에 의한 과학기술·이노베이션 창출의 활성화를 도모하기 위한 시책을 강구함.
(젊은 연구자 등의 능력의 활용) 제12조	국가는 젊은 연구자 등의 능력의 활용을 도모하고, 연구개발법인, 대학 및 민간 사업자에 의한 젊은 연구자 등의 능력 활용의 촉진에 필요한 시책을 강구함.
(인사 교류의 촉진) 제15조	국가는 연구개발법인과 국립 대학 법인 등과의 인사 교류의 촉진 및 그 외 연구개발 등에 대한 인사교류 촉진에 필요한 시책을 강구함.
(국제적으로 탁월한 연구개발 등의 거점 정비, 충실 등) 제19조	국가는 연구개발 등의 실시에 탁월한 외국인 연구자 등의 초청 등 국제적으로 탁월한 연구개발을 실시하는 거점의 정비에 필요한 시책을 강구함.
(국가의 위탁에 관한 국제 공동 연구의 성과에 관한 특허권 등의 취급) 제22조	국가는 위탁에 관한 연구로서 국제 공동 연구의 성과에 대해서 산업기술력 강화법 제19조 제1항이 정하는 바에 따른 것 외의 취급을 할 수 있음.

제24조	연구개발 법인은 내각총리대신이 정하는 기준에 따라 연구개발 등의 추진을 위한 기반의 강화 중 인재의 활용 등에 관한 방침을 작성해야 함.
(경쟁 촉진) 제25조	국가는 연구개발 등에 관한 경쟁의 촉진을 도모하기 위해 공모형 연구개발 등 상호간 공정한 경쟁의 촉진에 필요한 시책을 강구함.
(과학기술의 진흥에 필요한 자원의 유연하고 탄력적인 배분 등) 제28조	국가는 과학기술에 관한 내외의 동향, 다양한 분야의 연구개발의 국제적인 수준 등을 바탕으로 과학기술의 진흥에 필요한 자원의 유연하고 탄력적인 배분을 실시함.
(산학관 제휴 촉진) 제34조의2	연구개발법인 또는 대학 등은 혁신 창출을 효과적으로 실시하기 위해 연구개발 능력을 최대한 발휘하여 협력하여야 함.
(공동연구개발 경비에 대한 부담) 제34조의3	연구개발법인 또는 대학 등은 공동연구개발을 실시하는 경우 인건비, 해당 연구개발 등과 관련된 시설 및 설비의 유지관리 등에 필요한 경비 및 직간접비 등에 대해서 그 부담을 요구할 수 있다.
(성과활용사업자에 대한 지원) 제34조의4	국가는 연구개발법인 또는 대학 등의 연구개발 성과를 사업활동에서 활용하거나 활용하고자 하는 자를 지원하기 위한 시책을 강구함.
(연구개발시설 등의 공용 및 지적 기반의 공용 촉진) 제35조	국가는 연구개발시설 등의 공용 및 지적기반의 제공 촉진을 도모하기 위하여 그 이용에 필요한 시책을 강구함.
(연구개발 성과의 실용화 등을 부당하게 저해하는 요인 해소) 제38조	국가는 연구개발 성과의 실용화 및 혁신 창출을 도모하기 위하여 이들을 부당하게 저해하는 요인의 조사를 실시하고, 규제의 재검토 및 그 밖의 해당 요인의 해소에 필요한 시책을 강구함.

3.3. 시사점

일본은 과학기술과 혁신 창출을 국가 발전의 핵심 요소로 인식하고, 이를 효과적으로 추진하기 위한 법적 기반을 구축했다. 그중에서도 일본의 「과학기술·이노베이션 기본법(科学技術・イノベーション基本法)」과 과학기술·이노베이션 기본계획은 국가 차원에서 융합연구의 필요성을 명시적으로 인식하고 있다는 점에서 주목할 만하다. 이러한 법적 기반은 자연과학과 인문·사회과학의 융합이 과학기술과 혁신 창출에 필수적이라는 일본의 인식을 반영하고 있다. 특히, 「과학기술·이노베이션 창출의 활성화에 관한 법률(科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律)」은 협력과 공동연구에 대한 세부 사항을 규정함으로써, 융합연구의 추진을 뒷받침하는 법적 근거를 제공하고 있다.

이러한 법적 체계는 일본이 융합연구를 적극적으로 촉진하려는 의지를 보여주며, 기본법에서부터 구체적인 법률에 이르기까지 일관된 지원이 이루어지고 있음을 시사한다. 하지만 융합에 대한 명확한 정의가 내려져 있지 않다는 한계가 존재한다. 법률에서 융합이라는 개념이 협력 또는 공동연구개발의 범주에 포함되는 방식으로 운영되고 있어, 융합연구의 특징적 방향성과 범위가 명확하지 않다는 문제가 있다.

일본의 사례를 참고하여 우리나라의 융합연구개발 법체계를 정비하려면, 기본법에서부터 법률에 이르는 체계를 완비하되, 융합의 개념을 명확히 할 필요가 있다. 현재 우리나라의 과학기술기본법 제17조에 명시된 융합연구개발을 촉진하기 위해서는, 그에 따른 세부사항을 규율하는 법률을 완성해야 한다. 특히, 융합을 협동연구와 별개의 개념으로 정의할 것인지, 아니면 어느 정도 공통점을 지니는 개념으로 정의할 것인지에 대한 결정이 필요하다. 전자의 경우, 협동연구개발촉진법과 독립된 별도의 법을 제정해야 할 것이며, 후자의 경우에는

협동연구개발촉진법을 개정하여 융합연구에 대한 사항을 포함시킴으로써 협동연구와 융합연구가 동등한 지위를 가질 수 있도록 해야 할 것이다. 이를 통해 우리나라의 융합연구개발이 체계적으로 추진될 수 있는 법적 기반을 마련할 수 있을 것이다.

IV. 결론

국내외 융합연구 관련 법령 분석은 융합연구개발의 법적 근거를 마련하고, 연구 현장에서 발생하는 문제들을 해결하기 위해, 현행법 개정의 방향성에 대한 답을 구하고자 진행되었다. 「과학기술기본법」 제17조(협동·융합연구개발의 촉진) 조문을 고려하며, 현재 융합연구의 기반이 되는 주요 법령인 협동연구개발촉진법, 산업융합촉진법, 정보통신융합법, 가상융합산업 진흥법, 광융합산업진흥법의 조항들을 면밀히 살펴보았다. 이후 해외 주요국들의 융합연구 추진 법적 근거를 알아보고자, 미국과 유럽, 일본의 법령을 조사하였다.

미국과 유럽의 융합연구개발 법령을 분석해 보면, 이들 국가와 지역에서는 다양한 주체 간 협력을 촉진하기 위한 법적 기초를 마련해 왔음을 알 수 있었다. 미국의 「스티븐슨 와이들러 기술혁신법」, 「국가기술이전촉진법」, 「국가협동연구법」은 기술이전, 협력연구의 촉진을 목표로 하는 법률들로, 각각의 법이 상호 보완적으로 작용하며 미국 내 융합연구를 진흥하고 있다.

유럽연합 역시 이사회 규정 1908/2006을 통해 다수의 법인 간 협력과 연구개발을 촉진하고, 연구 결과의 상업화를 지원하는 체계를 갖춰왔음을 알 수 있었다. 한편, 연구개발의 협력 등에 필요한 구체적 사항들은 미국과 유럽 모두 개별 법률에 산재되어 있었다. 기본법과 기본법이 규정하는 구체적 사항을 다루는 하위 법령 마련에 대한 해답을 찾기 위해, 일본의 과학기술·이노베이션 기본법과 과학기술·이노베이션 창출의 활성화에 관한 법률을 추가적으로 분석하였다.

일본은 「과학기술·이노베이션 기본법」을 통해 융합연구의 중요성을 강조하면서도, 이를 구체적으로 규율하는 세부 법률을 마련하는 등 체계적인 구성을 갖추고 있었다. 이처럼 체계적인 법적 구조는 융합연구개발을 효과적으로 촉진하는 데 중요한 역할을 한다. 우리나라의 융합연구개발 법체계를 정비할 때, 일본의 사례를 참고하여 기본법에서부터 하위 법령에 이르는 체계를 완비할 필요가 있다.

미국, 유럽, 일본의 법령을 토대로 볼 때, 모두 융합이라는 개념이 협력 또는 공동연구개발의 범주에 속해 있어, 융합의 특성을 반영하기가 어려웠다. 따라서 우리나라에서 융합연구개발을 법제화할 때에는 융합에 대한 정의를 내리는 과정이 요구된다. 특히, 융합연구와 협동연구 간 관계를 명확히 하여, 「협동연구개발촉진법」을 개정하는 방안과 별도의 융합연구개발 법률을 제정하는 방안 사이에서 보다 심층적인 검토가 이루어져야 할 것이다. 종합적으로, 우리나라의 융합연구개발 법제화를 위해서는 법체계적 완결성을 갖추어야 하며, 다른 연구개발과 대비되는 융합만의 특성을 반영한 정의를 내리는 것이 중요하다고 말할 수 있을 것이다.

저자소개 미래융합전략센터 데이터분석팀

박정환 연구원(빅데이터분석기사, 정보처리기사), 02-958-4987, jh654@kist.re.kr

이경혜 박사(데이터분석팀장) 02-958-4975, khlee@kist.re.kr

김우중 선임(과학기술정책, 빅데이터분석기사), 02-958-6178, wjkimrocks@kist.re.kr

정재웅 박사(과학기술정책, 데이터분석), 02-958-4977, jj86@kist.re.kr

참고문헌

〈국내문헌〉

- 1) 과학기술정보통신부, 2023, 제4차 융합연구 활성화 기본계획, 국가 과학기술자문위원회의.
- 2) 과학기술정보통신부, 2024, 2024년도 융합연구 활성화 시행계획, 국가 과학기술자문위원회의.
- 3) 국가과학기술연구회, 2020, 출연(연) 중소·중견기업 협력 우수사례집.
- 4) 국가과학기술연구회, 2021, “출연연과 중소중견기업, 위기 속에서 빛을 발하는 파트너십”, 보도자료.
- 5) 김세진, 김윤정, 2013, IT융합 활성화를 위한 법제연구, 한국법제연구원, 연구보고 2013-13.
- 6) 도계훈, 2021, 일본의 제6기 「과학기술·혁신기본계획」 주요 내용과 시사점, KISTEP 정책 브리프 2021-04호
- 7) 법제처 법제조정총괄법제관실, 2024, 「가상융합산업 진흥법」 소개 등, 최신 입법 트렌드.
- 8) 이상봉, 이수인, 2024, 「가상융합산업 진흥법」의 제정과 의미, 인프라테크팀 이슈리포트, 법무법인(유한) 대륙아주.
- 9) 최종화, 2021, 혁신 도전적 융합연구 촉진을 위한 법제도 개선방안 연구, 과학기술정책연구원.

〈국외문헌〉

- 1) COUNCIL REGULATION (Euratom) No 1908/2006, 2006, Official Journal of the European Union.
- 2) 일본 내각부, 2021, 과학기술·이노베이션 기본계획, 科学技術・イノベーション基本計画.

〈기타문헌〉

- 1) K-PhotonicsHub, 광융합산업 소개,
<https://www.k-photonics.com/home/content.do?menu=279>
- 2) National Technology Transfer and Advancement Act of 1995,
<https://www.nist.gov/standardsgov/national-technology-transfer-and-advancement-act-1995>
- 3) S. 1841 (98th): National Cooperative Research Act of 1984,
<https://www.govtrack.us/congress/bills/98/s1841/summary>



융합연구리뷰

Convergence Research Review



이 보고서는 2024년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 작성되었음.

(2023M3C1A604340012)



융합연구리뷰

Convergence Research Review