

# 국방분야 생존성 향상 기술 동향

전형배 · 정정훈

- ❶ 국방분야 생존성 향상 기술
- ❷ 국외 개발 동향
- ❸ 국내 개발 동향
- ❹ 미래 생존성 향상 기술
- ❺ 시사점



# 국방분야 생존성 향상 기술 동향

전형배 · 정정훈

- ❶ 국방분야 생존성 향상 기술 / 1
- ❷ 국외 개발 동향 / 6
- ❸ 국내 개발 동향 / 12
- ❹ 미래 생존성 향상 기술 / 16
- ❺ 시사점 / 24



## 1. 국방분야 생존성 향상 기술

### □ 생존성 향상 기술이란?<sup>1)</sup>

○ (정의) 국방 무기체계의 생존성이란 인공의 적대환경(man-made hostile environments)을 회피(avoid)하거나 견딜(withstanding) 수 있는 능력

※ 무기체계(weapon system): 유도무기, 전차, 항공기, 함정 등 전장에서 전투력을 발휘하기 위한 무기와 이를 운영하는 데 필요한 인원, 장비, 부품, 시설, 소프트웨어, 종합군수지원요소, 전략·전술 및 훈련 등 제반요소를 통합한 전체 체계<sup>2)</sup>

[표 1] 무기체계의 구분

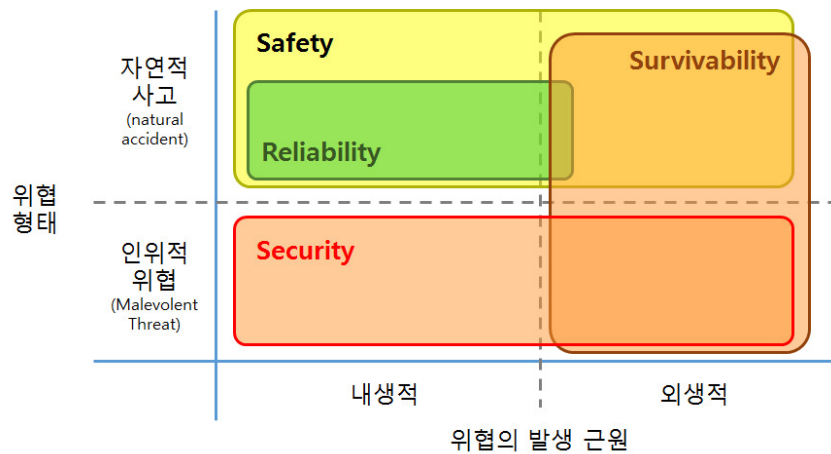
구분	중분류
1. 지휘통제·통신무기체계	지휘통제체계, 통신체계, 통신장비
2. 감시·정찰무기체계	전자전장비, 레이더장비, 전자광학장비, 수중감시장비, 기상감시장비, 그 밖의 감시·정찰장비
3. 기동무기체계	전차, 장갑차, 전투차량, 기동 및 대기동 지원장비, 지상무인전투체계
4. 함정무기체계	수상함, 잠수함(정), 해상전투지원장비, 전투지원근무정, 함정무인체계
5. 항공무기체계	고정의 항공기, 회전익 항공기, 무인 항공기, 항공전투지원장비
6. 화력무기체계	소화기, 대전차회기, 화포, 화력지원장비, 탄약, 유도무기, 특수무기
7. 방호무기체계	방공, 화생방, EMP방호
8. 그 밖의 무기체계	전투 필수시설, 국방 M&S(Modelling and Simulation) 체계

○ 안전(Safety), 신뢰성(Reliability), 보안(Security) 등과의 개념적 차이는 위협의 형태(자연적, 인위적)와 발생원인(내생적, 외생적)에 따라 구분

- 안전은 내·외생적 위협에 대해 사고나 손실로부터 자유로운 상태
- 신뢰성은 부품(요소)이 정해진 시간 동안 기능을 발휘할 확률로 정의되며 안전을 높이는 역할
- 보안은 악의적 의도를 가진 정보, 운영, 물리적 요소로부터 시스템을 보호하는 것을 의미. 이 때, 위협은 내부·외부 모두에서 발생 가능
- 생존성은 국방분야에 보다 집중된 개념으로 외부에서 발생한 위협에 대한 생존확률을 의미. 생존성을 향상시키기 위해서 안전, 신뢰성, 보안 관련 기술과의 연계 또는 이들 기술들을 활용할 수 있음

1) 한국기계연구원(2012), 수상함 전투효율 및 생존성 향상을 위한 Survivability Design 핸드북 / 대한조선학회(2014), 함정

2) 국방부(www.mnd.go.kr)



[그림 1] 안전, 보안, 생존성, 신뢰성의 개념적 위치<sup>3)</sup>

- (구성요소) 생존성은 피격성, 취약성, 회복성으로 구성되며, 이들 각 요소를 통합한 통합생존성이 선진국을 중심으로 부상. 위협(피격성, 취약성)을 감소하거나, 회복성을 증가시킴으로써 아군의 생존확률을 높이는 것이 목적

[표 2] 생존성 구성 요소

구성요소	정의
피격성 (susceptibility <sup>4)</sup> )	○ 각종 탐지센서, 위협무기 또는 이들의 효과에 노출되어 피격될 확률로써 정의되며, 무기체계의 능동적 방어능력을 나타내는 척도
취약성 (vulnerability)	○ 위협무기의 공격을 받은 후 이들 위협무기의 직·간접 효과에 의해 손상을 입게 되는 조건부 확률로써 정의되며, 무기체계의 수동적 방어능력을 나타내는 척도
회복성 (recoverability)	○ 위협무기의 직간접 효과로 인해 발생한 손상을 주어진 시간 내에 회복하여 임무를 계속 수행할 수 있는 시스템 및 운용자의 손상대처 확률
통합생존성 (total survivability)	○ 피격성, 취약성, 회복성을 종합적으로 고려하여 전체 생존성을 향상시키는 기술

[표 3] 생존성 관련 세부 요소기술

구성요소	중분류기술	세부 요소기술
피격성 감소기술	○ 신호관리기술	○ 신호제어기술 - 적외선신호, 시각신호, 광학신호, 음향신호, 자기신호, 전자기신호, 압력신호 ○ 반류제어기술
	○ 자기방어기술	○ 위협분쇄기술 ○ 위협회피기술 ○ 회피기동기술
취약성 감소기술	○ 구획화/배치 기술	○ 플랫폼구획화기술 ○ 계통/구성품배치기술

3) Michael Gregory Balchanos(2012), A Probabilistic Technique for the assessment of complex dynamic system resilience, A Thesis Presented to The Academic Faculty, Georgia Institute of Technology

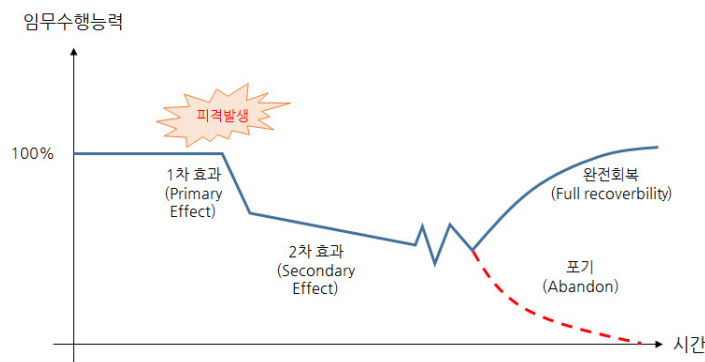
4) susceptibility는 기술분야에 따라 피탐지성, 위약성, 취약성, 민감성 등으로 해석될 수 있음

구성요소	중분류기술	세부 요소기술
	○ 위협무기효과 방호기술	○ 운동에너지방호기술 ○ 파편방호기술 ○ 공중폭발방호기술 ○ 수중폭발방호기술
회복성 향상기술	○ 손상통제기술	○ 침수통제기술 ○ 화재진압기술 ○ 연기확산억제기술 ○ 상황모니터링기술
	○ 손상복구기술	○ 계통/구성품재구성기술 ○ 계통/구성품수리기술
	○ 대피/탈출기술	○ 전투원대피기술 ○ 전투원탈출기술
통합화 기술 및 생존성 요구사항 개발	○ 생존성 평가 및 Trade-off 기술	○ 피격성평가기술 ○ 취약성평가기술 ○ 회복성평가기술 ○ Trade-off Study 기술
	○ 생존성 요구수준 결정기술	○ 피격 후 요구능력 결정기술 ○ 요구 생존확률 추정기술
	○ 위협시나리오 설정기술	○ 위협분석기술 ○ 운용환경분석기술 ○ 설계위험결정기술

- 무기체계의 생존확률 및 구성요소간 수학적 관계는 아래와 같음. 여기서  $P_K$ 는 파괴확률,  $P_S$ 는 생존확률,  $P_H$ 는 피격될 확률,  $P_{K/H}$ 는 피격 후 취약확률(조건부 확률),  $P_R$ 는 회복확률을 각각 의미

$$P_K = P_H P_{K/H} (1 - P_R), P_S = 1 - P_K$$

- 무기체계의 임무수행능력은 피격되기 전 100%를 유지하다가 피격 후 취약성 정도에 따라 감소한 후, 회복성 정도에 따라 변화



[그림 2] 시간에 따른 임무수행능력의 변화(함정 사례)<sup>5)</sup>

5) 대한조선학회(2012), 함정



## □ 생존성 향상 기술의 중요성

- (기술) 기동, 함정, 항공 무기체계뿐만 아니라 무기체계 전반의 임무능력 향상을 위한 중점 기술<sup>6)</sup>

[표 4] 무기체계별 생존성 기술 발전 추세






무기체계	국방과학기술 발전 추세 (생존성기술 관련 내용 중심)
지휘통제·통신	○ 우주계층 무선링크의 대용량, 생존성, 현대이동성이 강화
감시정찰	○ 전자전체계가 소형경량화되고, 원거리 다중위협 정밀 탐지·재밍하는 방향으로 발전
기동	○ 생존성 확보를 위한 스텔스, 능동방호, 장갑방호 기술 확보
함정	○ 수상함은 생존성 통합 및 복합임무의 최적화 ○ 잠수함은 수중체재 능력 극대화, 수중에서의 생존성 강화 ○ 해양무인체계는 신뢰성 있는 고성능 플랫폼 확보 및 수중 장기 체류화 ○ 탐지/피탐지 신호 감소
항공	○ 고정익기는 전투생존성 및 임무효과도 강화를 위해 고기동 비행제어, 고성능 영상정보획득, 저피탐·대전자전 능력을 향상 ○ 회전익기는 저소음·고속·고기동용 로터, 고수명·저소음의 동력 전달장치 확보 ○ 무인기는 저피탐·대전자전 능력 확보
기타	○ 융·복합체계 및 신개념 무기체계의 효과 분석을 강화

- (사회) 저출산에 따른 인구절벽 현상으로 미래 병력규모 감소는 불가피하며, 적은 운용자(승무원, 전투병력 등)로 복합 무기체계를 운용하기 위해 무기체계의 생존성 향상은 방위력 강화에 필수 요인

※ 만20세 병력대상 남자인구 전망 : ('17) 34.6만명 → ('22) 26.2만명

- (경제) 항공, 함정, 전차 등 고가의 복합무기체계를 설계·생산·유지하는데 천문학적인 비용이 소요되기 때문에 비용효율적인 생존성 기술개발 필요<sup>7)</sup>

※ 주요 무기체계의 가격<sup>8)</sup>

F-15K	수리온 헬기	CH-47D	K-2 전차	세종대왕급 구축함
				
약 1,154억 원	약 185억 원	약 69억 원	약 80억 원	약 1조 1천억 원

6) 국방부(2014), 국방과학진흥정책서

7) 생존성을 높이면서 공격기능, 기동성 등을 유지하기 위해서는 많은 개발·생산 비용이 소요될 수 있음. 예를 들어, 장갑을 두껍게 하거나 첨단 소재를 적용할 경우 기동성 저하, 설계의 복잡성 증가, 비용 증가 문제 등을 고려해야 함

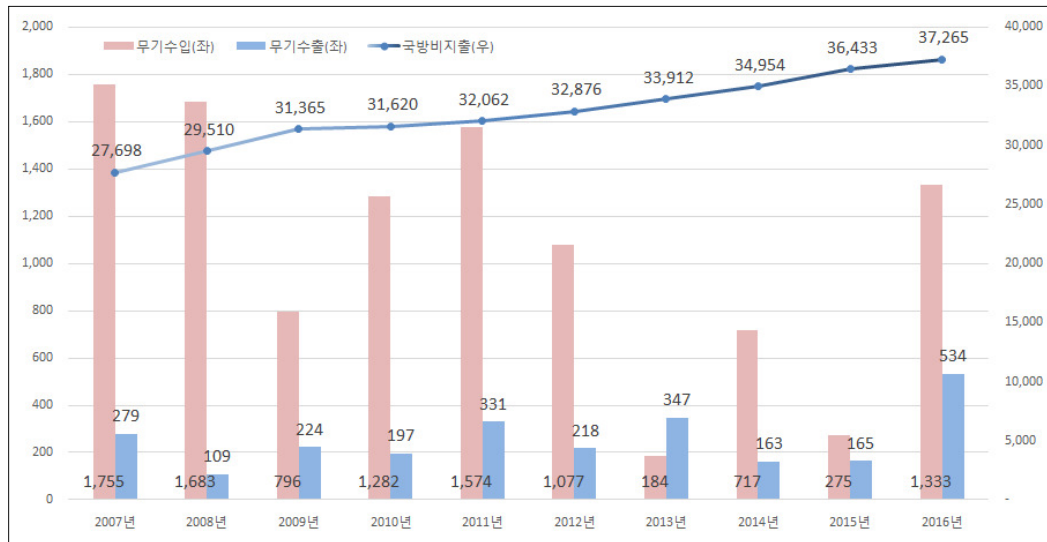
8) 인사이트(2017), “대한민국 군대가 보유한 역사상 가장 비싼 무기 5가지”(언론보도)



○ (산업) 우리나라 국방비 지출은 점차 증가하나, 무기 수출입 적자는 10년간 (2007~2016) 81억 달러에 이르고 있음

- 무기체계의 낮은 국산화율('10년 57.8%, '15년 65.8%)<sup>9)</sup>, 생존성기술 이전 회피경향 등을 극복하기 위해 고생존성 설계·해석 기술 필요


※ 화력, 통신, 유도, 화생방 분야는 국산화율이 높은 편이나, 주요 핵심 부품을 해외 구매에 의존하고 있는 항공, 광학, 함정 분야는 국산화율이 낮음



[그림 3] 우리나라 무기 수·출입 및 국방비지출(단위: 100만 달러)<sup>10)</sup>


○ (사례) 생존성 향상기술은 무기체계 운용에 필수불가결한 요소

[표 5] 무기체계별 생존성 기술 관련 사례

지상군 (韓)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2000년대 배치된 K9 신형 155mm 자주곡사포는 사격 후 즉시 진지이동이 가능해 생존성이 우수하며, 자체 방호력도 뛰어남</li> <li>○ 2001년부터 터키를 시작으로 총 500문 가량 수출하였고, 사업규모는 1조 6천억 원에 달함<sup>11)</sup></li> </ul>	 <p>K9 155mm</p>
함정 (中)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중국 핵잠수함 093A는 소음 문제를 해결하기 위해 절치부심하여 만든 잠수함. 그러나, 수중 소음이 심해서 일본 해상자위대에 발각</li> <li>○ 핵잠수함의 정숙성은 생명과 같아서, 일단 발각되어 음향이 기록되면 작전 능력은 사실상 소멸될 수 있음<sup>12)</sup></li> </ul>	 <p>핵잠수함 093A</p>

9) 손서연(2016), 국내 무기체계 산업의 현황 및 주요이슈 점검, 산은조사월보

10) 국방기술품질원(2017), 「2017 세계 방산시장 연감」의 데이터를 재정리. 무기 수출입 규모는 1990년 불변가, 년도별 국방비 지출액은 2015년 불변가 기준

<p><b>항공 (美)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미군은 아군을 근접지원하면서도 피탄을 당해도 생존성을 보장할 수 있는 항공기를 원했음. 이에 따라 개발한 A-10은 1972년부터 1984년까지 715대를 생산하여 독특성과 우수성으로 여전히 운용 중임</li> <li>○ A-10은 생존성에 중점을 두고 개발. 동체를 티타늄으로 구성하고, 비행통제체계 중복 설계 및 물리적 분리, 유압 계통 파손에도 대비하여 기체가 피격 당한 후에도 비행이 가능하도록 제작<sup>13)</sup></li> </ul>	 <p>A-10 선더볼트 II</p>
--------------------------	---	---

## 2. 국외 개발 동향

### □ 무기체계별 생존성 관련 기술 개발 동향<sup>14)</sup>

[표 6] 주요 무기체계별 생존성 관련 기술 개발 동향

주요무기체계	기술개발 동향
기동분야	스텔스 기능 및 장갑 방호 성능향상에 주력
기동전투체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (영국) 전투 효율성을 높이기 위해 신기술인 전자위장(E-Camouflage)기술을 적용하여 보이지 않는 전차 개발을 추진</li> <li>○ (이스라엘) 아크자리트 장갑차는 장갑방호 성능향상, RPG<sup>15)</sup> 방호용 장갑인 플렉스펜스 장착 등 방호력을 지속적으로 개선 중</li> </ul>
개인전투체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (프랑스) 기동성과 생존성 향상을 위해 경량화 및 방탄분야에 중점을 두고 있으며, 치명성 증가를 위한 화기개발에 주력</li> <li>○ (일본) 개인 무전기, 착용형 컴퓨터, 방독면, 방탄복 등으로 구성된 모듈통합형 체계의 프로토타입을 공개</li> </ul>
함정분야	선형·추진체계 개선 및 스텔스 기능 강화 등 종합적 통합생존성 향상
수상함 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 구축함은 대부분의 국가에서 운용 중이며, 미국의 Zumwalt급 구축함에는 스텔스 성능 강화를 위한 파랑관통형<sup>16)</sup> 텀블홈(Tumblehome)<sup>17)</sup> 선형, 전전기 추진, 통합폐위형 마스트 등의 첨단 기술들이 적용되는 추세</li> <li>○ (영국) Type 26급 차기호위함은 최신 첨단기술을 적용하여 유연성, 모듈성 및 스텔스 성능에 초점을 맞추어 설계</li> <li>○ (스웨덴) Visby급 초계함은 경사설계를 반영하고 함체 재질에 탄소섬유강화플라스틱(CRP, Carbon fiber Reinforced Plastic)을 적용하여 스텔스 성능 극대화</li> </ul>
잠수함 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수면위 노출을 최소화하고 수중체재능력 및 항속거리 증가를 위해 재래식 잠수함은 공기불요추진(AIP, Air Independent Propulsion)장치가 확대 보급되고, 공기불요추진체계의 최대출력 및 수중운항 지속능력을 증대</li> </ul>
해양무인체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미국, 영국 등 국방 선진국을 중심으로 무인수상정, 무인잠수정 및 관련 기반 기술을 활발하게 개발·운용 중</li> </ul>

11) The Security Fact(2018), “한국이 낳은 세계적인 명품무기, 삼성테크윈의 K9 자주포”(언론보도)

12) 연합뉴스(2018), “중국 핵잠수함, 너무 ‘시끄러워’ 일본에 발각되는 수모”(언론보도)

13) 조선일보(2018), “A-10 선더볼트 II”(언론보도)

14) 국방기술품질원(2016), 2016 국방과학기술조사서

주요무기체계	기술개발 동향
항공 분야	스텔스, 추진·탐지 기능 강화 등 최첨기술 통해 다목적·차세대 항공 개발
고정의 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (미국) 스텔스, 추력편향<sup>18)</sup>, 내부무장 기술을 적용한 5세대 전투기 F-22를 운용 중이며, 이를 통해 스텔스, 슈퍼크루즈 기술, AESA 레이더<sup>19)</sup>, 전자전 등 고정익 전 분야의 기술을 보유</li> <li>- 뿐만 아니라, 6세대 전투기 개발을 추진 중으로 광대역 스텔스 기술을 적용할 예정이고, 꼬리 날개가 없는 진보적 스텔스 기체 형상을 설계 중</li> <li>○ (러시아) 5세대 스텔스 전투기 PAKFA 및 다목적 폭격기 PAKDA 개발을 통해 AESA 레이더, 내부 무장기술 등 최첨단 고정익 기술 개발 중</li> <li>○ (영국) 유로파이터 전투기 공동개발에 참여하여 개발 및 운용 중으로 AESA 레이더를 개발 및 적용하여 비행시험 중이며, 적외선 추적장치, 추력편향 기술 등 최신 전투기 기술을 적용</li> </ul>
회전익체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (프랑스) Tiger 공격헬기를 공동 개발하여 스텔스 기술, MILDS(Missile Launch Detection System, 미사일 발사 탐지 시스템)기술, HMD(Helmet Mounted Display, 헬멧 장착 디스플레이)기술 보유</li> <li>○ (미국) Hovering<sup>20)</sup> 진동제어기술, 허브 장착 진동저감장치, 지향성 적외선 대응장비 경량화 등 플랫폼 기술 확보 중</li> <li>○ (프랑스) 기존 Blade 대비 3~4dB의 소음 감소가 가능한 Blue Edge 기술과 같은 최신 로터기술을 개발하였으며, 세계 여러 국가(중국, 한국 등)와 공동 개발 및 기술 이전을 수행</li> </ul>
수송헬기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (러시아) 능동형 재밍(전파방해)장비를 장착한 전자전 헬기 Mi-8MTR 개발, 자동비행 및 저온 지역(북극)에서 운용 가능한 헬기 개발 중</li> </ul>
정찰용 무인기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (미국) 다양한 정찰용 무인기를 개발. 레이더, 항재밍 통신, IMA(통합모듈형항공전자), EO/IR 카메라, 각종 센서 등 감시정찰분야 세계 최고 기술력 보유</li> </ul>
무인공격기/ 무인전투기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (미국) X-47B 무인전투기 개발로 차세대 스텔스 기술과 자율임무기술을 확보</li> <li>○ (미국) 보잉은 자체 비용으로 스텔스 기능을 가진 UCAV(Unmanned Combat Aerial Vehicle)인 Phantom Ray를 개발</li> <li>○ (유럽) EADS<sup>21)</sup>에 의해 개발이 진행 중인 Barracuda는 정찰 및 공격임무를 수행할 수 있는 UCAV로 주 개발국은 독일과 스페인이며, 스텔스 기능을 적용</li> <li>○ (러시아) Skat은 러시아의 무인 전투기 기술시범기로 개발되었으며, 수직미익<sup>22)</sup>이 없는 형상으로 주익과 동체는 스텔스 디자인을 적용하였고, 미국의 X-47B와 비슷한 형상</li> </ul>

15) RPG(Rocket Propelled Grenade): 보병용 로켓

16) 군사, 레저 등 특수한 목적으로 매우 빠른 속력을 내는 고속선의 선형은 저항을 줄이기 위해 부력뿐만 아니라 양력을 이용하여 선체를 지지한다. 파랑이 큰 중 동요 및 상하운동을 극복하기 위해 선수를 매우 날카롭고 길게 만들. 선수의 형상에 따라 파랑관통형(파도를 뚫고 지나간다는 의미) 선형과 axe bow(수직으로 날카롭고 길고 좁은 선형)으로 구분. (김대형 외(2015), “파랑관통형 선형의 저항 및 트림각 감소를 위한 선미 인터셉터 부착효과에 관한 모형시험 연구”, 대한조선학회논문집)

17) 대부분의 배가 V자형 선형을 갖는데 반해, Tumblehome hull은 (V자형과는 반대로) 바다와의 접촉폭이 갑판의 폭보다 긴 경우로 상위 변이 더 좁은 U자형 선형을 말함. 이 선형은 미국의 Zumwalt급 구축함에 적용된 바 있음

18) 항공기(혹은 미사일)의 엔진이나 로켓이 만들어내는 추력의 방향을 한쪽으로 치우치게 하여 비행방향을 바꾸는 방식. 기존 날개의 각도를 바꿔서 방향을 바꾸려면 공기밀도를 높아야 하지만, 공기가 희박할 경우 비효율적이기 때문에 이를 극복하기 위해 개발된 기술

19) 능동위상배열 레이더라고 하며, 잡자리의 눈처럼 1000여개의 작은 레이더로 구성되어 여러 대의 적 전투기를 동시에 식별할 수 있는 최첨단 레이더 기술(중앙일보(2017), “광속으로 찾아내 공격한다. 전투기 레이더(AESA) 개발 순항, 1차 관문 넘어”)

20) 항공기 등이 일정한 고도를 유지한 채 움직이지 않는 상태

21) 2000년에 설립된 범유럽 항공·방위산업체. 자회사인 에어버스는 민간 여객기를, 유로콥터는 헬리콥터를 생산

22) 항공기의 기체 후부에 수직으로 서 있는 미익(tail), 비행방향에 대한 기체의 안정을 유지하기 위한 안정판과 방향타로 이루어짐

○ 현존하는 최첨단 생존성 기술을 적용한 육해공 무기체계는 [표 7]과 같으며, 요소기술의 발전과 더불어 종합 효과도 및 비용/편익 분석을 바탕으로 한 통합 생존성 향상 기술에도 관심

- (피격성) 형상 설계 및 신소재 적용을 통한 스텔스 성능 향상
- (취약성) 구조/구획 최적 설계, 신소재 적용 방탄/내충격 성능 고도화
- (회복성) 자동소화체계, 자율화재진압체계 도입
- (통합생존성) 생존성 구성 요소간의 비용대비 효과도 극대화

[표 7] 해외 첨단무기체계의 생존성 향상 기술 적용 현황<sup>23)</sup>

분류	전차	함정	전투기
대표사례	 (PL-01 Tank, Poland) <sup>24)</sup>	 (DDG-1000, USA) <sup>25)</sup>	 (F-22 Raptor, USA) <sup>26)</sup>
피격성 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미사일 요격체계</li> <li>• 스텔스 고도화</li> <li>※ RCS<sup>27)</sup> 최소화 형상설계</li> <li>※ Thermal Masking과 내부냉각체계 적용을 통한 적외선 신호 최소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 첨단 요격 및 기만체계</li> <li>• 형상설계 및 상부구조 복합재 적용을 통한 RCS 최소화</li> <li>• IR Mock-up</li> <li>• 듀얼 밴드 레이더</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 첨단 요격 및 기만 체계</li> <li>• 형상 설계 및 RAM 적용을 통한 RCS 최소화</li> <li>• 초음속 비행</li> </ul>
취약성 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세라믹-아라미드<sup>28)</sup> 장갑</li> <li>• 충격방지 특수시트</li> <li>• 무인포</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 체계/구성품 최적배치를 통한 이중화·분리 또는 집중화</li> <li>• 방탄·내충격 성능 고도화</li> </ul>	
회복성 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자동소화체계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율 화재진압 체계</li> </ul>	
통합 생존성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생존성 구성 요소간의 비용대비 효과도 극대화</li> </ul>		

23) 정정훈 외(2018), “국내의 생존성 기술 현황 및 발전방향”, 2018 한국군사과학기술학회

24) Andrew J. Blanche(2014), “PL-01 Hi-Tech Stealth Tank”, Tech & Facts(<http://www.techandfacts.com/>)

25) Sam Davis(2015), “U.S. Navy’s DDG 1000, Incorporating an Integrated Power System, Will Make Waves”, Power Electronics(<http://www.powerelectronics.com>)

26) Lockheed Martin(<https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/f-22.html>)

27) RCS(Radar Cross Section, 레이더 유효 반사 면적): 원거리에서 입사 전기장 강도에 대한 수신 산란 전기장 강도의 세기의 비로 나타내는 레이더 표적의 반사 정도를 나타내는 척도, RCS는 물리적 크기에 무관하며, 외부 형상, 구조, 재질, 주파수, 편파, 관측 방향의 함수로 나타냄(국방과학기술용어사전)

28) 열에 강하고 튼튼한 방향족 폴리아미드 섬유로 항공우주, 군사분야에 많이 활용됨. 5mm 정도 굵기의 실이지만 2톤의 자동차를 들어올릴 정도의 힘을 갖고 있고(강철보다 5~7배 강도), 300℃ 이상에서도 견디는 고내열성 화학섬유

## □ 선진 연구개발 프로그램 및 주요 연구기관

### ○ [미국] Joint Aircraft Survivability Program(JASP)<sup>29)</sup>

- (미션) 항공 무기체계의 생존성(피격성, 취약성 감소) 기술과 평가 방법을 연계(통합)한 개발로 항공기의 적정성, 준비성, 효과성을 증대
- 발전 경로
  - 베트남 전쟁을 겪으며 항공기의 생존성을 향상시키기 위해 1971년 Joint Technical Coordinating Group on Aircraft Survivability(JTCG/AS) 설립
  - 생존성 평가를 위한 M&S의 중요성 증가 등 환경변화로 관련 정보 수집 및 연구개발, 평가체계의 개선, 유관 기관과의 협력 등을 보다 효율적으로 수행·촉진하기 위해 2003년 1월 JTCG/AS를 대체
- 주요내용
  - 전투효과성을 높이기 위해 생존성 정보의 서비스화
  - 항공기 생존성 기술개발 및 시험평가(research, development, testing and evaluation; RDT&E) 요구사항과 항공기술간의 차이 확인
  - 항공기 생존성 프로그램을 보완하기 위한 RDT&E 수행
  - 방위시스템정보분석센터(Defense Systems Information Analysis Center)\* 지원
    - \* 미 국방성(DoD) 산하의 IAC(Information Analysis Center) 소속기관 중 하나로 9개 분야<sup>30)</sup>에 대한 정보를 바탕으로 연구·분석 서비스를 제공<sup>31)</sup>
  - 취약성 평가 및 생존성 증대를 위해 항공 플랫폼에 대한 JLF(Joint Live Fire)시험평가를 수행
  - Joint Combat Assessment Team(JCAT)를 통해 전투시 손상 사고를 조사·보고하고, 생존성 기술 연구개발을 위한 데이터를 수집
  - 군 항공기 생존성 향상을 위해 다른 분야 디렉터, 운용 시험평가 프로그램, 지식 커뮤니티, 연방 에이전시, 기업 등과 소통

29) JAS(<http://jasp-online.org/>)

30) ① Advanced Materials; ② Energetics; ③ Military Sensing; ④ Reliability, Maintainability, Quality, Supportability, Interoperability (RMQSI); ⑤ Survivability and Vulnerability; ⑥ Weapon Systems; ⑦ Autonomous Systems; ⑧ Directed Energy; and ⑨ Non-lethal Weapons.

31) DSIAC(<https://www.dsiac.org/>)

○ [미국] ARL\* 산하 Survivability/Lethality Analysis Directorate(SLAD)<sup>32)</sup>

\* ARL(United States Army Research Laboratory)은 미 육군 소속 연구기관으로 1992년 설립된 이후 미 육군 과학연구, 기술 개발·분석에 중추적인 역할을 수행

- 생존성 향상 기술의 경우, 생존성·치명성·취약성 평가의 주요 전문 집단으로 인정받고 있음. SLAD는 생존성 기술 관련 조사·분석, M&S, 실험실·필드 시험평가 수행 및 기술적 조언 제공
- 미래 전장에 대비하여 생존성 요소기술 전반을 조사·분석. 이 때, 탄도학, 화학, 생물학, 방사선 및 핵, 전자기 재밍, 정보보안 전문가들이 참여하고, 재료개발자, 무기체계 개발자·평가자가 이를 지원

○ [네델란드] TNO\*의 Naval Ship Protection and Survivability<sup>33)</sup> 분야

\* 네델란드의 국영 응용과학기술연구소로 미션은 사람과 기술을 연결함으로써 혁신을 창출하고, 산업과 복지사회의 지속가능한 경쟁력 향상<sup>34)</sup>

- 해상무기체계의 보호와 생존성 관련하여 40여 년간 주요 역할 담당
  - 주요 역할로는 생존성 강화 척도 개발(구조요소, 가볍고 파편방어에 뛰어난 격벽 설계 등), 수중 시뮬레이션 및 시험평가, 복잡한 함정 구조 분석 및 예측 툴 개발, 생존성 향상을 위한 통합 접근 방식의 개발 등

- 초기 디자인 단계의 생존성 평가 툴\*에 대한 전문성이 높음

\* Damage assessment tool(REsIST) and integrated energy system tool(GES),  
Failure prediction tools for metal or composite structure,  
Weapon explosion induced damage control and crew optimization

○ [영국] QinetiQ<sup>35)</sup>

- (설립과정) 2001년, 영국 국방부는 Defence Evaluation and Research Agency(DERA)를 Defence Science & Technology Laboratory(DSTL)와 QinetiQ으로 분화 후 민영화

※ 2003년, 영국 국방부와 25년간 파트너십을 맺고, 군사 및 도시의 플랫폼·시스템·무기·구성품에 관한 혁신적, 현실적 시험평가 수행 협약, 2006년 런던 주식시장 상장

32) ARL(<http://www.arl.army.mil/www/default.cfm>)

33) TNO(<https://www.tno.nl/en/>)

34) 사업분야: ① Building, Infrastructure & Maritime, ② Circular economy & Environment, ③ Defense, Safety & Security, ④ Industry, ⑤ Energy, ⑥ Healthy Living, ⑦ Strategic Analysis & Policy, ⑧ Traffic & Transport, ⑨ Information & Communication Technology

35) QINETIQ([www.qinetiq.com](http://www.qinetiq.com))

- (기업개요) 세계 5개국에 위치하고 있으며, 규모는 2017년 기준 6,114명, 매출 783백만 파운드(한화 약 1조 1천억)
- 영국(본사): 국방 분야 연구개발 및 시험평가(시스템, 무기, 구성품 등)
- 캐나다: 시험평가 전문성을 활용한 자문, 엔지니어링, 지원 서비스
- 유럽: 지하에서 우주공간까지의 군사적, 상업적 연구개발·시험평가
- 미국: 정부·민간 고객의 요구에 대한 엔지니어링, 연구개발 서비스 제공
- 호주: 공중, 지상, 해상의 방위산업 분야에서 정부와 기업에게 엔지니어링 및 교육 등 자문과 서비스를 제공

[표 8] QinetiQ의 사업분야별 서비스, 제품 및 기술

분야	생존성 향상 관련 기술
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공중(Air): 70년간의 경험을 바탕으로 항공기술의 한계를 극복함으로써 복잡한 시스템의 통합과 업그레이드를 통해 기존 자산의 효율성 극대화를 추구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Through Life Aircraft Support</li> <li>• Safety and Environmental Management</li> <li>• Smart Materials</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지상 인프라(Land&amp;Critical Infrastructure): 인간, 공간, 플랫폼을 안전하게 보호하기 위해 고객 요구에 기반하여 과학적·기술적 혁신을 추구. 최근, 무인 운송수단·로봇에 대한 연구를 활발히 진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Platform Protection</li> <li>• Border &amp; Asset Protection</li> <li>• Infrastructure &amp; Base Protection</li> <li>• Smart Materials</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해상(Maritime): 국방부, Royal Navy, BAE systems 등 해상무기체계에 대한 테스트와 설계 서비스를 제공. 세계적 네트워크와 연구협력을 통해 시스템, 부품 등의 안전과 효율성 증대를 위한 시험, 측정, 최적화 서비스를 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maritime Stealth</li> <li>• Platform Readiness</li> <li>• Maritime Design &amp; Optimization</li> <li>• Smart Materials</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C4ISR: 군은 더 강화되고 복잡한 통신·정보체계를 필요로 하고 있음. 60년 이상 경험을 쌓은 숙련된 팀이 C4ISR(Command, Control, Communication, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance)<sup>36)</sup>의 이슈를 해결</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stand-off Threat Detection</li> <li>• Electronic Surveillance</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사이버(Cyber): 세계는 데이터와 시스템의 파괴, 도용, 비인가 접근 등 많은 위험에 직면하고 있음. 정보 인프라의 독립성과 완전성을 보호하고, 시스템간 상호운용성 개선을 위해 노력. 이를 위한 테스트, 평가, 실험, 교육 서비스를 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced Persistent Threat Detection</li> <li>• Information Assurance</li> <li>• Insider Threat Management</li> <li>• Protective Monitoring</li> <li>• Risk Management</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무기(Weapons): 무기의 정확성, 신뢰성, 효율성을 보장하기 위한 시험서비스를 수행. 무기 공급사슬과 밀접하게 일하기 때문에 최첨단 기술 확보를 빠르게 진행할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test and Evaluation</li> <li>• Weapons Safety and Advice</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇/자동화(Robotics &amp; Autonomy): 국방, 보안 분야의 로봇, 자동화 시스템을 선도하기 위해, 해상, 지상, 공중 영역의 솔루션 개발 및 지원서비스를 제공. 예를 들면, 폭탄 제거, 자연 재난 대응 등임. 작전용 로봇 분야에서 40여년의 경험을 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomb &amp; Explosive Ordnance Disposal</li> <li>• Hazard Material Detection and Fire-Fighting</li> </ul>

36) 명령, 통제, 통신, 컴퓨터, 지능화, 감시 및 정찰



### 3. 국내 개발 동향

#### □ 무기체계 생존성 기술 수준

○ 우리나라 생존성 향상 기술 수준은 기동, 함정 기준 선진국 대비 78% 수준이며, 무기체계별 종합 기술수준 대비해서도 낮은 수준<sup>37)</sup>

- 생존성 기술수준: 기동전투체계(87), 수상함체계(73), 잠수함체계(73),

※ 이 외, 항공·우주, 화력 등 다른 무기체계의 경우 별도로 분류·평가되지 않고 있음

- 무기체계별 종합 기술수준 대비 낮은 수준

※ 무기체계별 종합 기술수준: 기동전투체계(89), 수상함체계(84), 잠수함체계(83)

8대분야	무기체계	중분류	생존성 기술	2016년
기동	기동전투체계	생존성기술	피격성 감소기술	81
			취약성 감소기술	85
			장갑보호기술	88
			탐지식별(능동방호)기술	91
함정	수상함체계	생존성기술	피격성감소기술	75
			취약성감소기술	76
			회복성증대기술	66
	잠수함체계	생존성기술	피격성감소기술	72
			취약성감소기술	74
			회복성증대기술	72

[그림 4] 무기체계별 생존성 기술 수준

#### □ 국방연구개발계획상의 생존성 향상 기술<sup>38)</sup>

○ 무기체계별 국방핵심기술 중 생존성 향상 관련 기술은 25개

- 무기체계별 특화(국한)된 생존성 기술을 제시하고 있으며 과제반영 비율은 56%(14개 과제)로 대부분 응용, 시험·개발 연구 단계

[표 9] 무기체계별 핵심기술 및 과제반영 여부

무기체계	핵심기술군	핵심기술	과제반영여부
항공	저피탐 기체 기술군	저피탐 기체구조 형상설계 기술	●
		레이더/적외선 흡수재료 기술	●
	통합 생존 기술군	능동형 통합 생존체계 기술	○
		지향성 적외선 방해 기술	●

37) 국방기술품질원(2016), 국방과학기술조사서

38) 방위사업청, 국방기술품질원(2017), '17~'31 핵심기술기획서

무기체계	핵심기술군	핵심기술	과제반영여부
기동	경량/모듈화 방호 기술군	대전차 위협 방호 복합장갑 설계 기술	○
		전투차량 후파편 차단 기술	○
		세라믹 강화 경량 방호유니트 기술	●
		경량 전기장갑 기술	●
	생존장비 기술군	무인 전투차량 차체방호 기술	○
		무인 전투차량 능동방호 기술	○
		무인 전투차량 스텔스 기술	●
	차량 스텔스(피탐지 최소화) 설계 기술군	적외선 피탐 최소화 및 열제어 설계기술	○
		레이더/레이저 교란/기만 기술	○
		레이더/레이저 피탐감소 소개 기술	○
		적외선 피탐감소 소개 기술	●
함정	잠수함 수중방호 고도화 기술군	잠수함용 고강도 저합금강, 복합 선체재료 기술	○
		잠수함 내충격 설계 고도화 기술	●
	통합 생존성 고도화 기술군	함정용 RCS 해석 및 감소 기술	○
		수상함용 통합생존성 해석/효과도 분석기술	○
		함정 전투손상통제 자동화 기술	●
		수상함 내충격 설계 고도화 기술	●
		수상함 음향신호 제어 및 저감 기술	●
		수상함 적외선신호 제어 및 저감 기술	●
		수상함 전자기장신호 제어 및 저감 기술	●
기타	전장 효과분석 기술군	무기체계 취약성 해석 및 손상효과 분석 기술	●

\* ● : 과제 일부반영, ○ : 과제 미반영

## □ 대학 및 출연연의 연구 현황

- (대학) 최근('09~) 생존성 관련 요소기술의 기초단계 연구를 수행

[표 10] 국내 생존성 기술 관련 특화연구센터(대학)

센터명	운영목표	주요 연구내용
국방 피탐지감소기술 특화연구센터 (연세대, '09~'17)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미래 첨단 무기체계를 위한 핵심기반 피탐지 감소기술 연구</li> <li>○ 국방 피탐지 감소기술 저변확대 및 관련분야 인력 양성</li> <li>○ 군산학연 컨소시움 기반 기술순환체계 구축</li> <li>○ 저피탐 글로벌 네트워크 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가시광선, 적외선, 전자기 저피탐지 기술개발</li> <li>○ 저피탐지 무기 구조체 설계</li> <li>○ 차세대 로켓/항공기 저피탐 기술</li> <li>○ 비행체 추적 및 피탐지 감소 기술</li> <li>○ 차세대 함정 스텔스 기술</li> </ul>
생존성기술 특화연구센터 (한양대, '09~'17)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 5개 분야 생존성 향상 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위협대응연구</li> <li>- 에너지 침투 억제 연구</li> <li>- 전투원 생존성 연구</li> <li>- 인체구조 모델링 연구</li> <li>- 전투시스템 생존성 연구</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지상 레이더, 소형 항공 비행제어</li> <li>○ 고출력 레이더에 의한 손상 복구</li> <li>○ 인체 손상분석 모델</li> <li>○ 인체 피로 손상 모델링</li> <li>○ 시스템 생존성 통합분석 기법</li> </ul>
수중 근접폭발 특화연구실(KAIST, '15~'20)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 함정에 대한 수중 근접폭발에 대해 이론적 영향분석 기술과 실험적 검증기술 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중 근접 폭발 다물리 상호작용 연구</li> <li>○ 잠수체에 대한 내파영향 연구</li> <li>○ 수중폭발실험 및 스케일링 이펙트 연구</li> <li>○ 무폭약 수중충격 실험기술 연구</li> </ul>

- (출연연) 25개 출연연을 대상으로 국방관련 연구경험과 인프라를 조사 (2018년)한 결과, 무기체계(화생방 제외)의 생존성 관련 기술 보유 기관은 기계연, 재료연에 불과<sup>39)</sup>

- 기계연이 함정분야 생존성 향상 기술, 재료연이 스텔스 재료분야에서 수행경험과 인프라를 보유

[표 11] 기계연의 생존성 관련 보유 기술

피격성	취약성	회복성	통합생존성
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 함정 수중방사소음 해석/평가 기술</li> <li>○ 스텔스 메타 표면 설계 기술</li> <li>○ 함정용 장비 소음/진동 저감 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부품 신뢰성 평가 기술</li> <li>○ 함정 내충격 해석/평가 기술</li> <li>○ 함정 간이 취약성 해석 기술</li> <li>○ 함정 내충돌 해석 기술</li> <li>○ 피탄 해석/평가 기술</li> <li>○ 격벽 구조안전성 해석 기술</li> <li>○ 함정용 마운트 설계 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 손상통제 기술</li> <li>○ 함정용 배관체계 사고대응 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 함정 취약성 및 회복성 해석/평가 기술</li> </ul>

39) (사)법안전융합연구소(2018), 미래 국방 혁신기술개발 시범사업 기획연구 보고서

[표 12] 재료연의 스텔스 관련 보유 기술

기술	기술 내용 및 수준
자성/유전성 혼합형 RAM 기술	○ 경량/극박의 RAM 기술
프리프레그형 RAM 및 공정기술	○ 전투기 동체(CFRP)와 동일 수지 적용 프리프레그형 RAM 개발로 일체성형 가능 ○ 기존 도료형 RAM의 내열성/접착력 문제 해결 및 작업시간 획기적인 단축

□ 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 등록된 2016년 기준 54,828개의 과제 중 무기체계(지상, 항공·우주, 함정) 생존성 관련 과제는 20개<sup>40)</sup>

○ 부처별로 방위사업청(15개), 과기부(4개), 산업부, 교육부가 각 1개

※ 방위사업청은 NTIS에서 검색된 총 과제 577개 중 15개(2.6%)가 해당. 과기부 사업 중 기계연은 정부출연금(주요사업)으로 자체 기획하여 함정 생존성 연구를 수행

○ 연구단계별로는 기초 10개, 응용 8개, 개발 2개로 구성되며, 피격성과 취약성 감소 분야의 연구가 활발함

○ 연구주제별로는 피격성(스텔스 등), 취약성(방호 등), 회복성 순으로 수행

40) 검색방법: NTIS로부터 2016년 전과제 리스트를 제공받아 과학기술표준분류(중분류 중 국방소재, 국방정보통신, 국방플랫폼, 무기화생방/화력탄약), 국가전략기술(중분류 중 '우주항공국방의 성장동력화'), 대표전문기관(기품원, 국방부 등), 키워드(생존성, 피격성, 취약성, 화생방, 증강)에 해당하는 과제 중 과제명이 생존성 기술 분야에 해당하는 것을 추출. 이 중 화생방 관련 기술은 제외

## 4. 미래 생존성 향상 기술

### 가. 지상무기체계

- (국외) 지상 전력의 핵심인 주력전차를 중심으로 스텔스 기술을 전반적으로 도입·강화하고, 수동방호체계에서 능동방호체계로 발전<sup>41)</sup>
- 주력 전차의 부상하는 신기술로 무인화, 스텔스화, 경량화, 능동방호장치<sup>42)</sup> 장착, 파괴력 증진, 기동력 및 기타 혁신을 제시하고 있음. 이 중 생존성 관련 기술은 [표 13]와 같음

[표 13] 세계 주력전차의 생존성 미래기술 개발 동향

구분	주요 내용
스텔스화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (러시아) T-14전차에 주요 발열원을 내부에 장착하여 적외선 신호를 감소시키고, 레이더파 흡수 도료 등 스텔스 설계를 적용</li> <li>○ (미국) 다중 스펙트럼 능력을 가진 위장기술로 가시광선·적외선·광대역 레이더 위협에 대한 방호력과 하이브리드 전기식 엔진 적용을 추진</li> <li>○ (영국) 신기술인 전자위장기술을 적용하여 레이더로 보이지 않는 전차를 개발. 적외선과 가시광선 능동위장체계를 적용하고, 차체를 쉽게 낮추어 은폐</li> <li>○ (스웨덴) 다중분광신호관리기술을 적용한 위장망체계인 바라쿠다를 개발</li> <li>○ (프랑스) 생존성 향상을 위해 1선에 스텔스 방어, 2선에 소프트킬, 4선에 전차를 향해 날아오는 탄을 파괴하는 하드킬 키트 등의 다층방어장치 적용을 검토</li> <li>○ (이스라엘) 투명장갑 같은 첨단 재료를 사용하여 스텔스 기능을 강화</li> </ul>
경량화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (미국) 기존 전차와 보병전투장갑차의 중량의 최소 40% 감소를 목표로 경량화 추진. 모듈식 방호, 경량화된 구성품 및 조절 가능한 방호, 무인체계 연구와 첨단 재료를 차량설계에 통합하는 전략 고려</li> <li>○ (영국) 가벼운 차량에서 120mm 활강포로 사격하는 것을 선호하는 대신 능동방호장치로 두꺼운 수동식 장갑판을 보상</li> </ul>
능동방호장치 장착	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수동방호장갑이 기술적 한계에 부딪힌 상태에서 능동방호장치는 플랫폼 생존성 향상의 대안으로 부상</li> <li>○ (이스라엘) 능동방호장치 설치와 함께 전차 성능개량을 진행. 인근의 능동방호장치 미장착 플랫폼도 방호하는 차세대 능동방호장치 적용도 추진. 전차 설계의 우선순위를 장갑, 파괴력, 기동력 순으로 결정</li> <li>○ (러시아) T-15 전차에 소프트킬 및 하드킬 능동방호장치 장착</li> <li>○ (터키) 능동방호장치 아코르를 개발하여 알타이 전차에 적용</li> <li>○ (미국) 능동방호장치 장착사업을 시작</li> </ul>

41) 강인원 외(2016), 2014~2016 세계 주력전차 획득동향

42) 능동방호장치는 접근하는 적의 대전차 미사일 및 탄체를 먼저 탐지하고 이들과 교전, 파괴. 소프트 킬(soft kill)은 유도교란형이라 하며 적의 유도탄 유도를 교란하고 신속한 회피 기동으로 생존성을 확보. 하드 킬(hard kill)은 대응파괴형이라 하며, 적의 유도탄이 전차를 타격하기 전에 대응탄을 발사하여 무력화시키는 방호 수단

□ (한국) 능동 방호시스템의 지속적 개량 개발 및 지향성 에너지 무기에 대한 대응 방안을 모색<sup>43)</sup>

- 방호기술, 추진 및 타격 기술의 발전이 예상됨. 전차의 능동방호시스템(Soft kill, Hard kill)은 개발된 상태이나, 지속적인 개량 개발이 필요
- 레이저 포 및 전자기 포와 같은 지향성 에너지 무기에 대한 방호기술, 능동형 반응 장갑 기술 개발 필요
- 생존성 향상을 위해 전략 작전 전개력, 기동 융통성, 감지, 피탐 또는 교전 회피가 용이하도록 야전 온도에 맞는 적외선 위장 기술
- 기동전투장비를 자동차나 평범한 물체인 것처럼 기만하여 레이더·적외선·광학 탐지장비에 대한 효과적인 대응책을 마련할 수 있는 스텔스 기술과 무인 포탑 기술

나. 해상무기체계

□ (미국) Naval Science&Technology Strategy

※ 미래 해군력을 선도하기 위해 ONR(office of Naval Research)이 수립한 S&T 기획 보고서로 해상전략방향을 수립하고, 9개 S&T 중점분야를 선정<sup>44)</sup>

- 생존성 향상기술은 「플랫폼 설계 및 생존성」 분야에서 다루어지고 있으며, 플랫폼의 적정성을 추구하는 가운데 피탐성 감소 및 자동복구 기능 강화에 집중
  - Advanced vehicle structures and materials(고성능 함정 구조 및 재료)
  - Rigorous platform performance models(엄격한 플랫폼 성능 모델)
  - Low observable(LO) and counter-LO technologies(저피탐성 및 저피탐성 대응 기술)
  - Soft-kill techniques(공격체계의 탐지신호 교란 등의 소프트킬 기술)
  - Automated response and recovery technologies(자동 응답 및 복구 기술)

43) 국방기술품질원(2016), 2016 국방과학기술조사서

44) 9대 S&T 중점분야: 해상 전투공간에 대한 접근 보장(Assure Access to Maritime Battlespace), 자율성과 무인 체계(Autonomy and Unmanned Systems), 전자기 기동전(Electromagnetic Maneuver Warfare), 원정전 및 비정규전(Expeditionary and Irregular Warfare), 정보 지배-사이버 전술 분야(Information Dominance-Cyber), 플랫폼 설계 및 생존성(Platform Design and Survivability), 동력 및 에너지(Power and Energy), 전력투사 및 통합방어(Power Projection and Integrated Defense), 전투원 성능(War-fighter Performance)

□ (영국) Global Marine Technology Trends 2030 (GMTT2030)<sup>45)</sup>

※ 영국의 선급 Lloyd's Register(LR), 국방 연구 민간업체인 QinetiQ 그리고 선박공학 분야에 권위가 있는 University of Southampton으로 구성된 GMTT2030(Global Marine Technology Trends 2030) 그룹에서 발간한 선박 해양공학기술의 미래 발전 방향에 대한 기술보고서로 함정분야 8대 신기술<sup>46)</sup>을 제시

- 함정의 스텔스 기능을 강화하면서, 최신 첨단기술(빅데이터, HCI, 3D 제조 등)을 활용하여 피탐성, 취약성, 회복성을 향상

[표 14] 신기술분야별 생존성 관련 기술

기술분야	생존성 관련 기술
첨단소재 (Advanced Materials)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전자기 스텔스: 메타물질 구조를 이용하여 플랫폼 표면이 전자기 에너지를 흡수 또는 반사하도록 함으로써 원하는 스텔스 성능을 달성</li> <li>○ 전자전에 대비한 전자기 스텔스 기능을 향상함으로써 맞춤형 전자기 표면 설계 건인, 다양한 위협요소에 대한 대응능력을 향상</li> </ul>
빅데이터 분석 (Big Data Analytic)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 빅데이터 솔루션이 보편화 될수록 함정의 위치 노출, 운용 상태와 목적의 노출 등으로 피탐성, 취약성은 증가될 수 있음<sup>47)</sup></li> </ul>
인간-컴퓨터 상호 작용 (Human-Computer Interaction)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 승조원이 컴퓨터와 연결되어 함정의 운용 상태와 무기체계에 대해 정확하고 빠르게 인식. 이를 통해 함정의 생존력을 전반적으로 향상</li> </ul>
첨단 제조 (Advanced Manufacturing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3D 프린팅 등 신제조기술, 로봇 등 무인화 기술 등으로 인해 획득 비용 감소, 획득 방법의 변화가 예상됨</li> <li>○ 이를 통해 설계의 유연성은 물론, 운용(작전) 중 문제 해결을 위한 융통성 향상에도 기여<sup>48)</sup></li> </ul>
에너지 관리 (Energy Management)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 레이저 방어 시스템, 고출력 레이더, 전자기 레일건, 통합추진체계 등 함정의 에너지 수요는 점차 증가하고 있음. 함정이 손상되었을 때에도 동력을 관리, 전달하기 위한 복구모드</li> <li>○ 함정 생존성을 유지하기 위해 동력시스템에 지속적으로 부품을 조달</li> <li>○ 효과적인 에너지 관리를 통해 신호 감소, 생존성 증대</li> </ul>
인간 능력 증대기술 (Human Augmentation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인간의 능력을 일반적인 수준 이상으로 증대함으로써 피해 인식, 복구 등에서도 속도와 효율성을 증대시킴</li> </ul>

45) Liyyed's Register, QinetiQ, University of Southampton(2016), Global Marin Technology Trends 2030

46) 8대 신기술: Advanced materials(첨단소재), Autonomous systems(무인자율체계), Big data analytics(빅데이터 분석), Human-computer interaction(인간-컴퓨터 상호작용), Advanced manufacturing(첨단제조), Energy management(에너지 관리), Cyber and electronic warfare(사이버전/전자전), Human augmentation(인간능력증대)

47) 역으로, 빅데이터 기술을 활용해 적 함정을 보다 쉽게 탐지할 수 있음

48) 설계 당시 반영되지 못한 생존성 증대 조치에 대해서도 운용 중 보완할 수 있는 유연성 확보 측면에서 의미가 있음. 또한, 설계의 유연성을 높임으로써 향상된 생존성 기술을 빠르게 적용할 수 있음



□ (한국) 신호·소음 저감 및 손상통제 고도화, 내충격 완화 등 피격성과 취약성 향상 기술과 함께 통합생존성 향상에 주력<sup>49)</sup>

○ (수상함체계) 미래함형 개발 및 함 경량화 기술, 네트워크 기반 협동 교전 기술의 발전과 더불어, 피탐신호 저감, 소음 저감, 손상통제 자동화 및 통합생존성 향상 등 생존성 기술의 발전이 두드러질 것으로 예상됨

- 함정 설계, 건조 및 시험평가 전 과정에서 생존성 요구조건이 효과적으로 실현될 수 있도록 통합생존성 차원에서 효과도를 분석하는 통합 생존성 해석, 효과도 분석기술 개발 필요

- 전전기 함정을 실현함으로써 추진체계, 탑재장비, 무기체계 등에 소요되는 동력을 전기로 대체하여 운용 효율성과 생존성 증가 예상

○ (잠수함체계) 고강도 저합금강 복합 선체를 적용하고, 내충격 설계를 고도화하는 한편, 스텔스 기술 제고, 기만기술 제고, 내충격 기술 제고

다. 항공무기체계<sup>50)</sup>

□ (국외) 전반적으로 스텔스·기동성 강화를 통한 피격성 감소에 집중하면서, 고정익은 전자전에 대비한 항재밍·레이더 기술, 회전익은 특수장 등을 통한 내구성·방탄능력 강화에 집중

○ (고정익체계) 기체와 엔진, 항공전자 기술 발전에 따라 다목적 전투기로 발전하는 가운데 피격성 최소화, 전자전 대응 강화

- 최신 항공기는 컴퓨터의 발달과 생존성의 중요성 증대에 따라 스텔스성에 맞는 기체설계에 주력

※ 스텔스 항공기의 경우 전파 반사를 최소화하기 위하여 항공기의 경사면들이 특정 각도를 이루도록 설계되고 있음. 또한 외부는 레이더 흡수 재료를 적용하고, 무장은 기체 내부에 장착하여 기체의 레이더 단면적 증가를 최소화. 배기가스에 의한 적외선을 줄이기 위해 엔진에서 나오는 배기가스를 1차 냉각시킨 후 배출하도록 설계

- 피격성을 최소화하기 위해서는 높은 기동성이 필요. 고공 초음속 비행을 통해 지대공 미사일 사정거리에 머무르는 시간 최소화, 터보팬 엔진을 통해 추적하는 지대공 미사일 회피를 추구. 추력편향 노즐을 사용하여 엔진의 기동효과를 극대화하고, 선회능력을 향상

49) 국방기술품질원(2016), 국방과학기술조사서

50) 국방기술품질원(2017), 2017 세계 방산시장 연감

- 수송기의 경우, 항속거리 및 탑재 능력 증가와 더불어 자체보호용 전자전 능력을 구비. 지대공 위협에 대한 경보 시스템과 이에 따른 대응 수단들이 전투기가 보유하고 있는 능력 수준으로 향상

- 고정익체계의 주요 기술혁신 분야로는 항공전자장치, 헬멧 조준경, 레이더, 수직 이착륙 기술, 전자전 재밍 기술, 스텔스 기술, 공중 정지 비행 기술 등임

※ 가장 발전한 스텔스 기술을 보유한 기종은 미국의 F-35 전투기임. 파이버 매트(fiber mat) 같은 스텔스 도료를 사용하여 레이더 단면적을 최소화함으로써 전투기나 지대공 미사일 추적 레이더로 사용하는 레이더를 무력화하도록 설계됨

○ **(회전익체계)** 신소재 개발 및 전자광학 기술에 힘입어 많은 발전이 예상됨

- 복합재, 세라믹, 특수강의 발명으로 구성품의 기계적 특성이 개선되고 기체의 생존성이 향상될 것임. 방탄소재의 발달로 탄의 위협에도 생존성이 높아질 것으로 예상됨

- 공격 헬기의 무장이 적의 방공포에 노출되는 시간을 줄일 수 있는 일체사격 무장이나 지역제압 무기의 형태로 발전

- 현재 기술혁신 분야로는 진동 및 연료 소비 감소, 소음 공해 감소, 항법, 스텔스 및 무인 능력 도입, 전투 능력 개선, 장비 경량화 등임

- 다목적 헬기는 공대지 공격, 공중 강습, 화물 수송, 감시, 병력 수송 등의 다양한 임무를 수행할 수 있고, 비용 절감 효과 등으로 점차 확산. 이 때 생존성 향상을 위한 성능업그레이드 추진

※ 사례: Airbus helicopter의 자회사인 Helibus는 브라질 육군 항공대 AS365K Panther 헬기 업그레이드시 센서, 플레어(flare) 및 채프(chaff)탄 전개 장비를 탑재할 예정

□ **(한국) 스텔스 기능을 강화하는 한편, 고정익은 전자전 대비 항재밍, 고성능 레이더 탑재 등에 주력하고, 회전익은 능동형 생존체계를 강화**

○ **(고정익체계)** 스텔스 기술 고도화를 통한 생존성 향상, AESA급 레이더 장착 등 통합 고성능 탑재장비 시스템, 고성능·경량화 구조 및 소재 등 생존성 향상과 기동성 강화

- 스텔스 기능은 피탐지성을 최소화하는 기술로 다목적 전투기의 생존성 향상에 필수적 기술

- 저피탐성 향상을 위해 형상설계, 레이더 흡수재료/구조, 선택적 주파수 전파 투과/흡수 복합재, 전파/적외선 동시흡수 재료 등 개발 필요
- 초음속 순항 능력과 무장 탑재 시에도 스텔스 기능이 저하되지 않는 내부무장기술 적용
- 적의 재밍으로부터 아군의 항공기를 보호하는 재밍대응 기술 등 전자전 기술 개발도 요구됨
- **(회전익체계)** 미래의 회전익체계는 고속 및 장거리 운용 능력을 확보하기 위해 회전익과 고정익체계 특성을 혼합한 틸트로터<sup>51)</sup>, 동축반전 방식<sup>52)</sup> 등의 신개념 체계로 발전
  - 회전익기는 대부분의 비행을 저고도에서 수행함에 따라 적에게 쉽게 노출되며 공격을 받기 쉬운 특성을 갖고 있으므로 통합생존체계 필요
  - 기존에는 고효율 내탄/방탄 신소재 개발과 같은 장갑기술 위주의 생존체계였으나, 정밀 유도무기의 증대로 유도무기를 기만하는 채프<sup>53)</sup>, 플레어<sup>54)</sup> 등 능동형 생존체계 기술이 개발되는 추세

## 라. 무인체계<sup>55)</sup>

### □ (미국) 2013~2038 무인체계 통합로드맵

- ※ 미 국방부는 현재의 전투환경에서 무인체계의 군사적 효용성을 확인하고 합동군 구조에 무인기술을 급속하게 통합. 국방부 전반에 걸쳐서 무인체계기술의 지속적인 개발·생산·시험·훈련·운용 및 유지를 위한 비전과 전략을 수립
- 무인체계의 생존성은 다음 다섯 가지 핵심 요소의 상관관계로 결정
  - 탐지 가능성(detectability): 적군에게 발견될 가능성

51) 헬리콥터와 터보프롭의 특성을 겸비한 수직 이착륙 항공기. 날개 양 끝에 로터를 달고 로터의 회전에 의해 수직으로 이륙하고, 순항 비행 중에는 로터 축을 앞으로 경사지게 하여 터보프롭 비행기로서 비행

52) 동심이축(同心異軸)이며 서로 반대 방향으로 회전하는 회전날개에 의하여 양력과 추력을 얻어 비행하는 헬리콥터. 비교적 작은 지름의 회전날개를 가지므로 항공모함탑재용, 무인정찰기용으로 발전하여 왔음. 사용동력에 비하여 양력이 크고 조종성이 좋으며, 정지비행과 저속비행시 비행안정성이 뛰어나. 회전날개 시스템이 기구학적으로 복잡하여 양력대비 항력이 커서 전진속도에 제약을 받아 고속용으로 부적합하다는 단점이 있음

53) 레이더 에너지를 반사시켜 방해하기 위해 공중에 뿌리는 알루미늄 따위의 얇은 금속 반사체

54) 적의 열추적 장치를 이용한 요격을 회피하기 위하여 열교란(주로 마그네슘 조각을 의미함) 장치를 급격하게 산화시켜 후방으로 흐트러 내는 행위

55) 국방기술품질원(2014), 2013~2038 미국의 무인체계 통합 로드맵

- 피격성(susceptibility): 특정 환경에서 요격되거나 재밍 받을 가능성
  - 취약성(vulnerability): 특정 환경에서 요격되거나 재밍을 받았을 때 생존할 가능성
  - 안정성(stability): 이동체가 특정 환경에서 요격되거나 재밍을 받았을 때 의도한 방식으로 신뢰성 있게 운용될 가능성
  - 충격 흡수성(crashworthiness): 충격을 받았을 때 이동체와 그 탑재물이 심각한 손상 없이 생존할 가능성
- 무인체계에 있어서 항상 과제가 되는 생존성 영역은 피격성과 취약성
- 위협에 직면해 있을 때 유인 플랫폼에 있는 대부분의 경고 및 자가 보호 체계를 무인플랫폼에 적용할 수 있으나 일반적으로 이동체는 SWaP-C<sup>56)</sup> 또는 일부에 대해 유인 플랫폼의 기동성을 갖도록 설계되지 못함
  - 무인체계의 경고 및 자가 보호 체계는 모듈의 크기가 유인체계보다 작아 열 문제 해소 필요
  - 전파방해(jamming) 또는 스푸핑(spoofing)<sup>57)</sup>. GPS를 이용할 수 없는 환경 같은 위협에 대응할 항재밍 안테나나 SAASM<sup>58)</sup>용 소형 솔루션 필요
- ※ 일반적으로 무인체계는 유인체계보다 작지만, 레이더 유효 반사 면적이 넓고, IR 및 음향 신호가 커서 탐지하기가 쉬움
- 생존성 체계는 동력이 많이 필요하고 열이 많이 발생되어 무인체계의 작은 모듈에서 RAM<sup>59)</sup> 문제가 발생할 수 있으므로 생존성 체계를 소형화하고 신뢰성과 내구성이 더 우수한 부품으로 동력 소비와 열 발산 개선 필요
- 무인체계의 생존성 요구능력은 위에서 밝힌, 소형화 및 열발생 문제 등을 해결하기 위한 장치, 재료 기술 중심으로 발전

56) Size, Weight, Power and Cooling (크기, 중량, 동력 및 냉각)

57) Spoofing은 '속이다'라는 의미를 가진 단어로, IP Spoofing은 IP를 속여서 공격하는 기법을 의미

58) Selective Availability Anti-Spoofing Module (선택적 가용성 항-스푸핑 모듈)

59) Reliability, Availability and Maintainability (신뢰성, 가용성 및 정비성)

[표 15] 무인체계의 생존성 향상 기술 발전 방향

~2017(단기)	2018~2012(중기)	2022~(장기)
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경보 및 자체 보호 체계(항재밍, SAASM 등) 최소화</li> <li>○ 안테나 개선</li> <li>○ SWaP-C 개선/동력 효율</li> <li>○ 경보 및 자체 보호 체계용 내장 처리 능력</li> <li>○ RF/IR 대응책/슬로 무버 사용</li> <li>○ 경보/자체 보호 체계용 냉각/열 발산</li> <li>○ 다중 스펙트럼 DIRCM(LASER)</li> <li>○ 신호/RCS 감소/저 적외선(IR) 페인트</li> <li>○ 충격 흡수성</li> <li>○ Stellar Navigator(GPS와 다른 항법)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경량 예인 유인체</li> <li>○ 대응책용 더 작고 가벼운 레이더 경고/미사일 경고 수신기 세트</li> <li>○ 전자기 펄스 보호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전자 장치 개선</li> <li>○ 질화물 트랜지스터 기술</li> <li>○ 실리콘 계열 전자장치 대안</li> <li>○ 3D 집적 회로</li> </ul>

□ (한국) 극한환경 생존 기술, 스텔스 기능 강화, 자율화를 통한 충돌 회피 등 무기체계별 생존성 향상 기술 이슈를 도출·대응

- (지상무인전투체계) 스텔스 및 극한 환경 생존(운용 유지) 기술, 다중 임무 운용기술 등을 거쳐 중장기적으로 인공지능 등과 결합한 자율화 기술, 유무인 공동 작전 수행기술, 장기 운용을 위한 추진·에너지 기술 개발
- (해양무인체계) 자율 운항·복귀 기술과 더불어, 복합임무 또는 특수임무 수행을 위한 플랫폼 모듈화가 예상되는 가운데, 다중센서 기반 장애물 탐지/추적, 선박충돌회피, GPS 교란 검출 및 대체 항법 기술 등이 필요
- (항공무인체계) 무인기(UAS<sup>60)</sup>)는 감시·정찰, 대공망 기만·제압, 종심 정밀 타격, 전자전, 표적기 등 다양한 역할을 수행. 무인기 자체가 아군 항공기의 생존성 향상의 수단이면서, 무인기의 생존성 기술도 빠르게 발전
  - 기만용 무인기는 적 레이더와 같은 방공망을 기만하여 교란시킴으로써 아군 항공기의 공격을 지원
  - 공격용 무인기는 레이더, 지상표적, 탄도미사일 등의 전술적 목표물을 파괴하여 아군 항공기의 생존성을 향상

60) Unmanned Aircraft System (무인항공체계)

## 5. 시사점

### □ 앞에서 살펴본 자료를 바탕으로 정리한 주요 생존성 향상 기술

- 생존성 기술은 기동·추진·재료·전자·구조 등 다양한 기능의 강화와 더불어 각 기능간 통합(integration)에 의해 목표 성능을 발휘

[표 16] 무기체계별 주요 생존성 향상 기술

무기 체계	주요 생존성 향상 기술			
	피격성 (susceptibility)	취약성 (vulnerability)	회복성 (recoverability)	기타
기동	<ul style="list-style-type: none"> <li>전자위장(스텔스 도료 등)</li> <li>방사선 차폐</li> <li>낮은 차체</li> <li>유인체(decoys)</li> <li>경량화(기동성강화)</li> <li>플랫폼(발열원 내부 장착 등)</li> <li>전기식 엔진</li> <li>지뢰탐지·폭발물 제거</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신소재 장갑</li> <li>충격방지 특수시트</li> <li>무인포</li> <li>무인화<sup>61)</sup></li> <li>능동방호 및 인근 무기체계와 공동 방호</li> <li>장갑방호</li> <li>지향성 에너지무기에 대한 방호</li> <li>초고속 위협체 방호</li> <li>모듈화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자동소화체계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>방호기술, 추진 및 타격 기술의 발전이 예상되는 가운데, 유무인무기체계간 공동작전 수행 필요</li> <li>무인체계의 경우 극한환경 생존기술, 다중 임무운용기술 필요</li> </ul>
함정	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래(차세대)함형 및 통합마스크</li> <li>함체 재질 개선 (스텔스)</li> <li>전자기 스텔스</li> <li>전전기 추진, 공기불요추진(AIP)</li> <li>탐지신호 교란 등 Soft-kill</li> <li>에너지관리를 통한 소음·신호 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>모듈화·적정기술 플랫폼(복합임무 모듈)</li> <li>함정구조(이중설계, 최적배치 등)</li> <li>방탄 및 내충격</li> <li>함정 재료</li> <li>전투손상통제 자동화</li> <li>선박충돌회피(무인)</li> <li>GPS교란에 따른 대체항법 기술(무인)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platform readiness (위험분석 등 안전가이드)</li> <li>자동응답 및 복구 (자동소화체계 등)</li> <li>손상시 동력 전달 및 복구 기술</li> <li>손상시 동력시스템 부품 조달 체계</li> <li>인간 능력 증대기술 통한 손상 복수 속도와 효율성 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>통합생존성 및 효과도 분석</li> <li>M&amp;S 통한 최적설계</li> <li>수중생존성</li> <li>고성능 무인플랫폼</li> <li>빅데이터 분석 통한 상황 인지력 향상</li> <li>인간-컴퓨터 상호 작용으로 함정상태 빠르게 인식</li> </ul>
항공	<ul style="list-style-type: none"> <li>고기동 비행제어 (추력편향기술)</li> <li>저피탐·대전자전</li> <li>스텔스 기체 설계 및 표면 재료</li> <li>미사일 탐지</li> <li>능동형 재밍 및 항재밍 통신</li> <li>기만용 무인기</li> <li>GPS 없는 환경에서 무인체계의 항재밍 등 비행 솔루션</li> <li>회전익의 능동방호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비행통제체계 중복 설계 및 물리적 분리</li> <li>손상 후 비행기능</li> <li>복합재, 세라믹, 특수강 등 기계적 특성 개선</li> <li>방탄소재 발달</li> <li>무인체계의 열 발생문제 해결</li> <li>충격흡수성</li> <li>전자기 펄스 보호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자가수리 구조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생존성, 고성능 레이더, 경량 구조·소재, 기동성을 종합고려하여 설계·제작</li> <li>전자전 등 미래전 대비 기술 발전</li> <li>지상, 함정무기체계와의 협동 작전</li> <li>전투생존성 강화</li> </ul>

61) 무인화는 경량화를 가능하게 하고, 이로 인해 스텔스 기능 및 능동방호는 보다 중요한 성능으로 자리매김

## □ 시사점 및 향후 과제

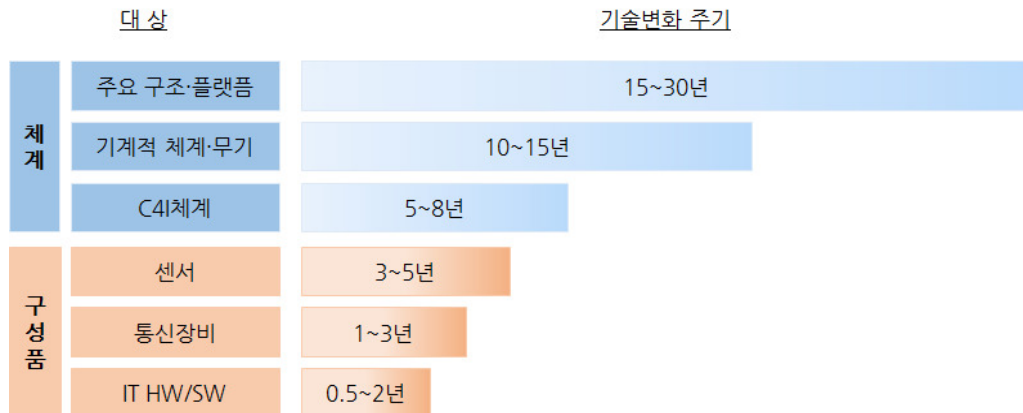
- **(기술)** 기동·함정·항공 무기체계별 특성과 목적에 따라 생존성 향상 기술의 발전 방향이 다른 한편, 스텔스 기술 등 공통 기술도 존재
    - 공통 기술로는 스텔스 기능 강화, 능동방호체계, 전자전에 대비한 재밍·항재밍 기술, 모듈화·복합임무화에 따른 적정·통합 생존성 등
    - 무인기의 발전·확산에 대비한 무인기의 생존성 향상과, 유인 무기체계와의 합동 운영을 통해 무기체계 전반의 생존성 향상을 추구
  - **(정보관리)** 무기체계별 생존성 기술 수준 및 핵심기술 동향의 조사·분석 강화, 이에 대한 체계적 정보관리체계를 구축
    - 「2016 국방과학기술조사서」의 경우 기동과 함정을 제외한 항공·우주, 화력 등 무기체계에서도 생존성 관련 기술 선진국 대비 기술수준 분석 필요
    - 대부분의 무기체계에 필요한 기반 기술이므로 「핵심기술기획서」의 8대 핵심 기술 수준에서 종합적으로 기술 및 과제 도출 필요
    - 생존성 정보는 다양한 무기체계가 속한 다양한 환경속에서 발생함. 신규 무기체계 개발 또는 기존 무기체계의 성능 개선시 이러한 생존성 정보 제공 필요
  - **(전략·기획)** 생존성 향상 공통 기술을 도출하여 공동 기획하고, 기존 무기체계의 개량과 신무기체계 등장에 대비한 종합적·전략적 기획
    - 선진국으로부터의 국방 기술 이전은 점차 어려워지고 있음. 특히, 생존성 기술은 공개나 이전을 하지 않는 분야이므로 지속적인 연구개발 및 시험 평가 역량 확보 필요
    - 스텔스 기술 등 공통기술의 기초연구는 공동 기획·연구가 가능하고, 육해공 및 민간이 공동 기획 및 협동연구
    - 생존성 향상 기술은 위협에 대한 방어수단이기 때문에, 적의 위협 수단이 고도화될수록 생존성 기술도 발전해야 함. 무기체계 공격 수단의 발전에 대응하는 기술전략 수립이 필요
- ※ 지향성 에너지 무기, 사이버전, 자율로봇 및 무인 무기체계 등 다양한 신생 무기 체계의 위협에 대비 필요
- ※ 현재 주력 전차의 진화는 거의 정점에 와 있으며 마지막 유인주력전차가 될 가능성이 높음.<sup>62)</sup> 무인공격수단에 대비한 생존성 향상 기술 필요

62) 강인원 외(2016), 2014~2016 세계 주력전차 획득동향, 국방기술품질원



- 무기체계의 기획·개발·활용은 장기간에 걸쳐 진행되므로 설계단계에서 생존성 향상 기술 적용이 필수적임. 또한, 기존 무기체계의 생존성 수준 향상을 위한 개량 소요 증가에 대비 필요

※ 우리나라 무기체계에 특화된 자체 생존성 수준 평가 및 개량 기술 개발 필요



[그림 5] 무기체계의 구성요소별 기술변화주기<sup>63)</sup>

- **(연구)** 무기체계의 기획, 설계, 성능개선, 유지·보수, 전역 및 폐기(또는 재활용) 등 전주기에 걸쳐 생존성 향상 기술을 통합 개발·관리
  - 생존성 성능은 기획·설계 단계부터 고려되고 있으나, 이에 대한 효과성·적정성은 모의 실험, 실제 유사환경 시험 등을 통해 확인
  - 기술개발과 성능 시험평가가 연계되어야 하기 때문에 선진기관은 기술 개발과 성능시험 기능을 동시에 보유
- ※ 미국(JASP), 영국(QinetiQ) 등 선진국의 사례에서와 같이 각 무기체계별 또는 대부분의 무기체계를 포괄하는 생존성 관련 종합 연구·실험·지원 체계를 구축
- 우리나라 무기체계 개발전략과 연계하여 생존성 향상 기술을 체계적·종합적으로 기획·연구·평가하는 통합 연구개발체계 필요
- **(협력체계)** 생존성 성능은 무기체계의 기획, 개발 및 시험평가, 운용 및 개선 등에 폭넓게 고려되기 때문에 연구개발·시험평가 전문가, 학·연의 기술전문가 그룹, 정부 에이전시, 양산 기업 간 지속적인 소통 필요
- ※ QinetiQ의 경우, 무기 공급사슬과 밀접하게 일함으로써 최첨단 기술확보를 보다 빠르게 진행

63) 이희각 외(2015), 무기체계의 진화적 연구개발 방향, 한국국방발전연구원

- (민간기술과 연계) 국방기술과 민간기술의 수요에 동시 대응함으로써 기술간 융합을 촉진하고 국가·사회적 지속가능한 발전 역량 확보
  - TNO, QinetiQ 등은 무기체계 생존성 향상 기술의 개발·시험평가 뿐만 아니라 민간의 안전·보안·자동화 등 폭넓은 영역에서 RDT&E (research, development, testing and evaluation) 서비스 제공
  - 국방비 지출, 국방R&D 규모면에서 비슷한 영국(QinetiQ)의 사례를 벤치마킹 하여 무기체계 전반의 생존성 향상 기술 및 시험평가 종합 민간기관 육성도 고려해볼 가치가 있음
- ※ 2016년 국방비 지출액(10억 달러): 영국 48.3(7위), 한국 36.8(10위), 네델란드 9.3(25위)<sup>64)</sup>
- ※ 2015년 기준 정부R&D 대비 국방R&D 비중은 한국 13.48%, 영국 16.45%이고<sup>65)</sup>, 같은 해 정부R&D 규모(백만 달러)는 한국 16,700, 영국 15,457<sup>66)</sup>

64) 국방기술품질원(2017), 2017 세계 방산시장 연감(무기체계 시장전망)

65) 국방기술품질원(2017), 2017 세계 방산시장 연감(무기체계 시장전망)

66) 한국과학기술기획평가원(2017), 주요과학기술통계 100선

## <참고문헌>

- 강인원 외(2016), 2014~2016 세계 주력전차 획득동향
- 국방기술품질원(2014), 2013~2038 미국의 무인체계 통합 로드맵
- 국방기술품질원(2016), 2016 국방과학기술조사서
- 국방기술품질원(2017), 2017 세계 방산시장 연감(무기체계 시장전망)
- 국방부(2014), 국방과학진흥정책서
- 김대형 외(2015), “파랑관통형 선형의 저항 및 트림각 감소를 위한 선미 인터셉터 부착효과에 관한 모형시험 연구”, 대한조선학회논문집
- 대한조선학회(2014), 함정
- 방위사업청, 국방기술품질원(2017), '17~'31 핵심기술기획서
- (사)법안전융합연구소(2018), 미래 국방 혁신기술개발 시범사업 기획연구 보고서
- 손서연(2016), 국내 무기체계 산업의 현황 및 주요이슈 점검, 산은조사월보
- 이희각 외(2015), 무기체계의 진화적 연구개발 방향, 한국국방발전연구원
- 정정훈 외(2018), “국내의 생존성 기술 현황 및 발전방향”, 2018 한국군사과학기술학회
- 한국과학기술기획평가원(2017), 주요과학기술통계 100선
- 한국기계연구원(2012), 수상함 전투효율 및 생존성 향상을 위한 Survivability Design 핸드북
- Michael Gregory Balchanos(2012), A Probabilistic Technique for the assessment of complex dynamic system resilience, A Thesis Presented to The Academic Faculty, Georgia Institute of Technology
- Lloyed's Register, QinetiQ, University of Southampton(2016), Global Marin Technology Trends 2030
- ONR(2015), Naval S&T Strategy

## <웹페이지>

- 국방부([www.mnd.go.kr](http://www.mnd.go.kr))
- 국방과학기술용어사전, 위키피디아, 네이버사전(주요 용어 검색)
- ARL(<http://www.arl.army.mil/www/default.cfm>)
- DSIAC(<https://www.dsiac.org/>)
- JAS(<http://jasp-online.org/>)
- TNO(<https://www.tno.nl/en/>)
- QINETIQ([www.qinetiq.com](http://www.qinetiq.com))
- Andrew J. Blanche(2014), “PL-01 Hi-Tech Stealth Tank”, Tech & Facts(<http://www.techandfacts.com/>)
- Lockheed Martin(<https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/f-22.html>)
- Sam Davis(2015), “U.S. Navy's DDG 1000, Incorporating an Integrated Power System, Will Make Waves”, Power Electronics(<http://www.powerelectronics.com>)

## <언론보도>

- 인사이트(2017), “대한민국 군대가 보유한 역사상 가장 비싼 무기 5가지”
- 중앙일보(2017), “광속으로 찾아내 공격한다. 전투기 레이더(AESA)개발 순항, 1차 관문 넘어”
- The Security Fact(2018), “한국이 낳은 세계적인 명품무기, 삼성테크윈의 K9 자주포”
- 연합뉴스(2018), “중국 핵잠수함, 너무 ‘시끄러워’ 일본에 발각되는 수모”
- 조선일보(2018), “A-10 선더볼트 II”

## 기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 91 국방분야 생존성 향상 기술 동향

| 발행인 | 박천홍

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2018.8.

| 기획·편집 | 연구전략실

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7263(연구전략실)

