

르네방재정책연구원 | 특집 보고서

드론 등 Physical AI의 방재안전 분야 활용 수준 및 전망

정책 연구 보고서



2026년 10월 31일

renetopia.net

※ 이 보고서는 AI(Gemini)를 보조로 작성되었으며, 본문의 [번호]는 참고문헌의 근거 자료를 가리킵니다. 공개 전 연구자가 사실 관계를 검토해야 합니다.

요약

기후변화와 도시화로 재난이 대형화되고 복잡해짐에 따라, 인력 투입이 제한되는 고위험 현장에서 대응 요원의 안전을 보장하고 임무 효율성을 높이는 드론 등 Physical AI(물리적 인공지능) 기술이 핵심 수단으로 부상하고 있다. 본 연구는 2020년부터 2026년까지 주요국의 방재안전 분야 Physical AI 정책 및 제도적 기반을 분석하고, 현장 운용 시 발생하는 기술적·윤리적 쟁점을 규명하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 군사용 기술의 민간 방재안전 분야 전환 가능성을 평가하고, 정부 및 지자체 재난안전 정책 담당자들에게 실효성 있는 정책적 활용 방안과 실천적인 제언을 제공하고자 한다.

주요 내용

- 국내 중앙부처와 지자체는 공공 및 재난안전 분야에 드론 도입을 급격히 늘리고 있으며, 특히 소방 드론은 화재 정찰, 상황 판단, 대피 유도 등에 적극 활용되어 높은 운용 실적 증가율을 보이고 있다 [1, 2, 3, 4].
- 미국은 연방 기관 주도로 공공 안전 임무용 무인항공시스템(UAS) 지침을 마련하고 대(對)드론 방어 등에 대규모 예산을 투입 중이며, 일본은 조종자 1인당 드론 운항 대수 상한을 철폐하는 등 과감한 규제 완화와 민관 협력을 추진하고 있다 [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].
- 중국은 국가 주도의 5개년 계획을 통해 지능형 장비 투자를 확대하여 극한 환경의 재난 대응에 투입하고 있으며, 유럽은 5G 네트워크와 AI 기반 지휘통제 시스템 구축 및 전문 지식 네트워크 개발에 집중하고 있다 [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25].
- 우크라이나 전쟁 등을 거치며 군사용 드론 기술이 최고 수준으로 고도화됨에 따라, 정밀 감시 및 고중량 페이로드 운송 등 국방 기술을 민간 방재안전 분야로 전환(Spin-off)하여 활용할 잠재력이 매우 크다 [26, 27, 28, 29, 30].
- 불법·무장 드론의 위험 증가로 대(對)드론 체계 구축이 시급해졌으며, 분쟁 지역 등에서 무장 드론이 인도주의 드론과 혼동되어 구호 요원과 민간인의 안전을 위협하는 윤리적 쟁점이 심화되고 있다 [31, 32, 33, 34, 35, 36].
- 재난 현장에서 수집된 방대한 데이터를 신속히 처리하기 위한 다기관 협력과 기술 표준 마련이 요구되며, 지속적인 현장 운용을 위한 장비 투자 및 교육훈련 시스템 구축 비용 확보가 주요 과제로 지적된다 [37, 38, 39, 40, 41].

정책 제언

- 재난 상황의 특수성을 고려하여 안전성이 검증된 AI 자율비행 및 군집 드론에 대한 가시권 밖 비행이나 1인 다수 기기 조종 규제를 대폭 완화하고, 지자체가 방재용 드론을 원활히 도입할 수 있도록 중앙정부 차원의 구체적인 예산 매칭 가이드라인을 마련해야 한다.

- 방재 현장의 실시간 대용량 데이터 전송과 다수 기기 동시 제어를 위해 5G-6G 통신망과 AI를 결합한 통합 지휘통제 플랫폼을 구축하고, 폐교나 유휴 공공부지 등 유휴 공적 시설을 드론 운용 인프라로 적극 활용해야 한다.
- 국방 분야에서 축적된 정찰 및 군집 비행 기술을 민간 재난 현장에 전환(Spin-off)하기 위해 국방부, 행정안전부, 소방청 등 재난관리 책임기관 간의 기술 교류 및 하드웨어 공동 활용 체계를 구축해야 한다.
- 다기관 동시 운용 시 발생하는 공역 충돌 위험과 데이터 파편화를 방지하기 위해 국가 재난안전통신망과 연계된 통합 공역 관리 및 영상 데이터 공유 시스템을 구축하고, 지자체와 우수 기술력을 갖춘 민간 기업 간의 비상 대응 협정을 확대해야 한다.
- 소방청 등에서 운영 중인 재난 현장 대응 전문인력 양성 교육을 산림청, 해양경찰청, 지자체 재난안전 부서로 확대 적용하고, AI 분석 데이터를 현장 지휘에 직접 적용할 수 있는 융합형 인재를 지속적으로 육성해야 한다.

조사 방법

이 보고서는 2020년 이후 자료를 대상으로, 정부·지자체·국제기구의 정책·보고서(구글 검색), 학술논문(OpenAlex), 6개 언어 최근 뉴스를 모은 뒤(정책·보고서 112건, 논문 89건, 뉴스 96건) 연구자가 검토해 고른 231건(정책·보고서 96, 논문 63, 뉴스 72, 직접 추가 0)을 근거로 작성하였다. 원고 작성에는 AI(Gemini)를 보조로 사용하였고, 본문의 사실 서술에는 근거 자료 번호를 붙였다. 학술논문은 대부분 초록을 근거로 하였다.

1. 서론: 연구 배경, 목적 및 범위

연구 배경 및 필요성

기후변화와 도시화의 가속화로 재난의 양상이 대형화되고 복잡해짐에 따라, 방재안전 분야에서 첨단 기술을 활용한 신속하고 안전한 대응 체계 마련이 필수적인 과제로 부상하였다. 이러한 맥락에서 드론과 무인 로봇을 포괄하는 물리적 인공지능(Physical AI) 기술은 인력 투입이 제한되는 고위험 재난 현장에서 대응 요원의 안전을 보장하고 임무 효율성을 높이는 핵심 수단으로 자리 잡고 있다.

국내의 경우, 공공 및 재난안전 분야에서 드론의 도입과 운용이 급격히 증가하는 추세다. 대한민국 국토교통부는 공공분야 드론 도입과 도심형 항공모빌리티(Urban Air Mobility, UAM) 구축을 추진해 왔다(제2장, 제3장 참고) [1]. 소방청에 따르면 전국 소방 조직의 드론 배치가 급증하며 화재 및 재난 현장에서 핵심적인 역할을 수행하고 있다(제2장, 제5장 참고) [2, 3, 4]. 지방자치단체 역시 무인소방로봇 등을 도입하며 현장 대응력을 높이고 있다(제2장, 제5장 참고) [42, 43, 44].

해외 주요국 역시 방재안전 분야에서 물리적 인공지능의 정책적 지원과 현장 활용을 적극적으로 확대하고 있다. 미국 국토안보부(Department of Homeland Security, DHS)는 공공 안전 임무용 무인항공시스템(Unmanned Aircraft Systems, UAS) 지침을 발표하여 화학·생물·방사능·핵·폭발물(Cheical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives, CBRNE) 센서를 활용한 위험 지역 원격 탐지 방안을 제시했다(제2장, 제3장 참고) [12]. 중국은 비상 구조 전문 장비로 무인기를 지정하고 팬데믹 방역 등에 대규모로 투입한 바 있다(제2장, 제3장 참고) [45, 46, 47]. 유럽 연합(European Union, EU)은 무인 시스템 전반으로 보안 및 활용 범위를 확장하는 실행 계획을 채택했다(제6장 참고) [48].

그러나 물리적 인공지능의 활용이 확대됨에 따라 기술적, 제도적, 윤리적 과제도 함께 대두되고 있다. 유엔 인도주의업무조정국(United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, UN OCHA)은 분쟁 지역 내 무장 드론 사용 급증이 인도주의 활동에 미치는 심각한 위협을 경고했다(제4장, 제5장 참고) [31, 33]. 아울러 불충분한 규제와 데이터 처리 역량 부족 등이 주요 과제로 지적된다(제5장 참고) [49]. 이에 따라 개별 기술보다는 전체적인 역량 구축에 투자를 집중해야 한다는 분석도 제기된다(제6장 참고) [50].

연구 목적

본 연구의 목적은 2020년부터 2026년까지의 기간을 중심으로 드론 등 물리적 인공지능 기술이 방재안전 분야에 활용되는 수준을 객관적으로 진단하고, 향후 전망과 실효성 있는 정책적 활용 방

안을 도출하는 데 있다. 이를 통해 정부 및 지자체의 재난안전 정책 담당자와 관련 전문가들에게 실천적인 정책 제언을 제공하고자 한다.

첫째, 대한민국과 미국, 중국, 유럽 등 주요국의 방재안전 분야 물리적 인공지능 정책 및 제도적 기반을 분석한다. 대한민국 국회의 관련 법률 개정 등 주요국의 법·제도적 변화가 재난 현장 대응 체계에 미치는 영향을 평가한다(제3장, 제6장 참고) [51, 52, 53, 54].

둘째, 재난 현장에서 물리적 인공지능 운용 시 발생하는 기술적 한계와 윤리적 쟁점을 규명하고 해결 방안을 모색한다. 미국 연방항공청(Federal Aviation Administration, FAA)의 재난 시나리오 연구 등을 참고하여 다기관 조정 및 데이터 관리 과제를 분석한다(제2장, 제3장 참고) [37]. 또한, 인도주의적 원칙에 도전하는 윤리적 쟁점들을 종합하여 안전한 활용 가이드라인의 방향성을 제시한다(제5장 참고) [55].

셋째, 군사용 및 타 산업 분야에서 개발된 물리적 인공지능 기술의 민간 방재안전 분야 전환 가능성을 평가한다. 군사적 용도와 인도적 지원의 경계가 모호해지는 가운데, 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 등 고도화된 무인 시스템 기술이 공공 안전 임무에 기여할 수 있는 전략적 전환 방안을 도출한다(제4장 참고) [32, 56].

연구 범위 및 방법

본 연구의 시간적 범위는 물리적 인공지능 기술의 발전과 정책적 도입이 본격화된 2020년부터 2026년까지로 설정하였다. 공간적 범위는 대한민국을 중심으로 하되, 방재안전 분야 무인 시스템 활용을 선도하고 있는 미국, 중국, 유럽 연합 및 국제연합(UN) 등 주요 국제기구의 사례를 포함한다.

내용적 측면에서는 드론 및 무인 로봇 등 물리적 인공지능 기술의 방재안전 분야 적용 현황과 실증 사례를 폭넓게 조사한다. 대한민국 행정안전부와 지방정부의 폭염 대응 및 지역맞춤형 재난 안전 문제 해결 지원 사례를 살펴본다(제2장, 제3장 참고) [57, 58]. 재난 현장에서의 야간·비가시권 비행 및 고중량 임무 장비 활용 실증 현황도 검토한다(제2장, 제5장 참고) [59]. 소방청의 전문인력 양성 노력과 현장의 운용 시스템 개선 요구도 분석 대상에 포함된다(제5장, 제6장 참고) [40, 41, 60, 61].

해외 활용 사례 및 정책 동향 분석도 병행된다. 중국 국가재난경감센터(National Disaster Reduction Center of China, NDRCC)의 재난 이미지 수집 및 평가 사례를 조사한다(제2장, 제3장 참고) [62]. 홍수 비상 대응 시 고해상도 센서를 장착한 무인 항공 시스템의 정밀 상황 파악 능력도 확인한다(제2장, 제5장 참고) [38]. 미국 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)의 무인항공시스템 프로그램 개발 사례를 통해 정책 고도화 과정을 분석한다(제3

장, 제6장 참고) [63]. 유럽 연합의 안전한 드론 운영을 위한 규제 프레임워크와 역량 구축 이니셔티브 동향을 병행하여 분석한다(제2장, 제3장 참고) [25, 64].

구분	주요 국가 및 기관	물리적 인공지능 방재안전 활용 및 정책 동향
대한민국	행정안전부, 소방청, 지자체	소방 드론 배치 및 폭염·산불 대응 투입, 드론 활용 촉진법 개정(제2장, 제3장 참고) [2, 51, 57]
미국	DHS, FEMA, FAA	공공 안전 임무용 무인항공시스템 지침 마련 및 재난 대응 대기 관 조정 연구(제3장, 제5장 참고) [12, 37, 63]
중국	비상관리부, NDRCC	비상 구조 전문 장비 지정 및 재난 전후 이미지 수집 활용(제2장, 제3장 참고) [45, 62]
유럽 연합	EU, COLLARIS	대(對)드론 보안 실행 계획 채택 및 규제 프레임워크 발효(제3장, 제6장 참고) [25, 48, 64]
국제기구	UN OCHA	인도적 지원 드론 활용 가이드라인 제시 및 윤리적 과제 제기(제4장, 제5장 참고) [31, 33, 49]

본 연구는 위와 같은 범위를 바탕으로 정부 부처의 정책 보고서, 법령, 통계 자료, 학술 논문 및 최근 뉴스 동향을 종합적으로 분석한다. 이를 통해 물리적 인공지능 기술이 단순한 장비 도입을 넘어 국가 방재안전 역량의 핵심 요소로 통합될 수 있는 전략적 방향과 실천적 정책 대안을 도출할 것이다.

2. 드론 등 Physical AI 기술의 방재안전 분야 적용 현황 및 기술 성숙도

국내 방재안전 분야 Physical AI 적용 현황

대한민국 정부와 지자체는 재난 대응 역량을 강화하기 위해 드론과 무인 로봇 등 물리적 인공지능(Physical AI) 기술 도입을 적극적으로 추진하고 있다. 국토교통부는 공공분야 드론 도입과 도심형 항공모빌리티(Urban Air Mobility, UAM) 구축을 추진해 왔다(제1장, 제3장 참고) [1].

소방 분야에서는 2025년 기준 전국 소방 조직에 총 676대의 드론이 배치되었으며, 운용 실적은 2020년 1,231건에서 2024년 4,623건으로 연평균 약 40% 급증했다(제5장 참고) [2, 3, 4]. 소방 드론은 가시광선, 열화상, 가스감지 등의 탑재체를 활용해 화재 및 재난 현장에서 정찰과 의사결정을

지원하고 있다 [4]. 이를 바탕으로 소방청은 40대의 소방드론을 집중 운용하고 105명의 조종 인력을 확보하는 등 현장 대응력을 높이고 있다 [39].

기술 개발 및 실증 측면에서는 고층건물 화재 진화 드론, 유효하중 60kg급 들것 드론, 50kg급 임무 장비를 탑재한 산업용 드론 3대의 야간 산불 현장 실증 등이 규제샌드박스 제도를 통해 진행되며 기술 성숙도를 높이고 있다(제5장 참고) [59, 65].

행정안전부와 지방정부 차원에서도 2026년 8월 기준 2,584대의 드론과 3,635명의 조종 인력을 폭염 취약지역 예찰 등에 투입하고 있으며, 지역맞춤형 연구개발사업을 통해 조난 감지 시스템 등을 개발 중이다(제3장, 제5장 참고) [57, 58]. 경기도는 무인소방로봇 '파이로(FIRO)'를 도입하여 짙은 연기 속에서도 최대 17m 거리의 대상을 식별하는 등 현장 적용을 본격화하고 있다(제5장 참고) [42, 43, 44].

해외 주요국의 Physical AI 방재안전 적용 및 기술 성숙도

미국은 연방 기관 주도로 무인항공시스템(Unmanned Aircraft Systems, UAS)의 재난안전 적용을 확대하고 있다. 국토안보부(Department of Homeland Security, DHS)는 화학·생물·방사능·핵·폭발물(Cheical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives, CBRNE) 센서를 드론에 통합하여 위험 지역 원격 탐지에 활용하는 지침을 마련했으며, 연방항공청(Federal Aviation Administration, FAA)은 재난 시나리오에서의 다기관 조정 및 데이터 관리 과제를 분석했다(제3장, 제5장 참고) [12, 37]. 지역 단위에서는 테네시주 교통부(Tennessee Department of Transportation, TDOT)가 토네이도 재해 구호에 드론을 적용하는 방법론을 검증했다(제5장 참고) [66, 67, 68]. 유럽은 5세대 이동통신(5G) 네트워크와 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기반 지휘통제 시스템을 통해 방재 인프라를 고도화하고 있다(제3장, 제6장 참고) [19, 20, 21, 22, 23, 24].

일본은 규제 완화와 민관 협력을 통해 인프라 점검 및 재난 피해 측정에 드론과 인공지능을 적극 활용하여 작업 시간을 대폭 단축하는 등 기술 성숙도를 입증하고 있다(제3장 참고) [13, 69, 70]. 또한, 오사카부와 가나가와현 등 지자체는 민간 기업 및 협회와 재난 시 물류 드론을 활용한 구호 물품 수송 협정을 체결하여 현장 적용을 가속화하고 있다(제3장, 제5장 참고) [71, 72, 73, 74, 75, 76].

중국은 국가 차원에서 무인기를 비상 구조 전문 장비로 지정하고 팬데믹 방역 및 재난 이미지 수집에 대규모로 투입해 왔다(제3장 참고) [45, 46, 47, 62, 77, 78]. 최근에는 영하 25도에서 영상 46도, 해발 5,000m 고원에서도 안정적으로 작동하며 부상자를 35km 밖으로 이송할 수 있는 구급 드론 실전 훈련에 성공하여 극한 환경에서의 기술 성숙도를 증명했다(제5장 참고) [79]. 아울러 태

풍 및 홍수 위험 식별을 위한 인공지능 기반 모니터링 시스템 구축과 국경 지역 산사태 시 통신 복구용 무인기 투입 등 첨단 기술 적용을 고도화하고 있다(제3장, 제5장 참고) [14, 80].

한편, 우크라이나 전쟁 등 전장 환경에서 급격히 발전한 장거리 및 수중 자폭 드론 기술은 군사용 물리적 인공지능의 높은 성숙도를 보여주며, 이는 향후 민간 방재안전 분야로의 전환 가능성을 시사한다(제4장 참고) [26]. 국제연합(United Nations, UN) 산하 기구의 연구에서도 홍수 비상 대응 시 최대 2cm 고해상도 이미지를 제공하는 센서 장착 무인 항공 시스템의 중요성이 강조되고 있다(제5장 참고) [38].

Physical AI 기술 성숙도 및 방재안전 분야 활용 전망

현재 드론과 무인 로봇 등 물리적 인공지능 기술은 단순한 공중 정찰을 넘어 고중량 물자 수송, 인명 구조, 인공지능 기반의 위험 예측 및 지휘 통제로 진화하며 방재안전 분야에서 높은 기술 성숙도를 보여주고 있다. 2016년 발표된 연구 결과에 따르면, 붕괴된 구조물에서 30분 이내에 구조된 희생자의 생존율은 91%에 달하지만 48시간 이후에는 64%가 사망하는 것으로 나타나 재난 초기 신속한 대응이 절대적으로 중요하다 [81]. 물리적 인공지능은 인력 투입이 불가능한 고위험 현장에 즉각적으로 접근하여 골든타임을 확보하는 데 필수적인 수단으로 자리 잡고 있다.

구분	주요 적용 기술 및 활용 분야
정찰 및 탐지	인공지능 열화상 카메라, 고해상도 적녹청(Red, Green, Blue, RGB) 센서, CBRNE 센서 탑재
구조 및 수송	60kg급 들것 드론, 35km 부상자 이송 구급 드론, 구호 물품 투하
지휘 및 통제	5G 네트워크 연계, 인공지능 기반 다중 드론 군집 운용 및 위험 식별

국내외 사례를 종합해 볼 때, 기후변화로 인한 극한 기상 현상과 대형 복합 재난이 빈발하는 상황에서 물리적 인공지능은 재난 예방과 대응의 핵심 인프라로 기능할 전망이다. 특히 인공지능과 5G 통신망의 결합은 다수의 무인기를 동시에 제어하고 실시간 데이터를 분석하는 지휘 통제 능력을 비약적으로 향상시킬 것이다. 다만, 이러한 기술적 진보가 실제 방재 현장에 전면적으로 도입되기 위해서는 비가시권 비행, 야간 운용, 1인당 다수 기체 동시 운용 등에 대한 규제 완화가 뒷받침되어야 한다. 아울러 중앙정부와 지자체, 민간 기업 간의 긴밀한 협력 체계와 데이터 연계 플랫폼 구축이 향후 방재 정책의 주요 과제가 될 것으로 평가된다.

3. 주요국(미국, 중국, 일본, 한국 등)의 방재안전 분야 Physical AI 정책 및 제도 분석

대한민국: 법·제도적 기반 확충 및 지자체 중심의 실증 확대

대한민국은 재난안전 분야에서 드론 등 물리적 인공지능(Physical AI)을 적극적으로 도입하기 위해 법적 근거를 명확히 하고, 중앙부처와 지방자치단체의 협력을 통한 현장 실증을 확대하고 있다. 대한민국 국회는 2025년 12월 2일 공포된 '드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률' 일부개정법을 통해 국가 및 지방자치단체가 소방을 포함한 재난의 예방, 대비, 대응, 복구 및 방역 등의 공공부문에서 드론을 활용하도록 노력해야 함을 명시했다 [51, 52]. 또한, 필요한 경우 예산 범위 내에서 재정적 지원을 할 수 있도록 법적 근거를 마련하여 공공분야의 드론 도입을 가속화할 수 있는 제도적 발판을 제공했다 [51, 52].

국토교통부는 2021년까지 4,000여대의 드론을 공공분야에 선도적으로 투입하고, 비가시권 비행을 지원하는 한국형 드론 시스템 실증과 도심형 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM) 구축을 추진해 왔다(제1장, 제2장 참고) [1].

행정안전부는 재난안전데이터과를 중심으로 재난안전 분야의 드론 활용 활성화 정책을 적극적으로 추진 중이다 [53]. 이를 위해 2025년 5월에는 관련 정책연구용역 제안서 평가 결과를 공개하며 중장기적인 정책 개발이 진행 중임을 시사했다 [54]. 한편, 지방자치단체는 행정안전부의 지원을 받아 조난 감지 시스템 등 지역맞춤형 연구개발을 수행하고, 수천대의 드론과 조종 인력을 폭염 취약지역 예찰 등에 적극 투입하며 현장 대응 역량을 강화하고 있다(제2장, 제5장 참고) [57, 58].

미국: 연방 기관 주도의 가이드라인 구축 및 대규모 예산 투입

미국은 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA), 연방항공청(Federal Aviation Administration, FAA), 국토안보부(Department of Homeland Security, DHS) 등 주요 연방 기관을 중심으로 재난안전 분야의 드론 활용을 위한 표준화된 가이드라인을 구축하고, 대규모 예산을 투입하여 보안 및 대응 역량을 강화하고 있다. 연방재난관리청(FEMA)은 무인항공시스템 프로그램 개발(Unmanned Aircraft Systems Program Development, UASPD)을 통해 연방항공청(FAA) 규정과 정부 기관의 소형 무인항공시스템(small Unmanned Aircraft Systems, sUAS) 프로그램 모범 사례를 검토하며 체계적인 드론 활용 정책을 수립하고 있다 [63].

특히 미국은 드론의 활용뿐만 아니라 불법적이거나 위험한 드론 운용에 대응하기 위한 방어 체계 구축에도 막대한 투자를 진행하고 있다. 연방재난관리청(FEMA)은 드론 대응(Counter-

Unmanned Aircraft Systems, C-UAS) 보조금 프로그램으로 2026회계연도에 2억5000만달러를 국제축구연맹(Fédération Internationale de Football Association, FIFA) 월드컵 개최 주와 수도권에 배정했으며, 2027회계연도에는 나머지 2억5000만달러를 모든 주 및 영토에 배정하여 총 5억달러 규모의 투자를 단행했다 [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. 이는 대규모 국가 행사 및 인구 밀집 지역에서의 드론 관련 테러나 사고 위험을 사전에 차단하려는 강력한 정책적 의지로 풀이된다.

기술적 활용 지침도 구체화되고 있다. 국토안보부(DHS) 과학기술국은 2024년 3월 공공 안전 임무용 무인항공시스템(UAS) 지침을 발표했다 [12]. 이 지침은 화학, 생물, 방사능, 핵, 폭발물 (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives, CBRNE) 센서 탑재체를 드론에 통합하는 고려사항과 일선 대응자를 위한 '블루 무인항공시스템(Blue UAS)' 보고서를 포함하고 있다 [12]. 드론이 접근하기 어렵거나 위험한 지역에 투입되어 환경에 대한 공중 시야를 제공하고, 다양한 센서를 통해 화학, 생물, 방사능, 핵, 폭발물(CBRNE) 요원의 원격 탐지 임무를 수행할 수 있음을 강조했다 [12]. 또한, 연방항공청(FAA)은 2025년 1월 발표한 '재난 대비 및 비상 대응 3단계 최종 보고서'를 통해 다양한 재난 시나리오에서 드론을 효과적인 대응 도구로 활용하기 위한 다기관 조정, 기술 표준, 규제 요구 사항 및 데이터 관리의 과제와 해결책을 제시했다 [37].

일본: 규제 완화와 민관 협력을 통한 현장 적용 가속화

일본은 고령화로 인한 인력 부족 문제와 빈번한 자연재해에 대응하기 위해 과감한 규제 완화와 민관 협력을 통해 물리적 인공지능(Physical AI)의 현장 적용을 가속화하고 있다. 일본 국토교통성은 2026년 10월, 조종자 한 명이 동시에 운항할 수 있는 드론의 상한(기존 최대 5대)을 전면 철폐했다 [13]. 안전 확보를 조건으로 1인당 10대 이상의 드론을 운항할 수 있게 됨으로써 물류, 인프라 점검, 측량 분야의 일손 부족을 해소하는 데 크게 기여할 것으로 전망된다 [13]. 이는 2025년 3월 마련된 다수 드론 동시 운항 지침과 민간 기업의 10대 동시 운항 실증 성공을 바탕으로 이루어진 조치다 [13].

일본 정부는 디지털대신의 지휘 아래 9,000개 이상의 국가 규정 조항을 검토 및 수정하며 드론과 인공지능(Artificial Intelligence, AI)의 활용을 적극 지원하고 있다 [69]. 2023년 11월 발표된 정책에 따르면, 댐이나 교량 등 주요 인프라 점검 시 인력을 드론으로 대체하고, 인공지능(AI)을 활용하여 자연재해 피해 정도를 측정하는 방안이 추진되고 있다 [69]. 이를 통해 산악 지대 지도 제작 시 지상 측량 대비 소요 시간을 80%나 단축하는 등 압도적인 효율성 향상을 달성하고 있다 [69]. 또한, 국토교통성은 2026년 2월 드론 활용을 위한 환경 정비에 박차를 가하며, 유휴 공적 시설을 활용한 드론 운용 인프라 구축을 지원하고 있다 [70].

지방자치단체와 민간 기업 간의 협력도 활발히 진행 중이다. 오사카부는 2025년 1월 28일 주식회사 스카이드라이브(SkyDrive)와 대규모 재해 발생 시 무인 항공기를 활용한 구호 물품 수송에 관

한 방재 협정을 체결했다 [71, 72, 73, 74, 75]. 이 협정은 2024년 노토반도 지진 당시 스카이드라이브(SkyDrive)가 물류 드론을 활용했던 실제 경험을 바탕으로 체결되었으며, 재난 시 고립 지역에 구호 물품을 신속히 운반하고 평시에는 방재 훈련에 참여하여 비상 대응 역량을 강화하는 것을 목표로 한다 [72, 73, 74]. 국토교통성 역시 노후 인프라 문제 해결을 위한 '지역 인프라군 재생' 정책의 일환으로 이러한 지자체의 드론 활용 역량 강화를 적극 모색하고 있다 [75].

중국 및 유럽: 국가 주도 기술 고도화 및 인프라 연계

중국은 국가 주도의 중장기 계획을 바탕으로 드론과 인공지능(AI)을 결합한 지능형 재난 대응 체계를 고도화하고 있다. 중국 비상관리부(Ministry of Emergency Management, MEM)는 제13차 5개년 계획(2016년~2020년)에서 무인기를 비상 구조용 전문 장비 목록에 포함시켰으며, 현장 모니터링, 통신 중계, 물품 전달, 생명 탐지 등에 폭넓게 활용하고 있다 [45, 46, 77, 78]. 특히 2020년 세계적 대유행(팬데믹) 기간 동안 99개 기업의 무인기 780대가 방역 임무에 투입되어 전염병 구조에 사용된 전체 항공기의 85%를 차지했으며, 디제이아이(DJI)는 전국적으로 200개 이상의 구조 사례에 참여했다 [45, 46].

이러한 성과를 바탕으로 중국 비상관리부는 제15차 5개년 계획(2026년~2030년) 기간 동안 드론과 로봇 등 지능형 장비 개발에 투자를 대폭 확대할 계획이다 [15, 16, 17, 18]. 이는 고고도, 심해 등 전력이나 통신이 단절된 극한 환경에서의 임무 수행 능력을 높이고, 인공지능(AI) 기반의 첨단 비상 대응 장비를 개발하기 위함이다 [15, 16, 17, 18]. 최근 홍수 시즌에는 드론, 광섬유 센서, 전자기 감지 장치를 동원해 제방의 파이핑 및 누수 위험을 검사하는 등 실전 배치가 이루어졌다 [16, 17, 18].

지방 및 국경 지역에서도 태풍, 홍수, 산사태 등 재난 대응과 통신 복구에 인공지능(AI) 모니터링 시스템과 첨단 무인기를 적극 투입하고 있다(제2장, 제5장 참고) [14, 80]. 국가재난경감센터(National Disaster Reduction Center of China, NDRCC) 역시 재난 전후 이미지 수집 및 평가에 무인 항공 시스템을 적극 활용하며 비상 관리의 현대화를 꾀하고 있다(제2장 참고) [47, 62].

한편, 유럽은 통신 인프라와 인공지능(AI)을 결합한 시스템 구축에 집중하고 있다. 유럽은 드론 탐지를 위해 5세대 이동통신(5G) 네트워크를 활용하고, 인공지능(AI) 기반의 '지휘 및 통제' 시스템 개발을 지원할 계획을 추진 중이다 [19, 20, 21, 22, 23, 24]. 또한, 민방위 및 위기 관리 분야에서 무인항공시스템(UAS)과 관련된 과학, 공학 및 최종 사용자 전문 지식의 지속 가능한 네트워크를 개발하기 위해 '콜라리스(COLLARIS)' 역량 구축 주도권(이니셔티브)을 진행하고 있다 [25]. 이는 개별 국가의 역량을 넘어 유럽 연합 차원의 통합된 재난 대응 생태계를 조성하려는 시도로 평가된다.

구분	주요 정책 및 제도적 특징	핵심 활용 분야 및 사례
대한민국	드론촉진법 개정(재정 지원 명시),	폭염 예찰(지방정부), 조난자 수색

	지자체 연구개발(R&D) 지원	(충북)
미국	연방 기관(FEMA, FAA) 가이드라인, 드론 대응(C-UAS) 대규모 예산 배정	화학, 생물, 방사능, 핵, 폭발물(CBRNE) 원격 탐지, 대규모 행사 드론 방어
일본	1인당 운항 대수 상한 철폐, 규정 대폭 완화	인프라 점검, 인공지능(AI) 피해 측정, 지자체-민간 물류 협정
중국	5개년 계획 기반 지능형 장비 집중 투자	태풍/홍수 인공지능(AI) 모니터링, 국경 산사태 통신 복구
유럽	5세대 이동통신(5G) 및 인공지능(AI) 기반 지휘통제 시스템, 콜라리스(COLLARIS) 이니셔티브	민방위 무인항공시스템(UAS) 전문 지식 네트워크 구축

4. 군사용 드론 등 Physical AI의 개발 및 민간 방재안전 분야 전환 활용 방안

군사용 드론 등 Physical AI의 개발 및 정책 동향

최근 글로벌 안보 환경의 급격한 변화와 함께 군사용 드론과 인공지능(AI)이 결합된 물리적 인공지능(Physical AI) 기술이 전례 없는 속도로 고도화되고 있다. 우크라이나는 러시아와의 전쟁을 거치며 장거리 및 수중 자폭 드론 등 세계 최고 수준의 군사용 드론 기술을 전장에서 직접 시험하며 발전시켰다(제2장 참고) [26, 82, 83].

대한민국 국방부는 2026년 6월 26일 '국방 드론·대드론 발전 정책'을 발표하여 저가·소모성 드론 2만대 이상 확보, 한국형 장거리 자폭 무인기(K-LUCAS) 전력화, 인공지능(AI) 기반 군집 드론 확충 및 50만명의 드론 전사 양성 계획을 구체화했다 [84, 85, 86, 87, 88, 89, 90].

해외 주요국 역시 군사용 드론 역량 강화에 집중하고 있다. 중국은 군사용 드론 기술의 민간 전환을 포함한 민군 드론 융합 정책을 적극적으로 추진하고 있다 [91]. 러시아와 북한은 2025년 7월 회담을 통해 드론 기술 및 구조 작전 훈련 지원에 합의하는 등 재난 예방 분야의 협력을 강화하고 있다(제5장 참고) [92, 93].

학술논문의 연구 결과에 따르면, 최신 군사용 드론은 인공지능(AI) 기반 내비게이션과 자율 경로 최적화 기술을 탑재하고 하이브리드 메시 네트워크와 롱텀에볼루션(LTE) 통신망을 통합하여 통신 음영 지역에서도 임무 수행이 가능하다 [94]. 또한, 디지털 트윈 시뮬레이션으로 생성한 합성 훈련 데이터를 기반으로 최적화된 딥러닝 프레임워크(WRN-YOLOv8)를 적용해 소형 물체 탐지 능력을 크게 향상시켰다 [95]. 이러한 기술 발전은 국제 안보 환경에 광범위한 영향을 미치고 있다 [96].

군사 기술의 민간 방재안전 분야 전환(Spin-off) 가능성 및 사례

군사용으로 개발된 고도화된 드론 기술은 인공지능(AI), 군집 지능, 5세대 이동통신(5G) 등과 결합하여 재난 대응, 공공 안전 등 민간 방재안전 분야로 전환(Spin-off)될 잠재력이 크다 [97]. 군사용 드론의 정밀 감시 및 정찰 기능은 재난 피해 지역의 실시간 모니터링과 생존자 수색에 응용될 수 있으며 [27, 29, 30], 보건 비상상황 시 접근이 어려운 지역에 구호물자를 공중 배송하는 데 유용하다 [28].

인도의 드론 기업 '아이디어포지(ideaForge)'는 2008년 11월 뭄바이 테러 이후 국방 드론을 개발해 시장 지배력을 확보한 뒤, 매핑 및 재난 대응용으로 제품군을 다각화하며 민간 시장에 성공적으로 진출했다 [98]. 최근 산업계에서는 드론 스타트업들이 수익성과 기술 고도화를 위해 민군 겸용(이중용도) 기술 발전을 가속화하는 추세다 [99].

구분	군사용 드론 기술 요소	방재안전 분야 전환(Spin-off) 활용 방안
정찰 및 감시	고해상도 카메라, 열화상 센서, 실시간 탐지(YOLOv8)	산불, 홍수 등 재난 현장 실시간 모니터링 및 실종자 수색
비행 및 통신	인공지능(AI) 자율 비행, 군집 지능, 하이브리드 통신망	통신 단절 지역의 임시 통신망 구축 및 다중 드론 합동 수색
페이로드 운송	고중량 탑재, 장거리 비행 능력	고립 지역 구호물자(식량, 의약품, 백신 등) 긴급 배송

불법·무장 드론의 위협 증가와 대(對)드론(Anti-Drone) 체계 구축

드론 기술의 보편화는 악의적 목적의 불법 및 무장 드론 사용이라는 새로운 사회적 재난 위협을 야기하고 있으며, 이에 대응하기 위한 방어 체계 구축이 주요국을 중심으로 활발히 진행 중이다(제5장 참고) [34, 35, 36]. 국내에서도 통제 없는 드론 비행이 잠재적 안보 위협으로 대두되며 법적·제도적 쟁점이 제기되고 있다 [100].

미국 국토안보부(DHS)는 대규모 국가적 행사 보호를 위해 대드론 기술에 대규모 예산을 투자하고 엄격한 무력화 규칙을 마련하고 있다 [101, 102, 103]. 한국 국방부 역시 지향성 에너지 무기 개발 등을 포함해 방어 체계를 강화하고 있다 [84].

그러나 드론 대응 무기가 민간 공역의 안전 기준과 상충할 수 있어, 도심지나 민간 영역에 대드론 체계를 도입할 때는 심각한 법적·제도적 안전 쟁점이 발생할 수 있다 [104]. 따라서 불법 드론의 위협을 차단하면서도 민간 항공 안전을 보장할 수 있는 정교한 기술 개발이 요구된다.

군사용 드론의 민간 전환 시 윤리적·안전 쟁점

군사용 드론 기술을 민간 방재안전 분야로 전환하는 과정에서는 심각한 윤리적, 안전상 쟁점이 수반된다. 특히 분쟁 지역에서 무장 드론과 인도적 목적의 드론을 명확히 구분하기 어려워 구호요원의 안전을 위협하는 등 인도주의적 원칙에 도전하는 문제가 급증하고 있다(제5장 참고) [31, 32, 33]. 수단과 니제르 등에서는 군용 드론 공격으로 다수의 민간인이 사망하며 드론 활용 이면의 공포가 커지고 있으며 [105, 106, 107], 국제 인도법 관점에서도 합법성과 윤리성에 대한 논쟁이 지속되고 있다 [108, 109].

또한, '포켓몬 고'와 같은 민간 게임 애플리케이션에서 수집된 위치 데이터가 군용 드론 인공지능(AI) 학습에 활용될 수 있다는 우려가 제기되며, 민간 데이터의 군사적 전용(이중용도) 문제가 새로운 윤리적 쟁점으로 부상했다 [110, 111]. 기술적 안전성 측면에서도 훈련되지 않은 사용자의 조작이나 부품 고장, 극단주의자에 의한 탈취 위험이 경고된다 [28]. 이를 해결하기 위해 드론 인터넷(IoD) 환경을 실제 배치하기 전 에어심(AirSim)과 같은 오픈소스 시뮬레이터를 통해 장애물 탐지 및 충돌 방지 기능을 충분히 검증해야 한다는 연구 결과도 제시된다 [29].

결과적으로, 군사용 물리적 인공지능(Physical AI) 기술을 방재안전 분야로 도입하기 위해서는 기술적 고도화뿐만 아니라, 민간 공역에서의 안전성 확보, 데이터 프라이버시 보호, 인도주의적 원칙 준수를 위한 엄격한 법적·제도적 가이드라인 마련이 선행되어야 한다.

5. 국내외 Physical AI 방재안전 활용 사례 및 쟁점(규제, 안전, 윤리, 비용)

1. 국내 Physical AI 방재안전 활용 사례 및 성과

국내 방재안전 분야에서 드론과 무인 로봇 등 물리적 인공지능(Physical AI)의 활용은 중앙부처와 지자체를 중심으로 급격히 확대되고 있다. 행정안전부와 지자체는 136억원 규모의 조난 감지 시스템 개발 및 2,584대의 드론과 3,635명의 인력을 투입한 폭염 취약지역 예찰 등을 추진하고 있다(제2장, 제3장 참고)[57, 58].

소방청은 2025년 기준 전국에 676대의 드론을 배치하여 화재 및 재난 현장에 적극 활용 중이며, 운용 실적은 연평균 약 40% 증가했다(제2장 참고)[2, 3, 4]. 특히 2022년 경북 울진·강원 삼척 대형 산불 당시 열화상 탑재 드론이 확산 방향 예측과 인명 확인에 크게 기여한 바 있다[4]. 지자체 차원에서도 경기도가 짙은 연기 속에서 최대 17m 거리의 대상을 식별하는 무인소방로봇 '파이로(FIRO)'를 도입하는 등 현장 적용을 본격화하고 있다(제2장 참고)[42, 43, 44].

또한, 고층건물 화재 진화 드론, 60kg급 들것 드론, 야간 산불 현장용 50kg급 산업용 드론 등이 규제샌드박스 제도를 통해 성공적으로 실증되며 기술 고도화가 진행 중이다(제2장 참고)[59, 65].

2. 해외 주요국 및 국제기구의 활용 사례

해외 주요국은 재난 대응의 효율성을 높이기 위해 물리적 인공지능 기술을 현장에 적극 적용하고 있다.

미국의 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)은 재난 대응 시 무인항공시스템(Unmanned Aircraft Systems, UAS) 파생 이미지를 활용하여 기존 방식 대비 비용 절감과 안전성 향상 효과를 거두고 있다[112]. 국토안보부(Department of Homeland Security, DHS)의 화학·생물·방사능·핵·폭발물(Cheical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives, CBRNE) 센서 통합 지침과 연방항공청(Federal Aviation Administration, FAA)의 다기관 조정 연구, 테네시주 교통부(Tennessee Department of Transportation, TDOT)의 토네이도 재해 구호 검증 등 연방 및 주 정부 차원의 활용 체계가 구축되고 있다(제2장, 제3장 참고)[12, 37, 66, 67, 68].

중국은 243,000개 이상의 이미지를 분석해 1,500개 이상의 홍수 위험을 식별하는 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 모니터링 시스템과 국경 지역 산사태 시 통신 복구용 무인기를 투입하고 있으며, 극한 환경에서도 작동하는 구급 드론 훈련에 성공했다(제2장, 제3장 참고)[14, 79, 80].

일본은 국토교통성(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, MLIT) 주도로 2023년 5월 사이타마현에서 레이저 센서를 장착한 드론의 3시간 이상 연속 비행 및 시야 밖 자율 비행(레벨 3)을 통해 3차원 지형 이미지를 생성하는 데 성공했다[113]. 2025년에는 민간 기업이 쓰나미 및 지진 발생 시 사람의 개입 없이 작동하는 드론 기반 자동 경보 시스템을 배치했으며[114], 가나가와현 등 지자체는 일본 무인항공시스템 산업 개발 협회(Japan UAS Industrial Development Association, JUIDA)와 재난 대응 협정을 체결하여 비상 물품 운송 체계를 구축했다(제2장 참고)[76].

한편, 우크라이나 전쟁에서 발전한 장거리 드론 기술이나 러시아와 북한의 재난 예방 분야 드론 기술 협력 사례처럼 전장 환경의 기술이 재난·구조 분야로 이전되거나 국가 간 협력에 활용되는 동향도 확인된다(제4장 참고)[26, 92, 93].

3. Physical AI 도입에 따른 주요 쟁점 (규제, 안전, 윤리, 비용)

물리적 인공지능의 방재안전 분야 도입이 가속화됨에 따라 규제, 안전, 윤리, 비용 측면에서 다양한 쟁점이 대두되고 있다.

구분	주요 쟁점 및 내용
규제 및 데이터	불충분한 비행 규제, 수집된 대규모 데이터의 처리·

	분석 역량 부족
안전 및 보안	테러·범죄 목적의 불량 드론 위협, 대(對)드론 방어 기술 및 규정 필요성
윤리 및 프라이버시	무장 드론과 인도주의 드론의 혼동 위험, 개인식별 정보(PII) 수집 우려
비용 및 인프라	장비 투자 및 교육 시스템 구축 비용, 비용 대비 효율성 입증 과제

첫째, 규제 및 데이터 관리 측면의 한계가 존재한다. 유엔 인도주의업무조정국(United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, UN OCHA) 보고서에 따르면 불충분한 규제와 수집된 데이터의 처리 역량 부족이 주요 과제로 지적되었다(제1장 참고)[49]. 재난 현장에서 최대 2cm 고해상도 이미지를 제공하는 센서가 활용될 수 있으나(제2장 참고)[38], 방대한 데이터를 신속히 처리하기 위한 다기관 협력과 기술 표준 마련이 시급하다(제3장 참고)[37].

둘째, 안전 및 보안 위협이 증가하고 있다. 악의적 목적의 드론 사용이 유인 항공기 운항과 중요 인프라에 심각한 위협이 됨에 따라, 미국 국토안보부(DHS)는 대규모 행사 보호를 위해 대(對)드론 기술에 1억1,500만달러를 투자하고 관련 규정을 논의하고 있다(제4장 참고)[34, 35, 36, 101, 102, 103].

셋째, 윤리적 문제와 프라이버시 침해 우려가 크다. 학술 연구에 따르면 인도주의 드론 사용은 사생활 침해를 넘어 인도주의 원칙에 도전하는 윤리적 문제를 야기할 수 있다(제1장 참고)[55]. 특히 분쟁 지역에서 무장 드론이 인도주의 활동가에게 심각한 위협이 되고 있으며, 2025년 관련 사건이 1,800건 이상 기록되어 150% 급증했고 최소 159명의 구호 요원이 사망하는 등 군사적 용도와 인도적 목적의 드론을 분리하기 어렵다는 점이 한계로 지적된다(제4장 참고)[31, 32, 33]. 프라이버시 보호를 위해 미국 연방재난관리청(FEMA)은 우발적으로 수집된 개인식별정보(Personally Identifiable Information, PII)를 사용 전 난독화하거나 삭제하는 정책을 펴고 있다[112].

넷째, 비용 및 인프라 투자 문제이다. 미국 연방재난관리청(FEMA) 사례처럼 드론 활용이 기존 방식보다 비용이 적게 든다는 장점이 확인되었으나[112], 국내의 경우 핵심 장비인 소방 드론의 장비 투자와 운용 시스템 개선이 시급하다는 지적이 제기된다(제1장 참고)[40, 41]. 지속적인 현장 운용을 위해서는 장비 고도화뿐만 아니라 조종 인력에 대한 교육훈련 시스템 구축을 위한 예산 확보가 필수적이다(제2장 참고)[39].

종합적으로 볼 때, 드론 등 물리적 인공지능은 국내외 방재안전 현장에서 인명 구조와 재난 모니터링의 핵심 수단으로 자리 잡고 있다. 그러나 이러한 기술적 성과가 실제 정책적 효능감으로 이어지기 위해서는 개인정보 보호 가이드라인 확립, 대(對)드론 보안 체계 구축, 그리고 안정적인 예산 확보를 통한 인프라 확충이 병행되어야 할 것으로 평가된다. 특히 군사용 기술의 민간 전환

시 발생할 수 있는 윤리적 혼란을 방지하기 위한 국제적 기준 마련과 국내 법제도 정비가 향후 중요한 정책 과제가 될 것이다.

6. 드론 등 Physical AI의 방재안전 분야 활용 확대 전략 및 정책 제언

1. 국내외 Physical AI 방재안전 정책 동향 및 시사점

대한민국을 비롯한 주요국은 드론 등 물리적 인공지능(Physical AI)을 방재안전 분야에 적용하기 위해 적극적인 정책을 펼치고 있다. 대한민국은 행정안전부와 국토교통부를 중심으로 공공분야 드론 도입과 재난안전 활용 정책을 추진 중이며, 2025년 12월 개정된 '드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률'을 통해 국가 및 지방자치단체의 재정적 지원 근거를 마련하고 소방청의 전문인력 양성을 확대하고 있다(제1장, 제2장, 제3장 참고) [1, 51, 52, 53, 54, 60, 61].

미국은 연방재난관리청(FEMA), 국토안보부(DHS), 연방항공청(FAA) 등 연방 기관 주도로 대규모 예산을 투입하여 무인항공시스템(UAS) 활용 지침과 다기관 조정 체계를 구축하고 있다(제1장, 제2장, 제3장, 제5장 참고) [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 37, 63]. 일본은 조종자 1인당 드론 운항 대수 상한을 철폐하는 등 과감한 규제 완화를 단행하고, 지방자치단체와 민간 기업 간의 구호 물품 수송 협정을 통해 현장 적용을 가속화하고 있다(제2장, 제3장, 제5장 참고) [13, 69, 71, 72, 73, 74, 75].

중국은 5개년 계획에 따라 지능형 비상 대응 장비 개발에 집중 투자하며, 극한 환경에서의 임무 수행 능력과 다기능 탑재 능력을 고도화하고 있다(제1장, 제2장, 제3장 참고) [15, 16, 17, 18, 47, 62]. 유럽은 무인 시스템 전반으로 보안 조치를 확장하는 실행 계획을 채택하고, 안전한 드론 운영을 위한 규제 프레임워크(U-Space)와 전문 지식 네트워크(COLLARIS) 구축을 추진하고 있다(제1장, 제3장 참고) [25, 48, 64].

이러한 주요국의 동향은 물리적 인공지능의 방재안전 도입이 단순한 기기 운용을 넘어 대규모 예산 투자, 과감한 규제 완화, 다기관 협력 체계 구축으로 진화하고 있음을 시사한다. 국내에서도 법적 근거가 마련된 만큼, 이를 실질적인 재난 대응 역량 강화로 이어가기 위한 구체적인 확대 전략이 요구된다.

2. Physical AI 방재안전 활용 확대를 위한 기술 및 인프라 고도화 전략

드론 등 물리적 인공지능이 방재안전 현장에서 실효성을 거두기 위해서는 첨단 통신 네트워크와의 융합 및 인프라 고도화가 필수적이다. 유럽이 5세대 이동통신(5G) 네트워크와 인공지능(AI) 기반 지휘통제 시스템을 구축하고, 중국이 홍수 시즌에 다양한 센서 융합 기술을 활용한 것처럼(제

2장, 제3장 참고) [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24], 국내에서도 5세대·6세대 이동통신(6G) 통신망과 인공지능을 결합한 통합 지휘통제 플랫폼 구축을 서둘러야 한다.

국방 분야에서 축적된 물리적 인공지능 기술을 민간 방재안전 분야로 전환하여 활용하는 전략도 적극적으로 모색해야 한다. 대한민국 국방부가 추진 중인 대규모 저가·소모성 드론 확보 및 인공지능 기반 군집 드론 확충 계획은 광범위한 재난 발생 시 신속한 피해 지역 탐색에 직접적으로 응용될 수 있다(제4장 참고) [85, 86, 87]. 따라서 국방부와 행정안전부, 소방청 등 재난관리 책임기관 간의 기술 교류 및 하드웨어 공동 활용 체계를 마련하여 비용 효율성을 높여야 한다.

기술 운용을 뒷받침할 물리적 인프라 정비도 병행되어야 한다. 일본이 유휴 공적 시설을 활용하여 드론 운용 인프라를 구축하는 방안을 모색하듯(제2장, 제3장 참고) [70], 국내 지자체 역시 폐교나 유휴 공공부지를 방재용 드론의 이착륙장, 충전소, 정비 센터 등 전진 기지로 활용하는 방안을 검토할 필요가 있다.

다만, 기술 투자에 있어 명확한 방향 설정이 요구된다. 투자는 개별 기술보다는 전체적인 역량 구축에 집중되어야 한다는 유럽의 분석처럼(제1장 참고) [50], 재난 유형별 대응 시나리오에 물리적 인공지능이 어떻게 기여할 수 있는지 분석하고 전체적인 재난 관리 역량을 향상시키는 방향으로 예산이 집행되어야 한다.

3. 법·제도 정비 및 다기관 협력 기반의 정책 제언

물리적 인공지능의 방재안전 분야 활용을 극대화하기 위해서는 기술 발전 속도에 맞춘 유연한 법·제도 정비와 이해관계자 간의 거버넌스 구축이 시급하다.

첫째, 규제 완화와 실효성 있는 재정 지원 체계가 필요하다. 일본의 1인당 드론 운항 대수 상한 철폐 사례를 참고하여(제2장, 제3장 참고) [13], 국내에서도 재난 상황의 특수성을 고려해 안전성이 검증된 인공지능 자율비행 및 군집 드론에 대한 가시권 밖 비행이나 1인 다수 기기 조종 규제를 대폭 완화하는 특례 조항을 확대 적용해야 한다. 또한, 개정된 드론 활용 촉진법을 근거로(제1장, 제3장 참고) [51, 52], 지자체가 방재용 드론을 원활히 도입하고 유지보수할 수 있도록 중앙정부 차원의 구체적인 예산 매칭 가이드라인이 마련되어야 한다.

둘째, 다기관 협력 및 민관 파트너십을 강화해야 한다. 미국 연방항공청(FAA)이 지정한 다기관 조정 및 데이터 관리 과제 해결의 필요성처럼(제1장, 제2장, 제3장, 제5장 참고) [37], 재난 발생 시 여러 기관의 동시 드론 운용으로 인한 공역 충돌과 데이터 파편화를 방지하기 위해 국가 재난안전 통신망과 연계된 통합 공역 관리 및 영상 데이터 공유 시스템을 구축해야 한다. 아울러 일본 지자체와 민간 기업 간의 물류 드론 수송 협정 사례와 같이(제2장, 제3장, 제5장 참고) [71, 72, 73, 74,

75], 우수한 기술력을 갖춘 민간 기업과 사전 협정을 맺어 비상시 신속하게 자원을 동원하는 민관 협력 모델을 확산시킬 필요가 있다.

셋째, 현장 맞춤형 전문 인력 양성이 지속되어야 한다. 소방청이 추진 중인 재난 현장 대응 전문 인력 양성 교육을(제1장 참고) [60, 61] 산림청, 해양경찰청, 지자체 재난안전 부서로 확대 적용해야 한다. 특히 단순 조종 기술을 넘어, 인공지능이 분석한 데이터를 해석하고 현장 지휘에 적용할 수 있는 데이터 분석 역량을 갖춘 융합형 인재 육성이 요구된다.

이상의 전략과 제언을 종합하면 다음과 같다.

구분	주요 내용
법·제도 개선	1인 다수 기기 운용 및 가시권 밖 비행 규제 완화, 지자체 재정 지원 가이드라인 마련
기술·인프라	5세대·6세대 이동통신 및 인공지능 융합 지휘통제 플랫폼 구축, 국방 드론 기술 민간 전환, 유희 시설 인프라 활용
거버넌스	다기관 공역·데이터 통합 관리 체계 구축, 지자체-민간 기업 간 재난 대응 협정 확대
인력 양성	재난관리 책임기관 전반으로 전문 교육 확대, 데이터 분석 기반의 융합형 인재 육성

결론적으로, 드론 등 물리적 인공지능은 방재안전 분야의 패러다임을 바꿀 핵심 수단이다. 주요국은 이미 기술 도입을 넘어 체계적인 인프라와 제도를 완성해 나가고 있다. 국내에서도 단편적인 기기 도입에서 벗어나, 법·제도, 인프라, 다기관 협력, 인력 양성이 유기적으로 결합된 종합적인 확대 전략을 실행함으로써 국가 재난 대응 역량을 한 단계 도약시켜야 할 것이다.

참고문헌

- [1] korea.kr. 대한민국 정책브리핑 (국토교통부), 2020년 3월 4일, "드론산업" * 핵심 내용: 국토교통부는 2021년까지 약 4,000여 대의 드론이 국토교통, 경찰, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148867190>
- [2] kdrm.kr. 대한민국 소방청 (연합뉴스 인용), 2026년 3월 16일, "[드론산업 기획③] 안전영역을 강화하는 무인기산업" * 핵심 내용: 소방청에 따르면 2025년 기.... <https://www.kdrm.kr/news/articleView.html?idxno=602374>
- [3] news1.kr. 소방청은 대형 화재 시 열화상 감지, 야간 수색, 산악 조난 구조 등에서 드론 도입의 실질적인 효과를 확인했으며, 협의회를 통해 소방드론 운영의 정책적 방향성을 <https://www.news1.kr/society/general-society/5863194>
- [4] wikipedia.org. 소방 드론은 가시광선·열화상·가스감지 등 탑재체를 활용하여 정찰, 상황 판단, 의사결정 지원을 수행하며, 확성기·서치라이트·투하장치 등으로 대피 유도과 물자 전달.... https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%8C%80%ED%95%9C%EB%AF%BC%EA%B5%AD%EC%86%8C%EB%B0%A9%EC%9D%98_%EB...
- [5] fema.gov. 미국 연방재난관리청(FEMA), 2026년 10월 28일, "Fiscal Year 2027 Counter Unmanned Aircraft Systems (C-UA... (Fiscal Year 2027 Counter Unmanned Aircraft Systems (C-UAS) Grant Program). https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_fy-2-27_c-uas_grant-program_nofo.pdf
- [6] airsight.com. 2026 회계연도에 2억 5천만 달러가 FIFA 월드컵 개최 주와 수도권에 배정되었으며, 2027 회계연도에는 나머지 2억 5천만 달러가 모든 주 및 영토에 배정.... <https://www.airsight.com/blog/femas-250m-counter-uas-grant-key-details-for-states-and-agencies>
- [7] aerodefense.tech. 2026 회계연도에 2억 5천만 달러가 FIFA 월드컵 개최 주와 수도권에 배정되었으며, 2027 회계연도에는 나머지 2억 5천만 달러가 모든 주 및 영토에 배정.... <https://blog.aerodefense.tech/c-uas-fema-grant>
- [8] hstoday.us. 2026 회계연도에 2억 5천만 달러가 FIFA 월드컵 개최 주와 수도권에 배정되었으며, 2027 회계연도에는 나머지 2억 5천만 달러가 모든 주 및 영토에 배정.... <https://www.hstoday.us/subject-matter-areas/emergency-preparedness/fema-announces-250-million-in-...>
- [9] commercialuavnews.com. 2026 회계연도에 2억 5천만 달러가 FIFA 월드컵 개최 주와 수도권에 배정되었으며, 2027 회계연도에는 나머지 2억 5천만 달러가 모든 주 및 영토에 배정.... <https://www.commercialuavnews.com/fema-250-million-counter-drone-grants-all-states-territories>
- [10] nlc.org. 2026 회계연도에 2억 5천만 달러가 FIFA 월드컵 개최 주와 수도권에 배정되었으며, 2027 회계연도에는 나머지 2억 5천만 달러가 모든 주 및 영토에 배정.... <https://www.nlc.org/article/2025/12/09/femas-announces-new-counter-uas-grant-program-to-empower-c...>
- [11] fema.gov. 2026 회계연도에 2억 5천만 달러가 FIFA 월드컵 개최 주와 수도권에 배정되었으며, 2027 회계연도에는 나머지 2억 5천만 달러가 모든 주 및 영토에 배정.... <https://www.fema.gov/fact-sheet/counter-unmanned-aircraft-systems-grant-program-frequently-asked-...>
- [12] fema.gov. 미국 국토안보부(DHS) 과학기술국(Science and Technology Directorate), 2024년 3월 28일, "DHS releases guida... (DHS releases guidance for unmanned aerial systems for public safety missions). <https://www.usfa.fema.gov/blog/dhs-releases-guidance-for-unmanned-aerial-systems/>

- [13] careyounews.org. 일본 국토교통성, 2026년 10월 26일, 조종자 1인당 드론 운항 대수 상한 철폐 정책 핵심 내용: 일본 국토교통성은 조종자 한 명이 동시에 운항할 수 있는 ... (조종자 1인당 드론 운항 대수 상한 철폐 정책). <https://www.careyounews.org/news/articleView.html?idxno=12212>
- [14] people.cn. 중국 (광시 좡족 자치구, 선전), 2026년, "How technology is reshaping China's disaster response" (기술이 중국... (기술이 중국의 재난 대응을 어떻게 재편하고 있는가). <https://en.people.cn/n3/2026/0716/c90000-20478310.html>
- [15] scio.gov.cn. 중국 비상관리부, 2026년, "Nation to strengthen emergency response, prevention" (비상 대응 및 예방 강화) 및 관... (비상 대응 및 예방 강화). http://english.scio.gov.cn/m/pressroom/2026-10/22/content_118744360.html
- [16] opengovasia.com. 중국 비상관리부, 2026년, "Nation to strengthen emergency response, prevention" (비상 대응 및 예방 강화) 및 관... (비상 대응 및 예방 강화). <https://opengovasia.com/china-strengthens-emergency-response-and-disaster-prevention-plans/>
- [17] www.gov.cn. 중국 비상관리부, 2026년, "Nation to strengthen emergency response, prevention" (비상 대응 및 예방 강화) 및 관... (비상 대응 및 예방 강화). https://english.www.gov.cn/news/202610/22/content_WS6ad9d55bc6d00ca5f9a0de6e.html
- [18] bignewsnetwork.com. 중국 비상관리부, 2026년, "Nation to strengthen emergency response, prevention" (비상 대응 및 예방 강화) 및 관... (비상 대응 및 예방 강화). <https://www.bignewsnetwork.com/news/279390283/china-steps-up-efforts-to-build-stronger-emergency-...>
- [19] europa.eu. 또한, 드론 탐지를 위해 5G 네트워크를 활용하고 AI 기반의 '지휘 및 통제' 시스템 개발을 지원할 계획이다.. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_26_364/IP_26_364_EN.pdf
- [20] airhub.app. 또한, 드론 탐지를 위해 5G 네트워크를 활용하고 AI 기반의 '지휘 및 통제' 시스템 개발을 지원할 계획이다.. <https://www.airhub.app/resources/news/europe%E2%80%99s-new-drone-counter-drone-action-plan>
- [21] europa.eu. 또한, 드론 탐지를 위해 5G 네트워크를 활용하고 AI 기반의 '지휘 및 통제' 시스템 개발을 지원할 계획이다.. <https://link.europa.eu/TJHKK8>
- [22] europa.eu. 또한, 드론 탐지를 위해 5G 네트워크를 활용하고 AI 기반의 '지휘 및 통제' 시스템 개발을 지원할 계획이다.. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/drone-security>
- [23] medialaws.eu. 또한, 드론 탐지를 위해 5G 네트워크를 활용하고 AI 기반의 '지휘 및 통제' 시스템 개발을 지원할 계획이다.. <https://www.medialaws.eu/the-commission-action-plan-on-drone-and-counter-drone-security/>
- [24] europa.eu. 또한, 드론 탐지를 위해 5G 네트워크를 활용하고 AI 기반의 '지휘 및 통제' 시스템 개발을 지원할 계획이다.. <https://defence-industry-space.ec.europa.eu/commission-publishes-action-plan-drone-and-counter-dr...>
- [25] europa.eu. 또한, 민방위 및 위기 관리 분야에서 무인 항공 시스템(UAS) 관련 과학, 공학 및 최종 사용자 전문 지식의 지속 가능한 유럽 네트워크를 개발하기 위한 COLL.... https://civil-protection-knowledge-network.europa.eu/system/files/2024-10/attachment_0-3-1.pdf
- [26] sedaily.com. 전장 시험장화" * 핵심 내용: 러시아의 침공으로 4년여간 전쟁을 치른 우크라이나는 드론과 로봇 분야에서 최고 수준의 기술을 보유하게 되었다는 평가를 받습니다.. <https://www.sedaily.com/article/20060803>
- [27] Erika Simpson. 2024. Cutting-Edge Dynamics of Drone Technologies: Military Strategies and Peaceful Innovations (드론 기술의 최첨단 역학: 군사 전략과 평화적 혁신). <https://openjournals.utoledo.edu/index.php/infactispax/article/view/1278>

- [28] Matthew Ayamga, Selorm Akaba, Albert Apotele Nyaaba. 2021. Multifaceted applicability of drones: A review (드론의 다면적 적용 가능성: 검토). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120677>
- [29] Snehal Samanth, K. V. Prema, Mamatha Balachandra. 2022. Security in Internet of Drones: A Comprehensive Review (드론 인터넷 보안: 종합 검토). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2029080>
- [30] T Shobha, Disha D, Khushi Singh Tanwar. 2025. Drones in the Modern World: A Study on their Applications (현대 세계의 드론: 응용 분야 연구). <https://doi.org/10.38124/ijisrt/25mar1921>
- [31] reliefweb.int. UN OCHA (ReliefWeb), 2026년 10월 14일, "The Rise of Armed Drones: Roadmap and Action Framework... (The Rise of Armed Drones: Roadmap and Action Framework for Coordinated Action to Protect Humanitarian Operations). <https://reliefweb.int/report/world/rise-armed-drones-roadmap-and-action-framework-coordinated-act...>
- [32] unocha.org. UN OCHA, 2014년, "Unmanned Aerial Vehicles in Humanitarian Response" (인도적 지원에서의 무인 항공기) 정책 ... (인도적 지원에서의 무인 항공기). <https://www.unocha.org/publications/report/world/unmanned-aerial-vehicles-humanitarian-response>
- [33] unocha.org. OCHA, 2026년 9월 22일, "Take fighting and armed drones out of populated areas: appeal to glob... (무장 드론과 전투를 인구 밀집 지역에서 제외할 것을 글로벌 리더들에게 촉구). <https://www.unocha.org/news/take-fighting-and-armed-drones-out-populated-areas-appeal-global-lead...>
- [34] dhs.gov. 테러리스트, 범죄 조직 및 단독 행위자가 악의적인 목적으로 UAS를 사용해왔음을 언급합니다.. <https://www.oig.dhs.gov/taxonomy/term/1338>
- [35] hsd.org. 테러리스트, 범죄 조직 및 단독 행위자가 악의적인 목적으로 UAS를 사용해왔음을 언급합니다.. <https://www.hsd.org/document/840700>
- [36] hsd.org. 미국 의회조사국(CRS), "불량 드론으로부터 보호" (2020년 5월) (불량 드론으로부터 보호). <https://www.hsd.org/document/838869>
- [37] assureuas.org. 미국 연방항공청(FAA) ASSURE, 2025년 1월 27일, "Disaster Preparedness and Emergency Response Phase II... (재난 대비 및 비상 대응 3단계 최종 보고서). https://www.assureuas.org/wp-content/uploads/2022/03/ASSURE_A11L.UAS_.68_A62_Final_Report_v3.pdf
- [38] mdpi.com. UN OCHA, 2014년, "Unmanned Aerial Vehicles in Humanitarian Response" (인도적 지원에서의 무인 항공기) 정책 ... (홍수 비상 대응 시 무인 항공 시스템 사용 지침). <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/2/521>
- [39] koya-culture.com. 소방드론은 사고 현장 출동, 훈련, 산악 순찰 등 다양한 용도로 활용되며, 지속적인 투자와 교육훈련 시스템 구축을 통해 현장 운용 실적이 증가하고 있습니다.. <https://koya-culture.com/news/article.html?no=133791>
- [40] kmaeil.com. 소방드론은 재난 현장에서 '눈' 역할을 하는 중요한 장비이므로, 장비 투자와 운용 시스템 개선이 시급하다는 지적이 제기되었습니다.. <https://www.kmaeil.com/news/articleView.html?idxno=613156>
- [41] newsdaily.kr. 소방드론은 재난 현장에서 '눈' 역할을 하는 중요한 장비이므로, 장비 투자와 운용 시스템 개선이 시급하다는 지적이 제기되었습니다.. <https://www.newsdaily.kr/news/articleView.html?idxno=251182>
- [42] hkbs.co.kr. 경기도, 2026년 10월 28일, '피지컬 AI 대전환' 비전 선포 및 협의체 출범 화성소방서의 무인소방로봇 '파이로(FIRO)'는 인공지능 열화상 기술을 활용.... <https://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=836875>

[43] m-economynews.com. 경기도, 2026년 10월 28일, '피지컬 AI 대전환' 비전 선포 및 협의체 출범 화성소방서의 무인소방로봇 '파이로(FIRO)'는 인공지능 열화상 기술을 활용....

<https://www.m-economynews.com/news/article.html?no=72242>

[44] etnews.com. 경기도, 2026년 10월 28일, '피지컬 AI 대전환' 비전 선포 및 협의체 출범 화성소방서의 무인소방로봇 '파이로(FIRO)'는 인공지능 열화상 기술을 활용.... <https://www.etnews.com/20261029000001>

[45] nih.gov. 중국 비상관리부, 2021년, "Development of the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Emergency R... (중국 비상구조 분야 무인기 활용 현황 및 발전). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8524250/>

[46] tandfonline.com. 중국 비상관리부, 2021년, "Development of the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Emergency R... (중국 비상구조 분야 무인기 활용 현황 및 발전).

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/RMHP.S323727>

[47] xwuav.com. 중국 비상관리부, (연도 불명, 현대화 노력 맥락), "Emergency rescue" (비상 구조) 핵심 내용: 중국 비상관리부는 "대안전 및 대비상 대응" 시... (비상 구조). <http://www.xwuav.com/en/application/index.html>

[48] europa.eu. 2020년 '지속 가능하고 스마트한 이동성 전략'에서 '드론 전략 2.0' 채택 의사를 밝혔으며, 2026년 2월 11일에는 '드론 및 대(對)드론 보안에 관한

<https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities/drones-counter-drones-and-autono...>

[49] reliefweb.int. FSD (UN OCHA 제공 서비스), 2016년, "Drones in Humanitarian Action: A guide to the use of airborne... (인도적 위기 상황에서 공중 시스템 사용 가이드). <https://reliefweb.int/report/world/drones-humanitarian-action-guide-use-airborne-systems-humanita...>

[50] europa.eu. 보고서는 기술이 개별적인 해결책이 아니라 조력자로서 명확하게 정의된 역량에 통합될 때 가장 큰 가치를 제공하며, 투자는 개별 기술보다는 역량에 집중해야 한다고 결....

https://home-affairs.ec.europa.eu/news/strengthening-eus-future-disaster-resilience-2026-09-22_en

[51] law.go.kr. 대한민국 국회 (국토교통부), 2025년 12월 2일, "드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률 일부개정법률" * 핵심 내용: 2025년 12월 2일 공포된 <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=280123>

[52] law.go.kr. 대한민국 국회 (국토교통부), 2025년 12월 2일, "드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률 일부개정법률" * 핵심 내용: 2025년 12월 2일 공포된 <https://www.law.go.kr/LSW/lsRvsDocListP.do?lsId=013479&chrClsCd=010202&lsRvsGubun=all>

<https://www.law.go.kr/LSW/lsRvsDocListP.do?lsId=013479&chrClsCd=010202&lsRvsGubun=all>

[53] mois.go.kr. 대한민국 행정안전부, 2025년 12월 22일, "재난안전 드론 활용 활성화" * 핵심 내용: 행정안전부는 재난안전 분야에서 드론 활용을 활성화하기 위한 정책을

https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type014/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000003&ntt...

[54] mois.go.kr. 대한민국 행정안전부, 2025년 5월 12일, "재난안전분야 드론 활용 및 활성화 정책연구용역 제안서 평가 결과" * 핵심 내용: 행정안전부는 재난안전 분야 드론....

https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type013/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000006&ntt...

[55] nih.gov. PMC - NIH, 2021년 8월 3일, "Ethical Considerations Associated with "Humanitarian Drones": A S... (인도주의 드론과 관련된 윤리적 고려사항: 범위 지정 문헌 검토).

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8330183/>

[56] ict4peace.org. OCHA, 2020년 6월, "Artificial Intelligence (AI) Applied to Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) a... (무인 항공기(UAV)에 적용된 인공지능(AI)과 인도적 지원에 미치는 영향). <https://ict4peace.org/activities/ocha-report-on-ai-unmanned-aerial-vehicles-uavs-and-humanitarian...>

<https://ict4peace.org/activities/ocha-report-on-ai-unmanned-aerial-vehicles-uavs-and-humanitarian...>

[57] mois.go.kr. 대한민국 행정안전부, 2026년 8월 14일, "폭염 대응에 '지방정부 드론' 활용 본격 확대" * 핵심 내용: 행정안전부는 극한 폭염에 대응하기 위해 지방정부와....

https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&ntt...

[58] boannews.com. 대한민국 행정안전부, 2023년 1월 11일, "행안부, 지역 주도 재난안전 문제 해결 위해 6개 연 구과제 선정" * 핵심 내용: 행정안전부는 2020년부터 지역.... <http://www.boannews.com/news/articleView.html?idxno=113389>

<http://www.boannews.com/news/articleView.html?idxno=113389>

[59] hgnews.co.kr. 이번 실증을 통해 야간·비가시권 비행과 낙하물 투하, 군집 운용 등이 조건부로 허용되어 헬기 운용이 제한되는 야간 산불 현장에서 드론 활용 가능성을 시험할 수 있....

http://www.hgnews.co.kr/default/index_view_page.php?part_idx=307&idx=59349

[60] newspim.com. 소방청은 최신 드론 기술을 정책에 반영하고 재난 현장에 활용하기 위해 전문인력 양성 교육·훈련 과정을 운영하고 있으며, 2021년부터 '드론경진대회'를 개최하여

<https://www.newspim.com/news/view/20240416000772>

[61] safetoday.kr. 소방청은 최신 드론 기술을 정책에 반영하고 재난 현장에 활용하기 위해 전문인력 양성 교육·훈련 과정을 운영하고 있으며, 2021년부터 '드론경진대회'를 개최하여

<http://www.safetoday.kr/news/articleView.html?idxno=86119>

[62] undrr.org. 중국 비상관리부, 국가재난감감센터(NDRCC), (연도 불명, 2018년 이후), "UAV Technology and Its Application in Disas... (재난 비상 관리 분야의 UAV 기술 및 적용). <https://www.undrr.org/media/74331/download>

[63] fema.gov. 미국 연방재난관리청(FEMA), 2026년 8월 12일 업데이트, "Unmanned Aircraft Systems Program Development (UASPD... (Unmanned Aircraft Systems Program Development (UASPD)).

<https://www.fema.gov/emergency-managers/national-preparedness/training/course/awr-406>

[64] un.org. 안전한 드론 운영을 위한 유럽 규제 프레임워크인 U-Space가 2023년 1월에 발효될 예정임을 명시한 다.. https://www.un.org/counterterrorism/sites/default/files/mr._huybrechts_-_european_commission.pdf

[65] irobotnews.com. 규제샌드박스 제도를 적용하여 연구·개발을 진행 중이며, 화재 진화 드론은 고층건물 화점에 소화약제를 방사하여 진압하고, 들것 드론은 건물 옥상에서 구조대상자를 안....

<https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=29509>

[66] bts.gov. 테네시 교통부(Tennessee Department of Transportation, TDOT), 2022년 5월 31일, "Drones and Other Tec... (재난 구호 노력을 지원하기 위한 드론 및 기타 기술). <https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/62694>

[67] bts.gov. 테네시 교통부(Tennessee Department of Transportation, TDOT), 2022년 5월 31일, "Drones and Other Tec... (재난 구호 노력을 지원하기 위한 드론 및 기타 기술).

https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/62694/dot_62694_DS1.pdf

[68] tn.gov. 테네시 교통부(Tennessee Department of Transportation, TDOT), 2022년 5월 31일, "Drones and Other Tec... (재난 구호 노력을 지원하기 위한 드론 및 기타 기술).

<https://www.tn.gov/content/dam/tn/tdot/research/researchsummary/two-page-summaries-from-final-rep...>

[69] dji.com. 일본 디지털대신(고노 타로), 2023년 11월 15일, 인프라 점검 및 재해 피해 측정에 드론 및 AI 활용 정책 핵심 내용: 일본 디지털대신 고노 타로의 지휘... (인프라 점검 및 재해 피해 측정에 드론 및 AI 활용 정책).

<https://enterprise-insights.dji.com/ko/user-stories/japan-natural-disaster-prevention-drones>

[70] ricon.re.kr. 일본 국토교통성, 2026년 2월 24일, 드론 활용 환경 정비 및 공적 시설 활용 핵심 내용: 일본 국토교통성은 드론 활용을 위한 환경 정비에 박차를 가하고 있... (드론 활용 환경 정비 및 공적 시설 활용).

https://www.ricon.re.kr/board/view.php?no=6063&group=issue&page=global_market&cate=12

- [71] osaka.lg.jp. æ º¼ ä¼ ç¼SkyDriveã ¨ã ®é ²ç ½ã ºã ç· çµ º¼ ºã ®é º ºã «ã ºã ºã | (주식회사 SkyDrive와의 방재 협정 체결식 개최에 대하여). https://www.pref.osaka.lg.jp/hodo/fumin/o020090/prs_51120.html
- [72] skydrive.co.jp. SkyDrive、大阪府と災害時等における物流ドローンを活用した 物資の輸送等に関する協定を締結 | 株式会社 SkyDrive (SkyDrive, 오사카부와 재난 시 물류 드론을 활용한 물자 수송 등에 관한 협정 체결). <https://skydrive.co.jp/news/61126/>
- [73] drone.jp. SkyDrive、大阪府と災害時等における物流ドローンを活用した物資の輸送等に関する協定を締結 (SkyDrive, 오사카부와 재난 시 물류 드론을 활용한 물자 수송 등에 관한 협정 체결). <https://drone.jp/news/20250131163502109860.html>
- [74] lnews.jp. SkyDrive / 大阪府と災害時等に物流ドローンの輸送に関する協定締結 (SkyDrive / 오사카부와 재난 시 물류 드론의 수송에 관한 협정 체결). <https://www.lnews.jp/2025/01/r0131312.html>
- [75] jri.re.kr. 일본 국토교통성, 2025년 2월 5일, 오사카부와의 재난 대응 드론 협력 핵심 내용: 일본 국토교통성은 노후 인프라 문제 해결을 위한 '지역 인프라군 재생' 정... (오사카부와의 재난 대응 드론 협력). https://www.jri.re.kr/skyboard/press_keyword/download/5511
- [76] botsanddrones.asia. 일본 UAS 산업 개발 협회(JUIDA) 및 가나가와현, 2026년 5월 17일, "Kanagawa Prefecture Signs Disaster Response... (가나가와현, JUIDA와 재난 대응 협정 체결). <https://botsanddrones.asia/drone-service-providers/f/kanagawa-prefecture-signs-disaster-response-...>
- [77] dovepress.com. 중국 비상관리부, 2021년, "Development of the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Emergency R... (중국 비상구조 분야 무인기 활용 현황 및 발전). <https://www.dovepress.com/article/download/69753>
- [78] researchgate.net. 중국 비상관리부, 2021년, "Development of the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Emergency R... (중국 비상구조 분야 무인기 활용 현황 및 발전). https://www.researchgate.net/publication/355231885_Development_of_the_Use_of_Unmanned_Aerial_Vehi...
- [79] yonhapnewstv.co.kr. 중국 연합뉴스TV, 2025년 5월 2일, ""중국, '구급 드론' 세계 최초 개발...부상자 35km 이송 성공"" * 핵심 내용: 중국은 독자 개발한 세계 최초의 ... ("중국, '구급 드론' 세계 최초 개발...부상자 35km 이송 성공"). <https://www.yonhapnewstv.co.kr/news/AKR20250502164618963>
- [80] globaltimes.cn. 중국 비상관리부, 2026년, "Drones, satellites aid China's border rescue after Nepal mudslide" (네팔 산... (네팔 산사태 이후 중국 국경 구조에 드론, 위성 지원). <https://www.globaltimes.cn/page/202608/1369386.shtml>
- [81] aii.org. "Eyes in the Sky: Increasing the Efficacy of Drones in Disaster Response (하늘의 눈: 재난 대응 시 드... (하늘의 눈: 재난 대응 시 드론의 효능 증대). <https://www.aii.org/eyes-in-the-sky-increasing-the-efficacy-of-drones-in-disaster-response/>
- [82] 드론저널. 2026. [2025년 7월호] 드론 활용 전쟁 양상의 변화와 국방전력 개선 방안 - 드론저널. <https://news.google.com/rss/articles/CBMibEFVX3lxTE13SWI0R1U5dEcXQUtN2dOczFSYzd0UG9ZVHhaM0N3ejhH...>
- [83] Britannica. 2026. Drones | Pros, Cons, Debate, Arguments, Controversy, Warfare, Military, Bombs, Missiles, & War on Terror - Britannica (드론 | 장점, 단점, 논쟁, 주장, 논란, 전쟁, 군사, 폭탄, 미사일, 테러와의 전쟁). <https://news.google.com/rss/articles/CBMiW0FVX3lxTE04NXNteDhtNmd4UDktU0tzUEowdGJpQ3pQdnR2QnJNWnRu...>
- [84] korea.kr. 특히, 저가·소모성 드론 2만 대 이상 확보, 한국형 장거리 자폭무인기(K-LUCAS) 전력화, AI 기반 군집 드론 확보, 그리고 레이저 및 고출력 마이크로파와.... <https://www.korea.kr/briefing/policyBriefingView.do?newsId=156768313>

- [85] korea.kr. 대한민국 국방부, 2026년 6월 26일, '국방 드론·대드론 발전 정책' 발표 또한, 근거리 정찰 드론, 소형 자폭 드론 등 저가·소모성 드론 2만 대 이상을 <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=156768313>
- [86] finance-scope.com. 대한민국 국방부, 2026년 6월 26일, '국방 드론·대드론 발전 정책' 발표 또한, 근거리 정찰 드론, 소형 자폭 드론 등 저가·소모성 드론 2만 대 이상을
<https://www.finance-scope.com/article/view/scp202606260016>
- [87] newspim.com. 대한민국 국방부, 2026년 6월 26일, '국방 드론·대드론 발전 정책' 발표.
<https://www.newspim.com/news/view/20260626000885>
- [88] goodmorningvietnam.co.kr. 대한민국 국방부, 2026년 6월 26일, '국방 드론·대드론 발전 정책' 발표 또한, 근거리 정찰 드론, 소형 자폭 드론 등 저가·소모성 드론 2만 대 이상을
<https://www.goodmorningvietnam.co.kr/news/article.html?no=82384>
- [89] 대한민국 정책브리핑. 2026. 국방 드론·대드론 발전 정책 발표 - 정책뉴스 | 뉴스 - 대한민국 정책브리핑.
<https://news.google.com/rss/articles/CBMibEFVX3lxTE1wUU1FWkZZeHVmOFg4bmhXbHNCa0t5QmxRb2VOLXVZWVf...>
- [90] 문화체육관광부 한국문화원. 2026. 코리아넷뉴스 - 국방부, 50만 드론 전사 양성...AI 군집드론·자폭무인기 전력화 - 문화체육관광부 한국문화원.
<https://news.google.com/rss/articles/CBMia0FVX3lxTE9YVHk2S3ZwSHdKUnZCX0F2VnJQZWp0TjF3OWpMV2RjMVVf...>
- [91] Foreign Policy Research Institute. 2026. China's Civil-Military Drone Fusion - Foreign Policy Research Institute (중국의 민군 드론 융합).
<https://news.google.com/rss/articles/CBMifEFVX3lxTE8wLWw2d0xQNDVNbHdsTXVwY05DMHVQc2lvcTJzUfNnSTJP...>
- [92] spnews.co.kr. SPN 서울평양뉴스, 2025년 12월 17일, "러시아, 북한에 드론 기술·구조 작전 훈련 지원" * 핵심 내용: 러시아 비상사태부는 2025년 7월 북한 재해... (러시아, 북한에 드론 기술·구조 작전 훈련 지원).
<https://www.spnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=102585>
- [93] jajusibo.com. 러시아 비상사태부는 2025년 7월 북한 재해방지성과의 회담 이후, 북한에 드론 기술 및 구조 작전 훈련을 지원하기로 합의했습니다. (러 비상사태부 대표단 방북..."재난 예방·해결 협력").
<http://www.jajusibo.com/68305>
- [94] Gavali Datta Shyamrao, Jadhav Atharv Anil, Budleghar Altaf Alim. 2025. AI Based Multipurpose Military Drone. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-29150>
- [95] Amira Guesmi, Oussema Ghorbel, Jalel Ktari. 2025. Optimized YOLOv8 for Military Object Real-Time Detection on Autonomous Drones (자율 드론의 군사 물체 실시간 탐지를 위한 최적화된 YOLOv8).
<https://doi.org/10.1109/sta66620.2025.11364634>
- [96] Aleksandar Petrovski, Marko Radovanović. 2022. Application of drones with artificial intelligence for military purposes (군사 목적을 위한 인공지능 드론의 적용). <https://eprints.ugd.edu.mk/38979/1/075.pdf>
- [97] Dinesh Kumar Rajendran, Y.G. Bala, Sumaya Akhtar. 2026. Introduction to drone technology (드론 기술 소개). <https://doi.org/10.1201/9781003598350-2>
- [98] Yashodhan Karulkar, Chirayu Morde, Aarya Bhatia. 2025. ideaForge: Pioneering India's drone revolution – From defence dominance to civilian market opportunities (ideaForge: 인도의 드론 혁명을 선도하다 – 국방 지배력에서 민간 시장 기회로). <https://doi.org/10.1177/20438869251395218>
- [99] 인베스트조선. 2026. 전쟁 테마 타고 드론 스타트업 IPO 러시...민간서 군용으로 선회 - 인베스트조선.
<https://news.google.com/rss/articles/CBMigwFBVV95cUxObWxCcIR2UjNVY01IMIRIRUNfU0FEYnBuS2F0RnhMTmtH...>

- [100] 한국일보. 2026. 남북 넘나드는 드론의 시대... '통제 없는 비행'에 아슬아슬 - 한국일보.
<https://news.google.com/rss/articles/CBMibkFVX3lxTFB3YlJrcnZkZWm3VEhQTHIZdXR1SmhleU5DZHxNmJaandK...>
- [101] dhs.gov. 이 사무소는 America250 및 2026년 FIFA 월드컵과 같은 행사를 보호하기 위해 대(對)드론 기술에 1억 1,500만 달러를 투자할 예정입니다.. <https://www.dhs.gov/news/2026/01/12/departments-homeland-security-launches-new-office-advance-dron...>
- [102] hklaw.com. 이 규칙은 대(對)UAS 작전을 위한 훈련, 인증, 승인된 기술(예: 무선 주파수 탐지, 교란, 프로토콜 조작), 보고, 개인 정보 보호 및 규정 준수 요구 사항....
<https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2026/07/latest-fcc-doj-dhs-actions-on-drones-incre...>
- [103] hstoday.us. 이 규칙은 대(對)UAS 작전을 위한 훈련, 인증, 승인된 기술(예: 무선 주파수 탐지, 교란, 프로토콜 조작), 보고, 개인 정보 보호 및 규정 준수 요구 사항.... <https://www.hstoday.us/subject-matter-areas/unmanned-vehicles/doj-dhs-set-counter-drone-rules-for...>
- [104] The New York Times. 2026. Weapons Used to Fight Drones Don't Mix Well With Civilian Airspace - The New York Times (드론과 싸우는 데 사용되는 무기는 민간 공역과 잘 어울리지 않는다).
<https://news.google.com/rss/articles/CBMirAFBVV95cUxNMxEzeDYtRjA3MWN4QVnKMw1OcmZNSzRaRWM0MXhhamZu...>
- [105] UN News. 2026. Armed drones leading cause of civilian death in Sudan war: UN rights chief - UN News (무장 드론이 수단 전쟁에서 민간인 사망의 주요 원인: 유엔 인권 최고대표).
<https://news.google.com/rss/articles/CBMiV0FVX3lxTE8yRXFqVlh2cVdWMXRncUFVMEFtRXhEdDU0MI96RVF5Ql9p...>
- [106] Human Rights Watch. 2026. Niger: Military Drone Strike Kills 17 Civilians - Human Rights Watch (니제르: 군용 드론 공격으로 민간인 17명 사망).
<https://news.google.com/rss/articles/CBMiigFBVV95cUxOdm9uSUZmWm1hcDJQOTJOQzA4VHRGZmxtMUhyZDNFOE54...>
- [107] Responsible Statecraft. 2026. Militaries are drone-happy but populations are living in terror - Responsible Statecraft (군대는 드론에 열광하지만 사람들은 공포에 살고 있다).
<https://news.google.com/rss/articles/CBMiYEFVX3lxTFB1bk5RMTdBn2JxUnRyNjM3ckhHaG5QRTBtX3dvQmplUUNo...>
- [108] ICRC. 2025. Frequently Asked Questions: International humanitarian law and the use of drones in armed conflict - ICRC (자주 묻는 질문: 국제 인도법과 무력 충돌 시 드론 사용).
<https://news.google.com/rss/articles/CBMikgFBVV95cUxQazRjZlNTUMyY21lUDJHbldTS19RQXNhSGITQ0VWUWJX...>
- [109] Just Security. 2025. Drones are Changing How Wars Harm Civilians - Just Security (드론은 전쟁이 민간인에게 해를 끼치는 방식을 바꾸고 있다).
<https://news.google.com/rss/articles/CBMihwFBVV95cUxPRFJjNUE3NUw0S25JMFNsZ1Y3QmNhb2dNTVZSU1pYXF5...>
- [110] 글로벌이코노믹. 2026. 포켓몬 고 데이터, 군용 드론 AI로... 민간 정보 '이중용도' 논란 - 글로벌이코노믹.
<https://news.google.com/rss/articles/CBMiAFBVV95cUxNTTZlZWVhQXMxc19feWN1bmJfUmZLUkpuSVZYWFkzUloy...>
- [111] DongA Science. 2026. '피카츄' 잡은 '포켓몬 고' 위치데이터 학습한 AI, 군용 활용 우려 - DongA Science.
<https://news.google.com/rss/articles/CBMiVEFVX3lxTE94alo4VGUxUVlyRThpRm9sVU9hVmNSeVF2Y2Jld2h4VXFZ...>
- [112] dhs.gov. 미국 국토안보부 (DHS) / 연방재난관리청 (FEMA), 2020년 5월 28일, "DHS/FEMA/PIA-055 FEMA Response Use of Unma... (DHS/FEMA/PIA-055 FEMA Response Use of Unmanned Aircraft System (UAS) Derived Imagery). <https://www.dhs.gov/publication/dhsfemapia-055-fema-response-use-unmanned-aircraft-system-uas-der...>

[113] dronexl.co. 일본 국토교통성(MLIT), 2023년 6월 16일, "Drone Power: Japan's New Disaster Management Strategy (드론 파워: 일본의 새로운 재난 관리 전략). <https://dronexl.co/2023/06/16/drone-power-japan-disaster-management/>

[114] dronelife.com. Blue Innovation, 2025년 7월 31일, "Drones to the Rescue: Japanese Company Deploys Automated A... (구조 드론: 일본 기업, 쓰나미 및 지진 자동 경보 시스템 배치). <https://dronelife.com/2025/07/31/drones-to-the-rescue-japan-deploys-automated-alerts-for-tsunamis...>