

# SWOT 분석을 통한 전자기스펙트럼작전 기술발전 연구

## EMSO Technology Development by SWOT Analysis

황 성 인

Seong-In Hwang

### 요 약

미국을 중심으로 미래전장에 대응하는 전략으로 MDO가 주목을 받고 있다. 기존의 물리적, 비물리적 전장 영역의 틀을 탈피하여 통합하고 협력하는, 기존 전장의 개념을 초월하는 전략이 등장한 것이다. 본 연구에서는 MDO의 효율적인 수행을 위하여 EMSO에 주목하였고, 미래 한국군의 EMSO 발전에 필요한 과학기술을 식별하여 제안하였다. EMSO 관련 과학기술 발전방안에 대한 연구는 한국군이 직면한 내, 외부의 다양한 영향 요소를 식별하여 분석하는 경영전략분석 기법의 하나인 SWOT 분석을 통하여 이루어졌다.

### Abstract

The future battlefield transforms to an MDO(multi domain operation) strategy centered to U.S. breaks the stereo-framework between the physical and virtual realms of the battlefield. Accordingly, numerous transcendental strategies of merging and collaboration have emerged. In this study, we identify and propose the future technologies necessary for EMSO(electro magnetic spectrum operation) development to enable efficient MDO performance of the future Korean military. Here, the proposal uses a SWOT analysis, a strategic analysis method, to deal with various internal and external effect factors the Korean military encounters.

Key words: Multi Domain Operation, Electronic Warfare, Electro Magnetic Spectrum Operation, SWOT Analysis

### I. 서 론

최근 육군과 공군은 미래 군사력 건설을 위한 전략지침서인 「육군비전 2050」, 「공군 에어포스퀀텀 5.0」을 제시하였다. 육군은 「육군비전 2050」을 미래 30년의 변화에 대응하고 준비하기 위한 육군 구성원의 희망과 낙관적인 상상력에 바탕을 둔 ‘개념 육군(conceptual army)’의 모습을 담은 개념서라고 설명하고 있다<sup>[1]</sup>. 이 개념서에서 육군은 신개념 무기체계로 ‘8대 게임체인저’를 제시하고 있

다. 이중에서 에너지무기체계, 비살상무기, 초연결 네트워크는 EMSO(electromagnetic spectrum operation, 전자기 스펙트럼작전)과 관련된 분야이다. 「공군 에어포스 퀀텀 5.0」은 2050년 미래 공군의 모습을 담은 미래 지향 프로젝트이다<sup>[2]</sup>. 이 프로젝트에서 공군은 우주, 사이버·전자기파를 포함하는 5가지 분야의 발전 방안을 제시하였다. 이처럼 각 군이 미래전장을 위하여 EMSO 발전에 관심을 기울이는 이유는 무엇일까? 본 연구에서는 그 해답으로 미국을 중심으로 발전 중인 MDO(multi domain operation,

공군사관학교 전자통신공학과(Department of Electronic & Communication Engineering, Air Force Academy)

· Manuscript received September 10, 2021 ; Revised October 14, 2021 ; Accepted December 2, 2021. (ID No. 20210910-077)

· Corresponding Author: Seong-In Hwang (e-mail: saintwang@gmail.com)

다영역 작전) 전략이라고 결론짓고, MDO와 EMSO를 통한 EMSO 관련 기술발전 방안을 연구, 제언하고자 한다.

연구는 미래 전장환경 대응 전략인 MOD와 EMSO의 관계, 주변국 EMSO 발전동향 분석, 한국군 EMSO 실태 분석 및 관련 과학기술 발전방안 도출 순이다. 한국군 실태 분석시에는 경영전략 수립 기법으로 잘 알려진 SWOT 분석기법을 활용한다.

## II. MDO와 EMSO 관계

### 2-1 MDO

2012년 미 합참은 합동작전의 기본 개념으로 JOAC(joint operation access concept, 합동작전접근개념)을 발표한다. 이후 JOAC는 MDO의 근본 개념으로 발전하게 된다. MDO는 문자 그대로 물리적, 비물리적 전장(domain) 개념을 초월하여 전장영역 간의 통합을 통하여 효과적인 군사력을 운용하기 위한 작전개념이다<sup>[3]</sup>.

MDO 개념이 잘 반영된 것이 미 합동 교범, 「합동강제 진입작전」이다. 중국, 러시아의 A2/AD(anti-access/area denial, 반접근/지역거부) 전략에 대한 대응 방안으로 수립된 합동군의 작전 계획, 실행 등을 위한 교범이다. 교범에서는 지상, 해상, 공중, 우주, 사이버, EMS(electromagnetic spectrum, 전자기스펙트럼)의 전장 영역을 통합한 작전 운영에 대한 지침을 잘 제시하여, MDO의 특징이 가장 잘 반영된 교범으로 평가받고 있다<sup>[4]</sup>.

일본 정부도 2018년 12월, 2019년 이후의 방위계획대강과 중기방위력정비계획을 발표하였다. 방위계획대강과 중기방위력정비계획은 5년마다 작성되는 미래 안보에 대응하는 일본의 안전보장 정책의 기본적인 지침을 제시하는 문서이다. 이들 문서에서 이목을 끄는 것은 교차영역 시너지를 얻기 위한 방위력 증강 부분이다. 교차영역 시너지란 MDO와 유사한 개념으로 효과적인 작전을 위해서 다른 전투영역과 상호보완적으로 운영하여 작전 효과를 증대시키는 것이다. 이러한 동향은 증가하는 중국과 러시아의 군사적 팽창에 대응하고, 역내 군사 영향력을 강화하기 위하여 구축한 방안으로 해석된다. 일본은 교차영역에서의 우위 확보를 위하여 우주, 사이버, 전자기스펙트럼 영역에 막대한 예산 투입과 대규모 조직을 신설

하거나 정비하였다<sup>[5]</sup>.

이처럼 군사선진국과 같이 미래 안보환경에 대응하기 위하여 한국군은 MDO 발전을 위하여 무엇을 해야 하는가? 많은 발전 과제 중에서 본 연구에서는 전장간의 연결과 연결을 위한 매개체 역할을 수행하는 EMS의 자유로운 사용을 중심으로 분석한다. 따라서 본 연구에서는 EMS 우위 확보를 위한 EMSO의 개념, 역할 등을 소개하고, 발전방향에 대하여 기술한다.

### 2-2 EMSO

기존 EW(electronic warfare, 전자전)는 전자기 및 지향성 에너지를 사용하여 EMS를 통제하거나, 적을 공격하는 군사 활동으로 정의하고 있다. 통신, 레이더 등 전자파를 사용하는 우군의 무기체계를 보호하고, 적의 유사한 무기체계 사용을 방해 혹은 무력화시키는 모든 군사활동을 의미한다. EW는 기능에 따라 전자공격, 전자전지원, 전자보호로 구분한다.

EMSO는 지휘관의 목표 달성을 위하여 우위가 확보된 EMS를 활용하여 공격, 보호 및 관리하기 위한 모든 조정된 군사행동을 의미한다. EMSO는 기존 EW에 EMS 관리 기능, EMS 범위가 확대되는 등 기능과 개념이 확장되었다(그림 1)<sup>[6]</sup>. 기존 EW의 전자(electronic)는 주로 무선통신, 레이더와 관련된 전자회로를 공격하고 보호하는 것을

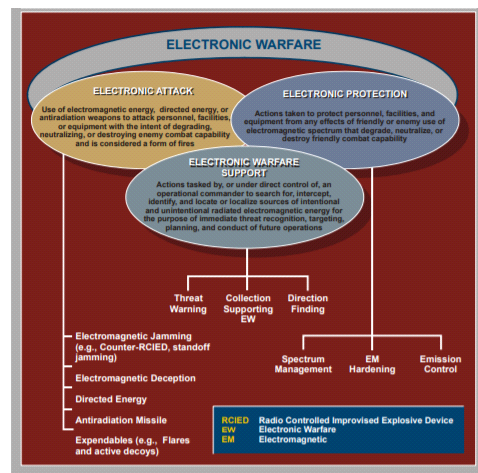


그림 1. 기존 전자전의 분류  
Fig. 1. Classification of legacy EW.

의미했지만, 과학기술이 발전한 현대에서는 레이저나 고출력마이크로파, 적외선, 위성통신 등의 영역으로 범위가 확대되면서 Electronic이라는 용어를 EMS로 확대한 것이다. 따라서, 현대의 EMSO는 EW가 모든 전자기 영역의 전자전과 전자기 관리를 통합한 것으로 분석된다.

### 2-3 MDO 구현을 위한 EMSO 역할

MDO의 효과적 운영을 위하여 고려해야 할 것은 전장 영역별 작전의 특성을 이해하고, 어떻게 다른 시공간에서 수행되는 작전을 연결할 수 있는 체계를 구축하는 것이다.

다시 말해서, 물리적, 비물리적 영역을 연결하고, 영역 간 다른 작전 템포를 어떻게 조화롭게 연결할 수 있을지가 MDO 성공을 결정짓는 요소라는 것이다. MDO 성공을 위한 전장의 연결, 작전 템포의 조화이며, 이를 가능하게 하는 것이 EMSO이며, EMSO 역할에 대하여 기술한다.

1. 다른 전장의 작전요원이 공통의 상황인식을 하기 위하여 각 전장의 정보수집 센서는 상호 연결되고, 실시간 정보 공유가 가능해야 한다. 이를 위하여 EMSO는 정보수집 센서가 이용하는 EMS의 우위를 확보하는 역할을 수행할 것이다. 연결된 영역의 지휘관은 동일한 전장상황을 인식해야만 한다. 이때 전장상황 인식은 단순한 공유가 아닌 융합되고 완전화된 정보라야만 더욱 신속, 정확한 의사결정을 가능하게 할 것이다. 하나의 사례를 들어 보자. F-35는 다양한 센서(가시선 및 적외선 장비, 레이더 장비 등)를 통하여 정보를 수집하고, 융합 및 시현이 가능한 최고의 공중자산이다. 해상의 작전 지휘관이 F-35의 광범위한 정보 수집능력을 활용하여 함정의 정보, 타격체계를 연결한다면 보다 광범위한 지역에 대한 작전 수행이 가능할 것이다. 이것은 미 해군 CEC(cooperative engagement capability, 합동교전개념)의 개념으로 다양한 시험평가를 수행 중이다. 실시간 정보 공유, 융합을 위해서는 다양한 센서의 연결이 필요하다. 물리적, 비물리적 공간으로 분리된 정보를 위해 고도화된 보안성이 반영된 응집력이 있고 탄력적 운영이 가능한 EMS 환경하의 정보 네트워크가 구축되어야 한다.

2. 전장 영역 공통의 지휘통제 체계 구성을 위하여 EMSO 활동을 통한 EMS 우위 확보가 필요하다. MDO의

원활한 수행을 위해서는 작전수행을 지원해 주는 지휘통제가 충분한 연결력의 네트워크로 구성되어야 한다. MDO 수행의 핵심은 작전을 수행하는 전장 영역별 전력의 합동성에 있다. 핵심 작전수행 부대의 지휘관은 적시 적소의 지휘를 수행하여야 하므로 지원하는 다른 영역의 전력과 신속한 지휘통제 체계로 연결되어야 한다. 우위가 확보된 EMS 환경하에서 탄력적이고 유연한 지휘통제 체계는 다양한 전력 구성 및 재구성이 가능하여 MDO 작전의 효과를 최대화할 수 있다.

3. MDO 작전을 위해서는 물리적, 비물리적 그리고 시공간의 영역을 초월한 무기체계가 필요하며, 이를 가능하게 하는 것이 EMSO 무기체계이다. 기존 무기체계는 개별 영역의 위협에만 대응 가능하였으나, 복잡하고 고속화되어 가는 새로운 위협에 효과적으로 대응하기 위해서는 전장 영역을 초월한 무기체계, 혹은 두 개 이상의 전장에 영향을 줄 수 있는 무기체계가 필요하다. 우주나 공중에서 지상 혹은 해상의 표적에 대하여 빛의 속도로 공격할 수 있는 전자기펄스탄, 레이저 무기체계, 물리적, 비물리적 전장에 영향을 줄 수 있는 사이버전자전 무기체계가 그 사례가 될 것이다.

4. 물리적, 비물리적 영역간 상이한 작전템포를 근일치화시키기 위해서는 EMSO 활동을 통한 EMS 우위가 매우 중요하다. MDO를 수행 중인 현장 지휘관은 영역간 서로 다른 작전템포로 인하여 작전수행에 있어 많은 제약사항에 직면하게 될 것이다. 앞에서 기술한 정보수집 체계의 동시 공유, 지휘통제 체계의 공통화, 전장을 교차 운영 가능한 무기체계가 상이한 작전템포의 제한사항을 극복하게 할 것이다.

지상의 현장 지휘관은 수백 km 떨어진 곳에서 발사된 탄도탄 정보를 위성과 탄도탄 감시 레이더를 통하여 실시간 인지하고, 보유한 레이저 무기체계로 상승단계에서 혹은 해상의 지휘관에 의한 해상 무기체계로 요격이 가능하여 대탄도탄 kill chain을 구성할 수 있다. 설명과 같은 대탄도탄 kill chain이 가능하려면 EMS 우위 확보가 필수적이다. 작전 주도권을 가지는 영역의 지휘관은 작전 지원 중인 영역의 전력과 근실시간 행동결정을 공유하고, 작전을 수행하여 효과적인 MDO 수행을 위해서는 해당 전장의 EMS 우위 확보가 가장 중요한 것이다.

이상에서 MDO의 성공적 임무 수행을 위한 EMS 우위 확보의 중요성과 이를 위한 EMSO 역할에 대하여 설명하였다. 다음 장에서는 최근 군사강대국의 EMSO 발전을 위한 동향 분석을 통하여 우리의 미래전장에 대한 교훈점을 도출한다.

### Ⅲ. 주변 군사강대국 EMSO 발전동향

#### 3-1 미국

미국은 최근 러시아와 중국의 EMSO 발전에 대한 위협을 느끼고, EMSO 발전에 다양한 노력을 기울이고 있다.

정책적으로는, 국방부 주관의 EMS 우세를 위한 비전, 원칙, 전략목표를 제시하는 EMS 우세 전략서(Electromagnetic Spectrum Superiority)를 발표하였다. 제시된 비전은「EMS에서 행동의 자유」이며, 이를 위하여 ① 우수한 EMS 능력 개발, ② 민첩, 통합 가능한 EMS 기반체계 구축, ③ 총 전력의 EMS 준비태세, ④ EMS 이익을 위한 항구적 파트너십, ⑤ 효과적인 EMS 관리체계 구축이라는 전략목표도 제시하였다<sup>17)</sup>.

EMS 우세전략서에서, EMSO 정책은 동맹국에 대한 적의 군사행동을 지연, 저하 또는 거부할 수 있는 능력을 현시하여 위협에 대응하는 것이다. 이를 위하여 적과의 물리적 접촉 여부에 따라 3가지 전력(최우선 접촉 전력, 즉각 지원 전력, 원거리 주둔 전력)으로 구분하여 필요한 전략 및 무기체계를 구축하도록 지시하고 있다.

조직과 전력면에서는 EMS 비전과 전략목표를 달성하기 위하여 EMSO 관련 조직을 신설 혹은 개선하고, 교육훈련을 위하여 노후화된 장비를 재정비하고 있다. 막대한 예산을 경감하기 위하여 다양한 LVC(live, virtual, constructive, 합성전장체계) 프로그램을 개발하고 있다. 또, 최근에 더욱더 고도로 발달하고 있는 적의 무기체계에 대응하기 위하여 4차 산업혁명의 신기술을 적용한 적응형, 인지형, 다기능의 EMSO 무기체계 개발에 노력하고 있다.

#### 3-2 중국

인민해방군은 창설 이후 전자전을 포함한 정보전력 발전에 노력을 기울여 왔다<sup>18)</sup>.

정책적으로는, 군 조직이 인공지능을 활용해 더 많은 정보를 획득하여, 신속하고 효과적인 군사작전을 계획, 운영하도록 할 수 있는 진보한 개념의 정보화 국지전(informationized local wars) 대비를 2019년 중국 국방백서에 명시함으로써 인공지능과 정보전의 접목 정책을 시사하였다.

조직적 면에서는, 정보화 전략 실행 능력 향상을 위하여 전략지원군을 창설하였다. 전략지원군은 우주시스템부와 네트워크시스템부로 구성된다. 우주시스템부는 위성 발사, 추적, 원격 측정, 우주 전쟁을 포함한 인민해방군의 우주 운용의 전반을 조정, 통제한다. 네트워크시스템부는 정보작전, 사이버전, EMSO, 심리전을 담당해왔던 이전의 조직들을 통합하였다. EMSO 분야에서 전략지원군은 분쟁의 초기 단계에서부터 적의 작전체계를 분석하고, 지휘체계를 방해하는 것을 목표로, INEW(integrated network and electronic warfare, 통합 네트워크 전자전)이라는 새로운 개념의 작전방식을 확립하였다. INEW는 미군의 CEMA(cyber electromagnetic activity, 사이버 및 전자기 활동) 즉 사이버전자전과 유사한 개념으로 판단된다. 중국 전략사령부는 사이버전에만 집중하는 미국의 사이버사령부와 달리 우주, 사이버, EMSO 관련 업무를 포함하고 있으며, 전략수립 및 전력의 편성, 훈련, 배치 임무도 담당한다.

정책, 조직 개혁과 더불어 무기체계의 현대화 프로그램에도 착수하였다. 적의 컴퓨터와 정보 시스템은 물론 무선통신, 마이크로파, 광 주파수 범위에서 운용되는 적 전자 시스템을 억제, 저하, 교란 또는 기만하기 위한 장비를 개발하여 다양한 유·무인 항공기에 탑재하는 등 EMSO 무기체계의 전력화에 노력하고 있다.

#### 3-3 러시아

러시아군은 2009년부터 전자전 관련 인원과 능력을 획기적으로 개혁 중인데, 전자전 장비의 80~90%를 현대화했고, 시리아 내전 당시에는 시리아 정부군을 지원하기 위해 정기적으로 순환 근무를 진행하면서 전자전 요원의 작전 경험을 축적하였다.

EMSO 무기체계 측면에서 러시아는 세 가지 유형으로

구분하여 발전시키고 있다. 분쟁지역을 담당하는 전술 EMSO, 전략 EMSO 무기체계와 EMSO 무기체계의 조정, 통제, 관리를 담당하는 KTK(kompleksny tekhnicheskii kontrol, 종합기술통제) 체계로 구분한다. 전술 EMSO는 전장에서 직접 운용하는 무기체계를, 전략 EMSO는 전략적 차원의 전자전 체계를 의미한다. KTK는 주파수 관리 및 수동형 EMS 모니터링 등의 종합적인 전자전 통합시스템이다<sup>[9]</sup>.

이외에도 EMSO에 대한 다양한 발전을 추구하고 있으며, 최근 시리아와 우크라이나 전쟁에서 보여준 사이버전과 전자전의 융합은 EMSO에 대한 새로운 접근방식을 보여준 사례로 평가된다. 기타 육군 중심의 EMSO 수행방식을 공중으로 확대하고, UAV 기반 재머, 다양한 센서 및 정밀유도무기 재머, 광역 고주파에 대한 재머 등을 실전에 배치하고 있다.

#### IV. 기술발전방안 제안을 위한 SWOT 분석

##### 4-1 SWOT 기법 활용 한국군 EMSO 분석

SWOT는 강점(strength), 약점(weakness), 기회(opportunity), 위협(threat)을 나타내는 것으로 60년대 미국에서 개발된 전략분석의 방법이다. 강점과 약점 분석은 내적환경 분석으로, 기회와 위협 분석은 외적환경을 통하여 수행한다. 긍정적 부분인 강점과 기회 그리고, 부정적 부분인 약점과 위협을 분석하여 전략수립의 지침을 제공한다.

##### 4-1-1 한국군 EMSO 강점과 약점

한국군 EMSO의 강점과 약점은 한국군 내부적 요인에서 기인한다.

첫 번째 강점으로는 정책적 관심의 고조를 들 수 있다. 언급하였듯이 각 군은 미래 비전에 EMSO 발전을 비중 있게 반영하고 있다. 과거 전자전에 대한 우리 군의 인식은 북한의 GPS 전자공격과 같은 주요한 이슈가 발생할 경우를 제외하면 저조한 편이었다. 이러한 현실에서 각 군의 미래 전략서에 EMSO 발전이 포함된 점은 우리 군의 인식이 전환되고 있음을 시사하는 것이다.

두 번째 강점은 한국군 보유의 첨단 무기체계가 EMS 환경의 영향을 많이 받는다는 것이다. EMS를 매개체로

하는 최첨단 무기체계가 효율적으로 운영되기 위해서는 EMS 우세 확보 활동이 필수적이며, 이는 EMSO 발전의 추동력으로 연결될 것이다.

세 번째는 한국의 EMSO 기술력의 발전 가능성이다. 국방기술품질원의 2016년 국방과학기술조사서에 의하면 EMSO 관련 기술은 미국의 기술력 대비 세계 10위의 중진국 수준으로 조사되었다. 기술 수준은 이전 조사에서 크게 발전하지 못하고 횡보하고 있는 수준이다<sup>[10]</sup>. 그러나 미래의 EMSO는 반도체, 5G 등과 밀접한 관계가 있을 것이며, 관련 한국의 기술력은 이미 세계적 수준으로 평가되고 있어 EMSO 기술 발전 가능성은 매우 높을 것으로 판단된다.

반면, EMSO 관련 약점은 다음과 같다. 먼저 EMSO 관련 조직 확립이 부족하다. 국방부, 합동참모본부, 각 군본부, 작전사, 전투부대를 연결하는 계층적 EMSO 수행조직이 구축되지 못한 상황이다. 계층적 조직의 불비는 EMSO 작전의 수행은 물론 수행간 발생하는 문제점에 대한 feedback의 제한, 전략 및 기술발전으로의 연계를 제한하는 요인이 된다.

두 번째는 강점에서 기인한 약점으로 무기체계의 첨단화로 인한 EMS 의존도이다. 강점 부분에서 설명한 바와 같이 한국군 최첨단 무기체계는 EMS에 대한 의존도가 매우 높으며, 적의 공격 EMSO로 인하여 체계 운영이 제한될 가능성이 크다. EMS 의존도가 높은 무기체계, GPS, 정보수집, 지휘통제 체계 등에 대한 전자공격은 작전 수행간 많은 제한사항을 초래할 것이다.

셋째, 한국군 작전 요원의 EMSO에 대한 관심 부족이다. 원인으로 전자공격의 피해가 영구적 무력화가 아닌 일시적 혹은 제한적 기능 저하라는 특징에 기인한 것으로 판단된다. 그러나 최근 과학기술의 발전으로 기능 저하는 물론, 강력한 에너지 무기를 사용하여 영구적 무력화까지 가능하게 되었다. 또, GPS 재밍 사례처럼 평시 사회 기반 체계의 기능을 저하시켜 혼란을 줄 수 있어, 전시는 물론 평시에도 관심을 가져야 하는 분야임을 자각해야 한다.

##### 4-1-2 한국군 EMSO 기회와 위협

기회와 위협은 외부적인 요소로 주변국의 상황이나 기술 발전추세 등이 해당된다.

첫 번째 기회에 대하여 알아보자. 군사 선진국의 EMSO에 대한 정책의 변화이다. 기술한 바와 같이 미국은 EMS우세 전략서를 제정하여 EMS우세 확보를 위하여 정책을 발전시키고 있다. 일부 군사 전문가들에 의하면 EMSO는 MDO가 효율적으로 수행되도록 기존의 EW를 미군의 지휘통제, 정보관리 차원으로 개념 확장시킨 것으로 평가하기도 한다<sup>[7]</sup>. NATO는 미국보다 앞서 EMS우세에 대한 개념을 수립하고 발전에 노력하고 있다. 러시아가 시리아와 우크라이나 내전에서 보여준 발전된 전자전 능력에 대한 깊은 우려로 전자전에 대한 인식을 전환하게 된 것이다. EMS를 하나의 전장으로 인식하고 NATO 동맹국간의 연합 전자전 훈련을 시행하여 문제점을 식별하고 정보를 교환하는 등 상호보완 발전을 도모하고 있다<sup>[11]</sup>.

다음은 4차 산업혁명 관련 과학기술의 비약적 발전이다. 초연결, 초지능을 위한 5G 기술, 인공지능 등과 같은 4차 산업혁명 기술은 EMSO와 직·간접적으로 밀접한 관계를 가지며, 이들 기술의 발전은 미래 EMSO 분야에 많은 기회를 제공해 줄 것이다.

위협 관련 요소는 무엇인가? 주변국의 EMSO 관련 위협 증가이다. 중국, 러시아는 A2/AD 전략목표 달성을 위

하여 다양한 EMSO 무기체계를 개발하고 전력화하고 있다. 북한도 노후화된 장비를 개선하고 조직을 정비하였으며, 전문인력을 양성하는 등 다양한 노력을 기울이고 있다. 2020년과 2021년 열병식에서 연이어 전자전 부대를 참가시켜 전자전의 중요성을 강조하였다<sup>[12]</sup>.

두 번째는 국방재원의 감소이다. 2020년 통계청에 따르면, 국가예산 대비 국방예산은 지속적으로 감소 추이를 보인다. 다행인 것은 신규 무기체계 확보, 연구개발 관련 비용 등의 방위력 개선비는 점진적으로 증가하고 있다는 것이다<sup>[13]</sup>. 그러나, 주변국의 지출 규모 및 안보 상황을 고려할 시 비교적 낮은 수준이다. 점점 줄어드는 국방예산에서 비교적 비관심 분야인 EMSO에 대한 예산은 더욱 감소할 것으로 예상된다.

#### 4-2 SWOT 기법 활용 EMSO 분석 결과

이상의 SWOT 분석 결과를 바탕으로 각 요소를 결합한 강점-기회(SO), 강점-위협(ST), 약점-기회(WO), 약점-위협(WT)에 대한 전략을 제안하였다(그림 2). 표에서 파란색으로 표시된 것은 분석 결과중 과학기술과 접목이 필요

<Goal of EMSO>	Opportunity	Threat
<b>Freedom of Action for Friend forces in EMS Superioty</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emphasis on EMS of Neighbor Countries</li> <li>Rapid Development of the 4th I. R Technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increasing EMSO threats</li> <li>Decreasing National Defense Resources</li> </ul>
Strength	Strength-Opportunity	Strength-Threat
<ul style="list-style-type: none"> <li>Increasing Policy Interests</li> <li>State-of-the-Art Weapon Systems</li> <li>Ability related 4th I. R Technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strengthening Policy Cooperation with Military Powers</li> <li>Rapid Application of 4th I. R Technologies(5.1, 5.2, 5.3)</li> <li>Accelerating the Development of EMSO Technology(5.3, 5.4, 5.5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Building the Ability to Prepare for EMSO Threats in Neighboring Countries (Asymmetrical Power)(5.1, 5.2, 5.3, 5.5)</li> <li>Budget Savings Through Off-Platform(5.3, 5.4)</li> </ul>
Weakness	Weakness-Opportunity	Weakness-Threat
<ul style="list-style-type: none"> <li>Insufficient Organization Related to EMS</li> <li>Excessive Reliance on EMS for Weapons Systems</li> <li>Lack of Interest From Operators</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Building an EMSO Related to Organization</li> <li>Strengthening EMSO Protection Activities(5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.3)</li> <li>Raising Interest of EMSO Actors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Development of a New Concepts of EMS(5.3, 5.4, 5.5)</li> <li>EMS Personnel Training Strengthened(5.4)</li> </ul>

그림 2. EMSO 발전을 위한 SWOT 분석 결과

Fig. 2. SWOT analysis results for EMSO.

한 부분을 표시한 것으로, 제안할 EMSO 과학기술 발전 방향의 기준이다. 분석 결과 후미의 숫자는 관련된 5장의 장, 절을 표시한 것이다.

## V. MDO를 위한 EMSO 과학기술 발전방안

### 5-1 신속, 무중단 초연결 네트워크 지원

현대/미래전장은 센서, 지휘통제, 정밀무장체계를 연결하는 통합 네트워크가 중요한 역할을 수행할 것이다. 획득한 대량의 정보는 통합 지휘통제체계를 통하여 중앙 또는 단독 작전 수행체제로 전송될 것이며, 빨라진 작전 템포를 위하여 지휘통제도 더 빠르고, 중단없는 연결을 지원해야 한다. 지휘통제체계는 과학의 발전으로 위성통신 등의 무선 네트워크 비중이 증가하고 있으며, EMS의 존도도 높아져 결국 적의 EMSO 공격의 목표가 될 것이다. 따라서, 높은 보안성과 고속의 대용량 정보 전송이 가능한 지휘통제체계 개발이 필요하다. 본 연구에서는 다음 장에서 설명할 5G 기술의 적용과 더불어 레이저 통신, 양자통신 등과 같은 광통신에 대한 연구개발을 제안한다.

레이저는 전파의 특성상 적에 의한 신호의 피탐이 어려워 전자공격이 어렵다는 장점을 가진다. 미 해군연구소는 레이저 통신 기술을 이용한 TALON FSO(tactical line of sight optical communication network free space optical) 단말기를 개발하고 있다<sup>[14]</sup>. 미 해군은 더 복잡해지는 EMS 환경에서 안전하고 더 많은 정보를 전송할 수 있는 시스템으로 레이저를 시야에 두고 있다.

다음은 최근 새롭게 부상하고 있는 양자 통신을 활용한 지휘통제 네트워크 구축이다. 양자 통신은 이론적으로 해킹이 불가능하고, 빛보다 빠른 정보 전달이 가능하다. 중국은 베이징과 상하이 사이 2,000 km 구간의 유선 양자통신망을 구축하는가 하면, 2016년부터는 양자 통신용 위성을 구축하여 베이징과 오스트리아 빈 사이 7,600 km의 무선 양자통신에 성공하기도 했다<sup>[15]</sup>.

### 5-2 실시간 정보수집 및 공유 지원

다양한 센서가 수집한 정보는 보안성이 높은 지휘통제체계를 통하여 지휘관으로부터 현장의 작전 요원까지 작

전 결정, 지시, 수행을 위하여 적시적소에 제공되어야 한다. 많은 정보는 전장의 긴급함과 효율적 작전 수행을 위하여 간단명료하게 분석, 정리되어 제공되어야 한다. EMSO도 동일하며, 실시간 수집된 EMS 정보는 분석, 정리되어 EMSO COP(common operation picture, 공통작전상황도)에 제공되어야 한다. EMS 정보는 다른 정보와 달리가시적 정보 표현이 어려워 직관적인 상황인식이 제한된다. 지휘관, 작전요원이 일목에 EMS 전장을 파악할 수 있도록 가시화된 EMSO COP이 다른 작전 COP과 함께 제공되어야 한다. 이와 더불어 실제 임무를 수행 중인 작전요원을 위한 국소적 EMSO COP 개발과 휴대용 소형 단말기의 개발이 필요하다. 지휘관과 작전요원이 공통된 작전 상황을 공유함으로써 작전 효율은 증대할 것이기 때문이다. 미 육군은 EMSO 전장관리시스템인 Raven Claw를 테스트하고 있다. 체계는 EWPMT(electronic warfare planning and management tool)가 탐지한 전자기스펙트럼을 MDMP(military decision making process)를 통하여 분석한 후, Raven Claw로 전송하면 전장의 지휘관, 작전요원은 전자정보 상황을 제공받기도 하고, 전자전을 위한 M&S도 수행할 수 있는 시스템이다. 육군의 특성상 이동성이 보장되며, 실시간 전장의 EMS를 가시화함으로 센서의 배치를 최적화하고, 적의 센서 및 전자파 방사체에 대한 효과적인 전자공격이 가능하게 한다. 이 시스템은 미국이 시리아 내전에서 미국 지휘관이 가장 절실하게 요구하였던 전자기스펙트럼 시각화를 구현하기 위한 노력의 결과이다<sup>[16]</sup>.

### 5-3 4차산업 기술로 미래지향적 EMSO 능력 구축

초지능과 초연결로 대변되는 4차산업 기술인 인공지능, 무인화, 5G 등의 EMSO 적용에 대하여 논하도록 한다.

#### 5-3-1 인지적 EMSO(Cognitive EMSO)

인지적 EMSO란 인공지능 기술을 EMSO에 적용한 것으로 복잡한 EMS 환경하에서 인공지능이 인간 전문가를 대신하여 전자정보 분석, 위협 우선순위 판단 업무 등을 담당하는 것이다.

미래전장은 더욱더 복잡한 EMS 환경이 될 것이며, 전

자정보의 수집, 분석업무를 수행하는 인간 전문가는 과도한 업무로 적시에 필요한 정보를 제공하기 어려워질 것이다. Machine learning 등을 통한 인공지능 분석기는 인간 전문가를 대신하여 수집된 전자정보를 우선 순위별로 정리하고, 우선 순위가 낮은 정보는 필터링하는 업무를 용이하게 처리할 수 있을 것이다. 실제 미 육군의 전자전 수행원은 인공지능 도구를 활용하여 인지적 EMSO 업무를 수행 중이며, 전장의 EMS 상황을 효율적으로 지휘 보좌하고 있다<sup>17)</sup>.

또, 인지적 EMSO는 실시간 분석된 EMS를 기반으로 최적의 전자공격 방법을 통하여 적의 EMS 방사체를 무력화할 수 있다. 기존의 전자공격은 공격 대상의 EMS를 사전에 탐지, 분석하여 가장 효과적인 전자공격 방법을 프로그래밍하여 MDF(mission data file, 임무자료파일)를 제작한 이후에 전자공격 장비인 jammer에 장입하는 절차를 거쳐야만 한다. Jammer가 사전에 장입된 방사체를 조우한 경우, 사전에 입력된 전자공격 방법을 통해 방사체를 무력화하는 방식이다. 이러한 방식은 적 레이더 위협 경고장치 RWR(radar warning receiver)도 동일하다. RWR은 사전에 분석된 방사체의 EMS가 수신될 경우 운전자에게 위협경보를 알려주는 장치이다. 그러나, jammer와 RWR은 새로운 방사체 혹은 기존 방사체의 EMS 정보가 변경될 경우에는 제한적인 위협 경고(unknown symbol, ambiguity button 켜짐 등)를 조종사에게 제공하여 조종사가 공중상황에 맞게 판단하도록 지원한다. 또 전자공격 부분에서는 효과는 상대적으로 감소하나, 광대역 잡음제밍을 통하여 적 방사체에 대한 전자공격을 수행한다. 반면, 인지적 EMSO 기술이 적용된 jammer, RWR은 새로운 위협 방사체에 대해서도 가장 적절한 전자공격과 위협 경고를 제공할 수 있을 것이다. 결국, MDF 제작없이 가장 효과적인 jammer 혹은 RWR의 기능을 수행할 수 있어 작전요원의 생존성 보장 및 MDF 제작에 필요한 많은 시간, 예산 및 인원 절감의 효과를 가져온다.

### 5-3-2 무인시스템의 EMSO 활용

첫 번째로 예상 가능한 무인시스템의 EMSO 활용 가능 분야는 장시간 지속적으로 적 방사체의 EMS를 감시, 수

집, 분석하는 EMSO 지원이다. 적이 우군 수집체계의 비활동 시간에만 활동할 경우, EMS 특성상 전자정보 수집은 불가능하다. 또, EMS 특성상 전파 가시선 확보가 중요한데, 산악지대가 많은 한반도 전구에서는 주요한 고려사항이다. 한반도 전구의 전파가시선 확보와 장기간 지속 감시의 필요성을 고려할 시 EMS 감시, 수집은 장시간 체공이 가능한 공중무인체계가 적절할 것으로 판단된다.

두 번째 무인시스템의 EMSO 활용 분야는 공격 분야이다. 전자공격은 통신이나 방공망의 EMS를 방해, 기만하는 목적으로 사용한다. 특히 적의 방공망을 무력화하기 위한 전자공격은 매우 위험한 임무임이 틀림없다. 개전초적 방공망을 무력화하기 위하여 주로 유인항공기를 통하여 대공제압 임무를 수행한다. 미국 등과 같은 군사선진국은 EA-18G 등과 같은 전자전기를 공격편대군에 포함하여 대공제압 임무를 수행하고 있다. 북한과 같이 조밀한 대공망에서의 임무 수행시는 전자전기 조종사의 생존성 보장이 제한된다. 따라서 무인 ESMO 전자공격 체계가 임무를 수행한다면 생존성이 높은 효과적 임무 수행이 가능할 것이다.

다만, 무인기의 활용을 위해서는 전자전 장비의 SWaP(size, weight, power) 감소가 필요하다.

### 5-3-3 초연결 기술의 EMSO 적용

초연결 기술은 EMSO를 더욱 고속화, 고정밀화하도록 하여 신속하고 효과적인 대응을 가능하게 할 것이다. 5G로 대변되는 초연결은 넓어진 주파수 대역으로 인해 더 많은 정보가 더 빠르게 전송되어 분석센터로 수집되어 분석될 것이다.

이상에서 언급한 기술들은 대표적인 4차산업 기술 적용 사례이다. 개별적 적용보다는 융합적으로 적용할 때 더 큰 시너지효과를 발휘할 수 있을 것이다. 예를 들자면 인지적 EMSO가 가능한 소형 무인항공기가 군집비행으로 목표지역으로 침투하여 인지적 전자정보 수집 및 전자공격을 수행하고, 실시간 공격 위치 및 추가 정보를 5G 네트워크를 통하여 타격체계로 전송하여 적 방공망을 완벽하게 제압하는 시나리오이다. 5G 네트워크 기술이 진화하면 할수록 더 많은 정보 공유를 위하여 다양한 체계



가 연결될 것이며, 체계 연결간 보안이 중요한 이슈가 될 것이다. 적의 전자공격, 사이버공격에 대한 대응방안도 같이 고려되어야 할 것이다.

#### 5-4 미래형 EMSO 교육훈련 체계 구축

현재 한국군은 공중 및 해상에서 EMSO 훈련을 수행할 수 있는 별도의 훈련장을 보유하고 있다. 그러나 실제 훈련장은 기상, 훈련장의 수용능력, 장비의 노후화 등으로 인하여 충분한 훈련이 제한될 수 있다. 이러한 제한사항을 극복할 수 있고, 방안이 AR/VR(augmentation reality/virtual reality, 증강현실/가상현실)이다. 공군 조종사 및 지, 해상의 작전 요원은 AR/VR 시스템이 제공하는 실전적 EMSO 상황을 통해 시공간의 제약없는 훈련으로 실전적 훈련 효과를 얻을 수 있다. 특히 조종사는 비행중 착용하는 헬멧의 HMD(helmet mounted display)에 EMSO 관련 VR을 적용함으로써 공중상황에서도 가상의 EMSO 훈련이 가능할 것이다. 실전에서는 기존 RWR 위협 정보를 HMD에 AR로 구현함으로써 상황인식을 제고시켜 생존성을 증가시킬 수 있다. 예를 들자면, 훈련상에서는 가상의 위협 정보를 시현시켜 조종사의 EMSO 훈련을 돕고, 실전에서는 방사체의 EMS를 시각화한 AR을 보여줌으로써 교육 효과 및 생존성 향상의 결과를 가져올 것이다.

#### 5-5 전장 영역을 초월한 EMSO 무기체계

##### 5-5-1 사이버전자전

CEW(cyber electronic warfare, 사이버전자전)이란 사이버전과 전자전을 합친 개념으로 미 육군을 시작으로 발전하고 있다. CEW 관련하여 미 육군은 CEMA를 교범화하여 운영개념 및 활동을 규정하여 정립하였다. CEMA란 사이버 공간을 활용한 작전과 EMS를 활용한 작전을 통해 적의 시스템을 무력화하는 한편 적의 공격으로부터 아군의 시스템을 보호하는 활동으로 규정하고 있다<sup>[8]</sup>. 따라서 CEMA는 사이버 작전, 전자전, 스펙트럼 관리 작전을 통합한 작전임을 알 수 있다(그림 3).

CEW 대표적 사례는 2007년 이스라엘의 시리아 핵시설 공격작전인 “Operation Orchard”일 것이다. 이 작전에서

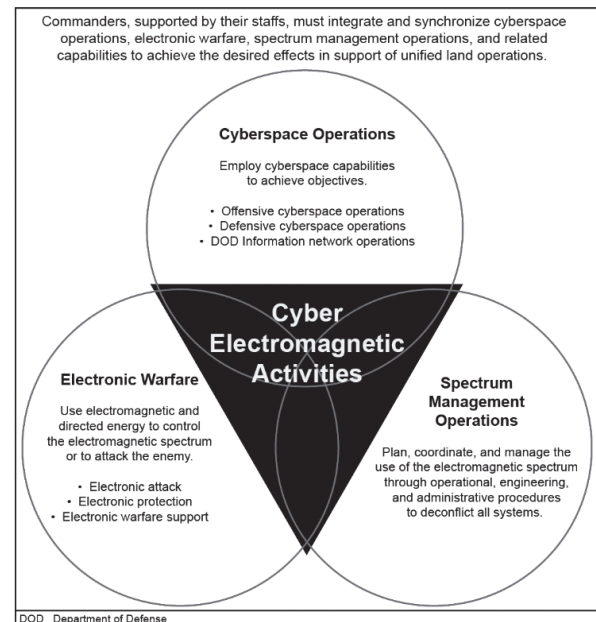


그림 3. CEMA의 분류

Fig. 3. Classification of CEMA.

이스라엘 공군 F-15I는 CEW 기술의 “Suter” 프로그램이 내장된 SPS-2110 체계를 장착하고 사이버전자공격을 통하여 우군의 피해없이 시리아 방공망을 무력화시켰다. 이후, 이스라엘 F-16I, F-15I가 시리아 방공망의 아무런 저지없이 시리아 핵시설을 파괴한 사례로 CEW를 잘 설명해주는 작전 사례이다.

우리 육군이 발표한 「육군비전 2050」 8대 게임체인저에 비살상무기가 포함되어 있다. 비살상무기 분야에는 CEW 무기체계를 포함하고 있는데, 유선과 무선의 연결 네트워크를 앞에서 언급한 “Suter”와 같은 CEW 무기체제로 공격하는 것이다. CEW는 MDO의 물리적, 비물리적 전장을 초월하여 사용 가능한 무기체계로서 발전시켜 나가야 할 분야이다

##### 5-5-2 지향성에너지무기

DEWS(directed energy weapon systems, 지향성에너지무기)는 전통적인 무기체계의 화약 사용을 대신하여 레이저, HPM(high power microwave), EMP(electromagnetic pulse) 등과 같이 EMS 영역의 에너지를 사용하는 무기체계이다.

인명살상을 피하면서 적의 전쟁 의지를 말살하는 경제적인 무기체계로 군사선진국에서는 이미 개발이 한창인 시스템들이다. 대표적 사례가 미국에서 개발 중인 순항미사일과 EMP 개념을 접목한 CHAMP라는 무기체계이다<sup>[9]</sup>.

DEWS는 충분한 전력만 제공된다면 적 무기체계의 전기, 전자회로를 과열시켜 체계의 기능 저하 혹은 무력화가 가능하다. 또, 재장전없이 지속적으로 사용할 수 있어 대응 속도가 우수한 효과적인 무기체계이며, 빛의 속도로 전달되는 특징으로 인해 신속한 운영이 가능하여 MDO 작전 수행간 거리와 시간의 영역을 최소화할 수 있는 특징이 있다. DEWS는 신속한 정보 공유와 의사 결정하 적 종심을 수 초 이내에 무력화할 수 있어 MDO 수행의 효과를 제고할 수 있는 최적의 무기체계이다.

## VI. 결 론

이상에서 미국 등 군사선진국이 미래전장에 대한 대응 전략으로 구축하고 있는 MDO에 대하여 알아보고, 효율적인 MDO 수행을 위한 EMSO의 역할을 식별하였다. EMSO는 기존의 EW와 유사하나, EMS의 범위의 확장, 그리고 EMS 관리라는 부분이 반영되었다는 점이 다르다. 또, 미국을 비롯한 주변국의 EMSO 관련 동향(정책, 무기체계 기술 발전 등)에 대하여 간략하게 정리하여 기술하였다.

한국군 내·외부적인 요소를 식별한 후, SWOT 전략분석 방법을 활용하여 EMSO 관련 과학기술 발전방안을 제시하였다. 발전방안으로 초연결의 지휘통제 체계 구축, 실시간 정보의 융합·공유 지원, 4차산업 기술을 접목한 EMSO, 경제적이고 실전적인 EMSO 교육훈련을 위한 AR/VR 기술 반영, 그리고 마지막으로 전장 영역을 초월하는 무기체계 개발의 필요성 등에 대하여 서술하였다.

이번 연구에서는 주로 과학기술을 중심으로 발전방안을 제안하였지만, EMSO와 관련한 정책, 교리, 조직, 리더십 및 작전요원의 EMSO에 대한 의지 등에 대한 연구도 수행되어야 한다. EMSO라는 용어의 제정은 기존의 EW에서 미래전장이 어떤 방향으로 전개되고 있는지, 어떻게 전개될 것인지를 시사한다. 용어의 변화에서 전장영역의 확장, 전쟁 수행방식의 변화(warfare에서 operation으로 변

경)를 인지하여야 한다. 미래의 복잡한 ESM 환경에서 어떻게 EMS 우위 확보할 것인지 더 많은 연구가 필요하며, 다양한 연구 결과를 바탕으로 관련 기술의 개발 및 신속한 반응을 위하여 노력해야 할 것이다.

## References

- [1] kookbangilbo, "The world after 30 years of living in space on a drone car ... Army, as an elite advanced science and technology force." 2020. Available: [https://kookbang.dema.mil.kr/newsWeb/20200203/3/BBSMSTR\\_000000010023/view.do](https://kookbang.dema.mil.kr/newsWeb/20200203/3/BBSMSTR_000000010023/view.do)
- [2] J. H. Lee, "Air force quantum 5.0: Direction of development of ROKAF aerospace power in response to changes in future warfare," *KIDA ROK Angle*, no. 224, pp. 1-5, Aug. 2020.
- [3] U.S. Department of Defense, *Joint Operational Access Concept(JOAC)*, Arlington, VA, Jan. 2012.
- [4] U.S. Joint Chiefs of Staff, *JP 3-18, Joint Forcible Entry Operations*, Washington, DC, Jan. 2021.
- [5] Japan Ministry of Defense, *National Defense Program Guidelines*, Tokyo, Japan, Dec. 2018.
- [6] U.S. Joint Chiefs of Staff, *JP 3-13.01, Electronic Warfare*, Washington, DC, Jan. 2007.
- [7] U.S. Department of Defense, "Electromagnetic Electromagnetic Spectrum Superiority Strategy", Arlington, VA, Oct. 2020.
- [8] B. Clark, *Winning the Invisible War: Gaining an Enduring U.S. Advantage in the Electromagnetic Spectrum*, Washington, DC, CSBA, Nov. 2019.
- [9] R. N. McDermott, *Russia's Electronic Warfare Capabilities to 2025: Challenging NATO in the Electromagnetic Spectrum*, Tallinn, Estoni, International Centre for Defence and Security, Sep. 2017.
- [10] Defense Agency for Technology and Quality, *2016 Defense Technology Analysis*, Jinju, Korea, Nov. 2016.
- [11] NATO, "The 107th NATO electronic warfare advisory committee(NEWAC) convenes in brussels," 2019.

- Available: [https://www.nato.int/cps/en/natolive/news\\_171280.htm?selectedLocale=en](https://www.nato.int/cps/en/natolive/news_171280.htm?selectedLocale=en)
- [12] ChosunMedia, "Except for the SLBM, all are for the South... The sharpened KN-23 is equipped with tactical nuclear weapons," 2021. Available: [https://www.chosun.com/politics/politics\\_general/2021/01/16/N2JXT4YA4FCYJJBLDCME77COPU/](https://www.chosun.com/politics/politics_general/2021/01/16/N2JXT4YA4FCYJJBLDCME77COPU/)
- [13] Statistics KOREA, "Defense Budget Trend," 2021. Available: [https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=1699/](https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1699/)
- [14] SHEPHARD, "US military looks to jam resistant laser communication," 2018. Available: <https://www.shephardmedia.com/news/digital-battlespace/us-military-looks-jam-resistant-laser-communicatio/>
- [15] Chosunbiz, "China threatens the world with quantum cryptography... U.S. fights against technology blockade," 2021. Available: [https://www.chosun.com/economy/2021/12/16/UKGV4SUAPRE4RBPTAD2V5SEJ2I/](https://www.chosun.com/economy/int_economy/2021/12/16/UKGV4SUAPRE4RBPTAD2V5SEJ2I/)
- [16] THE ARMY'S VISION AND STRATEGY, "Raven Claw Augments Battle Management for Electronic Warfare Operations," 2018. Available: [https://www.army.mil/article/199368/raven\\_claw\\_augments\\_battle\\_management\\_for\\_electronic\\_warfare\\_operations](https://www.army.mil/article/199368/raven_claw_augments_battle_management_for_electronic_warfare_operations)
- [17] National Defense Industrial Association, "Advanced battle-management system faces headwinds," 2020. Available: <http://www.nationaldefensemagazine.org>
- [18] U.S. Army, *Cyber Electromagnetic Activities*, Arlington, VA, Feb. 2014.
- [19] Worldwarthird, "Us airforce deploys 20 CHAMP missiles capable of rendering military electronics virtually useless, claims UK daily," 2019. Available: <https://worldwarthird.com/index.php/2019/05/19/us-air-force-deploys-20-champ-missiles-uk-daily/>

황 성 인 [공군사관학교/중령, 조교수]

<https://orcid.org/0000-0002-4425-397X>



1994년 3월: 공군사관학교 기계공학과 (공학사)

2007년 4월: 일본 방위대학교 전자공학과 (공학석사)

2010년 4월: 일본 방위대학교 전자공학과 (공학박사)

2020년 2월~현재: 공군사관학교 전자통

신공학과 조교수

[주 관심분야] SAR, 레이더, 전자전, 항공전자 등