

## 재난치안용 무인기 중장기 연구개발 방향

김준호<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원 재난치안용무인기사업단

### Mid to Long Term R&D Direction of UAV for Disaster & Public Safety

Joune Ho Kim<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Disaster & Public Safety UAV Program Office, Korea Aerospace Research Institute

#### Abstract

Disasters are causing significant damage to the lives and property of our society and are recognized as social problems that need to be solved nationally and globally. The 4th industrial revolution technologies affecting society as a whole such as the Internet of Things(IoT), Artificial Intelligence(AI), Drones(Unmanned Aerial Vehicles), and Big Data are continuously absorbed into the disaster and safety industries as scientific and technological tools for solving social problems. Very soon, twenty-nine domestic UAV-related organizations/companies will complete the construction of a multicopter type small UAV integrated system ('17~'20) that can be operated at disaster and security sites. The current work considers and proposes the mid-to-long term R&D direction of disaster UAV as a strategic asset of the national disaster response system. First, the trends of disaster and safety industry and policy are analyzed. Subsequently, the development status and future plans of small UAV, securing shortage technology, and strengthening competitiveness are analyzed. Finally, step-by-step R&D direction of disaster UAV in terms of development strategy, specialized mission, platform, communication, and control and operation is proposed.

#### 초 록

재난·재해는 우리 사회의 인명과 재산에 막대한 피해를 주고 있으며, 국가적으로 해결해야 할 사회문제로서 인식되고 있다. 사물인터넷, 인공지능, 드론(무인기), 빅 데이터와 같은 4차 산업혁명 기술들은 과학·기술적 사회문제해결 도구로서 재난·안전산업 분야에도 흡수되면서 사회 전반에 영향을 미치고 있다. 국내 무인기 관련 29개 기관/기업은 재난치안 현장에서 운용 가능한 멀티콥터형 소형무인기 통합시스템 구축('17~'20)을 완료할 예정이다. 본 논문은 국가 재난대응 체계의 전략 자산으로서 재난치안용 무인기의 중장기적인 발전 방향을 고찰하고자 한다. 먼저, 재난안전 산업 및 정책 동향을 분석하고, 소형무인기 개발현황 및 향후계획, 부족기술 확보, 경쟁력 강화 방안 고찰을 통해 개발전략, 특화임무, 플랫폼, 통신, 관제, 운용 측면에서 재난치안용 무인기의 단계별 연구개발 방향을 제안한다.

**Key Words** : Disaster(재난), Public Safety(공공안전), Drone(드론), UAV(Unmanned Aerial Vehicle ; 무인기), Multicopter(멀티콥터), Disaster & Public Safety UAV(재난치안용 무인기)

## 1. 서 론

최근 코로나19(COVID-19) 감염병과 같은 사회재난

을 포함하여 점차 다양해지고, 복합적으로 변화되고 있는 재난·재해(자연 및 사회재난)는 전 세계 공통의 사회문제로서 인식되고 있으며, 세계 각국은 사회문제 해결을 위한 노력을 경주하고 있다. 우리 정부도 과학 기술을 활용한 사회문제 해결에 노력해 왔으며, 더불어 미래사회의 안전과 경제적 성장을 주도할 4차 산업혁명 기술의 연구개발을 통한 성장 동력화에도 주력하

Received: May 13, 2020 Revised: Jul. 08, 2020 Accepted: Aug. 07, 2020

† Corresponding Author

Tel: +82-42-860-2402, E-mail: heli@kari.re.kr

© The Society for Aerospace System Engineering

고 있다. 재난 및 치안현장에서 “드론(무인기)” 기술은 항공 영상정보 수집 위주로 활용되어 왔으며, 잠재적 발전 가능성이 높은 기술의 하나로 주목 받고 있다. 재난 및 치안 임무 지원을 전담해서 수행할 수 있는 특화된 무인기의 연구개발은 아직 초기단계에 있기 때문에 임무 중심의 검증된 플랫폼과 비즈니스 모델이 개발된다면, 매우 큰 수요와 성장을 기대할 수 있다.

본 논문은 재난안전 관련 산업 동향과 정부 정책방향을 살펴보고, 재난치안용 무인기 시스템의 개발 현황, 산업 생태계 유지 발전, 부족기술 개발과 해외진출을 위한 경쟁력 강화 방안 등을 고찰한다. 이를 통해 재난치안용 무인기 시스템의 중·장기적인 연구개발 방향을 제안하고자 한다.

## 2. 재난안전산업과 무인기시스템

### 2.1 재난안전 산업전망

통계청의 국가통계정보(KOSIS)[1]에 따르면, 지난 10년간(2009~2018) 자연재해로 인한 피해 규모는 연평균 3,610억원이며, 피해복구에 들어간 비용은 연평균 7,662억원에 이른다. 국내 화재로 인한 인명피해는 연평균 315여명에 이르며, 26종의 사고유형별 발생현황은 연평균 295,946건이며, 도로교통사고가 연평균 222,958건, 산불을 제외한 화재사고는 연평균 44,374여건이 발생하는 것으로 나타났다. 해양사고는 지난 10년간 충돌, 접촉, 좌초, 전복, 화재/폭발, 침몰, 기관손상, 인명사고, 기타로 분류된 해양사고가 연평균 2,158건 발생했으며, 이로 인해 사망에 이르는 인명피해도 연평균 106여명에 근접하는 것으로 나타났다. 지난 10년간(2010~2019) 대검찰청의 5대 강력사범(폭력, 흉악, 성폭력, 약취/유인, 방화/실화) 처리 결과를 참조하면, 연평균 421,522건의 강력범죄가 발생하였다. 2010년~2018년 우리 국민의 사회 안전에 대한 인식 통계(격년) 결과를 인용하면 “안전하지 않다”고 답한 경우가 평균 40.7%로 나타났다[1]. 사회재난으로 인한 피해규모는 자연재해의 3배가량 되며, 지속적인 증가세를 이어가고 있어 근본적인 예방과 대응 대책이 필요한 시점이라고 할 수 있다.

2018년 기준 국내 재난안전산업 관련 사업체는 총 67,159개, 사업체의 71.1%가 연 매출액 10억원 미만

인 소규모(영세) 기업이다. 종사자는 총 388,515명, 그 중 연구개발직 종사자는 11,693명(3.0%)로 나타났다. 매출액 총액은 43조 8,336억원이었고, 그 중 자연 및 사회재난 예방산업은 18조 2,358억원(41.6%), 재난 대응산업이 12조 4,512억원(28.4%)을 차지하였다. 전체 매출액 중 수출액은 1.7%인 5,563억원이었다. 한국표준산업분류 세세분류에는 무인항공기 및 무인비행장치 제조업이 재난 대응산업에 속해 있고, 재난지역 수색 및 구조·구급 지원 산업으로 분류되어 있다[2].

재난안전산업 기술수준은 선진국(미국) 대비 70.5~80%로 2~5년의 기술격차를 가지며, 신흥국인 중국 등에 비해서도 경쟁력이 취약한 ‘추격형’ 산업으로 평가되고 있다. 연구비 확대, 인프라 구축 등이 시급한 정책제언으로 조사되었다[3]. 소방방재 및 안전제어 품종인 조명용 기구(HS851220)로 유도등, 비상조명등과 같은 몇몇 품종만이 시장에서 선전하고 있다[4]. 세계 재난안전산업 시장은 2013년 기준 2,809억달러 규모이며, 2023년은 5,376억달러 규모를 상회하여 연평균 6.45%의 성장을 전망하고 있다. Figure 1은 국가별 재난안전산업 시장전망을 나타내고 있다. 국내시장은 2013년 기준 51억달러 규모이며, 2023년에는 99억달러 규모로 연평균 6.25%의 성장률이 전망되었다[4].

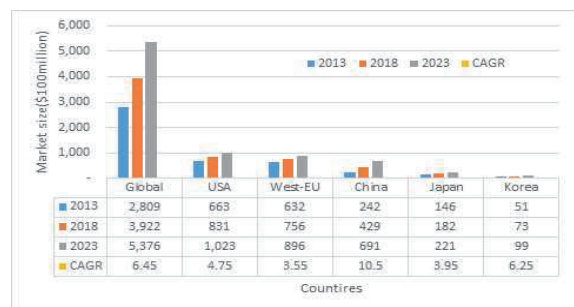


Fig. 1 Market Forecast of Disaster & Safety Industry[4]

한편, 2016년 기준 세계 드론 시장규모는 약 86억 달러이며, 2020년까지 115억 달러 수준으로 성장할 것으로 전망하였다. 반면에 사용 사업 시장인 드론을 활용한 서비스 시장규모는 2016년 기준으로 총 1,270억 달러로 15배가량 크며, 이중 사회기반시설 분야가 452억 달러 규모로 가장 크고, 다음으로 농업분야가

324억 달러, 교통/물류분야가 130억 달러 규모의 순서로 전망하였다[5].

## 2.2 재난안전과 무인기 활용성

재난·재해는 특성상 피해범위가 넓고, 기간통신 및 서비스 시설 상실과 같이 일상적이지 않은 상황이 발생한다. 그러므로 악천후 기상과 같은 극한의 운용환경에 노출되는 무인기 시스템은 재난환경을 극복하면서 특화된 임무를 수행할 수 있어야 한다.

재난 현장에서 활용되는 무인기의 운용환경은 공간적인 분류에 따라 광역, 국지, 실내 환경으로 나눌 수 있다. 광역환경에서 무인기는 기상학적 및 지형학적 자연재해(지진, 태풍, 홍수 등)와 화생방(화학, 생물학, 방사능) 사고, 광역 탐색 및 구조, 응급 구호품 배달 등의 비가시권, 장거리 및 장시간 체공 임무에 활용될 수 있다. 국지환경에서는 협소지역과 밀집지역의 피해 정보수집, 측정 및 검사, 복구상황 조사 등의 가시권, 근접 임무에 활용될 수 있다. 실내환경에서는 안전상황이나 GNSS 위치정보 수신에 어렵고, 통신음영 지역인 붕괴된 터널, 공장, 건물 등 내부의 지도생성, 요구조사 식별, 현장상황 정보수집 등의 폐쇄된 공간 형태인 상황의 비가시권, 근접임무에 활용될 수 있다. 따라서 재난치안 임무를 수행하는 무인기는 적체적소의 활용을 위해 공간적, 환경적 영향을 극복할 수 있도록 임무 특화 및 최적화 개발이 요구된다.

미국, 일본 등의 대형 재난현장(허리케인, 지진, 원전사고, 홍수, 화재)에서 활용된 무인기의 크기, 종류, 임무를 살펴보면, 대부분 재난복구 단계(phase 4)에 광역환경을 가진 피해지역의 정찰과 구조물 검사, 지도생성을 위해 수직이착륙형 무인기가 많이 활용되었다[6]. 또한, 대테러 활동 및 범죄예방, 환경오염 감시 및 대응, 사회간접자본, 국토 및 하천, 문화재 관리를 위한 공간정보, 산림 및 수자원 관리, 도서·산간 구급약품 배송과 긴급 환자수송을 위한 응급의료, 친환경 농업 및 산림 방제, 해양수산 자원관리, 물류 택배분야 등 대부분 국지환경에서의 무인기가 다양하게 활용되고 있으며, 속도전, 과학화, 무인화를 특징으로 하는 국방 분야에서도 재난 현장의 운용환경과 유사한 미래 전장에 대비한 수직이착륙 무인기의 활용이 점차 증가될 것으로 보인다[14].

## 2.3 무인기와 사회변화

무인기(드론)는 급격하지만 연속성 있는 사회변화를 유도 및 견인할 수 있는 잠재적 성장 가능성을 가지고 있다. 특히, 재난안전 분야는 공공성이 매우 커서 공공수요기반의 중소기업 기술 경쟁력 확보, 이를 통한 서비스 시장 활성화가 새로운 비즈니스 모델 창출로 이어질 수 있다. 또한, 서비스 개선을 위한 파생형 무인기 기술개발로 또다시 이어지는 先순환적 무인기 산업 생태계(pre-circular UAV industrial life cycle)가 유지발전될 수 있다. 따라서 이로 인한 긍정적인 사회적 변화의 유도가 매우 용이하다[7]. Bharat Rao 등은 드론의 활용으로 인한 사회적 긍정 혹은 부정적 현상의 발현 측면에서 드론이 사회에 미치는 영향을 분석하였다. 미래 상업용 드론의 성공적인 안착을 위해서는 어떻게 새로운 기술을 사회에 결속시키고 긍정적인 영향을 줄 수 있게 할 것인지 이해당사자인 운전자(사업자), 정책입안자, 연구자들의 심도 있는 검토가 필요하다고 주장하였다[8]. 그러므로 이해당사자들을 포함한 재난안전 분야 무인기 산업 생태계도 통상적인 산업 생태계(수요-개발-제작-운용/정비-개선)처럼 새롭게 활용되는 무인기에 대한 사회적 합의를 통해 완전한 생태계로서의 역할을 기대할 수 있을 것이다.

국내의 경우, 2017년부터 정부주도로 재난치안용 무인기 시스템 연구개발(다부처공동사업)을 통해 이해당사자들이 포함된 무인기 산업 생태계가 형성되어 공공안전(public safety) 분야의 기술적 개발 기반을 구축하였다. 2020년 현시점은 세계적으로도 앞선 기술개발 단계에 있으며, 재난치안용 무인기 시스템 개발의 기술적 우위를 견지하기 위한 안전성과 신뢰성을 향상시키는 중장기적인 연구개발 노력이 필요한 상황이다.

재난치안용 무인기 시스템 기술은 재난안전 산업과 무인기 산업이 융합된 기술로서 재난이라는 특수한 상황에 무인기를 활용하기 위한 기술이기 때문에 사회전반에 변화와 영향을 줄 수 있는 혁신성을 가지고 있다. 이 기술이 중심적인 역할을 할 수 있도록 구축된 무인기 산업 생태계의 연속적인 기반기술 개발과 산업적 역량개발에 집중한다면, 다양한 산업 분야의 제품 개발과도 연결성을 가질 수 있을 것이다. 따라서 무인기 산업 생태계의 유지·발전이 사회 발전의 긍정적인 변화를 이끌 수 있을 것이다.

### 3. 정부 정책 방향

#### 3.1 재난안전기술개발

정부는 국가적 의제가 된 글로벌 기후변화, 사회 불안정성 증가에 따른 사회문제 해결을 위해 과학기술 R&D 역량을 집중하고 있다[9~11]. 제4차 과학기술기본계획의 주요 내용은 정책과 투자연계 전략성을 강화하고, 효과적인 실행과 성과창출로 요약할 수 있으며, 재난안전 및 무인기 개발과 관련하여 정책 및 사업을 구체화하고 전략성을 강화하도록 하는 중장기적인 연구개발 계획 수립이 요구되고 있다[9].

제17회 국가과학기술심의회에서 관계부처 합동으로 심의된 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획[10]은 맞춤형 서비스개발, 재난안전기술 선진화, 안전 생태계 구축으로 요약할 수 있다. 재난안전기술 선진화 전략으로 4차 산업혁명 신기술 기반 재난안전기술의 첨단화, 미래 신종재난 등 급변하는 재난환경 변화에 선제적으로 대응함으로써 국민 맞춤형 안전복지를 구현하고자 하는 것을 알 수 있다.

보다 구체적으로는 행정안전부의 2019년 재난안전 연구개발사업 시행계획[11]을 참고하면, 정부는 재난 안전 산업육성과 첨단기술의 활용 등 재난안전 연구개발을 통해 현장 문제해결 및 국민 체감도를 향상시키고자 하는 것을 알 수 있다. 이를 통해 4차 산업혁명 기술의 연구개발 등 혁신 성장 동력 분야에 재난안전 활용영역을 확대하려는 정부의 정책적 방향을 확인할 수 있겠다.

#### 3.2 정부 R&D 투자방향

과학기술정보통신부에서 발표한 2021년 정부의 연구개발 투자방향 및 기준[12]을 살펴보면, 국민이 체감하는 삶의 질 개선을 위해 재난관련 사회문제 해결에 연구개발의 투자 방향성을 가지고 있음을 알 수 있다. 정부는 대형화, 복합화를 특성으로 하는 재난에 따른 국가 경제 사회적 파급효과를 분석하고, 재난 예방부터 피해 복구지원까지 범부처의 협력적 연구개발에 투자함으로써 재난상황에 전략적인 대응을 하고, 무인기를 활용한 공공 서비스 개발을 통해 무인기 산업 생태계를 유지 발전시키며 혁신 성장 동력화하기 위한 방향으로 일관성 있게 연구개발투자를 추진하고 있다.

### 4. 재난치안용 무인기 개발

#### 4.1 사업개요

“국민안전 감시 및 대응 무인항공기 융합시스템 구축 및 운용” 사업은 공공수요를 기반으로 재난 및 치안현장에서 운용 가능한 재난치안 임무용 무인기 기체 및 운항에 필요한 통신수단, 안전운항 핵심기술, 무인기 운용 및 관리 체계 개발로 국민안전을 제고하는 것을 목표로 하고 있다. 2015년 다부처공동기획사업을 통해 재난치안용 무인기 시스템의 단계적 연구개발 로드맵(1단계 : 멀티콥터형 소형무인기 응용개발, 2단계 : 소형무인기 실용화개발 및 임무확장형 중대형무인기 응용개발)이 사전 및 공동기획이 되었고, 그 결과 제9회 다부처공동기술협력특별위원회에서 사업 추진이 의결되었으며, 2017년 1단계 사업(2017년~2020년)이 다부처공동사업으로 수요부처(소방청, 해양경찰청, 경찰청)와 공급부처(과기정통부, 산업부)가 참여하여 착수되었다. 부처별 역할분담에 따라 매칭형 사업으로서 예산이 통합 운용되었으며, 1단계 사업비는 총 490억원에 이른다. 사업추진위원회(정책입안자), 담당관협의회(수요자 및 운전자), 전담기관과 총 29개의 개발기관(총괄/세부주관기관 및 참여기관, 중소기업 53%)이 참여하여 수행되었다[13,14].

#### 4.2 개발현황

본 사업의 개발 소 과정에 시스템 엔지니어링 기법을 적용하여 개발 절차의 과학, 기술적 타당성을 확보하였으며, 특히 연구기관은 열악한 연구개발 환경을 가진 중소기업에 대한 설계, 해석, 시험평가 등 기술지원과 관리를 병행하였다. 또한, 수요부처 자문단을 운영하여 전체 개발과정에서 기술검토 의견을 반영하며 개발을 진행하였다. 2017년(1차년도) 재난치안용 무인기 통합 시스템의 구현을 위해 임무개념/정의 검토, 요구사항 도출, 시스템 요구/설계 검토, 기본설계검토를 수행하였으며, 시스템 설계단계에 공동설계팀을 운영하여 운용요구서, 운용 요구사항 분석, 통합 시스템 규격서를 수립하였다. 2018년(2차년도)에는 기본임무장비(EO 및 IR 3종) 및 특화임무장비(소방장비투하장치 등 16종), 공통플랫폼(비행체 MC-1/2/3 3종), 지상통제장치, 운용관리시스템 등 통합시스템에 대한 기본

및 상세 설계검토를 수행하였다. 2019년(3차년도)에는 공통플랫폼을 비롯한 모든 구성품 및 장비의 제작을 완료하고, 지상시험과 환경시험을 수행하였다. 이후 통합시스템에 대한 지상시험 및 비행시험이 수행되었다. 2020년(4차년도)에는 코로나19 감염병으로 인해 일시 중단되었던 통합시스템에 대한 추가적인 비행기능 및 성능시험, 임무시나리오 검증시험을 거쳐 대표임무에 대해 운용성 평가를 완료하고, 최종적으로 수요부처에서 시범운용 할 수 있도록 통합시스템으로서 제공하게 된다[13,15].

### 4.3 향후계획

재난치안용 무인기 시스템이 제공되면, 수요부처는 시범운용을 통해 개별 임무환경과 상황에 따라 운용성 확인과 추가적인 임무개발을 통해 운용방안을 구체화할 수 있다. 현장에 배치해야 하는 무인기 시스템의 구성과 인력 운용방안 등 전략적 획득소요 판단과 인력양성, 교육훈련, 정비/유지보수 등을 포함해서 중장기적인 관점에서 상세한 수요부처별 운용계획 검토와 준비가 필요하다. 본 사업을 통해 구축된 무인기 생태계(기업)는 시제품 개발실적과 수요부처의 시범운용 결과에 기반하고, 시장 선도형 상품으로서 해외시장에 진출하여 新시장을 선점한다는 전략을 가지고 있다. 실용화 개발단계에서 안정적인 부품 및 구성품 공급망 구축을 고려하고, 투자비용 회수는 운용 유지 단계에 분산시키는 추가적인 노력이 필요하다. 궁극적으로 기업은 수요자의 요구 성능을 만족시키고, 가격 경쟁력을 가지는 플랫폼(비행체) 및 임무장비, 통신 및 지상장비, 교육 및 훈련 장비, 탑재 및 2차 정보가공용 소프트웨어 등 제품 수명주기 전반의 토탈 솔루션(total solution)으로 수요자에게 제공하여야 할 것이다. 향후, 임무 형상에 따라 보다 콤팩트(compact)한 파생형 플랫폼에 대한 맞춤형 개발기술을 세분화하여 후속 연구개발로 연계시킬 필요가 있다[18]. 응급구조 및 구난임무를 지원할 수 있는 중대형무인기의 개발도 필요하다. 국가재난대응 체계로서 동시다발적인 재난 상황에서 무엇보다 피해자와 구조대원의 인명과 재산의 2차적인 손실을 최소화할 수 있어야 하며, 사회경제적인 비용 최적화한 개발도 고려해야 한다[13].

## 5. 중장기 연구개발방향

### 5.1 대내외 환경분석

재난안전분야 무인기 산업은 이제 막 태동기를 벗어나고 있고, 기술적 기반을 갖춘 생태계가 구축된 상황이며, 향후 시장 성장도 밝게 전망되고 있다. 또한 공공안전을 위한 국가적 연구개발 정책방향도 세계적 추세와 일치하는 등 대내외적으로 좋은 개발 환경을 갖추고 있다고 판단된다.

Table 1 S.W.O.T of disaster UAV

Strength	Weakness
<ul style="list-style-type: none"> <li>- early line-up in global</li> <li>- high level of ICT</li> <li>- high demand (fire, police, forest coast guard, agencies)</li> <li>- r&amp;d support(govern.)</li> <li>- regulation mitigation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- low competitiveness</li> <li>- lack of system integration tech.</li> <li>- lack of advanced tech.</li> <li>- weak competitiveness of material&amp;part tech.</li> <li>- lack of business models &amp; service</li> </ul>
Opportunity	Threat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- risk of global climate change and social unstability</li> <li>- various disaster mission</li> <li>- niche market, every new entrant</li> <li>- demand of derivatives (defense/medical agencies)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- development strategy of advanced countries (china, etc.)</li> <li>- information security technology</li> <li>- lack of productive development tech.</li> <li>- rack of infra.(sales &amp; maintenance)</li> <li>- international standard</li> </ul>

우수한 국내 ICT 기술의 접목, 규제완화와 제도개선, 공공수요가 기업에 마중물이 되도록 정부의 적극적인 지원도 이루어지고 있다. 또한, 기존 기술의 총합을 통한 재난치안용 소형무인기 시스템의 선제적인 연구개발도 마무리 단계에 접어든 상황이다. 재난치안용 무인기 시스템의 중장기적인 연구개발 환경분석(Table 1)을 참조하면, 재난안전분야의 무인기 시장을 누가 먼저 先점유하고 유지 하느냐에 따라 기술-경제-사회적 격차(gap)를 만들어 내면서 지속적인 성장을 이끌 수 있을지가 결정될 것으로 유추할 수 있다.

### 5.2 재난치안용 무인기의 역할과 책임

초연결 미래사회(Hyper-connected future society)에서 필요한 재난안전분야 무인기의 역할과 책임(Fig. 2)은 진화적 체계화가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 세계적으로도 재난과 치안 현장에서 무인기의 활용은 영상수집 및 전송 등의 최초 대응자 역할을 하는

첫 번째(정보수집) 응용단계에 머물러 있기 때문에 중장기적으로는 재난상황에서 간편한 응급 및 구급 물품 뿐만 아니라, 고중량의 구조 및 구난 물품까지 최적화된 운송경로에 따라 광범위한 재난현장의 지정된 거점 장소에 동시 다발적으로 전달하는 임무 수행도 필요하다. 또한, 최적의 효율적인 자원 배분 및 활용을 위한 의사결정을 보조하는 임무지원도 수행해야 한다.

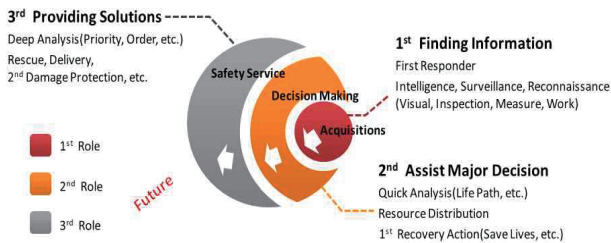


Fig. 2 Roles & Responsibilities of Disaster UAV

### 5.3 재난치안용 무인기 산업 발전 방향

미래의 비행체 시스템은 에너지, 친환경, 신뢰성과 안전성뿐만 아니라, 자율성이 점차 강조될 것으로 전망된다. 무인기 시스템은 점차 유인기 시스템의 영역을 대체할 가능성이 커지기에 유·무인기 통합 운용시 높은 신뢰성과 안전성이 보장되어야 한다. 이에 따른 시험평가 기술개발의 난이도와 위험성, 복잡성도 증가할 것이다. 산업연구원은 무인기 시스템 기술개발이 안정화됨에 따라 사회 전반에 걸쳐 급격하게 적용되어 상용화되는 기술확산시점(tipping point)이 2026년에 도달할 것으로 보았다[5]. Kistep은 제5차 과학기술예측(2016~2040)에서 기술확산시점을 멀티콥터형 드론의 안전율이  $2 \times 10^{-6}$  이하로 확보되는 2024년으로 전망했다[16]. 그러나 국내뿐만 아니라, 국가 간 무인기 시스템에 대한 상호인증과 기술표준도 아직 개발 중에 있는 상황이다. 또한, 재난치안용 소형무인기 실용화개발, 임무확장을 위한 중대형무인기 응용개발, 유·무인기 통합운용, 공역 관리, 제도 정비 등 연속적인 R&D 투자확대가 더욱 필요하고, 인력양성과 기술개발에 따른 사회적 합의도 선결되어야 가능 할 것으로 보인다.

무인기 산업은 新성장 동력으로서 발현될 가능성이 크기 때문에 전방산업(forward market, 무인기 시스템)과 후방산업(after market, 운용 유지)의 상호연결성(inter-connectivity)이 무엇보다 중요하다[14]. 최

근 무인기 시스템 개발에 국가적 역량을 집중되고 있는 만큼 이를 효율적인 산업 발전으로 연결시키려면 산·학·연이 협력하는 중장기적인 무인기 시스템 기술 개발과 인력 양성 차원에서 유인 항공기급의 중대형무인기에 대한 MRO(maintenance, repair & overhaul) 기술개발도 동시에 다뤄져야 할 필요가 있다[7,14].

앞서 기술하였듯이 재난현장의 규모는 광역적이며, 현상도 복잡적이다. 시간적 관점에서도 일률적이지 않고, 피해 및 복구비용도 상당히 큰 특성을 가지고 있다. 재난치안용 소형무인기는 신속히 근접 현장의 정보 수집, 가공, 전송임무에 투입하고, 중대형 무인기는 준 광역적인 현장에서 인명 구조와 구난 임무를 지원하는 역할을 기대할 수 있다. 소방청의 통계자료에 따르면, 지난 10년간(2009~2018) 구조 활동을 위해 출동하여 처리한 결과는 연평균 454,317건이며, 구조된 인명도 연평균 108,611명에 이른다[3].

2020년 중대형무인기 기술현황조사 보고서[17]에 따르면, 중장거리 및 장시간 체공이 필요한 중대형무인기에 대한 연구개발 필요성이 크다는 것을 알 수 있다. 재난재해라는 비우호적인 기상 환경에서 운용반경 100 km 이상, 체공시간 5시간 이상, 임무중량 100 kg 이상의 성능을 가진 수직이착륙 형태(무인헬기, 틸트로터기 등)의 중대형무인기 활용 수요가 있는 것으로 나타났다. 재난 및 치안 현장에서 정보수집과 더불어 의사결정지원, 인명구조와 구난임무에 중대형무인기의 활용이 그 만큼 중요해지고 있음을 보여 주는 것이다.

국내 기업측면에서 재난안전 용도의 무인기 시장은 공공수요 기반의 개발 인지도를 얻을 수 있는 전략적 목표시장(target market)임과 동시에 잠재적 블루오션으로 볼 수 있다. 어느 국가나 재난 대응은 중요한 문제이기에 이미 기술적 기반을 구축한 국내 무인기 산업이 집중해야 할 틈새시장(niche market)이며, 또한 先점유 가능하다고 할 수 있다[14].

제도적 측면에서 제도개선, 수요창출, 시범사업화 노력은 지속하되 급격한 개방보다는 국내 기술 및 가격 경쟁력이 확보되는 시점을 고려하여 전략적이고 순차적인 규제 완화도 필요하다. 제도적 장치가 보호성을 가진 회랑 가이드(corridor guide) 역할을 하며 선택과 기회를 先개방하고 궁극적으로는 사회적 합의에 도달할 수 있도록 後보완하는 것이 경쟁력 강화의 방안

이 될 수 있다. 이는 정부의 시장수요창출과 규제개선 노력이 재난안전과 무인기 산업 전반의 발전을 위해 전략적인 선택이 될 수 있기 때문이다[7].

### 5.4 향후 R&D 방향

국가 재난대응 체계의 전략자산으로 개발전략, 특화 임무, 플랫폼, 통신, 관제, 운용 측면에서 재난치안용 무인기의 단계별 연구개발 방향을 Table 2에 요약 정리하였다.

Table 2 Mid-long term R&D direction

Disaster UAV	short-term (<5years)	mid-term (5-10years)	long-term (10years<)
development strategy	industry-based tech.	life cycle extended tech.	omni-directional integrated system tech.
mission	near surface mission (ISR*)	near & far surface mission+ (ISR+ decision making+ delivery+ ...)	near & far surface+ sphere mission+ ... (ISR+ decision making+ delivery+ rescue+ ...)
platform	mini+ small UAV	mini+ small+ medium+ large UAV	UAV+ aircraft+ others(satellite, ship etc.)
communication	LOS** (LTE/wifi/C..)	LOS+ BLOS** (LTE/wifi/C, HF...)	LOS+ BLOS+ satellite comm. (LTE/wifi/C, HF, L, KU...)
control	non	unmanned vehicle control (UTM*)	uav+ aircraft+ satellite+ integrated control (UTM+ A/STM*)
operation	demonstrated operation (small UAV network)	extended operation (small & large UAV network)	all around operation (integrated system network)

\* ISR : Intelligence, Surveillance, Reconnaissance  
 \* LOS : Line of Sight, BLOS : Beyond Line of Sight  
 \* UTM : UAV Traffic Management.  
 \* A/STM : Aircraft/Satellite Traffic Management

재난안전 산업적 측면에서 개발 중인 재난치안용 소형무인기를 포괄하는 중대형무인기 시스템으로 확장 개발함과 동시에 제작, 운용, 정비, 개선하는 기술도 중장기적으로 연구 개발되어야 할 것이다. 재난치안용 무인기 시장 측면에서 공공 수요에 대한 초기 대응과 활용성이 두드러지게 나타나는 시점이후에는 재난안전 분야의 사용사업을 통한 비즈니스가 활성화되어 민간 수요가 증가하게 될 것으로 보이며, 장기적으로는 국방 및 의료분야에서의 수요도 증가할 것으로 판단된다. 재난치안용 무인기 개발의 기술적 측면에서 가시권/근거리, 수동 조종 및 자동화 기술(1-2수준)에 있는 상황이므로, 비가시권/원거리, 자율적인 판단이 가능한 기술(4-5수준), 유인기와 무인기의 통합 공역 내

에서의 복수 무인기 관제 기술도 중장기적인 개발이 필요하다. 재난치안용 무인기의 규모는 소형무인기가 개발 되고 있으나, 장거리 비가시권 비행과 고중량을 탑재할 수 있는 중대형 크기의 무인기 개발도 필요하다. 재난안전 분야 공공 기관의 무인기에 대한 운용적 측면에서 국지 환경에서의 영상정보 활용에 치중되어 있으나, 중장기적으로 (준)광역 환경에서 재난현장을 관리하기 위한 고고도 무인기와 위성 영상정보의 병합도 필요하다. 대규모 피해 측정, 대형 산불 진화와 인명 구조 등과 같은 극한 상황도 발생할 수 있기 때문이다. 또한, 범부처적인 재난상황, 대응정보 공유 및 의사결정 지원을 위한 플랫폼 개발, 전략적인 재난대응을 위한 특화임무 운용솔루션 개발 등의 운용기술 개발도 필요하다.

현재 기술 수준을 상회하고, 복잡한 거대 시스템들을 포함하는 재난대응 전략자산 시스템의 통합기술이 중장기적으로 연구 개발되어야 할 필요성이 있다. 소형무인기와 중대형무인기 뿐만 아니라, 유인기와 위성, 함정까지 국가적 재난상황에서는 통합적인 대응 전략 자산으로서 활용되어야 하기 때문이다. 이는 국민의 안전한 삶을 보장하기 위한 과학기술의 적극적 개발과 활용이 국가적 차원의 노력으로 일관성 있게 추진되는 정부 정책방향과도 부합하는 것이다.

## 6. 결 론

재난치안용 무인기 시스템은 재난의 조기탐지 및 대응(인명구조 및 구난 포함), 복구상황을 실시간 모니터링하고, 수행할 수 있는 국가적 대응체계로서 구축 및 운용되어야 한다. 국지 및 실내 환경에서 운용 가능한 소형무인기 통합시스템을 기반으로 후속 실용화 개발이 연속되어야 하며, 준 광역 및 광역 재난대응을 위한 의사결정 지원 및 솔루션 제공이 가능한 중대형무인기와 위성활용 기술개발 등 중장기적인 연구개발도 필요하다. 국방/안보, 의료/환경, 해양/항만 등의 타 산업분야의 파생형 시스템 기술개발, 다양한 임무환경에 적용 가능한 어플리케이션의 통합기술 개발 등 재난안전과 무인기, 위성 분야의 융합적 연구개발을 통해 기술 선점과 경쟁력 제고가 필요하다[18].

국내 기업이 무인기 플랫폼과 응용 서비스 등의 공

급 채널로서 다양한 국내수요에 대응하고, 재난안전산업분야 기술적 경쟁력과 개발 인지도를 높일 수 있다면, 해외수요 기반의 틈새시장도 창출되고 시장의 점유율을 先확보할 수 있을 것이다. 아울러 구축된 산·학·연 무인기 산업 생태계의 발전을 가속화하기 위하여 대학의 인력양성과 후방산업 소요기술도 동시에 개발되어야 한다. 소부장(소재, 부품, 장비) 단위의 기반 기술개발과 비즈니스 모델의 개발부터 활용까지 사업화 기술개발이 이루어진다면, 4차 산업혁명 기술의 종합적인 솔루션으로서 新산업을 이끄는 경제 성장의 동력원이 될 수 있을 것이다. 궁극적으로 재난치안용 무인기 시스템의 중장기적 연구개발을 통해 국민의 안전한 삶을 지키도록 사회문제 해결에 활용됨으로써 긍정적 사회 변화의 성과를 창출할 수 있을 것이다.

## 후 기

본 논문은 다부처공동사업으로 수행중인 “국민안전 대응 무인항공기 융합시스템 구축 및 운용” 사업(과제 번호: 10080042 및 10080047) 연구결과의 일부이다.

## References

- [1] Statistics Korea, “Social Statistics(Accident Status, Safety Issue, Wellbeing Awareness and etc.),” Dec 2019.
- [2] Ministry of the Interior and Safety, “Factual Survey for Disaster & Safety Industry in 2018,” Feb 2020.
- [3] KISTEP, “2018 Evaluation of Technology Level ; Disaster and Safety(2018-040),” 2019.
- [4] IssueQuest, “Trend and Outlook for the Development of Smart Disaster and Safety Technology based on AI-IOT,” Jan 2018.
- [5] KIET, “Drone Status and Policy for Mitigation of Regulation,” *Industry Economy*, pp. 9-13, Oct 2016.
- [6] Robin R. Murphy, “*Disaster Robotics*,” The MIT Press, London, England, pp. 118-120, 2014.
- [7] J. H. Kim, “Industrial Advancement Direction and UAV System Development,” *Proc. of SASE Fall Conference 2017*, 2017.
- [8] Bharat Rao, Ashwin Goutham Gopi, Romana Maione, “The societal impact of commercial drones,” *Elsevier, Technology in Society* 45, pp. 83-90, March 2016.
- [9] The 3th PACST, “The 4<sup>th</sup> Basic Plan of Science and Technology(Implementation Plan 2019),” Jun 2018.
- [10]The 17<sup>th</sup> Deliberative Council, “The 3<sup>th</sup> Integrated Plan of Technology Development for Disaster and Safety Management,” Feb 2018.
- [11]Ministry of the Interior and Safety, “Implementation Plan Announcement(2019-26) ; Implementation Plan for Disaster and Safety R&D,” Jan 2019.
- [12]Ministry of Science and ICT, KISTEP, “Plan of Investment Direction & Criteria for Government’s R&D in 2021,” Public Hearing(Online), Feb. 2020.
- [13]KARI, “Yearly Report of DPSM Program,” Korea Aerospace Research Institute, Jan 2020.
- [14]J. H. Kim, “Inter-connectivity between Small UAV Development and MRO,” *Proc. of SASE Spring Conference 2016*, 2016.
- [15]J. H. Kim, “Review of the Development of Small UAV System for Disaster & Public Safety,” *Proc. of SASE Spring Conference 2020*, 2020.
- [16]Kistep, “The 5<sup>th</sup> Science and Technology Foresight (2016-2040),” April 2017.
- [17]KARI, “Final Survey Report ; An Analytic Study on Using Possibility of Medium and Heavy Class UAV in Disaster Areas,” Korea Aerospace Research Institute, Mar 2020.
- [18]J. H. Kim, “Advancement Direction of UAS for Disaster & Public Safety,” *Proc. of SASE Spring Conference 2018*, 2018.