

박사학위 청구논문

2021학년도

드론전투체계의 국방표준화 결정요인에 관한 연구

A Study on the Determinants of Defense Standardization
for Drone Combat Systems

광운대학교 대학원

방위사업학과

김 영 은

드론전투체계의 국방표준화 결정요인에 관한 연구

A Study on the Determinants of Defense Standardization
for Drone Combat Systems

광운대학교 대학원

방위사업학과

김 영 은

드론전투체계의 국방표준화 결정요인에 관한 연구

A Study on the Determinants of Defense Standardization
for Drone Combat Systems

지도교수 민 상 원

이 논문을 공학 박사학위 논문으로 제출함.

2022년 6월 23일

광운대학교 대학원

방위사업학과

김 영 은

김영은의 공학 박사학위논문을 인준함

심사위원장 인

심 사 위 원 인

심 사 위 원 인

심 사 위 원 인

심 사 위 원 인

광운대학교 대학원

2022년 6월 23일

감사의 글

먼저 자상한 지도와 용기로 2013년에 입학하여 9년 만에 학위를 마치게 이끌어주신 지도교수님 민상원 교수님께 감사드립니다. 늦게나마 무사히 논문을 마무리할 수 있게 된 것은 되돌아보면 저를 믿어주시고 격려해주시고, 언제나 힘이 되어주신 교수님의 말씀으로 가능했습니다. 진심으로 감사합니다. 많은 관심과 격려 보내주신 정석재 교수님을 비롯한 김장엽 교수님, 박찬봉 교수님, 박무춘 교수님께도 머리 숙여 존경과 감사의 말씀을 드립니다.

박사학위를 받는다는 기쁨은 누구보다 저에게 특별하고 또 큰 영광입니다. 군인이라 학업의 끈을 놓지 않고 공부하게 되었고, 군대에서 배움의 기회 또한 얻게 되었습니다. 군인으로 근무하는 지금이 저에게는 무한한 자부심입니다. 오늘날 이렇게 군인의 길을 걸어가도록 인도해주신 하늘에 계신 아버지! 보고 싶습니다.

가끔 살아가는 것이 힘들고 지칠 때 한계에 부딪힐 때 세상에 진리와 지혜를 알려주시는 이수룡 교수님, 김진오 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 늘 학업이 부족한 저를 포기하지 않고, 공부하는 군인으로 만들어주신 주은식 장군님께 깊은 존경을 표합니다. 어려운 환경 속에서도 늘 웃음 잃지 않고 술선수범하며 과를 이끌어주시는 신현승 과장님과 정여환 중령님을 비롯한 조달기획과 과원분들께도 존경하는 마음을 전합니다. 권오성 중령님을 포함하여 설문조사에 참여해주신 드론사업팀에도 감사 인사드립니다.

일년동안 어머니 얼굴을 못보고 살고 있네요. 삶에 대한 긍정과 열정의 본보기를 보여주시는 안영희 어머니! 감사합니다. 존경합니다. 사랑합니다. 사랑하는 동생 선우야! 언제나 행복한 인생을 만들어갈 줄 아는 사람이길

바랍니다. 선애 언니, 미정아, 힘내자! 파이팅!! 좁은 지면에 고마운 분들을 모두 열거하면서 감사하는 저의 마음을 전하지는 못하지만, 이 모든 것이 결코 저 혼자 힘으로 된 것이 아니었음을 고백합니다.

박사학위의 의미는 한 분야를 독자적으로 연구할 수 있다는 인증이라는 생각됩니다. 그래서 또 다른 시작이라는 생각이 듭니다. 늘 배움에 목마르셨던 하늘에 계신 아버지께 계속 연구하고, 도전하는 사람으로 살아갈 것을 묵묵히 다짐합니다.

2022년 6월

김 영 은

국문요약

드론전투체계의 국방표준화 결정요인에 관한 연구

4차 산업혁명과 군사과학기술의 발전은 미래 전쟁양상 및 무기체계의 변화를 초래하고 있는 가운데 한국군은 인구감소로 인한 부대 및 병력을 감축하는 가운데 4차 산업혁명시대로 들어오면서 전투능력과 전력효율을 높이면서 저비용·고효율적인 군 작전운용이 요구되고 있다. 이에 국방부와 합동참모본부, 각 군은 무인전투체계 및 드론전투체계를 「국방개혁 2.0」 핵심과제의 하나로 추진하고 있다. 군은 국방개혁을 통해 부대와 병력을 감축하는 대신 작전영역을 확대하고 군사과학기술의 발전을 통해 전투능력과 전투효율을 향상하기 위한 노력을 지속 발전시켜왔다.

군은 미래 게임체인저로서 무인항공기 및 드론을 활용한 신개념 무기체계에 관심을 가지고 2018년부터 전력화하기 시작하여 2022년 3월 말 기준 약 2,000여 대 수준에 이른다. 군용 드론은 군사임무 수행을 위해 요구되는 특수성을 반영하여 이를 충족해야 하며 운용목적에 적합해야 한다. 그러나 지금까지 각 군은 드론 전투체계의 전력화를 위해 요구되는 군용 드론에 대한 가이드라인이 없이 연구개발 및 구매사업을 추진하고 있다.

드론전투체계는 하나의 체계가 정찰·감시와 타격 등 군사적 임무를 동시에 수행하면서 실시간 전쟁상황에서 전투력을 발휘할 수 있다. 다수의 기능을 수행하는 체계들을 통합하여 작전적 운용이 가능하도록 상호운용성을 제고하는 방향으로 무기체계를 발전시키고 있다. 특히 드론전투체계는 상용 네트워크를 기반으로 그 활용성에서 큰 주목을 받아왔고 이를 군용으로 활용하기 위해 적용 범위를 넓혀가고 있다. 우리 군은 드론의 군사적 활용 가능성을 염두에 두고 다양한 전투실험을 통해 드론의 군 적용을 위한 군사기술의 발전과 연계하여 적용 범위를 확장하고 있다.

드론전투체계 사업은 추진방식에 따라 무기체계 및 전력지원체계 드론으로 구분하고 있으며 운용목적에 맞는 다양한 드론체계가 존재한다. 드론의 전력화에 대한 명확한 분류체계와 이에 대한 용어적 개념도 각 군이 다르게 적용하여 소요를 제기하고 실정이다. 이에 따라 국방부, 합동참모본부 및 방위사업청은 드론을 포함하는 무인전투체계의 분류체계 및 용어에 대하여 일관성 있게 적용할 수 있는 국방표준화를 우선 정립해야 할 필요성을 인식하고 있다. 이를 위해 외국의 주요 국가들의 분류기준과 용어를 확인하고 현재 국방부와 합동참모본부의 규정과 지침에 명시된 사항을 구체화하여 우리 군에 적용할 수 있는 세부 분류기준과 내용을 포함하여 분석하였다. 드론 전투체계를 포함하는 무인전투체계의 전력화를 위해 요구되는 분류기준과 용어에 대해 우선 재정립이 필요하다.

드론전투체계는 군사적 임무수행에 적합하게 운용하기 위해 드론 자체의 개발뿐만 아니라 이에 영향을 미치는 주요 요인 등을 충분히 고려하여 반영하고 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 군이 무기체계를 획득할 경우, 전력소요제기서를 작성하는데 군의 작전적 요구능력에 부합하는지에 대한 주요 결정요인을 선정하여 연구개발 및 시험평가를 통해 최종 전력화 여부를 결정하게 된다. 이를 위해 현재의 분류기준에 따른 임무·기능별 분류기준을 준용하여 모호한 무인전투체계의 분류와 용어를 재정립하였다.

본 논문에서는 드론전투체계의 국방표준화 결정요인을 선정하기 위해 단계화하여 연구를 수행하였다. 1단계는 선행연구 및 각종 법령 등을 통해 기존 전력분야의 무기체계 및 전력지원체계의 전력화를 위한 결정요인들을 분석하고 드론 전투체계의 연구개발 및 구매에 필요한 결정요인 및 요소들을 도출하여 이를 국방표준화에 적용할 수 있는지 24개의 주요 요소들에 대하여 15명의 전문가로부터 의견을 받았다. 2단계는 개발되지 않은 드론 전투체계를 개발하기 위한 결정요인 및 구성요소들이 기존 무기체계 결정요인 및 요소와 어떻게 다른지를 전문가 집단의 설문조사를 통해 기존 연구에서 제시된 결과와 상호 비교분석하여 18개의 주요 요소로 조정하여

100여 명의 전력분야 관리자 및 개발자, 운용자, 연구자에 대한 설문조사를 실시하였다.

또한 드론에 대한 각종 제원 및 요소에 대한 자료화를 위해 현재 드론의 대부분을 차지하고 있는 육군 1,800여 대에 대한 세부적인 제원과 요소들을 분석하고, 드론 전력화를 위한 연구개발 및 구매사업에 적용할 수 있는지를 분석하여 드론전투체계의 구축을 위해 필요한 주요 요소들을 도출하기 위한 기초자료로서 활용하였다. 3단계는 드론전투체계 전력화를 위한 주요 결정요인과 요소들에 대해서 관련 분야의 전문가 집단을 대상으로 실시한 설문조사 결과를 델파이 요인분석 기법을 활용하였다. 이를 통해 드론전투체계의 국방표준화를 위한 중요도와 각 요소의 우선순위를 선정하여 국방표준화를 위한 가이드라인을 제시하고자 하였다.

드론전투체계의 국방표준화를 위한 주요 결정요인은 하부 구성요소들로부터 도출된 상관관계들을 종합적으로 확인하고, 개별 구성요소들이 상호 관련되는 경제성 요인, 기능성 요인, 기술성 요인, 작전적 운용성 요인의 상위 분류개념으로 통합하여 4개로 선정하였다. 전문가 집단 중 군의 관리자 및 운용자 집단에서는 작전적 운용성 요인·기술성 요인이 기능성·경제성 요인에 비교하여 상대적으로 중요하게 인식하는 것으로 나타났으며, 개발자 및 연구자 집단은 경제성 요인·기술적 요인이 기능성 요인·작전적 운용성 요인에 우선하는 것으로 확인하였다.

현재 드론전투체계에 대한 신속연구개발 및 신속획득사업을 추진 중에 있는 상황에서 전력화를 위해 요구되는 분류기준과 용어의 재정립 그리고 결정요인의 중요도와 각 구성 개별요소들이 요구하는 사항에 대하여 국방표준화의 가이드라인을 제시함으로써 이를 통해 군이 전력화 이전 단계에서부터 군사임무 수행에 필요한 작전요구성능에 필요한 요소별 기초자료로서 활용할 수 있을 것이다.

주제어: 드론전투체계, 국방획득체계, 국방표준화

Abstract

A Study on the Determinants of Defense Standardization for Drone Combat System

Kim, Young-eun

Dept. of Defense Acquisition Program

Kwangwoon University Graduate School

While the 4th Industrial Revolution and the development of military science and technology are bringing about changes in future warfare and weapon system, the ROK military is reducing military units and troops due to population decline. And entering the 4th Industrial Revolution era, combat capability, military strength and efficiency as well as low-cost high-efficient military operations are required. Accordingly, the Ministry of National Defense, the Joint Chiefs of Staff, and each military branches are promoting drone combat system as part of an unmanned combat system as one of the core tasks of 「Defense Reform 2.0」. Instead of reducing units and troops through defense reform, the military has continued to develop efforts to expand its operational area and improve combat capability and efficiency through the development of military science and technology.

As a future game changer, the military is interested in a new concept weapons system using unmanned aerial vehicles and drones and started

to deploy it in 2018, reaching about 2,000 units as of the end of March 2022. Military drones must reflect the specificity required to perform military missions and must be suitable for the purpose of each operation. However, so far, each military branch has been pursuing R&D and procurement without guidelines for military drones required for the deployment of drone combat systems.

In a drone combat system, one system can simultaneously perform military missions such as reconnaissance, surveillance, and strike, thereby demonstrating real-time combat power. The weapons system is being developed in the direction of improving interoperability so that it can be operationally operated by integrating systems that perform multiple functions. In particular, drone combat system has been receiving great attention for its utility based on commercial networks, and the scope of application is expanding to even military purposes. Our military is expanding the scope of application in connection with the development of military technology for military application of drones through various combat experiments with the possibility of military application of drones in mind.

The drone combat system project is divided into weapons system and military support system drones depending on objective and there are various drone systems suitable for different purpose of operations. A clear classification for the electrification of drones and a terminology concept for drones are also applied differently by each military branch, which raise demands. Accordingly, the Ministry of National Defense, the Joint Chiefs of Staff, and the DAPA recognize the need to first establish a defense standardization that can be consistently applied to the

classification system and terminology of the unmanned combat system including drones. To this end, the classification criteria and terminology of other key countries have been identified, while details specified in the current regulations and guidelines of the Ministry of National Defense and the Joint Chiefs of Staff were specified and analyzed including detailed classification criteria and content applicable to the Korean military. First of all, it is necessary to re-establish the classification criteria and terminology required for the electrification of unmanned combat systems including the drone combat system.

In order to properly operate a drone combat system for military missions, it is necessary to examine whether the development of the drone itself as well as major factors affecting it are sufficiently considered and reflected. When the military acquires a weapons system, major determinants of whether it meets the operational requirements of the military are selected in preparation of a force requirement paper. And the final deployment is decided based on R&D, testing and evaluation. To this end, the ambiguous classification and terminology of unmanned combat system were re-established by applying the current classification criteria for each mission and function.

In this dissertation, we have accomplished to identify the determinants of defense standardization for the drone combat system which is necessary in near future. We analyzed at the first step the determinants for the electrification of the weapon system and military support system in the existing military strength through various laws and regulations. Based on our analyzed result, we could derived the determinants and factors necessary for the R&D and purchase of the

drone combat system as well as defense standardization. And then, we have gathered opinions from fifteen experts about twenty-four main factors of application for defense standardization.

For the next step, we have investigated which and how determinants and factors are affected and considered to be important and primary from the current weapons systems to develop the future drone combat system, which have drawn on eighteen key factors. To review our consequence, we have accomplished the survey with asking more than one hundred persons in charge in relevant areas such as managers of military strength, developers, operators, and researchers. Through this process, we could arrange the various documents about various specifications and elements of the future military drones, as well as the detailed specifications and elements of the current 1,800 army-unit drones.

Finally, we have shown the accuracy about our survey with the Delphi factor analysis technique. Based on the performance results, we could conclude that our proposed determinants and factors for the deployment of the drone combat system are major and important keys of the drone combat system for defense standardization. Also, our proposal can be expected to contribute to apply to R&D and purchase projects for drone electrification and to adopt as basic data for deriving key elements necessary for the establishment of the present drone combat system at this time.

Keywords: drone combat system, defense acquisition system, national defense standardization

차 례

감사의 글	i
국문 요약	ii
Abstract	v
차례	x
그림 차례	xi
표 차례	xii
 제1장 서론	 1
제1절 연구 배경 및 목적	1
제2절 연구 범위 및 방법	3
 제2장 국방획득 및 드론전투체계, 국방표준화	 6
제1절 국방획득체계	6
제2절 드론전투체계	13
제3절 국방표준화	24
 제3장 국내·외 무인전투체계 및 국방표준화 추진실태 분석	 33
제1절 주요 국가의 무인전투체계 국방표준화 추진실태	33
제2절 국내·외 무인전투체계 국방표준화 추진실태 진단 및 분석	34
제3절 드론전투체계 주요 추진현황 분석	44
제4절 드론전투체계 국방표준화 적용 및 로드맵	50
 제4장 드론전투체계의 국방표준화 결정요인	 62
제1절 연구모형 설계	63
제2절 관련 법령 및 훈령 분석	66
제3절 선행연구 분석	67
제4절 델파이기법 요인분석을 통한 결정요인 식별	72
제5절 드론 전투체계의 국방표준화 결정요인 제언	76
 제5장 결론	 95
 참고문헌	 98

그림 차례

[그림 2-1] 전력소요기획 및 획득체계	8
[그림 2-2] 국방표준 업무 흐름도	27
[그림 4-1] 연구모형	71
[그림 4-2] 스크리 도표	82

표 차 례

〈표 2-1〉 무기체계와 전력지원체계의 비교	10
〈표 2-2〉 무기체계 및 전력지원체계 분류	11
〈표 2-3〉 무인항공체계의 다양한 명칭과 정의	15
〈표 2-4〉 국내 무인항공체계의 용어 적용 현황	16
〈표 2-5〉 무인항공체계의 분류	16
〈표 2-6〉 NATO 무인항공체계 분류	18
〈표 2-7〉 미 무인항공체계 분류	18
〈표 2-8〉 한국 국방부 무인항공체계 분류	19
〈표 2-9〉 드론의 운용목적에 따른 분류	20
〈표 2-10〉 드론의 무기체계 및 전력지원체계 분류	21
〈표 2-11〉 무인전투체계 분류	24
〈표 2-12〉 표준의 정의	25
〈표 2-13〉 국방분야 표준화 관련 법령 체계	26
〈표 2-14〉 국방표준화 관련 기관별 역할	30
〈표 2-15〉 표준품목 지정 대상	32
〈표 3-1〉 미 FAA 드론 식별 분류 단계	36
〈표 3-2〉 국가별 국방표준 추진현황	38
〈표 3-3〉 주요 국가별 무인항공기 표준 제정 현황	39
〈표 3-4〉 군용 드론 국방표준화 가능 구성장비 및 부품	41
〈표 3-5〉 국가기술표준원 표준화 대상요소 및 국방관련 기술	43
〈표 3-6〉 드론 국가 산업표준 제정 현황	45
〈표 3-7〉 전략적 7개 표준화 제품 및 핵심기술 분류	46
〈표 3-8〉 육군 드론 운용 현황	48
〈표 3-9〉 상용 드론 표준화 추진항목 단계별 군 적용안	52
〈표 3-10〉 국가표준 5단계 분류	53
〈표 3-11〉 미 국방부 무인체계 로드맵 분류체계	54
〈표 3-12〉 미 국방부 임무요구서의 성능기준 무인항공기 분류	54
〈표 3-13〉 한국 합동참모본부의 드론 세대별 분류	55

〈표 3-14〉 드론 국방표준안 5단계 분류	56
〈표 3-15〉 최대이륙중량 단계별 드론 분류	57
〈표 3-16〉 드론 용어 표준 주요 내용	58
〈표 3-17〉 드론전투체계 국방표준화 추진로드맵	61
〈표 4-1〉 드론전투체계 국방표준화 결정요인 1차 변수식별	69
〈표 4-2〉 드론전투체계 국방표준화 결정요인 2차 변수식별	71
〈표 4-3〉 전문가 집단 구성	74
〈표 4-4〉 전문가 집단의 의견수렴 결과 종합	76
〈표 4-5〉 KMO와 Bartlett의 검정	80
〈표 4-6〉 공통성	81
〈표 4-7〉 설명된 총분산	83
〈표 4-8〉 요인분석 결과값	84
〈표 4-9〉 구성요소의 결정요인 그룹화	85
〈표 4-10〉 신뢰도 기준값	87
〈표 4-11〉 경제성 요인 신뢰도 통계량	87
〈표 4-12〉 경제성 요인 항목총계 통계량	88
〈표 4-13〉 기능성 요인 신뢰도 통계량	88
〈표 4-14〉 기능성 요인 항목총계 통계량	89
〈표 4-15〉 기술성 요인 신뢰도 통계량	89
〈표 4-16〉 기술성 요인 항목총계 통계량	90
〈표 4-17〉 작전적 운용성 요인 신뢰도 통계량	91
〈표 4-18〉 작전적 운용성 요인 항목총계 통계량	91
〈표 4-19〉 요인분석 종합 결과물	94

제1장 서론

제1절 연구 배경 및 목적

4차 산업혁명이 초래한 초연결·지능화를 지향하는 기술적 변화와 혁신은 국방 및 군사 분야에서 이와 연계한 첨단 과학기술의 급속한 발전을 촉진시킴으로써 첨단 무기체계 등장 및 정보·기술의 적용뿐만 아니라 군사 조직과 작전수행의 효율성을 제고하는 방향으로 더욱 확대되고 있다. 이를 구현하기 위한 군 전력체계의 변화는 첫째, 분야·기능별 개별적 단위의 플랫폼 무기체계로부터 전투임무 중심의 센서-슈터 복합체를 동시에 포함하는 무기체계로 전환, 둘째, 아날로그 위주 무기체계는 디지털 위주 초연결 지능화 무기체계로 발전, 셋째, 유인 무기체계는 무인 또는 유·무인 복합 무기체계로 변화, 넷째, 운동에너지 무기체계와 함께 지향성 에너지 무기체계가 동시 발전, 다섯째, 대량 파괴·살상 무기체계보다 정밀 파괴·비살상 무기체계의 등장으로 미래전은 위협의 유형과 전쟁양상은 복잡·다양화되고 여러 요소들이 복합적으로 상호 작용하면서 전투수행개념의 변화를 동시에 초래하고 있다[1].

우리 군도 이와 같은 군사과학 기술의 급속한 추세적 변화 흐름에 부합하는 방향으로 전략 및 수행개념을 새롭게 발전시키고 있다. 특히 이를 구현할 수 있는 수단과 방법을 전력화함으로써 미래 다양한 위협과 전장환경의 불확실성에 대비할 수 있도록 드론과 로봇을 포함하는 무인전투체계의 개발 및 도입을 구체화하고 있다. 그러나 무인전투체계의 전력화를 위한 분류기준과 용어적 개념 및 사용에 대하여 각 군이 다르고 소요제기 단계에서부터 이를 적용하는데 혼란이 지속 제기되고 있는 가운데 군용 드론의 도입이 확대됨에 따라 군사임무 수행에 적합한 수준의 능력을 구비할 수 있도록 국방표준화의 중요성이 시급하게 요구되고 있다[2].

특히 현재 운용하고 있는 대부분의 군용 드론은 전력지원체계로 분류되어 있어 각 군이 군사적 운용목적과 기준에 따라 상용 드론을 도입하고 있다. 따라서 군의 작전환경에 따른 군사임무와 작전환경 및 여건을 고려한 설계상 핵심부품에 대한 기술적 시험표준의 필요성이 점증하고 이에 따른 표준화의 정립 및 관련 기준의 제정이 선행될 필요가 있다.

본 논문은 미래의 주요 무인전투체계로서 부상하고 있는 드론전투체계를 중심으로 국방표준화를 위한 주요 결정요인을 도출하고자 한다. 이를 위해 첫째, 무인전투체계의 분류기준과 용어의 개념을 정립하고 둘째, 군사임무 수행에 필요한 요구능력을 반영하여 작전적으로 운용과 기술수준의 기준을 제시하고 통합체계로서 기능적으로 효과적인 전투력 발휘가 가능하고 지속 운용 가능한 전력으로서 효율적으로 활용할 수 있도록 드론전투체계에 대한 다양한 문제점을 식별하고 이에 영향을 미치는 주요 요소를 도출하고 국방표준화에 반영할 수 있는 결정요인을 선정하고자 하였다.

무인전투체계에 관한 의제는 최근 논의가 점차 활성화되고 있다. 최근 실시된 무인전투체계에 관한 학술대회에서 주요 의제 중 하나로 드론전투체계에 대한 국방표준의 필요성이 부각되면서 이와 관련한 작전적 요구능력과 기술적 요소에 대한 기준을 설정해야 한다는 의견이 지속 제기되고 있다[3]. 또한 군용 드론에 대한 육군 세미나에서는 분류기준과 용어의 정립이 요구되고 우리 군에 적용을 위한 주요 핵심기술의 도입과 미래 전장 환경 변화에 따른 군사과학기술의 발전에 따라 무인전투체계의 국방표준에 관한 주제가 중심으로 논의되었다[4]. 현재 국방부는 및 방위사업청은 무인전투체계에 대한 분류기준과 용어적 개념에 대한 정책적 일관성을 유지할 수 있는 적용 기준을 재설정하고, 전력소요기획체계를 통해 연구개발 및 구매에 적용할 작전운용성능을 결정하기 이전에 가이드라인을 제시해야 할 필요가 있다는 관점에서 국방표준에 대한 연구가 진행 중이다.

제2절 연구 범위 및 방법

미래 신개념 무기체계로서 드론전투체계에 관한 논의와 연구가 활발하게 이루어지면서 이에 관한 국방표준화의 필요성을 인식하고 이를 추진하고 있으나 현재까지 구체적으로 결정된 사항은 없는 실정이다. 드론전투체계는 여러 가지 요인과 요소들이 상호 연계되어 운용되어야 하는 새롭고 복잡한 전투체계이다. 단순히 드론 자체의 기술적·기능적 수준만으로 설명될 수 있는 분야가 아니며 군사적 운용의 특성상 드론과 운용자 간 실시간 네트워크로 연결해야 하고 연결된 네트워크 속에서 인공지능 기능의 활용을 위한 빅데이터 분석, 드론에서 유통되는 통신 및 정보에 대한 보안 및 안전성 등 해결해야 할 사항들이 연계된 체계이다. 이러한 특징적인 이유로 드론 전투체계의 분류기준과 개념의 정의, 군용 드론의 전력화에 필요한 연구개발 및 구매를 위해 요구되는 다양한 요소들을 분석함으로써 국방표준화에 대한 결정요인을 도출하고 정립할 필요가 있다.

군용 드론은 군사적 활용성 증가에 따라 종류와 종수에 있어서 점차 다양화하는 가운데 군의 작전적 수준에서 세대별 운용목적과 이에 따른 기술적·기능적 차원에서 상호운용성을 유지해야 하므로 더욱 복잡하고 체계를 구축하기에도 쉽지 않다. 그러나 군은 무기체계와 전력지원체계로서 드론전투체계를 포함하는 무인전투체계를 명확하게 분류하지 못하고 있는 현실적 상황에서 군의 요구능력에 부합하는 드론전투체계를 획득하기 위한 연구개발 및 구매를 위한 작전적 운용 및 기술적·기능적 수준과 요구사항 등 해결해야 할 사항들이 점차 증가하고 있다.

드론전투체계는 발전된 민간기술을 통해 상용 드론으로부터 군사임무 수행에 적합하도록 통합적 수준에서 체계를 개발하고 구매해야 한다. 따라서 드론전투체계에 대한 새로운 체계를 개발 또는 구매할 경우, 운용자는

지금까지의 무기체계와 유사하게 적용하였던 요구능력에 대한 성능이나 조건에 드론전투체계에 필요한 사항을 추가 요구함으로써 사업선정 단계에서부터 다양한 요소들을 반영해야 한다.

본 논문은 우리 군이 전력화하고 있는 무인전투체계의 분류기준과 용어를 우선 정립하고, 미래 신개념 무기체계로서 드론전투체계의 개발 및 구매에 영향을 주는 주요 요소들을 식별하여 국방표준화를 위한 주요 결정요인을 선정하는 데 있다. 이에 드론 전투체계의 분류기준 및 용어 개념에 대한 국방표준은 국제표준과 민간표준을 포함하여 제시된 표준을 고려하되 현재 국방부와 합동참모본부에서 제시한 분류기준과 이와 관련하여 연구기관에서 실시한 설문조사 결과를 반영하여 제시하였으며, 여기에는 2021년 육군 주관 연구결과와 방위사업청의 무인전투체계 및 드론분야 관련 주요 기관 및 담당자를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 참고하였다. 또한 현재 군용 드론의 대부분을 운용하고 있는 육군 1,800여 대에 대한 각종 제원을 분석하여 필요한 주요 요소들을 반영하였다[5].

드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인의 선정을 위해 1차적으로 유사한 무기체계 및 전력지원체계를 규정하고 있는 법령과 최근에 연구된 무기체계 및 드론전투체계 개발에 관한 논문으로부터 식별한 결정요인 및 요소들을 활용하여 주요 영향요소 및 요인 24개를 식별하고, 2차적으로 드론 전투체계의 개발 및 국방표준화에 필요한 주요 요인 및 요소에 대하여 15명의 전문가로부터 의견수렴을 통해 최종 18개의 주요 요소를 도출하였다. 이를 통해 드론전투체계 개발을 위해 미치는 주요 영향요소와 결정요인이 무엇인지를 도출하고, 국방부와 합동참모본부 및 각 군의 전력기획업무 담당자와 드론업무 개발자 및 운용자 그리고 연구자로 편성된 100여 명의 전문가로부터 얻어진 설문조사 자료를 델파이기법 요인분석을 위한 통계분석프로그램을 활용하여 국방표준화를 위한 주요 영향요소와 결정요인을 선정하였다.

본 논문은 총 5장으로 구성되어 있다. 제1장은 연구의 배경과 목적, 연구범위 및 방법론을 기술하였고, 제2장에서는 국방획득 및 드론전투체계, 국방표준화에 관한 이론적 고찰과 주요 국가들의 사례분석을 통해 시사점을 도출하였다. 제3장에서는 무인전투체계 및 드론전투체계에 대한 국내외 주요 국가 및 상용 드론에 관한 추진실태를 분석하고 우리 군에 적용할 수 있는 분류기준과 용어를 정립하고, 국가 산업 및 민간 차원에서 추진하고 있는 표준 제정 현황과 핵심기술에 대한 표준화 정책을 고려하여 국방분야에 적용 가능한 기술을 정리하여 향후 드론전투체계 개발 및 발전을 위한 중·장기 국방표준화 추진로드맵을 제시하였다. 제4장에서는 무기체계 개발과 관련한 각종 문헌 및 법령, 선행연구 및 논문을 토대로 식별한 요인을 드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위해 요구되는 결정요인을 도출하기 위해 전문가의 설문조사 자료를 델파이기법 요인분석 통계분석프로그램을 통해 얻은 결과를 분석하여 드론전투체계의 국방표준화를 위한 4개 결정요인으로서 경제성 요인, 기능성 요인, 기술성 요인, 작전적 운용성 요인으로 선정하여 제시하였다. 제5장은 결론으로 연구결과 요약 및 의의, 연구의 제한사항 및 향후 연구과제를 도출하였다.

제2장 국방획득 및 드론 전투체계, 국방표준화

제1절 국방획득체계

1. 국방획득체계의 개념과 정의

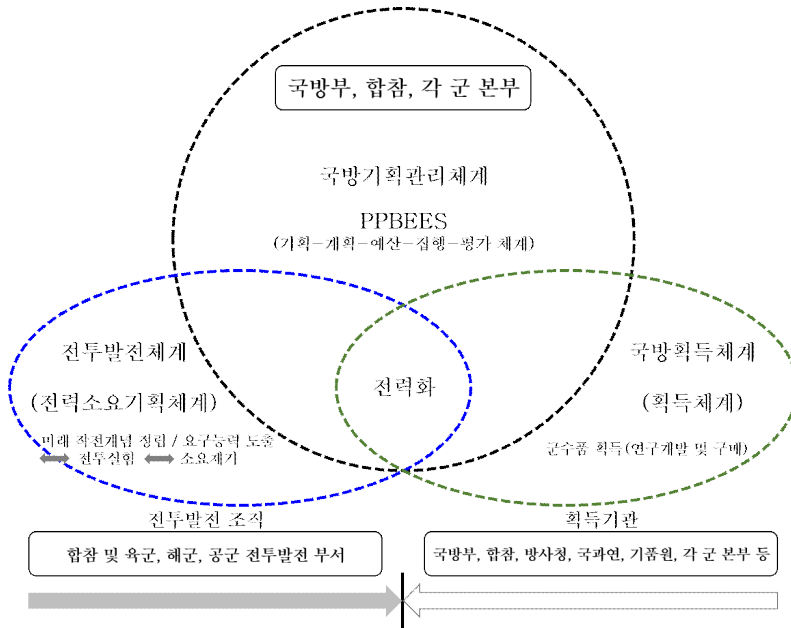
국방획득은 그 목적과 관점에 따라 다양하게 정의되고 있다. 그러나 개괄적인 관점에서 국방획득이란 국방 업무에 필요한 군수품을 ‘획득(acquisition)’ 하는 것이라 할 수 있다. 여기에서 군수품이란 국방에 필요한 장비나 물자를 말한다. 군수품은 전투에 필수적인 것과 보조적인 것으로 나누어 볼 수 있으며, 한국에서는 전투에 필수적인 것을 무기체계로 분류하고 보조적인 것을 전력지원체계로 구분하고 있다. 무기체계란 ‘하나의 무기가 부여된 임무달성을 위하여 필요한 인원·시설·소프트웨어·종합군수지원요소·전략 및 전술·훈련 등으로 성립된 전체체계’라고 정의하고 있다. 또한 전력지원체계란 ‘무기체계 외의 장비·부품·시설·소프트웨어, 그 밖의 물품 등 제반요소’라고 정의하고 있다[6].

획득의 개념은 국가별로 조금씩 다르게 적용하고 있는데, 미국의 경우, 획득은 ‘군사적 임무를 지원하고 사용하는 국방부의 요구사항을 만족시키기 위한 서비스와 군수품 등 무기와 그 외 체계들을 개념화하고 착수·설계·개발·시험·계약·제작·배치 및 군수지원, 이를 개량하여 배치하는 것’으로 정의하고 있다. 미 국방부 「국방획득 평가보고서」에서는 광의와 협의의 개념으로 구분하고 사용하고 있는데 광의의 획득은 소요를 포함하는 예산 및 획득 프로세스를 모두 포함하고 있으며 협의의 획득은 소요와 예산을 포함하지는 않으나 효과적인 획득을 위해서는 소요, 예산 및 획득의 세 가지 요소가 상호작용을 해야 한다는 것이다. 즉 광의의 개념은 안

보전략이나 국방정책, 군사전략의 구현을 위한 수단을 확보한다는 차원에서 기획 및 예산과 획득을 포함하는 것이며, 협의의 개념은 소요가 결정된 후 소요군으로 전력화되기까지의 제한적인 과정만을 지칭하나 선행단계와의 연계성을 유지하는 것이 중요함을 강조한 것이라 할 수 있다[7].

우리 군의 경우에는 「방위사업법」 제3조에서 이에 대한 개념을 정의하고 있다. 즉, ‘획득이라 함은 군수품을 구매 및 조달하거나 연구개발 및 생산하여 조달하는 것을 말한다.’ 라고 규정하고 있다. 따라서 우리나라의 획득은 미국에서 규정하는 개념 중 협의의 개념에 해당하는 것으로 해석할 수 있다. 그리고 이는 안보전략에서부터 소요군으로의 전력화에 이르기까지 일련의 프로세스와 상호관계의 중요성이 추가적으로 인식되어야 함은 물론이며 전쟁을 수행할 목적과 기능을 갖는 무력 또는 군사력으로서 통합된 전체적인 구조를 의미하는 전력체계에서 다른 체계 또는 각 군 간에 정보 및 서비스를 교환 사용하여 효과적으로 작전에 기여할 수 있도록 각각의 체계, 부대 또는 군의 능력의 교환을 통해 작전의 효과를 높이는 상호운용성이 중요하게 고려된다. 따라서 ‘국방획득’을 규정하면 ‘소요가 결정된 무기체계나 전력지원체계를 구매 혹은 연구개발·생산의 전반적인 과정에서 제조 및 수리, 가공 및 조립, 시험, 정비, 재생 및 개량 또는 개조하는 것을 포함하여 조달하는 것’이라 정의하고 있으며 연구개발 또는 구매는 획득방법의 결정을 의미한다.

국방획득체계는 획득과 관련한 제도와 조직 및 절차 등 포괄하는 것으로 범위가 매우 넓어 획득체계 전반을 망라하는 개선 방향을 설정하는 데는 한계가 있다. 무기체계 및 전력지원체계를 포함하는 획득관리체계는 전투발전 업무와 상호 연계되어 수행되며 [그림 2-1]에서 제시한 것과 같이 국방기획관리체계(PPBEES: Planning, Programming, Budgeting, Execution, Evaluation System) 내에서 전력소요기획체계 및 획득체계를 포함하는 전반적인 일련의 과정과 절차를 통해서 이루어진다[8].



[그림 2-1] 전력소요기획 및 획득체계

[Fig. 2-1] Electricity Consumption Planning and Acquisition System

우리 군의 국방획득정책은 기본적으로 국방정책에 기반을 두고 있다. 따라서 정부와 상황에 따라 국방정책이 변화하면 이에 연계하여 획득정책도 변화함은 당연할 것이다. 그러나 개괄적인 관점에서는 현재를 포함한 최근의 획득정책에는 몇 가지 특징이 계속 유지되고 있다[9].

첫째, 대규모 사업이 포함되는 무기체계 분야의 획득정책은 소요와 획득 및 운영유지를 분리한다는 것이다. 무기체계의 경우 소요는 합동참모본부가 결정하고 획득은 방위사업청이 담당하며 운영유지는 소요군이 수행한다. 따라서 우리 군의 무기체계 획득정책 수립에는 방위사업청이 핵심적 역할을 담당한다. 이러한 이유로 방위산업의 기본계획도 방위사업청이 수립하고 있다. 대부분의 외국 주요 국가들이 방위산업의 기본계획을 국방부에서 수립하는 것과 큰 대조를 이루고 있다. 이러한 한국의 획득체계가 확립된 것은 투명성과 효율성 등의 향상을 위하여 방위사업청을 국방부의 외청으로 분리·창설한 데 기인하고 있다고 볼 수 있다.

둘째, 앞의 특징과 연계되는 것으로서, 우리 군은 군수품의 획득을 무기체계와 전력지원체계로 구분하고 있다는 것이다. 즉 획득하려고 하는 품목이 무기체계인지 전력지원체계인지에 따라 예산의 항목과 소요결정 및 획득의 절차 그리고 업무를 주관하는 소요군 및 기관도 달라진다. 이러한 현상은 우리나라 획득체계의 독특한 특징이라 할 수 있으며, 역시 방위사업청이 분리·창설된 이후 이러한 역할 분담 및 수행업무 체계가 구분됨으로써 나타난 현상으로 판단한다.

셋째, 최근 우리나라의 획득정책에서는 투명성과 효율성 향상을 양대축으로 하면서 국가경제에 미치는 파급효과도 지속적으로 강조하고 있다. 역대 정부에서도 대부분 획득정책의 목표를 방위사업에 관련된 비리근절 및 차단, 효율적 획득체계 구축에 두고 있음을 명확하게 명시하고 있다.

이와 같은 우리 군의 국방획득체계에 특징에서 살펴본 바와 같이 전력지원체계는 무기체계에 비해서 기술적 다소 난이도가 비교적 낮은 품목의 특성을 반영하여 획득절차 중에서 일부 절차를 생략·간소화하여 적용하고 있다. 무기체계 연구개발의 경우, 기본적으로 탐색개발을 수행하는데, 전력지원체계 연구개발에서는 탐색개발을 수행하지 않는 것이 커다란 차이이며, 탐색개발은 작전운용성능 및 기술적·부수적 성능을 결정하기 위해 체계개발 전 단계에서 수행하는 연구 활동으로서 탐색개발은 작전운용능력 분석, 체계개발 개략계획, 수명주기비용 추정, 비용절감 방안, 규격화의 범위 및 세부계획 등을 제시하는 매우 중요한 획득단계에 해당한다. 그리고 전력지원체계는 민간의 상용품 중에 도입 가능 품목과 신규 연구개발이 요구되는 품목 등 다양하게 구성되므로 획득방법을 신규개발·성능개선·기술개발 등 연구개발, 품질개선, 구매, 임차 등으로 복잡하게 구분하여 적용하고 있다.

이와 같은 복잡한 무기체계 및 전력지원체계 획득절차 및 방법은 우리 군에서 나타나는 이원화된 획득정책의 특징으로 이해할 수 있다.

2. 무기체계 및 전력지원체계의 분류 및 특징

군수품관리훈령에는 군수품을 7가지 방법으로 분류하고 국방획득에 관한 기본법인 방위사업법 제3조의 정의에서 군수품은 무기체계와 전력지원체제로 구분하고 분류상 주요 특징 및 차이점을 비교할 수 있도록 정리하여 <표 2-1>에 제시하였다[10].

<표 2-1> 무기체계와 전력지원체계의 비교

<Table 2-1> Comparison of Weapons System and Power Support System

구분	무기체계	전력지원체계
소요제기	국방부, 합동참모본부, 방위사업청, 각 군	국방부, 각 군
소요결정	합동참모본부(합동참모회의)	국방부, 각 군 (소요결정·실무 위원회)
획득	방위사업청	국방부, 각 군 (전력지원체계사업단, 군수사령부 등)
획득·운용 기간	장기간	단기간
요구성능	높은 성능 및 완전성 요구 (전투 승패, 전투력에 영향)	상용품 수준 (안전성과 편의성)
예산 구분	방위력개선편비	전력운영비
특징	• 고가, 적은 수량 • 전 부대 동일 성능 장비 사용 • 적 제압, 파괴, 무력화 • 전시 위주 운용 • 관련 기술 직접 개발 • 전승 위한 전투력 극대화 요구 기술 및 설계	• 낮은 단가, 많은 수량 • 각 군 장비의 상이 • 아군 보호 기술 • 전·평시 운용 • 상용 민간기술 활용 • 사용자 편의성 증대, 인체 공학적 설계 중심

「국방전력발전업무훈령」에 명시된 대분류-중분류-소분류에 따라, 무기체계는 10대 분류, 전투지원체계는 6대 분류로 구분하고 있다. 현 분류기준에 의해 무인전투체계를 분류하기 위한 기준과 내용이 명시되어 있으나 모호하고 명확하지 않아 논란이 지속되고 있다. 무기체계 및 전투지원체계 분류에 관한 세부 내용을 <표 2-2>에 종합 정리하였다[11].

<표 2-2> 무기체계 및 전력지원체계 분류(계속)

<Table 2-2> Classification of Weapons System and Power Support System(Continued)

대분류		중분류	소분류
무기체계	지휘통제·통신 무기체계	지휘통제체계	연합지휘통제체계, 합동지휘통제체계, 지상·해상·공중지휘통제체계
		통신체계	전술통신체계, 전술데이터링크체계, 위성통신체계, 공중중계체계
		통신장비	유선장비, 무선장비, 그 밖의 통신장비
	감시·정찰 무기체계	전자전장비	전자전장비, 전자공격장비, 전자보호장비
		레이더장비	감시, 항공관제, 방공관제
		전자광학장비	광증폭야시장비, 열상감시, 레이저장비 등
		수중감시장비	음탐기, 수중감시체계 등
		기상감시장비	기상위성감시, 기상감시레이더 등
		정보분석체계	영상분석체계, 표적처리체계, 기타
		그 밖의 감시·정찰	경계시스템, 기타
	기동무기체계	전차	전투용, 전투지원용
		장갑차	전투용, 지휘통제용, 전투지원용
		전투차량	전투용, 지휘용, 전투지원용
		기동·대기동 지원	전투공병장비, 도하장비, 대기동장비 등
		지상무인체계	전투용, 전투지원용
		개인전투체계	
	함정무기체계	수상함	전투함, 기뢰전함, 상륙함, 지원함
		잠수함(정)	잠수함
		전투근무지원정	경비정, 수송정, 상륙지원정, 특수정 등
		해상전투지원장비	함정전투체계, 함정사격통제장비 등
		함정무인체계	수상무인체계, 수중무인체계
	항공무기체계	고정익항공기	전투임무기, 공중기동기, 훈련기 등
		회전익항공기	기동헬기, 공격헬기, 정찰헬기 등
		무인항공기	
		항공전투 지원장비	항공기사격통제장비, 정밀폭격장비 등
	화력무기체계	소화기	개인화기, 기관총
		대전차화기	대전차로켓, 대전차유도무기, 무반동총
		화포	박격포, 야포, 다련장·로켓, 함포
		화력지원장비	표적탐지·화력통제레이더, 사격통제장비 등
		탄약	지상탄, 함정탄, 항공탄, 특수탄약 등
		유도무기	지상·해상·공중·수중발사유도무기
		특수무기	
	방호무기체계	방공	대공포, 대공유도무기, 방공레이더 등
		화생방	화생방보호, 정찰·제독, 예방·치료 등
		EMP방호	
	사이버무기체계	사이버작전체계	방어적·공세적사이버작전체계 등
	우주무기체계	우주감시, 우주정보 지원, 우주통제 등	우주물체감시체계, 위성조기경보 및 정찰체계, 지상·해상·공중발사체계 등
		그 밖 무기체계	국방M&S체계, 위게임모델, 전술훈련모의장비

〈표 2-2〉 무기체계 및 전력지원체계 분류

〈Table 2-2〉 Classification of Weapons System and Power Support System

대분류		중분류	소분류
전력지원체계	전투지원장비(부품)	일반차량, 특수차량, 전원/동력 장치, 정비장비, 감시지원장비, 측정장비, 탄약/유도탄장비, 전투지원 일반장비, 통신전자장비, 항공장비(무인비행장치) 등	승용차, 트럭류, 발전기, 탐지장비, 항해지원장비, 함정정비장비, 수중작업 장비, 유선장비, 온도 측정장비 등 61개 항목
	전투지원물자	방탄류, 피복류/장구류, 식량류, 화학물자류, 유류, 특수섬유물자, 탄약/유도탄 물자, 전기/ 전자 물자 등	방탄복, 일반피복류, 특수식량류, 고무제화류, 일반유류, 천막류, 포장재료류, 전산물자, 군장품류 등 42개 항목
	의무지원물품	의무장비, 의무물자	치과장비, 외과장비, 의약품, 의료 기재, 안경 등 14개 항목
	교육훈련물품	교육훈련장비, 교육훈련물자, 교육훈련용탄약	교육훈련용장비, 교보재류, 교육지원장비, 정훈장비/물자
	국방정보시스템	자원관리정보체계	기획·재정 정보체계, 인사·동원 정보체계, 군수·시설 정보체계 등 9개 항목
	그 밖의 전력지원체계	군사시설, 기타	군사작전, 전투준비, 교육훈련, 병영생활 등에 필요한 시설 국방·군사에 관한 연구 및 시험 시설, 진지구축 시설 등

무기체계의 경우, 군의 임무에 따라 무인전투체계(UCS: Unmanned Combat System)를 포함하여 분류하고 있다. 무기체계 분류의 경우, 육군은 기동무기체계-지상무인체계-전투용 및 전투지원용으로 분류하고, 해군은 함정무기체계-함정무인체계-수상 및 수중무인체계로 분류하며, 공군은 항공무기체계-무인항공기로 분류하고 있다. 전력지원체계 분류에는 전투지원장비의 중분류 항공장비에 무인비행장치를 포함하고 있으나 최대이륙중량 25kg을 초과하는 무인비행체로 정의하고 있어 현재 운용하는 대부분의 군용 드론이 이러한 분류기준에 부합하고 있지 못하다.

특히 드론전투체계는 무인항공기로서 분류하고 있으나 군사적으로 운용되는 임무의 주요 특성상 지휘 및 통신, 감시·정찰 등 주요 기능별 분류에 대해서는 명확하게 분류하기에 어려운 점이 있다. 따라서 UCS 및 드

론전투체계를 현재의 무기체계 및 전력지원체계의 분류기준을 적용하여 분류하되, 기능별 분류체계에 따른 기준을 고려하여 임무·기능에 부합하도록 분류하는 것이 필요하다.

제2절 드론전투체계

1. 드론 전투체계의 개념과 정의

UCS로서 드론전투체계는 아직 명확하게 용어적 개념을 정립하지 못하고 있다. 이는 무인기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle) 또는 무인항공기(UA: Unmanned Aircraft), 무인항공체계(UAS: Unmanned Aircraft System) 또는 드론 등 다양한 용어로 국가와 지역별, 관련 기관·단체별로 다르게 정의하고 있기 때문이다. 드론은 광의의 의미로 조종사가 실제 탑승하지 않고 지상에서 원격조종 등의 방법을 통해 비행하는 무인항공기 및 무인비행장치 등 공중에서 운용되는 무인체계를 통칭하며, 협의의 의미는 멀티콥터와 같은 형상으로 지상에서 원격조종에 의해 비행하는 무인비행장치를 의미한다. UAV 또는 UA는 사람이 타지 않고 원격조종, 자동비행, 반자동비행, 자율비행을 하는 비행체를 말하며 UAS는 그 구성체계를 의미한다.

드론전투체계는 군사적 활용을 목적으로 구성되는 체계이며 여기에는 드론체계와 지상통제체계, 통합관제체계를 포함하고 있다. 드론체계는 드론을 제어하는 지상통제장비(GCS : Ground Control Station/System), 그리고 통신장비와 지원장비 등의 종합적인 시스템을 말한다. 즉, 드론은 조종사(운용자)가 실제 탑승하지 않고 원격조종 등의 방법을 통해 비행하는 무인항공기 및 무인비행장치, 공중에서 운용되는 무인무기체계 등으로 정의하고 있다.

군에서 정의하고 있는 드론전투체계은 원격으로 조종하는 무인장치로 인간의 지적·물리적·인지적 기능적 일을 대신하거나 보조하는 전자적 기계장치를 하나 또는 다수를 통합하여 구성된 드론 전투체계의 구성요소로서 무인 복합전투체계이다[12]. 현재까지 드론은 주로 정찰 기능 중심으로 운용되었으나 앞으로는 정찰, 공격, 수송, 방호, 통신 등 제병합동이 가능한 수준까지 발전하여 전투의 효율성을 향상시킬 것으로 전망된다.

우리나라에서는 무인기 또는 무인항공기, 무인항공체계, 공중 무인체계라는 용어가 주로 사용되고 있는 가운데 드론이라는 용어는 일반인과 기업, 언론에서 사용하고 있으며 일반적인 무인기의 형상과 조종체계 등과 연계하는 개념으로 무인항공기와는 다른 용어로 정의되고 있다. 우리 군은 현재 육군이 드론과 로봇을 통합하여 운용하고 있는 드론봇(Drone-Bot) 전투체계, 해·공군은 해상 및 공중의 무인항공기와 동일한 개념으로서 포괄적인 범주로 사용하고 있다.

ICAO(International Civil Aviation Organization)는 2007년 이후 조종사가 탑승하지 않은 비행체를 UA 또는 UAS로 정의하고 있다. 그리고 UA는 RPA(Remotely Piloted Aircraft), Autonomous Aircraft, Small UA, Model Aircraft 등으로 재분류하고 있으며 RPA는 항공교통관제 대상인 무인항공기를 포괄적으로 지칭하고 있다.

미 연방항공국(FAA: Federal Aviation Administration)은 ICAO와 용어상 정의를 동일하게 적용하고 있으며, 25kg(55lbs) 이하인 경우에 Small UA로 정의하고 있다. 미 국방부(DoD: Department of Defense)는 2005년 이전까지 Drone, RPV(Remotely Piloted Vehicle), UAV라는 용어를 사용하였으나 2009년부터 Drone, RPV, UAV에 UA 및 UAS를 포함하여 정의하고, 2016년부터 Drone, RPV, UAV는 제외하면서 이들을 통합하여 UA 및 UAS로 분류하여 통일된 개념으로 사용하고 있다[13].

현재 ICAO, FAA, DoD는 드론이라는 용어를 공식적으로 사용하고 있지

는 않으나 일반 기업 및 언론에서 지속 사용하고 있어서 인지도 측면에서 더 많이 알려져 있다. 드론은 소형무인기 또는 멀티콥터(Multi-copter)에 한정하여 사용하며 기업과 언론 등에서는 무인기를 포괄적으로 포함하는 의미로 일부 사용하고 있으며 무인항공체계와 관련한 다양한 명칭과 정의를 <표 2-3>에 종합적으로 정리하여 제시하였다.

<표 2-3> 무인항공체계의 다양한 명칭과 정의
<Table 2-3> Various Names and Definitions of Unmanned Aerial System

구분	정의
US	- 조종사가 비행체에 직접 탑승하지 않고 지상에서 원격조종, 사전 프로그램 경로에 따라 자동 또는 반자동 형식의 자율비행, 인공지능을 탑재하여 자체 환경판단에 따라 임무를 수행하는 비행체 - 지상통제장비·통신장비·지원장비 등을 포함하는 통합시스템
Drone	- 자율 항법장치에 의해 자동 조종되거나 무선전파를 이용하여 원격조종되는 무인비행물체를 의미 - 사전 입력된 프로그램 및 경로에 따라 비행하는 무인비행체 - 한국에서는 주로 멀티콥터를 지칭하는 용어로 인식
RPV/RPA	- ICAO에서 새롭게 사용하기 시작한 용어 - 원격으로 조종하는자에게 책임을 강조하는 의미를 내포함 - 지상에서 무선통신 및 원격조종으로 비행하는 무인비행체
UAV	- 항공기 분류상 비행체 자체를 의미 - 우리나라 등 다수의 국가에서 사용 - 내·외부 조종사와 탑재장비 운용관이 통시 편성되어 실시간 비행체 및 지역 상황을 지상통제소에서 원격 모니터링하면 운용 - RPV와 Drone을 총괄하는 의미로 사용
UAS	- 무인기가 일정한 영역 및 구역뿐만 아니라 민간 공역에 진입하는 경우에 Vehicle이 아닌 Aircraft로서 안정성을 확보하기 위한 항공기임을 강조하는 용어 - UAV 등 비행체, 임무장비, 지상통제장비, 데이터링크, 지상지원 체계를 모두 포함하는 개념
Robot Aircraft	지상 로봇시스템과 같은 방식으로 비행하는 로봇을 의미

국내에서의 무인항공기에 대한 용어 정의 및 사용은 국가기술표준원과 육·해·공군이 무인체계에 관한 용어를 각기 다르게 사용하고 있으며, 용어에 대한 우리 군의 적용은 주로 미군의 분류기준과 용어를 준용하여 무기체계 개발 및 획득을 위한 소요제기 시 주로 사용하고 있으나 무기체계 분류 및 기능별 적용 기준에 따라서 각기 다르게 적용하고 있다. 우리 군이 무인항공체계에 관하여 사용하는 용어와 적용 분야는 주로 전력 소요제기 단계에서 연구개발 및 구매를 위한 획득방법 결정시 주로 사용하며 다음의 <표 2-4>에 정리하였다.

<표 2-4> 국내 무인항공체계 용어 적용 현황
<Table 2-4> Current Status of Domestic Unmanned Aerial System Use

기관	용어	적용 분야
국가기술표준원	무인항공기, 무인항공체계	무인항공기 관련 국내외 표준 제정 시 사용 * KSW-9000 「무인항공기 용어 및 분류기준」
육군, 해군	드론, UAV	전력 소요제기 시 사용
공군	UA, UAS	

2. 무인항공체계 분류

무인항공체계는 국가별·주요 기구별 분류하는 목적과 특성에 따라 조금씩 상이하고 필요에 따라 요구하는 기준에 적합하도록 분류하고 있다, 따라서 무인항공체계의 분류를 위한 기준의 적용도 다를 수밖에 없다. 일반적인 분류기준은 최대이륙중량, 운용고도, 속도, 운용반경, 형태, 크기, 성능, 운용목적 등으로 구분하고 있으나 군사적 목적에 따라 적용하는 기준은 일반적인 분류기준을 기초로 군사적인 세부 요구사항들을 포함하여 구체화하고 있다. 다음의 <표 2-5>는 일반적인 무인항공체계와 미군이 운용하고 있는 무인항공체계를 고려하여 표준화된 요소들을 중심으로 분류와 용어의 설정 내용을 종합하여 제시하였다[14].

〈표 2-5〉 무인항공체계의 분류

〈Table 2-5〉 Classification of Unmanned Aircraft System

구분	주요 내용
형태에 따른 분류	
고정의 무인항공기	- 고정날개 형태의 무인항공기 - 정지비행 불가능, 저고도에서 표적추적 제한
회전의 무인항공기	- 헬리콥터형의 무인항공기 - 수직 이착륙이 가능, 좁은 공간에서 운용 가능
혼합형 무인항공기	고정익과 회전의(헬리콥터, 멀리콥터)의 복합형
운용 목적에 따른 분류	
표적 무인항공기	방공포 및 전투기의 훈련을 위해 사용하는 무인항공기
정찰 무인항공기	실시간 표적정보를 수집을 위해 사용하는 무인항공기
공격 무인항공기	일정한 상공에서 비행을 하다가 적 레이더가 작동하면 레이더 신호를 따라서 자폭하는 무인항공기
전투 및 폭격 무인항공기	유인 전투기를 대체, 전투용 및 폭탄투하용 무인항공기
무인헬기	헬리콥터 형태의 무인항공기
소형(초소형) 비행체	소형~초소형의 무인비행체, 드론의 경우에 주로 해당
무인항공기 이·착륙 방식에 따른 분류	
지상활주 이·착륙기	활주로를 이용하여 이·착륙을 하는 무인기
수직 이·착륙기	함상 및 좁은 공간에서 운용하는 수직 이·착륙 무인기
발사식 이륙 무인기	차량발사대 및 로켓장치에 의해 발사하는 무인기
* 그 외 투척방식, 낙하산 전개, 그물망 착륙방식 무인기	
무인기 비행고도에 따른 분류	
저고도 무인항공기	6,200m 이하(약 20,000ft 이하)
중고도 무인항공기	6,200m~14,000m(약 45,000ft 이하)
고고도 무인항공기	14,000m 이상(약 45,000ft 이상)
비행거리에 따른 분류	
근거리 무인항공기	50km 이하(여단급 이하 제대)
단거리 무인항공기	50~200km(사단 및 군단급 제대)
중거리 무인항공기	200~2,000km(공군 및 작전사급 제대)
장거리 무인항공기	2,000km 이상(공군 및 전략자산 운용제대)
비행시간에 따른 분류	
단시간 비행 무인항공기	5시간 이내(대대급 제대)
단기 비행 무인항공기	5~10시간(여단~사단급 제대)
중기 비행 무인항공기	10~30시간(군단급 제대)
장기 비행 무인항공기	30시간 이상(작전사급, 전략자산 운용 제대)
크기에 따른 분류	
초소형 무인기	15cm 내외(중대급 이하 제대 및 특수목적용 사용)
소형 무인기	1.5m 이내(중대급 이하 제대)
중소형 무인기	5m 이내(대대급 이하 제대)
중형 무인기	5~10m(여단~사단급 제대)
대형 무인기	10m 이상(군단급 이상 제대)

NATO는 현재 운용 중인 무인항공체계를 대상으로 회원국의 전략적·작전적·전술적 수준에서의 군사임무 수행이 가능한 기종을 선정하여 연합전력으로서 전투력 발휘를 위해 요구되는 작전임무와 영역, 공역통제 등을 고려하여 분류하고 있으며 <표 2-6>에 종합하여 제시하였다[15].

<표 2-6> NATO 무인항공체계 분류

<Table 2-6> Classification of NATO Unmanned Aircraft System

Class	Category	Normal Operation Altitude(ft)	Normal Mission Radius	Example Platform
Class I (less than 150kg)	SMALL(>20kg)	<5,000 AGL	50km	Scan Eagle
	MINI(2~20kg)	<3,000 AGL	25km	Skylark
	MICRO(<2kg)	<200 AGL	5km	Black Widow
Class II (150kg to 600kg)	TACTICAL	<10,000 AGL	200km	Hermes 450
Class III (more than 600kg)	Strike/Combat	<65,000 AGL	Unlimited	Reaper
	HALE	<65,000 AGL	Unlimited	Global Hawk
	HALE	<45,000 AGL	Unlimited	Heron

미 국방부는 무인항공체계에 대하여 전략적·작전적·전술적 수준에서의 군사임무와 이를 수행할 수 있는 능력의 충족성을 고려하여 최대이륙중량, 운용고도, 속도 등을 주요 요소로 하여 무인항공체계에 대한 분류기준을 <표 2-7>과 같이 제시하고 있다[16].

<표 2-7> 미국 무인항공체계 분류

<Table 2-7> Classification of U.S. Unmanned Aircraft System

UAS 분류	최대아륙중량 (lbs)	운용고도(ft)	속도(KIAS)	대상 무인항공기
Group 1	0~20	<1,200 AGL	100kts	Pioneer, Dragon Eye, Raven(RQ-11), WASP III
Group 2	21~55	<3,500 AGL	<250kts	Scan Eagle
Group 3	<1,320	<18,00 AGL		RQ-78, RQ-21A
Group 4	>1,320		속도 무관	MQ-88, MQ-1A/B, MQ-1C)
Group 5		MQ-9A, RQ-4		

우리 국방부는 항공안전법, 표준감항인증 기준 등의 법령 및 규정, 국내·외 분류기준 등을 고려하여 최대이륙중량과 운용고도 등을 적용하고 있으며 군용 항공기의 경우에는 표준 감항인증 기준을 적용하여 <표 2-8>와 같이 분류하고 있다[17].

<표 2-8> 한국 국방부 무인항공체계 분류
<Table 2-8> Classification of Korea MND Unmanned Aircraft System

대분류	소분류	최대이륙중량	운용고도	군용항공기 표준감항인증 기준 적용
소형무인항공기 (Small UA)	그룹 1	25kg 이하	500 ft(AGL) 이하	미적용
중형무인항공기 (Medium UA)	그룹 2	25~150kg 이하	20,000 ft(MSL) 이하	적용
대형무인항공기 (Large UA)	그룹 3	150kg 이상	20,000 ft(MSL) 이하	
	그룹 4		20,000~60,000 ft(MSL) 이하	
	그룹 5		60,000 ft(AGL) 이상	

이러한 국방부의 분류기준에 따라 방위사업청은 중형무인항공기에 대해 격리되지 않은 공역에서 정상적으로 운용할 목적의 150kg 이하의 최대이륙중량을 갖는 경량 군용 고정익 무인항공기의 감항인증에 대한 기준을 적용하고, 대형무인항공기에 대해 격리되지 않은 공역에서 정상적으로 운용할 목적의 150~20,000kg 사이의 최대이륙중량을 갖는 군용 고정익 무인항공기의 감항인증 기준을 적용하고 있다[18][19]. 현재 드론전투체계는 주로 정찰 기능 중심으로 운용되었으나 주요 국가의 발전 추세에 맞춰 기술적 개발을 통해 다양한 임무수행이 가능할 것으로 전망된다. 향후 미래 전장에서 유·무인 복합전투체계로서 운용할 수 있도록 정찰, 공격, 수송,

방호, 통신 등 다양한 역할 수행이 가능해짐으로써 제병합동작전의 영역까지 확대되어 주요 전투력의 일부로서 군사임무 수행을 위한 전투능력과 작전의 효율성을 향상시킬 수 있다. 육군은 고정익 정찰용 드론 전투체계를 중심으로 군단급으로부터 대대급까지 전력화하여 운용 중에 있으나 작전환경적인 측면에서 고정익 UAV는 협소한 지역 및 감시사각 지역에 대한 실시간 첩보를 수집하고 아군의 화력을 유도하는 데에는 많은 제한사항이 있다. 이에 합동참모본부 및 방위사업청은 향후 대대급 이상 제대에서의 드론전투체계 운용을 위해 무기체계로 분류하고 신속연구개발사업 및 신속획득사업을 통해 전력화를 추진하고 있다.

드론전투체계는 군사임무 수행을 위한 제대별 운용목적에 따라 정찰용, 공격용, 전자전용, 통신중계용 등으로 구분하여 <표 2-9>와 같이 분류하고 있다[20].

<표 2-9> 드론의 운용목적에 따른 분류

<Table 2-9> Classification according to the Purpose of Drone Operation

구 분	정 의
정찰용	- 특정영역 및 지역에 대한 실시간 감시 및 정찰, 정보수집 임무수행 - 작전반경 및 운용시간에 따라 근거리·단거리·중거리 및 장기체공 무인기로 구분
공격용	유인 전투기를 대체하여 공중전투 및 지상폭격 등 임무 수행
전자전용	- 전자전을 주임무로 군사임무를 수행하는 무인기 - 통신감청 및 전자정보 수집 등 임무
통신중계용	- 통신용 저궤도 위성을 대체하거나 고고도에서 장기체공하는 무인기 - 중계기 역할 수행

정찰드론은 현재 군에서 운용 중인 군단급 UAV가 대표적이며 고정익 형태로 운용하고 있다. 공격용 드론은 주로 자폭용으로 운용될 수 있으며 일부는 폭탄투하 같은 용도로 활용될 수 있다. 지원드론은 지뢰탐지드론, 전자전드론, 통신중계드론, 화생방드론, 수송드론, 의무지원드론 및 다목적드론 등으로 구분하여 임무에 맞게 분류하고 있다.

드론은 운용목적뿐만 아니라 크기와 형상, 장착하는 장비에 따라 전장에서 전투력을 발휘하기 위한 무기체계 드론이 있으며, 무기체계 이외 전투지원장비로서 운용하거나 전투실험 및 교육훈련용 등으로 운용 시 전력지원체계로 획득하여 운용하고 있다. 즉, 드론전투체계는 각 군 제대별 임무와 역할, 기능에 따라 수행하고자 하는 군사적 운용 및 활용에 부합하도록 다양하게 획득하고 있으며 임무 수행을 위해 요구되는 운용목적과 이를 지원하는 역할·기능을 중심으로 무기체계 드론과 전력지원체계 드론으로 구분할 수 있으며 다음의 <표 2-10>과 같이 분류하고 있다.

<표 2-10> 드론의 무기체계 및 전력지원체계 분류

<Table 2-10> Classification of Drone Weapon System and Power Support System

무기체계(방위력개선편)		전력지원체계(전력운영비)		
정찰용	제대별 정찰드론 수직이·착륙 정찰드론	지 원 용	감시지원용	경계용 드론 대침투작전지원 드론
공격용	자폭드론 폭탄투하드론 군집형 공격드론		작전지속 지원용	방역용 드론 소방용 드론 영상촬영용 드론 EHCT작전용 드론
특수목적용	통신중계용 드론 화생방탐지 및 제독용 드론 안티 드론, 전자전용 드론		교육훈련용	교육용 드론 방공표적용 드론 전투실험용 드론

3. 드론 전투체계의 분류기준 재설정

UCS는 제4차 산업혁명의 기술적인 진전에 따라 가장 중요하게 발전하고 있는 분야이다. 사람 없이 운용되는 물자 및 장비, 장치 등을 포괄적으로 의미한다. 무인체계가 군사분야에 접목되고 그 활용성에 대한 필요성이 확대되면서부터 UCS로 정립되기 시작하였다. UCS는 군용차량 및 전차, 항공기와 함정 등에 운용자가 직접 탑승하지 않고 원격조종 및 제어를 통해 자율체계에 의해 군사임무를 수행하는 것을 의미한다.

UCS는 전장환경에서 무인 장비 및 물자를 이용하여 아 전투원의 능력과 기능을 보완하고 전투능력과 전투효율을 증대시킴으로써 인명피해를 최소화하고 위험지역에서 기존의 유인전투체계를 대체하기 위해 네트워크 기반의 통합전투체계이다. 미 국방부는 2014년 발표한 무인체계 통합 로드맵에 따르면 무인전투체계를 무인지상체계(UGVs: Unmanned Ground Vehicles), 무인해상체계(UMSs: Unmanned Maritime Systems), 무인항공체계(UASs: Unmanned Aircraft Systems)로 크게 분류하고 무인추진체에 따라 UA와 UAV, UGV, UMS 및 무인해양정(UMV: Unmanned Maritime Vehicle), 무인잠수정(UUV: Unmanned Underwater Vehicle)으로 구분하고 이를 각 군의 특성에 맞도록 전력화하고 있다[21].

특히 미 국방부는 무인전투체계의 경우에 군사임무 수행에 적합한 핵심 군사기술의 적용 가능한 핵심성능지표(KPP: Key Performance Parameter)를 제시하고 이들 구성요소인 효과측정평가(MOE: Measurement Of Effect), 성능측정평가(MOP: Measurement Of Performance), 기술성능평가(TPM: Technical Performance Measurement)를 충족하는 기준을 토대로 작전적·전술적 성능요구사항에 적합한 세부적인 공학적 기술지표에 따라 연구개발 및 시험평가를 통해 전력화하고 있다. 미군은 이와 같은 군사적 운용목적에 부합하는 분류기준에 의해 기술적·공합적 지표와 상호운용성을 바탕으로 적용하고 있다.

우리 군의 경우에는 전력증강 차원에서 각 군의 전력구조를 신개념 무기체계로 전환하면서 무인전투체계를 전력화하고 있으나 명확한 분류기준 없이 연구개발 및 획득하고 있다. 합동참모본부, 방위사업청, 각 군은 전력 소요제기 및 결정을 통해 무기체계 및 전력지원체계에 대한 획득방법을 결정하고 전력화를 위한 사업이 추진되고 있다. 현재 우리 군의 분류체계는 「국방전력발전업무훈령」에 명시된 것과 같이 무기체계 및 전력지원체제로 구분하고 대분류-중분류-소분류-대상 장비의 범주로 세부 장비들을 기능별·군별 전력을 혼용하여 분류하고 있다. 지금까지 전력소요기획 및 획득사업은 유인전투체계 개념을 전제하여 분류하고 있으며, 분류시 각 군의 UCS가 어느 분류에 포함하는가에 대한 논란이 지속되고 있다. 따라서 무인체계 분류방법 및 미군의 UCS 분류기준을 참고하여 우리 군이 연구개발 및 획득을 위해 적용 가능한 분류기준을 새롭게 정립할 필요가 있다. 현재 우리 군은 UCS에 대하여 무기체계 및 전력지원체계의 어떠한 분류에 포함되는지 명확한 구분없이 기존 무기체계 분류 내에서 적용하고, 하위 분류는 기능별·운용주체 및 목적에 따라 분류하고 있으나 군이 구체적으로 적용하기에는 너무 포괄적이다.

우리 군이 적용하고 있는 무기체계와 전력지원체계 분류하에서 기능별 대분류의 하위 분류로 일부분을 포함하는 경우에는 실제 군의 운용대상과 목적에 따라 세부적인 전력의 분류를 적용하는 데 어려움이 있을 수 있으며, 향후 UCS의 전력화 대상과 범위가 더욱 확대될 것으로 전망됨에 따라 미군의 무인체계 분류와 같이 유인체계와 명확히 구분하여 분류하는 것이 타당할 것으로 판단하였다. 따라서 현재 우리 군이 적용하고 있는 대분류로부터 소분류까지 대상 장비에 대한 분류기준을 우선 준용하되, UCS를 별도로 구분하여 분류하여 기능별 특성에 맞게 기준을 적용하도록 하였다. UCS의 명칭은 무기체계의 특성을 명확하게 표현할 수 있도록 ‘무기체계 임무+

운용부대+운용영역+운용목적’ 을 포함하여 사용할 수 있도록 하고, 분류 무기체계의 특징과 대상이 식별될 수 있도록 <표 2-11>과 같이 제시하였다.

<표 2-11> 무인전투체계 분류
<Table 2-11> Classification of Unmanned Combat System

대분류	중분류	소분류
지휘통제·통신무기체계	무인지상전투체계	지휘통제·통신장비
	무인해양전투체계	
	무인공중전투체계	
감시·정찰무기체계	무인지상전투체계	드론 감시·정찰장비 로봇 감시·정찰장비 해상 감시·정찰장비 수중 감시·정찰장비 공중 감시·정찰장비
	무인해양전투체계	
	무인공중전투체계	
지상무기체계	드론전투체계	드론전투장비
	무인로봇전투체계	무인로봇전투장비
함정무기체계	무인해양전투체계	해상무인전투장비 수중무인전투장비
항공무기체계	무인공중전투체계	공중무인전투장비
무인전투지원체계	무인지상지원체계	무인전투지원장비
	무인해양지원체계	
	무인공중지원체계	

제3절 국방표준화

1. 표준의 개념과 법령체계

‘표준’은 합의에 의해 제정 및 표준화 기관을 통해 승인되고, 주어진 여건과 조건에서 최적의 질서를 확립할 목적으로 공통적·반복적 사용을 위해 명시한 규정을 의미하며, ISO와 국가기준법을 기준으로 <표 2-12>에

서와 같이 정의하고 있다. 표준체계의 분류는 국제표준을 기본적으로 상위의 분류로서 우선 고려하며, 일반적으로 국제표준>국가표준>국방표준의 순으로 적용하고 있다. 국방규격 작성 시에는 군수품의 호환성, 다양성을 고려하여 국방표준, 기존 국방규격, 한국산업표준(KS), 정부규격을 인용하여 작성하고 있으며 상위 표준에 부합하도록 하위 표준을 제정한다.

〈표 2-12〉 표준의 정의
 <Table 2-12> Definition of Standard

용어	정의
표준	합의에 의해 제정 및 표준화 기관에 의해 승인되고, 주어진 여건 및 조건에서 최적의 질서를 확립할 목적으로 공통적·반복적 사용을 위한 규정 <KS A ISO/IEC Guide 2>
국가표준	국가사회의 모든 분야에서 정확성, 합리성 및 국제성을 높이기 위하여 국가에서 통일적으로 준용하는 과학적·기술적 공공기준으로서 측정표준·참조표준·성문표준 등 국가표준기본법에서 규정하고 있는 표준을 말함. <국가표준기본법 제3조>
국방표준	군수품의 조달·관리 및 유지를 경제적·효율적으로 수행하기 위하여 표준을 설정하여 이를 활용하는 조직적 행위와 기술적 요구사항을 결정하는 품목지정, 규격화, 형상관리 등에 관한 제반 활동을 말함. <방위사업청 표준화 업무지침>

국가표준을 위한 정책은 국가표준기본법 제 7조에 따라 정부는 5년마다 국가표준 발전목표와 정책방향을 설정한 ‘국가표준기본계획’을 수립하고 시행하고 있으며, 국방표준 정책은 방위사업청이 매년 국가표준기본계획에 의거 국방분야 표준 시행계획을 수립 및 시행하고 제5차 국가표준기본계획 목표달성을 위한 연도별 예산을 편성 및 집행하고 있다[22].

국방분야에서의 표준화와 관련된 법령체계는 <표 2-13>와 같이 법령 및 예규에 이르기까지 명시하고 있으며 이를 시행하기 위한 세부적인 기준과 항목별 평가요소 및 내용은 별도의 심의과정과 절차에 의해서 구체화하여 표준화 업무를 수행한다. 방위사업청은 ‘국가표준기본법’, ‘방위사업법’, ‘민군기술사업촉진법’ 등의 법령체계 하에서 국방표준화 업무를 수행하고 있다[23][24].

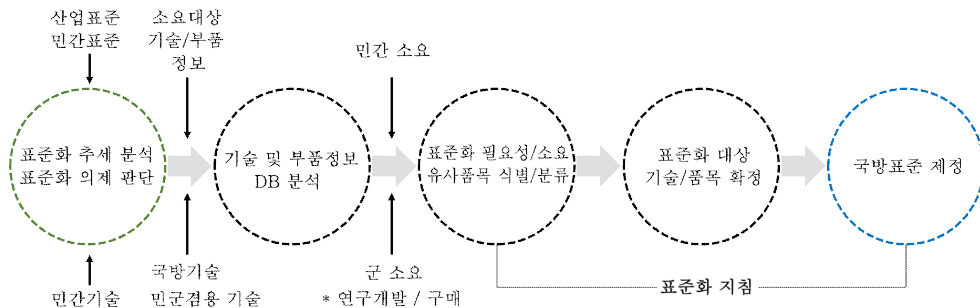
<표 2-13> 국방분야 표준화 관련 법령 체계

<Table 2-13> Law System related to Standardization in the Defense Sector

국방분야 표준화 관련 법령 체계		
법률	대한민국 헌법 제127조 제2항 (1987 개정)	국가는 국가표준제도를 확립한다.
	국가표준기본법 제10조 제1항(2018)	정부는 국가표준제도의 확립 등을 위하여 국가표준기본계획을 5년 단위로 수립하여야 한다.
	방위사업법 제26조 제1항 (2019. 12. 개정)	방위사업청은 군수품을 효율적으로 획득하기 위하여 군수품의 표준화에 대한 계획을 수립하여야 한다.
시행령 및 훈령	방위사업법 시행령 제30조 제1항 (2020. 3. 개정)	방위사업청은 방위사업법 제26조 제1항의 규정에 의하여 전력지원체계에 대한 군수품의 표준화계획을 수립하는 경우에는 이에 관한 국방부장관의 의견을 들어 반영하여야 한다.
	방위사업관리규정 제11조 제5항 (2020. 3. 개정)	군수품을 효율적으로 획득하기 위하여 군수품의 표준화를 추진하며, 연구개발 및 구매의 각 단계별로 군수품의 품질관리를 위하여 노력하여야 한다.
예규 등	표준화 업무지침 (2020. 4. 개정)	군수품의 조달 관리 및 유지를 경제적·효율적으로 수행하기 위해 표준을 설정하여 이를 활용한다.

국방표준화를 위한 대상의 기준은 첫째, 여러 무기체계에 공통적으로 적용 가능한 부품 및 기술 둘째, 기술통제 및 정비 유지가 필요한 소요 부품

의 관리 품목 셋째, 소형 또는 경량화되어 기능장치로 장착 시 기능적인 변화 또는 제한을 주지 않는 부품 넷째, 무인항공체계에 공통적으로 적용할 수 있는 공통 운영체계 다섯째, UCS의 특성상 크기 및 중량 등 다양한 특성에 제한되지 않는 부품과 기술 여섯째, 동일한 성능과 형상뿐만 아니라 동일한 성능을 유지할 수 있는 부품과 기술 등이 표준화 대상 범주에 포함된다. 국방표준을 위한 일반적인 업무의 절차적인 흐름은 [그림 2-2]에 제시한 바와 같이 수행되며 이러한 과정을 통해 표준에 대한 부품과 기술적 요소에 대한 요구사항을 구체화하여 규정하고 있다.



[그림 2-2] 국방표준 업무 흐름도

[Fig. 2-2] Process of Defense standard work

2. 국방표준화의 중요성

국방표준화는 군수품의 조달·관리 및 유지를 경제적·효율적으로 수행하기 위해 표준을 설정하여 이를 활용하는 조직적 행위와 기술적 요구사항을 결정하는 품목지정, 규격화, 목록화, 형상관리 등에 관한 제반 활동을 말하며, 관리의 능률 증진을 꾀하기 위해 자재·제품 등의 종류 및 규격을 표준에 따라 제한하거나 통일하는 일을 포괄적으로 지칭하고 있다[25].

국방표준화의 목적은 기개발하여 배치하거나 획득 예정인 각종 무기체계 개발 및 구매 시 소요가 예상되는 부품 및 기술들을 표준화하여 여러 무기체계에 공통으로 활용함으로써 개발비와 군수지원비를 절감하는 데 있다. 무기체계 개발에 소요되는 부품 및 기술을 연구 및 개발자들이 공통으로 인식하여 연구개발 및 구매의 투자 우선순위를 결정하는 데 보조적인 자료로서 활용되고 있다. 이는 필요 시 기본 표준모형을 기준으로 일부 또는 전체적인 변형을 통해서 소요군의 요구능력을 충족할 수 있도록 부품 및 기술도 동일 표준의 부품 및 기술로 정의한다. 표준의 적용 범위는 시간적 범위 측면에서 연구개발 단계에서 형상관리 등을 중심으로, 업무적 범위 측면에서 표준품목의 지정과 규격화 및 목록화, 형상관리 등 표준화 정책 및 계획 업무에 관한 사항을 중심으로 수행하고 있다.

국방표준화의 필요성은 첫째, 군수품의 다양성 감소로 총수명주기비용 절감 및 획득기간 단축, 군수품 상호운용성 및 호환성·공통성의 증진을 통해 저비용·고효율의 국방자원 운영체제를 구축할 수 있다는 것이며 둘째, 사업관리와 품질보증, 원가산정, 계약관리, 군수자원관리의 기준을 제 공한다는 점에서 중요하게 인식되고 있다.

국방분야에서 표준화가 안될 경우 미치는 영향은 첫째, 체계적·효율적 전력화 및 운용에 있어 제한이 발생할 수 있다. 각 군 전력의 효과적인 배치와 신속·정확한 전력의 운용이 제한되며 무기체계별 성능 차이로 인한 상호운용성의 문제 발생 및 체계적인 전투력 발휘에 어려울 수 있다. 더욱이 장비의 성능과 특성이 동일해야 전력운용계획 수립 및 지휘통제 용이 하므로 효과적인 전력운용 및 전투력 발휘가 가능하다. 군 간, 민·군 간 수송·통신체계의 표준화가 중요하며, 군사협력이 중요한 현대전에서는 연합전력의 효과적 운용을 위한 상호운용성 측면에서 대단히 중요한 의제로 대두되고 있다.

둘째, 효율적인 군수지원에 있어서 제한이 있다. 다양한 무기체계의 운용으로 무기체계별 상호 호환이 제한될 경우에 이에 따른 군수지원소요가

증가하고 이로 인한 적기 군수지원 및 전쟁지속능력의 유지에 어려움이 가중될 수 있다.

셋째, 무기체계 및 전력지원체계의 전력화를 위한 획득 비용을 포함하는 총수명주기비용도 병행하여 증가할 것으로 전망된다. 이러한 점에서 획득 대상 또는 획득 시 고려요소 및 평가항목이 복잡하고 다양하게 나열될 수 있고 다품종 소량 획득으로 인한 개발 및 구매가격이 상승하고 개발 및 구매에 따른 위험도가 증가할 수 있다는 점이 상존한다.

그러므로 국방표준화에 관한 업무는 군수품의 상호운용성과 호환성·공통성을 증진함으로써 국방자원의 효율적 운용과 관리·유지가 가능할 뿐만 아니라 군사력 증강 및 전투력 발휘에 지대한 영향을 줄 수 있는 중요한 요소가 될 수 있다.

3. 국방표준화 주요 업무내용 및 관련기관의 역할

국방표준화를 위한 주요 업무 구분과 수행하는 세부 내용은 품목지정, 규격화, 형상관리, 목록화, 민·군규격 표준화, 우선 적용 품목지정 등으로 구분하고 있다. 품목지정은 군수품 중에서 장비로 분류되고 있는 대상 품목에 대해 표준 및 비표준 품목, 제한표준품목, 사용 및 상용품목으로 분류지정하는 것을 의미한다. 규격화는 국방규격을 제·개정하고 관련정보 등을 관리하는 일련의 과정이다. 형상관리는 품목의 기능적 또는 물리적 특성을 식별하여 문서화하고 그 특성에 대한 변경을 통제하며 규격서 및 도면 등과 같은 형상식별서와 제품의 동일성 여부를 점검하고 승인된 형상관리 및 변경의 이행현황 등 필요한 정보를 기록하고 유지하는 활동으로서, 형상식별 및 문서화 형상통제, 형상확인, 형상자료유지로 구분하고 국방규격 제정을 위한 대상 품목에 대하여 사업추진 방법이 결정된 이후부터 폐기 시까지 수행하게 된다. 민·군규격 표준화는 국방규격을 KS규격으로 전환 및 통합하는 사업을 말하며, 우선적용 품목지정은 군수품을 획득

시 운용하는 군수품의 종수를 단순화하고 적용되는 장비 간 상호호환성을 향상시키고 군수품의 관리·유지 비용을 절감하기 위해 우선적용 품목에 대해 최소의 종수로 지정한다.

이를 수행하기 위한 국방표준화 관련 기관별 역할은 방위사업청의 표준화 업무지침에 따라서 각 기관의 주요 역할과 업무가 명시되어 있다. 방위사업청은 국방표준화 업무의 핵심기관으로 국방부와 각 군 및 출연기관을 포함하여 전반적인 업무에 대한 조정 및 통제 역할을 수행하고 있다. 국방과학연구소는 무기체계의 국방규격 관리를 중심으로, 국방기술품질원은 전력지원체계의 표준화 및 부품 국산화 등을 중심으로 수행하고 있다. 국방표준 관련 업무협조는 방위사업청이 국가기술표준원에서 수립하고 있는 국가표준기본계획에 의거 국방표준 업무를 수행한다. 국방표준 업무수행을 위한 주요 행정기관 및 군의 임무와 역할에 대해 <표 2-14>에 정리하였다.

<표 2-14> 국방 표준화 관련 기관별 역할

<Table 2-14> Role of Defense Standardization-related Organizations

기관	담당부서	임무 및 역할
국방부	군수품수명주기 관리과	- 총수명주기 관점에서 표준화 정책지침 수립 - 우선적용 대상품목 지정관리
방위사업청	방위사업정책국 표준기획과	- 국방분야 표준에 관한 컨트롤 타워 역할 - 표준화 · 목록화 제도 · 정책 발전, 군수조달 등 표준화 실무위원회 운영 - 국방표준종합정보시스템 운영 및 관리
	규격목록팀	군수품 운영단계의 규격, 형상관리, 목록관리
	통합사업관리팀(IPT)	무기체계 개발 및 양산 단계의 형상관리
각 군	군수사령부	각 군 개발품목에 대한 국방규격 및 형상관리
	공군 85표준창	정밀측정 장비(TMDE)에 대한 검 · 교정 관리, 시험소 설치·운영
출연기관	국방과학연구소	연구개발품목에 대한 국방규격 및 형상관리
	국방기술품질원	표준화업무 기술지원, 부품의 국산화 품목에 대한 국방규격의 관리 및 2급 형상통제

4. 국방표준화 품목 선정 및 국방표준서 제정 기준

국방표준화 품목지정을 위한 검토 기준은 ①구매 조건의 적정성 및 해당 품목 지정의 필요성 ②해당 군수품의 경제성 ③전력화지원요소의 충족성 ④민·군 겸용기술의 활용성 ⑤기존 군수품과의 상호 연계성 ⑥군사요구능력에 대한 적절성 ⑦대상 품목 및 장비의 충족도 ⑧표준화 기술의 수준 ⑨관련 기관의 기술적 검토 결과 ⑩획득 방법 및 분류의 선정 ⑪운용 시험계획 및 결과의 필요성 ⑫종합군수지원 측면에서 개발 및 획득 가능성 ⑬국내·외 활용 여부 및 신뢰도 등이 포함된다.

국방표준서는 군수품의 획득, 관리, 운영유지 과정에서 공통적이거나 반복적으로 사용되는 인터페이스, 설계, 제조공정, 시험방법 등을 공학적이거나 기술적으로 작성한 공통 적용 문서로서 국방표준의 근거를 제공한다. 국방표준서의 작성 방법은 공학이나 기술적 기준, 방법과 절차 또는 업무수행을 위한 기술적 요구사항에 관한 사항, 군수품의 획득 절차 및 방법에 대한 일관성 및 단순화를 지속할 수 있는가를 작성하도록 명시되어 있다. 이러한 국방표준은 군사적 측면·기술적 측면·경제적 측면·사회적 측면에서의 기대되는 역할과 파급효과, 그리고 국방표준의 필요성 및 중요성 등을 고려하여 요구사항과 검증항목 등을 다양하게 적용하고 있다. 군사적 측면은 무기체계의 연구개발 및 구매 절차와 공정, 시험평가 등의 통제적인 역할을 제공하는 것으로 무기체계 및 소요군 간 상호운용성과 신뢰성을 향상하는 측면에서 중요하게 고려되고 있다. 기술적 측면은 개발능력 및 생산업체 간 기술적 수준의 차이를 극복하고 무기체계의 품질보장에 대한 기술력을 보편화하여 기술적 파급효과를 예측하게 한다. 그리고 경제적·사회적 측면은 군사적 임무수행에 요구되는 요구조건을 충족하는 데 필요한 소요비용의 예측이 가능하도록 하고 품질의 수준을 보장하는 데 있다.

국방표준화 품목지정 대상은 방위사업청의 표준화 업무지침에 의거 <표 2-15>에서 정리한 것과 같이 무기체계와 전력지원체계, 사용품목 및 외국 개발품목으로 구분하여 지정하고 있다.

국방표준서의 필요성과 중요성은 첫째, 기술적 측면에서 개발·제조업체의 기술력 차이를 극복함으로써 적정 품질보장, 기대수명 예측 및 최신 기술력의 파급효과·보편화 둘째, 사회적·경제적 측면에서 국방규격서의 동일한 요구조건이 구매 및 원가 산정 시 각기 다르게 적용되는 문제점 해소하고 품질의 신뢰도 제고에 기여 셋째, 군사적 측면에서 국방표준서는 절차와 제작공정, 시험평가 등을 통해 요구능력에 대한 통제역할 수행으로 무기체계 간, 소요군 간 상호운용성을 제고하고 신뢰성 증진에 기여할 수 있다는 점에서 중요하게 인식되고 있다.

<표 2-15> 표준품목 지정 대상
<Table 2-15> Standard Item Designation Target

구분	표준품목 지정 대상	
무기체계	연구개발	전투용 적합 판정, 군사용 적합 판정 시 표준품목으로 간주
	구매사업	기종 결정 시 표준품목으로 간주
전력지원 체계	국방부 또는 각 군의 소요요청 품목을 대상	
사용품목	시험평가 결과에 의한 군사적 요구수준 충족 시 표준품목으로 지정 * 시험평가 이전 조달이 불가피한 경우 각 군, 국방과학연구소, 기술품질원 등 관련 기관의 평가자료에 의한 군사요구도 충족 여부 판단하여 표준품목으로 지정	
외국 개발품목	외국 개발 또는 운용시험 결과, 판매실적 등 근거자료로 판단 대상품목에 대한 각 군, 국방과학연구소, 기술품질원 등 관련 기관의 평가결과를 반영하여 군사요구도 충족 시 해당 품목의 지정과정을 거치지 않고 표준품목으로 지정	

제3장 국내·외 무인체계 국방표준화 추진실태 분석

제1절 주요 국가의 무인체계 국방표준화 추진실태

주요 국가들의 무인체계에 대한 획득 및 관리는 무기체계 및 전력지원 체계를 구분하지 않고 통합적으로 획득하고 관리하는 체계적·제도적 절차와 방식을 유지하면서 크게 다음과 같은 특징을 보여주고 있다[26].

첫째, 각 국가의 국방부에서 통합하여 획득관리를 총괄하되, 각 군은 소요를 제기·결정하며 사업을 관리하는 골격을 유지하며 사용자인 군 중심의 획득을 관리하고 있다. 선진국 모두가 소요의 통합성과 효율적인 국방예산 운용, 현존 및 잠재적 위협까지 대비하는 획득체계임. 국방예산 운용, 현존 및 잠재적 위협까지 대비하는 획득관리체계이다.

둘째, 획득조직은 국방부 직속으로 통합하여 일관성을 유지하는 방향으로 국방부가 획득정책, 계획, 예산 기능을 갖고 획득과 운영유지의 연계를 강화하고 있다. 선진국들의 국방획득체계가 국방부의 통제 하에서 각 군이 적극적으로 참여하는 시스템을 적용한다. 국방부 독립 외청에서 획득사업을 주도할 경우, 구조적인 의사소통 제한으로 국방부와 각 군의 역할이 미비하고, 각 군 간의 상호 협조체계도 원활하지 못한 구조로서 사용자인 각 군의 불만이 누적될 우려가 있다.

셋째, 획득사업의 융통성과 개방성을 강조하는 획득관리체계 하에서 개발획득 및 기술과 획득조건 성숙 시 어느 통제점으로도 진입이 가능토록 하여 효율성을 유도하는 획득 관리하고 있다. 특히 4차 산업혁명과 연계하여 신기술을 즉시 적용하기 위해서는 진화적 개발획득 및 기술과 획득조건 성숙 시 어느 통제점으로도 진입이 가능한 개방적이고 융통성 있는 획득관리가 필요하다.

넷째, 비용절감과 시간단축과 성능보장을 유도하는 획득체계로서, 총 수명주기 관점에서 대부분의 국가들은 획득관리를 하고 있으며, 무기체계의 획득 및 운영유지의 효율성 제고를 위해 총수명주기관리제도(TLCSM: Total Life Cycle System Management)를 시행하고 있다.

다섯째, 획득관리 및 표준화 업무담당자의 전문가의 역할을 강화하고 중요하게 판단하고 전문적인 획득 연구기관 인프라 구축 및 획득관련 전문가 양성에 노력하고 있다. 미 국방부는 주요 무기체계의 표준화를 위해 제도적으로 프로그램을 통해서 군의 전투대비태세 유지 및 지속적인 군수 지원과 전쟁지속 능력을 구축하되 효율성과 효과성을 고려하여 중복·과다·유사 기능의 무기체계에 대한 간소화하고 상호운용성을 증대함으로써 실질적인 예산과 비용을 절감할 수 있도록 업무담당자의 전문성을 배양하는 데 주안을 두고 있다. 이를 통해서 군의 소요를 충족하면서 최적의 전력체계를 구축하기 위해 다양한 프로그램을 설치하고 이를 적극적으로 운영하고 있다.

제2절 국내·외 무인체계 국방표준화 추진실태 진단 및 분석

1. 국외 주요 국가들의 국방표준화 추진실태 분석 및 시사점

FAA는 UA 및 드론에 관한 등록 및 표시 의무사항에 대한 규칙을 발표하였으며, 최대이륙중량, 고도, 및 속도 등 다양한 기준으로 등급을 분류하고 있으며, 여기에 관련된 세부 기술 요구사항을 명시하고 기술적 수준에 의해 결정하는 방법을 선택하고 있다. 미국은 OMG(Object Management Group)에서 민간기술 주도로 기업들이 표준화를 추진하고 있으며, 드론을 0~3까지 4단계로 분류하여 <표 3-1>에서 분류한 기준에 의해 식별 및 추적 기술을 차등적으로 적용하는 것을 제안하고 있다.

〈표 3-1〉 미 FAA의 드론 식별 분류 단계
 <Table 3-1> U.S. FAA's Drone Identification Classification Stage

단계	내 용
0	• 드론-조종자 간 거리는 최대 122m(400ft) 이내 가시권 내에서 비행 • 14 CFR(미 연방규정) Part 101을 준수하는 드론(일부 특수목적용 제외) • 조종 자격증을 보유한 관리자에 의해 운영되는 드론 • FAA에 의해 식별 및 추적이 면제되는 드론
1	• 0, 2, 3 단계에 속하지 않는 드론 • 14 CFR(미 연방규정) Part 107에 속하는 드론
2	• 비가시권 비행 드론 • 14 CFR(미 연방규정) Part 107에 정의한 최대고도 이상 비행하는 드론 • 보호되지 않는 사람에게 운영되는 드론
3	• 무게가 25kg 이상이고 비가시권 내 비행하는 드론 • 일정한 계기비행방식에 의한 조건에서 동작하는 드론 • 통제된 공역에서 비행하는 드론

미국은 군수품 및 규격의 표준화를 위한 프로그램의 구축, 시스템 위원회 운영 등을 통해 수명주기비용 및 획득비용 절감 등을 효과를 지속적으로 거두고 있는 것으로 평가되고 있다. 국방획득체계의 표준화 문서 정보를 관리 및 보유하는 정보체계인 획득 간소화 및 표준화 정보체계(ASSIT: Acquisition Streamlining and Standardization Information System)를 미 국방부 연구개발차관 직속기관으로 국방표준화프로그램 사무국(DSPO: Defense Standardization Program Office)에서 운용하면서 실질적인 성과를 거두고 있다. 이와 같은 표준화프로그램에 의해서 획득한 최근의 사례로서, 미국은 군용전지 표준화를 육군 배터리연구소를 설립하여 군용으로 사용하는 배터리의 종류를 50종에서 35종으로 감소시킴으로써 운영유지비 및 군수지원비 등의 예산을 절감하는 성과를 거둔 것으로 나타났다.

미국 군수품 표준화프로그램(DSP: Defense Standardization Program)은 표준화를 통해 군의 전투태세를 유지하고 지속적인 군수지원의 용이성을

제고하면서 비용을 절감하는 데 그 목적을 두고 설치 및 운용하고 있다. 주요 임무는 군 전투부대 및 획득부서, 군수분야 담당부서가 상호운용성 촉진과 총수명유지비 절감 및 전투준비태세를 유지할 수 있도록 표준화 프로세스, 표준화 부품 및 관련 서비스 식별, 표준화 개발 및 관리 방안 등을 제공하는 데 있다. 이를 운용하기 위한 주요 수행 프로그램은 ①단종 관리 지식공유 서비스: 단종 정보를 고려한 부품 정보 제공 ②품목 감소, 사용 부품의 종류와 수량의 감소방안 연구 ③부품 관리, 최적의 부품 선정 및 절차 제공 ④질적 평가, 주요 부품의 확보방안, 관련 정책 및 가이드라인 제공 ⑤정부와 민간 표준화 관련 정보교류 프로그램 등을 운영하면서 표준화에 필요한 전반적인 법령 및 규정, 부품 및 기술 정보, 진행 과정 및 절차, 부품 및 기술 등을 대상으로 적용하는 주요 가이드라인을 제공하고 있다.

유럽 집행위원회는 2014년 드론에 관한 영향평가를 수행 이후 규제방안을 마련하였으며, 스웨덴·프랑스·독일·영국 등 주요 국가들은 개별관련법을 만들어 시행 중이다. 무인항공기 및 드론의 사용이 확대되면서 국경을 넘나드는 경우가 다수 발생하면서 유럽항공안전청(EASA: European Aviation Safety Agency)은 유럽 전역에서 적용 가능한 무인기 운용에 관한 안전가이드라인을 만들어 공유하도록 하고 이를 위한 세부지침을 마련하였다. EU가 통합적으로 마련하고 있는 표준화 제안은 원격조종항공기 시스템(RPAS: Remotely Piloted Aircraft System)의 안전을 담보하기 위한 지침과 개인정보보호 등 안정성 및 신뢰도 문제를 포함하고 있다.

영국은 표준화 실무위원회에 따라 이륙중량을 기준으로 분류하고 있으며, 주요 내용은 국제적으로 인정된 민간 표준화 및 규격을 우선적으로 사용하도록 관리하고 있다. 국제표준 및 유럽표준, 민간 표준과 국방표준 및 나토 표준을 협의체에 참여하여 직·간접적으로 영향을 미치고 있다.

프랑스는 병기본부(DGA: Direction générale de l'armement) 산하에 국방표준화센터(DNC: Defense Standardization Center)에서 국방표준화 및 규격에 관한 업무를 수행하고 국제 국방표준화 및 규격, 국제 민간 표준화 및 규격 등으로 구분하여 관리하고 국제표준화 및 규격을 우선 적용하여 국방표준을 정한다.

독일은 국방표준화 및 규격 관련 정책은 실질적으로 활용 가능한 민간 표준화 및 규격을 우선 사용하도록 추진하고 있으며, 적용 가능한 민간 표준화 및 규격이 존재하지 않을 경우에는 국방 요구조건에 부합하는 표준화 및 규격을 민간 표준화 및 규격에 포함하는 방법으로 운영하고 있다. 다만, 군의 특수성을 반영하여 군사임무에 필요한 물자와 장비의 경우에 한하여 국방표준 및 규격을 제정하여 운영하고 있다.

중국은 당이 주도하는 민·군기술융합연구소를 설치하여 민간기술을 군사과학기술과 접목하여 최근 첨단무기 및 신개념 무기체계를 지속적으로 개발하고 있으며 이러한 민·군기술 융합을 통해서 무인항공기 및 드론과 같은 무인전투체계에서 가장 빠른 성장을 보이는 국가이다.

일본은 드론 기술의 국제표준화 주도를 위해 경제산업성 주도로 우주항공연구개발기구(JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency)·산업기술종합연구소와 협력하여 충돌방지 기술과 자동관제시스템 기술관련 국제표준을 추진 중이다. JAXA는 충돌방지를 위한 상대위치 자동파악 관제시스템을, 산업기술종합연구소는 위성위치확인시스템(GPS: Global Positioning System)과 비행고도 감시센서 관련 기술의 표준화를 통해서 2025년까지 ISO의 승인을 목표로 추진하고 있다.

주요 외국 국가들의 드론체계에 대한 국방표준화 추진현황을 통해 나타난 정책적 시사점을 종합 정리하면 미국의 경우 정부와 군이 주도적으로 국방표준에 관한 프로그램을 운영하고 있으나 민간기술의 참여를 적극적으

로 유도하고 보장하고 있다. 이는 미국의 방위산업의 상대적인 기술의 발전이 군사기술의 발전 추세와 함께 지속 발전해 온 역사적 배경에서 비롯되고 있음을 알 수 있다. 이는 오랫동안 민간의 첨단기술이 군의 첨단무기와 신개념 무기체계의 변화를 주도하면서 글로벌 시장에서 방위산업을 이끌어온 바탕이 되고 있다.

주요 국가들의 국가별 무인체계 및 드론체계에 대한 국방표준 추진현황을 종합하여 <표 3-2>에 제시하였다[27].

<표 3-2> 국가별 국방표준 추진현황
<Table 3-2> National Defense Standards Promotion Status

국가	국방표준	민간표준	동향
미국	MIL-STD 국방표준 MIL-SPEC 국방규격 MIL-HDBK 국방핸드북	ANS 미국국가표준	• 민간-정부 간 효율적 협력을 위해 표준 개발기구진흥법 제정 • SDOAA을 통한 민간포럼과 컨소시엄형 표준화 활동 강화
영국	Def Stan 영국국가표준	BS 영국국가표준	• 유럽표준을 국가 차원에서 우선 수용 • 제정된 유럽표준과 충돌하는 국가표준이 있는 경우 해당 국가표준을 철회하는 것을 원칙으로 제정
독일	VG-Norm 독일국방표준	DIN 독일산업표준	
중국		GB 중국국가표준	• 필수적인 표준은 규제 • 규제가 아닌 표준은 그 채택을 자율적 선택에 맡기는 방향으로 표준을 제정
일본	NDS 방위성규격 DSP 방위성사양서	JIS 일본산업표준	• 관·민·학의 조직적 표준화 추진 • ICT와 데이터 기반의 표준화 추진 • 국제표준 활동에 대한 인프라 강화 및 중소기업 보유기술의 표준화 지원에 중점

외국 주요 국가들의 국방표준은 기본적으로 민간표준과 연계하여 군사 기술을 활용하거나 기술개발을 통해 표준화를 위한 주요 요소와 세부 내용을 구체화하여 규정하고 있다. 이는 민간기술을 군사기술에 접목하기 위한 정책적인 차원에서 국가가 민·군 융합기술을 활용하기 위해 지원하는 프로그램을 대부분 운용하고 있기 때문이다. 이를 통해 민간의 발전된 기술을 군사용으로 전환하면서 군의 무기체계 개발과 획득을 더욱 촉진시키고 방위사업을 활성화하는 방향으로 추진하고 있다.

ICAO 및 EASA, ISO 등에서 최근 무인항공기와 관련한 교범과 기술기준 등을 정립하고 표준에 관한 사항을 제정한 내용을 정리하면 다음의 <표 3-3>과 같다[28].

<표 3-3> 주요 국가별 무인항공기 표준 제정 현황

<Table 3-3> Status of Enactment of Unmanned Aerial Vehicle Standards by Major Countries

국제표준	표준 내용
NATO STANAG (북대서양 조약기구)	- 고정익 및 회전익 군용무인기 감항인증 기술 및 표준화 기구 - 무인항공기 중량 150kg 기준, 4개 표준기술 category 설정
ICAO RPAS (국제민간항공기구)	감항인증, 지휘통제, 충돌회피, 자격, 운항, 교통관리, 인적 영향의 7개 그룹별 기준개발
ISO TC20/SC16 (항공우주기술위원회 무인기 분과)	무인항공기 비행체계의 일반사양, 생산체계, 작동절차에 관한 표준화
EASA CS-LURS (유럽연합항공안전청 회전익무인기 분과)	750kg 이하 무인 회전익항공기에 대한 기술기준 표준
FAA (미연방항공청)	무인항공기 감항인증 및 특별 감항인증서 발행을 위한 절차적인 내용을 표준으로 제정
ASTM F38 (ASTM UAS위원회)	- 감항능력, 비행운영체계 - 인력 및 자격 인증분과위원회에서 표준 제정

2. 국내 국방표준화 추진실태 분석

우리나라는 표준화된 부품 및 기술의 공유를 위한 체계적·제도적 측면에서 아직 미흡한 실정이다. 표준화된 HW/SW, 관련 소요기술의 분류 기준 및 공용화를 위한 정보의 상호 공유와 교류 등 활성화되어 있지 못함으로써 기개발된 부품과 기술의 지속 활용 가능성이 낮은 것으로 확인된다. 이와 함께 부품과 기술의 통합 관리 및 활용 가능한 정보지원 및 제도적 정보교환체계 등이 미구축되어 있어 효율적인 표준화 관리가 현실적으로 어려울 수밖에 없다. 필요한 기술개발 이후에도 군의 요구능력을 충족하면서 적절한 무기체계로의 전환을 위한 제도적 장치가 마련되어 있지 않은 상황이다. 이러한 문제점을 해소하기 위해서는 정부 또는 소요군의 입장에서 적극적인 기술개발 및 표준화를 위한 기관 및 부대 간 상호 협력체계의 정립을 통해 정책적·제도적으로 뒷받침되어야 한다.

국방표준화를 위해서는 무기체계의 부품과 기술적·공학적 표준화의 필요성과 중요성을 인식하고 있으나 이원화된 획득체계와 성능 위주의 연구개발로 인해 부품 및 기술의 표준화가 아직도 미흡한 상태이므로 이를 극복하기 위해 국방 부품의 국산화와 기술적 표준화의 기준을 새롭게 정립할 필요가 있다. 군은 국방표준을 위해 적용해야 할 주요 기술 및 요소에 대한 우선순위를 정하고 이에 따라 국가 및 산업표준의 추진 여부를 고려하여 군사임무 수행에 필요한 기술개발 및 민간기술의 도입을 통해서 적용할 필요가 있다. 따라서 국가 및 민간표준을 우선 수용하되 군사적 운용에 따른 요구능력의 충족성을 반영하여 기술개발 및 도입을 결정해야 한다.

드론전투체계를 운용하는 작전환경의 특성을 고려할 때 군사임무 수행을 충족할 수 있는 기술개발이 더욱 요구되는 상황에서 민간기술의 발전에 따라 소형화 및 경량화 등의 초소형운용체계(MEMS: Micro Electro

Mechanical System) 기술의 적용이 군사적 운용목적에 적합하도록 도입이 필요하다. 민·군융합 및 겸용기술의 발전 추세를 반영해 신개념 무기체계에 대한 소요를 반영하기 위한 군의 프로그램을 도입하여 인공지능, 자율비행, 내구성 및 친환경적인 기술의 연구개발이 요구된다. 최근 전력화를 추진하는 드론전투체계의 감시정찰용 공통플랫폼의 개발, 일정 수준의 비행시간 보장을 위한 배터리 개발, 엔진 등 동력장치의 소음 감소 및 센서의 지속적인 시계 확보 등 다양한 기술개발을 위한 도전적인 과제 해결을 위한 노력이 지속되어야 한다. 다양한 군사임무에 요구되는 조건과 요소들을 고려할 때, 민간기술의 표준화에 따른 로드맵과 군 작전환경의 특수성을 종합적으로 고려하여 드론전투체계의 주요 핵심기술들에 대한 표준요소들을 도출하고 이를 표준화하여 적용할 필요가 더욱 요구되고 있다.

국방부는 군용 드론의 소요가 지속 확대되고 있는 시점에서 분류기준에 대한 신규 상용 드론의 대부분 소요가 전력지원체계로 소요제기되고 있음을 인식하고 합동무기체계목록서에 이에 대한 작성 기준을 포함하는 내용을 규정화하였다. 드론의 운용목적에 따른 분류를 정리하기 위해 정찰용과 공격용 등을 무기체계로 경계용을 전력지원체계로 분류하고 유사 기능과 성능의 드론이 다양한 목적과 용도로 구분하여 소요제기하고 있는 상황에서 수리 및 불용 기준 그리고 수명 연장을 위한 성능개량 및 재활용에 대한 표준화 기준을 제시하기 위한 기술적 수준의 제원을 제시하였다.

국방과학연구소는 드론 전투체계의 상호운용성을 고려하되, 국가기술표준원에서 선정하고 제시한 주요 핵심기술에 대한 국가 산업표준을 우선 적용하는 수준에서 현재 민·군 겸용기술의 수준을 고려하여 배터리와 프로펠러, 동력장치인 모터 등을 포함하여 표준화가 가능한 주요 구성장비 및 부품을 <표 3-4>에 제시하였다[29].

〈표 3-4〉 군용 드론 국방표준화 가능 구성장비 및 부품

〈Table 3-4〉 Defense Standardization Possible Components and Parts of Military Drones

대상	구성 장비	주요 부품
동력장치 및 배터리	모터, 전자속도제어기, 배터리	
통신모듈 및 장비	암호모듈	한국형 암호모듈
항법모듈 및 장비	항법체계, 비행제어체계	위치식별체계 모듈
임무 센서 장비	거리측정기, 적외선 카메라, 비행안정화장치	
지상조종장치	지상통제장치 및 통신장치	제어보드 및 조종기 안테나 및 무인통신기

이와 더불어 드론전투체계를 포함하는 무인항공체계에 적용 가능한 주요 구성장비 및 부품의 표준화는 주요 대상은 첫째, 무인항공기의 비행체는 제대별 대량 도입이 필요한 기종을 임무 및 운용목적에 따라 모듈화 및 공통플랫폼을 적용할 때 가능 둘째, 소형 드론은 작전운용의 영역과 비행거리를 고려하여 등급에 의해 결정 가능 셋째, 조종장치는 비행환경 및 비행상태 그리고 조종간의 역할에 따라 구분하여 적용 가능 넷째, 항법 모듈이나 임무 장비의 전기적 장치와 신호 등 다섯째, 배터리는 산업표준에 의해 적용하고 용량별 표준화 가능한 대상 기술 및 장비를 제시하였다.

국가기술표준원은 2019년 미래 기술발전 추세를 반영한 핵심기술을 제시하였는데, 국방분야와 관련된 핵심기술 중에서 국방표준화가 필요한 분야는 2030년 이전 달성해야 할 주요 핵심기술에 대한 표준화 시 군사적 운용성에 부합하도록 임무와 운용목적에 따라 구축해야 할 운항체계와 주요 구성품 등에 대한 대상 기술을 포함하고 있으며 표준화 주요 대상 및 국방관련 주요 기술을 종합 정리하여 〈표 3-5〉에 제시하였다[30].

〈표 3-5〉 국가기술표준원 표준화 대상요소 및 국방관련 기술
 <Table 3-5> Elements subject to standardization by the National Institute of Technology and Standards and defense-related technologies

구분	표준화 대상 요소 및 기술			표준화 선정
대분류	중분류	소분류	대상요소	
운항 체계	UAS	감항인증	UAS 감항성 기술표준	핵심 소요기술
			무인PAV 기술표준	
			암호화 및 보안체계	
		운항방식	공중충돌 탐지 및 회피	표준화 추진중
			저고도 시계비행 절차	
			이동통신망 기반 저고도 운항체계	
			자동 이·착륙	핵심 소요기술
구성품	비행 플랫폼	체계	무인 PAV 성능 및 시험표준	산업표준 연계
		동력장치 추진기관	무인항공기 모터	국가표준
			무인항공기 프로펠러	
			무인항공기 배터리	
		비행제어	무인항공기 비행기록장치	표준화 추진중
			자율비행제어	핵심 소요기술
		시험평가	무인항공기 시험평가	국제표준 및 산업표준 반영
			멀티콥터형 소형무인기 내풍시험	
			멀티콥터형 소형무인기 낙하시험	
			무인항공기 배터리 시험평가	
			무인항공기 비행기록장치 시험평가	
		탑재(임무)장비	탑재장비 치수 및 전기적 연결장치	국가표준
		지상제어체계	지상장비 및 조종자 인터페이스	핵심 소요기술
임무	감시/탐지		감시 및 탐지용 UAS 품질표준	표준화 추진중
	방제		방제용 UAS 품질표준	
	물류		물류용 UAS 품질표준	산업표준 반영
	방재 안전		방재안전용 UAS 품질표준	

제3절 드론전투체계의 주요 추진현황 분석

1. 드론전투체계의 기술발전 및 표준화 추세 분석

드론전투체계에 관한 핵심기술의 확보 측면에서 군사과학기술의 급속한 발전에 따라 UCS의 상호운용성을 향상시키고 군사임무의 특수성을 고려하여 발전시키고 있다. 드론전투체계에 기술적으로 적용 가능한 핵심기술은 첫째, 고성능 무인플랫폼 기술로서 저피탐 기술, 엔진, 센서, 구조기술 둘째, 자율화 및 군집기술에는 비행제어 기술, 임무자율화, 군집기술 셋째, 협업 및 통제기술 시스템 운용기술 넷째, 연동 표준화 기술은 STANAG 4586/4660/7085 등 다섯째, 무장 및 자폭 기술 관련 모듈화 기술, 발사, 기동제어 기술 등 여섯째, 수직 이·착륙 기술로서 동력시스템 기술 및 기동제어 기술 등을 포함하여 핵심부품의 상호 호환성 및 국산화 가능성을 식별하여 무인항공체계에 적용할 수 있으며 이는 상용 드론을 통해 군용 드론으로 전환 시 군사임무의 특수성을 고려하는 측면에서 주요 국방과학기술의 적용이 중요한 기술적 요소로서 반영하고 있다. 또한 드론전투체계에 대한 군수지원 및 운용 측면에서 군수지원체계 구축을 통해 외주정비 의존도를 최소화하는 방향으로 조정할 필요가 있으며, 향후 자율무인무기체계의 개발 및 도입을 통해 효율적으로 무인전투체계를 운용하는 방안으로 전환하고 있는 추세이다.

표준화 분야에서는 개방형 자율주행 제어기술, 탐지 및 회피기술, 암호화 보안체계, 임무장비 통합기술, 임무정보 관리시스템, 무인항공체계의 배터리 관리시스템, 비행계획 생성 및 관리기술, 정보 전송분석 기술, 무인항공체계의 자동 이·착륙 기술, 화물탐재 하역 처리기술, 무인항공체계 전자등유 및 비행관리체계 기술 등으로 세분화하여 기술적 표준화 개발을 위한 중·장기 시행 로드맵을 수립하고 있으며, 특히 드론의 경우에는 상용을

군사임무 수행에 적합한 기술에 대한 세부적인 사항을 반영하여 표준화를 위한 다양한 방법으로 드론전투체계의 연구개발 및 획득에 반영하고 있다. 이러한 접근은 군의 첨단무기 및 신개념 무기체계의 개발과 도입한 이후에도 그 자체의 성능과 능력도 중요하지만 그 능력을 어떻게 확장하고 개량하는지에 따라서 잠재적인 활용도와 가치가 달라질 수 있다.

현재의 군사과학기술 수준은 이전보다 훨씬 빠르게 발전하면서 군이 필요한 능력을 확보할 수 있도록 능력을 확장하는 방안을 고려해야 한다. 이를 통해 현존 전력을 최대한 발휘 가능하도록 성능을 개량하고 능력을 확장시키는 방안을 모색할 필요가 있다.

2. 국내 상용 드론 표준화 추진 현황

국가기술표준원은 드론 개발 및 제조업체, 운용자에게 최소한의 안전 관련 신뢰를 제공하기 위해서 2018년 드론 제품개발을 위한 가이드라인을 제시하기 위해 국내 상용 드론에 관한 표준 4종을 제정하였으며 이를 <표 3-6>에 정리하였다[31].

<표 3-6> 드론 국가 산업표준 제정 현황

<Table 3-6> Establishment of National Industry Standards for Drones

구분	표준번호	표준명	내용	제정
1	KSW9000	분류 및 용어	무인항공기의 분류 및 용어의 개념과 정의	2016. 12.
2	KSW9001	무인동력 비행장치 설계	임무장비, 비행제어체계의 설계 요구사항	2018. 03.
3	KSW9131	프로펠러 설계 및 시험	프로펠러 설계 요구사항 및 시험방법	
4	KSW9132	리튬배터리 시스템 설계 및 제작	배터리 용량 및 커넥터 등 요구사항 등	

국가기술표준원이 드론에 관해 전략적으로 발전시키기 위해 발표한 중·장기 표준화 핵심기술 및 세부 핵심기술 후보군 29개 항목을 다음의 <표 3-7>에 정리하였다. 이들 핵심기술은 기술적 수준 및 적용 분야의 중복성과 유사성을 고려하여 무인체계를 세부적으로 무인항공기, 지원분야, 항법 및 항행 분야로 구분하여 표준화 대상 기술을 선정한 후 핵심기술에 대한 지표별 평가를 통하여 핵심기술에 대한 표준화 대상을 선정하였다[32].

〈표 3-7〉 드론 전략적 7개 표준화 제품 및 핵심기술 분류
 〈Table 3-7〉 Strategic Classification of 7 Standardized Products and Core Technologies of Drones

활용분야	핵심기술	세부 핵심기술(29)
멀티미디어 드론	- 고해상도 촬영, 인터페이스 - 실시간 영상정보/스트리밍 전송 기술	- 탐지영상 분석 - 암호 및 보안체계 - 임무장비의 통합기술 - 영상정보의 종합 및 통합관리
스마트 팜 드론	- 정밀위치 판단 및 결정체계 - 멀티스펙트럼 영상처리기술 - 영농감시 영상분석용 플랫폼 - 멀티스펙트럼 영상처리기술	- 비행계획 생성기술 - 탐지영상 분석 - 암호 및 보안체계 - 임무장비의 통합기술 - 영상정보의 종합 및 통합관리
개방형 자율비행 제어시스템	- 개방형 비행제어 소프트웨어 - 탐지 및 회피 영상처리 기술	- 개방형 자율비행제어 기술 - 탐지 및 회피기술
재난안전 감시 드론	- 드론 장기체공을 위한 경량 대용량 배터리 기술 - 재난안전 실시간 감시 및 영상처리·전송, 분석 플랫폼 - 정밀위치 판단 및 결정체계 - 영상정보 종합통제체계	- 배터리 관리기술 - 탐지영상 분석 - 암호 및 보안체계 - 임무장비의 통합기술 - 비행계획 생성 및 관리 기술 - 영상정보 종합관리기술
드론운용 교통관제 시스템	- 통신·항법·감시장치 - 드론 교통관제 체계 기술	- 전자등록 및 관리체계 - 유·무인 통합공역 관제체계 - 암호화·보안체계 적용 기술
드론활용 신개념 물류 시스템	- 신뢰도·안전성 확보 기술 - 드론 교통관제 체계 기술 - 자율비행, 충돌회피 시스템, - 탐지 및 회피기술	- 화물탐재 하역처리 기술 - 자동 이·착륙 기술 - 암호화·보안체계 적용 기술 - 충돌방지시스템 기술 - 전자등록과 관리체계 기술
건설측량 드론	3차원 모델링 기반의 드론 비행체 설계 및 비행계획	- 임무장비 통합기술 - 탐지영상 분석 - 암호화·보안체계 적용 기술 - 영상정보 종합관리기술

따라서 우리 군도 상용 드론에 관한 산업표준을 국방표준으로 적용 가능한 수준의 기술적 요소 및 군사적 요구에 적합한 조건을 구체적으로 제시할 필요성이 있다. 상용 드론에서의 드론체계에 대한 기술적 발전 및 활용을 위해서는 군용 드론체계의 개발 및 구매 시 상용 드론과 관련한 핵심기술에서 제시한 사항을 포함하는 주요 표준화 동향을 확인하고 이를 군사임무 수행에 적합하도록 우선 반영하여 국방표준으로 설정할 필요가 있다. 이와 더불어 기술적으로 인증되고 표준화된 사항을 국방표준으로 어떻게 적용할 것인가에 대한 주요 요소별 세부 내용에 대한 가이드라인을 제시하고 이를 포함하는 국방표준 시행계획 및 중·장기 로드맵을 수립하여 기술개발 및 도입을 위한 프로그램의 운영을 준비해야 할 시점이 되었다.

3. 드론전투체계의 운용 현황 및 제원 분석

현재 군은 약 2,000여 대의 상용 드론을 군용 드론으로 구매하여 전력화하였다. 군용 드론체계에 적용할 표준을 위해서 실제 대부분을 운용 중인 육군 드론을 중심으로 세부적인 제원과 요소별 주요 내용을 분류하고 분석할 필요가 있다.

각 군은 대부분의 드론을 전력지원체계로 분류하여 전력운용비로 구매하여 각 군 중심으로 상용 드론을 운용하고 있다. 따라서 군사임무 수행을 위한 상용 드론을 군용으로 활용하기 위해서는 현재 운용 중인 드론에 대한 정확한 실태 분석을 통해서 향후 추가적인 드론전투체계 개발 및 구매사업에 필요한 주요 요소별 세부 내용을 고려하여 가이드라인으로 정립할 필요가 있다. 이를 위해 군용 드론의 대부분을 운용하고 있는 육군 드론 현황에 대한 종합적인 실태 분석과 문제점에 대한 진단을 통해 적용 가능한 요소들을 정리하여 제시하고자 한다.

육군이 현재 도입하여 운용 중인 1,800여 대 드론의 현황과 운용 실태를 <표 3-8>에 종합 정리하였다. 이를 분석해보면 군사적 목적을 위해 요구되는 능력을 충족하기에는 기술적 요소들의 평가가 제한되어 작전적 운용목적에 맞는 성과를 달성하기에는 한계가 있음을 알 수 있다. 이는 드론전투체계의 필요성에 의해서 군이 전력지원체계로 반영하여 우선 상용드론을 군용 드론으로 도입하여 운용함으로써 나타난 현상으로 보고 있으며 지금까지의 사전 실전적 운용 경험과 검증을 통해 나타난 결과를 실제 전력으로 활용 가능한 수준으로의 적용할 수 있는 기술적 평가지표를 구체화함으로써 문제점을 해소할 수 있을 것이다.

<표 3-8> 육군 드론 운용 현황
 <Table 3-8> Army Drone Operation Status

구분		총계	육본	기능사	육직	지작사	군단	2작사
운용 목적	계(대)	1,852	5	1072	82	106	358	229
	작전지원용	165	-	33	3	26	68	35
	교육훈련용	938	-	439	64	55	213	167
	전투실험용	597	-	542	-	10	38	7
	기타	152	5	58	15	15	39	20
최대 이륙 중량	계(대)	1,852	5	1,072	82	106	358	229
	250g 이하	52	-	2	11	-	26	13
	251g~2.0kg	569	-	290	49	38	83	109
	2.0~7kg	732	2	581	4	42	61	42
	7.0~25kg	443	3	180	18	26	151	65
	25~150kg	56	-	19	-	-	37	-
감항 인증	계(대)	1,852	5	1,072	82	106	358	229
	확인	570	-	536	-	5	42	1
	미확인	1,282	5	536	82	101	316	228
암호 모듈	계(대)	1,852	5	1072	82	106	358	229
	설치	617	3	421	3	39	120	45
	미설치	1,235	2	651	79	67	238	184
센서	계(대)	1,852	5	1,072	82	106	358	229
	장착	1,099	5	735	55	56	145	103
	미장착	753	-	337	27	50	213	126

현재 육군에서 운용 중인 드론의 운용목적과 제원을 중심으로 분석한 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 군용 드론의 구매에 대한 군사적 운용목적 및 활용에 대한 명확한 기준 없이 구매하여 활용하고 있다. 기관별·제대별 드론의 운용 현황을 보면 기능사에서 교육훈련 및 전투실험을 위한 용도가 대부분을 차지하고 있고 야전부대에서 활용 가능한 드론은 작전지원용으로 운용하고 있다. 이러한 점은 아직 드론의 군사적·작전적 운용을 위한 개념의 정립이 설정되지 못한 상태에서 도입하여 제대별 임무에 따라 제한적인 수준에서 운용되고 있다는 것이다. 특히 드론전투체계를 전력화하여 실전배치 이전에 기능부대에서 교육 및 시험을 위한 용도로 대부분 도입하고 있어 군사적 측면에서의 효과성은 초기 단계에 머물고 있다는 것을 알 수 있다.

둘째, 군사임무 수행을 위한 작전환경 분석 및 수행개념에 부합하는 드론전투체계의 개발 및 운영체계가 구축되지 못함으로써 나타난 결과로 보인다. 드론전투체계를 군사적 임무에 적합하도록 운용하기 위한 전반적인 개념의 정립과 체계개발 및 획득이 병행되어야 할 필요가 있다.

셋째, 군사적·작전적 운용을 위해서는 이에 필요한 요구능력을 충족할 수 있는 조건이 제시되고 이에 적합한 기술적·기능적 수준이 달성될 필요가 있다. 특히, 군사임무 수행을 위한 제대별 운용목적과 기술적 수준을 구체적으로 명시하고 이를 충족하는 드론 전투체계의 도입이 요구되며, 현재 운용하고 있는 군용 드론은 상용 드론을 도입하여 활용하고 있는 수준에 머물고 있어 군사적으로 활용 가능한 능력에 미치지 못하고 있는 것으로 판단된다.

넷째, 드론전투체계의 도입 및 운용을 위한 체계적인 평가항목과 평가지표를 구체화하고 항목별 요구되는 기준에 대한 세부적인 분석 및 평가를 통해서 군사임무 수행을 위한 적합성과 요구능력의 충족성을 객관적으로 분석·평가하여 전력화에 반영해야 한다.

다섯째, 드론전투체계는 드론 자체뿐만 아니라 운용체계가 함께 구축되어야 군사적 운용목적을 달성할 수 있는 효과를 구현할 수 있으나 현재까지는 단순히 군용 드론 자체의 도입을 통해서 운용하고 있는 초기 수준에 머물고 있다. 따라서 드론전투체계의 구축을 위한 종합적인 중·장기 추진 로드맵을 수립하고 이를 바탕으로 실행 가능한 계획을 구체화하여 연구개발 및 획득이 이루어져야 한다.

합동참모본부는 2019년 군용 드론에 대한 전력화를 위한 지침을 마련하고, 사단급 이상 제대의 드론전투체계는 무기체계로서 연구개발을 통해서 전력화하고 대대급 이하 제대의 드론전투체계는 전력지원체계로서 상용 드론을 국방표준에 부합하는 기술적 요소들을 적용하여 구매하여 군용 드론으로 활용하는 것으로 우선 결정하였으며, 향후 대대급 이상의 정찰용 및 자폭 드론과 같은 공격용 드론체계는 무기체계로 분류하여 연구개발을 통해 도입하는 것으로 결정하여 신속연구개발 및 신속획득사업을 진행하고 있다. 민·군기술 융합을 통한 기술적 수준의 발전 추세를 고려할 때 향후 군은 드론전투체계의 전력화를 위해서 연구개발 및 획득을 위한 요구가 더욱 증가할 것으로 예상됨에 따라 군사적 임무수행을 위한 요구능력을 충족할 수 있는 기술적·기능적 요소들을 운용할 수 있는 체계개발 및 도입에 필요한 요소들을 국방표준으로 제시해야 할 필요성이 있다.

제4절 드론전투체계의 국방표준화 적용 및 로드맵

1. 드론전투체계의 국방표준화 추진방향

드론전투체계의 국방표준화는 아직 체계화되지 않았으며 필요성에 의해 추진 중에 있다. 본 논문에서 제시하는 국방표준안은 다음과 같은 우선순

위를 고려하여 검토하였다. 첫째, 국제표준 기준으로 결정되지 않았으나 주요 국가에서 추진하고 있는 표준기준을 제시 둘째, 국가표준 기준으로 결정되지 않았으나 민수 분야에서 일반적으로 사용하고 있는 표준기준을 제시 셋째, 상용 드론의 군적용 표준은 민·군 규격표준화 사업 절차의 준용 넷째, 군의 군사임무 특수성을 고려하여 필요하거나 요구되는 사항을 식별하여 제시하였다.

드론 관련 국방표준안은 국가기술표준원에서 제정한 드론 관련 KS표준 및 핵심기술 선정 결과를 참고하고, 미국 등 선진국의 표준선정 사례, 기품원 등 표준화 관련기관의 의견을 수렴하여 설정하였다. 상용 드론 표준화 추진 관련 군 적용을 위한 고려사항은 첫째, 국방 상용화 드론 증가 추세에 따른 국제·국가 표준에 따른 공용화 추진을 반영하고 둘째, 국방 군사임무 수행을 위한 작전환경의 특성을 고려한 악기상과 지형·지리적 장애조건을 극복 가능한지 셋째, 전자공격 및 방어 측면에서 통신 및 사이버 보안 능력을 강화해야 하며 넷째, 첨단기술 접목 원격조종·자율화 향상에 따른 안전성, 신뢰성 등을 우선 고려하여 제시하였으며 적용의 우선순위를 표준화에 필요한 요소의 중요도와 기술의 발전 추세를 반영하여 다음의 <표 3-9>과 같이 3단계로 구분하여 17개의 단계별 군 적용안을 제시하였다[33]. 특히 UAS 및 드론 전투체계의 특성상 기존 플랫폼 위주의 무기체계에 비해서 더욱 첨단화되고 정밀화 수준에 있어서 인공지능, 빅데이터, SW 등의 요구가 증가하고 기술적 수준이 지속 발전되고 그 분야가 확대될 것으로 전망되므로 이러한 발전적인 변화에 부합하는 군의 다양한 요구능력을 반영하여 무인전투체계 및 드론전투체계에 대한 연구개발 및 획득 시 군사적으로 임무수행이 가능한 수준으로 적용하여 전력화되어야 하며 이를 체계적이고 객관적으로 평가할 수 있는 시험평가의 방법 및 규정의 정비도 병행 요구된다.

〈표 3-9〉 상용 드론 표준화 추진항목 단계별 군 적용안
 〈Table 3-9〉 Proposal of Military Application(draft) by Stage of Civilian Drone
 Standardization Promotion Items

구분	분류	순서	표준화 대상 기술	비고
1 단 계	국방-운항-UAS-감항인증	①	암호화/보안체계	국제표준 등록 및 추진 중
	국방-운항-UAS-운항방식	②	공중 충돌 탐지 및 회피	안전성/신뢰성
		③	UAS 등록 및 식별	국제표준 등록 및 추진 중
	국방-구성품-플랫폼-체계종합	④	멀티콥터 UAS 성능과 시험표준	
	국방-구성품-플랫폼-추진기관	⑤	무인항공기용 소형 프로펠러	
		⑥	무인항공기용 배터리	
	국방-구성품-플랫폼-비행제어	⑦	무인항공기용 비행기록장치	
	⑧	(개방형) 자율비행제어		
2 단 계	국방-운항-UAS-운항방식	⑨	군주파수/통신망 표준	군특성 고려
		⑩	자동 이착륙	안전성/신뢰성
	국방-구성품-플랫폼-동력장치	⑪	무인항공기용 전기모터	안전성/신뢰성
	국방-구성품-플랫폼-비행제어	⑫	무인항공기용 작동기	안전성/신뢰성
	국방-구성품-지상통제장치	⑬	운항상황 표시체계	군 작전운용성
		⑭	지상 조종 장비 조종자 인터페이스	군 작전운용성
	3 단 계	국방-구성품-플랫폼-시험평가	⑮	무인항공기 시험평가 분류체계
⑯			무인항공기용 배터리 시험평가	안전성/신뢰성
⑰			무인항공기용 비행기록장치 시험평가	군 작전운용성

2. 드론 전투체계 분류기준 및 용어의 표준

현재까지 UAS 및 드론전투체계 관련 분류기준이나 국제표준은 사실상 없으며 NATO, ICAO, FAA 등이 사용되고 있는 상태이다. 산업통상자원부의 국가기술표준원은 무인기 분야에 처음으로 무인기 시스템-제1부 분류 및 용어에 대한 국가표준(KS W9000)를 제정하여 2016년 12월 30일부로 고시하였다.

현재까지 국가표준(KS W9000)에서의 5단계 분류는 <표 3-10>에서와 같이 규정하고 있으며, 국가표준은 이외에도 운용고도, 조종방식, 이착륙방식, 에너지원, 운동에너지 등에 의해 구분하여 분류기준을 제시하고 있다.

<표 3-10> 국가표준(KS W 9000) 5단계 분류
<Table 3-10> Classification of 5 Levels, National Standard(KS W 9000)

구분	대분류	세분류	최대 이륙중량
무인 비행체 (UAV)	대형 무인항공기 (large UAV)	-	600kg 이상
	중형 무인항공기 (medium UAV)	-	150kg~600kg
	무인동력 비행장치	중소형 무인동력비행장치 (light-UAV)	25kg~150kg
		소형 무인동력비행장치 (small-UAV)	2kg~25kg
		초소형 무인동력비행장치 (mirco-UAV)	2kg 이하

최근 미 국방부에서 발간한 무인체계 로드맵에 따르면, UAS를 <표 3-11>과 같이 5개 그룹으로 중량, 고도 및 속도 등으로 규정하여 분류하고 있다. 작전적 운용성을 고려하여 최대이륙중량 및 작전영역에 대한 운용고도 및 속도를 추가하여 분류하고 있다.

〈표 3-11〉 미 국방부 무인체계 로드맵 분류체계
 〈Table 3-11〉 U.S. Department of Defense Classification System for
 Unmanned Aerial Vehicles

구분	최대이륙중량(lbs)	운용고도(ft)	속도(knots)
Group 1	0 - 20	< 1,200 AGL	100
Group 2	21 - 55	< 3,500 AGL	< 250
Group 3	<1,320 (600 kg)	< 18,000 MSL	
Group 4	>1,320	> 18,000 MSL	제한없음
Group 5		> 18,000 MSL	

미 국방부의 임무요구서(MNS: Mission Needs Statement)에는 이륙중량, 비행고도, 비행거리, 체공시간별로 군사적으로 운용하기 위한 임무와 목적에 중점을 두고 〈표 3-12〉와 같이 10단계로 분류하여 적용하고 있다.

〈표 3-12〉 미 국방부 임무요구서 성능 기준 무인항공기 분류
 〈Table 3-12〉 Classification of Unmanned Aerial Vehicles according to the
 Performance Criteria of the US Department of Defense Mission Requirements

구 분	비행거리(km)	비행고도(m)	체공시간(hr)	이륙중량(kg)
초소형(Micro)	< 10	250	1	< 5
소형(Mini)	< 10	150 - 300	< 2	< 30
근거리(CR:Close Range)	10 - 30	3,000	2 - 4	150
단거리(SR:Short Range)	30 - 70	3,000	3 - 6	200
중거리(MR:Medium Range)	70 - 200	5,000	6 - 10	1,250
중거리체공 (MRE:Medium Range Endurance)	> 500	8,000	10 - 18	1,250
저고도종심침투(LADP:Low Altitude Deep Penetration)	> 250	50 - 9,000	0.5 - 1	350
저고도장기침투(LALE:Low Altitude Long Endurance)	> 500	3,000	> 24	< 30
중고도장기체공(MALE:Medium Altitude Long Endurance)	> 500	14,000	24 - 28	1,500
고고도장기체공(HALE:High Altitude Long Endurance)	> 2,000	20,000	24 - 48	4,500

미 국방부 무인체계의 두 가지 분류기준은 비행체의 크기와 최대이륙중량 그리고 이에 직접 관련된 비행거리와 고도와 시간, 속도 등을 포함하고 있어 작전적 임무와 운용목적에 따라서 요구되는 성능이 주요 분류기준으로 적용되고 있다.

우리 군은 합동참모본부에서 <표 3-13>과 같이 육군의 드론전투체계의 사용범위를 6개 계대별로 분류하여 지정하고 이에 운용 가능한 드론을 도입하여 운용하는 것으로 규정하고 있으나 구체적인 기술적 성능 및 요구능력에 대한 기준을 세부적으로 규정하지는 않고 있다[34].

<표 3-13> 한국 합동참모본부의 드론 계대별 분류
<Table 3-13> Classification of Drones by Military Service

구분	A형	B형	C형	D형	E형	F형
정찰	작전사급	군단급	사·여단급	대대급	중대급	소대급
공격	작전사급	군단급	사·여단급	대대급	중대급	소대급
지원	통신지원	작전지속	공병지원	화생방지원	의무지원	전력지원

드론전투체계의 분류기준에 대한 국방표준은 국제표준과 국가표준에서 제시된 표준을 참고하고, 2019~20년 한국드론사업협회 및 한국드론혁신협회, 국방대 산학협력단의 설문조사 및 연구보고서 결과를 고려하여, 본 연구를 위해 군 드론 관련 주요 기관 및 담당자를 대상으로 실시한 설문조사를 통해 나온 결과를 반영하였다.

본 논문에서는 드론전투체계에 대한 분류는 국가표준의 중량을 기준으로 분류하되 국제적 추세를 고려하되, 우리 군의 경우에는 미군의 분류기준을 우선 참고하고 군사적인 임무수행에 요구되는 비행고도 및 비행거리, 체공시간을 반영하여 국방표준안은 다음의 <표 3-14>와 같이 5단계로 분류하여 제안하였다.

〈표 3-14〉 드론 국방표준안 5단계 분류
 〈Table 3-14〉 Classification of 5 Levels, Defense Drone Standard

구분	대분류	최대이륙중량	비고
I 형	대형 UAV (large UAV)	600kg 초과	지작사급
II 형	중형 UAV (medium UAV)	150kg 초과 600kg 이하	군단급
III 형	중소형 UAV	25kg 초과 150kg 이하	여단~사단급
IV 형	소형 UAV	2kg 초과 25kg 이하	중대~대대급
V 형	초소형 UAV	2kg 이하	개인/특수~소대급

앞에서 분류하였던 드론전투체계의 임무와 운용목적에 의한 분류를 군의 소요대상을 중심으로 임무 및 운용목적, 드론의 형태에 분류하고 이를 다시 작전적 임무와 운용목적에 따라 제대별로 계열화하여 〈표 3-15〉에 제시하였다. 드론전투체계의 주요 기술적 요소 중 하나인 최대이륙중량을 기준으로 5단계 범위에서 고도, 체공시간, 비행거리의 범위를 반영하여 제대별 작전적 임무와 운용목적에 부합할 수 있는 요구능력을 검토하여 제시하였다. 이는 합동참모본부에서 2018년에 제시한 제대별 드론전투체계에 대한 운용 및 분류지침에서 제시되었던 포괄적인 분류를 작전적 운용에 적합한 드론의 주요 기술적 요소들을 포함하여 구체적으로 반영함으로써 연구개발 및 구매 시 적용할 수 있는 수준을 고려하여 판단하였다. 더욱이 군사임무와 작전적 운용을 위한 적합성과 요구능력에 대한 군의 소요기준을 제대별 운용목적에 부합할 수 있는 기술적 수준을 반영하여 종합적으로 검토하여 제시하였다.

〈표 3-15〉 최대이륙중량 단계별 드론 분류
 〈Table 3-15〉 Classification of Drones by Maximum Take-off Weight

구분	최대 이륙 중량	무인항공기 현황					비고
		무인항공기명	최대이륙 중량(kg)	고도 (km)	체공시간 (H)	비행거리 (km)	
I 형	600kg 초과	• Global Hawk	14,500	18	34	22,780	작전사
		• Reaper	4,500	15	30	5,926	
		• 헤론	1,150	7	24	230	
		• Predator	1,035	7.5	40	740	
		• Hunter	725	7.5	15	222	
		비고	-	7.5~ 18	15~ 40	222~ 22,780	
II 형	150kg ~ 600kg	• 서치	500	3	5	100	군단급
		• 송골매	290	3	4	80	
		• pioneer	205	4.5	5	185	
		• Shadow	170	4.5	7	200	
		비고	-	3~4.5	4~7	80~ 200	
III 형	25kg ~ 150kg	• 사단UAV	150	3	5	60	여단~ 사단
		• Black Jack	61	5.8	16	-	
		• Skylark- II	43	4.8	6	50	
		• Exdrone	41	3.3	2.5	120	
		비고	-	3~ 5.8	2.5~ 6	50~ 120	
IV 형	2kg ~ 25kg	• T-Hawk	8.4	3.2	0.7	130	중대~ 대대급
		• Skylark- I	7.5	4.2	3	40	
		• 리모아이	3.5	0.3	1	8	
		• Dragon Eye	2.7	0.15	1	5	
		비고	-	0.15~ 4.2	1~3	5~130	
V 형	2kg 이하	• Raven	1.9kg	0.15	1.5	10	개인~ 소대
		• Marvelink	1.1	-	-	15	
		• Wasp-III	0.43	-	-	5	
		• Black Honet	0.016	0.05	0.4	1.6	
		비고	-	-	0.4~ 1.5	1.6~15	

드론 관련 용어는 국가기술표준원에서 제시한 국가 산업표준의 52개 주요 용어를 우선 준용하고, 군 관련 용어를 교범이나 군사용어사전에 반영할 필요가 있다. 52개 중 주요 용어 중에서 군에 적용할 수 있는 12개 용어를 선별하여 적용 가능한 용어의 개념을 〈표 3-16〉에 정리하여 선정하였다.

〈표 3-16〉 드론 용어 표준 주요 내용
 <Table 3-16> Drone Terminology of Standard

번호	용어	정의	대응영어
1	대형 무인 항공기	- 항공기에 직접 사람이 탑승하지 않고 원격조종 또는 자율 비행 가능한 항공기 - 최대 이륙중량 600kg 이상	Large UAV
2	중형 무인 항공기	- 항공기에 직접 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 또는 자율 비행 가능한 항공기 - 최대 이륙중량 150~600kg	medium UAV
3	무인 동력 비행 장치	- 연료 중량을 제외 - 자체중량 150kg 이하 무인비행체 또는 무인회전익 비행장치	light UAV small UAV micro UAV
12	항법 장치	3차원 공간에서 무인비행체의 위치를 측정하는 장치 - 인공위성으로부터 신호 수신 및 처리하는 GPS - 초정밀 관성측정장치에 의해 측정치를 계산하여 위치를 구하는 관성항법장치 - 지상국의 전파를 측정하여 위치를 구하는 전파 항법장치 등	navigation system
18	무인 비행체 중량	- 무인비행체 질량에 중력가속도를 곱한 값, 성능의 기본요소 - 비행 중 연료소모에 의해 변화할 수 있으므로 최대이륙중량, 자체중량 등과 같이 측정조건을 명확하게 표기	aircraft weight
19	최대 이륙 중량	무인 비행체가 이륙할 때 상승할 수 있는 최대중량	maximum takeoff weight
20	자체 중량	- 연료와 탑재물 지량을 뺀 무인 비행체의 중량으로 정의 - 비행을 위한 고정 탑재물은 포함하여 측정	empty weight
21	무인 비행체 속도	- 무인 비행체가 공기 중에서 비행하기 때문에 공기에 대한 속도인 대기속도로 표시 - 비행고도, 공기의 온도, 대기압 및 밀도 등의 영향	airspeed
23	상승 한도	- 무인 비행체의 비행고도와 동력장치의 성능에 의해 더 이상 상승하기 어려운 고도 - 상승한계고도 근처에서는 상승률이 축소되어 측정시간이 길어지므로 이론적으로 정한 한도를 절대상승고도 - 상승률이 지정한 특정값 이하의 고도를 실용상승한계	ceiling
31	원격 조종	비행체-조종자간 이격되어 수동 또는 자동 신호에 의해서 무인비행체를 조종하는 방식	remote piloting
32	자율 조종	- 무인비행체에 탑재된 자동제어장치에 의해 사전 설정된 고도, 속도, 비행자세를 입력하여 일정한 조종 가능 - 공간상에 정해진 위치 또는 연속된 지점의 경로점·통제점을 거치도록 하는 조종방식	autonomous piloting

3. 드론전투체계의 국방표준을 위한 중·장기 실행로드맵 수립

군사임무수행에 적합한 군용 드론의 전력화를 위해서 도입하려는 상용 드론에 대해서는 군의 특수성을 반영한 기술적 요소에 대한 적합성 및 충족성을 결정할 수 있는 기준에 대한 가이드라인을 군에서 제시할 필요가 있다. 이러한 기준은 현재 국가 및 민간표준의 기준을 준용하여 적용할 수 있다. 따라서 드론전투체계의 중요한 기술적 요소로서 제시되고 있는 것은 상용 드론의 감항인증 표준에 관한 사항이며 이는 현재 산업통상자원부에서 설정한 표준을 우선 적용하되 군사적 효용성과 임무수행의 적합성 등을 추가적으로 고려하여 도입을 위한 가이드라인으로서 기준을 설정하여 제시할 필요가 있다.

산업통상자원부에서 2018년 설정한 민간표준은 드론 운항체계에 대한 감항인증의 기술적 수준에 대한 요구사항으로 무인항공기 시스템-분류 및 용어, 무인항공기 시스템-무인동력 비행장치 및 설계, 무인항공기 시스템-프로펠러의 설계 및 시험, 무인항공기 시스템-리튬배터리 시스템 설계 및 제작 등 4가지에 대한 기술적 표준을 제시하였으며 2019년 국가기술표준원은 드론의 핵심기술과 주요 요소에 대한 표준화 로드맵을 수립하고 이를 위한 주요 기술의 표준화 추진계획을 시행 중에 있다[35][36]. 따라서 군은 상용 드론을 군용 드론으로 도입하기 위해서 산업통상자원부에서 제시한 4가지의 민간표준을 우선 적용하고 국가기술표준원의 표준화 핵심기술 중에 국방분야에 적용 가능한 기술의 연구개발 및 민·군 융합기술 도입을 통해 군사적 목적과 임무수행에 적합한 추가 요소를 반영하여 기술적 요소에 대한 국방표준을 제시하는 것이 타당하다.

더욱이 향후 민간에서 드론 분야에 대한 과학기술의 급속한 발전을 추세를 고려할 때, 군에서 적용 가능한 핵심기술 및 새로운 기술 분야에 대한

적용 가능성을 충분히 반영하여 기준을 설정하는 것이 필요하다. 이는 군의 무인전투체계에 대한 개발 및 전력화 추세를 고려할 때, 유·무인전투체계로서 드론 전투체계의 확장된 개념을 적용하여 드론체계와 운영체계 및 통합관제체계 등이 동시에 결합된 형태로서 개별단위의 드론뿐만 아니라 군집드론의 작전적 운용이 가능하도록 드론체계 간 상호운용성이 보장되도록 체계적 통합과 운용성 측면에서 군사적 목적에 부합하도록 드론 전투체계를 구축할 수 있는 무인전투체계 전력증강계획의 수립이 중요하다.

무인체계 종합 로드맵에서 제시하고 있는 사례와 같이 우리 군도 무인전투체계의 군사적 활용성과 운용목적에 부합하고 지속 활용 가능할 수 있도록 민간기술 개발수준을 반영하여 군사적 운용 및 작전적 요구능력을 구비한 체계개발을 위한 프로그램을 운영하고, 이를 통해 작전적 성능요구의 가이드라인으로서 기술적·공학적 수준의 지표에 해당하는 기준을 제시하고 이를 충족하는 경우 군사임무 수행을 위해 필요한 무인전투체계를 개발해야 한다. 따라서 군은 민간기술의 수준과 발전 추세를 고려하고 군사적으로 적용 가능한 민·군 겸용기술 및 군사 핵심기술의 적용을 통해 드론전투체계를 포함하는 무인전투체계에 대한 국방표준화 중·장기 추진 로드맵을 제시하고 이를 단계적이고 체계적으로 시행할 필요가 있다.

중·장기 국방표준화 추진로드맵은 현재 연도를 기준으로 2030년까지 개략적인 국가 산업표준 핵심기술 선정 및 미래 기술동향 분석을 통해 표준화가 가능한 기술개발 및 분야에 대한 표준화 추진방향 및 내용을 반영하여 작성하였다. 주요 식별된 기술 및 장비, 부품 등 항목은 국방과학연구소 및 국방기술품질원에서 국방표준을 위한 국방기술 발전 여부와 산·학·연 기관에서 개발 중인 기술 수준을 고려하고 향후 민·군 겸용기술의 실현성 등을 반영하여 공통 운용 환경의 구현이 가능하다는 관점에서 다음의 <표 3-17>에 제시하였다.

〈표 3-17〉 드론 전투체계 국방표준화 추진로드맵

〈Table 3-17〉 Defense Standardization Road-map of Drone Combat System

구분	표준화 기술	1단계		2단계		3단계	
		2022	2023	2023	2025	2026	2030
분류기준 및 용어	무인전투체계 분류기준 및 용어						
비행체 성능	동력원 및 동력장치 기술						
	자동 이착륙 기술						
	공중 충돌감지 및 회피기술						
	비행기록장치 및 기술						
	자율비행제어 기술						
	비행기체 소재 개발 기술						
통신 및 데이터링크	군 주파수/통신체계						
	데이터링크 및 통신 암호모듈						
	전자지도						
	통신기능						
임무장비 통합기술	인터페이스기술						
	통합관제체계						
	통합운용체계						
시험평가	시험평가기술						

제4장 드론전투체계의 국방표준화 결정요인

드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인의 구성 요소들과 이들 요소들간에는 많은 변수들이 존재한다. 예를 들어 드론전투체계의 운용개념, 드론 및 드론체계, 통합운용체계 구축을 위한 상호운용성과 네트워크, 통신체계 관련 암호모듈 기술과 비행제어 기술 등 여러 가지 요소들간에 필요한 변수들이 있다. 드론 전투체계는 현재 연구개발 및 상용 드론을 군용으로 도입하여 운용하고 있는 상태이므로 군사임무 수행을 위한 작전적 운용성이 정립되지 않은 무기체계이다. 그러므로 소요군의 요구능력에 따라서 기술적 충족성을 고려하여 새로운 체계로 개발 시 이에 부합하는 결정요인을 분석할 필요가 있으며 이러한 요인들을 구성하는 하위의 구성 요소들에 대한 다양한 영향요인들이 국방표준화를 위해 요구된다.

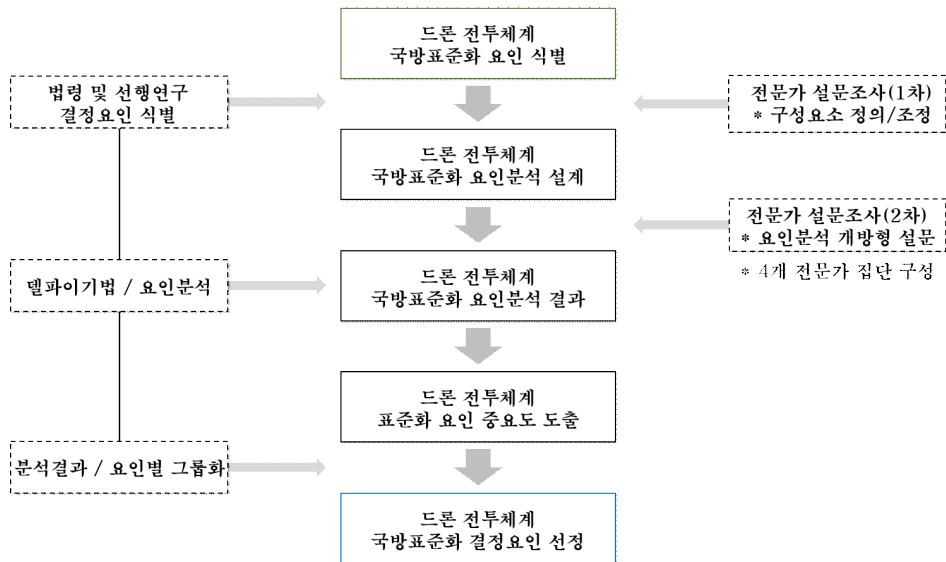
기존에 실시한 주요 무기체계의 개발과 관련한 기술적 수준의 작전운용 성능에 대한 결정요인을 연구한 선행연구는 제한적이지만 일부 있다. 더욱이 무기체계의 체계개발을 위한 국내연구는 대부분 일반적인 작전운용 성능에 대한 결정을 위해 필요한 요인들을 중심으로 무기체계의 개발과정에서의 문제점을 제시하고 있으나 어 실질적으로 체계개발에 필요한 결정요인에 대한 연구인 무기체계 소요기획, 획득체계의 절차 및 과정 상에서 논의되는 사업결정방법에 관한 연구의 일부분으로 결정요인을 다루고 있다. 그러나 최근 무인전투체계에 대한 관심이 증대되고 있는 상황에서 드론 전투체계에 관한 연구논문은 거의 없다. 2021년 처음으로 드론봇 통합 관제체계의 결정요인에 관한 연구를 수행하여 무기체계 관점에서 체계개발을 위해 요구되는 결정요인을 식별하여 전문가 설문조사를 통해 통계분석 결과를 도출하여 결과를 제시하였다. 더욱이 국방표준화에 대한 선행연구는 사실상 없다.

본 논문은 드론전투체계의 체계개발에 따른 결정요인을 도출하고 이들 구성요소들에 대한 분석을 통해서 국방표준화를 위해 미치는 영향요소 간의 상관관계와 중요도를 제시하고자 한다. 이를 위해 우선 선행연구는 3개의 주요 분야로 구분하여 진행하였다. 첫째, 법령과 훈령 분야로 방위사업법, 방위사업법시행령, 국방전력발전업무훈령을 분석하고 둘째, 지금까지 무기체계 개발을 위해서 요구되는 주요 결정요인에 관한 학위논문을 중심으로 연구자료를 분석하였다. 셋째, 드론 전투체계 관련 전문가 집단으로부터 개방형 설문조사를 통해서 구성요소 간의 상호관계를 도출하고 요소들의 공통성을 분석하여 요소별 신뢰도 결과 값을 토대로 그룹화하여 국방표준화에 미치는 결정요인을 선정하였다.

제1절 연구모형 설계

드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인을 선정하기 위해 군사임무 수행을 위해 요구되는 주요 조건들을 요소화하고 이를 요소들을 분석하는 것이다. 델파이기법 요인분석을 활용하기 위해 연구개발 및 체계개발을 위해 적용하는 일반적인 연구모형 모델에 주요 대상인 드론전투체계를 중심으로 연구모형 설계안을 구상하고 이에 따라 군내·외 전문가를 대상으로 설문조사를 통한 인식도를 조사하였으며 나온 결과를 분석하여 요소별 공통성에 의해 각 요소를 재분류하고 이에 대한 중요도 및 신뢰도 분석을 통해 각 요인의 그룹화된 결과에 의해 결정요인을 도출하고자 하였다.

드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위한 결정요인을 선정하기 위해서 연구를 단계화하여 수행하는 것으로 설계하였으며, 연구수행의 전반적인 과정과 절차에 대한 연구모형을 [그림 4-1]에 제시하였다.



[그림 4-1] 연구모형

[Fig. 4-1] Research Model

1단계는 드론전투체계 개발 결정요인을 도출하기 위하여 무기체계 획득 관련 법령과 훈령, 소요기획 및 획득과 관련된 지침서, 학위 논문등을 분석하였다. 이를 통하여 개발 시 필요한 결정요인을 연구제안서 평가 및 국방실험사업을 시행하면서 경험을 토대로 결정요인을 도출하였다.

2단계는 드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위해 필요한 결정요인을 식별하는 단계로, 1단계에서 도출된 결정요인을 식별하기 위하여 전문가 집단을 구성하였다. 드론 관련하여 최근 업무분야가 생기는 초기 단계로 드론 관련하여 업무를 수행하고 있는 국방부 및 합동참모본부, 육·해·공군의 전력업무 담당자와 드론 전투체계와 관련한 육군 교육사 드론봇 연구센터 그리고 네트워크를 담당하는 육본 정보화기획참모부를 대상으로 하고 실제 야전부대에서 드론을 운용하고 있는 운용자, 외부에서는 학계 교수 및 연구소의 연구위원 등 전문가를 선정하여 개방형 설문으로 결정요인을 제시하고 유사한 결정요인과 개념에 대한 의견을 수렴하였다.

3단계는 드론전투체계 개발을 위한 결정요인을 검증하고 확정하는 단계로, 2단계에서 식별된 결정요인을 선정하고 검증하기 위하여 델파이기법 요인분석을 위한 설문조사 대상자를 드론 운용자까지 확대하여 100여 명에 대해 등간척도로 설문을 실시하였다. 설문조사 결과는 SPSS 통계프로그램을 이용하여 도출된 결과를 검정한 후 결정요인을 선정하였다.

드론전투체계의 국방표준화를 위한 주요 요소들을 도출하고 이들의 상대적 중요도에 분류된 결정요인을 선정하는 것으로 이를 통해 드론 전투체계의 연구개발 및 구매 시 군사임무 수행에 적합한 요인별 중요도와 고려해야 할 영향요소에 대한 기준을 제공할 수 있도록 국방표준화에 미치는 주요 결정요인을 제시하는 것이다. 이를 위해서 전문가를 대상으로 한 설문은 첫째, 드론전투체계의 국방표준화를 위한 주요 요소를 식별하여 설문구조를 작성하기 위함이고 둘째, 도출된 분석결과의 주요 요소들에 대한 공통성과 신뢰도의 검증을 통해 셋째, 드론 전투체계의 국방표준화에 필요한 주요 요소들이 갖는 분석 결과를 통해 공통점을 도출함으로써 요소들을 재분류하고 그룹화하여 결정요인을 선정하기 위함이다.

전문가들의 의견수렴을 통하여 도출된 개발을 위한 결정요인을 도출하기 위해 각 요소들의 설문조사 결과에 대해 분석을 실시하고, 분석결과에 대한 각 요소들의 공통성과 신뢰도 값을 요소별로 확인하여 재분류 및 조정하여 그룹화하여 드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인을 선정하였다. 이를 위해 기존의 무기체계 개발 시 결정요인을 활용하여 적용하였다. 도출된 결정요인에 대한 전문가들로부터 인식도에 관한 설문조사를 실시한 결과를 얻기 위해 델파이기법으로 요인을 분석함으로써 전문가 집단으로부터 도출된 구성요소들을 비교 분석하고 공통성을 식별함으로써 드론전투체계 국방표준화를 위한 결정요인을 선정하였다.

제2절 관련 법령 및 훈령 분석

방위사업법 및 시행령은 방위사업의 최상의 문서로 방위사업 추진을 위한 전반적인 법적·제도적 근거와 업무지침을 제시하고 있다. 방위사업법 시행령 제 22조(소요결정 절차 등)에 명시된 주요 결정요인은 기술적 발전 추세, 국방과학기술 개발 및 확보 수준, 방위산업체의 적정 가동률 및 생산능력, 군사적인 합동성 및 상호운용성 등으로 식별할 수 있다. 또한 방위사업에서 무기체계는 유도무기, 항공기, 함정 등 전장에서 전투력을 발휘하기 위한 무기와 이를 운영하는데 필요한 장비, 부품, 시설, 소프트웨어 그 밖의 물품 등 제반요소를 포함한다. 방위사업법 시행령에서는 합동참모의장이 무기체계 소요제기 단계에서 국방부, 방위사업청, 합동참모본부, 각 군 및 국방부 직할기관으로부터 필요한 소요를 받아 이를 반영하는 것으로 규정되어 있다. 이러한 경우, 소요제기 시에는 작전운용성능을 진화적으로 발전시키는 방안을 제시할 수 있다. 무기체계의 개발 필요성과 운영범위, 전력화 시기와 소요량, 작전운용에 요구되는 무기체계의 성능 수준, 전력화지원 및 군수지원 요소 등을 포함한다. 따라서 방위사업법 시행령에서 소요제기서의 주요 항목은 무기체계의 연구개발 및 구매 필요성, 군사적 운용범위, 전력화 시기와 소요량, 작전적 운용에 필요한 성능과 수준, 전력화지원요소 등을 제시하고 있다.

국방부의 국방전력발전업무훈령은 무기체계의 소요·획득·운영유지를 포함하는 전력증강과 관련된 업무의 기본절차를 규정하고 있다. 이러한 지침을 제공하는 무기체계 소요·획득 분야의 기준이 되는 법령이다. 무기체계의 성능과 관련하여, 소요제기서 작성에는 작전운용에 요구되는 능력을 무기체계 운영개념을 충족시킬 수 있도록 정성적 또는 정량적으로 기술한다. 무기체계 개념에서 유도무기, 항공기, 함정 등 전장에서 전투력을 발휘하기 위한 무기와 이를 운영하는 데 필요한 장비, 부품, 시설, 소프트웨어

등 제반요소를 통합하는 것으로 정의하고 있다. 또한 신규전력 소요제기기관은 합동개념을 구현할 수 있도록 필요성, 편성 및 운영개념, 전력화 시기, 소요량, 작전운용능력 또는 작전운용성능 및 전력화지원요소를 포함하여 소요를 제기한다. 작전운용성능은 국방과학기술의 수준, 무기체계의 운용환경, 합동전장개념 충족 여부, 민·군 과학기술발전 속도, 무기체계의 합동성 및 상호운용성 등을 고려하도록 규정하고 있다. 그러므로 드론전투체계 개발을 위한 주요 결정요인은 이와 같은 법령상 명시된 사항을 적용할 수 있다. 다만 이러한 결정요인들이 하위 구성요소들과 어떻게 상관관계를 가지고 있는가는 무기체계별로 다를 수 있다.

제3절 선행연구 분석

드론전투체계는 현재까지 개발되지 않은 체계로서 이와 유사한 선행연구는 없는 상태에서 이에 관한 연구가 국방과학연구소 및 방위사업청과 기품원에서 진행 중에 있다. 드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인을 식별하기 위해서 이와 유사하게 새로운 무기체계 개발을 위해 요구되는 결정요인에 관한 선행연구 결과를 참고하였다. 그리고 우선 무기체계 개발 관련한 주요 법령 및 규정에 명시된 사항을 확인하고 선행연구를 통해서 도출된 무기체계 개발을 위한 결정요인에 관한 연구결과를 참고하여 본 연구를 위해 공통적으로 적용 가능한 결정요인을 식별하고자 하였다.

체계개발을 위해 도출된 결정요인에 관한 선행연구 결과는 다음과 같다. 2010년 군용차량 개발요소 선정모델 연구에서 계층분석기법을 활용하여 22개 영향요인으로 분석하여 작전운용성능, 군수지원성, 경제성으로 그룹화하여 평가하였다[37]. 2014년 무기체계 소요기획에 관한 결정요인에 관한 우선순위의 결정에서 24개의 영향요인을 분석하여 적 위협대응, 작

전환경 변화 대응, 운용환경을 고려한 성능, 전장환경 하 성능발휘 보장, 전력발휘 안전성으로 구분하여 결정요인을 도출하였다[38]. 2018년 무기체계 작전운용성능(ROC) 결정영향요인의 우선순위에 관한 연구에서는 18개의 영향요인을 도출하고 무기체계 주요 성능, 적 및 유사 무기체계 성능, 무기체계 운영개념과 탑재 장비 성능으로 그룹화하여 우선순위를 제시하였다[39]. 2019년 다기준 의사결정 방법을 활용한 무기체계 진화적 작전운용성능(ROC) 평가지표에 관한 연구를 수행하여 10개의 영향요인을 분석하여 소요적 요소, 기술적 요소, 운용적 요소로 분류하였다[40]. 2021년 20개의 변수를 가지고 델파이기법 요인분석을 실시한 결과로 도출된 경제적 요인, 기술적요인, 작전적 요인, 기능적 요인, 편성적 요인, 운용개념적 요인으로 총 6개의 요인으로 분류하였으며 1개의 변수로 구성된 운용개념적 요인은 결정요인에서 제외하고 신뢰도 분석 시 크론바흐 알파값이 기준보다 낮은 편성적 요인은 제외하였다. 따라서 경제적 요인, 기술적 요인, 작전적 요인, 기능적 요인으로 4개 결정요인을 도출하여 제시하였다[41].

본 논문에서는 선행연구를 통해서 선정된 결정요인들 중에서 드론전투체계의 국방표준화를 위해 필요하다고 판단되는 24개 주요 요인변수를 <표 4-1>에 제시한 것과 같이 식별하여 분석에 활용하였다. 24개 주요 요소에 대한 용어의 개념적 정의에 대한 타당성을 확인하기 위해 15명 드론 분야 전문가로부터 1차 설문조사를 실시하였다. 전문가 집단은 관리자 4명, 개발자 3명, 운용자 3명, 연구자 5명 4개 부류로 편성하였으며, 관리자 집단은 전력 분야의 기획(계획)업무 담당자, 개발자는 드론 관련 3개 주요 업체의 개발자, 운용자는 육·해·공군의 무기체계 및 드론을 운용하는 실무 부대 운용요원, 연구자는 방위사업청·국방과학연구소·국방기술품질원·드론봇 연구센터 등 드론 관련 분야의 연구개발 인력 및 학계와 연구소에서 관련 분야에 대한 연구원으로 구성하였다. 주요 요소의 개념적 정의는 전력업무를 수행을 위한 법령 및 규정 등 문헌과 기존 무기체계 및 체계개

발을 위해 선행연구에서 주로 고려하였던 공통요소들을 중심으로 우선 선정하였으며 선정한 요소들에 대하여 드론전투체계에 적용하는 것이 적절한가에 대한 전문가 의견을 수렴하여 주요 요소에 대하여 삭제, 병합, 추가에 대한 의견수렴 결과와 조정한 결과를 반영하였다. 다음의 <표 4-1>에 전문가의 설문결과를 토대로 드론전투체계의 국방표준화를 위해 요구되는 요소를 조정하여 선정한 결과를 제시하였다.

<표 4-1> 드론전투체계의 국방표준화 결정요인 1차 변수 식별(계속)
 <Table 4-1> 1st Identification of Determinant Variables for Defense
 Standardization of Drone Combat Systems(Continued)

구분	주요요소	개념적 정의
1	운용개념 구현	드론이 군사임무 달성을 위해 수행되어지 등의 드론의 운용목적에 부합하는가
2	전투수행 방법	전장에서 군사임무 수행을 위해 무기체계의 전투수행에 관한 수단의 운용
3	상호 운용성	광의: 서로 다른 부대, 타군의 체계와 서비스, 정보, 데이터를 공유할 수 있는 능력 협의: 전투체계 운용을 위해 다른 수단과의 연계 및 연동을 통해 전투력 극대화
4	기동성	전장 상황하에서 드론 전투체계로서 발휘하는 기본 성능의 유지
5	생존 및 은밀성	드론 전투체계가 임무달성을 위해 운용되는 동안 자체의 생존 및 은밀성을 보장되는가
6	경험 및 검증성	유사장비 운용경험을 통해 입증되거나 습득한 교훈, 전평시 운용 경험, 무기체계의 운용능력 등
7	보안 및 안전성	드론 전투체계 운용을 위해 적으로부터 보안성을 보장받으면서 안전하게 임무달성이 가능한가
8	기술적 수준	보유한 제반 기술을 활용하여 군사 목적으로 사용하기 위한 장비나 물자의 무기체계 및 전력지원체계로서 체계 구축 능력
9	감항인증	전투체계에 필요한 주요 기술적 요소에 대한 일정 수준을 충족할 수 있는 능력

〈표 4-1〉 드론전투체계의 국방표준화 결정요인 1차 변수 식별
 <Table 4-1> 1st Identification of Determinant Variables for Defense
 Standardization of Drone Combat Systems

구분	주요요소	개념적 정의
10	정비 용이성	전평시 원활한 정비 및 보급 지원, 정비시간 단축, 부품교체 등 운용자에 의한 야전정비의 용이성, 시험장비 및 공구와 부수기재의 준비, 정비시설 및 인력의 구비 등
11	모듈화	모듈단위 부품 보급 및 교체 지원이 가능하도록 모든 구성품을 모듈단위로 제작하고 정비 및 교체가 가능
12	부품 호환성	동일 계열 및 유사 드론 기종 간 부품 공통사용(표준화), 총수명주기 간 지속적인 부품공급 및 상용부품 적용
13	기술 및 부품 국산화	국내기술로 부품개발 및 공급
14	기술 연계성	기존 군 및 민간 기술과의 연계성, 향후 개발되는 기술의 민간 및 타무기체계의 파급효과 영향, 개발되는 기술의 축척 정도 (기술의 가치성)
15	계열화 적용성	기본형 기술을 계열 드론에 적용하는 정도, 계열 드론의 개조소요 최소화, 정밀무기 탑재 및 네트워크 중심 작전환경 하 운용성
16	개발 및 구매비	개발 및 구매에 소요되는 비용
17	양산 및 대량구매	양산 및 대량 구매 시 단가
18	성능개량	향후 성능개량 필요성, 가능성, 타당성, 실효성
19	운영 유지비	배치 후 운영, 정비·관리 유지비, 에너지 비용 등
20	부품단가	부품별 단가
21	부품 재생 및 재활용성	부품의 재생 및 재활용성에 비용 절감 여부
22	전력화 시기	무기체계 및 전력지원체계를 소요군에게 배치하기 시작하는 연도
23	탑재장비 연동	무기체계를 구성하는 하위 무기체계 및 장비, 물자의 성능
24	네트워크 구축	제대별 작전적 운용을 위해 요구되는 제반 장비 및 물자들의 가용 통제수단을 활용한 네트워크 구축

주요 요소 설정을 위한 전문가의 1차 설문조사 결과는 최초 설정하였던 24개 주요 요소를 검토하여 삭제는 3개, 병합은 10개를 4개, 3개 요소를 추가하여 18개 요소로 조정하였으며 <표 4-2>에 조정한 주요 요소의 개념과 정의를 제시하고 전문가로부터 2차 의견을 수렴하였다.

<표 4-2> 드론전투체계의 국방표준화 결정요인 2차 변수 식별(계속)
 <Table 4-2> 2nd Concept and Definition of Major Elements of Defense Standardization of Drone Combat System(Continued)

구분	주요 요소	개념적 정의
1	운용개념 구현	• 드론이 군사임무 달성을 위해 수행되어지 등의 드론의 운용목적에 부합 여부 • 전장에서 군사임무 수행을 위해 무기체계의 전투수행에 관한 수단의 운용 등 전투수행 방법
2	상호운용성	• 전투체계 운용을 위해 다른 수단과의 연계 및 연동을 통해 전투력 극대화 • 탑재장비 연동: 무기체계를 구성하는 하위 무기체계 및 장비, 물자의 성능 • 네트워크 구축: 제대별 작전적 운용을 위해 요구되는 제반 장비 및 물자들의 가용 통제 수단을 활용
3	기동성	• 전장 상황하에서 드론 전투체계로서 발휘해야 하는 기본 성능의 유지
4	생존 및 은밀성	• 드론 전투체계가 임무달성을 위해 운용되는 동안 자체의 생존 및 은밀성의 보장 여부
5	경험 및 검증성	• 유사장비 운용경험을 통해 입증되거나 습득한 교훈, 운용 경험, 무기체계의 운용능력 등
6	보안 및 안전성	• 드론 전투체계 운용을 위해 적으로부터 보안성을 보장받으면서 안전하게 임무달성 가능 여부
7	감항인증	• 전투체계에 필요한 주요 기술적 요소에 대한 일정 수준을 충족할 수 있는 능력 • 프로펠러 설계, 배터리, 통신인터페이스, 사이버보안 등
8	정비 용이성	• 전평시 원활한 정비 및 보급 지원, 정비시간 단축, 부품교체 등 운용자에 의한 야전정비의 용이성, 시험 장비 및 공구와 부수기재의 준비, 정비시설 및 인력의 구비 등
9	모듈화	• 모듈단위 부품 보급 및 교체 지원이 가능하도록 모든 구성품을 모듈단위로 제작, 정비 및 교체 가능

〈표 4-2〉 드론전투체계의 국방표준화 결정요인 2차 변수 식별
 <Table 4-2> 2nd Concept and Definition of Major Elements of Defense
 Standardization of Drone Combat System

10	부품 호환성 및 국산화	• 동일 계열 및 유사 드론 기종 간 부품 공통사용(표준화), 총수명주기간 지속 부품공급 및 상용부품 적용 • 국내기술로 부품개발 및 공급
11	민군기술 겸용	• 군 및 민간 기술과의 연계성, 향후 개발되는 기술의 민간 및 타무기체계의 파급효과 및 영향, 개발되는 기술의 축적 정도(기술의 가치성)
12	계열화 적용성	• 기본형 기술을 계열 드론에 적용하는 정도, 계열 드론의 개조소요 최소화, 정밀무기 탑재 및 네트워크 중심 작전환경 하 운용성
13	개발 및 구매비	• 개발 및 구매에 소요되는 비용
14	성능개량	• 성능개량 필요성, 기술적 수준에 따른 개량의 가능성, 타당성, 실효성
15	운영유지비	• 배치 후 운영, 정비·관리 유지비, 에너지 비용 등
16	운용자 용이성	• 드론 전투체계 운용자의 운용성 향상, 유사 기종 운용 매뉴얼화
17	시험평가	• 드론 전투체계의 주요 기술적 요소에 대한 시험평가 세부 내용 정립
18	분류기준 및 용어	• 드론 전투체계를 포함하는 무인전투체계의 분류기준 및 용어 정립

제4절 델파이기법 요인분석을 통한 결정요인 식별

1. 델파이기법과 요인분석

델파이기법은 정책결정이나 사업기획을 위하여 관련 전문가의 의견을 수렴할 목적으로 고안된 조사방법이다. 연구내용이 아직 잘 알려지지 않았거나 일정한 합의점에 찾지 못한 내용에 대하여 수차례에 걸친 전문가들의 의견 조사를 통해 합의된 내용을 얻는 방법이다. 델파이기법의 특성을 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 델파이기법은 익명성을 보장함으로써 특정 개인의 영향력에 제한 받지 않고 대상자 각각에 대해 대등한 입장에서 요구하고 있는 특정 사안에 대해 의견을 개진할 수 있다. 반대의견 또한 사회적 위상이나 친분관계 등에 영향을 받지 않고 대상자 스스로 의견을 제시할 수 있다.

둘째, 델파이기법은 대상자에 대한 설문을 수차례 반복하는 과정을 통해 결과를 다시 피드백하여 새로운 결과를 도출함으로써 자신이 수용할 수 있는 수준의 결과에 대한 확신을 얻을 수 있도록 수정할 기회를 준다.

셋째, 전체 의견을 통계적으로 도출하고 이를 통해 전체 의견의 분포에 대한 특성을 그룹화하고 구분하여 제시해 준다. 델파이기법은 다수의 의견에 따라 개인의 의견을 그룹의 의견으로 대표할 수 있도록 수렴하는 방법이지만 통계적으로 의견을 처리하여 제시함으로써 집단 내의 소수 의견과 의견 차이를 파악하게 해줄 수 있게 한다. 델파이 기법은 조사 대상자들이 대면으로 조사하는 방식을 갖지 않고도 의사결정에 대한 합의도출이 가능하다는 것을 기본 전제로 한다.

요인분석(Factor Analysis)이란 다수 변수 간 상관관계를 분석하고 변수들을 구성하고 바탕을 이루는 공통차원들(Common underlying dimensions)을 통해서 개별 변수들을 설명하는 통계기법이다. 요인분석의 목적은 다수 변수의 정보손실을 최소화하고 공통성을 갖는 소수의 요인(factor)으로 축약하는 것이다. 요인분석에는 독립변수와 종속변수가 없다. 요인분석은 모든 변수 간의 관계만을 분석하고 변수들의 집합을 이루어 요인을 발견하는 것으로 분석 결과로부터 도출된 모집단의 특성에 대하여 추정을 하지 않는다.

2. 전문가 선정 및 자료수집, 결정요인 식별

본 논문에서는 드론전투체계 국방표준화를 위한 결정요인 도출을 위해서는 각 분야 전문가들로부터의 의견수렴이 매우 중요하다.

드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위한 주요 요소에 대해 15명의 전문가로부터 24개 주요 요소에 대한 1차적인 의견수렴을 통해 각 요소의 적합성을 분석하였다. 전문가의 1차 의견수렴을 토대로 주요 요소를 24개에서 삭제, 병합, 추가하여 최종 18개의 평가요소를 선정하여 요인분석을 실시하였다.

주요 전문가 집단을 4개로 구분하였으며 여기에는 관리자 집단과 개발자 집단, 운용자 집단, 연구자 집단으로 구성하였다. 관리자 집단으로서 국방부 전력업무 부서 및 합동참모본부의 전력소요기획 업무담당자, 각 군 본부의 전력기획·계획 업무 담당자를 중심으로 선정하고, 개발자 집단은 드론 관련 개발 및 제작업체 관련 인원으로 구성하였으며, 운용자 집단은 육·해·공군 야전부대 및 전투실험·교육훈련용으로 활용하고 있는 운용자를 중심으로 편성하고, 연구자 집단은 국방과학연구소, 국방기술품질원, 육군 드론봇 연구센터 등 군내 연구인력과 학계 및 연구소에 근무하는 외부 연구인력으로 편성하여 <표 4-3>에 제시하였다.

<표 4-3> 전문가 집단 구성
<Table 4-3> Formation of a Group of Experts

집단		대상	인원(명)
계			123
1	관리자 집단	• 국방부, 합동참모본부의 전력기획 담당자 • 육·해·공군의 전력기획 담당장	40
2	개발자 집단	• 드론 개발 및 제조 3개 업체	20
3	운용자 집단	• 육·해·공군의 야전 운용부대 운용자 • 육군 드론 전투체계 교육자 • 육군 드론 전투체계를 담당하는 정보화체계 담당자	18
4	연구자 집단	• 방위사업청, 국방과학연구소, 국방기술품질원 • 육군 드론봇 연구센터, 학계 교수 및 연구소 연구위원	45

드론전투체계 개발 및 국방표준화 관련하여 편성된 4개 전문가 집단의 의견을 종합하였다. 관리자 집단인 각 군의 전력소요 분야 담당자의 의견을 종합하면, 운용개념은 상위의 개념이며 전투수행방법은 이를 작전적 수준에서 구현하기 위한 수단과 방법을 구체화하는 것이므로 병합하고 드론전투체계 구축은 전력화 측면에서 대량생산 및 구매에 해당하는 사항이 아니므로 삭제하며 총수명주기 관점에서 개발 및 구매비, 운영유지비, 부품 단가 등은 유사 항목으로 병합하며 생존성·은밀성, 보안 및 안전성은 유사한 개념으로 병합하고 상호운용성, 탑재장비 연동, 네트워크 구축은 상호운용성 관점에서 병합하되 전력화 시기는 드론전투체계 뿐만 아니라 이를 구성하는 각 체계 및 장비 등이 각기 상이하므로 표준화 요소에서 삭제하는 것을 제시하였다.

개발자 및 연구자 집단의 의견은 유사한 결과를 제시하고 있는데 이를 종합하면, 군사적 관점에서 요구되는 요소보다는 기술적·경제적 관점에서 국방표준화를 추진하는 것이 바람직하며 기술적 측면에서 기술적 수준, 기술의 연계성, 기술 및 부품의 국산화, 부품 호환성, 모듈화를 병합하고 상호운용성과 네트워크 연동은 사실상 함께 구현해야 할 요소이므로 기술적 범주에서 병합하는 것으로 분류하였다. 경제적인 요소로서 개발 및 구매비, 운영유지비, 부품 단가 등은 유사 항목으로 병합하고 군사적 요구 사항에 해당하는 사항은 전력의 다양성으로 인하여 표준화로 구현하기에는 사실상 어렵다는 의견을 제시하였다. 운용자 집단은 드론을 직접 운용하면서 경험적인 측면에서 무기체계 운용자 용이성이 중요하며 이를 위한 매뉴얼 제작, 실전배치 이전 시험평가를 통해 검증될 수 있도록 표준화 요소에 추가 될 필요가 있다는 의견을 제시하였다.

이상에서 4개 전문가 집단으로부터 수렴된 결과를 종합하여 <표 4-4>에 제시하고, 설정한 요소들에 대한 요인분석을 통해 주요 결정요인을 식별하고자 하였다. 전문가들로부터 종합된 결정요인이 드론 전투체계에 적용 가능한 지에 대한 의견을 받고 전문가 의견과 실질적으로 객관적으로 분

석하기 위해 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 변수 간의 상호 연관성에 관하여 공분산, 상관관계를 분석하고 상호 연관성이 분석된 변수 간 공통 작용하는 내재 요인을 추출하여 전체자료를 대변할 수 있도록 변수의 수를 줄이는 기법이다. 도출 및 설계 시 제시된 개별요소들을 요인분석에 의해 그룹화한 결과와 직접 비교해 볼 수 있다.

〈표 4-4〉 전문가 집단별 주요 요소 의견수렴 결과 종합

〈표 4-4〉 Comprehensive Results of Collecting Opinions on Major factors by Expert Group

구분	주요 내용	비고
관리자 집단	• 운용개념과 전투수행방법은 운용개념으로 병합 • 개발 및 구매비, 운영유지비, 부품단가 등은 병합 • 생존성·은밀성과 보안 및 안전성은 유사개념으로 병합 • 상호운용성, 탑재장비 연동, 네트워크 구축은 병합 • 대량생산 및 구매, 전력화 시기는 국방표준화와 무관, 삭제	병합 4개, 삭제 2개
개발자 집단	• 기술적 수준, 기술의 연계성, 기술 및 부품의 국산화, 부품 호환성, 모듈화를 병합 • 상호운용성과 네트워크 연동은 기술적 범주에서 병합 • 개발 및 구매비, 운영유지비, 부품 단가 등은 병합 • 운용개념 및 전투수행방법은 운용목적과 전력의 특성상 다양성으로 인하여 표준화 제한되므로 삭제	병합 3개, 삭제 2개
운용자 집단	• 운용개념과 전투수행방법은 동일 개념으로 병합 • 개발 및 구매비, 운영유지비, 부품 단가 등은 병합 • 전력화 시기는 국방표준화와 무관, 삭제 • 경험적인 측면에서 무기체계 운용상 장비 운용매뉴얼 등 중요, 사용자 용이성 추가 • 연구개발 및 구매, 실전배치 이전 검증 필요, 시험평가 추가	병합 2개, 삭제 2개, 추가 2개
연구자 집단	• 기술적 수준, 기술의 연계성, 기술 및 부품의 국산화, 부품 호환성, 모듈화를 병합 • 상호운용성과 네트워크 연동은 사실상 함께 구현해야 할 요소이므로 기술적 범주에서 병합 • 전력화 시기는 국방표준화와 무관, 삭제	병합 4개, 삭제 1개

제5절 드론 전투체계의 국방표준화 결정요인 제언

드론전투체계 개발을 위한 국방표준화에 필요한 결정요인을 도출하는 것이다. 이를 위해 연구에 참여한 전문가 집단을 선정하여 의견을 수렴하기 위해 설문조사 설계 및 수집된 자료에 대한 분석을 통하여 결정요인을 도출하고자 한다.

1. 전문가 인식도 분석결과 및 해석

관리자 집단인 전력 및 소요기획분야 전문가 의견은 운용개념 및 전투수행방법은 동일한 개념으로 판단했으며 드론전투체계를 구축하는데 있어서 대량생산이 아니기 때문에 업체의 개발 및 생산능력은 드론전투체계 구축을 위해 필요한 요소이나 개발 후에는 운용적 측면에서는 경제적 요인을 적을 것으로 판단하였다. 특히 개발비는 체계개발을 시작하기 전에 결정되는 요인으로 체계를 개발하기 위한 요소로서 평가는 제한될 것으로 보고 있었다. 체계를 개발하기 전에 사업성 평가 후 체계 개발에 맞는 사업예산을 책정한 가운데 체계개발을 진행하기 때문에 체계개발 간에 발생하는 개발비는 결정요인으로서 적합하지 않을 수 있는 것으로 의견을 제시하고 있다. 상호운용성, 네트워크 구축, 기술수준, 표준화 및 호환성은 기술적 범주에서 분류할 것을 제시하였다. 모듈화는 체계 개발 후 운용유지를 위해 필수적 요소로 보았다. S/W 비중 및 인공지능 기술의 반영 필요성을 운용개념의 적정과 효율성을 바탕으로 평가되어야 할 부분으로 운용개념에 통합할 필요가 있다는 의견을 제시하였다.

개발자 집단의 의견은 주로 드론전투체계의 개발을 위한 기술적 수준과 체계운용을 위한 네트워크 구축 등의 필요성을 강조하였으나 너무 많은

국방표준화 요소에 대해서는 부정적인 의견을 제시하고 있다. 기술적 기준에 대한 진입장벽이 많고 높을수록 연구개발 및 상용 드론의 구매 대상 업체의 경쟁력이 낮아지고 군사적 운용목적에 부합하는 효과를 달성하기 어려울 수 있다는 의견을 제시하였다. 특히 군용 드론의 구매와 관련 경제성 측면에서 저가의 비용으로 군사적 운용의 목적달성과 효과성을 높일 수 있다는 측면에서 기술적 요건을 현재의 산업표준으로 제시하는 수준에서 국방표준의 기준을 제정한다면 문제가 없지만 국방표준의 요구수준이 고도의 수준으로 제시하는 것 자체가 규제적인 요소로 작용할 수 있을 수 있으므로 군용에 부합하는 드론전투체계를 요구능력에 맞게 구축 및 운용하지 못하는 사례가 있을 수 있다는 점을 강조하고 있다.

운용자 집단은 생존성·은밀성 보다는 기상 및 지형에 대한 데이터 구축의 중요성을 요구하였으며 전력화 시기에 대해서는 각 전력의 소요군이 요구하는 시기가 다를 수밖에 없으므로 표준화와 관계가 없는 요소라는 부정적 견해를 보였다. 또한 운용자 집단은 드론전투체계 구축 시에 기동성, 상호운용성, 기술적 차원에서의 부품의 호환성과 국산화를 통합할 필요성이 있는 것으로 판단하였다. 그리고 경제성과 효율성 측면에서 전력의 총수명주기를 고려하여 동일 항목으로 통합 및 조정하거나 최초 연구개발 및 구매비와 운용유지비는 적절하나 대량생산 및 구매 그리고 부품의 원가에 대한 요인은 대부분 전력지원체계로 분류되는 군용 드론의 경우에 장기간 전력으로서 활용하기 보다는 일정기간 활용하고 교체하는 소모성 드론일 경우가 많기 때문에 부품의 재활용성과 성능개량 등과 요인에 대해서는 불필요하다는 의견을 제시하였다.

전문가 집단별 의견수렴을 통해 24개 주요 요소를 조정하여 도출한 18개의 요소에 대한 정의를 설정하고 이에 대한 통계분석프로그램을 통해서 산출된 결과를 각각 분석하고자 한다.

2. 요인분석 변수 간의 상호연관성 분석

요인분석의 이유는 차원을 축소하여 대상을 파악하고 차원 축소를 통한 다중공선성의 문제를 해결하고 데이터를 축소하여 분석을 용이하게 하기 위함이다. 요인분석은 수집된 많은 변수를 비슷한 공통 차원의 항목으로 그룹화하여 적은 수의 요인으로 축소시키는 분석방법이다. 요인분석에서는 독립변수와 종속변수가 없으며, 모든 변수 간의 관계를 분석함으로써 새로운 요인이 도출된다.

요인을 회전한다는 것은 요인행렬을 좌표 내에서 새롭게 생성함으로써 다르게 접근한다는 의미이다. 이때 행렬의 각 변수 또는 요소들은 회전하는 좌표축에 최대한 근접할수록 내용적 해석이 간단해지므로, 요인을 회전하는 목적은 최초 제시한 요인행렬에 대한 기초구조를 수학적으로 회전시켜 해석이 쉬운 요인행렬인 최종구조를 산출하는 데 있다. 여기서 내용적 해석이 쉽다는 말은 그 성분의 값이 1.0에 가깝게 크거나 0에 가깝게 작다는 의미로서 행렬 속에서 가능하면 아주 큰 값과 아주 작은 값들이 많아야 한다는 것이다. 분석하는 입장에서 행렬을 회전을 시키면서 많은 동치모형의 요인행렬들을 정렬하도록 하여 비교하고, 그 중에서 가장 바람직한 행렬을 선택하도록 한다.

KMO와 Bartlett의 검정은 요인분석에서 적용하는 경우, 구형성 검정은 KMO(Keiser-Meyer-Olkin)의 측도와 Bartlett의 검정을 사용한다. KMO 검정은 변수 간 편상관을 조사하여 확인하는 것으로 요인분석에 사용된 변수의 수와 경우의 수가 적절한지를 나타내는 표본의 적합도를 나타낸다. 이 값이 0.5 이상이면 요인분석을 하기에 적절하다는 것을 의미한다. Bartlett 검정은 요인분석 시 기본적으로 사용하는 상관계수 행렬에 대하여 검사한다. 이 상관계수 행렬이 대각행렬이라는 것은 결국 변수 간에 상관관계가 없다는 것을 의미하는 것으로, 사용된 변수들이 요인분석으로는 적합하지 않다는 것을 의미한다. Bartlett 검정의 p값이 0.5보다 작은 값을 나타내면

변수들은 대각행렬이 아니라는 것을 의미한다. 검정결과 도출된 KMO 값은 입력변수 간의 상관관계 정도를 나타내는 값으로 다음 <표 4-5>와 같은 결과를 도출하였다.

<표 4-5> KMO와 Bartlett의 검정

<표 4-5> KMO and Bartlett's test

표본 적절성의 Kaiser-Meyer-Olkin 측도		.793
Bartlett의 구형성 검정	근사 카이제곱	1206.982
	자유도	153
	유의확률	.000

KMO 값이 일반적으로 0.5 이상이면 요인분석을 정상적으로 진행할 수 있다. 현재 계산된 요인들에 대한 값을 산출한 결과 0.793으로 요인분석을 실시할 수 있다는 것을 설명한다. Bartlett의 구형성 검정의 의미는 ‘상관행렬은 단위행렬이 아니다’라는 연구가설에 대한 확인된 검증을 의미한다. 즉, 유의확률 계수가 통계적으로 의미가 있다면 입력변수 간 상관행렬은 ‘단위행렬이 아니다’라는 의미를 나타내고 있다는 것이다. 이러한 변수 간에는 연관성이 각각 존재하고 있으므로 각 변수에 대한 요인분석을 수행할 수 있다. 결과적으로 KMO 측정결과 0.793의 값을 가지므로 0.5 이상일 경우에는 Bartlett의 구형 검정이 통계적으로 유의미한 것으로 판단한다. 그리고 이에 대한 확률은 0.00으로 나왔으므로 대각행렬이 아니라는 의미가 되어 변수 간 상관관계가 없다는 것이므로 요인분석을 실시할 수 있는 결론에 도달하게 되었다.

공통성(Communality)은 추출된 요인들에 의해서 설명되는 변수들의 분산 정도를 의미한다. 공통성은 추출값이 1에 가까울수록 해당되는 각 변수를 잘 설명하고 있다는 것이다. 일반적으로 공통성이 0.5 이상일 경우 변수들은 추출된 요인들에 의하여 적절하게 분산되고 있는 것으로 해석할 수 있다. 다음 <표 4-6>은 추출된 각 요인 중 운용개념 구현 및 상호운용

성, 보안 및 안전성, 감항인증의 요인을 제외하면 0.5 이상의 공통성이 추출되었다. 그러나 0.5 이하의 요인에 대해서 필요한 상호 연계성을 고려하여 이에 대한 공통성을 도출하여 적용할 수 있는 그룹으로 재구성할 수 있는데 이는 이후의 주성분 분석에 의한 추출 결과를 더 세부적으로 환산하여 반영할 경우에 유의미한 결과를 얻을 수 있다.

〈표 4-6〉 공통성

〈Table 4-6〉 Commonality

구분		초기	추출
1	운용개념 구현	1.000	.279
2	상호운용성	1.000	.281
3	기동성	1.000	.631
4	생존 및 은밀성	1.000	.772
5	경험 및 검증성	1.000	.682
6	보안 및 안전성	1.000	.444
7	감항인증	1.000	.433
8	정비 용이성	1.000	.624
9	모듈화	1.000	.549
10	부품 호환성 및 국산화	1.000	.784
11	민·군겸용 기술	1.000	.694
12	계열화 적용성	1.000	.719
13	개발 및 구매비	1.000	.766
14	성능개량	1.000	.840
15	운영유지비	1.000	.779
16	운용자 용이성	1.000	.647
17	시험평가	1.000	.870
18	분류기준 및 용어	1.000	.820

설명된 총 분산은 추출된 요인들이 어느 정도 분산되어 있는지를 설명하고 있다. 고유값(Eigenvalue)은 한 요인이 몇 개 변수들이 가지고 있는

양의 분산을 설명하고 있는가를 나타내며 고유값이 1 이상인 요인은 다음의 <표 4-7>에서 제시된 바와 같이 주성분 분석을 통해서 초기 고유값에 의해서 5개가 추출되었으며 이를 다시 환산하여 추출제곱 적재량과 회전 제곱합에 대한 적재량으로 환산한 결과는 각 4개가 추출되었으며, 환산 결과 1 이하의 값을 가지는 나머지 성분은 0으로 수렴되므로 더 이상 표시되지 않는다.

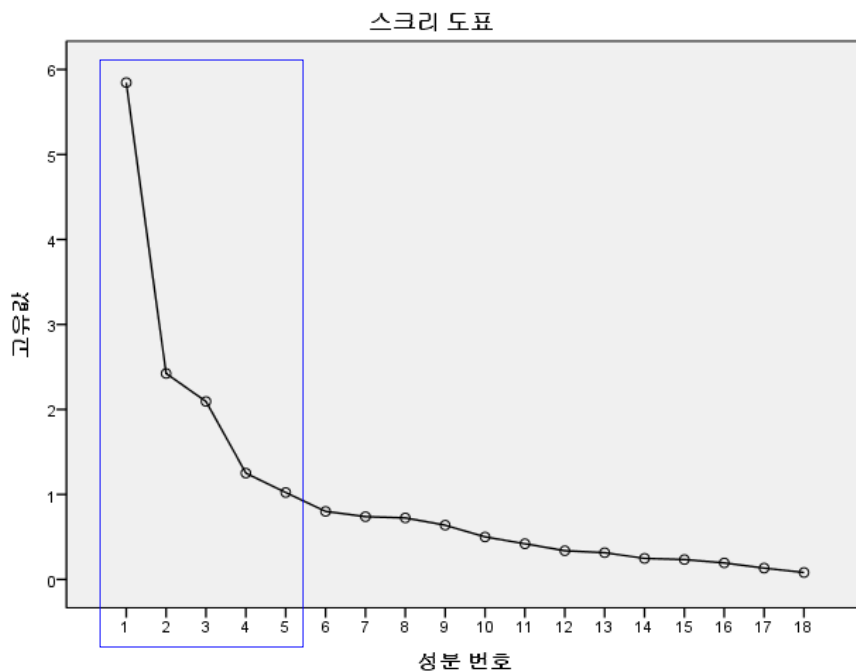
<표 4-7> 설명된 총분산

<Table 4-7> Total variance explained

성 분	초기 고유값			추출 제곱합 적재량			회전 제곱합 적재량		
	전체	%분산	누적%	전체	%분산	누적%	전체	%분산	누적%
1	5.846	32.475	32.475	5.846	32.475	32.475	2.967	16.486	16.486
2	2.423	13.461	45.936	2.423	13.461	45.936	2.961	16.450	32.936
3	2.094	11.634	57.570	2.094	11.634	57.570	2.935	16.307	49.242
4	1.251	6.951	64.521	1.251	6.951	64.521	2.750	15.279	64.521
5	1.023	5.681	70.202						
6	.801	4.448	74.650						
7	.739	4.104	78.754						
8	.724	4.022	82.776						
9	.638	3.546	86.323						
10	.500	2.779	89.101						
11	.420	2.332	91.433						
12	.337	1.874	93.307						
13	.315	1.751	95.058						
14	.247	1.373	96.431						
15	.233	1.297	97.727						
16	.195	1.083	98.810						
17	.133	.739	99.549						
18	.081	.451	100.000						

각 요인에 대한 공통성을 고려하여 초기값의 경우에는 5개가 산출되었지만 재환산한 경우 4개의 그룹으로 재분류가 가능하다는 것을 의미하며 여기에 포함되는 각 요소를 고려할 때 5개의 그룹으로 편성하기 보다는 4개 그룹으로 편성하는 경우 18개 성분에 대한 공통성이 향상될 수 있다는 것을 의미하는 것으로 다음 분석에서 이에 관한 결과를 확인할 수 있다.

스크리 도표는 직관적으로 주요 요인 수를 찾는 데 필요한 도움을 주는 값을 확인할 수 있는 도표로서 18개의 성분번호 중에서 도표의 기울기가 꺾이는 부분을 선택하는 것이 아니고 Y축 값의 크기가 1 이상인가를 기준으로 판단하는 것이다. [그림 4-2]에 나타난 스크리 도표는 1 이상의 고유값을 갖는 요인이 5개임을 나타나고 있다.



[그림 4-2] 스크리 도표

[Fig. 4-2] Scree Diagram

회전된 성분에 관하여 회전법은 “분산이 극대화된다”(Variance is maximized)는 논리에서 반복계산을 통해서 변환 값이 수렴되고 있다. 여기에서 각 요인의 분산을 극대화하려는 논리를 따르게 되는데 요인행렬을 변환할 때 나타나는 행렬의 열(요인)을 기준으로 하여 큰 값은 더 크게 계산되며 작은 값은 더 작게 계산되어 회전하며 계산되는 값이다. 주성분 분석에 의한 회전방법은 Kaiser 정규화가 있는 베리맥스에 의해서 6회의 반복계산에 의해 요인회전이 수렴되고 있음을 알 수 있다. 이렇게 반복된 요인회전을 통해서 산출된 요인분석 결과물은 <표 4-8>에 제시하였다.

〈표 4-8〉 요인분석 결과값
 〈Table 4-8〉 Factor analysis result

구분		회전된 성분행렬				공통성
		요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	
14	성능개량	.888	.116	.177	.080	.840
13	개발 및 구매비	.856	.100	.149	.042	.766
15	운영유지비	.824	.244	.112	.166	.779
17	시험평가	.232	.875	.185	.125	.870
18	분류기준 및 용어	.190	.836	.272	.101	.820
16	운용자 용이성	.407	.640	.208	.167	.647
07	감항인증	.085	.498	.091	.412	.433
02	상호운용성	.084	.352	.350	-.166	.281
10	부품 호환성 및 국산화	.037	.228	.855	.001	.784
11	민·군겸용 기술	.234	.067	.790	.106	.694
12	계열화 적용성	.491	.075	.685	.056	.719
09	모듈화	.145	.288	.660	.102	.549
08	정비 용이성	-.263	.517	.527	.098	.624
04	생존 및 은밀성	.107	.081	-.072	.865	.772
05	경험 및 검증성	.192	.102	-.002	.797	.682
03	기동성	.120	-.105	.049	.776	.631
06	보안 및 안전성	-.213	.376	.060	.504	.444
01	운용개념 구현	-.019	.225	.198	.434	.279

요인분석 결과, 4개의 요인이 도출되었으며 요인 1에서는 성능개량, 개발 및 구매비, 운영유지비 등 3개의 변수를 포함하고 있다. 요인 2는 시험평가, 분류기준 및 용어, 운용자 용이성 등 3개의 변수를 포함한다. 요인 3은 부품 호환성 및 국산화, 민군기술 겸용, 계열화 적용성, 모듈화, 정비용이성 등 4개의 변수를 포함하고 요인 4는 생존 및 은밀성, 경험 및 검증성, 기동성, 보안 및 안정성 등 4개의 변수를 포함한다.

회전된 성분행렬을 <표 4-9>를 각 요인에 할당된 변수들의 특성을 고려하여 4개 요인별 구성요소들을 그룹화하여 경제성·기능성·기술성·작전적 운용성 결정요인으로 그룹화하여 아래 <표 4-9> 와 같이 제시하였다.

<표 4-9> 구성요소의 결정요인 그룹화
<Table 4-9> Determinant Grouping of Components

요인		성분 변수	주요 내용
요인1	경제성	3	성능개량, 개발 및 구매비, 운영유지비
요인2	기능성	5	시험평가, 분류기준 및 용어, 운용자 용이성 + 감항인증, 상호운용성
요인3	기술성	5	부품 호환성 및 국산화, 민군기술 겸용, 계열화 적용성, 모듈화, 정비 용이성
요인4	작전적 운용성	5	생존 및 은밀성, 경험 및 검증성, 기동성, 보안 및 안전성 + 운용개념 구현

신뢰도는 측정하고자 하는 대상의 변수들을 얼마나 일관성 있게 측정되었는가를 나타내는 결과로서의 값이다. 동일한 개념을 여러 문항으로 구

분하여 측정함으로써 각 항목들이 어떠한 유사 값을 갖는지를 측정하는 방법으로서 각 변수의 값을 종합하여 나타낼 수 있도록 기준척도를 사용한다. 이때 신뢰도 정도를 측정하는 척도로서 Cronbach's α 값을 사용한다. 동일한 개념을 측정하기 위해 여러 개의 항목을 이용하는 경우, 그 측정 결과에 대해서는 변수들이 갖는 값의 일관성을 유지할 수 있어야 한다는 논리에 따라 신뢰성을 저해하는 항목(변수)을 찾아내고 변수들의 상관관계를 연결하는 측정 도구에서 공통성으로 묶어주거나 제외하여 각 변수에 대한 측정 도구의 결과에 대하여 타당도를 분석하고 요인분석을 통해서 신뢰성을 높이는 방법이다.

Cronbach's α 값은 각 항목의 변수들에 대한 일관성에 기초하여 추정되는 신뢰도 지수의 하나로서 설문조사에 참여한 참가자들이 주어진 문항들에 대해 얻은 점수 간에 어느 정도의 일관성을 발견할 수 있는지에 대한 지표가 되며 설문 참여자들이 설문조사의 문항들에 대해서 각각 선택한 점수 간에 일관성이 있는지를 나타내는 지수라고 말할 수 있다. 이 지표가 중요한 이유는 연구의 신뢰도를 설명해줄 수 있기 때문이다. 동일한 개념으로 타당성을 측정하는 설문조사에서 문항 간의 신뢰도를 확보하는 것이 중요하다. 따라서 크론바흐 알파 계수는 항목 간의 다른 특성에 주목하고 통계치가 얼마나 분산되어 있는지를 이용하면 해당 항목 간의 신뢰도를 구할 수 있다.

그러므로 추출된 4개의 요인 즉, 경제성 요인, 기능성 요인, 기술성 요인, 작전적 운용성 요인에 대하여 Cronbach's α 의 신뢰도 값이 0.6 기준으로 그 이상인지 확인하는데 일반적인 사회과학 분야의 분석통계 값에 대한 신뢰도 인정의 허용기준은 0.6 이상의 경우에 인정되는 값으로 판단하며 이를 기준값으로 적용하여 전체 성분변수에 대하여 공통성을 반영하여 그룹한 요인의 산출 신뢰도 값에 대한 기준은 다음 <표 4-10>에 적용

하여 4개 요인을 평가하였다. 따라서 0.6 이상의 경우에는 어느 정도 수용할 수 있는 수준으로 평가할 수 있으며, 0.7 이상의 경우에는 각 요소가 바람직한 공통성의 신뢰도를 가지는 것으로 평가하고, 0.8 이상의 경우에는 공통성을 갖는 각 요소의 평가는 높은 상관관계를 유지하고 있는 것으로 판단하여 각 요소들에 대한 공통성에 대하여 산출된 신뢰도 기준값을 기준으로 각 요인들에 대한 분석을 실시하였다.

〈표 4-10〉 신뢰도 기준값
〈Table 4-10〉 Reliability Criteria

Cronbach's α 값	기준
0.6 이상	수용할 수 있음
0.7 이상	바람직함
0.8 이상	높음
0.9 이상	매우 높음

경제성 요인은 신뢰도 분석을 통하여 Cronbach's α 의 값이 〈표 4-11〉과 같이 0.895으로 신뢰도는 높은 수준으로 여기에 포함되는 변수들은 개발 및 구매비, 성능개량, 운영유지비이며 이들 3개 항목은 경제성 요인으로 높은 공통성을 갖는 것으로 분석되었다.

〈표 4-11〉 경제성 요인 신뢰도 통계량
〈Table 4-11〉 Economic Factor Reliability Statistics

Cronbach's α 값	항목 수
.895	3

〈표 4-12〉에서와 같이 경제성 요인에 해당하는 요소들의 항목총계 통계량을 보면 경제성 요인은 3개의 변수가 중 어떠한 변수가 삭제되더라도

경제성 요인 변수들이 0.8 이상이 됨을 알 수 있으며, 이들 3개 항목은 상호 연계성을 가지고 신뢰도가 높게 나타나고 있으므로 요인 설정 시 공통요소로서 함께 고려되어야 한다는 것을 의미한다.

〈표 4-12〉 경제성 요인 항목총계 통계량
 <Table 4-12> Economic Factor Reliability Statistics

구분	항목이 삭제된 경우 척도 평균	항목이 삭제된 경우 척도 분산	수정된 항목-전체 상관계수	항목이 삭제된 경우 Cronbach' s α
개발 및 구매비	8.935	6.291	.755	.883
성능개량	9.089	6.164	.842	.808
운영유지비	9.358	6.117	.784	.858

기능성 요인은 신뢰도 분석을 통하여 5개의 변수가 Cronbach' s α 값이 <표 4-13>과 같이 0.787로 나타났으며 신뢰도는 바람직한 수준으로 평가된다. 여기에 포함되는 변수는 상호운용성, 감항인증, 운용자 용이성, 시험평가, 분류기준 및 용어에 해당하는 항목으로서 비교적 상호 연관성을 갖고 공통적인 요소로서 분류되고 있다.

〈표 4-13〉 기능성 요인 신뢰도 통계량
 <Table 4-13> Functional Factor Reliability Statistics

Cronbach' s α 값	항목 수
.787	5

〈표 4-14〉 기능성 요인 항목총계 통계량을 보면 상호운용성, 감항인증, 운용자 용이성 등은 0.7 이상이며, 시험평가, 분류기준 및 용어 등은 0.7 보다 낮지만 2개의 기술변수가 제거되더라도 3개 항목의 신뢰도는 높은

것으로 나타나며 낮은 2개의 변수는 다른 3개에 비해 국방표준화에 대한 중요도가 상대적으로 낮다는 것을 의미한다. 따라서 기능성 요인으로서 국방표준화를 위한 결정요인으로서는 상호운용성, 감항인증, 운용자 용이성에 대한 신뢰도가 높아 중요한 항목으로 고려되어야 한다는 것을 보여주고 있다.

〈표 4-14〉 기능성 요인 항목총계 통계량
 <Table 4-14> Functional Factor Reliability Statistics

구분	항목이 삭제된 경우 척도 평균	항목이 삭제된 경우 척도 분산	수정된 항목-전체 상관계수	항목이 삭제된 경우 Cronbach' s α
상호운용성	20.317	11.628	.282	.832
감항인증	20.756	10.530	.378	.812
운용자 용이성	21.943	10.300	.629	.733
시험평가	21.545	8.562	.840	.653
분류기준 및 용어	21.358	8.281	.790	.664

기술성 요인은 신뢰도 분석을 통하여 5개의 변수 Cronbach' s α 값이 〈표 4-15〉와 같이 0.814이며 신뢰도는 높은 것으로 평가되었다. 5개의 기술적 요인은 정비용이성, 모듈화, 부품 호환성 및 국산화, 민·군겸용 기술, 계열화 적용성이 여기에 포함된다.

〈표 4-15〉 기술성 요인 신뢰도 통계량
 <Table 4-15> Technical Factor Reliability Statistics

Cronbach' s α 값	항목 수
.814	5

기술성 요인에 대한 신뢰도는 기능성 요인의 신뢰도에 비해 상대적 높은 결과를 보이는 것은 기술성 요인이 기능성 요인에 비해 국방표준화의 중요도가 상대적으로 높다는 것을 의미한다. <표 4-16> 기술성 요인 항목 총계 통계량을 보면 5개의 변수가 모두 0.7 이상으로 신뢰도는 바람직한 수준을 보이고 있으며 기술성 항목이 국방표준화에 필요한 변수로서 모두 활용될 수 있음을 보여주는 결과로 해석된다.

<표 4-16> 기술성 요인 항목총계 통계량
<Table 4-16> Technical Factor Reliability Statistics

구분	항목이 삭제된 경우 척도 평균	항목이 삭제된 경우 척도 분산	수정된 항목-전체 상관계수	항목이 삭제된 경우 Cronbach's α
정비 용이성	22.545	11.889	.466	.820
모듈화	22.561	11.478	.597	.779
부품 호환성 및 국산화	22.415	11.277	.747	.742
민·군겸용 기술	22.585	11.179	.657	.762
계열화 적용성	23.000	10.574	.594	.783

작전적 운용성 요인은 신뢰도 분석을 통하여 5개의 변수가 Cronbach's α 값이 <표 4-17>과 같이 0.756이며 신뢰도는 바람직한 수준으로 평가된다. 이는 운용개념 구현, 기동성, 생존 및 은밀성, 경험 및 검증성, 보안 및 안전성의 5개 변수 중에 운용개념 구현과 보안 및 안전성에 관한 요인이 0.7 이상으로 기동성, 생존 및 은밀성, 경험 및 검증성에 비해 상대적으로 국방표준화 요인으로서 더 타당하다는 것을 보여주는 것으로 해석된다.

〈표 4-17〉 작전적 운용성 요인 신뢰도 통계량
 <Table 4-17> Operational Factor Reliability Statistics

Cronbach's α 값	항목 수
.756	5

〈표 4-18〉에서 작전적 운용성 요인은 항목총계 통계량을 보면 운용개념 구현, 기동성, 생존 및 은밀성, 경험 및 검증성, 보안 및 안전성 5개 변수 모두 0.6 이상의 값을 보여주며 이는 수용할 수 있는 수준으로 평가된다.

〈표 4-18〉 작전적 운용성 요인 항목총계 통계량
 <Table 4-18> Operational Factor Reliability Statistics

구분	항목이 삭제된 경우 척도 평균	항목이 삭제된 경우 척도 분산	수정된 항목-전체 상관계수	항목이 삭제된 경우 Cronbach's α
운용개념 구현	21.984	16.852	.342	.769
기동성	22.431	14.198	.591	.689
생존 및 은밀성	22.593	12.374	.692	.643
경험 및 검증성	22.837	13.039	.632	.670
보안 및 안전성	22.447	16.233	.370	.763

3. 드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인 선정

전문가 설문조사를 통한 18개의 변수에 대한 요인분석을 실시한 결과 드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위한 주요 결정요인은 상호 연관성을 갖는 공통성을 갖는 변수들을 재분류하고 종합하여 각 변수 간 신뢰도를 산출한 결과 4개의 결정요인으로 크게 경제성 요인, 기능성 요인, 기술성 요인, 작전적 운용성 요인으로 재분류하여 도출하였다.

4개의 결정요인은 국방표준화를 위한 결정요인으로서 유의미하며, 신뢰도는 경제성 요인, 기술성 요인, 기능성 요인, 작전적 운용성의 순으로 산출되었으며 이들 각 요인 중에서도 국방표준화의 결정요인으로서 경제성 요인과 기술성 요인의 중요도가 높다는 것을 보여준다.

경제성 요인의 성능개량, 개발 및 구매비, 운영유지비 3개의 변수는 공통성 모두 0.7 이상, 신뢰도 0.8 이상으로 높은 결과를 보인다는 점에서 변수의 공통성뿐만 아니라 각 변수의 신뢰도도 높다는 것을 의미하는 것으로 향후 드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위한 결정요인으로서 중요하게 우선 고려되어야 한다는 것을 의미한다. 이와 같은 분석결과는 전문가 4개 집단에서 공통적으로 제시되고 있는 의견과 일치한다.

기술성 요인과 관련된 부품 호환성 및 국산화, 민·군겸용 기술, 정비 용이성, 모듈화, 부품 호환성 및 국산화, 민군기술 겸용, 계열화 적용성 등 5개의 변수는 신뢰도가 0.8 이상으로 높아 주요 요인으로 적용될 수 있다. 요인 중에서 부품 호환성 및 국산화, 계열화 적용성은 0.7 이상으로 공통성이 높고 신뢰도가 높아 드론전투체계의 국방표준화를 위한 기술성 요인의 핵심요인이 될 수 있다.

기능성 요인은 시험평가, 분류기준 및 용어, 운용자 용이성, 감항인증, 상호운용성 5개 변수의 공통성이 높은 요인으로 분석되었다. 요인 중에서 시험평가, 분류기준 및 용어에 대한 공통성과 신뢰도가 높다는 것은 국방표준화의 주요 결정요인이 될 수 있다는 것을 의미한다. 특히 상호운용성과 감항인증은 군에서 국방표준화의 필요성은 높지만 무기체계의 경우 연구개발을 통해 군의 요구능력을 충족해야 한다는 측면이 강하고, 상용 드론을 획득하여 군용 드론으로 운용하는 전력지원체계의 경우 운용자 측면에서 우선 고려해야 할 요소로 판단하였다. 따라서 드론전투체계의 연구개발 및 획득 시 고려해야 할 국방표준화의 기술적 기준과 부품의 표준에 대한 요구는 상용 드론의 도입 및 운용에 더 중요하게 적용될 수 있다.

상호운용성은 세대별·부대유형별·운용목적에 따라 각각 상이하므로 현실적으로 국방표준화를 통해서 구현하기가 어렵다는 인식이 강한 것으로 판단하였다. 감항인증은 향후 무인체계의 기술적 수준이 향상될수록 HW/SW의 비중이나 인공지능, 자율비행 등 기술적 수준의 반영 필요성이 높아지므로 이와 연계된 기술적 지표와 연동하여 결정될 필요가 있다.

작전적 운용성 요인은 운용개념 구현, 기동성, 생존 및 은밀성, 경험 및 검증성, 보안 및 안전성 등 5개 변수가 도출되었으며 요인 중에서 보안 및 안전성, 운용개념 구현은 군사임무 달성을 위해 요구되는 작전적 운용 측면에서 중요한 요인으로 인식되나 국방표준화를 위한 요인으로서 그 공통성과 신뢰도가 낮다는 것을 알 수 있으며 이는 작전적 운용성을 위해 표준화를 위한 기준 설정이 임무와 운용목적에 따라 세대별 공통적으로 적용할 수 있는 기준 설정이 어렵고 구분하기에는 복잡성이 더욱 가중되어 전력화에 제한될 수 있다는 판단이다. 이와 같은 분석결과는 전력을 담당하는 소요기획부서 전문가의 의견과 일치한다.

드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인 선정을 위해 18개 요소에 대한 전문가의 설문조사를 통해 얻어진 자료를 요인분석을 통해 산출된 결과를 종합적으로 분석하여 도출된 요소 간 공통성과 신뢰도를 고려할 때 4개의 요인으로 묶어 재분류할 수 있는 의미있는 통계값이 도출되었으며 이들 4개의 결정요인을 경제성 요인·기능성 요인·기술성 요인·작전적 운용성 요인을 선정하고 <표 4-18>에 종합결과를 제시하였다. 특히 이들 4개 요인 중에서 국방표준화를 위해 중요한 요인은 경제성 요인과 기술성 요인으로서 다른 2개의 요인보다 공통성과 신뢰도 값이 높게 나타난 것으로 확인할 수 있었으며 향후 드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위해서는 우선적으로 검토하고 반영해야 할 요인으로 판단하였다.

〈표 4-18〉 요인분석 종합 결과물

〈Table 4-18〉 Factor analysis results(Comprehensive)

요인 및 구성요소		회전된 성분행렬				공통성	신뢰도
		요인 1	요인 2	요인 3	요인 4		
경제성	성능개량	.888	.116	.177	.080	.840	.895
	개발 및 구매비	.856	.100	.149	.042	.766	
	운영유지비	.824	.244	.112	.166	.779	
기능성	시험평가	.232	.875	.185	.125	.870	.787
	분류기준 및 용어	.190	.836	.272	.101	.820	
	운용자 용이성	.407	.640	.208	.167	.647	
	감항인증	.085	.498	.091	.412	.433	
	상호운용성	.084	.352	.350	-.166	.281	
기술성	부품 호환성 및 국산화	.037	.228	.855	.001	.784	.814
	민·군겸용 기술	.234	.067	.790	.106	.694	
	계열화 적용성	.491	.075	.685	.056	.719	
	모듈화	.145	.288	.660	.102	.549	
	정비 용이성	-.263	.517	.527	.098	.624	
작전적 운용성	생존 및 은밀성	.107	.081	-.072	.865	.772	.756
	경험 및 검증성	.192	.102	-.002	.797	.682	
	기동성	.120	-.105	.049	.776	.631	
	보안 및 안전성	-.213	.376	.060	.504	.444	
	운용개념 구현	-.019	.225	.198	.434	.279	

제5장 결 론

드론전투체계는 향후 군의 주요 전력으로서 미래 전장을 주도할 것으로 전망되는 가운데, 군은 무기체계 및 전력지원체계로 연구개발 및 구매를 진행 중에 있다. 현재까지 무인전투체계로서 완전성을 갖추지 못하고 있지만 향후 군사적 임무수행이 가능하도록 운용개념을 정립하고 이에 부합하는 드론전투체계를 구축할 것이다. 드론전투체계의 구축을 위해서는 드론 자체뿐만 아니라 이와 연계된 드론 운영체계를 포함하는 전반적인 체계를 세롭게 구축해야 한다. 따라서 드론전투체계 구축을 위해 현재 시점에서 요구되는 문제점을 식별함으로써 앞으로 제기될 수 있는 다양한 제한사항과 요인들을 해결해야 한다.

본 논문은 드론전투체계 개발과 관련하여 첫째, 드론전투체계를 포함하는 무인전투체계에 대한 명확한 분류기준과 용어 들 기본적으로 전력화를 위해 요구되는 사안을 우선 정립하고 둘째, 드론전투체계의 국방표준화를 위해 요구되는 주요 결정요인이 무엇인지를 도출하고 전력화에 따른 다양한 요인과 요소들을 적용할 필요성이 있는 것으로 판단하였다.

이를 위해 드론전투체계를 포함하는 무인전투체계의 분류는 현재 설정된 기준에 의해 분류를 적용하기에는 모호한 사항이 많다. 따라서 분류기준은 현재 무기체계와 전력지원체계의 분류방법을 준용하되 미군의 사례와 같이 무인전투체계를 별도 구분하고 군의 임무와 운용대상 및 영역을 고려하여 기능별 분류방법에 따라서 하위 분류기준을 구체화하여 대분류-중분류-소분류로 제시하였다. 용어는 국가별 적용하는 기준이 각기 상이하므로 우리 군에 적합하도록 정립하는 것이 필요하다. 따라서 분류기준과 연계하여 무인전투체계의 용어를 사용하고 각 군이 드론과 로봇의 영역을 구분하되 하위 분류에서 드론전투체계, 무인해상·수중전투체계, 무인항공체계로 구분하여 적용하고, 드론은 독립된 용어로서 드론체계 및 드론전투

체계를 무인전투체계의 하나로 규정하고 사용하는 것을 제안하였다.

드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인은 드론전투체계 개발 및 획득 시부터 제대별 임무와 운용목적과 작전환경 등 군사적으로 효과적·효율적 운용을 위해 요구되는 군의 요구능력을 충족할 수 있도록 반영할 필요가 있다. 특히 국방표준화는 군수품의 조달·관리 및 운영유지 측면에서 경제적·효율적으로 수행하기 위해 표준을 설정하여 이를 활용하는 조직적 행위와 기술적 요구사항을 결정하는 품목지정, 규격화, 목록화, 형상관리 등에 관한 제반 활동으로서, 관리의 능률 증진을 꾀하기 위해 자재·제품 등의 종류 및 규격을 표준에 따라 제한하거나 통일하는 업무를 수행하도록 하는 기본개념과 이를 구현하기 위한 목적에 부합되어야 한다. 국방표준화의 목적은 무기체계 개발 및 구매 시 소요가 예상되는 부품 및 기술들을 표준화하여 여러 무기체계에 공통 활용함으로써 개발비와 군수지원비를 포함하는 총수명주기 관점에서 무기체계 개발에 소요되는 부품 및 기술을 연구 및 개발자들이 공통으로 인식하여 연구개발 및 구매의 투자 우선순위를 결정하는 데 보조적인 자료로서 활용되고 있다는 점에 주목할 필요가 있다.

드론전투체계 개발 및 국방표준화를 위해 총 18개 변수를 도출하였고, 드론과 관련된 100여 명 4개의 전문가 집단을 대상으로 개방형 설문으로 수집된 자료에 대하여 델파이기법에 의한 요인분석을 실시하여 정량적 통계분석 결과의 일치성을 검증하였다. 요인분석 결과 도출된 4개 요인을 공통성과 신뢰도를 고려하여 결정요인으로 선정하였다. 4개 결정요인 경제성 요인, 기능성 요인, 기술성 요인, 작전적 운용성 요인으로 구분할 수 있었다. 특히 분석결과에 나타난 통계치는 경제성 요인과 기술성 요인에서 신뢰도 평가치가 분명하게 높게 산출되었다는 점에서 국방표준화가 지향하는 본연의 기본개념과 목적에 정확하게 일치하고 있음을 보여주고 있다. 이러한 측면에서 연구결과에서 선정된 결정요인은 향후 드론전투체계 개발 및 구매를 위한 정책결정 시 유용하게 활용될 수 있는 근거자료가 될 것으로 판단된다.

본 논문의 의의를 종합적으로 정리하면 첫째, 드론전투체계의 국방표준화를 위한 결정요인을 드론전투체계 개발 및 구매를 위한 군의 요구사항을 반영한 정책결정 시 타당성을 제공할 수 있는 주요 기준 및 자료로 활용될 수 있을 것이다. 둘째, 선정된 결정요인은 드론전투체계 개발 및 구매 시 주요 요소를 반영함으로써 누락을 방지하고 구체화된 평가지표 설정하는 기준이 될 수 있을 것이다. 셋째, 주요 결정요인은 드론전투체계 개발 및 구매를 위한 정책 및 계획의 일관성을 유지하고 효율적 사업관리에 기여할 수 있을 것이다. 넷째, 드론 관련 4개 전문가 집단별 설문 분석결과는 개발 및 구매와 연관된 이해 관계자들 간의 문제점을 해소하고 협의할 수 있는 객관적 자료로 활용될 수 있을 것이다. 다섯째, 드론 및 드론전투체계 개발 및 획득을 위한 국방표준의 주요 요소로서 군사적 운용을 위한 기술적 지표 설정을 위한 근거자료로 활용할 수 있을 것이다. 따라서 군사임무를 위해 전력화되는 드론 전투체계의 연구개발 및 구매를 위해 요구되는 결정요인의 중요도와 각 구성 개별요소들이 요구하는 사항에 대하여 국방표준화의 가이드라인을 제시함으로써 이를 통해 군이 전력화 이전 단계에서부터 군사임무 수행에 필요한 작전요구성능에 필요한 요소별 기초자료로서 활용할 수 있을 것이다.

향후 연구과제로는 첫째, 드론전투체계는 군의 제대별 임무와 운용목적에 따라서 무기체계와 전력지원체계로 구분되어 개발 및 구매할 수 있으므로 각각 분류기준에 따라 구분하여 영향을 미치는 결정요인을 도출할 필요성이 있다. 둘째, 선정된 결정요인의 구성요소 간 상대적 중요도와 우선순위를 도출하는 것도 중요한 의미가 있을 것으로 판단하였다. 셋째, 결정요인에 대한 계층적 분석에 의한 분석결과를 토대로 구체적인 평가요소와 지표에 대한 정량적 범위와 수준에 대한 기준을 제시하지 못했다는 점에서 검증 가능한 객관적 통계분석 결과를 제시할 필요성이 있다.

참고문헌

- [1] 홍규덕 외, “미래 안보환경 변화에 따른 한국군 군구조 발전방안 연구”, 국방부 국방개혁실, 2021.
- [2] 한국국방연구원. “군사용 상용드론 확보 및 운영방안 연구”, 한국국방연구원, 2020. 7.
- [3] 한국드론사업협회, “드론 표준화 추진방안 연구보고서”, 한국드론사업협회, 2020.
- [4] 국방대 산학협력단, “공중 무인무기체계 표준화 방안 연구”, 방위사업청, 2021.
- [5] 방위사업청, “드론 운영실태 진단 및 분석”, 방위사업청, 2022.
- [6] 국방부, 「국방전력발전업무훈령-무기체계 및 전력지원체계 분류」, 2020
- [7] 김영은, “국방전력발전업무의 통합적 획득관리체계 제고를 위한 제언”, 「전략연구」 제86호. 2022.
- [8] 국방부, 「국방기획관리제도 훈령」, 2018.
- [9] 임길섭 외, 「국방정책 개론」, 한국국방연구원, 2021.
- [10] 오원진, “한국국 획득체계 개선 및 방위산업의 활성화를 위한 제언”, 국회, 2020.
- [11] 국방부, 「국방전력발전업무훈령」 별표#4 무기체계, 별표#5 전력지원체계 분류, 2022
- [12] 드론봇 연구센터, “드론의 분류기준과 용어 정립(보고)”, 육군 교육사, 2019.
- [13] JP 1-02, *DoD Dictionary of Military and Associated Terms*, 2016.
- [14] 장윤석 외, “군의 드론봇 전투체계 발전방향 연구” 육군본부, 2018.

- [15] 미 ATP, 무인항공체계(C-UAS) 기술, ATP 3-01.81, 2019.
- [16] DoD, *Small Unmanned Aircraft Systems Flight Plan*, 2016.
- [17] 전력기획부, “무인전투체계 분류 및 운용, 용어 정립에 관한 보고”,
합동참모본부 전력발전본부, 2018.
- [18] 방위사업청, 2017, 군용항공기 표준감항인증기준(Part 3) -경량급 무
인 비행기 시스템 감항 인증기준, 2017.
- [19] 군용항공기 표준감항인증기준(Part3), 법률 제2020호, 2020.
- [20] 김두형 외, “드론봇 전투체계 표준화 방안 연구”, 육군 교육사,
2021.
- [21] 국방기술품질원, 「미국 무인체계 로드맵」, 2014.
- [22] 산업통산자원부, 제5차 국가표준기본계획(2021~2025년), 2021.
- [23] 드론 활용의 촉진 및 기반 조성에 관한 법률(드론법), 법률 제16420호,
2020.
- [24] 민군기술협력사업 촉진법, 법률 제16998호, 2020.
- [25] 방위사업청. 「표준화 업무지침」, 방위사업청, 2020.
- [26] 양욱, “한국의 전력체계 및 획득체계 발전방향”, 국방부, 2021.
- [27] 국토부·한국교통연구원·항우연, “드론 활성화 지원로드맵”, 2017.
- [28] 황미진, 2018, 드론 KS 및 ISO 국제표준 개발동향, 한국소비자원.
- [29] 국방과학연구소, “국방분야 표준화를 위한 국방기술 진단”, 국방과
학연구소, 2019.
- [30] 국방기술품질원, 국방과학기술조사서, 2019
- [31] 과학기술정보통신부, 드론법 전파법, 법률 제17355호, 2020.
- [32] 국가기술표준원, “무인기 부품/기술 표준화 연구”, 국가기술표준원,
2020
- [33] 국방기술품질원, 2020, 국방용 상용드론 표준화 방안.

- [34] 합동참모본부, “한국군의 세대별 드론 분류”, 2018.
- [35] 과학기술정보통신부, 무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵, 2018
- [36] 국가기술표준원, “표준화 추진로드맵”, 국가기술표준원, 2019.
- [37] 이범구, “계층분석기법을 활용한 군용차량 개발요소 선정모델 연구”, 광운대 박사학위논문, 2010.
- [38] 김홍빈, “무기체계 소요기획에 관한 영향요인의 우선순위 결정 방안 연구”, 광운대 박사학위논문, 2014.
- [39] 오원진, “무기체계 작전운용성능(ROC) 결정 영향요인의 우선순위에 관한 연구”, 광운대 박사학위논문, 2018
- [40] 천종웅, “다기준 의사결정 방법을 활용한 무기체계 진화적 작전운용 성능(ROC) 평가지표 연구”, 대전대 박사학위논문, 2019.
- [41] 윤성준, “국방 드론봇 통합관제체계 개발을 위한 결정요인 연구, 광운대 박사학위논문, 2021.
- [42] 국방개혁실, 「국방개혁 2.0」, 국방부, 2018.
- [43] 국방부, 「2019 국방부 업무보고」, 2019.
- [44] 김영안 외, “드론봇 전투체계 통합관제체계 구축 연구”, 육군본부, 2019.
- [45] 미래창조과학부, “무인항공기 기술 분야의 특허 동향조사 및 분석”, 2015.
- [46] 아주대, “민수용 드론기술의 공군 작전지원 활용방안 연구”, 공군본부, 2018.