

미래국방에 대비한 원천기술 확보 및 기반 마련을 위한
기획연구에 관한 연구

연구기관 : 한국전자통신연구원

2017. 12. 31.

과 학 기 술 정 보 통 신 부

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 미래창조과학부의 공식견해가
아님을 알려드립니다 .

과학기술정보통신부 장관 유 영 민

제 출 문

과 학 기 술 정 보 통 신 부 장 관 귀하

본 보고서를 “ 미래국방에 대비한 원천기술 확보 및 기반 마련을 위한 기획연구
에 관한 연구 ”의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 12. 31.

목 차

1장 서론	1
1.1. 연구 배경 및 목적	1
1.1.1. 연구 배경	1
1.1.2. 연구 목적	1
1.2. 연구 범위	2
 2장 미래 전장양상의 변화와 미래국방 전망	3
2.1. 미래 전장양상의 변화	3
2.1.1. 국방과학기술분야 발전 추세	3
2.1.2. 타 국가의 미래국방 운영개념 사례	7
2.2. 무기체계 분야별 기술발전 추세와 미래국방 전망	16
2.2.1. 지휘통제·통신	16
2.2.2. 감시·정찰	19
2.2.3. 기동	21
2.2.4. 함정	23
2.2.5. 항공·우주	24
2.2.6. 화력	26
2.2.7. 방호	28
2.2.8. 국방 M&S 체계 및 국방 SW 체계	30
2.2.9. 미래전장 환경의 예측 및 미래국방의 개념	32

3장 미래국방 관련 국내·외 현황조사 및 시사점	35
3.1. 미국 사례	35
3.1.1. 미국 민군기술협력 정책 기조	35
3.1.2. 미국 민군기술협력 사업종합	36
3.1.3. 미국 민군기술협력 세부현황: DIU _X 제도 사례	38
3.1.4. 미국 민군기술협력 세부현황: CRADA도 사례	41
3.1.5. 미국 국방과학기술 연구 동향	45
3.2. 이스라엘 사례	49
3.2.1. 이스라엘 민군기술협력 정책 기조	49
3.2.2. 이스라엘 민군기술협력 사업종합	50
3.2.3. 이스라엘 민군기술협력 세부현황: MAGNET사업 사례	51
3.2.4. 이스라엘 민군기술협력 세부현황: MEIMAD사업 사례	54
3.2.5. 이스라엘 국방과학기술 연구 동향	55
3.3. 프랑스 사례	59
3.3.1. 프랑스 민군기술협력 정책 기조	59
3.3.2. 프랑스 민군기술협력 사업종합	61
3.3.3. 프랑스 민군기술협력 세부 현황: ASTRID 프로그램	62
3.3.4. 프랑스 민군기술협력 세부 현황: RAPID 프로그램	64
3.3.5. 프랑스 민군사업 세부 현황: 민군협력연구	66
3.3.6. 프랑스 국방과학기술 연구 동향	67
3.4. 국내 유관부처 현황	70
3.4.1. 국방 특화연구실 현황	70
3.4.2. 출연(연) 국방 R&D 관련 조직 현황	71
3.4.3. 출연(연) 강점 연구 분야	72
3.4.4. NTIS 내 유관기술 R&D 현황	73
3.4.5. 문제점 진단	77
3.5. 국내·외 사례조사를 통한 시사점	78

4장 미래국방 관련 문제점 진단	80
4.1. 국방연구 개발 관련 사업 현황 및 최근 동향	80
4.1.1. 국방연구개발 사업현황 및 최근 동향	80
4.1.2. 민군기술협력 사업현황 및 최근 동향	88
4.1.3. 최근의 미래국방 관련 정책기조	95
4.2. 미래국방 관련 문제점 진단	99
4.2.1. 연구현장 관점의 문제점	99
4.2.2. 유관부처 관점의 문제점	105
4.3. 민군 분야 전문가 Pool 구성 및 운영	107
4.3.1. 민군 분야 전문가 Pool 구성	107
4.3.2. 전문가 Pool 운영	109
 5장 미래국방 원천기술 확보 및 기반마련 추진 전략	 118
5.1. 미래국방 비전 및 목표	118
5.1.1. 미래국방 추진 방향	118
5.1.2. 미래국방 비전 및 추진과제	120
5.2. 추진 전략 1: 국가 R&D와 국방 R&D간 협력 활성화	121
5.2.1. (가칭)미래국방 기초·원천기술 개발제도 신설	121
5.2.2. 민군간 보유기술 정보 공유체계 구축	125
5.2.3. 국가 R&d 관련 위원회 내 국방기관 참여 활성화	128
5.3. 추진 전략 2: 국방 R&D 시스템의 개방성 확대	130
5.3.1. 소요 기획 단계에서의 산·학·연 상설협의체 운영	130
5.3.2. 수요 독립적 기술기획체계 활성화	134
5.2.3. 국방기관내 Spin-On 전담조직 운영	136
5.4. 추진 전략 3: 민군기술 협력 활성화 기반 강화	139
5.4.1. 민군기술협력 활성화를 위한 법적 근거 마련	139
5.4.2. 민군연구기관과 국방연구기관 간 교류협력 활성화	142

5.5. 추진 전략 4: 과학기술정보통신부 주도의 국방 기초·원천연구추진	146
5.5.1. 미래 국방 기술 확보 전략	146
6장 미래국방 R&D 중점 추진 분야 도출	147
6.1. 선정 기준	147
6.2. 미래국방 R&D 10대 중점 추진 분야	148
6.2.1. 무인화	148
6.2.2. 인공지능	150
6.2.3. 뇌-컴퓨터 인터페이스	152
6.2.4. 에너지 무기	153
6.2.5. 초연결(IoT/IoE)	155
6.2.6. 사이버 보안	158
6.2.7. 신 소재	160
6.2.8. 차세대 배터리	163
6.2.9. VR/AR/MR	165
6.2.10. 생화학	167
6.3. 미래국방 기초·원천 R&D 조사 기획 연구 RFP(안)	170
8장 결론	171
참고 문헌	174

| 표 목 차 |

<표 2-1> 국방과학기술분야 발전 추세	4
<표 2-2> 미 육군의 예상 위협 요소 및 향후 운영 환경	8
<표 2-3> 미국의 미래작전환경 특징과 그 내용	8
<표 2-4> 미래 발전 가능성이 높은 분야와 그 특징	10
<표 2-5> 미 공군 운영민첩성 확보를 위한 국방 운영 개념	11
<표 2-6> 캐나다 공군 향후 기능적 영역	12
<표 2-7> 캐나다 공군 미래 작전 운용	13
<표 2-8> 뉴질랜드의 미래 영토 운용환경 주요 11개 분야	15
<표 2-9> 미래 전장 환경에서의 소요 기술 예시	34
<표 3-1> 미국의 국방예산과 국방연구개발비 추이	36
<표 3-2> 국방 목록화 및 표준화 법에서의 국방부 장관의 표준화 의무 사항	36
<표 3-3> 미 국방부의 민군기술협력 관련 사업 현황	37
<표 3-4> DIUx를 통한 획득절차와 일반 획득절차와의 비교	39
<표 3-5> DIUx 사업의 전 주기 수행체계	39
<표 3-6> CRADA의 기대 효과	42
<표 3-7> Military-Use CRADA의 개념	43
<표 3-8> 미 국방부 산하 기관의 CRADA 적용 시 고려 사항	43
<표 3-9> CRADA 단계별 수행 내용	44
<표 3-10> 미국의 분야별 국방과학기술 연구 동향	47
<표 3-11> 이스라엘 산업무역노동부 수석과학자실의 R&D 추진단계	50
<표 3-12> 이스라엘의 민군기술협력 관련 사업 내역	50
<표 3-13> MAGNET 사업의 지원 시 전제조건	52
<표 3-14> MAGNET 사업의 컨소시움 운영원칙 : Model Principles	52
<표 3-15> MAGNET 위원회 구성내역	53
<표 3-16> MAGNET 사업의 주요 특징	53
<표 3-17> MEIMAD 위원회 구성내역	54
<표 3-18> MEIMAD 사업의 정부 지원비율	55

<표 3-19> 이스라엘의 분야별 국방과학기술 연구 동향	57
<표 3-20> 프랑스 병기본부의 임무·기능 변화	60
<표 3-21> 30-year Plan(PP30) 및 민군기술협력 간 관계도	61
<표 3-22> 프랑스의 국방 R&D 예산구조별 민군기술협력 예산 내역(2012년)	61
<표 3-23> 프랑스 병기본부 및 국립연구청 간 민군기술협력 확대 추이	63
<표 3-24> ASTRID 사업의 예산지원 기준	64
<표 3-25> 프랑스 ASTRID 프로그램의 선정내역	64
<표 3-26> RAPID 사업의 예산지원 규모	65
<표 3-27> RAPID 사업의 예산투입 비율(2010년)	65
<표 3-28> 민군협력연구(Recherche-duale) 수행내역	66
<표 3-29> 민군협력연구(Recherche-duale) 내 중소기업 수행과제 비율	66
<표 3-30> 프랑스 국립우주연구센터의 민군협력연구 추진내역	67
<표 3-31> 프랑스의 분야별 국방과학기술 연구 동향	69
<표 3-32> NTIS 내 국방 유관분야 R&D 현황 종합(2015년 기준)	73
<표 3-33> NTIS 내 국방 유관분야 R&D 현황 목록(2015년 기준)	73
<표 3-34> 국내·외 민군기술협력사업 추진현황과의 비교 및 주요 특징	78
<표 4-1> 국방기술개발사업 형태별 소개	81
<표 4-2> 2017~2031 대상 핵심기술과제 현황	82
<표 4-3> 일반기초연구 특성	83
<표 4-4> 순수기초연구 특성	83
<표 4-5> 국제공동기초연구 특성	83
<표 4-6> 특화연구실 특성	84
<표 4-7> 특화연구센터 특성	84
<표 4-8> 응용 연구 특성	84
<표 4-9> 시험개발 특성	85
<표 4-10> 글로벌 국방부 지출 추이(1988년 ~ 2016년)	86
<표 4-11> 글로벌 정부R&D예산 대비 국방R&D예산 비율	87
<표 4-12> 민군기술협력사업의 주요 추진 경과	88
<표 4-13> 민군겸용기술개발사업과 민군기술협력사업의 참여부처 비교	90

<표 4-14> 민군기술협력사업 세부사업별 정의	90
<표 4-15> 민군기술협력사업 촉진법 상의 민군기술협력 전담기구의 임무	92
<표 4-16> 2016년 민군기술협력사업 정부 투자 계획	93
<표 4-17> 2016년 민군기술협력사업 세부사업별 추진 계획	94
<표 4-18> 국방과학기술진흥정책 상 민·군기술협력 활성화 이행과제	96
<표 4-19> 민군기술협력(Spin-On) 활성화를 위한 제도개선 방안 사례	97
<표 4-20> 정출연의 국방기술개발사업 참여 저해요인 종합	99
<표 4-21> 국방핵심기술연구개발사업 추진 체계	100
<표 4-22> 방위사업관리규정 상 국방핵심기술소요검토 관련 규정	101
<표 4-23> 국방 연구개발사업에 의한 지식재산권 소유권에 대한 방위사업법 개정 조항	102
<표 4-24> 전문연구기관에 대한 핵심기술과제 수의계약 근거 조항	103
<표 4-25> 방위사업법 상 성실실패제도 근거 조항 추가내역	104
<표 4-26> 민군기술협력사업 촉진법 시행 상 부처별 투자비율 의무화 근거	105
<표 4-27> 제3차 과학기술기본계획(2013 ~ 2017) 상 민군기술협력 관련 주요 정책과제 사례	106
<표 4-28> 미래국방 R&D 활성화 방안 토론회 행사 신문 기사	110
<표 5-1> 2017년도 국방연구개발예산 내역	121
<표 5-2> ADD 국방고등기술원의 4차 산업혁명 관련 9대 추진 전략	121
<표 5-3> (가칭)미래국방 혁신기초원천기술 개발사업 추진 방안	122
<표 5-4> 현 방위사업관리규정 상 소요기획단계의 개발 가능성 검토 조항내역	125
<표 5-5> 방위사업관리규정 상 국조서 작성 근거 조항	125
<표 5-6> 현행 산업융합발전위원회 및 4차 산업혁명위원회 운영 현황	128
<표 5-7> 스마트 국방을 위한 4차 산업혁명 대응 계획	128
<표 5-8> 국방기술기획 방식 비교	135
<표 5-9> '15년 출연연 기술조사 결과 기술성숙도 수준 분포 내역	136
<표 5-10> 무기체계 개발 시기 및 민간 기술의 완성도에 따른 후속조치 방안 사례	138
<표 5-11> 민군기술협력사업 촉진법 시행령 상 부처별 투자비율 의무화 근거	

<표 5-12> (가칭) 민군기술협력 기본법 제정(안)	141
<표 5-13> ADD와 연구회 소관 출연연간 인력교류 가이드라인 조항 구성 ...	142
<표 5-14> 출연연과 ADD간 인력교류 활성화 방안 사례	143
<표 5-15> 국방과학연구소법 상 ADD 연구자의 참여범위	144
<표 5-16> 출연연과 ADD간 인력교류 활성화 정책 추진계획 사례	145
<표 6-1> 주요국 무인로봇 분야 동향	149
<표 6-2> 무인화 분야 미래국방 기술개발과제 사례	150
<표 6-3> 주요국 인공지능 분야 동향	151
<표 6-4> 인공지능(AI) 분야 미래국방 기술개발과제 사례	152
<표 6-5> 에너지무기 분야 미래국방 기술개발과제 사례	155
<표 6-6> 주요국 초연결 분야 동향	157
<표 6-7> 초연결(IoT/IoE) 분야 미래국방 기술개발과제 사례	158
<표 6-8> 사이버 보안분야 미래국방 기술개발과제 사례	160
<표 6-9> 신소재 분야 미래국방 기술개발과제 사례	162
<표 6-10> 가상현실과 증강현실 개념 구분	165
<표 6-11> VR/AR/MR 분야 미래국방 기술개발과제 사례	167
<표 6-12> 생화학 분야 미래국방 기술개발과제 사례	169

| 그림 목차 |

[그림 2-1] 미래전에서의 네트워크 중심의 운용 개념도 사례	7
[그림 2-2] 지휘통제체계 분야 기술발전 방향	17
[그림 2-3] 사이버 무기체계 분야 기술발전 방향	17
[그림 2-4] 전술통신체계 분야 기술발전 방향	18
[그림 2-5] 레이더체계 분야 기술발전 방향	20
[그림 2-6] 수중감시체계 분야 기술발전 방향	20
[그림 2-7] 기동전투체계 분야 기술발전 방향	21
[그림 2-8] 지상무인전투체계 분야 기술발전 방향	22
[그림 2-9] 개인전투체계 분야 기술발전 방향	22
[그림 2-10] 해양무인체계 분야 기술발전 방향	23
[그림 2-11] 항공무인체계 분야 기술발전 방향	24
[그림 2-12] 우주무기체계 분야 기술발전 방향	25
[그림 2-13] 유도무기체계 분야 기술발전 방향	26
[그림 2-14] 특수무기체계 분야 기술발전 방향	27
[그림 2-15] 방공무기체계 분야 기술발전 방향	28
[그림 2-16] 화생방 무기체계 분야 기술발전 방향	29
[그림 2-17] 국방 M&S 체계 분야 기술발전 방향	30
[그림 2-18] 국방 S/W 체계 분야 기술발전 방향	31
[그림 2-19] 미래전에서의 요구능력 사례	32
[그림 2-20] 미래 전장환경 전망	33
[그림 3-1] 미국의 8대 무기체계 분야별 수준 및 순위	46
[그림 3-2] 미국의 26개 무기체계별 수준 및 순위 분포	47
[그림 3-3] 이스라엘의 8대 무기체계 분야별 수준 및 순위	56
[그림 3-4] 이스라엘의 26개 무기체계별 수준 및 순위 분포	57
[그림 3-5] 프랑스의 국방 R&D상 민군기술협력 프로세스	62
[그림 3-6] 프랑스의 8대 무기체계 분야별 수준 및 순위	68
[그림 3-7] 프랑스의 26개 무기체계별 수준 및 순위 분포	68

[그림 4-1] 무기체계 연구개발과 국방기술개발과의 연계도	80
[그림 4-2] 글로벌 국방비 지출 추이(1988년 ~ 2016년)	86
[그림 4-3] 민군기술협력 사업의 전체 추진체계	91
[그림 4-4] 국방과학기술 비전 및 정책목표	95
[그림 4-5] 제2차 민군기술협력사업 기본계획(안)의 기본방향과 정책과제	97
[그림 4-6] 공개대상 핵심기술과제 정보 확대 사례	102
[그림 4-7] 전문연구기관 활용 업무 수행 절차도	103
[그림 5-1] 미래국방 비전 및 추진과제	120
[그림 5-2] 기술수준 및 연구기반지수를 적용한 유망 기술분야 식별 내역 ..	123
[그림 5-3] 범 국가적 유망기술의 국방DB 통합관리체계 운영개념	127
[그림 5-4] 무기체계 소요기획 및 국방기술기획 관련 법규정 내역	130
[그림 5-5] 국방핵심기술개발과제 기획체계	134
[그림 5-6] 출연연별 보유기술의 기술개발 단계별 분류 내역	136
[그림 5-7] 우수 민간기술의 국방분야 활용방안 사례	137
[그림 5-8] 출연연과 ADD간 인력교류 활성화 방안 설명회	142
[그림 6-1] 차세대 배터리 기술 후보군	163
[그림 6-2] 세계 플렉서블 배터리 시장 전망	164
[그림 6-3] 기술영역별 화생방 무기체계 발전방향	168

제1장 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

1.1.1 연구 배경

- 한반도는 세계 군사대국의 견제와 대립의 현장으로 자주 국방력 강화가 필수
- 저출산에 따른 인구절벽과 국방개혁 기본 계획에 따라 미래 군병력 감소 불가피
- 국방 예산 증가율 정체로 예산의 효율적 활용이 긴요
- 북한의 핵개발, ICBM 시험발사 등에 따른 실존 위협 증가 및 이에 따른 북한 대비 국방력의 전략적 우위 상실
- 첨단 과학 기술 기반의 전쟁으로 육·해·공의 전통적 전장에서 우주 및 사이버까지 확장하는 전장 공간의 변화
- 장거리 정밀 타격, 무인기, 에너지 무기 등 新무기체계 등장 및 활용 증가
- 실시간 정보 공유 및 고효율 무기를 통한 통합 스마트戰으로 전장 양상 변화
- 미국, 이스라엘, 프랑스 등 주요국들은 과학 기술 혁신을 통한 자주 국방력 확보 추진
- 이에 따라 안보 현안에 능동적으로 대응하고 미래 전장 환경 변화에 효과적으로 대응할 수 있도록 과기정통부 등 민간부처와 국방부처간 협력을 통해 미래 국방을 위해 요구되는 군 수요를 적기에 대응하기 위한 원천기술 확보 전략 수립이 필요함

1.1.2 연구 목적

당면한 국가 안보위협에 대응하고, 미래 전장양상에 시급하게 요구되는 미래국방 기술 수요를 적기에 대응하기 위한 원천기술 확보 전략 수립

1.2. 연구 범위

○ 본 연구의 범위는 다음과 같음.

분야 1 - 미래국방 현황 및 최근의 환경 변화

- ☞ 국방 분야 기술개발 현황 및 주요 특징
- ☞ 미래국방의 전장 양상 변화 및 미래 국방 전망
- ☞ 정부의 미래국방 관련 정책기조와 문제점 및 시사점 도출

분야 2 - 미래국방 관련 국외 동향 및 시사점

- ☞ 미국 사례
- ☞ 이스라엘 사례
- ☞ 프랑스 사례
- ☞ 타 국가의 미래국방 환경의 변화와 기술 동향
- ☞ 사례조사를 통한 시사점

분야 3 - 미래국방 R&D 활성화를 위한 추진전략

- ☞ 미래국방 비전 및 목표
- ☞ 민군분야 산·학·연 전문가 Pool 구성 및 운영
- ☞ 미래국방 원천기술 확보를 위한 추진체계 및 추진전략 수립
- ☞ 미래 국방 R&D 중점 추진 분야 및 과제 도출

제2장 미래 전장양상의 변화와 미래국방 전망

2.1. 미래 전장양상의 변화

2.1.1 국방과학기술분야 발전 추세¹⁾

1 미래전 양상의 변화 개요

- 미래전 양상은 첨단과학기술의 발전에 기반으로 하여 군사적 임무를 보다 적은 비용으로 보다 멀리(farther), 보다 빠르게(faster) 그리고 향상된(better) 수준으로 달성할 수 있는 방향으로 전개될 것으로 전망됨.
- 예를 들어, 컴퓨터, 센서, 통신, 정보처리 시스템 등 정보기술은 향후에도 혁신적으로 발전하여 초소형 및 나노기술로 대표되는 소형화 기술도 전쟁양상의 변화를 가져올 핵심적인 동인으로 대두되고 있음.
- 실시간 정보수집 및 전달, 신속한 무기체계의 배치 및 항당, 연속작전능력 등 지휘통제체계 능력의 확장으로 모든 전투요소가 네트워크 체계로 결합되어 전쟁을 수행하는 네트워크 중심전이 확산될 것임.
- 군사적 측면에서 정보감시정찰(ISR) 및 C4I 체계 이외에도 정밀타격·생화학무기 등 물리·화학적 군사능력도 근본적인 변화가 발생될 것으로 전망됨.
- 생명공학기술은 유전자 표식 또는 혈액 내의 화학적 신호 등을 활용한 피아식별, 선택적 반응 등의 개념으로 발전이 예상됨.
- 무인정찰기는 더욱 소형화되고 대량생산 기술의 효율성 향상에 따라 규모의 경제가 이루어질 수 있음. 이로 인해 다수의 초소형 공중센서 또는 소형 탐지로봇이 감시망을 구축하여 정보수집 임무를 수행하고, 곤충 등 생체기능을 모방한 생체모방형 로봇수준으로 발전이 예상됨.
- 정밀타격 능력은 탄약의 지능화, 유도기술의 향상, 사정거리 연장, 화력집중 능력의 향상, 전천후 작전 능력 보장 등으로 발전이 예상됨.
- 다음 <표 2-1>은 이와 같은 미래전이 이루어질 수 있는 국방과학기술의 발전 추세를 나타낸 것임.

1) 본 절의 내용은 “국방기술품질원, 「미래 무기체계 핵심기술(일반본)」, 2016.12”의 관련 내용을 발췌하여 제시한 것임.

<표 2-1> 국방과학기술분야 발전 추세

구분	주요 내용
전장감시체계 (전장감시화)	- 감시성능 : 제한적 표적탐지 → 근실시간 고해상도 영상 → 전장가시화 실현 - 감시범위 : 전술적/작전적 수준 → 전략적 수준(네트워크 이용, 전장특성 고려하여 임의 확장 가능)
지휘통제체계 (정보공유화)	- 정보 전파범위 : 전술적·지역적·제한적 → 전략적·지구적·무제한적 - 정보 전파속도 : 수일 또는 수시간 → 수분 또는 수초 - 통제 대상 : 전투원/유인체계 무인체계/유무인 통합 작전 → 무인체계/유무인 통합 작전 - 정보 판단 : 단순 의사결정 지원 → 방책자동 생성
타격체계 (초고속/장사정/정밀화)	- 정확도 : 현재 3m 이내 수준 → 미래 오차 ≤ 0 (초정밀 복합센서 활용) - 정밀타격무기의 사정거리 : 수천km → 전지구 신속타격체계 - 스텔스 표적 공격능력, 표적에 대한 선별/집중공격능력 등 정밀유도무기 능력 지속 향상
복합체계	- 표적발견 → 무기할당 → 타격 → 평가 → 임무 재할당의 전투행위 사이클을 실시간 처리 ①표적을 보다 먼저, 보다 멀리서 발견, ②적의 사정거리 밖에서 먼저 발사하여, 먼저 명중시키고, ③보다 신속히 타격 결과를 평가하여, ④효과 미달성 시 보다 빨리 임무 재개, ⑤최소 희생 및 파괴로 보다 스마트한 승리 성취 가능

자료 : 국방기술품질원, 「미래 무기체계 핵심기술(일반본)」, 2016.12

- ☐ 미래의 전장양상은 크게 (1)전장공간 측면, (2)전투수단 측면, (3)전투형태 측면 등에서 기존의 전투양상과 근본적으로 재편될 것으로 전망됨.

2 미래의 전장공간 양상

- ☐ 첫째, 미래전에서는 사이버 공간도 전장공간으로 확대되어 적 정보체계를 파괴 또는 마비하고 아군의 정보체계를 보호하는 정보작전이 전반적인 전세를 결정하는 핵심 요소로 대두되고 있음.
- 보호대상 정보자산은 작전 대상이 군사 및 비군사 부분을 모두 포함하고, 작전 시기도 전·평시 모두를 대상으로 하며, 수단 또는 물리적 파괴수단과 함께 전자심리적 수단 등으로 확대됨.
- ☐ 둘째, 미래전에서는 우주 공간도 전장공간으로 확대되어 그 동안 지상작전, 해상 및 수중작전, 공중작전을 지원하는 수단에서 우주를 독자적인 전쟁영역으로 활용하는 개념으로 확대됨.
- 미래에는 우주환경을 전 방위적 차원, 지구적 차원으로 활용하는 개념으로서 우주에 기반을 두는 다양한 무기체계의 개발과 함께 그 중요성은 더욱 증가할 전망이다.
- 예를 들어, 미래전의 핵심인 C4I체계와 통신체계는 위성을 활용하여 광역화될 것임.

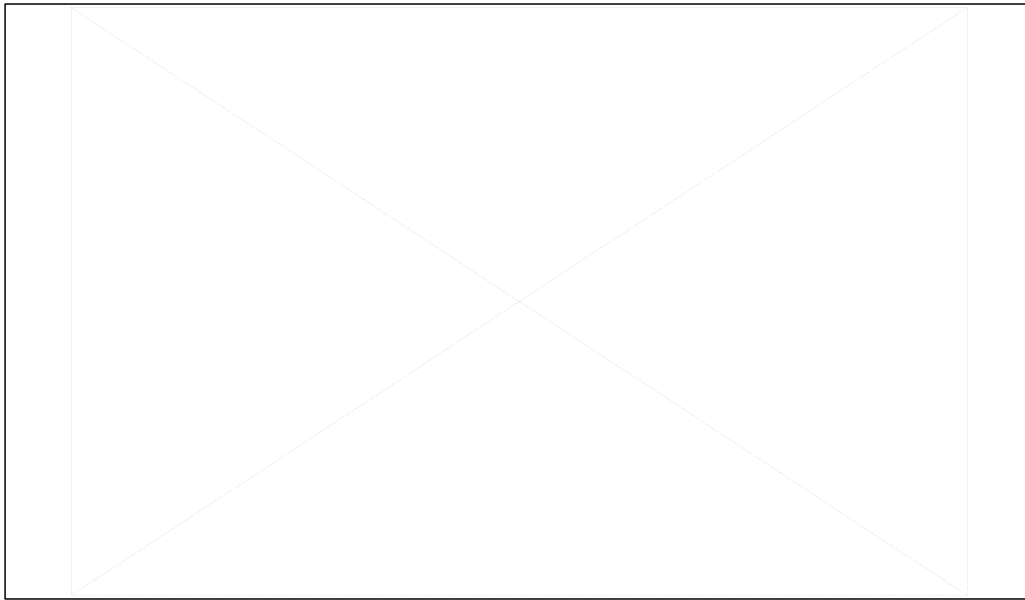
3 미래의 전투수단

- 과학기술의 발전에 따라 전투수단 측면에서 장거리 정밀타격체계의 중요성은 증가되고 무인체계, 신개념 무기체계, 생명공학체계의 활용 증가 등이 예측됨.
- 우선, 정밀타격체계의 장거리화, 초정밀화, 파괴력 및 신속성의 증가는 전장공간을 확대하고 비선형 전투로의 변화를 가속하며, 평시 전쟁억제력 및 전시 전략적 마비력 발휘의 핵심수단으로서 미래전 수행의 핵심으로 대두됨.
- 인공위성 및 무인기 등을 통해 전장을 원거리까지 감시정찰에서 정보를 획득하고, 첨단 C4I체계를 통한 분석, 판단으로 미래에는 정밀타격체계에 임무를 할당하는 일련의 전투행위 순기가 현재대비 10대 이상 빨라져 전투효과가 크게 증가될 것임.
- 둘째, 최소한의 인명피해로 작전을 수행하는 노력이 강화되고, 인구의 감소에 따른 병력자원 대체 시급성이 대두되어 무인체계가 군사부문에 광범하게 적용될 것으로 예측됨.
- 특히, 무인체계는 획득 및 유지비용 측면에서 유인체계에 비하여 저렴하고, 위험도가 높거나 인명피해가 예상되는 전투상황에서 광범위하게 활용될 수 있음.
- 셋째, 미래 전쟁양상을 변화시킬 수 있는 다양한 신개념의 무기체계가 등장하여 기존 무기체계로는 곤란하였던 적의 기반 인프라를 마비하거나 타격을 주는데 직접적으로 활용할 수 있음.
- 전자기파(EMP) 무기는 적의 전자정비를 파괴 또는 오작동을 유도하는 무기체계로서 적의 지휘통신체계, 감시체계, 사격통제체계, 컴퓨터·시설 등을 마비시키고, 통신, 금융, 방송, 전기시설 등 기반시설을 단시간 내에 무력화시킬 수 있음.
- 고출력 마이크로파(HPM)은 초고출력파로 전자장비 또는 전자파 운용장비를 물리적으로 파괴하는 무기체계 불특정 다수의 적 전자장비에게 타격을 줄 수 있음.
- 탄소섬유탄은 전도성 탄소섬유를 살포하여 전력전송선을 단락방전시켜 전력공급 기능을 마비시키는 무기로서 전쟁지도부, 군수시설, 산업시설 등 전력에 의존하는 시설을 무력화할 수 있음.
- 고에너지레이저(HEL; High Energy Laser)는 강력한 레이저광을 목표물에 조사하여 표적으로 손상 또는 파괴시키는 무기체계로서 적 미사일 요격, 지상표적의 타격, 항공기 공격 등에 활용할 수 있음.

- 넷째, 생명공학체계의 활용도가 증가되어 신개념의 생화학 무기의 발전을 전인할 수 있음.
- 유전자 표식 또는 혈액 내의 화학적 신호 등으로 피아를 식별하여 선택적으로 작용하는 선택적 작용제를 활용될 수 있음.
- 특정 신호 또는 특정 환경에서만 작용하는 화학작용제가 개발, 활용될 수 있음.
- 세균과 곤충 등의 생체기능을 모방하여 탐지, 기동, 통신이 가능한 소형장비를 개발하여 전장공간에서 은닉성을 기반으로 다양한 작전에 활용될 수 있음.

4 미래의 전투형태

- 미래의 전투형태는 크게 비선형적 분산 및 탈대량화 전투, 네트워크 중심의 전투, 운용 중심의 전투 방식이 이루어질 수 있을 것으로 전망됨.
- 첫째, 비선형적 분산 및 탈대량화 전투가 이루어져 광범위한 지역에서 소규모 부대들이 모부대로부터 분리되어 독립적이고 효율적으로 전투 수행이 이루어질 수 있을 것임.
- 첨단 정보체계 기반으로 광역 고정밀 전장파악(ISR)이 이루어지고, 실시간으로 정보가 공유하며(C4I), 장사정 고정밀 타격수단의 활용이 뒷받침되어 전투형태의 근본적인 변화가 이루어질 수 있을 것임.
- 둘째, 네트워크화 된 전력을 활용한 전투가 이루어져 정보와 상황인식을 공유하고, 전체 전력의 통합 활용을 가능하게 하여 막대한 작전수행 효과를 창출할 수 있음.
- 기본적으로 정보기술의 획기적인 발전에 따라 기존 플랫폼 중심의 전투에서 네트워크 중심의 전투로 변환되어, 분산배치된 무기/부대를 효율적으로 활용될 수 있음.
- 전투 참여요원들의 공유지식을 증가시켜 피아상황 및 지휘관의 의도에 대한 이해력을 향상시켜 각급 지휘관의 신속한 의사결정이 가능해져 작전 템포가 향상되고 소규모 전투력으로 큰 전투효과를 유발할 수 있음.



[그림 2-1] 미래전에서의 네트워크 중심의 운용개념도 사례

자료 : 국방기술품질원, 「미래 무기체계 핵심기술(일반본)」, 2016.12

2.1.2 타 국가의 미래국방 운영개념 사례²⁾

1 미국의 미래국방 사례

- 미국은 군사적 측면에서 변화하는 전장의 성향과 미래 예측을 통한 예상 위협 및 요소들을 식별하고 이에 대한 관련 기술들의 중요성과 발전 방향성을 제시함.³⁾
- 새로운 운용환경과 삶의 모든 부분들이 빠르게 변화함에 따라 미군은 과학기술의 획기적인 발전을 중요시함.
- 2035년까지는 적들의 신기술과 수정된 전략 개념을 가지고 미군에 도전할 것을 예측하였으며 2035년부터 2050년 사이에는 기술면에서 획기적인 발전과 역량면에서 변화이 나타나 전쟁 성격에 중대한 변화를 야기할 것으로 예측함.

2) 본 절의 내용은 “안보경영연구원, 「기술주도형 미래기술 조사방법론 연구」, 2017.12”의 관련 내용을 발췌하여 제시한 것임.

3) U.S. Army’s Training and Doctrine Command (TRADOC), ‘The Operational Environment and the Changing Character of Future Warfare’, pp.7-9

<표 2-2> 미 육군의 예상 위협 요소 및 향후 운영 환경

- 국가단위를 넘어 다양한 적들의 출현이 미국의 안보와 중요한 이익을 더욱 위협하여 전통적·비전통적 하이브리드 전략을 채택할 것으로 예상함.
- 적들은 다양한 방식의 분산, 은폐 기술 등을 통해 미국의 장거리 감시 및 정밀타격에서 벗어날 수 있음.
- 새로운 군사 기술 이전이 쉽게 이루어짐에 따라 미국의 군사 능력을 모방하고 미국의 전력 행동의 자유를 제한함.
- 통신, 장거리 정밀 감시 등의 기술을 적용하여 미국의 육·해상, 우주 및 사이버 공간 영역 내 우위를 약화시키고자 함.

자료: US Army, 'The US Army Operating Concept, Win in a Complex World 2020-2040', 31st Oct. 2014., pp.9-10

- 미 국방부, 정보기관, 싱크탱크들의 미래 환경 전문가들의 분석을 종합한 AFSEA는 기술적 변화의 속도와 확산 증가, 지정학적 불안정성, 천연자원의 희소성 증가, 취약한 인류 공동자산 등 신흥 동향을 발표하며 이와 관련하여 미 공군에 영향을 미치는 6가지 새로운 트렌드를 제시하였음.⁴⁾

- | | |
|-----------------------------------|--------------|
| 1. 미군에 도전할 적국의 무기획득 능력 | |
| 2. 비정규적, 도시적, 지능형 작전의 중요성과 빈번한 발생 | |
| 3. 기후변화 문제 | 5. 새로운 기술 개발 |
| 4. 역지에 대한 도전 증가 | 6. 에너지 비용 |

- 미국은 혁명적인 기술의 개발은 다른 신기술의 발전과 연결되어 있고 이러한 진보는 그 본질과 완전히 변형되어 군사적 측면을 넘어 현대 여러 생활 측면에서 변환을 도출하는 것으로 간주하고 있음.⁵⁾

<표 2-3> 미국의 미래작전환경 특징과 그 내용

미래작전환경 특징	세부내용
인간의 상호작용 및 사건의 속도 증가	• 정보 확산 속도가 증가하면서 사람간의 교류가 급속도로 빨라짐 • 정보에 대한 접근이 가능해지면서 단체들이 인적·물적 자원 동원이 이루어짐
오버매치의 가능성	• 적의 기술투자가 증가하면서 미국의 오버매치 능력이 약화됨 • 이러한 기술에는 장거리정밀타격, 방공시스템, 전자화재 및 무인항공 시스템 포함 • 사이버 기술과 우주능력의 증대로 위성무기개발도 가능, 이를 막기 위해 여러 분야의 기술을 결합한 새로운 능력과 기술을 확보해야 함
WMD 확산	• CBRNE 무기와 관련 기술이 적에게 넘어갈 경우 미국에게 큰 위협 발생 • WMD 확산으로 내전이나 테러 발생 증가 • 이러한 가능성을 방지하기 위해 숙련된 군과 관련 장비가 필요

4) USAF, 'Air force Future Operating Concept: A View of the Air Force in 2035', Sep. 2015., P.5

5) U.S. Army's Training and Doctrine Command (TRADOC), 'The Operational Environment and the Changing Character of Future Warfare', pp.7-9

첨단 사이버공간과 우주력의 확산	- 사이버공간과 우주 영역은 전 지구적 및 지역 경쟁자들, 비국가행위자들의 접근을 막고 거부할 수 있는 능력이 중요 - 적의 전지구적 위성전과 방해기능은 정밀한 타격을 부정확하게 만듦
인구 및 도시와 같은 복잡한 지역 내에서의 작전활동	- 도시화로 인해 도시 내 적절한 보안, 인프라 및 서비스 제공이 중요 - 적들은 대중들의 불만과 취약구조를 악용하고 도시지역이 피난처가 되어 세력의 기반처로 이용 - 도시환경은 위협포착을 어렵게 하기 때문에 합동작전이 제대로 실행되기 위한 능력 중요 - 도시 환경에서 운용될 통합 무기 및 공동 기능이 필요

자료: US Army, 'The Us Army Operating Concept, Win in a Complex World 2020-2040', 31st Oct. 2014., pp.9-10

□ 이러한 변환을 예측할 수 있는 가장 가능성이 높은 분야로 생물학, 생물공학, 나노 기술, 첨단재료과학, 양자컴퓨팅, 인공지능, 로봇틱스 등 미래로의 전환을 가속화할 다양한 기술분야가 선정됨.

- 통신 및 정보처리 기술은 일반적인 작전상황도를 통해 이해를 향상시키고 사용자를 위해 기술 복잡성을 줄이며 양자컴퓨팅, 네트워킹 및 사물 인터넷의 발전으로 의사소통이 쉽게 이루어지는 반면에 같은 능력을 지닌 적의 공격을 방어하기는 더욱 어려워 질 것으로 예상함.
- 인간·인지 과학은 군인모집, 교육, 훈련방식에 있어 대변혁을 일으키며 군인과 리더를 양성하는데 기여할 수 있으며 인공지능의 경우 삶과 기술의 패러다임을 변화시키는 만큼 리스크가 크기 때문에 이러한 이중성으로 군사적 측면에서 전문 군사용 인공지능관련 어플 개발이 필수적임.
- 레이저 및 무선 주파수 무기를 통해 항공, UAS, 미사일, 발사체, 센서 및 스위치에 대응할 수 있음.
- 생물학의 개조를 통한 합성 생물학은 잠재적인 무기화가 가능하도록 이끌며 생물학적 무기는 대량 살상 무기의 발전으로 치명적인 WMD 위협을 보여줄 것으로 예상함.
- 그 외 극초음속 전달시스템, 우주 시스템, 초고속 레일건 및 기타 시스템의 발전은 새로운 유형의 재래식 및 비전통 탄두와 함께 전장의 범위를 늘리고 정밀 타격 효과를 높일 것임.

<표 2-4> 미래 발전 가능성이 높은 분야와 그 특징

분 야	특징
첨단소재	• 나노소재, 메타물질, 맞춤형 구조 등이 다기능적 조립을 가능하게 하여 전반적인 시스템 통합, 안정성 그리고 성능을 대폭 향상시킴 • 첨단 신소재는 배터리 전원 및 성능을 향상시켜 많은 양의 전력을 저장할 수 있도록 하며 소형 스토리지는 모바일 로봇 및 모든 유형의 차량의 동력 제공이 가능하도록 하여 무기 및 전력 요구량의 감소세를 지속할 수 있음⁶⁾ • 특히 군사적 측면에서 신소재는 가벼운 중량으로 더 큰 보호기능을 제공할 수 있음
인공지능	• 의사결정을 향상시키고 군사운용측면에서 속도를 높일 수 있음 • 추론 지능형 시스템을 가능하게 하며 첨단 physio-mechanical 인터페이스를 통한 인간과 기계의 통합을 통해 대규모 컴퓨팅 파워에 접근할 수 있도록 함 • 쿼터 컴퓨팅의 발전으로 암호화 기능 강화
빅데이터	• 대규모 데이터베이스를 조사하여 국가 및 비국가 주체의 정보 및 보안 목적을 위해 활용함
IoT	• 구조, 모터, 또는 어플과 같은 물리적 영역의 개체들을 정보 분야의 개체들과 연결하고 통합함
로봇	• 생산분야에서 글로벌 공급 체인의 상당 부분을 변화시킴 • 인공지능과 함께 노동시장에 막대한 영향을 미침 • 군사조직, 범죄집단 등 모든 주체가 접근 및 활용이 용이함 • 진보된 전장 로봇 시스템은 무인시스템으로 발전할 것임
생명공학	• 정밀 유전공학이나 대량 화학 생산을 가능하게 하는 바이오기반 경제로 대체 • 개별화된 유전학으로 인간의 인지기능, 수명이 향상됨
3D 프린터	• 무인항공기에서 무기까지 생산이 가능해짐

자료 : U.S. Army's Training and Doctrine Command (TRADOC), 'The Operational Environment and the Changing Character of Future Warfare', pp.7-9, http://www.tradoc.army.mil/watch/OperationalEnvironment_ChangingCharacter_FutureWarfare.pdf

□ 미국의 『Air Force Future Operating Concept』에 따르면 美 공군은 변화하는 미래 환경에서 역동적인 적군에게 대응하여 신속하게 행동할 수 있는 능력을 갖출 것을 강조하며 운용 민첩성에 대해 언급함.

- 2035년을 기준으로 美 공군은 전쟁 작전 수준에서 유연성, 속도, 조화, 균형 및 힘을 활용하여 작전 민첩성을 강화하고자 하며 어떤 상황이나 적의 행동에도 신속하게 적응할 수 있는 방법으로 운용민첩성을 활용할 것을 강조함.
- 美 공군은 적의 공격에 대비하여 정교한 플랫폼의 생존과 정적 경화에 중점을 두며 2035년 여러 옵션들을 신속하게 생산하고 유연하게 사용할 수 있는 역동적인 회복력을 보유했을 것을 강조하고 운용민첩성은 공군이 미래에 핵심 임무 수행하는 방법을 이끄는 통합 원칙으로 작용함.
- 빅데이터 분석, 복잡한 알고리즘 개발 및 사용자 정의 디스플레이와 결합된 정보와 구체적이고 상황에 맞는 의사결정 지식을 제공을 통해 운용민첩성을 실현하고자 함.

6) US Army, The Us Army Operating Concept, Win in a Complex World 2020-2040, 31st Oct. 2014., P.13

<표 2-5> 미 공군 운용민첩성 확보를 위한 국방운영 개념

부 분	세부 내용
유연성 부분: 통합다중도메인운영 (Integrated Multi-Domain Operations)	2035년까지 통합다중도메인의 운영은 항공, 우주 및 사이버 공간 내에서의 능력간의 완벽한 상호 운용성을 포괄함 - 사이버공간 또는 우주 자산을 통해 제공되는 견고하고 탄력적인 기능들은 기존 항공 플랫폼에 대한 의존도를 줄여 특정 효과를 발생시키고 이를 통해 목표물을 공격하도록 함 - 공군 합동 병력을 다른 영역으로 작전을 빠르게 이동시켜 필요한 작업과 목표를 달성하여 적응 능가하고자 함
스피드 부분: 뛰어난 의사결정 속도 (Superior Decision speed)	2015년 공군은 방대한 출처에서 수집한 풍부한 데이터에 접근 가능하지만 실제 데이터를 처리하고 통합하는데 물리적 능력이 제한됨 2035년까지 의사결정자에게 필요한 정보를 제공하여 운용에 대한 주요 의사결정을 신속하게 내리도록 하기위해 데이터의 서로 다른 비트간 상관관계가 중요함 - 수집된 데이터는 분류장벽이 없는 개방적이고 적용 가능한 정보 구조에 통합됨 - 항공, 우주 및 사이버 공간 ISR 자산은 정보를 원활하게 공유하고 COP(Common Operation Picture)에 기여함 - 글로벌 COP는 빅데이터를 통해 다양한 정보를 보다 신속하게 연관시키기 위해 고급기능과 다양한 자동화 기능을 필요로 함 - UDOP(User Defined Operating Picture)는 의사 결정자와 글로벌 COP 간의 인터페이스를 제공 - 인간과 기계간의 인터페이스는 적시에 담당자에게 적절한 정보를 제공하여 적시에 올바른 결정을 내릴 수 있도록 설계 됨
협력 부분: 다이나믹한 명령과 통제 (Dynamic Command and Control)	2035년까지 향상된 전투공간 인식, 개선된 계획 및 평가, 조직의 유연성을 통해 관련 있는 요소들이 자체 동기화하고 지휘관의 의도를 충족시키기 위해 적응할 수 있도록 함
균형 부분: 균형 잡힌 기능의 혼합 (Balanced Capabilities Mix)	2035년까지 항공, 우주 그리고 사이버 군의 균형잡힌 혼합을 적용한 공군으로의 발전을 이끔 - 공군은 상황, 임무 및 위협에 적절한 하위분야의 기능을 필요에 따라 사용함
강도 부분: 성능최적화팀 (Performance-Optimized Teams)	2035년까지 필요한 준비상태와 성능 수준을 달성하는 방식의 진화를 통해 공군의 조직, 교육 및 장비를 변화시켜 나감 - 공군은 HSI(Human-System Integration)분야의 첨단기술로 더욱 강화될 것이며 HSI는 인간 시스템 성능, 훈련 가능성, 유지보수 가능성 및 생존 가능성을 결합한 높은 수준의 기술 설계를 제공하여 작업 능률화를 높이고 자동화 시스템은 업무 수행 효율성을 높임 - 공군은 항공, 우주 및 사이버 공간에서 유인 및 무인시스템으로 구성된 적절한 팀을 통합하여 핵심 임무를 수행하고자 함
강도 부분: 성능최적화팀 (Performance-Optimized Teams)	2035년까지 필요한 준비상태와 성능 수준을 달성하는 방식의 진화를 통해 공군의 조직, 교육 및 장비를 변화시켜 나감 - 공군은 HSI(Human-System Integration)분야의 첨단기술로 더욱 강화될 것이며 HSI는 인간 시스템 성능, 훈련 가능성, 유지보수 가능성 및 생존 가능성을 결합한 높은 수준의 기술 설계를 제공하여 작업 능률화를 높이고 자동화 시스템은 업무 수행 효율성을 높임 - 공군은 항공, 우주 및 사이버 공간에서 유인 및 무인시스템으로 구성된 적절한 팀을 통합하여 핵심 임무를 수행하고자 함

자료: U.S. Army's Training and Doctrine Command (TRADOC), 'The Operational Environment and the Changing Character of Future Warfare', pp.7-9, http://www.tradoc.army.mil/watch/OperationalEnvironment_ChangingCharacter_FutureWarfare.pdf [접속일: 2017. 10.17]

2 캐나다 미래국방 사례

- 캐나다는 공군의 경우 영토·항공 및 해상 접근의 감시, 항공우주 방위, 해상 운영지원, 영토 운영지원, 수색 및 구조 능력에 초점을 맞추어 미래 환경 변화에 대응하고자 함.⁷⁾
- 캐나다 공군이 미래에 수행할 기능적 역할과 이를 위해 미래의 발전방향에 대해 언급하고 있으며 대부분 항공, 우주 통신분야의 발전과 통합을 위주로 수록하고 있음.

<표 2-6> 캐나다 공군 향후 기능적 영역

부 분	세부 내용
캐나다 영토 및 항공 / 해상 접근의 감시	RCAF은 미래의 캐나다 영토, 항공, 해상 접근에 대한 감시를 강화하기 위해 여러 가지 센서로부터 효율적으로 상황을 감지 및 모니터링하고 효과적인 의사결정이 가능한 COP로 통합할 수 있는 능력을 강조함
항공 우주 방위	- 미래의 RCAF는 대응 및 참여 시간을 최소화하기 위해 항공 우주 위협을 막기 위해 탐지, 탐지 및 기여하는 능력을 향상시켜야 함. - 미래의 RCAF 통합은 CA, RCN, 미국 공군 (USAF) 및 기타 미국 서비스 뿐만 아니라 민간 레이더 및 항공 교통 관리로부터 정보를 공유하는 시스템을 원활하고 지속적으로 연결할 수 있어야 함
해상 운영 지원	- 캐나다 해역 및 EEZ에서 해상 작전을 지원하기 위해 미래의 RCAF는 캐나다에 대한 잠재적 해상 위협에 대한 상황 인식 (SA)을 개발하고 유지하며 그러한 위협에 대한 속도와 힘으로 대응할 수 있는 능력을 필요로 함 - 미국 해군 및 USAF와 과거보다 높은 수준으로 데이터를 원활하게 통신, 공유 및 이동하고 상호 운용이 가능해야 함
영토 운영 지원	미래의 RCAF와 영토 운영 지원의 맥락에서, 급변하는 환경에 적응하고 임무 성공을 달성하기 위해 육상 작전에 할당 된 자원의 효과와 능력을 최대화 할 수 있어야 하며 이를 위한 적절한 SA, 목표 설정, C2 및 통신 지원을 제공이 가능하도록 함
수색 및 구조	미래의 RCAF는 사고 통지와 조난중인 사람들의 위치 파악 사이의 시간을 최소화 할 수 있는 능력을 개발해야 하며, 다양한 상업용 및 군용 센서를 통합하여 표적이 발견되면 렌더링 지원과 대피를 지원할 인력을 신속히 배치할 수 있어야 함
북미 항공 우주 방위	- 미래의 RCAF는 MIF를 통해 USAF 및 기타 미국 서비스와 함께 대륙 항공 우주 방어 시스템에 원활하게 통합 될 것으로 예상함 - 미래 RCAF를 위한 통합은 CA, RCN, USAF, 기타 미국 서비스는 물론 민간인 및 레이더 및 항공 교통 관리 시스템과 정보를 공유하기 위한 시스템을 원활하고 지속적으로 연결할 수 있는 능력을 요구함 - 북미 위협에 신속하게 대응하고 공격 가능한 해상 선박, 항공기 및 발사된 무기를 대륙에서 최대한 멀리 파괴 할 수 있는 능력
고강도, A2 / AD 충돌 대비	- RCAF는 공격과 방어를 위한 공간과 사이버 전쟁을 위해 완벽하게 준비되어야 하며 심하게 퇴화 된 환경에서 효과적으로 작동 할 수 있어야하며 EMS를 통틀어 항공 영역에서 기동 할 수 있어야함 - RCAF는 열악한 환경에서도 독립적인 운영을 가능하게하는 탄력적인 C2 전략뿐만 아니라 다른 항공, 해상, 육상, 우주 및 사이버 자산 간의 상호 운용성 향상

자료: Canadian Armed Forces, 'Future Concepts Directive Part2: Future air Operating Concept', 15th Aug. 2016., pp.13-20

7) Canadian Armed Forces, 'Future Concepts Directive Part2: Future air Operating Concept', 15th Aug. 2016., pp.13-20

- 이와 관련하여 구체적으로 캐나다 공군의 구체적 미래 작전 운용은 크게 (1)핵심역량 보유, (2)신뢰성 향상, (3)정보 지배력 확보, (4)상호운용성 보장, (5)기술적 향상 등으로 식별할 수 있음.⁸⁾
- 군사력의 현대화, 지원 인프라 향상과 자본과 자원 확보 등을 통해 충분한 항공우주 역량을 보유하여야 함.
 - 캐나다에 대한 잠재적 위협에 대한 SA 개발 및 유지 관리를 지원을 통해 신뢰도를 향상시켜야함.
 - 진화하는 상황을 탐지 및 감시하고 전 운용 영역에 걸쳐 정보 지배력을 확보해야 함
 - C4ISR 전략, 정책, 및 목표와 연계하여 RCAF의 활동의 상호운용성과 통합을 향상시킴.
 - 인간과 기계 간 구성, 자동화, 업데이트된 통신기능 등 기술적 향상을 통해 작전 실행속도 및 상황 파악을 용이하게 하여야 함.

<표 2-7> 캐나다 공군 미래 작전 운용

부 분	세부 내용
핵심 역량	• 군사력의 현대화, 지원 인프라 향상과 자본과 자원 확보 등을 통해 충분한 항공우주 역량을 보유 • 복잡한 국내 및 연합 작전을 위한 유인 시스템, 무인/ 원격 운영 시스템 및 다양한 수준의 자율성을 갖춘 시스템을 포함한 정교한 시스템, 항공 및 우주 능력 개발 • 탄력적인 시설, 기반 시설 및 운영 지원 능력 확보 • A2 / AD 영역에서의 능력이 향상 • 보안 전술, 기술 및 절차 (TTP)를 업데이트하여 혁신 및 새로운 시스템을 활용 • 운영 C2 시스템과 물류를 통합하여 재 공급시간 및 운송 시스템을 최적화 • 복합 항공 우주 운영 센터(CAOC)를 발전
신뢰 향상	• 캐나다에 대한 잠재적 위협에 대한 SA 개발 및 유지 관리를 지원 • EMS를 보호하고 통제하여 위협을 낮추고 생존 가능성을 높이고 성공적인 임무 수행의 가능성을 높이는 방법을 개발 • SAR 응답에 다양한 상업용 및 군사용 센서를 통합하여 조난 업무 수행 • RCAF 센서, 자동화 시스템, 정보 노드 / 연결 및 인간인지 기능은 MI3과 같은 안전하고 안정적이며 탄력적인 대용량 글로벌 정보 아키텍처에 통합
정보 지배력	• 진화하는 상황을 탐지 및 감시하고 전 운용 영역에 걸쳐 정보 지배력을 확보 • 물리적 영역, 사이버 공간 및 EMS에서의 자유로운 행동과 지속적인 운영을 가능하게 하는 RCAF 기능이 강화 • MI3에 연결하고 모든 도메인에 ISR 작업을 통합하여 수집 및 분석 시스템과 사용자가 원활하게 협업 할 수 있도록 복원력 있고, 생존 가능하며, 안전하고, 보편적이며 지속적인 아키텍처가 개발 • 가시광선 (BLOS) 통신기능 등 다양화 추구 • 네트워크의 용량 (대역폭)을 향상, 근거리 통신망, 근거리 통신망 및 광역 통신망의 개발을 지원, 센서 수준에서 자동화 처리가 가능한 대용량 데이터 세트 추구 • RCAF 임무 범위 전반에 걸친 인터페이스, 호환성 및 적응성의 향상 • 지능형 무인 시스템 개발과 ISR 센서, 시스템, 플랫폼 및 프로세스의 균형을 유지

8) ibid., pp22-28

상호운용성	• C4ISR 전략, 정책, 및 목표와 연계하여 RCAF의 활동의 상호운용성과 통합 향상 • 다른 공동 시스템, 동맹국, 부처 간 또는 다국적 파트너와의 상호 운용이 가능한 모듈 구성 • 합동, 부처 간 및 국제 파트너와 관련 멀티 도메인 정보를 획득, 공유 및 공개하기 위한 정책, 프로세스 및 조직을 개선
기술 향상	• 인간과 기계 간 구성, 자동화, 업데이트된 통신기능 등 기술적 향상을 통해 작전 실행속도 및 상황 파악 능력 향상 • EW 및 사이버에 대한 스펙트럼 모니터링 도구, 스펙트럼 관리 기능, 교리 및 TTP 개발 • 위협을 탐지, 추적 및 대응하기 위해 독립 센서 및 무기 기능 향상

자료: Canadian Armed Forces, 'Future Concepts Directive Part2: Future air Operating Concept', 15th Aug. 2016., pp.22-28

3 뉴질랜드의 미래국방 사례

- 뉴질랜드의 경우 기술의 발전으로 전쟁 수행 능력이 증가하여 치사율의 증가에 주목하고 이러한 기술 발전의 추세는 2035년까지 계속될 것으로 예상함.⁹⁾
- 모든 주요 기술의 진보로 무기와 센서 및 시스템이 발전되고 이는 전술 및 훈련의 진화를 이끌고 군사들의 집단전 전문성을 높이고 군의 크기를 줄일 수 있지만 기술, 정보우위 및 이동성에 더욱 의존하도록 하면서 동시에 치사율의 증가를 확보함.
- 통신의 디지털화가 급속도로 진행되면서 비전통적 집단이 증가하며 이들이 정교한 민간 네트워크를 사용할 수 있게 되었음.
- 디지털 통신은 새로운 수준과 형태의 군을 형성하도록 하였으며 네트워크, 센서 및 의사결정도구들이 발달하고 상황인식, 응답속도 등 군의 민첩성을 개선하며 무기는 보다 효과적이고 정확하고 자율적인 성격을 갖게 되어 경제성도 향상됨.
- 특히 통신 기술의 발달은 자료 수집, 기록 변경 및 공유가 손쉬워지게 됨에 따라 작전상의 보안이 취약할 수 있으며 정보가 잘못 해석되거나 의도적으로 교묘히 다루어지기 용이함.
- 자율능력의 향상, 원격 자율 시스템의 발전은 군사적인 측면에서 무기 및 군의 보호기능을 향상시키며 더 효과적이고 내구성이나 은폐 면에서 훨씬 뛰어나며 인공지능의 향상은 보다 효과적인 자동화 시스템을 제공하며 무기 운송 플랫폼 및 목표설정 등을 효과적으로 수행할 수 있음.
- 하지만 이와는 반대로 원격 및 자율 시스템에 대한 공격 가능성이 높아질 수 있으며 비전통적인 적들은 상업적으로 이용 가능한 시스템을 무기화하여 공격하는 등 미래에 직면하게 될 위협의 범위와 유형을 재고할 필요가 있음.

9) New Zealand Government, 'Future Land Operating Concept 2035: Integrated Land Missions', pp.21-23

- 뉴질랜드 지상군은 향후 미래의 영토 운영 환경에서 가장 큰 영향을 미칠 것으로 평가되는 빅데이터, 기계 자율성 및 인공지능, 인간증진, 첨단재료 및 생산, 합성 생물학, 나노시스템, 양자기술, 네트워크, 원격 및 자율시스템/드론, 사회 및 행동과학, 에너지 무기 등 11개 분야에 대한 기술혁신에 대해 제시하였음.

<표 2-8> 뉴질랜드의 미래 영토 운용환경 주요 11개 분야

분야	세부 내용
빅데이터	- 인터넷과 데이터 사용 장치의 증가로 대용량 데이터 발전 - 용량, 속도, 다양성, 정확성이 주요 핵심 관건 기술 문제임
기계자율성 및 인공지능	- 자율자동차를 포함한 다양한 영역에서 완전 자동화가 빠르게 실현중임 - 협소한 분야에서 일반적 분야로 지능이 확대해 나가고 있음
인간증진	의약품, 보철 및 생물학적 장치들의 발달
첨단재료 및 생산	스마트 소재와 그 제조방법이 다양한 산업적, 상업적 용도로 발전
합성생물학	유전학 지식의 증가와 도구 및 기술의 발전을 통해 DNA 세포 조작 등 기술 발전
나노시스템	나노 스케일의 엔지니어링 및 제조 현실화화 소형화 기술 발달
양자기술	원자 입자에 대한 지식과 조작을 통해 새로운 수준의 컴퓨팅 성능 발달
의사소통	디지털 통신의 성장으로 발전된 네트워크를 통해 IoT 발전
원격 및 자율시스템/드론	2-35년까지 무인기의 능력과 보급률이 급격하게 증가
사회 및 행동과학	개인 및 집단의 의도, 행동 및 반응에 대한 통찰력과 영향력 증가
에너지 무기	레이저 무기 시스템 개발을 포함하여 치명적인 무기 시스템 개발을 위한 파동과 에너지 사용 현실화

자료: New Zealand Government, 'Future Land Operating Concept 2035: Integrated Land Missions', pp.15-17

2.2. 무기체계 분야별 기술 발전추세와 미래국방 전망¹⁰⁾

2.2.1 지휘통제/통신

1 분야 개요¹¹⁾

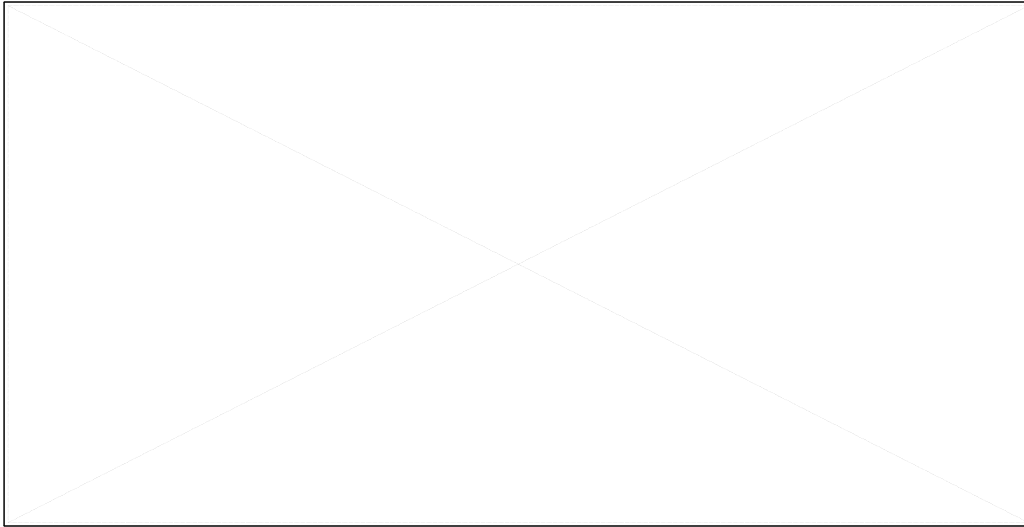
- 지휘통제/통신체계는 지휘관이 임무수행을 위하여 부대를 계획·지시·통제하는데 필요한 지휘통제체계, 사이버무기체계, 전술통신체계가 합쳐진 체계로서, 적시에 정확한 의사결정과 지휘를 수행할 수 있도록 뒷받침함.
- 지휘통제체계는 지휘관이 임무수행을 위해 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보체계 등을 유기적으로 통합적으로 활용하여 실시간 정보수집 및 분석·지휘결심·계획·지시·작전수행을 효과적으로 가능하게 하는 모든 시설·장비·인원 및 절차로 구성된 통합체계임.
- 사이버무기체계는 사이버작전에 사용하는 무기체계로 사이버공격이나 방어에 사용되는 하드웨어 및 소프트웨어이며, 예방·감시·탐지·차단·복구·공격 등 활동단계별로 다양한 기능이 포함됨.
- 전술통신체계는 네트워크 중심작전환경(NCOE; Network Centric Operation Environment) 구현을 위한 모든 무기체계의 기반으로서 지상, 해상, 공중, 우주를 아우르는 고속 대용량의 다계층 통합 네트워크를 구축하여 감시·정찰-결심-타격체계 간 실시간 C4I데이터와 음성정보 유통을 보장하는 체계임.

2 기술 발전추세

- 지휘통제체계 분야는 전략급부터 전투급까지 종적 상호호환성, 각 군간 횡적 상호호환성 확보를 보장하는 방향으로 발전 중이며, 현재의 전투원 및 유인체계 대상의 지휘통제체계에서 무인체계 작전 및 유무인 체계 통합작전 지휘통제를 위한 지휘통제체계를 구축하는 방향으로 추진될 것으로 전망됨.
- 의사결정자 및 전투원에게 전장을 가시화하고 전장상황을 신속하게 공유할 수 있도록 우수한 가시화 기술 및 HCI(인터페이스) 기술들을 지휘통제체계에 접목하고 있음.
- 차기 지휘통제체계들은 기본적인 관리기능들이 모두 자동적으로 처리되어 전투원들이 작전에만 집중할 수 있는 환경을 제공할 것임.

10) 본 절의 내용은 “국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12”의 관련 내용을 발췌하여 제시한 것임.

11) 자료 : 국방기술품질원, 「'17 ~ '31 핵심기술기획서(일반본)」, 2017.4”



[그림 2-2] 지휘통제체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 사이버 무기체계분야는 적국의 사이버 공간 상의 공격행위에 대해 우리군의 정보 체계의 피해를 최소화하고 평시의 서비스를 지속할 수 있도록 하는 한편 공격원점을 추적하여 무력화하는 방향으로 기술발전이 이루어질 것으로 전망됨.
- 사이버전 상황에서 적측이 활용할 미상의 사이버 공격무기에 대응하기 위해 지능형 침입 탐지 기술, 사이버 위협 분석기술, 전투원의 지시 없이도 컴퓨터가 자동으로 대응할 수 있는 인공지능을 활용한 각종 사이버 방어기술이 필요함.



[그림 2-3] 사이버 무기체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 전술통신체계 분야는 데이터링크, 전술통신, 위성통신체계 등의 기술분야를 발전시켜 다양한 위협에 대해 적응형 통신능력과 원거리·공중 통신능력, 항재밍/대전자전능력을 확보하는 방향으로 기술발전이 이루어질 것으로 전망됨.
- 데이터링크는 유/무인기, 지상 무기체계간의 고속 네트워크 연결 및 통신 능력, 사전 네트워크 설계가 불필요한 자가 구성(Self-configuring)능력, 이동 표적 공격을 위한 정밀 타겟팅(Time Critical Targeting)능력 등을 강화하기 위한 연구개발을 추진하고 있는 추세임.
- 전술통신은 SDR기반의 무전기에서 더 나아가, 주파수 자원 활용의 극대화를 위한 Cognitive Radio기술로의 발전이 예상됨
- 위성통신체계는 위성통신시스템의 모뎀과 망제어기부문에서는 크게 분산망 적용, 체계 전송량 향상과 IP송수신 능력 강화의 방향으로 기술의 발전이 이루어지고 있음



[그림 2-4] 전술통신체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

2.2.2 감시·정찰

1 분야 개요

- 감시·정찰 무기체계는 지상·해상·공중·수중·우주의 전략/전술 표적 및 전장 환경에 대한 영상, 신호(음향, 통신, 전자, 계기) 정보를 수집, 획득 및 제공하는 무기체계로서 먼저보고, 먼저 결심하여 먼저 타격하기 위한 핵심 전력임.
- 본 분야는 전자광학, 적외선, 레이더, 레이저, SAR, 음향, 자기 등 각종 센서를 복합 운용하여 표적을 탐지 및 추적하고, 감시정보를 제공하는 무기체계임.
- 전자파를 사용하는 적 장비에서 방사되는 각종 신호를 탐지 및 분석하고, 전자기 신호 및 지향성 에너지를 사용하여 적의 레이더, 통신 네트워크, 정밀무기체계를 무력화시켜 아군의 장비, 시설 등을 보호하는 전자전 체계를 포함함.
- 감시·정찰분야의 무기체계들은 독립적으로 운용되기도 하지만 플랫폼에 탑재되어 운용되는 무기체계가 다수이며 플랫폼이 요구하는 성능이나 크기, 중량에 부합하도록 설계하는 것이 관건임.

2 기술 발전추세

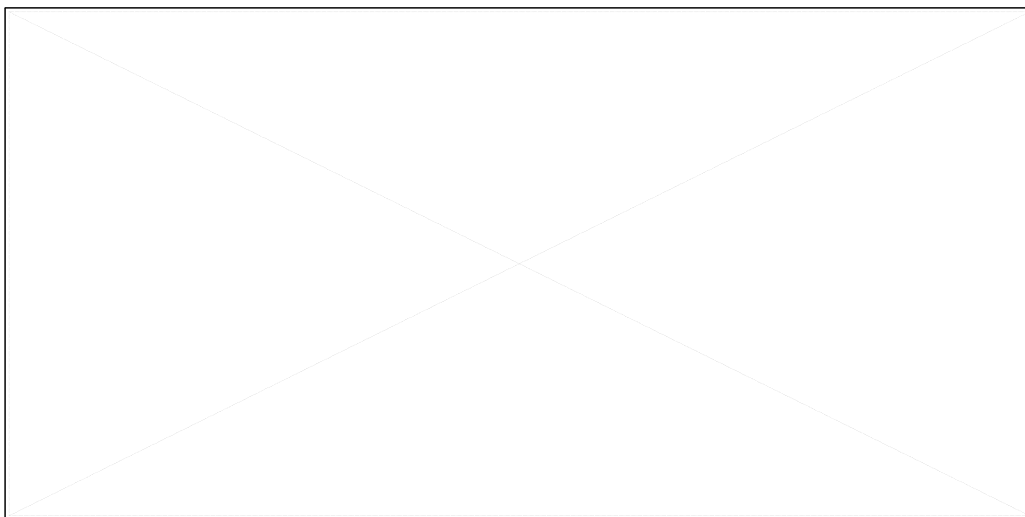
- 레이더 체계는 단일 레이더로 다기능/다목적 역할을 수행하면서 위협 환경이나 운용 목적에 따라 에너지(송신출력, 안테나 이득), 주파수, 편파 신호파형, 표적 정보 갱신율, 센서 위치 특성 등의 레이더 자원을 최적으로 할당하여 레이더 운용 효율을 극대화시키는 지능형 레이더로 발전이 예상됨
- 단일 레이더로 다기능·다목적 역할을 수행하면서 자원을 최적으로 할당하여 레이더 운용 효율을 극대화하는 능력, 레이더 체계의 단일화·다목적화 및 소형의 레이더를 전 영역에 전개하여 표적 정보를 수집하는 능력과 함께 포탄, 탄도탄을 탐지·추적하는 저주파 대역의 전자파를 활용하여 가시거리를 초과하는 다중 송수신빔 레이더 개발 능력이 요구될 것으로 전망됨.



[그림 2-5] 레이더체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 수중감시체계는 작전환경 특성에 따라 음향비음향 센서를 복합적으로 운용하고, 원거리 탐지가 가능한 수중감시능력을 확보하는 한편 장기적으로 양상태 소나기술을 거쳐 다중상태 소나기술 구현을 목표로 발전할 것으로 예측됨
- 각종 해양 플랫폼에 탑재되는 소나들이 복합적으로 연동되어 대량의 수중감시 정보를 실시간으로 주고받는 NCW(Network Centric Warfare) 기반의 통합 해양감시기술로 발전하는 추세임



[그림 2-6] 수중감시체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

2.2.3 기동

1 분야 개요

- 기동 무기체계는 지상전 전투수행 및 전술적 운용을 위한 기동전투체계, 전장 환경에서 전투원의 효과적인 임무수행을 위한 개인전투체계, 유인전투체계를 보완하기 위한 지상무인체계로 구성됨.
- 기동전투체계는 현재와 미래 지상전에서 필수적으로 요구되는 전장정보 공유와 정밀타격, 경량화, 고속 기동전을 효율적으로 수행할 수 있는 전투체계로 수직·수평적 네트워크 하에 기반한 독립작전 수행능력, 전천후 작전 수행능력, 대화력전 능력, 방호 능력 등을 강화하고 있는 추세임.
- 개인전투체계는 미래 디지털 전장환경에서 효과적인 임무수행이 가능하도록 정보통신기술, 생명공학 기술, 나노기술 등을 융·복합하여 실시간 전투정보를 상호공유하면서 작전을 수행하는 일체형 개념으로 발전하고 있음.
- 지상무인체계는 기존 유인전투체계와 위험지역에서의 인명피해 최소화 및 운용인력 절감을 위한 무인 전투체계가 통합된 복합체계 개념으로 발전하고 있는 추세임.

2 기술 발전추세

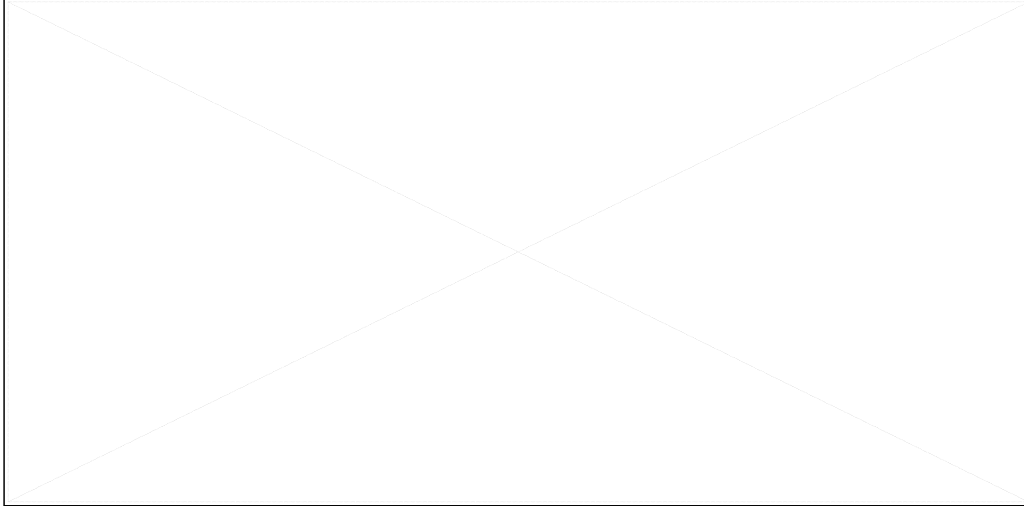
- 기동전투체계 분야는 고기동화와 임무수행 지속을 위한 에너지 확보, 피탐지 최소화를 위한 하이브리드 추진 시스템, 플랫폼 경량화 및 스텔스·방호능력 향상 등의 기술 구현을 목표로 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-7] 기동전투체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 지상무인전투체계 분야는 복수개의 UGV에 대한 다중 운용기술을 확보하는 한편 중장기적으로 곤충형 지상 이동 로봇, 초소형 곤충 로봇 등으로 확대될 것으로 전망됨.



[그림 2-8] 지상무인전투체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 개인전투체계는 현용 장비의 성능을 개량하거나 신규 장비를 개발한 후 임무 및 기능에 따른 모듈통합형 체계 구축 후에 IT, BT, NT 기술의 융·복합을 통해 전체 시스템을 통합한 일체형 전투체계로 발전할 것으로 전망됨.



[그림 2-9] 개인전투체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

2.2.4 함정

1 분야 개요

- 함정 무기체계는 군사적 목적에 사용되는 모든 선박을 지칭하며, 그 자체가 무기체계이면서도 여러 종류의 센서와 무장이 탑재되는 대형·복합 무기체계로 크게 수상함, 잠수함, 해양무인체계로 구분함.
- 수상함은 다수의 개별 무기체계로 구성된 복합무기체계로, 승조원이 함내에 거주하며 함의 운용 및 작전임무를 수행하는 체계임.
- 잠수함체계는 잠항 시 스텔스 기능으로 독자적인 은밀작전 수행 및 기동전단과의 연합작전 등을 수행할 수 있는 현대 해군전력의 핵심임.
- 해양무인체계는 미래 전투환경에서 인명 손실을 최소화하고 전투력 우위를 확보하기 위해 유인으로 운용되는 전투함정의 임무를 세분화하여 네트워크 중심전(NCW)에 적합한 자율제어 기반의 무인 플랫폼으로 운용되는 체계임.

2 기술 발전추세

- 해양무인체계는 임무수행에 적합한 플랫폼을 토대로 자율운항능력을 확보하고, 장거리/고속 운용능력과 함께 다중무인체와 함정체계에 대한 실시간 임무통제가 가능한 방향으로 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-10] 해양무인체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

2.2.5 | 항공·우주

1 분야 개요

- 항공·우주 무기체계는 평시 전략적 억제능력을 확보하고 유사시 공중우세 및 적 종심에 대한 정밀타격을 수행하는 무기체계로 고도의 전투능력과 탑재장비의 고성능화 및 소형화, 고고도 실시간 전송, 높은 기동성 및 은밀성이 요구되는 추세임.
- 항공·우주 무기체계는 최첨단 과학기술의 집약체로 현대 무기체계 발달을 선도하며 주변국 상대 무기체계에 대한 경쟁적인 대응을 위해 점점 복잡하고 추가적인 기능이 요구되고 있음.
- 고성능 스텔스 항공기, 전술정찰기 및 전자전기 등으로 적 종심의 전략목표를 타격하고 침투하는 적 항공기를 조기에 식별하여 영공 밖으로 제압하며 지상군 대형표적에 대해 근접 정밀폭격 등을 지원함.
- 무인정찰/공격헬기, 무인공격기 및 무인전투기 등을 유인기와 단계적으로 협업하는 임무수행 체계 구축이 요구되고 있음.

2 기술 발전추세

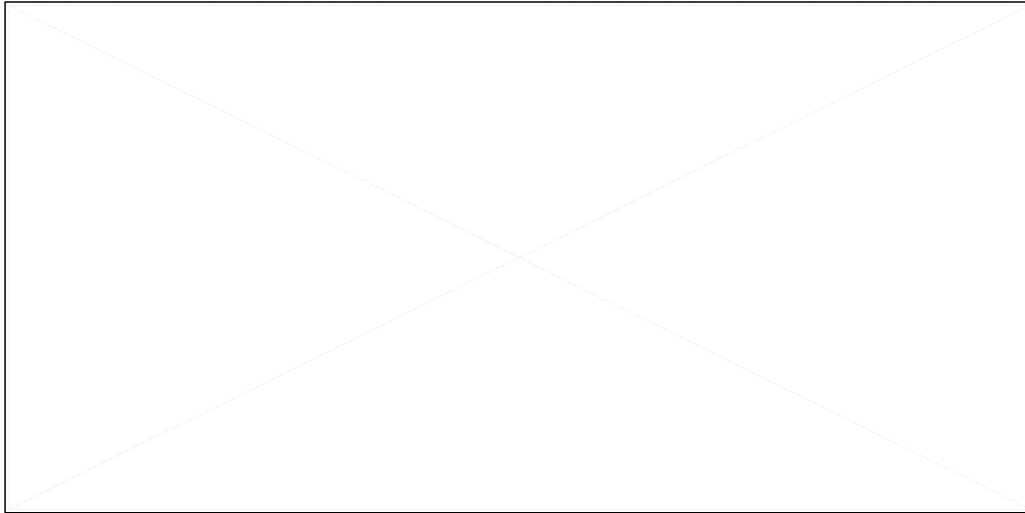
- 항공무인체계는 다양한 임무장비를 장착하면서 고공에서 장기체공하는 대형/고성능화와 투척식 소형 고정익 및 곤충형과 같은 신개념 플랫폼으로 발전하는 소형/경량화로 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-11] 항공무인체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 향후 우주무기체계는 재밍 대응을 위해 위성탑재 다중빔 널링 안테나 개발과 다수 위성을 효율적으로 운용하기 위한 위성군 및 편대운용 기술을 확보하는 한편 영상 융·복합 처리 기술 및 GEO-INT 활용기술을 적용하여 융·복합적인 영상 정보를 확보하는 방향으로 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-12] 우주무기체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

2.2.6 화력

1 분야 개요

- 화력 무기체계는 적 중심 및 핵심표적을 타격하여 적의 전투수행 능력을 파괴 또는 마비시키고 정밀타격에 의한 효과를 집중시킬 수 있도록 네트워크에 의한 동시·통합 운용 개념이 적용되는 체계임.
- 화력 무기체계는 네트워크 기반 하에 전 작전지역에 실시간 효과위주의 정밀타격을 보장할 수 있도록 센서, 지휘통제 및 타격체계가 통합된 ‘Sensor to Shooter’의 복합체계 구축이 가속화되고 있음.
- 유도무기체계는 사거리 증대, 고속/고기동 성능, 정밀도 향상, 생존성 증대, 파괴력 증대, 전천후 운용능력 및 기만체계에 대한 회피능력이 강화하는 방향으로 발전되고 있으며, 화포무기체계는 미래 지상전에 적합한 자주화 및 무인화되는 추세임.
- 탄약무기체계는 장거리 정밀타격 능력 향상을 위해 초장사정 지능형 탄약이 개발되고 있으며, 적의 전투능력 또는 기간 산업망을 일시에 마비시킬 수 있는 고에너지 레이저, 고출력 전자기파, 탄소섬유 등 신탄수 및 비살상 무기체계 운용이 확대되는 추세임.

2 기술 발전추세

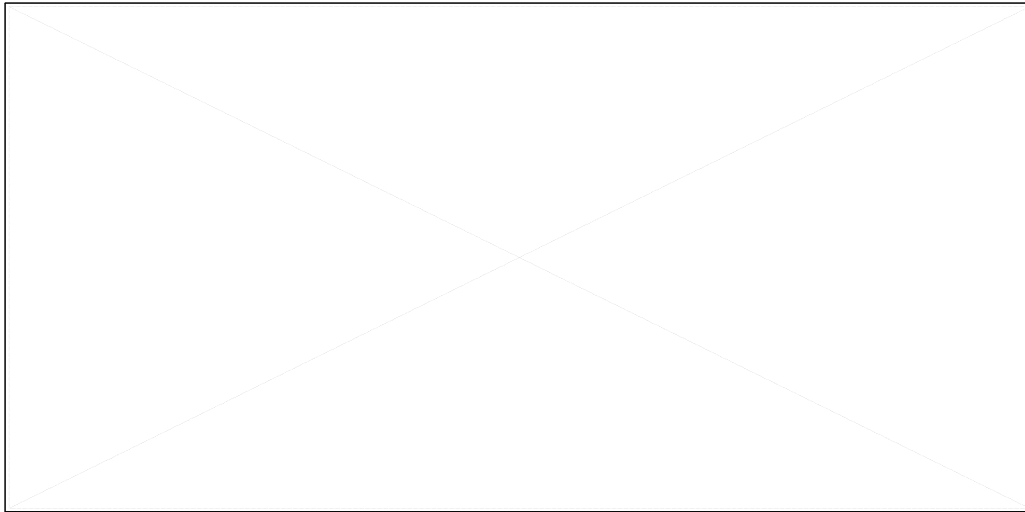
- 유도무기체계는 유도탄의 생존성을 높이고 표적획득 능력 향상 및 공격 정확성을 제고하는 한편 표적파괴효과를 극대화할 수 있도록 상황에 따라 대응할 수 있는 방향으로 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-13] 유도무기체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 특수무기체계 분야는 고에너지를 통해 유도탄 등을 무력화하거나, 주요한 전자 장비를 오작동시키거나 적을 무력화하는 기술을 확보하는 방향으로 발전될 것으로 전망됨.
- 고에너지 레이저 에너지를 목표에 집중하여 지역 방어용, 대공방호용 무기 또는 정밀 타격용 무기로 활용하고자 기술개발이 이루어짐.
- 고출력전자기파를 목표물에 조사하여 항공기 등의 전자장치 오작동이나 인체의 비살상 통증 유발로 전투력을 억제하는 방향으로 발전됨.
- 전자력 추진무기를 통해 전자기력을 이용해 탄자를 빠른 속도로 발사하여 장사거리에 있는 목표물을 저비용으로 타격하고자 기술발전이 이루어질 것임.



[그림 2-14] 특수무기체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

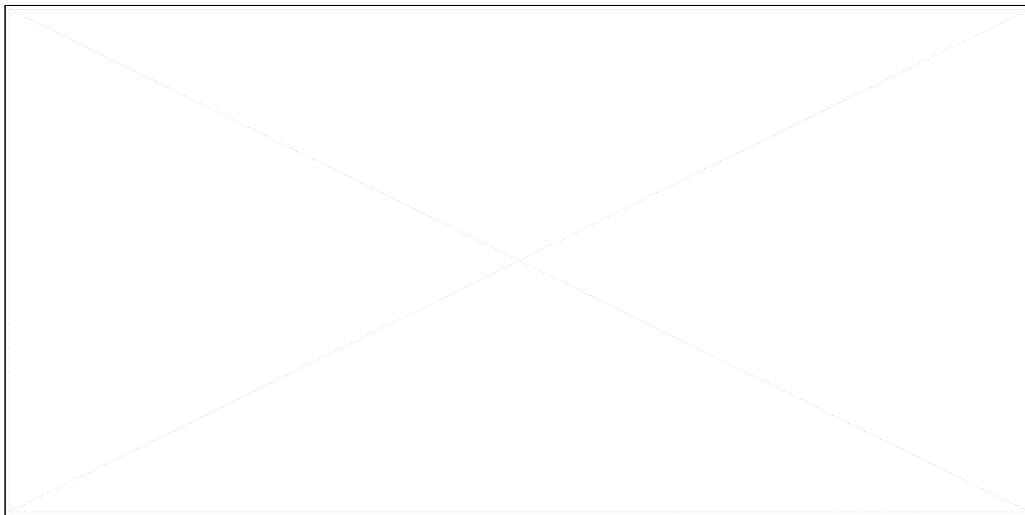
2.2.7 방호

1 분야 개요

- 방호 무기체계는 적 항공기, 유도탄, 화생방 무기로부터 인원, 무기, 장비, 주요시설 등을 보호하고 전투력을 보존하여 작전유지 능력을 극대화하는 체계임.
- 다양한 공중위협에 대응하기 위해 대공유도무기, 대공포 등을 활용한 육해 통합 다층 방공체계를 구축하여 다수 표적에 대한 동시대응 능력을 향상시키고 있음.
- 방공무기체계 중 탄도탄요격무기의 경우, 신속대응 능력을 강화하기 위해 탄도탄 발사초기의 상승단계부터 조기경보체계와 연동성을 확보하고, 탐지 및 추적기능을 동시에 수행할 수 있도록 다기능화되고 있음.
- 화생방은 적 화생방 공격을 조기에 탐지·경보할 수 있도록 지휘통제체계와 연동성 및 민군 협동성이 강화되고 있고, 탐지·식별·경보체계는 원거리 비접촉식 무인화 형태로 발전되고 있으며 보호체계는 개인 화생방 보호체계로 발전되고 있음.

2 기술 발전추세

- 방공 무기체계분야는 위협표적에 대한 체계반응시간 단축 및 명중확률을 극대화하는 능력과 함께 표적정보에 대해 최적의 방공 자산에 표적을 할당하여 작전통제 등을 수행하는 능력으로 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-15] 방공 무기체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 화생방 탐지체계는 복합적이고 미세한 물질을 정밀하게 탐지하거나 광범위한 영역에 대한 조기경보 및 전파능력을 확보하고, 신속하고 효과적으로 해독·제독할 수 있는 방향으로 발전될 것으로 전망됨.
- 특히, 모든 화생방/핵(CBRN) 방어 자산으로부터 정보를 수집/융합/분석하는 능력과 결과물인 화생방 보고관리, 오염확산 모델링/피해예측 및 화생방 작전 효과도 분석 등을 전장관련 정보체계인 지휘통제통신 컴퓨터정보감시정찰(C4ISR) 체계와 연동하여 각급 부대 및 지휘관에게 정보를 전달하는 S/W 기반의 화생방 통합전장관리 체계를 구축할 수 있도록 발전함.



[그림 2-16] 화생방 무기체계 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

2.2.8 국방 M&S 체계 및 국방 SW 체계

1 분야 개요

- 기타 무기체계는 과학적인 의사결정 및 사업관리를 지원하는 국방M&S 체계와 각종 무기체계에 포함되어 임무 달성을 위해 필요한 기능을 구현하는 국방SW체계로 구분하며, 각 무기체계의 기반기술 및 분석기술로 활용됨.
- 미래전은 첨단 무기체계를 중심으로 지상, 해상, 공중, 우주전이 전개될 것으로 다수의 무기체계가 상호 연동되어 동시·통합작전이 수행될 것으로 예상됨.
- 국방M&S 체계는 과거 실제훈련 위주의 Live(실장비) 개념에서 현재 L-C(Live-Construct:구성모의), L-V(Live-Virtual:가상모의장비) 등을 혼합한 운용 개념을 거쳐 향후 L-V-C간의 통합연동체계를 구축하여 운용될 것임.
- 국방SW체계는 첨단 무기체계의 다양한 임무 달성을 위해 필요한 기능을 구현하는 핵심 체계로 차세대 전장 환경에 적합한 SW 중심의 무기체계 개발 필요성이 증대되고 있음.

2 기술 발전추세

- 국방M&S체계는 실제와 현실감이 동일한 훈련 능력을 확보하고 인간의 의사결정을 정확하고 실시간적으로 뒷받침할 수 있도록 초고속으로 복합적인 시뮬레이션을 수행할 수 있는 방향으로 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-17] 국방M&S 체계분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

- 국방S/W 분야는 무기체계가 상호 연동하여 동시·통합작전 수행능력이 요구됨에 따라 이를 구현하기 위한 다기능 고신뢰 미들웨어와 미들웨어 관리를 위한 핵심기술들이 발전되고, 각 무기체계별 첨단기술 구현에 필요한 핵심 SW기술이 발전될 것으로 전망됨.



[그림 2-18] 국방S/W 분야 기술발전방향

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준」, 2016.12

2.2.9 미래전장환경의 예측 및 미래국방의 개념

- 미래 전장양상의 변화와 국방과학기술분야 발전추세 등에 따라 향후 미래국방에는 다차원화된 전쟁수행 능력, 디지털화된 전장운용 능력 및 동시적인 전력통합 능력을 구비하는 것이 요구되고 있음.
- 이에 따라 미래 전장에서는 군사력의 핵심요소가 정보·지식·기술·네트워크의 총합으로서 정보기술의 발전으로 모든 플랫폼과 전술작전센터에 계획과 현재 상황이 시현되어 복잡한 전장상황을 실시간으로 파악하고, 최초의 계획을 신속정확하게 수정·조정하여 실행에 옮길 수 있는 역량을 확보하는 것이 요구되고 있음.
- 다음 [그림 2-19]는 미래 전장환경에서 요구되는 능력에 대한 개념도를 나타낸 것임.



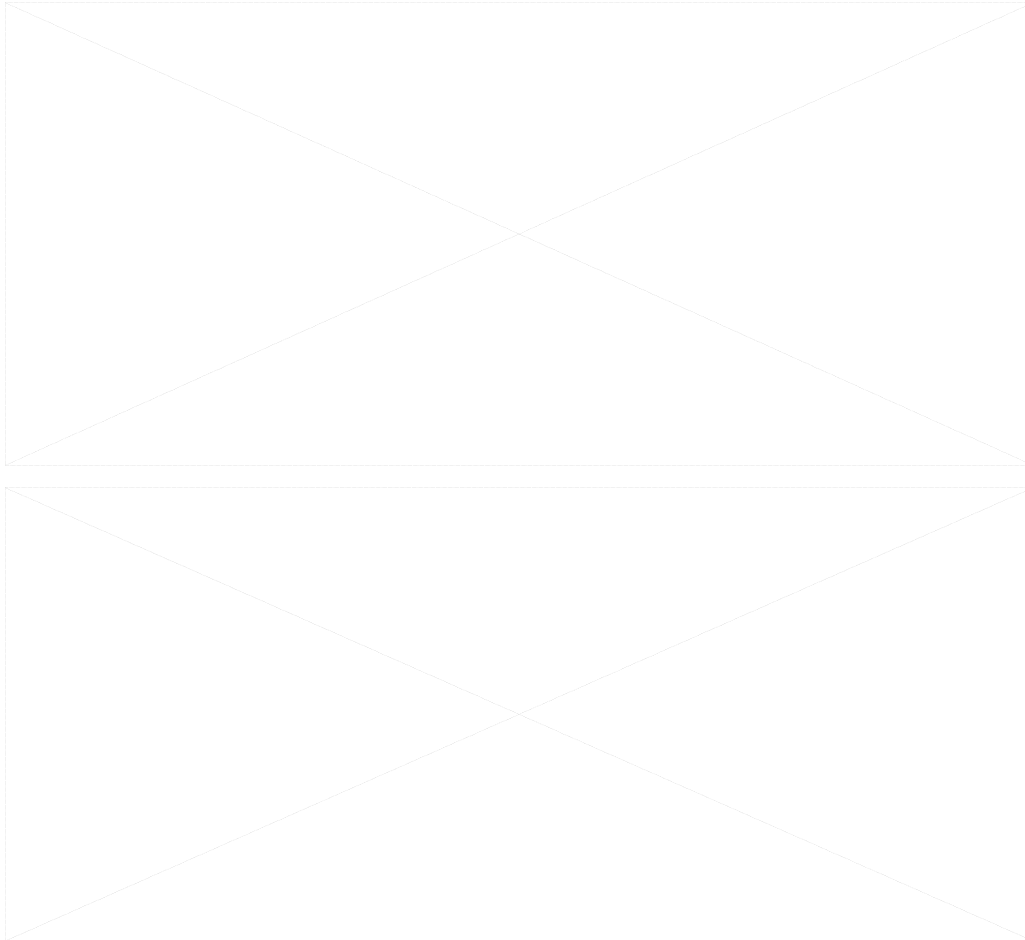
[그림 2-19] 미래전에서의 요구능력 사례

자료 : 국방기술품질원, 「미래 무기체계 핵심기술(일반본)」, 2016.12

- 따라서, 미래국방 연구개발은 향후 전장양상의 변화와 기술발전 추세에 따라 미래전에서 요구되는 다양한 군 요구능력을 도출하고, 해당 요구능력을 구현하여 북한 등 안보상 위협에 충실하게 대응할 수 있는 과학기술 역량을 확보하는 것으로 정의 내릴 수 있음.
- 미래국방 R&D란 향후 우리의 다양한 위협에 효과적으로 대응할 수 있도록 미래 전장환경의 변화에 능동적으로 대응할 수 있는 기술적 요구사항을 명확히 하고, 해당 기술을

구현할 수 있는데 요구되는 첨단기술을 확보할 수 있도록 개발하는 것임.

- 예를 들어, KISTEP이 제4회 과학기술예측조사를 통해 2035년 예측한 미래 전장환경에서 다양한 첨단기술이 활용될 것으로 예측한 것처럼 미래전에서 요구되는 전장환경을 부응할 수 있도록 인공지능, 무인로봇, 첨단센서, 신소재 등 4차 산업혁명과 관련된 기술을 확보하여 우리가 원하는 군사력 건설을 뒷받침하는 기술역량을 확보하는 것임.



[그림 2-20] 미래 전장환경 전망

자료 : 미 육군 "Visualizing the Tactical Ground Battlefield"

<표 2-9> 미래 전장환경에서의 소요기술 예시

미래기술	설명	보급연도
적의 상공에서 터트려 적무기체계의 전자부품을 교란시키는 전자파교란(EMP, Electro Magnetic Pulse) 폭탄	적의 상공에 EMP(Electro Magnetic Pulse) 폭탄을 터트려 인명의 살상없이 적 무기체계의 전자부품을 고장나도록 하여 적을 제압하는 무기	2024
다수의 무인기를 탑재하고 우주 또는 성층권에서 한달 이상 체공하며 임무를 수행하는 비행선 기술	우주 또는 성층권에서 장기간(한달 이상) 체공하며, 다수의 소형무인기를 탑재하여 임무를 수행하는 비행선	2031
산악지형 및 험지에서 장애물을 피해 인간보다 빠른 속도로 이동이 가능하고, 100kg 이상의 장비를 대신 짊어질 수 있는 사족형 무인 전투 로봇	산악 등의 험지환경에서도 주행이 가능하며, 인간 전투병의 장비를 대신 지고 이동가능하고, 경우에 따라서는 전투무기를 탑재하여 무인으로 전투를 진행할 수 있는 로봇	2024
수십 kW급의 고에너지 레이저로 적 미사일 및 위성을 요격하는 지상 및 항공배치형 레이저 무기	수 십 kW급의 지상 및 항공 배치용 고에너지 레이저 요격 전술무기체계 기술로 적국이 발사한 미사일 및 위성을 요격하는 레이저 무기	2027
100노트 이상의 고속 잠수함	100노트 이상의 고속 잠수함	2031
성능의 향상을 위해 살아있는 생물체(동물, 곤충 등)의 일부(뇌, 감각기관, 팔, 다리)와 결합된 생물결합 로봇	살아있는 생물체들의 지능이나 감각기관 혹은 신체의 일부를 로봇이 사용할 수 있도록 생물체의 일부(뇌, 감각기관, 팔, 다리)와 결합된 로봇. 기존의 로봇에 비하여 획기적인 성능향상이 가능	2029
적 감시 및 감청 정찰을 위한 50cm 이하의 조류 모방형 또는 5cm이하의 곤충모방형 비행체	조류와 흡사한 날개짓을 하는 비행체로 시각적으로 위장이 가능하고 근거리 감시정찰 및 노출된 지역의 정찰을 통해 적의 동향을 실시간 파악. 도심 및 지하 등의 좁고 협소한 지역의 정찰 및 감청을 통해 적의 기습을 예방하고, 적을 제압할 수 있어 아군의 인명피해를 최소화	2024
조종사의 뇌 신호를 이용한 항공기 제어 기술	조종사의 직접적인 조작없이 조종사의 뇌파를 인지하여 조종사의 생각대로 항공기를 조종할 수 있는 BCI(Brain Computer Interface) 기술	2032
근거리 생체지표 측정을 통한 범죄자 색출 및 탐지 기술	근거리에서 생체지표를 측정, 심리학적 결과와 결합하여 범죄 용의자를 선별해 내는 기술	2024
범죄 현장의 생물학적 증거물을 즉시 분석할 수 있는 현장 분석용 키트	범죄현장에서 생물학적 증거물을 곧바로 분석하여 결과를 확인할 수 있는 분석 키트	2023
투명 망토 개발 기술	가시광선으로부터 안보이도록 차폐할 수 있는 유연한 스마트 물질 개발	2029
간단히 주사기 시술에 의해 손상된 뼈를 순간적으로 고정시키는 bio-injectable 뼈 시멘트	전쟁터, 원거리 레저 현장에서 골절이 발생했을 때, 간단한 주사기 시술에 의해 뼈를 순간적으로 고정시키는 응급 처치 기술	2023

자료 : (국)국가과학기술위원회·KISTEP, 「제4회 과학기술예측조사 2012 ~ 2035(제5권)」, 2012.2

제3장 미래국방 관련 국내·외 현황조사 및 시사점

3.1. 미국 사례

3.1.1 미국 민군기술협력 정책 기조

- 미국은 민군기술협력이 국방분야와 민수분야 산업과의 기술협력을 촉진하여 군사력 건설 뿐만 아니라 국가경제 및 산업발전에 기여할 수 있는 효과적인 수단으로 인식하고 있음.
- 미 국방부는 민군기술협력이 (1)국방부 기술의 민간분야로의 Spin-off를 촉진하여 결과적으로 군이 획득할 수 있는 민간제품의 질을 향상시킬 수 있고, (2)전통적으로 군과 관련이 없던 분야의 앞선 기술을 국방부 시스템내로 편입시킬 수 있다는 장점이 있으며, (3)Dual-use 기술을 개발하는 과정에서 발생하는 비용을 민간분야와 분담할 수 있고, (4)연방정부의 R&D 투자 레버리지 기준을 충족시킬 수 있다는 측면에서 적극 추진하고 있음.
- 우리나라는 그 동안 민군겸용기술을 개발하는데 주안점을 둔 것과 비교하여 미국의 민군기술협력과 관련된 사업은 대체로 미국 연방정부가 보유하고 있는 기술을 민간에 이전하여 사업화를 촉진(Spin-on)하거나 민간업체가 보유하고 있는 우수한 민간기술을 신속하게 군에 전력화(Spin-on)하는 방식으로 추진되고 있음.
- 국가연구개발사업과 국방연구개발사업이 사실상 분리되어 있는 국내 거버넌스의 특성상 그 동안 우리나라의 민군기술협력은 대체로 민수분야와 국방분야가 공히 활용할 수 있는 민군겸용성 기술 또는 체계를 개발하는 방식으로 수행되어 왔음.
- 반면 미국은 '15년 기준 국가연구개발예산의 50.9%를 국방연구개발에 투자하고 있는 등 사실상 국방연구개발이 전체 국가연구개발을 전인하고 있는 방식이기 때문에 미국의 민군기술협력은 국가의 기술이전정책에 따라 국방부에서 실시하고 있는 다양한 기술이전 노력을 통칭하는 것으로 간주할 수 있음.

<표 3-1> 미국의 국방예산과 국방연구개발비 추이 (단위 : 10억 달러; 2016년 불변가)

구분	2013	2014	2015	2016
국방비	637.1	630.7	605.6	617.1
연구개발비	68.9	67.2	70.0	73.4

자료 : 국방기술품질원, “2016 세계 방산시장 연감”, 2016

- 미국의 민군기술협력은 국방표준화 관점에서 군 전용 표준보다 민간에서 사용되는 산업표준을 우선적으로 적용하도록 하는 등 국방 표준화 정책과도 직접적으로 관련되어 있음.
- 예를 들어, 국방 목록화 및 표준화 법(Defense Cataloging and Standardization Act)에서는 국방부장관이 산업에서 검증된 best practice를 조달 목록 및 표준화 프로그램에 반영하고 그들의 프로그램 개발에 참여하도록 산업계 자문단과 관계를 지속하도록 명시하고 있음.

<표 3-2> 미국 국방 목록화 및 표준화 법에서의 국방부 장관의 표준화 의무사항

국방부 장관은 - (4) 보급 목록과 표준화 프로그램을 개발하고 궁극적으로 산업에서 검증된 best practice(최적 방안)을 조달목록 및 표준화 프로그램에 반영하기 위해서 산업계 자문단과의 관계를 유지한다.
United States Code, Title 10, Chapter 145 . Cataloging and Standardization Sec. 2452. Duties of Secretary of Defense (4) maintain liaison with industry advisory groups to coordinate the development of the supply catalog and the standardization program with the best practices of industry and to obtain the fullest practicable cooperation and participation of industry in developing the supply catalog and the standardization program;

자료 : 안보경영연구원, “민군기술협력사업 전략기술분야 발굴방안 연구”, 2013.10

3.1.2 미국 민군기술협력 사업 종합

- 미 국방부는 민간의 우수한 기술을 군에 신속하게 적용하거나 국방분야에서 개발된 기술을 민간에 이전하거나 혹은 국방사업에 민간업체(특히, 중소기업)의 참여를 촉진하는 다양한 사업을 시행하고 있음.
- ‘13년도 기준으로 미 국방부가 시행하고 있는 민군기술협력 관련 연구개발사업은 총 21개이고, 최근 3년간(‘10 ~ ‘12년) 총 78억 7,000만 달러 수준인 것으로 집계되었음.
- 우리나라는 대체로 민군기술협력사업이라는 단일한 국가연구개발사업 형태로 사업이 추진되는데 비해 미국의 경우 각 관계기관별로 다양한 민군관련 사업이 이루어지는 형태이

므로 우리나라와 범위가 상이하고 이로 인해 정확한 집계도 곤란함.

- 각 군에서 각각 별도로 민군기술협력 관련 사업이 시행되고 있는데, 그 중 중소기업혁신 연구(이하 SBIR) 사업과 생산기술(이하 ManTech) 사업은 각 군 공통사업으로 시행되고 있음.

<표 3-3> 미 국방부의 민군기술협력 관련 사업 현황('10~'12년)

기관	운용 프로그램	3개년 예산 (2010~2012)	시작연도
국방장관실 (7개)	·Foreign Comparative Testing(FCT)	72.4	1980
	·Small Business Innovation Research(SBIR)	179.8	1982
	·Joint Capability Technology Demonstration	538.6	1994
	·Defense Acquisition Challenge(DAC)	80.9	2002
	·Quick Reaction Fund(QRF)	63.4	2002
	·Rapid Reaction Fund(RRF)	115.2	2004
	·Rapid Innovation Fund(RIF)	700.0	2011
	소계	1,750.3	—
3군 공통 (2개)	·Manufacturing Technology(ManTech)	465.9	1956
	·Small Business Innovation Research(SBIR)	2,560.0**	1982
	소계	3,025.9	—
해군 (5개)	·Future Naval Capabilities(FNC)	1,311.2	1999
	·Rapid Technology Transition(RTT)	59.1	2000
	·SwampWorks and Experimentation	77.0	2000
	·TechSolutions(TS)	26.5	2001
	·Technology Insertion Program for Savings	24.9	2004
	소계	1,498.7	—
육군 (4개)	·Rapid Equipping Force(REF)	53.4	2003
	·Army Technology Objectives—Demonstrations	1,169.7	2005
	·Technology Enabled Capability Demonstrations	128.6	2011
	·Technology Maturation Initiative(TMI)	8.3	2012
	소계	1,360.0	—
공군 (3개)	·Advanced Technology Demonstration(ATD)	126.3	1999
	·Core Process 3(CP3)	21.0	2005
	·Flagship Capability Concepts(FCC)	88.3	2011
	소계	235.6	—
총계		7,870.5	—

자료 : U.S. Government Accountability Office, "Defense Technology Development : Technology Transition Programs Support Military Users, but Opportunities Exit to Improve Measurement Of Outcomes", 2013.

3.1.3 미국 민군기술협력 세부 현황 - DIUx제도 사례¹²⁾

□ DIUx(Defense Innovation Unit Experimental) 제도는 최근인 지난 2015년 처음으로 도입된 제도로써 미 국방부 주도로 기존 국방관계기관·업체 뿐만 아니라 첨단 기술을 보유하고 있는 민간업체·연구기관 등 비전통적 기관으로부터 혁신적인 민간 기술을 신속하게 군에 적용하기 위한 목적으로 착수되었음.

○ 2009년 설립된 오바마 행정부는 당시 미국의 국방과학기술이 더 이상 모든 분야의 과학 기술을 선도할 정도로 우위를 차지하지 않고, 오히려 민간연구기관 및 민간업체 등 비전통적인 개발기관이 특정 분야의 기술개발 수준이 월등하다고 인식하였음.

○ 이에 따라 2014년 발간된 4개년 국방검토보고서(Quadrennial Defense Review, QDR)에서는 국방혁신전략 중 하나로 민간의 우수한 기술 또는 제품을 응용하여 현존 위협에 신속하게 대응할 수 있도록 할 것임을 천명하였음.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 미 군사력을 유지하고 발전시킬 수 있는 새롭고 다양한 분야 연구 발굴 및 육성 필요• 제한된 국방예산에서 효율적인 투자 대비 국방연구개발 성과를 낼 수 있는 방안 필요• 미래 전장 환경을 고려한 새로운 작전운용 개념에 적합한 무기체계가 요구• 민간의 우수한 기술 또는 제품을 응용한 현존 위협에 대응할 수 있는 소요확대• 소요를 기반으로 한 기술개발 보다 기존 기술을 기반으로 한 소요 증대도 필요 |
|---|

○ 이에 따라 DIUx는 미 국방부의 국방혁신전략이 구체화된 것으로 민간기관·업체로부터 군이 요구하는 소요를 신속하게 확보할 수 있도록 제도로 등장하였음.

□ DIUx 제도는 일반적인 연방획득규정을 적용하지 않고 벤처캐피탈 투자와 유사한 방식으로 민간의 상용화된 기술을 신속하게 획득하기 위한 절차로 추진됨.

○ 민간업체는 국방 분야에 직면한 과제를 해결할 수 있는 보유 기술(또는 체계시제)을 DIUx¹³⁾에 제안하고, DIUx는 군의 관심사항(Areas of Interests, AOIs)에 민간업체가 제안한 과제 중 필요하거나 적합하다고 판단되는 기술을 선정하여 연구개발 예산을 투자하는 방식으로 진행됨.

○ 하지만, 타 계약방식과 달리 연방획득규정(Federal Acquisition Regulation)의 적용을 받지 않도록 하고, 소규모 민간업체들도 국방획득체계에 대한 이해가 없더라도 참여할 수 있도록 절차를 마련함으로써 민간기관·업체 들이 매우 단기간 내에 참여하여 보유기

12) 본 절은 안보경영연구원, “주요 선진국의 획득제도 사례분석을 통한 시사점 연구”, 2017.에서 관련 내용을 발췌하여 요약한 것임.

13) <https://www.diu.xmil/workwithus/>

술을 전력화할 수 있도록 뒷받침하고 있음.

<표 3-4> DIUx를 통한 획득절차와 일반 획득절차와의 비교

구분	DIUx	일반적인 획득방식
업체와의 계약 소요기간	군은 업체로부터 제안 받은 기술을 선택한 후 업체와의 계약을 최소 31일 이내로 추진 가능	입찰공고부터 계약까지 최소 12개월 소요
획득절차	소요결정 시 상용화된 기술 및 시제를 고려하며, 사업은 최대한 신속하고 효과적으로 추진되기 위해 민간에서 적용하고 있는 벤처캐피탈의 투자 방식과 같은 이른바 Commercial Solutions Opening(CSO)를 도입 적용	사업의 형태에 따라 일부 차이가 있으나 통상적으로 결정된 소요에 대해 획득방안 의사결정절차가 있고 방안이 결정된 이후 방안을 추진하는데 단계별 절차를 거쳐 최종적으로 소요 획득

자료 : 안보경영연구원, “주요 선진국의 획득제도 사례분석을 통한 시사점 연구”, 2017

○ 다음 <표3-5>는 DIUx 사업의 전 순기적인 수행체계를 나타냄.

<표 3-5> DIUx 사업의 전 순기 수행체계

단계 구분	내용
1단계 문제공포단계	- 국방부가 직면하고 있는 문제를 온라인 상의 AOIs(Areas of intersets)에 제안하여, AOIs는 현재 문제 상황과 문제 해결에 필요한 기술을 묘사 - 관심 있는 업체는 보유하고 있는 기술 또는 시제를 문서화한 Solution Brief와 업체의 간단한 경영정보와 보유기술에 대한 사항을 DIUx에 온라인으로 제출
2단계 평가단계	- DIUx는 AOIs에 따라 업체가 제시한 내용의 연관성 검토(Relevance), 업체가 보유한 기술 이점(Technical Merit), 기업 재무상태(Business Viability), 업체가 제시한 방안의 혁신성(Innovation) 등 4개 기준에 따라 업체가 제안서 검토여부를 업체에 통보 - 사전검토(pitch)로서 민간 분야에서 유사한 사업 성공 사례를 벤치마킹하여 DIUx는 제안업체와 일정을 조정하여 소요군 및 합참과 미군조달본부(Army Contracting Command - New Jersey) 등이 참석하는 평가회의를 개최 - 사업 수행에 대한 구체적인 안이 도출되지 않았기 때문에 제안업체는 시제품 생산에 필요한 대략적 시간 및 비용 소용을 제시 - 평가팀은 이전 단계에서 제안업체가 제시한 기업정보, 보유 기술 수준 외에 대략적인 사업소요비용, 사업일정, 지적재산권 관련 사항 등을 평가 - 평가팀이 사업 시행을 권고하면, ACC-NJ는 RPP(Request for Prototype Proposal)를 공고하여 다음 단계를 진행함.

14) U.S.C Title 10, Sec. 2371b

3단계 사업수행 단계	• 비용분석은 기존 유사 사업의 비용, 비용추정기법, 유사 품목 비교, 전문가의 기술적 분석 등을 활용하여 제시된 비용의 적절성을 검토 • 최종 평가 이후, 계약체결 보조 관리관은 제안업체와 구체적인 사업 계약 조건을 조율하고 수정사항은 기존의 사업 내용에 반영하도록 협상 • 새로운 정보와 기술이 출현에 대응할 수 있도록 최초 제시된 AOIs와 본질적으로 동일한 범위 내에서 사업범위는 일부 변경 가능 • 사업 참여자가 협력하여 최종 임무기술서를 작성하고 사업평가팀이 사업 시행을 위한 법적 요구 조건 충족 여부, 당국의 사업비용 재원 조달 가능 여부 등을 종합적으로 검토하며, 계약체결 보조 관리관이 최종 사항에 관한 계약서를 작성하고 최종적으로 사업을 시행 • 시제품 생산 이후 DIUx는 관계 법령¹⁴⁾에 따라 시제품을 양산할 수 생산 있음
----------------	---

자료 : DIUx, “DIUx Commercial Solutions Opening : How-to Guide”, 2016. 11.

□ DIUx 조직은 민간 연구원, 현역 및 예비역, 업체 소속 등 총 40여명의 인원으로 구성되어 있고, 군이 요구하는 소요를 신속하게 확보할 수 있도록 민과 군 간의 가교(bridge) 역할을 수행하고 있음.

○ 특히, 민간 분야에서 업무 능력이 검증된 전문가가 DIUx의 총괄 책임자에 포함되어 우수한 민간기술이 저렴하고 신속하게 군 전력화될 수 있는 역할을 수행하고 있음.

□ DIUx 제도는 업체의 적극적인 참여를 유인하기 위해 다양한 인센티브를 제공하고 있고, 지난 ‘15년 착수된 이래 ’17.4월까지 25개 사업에 대해 총 4,800만 달러가 투입되었음¹⁵⁾.

○ 본 제도는 지원업체에게 입찰참여 시 간소화된 사항만을 제출하고 지식재산권 및 투자금액 납입기간 등 다양한 제도를 업체입장에서 우호적인 방식으로 적용하여 국방분야에 관심이 있는 민간업체의 적극적인 참여를 유인하고 있음.

• 지원절차가 간결하며 최소한의 필요한 사항만을 요구 • 업체가 제출한 Solution Brief의 평가는 30일 이내에 신속하게 진행 • 투자금액 납입기간 협상 가능 • 고정된 투자금액 • 모든 지식재산권에 대해 협상이 가능하며, 정부는 지식재산권을 소유하지 않음 • 사업착수 시 소요군, 국방부, DIUx팀이 실제 설계 및 기능 개발부분에 대해 해당업체에 의견을 제시하고, 양산까지 참여 • 유망기술에 대한 투자는 그 기술이 적용된 시제 및 향후 양산 가능성 판단을 근거로 결정

○ 2017년 4월 기준으로 25개 사업이 착수되었으며, 평균 CSO(Commercial Solutions

15) Defense News, “DIUx expects to transition programs in next two months”, 2017

- Opening)절차 기간은 78일 소요되었고 총 4,800만 달러(한화 약 545억 원)가 투입되었음.
- 25개 사업 중 22개가 비전통적인 업체가 사업을 제안하였으며, 총 참여업체는 356개사업.
 - 대표적인 제안 과제로는 드론을 무력화하는 안티드론 무기(an anti-drone weapon)과 제, 해군의 무인 시스템과 공중 운용 지휘체계(Naval Air Systems Command) 간 연계 프로그램 개발 과제, 표적 영상 정보 향상을 위한 위성용 합성개구레이더(SAR)기술 개발 사업 과제 등이 있음.

3.1.4 미국 민군기술협력 세부 현황 - CRADA제도 사례¹⁶⁾

- CRADA는 기술이전을 의무화한 스티븐슨-와이들러법의 실행을 위해 연방기관과 연구소에 제공된 수단 혹은 메커니즘의 하나로써 연방 연구소와 비 연방 기관간의 연구개발 협업을 통해 정부의 지적재산권을 이전할 수 있는 융통성 있고, 재량의 범위가 넓은 새로운 종류의 정부계약 형태임.
- CRADA는 하나 혹은 그 이상의 연방 연구소와 하나 혹은 그 이상의 비연방기관 간에 이루어진 협정을 일컫는 것으로 정부는 연구기관을 통해 인력, 서비스, 시설, 장비, 지적 재산 등 기타 자원(단, 비연방기관에 자금 제공은 하지 않음)을 보상여부에 상관없이 제공하고 비연방기관은 자금, 인력, 서비스, 시설, 장비, 지적 재산 등 기타 자원을 해당 연구기관의 기존 목적과 일치하는 연구개발(조달 계약이나 title 31의 section 6303, 6304, 6305에서 말하는 cooperative agreement는 제외)을 수행하기 위해 제공하는 정부계약 중 하나임¹⁷⁾.
- 이 때, 본 정의에서 “연구소”는 시설이나 그룹을 의미하는데, 연방 기관이 소유하거나 사용하고 있는 시설로서 가장 중요한 목적이 연구개발이어야 하며 소속 직원이 연방 정부의 고용인이어야 함.

16) 본 절은 안보경영연구원, “민군 협력 R&D 활성화를 위한 정책 및 기획 연구”, 2016.10에서의 관련 내용을 발췌하여 제시한 것임.

17) 본 정의에 대한 원문은 다음과 같음. (원문 : the term “cooperative research and development agreement” means any agreement between one or more Federal laboratories and one or more non-Federal parties under which the Government, through its laboratories, provides personnel, services, facilities, equipment, intellectual property, or other resources, with or without reimbursement(but not funds to the non-Federal parties) and the non-Federal parties provide funds, personnel, services, facilities, equipment, intellectual property, or other resources toward the conduct of specified research and development efforts which are consistent with the missions of the laboratory; except that such term does not include a procurement contract or cooperative agreement as those terms are used in sections 6303, 6304, and 6305 of title 31;)

- 또한, “비 연방 기관”은 주 정부 혹은 지방 정부의 기관, 산업 기관(기업, 조합, 산업 개발 기관 등), 공적 재단, 사적 재단, 비영리 기관(대학을 포함), 개인(연방기관이 소유하는 발명의 라이선스 보유자 포함)을 모두 포함함.
 - 참여업체는 향후 신규 무기체계 사업 진출의 유리한 여건조성, 기업 R&D 예산 절감, 최신정보 획득 등의 차원에서 상당히 활성화된 기술개발 방식임.
 - 미 국방성의 경우 CRADA를 통해 매년 3,000여 건의 국방기술 개발 및 민수이전을 통한 실용화를 수행하고 있는 것으로 파악되며, 구체적으로 CRADA를 통한 주요 성과물로는 코만치 군용헬기의 안테나 기술개발 등이 있으며, 특히 미 MIT 대학 DRAPER 연구소는 CRADA를 통해 목표자동추적 낙하산, 무인기 등 다수의 기술 개발을 지속해서 추진 중임.
- CRADA는 지난 '86년 연방기술이전법이 제정되어 도입된 이후 국가경쟁력기술이전법, 국가기술이전 및 진흥법, 기술이전사업화법 등 타 관련 법령을 통해 연방연구소가 보유하고 있는 국유특허가 민간업체 등 비연방기관으로 이전되어 활용될 수 있도록 지속적으로 확대되어 왔고, 이를 통해 연방연구소와 민간 협력자간 상호 협력이 긴밀하게 이루어질 수 있는 다양한 기회를 제공하고 있음.
- CRADA는 연방 연구소의 연구개발 노력의 결과를 보다 폭넓게 활용할 수 있도록 지원하는데, 예를 들어 CRADA를 통해 연방연구소는 외부 인력과 외부 시설, 자금을 활용할 수 있고 이를 통해 연구소의 연구 성과를 높일 수 있음. 또한 CRADA의 협력자가 해당 기술을 상업화함으로써 연방연구소는 기술료 수입을 확보할 수도 있음.
 - CRADA를 통해 연방연구소와 연방연구소의 개발자 그리고 민간 협력자가 창출할 수 있는 혜택 사례는 다음 <표 3-6>과 같음.

<표 3-6> CRADA의 기대효과(benefit)

구분	기대효과 사례
연방연구소	• CRADA를 통해 연구개발의 결과를 더욱 유연하게 민간 기관에 이전할 수 있음. • 또한 기술의 상업화 과정에서 민간의 자금을 이용할 수 있으며 상업화로 인한 수익의 일부를 기술료로 수령할 수 있음.
연구소의 과학기술자	• CRADA를 통해 본인의 전문지식을 민간 분야의 상업화 과정에 제공할 수 있음. • 발명한 결과에 대한 기술료를 수령할 수 있음.
민간기관	• CRADA를 통해 정부 기관의 연구결과에 대한 상업화 권리를 획득할 수 있음. • 또한 연방 연구소와 함께 연구개발을 함으로써 보유한 자원을 더욱 효율적으로 이용할 수 있으며 연방 연구소의 전문가를 활용할 수 있음.

자료 : Technology Transfer Desk Reference, FLC

- 특히 CRADA는 미 국방부를 중심으로 매우 활발하게 이루어지고 있는데, 미 국방부 지침인 DoDI 5535.8에 Military-Use CRADA의 개념을 별도로 정의하고 있음.
- DoDI 5535.8(Technology Transfer (T2) Program)에 제시되어 있는 군사적 용도의 CRADA 개념은 다음 <표 3-7>과 같이 기존 CRADA 사업을 군사적 용도 제품 또는 프로세스를 개발하는 것으로 의미하고 있음.

<표 3-7> Military-Use CRADA의 개념

- Military-Use CRADA는 국방부 연구실과 산업 분야의 파트너가 국방부 연구실이 소유하고 있는 독특한 역량과 시설을 활용하여 군사적인 사용을 위한 상품 혹은 프로세스를 개발하기 위해 협력하는 CRADA를 의미한다.
- 순수 연구를 수행하거나 이미 존재하는 연구를 재수행하는 것이 아니라 국방부 혹은 군사적인 사용이 가능한 상품 개발을 주요 목적으로 하는 것이다. 기술이 다른 상업적인 기회를 가지는 것처럼 새로운 국방부 시스템과 제품에 포함되게 된다.

- 또한, DoDI 5535.8에는 국방부 산하 연구기관이 CRADA를 시행하고자 하는 경우 고려해야 하는 기준과 주요 요소에 대해 다음 <표 3-8>과 같이 제시하고 있음.

<표 3-8> 미 국방부 산하 기관의 CRADA 적용 시 고려사항

- 6.17. CRADA를 고려할 시 기준과 요소
- 6.17.1. CRADA는 하나 혹은 그 이상의 연방 연구소와 하나 혹은 그 이상의 비연방 기관이 특정 연구개발 노력(국방부 연구소의 본래 미션과 일치하는 한에서)을 함께 하겠다는 협정이다.
- 6.17.2. CRADA는 조달 계약과 그 외 31 U.S.C. 6303~6305에 규정된 것들을 위한 것일 수 없으나 법적 구속력이 있는 계약이다. CRADA는 일반 조달 절차를 대체할 수 없다.
- 6.17.3. 중소기업에 대해 특별히 배려해야 한다.
- 6.17.4. 미국내에 위치한 사업체, CRADA에 의한 발명을 이용한 제품, 대부분이 미국에서 만들어진 발명품을 이용한 제품을 우대해야 한다.
- 6.17.5. CRADA는 다양한 지적재산권 문제(데이터 권리, 재산권, 지적재산권 등)에 대한 조항을 포함해야 한다.
- 6.17.6. 국방부 연구실은 CRADA에 의해 생성된 상업적 가치가 있는 정보에 대해 5년간 공공의 접근을 제한한다. 이를 통해 협력 기관이 CRADA에 의해 생성된 지적 재산권, 발명으로 충분히 수익을 얻을 수 있도록 한다.
- 6.17.7. 국방부 연구소는 인력, 서비스, 시설, 장비, 지적 재산권과 같은 자원을 보상없이 제공할 수 있으나 비 연방 기관에 자금을 지원할 수는 없다. 비 연방 기관이 연방 기관에 자금을 지원하는 것은 가능하다.
- 6.17.8. CRADA에 의해 자금을 지원 받는 국방부 연구소는 계좌를 분리하여 CRADA에 의한 지출 내역을 증명할 수 있는 자료를 유지하여야 한다.
- 6.17.9. CRADA에 의해 지적 재산권을 라이선스할 때, 국방부 연구소는 비독점적이고, 양도할 수 없는, 변경할 수 없는, 비용을 완납한 라이선스를 정부로부터 보유하고 있어야 한다.

- CRADA는 미국 내에서 매년 평균 700~950개의 신규 협정이 맺어지고 있으며, 다양한 부처·기관이 수행하고 있기 때문에 각 사업에 적용하기 위한 공통 절차가 마련되어 있으나 다만 반드시 본 절차를 준용하도록 의무화되어 있지는 않음.

- CRADA 공통절차는 8단계로 이루어져 있으며 (1) 개념정의, (2) 초기 CRADA, (3) 검토, (4) 공식 협상, (5) 연구소 서명획득, (6) 기관에 의한 검토 및 승인, (7) CRADA 시행, (8) CRADA 최종보고로 절차가 진행됨.
- 절차 중 5단계와 6단계 과정에서는 정부소유 및 정부운영(GOCO; Government-Owned, Government-Operated)연구소와 정부소유 및 민간운영 GOCO(Government-Owned, Contractor-Operated)연구소로 구분하여 각 연구소 특성에 맞는 절차를 진행하는 것이 특징임.

<표 3-9> CRADA 단계별 수행 내용

단계 구분	내용
1단계 개념정의	- CRADA 절차는 보통 연구소의 책임개발자(PI, Principal Investigator)의 아이디어에 의해 시작되며 PI는 협력 R&D사업에 대한 개념을 구상 - PI와 기술이전사무소(T2 Office)는 CRADA를 위한 기초개념을 함께 의논하고 잠재적인 파트너를 식별하고 CRADA 시행에 요구되는 연구자원을 분석
2단계 초기 CRADA	- 제공된 CRADA 수립절차를 이용하여 PI는 요구되는 정보를 식별하고 임무기술서(SOW, Statement of Work)의 초안을 제출 - 관련 토의는 잠재적 파트너와 함께 진행되며 주로 재정 의무, 파트너 체결에 관한 문제, 지식재산권에 관련된 문제에 대해 의논
3단계 검토	- 기술이전 사무소는 제출된 초안을 검토하며 이때 각 연구소 및 기관의 법률사무소(legal office)에 의해 검토되었는지도 확인함 - 기술이전 사무소에서는 잠재적 CRADA 과정을 분석함 - 또한 수정된 CRADA 초안을 검토하고 최종검토를 위해 법률 사무소에 CRADA 초안을 제공함. - 법률 사무소에서 승인하면 기술이전사무소는 ORTA(Office of Research and Technology Application) 및 잠재적 파트너에게 다시 초안을 제출하여 검토하게 함.
4단계: 공식 협상	- 기술이전사무소는 연구소의 대외협력팀 및 PI, 법무사, 경영 및 기술팀, 기술이전사무소 인력을 소집하여 협상을 시작 - 협상에서 최종 승인된 초안은 최종 동의를 위해 관련 기구(Organization)의 경영팀, 기술이전사무소, 법률사무소로 전달
5단계 (GOCO 연구소) 지역기관승인을 위한 제출	- 기술이전사무소는 지역기관 및 파트너의 최종승인을 위해 CRADA를 제출하고 요구 시 파트너와 재협상을 조정 - 재협상 후에는 최종 수정버전이 만들어 지고 최종 CRADA는 다시 최종승인을 위해 법률 사무소로 전달
5단계 (GOGO 연구소) 최종 협상 및 승인과정	- 기술이전사무소는 최종 기관 및 연구소의 승인을 조정하고, 법률 사무소의 최종 승인 후에는 파트너에게 최종 서명을 위해 CRADA를 전달 - 파트너가 서명한 후 기술이전사무소는 연구소 기술책임자(Technical director)의 서명을 받기 위해 CRADA를 전달
6단계 (GOCO 연구소) 서명 제출	- 기술이전사무소는 최종승인 후 연구소 책임자 및 파트너의 서명을 받기 위해 CRADA를 전달 - CRADA가 연구소 책임자 및 파트너 모두에게 서명을 받고나면 CRADA 착수

6단계 (GOGO 연구소) 연구소/기관 검토	- 연구소 기술책임자로부터 최종승인을 받고 나면 기술이전 사무소는 기관의 R&D 본부, 법률사무소, 기구 경영팀, 연구 파트너 및 PI에게 복사본을 제공 - 기관의 R&D 본부는 30일 내에 CRADA의 승인, 비승인, 또는 수정요구 등과 같은 임무를 마쳐야 함. - 이 기간에 기술이전사무소는 계속 R&D 본부와 연락하여 수정사항이 발생하면 다시 모든 과정을 2단계로 보냄.
7단계 CRADA 시행	- CRADA가 승인되면 기술이전 사무소는 이를 PI, 기구 경영팀, 법률 사무소 및 연구소 기술책임자에게 알림 - 연구소 및 파트너는 SOW에 서술된 협력 R&D 임무를 실행하기 시작 - 그리고 PI 및 CRADA 과정의 검토자들은 주기적으로 기술이전 사무소에 사업진행보고를 함
8단계 CRADA 보고	CRADA가 완성되면 기술이전 사무소는 최종보고를 준비하며 주로 계획표, 사업설명, 주요 계약정보, 사업개요, 향후 과제, 각 기관/연구소 및 잠재적 사용자에게의 이점, 라이선스 등에 관한 내용을 서술함.

자료: Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer, FLC Technology Transfer Desk Reference: A Comprehensive Guide to Technology Transfer, 2013

3.1.5 미국 국방과학기술 연구 동향

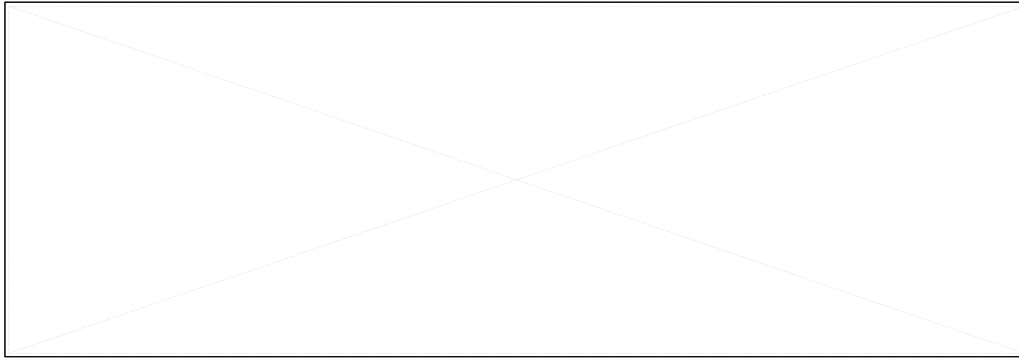
- 미국의 국방과학기술수준은 세계 최고선진국으로 확고한 위상을 보유하고 있고, 막대한 국방R&D 예산투자를 기반으로 모든 분야에서 국방과학기술을 전인하고 있음.
- 지난 '08년 기품원이 국가별 국방과학기술수준을 조사한 이래 미국의 국방과학기술수준은 계속해서 최고 선진수준(100)을 유지하고 있음.
- 막대한 국방과학기술 예산 투자를 기반으로 모든 분야에서 최고선진국 수준을 유지하고 있고, 신개념 무기체계 개발을 주도하고 있음.
- 8대 국방과학기술역량 전반에 걸쳐 전 세계에서 가장 우위를 가지고 있음.

8대 무기체계 분야별 수준/순위	분석
	권역별 수준 : 지휘통제/통신, 감시정찰, 기동, 함정, 항공/우주, 화력, 방호, 기타 등 전 분야 최고 선진권 수준

[그림 3-1] 미국의 8대 무기체계 분야별 수준 및 순위

자료 : 국방기술품질원, 「국가별 국방과학기술 수준조사서」, 2015.11

- 미국은 26개 무기체계 전체 분야 기준으로 세계 최고수준의 역량을 보유하고 있어서 관련 기술발전을 주도하고 있음.
- 레이더의 경우 세계 최고의 능동위상배열(ASEA) 레이더 기술을 포함하여 소자부터 체계까지 레이더 개발의 전 분야에 걸쳐 최고수준의 기반기술, 자체개발 능력, 생산역량을 확보하고 있으며, 소형화 능력, 경량화 능력, 장거리 탐지능력, 저피탐 생존성 능력의 분야에서 최고의 기술수준을 보유함.
- 고정익은 스텔스 기술, 추력편향기술, 내부무장 기술 등의 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 보유하고 있으며, 최첨단 전투기인 F-22를 개발하여 실전배치하여 성공적으로 운용하고 있음.
- 유도무기의 경우에도 대륙간 탄도탄, 장거리 순항유도탄, 탄도탄 요격체계, 초고속 장거리 유도무기 등 전략급 유도무기뿐만 아니라, 다목적/다중표적 유도무기, 항공무인기 탑재용 유도무기 등 정밀타격용 전술급 유도무기 분야에서도 세계최고수준의 개발기술을 보유하여 유도무기 분야 기술을 선도하고 있음
- 다음 [그림 3-2]는 26개 무기체계별로 미국의 국방과학기술수준 및 순위 분포를 나타냄.



[그림 3-2] 미국의 26개 무기체계별 수준 및 순위 분포

자료 : 국방기술품질원, 「국가별 국방과학기술 수준조사서」, 2015.11

- 다음 <표 3-10>은 8대 무기체계 분야별로 구체적인 미국의 국방과학기술 연구 동향을 종합한 것임.

<표 3-10> 미국의 분야별 국방과학기술 연구 동향

구분	주요 내용
지휘통제/통신 분야	• 막대한 투자를 통한 신속한 정보공유체계 구축과 의사결정지원을 수반할 수 있는 구조를 확립함. SOA(Service of Architecture) 개념 및 체계 구현을 선도하고 있으며, NGC에서 e-Core라는 프레임워크를 적용함. • GIG(Global Information Grid)와 DIB(DCGS Integration Backbone)를 이용, C4I체계와 ISR 체계의 정보교환을 원활히 함. • NEW(Network Enabled Weapon)를 이용한 실험을 추진 중임. NEW는 유도폭탄 순항미사일 등에 데이터링크를 달아 이동표적에 대한 타격 효과를 향상시키는 과제임.
감시정찰	• 신개념의 전술데이터링크를 지속적으로 독자개발 중이며, 독자적인 신규 전술데이터링크를 개발하여 유럽 및 NATO 회원국과 상호운용성을 보장함. • 생존형/광대역/협대역 군 위성통신체계를 지속적으로 발전시키며, 차세대 미사일 감지센서위성(CPIR), 차세대 GPS위성(PNT) 및 군전용 기상관측위성(DMSP)를 전력화하여 운용 중임 • 레이더의 표적식별성능 및 처리기술에서 타 선진국 대비 우위를 유지하고 있음. 자국의 안전을 위하여 탄도탄 조기경보 및 요격용 저 RCS 표적에 대한 탐지능력을 극대화한 장거리 레이더를 개발하는 등 고정밀/고정확성 보유 레이더 연구개발에 중점을 두고 있음. • 핵심 EO/IR 센서의 체계융합기술 및 핵심구성품 기술을 선도하고 있고, 위성용, 항공용, 함정용 등 다양한 EO/IR 관측/사통장비를 개발, 생산, 수출하고 있음.
기동	• 자국의 전장 환경 특성에 부합하도록 기존 장비의 성능을 개량하거나 신규 장비를 개발한 후 별도의 임무 및 기능에 따라 “통합형”으로 개발하고 있으며, 미래전을 대비하여 RDECOM 주관하에 Future Soldier 2030 Initiative사업을 추진하고 있음
합정	• 대기뢰전, 대잠전, 정찰감시, 대수상함전, 특수전 등 다목적용 무인수상정을 개발 중이며, 목적에 따라 다양한 크기의 무인수상정도 개발 중임

항공우주	- 스텔스, 추력편향, 내부무장 기술을 적용한 5세대 전투기 F-22를 개발 및 운용 중이며, 5세대 전투기 개발을 통하여 스텔스, 슈퍼크루즈 기술, AESA 레이더, 전자전 등 고정익 전 분야의 기술을 보유함. - 현재 5세대 전투기의 후속으로 6세대 전투기 개발 추진 중으로 지향성 에너지무기, 광대역 스텔스기술, 유·무인 통합기술, 소형 항공 전자장치 및 전자전체계를 적용 예정이고, 꼬리날개가 없는 진보적 스텔스 기체 형상을 설계중임 - 미국은 SBIRS, World View, Lacrosse, Key hole 등 감시정찰 위성을 개발하여 탄도미사일 추적, SAR영상 확보를 통한 주요지역 상시감시가 가능하며, MUOS, WGS, AEHF 등의 통신위성을 개발하여 협대역, 광대역, 보안위성을 모두 확보하여 운용중임
화력	- 레이저무기체와 관련하여 세계 최고 기술수준의 국가로서 집중적인 투자와 개발을 선도하고 있으며 다양한 플랫폼에 레이저기술을 적용하여 무기체계로서 운용가능성을 시험하고 있고 구체적인 전력화계획도 수립하고 있음. - 고출력 전자파무기와 관련하여 펄스 당 1kJ의 에너지를 갖는 1GW급 협대역 펄스 신호원 개발에 집중해 왔고, 최근에는 육, 해, 공군, JNLWD(Joint Non-Lethal Weapons Directorate) 등에서 개발시연 사업과 다수의 핵심기술 연구개발을 진행 중임
방호	휴대용 대공유도무기는 미국, 러시아, 영국, 프랑스, 이스라엘 등 많은 국가에서 개발하여 자국내 운용 또는 수출 등을 지속 추진하고 있으며, 성능개량 및 탑재장비 다양화 등을 통해 운용성능을 극대화하기 위해 노력하고 있음
기타(국방SW, M&S 등)	훈련, 실험, 획득분야에 광범위하게 사용 가능한 OneSAF(One Semi-Automated Forces) 개발을 통해 합동작전 모의지원 기술을 확보함

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준(총론; 일반본)」, 2016.12

3.2. 이스라엘 사례¹⁸⁾

3.2.1 이스라엘 민군기술협력 정책 기초

- 이스라엘의 민군기술협력은 방위산업 중심의 자국 내 첨단산업 생태계 기반과 긴밀하게 연계되어 수행되고 있으며, 우수 방산 및 ICT 등 민간 업체의 R&D를 통해 민군기술협력 성과를 창출하고 있음.
- 즉, 이스라엘은 국방과 민간의 구분이 없이 국가연구개발 거버넌스 내에 민군기술협력이 자연스럽게 이루어질 수 있는 기반이 마련되어 있음.
- 이스라엘의 민군기술협력은 크게 (1)방산업체 주도적 민군기술협력 추진, (2)민군 기술협력사업 시행을 위한 정부의 적극적인 인프라 구축 지원, (3)연관 기술 네트워크에 대한 포괄적인 지원 등의 방식으로 추진되고 있음.
- 첫째, 이스라엘의 민군기술협력은 당초 민간업체 또는 정부 주도로 추진되기 보다는 방산업체들이 국방비 감소 및 방위산업 경쟁심화 등 외부 환경의 변화에 대응하기 위해 자발적으로 추진한 전략임. 즉, 방산업체들은 기술력을 바탕으로 민수시장 진출을 적극적으로 추진하였고, 그 결과 민간업체와의 협력을 통해 우수한 국방기술을 활용하여 상용품을 개발하고 사업화하였음.
- 둘째, 방위산업에서 확보한 세계적인 기술력을 타 산업으로 이전(spin-off)하여 국가 차원의 기술력과 연구개발 역량 향상을 모색하였으며, 이를 위해 방산업체, 민간업체, 정부 및 민간연구소대학 등을 연결하여 협력할 수 있는 MAGNET 프로그램이라는 인프라를 구축하였음. 다만, 이스라엘 정부는 많은 기관들이 적극 참여할 수 있는 연결고리 역할을 담당하고 연구개발 활동비용과 사업화를 간접적으로 지원하지만 특정 기술 또는 업체를 선별하여 지원하지는 않음.
- 셋째, 이스라엘은 특정 기술분야가 아니라 다양한 기술분야에 대해 연구개발 네트워크를 형성하고 해당 사업분야에 대한 각각의 네트워크를 하나의 큰 협력체로 연계하여 특정 기술분야의 연구개발 미비로 인해 발생될 수 있는 병목현상을 최소화하고 상용화 시기를 앞당기는 전략을 채택하고 있음.

18) 본 절의 내용은 안보경영연구원, "민군 협력 R&D 활성화를 위한 정책 및 기획 연구", 2016.9에서 발췌한 것임.

3.2.2 이스라엘 민군기술협력 관련 사업 종합

- 이스라엘의 국가 R&D 사업은 국방부 및 산업무역노동부가 전담하고 있는데, 이 중 국방부는 전략·비닉의 핵심분야 R&D를 제한적으로 수행하기 때문에 산업무역노동부가 실질적으로 국가 R&D 사업을 총괄하고 있음.
- 산업무역노동부 수석과학자실(OCS)은 R&D 정책 핵심부서로 다음 <표 3-11>과 같이 R&D에 대해 미성숙 기초원천기술부터 경쟁 단계까지 Pre-seed, Seed, Pre-competitive 및 Competitive의 4단계로 구분함.
- 그 중 대표적 이스라엘의 민군기술협력 사업인 MAGNET 및 MAGNETON은 Pre-competitive 단계에 포함되어 있음.

<표 3-11> 이스라엘 산업무역노동부 수석과학자실의 R&D 추진단계

단계 구분	주요 사업 및 내용
Pre-seed	- Technological Incubators : 미성숙 업체에 대한 신기술 개발 및 벤처 창업 지원 - Tnufa : 개별사업가에 대한 지원 - Noffar : 바이오분야 및 학계연구의 기술이전
Seed	Heznek : 벤처업체에 대한 정부 및 민간투자자 공동지원
Pre-competitive (Generic) [민군기술협력]	- MAGNET : 경쟁단계 이전의 산업 R&D를 위해 기업/대학이 컨소시움 형성, 정부가 66%까지 투자 - MAGNETON : 1개 대학 및 1개 기업 간 기술이전 지원 - Generic R&D : 최대 50%까지 업체 R&D 지원
Competitive	R&D Fund : 산업 경쟁적인 R&D 프로젝트에 대해 20~50% 지원, 3~5% 로열티

자료 : 산업연구원, “창조경제 시대의 민군기술융합 촉진을 위한 제도개선 방안”, 2013.12.

- 이스라엘의 민군기술협력을 위한 제도적 플랫폼은 MAGNET, MAGNETON 및 MEIMAD의 3가지 국가 R&D 사업이 대표적이며, 국방 및 민간연구기관의 상당수가 본 사업들에 참여하고 있음.

<표 3-12> 이스라엘의 민군기술협력 관련 사업 내역

민군기술협력사업	과제 수	총예산	과제당 지원규모	비 고
MAGNET	15개 내외	600~700억 원	55억 원	- 산학연 협력을 위한 국가 R&D 사업으로, 방산업체 활발히 참여 - 민군겸용기술 R&D를 위한 전용사업으로 2013년부터 착수
MAGNETON	매년 신규 25개 내외	—	8.8억 원	
MEIMAD	17개 (2013년)	약 90억 원	5억 원	

자료 : Globes 및 산업연구원, 창조경제 시대의 민군기술융합 촉진을 위한 제도개선 방안, 2013.12. 종합

- 가장 대표적인 사업인 MAGNET은 '91년부터 기획되어 '94년 정식 출범하였고, 매년 1~2개 과제가 종료되는 한편 신규로 선정되고 있음. 예산투입은 매년 600~700억 원으로 지원과제 수는 15개 내외이기 때문에 과제당 예산은 매년 55억원 수준임.
- Mini-MAGNET이라 불리는 MAGNETON은 소과제 지원사업으로 다수의 업체, 대학 및 기관 간 컨소시움을 지원하는 MAGNET과 달리 본 사업은 1개 대학 및 업체 간 공동 R&D 및 기술이전을 지원하고 있음. 연간 총예산은 비공개이나, 매년 20~25개 신규과제를 선정하여 평균 8.8억 원을 지원하고 있음.
- 민군겸용기술 R&D 전용사업인 MEIMAD는 '12년 최초 기획되어 '13년부터 산업무역노동부, 국방부 및 재정부의 공동투자가 진행되었고, 산업무역노동부 주도로 추진되고 있음. '13년 선정과제 수는 17개로 예산은 총 90억 원을 투자하여 과제당 5억 원 수준의 매우 소규모로 실행되고 있음.

3.2.3 이스라엘 민군기술협력사업 세부 현황 - MAGNET 사업 사례

- MAGNET은 이스라엘이 산학연과 협업을 통한 첨단 산업을 육성하기 위해 산학연 간 컨소시움을 구성하여 신기술 개발을 촉진하고자 만든 제도로서 가장 대표적인 민군기술협력 관련 사업으로 자리매김되어 있음.
- 본 사업은 연구소와 대학 및 산업체를 연결하여 컨소시움을 형성하여 첨단기술의 개발과 기술이전을 활성화하는 프로그램으로 지난 '90년대 초부터 착수되었음.
- 대학 및 연구기관들은 세계적 수준의 기술개발 역량을 보유하고 있는 상황에서 MAGNET은 산학연의 자발적 협력을 지원하여 신기술 개발을 촉진하는 것을 목표로 하고 있음.
- MAGNET 사업은 개별 R&D 컨소시움에 대해 초기 3년간 자금을 지원하고, 후속 평가를 통해 성공과제에 대해 2년간 추가 지원함.
- 이 때, 업체에 대해서는 66%까지, 대학 및 연구기관은 과제별로 66%, 80% 및 90% 수준까지 지원하며, 기술료는 별도 부과하지 않음.
- MAGNET 사업 지원 시 핵심 전제조건은 다음 <표 3-13>와 같음.

<표 3-13> MAGNET 사업의 지원 시 전제조건

1. 특정 기술 R&D를 위한 컨소시움에는 해당분야 업체들이 최대한 다수 참여해야 하며, 관련분야 목표에 부합하는 역량을 보유한 대학 및 연구기관이 반드시 포함돼야 함. 이는 Pre-competitive 단계상 원천기술 개발을 위해서는 다양한 혁신주체가 참여해야 하며, 순수연구부터 기술상용화까지 달성하기 위해서는 산학연간 긴밀한 협력이 필수적이라는 인식에서 기인함.
2. R&D 결과물은 해당 기술 수요자 모두에게 접근성이 보장돼야 함. 이는 지적재산의 반독점 이슈와 관련해, 독점적 권한이 미반영된 기술가격을 형성해야 함을 의미함.
3. Pre-competitive 단계의 R&D 지원이라는 점을 명확히 하기 위해, 시제 수준에 도달하면 해당 컨소시움에 대한 지원을 중단함. 즉, 실제 제품화/상용화에 필요한 R&D는 본 사업을 통해 지원하지 않음.
4. 타 일반사업과 달리, 본 사업은 경쟁방식으로 운영됨. 이는 동 사업이 개방돼 있으며, 컨소시움 랭킹체계 하에서 우수성이 입증된 과제만을 지원한다는 의미임.

자료 : 산업연구원, 창조경제 시대의 민군기술융합 추진을 위한 제도개선 방안, 2013.12.

- MAGNET 사업의 「시행령」에는 컨소시엄 운영원칙인 Model Principles이 포함되어 있고, 컨소시엄 선정 및 평가는 MAGNET 위원회가 담당함.
- MAGNET 사업의 컨소시엄 구성을 위해서는 목표의 명확성, 제도적 뒷받침, 개방성, 상호협력성 및 한시성 등의 조건을 충족하도록 규정하고 있음.

<표 3-14> MAGNET 사업의 컨소시엄 운영원칙 : Model Principles

주요 원칙	내용
1	컨소시엄의 목표를 명확히 제시
2	참여자 간 참여자와 제도 운영자 간 관계를 정립하는 조직(또는 기관) 설치
3	제도 내 활동에 있어 개방성 보장
4	참여자 각각의 개별 연구수행 장소가 인정되나, 공동 연구 활동 장소도 개설될 수 있도록 하며 지식센터, 컨퍼런스 개최 및 워킹그룹 구성도 실시
5	컨퍼런스는 한시적으로 운영

자료 : MAGNET 시행령 (<http://www.consortia.org.il/>)

- 한편, 컨소시엄 선정 및 평가를 수행하는 MAGNET 위원회는 정부, 산업계 및 학계를 포함해 총 10명으로 구성되어 있음.
- 정부 측에서는 이스라엘 혁신처 인원(3명), MAGNET 국장, 재정부 인원(1명), 기타 관련 부처 인원(1명)이 포함되어 있고, 산업계 및 학계에서는 관련 분야에 있어 풍부한 경력을 갖춘 전문가(4명)로 구성됨.
- 이 때, 위원장은 이스라엘 혁신처장이 담당함.

<표 3-15> MAGNET 위원회 구성내역

구 분	참석자		인원 수
정 부	산업무역노동부	[위원장] 수석과학자	1
		부수석과학자	1
		기타 수석과학자실	1
		MAGNET 사업 국장	1
	재정부		1
	기타 정부대표		1
산업계 및 학계	첨단기술 업계 시니어급 경력자 및 학술연구/대학교육 경력자		4
계			10명

자료 : 이스라엘 MAGNET 사업 시행령 자료

□ MAGNET 사업은 사업도중 목표치를 조정하거나 성실실패를 용인하고, 원칙적으로 컨소시움 구성원들에게 개발된 연구개발 결과물의 실시권을 보장하는 방식으로 운영되고 있음.

- 첫째, MAGNET 사업 운영상 연구개발 목표가 지나치게 높게 설정되어 있다고 평가되는 경우 연구진행 도중 조정이 가능하며, 성실실패제도를 적용하여 비록 개발목표에 미달하더라도 성실하게 연구가 진행되었을 경우 실패에 대한 제제조치를 면제하고 있음.
- 개발자에게 소유권을 허여하나 컨소시움 관계자에게도 실시권을 무상으로 부여함.

<표 3-16> MAGNET 사업의 주요 특징

특징 구분	내 용
R&D 목표치 설정, 조정 및 결과평가	• 각 컨소시움은 R&D 진행 도중 초기 목표치가 높게 설정된 경우 이를 조정할 수 있음. 목표 조정치는 초기 3년에 대한 평가 시, MAGNET 위원회가 승인 및 결정하며 추가 2년간 R&D를 진행할 수 있음. • 성실실패용인제도 도입 : R&D 목표를 달성하지 못해도 패널티를 가하지 않음. R&D 사업의 목표는 특정 기술 개발이 아닌 자국 내 업체, 대학 및 연구기관의 역량 강화 및 네트워크 구축이라는 이스라엘 정부의 철학과 연계됨. • 단기 기술개발이 아닌, 장기적 관점의 혁신역량 강화
지재권 정책	• R&D 결과물에 대한 소유권은 개발자에게 있으나, 실시권은 모든 컨소시움 참여멤버들에게 무료로 허용됨. • 국가 투자에 따른 기술료 납부가 없음. • R&D 결과물을 필요로 하는 누구에게나 해당 기술에 대한 접근성을 보장함. • 단, 새로운 지적재산이 기존 지식에 기반하거나 기존 지식 없이 활용이 불가능한 경우 해당 지식에 대해 로열티를 지급함.

자료 : 산업연구원, 창조경제 시대의 민군기술융합 촉진을 위한 제도개선 방안, 2013.12.

3.2.4 이스라엘 민군기술협력사업 세부 현황 - MEIMAD 사업 사례

- MEIMAD 사업은 민군겸용기술개발사업(Leveraging Dual-use R&D)으로, 국가 안보 및 국제 민수·군수 경제성에 기여하기 위한 민군겸용 R&D 촉진을 주목적으로 함.
- 본 사업은 지난 '12.1월 최초 지침이 마련되었고, '13년 기준 약 90억 원의 예산이 배정되어 17개 과제가 시행되고 있음.
- 산업무역노동부, 국방부 및 재정부가 1:1:1의 비율로 예산을 부담하고, 지원대상은 업체 및 연구기관이며, 업체는 독자적인 R&D 역량을 보유하고 최근 3년간 연매출이 5천만 달러를 초과하지 않은 소기업이어야 함.
- 본 사업은 MEIMAD 위원회를 중심으로 운영되고, 산업무역노동부/국방부 각 1명이 공동위원장을 맡으며, 총원은 9명 수준임.
- 본 위원회는 산업무역노동부, 국방부 및 재정부 등 소속 직원 및 각 부처가 임명한 민간위원 등으로 구성되어 있음.

<표 3-17> MEIMAD 위원회 구성내역

구 분	참석자	인원 수
산업무역노동부	[공동위원장 1] 산업무역노동부 직원	3
	임명된 민간위원	1
국방부	[공동위원장 2] 국방부 직원	2
	국방부 보안국(DSD) 임명 민간위원	1
재정부	재정부 Budget Office 직원	1
	임명된 민간위원	1
계		9명

자료 : 이스라엘 MEIMAD 사업 시행령 자료

- 본 위원회의 과제 선정기준은 기술혁신성, 아이디어 독창성, 기술이전 가능성, 국제시장성 및 기술 운영차이에 대한 기여도 등이며, 이를 통해 선정된 과제별 정부지원비율은 연구기관 구성에 따라 다소 상이하게 적용하고 있음.
- 지원기간은 최장 30개월, 최대 예산은 업체 500만, 연구기관 50만 달러 수준임.
- 지재권은 주관기관이 소유하며, 기술료는 「국가 R&D법」에 따라 일반 R&D 지원사업과 동일하게 규정돼 있음.

<표 3-18> MEIMAD 사업의 정부 지원비율

구 분	정부 지원비율	비 고
업체-연구기관(대학) 공동	~66%	업체 및 연구기관(대학) 간 기술이전
업체 자체개발	50~66%	직원 수 10명 이하, 설립 3년 이하
연구기관(대학)	~90%	-

자료 : 이스라엘 MEIMAD 사업 시행령 자료

- MEIMAD 사업의 대표 성과는 Elbit Systems, Elop전자산업 및 텔아비브 대학이 참여한 레이저 파장 전환기술 개발사업이 제시되고 있음.
- 본 사업은 Elbit Systems, Elop전자산업 및 텔아비브 대학이 참여해 군용 항공기에 적용할 수 있는 레이저 파장 중적외선(Laser-wavelength Mid-IR) 전환기술을 개발하는 사업임.
- 방산업체인 Elbit Systems는 당시 항공기 요격용 Shoulder Missile을 생산 중이었는데, 자사의 미사일로부터 항공기를 보호하는 기술도 개발할 필요성이 있음을 인식하고 본 사업을 제안하였음.
- 자회사인 Elop전자산업은 동 사업을 이미 추진하던 중 파장전환 프로세스의 최적화에 대한 문제점을 발견한 후, 미보유한 기술을 보완하기 위해 텔아비브 대학과 협력하여 제품 사이즈 축소 및 성능 향상에 성공하게 되었음.
- 개발완료 기술은 국방부로부터 우수성을 인정받아 이스라엘 안보대상을 수상하였으며, 현재 Elbit Systems의 항공방어시스템에 적용되어 수출되고 있음.

3.2.5 이스라엘 국방과학기술 연구 동향

- 이스라엘의 국방과학기술수준은 세계 최고선진국 대비 약 84% 수준으로 세계 6위권을 차지하고 있고, 특히 지휘통제/통신, 감시정찰, 기동분야 등이 상대적으로 우수한 역량을 보유하고 있음.
- 지난 '08년 기술험이 국가별 국방과학기술수준을 조사한 이래 이스라엘의 국방과학기술역량은 세계 최고선진국 대비 83%('08년) → 83%('10년) → 84%('12년) → 84%('15년) 등으로 세계 6위권을 차지하고 있음.
- 특히, 무인기, 우주, 미사일 방어 분야를 3대 주요 개발분야로 선정하여 집중적인 투자를

하고 있고, 첨단 레이더/전자기술을 토대로 핵심시스템 및 부품 중심의 개발체계를 유지하고 있음.

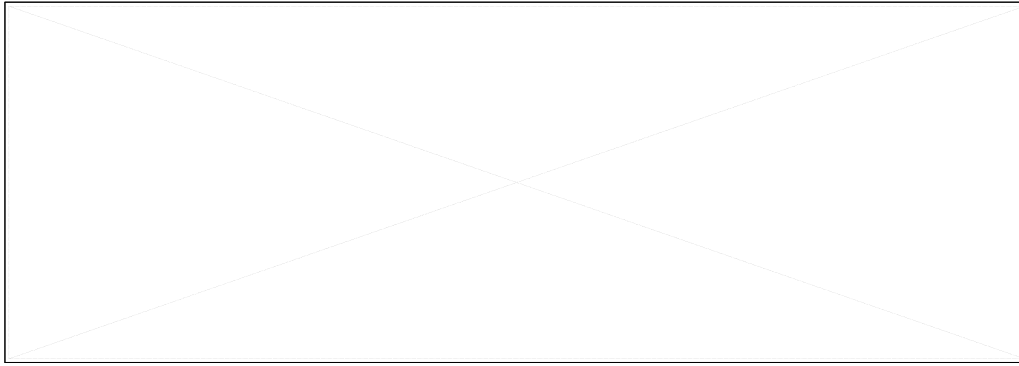
- 8대 국방과학기술역량 전반에 걸쳐 전 세계에서 가장 우위를 가지고 있음.

8대 무기체계 분야별 수준/순위	분석
	• 권역별 수준 - 선진권 : 지휘통제/통신, 기동, 기타, 감시정찰, 방호, 화력, 항공/우주 분야 - 중진권 : 함정 분야 • 상대적 우수/미흡분야 - 우수 : 지휘통제/통신, 감시정찰, 기동 분야가 상대적으로 우수 - 미흡 : 함정, 항공우주 분야 상대적으로 미흡

[그림 3-3] 이스라엘의 8대 무기체계 분야별 수준 및 순위

자료 : 국방기술품질원, 「국가별 국방과학기술 수준조사서」, 2015.11

- 이스라엘은 26개 무기체계 분야별로는 EO/IR, SAR, 기동전투, 항공무인 등의 분야는 타 분야에 비해 상대적으로 우수한 반면 잠수함, 수중유도무기, 회전익 등의 분야에서는 타 분야에 비해 상대적으로 미흡한 것으로 집계되었음.
- 우선 무인기 및 위성용 SAR체계의 경우 독자 설계/개발기술을 보유하고 있고, 항공용 SAR는 미국 다음의 기술력과 경험을 보유하고 있음.
- EO/IR은 센서용 핵심부품, 기술개발을 선도하며 IR검출기 등을 수출하는 세계 최고의 기술수준을 보유하고 있음.
- 무인기는 운용경험을 토대로 저비용, 고효율의 무인기를 개발/생산하고 있고, 1ton급 개발에 이어 4ton급 대형 무인기 개발을 진행하고 있음.
- 반면, 잠수함은 잠수함 등 해양무기체계는 주로 선진국으로부터 도입하여 운용하고 있으며, 관련 기술개발에 소극적임.
- 수중유도무기의 경우에도 Hard Kill 방식의 어뢰방어체계 개발경험은 있으나 수중유도 무기 분야 개발경험은 없음.
- 다음 [그림 3-4]는 26개 무기체계별로 이스라엘의 국방과학기술수준 및 순위 분포를 나타냄.



[그림 3-4] 이스라엘의 26개 무기체계별 수준 및 순위 분포

자료 : 국방기술품질원, 「국가별 국방과학기술 수준조사서」, 2015.11

○ 다음 <표 3-19>는 8대 무기체계 분야별로 이스라엘의 국방과학기술 연구 동향을 종합한 것임.

<표 3-19> 이스라엘의 분야별 국방과학기술 연구 동향

구분	주요 내용
지휘통제/통신 분야	• 육군 기동 C4I 개념을 사단급까지 전개하고 있음. 사단급까지 쉘터가 기동하며 지휘하고, 10톤 트럭 2개가 전개하면서 콘솔 10개로 운영되고 있음. • 스마트폰을 활용한 UAV-C2-화력 통합운용 능력을 개발하였으며, C2P(Command to Portable) 개념을 전력화하였음.
감시정찰	• 미국 및 NATO와의 기술협력을 통해 다양한 표준 데이터링크(DLV-53, BNET 등)를 운용하며, 주변국과의 지속적인 분쟁 상황에서 신기술을 단시간 내에 개발하여 바로 실전에 투입할 정도로 효용성을 입증하였음. • 상업위성을 이용하여 군 통신체계를 구축하여 운용중에 있음. • 지상전술통신시스템인 RAVNET300을 개발하여 백본네트워크와 전술 SDR에 대한 독자적인 시스템을 구축하고 있음. • 단파장(SWIR, Short wave IR) 영역의 카메라 개발완료 등 독자적 영상체계 개발이 가능함.
기동	• Markave 주요 버전에 전쟁 교훈을 반영하여 장갑, 무장, 기동 및 전자장치를 현대화하는 등 진화하는 위협에 맞추어 성능을 개량하고 있으며, 2016년 2월 미래 전투차량인 경전차 카르멜 FSV 개발 5개년 사업에 공식 착수함.
함정	• 국토의 지정학적 특성과 기반 산업과학기술의 영향으로 무인수상정 및 광학센서 기술에 전통적인 강점을 가지고 있음
항공우주	• 무인기 운용경험을 토대로 저비용, 고효율의 무인기를 지속적으로 개발 및 생산하고 있으며 다수 국가에 무인기를 수출하는 등 무인기 기술이 뛰어나며, 이러한 기술력을 바탕으로 4ton급 Heron TP 등 대형 무인기를 개발함
화력	• 미래형 주력전차(MBT) 계획으로 레이저 포 또는 전자기포를 탑재하고 하이브리드 엔진으로 구동할 계획을 수립함. • 100m 거리에서 영구적인 손상없이 군중소요를 막을 수 있는 Shout라는 비살상 음향무기를 개발하였음.

방호	휴대용 대공유도무기는 미국, 러시아, 영국, 프랑스, 이스라엘 등 많은 국가에서 개발하여 자국내 운용 또는 수출 등을 지속 추진하고 있으며, 성능개량 및 탑재장비 다양화 등을 통해 운용성능을 극대화하기 위해 노력하고 있음
기타(국방SW, M&S 등)	- 미국과 M&S 분야의 기술협력 강화, 공동연구 수행 등 M&S 관련 기술 개발 진행 중임. - Mercury Interactive(현 HP ALM software)는 통합 개발 환경(IDE)이 진화를 거듭하고 있는 것처럼, 애플리케이션 라이프 사이클 관리(ALM) 제품군을 더욱 통합하고 있음. 순수한 코딩을 넘어 아키텍처와 개발, 관리, ALM 전체까지의 방법을 제공하고 있음.

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준(총론; 일반본)」, 2016.12

3.3. 프랑스 사례¹⁹⁾

3.3.1 프랑스 민군기술협력 정책 기초

- 프랑스는 민군기술협력을 국가혁신체계의 일환으로 시행하고 있고, 이를 통해 국방 연구개발 기획단계부터 민군기술협력을 추진하여 국가연구개발자원의 효율적 배분·활용을 도모하고 있음.
- 프랑스의 “국가혁신체계”는 기업, 대학, 연구소 등 혁신주체들의 신지식 창출, 확산 및 활용 극대화를 통해 국가경쟁력을 제고하기 위한 민간·공공 조직 및 제도들의 네트워크 총합을 의미함.
- 프랑스의 민군기술협력은 이러한 중앙집권적 국가혁신체계에 국방분야를 포함시키는 형태로 운영되어, 범 국가적 관점에서 민군기술협력 관련 활동을 상당히 광범위하게 수행하고 있음.
- 결과적으로 프랑스는 국방연구개발 기획 및 연구조직 네트워크 측면에서 성공적인 민군기술협력을 추진하고 있는 것으로 평가되고 있음.

- 프랑스의 민군기술협력은 국방 R&D/무기소요에 대한 관리·계획 및 방산수출 등을 총괄하고 있는 병기본부(DGA)가 주도하고 있는 방식임.
- 병기본부는 현재 30-year Plan(PP30²⁰⁾), POS(Policy and Scientific Objectives) 작성, 민군협력 연구, ASTRID, RAPID 등 민군기술협력 사업의 계획 및 관리 등과 관련된 다양한 업무를 담당하고 있음.
- 병기본부의 임무·기능은 크게 무기획득, 미래위협에 대한 대응 및 방산수출 촉진 등으로 구분되며, 이 중 미래위협에 대한 대응 관점에서 국방연구개발 및 민군기술협력사업을 추진하고 있음.

- 병기본부는 각각 지난 ‘97년과 ’03년 각각 추진된 1차 혁신과 2차 혁신을 계기로 민군기술협력을 본격적으로 확대하고 있는 추세임.
- 우선 1차 혁신 이후 국방 R&D 사업의 16~17%(예산 비중)가 민군공동 R&D로 수행되었

19) 본 절은 안보경영연구원, “민군 협력 R&D 활성화를 위한 정책 및 기획 연구”, 2016.10에서의 관련 내용을 발췌하여 제시한 것임.

20) PP30은 미래 전장상황 예측 및 대응을 위한 기술, 작전 및 협력관계에 대한 가이드라인을 제시하는 문서로 합참, 병기본부 및 민간 전문가가 협력 및 작성하는 국방 중장기 계획(안)임.

고, 기업 자체투자가 증가하는 등 국방 R&D의 개방성 및 협력성이 높아지면서 이로 인해 병기본부의 독점적 지위는 감소하였고 핵심기능은 무기획득으로 축소되었음.

- 그 후 2차 혁신 시기에서는 산학연 협력 형태의 R&D를 적극 추진하였고, 항공우주분야를 중심으로 이루어지던 정부연구기관 간 협력을 타 분야로 확장하였음.
- 병기본부가 직접 R&D를 계획·감독하는 비중은 낮아졌으나, R&D 네트워크 개방 및 최신 과학기술 동향 이해를 통한 민군기술협력 수준은 높아졌고, 이는 프랑스가 예산증가 없이 현재까지 최선진국의 국방 R&D 수준을 유지하는 원동력이 되었음.

<표 3-20> 프랑스 병기본부의 임무기능 변화

구 분	~1997년	1차 혁신(Reform) 이후	2차 혁신(Reform) 이후
조직/기능	국방 R&D/구매에 독점적 위치	- R&D 기능 약화 - 획득 기능 강조	- 공동투자 및 PM 기능 강화 - 기술 모니터링 및 통제 강화
R&D 방향	사업 체계종합 (Architect) 기능	- 민군기술협력 시작 및 확대 - Downstream-approach - 품질관리 - R&D 아웃소싱 및 관리	- Partnership-approach - 다양한 R&D 네트워크 관리

자료 : Lazaric Nathalie 외, "Changes in the French defence innovation system : New roles and capabilities for the government agency for defence, Industry and Innovation", 2011.

- 프랑스는 PP30 및 POS를 통해 민군점용성이 높은 것으로 평가된 기술과제는 ASTRID 등 민군기술협력 대상으로 식별되는 등 R&D 기획단계부터 민군기술협력이 실행됨으로써 단기 성과 중심의 사업진행을 사전에 방지하며, 부처 간 이익충돌을 예방하는 순기능을 창출하고 있음.

- PP30에서 기술된 국방·안보 기술은 병기본부의 기술팀에 의해 우선순위 및 실행가능성이 식별되고, POS를 통해 R&D의 범위 및 방법에 대한 세부사항이 결정됨.
- POS를 통해 민군점용성이 높다고 평가된 기술과제가 ASTRID 및 RAPID 사업을 통해 공모되고, 민군기술협력의 대상이 되는 등 PP30 및 POS는 프랑스 민군기술협력의 근간 문서로서 활용되고 있음.
- 즉, PP30과 POS를 통해 중장기적 민군기술협력 과제에 대한 사전합의가 이루어짐으로써 각 부처별 사업 추진에 따른 중복투자를 방지하고, 국가R&D 자원의 효율성을 높이고 순기능이 발생됨.

<표 3-21> 30-year Plan(PP30) 및 민군기술협력 간 관계도

구분	내용	주요 참여자
PP30	국가핵심기술개발사업의 선행적 통합 (중장기 관점의 민군융합)	병기본부, 합참, 민간전문가
POS	PP30에 기술된 개념에 대한 세부사항을 지정, 민군기술협력으로 추진될 연구개발 과제 선정	병기본부
민군협력연구 (ASTRID, RAPID 프로그램)	POS에서 민군겸용으로 선정된 연구개발 과제가 ASTRID, RAPID 프로그램을 통해 공모	병기본부, 국립연구청

자료 : 프랑스 병기본부, Policy and Scientific Objectives(POS), 2010. 및 산업연구원, 창조경제 시대의 민군기술융합 추진을 위한 제도개선 방안, 2013.12. 종합

3.3.2 프랑스 민군기술협력 관련 사업 종합

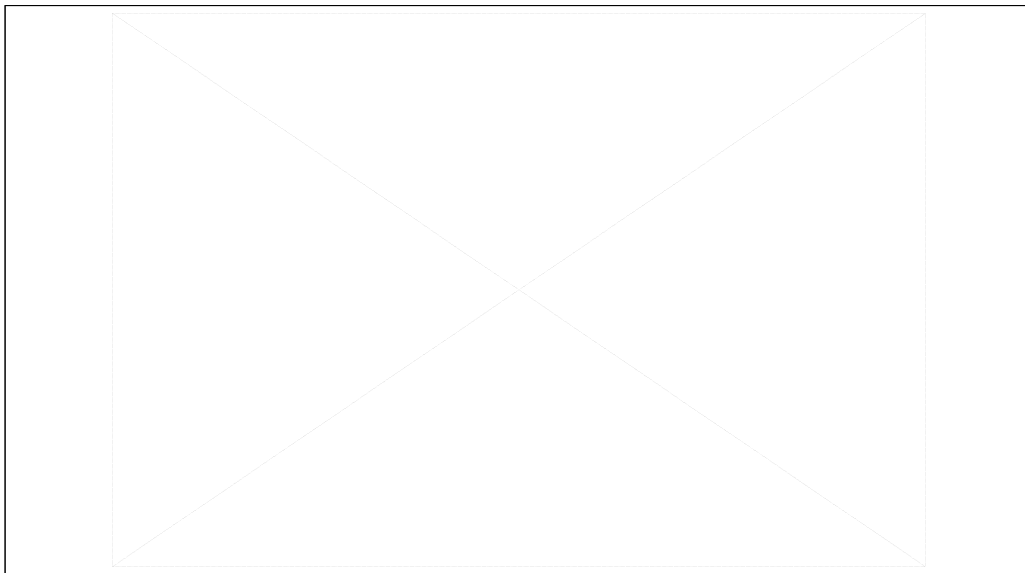
- 프랑스의 국방 R&D 예산은 개념적으로 TRL 수준에 따라 기초연구를 포함한 R&T(Research and Technology), 국방연구 및 개발비로 구분되는데, 그 중 R&T의 기초연구와 국방연구의 민군협력연구, 미래특성연구 및 기술-작전적 연계연구 예산이 민군기술협력 관련 예산으로 분류될 수 있음.
- 본 구분 기준에 따라 집계된 민군기술협력 예산은 '12년 기준 230.2백만 유로로, 국방 R&D 총예산의 6.6% 비중을 차지하고 있음.

<표 3-22> 프랑스의 국방 R&D 예산구조별 민군기술협력 예산 내역(2012년)

구분		국방 R&D 예산	민군기술협력예산(비중)	TRL 수준
R&T	기초연구	683.0백만 유로	55.5백만 유로 (6.7%)	1~4
	보조금	147.0백만 유로		
국방 연구	선행기술 및 작전연구	4.5백만 유로	1.0백만 유로 (2.6%)	5~6
	미래특성연구 및 기술-작전적 연계연구	34.0백만 유로		
	민군협력연구	177.7백만 유로	177.7백만 유로 (100%)	
	국립원자력연구위원회 (CEA) 연구	653.8백만 유로	-	
개발		1,800.0백만 유로	-	7~9
계		3,500.0백만 유로	230.2백만 유로 (6.6%)	1~9

자료 : 프랑스 국방부, Defence Budget, 2012. 및 경제재정산업부, Ministerial Mission Projects Annual Performance Notes to the Bill for France, 2012. 종합

- 프랑스는 하향식(Top-down) 민군기술협력을 추진하며, 국방핵심기술 중장기 로드맵인 30-year Plan(PP30)을 통해 국방 R&D 프로세스 전반에 걸쳐 민군기술협력에 대한 검토가 이루어지고 있음.
- 다음 [그림]에서 우선 R&D에 대한 상세 내용은 POS에 의해 제시(①)되며, 제시된 기술소요는 기초연구 단계에서 ASTRID 및 RAPID 사업의 민군겸용성 평가기준으로 사용(②)됨. 이후 TRL 수준이 향상된 부체계개발 및 시제제작 단계에서는 제품 수준의 스핀온(Spin-on) 사업인 민군협력연구가 진행(③)됨.
- 프랑스의 국방 R&D는 핵, 원자력 등 비닉부문(CEA 연구) 및 무기체계 개발비(TRL 7 이상)와 같은 일부 분야를 제외하고 전체 R&D 단계상 민군기술협력 예산이 분포되어 있어, 민군협력에 대해 폭넓게 고려되고 있음.



[그림 3-5] 프랑스의 국방R&D상 민군기술협력 프로세스

자료 : 프랑스 병기본부, Policy and Scientific Objectives(POS), 2010. 및 산업연구원, 창조경제 시대의 민군기술융합 추진을 위한 제도개선 방안, 2013.12. 종합

3.3.3 프랑스 민군사업 세부 현황 - ASTRID 프로그램

- ASTRID 사업은 병기본부 및 국립연구청 간 일종의 파트너십으로서 국립연구청이 매년 선정하는 “Call for Proposals”에 병기본부가 참여하는 형태로 추진되는데, 투자금액은 부처간 공동투자 형태로 마련됨.

- 프랑스 병기본부는 TRL 수준이 낮은 기초연구 분야의 효율적 R&D 자원 활용을 위해 '06년부터 고등교육·연구부 산하 국립연구청과 협력관계를 시작했음.
- 이들 기관의 민군기술협력은 초기에는 보안분야에 한정되었으나, '07년 이후 에너지, 나노기술, 생화학, 로봇 등 대부분의 분야로 확장되었으며, 이를 더욱 활성화하기 위해 '10년 ASTRID 사업이 시작되었음.

<표 3-23> 프랑스 병기본부 및 국립연구청 간 민군기술협력 확대 추이

공동연구 분야	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
Concepts, Systems and Tools for Global Security	●	●	●	●	●
Energy Storage		●	●	●	●
Nanosciences, Nanotechnologies, Nano				●	●
Health Technologies				●	●
Chemistry and Processes for Sustainable Development				●	●
Challenge Terrestrial Robotics				●	●
Media Challenge					●

자료 : 프랑스 병기본부, 2010 Activity Report, 2011.

- 개발대상 기술소요는 병기본부를 통해 결정되나, 실질적인 R&D 주제 선정 및 지원 방식은 전적으로 국립연구청의 선정 기준 및 절차에 의해 결정됨.
- 즉, 병기본부의 역할은 민군점용성 심사로 제한되며 기술개발 절차 전반에 대해 민간 기관이 익숙한 R&D 방식에 따라 추진되므로, 민간기관이 국방분야의 R&D 참여 시 발생 가능한 문제점이 상당부분 해소된 것으로 평가됨.
- ASTRID 사업은 TRL 수준이 1~4로 낮은 기초연구 분야를 대상으로 하며, 과제당 지원 금액은 30만 유로, 수행기간은 최대 3년으로 제한되어 있음.
- 실제 평균 지원금액은 과제당 28만 유로, 평균 수행기간은 2.7년이며, 과제당 평균 2.5개의 참여기관이 산학연 공동연구 형태로 추진되고 있음.
- ASTRID 사업의 과제 평가기준은 민군점용성, 혁신성, 협력성 및 효율성 등을 적용하며, 참여자간 협력성 향상을 위해 새로운 연구주체와 협력 시 가점부여 및 추가 지원을 시행하고 있음.
- 또한, ASTRID는 중소기업 참여 시 지원액 한도가 15% 상향되는 특성 때문에 사업의 개방도를 높이고 혁신중소기업의 참여를 유도하는 주요 사업으로서 활용되고 있음.

<표 3-24> ASTRID 사업의 예산지원 기준

구 분	중소기업 지원한도	중견기업/대기업 지원한도
기초연구 및 산업연구	R&D 총예산의 45% 이내	30% 이내
기타 기준	독립연구 시 최대 지원한도는 35%(협력연구 대비 10% 낮은 한도)	

자료 : 프랑스 국립연구청, Support Specific Work of Defense Research and Innovation, 2013.

- 2012년의 경우 과제 채택률은 23.4%(175개 과제 제출, 41개 선정)이며, 총예산은 11.5백만 유로로 ASTRID 사업 시행 전인 2009년 대비 7.7% 증가하였음.
- 2011년 기준 ASTRID 프로그램은 42개 과제가 진행 중이며, 과제범위는 정보통신 및 로봇, 나노기술, 전자파연구, 광학분야, 생명공학, 운영시스템, 환경 및 지질연구 등 전 기술 분야를 다루고 있음.

<표 3-25> 프랑스 ASTRID 프로그램의 선정내역 (단위 : 개, 비중)

과학분야	선정과제 수	비중
photonics	9	22.0
Acoustic and radio waves	6	14.6
nanotechnologies	6	14.6
Materials, chemicals and energy	5	12.2
Information Engineering and Robotics	4	9.8
Biology and biotechnology	4	9.8
Environment and Geosciences	4	9.8
Fluid structures	2	4.9
Rights and systems	1	2.4
합계	41	100.0

자료 : 산업연구원, “창조경제 시대의 민군기술융합 촉진을 위한 제도개선 방안”, 2013

3.3.4 프랑스 민군사업 세부 현황 - RAPID 프로그램

- RAPID는 TRL 3 ~ 6을 대상으로 하는 R&D 지원사업으로 국방 및 민간 시장에서 경쟁력 있는 중소기업을 집중 지원하기 위한 사업임.
- 본 사업은 '09년 병기본부 및 산업서비스경쟁총국(DGCIS²¹⁾) 간 협력을 통해 중소기업이 진행하는 프로젝트의 기술적 측면 판단 후 민군겸용성이 인정되면 2년간 지원금을 투자하는 사업임.

21) Directorate General of Competitiveness of Industry and Services

- 본 사업의 지원자금은 전액 병기본부 BCF(Business Competitiveness Fund) 예산으로 지원되며, '11년 지원규모는 4,000만 유로였음.
- RAPID 사업은 지원규모의 신축적 조정을 통해 중소기업의 직접 및 공동 참여를 유도하며, 예산지원 규모는 다음 <표 3-26>과 같이 연구단계(기초연구/시험개발), 기업규모(대/중소기업) 및 협력파트너(기업/연구기관)에 따라 상이함.
- 이에 따라 최대 지원율은 기초연구 분야에서 중소기업간 공동연구를 수행하는 경우(80%)이며, 최소 지원율은 대기업이 시험개발을 단독수행 수행하는 경우(25%)임.

<표 3-26> RAPID 사업의 예산지원 규모

연구단계		기초연구(TRL 3~4)		시험개발(TRL 5~6)	
		50%		25%	
기업규모(단독)		중소기업	대기업	중소기업	대기업
		70~60%	50%	45~35%	25%
협력파트너	중소기업	80~70%	65%	60~50%	40%
	연구기관	80~70%	60%	55~45%	35%
	대기업	75~65%	55%	50~40%	30%

자료 : 프랑스 경제재정산업부, Ministerial Mission Projects Annual Performance Notes to the Bill for France, 2012.

- '10년 기준으로 RAPID 사업은 기초연구에 15%, 시험개발에 85%를 투자하여 시제 제작에 더욱 중점을 두고 추진되고 있음.
- 기초연구 비중이 낮은 것은 낮은 수준의 TRL을 지원하는 사업이 RAPID 외에도 ASTRID, 타 부처의 R&D 지원사업 등 경쟁적으로 운영되기 때문인 것으로 판단됨.

<표 3-27> RAPID 사업의 예산투입 비율(2010년)

구 분	기초연구(TRL 3~4)	시험개발(TRL 5~6)
자금지원 구성	15%	85%

자료 : 프랑스 병기본부, Policy and Scientific Objectives(POS), 2010.

3.3.5 프랑스 민군사업 세부 현황 - 민군협력연구(Recherche-duale)

- Recherche-duale(Program 191)은 병기본부가 주도하여 민군겸용성이 높은 제품 개발을 지원하는 사업으로, 민간 R&D 사업과의 연계성을 높여 국가 R&D 효율성을 종합적으로 향상시키고 중복투자를 초기에 방지하는 것이 주목적임.
- 동 사업은 다음 <표 3-28>과 같이 항공우주, 생명과학 및 IT 분야에 주력하며 스핀온(Spin-on) 개념으로 추진되고 있음.
- '12년 총예산 중 항공우주분야의 비중이 68.4%로 대부분을 차지했으며, 특히 국립우주연구센터(CNES) 중심으로 민군겸용성이 높은 위성개발 프로젝트들이 수행되고 있음.

<표 3-28> 민군협력연구(Recherche-duale) 수행내역

연구분야	예 산	예산 비중	주요 연구수행기관
항공우주	121백만 유로	68.4%	국립우주연구센터(CNES)
생명과학	11백만 유로	6.2%	국립원자력연구위원회(CEA)
IT	3백만 유로	1.7%	국립원자력연구위원회(CEA)
기 타	42백만 유로	23.7%	국립원자력연구위원회(CEA)
계	177백만 유로	100%	—

자료 : 프랑스 경제재정산업부, Extract from Rap Mission : Research and Higher Education, 2012.

- 프랑스 정부는 민군협력연구를 통해 중소기업 수행과제 비율을 8% 수준까지 향상시키는 것을 목표로 하고 있으나, 아직까지는 목표수준에 미치지 못하고 있음.
- 이는 민군협력 주력분야인 항공우주의 R&D가 대규모 예산 및 장기 투자를 바탕으로 하고 있어서 중소기업의 참여가 확대되기 곤란하기 때문으로 풀이됨.

<표 3-29> 민군협력연구(Recherche-duale) 내 중소기업 수행과제 비율

구 분	2010년	2011년	2012년
비율	2.9%	4.9%	5.3%

자료 : 프랑스 경제재정산업부, Extract from Rap Mission : Research and Higher Education, 2012.

- 국립우주연구센터(CNES)는 내부조직인 국방팀 주도로 사업을 추진하며, 국방팀은 합참(EMA) 및 병기본부 등의 소속 인원들로 구성하고 있음.
- 또한, TRL 수준이 낮을 시에는 공동예산을 투입하나, TRL이 5~6 수준으로 높아져서 국방분야 수요가 명확해질수록 국방예산을 추가 투입함.

<표 3-30> 프랑스 국립우주연구센터(병기본부, 합참)의 민군협력연구 추진내역

구 분	내 용	구 성
조 직	국립우주연구센터 국방팀	- 총원 6명 파견근무 - 합참 행정관 2명 - 병기본부 엔지니어 2명 - 센터 엔지니어 2명
예 산	연간 165백만 유로 투자 목표	- R&D 단계에 따른 R&T 예산 투자 - Phase 0/A : R&T 예산 투자 - Phase B : 병기본부가 공동으로 추가 투자 (예산규모 확대) - Phase C/D : 국방예산을 추가 투자
대표 프로젝트	- MUSIS Optical Satellite Program - CERES Satellite System - Ballistic Missile Detection and Early-warning Capability	

자료 : 프랑스 국립우주연구센터, CNES and French MoD : a Common Approach for Security and Defence in Space, 2009.

3.3.6 프랑스 국방과학기술 연구 동향

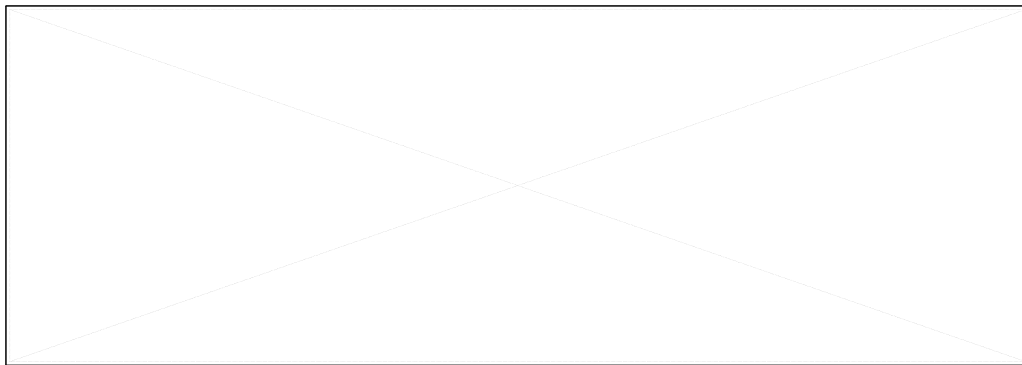
- 프랑스의 국방과학기술수준은 세계 최고선진국 대비 약 91% 수준으로 세계 2위권을 차지하고 있고, 특히 기타 분야 이외 전 분야가 최고 선진권의 역량을 보유하고 있음.
- 지난 '08년 기품원이 국가별 국방과학기술수준을 조사한 이래 프랑스의 국방과학기술 역량은 세계 최고선진국 대비 91%('08년) → 91%('10년) → 92%('12년) → 91%('15년) 등으로 세계 2위권을 차지하고 있음.
- 예를 들어, 회전익 분야의 신개념 Blue edge기술 개발, 유도무기 분야의 대공미사일 Aster 30 Block II 개발 등 최신기술개발을 선도하고 있음.
- 기타 분야만 선진국에 해당되며, 그 이외 기술분야는 국방과학기술역량 전반에 걸쳐 최고선진권에 해당됨.

8대 무기체계 분야별 수준/순위	분석
	• 권역별 수준 - 최고 선진권 : 지휘통제/통신, 감시정찰, 기동, 함정, 항공/우주, 호력, 방호 - 선진권 : 기타 분야 • 상대적 우수/미흡분야 - 미흡 : 기타분야가 상대적으로 미흡

[그림 3-6] 프랑스의 8대 무기체계 분야별 수준 및 순위

자료 : 국방기술품질원, 「국가별 국방과학기술 수준조사서」, 2015.11

- 프랑스는 26개 무기체계 분야별로는 회전익, EO/IR 분야에서 타 분야 대비 상대적으로 우수한 반면 사이버전, 지상무인, 국방M&S 분야에서는 타 분야 대비 상대적으로 미흡함.
- 회전익의 경우 지속적인 개발로 기술수준이 높으며, 복합 회전익체계에 대한 연구개발이 진행 중인 등 동 분야 최고 선진권을 유지하고 있음.
 - EO/IR은 핵심부품의 국내 개발 자립도가 높고, 세계적 전자광학 선두업체를 보유하고 있음.
 - 사이버전은 2014년부터 사이버공격 무기를 개발할 연구조직을 수립하였으나, 민간과 비교하여 인력수급에 어려움을 겪고 있음.
 - 지상무인분야는 미국과의 공동연구를 통해 활발히 연구가 진행되고 있어 발전 가능성이 높으나 미국/독일 등에 비해 낮은 수준임



[그림 3-7] 프랑스의 26개 무기체계별 수준 및 순위 분포

자료 : 국방기술품질원, 「국가별 국방과학기술 수준조사서」, 2015.11

○ 다음 <표 3-31>은 8대 무기체계 분야별로 프랑스의 국방과학기술 연구 동향을 종합한 것임.

<표 3-31> 프랑스의 분야별 국방과학기술 연구 동향

구분	주요 내용
지휘통제/통신 분야	• SCIF, ACCS 등 NATO 군에서 운용될 정도로 안정성이 뛰어나며, 연합작전 수행을 위한 C4I체계 구축에 관한 높은 기술을 보유하고 있음. • 뛰어난 정보통신 기반운용기술을 바탕으로 세계 C4I시장을 석권하고 있음. 소호형화 개념을 구현하여, 명함크기의 모듈로 Ahhoc 통신망관리 기능 등을 제공하고 있음. • FELIN 등 자체 지상군 BMS(Battle Management System)을 보유하고, 외부에 대한 통합뿐만 아니라 VMS(Vehicle Support System) 개념을 도입하여 전력화하고 수출을 추진중임.
감시정찰	• 유럽 내 전술데이터링크 단말개발을 선도하고 미국과 유사한 공용 데이터링크를 개발 중임. • 복합 군 위성통신 시리즈를 독자적으로 개발·운용하는 국가로서 이탈리아 군과 공동으로 인공위성을 개발하였음. • Rafale 전투기에 항공용 측면주사레이더인 SLAR2000을 탑재하고, 무인전투기에 축소지역 감시용 SWIFT SAR를 탑재함.
기동	• 2015년 Leclerc 전차에 네트워크를 활용한 네트워크 중심전에서 요구하는 공중 지상작전 지침 개념을 결합하여 2040년 이후까지 운용하기 위한 성능개량 사업을 추진 중임. • 자율주행 기술을 “미래를 이끌 새로운 산업기술 34개”중 하나로 선정하여 국가 차원에서 기술 개발을 추진중이며, 수출용 무인지상차량 개발에 중점을 두고 있음.
함정	• 풍부한 민간업체의 인프라 및 확보기술을 바탕으로 세계적 수준의 해양무인체계 개발과 기술을 선도하고 있음
항공우주	• 뉴턴(Neutron)이라 불리는 무인 전투기(UCAV) 개발 프로그램을 위해 프랑스 Dassault사를 주계약자로 한 계약을 맺어 개발을 진행중임 • 광학탐재체를 이용한 지구정밀관측위성으로 Helios 시리즈, Pleiades 시리즈들을 운용 중이며, 유럽 국가들과 협력하여 항법위성 Galileo를 개발하여 2014년까지 6개의 위성을 발사하였으며, 총 30개의 위성을 발사할 예정임
화력	• 독일, 네덜란드 등과 90년대 3개국 협정을 통하여 레일건, 전열 화학포와 이와 관련된 에너지저장기술 및 대전류펄스 발생기술 등을 공동 연구하여 레일건을 수 km/s 수준을 목표로 연구 중임
방호	• 휴대용 대공유도무기는 미국, 러시아, 영국, 프랑스, 이스라엘 등 많은 국가에서 개발하여 자국내 운용 또는 수출 등을 지속 추진하고 있으며, 성능개량 및 탑재장비 다양화 등을 통해 운용성능을 극대화하기 위해 노력하고 있음
기타(국방SW, M&S 등)	• 무기체계 M&S 기술 및 관련 장비 개발을 추진하고 있으며, 영국, 독일과 NMSG(Nato Modeling and Simulation Group)에 참여하여 다수 프로젝트를 진행함. • 해군무기체계(함정 및 잠수함 소나체계) 관련 SW 기술수준이 특히 높으며, 육해공 무기체계 개발에 필요한 SW 개발 능력을 보유하고 있음.

자료 : 국방기술품질원, 「국방과학기술 개발동향 및 수준(총론; 일반본)」, 2016.12

3.4 국내 유관 부처 현황 조사

3.4.1 국방 특화연구실 현황

구분	연구 과제명(국방 특화연구실 명칭)	소속 기관	기간
신규(6)	장거리 생체 모방 은밀 음향통신	한국해양대	‘17~`22
	수중 광대역 센서 노드 기술	경북대	
	미래 잠수함 저소음 추진기	선박해양플랜트(연)	
	초소형 무인기 전술 신호처리	광운대	
	무인 체계용 데이터 링크	ADD	
	국방 지휘통제 상호 운영성 기반 기술	ADD	
계속(17)	압축 센싱 소나 신호처리	세종대	‘16~`21
	사이버전	세종대	
	고효율 레이저	연세대	
	차세대 고속 복합형 무인 회전익기	서울대	
	테라헤르츠 전자소자	고려대	‘15~`20
	수중 근접 폭발	KAIST	
	국방 RAM (Reliability/Availability/Maintainability)	아주대	
	지능기반 무인기 제어	KAIST	
	극환경 전원 고기능화	ADD	‘15~`18
	탐색기	ADD	
	클러스터형 복합체	ADD	‘14~`19
	MEMS(Micro-Electro-Mechanical-Systems) Chip을 이용한 뇌신경 제어	서울대	
	국방 생물 방어 기술	연세대	‘13~`18
	미래 지상체계 분석	명지대	
	레이더/IR(InfraRed) 표적 식별	POSTECH	‘12~`17
	차세대 함정 첨단 함형	서울대	
	초고속 공기 흡입 엔진	ADD	‘11~`17

3.4.2 출연(연) 국방 R&D 관련 조직 현황

기관명	조직명	설치일	운영 목적
한국과학기술원	안보기술개발단	'10.08.06	• 국가의 과학기술 역량을 활용하여 국방 과학화, 방위력 증강에 기여
생명공학연구원	바이오국방연구센터	'16.09.19	• 바이오 국방 분야 연구 개발 • 생물무기/테러관련 정책연구 및 R&D 사업기획 • 군 관련 기관(ADD 등)과 기술 교류회 운영
한국전자통신연구원	국방 IDX 추진 위원회 (국방 IT 융합기술위원회에서 명칭 변경) IDX(Intelligent Digital X(transformation))	'08.04.01	• 국방 R&D 사업 관련 변화에 체계적, 적극적 대응 • 부서별로 분산된 국방-IT R&D 역량을 결집하여 국방-IT 전문기관으로 포지셔닝 및 국방 R&D 확대 • 지능형 국방 강국으로의 국방 IDX 전략 활성화 지원
한국기계연구원	국방기술연구개발센터	'16.10.20	• 국방력 강화를 위한 핵심기술 고도화 및 첨단기술 개발
한국원자력연구원	민군사업개발단	'11.12.01	• 연구원 보유 기술의 국방 분야 무기체계 적용 연구 및 개발 • 미래 실현 가능 국방기술 발굴 및 연구 개발 • 민간기업과 공동 R&D 수행 및 연구 지원

3.4.3 출연(연) 강점 연구 분야

번호	기관명	연구 분야
1	한국과학기술원(KAIST)	• 과학진흥사업 및 기술개발에 관한 과제
2	한국전자통신연구원(ETRI)	• 통신 및 전자분야에 관한 과제
3	한국과학기술연구원(KIST)	• 국방관련 기초, 응용기술 연구개발
4	한국원자력연구원(KAERI)	• 방사능 및 원자력 관련 기술 분야
5	한국항공우주연구원(KARI)	• 항공우주관련 시험평가
6	한국해양연구원(KORDI)	• 함정운항성능 해석 및 모형시험 평가
7	한국기계연구원(KIMM)	• 기계금속, 시험교정, 엔지니어링 연구 및 비파괴 검사 등
8	국가보안기술연구소	• 국방용 보안장비 개발
9	KAIST 부설 영상정보 특화연구센터	• 영상정보 연구분야
10	인하대 고에너지물질 특화연구센터	• 고에너지물질 연구분야
11	서울대 비행체 특화연구센터	• 비행체 기술 연구분야
12	한국해양대 수중운동체 특화연구센터	• 수중운동체 연구분야
13	KAIST 국방무인화기술 특화연구센터	• 국방무인화기술 분야
14	경북대 수중통신/탐지 특화연구센터	• 수중통신/탐지 분야
15	KAIST 국방M&S기술 특화센터	• 모델링 및 시뮬레이션 기술 연구
16	연세대 차세대융복합 에너지물질 특화센터	• 차세대 융복합 에너지 물질 연구
17	한국생명공학연구원	• 생물작용제 예방 백신, 치료제, 해독제 개발 등
18	한국표준과학연구원	• 대구경 광학부품 가공/정렬
19	한국전기연구원	• 전기부품설계 및 평가, 전기추진장치 기술 등
20	한국항공대 국방광역감시 특화연구센터	• 위성기반의 감시·정찰정보를 위한 기술 연구
21	광주과학기술원 전자전특화연구센터	• 전자전 기술연구
22	광주과학기술원	• 고기능성 레이저 기술, 차세대 에너지기술 등
23	한국화학연구원	• 생화학해독제, 치료제, 화학탐지센서, 바이오연료 기술 등
24	한국에너지기술연구원	• 마이크로그리드, 이동전원 기술 등
25	안전성평가연구원	• 해독제 안전성 평가 및 독성물질 탐지 센서 기술

3.4.4 NTIS 내 유관기술 R&D 현황

- 본 절에서 NTIS에 등록되어 있는 국가연구개발사업 과제 중에서 국방분야와 연계성이 있는 과제를 선정하여 제시하였음.
- 등록된 과제 중에서 연구자가 등록한 연구분야 분류 중 “국방”분야가 포함되어 있는 과제를 선정하되, 기초·원천연구 분야를 중심으로 분석하기 위해 기초연구 및 응용연구 단계 위주로 선정하였음.
- 2015년에 등록된 과제 기준으로 NTIS에 등록된 과제 중에서 연구분야에 국방분야가 포함되고, 기초연구 및 응용연구 단계에 해당되는 과제를 식별한 결과 다음 <표 3-32>와 같이 총 71개의 기술개발 과제가 식별되었음. 다만, 비록 연구분야 분류 중 국방분야가 포함되어 있더라도 연구내용 등을 검토하여 직접적인 관련성이 낮은 과제는 제외하였음.
- 전체 71개 과제 중에서 우선 기술개발단계 기준으로는 기초연구는 47개, 응용연구는 24개 과제로 식별되었고, 연구기관 기준으로는 대학 48개, 연구소 17개, 기업 6개 등으로 구분되었음.

<표 3-32> NTIS 내 국방 유관분야 R&D 현황 종합(2015년 기준)

구분	기초연구	응용연구	종합
대학	42	6	48
연구소(정출연 등)	4	13	17
기업	1	5	6
합계	47	24	71

- 본 71개의 과제에 대해 각각 내역사업명, 과제명, 연구개발단계, 연구수행 주체 등으로 구분한 내역은 다음과 같음.

<표 3-33> NTIS 내 국방 유관분야 R&D 현황 목록(2015년 기준)

번호	내역사업명	과제명	개발단계	연구주체
1	신진연구자지원	자연 모사적 자기-재조립 다개체 나노로봇 시스템 및 응용에 관한 연구	기초연구	대학
2	핵심연구지원	전기추진-수직이착륙 개인항공기 개념 실증연구	기초연구	대학
3	핵심연구지원	비정형 데이터마이닝에서 군 전술운용에 관한 연구	기초연구	대학
4	지역대학 우수과학자지원	단거리 차량용 고해상도 초광대역 펄스 레이더 개발	기초연구	대학
5	신진연구자지원	고속주행로봇의 신개념 하이브리드 구동기 연구	기초연구	대학
6	핵심연구지원	차세대 위성항법 수신기의 결정적 압축센싱 기반 초고속 신호획득 기술 개발	기초연구	대학

번호	내역사업명	과제명	개발단계	연구주체
7	주요	IT융합 소형무인기 군집비행 및 운용기술 연구	응용연구	출연연구소
8	핵심연구지원	DBD 플라즈마를 이용한 가스터빈의 공력 및 냉각 성능 개선	기초연구	대학
9	핵심연구지원	스텔스 표적의 효율적 탐지/식별을 위한 다중편파 및 바이스태틱 레이더 융합 연구	기초연구	대학
10	기본연구지원	무선멀티미디어센서네트워크를 위한 무인항공기 기반 안개컴퓨팅 기술 개발	기초연구	대학
11	주요	해상운용을 위한 소형 고정익 무인기 회수기술 개발	응용연구	출연연구소
12	기본연구지원	구글맵 기반의 자율주행 모드를 갖춘 스마트폰 제어기반의 탑승로봇 개발	기초연구	대학
13	미래해양기술개발	생체모사 수중 이동로봇 제작 및 링형 추진기 개발	응용연구	중소기업
14	신재생융합	IoT 기반 전원 독립형 연료전지-태양광- 풍력 하이브리드 발전기술 개발	응용연구	중견기업
15	해양장비기술개발	고신뢰성 무인선 운용기술 및 인프라 구축	응용연구	출연연구소
16	핵심연구지원	스마트 감시를 위한 상호협력적인 분광-공간 특징분석 기반 은폐표적 검출 및 인식 기법 연구	기초연구	대학
17	기본연구지원	무인 수중운동체를 위한 타입2 퍼지온톨로지 기반 실시간 장애물 회피 알고리즘	기초연구	대학
18	도약연구지원	무인 비행로봇기반의 협력 매니플레이션	기초연구	대학
19	원자력국제협력 기반조성	난접근지역 오염물질 회수로봇 핵심기술 개발	응용연구	출연연구소
20	지역대학 우수과학자지원	연료전지의 내구 불순물 영향 및 회복 연구	기초연구	대학
21	글로벌박사펠로우십	폭발특성 제어가 가능한 나노에너지체 물질의 개발 및 민간/군용 기술에의 응용	기초연구	대학
22	수요자연계형기술개발 사업(일반)	차량내 비접촉식 생체신호 모니터링을 위한 고속 탐지 신호처리 Chip 및 플랫폼 개발	응용연구	중견기업
23	우주기초분야	우주비행체를 위한 Thermal Mechanical Shield 개발	기초연구	대학
24	센서산업고도화를위한 첨단센서육성사업	차량용 79GHz 레이더센서 RFIC 및 어레이 안테나 기술개발	응용연구	출연연구소
25	신진연구자지원	무인기의 예를 통한 사이버-물리 시스템의 안전성 보장 다중화 프레임워크	기초연구	대학
26	ICT융복합시스템	무인기 기반 원격 탐사 기술 개발을 위한 최적 비행요인 및 영상분석 알고리즘 개발	응용연구	대학
27	기본연구지원	전자식 주파수 가변 가능한 능동형 메타물질 표면	기초연구	대학
28	기후변화대응 기초원천기술개발과제	고분자 연료전지용 비과불화탄소계 전해질막 계면내구성 강화 기술 개발	응용연구	대학
29	핵심연구지원	미래전장 환경에서의 자율기동 전술네트워크를 위한 Bio-inspired 네트워크 기술 연구	응용연구	대학
30	인체감응솔루션	착용형 실내공간 3D 스캐너 및 자동 지도작성 기반 객체 지향적 실감환경 모델링 기술 개발	기초연구	대학

번호	내역사업명	과제명	개발단계	연구주체
31	기본연구지원	소형 무인비행체 기반의 고성능 감시시스템을 위한 지능형 자율 객체추적 및 비행 기법 개발	기초연구	대학
32	신재생에너지	연료전지 자동차 상용화를 위한 고내구성 (200,000 km) 흑연기반 지지체 양산 및 활성금속 담지 기술 개발	응용연구	출연연구소
33	기본연구지원	최소에너지 소비원리에 의한 4-족 보행로봇의 최적구조 설계	기초연구	대학
34	기본연구지원	변조된 메타표면에서의 전자파 산란 특성 제어 및 스텔스 기술에의 응용	기초연구	대학
35	기본연구지원	자체-손상감지가 가능한 나노 Filler 함유 Smart Paste 연구	기초연구	대학
36	항공우주부품기술개발	ADS-B기반 무인항공기 충돌회피시스템 개발	응용연구	중소기업
37	기본연구지원	방사선 차폐를 위한 전기/자기 응답형 나노입자복합소재 개발	기초연구	대학
38	신진연구자지원	하이브리드 가스 베어링을 이용한 초소형 마이크로 가스터빈 파워팩 기술 개발	기초연구	대학
39	과학기술선도기초연구	고확장성 고신뢰도 무인이동체 통합운용 원천기술 연구	응용연구	출연연구소
40	신진연구자지원	무인정 원격 조종을 위한 양방향 해양 무선 중계통신 기술 개발	기초연구	대학
41	글로벌박사펠로우십	막-전극 집합체 속 신개념 나노 촉매층 도입을 통한 차세대 고분자 전해질 연료전지 개발	응용연구	대학
42	신진연구자지원	신속한 재해 상황 파악을 위한 대규모 UAV 네트워크 기반 협력적 감시기술	기초연구	대학
43	핵심연구지원	생존성 향상과 서비스 품질 유지를 위한 가상화 기반 침입감내 시스템 연구	기초연구	대학
44	ICT중소/벤처기술개발지원	물리감지기와 영상분석의 정보융합을 이용하여 침입 오보를 최소화하는 보급형 무인보안솔루션 개발	응용연구	중소기업
45	전략기초	광역 감시용 고해상도 방사선 모니터링 시스템 개발	기초연구	대학
46	도약연구지원	다중드론기반 공중작업 시스템	기초연구	대학
47	신재생에너지 지능형로봇 융합기술 개발	신재생에너지-지능형로봇융합 기술개발	응용연구	출연연구소
48	대형연구시설공동이용 활성화지원분야	양성자 빔을 이용한 연료전지용 고분자 전해질막 개발 및 연구	응용연구	대학
49	창의소재디스커버리사업	극한환경 대응 30% 저비중 구조/기능융합 고용점 합금기지 금속복합소재 개발	기초연구	출연연구소
50	신재생융합	바이오가스 기반 고온형 연료전지 융합 시스템 개발	응용연구	공공연구소
51	국가간협력기반조성	리튬이차전지 분야 공동연구를 위한 기술교류기반 구축	기초연구	출연연구소
52	학문후속세대양성	압전 센서를 이용한 다기능 내장 안테나 구조물의 손상 예측 기술 개발	기초연구	대학

번호	내역사업명	과제명	개발단계	연구주체
53	과학기술선도기초연구	소형 UAV 탐지를 위한 패시브 레이더 망 최적 배치	응용연구	출연연구소
54	기본연구지원	재난 상황 시 무인비행체의 분산적 협업 탐색 및 효율적인 네트워크 센싱을 통한 네트워크 복구 시스템 연구	기초연구	대학
55	신진연구자지원	고성능 가스센서를 위한 전도성 고분자 기반 RF 회로 및 소자 연구	기초연구	대학
56	과학기술선도기초연구	UAV 실시간 표적 탐지 및 추적을 위한 알고리즘 개발	기초연구	출연연구소
57	과학기술선도기초연구	수동형 레이더를 활용한 초소형 무인기 탐지기법 개발	기초연구	출연연구소
58	우주기초분야	전자기 차폐용 초경량·대면적 탄소나노튜브 부직포 제조 기술 개발	기초연구	대학
59	기본연구지원	드론 기반 애드혹 네트워크(FANET)를 위한 자율망 구성 및 라우팅 기술 연구	기초연구	대학
60	지역대학우수과학자지원	하이브리드형 무인잠수정을 위한 제어시스템	기초연구	대학
61	핵심연구지원	WSN 기반 다중 클러스터형 군집 로봇의 지능형 운용 시스템 개발	기초연구	대학
62	시범형 기술개발	글로벌 리더급 무인 항공기 개념설계 및 핵심기술 개발	응용연구	출연연구소
63	글로벌교육연구선도	바이너리 코드분석을 통한 프로그램 취약점 탐지 및 분석	응용연구	출연연구소
64	기본연구지원	집속 밀리미터파에 의한 플라스마 부피방전을 통한 은닉된 방사능 탐지에 관한 연구	기초연구	대학
65	핵심연구지원	착용형 다족 보행 로봇 제어 시스템 연구	기초연구	대학
66	기본연구지원	고엔트로피합금 기반 나노복합재/다공체 개발 및 변형/파괴거동 조사	기초연구	대학
67	핵심연구지원	고강도 고경량 차세대 복합소재 연구	기초연구	대학
68	항공우주부품기술개발	항공기 가스터빈엔진 FADEC의 EECU Platform 개발	기초연구	중견기업
69	LED/광	휴대형 고감도(ppb급) 가스검출용 중적외선 양자 폭포레이저 개발	응용연구	출연연구소
70	핵심연구지원	자기부상을 활용한 무인비행체의 혁신적인 비행 시험 환경 개발	기초연구	대학
71	자동차	자율주행 기술 개발 지원을 위한 주행 시나리오 연구	응용연구	대학

3.4.5 문제점 진단

- ☐ 획득 소요에 따라 기술 수요도 Top-down 방식으로 결정되는 구조로 경직적, 폐쇄적인 한계가 존재함.
- ☐ 미래 기술이 소요에 반영되는데 장기간 소요(3~5년)되고, 제한된 예산으로 기초·원천 기술 등의 빠짐없는 연구 개발이 불가능함.
- ☐ 정출(연) 등 산·학·연도 국방기술품질원을 통해 국방 기술개발 과제를 제안할 수 있으나, 국방기관에서 제안한 과제 위주로 채택되어 실제 산·학·연 제안 과제 채택률은 매우 저조함. 사례로 2016년 기준 선도형 핵심기술 사업으로 산·학·연에서 총 56개 과제를 제안하였으나, 그 중 2개 과제만 선정되었고, 반면에 ADD는 3개 과제를 제안하여 2개 과제 선정됨.
- ☐ 무기체계 소요 제안은 국방부처기관에게만 허용되어 산·학·연은 제안 불가능함.
- ☐ 현재 국방기술 개발은 대부분 무기체계 소요와 직접 연관된 응용연구 시험개발 과제 위주로 수행되고 있어서 군 소요가 없는 신 기술을 선제적으로 개발하는 것은 상당히 어려움. 다만 ADD내 국방고등기술원에서 도전적인 원천기술개발이 이루어지고 있으나 기술개발 과제 중심으로 추진되고 있고, 예산도 연 700억원 규모로 제한적으로 운영.
- ☐ 현재 「방위사업법」에 근거하여 정출연 등 연구기관 대상으로 전문연구기관으로 위촉하여 운영되고 있으나, 실질적으로 미래 국방 원천기술 개발과 무관하게 운영
- ☐ 국방분야 기초연구를 위해 특화연구센터/특화연구실 제도를 운영하고 있지만, 지원기간(6 ~ 9년) 종료 후에는 후속 연구를 위한 지원이 단절되어 미래 국방 기초·원천 연구를 위한 지속적인 연구 기반이 취약함.
- ☐ 범 부처와의 융합연구 활성화를 위한 제도적 근거 및 관련 위원회는 마련되어 있으나, 실제 국방부처와의 협력을 촉진하기에는 미비함.
- ☐ 현재 운영되고 있는 산업융합발전위원회 및 4차 산업혁명위원회에 국방부처가 배제되어 범부처 차원의 민간융합 성과창출 저해 우려

3.5. 국내·외 사례조사를 통한 시사점

- 앞서 살펴본 바와 같이 우리나라 뿐만 아니라 국방선진국에서도 관계기관·업체간 연구개발협력 촉진, 한정된 R&D 자원의 효율적 활용 및 중소기업 육성 등을 위해 민군기술협력 관련 활동과 사업을 매우 활발하게 시행하고 있음.
- 각 국가마다 국방환경과 국방R&D 목표, 정부와 업체간 역할분담 등이 각각 상이하기 때문에 민군기술협력이 이루어지는 방식 또는 관련 활동은 상당히 다양하게 수행되고 있음.
- 예를 들어, 우리나라처럼 민과 군이 공동으로 필요한 기술 또는 품목을 개발하는 전담사업(즉, 민군기술협력사업)을 통해 별도의 연구개발예산을 투자하는 방식은 타 국가에서는 보편적으로 이루어지고 있지 않은 상황임.
- 반면, 미국과 프랑스는 국방부처 차원에서 민군기술협력 관련 활동을 광범위하게 수행하고 있는데 비해 이스라엘은 정부가 민군기술협력을 추진할 수 있는 여건을 조성해 주면서도 실제 민군기술협력 관련활동은 관계기관 간 네트워크 구성을 통해 수행됨.
- 다음 <표 3-34>는 우리나라와 앞서 살펴본 타 주요 선진국(미국, 이스라엘, 프랑스)의 민군기술협력사업 추진현황을 비교분석한 것임.

<표 3-34> 국내외 민군기술협력사업 추진현황과의 비교 및 주요 특징

항목	한국	미국	이스라엘	프랑스
민군기술협력 주관 부서	- 방위사업청 - 민군협력진흥원	- 국방부 - 대체로 정부주도	- 산업무역노동부 (방산)업체 주도	- 병기본부 - 주로 국방부처 주도
협력단계	주로 응용연구, 시험개발 단계	- 기술사업화 단계 - 체계개발 단계	주로 응용연구, 시험개발 단계	기 초 연 구 단 계 (TRL 1~4)부터 시험개발 단계 (TRL 5~6)
중점목표	- 민군점용기술 개발(Spin-up) - 일부 Spin-on/Spin-off 수행	- 우수 민간기술 도입(Spin-on) - 연방연구소 보유 기술 사업화 (Spin-off)	관계기관 간 컨소시엄(연구네트워크) 구성	- 중복투자 방지 및 R&D자원투자 효율화 - 국방-민수기관 간 협력
주요 사업	- 민군기술협력사업 - ACTD 등	- DIUx - CRADA 등	- MAGNET - MAGNETON - MEIMAD 등	- ASTRID - RAPID - Recherche - duale

자료 : 안보경영연구원, "정출연 주관 기술개발사업제도(가칭) 운영방안 연구", 2017.8

- 따라서, 민군기술협력 수행 방식은 각 국가별 여건에 따라 상당히 다양하기 때문에 굳이 타 국가의 민군기술협력 방식을 그대로 답습하기 보다는 우리나라의 부처간

역할분담과 국가연구개발 거버넌스 등을 고려하여 국내 여건에 잘 부합하는 고유의 민군기술협력 추진방식을 마련하는 것이 가장 합리적임.

- 타 선진국이 민군기술협력을 통해 국방기관과 민간 산학연간 광범위한 연구개발 네트워크를 구축하고 있는 것처럼 우리나라도 민수분야 기관과 국방분야 기관 간 연구협력이 활성화될 수 있도록 민군기술협력의 기반을 확대하는 것이 바람직함.
- 우리나라에서 수행되고 있는 민군기술협력 활동은 대체로 개별 과제단위로 민군겸용성 기술을 개발하기 위해 단일 또는 복수 이상의 산학연이 참여하는 방식으로 이루어지는 것이 일반적임.
- 향후에는 이러한 연구개발 협력활동이 국방부처와 민수부처간에 범 국가적인 측면에서 상시적으로 이루어지는 활동으로 자리매김될 수 있도록 확대함.
- 특히, 국가연구개발 거버넌스와 국방연구개발 거버넌스가 분리되어 있는 국내 여건을 고려하여 범 국가적으로 민군기술협력이 상시 이루어지기 위한 출발점으로서 과기정통부 등 민간부처와 국방부처간 미래국방 활성화를 위한 협력을 촉진할 수 있는 방안을 우선 마련하도록 함.
- 민간 부처가 국방부처와의 등과 상시적인 협력 네트워크를 구축하여 군 수요가 결정된 국방기술을 개발하기 위해 민간 정출연 등 연구기관이 보유하고 있는 기술, 인력 및 인프라 등을 효율적으로 활용할 수 있는 협력모델이 마련될 경우 국내 여건에 부합하는 우리나라의 대표적인 민군기술협력 활동으로 자리매김될 수 있을 것으로 기대함.

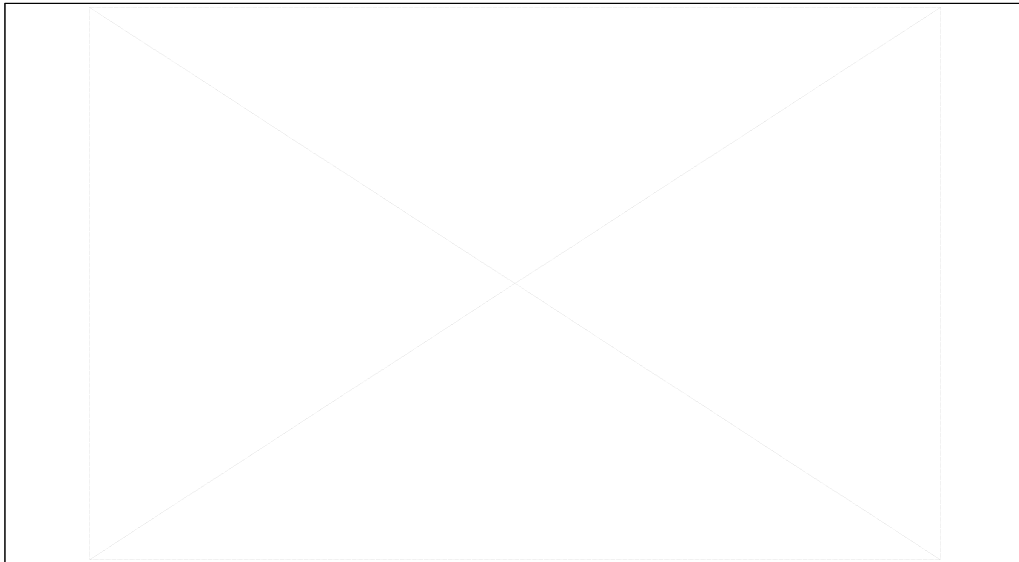
제4장 미래국방 관련 문제점 진단

4.1. 국방연구개발 관련 사업 현황 및 최근 동향²²⁾

4.1.1 국방연구개발사업 현황 및 최근 동향

1 국방연구개발사업 전체 구조

- 국방연구개발은 크게 소요가 결정된 체계에 대해 선행연구를 거쳐 연구개발을 수행하는 사업인 무기체계 연구개발과 무기체계에 필요한 기술을 선행 확보하기 위한 목적으로 수행되는 국방기술연구개발로 구분될 수 있음.
- 무기체계 연구개발은 크게 선행연구 → 탐색개발 → 체계개발의 순서로 진행되며 주관형태에 따라 크게 국과연 주관사업과 방산업체 주관사업으로 이원화됨.
- 한편, 국방기술연구개발은 사업형태에 따라 기초연구, 응용연구, 시험개발 등의 국방핵심기술사업과 민군겸용기술사업, ACTD사업, 핵심부품 국산화 개발지원사업 등으로 구분되어 시행되고 있음.
- 아래 [그림 4-1]은 무기체계연구개발사업과 국방기술개발사업간 전반적인 연계내역을 대략적으로 도식화한 것임.



[그림 4-1] 무기체계 연구개발과 국방기술개발과의 연계도

자료 : 방위사업청 등, “국방기술 연구개발 소개”, 2015.

22) 본 절의 내용은 “안보경영연구원, “정출연 주관 기술개발사업 제도(가칭) 운영방안 연구”, 2017.8” 등의 내용을 발췌하여 요약한 것임.

□ 그 중 국방핵심기술사업은 기초연구, 응용연구 및 시험개발 등의 단계로 구분하여 수행되고 있는데, 기초연구는 크게 개별기초, 특화연구실, 특화연구센터로 분류되고, 핵심기술개발은 응용연구/시험개발, 선도형 기술, 선행핵심기술 등으로 분류됨.

○ 다음 <표 4-1>은 각 국방기술연구개발 사업 형태별로 간략한 내용을 비교하여 나타낸 것임.

<표 4-1> 국방기술개발사업 형태별 소개

연구개발 구분			개요	비고
기초 연구	개별 기초	일반 기초	국방과학기술분야의 원천기술 확보 및 신개념 무기 체계 개발에 활용 가능한 미래 원천기술 확보	- 무기체계 활용 목적 - 대학교, 정출연
		순수 기초	물리, 화학, 생물, 수학 등의 국방과학기술분야에 대해 착수년도 자유공모를 통해 과제 응모 후 추진	자유공모 과제
		국제 공동 연구	일반대학교수 및 특화연구센터 참여교수 대상으로 해외교수와 국제공동으로 착수년도 자유공모를 통해 과제 응모 후 추진되는 연구과제	자유공모 과제
	특화연구실		미래 핵심기술분야에 필요한 기초연구분야 5개 내외의 과제로 구성된 국방특화연구센터의 연구실단위의 집단 연구체계	- 유사기초기술 집합 - 대학교, 정출연
	특화연구센터		특정 기술분야를 중점적으로 연구하도록 학계연구소 및 출연연 등에 위촉된 연구센터	- 국방중기계화 과제 - 대학교, 정출연
핵심 기술 개발	무기체계 연계형		무기체계 전력화 시기에 부합하도록 체계개발에 요구되는 기술을 사전에 개발하기 위해 국방기획관리(PPBEE) 체계에 따라 단위과제별로 추진하는 사업	국방기획관리 체계(PPBEE)
	선도형 기술개발		미래 무기체계 핵심기술군을 산학연 위주로 신속하게 착수하여 개발한 후 무기체계 소요를 선도하고자 하는 기술개발사업	산학연 위주
	선행 핵심기술		미래 전장 운영개념을 혁신할 수 있는 창의·신개념의 국방과학 원천기술 확보를 위해 국과연 주관으로 신속하게 착수하여 개발하는 개별 과제	국과연 자체연구
	국제공동 기술개발		세계의 우수기술을 활용하여 무기체계 핵심기술을 협력 대상국과 신속하게 공동기술개발하는 사업	국제협력(응용, 시험)
민군점용기술			민과 군에서 공통적으로 활용할 수 있는 소재, 부품, 공정 및 소프트웨어 등의 기술을 개발하는 사업	민군 협력사업
신개념기술시험 (ACTD)			이미 성숙된 기술을 활용하여 새로운 개념의 작전운용능력을 갖는 무기체계를 개발하고, 군사적 실용성 평가를 통하여 3년 이내의 단기간에 입증하는 사업	-
핵심 부품 국산화 개발 지원	핵심부품 국산화 개발		무기체계에 적용되는 해외 도입 핵심부품을 국내에서 개발, 생산하도록 지원하는 사업	-
	핵심 소프트웨어		무기체계 소요되는 핵심소프트웨어를 국산화개발하거나 다수 무기체계에 공통적으로 소요되는 핵심기반 SW 개발 사업	산학연 위주

자료 : 방위사업청 등, “국방기술 연구개발 소개”, 2015.

2 국방연구개발 과제 편성 현황(기술분야별)

- 향후 15년간 국방핵심기술개발과제는 총 688개가 식별되어 있으며, 그 중 산학연 주관과제(중기과제 기준)로 총 289건(42.0%) 식별되어 있음.
- 기초연구에 포함되는 일반기초연구, 순수기초연구, 국제공동기초, 특화연구실 및 특화연구센터 과제는 거의 대부분 산학연 주관으로 식별되어 있음.
- 한편, 응용/시험개발 과제는 20 ~ 25% 수준에 불과하여 상대적으로 산학연의 참여 비중이 낮은 실정임.
- 다만, 선도형 핵심기술과제는 산학연 이외 ADD도 참여할 수 있는데 아직까지 산학연 주관으로 결정된 과제는 전체 32개 과제 중 3개 불과하여 향후 주관형태가 어떻게 결정되는지에 따라 산학연 주관과제 비중은 조정될 수 있음.

<표 4-2> 2017~2031 대상 핵심기술과제 현황 (괄호는 산학연 주관 과제로 기 결정된 과제 수)

구분	센서	정보통신	제어/전자	탄약/에너지	추진	화생방	소재	플랫폼/구조	총계 (산학연비율)	
일반기초	14 (14)	8(8)	7(7)	12 (12)	17 (17)	6(5)	9(9)	11(11)	84(83)	98.8%
순수기초	—	1(1)	1(1)	4(4)	3(3)	2(2)	3(3)	—	14(14)	100.0%
국제공동기초	3(3)	2(2)	2(2)	1(1)	1(1)	3(3)	4(4)	4(4)	20(20)	100.0%
특화연구실	6(5)	7(5)	1(1)	4(2)	3(2)	1(1)	—	3(3)	25(19)	76.0%
특화연구센터	1(1)	4(4)	2(2)	1(1)	1(1)	1(1)	—	3(3)	13(13)	100.0%
응용연구	79 (25)	45(8)	38(4)	67 (14)	25(7)	12(2)	28(8)	38(5)	332(73)	22.0%
응용/시험	11(1)	19(2)	4(2)	9(2)	4(1)	16(6)	6(1)	2(1)	71(16)	22.5%
시험개발	13(4)	16(5)	2(0)	5(1)	2(0)	2(0)	—	5(1)	45(11)	24.4%
선도형 핵심기술	4 (2~4)	2 (0~2)	7 (0~7)	3 (0~3)	4 (1~4)	1 (0~1)	—	11 (0~11)	32 (3~32)	최대 100.0%
핵심 S/W	—	15(8)	—	—	—	—	—	—	15(8)	53.3%
선행핵심기술	9(0)	11(0)	6(0)	10(0)	1(0)	1(0)	2(0)	7(0)	47(0)	0.0%
총합계	140 (57)	130 (45)	70 (26)	116 (40)	61 (36)	45 (21)	52 (25)	74(39)	688 (289)	42.0%
산학연 과제비율	40.7%	34.6%	37.1%	34.5%	59.0%	46.7%	48.1%	52.7%	42.0%	—

자료 : 방위사업청, 「'17 ~ '31 핵심기술기획서」, 2017

3 국방연구개발사업 유형별 특징

- 우선 기초연구는 국방과학기술분야 원천기술 확보 및 연구인력 양성 등의 목적으로 수행되며 주로 대학을 중심으로 수행하고 있고, 정출연이 일부 참여함.
- 일반기초연구는 국방과학기술분야의 원천기술 확보 및 신개념 무기체계 개발에 활용 가능한 미래 원천기술을 확보를 위해 개별적으로 대학 등에서 수행하는 연구활동으로 국방 기획관리(PPBEE)체계에 따라 기획-중기계획-예산편성-집행단계를 거쳐 수행되며, 주로 대학 위주로 참여함.

<표 4-3> 일반기초연구 특성

사업 구분	사업기간/예산	기획/지원	기획 년도	사업참여 ^{주)}			
				산	학	연	국과연
일반기초	3 ~ 6년/총사업비 4억원 이내	방사청/ (기품원)	F-3 ~ F-15		◎	△	△

주) 사업참여 비중 : ◎ > ○ > △

- 순수기초연구는 수학, 물리, 화학, 생물분야 등 자연과학분야에 대해 국방과학기술분야의 원천기술 확보 및 신개념 무기체계 개발에 활용 가능한 미래 원천기술을 확보하기 위한 목적으로 수행되며 대학(대학연구소) 및 정부출연연구소를 대상으로 추진되고 있음.

<표 4-4> 순수기초연구 특성

사업 구분	사업기간/예산	기획/지원	기획 년도	사업참여 ^{주)}			
				산	학	연	국과연
순수기초	3년/총사업비 1.5억원 이내	방사청/ (기품원)	F년도		◎	○	△

주) 사업참여 비중 : ◎ > ○ > △

- 국제공동기초연구는 국방과학기술분야의 경제적인 핵심기술 확보 및 국제 경쟁력 제고를 위해 외국정부 또는 외국연구기관 등과의 기술협력을 통한 수행하는 연구로서 주로 국내교수와 해외교수가 공동으로 참여하는 방식임.

<표 4-5> 국제공동기초연구 특성

사업 구분	사업기간/예산	기획/지원	기획 년도	사업참여 ^{주)}			
				산	학	연	국과연
국제공동 기초	4년/총사업비 4억원 이내	방사청/ (기품원)	F년도		◎	○	△

주) 사업참여 비중 : ◎ > ○ > △

- 특화연구실은 미래 핵심기술분야에 필요한 기초연구분야 5개 내외의 과제로 구성된 국방특화연구센터 연구실단위의 집단연구체계로서 지난 2010년부터 착수되었으며 대학

(학계연구소), 정부출연연구소 및 국과연 등을 대상으로 함.

<표 4-6> 특화연구실 특성

사업 구분	사업기간/예산	기획/지원)	기획 년도	사업참여 ^{주)}			
				산	학	연	국과연
특화연구실	3 ~ 6년/총사업비 30~50억원 이내	방사청/ (기품원)	F-3 ~ F-15		◎	○	△

- 특화연구센터는 핵심기술 확보를 위한 기반을 구축하고, 우수한 기술 잠재력을 핵심기술·부품개발에 접목시킴으로써 우수인력의 국방기술개발 참여를 유도하기 위하여 특정 기술분야를 중점적으로 연구하도록 학계연구소 및 정출연 등에 위촉된 집단연구체계임.

<표 4-7> 특화연구센터 특성

사업 구분	사업기간/예산	기획/지원)	기획 년도	사업참여 ^{주)}			
				산	학	연	국과연
특화연구 센터	6 ~ 9년/총사업비 130~200억원 이내	방사청/ (기품원)	F-3 ~ F-15		◎	○	△

주) 사업참여 비중 : ◎ > ○ > △

- 응용연구 및 시험개발은 무기체계 전력화 시기에 부합하도록 체계개발에 요구되는 기술을 사전에 개발하기 위해 국방기획관리체계(PPBEES)에 따라 단위과제별로 추진하는 사업으로 ADD, 업체 뿐만 아니라 정출연도 비교적 활발하게 수행하고 있음.
- 응용연구는 기초연구결과를 군사적 문제의 해결책으로 전환하기 위하여 실험적 환경 하에서 기술의 타당성과 실용성을 입증하는 연구단계에 해당되며, 업체 또는 연구소를 주관연구기관으로 우선 추진하되 첨단기술분야 등 일부 분야는 국과연이 주관연구기관으로 수행함.

<표 4-8> 응용연구 특성

사업 구분	사업기간/예산	기획/지원)	기획 년도	사업참여 ^{주)}			
				산	학	연	국과연
응용연구	3 ~ 5년/사업당 30 ~ 70억원	방사청/ (기품원)	F-3 ~ F-15	◎		◎	◎

주) 사업참여 비중 : ◎ > ○ > △

- 끝으로, 시험개발은 핵심기술 개발의 최종단계로서 무기체계의 주요기능을 담당하는 핵심기술을 실현하는 시제품을 제작하여 이를 기존 무기체계에 적용가능성과 미래 무기체계에 응용가능성을 입증하는 단계에 해당됨.
- 시험개발 단계는 실제 시제품을 개발하여 개발시험평가 및 운용시험평가를 거쳐야 하기

때문에 국과연, 전문연구기관, 산업체 및 부속연구소, 정부출연연구기관, 벤처기업 및 부속연구소 등이 연구수행기관으로 참여 가능함.

<표 4-9> 시험개발 특성

사업 구분	사업기간/예산	기획/(지원)	기획 년도	사업참여 ^{주)}			
				산	학	연	국과연
시험개발	3 ~ 5년/사업당 50 ~ 100억원	방사청/ (기품원)	F-3 ~ F-15	◎		◎	◎

4 국방부 및 국방연구개발비 투자 추이²³⁾

- 2016년 전 세계 국방비 지출 규모는 약 1조 6,860억 달러로 추정되며, 그 중 우리나라는 '16년 기준으로 약 3,726억 달러로 대략 2.21% 수준을 차지하고 있음.
- 전 세계 국방부 지출 중에서 우리나라가 차지하는 비중은 지난 '07년 이후 다소 확대되는 기조이며 대체로 전 세계 국방부 지출에서 대략 2% 내외를 차지하고 있음.
- 다음 [그림 4-7]과 <표 4-2>는 각각 우리나라의 글로벌 국방비 지출 추이와 우리나라의 국방비 비중을 나타낸 것임.

23) 본 절의 내용은 국방기술품질원, “2017 세계 방산시장 연감”, 2017에서 발췌한 것임.



[그림 4-2] 글로벌 국방비 지출 추이(1988년 ~ 2016년)

자료 : 국방기술품질원, “2017 세계 방산시장 연감”, 2017

<표 4-10> 글로벌 국방부 지출 추이(1988년 ~ 2016년)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
전체합계	14,174	14,646	15,208	16,037	17,087	17,348	17,393	17,344	16,979	16,868
한국	합계	277.0	295.1	313.6	316.2	320.6	328.8	339.1	349.5	364.3
	비중	1.95%	2.01%	2.06%	1.97%	1.88%	1.90%	1.95%	2.02%	2.15%

자료 : 국방기술품질원, “2017 세계 방산시장 연감”, 2017

- 한편, 국가연구개발사업 예산 대비 국방연구개발사업 비중은 OECD 평균은 약 23% 정도인데, 그 중 미국은 지속적으로 50% 이상을 투자하고 있고 우리나라는 대략 13.5% 수준(2017년 기준)을 차지하고 있음.
- 미국은 국방분야 연구개발이 국가연구개발을 견인하고 있는 구조이며 비록 최근 점차 비중이 감소하는 추세이지만 지속적으로 전체 국가연구개발 예산의 50% 이상을 국방분야에 투자하고 있음.
- 한편, 영국, 프랑스, 독일 등 유럽 선진국은 대체로 최근 국방분야에서 차지하는 비중이 점차 낮아지고 있는 추세이며, 다만 영국은 국방분야 연구개발예산 비중이 아직까지 우리나라보다 다소 높음.
- 우리나라는 지난 '07년 이래 다소 변동이 발생되고 있으나 대략 13 ~ 14% 수준을 지속적으로 점유하고 있음.

<표 4-11> 글로벌 정부R&D예산 대비 국방R&D예산 비율

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
미국	57.89	57.79	58.32	51.60	57.29	56.81	54.73	52.71	51.25	51.44	51.38
영국	23.75	23.01	21.69	18.72	18.24	14.48	16.19	15.32	16.74	16.45	
프랑스	27.93	28.81	21.30	21.81	14.70	6.80	7.12	6.29	6.63	7.18	6.44
독일	6.48	6.05	6.03	5.44	5.01	3.95	3.85	3.72	3.83	3.12	2.78
일본	5.14	4.48	5.16	3.70	4.77	2.64	2.91	4.62	4.42	4.36	3.09
캐나다	4.00	3.24	3.21	2.74	3.23	2.99	3.41	3.02	2.89	2.64	
호주	7.47	7.67	7.02	6.60	6.50	6.83	6.66	6.28	6.43	6.95	6.53
한국	11.68	13.30	14.34	13.17	13.27	13.80	14.84	14.78	13.48	13.48	—

자료 : 국방기술품질원, “2017 세계 방산시장 연감”, 2017

4.1.2 민군기술협력사업 현황 및 최근 동향

1 민군기술협력사업 개요

- 민군기술협력사업은 지난 '98년 「민군겸용기술사업 촉진법」이 제정되고, ADD 소속으로 “민군겸용기술센터”가 설치된 이후 '99년부터 본격 추진된 이래 그 동안 민군기술협력사업과 관련하여 다양한 제도개선 혹은 활동이 이루어져 왔음.
- 우선 지난 '99.7월에 '99년부터 '03년까지를 대상으로 하는 제1차 민군겸용기술사업 기본계획이 최초로 수립되었고, '04.4월에는 '04년부터 '08년까지를 대상으로 하는 제2차 민군겸용기술사업 기본계획이 수립되었음.
- 정부조직 재편에 따라 각각 '05년에는 과기부에서 지경부로 주무부처가 변경되었고, '06년에는 방위사업청 개청에 따라 국방분야 주무부처가 기존 국방부 대신 방위사업청으로 변경되었음. 또한, '08년에는 정부조직이 다시 재편되어 참여부처가 지경부와 방사청 등 2개 부처로 축소되었음.
- '09.4월에는 '09년부터 '13년까지를 대상으로 하는 제3차 민군겸용기술사업 기본계획이 수립되었음.
- '10.1월에는 민군겸용기술사업 촉진법 시행령을 개정하여 그 동안 동 사업 참여부처가 소관 연구개발사업 예산의 3% 이상을 투자하도록 명시되어 있는 조항을 0.2% 이상 투자하도록 축소하여 현실화하였음.
- 지난 '11.6월에 (구)국과위 산하에 민군기술협력 특별위원회 및 실무위원회가 구성되고, '12.9월 “민군기술협력 기본계획”이 수립된 이후 최근 '13.6월 「민군기술협력사업 촉진법」으로 개정됨으로써 본 사업이 실질적인 범 부처사업으로서의 위상을 확보할 수 있는 제도적·조직적 기반이 마련되었음.
- 다음 <표 4-12>는 지난 '97년부터 이루어진 민군기술협력사업의 주요 추진경과를 시기 순으로 종합적으로 제시한 것임.

<표 4-12> 민군기술협력사업의 주요 추진 경과

시기	주요 추진 사항	비고
'97.5	“민군겸용기술 활성화 방안” 대통령 보고	
'98.4	「민군겸용기술사업 촉진법」 제정	4개부처 참여
'98.10	ADD에 ‘민군겸용기술센터’ 설립	ADD 소속 부서형태
'99.7	제1차('99 ~ '03) 민군겸용기술사업 기본계획 수립	
'04.4	제2차('04 ~ '08) 민군겸용기술사업 기본계획 수립	

‘05.9	과기부에서 지경부로 주무부처 변경	정부조직 재편
‘06.1	국방주무부처가 국방부에서 방위사업청으로 변경	방위사업청 신설
‘09.1	민군겸용기술사업 통합관리	민군겸용기술센터 전담수행
‘09.4	제3차(‘09 ~ ‘13) 민군겸용기술사업 기본계획 수립	
‘10.1	민군겸용기술사업 촉진법 개정(투자규모 3%→0.2%)	부처투자예산 현실화
‘10.10	관계부처 공동으로 “민군기술협력 활성화 방안” 마련	VIP 보고(국방부 장관)
‘11.1	민군겸용기술센터를 민군기술협력지원단으로 변경	
‘11.6	(구)국과위 내 민군기술협력 특별위원회, 실무위원회 구성	
‘12.4	민군기술협력 기본계획(안) 작성 및 전략기술로드맵 수립	KIET 컨소시움
‘12.9	민군기술협력 기본계획 수립 및 국과위 본회의 의결	사실상 제4차 동 사업 기본계획에 해당
‘13.3	민군기술협력 총괄·조정 기능 이전(국과위 → 미래부)	정부조직 재편
‘13.6	「민군기술협력사업 촉진법」 개정	민군겸용기술사업 촉진법 폐지, 부처연계 협력기술개발사업 신설
‘13.7	국가과학기술심의회 내 민군기술협력 특별위원회 구성	정부조직 재편
‘13.12	부처연계협력기술개발사업 시범사업 협약서 체결	성충권 장기체공 무인비행체 설계기술
‘14.1	민군기술협력진흥센터를 민군기술협력센터로 명칭변경	ADD의 민군협력진흥원 소속으로 재편
‘14.2	「민군기술협력사업 촉진법」 및 동법 시행령 시행	
‘14.4	민군기술협력사업 ‘14년도 시행계획 작성	
‘14.7	민군기술협력사업 공동시행규정 개정/시행	

자료 : 안보경영연구원, “민군기술협력사업 시행계획 수립방안 연구”, 2014

- 민군기술협력사업은 그 동안 주로 산업부, 방위사업청 일부 부처 위주로 제한적으로 참여하여 왔으나 지난 '13년 현재의 「민군기술협력사업 촉진법」으로 개정된 이후 미래부 등 국가연구개발사업을 수행하는 10개 부처 이상으로 확대되었음.
- 이에 따라 사실상 국가연구개발사업을 수행하고 있는 거의 대부분의 주요 부처가 제도적으로 민군기술협력사업에 참여하도록 의무화되었음.

<표 4-13> 민군점용기술사업과 민군기술협력사업의 참여부처 비교

민군점용기술사업	민군기술협력사업
• 산업통상자원부 • 방위사업청 • 국방부 • 미래창조과학부	• [기존부처] 산업통상자원부/방위사업청/국방부/미래부 • [신규부처] 문화체육관광부/보건복지부/국토교통부/해양수산부/소방방재청/중소기업청/기상청

자료 : 민군기술협력사업 촉진법 시행령

- 지난 '99년부터 본격 시행되어 온 민군점용기술사업에서는 4개의 세부사업만이 포함되었지만, '13.6월 민군기술협력사업으로 재편되어 이제는 8개의 세부 사업으로 확대되었음.
- 다음 <표 4-14>와 같이 민군기술협력사업에는 부처연계협력개발, 무기체계 등의 개발, 전력지원체계개발, 실용화연계사업 등의 세부 사업이 추가되었음.

<표 4-14> 민군기술협력사업 세부사업별 정의

구분	법적 정의
민군기술개발사업	민군점용기술개발사업 민과 군에서 공통적으로 활용할 수 있는 소재, 부품, 공정 및 소프트웨어 등의 기술개발사업
	부처연계협력기술개발사업 관계중앙행정기관의 장이 추진하는 기술개발사업 중 민과 군의 협력을 통하여 상호간 가장 우수한 기술능력을 활용하여 성과를 창출하는 방식으로 이루어지는 기술개발사업
	무기체계 등의 개발사업 「방위사업법」 제3조제3호에 따른 무기체계 등 민과 군이 공통으로 활용 가능한 체계와 그 기반을 구축하는 사업
	전력지원체계 개발사업 민과 군에서 공통적으로 활용할 수 있는 「방위사업법」 제3조제4호에 따른 전력지원체계를 개발하는 사업
민군기술이전사업	민군기술적용연구사업 민과 군이 보유하는 기술을 상호 이전하여 실용화 가능성을 연구하는 사업
	민군기술실용화연계사업 민과 군의 협력 기술개발을 통하여 확보한 기술을 군사적 시범이나 민간의 수요검증을 거쳐 실용화하는 사업
민군규격표준화사업 민수규격과 국방규격의 표준화 사업	
민군기술정보교류사업 민과 군의 연구개발 성과, 전문기술인력, 연구개발 장비·시설 및 국내외 기술개발 동향 등이 포함된 기술정보의 교류를 촉진하는 사업	

자료 : 민군기술협력사업 촉진법 제2조(정의)

2 민군기술협력사업 추진체계

- 민군기술협력사업은 크게 산업부, 방위사업청 및 미래부가 적극적으로 참여하고 있고, 본 사업의 전담기구로서 민군협력진흥원 내 민군기술센터가 운영하고 있음.
- 산업부는 「민·군기술협력사업 촉진법」 과 본 사업의 공동시행규정의 제·개정을 주관하는 역할을 수행하고 있고, 민군기술협력사업에 관한 주요 사항을 심의하는 “민군기술협의회”운영을 주관하는 등 실질적으로 민군기술협력사업을 주도적으로 담당하고 있음.
- 방위사업청은 지난 ‘06년 창설 이후 국방부로부터 방위력개선사업과 국방연구개발 관련 업무를 이관받았기 때문에 민군기술협력사업에 대한 예산투자자와 개발결과물을 국방분야에 활용하는 역할을 담당하고 있음.
- 미래부는 (구)국가과학기술위원회(이후 국과위)의 국가연구개발사업 조정통제 임무가 정부조직 재편에 따라 미래부로 이관됨에 따라 지난 ‘11년에 구성된 (구)국과위의 민군기술협력 특별위원회 운영을 주관하고 있음.



[그림 4-3] 민군기술협력사업의 전체 추진체계

자료 : 민군기술협력센터 제공

- 민군협력진흥원은 민군기술협력사업을 통합관리하는 전문기구로서 지난 ‘98년 제정된 (구) 「민군겸용기술사업 촉진법」 에 따라 ADD 소속으로 설치되었고, 현재는 새로 개정된 「민군기술협력사업」 제12조(민군기술협력 전담기구의 설치)에 근거를 두고 있음.

- 민군기술협력을 위한 법정 전담기구인 민군협력진흥원(민군기술협력센터)은 민군기술협력사업 촉진법 제12조(민군기술협력 전담기구)에 의거 ADD에 설치되어 운영 중임.
- 주요 임무는 과학기술기본법에 근거한 미래부(과학기술정책국), 국과심(민군특위)과 민군기술협력사업 촉진법에 근거한 산업부(민군기술협의회, 총괄실무위원회), 방사청(민군규격위원회) 등을 지원하며, 민군기술협력사업의 기획·계획수립, 과제관리 등의 업무를 수행하고 있음.

<표 4-15> 민군기술협력사업 촉진법 상의 민군기술협력 전담기구의 임무

민군기술협력사업 촉진법	제12조(민·군기술협력 전담기구의 설치) ① (생략) ② 민·군기술협력 전담기구는 다음 각 호의 업무를 수행한다. 1. 민·군기술협력 기본계획 및 시행계획의 수립 지원 2. 민·군기술협력사업의 기획·관리·평가 및 예산집행 3. 민·군기술협력 관련 성과분석 및 정책연구 4. 민·군기술협력 관련 통계 및 자료조사 5. 그 밖에 민·군기술협력과 관련하여 대통령령으로 정하는 사항
동법 시행령	제18조의2(민·군기술협력 전담기구의 업무) 법 제12조제2항제5호에서 "대통령령으로 정하는 사항"이란 다음 각 호의 업무를 말한다. 1. 기술개발과제에 대한 군사부문 관련 기술의 지원 2. 제15조에 따른 기술개발과제로의 전환 타당성에 관한 검토 3. 법 제10조제5항에 따라 담당하는 민·군기술협력사업에 관련된 기술정보의 관리 및 관계행정기관 간의 기술정보교류체제의 구축 4. 관계중앙행정기관의 장이 위탁하거나 대행하게 하는 업무

3 민군기술협력사업 현황 내역

- ‘16년 기준으로 민군기술협력사업에는 9개 부처가 총 1,388.7억원을 투자하였고, 특히 그 중 방위사업청이 57.1%(792.34억원), 산업부가 26.1%(363.23억원) 등으로 전체 사업 예산의 83.2%를 차지하고 있음.
- ‘16년 기준 참여부처는 크게 과기부, 국방부, 산업부, 국토부, 해수부, 인전처, 방사청, 중기청, 기상청 등 9개 부처로 구성되어 있음.
- 다만, 관계부처에서 민군기술협력사업 전담기구인 민군협력진흥원에 출연하여 전담기구가 관리하는 예산은 총 884.2억원이고, 각 부처가 소관 예산 중에서 민군기술협력사업을 수행하되 부처 산하 전문기관을 통해 관리하는 예산은 504.5억원 규모임.
- 다음 <표 4-16>은 부처별로 ‘16년 민군기술협력사업 투자 예산 내역을 나타낸 것임.

<표 4-16> 2016년 민군기술협력사업 정부 투자 계획

참여부처	예산투자현황		비고	
	예산	비중	출연예산	부처예산
과학기술정보통신부	124.00	8.9	—	124.00
국방부	—	—	—	10.00
문화체육관광부	—	—	—	—
산업통상자원부	362.23	26.1	207.20	155.03
보건복지부	—	—	—	—
국토교통부	—	—	—	—
해양수산부	45.00	3.2	—	45.00
국민안전처	10.00	0.7	—	10.00
방위사업청	792.34	57.1	676.98	115.36
중소기업청	23.00	1.7	—	23.00
기상청	32.13	2.3	—	32.13
합 계	1,388.70	100.0	884.18	504.52

자료 : 관계부처 종합, 「민군기술협력사업 2016년 시행계획」, 2016.2

- 구체적으로 민군기술협력사업 중 각 세부사업별로는 전체 1,326.7억원 중에서 약 46.9%(622.2억원)는 민군겸용기술개발사업, 약 41.4%(549.5억원)은 부처연계협력 기술개발사업 등이 차지하고 있음.
- 한편, 전체 사업 예산 중에서 계속과제는 964.34억원, 신규과제는 362.36억원 등으로 구성되어 있음.
- 과제 수 기준으로는 전체 179개 과제 중에서 민군겸용기술개발사업은 91개, 부처연계 협력기술개발사업은 43개 과제로 구성되어 있고, 그 중 계속과제는 140개, 신규과제는 39개로 구분됨.
- 다만, 무기체계 등의 개발사업은 지난 ‘14년 새로 시행된 이래 아직까지 추진실적이 없고, 다만 전력지원체계개발사업은 산업부 예산으로 신규과제가 최초로 착수되었음.
- 다음 <표 4-17>은 ‘16년도 민군기술협력사업의 각 세부사업별로 예산내역과 과제수 등을 제시한 것임.

<표 4-17> 2016년 민군기술협력사업 세부사업별 추진 계획 (단위:억원, 개)

사업명		구분	예산	과제	참여부처	
민군기술개발사업	민군겸용기술개발사업	진행과제	445.80	73	산업부, 방사청	
		신규과제	176.38	18		
	부처연계협력기술개발사업	진행과제	470.52	41	과기부, 국방부, 산업부, 국토부, 해수부, 안전처, 방사청, 중기청, 기상청	
		신규과제	79.00	2		
	무기체계 등의 개발사업	진행과제	—	—	(추진계획 없음)	
		신규과제	—	—		
	전력지원체계개발사업	진행과제	—	—	국방부, 산업부	
		신규과제	15.00	3		
	소계	진행과제	916.32	114	과기부, 국방부, 산업부, 국토부, 해수부, 안전처, 방사청, 중기청, 기상청	
		신규과제	270.38	23		
민군기술이전사업	민군기술적용연구사업	진행과제	23.02	22	산업부, 방사청	
		신규과제	70.98	14(5)		
	민군기술실용화연계사업	진행과제	13.00	4	방사청	
		신규과제	21.00	2(2)		
	소계	진행과제	36.02	26	산업부, 방사청	
		신규과제	91.98	16(7)		
민군기술정보교류사업			12.00	—	산업부	
합계			1,326.7	179(7)	과기부, 국방부, 산업부, 국토부, 해수부, 안전처, 방사청, 중기청, 기상청	
			계속과제	964.34		140
			신규과제	362.36		39(7)

자료 : 관계부처 종합, 「민·군기술협력사업 2016년 시행계획」, 2016.2
주) 괄호는 '16년 상반기 기획을 통해 '16년 하반기 착수(예정) 과제임.

4.1.3 최근의 미래국방 관련 정책기조

- 방위사업법 제30조 및 동법 시행령 제34조에 따라 지난 '14년 수립된 「2014 ~ 2028 국방과학기술진흥정책서」에는 국방과학기술진흥정책의 5대 중점 전략의 일환으로서 “민군기술협력 활성화”를 추진할 것임을 제시하였음.
- 방위사업법 제30조에는 국방부가 국방과학기술진흥에 대한 중장기 정책을 수립하고, 방사청은 매년 시행계획을 수립하도록 규정하고 있음.
- 본 중장기정책은 매 5년마다 국방과학기술진흥의 중장기 발전목표 및 정책방향, 국방과학기술 정책 및 자원배분·투자확대와 관련된 사항, 그 이외 국방과학기술진흥과 관련된 주요 정책이 포함됨.
- 이에 따라 향후 국방과학기술 진흥과 관련된 5대 중점 전략 중 하나로서 “민·군기술협력 활성화”가 수립되었음.

비전	세계적 수준의 국방과학기술로 선진강군·창조경제 구현
목표	중기(2014 ~ 2018) : 세계 9위 수준으로 국방과학기술 역량 강화 장기(2019 ~ 2028) : 세계 8위 수준으로 국방과학기술 역량 강화
진흥 중점전략	• 목표지향적 국방연구개발 • 국방연구개발 기반 확충 • 민·군 기술협력 활성화 • 국방과학기술의 국제경쟁력 강화 • 국방연구개발 성과 관리·공유·확산

[그림 4-4] 국방과학기술 비전 및 정책목표

자료 : 국방부, 「2014 ~ 2028 국방과학기술진흥정책서」, 2014.

- 본 “민·군 기술협력 활성화” 중점전략에 포함되어 있는 구체적인 이행과제로 민간에서 개발·보유 중인 기술정보를 조사하여 기술기획에 활용하는 등 민간보유 우수기술의 국방활용(Spin-On)을 증대할 것임을 제시하였음.
- 본 정책서에 따르면 민군기술협력 활성화를 위한 이행 과제로서 크게 (1)부처간 협력체계 구축, (2)국가-국방과학기술 연계 강화, (3)산학연과의 연구개발 협력 확대, (4)정출연과의 연구개발 협력 확대, (5)민군기술협력(spin-up) 활성화 등과 함께 본 연구의 근거인 (6)민간보유 우수기술의 국방연구개발 활용 증대 등이 수립되었음.

<표 4-18> 국방과학기술진흥정책 상 민군기술협력 활성화 이행과제

이행 과제	주요 내용
민군기술협력을 활성화하기 위해 부처협력체계 구축	연구개발사업 수행 모든 부처가 민군기술협력 참여를 위한 상호 협력체계 발전 등
국가국방과학기술 연계 강화	- 법정부차원의 국가과학기술 중장기계획 작성 시 국방연구개발 전문가 참여 - 민군공동활용이 가능한 분야를 발굴하여 범부처 협력 추진 - 국가과학기술 표준분류체계와 연계한 국방과학기술 표준분류체계 정비 등
산학연과의 연구개발 협력 확대	- 특화연구센터의 지속적 확대 1개 과제의 복수기관 참여를 통한 경쟁연구제도 활성화 - 산학연에서의 국방과학기술 연구개발 과제소요제안 장려 등
정부출연연구소와의 연구개발 협력 확대	- 과제기획단계부터 국방R&D에서 요구하는 기술개발목표 상호 공유 - ADD-정출연간 공동기획을 통해 도출된 과제에 대한 민군기술협력 예산 신설 - 지식재산권 소유관련 제도개선을 통해 출연연 참여 유인 등
민군기술협력 개발(Spin-up) 활성화	민군협력진흥원의 기획기능을 강화하여 민군겸용기술개발 과제에 대한 마스터플랜, 기획 및 종합조정 기능 강화 등
민간보유 우수기술의 국방연구개발 활용(Spin-on) 증대	- 기품원에서 국방과학기술조사 시 민간에서 개발·보유 중인 기술정보에 대한 조사분석 강화 및 기술기획 시 활용 - NTIS-DTiMS간 연계강화 및 기술교류회 등 정보공유 확대 - 국방연구개발에 활용되는 민간기술에 대한 합리적인 보상 및 지식재산권 관리 방안 마련 등

자료 : 국방부, 「2014 ~ 2028 국방과학기술진흥정책서」, 2014.

- 본 진흥정책서에 따라 최근 수립된 국방과학기술진흥실행계획서에서는 개방형 기술기획 체계 강화의 일환으로 기품원에 PD(기획전문가)를 임명하여 민간 우수기술 발굴을 확대하는 한편 우수한 민간기술의 국방 활용강화를 위한 조사분석을 실시할 것임을 제시하였음.
- ‘17년 수립된 「2017년도 국방과학기술진흥실행계획(안)」에서는 개방형 기술기획 체계를 강화하고자 PD(Program Director) 제도를 도입하고, 우수 민간기술(특히, 무인로봇, 인공지능 등 민간 이슈기술)의 국방활용 강화를 위한 조사분석을 실시할 것임을 제시하였음.
- 한편으로는 무기체계 개발 및 성능개량 등 과정에서 실제 민간 우수기술의 활용이 활성화될 수 있도록 제도개선을 추진할 것임을 제시하였음.

<표 4-19> 민군기술협력(Spin-On) 활성화를 위한 제도개선 방안 사례

이행 과제	주요 내용
개방형 기술기획 체계 강화	- PD(Program Director) 제도를 기품원에 도입하여 국방분야에 적용 가능한 민간 우수기술 발굴 및 과제 기획 등 역할 부여 * 인공지능기술, 데이터 활용기술 등 민간 첨단 지능정보기술 중점 활용 - 우수한 민간기술의 국방 활용강화를 위한 조사분석 실시 * IT 분야와 함께 무인로봇, 드론, 인공지능, 가상현실 등의 민간 이슈기술에 대한 군사적 응용분야 조사분석 실시
민간 우수기술 활용 활성화 제도 개선 추진	- 무기체계 신규 소요 및 성능개량 시 민간기술 도입 활성화를 위한 제도 개선 방안 수립 - 신개념기술시범(ACTD)사업 성과 제고를 위한 제도개선 추진 * 사업대상 범위를 무기체계에서 주요기술로 확대적용 등

자료 : 방위사업청, 「2017년도 국방과학기술진흥실행계획(안)」, 2017.3

□ 최근 수립된 제2차 민군기술협력사업 기본계획에서는 “산업혁신과 국방력 강화를 위한 민군기술협력 선순환 구조 창출”을 비전으로 하여 3대 기본방향 및 9대 정책 추진과제를 수립하였음.

○ 다음 [그림 4-5]는 제2차 민군기술협력사업 기본계획(안)에서 제시된 향후 민군기술협력사업 기본방향 및 정책추진 과제를 제시한 것임.

기본방향	- 민군기술협력 R&D 투자 확대 - 국가R&D와 국방R&D간 연계 및 기술교류 확대 - 민군기술협력 활성화를 위한 제도정비와 사업화지원 강화
정책추진 과제	① 민군기술협력R&D 기반확충 ① 민군기술협력R&D 투자 확대 ② 4차 산업혁명 기술의 국방실증 프로그램 확대 ③ 민군기술협력 연구인프라 확충 ② 민군기술이전 및 기술교류 활성화 ① 민군기술이전 네트워크 강화 ② 민군기술교류 활성화 ③ 국제기술교류협력 활성화 ③ 민군기술협력 제도정비 및 사업화 촉진 ① 국방R&D 개방성 강화 ② 사업화 지원체계 마련 ③ 효율적 협업을 위한 범부처 거버넌스 강화

[그림 4-5] 제2차 민군기술협력사업 기본계획(안)의 기본방향 및 정책과제

자료 : 관계부처 종합, 「제2차 민군기술협력사업 기본계획(안)」, 2017.12

□ 본 제2차 민군기술협력 기본계획에서 국가R&D 성과의 국방분야 실증(Spin-On)을 활성화하여 국가R&D와 국방R&D를 활성화할 것임을 수립하는 등 향후에는 국방부처에 국한하지 않고 범 부처 차원에서 민군기술협력이 활성화될 것으로 전망

됨.

- 또한, 본 기본계획에서는 국가R&D 성과의 국방분야 실증을 활성화하여 국가R&D와 국방R&D간 융합을 촉진하고자 로봇 등 민군겸용성이 높은 분야의 기술개발과제의 군 활용성을 발굴하고, 과제화 방안을 수립할 것임을 제시하였음.
- 지난 '17.7월 중반 발표된 신정부의 국정운영 5개년 계획에서도 첨단무기 국내 개발을 위한 기반을 구축하고자 국가R&D 역량의 국방분야 활용을 증진하고, 국방 R&D 제도를 개선하여 4차 산업혁명 등 기술변화에 대응하는 국방R&D 수행체제로 개편할 것임을 제시되어 있음.
- 향후 신정부의 국정과제로 인해 과기정통부 등 민간부처와 국방부처간 협력 확대를 통해 민간연구기관의 국방연구개발사업 참여를 확대하는 정책기조가 더욱 강화될 것으로 전망됨.

4.2. 미래국방 관련 문제점 진단

4.2.1 연구현장 관점의 문제점

- 최근의 국방부처의 민군기술협력 활성화 정책기조에도 불구하고 정출연 등 민수부처 소관 공공연구기관의 국방기술개발사업 참여 활성화 필요성·시급성에도 불구하고 아직까지 국방연구개발 수행체계 상으로 민간연구기관이 실제 국방사업에 참여하는 것을 제한하는 다양한 저해요인이 존재하고 있는 상황임.
- '17년 정출연 연구자를 대상을 조사한 바에 따르면 아직까지 정출연이 국방기술개발사업에 참여하는 것이 제한되는 다양한 저해요인이 식별되었음.
- 다음 <표 4-20>은 정출연의 국방기술개발사업 참여를 저해시키는 저해요인을 종합적으로 제시한 것임.

<표 4-20> 정출연의 국방기술개발사업 참여 저해요인 종합

주요 저해요인 항목 ^{주)}	관련 내용
늦은 사업착수	• 개발필요성과 시급성에도 불구하고 과제소요제기 후 착수하기까지 너무 오랜시간이 소요됨.
간접비 비현실성	• 기초연구사업비가 낮아 대부분 대학에서 수행하고 정출연 참여 곤란
국방연구기관 배타성	• ADD가 준비 중인 과제는 수행 곤란, ADD가 과제선정 권한 보유
과제관리 시 지나친 간섭	• 개발 중 관리기관의 과다한 회의 소집 및 행정업무 처리 요구
참여정보 부족/폐쇄성	• 국방분야에서 필요로 하는 기술정보(내용, 시점 등) 부족(비밀사항이 많음)
지식재산권 미보장	• 지식재산권이 개발기관이 아닌 ADD로 귀속
과제제안-수행주체 분리	• 기술수요조사서를 제출해도 약간 변경된 형태로 타 기관이 수행
민군협력체계 미흡	• 기술개발 단계별로 상호 지속적인 협력체계의 미비 • 정출연이 개발한 기술인력의 유지를 위한 후속연구비 확보 곤란
국방연구개발 방향성(기술로드맵) 제시 미흡	• 기술개발로드맵 등에 대한 비공개로 장기적 측면 참여계획 수립 곤란
연구내용이 정출연과 상이	• 원천기술 개발보다는 응용가능한 기술과제가 대부분(정출연 임무와 상이) • 국방기술 특유의 안정성 및 실패 시 책임소재로 창의적 원천연구 곤란
연구비 집행·정산 애로	• 연구비 집행의 자율성 부족, 사용항목 제한 및 정산 어려움(정산시간 과다) • 인건비 정산방식 상이(타 부처는 참여율 방식이나 국방은 투입공수 방식)
기타	• 제안서 작성 분량이 타 부처 과제 대비 과다 • 개발기간/사업비 대비 개발 완성도 요구수준이 매우 높음(실패성 등)

주) 지난 '11년 기품원이 정리한 정출연의 국방연구개발 참여 저해요인을 제시한 것임.

- 첫째, 국방핵심기술사업(응용연구/시험개발)과제는 국방중기계획에 반영한 후 예산을 반영하는 국방기획관리체계(PPBEEs)에 따라 민간연구기관이 제기한 과제가 채택되더라도 F+8년 이후에나 과제가 반영되기 때문에 실제 소요제기 이후부터 과제가 착수되는데 많은 시간이 소요됨.
- 이에 따라 민간 연구자 입장에서는 과제로 반영된 후 당해연도 또는 차기년도에 과제가 착수되지 않기 때문에 국방핵심기술개발사업에 참여할 유인이 낮음 실정임.
- 다음 <표 4-21>은 국방핵심기술개발사업의 추진체계를 나타낸 것임.

<표 4-21> 국방핵심기술연구개발사업 추진체계

시기	구분	내용	수행기관
F-6 ~ F-2	중기계획서	핵심기술기획서에 반영된 과제를 기반으로 국방중기계획 예산 반영	국방부 (방사청)
▼			
F-1	예산서	국방예산중기계획 예산 반영	방사청
▼			
F년 2~3월	제안요청서(RFP) 공고	- 제안서 공고문에 대한 보안성 검토 후 연구소 홈페이지 게재 * 국가과학기술종합정보서비스 및 중소기업종합서비스망 게시	국과연
▼			
F년 4~6월	제안서 평가 및 주관기관 선정	- 제안서 평가/주관기관 선정 * 제안서 평가 : 기품원 제안서평가팀 * 주관기관 협상 및 협상결과 제출 : 국과연	방사청 국과연 기품원
▼			
F년 6~7월	계획서 승인 및 사업 착수	- 사업계획서 작성 및 제출(국과연 → 방사청) * 국과연 주관 : 국과연이 연구계획서 작성 * 산학연 주관 : 주관기관이 연구계획서 작성 (국과연은 사업관리계획서 작성) - 최종 계획서 승인(방사청 → 국과연)	방사청 국과연

자료 : 방위사업청 등, “국방기술 연구개발 소개”, 2015.

- 둘째, 국방분야 기초연구에서는 타 국가연구개발사업과는 달리 간접비를 학술용역 단가 기준으로 직접인건비의 5% 이내로 인정하고 있기 때문에 민간연구기관 입장에서는 굳이 국방기술개발사업에 참여할 유인이 낮음.
- 일반적인 국가연구개발사업은 기관 운영경비 성격이 간접비를 직접인건비의 20% 내외로 계상하고 있기 때문에 국방분야 대비 매우 유리한 상황임.
- 셋째, 수요조사를 통해 종합된 국방기술개발과제를 대상으로 실제 기획서에 반영할

지 여부를 결정하는 과정에서 ADD가 주도적인 역할을 수행하기 때문에 정출연 등 민간연구기관이 제안한 과제가 당초 ADD가 준비하고 있는 등 ADD가 수행할 수 있는 과제는 대부분 채택되기 곤란함.

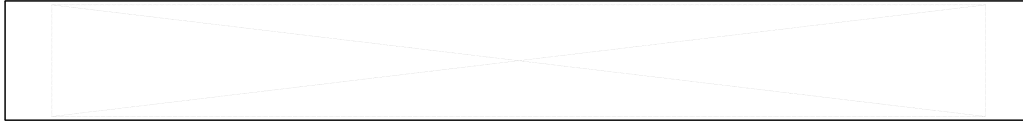
- 산학연을 포함하여 관련기관이 제기한 국방핵심기술소요를 검토할 때 「방위사업관리규정」 제53조(핵심기술 소요검토)에 따라 기품원이 핵심기술기획팀을 운영하되, ADD를 포함하여 다양한 국방기관 관계자들이 참여하고 있음.
- 이 과정에서 ADD가 산학연이 소요제기한 과제에 대해 미리 ADD가 준비 중이거나 수행 예정인 과제에 대해서는 중복성 등을 이유로 산학연 제안과제가 채택되지 못할 수 있음.
- 이로 인해 정출연 연구자가 굳이 소요를 제기하거나 국방분야에서 활용될 수 있는 유용한 기술적 아이디어를 ADD 등에 제공할 유인이 낮음.

<표 4-22> 방위사업관리규정 상 국방핵심기술소요검토 관련 규정

방위사업관리규정 제53조(핵심기술 소요검토) ① 획득기획국장은 핵심기술소요제기기관에서 제기된 핵심기술소요를 종합한 후 다음 각 호의 사항을 고려하여 검토한다. 이 경우 획득기획국장은 핵심기술소요검토를 위하여 핵심기술소요제기기관으로부터 핵심기술 개발의 필요성 등에 관한 의견을 들을 수 있다. 1. 핵심기술 육성분야 및 기술발전추세와의 부합성 2. 과거 개발사례(민간분야 포함) 및 소요의 중복성 여부 3. 기존 핵심기술기획 내용과의 연계성 4. 국내·외 기술수준 및 확보 가능성 5. 기술소요의 활용성 등 ② 획득기획국장이 제1항에 따라 핵심기술소요를 검토하는 경우에는 방위사업청·합참·국방부 본부 및 그 직할기관·각군·국과연·기품원 및 방산기술센터 등의 전문가와 해당 기술분야의 민간 전문가들로 구성된 핵심기술기획팀을 구성·운영할 수 있다. ③ 제2항에 따른 핵심기술기획팀은 기품원에 둘 수 있으며, 기품원에 핵심기술기획팀을 둘 경우에는 기품원장이 핵심기술기획팀 구성 및 운영에 관한 계획을 수립하여 방위사업청장(획득기획국장)에게 보고하여야 한다.

- 넷째, 국방분야 기술개발사업은 당초 무기체계 적용을 고려하여 과제를 수행하고, (약칭)국계법에 따라 계약에 의해 수행되기 때문에 일반 국가연구개발사업 과제 대비 연구자에 대한 관리가 상당히 엄격하게 이루어짐.
- 일반적인 국가연구개발사업은 협약방식으로 진행되어 개발기관·연구자에 대한 자율성이 상당히 높은 상황이지만, 국방분야 기술개발과제는 당초 과제에서 원하는 결과물을 산출하기 위하여 과제관리가 더욱 엄격한 것이 일반적임.
- 다섯째, 비록 그 동안 많은 개선이 이루어졌지만, 아직까지 민간연구자 시각에서는 과제와 관련된 정보가 충분하게 공개되지 못한다고 인식하고 있고 이에 따라 개발된 민간기술의 국방분야 활용성 및 개발목표를 검토하는데 한계가 발생됨.

- 예를 들어, 지난'16년부터 중점기획대상 기술과 각 기술별로 기 반영되어 있는 과제 정보 등 국방핵심기술과제의 공개 범위를 확대하여 군 수요가 존재하는 기술개발과제에 정출연 등 민간연구기관의 참여를 적극 유인하고 있음.



[그림 4-6] 공개대상 핵심기술과제 정보 확대 사례

자료 : 방위사업청, '15 ~ '29 국방과학기술진흥 실행계획 일반본

- 군사보안 등의 사유로 국방분야에서 요구하는 기술적 성능수준이나 무기체계 개발 연계 정보 등에 대해서는 아직까지 충분히 공개가 이루어지지 못하는 실정임.
- 여섯째, 국방기술개발사업으로 창출된 지식재산권은 비록 산학연이 개발하였더라도 그 동안 ADD가 단독으로 소유하였으나, 현재는 제도적으로 ADD와 개발기관이 비영리기관과의 공동소유를 허용하도록 방위사업법이 개정됨으로써 이제 지식재산권과 관련하여 정출연의 국방연구개발사업 참여를 제한하였던 제도적 장벽이 상당 부분 해소되었음.
- 연구회 소관 정출연 등이 국방연구개발사업에 적극 참여하도록 유인하기 위해 최근 개정된 「방위사업법」에 비영리기관에 대해서는 국방연구개발사업의 지식재산권을 정부(ADD)와 정출연이 공동 소유할 수 있도록 허용하는 근거 조항이 새로 추가되었음.

<표 4-23> 국방연구개발사업에 의한 지식재산권 소유권에 대한 방위사업법 개정 조항

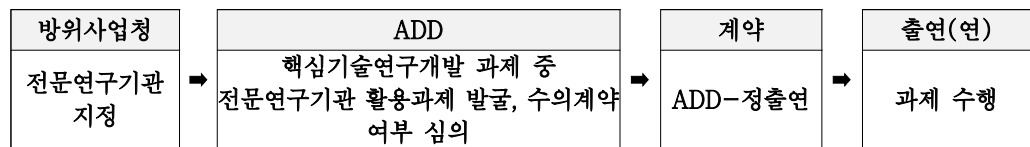
방위사업법 제31조의2(무기체계 및 핵심기술의 지식재산권의 소유 등) ① 방위사업청장은 제18조제3항에 따라 무기체계 및 핵심기술의 연구개발비의 전부 또는 일부를 부담하는 때에는 그 연구개발의 수행과정에서 얻어지는 지식재산권에 대하여 국가안보상 필요한 경우 계약 등에 따라 국가 또는 국방과학연구소의 소유로 할 수 있다.
② 방위사업청장은 제1항의 지식재산권을 계약 등에 따라 국가 또는 국방과학연구소와 그 연구개발에 참여한 다음 각 호의 기관의 공동 소유로 할 수 있다.
1. 「고등교육법」 제2조에 따른 학교
2. 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제8조제1항에 따라 설립된 정부출연연구기관
3. 「특정연구기관 육성법」 제2조에 따른 특정연구기관
4. 그 밖에 「민법」 또는 다른 법률에 따라 설립된 비영리법인인 연구기관
③ (생략)
④ 제2항에 따라 지식재산권이 공동 소유인 경우 각 공유자가 그 지식재산권을 활용하고자 하는 자에게 실시권을 허락하고자 하는 때에는 다른 공유자의 동의를 얻어야 한다. 다만, 국가안보상 필요한 경우 국가 또는 국방과학연구소는 공동 소유 기관의 동의 없이 그 지식재산권을 활용하고자 하는 자에게 실시권을 허락할 수 있다.

- 일곱째, 국방기술개발사업을 일부 기초연구과제를 제외하고는 주관연구기관 선정 평가 시 과제를 제안한 기관이 우선 수행토록 하거나 가점을 부여하는 등 인센티브가 주어지지 않기 때문에 굳이 민간연구기관 입장에서는 수요조사 시 과제를 제안해야 할 당위성은 낮은 실정임.
- 다만, 민간연구기관 중 전문연구기관으로 지정받은 기관이 제기한 과제가 채택되어 추진될 경우에는 해당 기관과 수의계약을 할 수 있도록 허용하는 법적 근거가 마련되었음.
- 본 사항은 방위사업법 시행령 제61조의제3항을 개정하여 반영되었고, 전문연구기관이 제기한 핵심기술과제는 해당 기관과 수의계약을 허용할 수 있는 근거가 마련되었음.

<표 4-24> 전문연구기관에 대한 핵심기술과제 수의계약 근거 조항

방위사업법 시행령 제61조(계약의 종류·내용 및 방법 등) ① ~ ② (생략) ③ 법 제46조제1항 후단에 따른 계약의 방법은 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제7조에 따르되, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 수의계약에 의할 수 있다. 7. 다음 각 목의 요건을 모두 갖춘 경우로서 나목에 따른 연구과제를 제출한 전문연구기관과 해당 핵심기술의 연구개발에 관한 계약을 체결하는 경우 가. 전문연구기관이 위촉된 분야에 관하여 법 제18조제8항에 따른 핵심기술의 연구개발의 절차에 따라 연구과제를 제출하였을 것 나. 방위사업청장이 가목에 따른 연구과제에 대하여 핵심기술의 연구개발을 추진하기로 결정하였을 것 (이하 생략)
--

- 이로 인해 국방핵심기술사업 과제 중에서 전문연구기관으로 지정받은 정출연의 전문성이 높은 과제는 해당 기관과 수의계약을 할 수 있도록 제도적으로 허용되었음.



[그림 4-7] 전문연구기관 활용 업무 수행 절차도

자료 : 방위사업청, '15~'29 국방과학기술진흥 실행계획 일반본

- 여덟째, 국방기술개발사업은 개별 과제별로 연구기관이 참여하고, 과제가 종료된 이후에는 지원이 더 이상 이루어지지 않기 때문에 지속적인 민군협력체계를 지속하기 곤란함.
- 예를 들어, 국방특화연구센터 등은 6년에서 9년까지 지원이 이루어지고 있지만, 지원기관이 종료된 이후에는 더 이상 지원이 이루어지지 않기 때문에 특화연구센터에 기 구축되어 있는 국방분야 연구개발 인프라를 계속 활용하기 곤란한 실정임.
- 아홉째, 그 동안 국방기술개발사업은 실패를 용인하지 않았기 때문에 정출연 연구

자가 참여하기 곤란하였으나, 고위험·고난이도 기술에 대해 성실하게 수행했음이 인정될 경우 성실실패를 허용하는 성실실패인정제도 도입이 이루어졌기 때문에 국방기술개발사업 실패에 따른 부담을 일정부분 완화할 수 있을 것으로 전망됨.

- ‘16년에 「방위사업법」 제18조의2(성실한 연구개발의 수행)를 신설하도록 입법이 이루어졌음.

<표 4-25> 방위사업법 상 성실실패제도 근거 조항 추가내역

현행	개정 조항
<신설>	제46조의2(성실한 연구개발 수행의 인정) ① 방위사업청장은 제18조제4항에 따른 핵심기술의 연구개발을 수행하는 자가 연구개발을 성실하게 수행한 사실이 인정되는 경우에는 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제26조 및 제27조제1항제1호(계약을 이행함에 있어서 부실·조잡하게 한 경우에 한정한다)에도 불구하고 지체상금을 면제하거나 입찰 참가자격 제한도 하지 아니할 수 있다. ② 제1항에 따른 연구개발을 성실하게 수행한 사실의 인정 기준 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

- 이에 따라 만약 평가결과 “실패”로 판정되더라도 성실하게 수행된 것으로 인정될 경우 지체상금 또는 입찰참여자자격 제한 등의 불이익을 면제받을 수 있는 근거가 마련되었음.

4.2.2 유관부처 관점의 문제점

- 현재 부처간 민군기술협력과 관련된 법적 근거는 「과학기술기본법」에 일부 제시되어 있지만 실질적으로는 「민군기술협력사업 촉진법」에 근거하여 시행되고 있기 때문에 법 부처간 민군기술협력을 촉진하기에는 한계가 초래됨.
- 과학기술분야 최상위 법령인 「과학기술기본법」 제17조에 제시된 민군간 협동연구 장려 및 민군겸용기술 개발 촉진 등에 대한 사항은 구체적인 이행방안이 누락되어 있기 때문에 법 부처간 민군기술협력을 촉진하는 근거로는 실효성이 낮음.
- 현재 부처간 민군기술협력은 사실상 「민군기술협력사업 촉진법」에 따라 추진되고 있는 것으로 간주될 수 있음.
- 비록 지난 '14.2월 「(구)민군겸용기술사업 촉진법」이 「민군기술협력사업 촉진법」으로 개정됨으로써 참여부처가 기존 산업부, 방사청 위주에서 11개 부처로 크게 확대되었지만, 그럼에도 일부 부처는 제외되어 있어서 모든 부처가 민군기술협력에 참여하도록 촉구하기에는 한계가 존재함.
- 본 촉진법 시행령에는 본 사업에 참여하는 부처가 단지 소관 연구개발사업의 0.2%만을 민군기술협력사업에 투자하도록 규정하고 있고, 이마저도 0.2% 이상 투자하지 않은 경우에도 실효성 있는 조치를 취할 수 있는 수단은 마련되어 있지 않음.

<표 4-26> 민군기술협력사업 촉진법 시행령 상 부처별 투자비율 의무화 근거

민군기술협력사업 촉진법 시행령 제3조(시행계획의 수립) ① (생략)
 ② 법 제5조제2항 후단에 따라 관계중앙행정기관의 장은 다음 각 호에 해당하는 연구개발사업 예산의 1천분의 2 이상을 민·군기술협력사업에 투자하여야 한다. (이하 생략)

- 근본적으로 앞서 제시한 바와 같이 민군기술협력의 범주는 부처간 연구개발협력 뿐만 아니라 국방부처와 민간기관간 기술협력, 국방기관과 민간기관간 기술협력 등도 포함될 수 있으나, 아직까지 이와 같은 전반적인 민군기술협력 관련 활동을 포괄할 수 있는 법적 근거는 제대로 마련되어 있지 않음.
- 현재의 「민군기술협력사업 촉진법」은 전반적으로 민군 공통기술을 개발하거나 개발된 기술을 상호 이전적용하는 것을 지원하는 관점에서 마련되어 있기 때문에 법 부처적인 민군기술협력과 관련된 제반 활동을 촉진하는 데는 충분하지 않음.
- 이에 따라 과학기술분야 최상위계획서인 과학기술기본계획 내 민군기술협력 관련

과제는 방사청이 주관하는 국방과학기술의 민간이전·사업화 계획 위주로 포함되어 있어서 범 부처적으로 민군기술협력을 이행할 수 있는 계획을 수립하도록 촉구하기에는 미흡함.

- 현재의 제3차 과학기술기본계획 상 이와 같은 민군기술협력 활성화 정책과제는 ‘High 4. 신산업 창출 지원’ → ‘III. 기술이전·사업화 촉진’ → ‘4. 사업화 촉진을 위한 개방형 혁신 활성화’ 과제 중 하나에 포함되어 있는 수준에 불과함.
- 무엇보다도 정책 과제가 대부분 방위사업청의 자체적인 개선과제 중심으로만 제시되어 있어서 향후 범 부처적인 차원의 민군기술협력의 공통 목표나 추진전략이 누락되어 있고, 범 부처적으로 추진해야 할 과제가 거의 포함되어 있지 못한 실정임.
- 결국 아직까지 민군기술협력 관련 시책은 범 부처차원에서 참여하여 협력하여 추진해야 할 국가연구개발 관련 핵심 아젠더로서의 위상이 제대로 마련되어 있지 못하고, 사실상 단지 개별 국가연구개발사업 혹은 방사청 위주로 추진되는 사안으로 자리매김되어 있음.

<표 4-27> 제3차 과학기술기본계획(2013~2017) 상 민군기술협력 관련 주요 정책과제 사례

정책과제	세부 내용
국방기술 정보 공개 및 공유 확대	온라인 “국방기술 거래장터”를 개설하여 민간사이트와 연계
국방연구개발 분야의 관행·제도적 장벽 제거	- 국방 분야 지식재산권의 민간 활용 확대(국가 안보상 필요한 경우에 한해 정부 소유) - 군사 핵심기술이라도 민간 이전의 파급효과가 큰 경우 보안에 저촉되지 않도록 기술 세분화(breakdown) 및 성능 조정을 통해 민간 이전 추진
민간 수요자 중심의 맞춤형 국방기술 이전 지원	- 국방과학연구소 연구원(경력자, 퇴직자 등)을 ‘기술이전 도우미’로 지정하여 국방기술을 적용한 상품화 단계에서 기술지원 강화 - 경상 기술료를 인센티브로 제공, 개발자의 적극 참여 유도
국방기술 민간 이전 활성화를 위한 예산 지원 확대	민간 활용계획이 있는 국방 연구개발사업에는 기술이전 예산(개발비의 0.5%) 반영

자료 : 미래창조과학부, 「제3차 과학기술기본계획(2013~2017)」, 2013.7

4.3 민군 분야 전문가 Pool 구성 및 운영

4.3.1 민군 분야 전문가 Pool 구성

☐ 산·학·연 전문가 Pool 구성

구분	이름	직책	소속
산		부장	
		차장	
		수석	
		매니저	
		실장	
		부소장	
		대표	
학		대외부총장	
		감사	
		박사	
		교수	
		교수	
		교수	
		교수	
		교수	
		교수	
		교수	
		교수	
		교수	
연		PL/책임	
		실장	
		책임	
		본부장	
		단장	
		실장	
		센터장	
		실장	
		선임	
		팀장	
		부장	
		실장	
		센터장	
		실장	
		실장	
		부장	
		부장	
		책임	

□ ETRI 국방 IDX 추진 위원회

ETRI 내에 국방분야 연구 기획 및 대내외 정책 수립 업무를 수행하기 위해 구성된 위원회로 본 기획과제에 참여하고 있음[위원장 1명, 위원 22명, 간사 2명으로 구성/IDX(Intelligent Digital X(trans)-formation)]



4.3.2 전문가 Pool 운영

□ 미래 국방 기초·원천 R&D 활성화 방안 토론회 개최

- 일시: 2017년9월26일, 15:00 ~ 18:10
- 장소: AT 센터(그랜드 홀)
- 발표 1: 공급자 관점의 “미래 국방 원천 기술과 확보 방안”, 황승구 소장(ETRI)
- 발표 2: 수요자 관점의 “미래 국방 원천 기술과 확보 방안”, 박영수 부장(국방기술품질원)
- 발표 3: 연구자 관점의 “성공·실패 등 사례 중심 발표”, 이기훈 교수(GIST)
- 패널 리스트: 김수현 교수(좌장), 황승구 소장(ETRI),
박영수 부장(국방기술품질원), 이기훈 교수(GIST),
이정석 부장(ADD), 장원준 부장(산업연구원),
유형곤 실장(안보경영연구원),
- 참석자: 약125명

<표 4-28>은 미래국방 R&D 활성화 방안 토론회 행사 관련 신문 기사이다.

<표 4-28> 미래국방 R&D 활성화 방안 토론회 행사 신문 기사>





□ 「미래 국방 R&D 추진 방안」 마련을 위한 전문가 자문 회의 개최

1) 「미래 국방 기초·원천 R&D 활성화 방안」 토론회 준비 조찬 회의

○ 일시: 2017년8월25일, 08:00 ~10:30

○ 장소: 센트럴플라자 4층 회의실

○ 참석자(21명):

- 과기정통부 기초원천연구정책관 연구개발정책과장 장보현, 송완호 서기관,
거대공공정책연구관 거대공공정책연구과장 김성규, 이영호 사무관
 - 방위사업청 획득기획국 획득정책과 황인혁 중령, 이민재 사무관, 조형기 과장
 - 한국연구재단 국책연구본부장 문일, 이재방 실장
 - KIST 안보기술개발단장 김용환
 - ADD 정책기획부 기획조정실 송민철 선임연구원, 김영철 책임
 - 국방기술품질원 기획운영실장 박경진, 기술기획부 전략기획팀 전상배
 - 연세대 정종문 교수, GIST 이기훈 교수, KAIST 김수현 교수, 세종대(미래 경영 기
술) 양희승 교수
 - ETRI 정유현 PL/책임, 권동승 책임, 정교일 책임
- 안건: 「미래 국방 기초·원천 R&D 활성화 방안」 토론회 검토 회의
- 방사청은 무엇을 어떻게 할 것인가를 수요자 입장에서
 - 과기정통부는 무엇을 어떻게 할 것인가를 공급자 입장에서
 - 국방 연구 사례 중심

2) 「미래국방 기초·원천 R&D 활성화 방안」 토론회 발표자료 검토 회의

- 일시: 2017년9월19일, 10:00 ~ 11:30
- 장소: 과기정통부 소회의실(217호)
- 참석자(9명):
 - 과기정통부: 이병희 팀장, 전승운 사무관, 이영호 사무관
 - KAIST: 김학민 감사(자문)
 - ETRI: 황승구 소장, 정유현 PL/책임
 - 국방기술품질원: 박영수 부장
 - GIST:이기훈 교수
 - 방위사업청: 황인혁
- 주요 내용
 - 「미래국방 기초·원천 R&D 활성화 방안」 토론회 발표 자료 초안 검토 및 협의
 - 토론회 진행 방식 등 운영 방안 토의

3) 「미래 국방 R&D 추진 방안」 마련을 위한 전문가 자문 회의[1차]

- 일시: 2017년10월20일, 16:00 ~ 19:30
- 장소: ETRI 서울 사무소
- 참석자(10명):
 - 과기정통부: 이병희 팀장, 전승운 사무관
 - 아주대: 임재성 교수
 - ETRI: 정유현 PL/책임
 - 한국기계연구원: 김재현 실장
 - (주)한화시스템: 이용욱 부장
 - 안보경영연구원: 유형곤 실장
 - 한국전략문제연구소: 정춘일 부소장
 - KIST: 문창희 팀장
 - KAIST: 정재원 박사
- 주요 내용
 - 미래국방 R&D 추진 배경 및 자문회의 운영방안 설명
 - 미래국방 기초·원천 R&D 활성화 방안 초안 설명
 - 미래국방 R&D 관련 전문가 정책 제안 공유
 - 자유 토론

4) 「미래 국방 R&D 추진 방안」 마련을 위한 전문가 자문 회의[2차]

- 일시: 2017년11월03일, 14:00 ~ 18:00
- 장소: LW 컨벤션 3층 회의실
- 참석자(10명):
 - 과기정통부: 이병희 팀장, 전승윤 사무관
 - KIST: 김용환 단장, 문창희 팀장
 - ETRI: 정유현 PL/책임, 한태만 책임
 - KAIST: 정재원 박사
 - 한국전략문제연구소: 정춘일 부소장
 - 안보경영연구원: 유형곤 실장
 - (주)한화시스템: 이용욱 부장
- 주요 내용
 - 추진 경과 및 1차 자문회의 결과 공유
 - 미래국방 R&D 추진전략(안) 초안 설명
 - 전문가별 자문 의견 발표
 - 자유 토론

5) 「미래 국방 R&D 추진」 관련 출연[연] 협의 회의

- 일시: 2017년11월16일, 14:00 ~ 16:00
- 장소: 과기정통부 2층 중회의실
- 참석자(12명):
 - 과기정통부: 이병희 팀장, 전승윤 사무관
 - KIST: 김용환 단장
 - ETRI: 정유현 PL/책임
 - 한국생명공학연구원: 한백수 선임연구원
 - 한국전설기술연구원: 김기수 실장
 - 한국표준과학연구원: 유희겸 실장
 - 한국기계연구원: 정정훈 센터장
 - 재료연구소: 채재우 실장
 - 한국전기연구원: 노관석 부장
 - 한국화학연구원: 양경욱 팀장
 - 한국원자력연구원: 박지용 센터장

○ 주요 내용

- 미래 국방 R&D의 주요 추진 방향 설명 및 공유
- 출연(연)의 국방 관련 업무 현황 및 계획 설명
- 미래 국방 R&D 추진 관련 출연(연)의 역할 등 추진 방향에 대한 의견 수렴
- 자유 토론

제5장 미래국방 원천기술 확보 및 기반마련 추진 전략

5.1. 미래국방 비전 및 목표

5.1.1 미래국방 추진 방향

- ADD 중심의 연구개발에서 탈피하여 범 부처적 관점에서 국방연구개발 저변을 확대하도록 기존 획득제도의 재편을 추진함.
- 무기체계는 그 동안 ADD가 주도적으로 개발하여 왔으나, 향후에는 방산업체 등도 무기체계 개발주관을 확대해야 함.
- 국방기술개발도 그 동안 ADD가 주도하여 개발하여 왔고, 기술개발과제관리 업무도 ADD가 전담하는 방식으로 추진되어 왔지만 향후에는 정출연 및 산학연 등이 주관기관으로 국방기술을 개발하는 비중이 더욱 높아져야 하고, 과제관리도 기품원 등 전문기관으로 이관하는 것이 바람직함.
- 최근의 안보여건을 고려하여 민간예산 및 민간기관의 우수기술을 국방분야 활용하는 것을 촉진하는 제도를 마련함.
- 그 동안 국방분야는 필요기술을 ADD, 방산업체 등이 국방R&D예산을 가지고 자체적으로 개발하는데 주안점을 두어 왔으나, 향후에는 군에서 필요한 기술을 과기정통부 등 타 부처 예산을 활용하여 개발하거나 연구회 산하 정출연 등이 보유하고 있는 기술을 이전 받아 활용하는 등 개방형 기술혁신 방식으로 전환하는 것이 필요함.
- 국방분야의 예산, 인력만으로 국방분야에서 필요한 제반 기술을 적기에 개발하기 곤란해지고 있고, 북핵, EMP, 사이버테러 등의 사안은 국가적 차원에서 다루어져 할 이슈이기 때문에 국방부처만의 문제로 간주하기도 곤란함.
- 미래 군 소요를 창출할 수 있는 기술주도형 기술기획 및 첨단기술 개발을 활성화함.
- 그 동안 합참(군)이 정하는 무기체계를 기반으로 필요한 기술을 도출하여 왔으나, 향후에는 민간부처/정출연 등에서 신개념의 첨단기술과 무기체계 적용 가능성 등을 적극적으로 합참/방사청에 제안하여 신개념의 기술이 무기체계 소요를 이끌어내는 역할을 강화할 필요성이 증대되고 있음.
- 이를 위해서는 그 동안 거의 대부분 수행되어 온 소요기반(Demand Driven) 기술기획방

식 뿐만 아니라 기술주도형(Technology Push) 방식의 기술기획체계도 활성화되어야 함.

□ **민군협력 관점에서 4차 산업혁명 관련 기술의 신속한 국방 활용 절차를 마련함.**

- 4차 산업혁명에서 다루는 지능정보기술 등은 국방분야에서 Test-Bed를 제공하는 방식으로 활용하도록 상호 부처간 협조를 하면 매우 유리함. 즉, 국방분야에서도 소요가 있는 기술은 군이 시범 적용하도록 시장(market)을 제공하고, 민수부처가 예산을 투자하여 개발된 기술을 국방분야에 실증할 경우 유용한 협력모델이 될 수 있음.
- 현재 국방분야 연구개발예산으로는 4차 산업혁명 관련 기술을 개발할 여력이 부족함.
- 현재의 국방획득제도 상으로는 민간의 우수한 기술을 단기간 내 개발하거나 신속하게 전력화에 반영할 수 있는 수단이 제한적이므로 별도의 기존 획득절차의 재편이 필요함.

□ **민간부처와 국방부처 간 무기체계 이외 전력지원체계분야로의 협력을 확대함.**

- 현재 국방부처는 무기체계는 방위사업청, 전력지원체계는 국방부가 연구개발을 주관하고 있으나, 그나마 무기체계 연구개발예산은 2.5조원 이상이지만 전력지원체계 예산은 채 50억원에도 못 미치는 수준임('16년 기준).
- 하지만, 정출연 등은 민간연구기관은 무기체계 이외 전력지원체계 분야와 관련된 기술을 다수 보유하고 있기 때문에 정출연이 전력지원체계 관련 기술을 개발하여 군에 사용될 수 있도록 과기정통부 등 부처간 협력 확대가 필요함.

5.1.2 미래국방 비전 및 추진 과제

- 국가과학기술역량을 활용하여 국방력을 강화하는데 직접적으로 기여할 수 있는 미래국방을 달성할 수 있도록 3대 정책목표 및 8대 추진과제를 수립하였음.
- 즉, 향후 미래국방 달성을 위한 3대 정책목표로서 (1)국가R&D와 국방R&D간 협력 활성화, (2)국방R&D시스템의 개방성 확대, (3)민군기술협력 활성화 기반 강화 등의 목표를 설정함.

비전	“과학기술 = 국방력” 강한 과학기술이 강한 국방력이 되는 기술주도형 자주국방 실현
----	--

정책추진 과제	목표 1 : 국가R&D와 국방R&D간 협력 활성화 ① 과제 1 - (가칭)미래국방 기초·원천기술 개발제도 신설 ② 과제 2 - 민군간 보유기술 정보 공유체계 구축 ③ 과제 3 - 국가R&D관련 위원회 내 국방기관 참여 활성화
	목표 2 : 국방R&D시스템의 개방성 확대 ④ 과제 4 - 소요기획 단계에서의 산학연 상설협의체 운영 ⑤ 과제 5 - 수요독립적 기술기획체계 활성화 ⑥ 과제 6 - 국방기관 내 Spin-On 전담조직 운영
	목표 3 : 민군기술협력 활성화 기반 강화 ⑦ 과제 7 - 민군기술협력 활성화를 위한 법적 근거 마련 ⑧ 과제 8 - 과기정통부 주도 민군기술협력 거버넌스 정립

[그림 5-1] 미래국방 비전 및 추진 과제

5.2. 추진 전략 1: 국가R&D와 국방R&D간 협력 활성화

5.2.1 (가칭)미래국방 기초·원천기술 개발 제도 신설

- 현재 핵심기술개발은 거의 대부분 무기체계 소요(결정 또는 예정)를 기반으로 소요가 식별되고, 기술개발과제가 발굴되는 방식으로 수행되고 있음.
- 기초연구도 대부분 군 소요와 관련된 목적기초연구과제 위주로 수행되고 있고, 그나마 '17년 기준 관련 예산도 500억원이 채 못 미치는 수준임.
- 현 예산규모와 제도로는 소요와 무관하지만 미래 혁신적인 무기체계를 획득하는데 필요한 신기술을 미리 확보하는 것이 매우 어려운 상황임.

<표 5-1> 2017년도 국방연구개발예산 내역 (단위 : 억원)

구분	무기체계 연구개발		전용기술 개발	국방기술개발				출연기관 운영비
	체계개발	성능개량		기초연구	핵심기술 개발	민군기술 협력	핵심부품/ACTD 등	
예산규모	9,024	4,770	4,289	487	2,626	654	240	5,748

자료 : 방위사업청 제공

- 다만, ADD 내 국방고등기술원이 설립되어 도전적 원천기술개발을 내부적으로 수행하고 있고, 그나마 기술개발과제 중심으로 연 700억원 규모로 상당히 제한적으로 운영되고 있음.

<표 5-2> ADD 국방고등기술원의 4차 산업혁명 관련 9대 추진전략

분야	추진 전략
3대 기반 기술	1. 인공지능기술의 신속 활용을 위한 인프라 조기 구축(빅데이터 포함) 2. 무기체계 공통 인공지능 기술 조기 확보 및 도메인 활용 지원 3. 국방혁신을 위한 인공지능 혁신 기반기술 자체 개발
3대 위기 대응	1. 북핵/미사일(SLBM) 등 위기대응기술 조기 확보 및 긴급개발 추진 2. 인공지능 효과 극대화 분야 발굴 및 조기 추진으로 국방력 강화 3. 비대칭 극복/역비대칭을 위한 다중무인-특수지능체계기술 신속 개발
3대 전략 동기	1. 국방전략 연계형 과제의 조기 추진으로 동기화(국정과제 : 무인로봇 등) 2. 과기정통부 국가전략/산업부 4차산업 연계 과제와 전략적 동기화 3. 한-미 상쇄전략 연계형 과제 동기화를 통한 협력적 추진 및 가속화

자료 : 박용운, “4차 산업혁명 시대 ICT 기술의 국방적용 방향과 과제”, 2017.10.11. (KRINS 세미나 발표자료)

- 이에 따라 4차 산업혁명 관련 기술분야 등 정출연 등 산학연의 우수한 기초·원천연구역량을 토대로 군 소요가 존재하는 혁신적 기초·원천기술을 개발하여 국방분야로 이전하여 활용토록 하는 과기정통부 주관 사업으로 (가칭)미래국방 혁신기초·원천기술 개발사업을 신설하는 방안을 검토함.
- 본 사업은 크게 기초원천기술을 개발하는 세부사업과 기 개발된 기초원천기술을 국방분야로 이전적용하는 세부사업으로 구분하여 시행함.
- 본 사업에 대한 예산은 원칙적으로 과기정통부가 출연하되, 과제에 따라 국방부처와 민간부처가 공동투자하는 방식도 채택하며, 이 경우 지식재산권 소유권 귀속 등 상이하게 적용함.
- 특히, 기초·원천기술을 개발하는 세부 사업의 경우 혁신적 기초·원천기술개발에 적합하도록 DARPA 형 과제관리 방식 적용 등 검토하고, 기본적으로 성실실패제도를 적용하여 실패를 감수하고 혁신적인 기술이 개발될 수 있도록 함.
- 기술개발이 개발완료 후에는 국방활용 방안을 사전에 수립한 후 군 적용과제를 통해 개발 완료 후 신속하게 국방분야 적용이 이루어질 수 있도록 추진함.

<표 5-3> (가칭)미래국방 혁신기초·원천기술 개발사업 추진 방안

구분		기초·원천기술 개발 과제	기초·원천기술 군 적용 과제
개요		군 소요가 결정되지 않은 혁신적 기초·원천기술 개발	기 개발된 기초·원천기술을 국방분야 요구성능에 부합하도록 후속개발
투자 주체		과기정통부 단독투자	국방부처 단독 또는 국방부처-민간부처 공동투자
과제 기획	소요 제기주체	- 국방혁신연구센터 제안 → 방사청(ADD/기품원) 검토 후 확정 - 방사청(ADD/기품원) 제안 → 국방혁신연구센터 채택/착수	방사청(기품원) 검토/결정(국방혁신연구센터와 토의)
	과제 선정주체	방사청-과기정통부 협의체	- 방사청-과기정통부 협의체 - 필요 시 사전기획연구(기품원) 실시 후 결정
과제 착수	착수 시기	당해연도 / F+1년	F+1년
	제안서 평가주체	한국연구재단 또는 연구회(국과연/기품원 협력)	방위사업청(기품원)
	계약 방식	협약 방식	협약 방식
	계약 주체	한국연구재단(또는 연구회) ↔ 국방혁신연구센터	방위사업청 ↔ 국방혁신연구센터
과제 관리·평가	관리 주체	한국연구재단 또는 연구회(ADD/기품원 협력)	기품원(한국연구재단 또는 연구회 지원)
	성과평가 주체	한국연구재단 또는 연구회(ADD/기품원 협력)	기품원(한국연구재단 또는 연구회 지원)
	성실실패 제도	적용	적용

결과 활용	지식재산권	• 주관연구기관 단독 소유	• 국방부처와 공동소유
	실시권	• 주관연구기관 및 참여기업 무상 실시	• 주관연구기관 및 참여기업 무상 실시

□ 본 사업에 의한 중점 기술개발 분야는 국방수요를 고려하여 정출연 등의 고유연구 분야를 토대로 미래국방 핵심기술분야 및 세부 요소기술 분야 선정기준을 정립하여 결정함.

○ 정출연의 경우 (1)고유 연구분야, (2)연구인프라 구비 분야, (3)주요 관심분야 등을 기반으로 국방기술분야 중 정출연이 중점적으로 기여할 수 있는 기술분야를 식별하여 수행하는 방안을 검토함.

○ 예를 들어, 지난 '17년 정출연 대상 유망기술 분야 조사결과 소재, 센서 등 상당한 국방과 학기술분야에 대하여 정출연의 연구기반과 기술역량이 우수한 것으로 집계되었음²⁴⁾.



[그림 5-2] 기술수준 및 연구기반지수를 적용한 유망 기술분야 식별 내역

자료 : 안보경영연구원, "정출연 주관 기술개발사업 제도(가칭) 운영방안 연구", 2017.8

24) 본 조사에서 연구기반지수와 기술수준이 높을수록 국방분야 활용성이 증가하는 것으로 간주하였음. 이 때, 연구기반지수는 각 기술분야에 대해 여러 정출연 내 연구기반이 얼마나 폭넓게 형성되어 있는지를 나타냄.

- 이 때, 본 사업은 군 수요와 무관하게 미래 기술발전추세를 고려하여 다양한 방식에 의해 혁신적 무기체계 개발을 위한 기술개발과제 기획을 활성화함.
- 과제를 기획하는 방식은 크게 (1)국방부처 제안방식, (2)민수부처 제안방식, (3)국방부처-민수부처 공동기획 방식 등으로 구분될 수 있음.
- 첫째, 국방부처가 제안하는 방식은 주로 군 수요 기반 하에 기술개발과제를 식별하고 과기정통부에 기술개발을 제안하는 방식임.
- 둘째, 민수부처가 제안하는 방식은 4차 산업혁명 관련 기술(AI, IoT, 양자정보기술, 무인 로봇 등)의 국방분야 활용 촉진을 위해 국방부처(국방부, 방사청)에 정출연 등 원천기술 활용을 제안하는 방식임.
- 셋째, 국방부처-민수부처 공동기획 방식은 특히 고부가가치·장기기술 개발을 위해 국방부처와 민수부처가 공동으로 기술개발과제를 기획하는 방식임.

5.2.2 민간간 보유기술 정보 공유체계 구축

- 정출연 등 민간연구기관이 보유하고 있는 기술 중 국방분야에 활용될 수 있는 기술에 대한 조사결과를 국방분야 입장에서는 (1)무기체계 소요기획 → (2)선행연구 및 사업추진기본전략 수립 및 (3)국방핵심기술 기획 등 방위력개선사업 업무 추진 과정에서 Spin-On 관점의 민군기술협력을 활성화할 수 있는 유용한 근거자료로 활용될 수 있음.
- 첫째, 소요기획 단계에서는 향후 방사청이 무기체계 소요에 대해 기술적 구현가능성 검토 시 기존의 국방과학기술 뿐만 아니라 출연연이 보유하고 있는 기술 내역 및 기술수준 등도 검토대상에 포함하여 국가적 차원에서 무기체계 연구개발 가능성 판단이 이루어질 수 있게 됨.

<표 5-4> 현 방위사업관리규정 상 소요기획단계의 개발가능성 검토 조항 내역

조항	주요 내용
제49조(소요결정에 관한 의견제시)	• 획득기획국장은 합참으로부터의 소요결정에 관한 의견 접수 시 <u>국방과학기술수준 및 개발가능성 등을 토대로 기술적 구현가능성 등에 대해 검토 실시</u> • 다만, 아직까지 개발가능성 검토 시 출연연 보유기술 내역 및 수준 등에 대해서는 제대로 반영하지 못하고 있음.

자료 : 방위사업청 훈령 제319호(방위사업관리규정; '14.12.23 개정본)

- 둘째, 선행연구 단계에서는 방위사업관리규정 제83조의2, 제85조, 제89조 등에 따라 방위사업청이 획득방안 수립 단계에서 기술적 요소의 일환으로 연구개발 가능성을 검토하고, 부처간 협력방안 등을 수립하기 위한 기반정보로서 출연연 보유기술 정보를 활용할 수 있음.
- 셋째, 기품원이 국방과학기술조사서 작성 시 국내·외 기술수준과 기술개발 현황 및 기술 확보방안 등을 마련하는데 출연연 보유기술 정보를 직접적으로 활용할 수 있으며, 방사청에서도 핵심기술 소요검토 시 핵심기술 개발 필요성 등 결정 시 유용한 참고자료로 활용할 수 있음.

<표 5-5> 방위사업관리규정 상 국조서 작성 근거조항

제654조(국방과학기술조사서 작성) ①기품원은 기술수준조사를 바탕으로 국내·외 국방과학기술수준, 주요 국가의 무기체계 발전추세 및 능력, 국내 방산업체 및 <u>산학연의 연구개발능력 등이 포함된 국방과학기술조사서를 3년 주기로 작성하여 발간</u>하고, 필요한 경우 매년 수정본을 발간할 수 있다. (이하 생략)

- 최근의 범 국가적 정책기조와 각 부처별 민간기술협력 활성화 동향을 고려할 경우 향후 무기체계 소요기획 및 국방연구개발 과정에서 우수 민간기술의 활용을 위한 기반 자료로서 민간보유기술을 조사하여 관련 자료를 검토하여 축적·관리·활용해야 할 필요성이 증대되고 있음.
- 특히, 국방기술품질원이 주관하여 지난 '15년에는 210개, '17년 조사에서는 232개 등 그동안 400개 이상 민간보유기술 조사가 이루어졌고, 그 중 비교적 군 활용이 유망한 기술도 상당수 식별되었기 때문에 기술조사에 따라 확보된 우수 민간보유기술을 구체적으로 국방분야에 활용할 수 있도록 무기체계 획득 및 국방기술기획 절차의 재편도 이루어져야 하는 상황임.

- 현 민간 출연연 보유 기술조사 시스템 상으로 출연연이 개발하고 있거나 보유하고 있는 기술정보를 입수하기 위해서는 기본적으로 각 출연연별 또는 개별 연구자를 대상으로 직접 협조를 구해야 하기 때문에 이들 기관이 보유하고 있는 민군 겸용성 기술 정보를 충실하고 효율적으로 파악하는 것이 상당히 곤란함.
- 아직까지 출연연 등이 개발한 기술 중 민군겸용성이 존재하는 우수기술 정보를 국방기관에 제공하도록 하는 업무절차와 협력체계가 제대로 마련되어 있지 않기 때문에 국방기관이 해당 기술정보를 파악하기 위해서는 연구회 및 출연연 등 기관을 대상으로 조사협조를 요청하거나 개별 연구자를 대상으로 일일이 문의를 해야 하는 업무 부담이 발생됨.
- 실제 지난 '15년 및 '16년 이루어진 출연연 대상 기술조사는 연구회를 통해 협조를 요청하는 방식 이외에 각 출연연이 공개하고 있는 이전대상 기술 및 국가기술은행(NTB) Site에 등록된 특허 등을 검색하여 해당 연구자에게 문의하는 다양한 방식으로 실시되었음.

- 향후 우수 민간보유 유망기술정보 통합 공유·관리체계를 구축하여 무기체계 소요기획과정에서 활용될 수 있도록 함.
- 국방부처는 과기정통부, 산업부 등 민간부처와 협력하여 범 국가적으로 개발된 군 활용 유망기술이 국방기관으로 지속적으로 취합되고, 국방기관은 정기적으로 국방분야 활용성이 높은 기술인지 여부를 검토하여 국방DB에 등록·관리될 수 있도록 업무절차 및 제도적 기반을 마련함.
- 이 경우 필요 시 정출연 기관평가와 연계하여 보유기술의 군 활용수준 실적을 반영하는 등 민간 연구기관이 자발적으로 보유기술 정보를 제공토록 민수부처·기관의 협조가 필요

함.

- 한편, 합참 및 방사청(기품원)은 입수된 민간기술 중 무기체계 활용이 유망한 기술을 검토하여 DTiMS 등 국방DB에 등록하여 향후 무기체계 소요기획 및 기술기획 시 해당 기술정보가 활용될 수 있도록 함.



[그림 5-3] 범 국가적 유망기술의 국방DB 통합관리체계 운영 개념

5.2.3 국가 R&D 관련 위원회 내 국방기관 참여 활성화

- 현재 범 부처차원의 융합연구 활성화를 위한 제도적 근거 및 관련 위원회는 마련되어 있으나, 실제 국방부처와의 협력을 촉진하기에는 미비한 실정임.
- 현재 운영되고 있는 산업융합발전위원회 및 4차 산업혁명위원회에 국방부처가 배제되어 범 부처 차원의 민간융합 성과 창출이 저해될 것으로 우려됨.

<표 5-6> 현행 산업융합발전위원회 및 4차 산업혁명위원회 운영 현황

구분	산업융합발전위원회	4차 산업혁명위원회
참여 부처	과기정통부, 산업부, 기재부, 행안부, 문체부, 농림부, 보건복지부, 환경부, 국토부, 해수부, 중소벤처기업부	과기정통부, 산업부, 고용노동부, 중소벤처기업부
주요 기능	1. 산업융합의 촉진을 위한 주요 정책과 계획의 수립·조정 2. 기본계획의 수립과 시행에 관한 사항 3. 실행계획과 전년도 실행계획의 추진 실적에 관한 사항 4. 산업융합 관련 재정의 확보 방안에 관한 사항 5. 산업융합의 촉진과 관련된 지원에 관한 사항 6. 산업융합과 관련된 국가표준 및 인증에 관한 사항 등	1. 4차 산업혁명에 대한 종합적인 국가전략 수립에 관한 사항 2. 4차 산업혁명 관련 각 부처별 실행계획과 주요 정책의 추진성과 점검 및 정책 조율에 관한 사항 3. 4차 산업혁명 촉진의 근간이 되는 과학기술 발전 지원, 인공지능·정보통신기술 등 핵심기술 확보 및 벤처 등 기술혁신형 연구개발 성과창출 강화에 관한 사항 4. 전(全) 산업의 지능화 추진을 통한 신산업·신서비스 육성에 관한 사항 등

- 실제 지난 ‘11년 4차 산업혁명위원회에서 수립된 국방관련 과제는 지능화 기술을 적용하여 지능형 경계시스템, 지능형 지휘결심지원체계, 정비수요 예측서비스 등을 도입할 것을 제시하는 등 실제 국방분야에서의 수요 대비 상당히 제한적인 사항 위주로 제시된 바 있음.

<표 5-7> 스마트 국방을 위한 4차 산업혁명 대응 계획

분야	주요 내용
경계감시	• 경계감시 지역의 변화에 대한 자가학습을 통해 인간의 경계감시 능력을 대체할 수 있는 지능형 국방 경계 감시시스템 개발 및 보급
지휘통제	• 각종 국방 지휘통제 체계에서 획득한 수많은 정보자원을 통합·분석하여 지휘관의 지휘 판단을 지원하는 지능형 지휘결심지원 서비스도입
전투훈련	• VR/AR 기반 정밀사격 및 전술훈련 시뮬레이터와 상황별 전투훈련 VR/AR 콘텐츠를 개발 및 보급
군수관리	• AI 기반의 군장비 수리부속 및 정비수요 예측시스템 구축 및 VR/AR 기반 정비 훈련교육 체계 구축
미래국방 R&D	• 국방 분야의 폐쇄성, 경직성 한계를 극복하고, 과학기술이 곧 국방력이 되는 미래戰 대응 미래국방 기초 원천 기술 개발

자료 : 관계부처 합동, 「4차 산업혁명 대응계획」, 2017.11

- 향후에는 국방부처도 4차 산업혁명위원회, 산업융합발전위원회에 참여하여 민군융합 성과창출 기반을 마련함.
- 향후 국방부처(국방부, 방사청)도 산업융합발전위원회 및 4차 산업혁명위원회 등 범 부처간 산업·기술융합 활동에 적극 동참하여 군 소요와 연계한 민군융합 및 4차산업 관련 기술의 실증 활성화 등 성과 확대를 도모함.
- 국방부처는 범 부처간 민군융합 확대 방안, 국방부처의 4차 산업관련 기술 실증·활용방안 등을 수립하고 공유함.

5.3. 추진전략 2: 국방R&D시스템의 개방성 확대

5.3.1 소요기획 단계에서의 산학연 상설협의체 운영

- 현재 무기체계 소요기획과 국방기술기획은 공히 「방위사업법」에 근거하여 수행되고 있고, 무기체계 소요기획은 합참, 국방기술기획은 방위사업청(기품원 지원)이 주관하는 것으로 업무분장이 구분되어 있음.
- 무기체계 소요기획은 「방위사업법」 제15조(소요결정) 및 동법 시행령 제22조(소요결정 절차 등)에 따라 합참이 최종 결정하도록 부여되어 있음. 이 때, 국방부, 합참, 각 군(해병대 포함), 국방부 직할기관은 소요제기서를 통해 소요를 제기할 수 있으나, 산학연 등은 무기체계 소요를 신청할 수 있는 권한은 부여되어 있지 않음.
- 핵심기술기획은 동법 시행규칙 제10조(연구개발의 절차 등)에 따라 방위사업청이 소요를 종합하고 핵심기술기획서 작성 등 국방기술기획 업무를 주관하되, 「방위사업법」 제32조(국방기술품질원의 설립)에 따라 기품원이 국방기술기획 지원업무를 수행토록 하고 있음. 이 때, 핵심기술 소요는 합참 뿐만 아니라 ADD, 기품원, 방산업체 및 산학연 등도 소요를 제기할 수 있음.



[그림 5-4] 무기체계 소요기획 및 국방기술기획 관련 법·규정 내역

자료 : 국방기술품질원, “소요기획 강화를 위한 국방기술기획 방법론 연구”, 2016.7

- 합참은 무기체계 소요기획 시 전력화 시기, 소요량 및 작전요구성능 등이 포함된 전력요구서안을 작성하되, 군사력전설 방향과 국방과학기술의 개발 및 확보수준 등에 대한 사항을 고려토록 하고 있음.

- 「방위사업법 시행령」 제22조(소요결정 절차 등)에서는 합참이 작성하는 전력소요서안에는 무기체계 필요성, 운용개념, 전력화시기, 소요량과 함께 작전운용성능 등에 대해서도 포함토록 하고 있음.

방위사업법 시행령 제22조(소요결정 절차 등) ① (생략)
 ② 합동참모의장은 제1항에 따라 소요제기기관으로부터 제출받은 소요제기서를 기초로 다음 각 호의 사항이 포함된 전력소요서안을 작성하여야 한다. 이 경우 전력소요서안에 기술발전 추세를 고려하여 작전운용에 필요한 무기체계 등의 성능(이하 "작전운용성능"이라 한다)을 진화적(進化的)으로 발전시키는 방안을 포함할 수 있다. <개정 2014.11.4>
 1. 무기체계의 필요성·운영개념·전력화시기·소요량
 2. 작전운용성능
 3. 제28조제1항에 따른 전력화지원요소
 (이하 생략)

- 하지만, 현재 합참(각 군)이 무기체계 소요를 기획하는 과정에서 미래 무기체계 소요도출 및 국내외 관련 기술동향 등의 기술지원을 전문적으로 수행할 수 있는 기능이 미비하여 전력화시기 및 작전운용성능 등 소요를 합리적으로 결정하는데 한계가 존재함.
- 합참은 잦은 순환보직 및 기술적 전문성 부족 등으로 합리적인 중장기 소요기획이 곤란함.
- 현재 ADD 국방고등기술원, 기품원 등에서 합참에 대한 기술지원업무를 일부 수행하고 있으나, 지속적이고 전문적으로 수행할 수 있는 전담지원조직이 미비하여 미래 무기체계에 대한 기술적 요구능력을 결정하거나 전력화시기를 합리적으로 결정하기에는 차질이 발생되고 있음.
- 이로 인해 특히 장기(F+16년) 이후 무기체계에서 대해서는 상세한 기술정보에 대한 고려없이 대체로 해외동향과 기술발전추세를 고려하여 “장기무기체계 발전방향”을 작성하고 있고, 이로 인해 미래 무기체계 소요기획과 국방기술기획간 연계성이 제한되는 실정임²⁵⁾.
- 미국은 ARL(Army research Laboratory), ONL(Office of Naval Research), ARFL(Air Force Research Lab) 등 각 군별로 S&T 연구소를 보유하고 있어서 중장기적인 무기체계와 핵심기술 소요를 기획하고 개발하고 있음²⁶⁾.

25) 국방기술품질원, “소요기획 강화를 위한 국방기술기획 방법론 연구”, 2016.7

26) 전계서.

- 합참이 미래 신개념의 무기체계 소요기획과정에서 민간의 우수한 기술에 대한 심층 검토가 제대로 이루어지지 못하고 있어서 4차 산업혁명 관련 기술 등 범 국가적인 기술역량을 적기에 활용한 무기체계를 기획하는 것이 곤란함.
 - 그 동안 합참 또는 소요제기기관이 무기체계 소요를 제기하고 검토하는 과정에서 대부분 선진국의 무기체계 동향을 분석하거나, 기 파악하고 있는 국방기술정보 위주로 고려하고 있음.
 - 민간의 혁신적이고 획기적인 기술이 향후 각 개별 무기체계를 획득·운용하는데 어떻게 영향을 미칠 수 있을 것인지 또는 관련 무기체계 성능을 언제쯤 어떤 수준으로 향상시킬 수 있을 것인지 심층적으로 분석하는 것은 한계가 존재함.
-
- 방사청(기품원)은 정기적으로 전문연구기관 등과 민간의 혁신적 기술의 무기체계 활용방식 또는 미래 신개념의 무기체계 소요도출을 위한 상설 협의체를 개최하여, 기술주도형 미래 무기체계 소요기획이 활성화될 수 있도록 함.
 - 방사청은 무인로봇, 인공지능(AI) 등 민군겸용성이 높은 4차 산업혁명 관련 기술분야를 중심으로 중장기 기술발전추세와 무기체계 적용방안 및 기술적 운용개념 등을 정립하고, 이를 통해 미래 무기체계 소요를 도출할 수 있도록 정기적인 협의체를 개최함.
 - 이 경우 기품원이 실무적으로 각 기술분야별 민간전문가들로 구성된 협의체를 운영하되, 우선 전문연구기관으로 지정된 정출연·대학 등 관계자들로 구성하고 지속적으로 확대함.
 - 이 경우 민간의 혁신적 기술에 의한 무기체계 소요기획(즉, 기술주도형 무기체계 소요기획)이 활성화될 수 있도록 기품원은 해외 첨단기술정보 기반 분석(빅데이터 분석 등)을 통해 유망 미래기술을 식별하고, 전문가 협의체를 통해 미래 무기체계 소요로 구체화함.
-
- 특화연구센터 또는 전문연구기관 제도와 연계하여 해당 센터(또는 전문연구기관)로 지정받은 기관이 정기적으로 소관 분야에 대한 미래 기술발전추세를 분석하여 합참 및 방사청에 제공하도록 의무화하는 방안을 검토함.
 - 특화연구센터는 각 기술분야별로 6년(최대 9년)까지 관련기술과제를 지속적으로 수행하고 있기 때문에 정기적(매 3년마다)으로 해당 기술분야에 대해 선진국의 기술동향 및 기술발전추세, 향후 무기체계 적용성 및 기술적 운용개념 등에 대한 보고서를 작성하도록 계약조건에 반영함.
 - 전문연구기관(연구개발분야)도 각 기술분야별로 지정되고 있기 때문에 지정조건 중 하

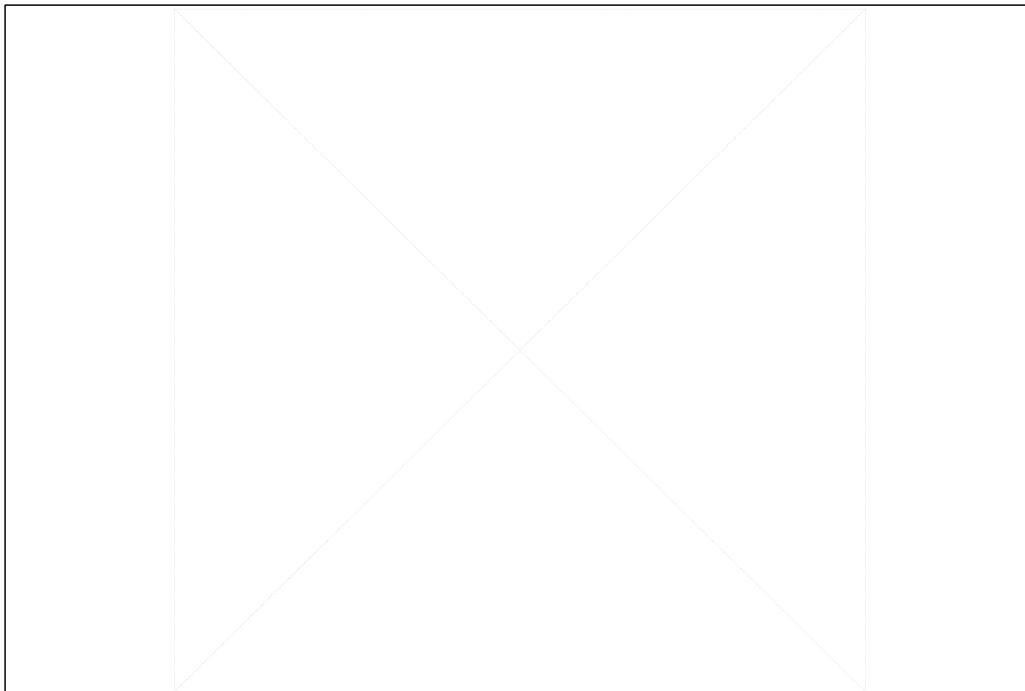
나로 선진국의 기술동향 및 기술발전추세, 향후 무기체계 적용성 및 기술적 운용개념 등에 대한 보고서를 작성하도록 임무를 부여함²⁷⁾).

- 중장기적으로는 민간연구기관에 의한 미래 신개념의 무기체계 소요도출을 촉진할 수 있도록 전문연구기관이 미래 무기체계 소요를 제기할 수 있는 권한을 부여하는 방안도 검토함.

27) 다만, 아직까지 전문연구기관 지정에 따른 혜택이나, 방위력개선사업에서의 전문연구기관 활용 방안이 미비하고, 전문연구기관 지정 범주가 불명확한 사례도 존재하는 등 본 제도 운영이 미비하기 때문에 우선 방사청 차원에서 전문연구기관의 운영방안에 대한 정립이 구체적으로 마련되어야 함.

5.3.2 수요 독립적 기술기획체계 활성화

- 일반적으로 국방기술기획은 군의 미래 획득요구 무기체계 기반으로 핵심기술을 도출하고, 핵심기술로드맵을 수립한 후 과제기획을 거쳐 기술개발이 이루어지는 절차로 진행됨.
- 현행 국방기술기획절차는 일반적으로 (1)군 요구 중장기 무기체계 목록화 → (2)기획대상 무기체계 선정 → (3)대상 무기체계 특성 분석 → (4)대상 무기체계 소요기술 분석 → (5)국방기술로드맵 수립 → (6)핵심기술과제 식별 → (7)핵심기술과제로드맵 수립 진행 등의 순으로 진행됨.



[그림 5-5] 국방핵심기술개발과제 기획체계

자료 : 방위사업청, 「'15 ~ '29 국방과학기술진흥 실행계획(일반본)」, 2015.12

- 예를 들어, 지난 '16년에는 당해연도 기획대상 166개 무기체계를 대상으로 168개의 핵심기술군과 682개의 소요 핵심기술을 도출하고, 해당 핵심기술별로 기획된 과제와 향후 추가개발이 요구되는 과제를 식별하여 제공한 바 있음.
- 이에 따라 당장 무기체계 소요가 존재하지 않았더라도 미래 군사력건설을 위해 반드시 필요한 핵심기술을 개발할 수 있는 예산과 관련 제도가 미비하여 4차 산업혁명 관련 원천기술 등을 신속하게 소요에 반영하는 것이 어려운 실정임.

○ 현재 국방기술개발은 대부분 무기체계 소요와 직접 연관된 응용연구시험개발 과제 위주로 수행되고 있어서 군 소요가 존재하지 않는 신 기술을 선제적으로 개발하는 것은 상당히 어려움.

□ 향후 미래 유망기술에 의해 군 소요 창출이 활성화될 수 있도록 기존 수요 견인형 기술기획 이외 기술주도형(Technology Push) 방식을 활성화하여 미래 유망기술에 의한 무기체계 및 기술개발과제 도출개발 착수가 이루어질 수 있도록 함.

○ 특히, 기존 수요 견인형 기술기획 방식으로는 민간의 4차 산업혁명 관련 우수기술 활용 곤란하기 때문에 기술주도형 방식의 기술기획 활성화가 요구되고 있음.

○ 기술발전추세를 통해 미래 군 활용이 유망한 기술을 식별하고 이를 기반으로 하는 미래 무기체계 소요를 도출한 후 기술개발과제 기획 → 민간기관 보유기술조사 → 과제추진전략 수립 → 개발 착수 등의 신속한 개발절차(Fast Track)가 이루어질 수 있도록 제도화 함.

<표 5-8> 국방기술기획 방식 비교

구분	수요 견인형(Demand Pull) 기술기획 방식 [일반적인 기술기획 방식]	기술 주도형(Technology Push) 기술기획 방식 [4차 산업혁명 기술에 적합한 기술기획 방식]
특징	군의 미래 획득요구 무기체계 기반 핵심기술 도출 → 핵심기술로드맵 수립 → 기술개발	(미래)전장 활용이 예상되는 유망 신기술 식별 → 무기체계 소요 도출 또는 연계 → 민간기술 신속 개발·활용
주요 업무	- 군 요구사항 파악 - 미래 개발예산 무기체계 선정 및 운용개념 파악 - 무기체계 능력기반 소요기술 도출 - 소요기술별 핵심성능지표 도출 - 핵심성능지표 기준 기술수준조사 수행 - 기술수준 및 선진국 기술이전 기피도 분석 - 요구능력 기반 핵심 소요기술 식별 등	- 기술발전추세 분석을 통한 유망 기술데마 도출 - 빅데이터 기반 텍스트마이닝 네트워크 분석 및 키워드 도출 - 키워드 기반 미래 유망기술 후보군 식별 - 관계 전문가 토론회를 통한 미래 군 유망 기술·체계 식별 - 미래 군 유망기술·체계와 미래 무기체계 소요 도출 - 관계부처·기관 간 협의체를 통한 신속 개발 및 전력화 계획 수립 → 민간보유기술 개량개발 또는 신규 개발착수(Fast Track)

자료 : 박영수, “국방 기초원천기술 개발방안”, 국방기술품질원, 2017.9.26. (미래국방 기초원천 R&D 활성화 방안 토론회 발표자료) (일부 내용 보완작성)

5.3.3 국방기관 내 Spin-On 전담조직 운영

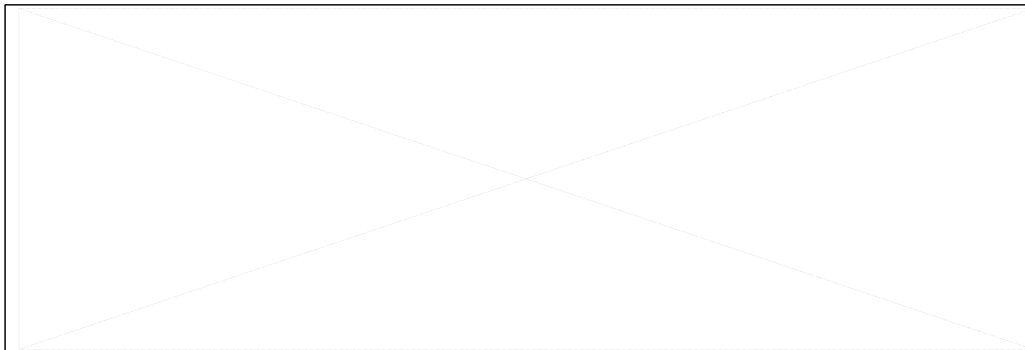
- 현재 출연연 등 민간연구기관이 보유하고 있는 기술은 대부분 무기체계 요구성능 대비 완성도가 낮기 때문에 추가적인 후속개발 투자가 필요함.
- 예를 들어, 지난 ‘15년 출연연 기술조사 사례에서는 출연연 보유기술 중 국방활용 가능 기술 대부분(약 85%)이 TRL 6미만으로 실제 무기체계 적용을 위해서는 추가적인 개발 필요한 것으로 식별되었음.

<표 5-9> ‘15년 출연연 기술조사 결과 기술성숙도수준 분포 내역²⁸⁾

기술성숙도 구분	설명	응답분포
TRL 1	기초 이론 정립	1.0%
TRL 2	실용목적의 아이디어, 특허 등 개념 정립	4.3%
TRL 3	실험실 규모의 기본성능 검증	10.0%
TRL 4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	21.1%
TRL 5	확정된 소재/부품시스템 시제품 제작 및 성능 평가	31.6%
TRL 6	파일럿 규모 시제품 제작 및 성능 평가	17.2%
TRL 7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	13.4%
TRL 8	시제품 인정 및 표준화	1.0%
TRL 9	사업화	0.5%

자료 : 안보경영연구원, “민간 정부출연 연구기관 보유 국방활용가능기술 조사”, 2015.7

- 지난 ‘16년 출연연으로부터 입수된 39건의 출연연 보유기술 중 36건이 시험개발 완료 이전단계로서 실제 군 적용을 위해서는 추가투자를 통한 후속개발 필요한 상황임.



[그림 5-6] 출연연별 보유기술의 기술개발 단계(1단계 ~ 9단계)별 분류 내역

- 무기체계 활용이 유망한 우수 민간기술의 군 활용성을 검토하고, 구체적인 군 활용 방안 수립·조정을 위한 전담기관(사실상 기품원)을 지정·운영하는 것이 필요함.

28) 본 TRL 수준은 출연연이 자체평가하여 제출한 결과를 종합한 것이기 때문에 실제 무기체계 성숙도 대비 TRL 수준을 집계한다면 본 <표 4-10> 결과보다 TRL 수준이 더욱 낮게 산출될 것으로 판단됨.

- 앞서 제시한 바와 같이 산학연이 보유하고 있는 유망 민간기술이 실제 군에 적용되기 위해서는 군 요구성능을 충족하도록 추가적인 후속개발이 불가피하게 요구됨.
- 정출연 등 민간연구기관이 보유하고 있는 우수한 기술을 국방분야에 활용할 수 있는 다양한 방안이 존재하므로, 기품원이 민간기술의 완성도와 무기체계 연계성, 예산투자 규모 등을 분석하여 국방핵심기술사업, ACTD사업, 민간기술협력사업 등으로 연계하도록 코디네이팅하는 역할이 필요함.
- 단지 민간기관이 보유하고 있는 유망기술을 식별하는데 그치지 않고 실제 무기체계에 적용되기 위해서는 합참, 방사청 등 국방부처가 개량개발로 연계하는 등 후속조치를 취할 수 있도록 근거자료를 마련하는 등 기품원이 해당 유망기술별로 무기체계에 적용하기 위한 추진전략을 수립하여 제공하는 역할을 수행토록 임무를 부여함.



[그림 5-7] 우수 민간기술의 국방분야 활용 방안 사례

자료 : 안보경영연구원, "전력소요검증 민간기술 활용성 분석 및 발전 연구", 2016.12

- 예를 들어, 식별된 우수 민간기술이 장기소요 무기체계에 활용성이 매우 높은 경우에는 국방핵심기술사업과 연계하여 후속개발이 이루어질 수 있도록 하는 한편 중기소요 무기체계와의 관련성이 매우 높은 경우에는 민군기술협력사업 과제로 반영하거나 과기정통부와 협의하여 민군융합기술연구사업 과제로 반영될 수 있도록 추진토록 함.

<표 5-10> 무기체계 개발시기 및 민간기술의 완성도에 따른 후속조치 방안 사례

무기체계 개발 시기	민간기술의 완성도		후속개발 방안(안)
중기소요 무기체계	높음	➡	▪ 체계개발 시 기술개발 ▪ ACTD 사업 과제로 전환 ▪ 민군기술협력사업, 민군융합기술연구사업 등 민군겸용성 사업 과제로 반영 등
	낮음	➡	-
장기소요 무기체계	높음	➡	▪ 국방핵심기술사업 연계(출연연 수익계약 방식) ▪ ADD/방산업체 기술 이전 등
	낮음	➡	▪ 국방핵심기술사업, 민군겸용성 사업 과제 반영 등

자료 : 안보경영연구원, "전력소요검증 민간기술 활용성 분석 및 발전 연구", 2016.12

5.4. 추진 전략 3:민군기술협력 활성화 기반 강화

5.4.1 민군기술협력 활성화를 위한 법적 근거 마련

- 현재 「과학기술기본법」 제17조제2항에 정부가 민군간 협동연구를 장려하는 등 「민군기술협력사업 촉진법」에 따른 민군기술협력사업 이외 국가R&D와 국방 R&D간 협력을 촉진하는 법적근거는 기 마련되어 있으나, 시행령 부재 등으로 구체적인 추진 근거 부재로 사실상 사문화되어 있는 상황임.
- 현재 부처간 민군기술협력과 관련된 법적 근거는 「과학기술기본법」에 일부 제시되어 있지만 실질적으로는 「민군기술협력사업 촉진법」에 근거하여 시행되고 있기 때문에 법 부처간 민군기술협력을 촉진하기에는 한계가 초래됨.

과학기술기본법 제17조(협동·융합연구개발의 촉진) ① (생략)

② 정부는 민·군 간의 협동연구개발을 장려하고 민·군 기술협력을 촉진하기 위한 시책을 세우고 추진하여야 한다. (이하 생략)

- 지난 '14.2월 「(구)민군겸용기술사업 촉진법」이 「민군기술협력사업 촉진법」으로 개정됨으로써 참여부처가 기존 산업부, 방사청 위주에서 11개 부처로 크게 확대되었지만, 그럼에도 일부 부처는 제외되어 있어서 모든 부처가 민군기술협력에 참여하도록 촉구하기에는 한계가 존재함.
- 본 촉진법 시행령에는 본 사업에 참여하는 부처가 단지 소관 연구개발사업의 0.2%만을 민군기술협력사업에 투자하도록 규정하고 있고, 이마저도 0.2% 이상 투자하지 않은 경우에도 실효성 있는 조치를 취할 수 있는 수단은 마련되어 있지 않음.

<표 5-11> 민군기술협력사업 촉진법 시행령 상 부처별 투자비율 의무화 근거

민군기술협력사업 촉진법 시행령 제3조(시행계획의 수립) ① (생략)

② 법 제5조제2항 후단에 따라 관계중앙행정기관의 장은 다음 각 호에 해당하는 연구개발사업 예산의 1천분의 2 이상을 민·군기술협력사업에 투자하여야 한다. (이하 생략)

- 근본적으로 앞서 제시한 바와 같이 민군기술협력의 범주는 부처간 연구개발협력 뿐만 아니라 국방부처와 민간기관간 기술협력, 국방기관과 민간기관간 기술협력 등도 포함될 수 있으나, 아직까지 이와 같은 전반적인 민군기술협력 관련 활동을 포괄할 수 있는 법적 근거는 제대로 마련되어 있지 않음.
- 현재의 「민군기술협력사업 촉진법」은 전반적으로 민군 공통기술을 개발하거나 기 개발된 기술을 상호 이전적용하는 것을 지원하는 관점에서 마련되어 있기 때문에 법 부처

적인 민군기술협력과 관련된 제반 활동을 촉진하는 데는 충분하지 않음.

- 현재 민군기술협력과 관련하여 과기정통부는 부처연계협력사업 과제기획 등 주관 부처로서 역할만 수행하고 있고, 그나마 최근 민군기술협력 특별위원회가 폐지됨에 따라 다부처특위로 이관되어 운영되고 있음.
- 현재 「민군기술협력사업 촉진법」 (이하 촉진법) 및 관련 법령·규정 상 민군기술협력과 관련하여 법적·제도적으로 과기정통부의 역할은 불분명한 실정임.
- 「과학기술기본법」 제17조제2항에 따라 민군기술협력 촉진 시책을 수립토록 하고 있으나, 과기정통부에 대한 사항은 명시적으로 미포함되어 있음.
- 예타(기술성평가 포함) 및 예산배분·조정권한에 따라 간접적으로 민군기술협력사업에 관여하고 있음.
- 민군기술협력사업 관련 과기정통부의 역할은 지난 '13년 (구)미래부 신설 초기에도 일부 지적되어 왔으나 아직까지 별다른 변화는 없는 상황임.
- 범 부처적으로 민군기술협력 활성화를 추진하는 현 여건 상 민군기술협력사업에 대한 협의회를 국장급이 위원장을 담당하고, 산업부가 주관하는 것이 적절한지 검토가 필요한 상황임.
- 향후 과기정통부가 범부처 민군기술협력의 컨트롤타워로서 모든 관계부처가 민군기술협력에 관한 계획을 수립하고 소관 연구개발사업 수행 시 국방부처와의 협력을 의무화하는 등 범 부처적으로 상시적인 민군기술협력이 이루어질 수 있도록 법적 근거를 강화함.
- 민군기술협력에 관한 법적 근거를 정비하는 방안은 크게 (1안)현행 과학기술기본법 - 민군기술협력사업 촉진법 간 연계성을 강화하고, 과학기술기본법 상 민군기술협력 참여 부처와 이행활동 등에 대한 사항을 보강하여 개정하는 방안, 또는 (2안)과학기술기본법 하에 민군기술협력 촉진과 관련된 사항을 규정하는 (가칭)민군기술협력 기본법을 별도로 제정하는 방안으로 구분될 수 있음.
- 현재의 법령구조를 유지하고 촉진법을 개정·강화하는 방안은 상대적으로 이행이 용이하지만 민군기술협력의 실효성 확보를 위해서는 중장기적으로 (가칭)민군기술협력 기본법을 별도로 제정하는 방안을 검토함.

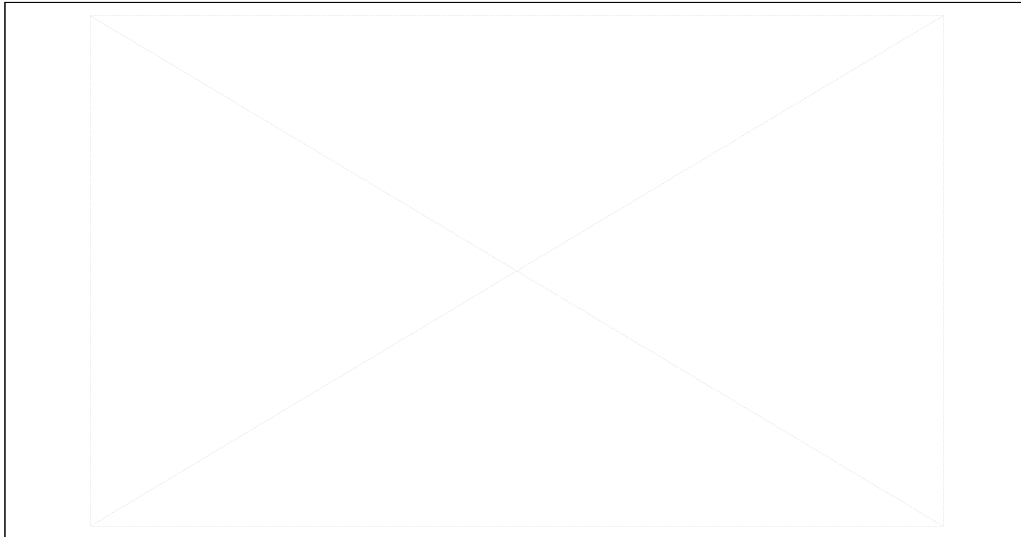
- 당초 입법 취지를 고려하면 현재의 민군기술협력사업 촉진법은 부처간 연구개발협력 관점에서 충실하게 이행될 수 있는 사항을 규정하도록 하고, 본 촉진법의 상위법령 개념으로 국방부처·기관과 민수부처·기관간 기술협력과 관련된 제반 사항을 포함하는 (가칭)민군기술협력 기본법을 제정하여 반영하는 것이 더욱 자연스러움.

<표 5-12> (가칭)민군기술협력 기본법 제정(안)

법제 구조	주요 조항구성
	• 민군기술협력의 정의 및 범주 • 과기정통부의 민군기술협력 주관부처 명시 • 범 부처적인 민군기술협력 추진 원칙 및 참여 의무화 • (가칭)민군기술협력 종합계획 수립 • 민군기술협력심의회 구성 및 운영 • 부처별 기술개발로드맵 수립 시 민군협력개발방안 검토 및 민군기술협력 로드맵과의 연계 의무화 등 포함

5.4.2 민간 연구기관과 국방 연구기관 간 교류협력 활성화

- 지난 '14년 ADD는 연구회와 인력교류협력을 위한 업무협약을 체결하고, 구체적인 협약서를 제정하는 등 개방형 민군협력을 확대할 수 있는 기반이 마련되었음.
- 지난'14.8.13일 이루어진 협약식에서는 (1)인력교류의 기본원칙, (2)인력교류위원회 구성 및 운영방안, (3)인력교류활성화 방안 등을 추진하는 것을 합의하였음.
- '14.9.24일 설명회에서 ADD는 (1)체계개발 및 핵심기술 연구개발 참여, (2)국방고등기술연구 과제 PM 참여, (3)ADD-출연연간 과학기술자교환계획(ESEP), (4)실무 연구인력 간 공식비공식 소통 활성화 등 4 가지 방안을 제시한 바 있음.



[그림 5-8] 출연연과 ADD간 인력교류 활성화 방안 설명회

- 지난 '14년 ADD와 연구회는 각각 ADD 및 연구회 소관 출연연 소속 연구자의 상호 인력 파견근무를 활성화하기 위해 총 17개 조항으로 구성된 인력교류 가이드라인을 별도로 수립하였음.

<표 5-13> ADD와 연구회 소관 출연연간 인력교류 가이드라인 조항 구성

조항	주요 사항 요약
제1조(목적)	• ADD와 연구회 소관 출연연간 인력교류 시 준수해야 할 사항을 정함.
제2조(용어의 정의)	• “파견원”, “파견하는 기관(이라 파견기관)”, “파견받는 기관(피파견기관)”에 대한 용어의 정의
제3조(인력교류의 기본원칙)	• 인력파견은 파견기관과 피파견기관간 합의에 의해 정함. • 파견원은 양 기관의 협력사업 업무를 수행함.

제4조(인력교류위원회)	- 본 가이드라인 해석, 기관간 분쟁의 조정 등을 위한 인력교류위원회 운영 - 인력교류위원회 위원장 및 위원구성, 위원회 운영사항 규정
제5조(과건기간)	과건기간은 3개월 이상, 3년 미만 수행(단, 사업추진 시 사업종료일까지 가능)
제6조(과건원 자격 등)	피과건기관에게 과건원의 자격 요청 허용 및 과건불가인 과건원의 조건 규정
제7조(과건원의 처우)	과건기관은 과건원에게 불리한 처우를 하지 않도록 규정
제8조(과건원의 직무 및 관리)	과건원의 직무, 보직은 과건하는 기관에게 관리하되 근태는 과건받는 기관에서 관리 등
제9조(근무평정)	과건기간이 포함된 연도의 인사고과는 보통등급 이상으로 평가
제10조(보수)	과건원의 급여, 법정부담금 및 기타 인센티브 등은 피과건기관이 담당
제11조(과건수당 등)	- 피과건기관에서 과건원에게 근무수당 및 주거비용 등 지원 가능 - 단, 재원은 과건원이 참여하는 사업의 연구활동비에서 지급
제12조(상벌)	과건원이 상벌사항이 있는 경우 과건받는 기관이 과건하는 기관에 의뢰
제13조(과건중도해지)	사업중단, 과건원의 복귀 희망 등 사유 발생 시 과건의 중도 해지 허용
제14조(과건하는 기관으로 복귀)	과건기간 종료, 과건중도 해지 등 사유 발생 시 자동으로 과건하는 기관으로 복귀
제15조(특허)	피과건기관이 과건원 관련 특허 내용 등을 과건기관에 통보하고, 과건기관은 과건원 성과로 관리
제16조(학술활동)	과건원이 학술활동 수행 시 과건기관 및 피과건기관 소속으로 수행
제17조(비밀의 유지)	과건원이 과건기관 도중 또는 완료 후 비밀 유지 의무화

자료 : 국방과학연구소와 기초산업기술연구회 소관 정부출연연구기관간의 인력교류 가이드라인

- 지난 '15년도 수립한 국방과학기술진흥 실행계획에서도 출연연 연구자와 ADD 연구자 간 인력교류 활성화를 통해 (1)체계개발 및 핵심기술 연구개발인력 참여, (2)국방고등기술연구 과제 PM참여, (3)ADD-출연(연)간 과학기술자 교환, (4)실무 연구인력 간 공식·비공식적 소통 활성화 등 추진할 것임을 명시하였음.

<표 5-14> 출연연과 ADD간 인력교류 활성화 방안 사례

방안	설명	비고
체계개발 및 핵심기술 연구개발인력 참여	국방분야 핵심기술 과제를 ADD와 출연연이 공동으로 기획하고 과제수행 시 출연연 인력을 ADD로 파견하여 공동연구 수행	민군융합기술연구사업 후속개발과 연계하여 추진 검토
국방고등기술연구 과제 PM 참여	출연연 연구자가 ADD 내 창의·도전적 연구 조직인 국방고등기술원에서 수행 중인 DARPA형 과제의 PM으로 참여	-
ADD-출연연간 과학기술자 교환	ADD와 해외 연구기관 간 운영 중인 과학기술자 교환계획(ESEP) 제도를 ADD-출연연으로 확대 실시	지난 '14.8월 연구회-ADD간 인력교류협력 업무협약 체결
실무 연구인력간 공식·비공식적 소통 활성화	ADD-출연연간 실무 연구 인력을 중심으로 하는 자유로운 소통의 장 활성화	연구회 민군실무협의회와 연계 검토

자료 : 방위사업청, '15 ~ '29 국방과학기술진흥 실행계획 일반본, 2015.

- 당초 출연연과 ADD간 인력교류는 지난 ‘13년 “ADD 육성방안”수립 과정에서 BH로부터 출연연 인력의 활용이 필요하다는 지시에 따라 추진되었지만 현실적으로 출연연과 ADD간 연구환경이 상이하여 실제 인력파견이 이루어진 사례는 거의 발생되지 못하였음.
- 당초 출연연과 ADD는 기술개발 목표와 환경이 매우 상이하기 때문에 출연연 연구자 입장에서는 ADD 기술개발과제에 직접 참여할 수 있는 여건이 마련되지 않으면 실제 파견 등 인력교류가 이루어지기 어려운 실정임.
- 출연연 연구자가 다수의 연구를 기 수행하고 있거나 ADD 파견 후 복귀하였을 때 기존 연구과제 및 연구팀의 단절에 따른 부담감, ADD 파견에 따른 인센티브가 명확하지 않는 등 다양한 요인으로 인해 실제 출연연 연구자가 ADD에 파견근무하는 것이 활발하게 이루어지기 곤란할 것으로 판단됨.
- 현행 「국방과학연구소법」에 따라 ADD 연구자는 민군기술협력사업 이외에는 타 부처에서 시행하고 있는 기술개발과제를 수행하거나 출연연 연구자와의 공동개발 등을 수행하는 것은 원칙적으로 제한됨.
- 이에 따라 ADD 연구자가 출연연에 파견되어 출연연이 수행하는 기술개발과제에 연구책임자 또는 연구자로 참여하는 것이 불가함.

<표 5-15> 국방과학연구소법 상 ADD 연구자의 참여 범위

국방과학연구소법 제7조(사업) ① 연구소는 제1조의 목적을 달성하기 위하여 국방부장관의 감독을 받아 다음 각 호의 사업을 한다. 1. ~ 8. (생략) ② (생략) ③ 연구소는 제1항 각 호의 사업 수행에 지장을 주지 아니하는 범위에서 국방부장관의 승인을 받아 제1항 각 호의 사업 외에 민·군기술협력사업과 민간장비의 시험·평가 지원사업을 할 수 있다.

- 향후 ADD 등 국방기관과 출연연 인력교류를 활성화하여 상호 보유기술 현황 파악 및 기술개발사업 참여 등이 활발하게 이루어질 수 있도록 관련기관별로 각자 인사 제도 정비, 파견된 연구자가 개발한 기술의 지식재산권 소유 귀속 등에 대한 명확한 기준 마련 등의 조치를 취하도록 함.
- 우선 ADD 연구자가 출연연에 파견되어 출연연 보유기술 분석 및 ADD 기술개발 소요 전과 등 임무를 수행할 수 있도록 하되 우선 「국방과학연구소법」 개정 및 파견인원에 대한 인사 상 우대 등 선행 조치가 필요함.
- 출연연 연구자가 ADD에 파견될 경우 ADD 주관 기술개발사업 수행(PM/참여) 및 국방

기술개발사업 공동기획 등의 임무를 수행할 수 있도록 우선 ADD 파견 시 수행할 기술개발과제의 기 확정 및 해당 기술개발에 따른 지재권 귀속 기준결정 등 선행 조치를 추진함.

<표 5-16> 출연연과 ADD간 인력교류 활성화 정책 추진계획 사례

구분	국방기관(ADD) 연구자의 출연연 파견근무	출연연 연구자의 국방기관(ADD) 파견근무
주요 목적	- 출연연의 기술개발 현황 분석 및 국방분야와의 협력 방안 수립 - 출연연 내 국방관련기술 개발 참여 → 출연연 개발 완료 후 ADD에서 후속개발을 통한 군 활용 추진 - 출연연과 국방기술개발사업 또는 민군기술협력사업 공동기획 - ADD와 해당 출연연간 소통 및 정보교환 창구	- 국방분야 기술개발 로드맵 파악 → 출연연 기술개발 방향 설정 또는 보유기술의 활용방안 수립 - ADD 수행 기술개발사업 수행(PM 또는 연구참여) - 출연연과 국방기술개발사업 또는 민군기술협력사업 공동기획 - 해당 출연연간 ADD간 소통 및 정보교환 창구
우대 사항	- 출연연 파견인원에 대한 인사상 우대 필요 (ADD 인사규정 내 제도화) - ADD 연구자가 출연연 파견 시 창출한 지식재산권에 대한 지분 보장 등	출연연 연구자가 ADD 파견 시 창출한 지식재산권에 대한 지분 보장 등
전제 조건	- 원칙적으로 「국방과학연구소법」 개정 - ADD 연구자에게 출연연 보유 기술 정보 제공 필요	- ADD 기술개발사업에 출연연 연구자 참여 보장 - 가급적 출연연 연구자 개인 파견보다는 출연연 연구팀 파견 방식이 바람직 - 보안사항에 대한 완화를 통해 국방분야 기술개발계획 등 정보 공개(소관 기술분야에 대해)

5.5. 추진 전략 4: 과학기술정보통신부 주도의 국방 기초·원천 연구 추진

5.5.1 미래 국방 기술 확보 전략

□ (Track1) 「미래국방 기초·원천 R&D」 강화

- 미래 전장 환경에서 국방력 우위로 연계될 수 있는 미래국방 분야 특화 기초·원천 R&D 사업을 신설·추진
 - 국방부의 미미한 기초연구 예산과 무기체계 중심의 개발을 보완하기 위해 과학기술정보통신부 주도의 국방 기초·원천 연구를 추진
- 기존 기초원천 연구 성과를 국방 관점에서 전환 활용하기 위해 필요한 가교 연구(기존의 연구자, 연구 성과를 최대한 활용) 중점 추진하면서
 - 필요시 신 개념의 기초·원천 연구를 허용

□ (Track2) 「다부처 국방 전략 프로젝트」 추진

- 우수한 기초·원천R&D 성과를 국방 분야로 신속히 Scale-up 하기 위한 다부처 협력의 국방전략 프로젝트 추진
 - 기존 민·군 기술협력사업은 응용/개발단계에 집중됨으로써 기초·원천 연구성과를 응용단계로 Scale-up하는 연구가 부족
 - 각 부처가 수행한 기초·원천 연구 성과 중에서 선별하여 민·군 협력 기수 큰개발을 우선 추진
- 다부처가 참여하여 공동기획하고 산업체, 연구기관 등 민간이 활발히 참여하는 단일 사업단(컨소시엄형) 형태로 운영
 - 사업단장은 부처 합동 공모를 통해 선정하고, 세부과제 기획, 선정, 평가, 성과관리 등 R&D 전 주기에 대한 권리 및 책임을 부여

제6장 미래국방 R&D 중점 추진 분야 도출

6.1. 선정 기준

- 미래 전장 환경에서 국방력 우위로 연계될 수 있는 미래 국방 R&D 중점 추진 분야를 도출하기 위한 기준으로 미국의 3차 상쇄전략과



혁신성장을 위한 사람 중심의 「4차 산업혁명 대응계획」(2017. 11. 관계부처 합동)에 정의한 「스마트 국방」을 근거로 하여 미래 국방 R&D 중점 10대 분야를 도출하였음

- 무인화
- 인공지능
- 뇌-컴퓨터 인터페이스
- 에너지 무기
- 초연결(IoT+IoE)
- 사이버 보안
- 신 소재
- 차세대 배터리
- 초실감 가상화(VR/AR/MR)
- 생화학

6.2. 미래국방 R&D 10대 중점 추진 분야

6.2.1 무인화

- 무인화는 소수의 인원으로 다수의 체계를 편대 운영하여 효율적인 군사 작전 수행이 가능하며, 더불어 정밀 제어 기술의 발달로 인간이 수행하는 위험 임무 및 작전을 대신 수행하여 인명 피해를 최소화할 수 있기 때문에 미래전장에서 그 중요성이 부각되고 있음.
- 무인화 분야는 컴퓨터 통신, 센서, 정보처리 시스템 등 다양한 분야의 정보기술이 요구되며, 군사적 임무 수행을 위해 보다 “멀리, 빠르게, 향상된” 수준으로 달성할 수 있도록 기술적 진보가 요구됨.
- 자율주행 무인기는 실시간 정보수집 및 전달이 필요한 지휘통제체계 구축과 필요시 독자적인 상황판단으로 독자적인 선제적 전쟁 수행 능력이 필요함.
- 무인기기는 소형화와 대량생산이 가능하여 민수분야에 대한 활용 가능성으로 경제성이 확보되어 있음. 나아가, 초소형 공중센서, 군집형 소형 탐지로봇이 개발되어 정보수집 임무를 수행하고, 곤충의 생체기능을 모방하는 초미세 생체모방형 로봇 개발이 예상됨.
- 미국은 DARPA 주도로 중·대형 및 소형 UGV(Unmanned Ground Vehicle), 근력 증강로봇, 생체모방형 로봇 등 다양한 분야에서 국방 로봇 기술을 선도하고 있음.
- 국내의 의료·재활로봇, 무인이송로봇, 무인이동체 등의 분야에서 무인기 운용에 필요한 핵심기술을 바탕으로 차세대 로봇 제품이 개발되고 있는 추세임.²⁹⁾
- 정부는 2016년 이미 인공지능과 로봇의 융합기술 개발을 위한 과제를 다수 선정하였으며 2017년에는 미래창조과학부와 산업통상자원부의 협력을 포함한 다부처 협력과제를 통해 제조로봇, 소셜로봇, 무인이송로봇, 안전로봇 등 다양한 분야에서 인공지능과 로봇의 융합을 통한 기술을 개발하고 있음.
- 특히, 군사용으로 이용되는 무인로봇은 위험지역에서의 인명피해를 최소화하고 운용인력을 절감하며, 인간의 능력을 초월하는 수준의 임무를 수행함으로써 기존 유인전투체계와의 통합운용을 통해 인간 위주의 전투체계를 보완하여 전투효율성을 극대화함³⁰⁾.

29) 한국과학기술기획평가원, “2016년도 과학기술연감”, 2017.2

30) 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

- 미국, 일본, 중국 등 주요 국가들은 범정부적 차원에서 로봇기술 분야에 대한 연구 개발을 장려하고 있으며, 유럽은 세계최대 규모의 연구개발 프로그램을 운영 중임.³¹⁾
- 세계 로봇 시장 규모는 2014년도 167억 달러로 자동차·전자 산업 등 제조용·서비스용 로봇과 동반으로 고성장하고 있으며, `13년 대비 12.3%p 증가함.
- 제조용 로봇은 우리나라를 비롯하여 일본·미국·독일이 전통적인 강세를 보이고 있으며, 중국이 2013년 이후 세계에서 가장 큰 제조용 로봇 시장으로 부상한 것이 특징임.

<표 6-1> 주요국 무인로봇 분야 동향

국가	특징
미국	- 첨단제조업 육성정책 발표-인간협업로봇(Co-bot) 산업화 등에 투자, 로봇산업육성정책(NRI) 추진 - DARPA의 로봇첨단기술개발 지원
EU	2014년 세계 최대 규모의 로봇 프로그램인 SPARC(각국 주력 산업과 로봇기술융합) 도입을 통해 로봇 시장 규모를 2020년까지 500억~620억 유로로 확대 예정 - 제조, 헬스, 홈케어, 교통, 보안, 환경 등 다양한 분야에서 로봇 실용화 프로그램을 지원 2020년까지 로봇분야 세계 점유율을 42% 확대 목표
일본	2014년 일본부흥전략 개정에서 로봇 혁명을 10대 과제로 선정 - 로봇 혁명을 추진할 총리 직속기구‘로봇혁명 실현회의’설치 2020년까지 로봇 시장을 제조분야, 서비스 분야 각각 1.2조엔으로 육성할 계획
중국	2016년 로봇산업발전계획 발표 2020년까지 세계 로봇시장 점유율 45% 달성을 목표로 함

자료 : 한국과학기술기획평가원, “2016년 기술수준 평가 별책”, 2017. 8.

- 무인화(무인로봇 로봇)분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

<표 6-2> 무인화 분야 미래국방 기술개발과제 사례

31) 한국과학기술기획평가원, “2016년 기술수준 평가 별책”, 2017. 8.

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
증강현실 기반 원격 전장환경 재현 기술	• 무인로봇 시스템의 원격제어를 위해 운용자에게 증강현실 기반으로 주변 환경 영상 및 환경 분석 정보를 제공하는 기술	정보통신	지휘통제
무인차량 험지 자율운송 기술	• 비포장도로 또는 전장환경에서 돌발적인 장애물 및 고정 장애물을 회피하면서 군수물자 수송임무를 수행 가능한 자율운송 기술	제어전자	지상무인
지능형 수중 드론 자율주행 기술	• 수중 드론의 주어진 임무 성취를 위한 자율주행 기술	제어전자	해양무인

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.2.2 인공지능

- 인공지능은 기억, 지각, 이해, 학습, 연상, 추론 등 인간의 지성을 필요로 하는 행위를 기계를 통해 실현하고자 하는 기술을 총칭하며, 강한 인공지능과 약한 인공지능으로 구분 가능함.
- 군사용에 비해 현재 기술 수준에서 상용화 시도가 가장 활발하게 진행되고 있는 분야는 의료분야임.
- 국방의 경우에는 감시, 정찰, 지휘통제통신 및 사이버 분야와 같은 전장 정보체계 분야와 정비 수요 예측 시스템 등의 활용에 중점을 두고 있음.
- 미국, 중국 등 주요국은 머신러닝을 활용한 데이터 기반 군사용 무인항공기 개발에 집중하고 있고, 무인항공기는 향후 군사, 재난 안전 등 안전한 사회 구현을 위해 핵심적인 역할을 수행할 것으로 기대됨.
- “공격 목표만 설정해 주면 사람의 조작이나 명령없이 스스로 전투를 할 수 있는 ‘자율살상 무기(Lethal Autonomous Weapon System)’, 즉 킬러 로봇의 시대가 열리고 있음, 우리나라의 「센트리 로봇」, 러시아의 무인 탱크 「MK-25 시리즈」, 미국의 무인 함정 「시헌터」와 무인잠수정 「에코보이저」, 방위산업체 BAE가 생산한 스텔스 무인기 「타라니스 드론」 등이 있음.
- 미국 방위산업체 사이버네틱스는 최근 자사의 AI 전투 프로그램 알파가 미 공군 베테랑 조종사와 모이 공중전을 벌여 완승했다고 발표. 정확하고 빠른 상황 판단, 허를 찌르는 기동에 인간 조종사가 완패했다고 함.
- 킬러 로봇의 핵심 기술은 5G급의 첨단 통신 기술로 인간 병사와 마찬가지로 로봇도 서로 협력해 작전을 펼쳐야 하며 이를 위해서는 빠르고 안전하게 서로 정보를 주고 받을 수 있어야 됨. 또 필요시 언제든지 사람의 통제를 받을 수 있어야 하며 이를 위해 원격지에

서 킬러 로봇이 처한 전장의 상황을 실시간으로 파악할 수 있어야 함. 동시에 해킹에 대비한 완벽한 보안성도 갖춰야 됨.

- 최근에 우리나라는 오는 2025년까지 “AI 지휘결심지원체계”를 개발해 야전부대 시험운용을 거쳐 일선 부대에 보급하는 계획을 추진 중이라고 발표함.

- 미국은 인공지능 분야에서 세계 최고의 기술 경쟁력을 확보하기 위해 정부차원의 노력을 지속해왔으며 AI와 관련한 원천 기술개발뿐만 아니라 상용화 연구를 적극적으로 진행함.

<표 6-3> 주요국 인공지능 분야 동향

국가	특징
미국	• 2013년 BRAIN Initiative 시행 • DARPA- Challenge 프로젝트 시행 • 국과과학기술위원회 산하 머신러닝 및 AI 분과위원회 설치(2016. 05) • 첨단 데이터 분석을 위한 머신러닝, 알고리즘, 지각능력향상, 첨단 하드웨어 개발 등 AI 분야에 대한 기초 및 장기적 투자를 우선과제로 삼음
일본	• 인공지능기술전략회의의 설치를 통해 AI 관련 R&D 부처 연계 추진 • 산업기술종합연구소 내 AI 연구센터(AIRC) 설립(2015) • 정보통신연구기구 내 뇌정보통신융합연구센터, 음성번역연구개발추진센터, 데이터구동지능시스템 등 3개 센터 AI 연구 담당
중국	• 2019년까지 중국 내 AI 시장규모 1,000억 위안으로 확대 • 관련 기업 지원과 AI 국제표준 제정에 적극 참여 • 스마트홈, 스마트 자동차, 웨어러블 기기 등 AI 기반 제품에 대한 R&D 집중지원 및 상용화 추진

자료 :정영임, “인공지능 부활의 동인과 국내외 기술개발 동향”, 2016. 3.

- 인공지능(AI) 분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

<표 6-4> 인공지능(AI) 분야 미래국방 기술개발과제 사례

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
지능형 군 작전 추론 기술	지휘관의 방책 추천 및 선정을 효과적으로 지원하기 위해 적군의 정정보 및 의도를 인공지능으로 인지하여 적 작전을 추론하고, 이에 대한 대응을 위해 다양한 방책 생성 및 방책별 평가, 최상의 방책 자동 추천 등으로 동적인 전장환경에서의 인공지능 참모를 개발하는 기술	정보통신	지휘통제
영상 정보 기반 지능형 객체 탐지 및 인식 기술	- 카메라 등을 통해 입수된 광범위한 영상을 인공지능을 통해 종합하고, 사용자가 지정한 객체를 자동으로 식별하는 기술 - 대상의 형상, 위치, 높이, 이동속도 등을 산출하는 것을 포함하는 기술	정보통신, 센서	지휘통제, EO/IR
군 작전 시 장병과 무인로봇 간 지능형 협업 기술	유무인체계 및 병사/단위 무인로봇 간 공동작전 수행시 무인체계(로봇)가 전장의 상황을 자율적으로 인식하여 유인체계(또는 병사)에 정보를 제공하고 유인체계(또는 병사)의 음성에 의한 임무 부여를 인식하여 무인체계(로봇)의 자율판단 및 임무할당으로 무인체계(로봇)의 단위 임무 및 협업 임무수행이 가능하도록 하는 기술	제어/전자	지상무인 / 해양무인 / 항공무인
보강학습 기반의 위협 우선순위 평가 및 무기할당 기술	작전 운용 시 적 표적에 대해 수집된 상황인지 정보에 대해 실 또는 가상전장에서 기확보된 데이터 및 추론 결과를 합성하여 실시간으로 표적 위협 및 타격 목표를 선정하고 타격체계를 지정하는 기술	정보통신	지휘통제, 방공

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.2.3 뇌-컴퓨터 인터페이스

- 인간의 뇌와 컴퓨터를 직접 연결하여 뇌 신경계로부터 신호를 실시간으로 측정, 분석하여 컴퓨터 또는 로봇 등과 같은 기계를 제어하거나 사용자의 의사, 의도를 외부에 전달하기 위한 기술로 대화보다 정확한 명령 전달 및 통제가 가능하고 신체를 사용하지 않고 원하는 동작을 기계로 수행하게 함으로써 다양한 산업의 원천기술로 주목받고 있음
- 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술은 최근 생체센서 기술의 발전, 컴퓨팅 기기 소형화, 생체적합소재 개발, 뇌공학의 발전 등으로 선진국에서 미래 유망기술로 활발하게 연구를 추진

하고 있으며, 국방 및 산업분야에서 전략적인 투자를 실시하고 있음.

- 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI: Brain-Computer Interface) 기술의 구현에 있어서 주로 뇌파, 분적외선분광, 기능적 자기공명장치 등에 기반한 비침습적인 측정방식과 대뇌피질에 직접 삽입되는 탐침형 전극을 통해 측정되는 단일 신경신호에 기반한 침습적 방법으로 나뉨. 최근에는 두 방식의 절충형태의 두 개강내뇌파나 국소장전위를 측정하는 방식도 연구 중임. 여러 가지 방법 중 적용성이 우수한 뇌전도를 이용한 비침습적 방법이 가장 일반적으로 사용됨
- 미국은 미국고등국방연구소(DARPA) 주도하에 병사들의 뇌 신호를 읽고 무선으로 전달하는 텔레파시 방식의 통신을 개발하는 프로젝트(Silent Talk Project)를 진행하고 있음. Silent Talk Project는 뇌 안에서 신경세포 사이에 신호가 전달될 때 생기는 전기적 흐름인 뇌전도(EEG)를 통해 의사소통이 가능하게 하는 것으로 페이스북 창업자인 마크 저커버그(MarkZuckerberg)도 미래의 의사소통 수단으로 텔레파시를 언급했음.
- 침습형 대뇌피질신호 기반의 BCI 연구개발은 미국, 유럽 및 다른 아시아 국가(일본, 중국, 싱가포르 등)에서 활발하게 진행되고 있음
- 국내 BCI 기술 수준은 48%, R&D 투자는 미국의 1% 수준, 국내 뇌과학 논문 수는 미국의 1/30 수준. 국내 연구개발 저변은 국외의 활발한 연구개발 활동과 비교하였을 때에 매우 미미함.
- BCI 시장은 연평균 11.5%로 성장하여 2022년 17.3억 달러 규모로 추정되며, 기술 방식 중 비침습적 BCI 기술이 가장 큰 비중을 차지하여 연평균 11.5%의 성장세가 전망됨

6.2.4 에너지 무기

- 기존의 질량이 있는 물체를 표적에 맞추는 방식이 아닌 에너지를 고도로 집중시켜 생성된 에너지를 직접 표적에 방사하여 표적을 파괴하거나 무력화시키는 신개념의 특수 무기.
- HEL(High Energy Laser) 무기 개발에는 레이저 발생 기술과 레이저 제어 기술이 필요함. 레이저 발생 기술은 출력을 높이면서도 시스템 크기를 줄이는 방향으로 연구가 진행되고 있고, 레이저 제어 기술은 레이저 광선을 전송, 집중시키고 표적을 정밀하게 추적하는 방향으로 연구가 진행되고 있음.

- 고출력 광섬유 레이저 기술은 2000년대 초반부터 계속된 지난 십여 년 동안의 연구개발 단계를 거쳐서 특정 기술분야는 이미 그 산업화 단계에 접어들었다고 볼 수 있고, 관련된 응용 연구도 최근 크게 활성화됨.³²⁾
- 발사체의 경우 국내 자력 발사체를 위한 액체엔진, 추진시험시설 등의 기술력을 확보하기 위한 노력을 지속해왔고 이를 통해 2016년 한국형 발사체에 사용되는 7톤급, 75톤급 액체엔진 연소시험에 성공하였으며 지속적인 엔진시험을 통한 성능개선 연구를 수행하고 있음.³³⁾
- 운영 플랫폼에 따라 크게 지상배치 레이저, 항공기 탑재 레이저, 우주 배치 레이저, 함정 방어 레이저로 구분함.

□ **국내의 경우 미래 선도형 혁신적 에너지 전환 기술 개발에 따라 고에너지-고용량 에너지 전환 핵심소재기술 확보에 주력함.**³⁴⁾

- 고출력/고에너지밀도를 모두 만족시킬 수 있는 단독 전원으로서의 차세대 대용량에너지 저장장치의 적용 범위를 넓히고자 한국에너지기술연구원(KIER)에서 보유하고 있는 고출력 특성의 슈퍼커패시터와 대용량 특성의 플로우 전지 기술을 융합한 세계 최고수준의 차세대 사이클릭 울트라 커패시터 개발을 진행하고 있음.
- 특히 KIER가 보유하고 있는 고에너지밀도 박막형 슈퍼커패시터 소자기술 및 시스템 통합기술을 기반으로 타 출연연과의 협동연구를 진행하여 대면적(200cm^2) 유연박형 슈퍼커패시터 상용화를 위한 제품화 기술 확보에 주력함.

□ **미국, 러시아, 중국 등은 협대역 HPM(High Power Microwave) 시스템과 광대역 및 초광대역 방사시스템을 개발 중이며, 발진기술 개발에 어려움이 발생되어 가시적인 연구성과는 미흡하며 레일건 역시 선진국간의 기술격차 크게 나타나고 있음.**³⁵⁾

- 기술적으로 HPM 방사는 주파수가 높을수록 공진기의 크기가 작아져서 높은 출력이 힘들어 주파수에 따라 안테나의 크기가 작아지는 문제가 존재함.

□ **레이저 무기는 날씨에 민감하고 수평선 너머 공격이 불가능함. 이에 따라 초수평**

32) 정운찬, “고출력 광섬유 레이저 기술과 그 응용”, 한국광학회, 광학과 기술 제 17권 제 2호.

33) 한국과학기술기획평가원, “2016년 기술수준 평가 별책”, 2017. 8

34) 한국에너지기술연구원, “2013~2016 경영성과계획서”, 2014. 6.

35) 국방기술품질원, “미래 무기체계 핵심 기술”, 2016. 6.

선 공격이 가능하고 기상의 영향을 거의 받지 않는 차세대 무기인 레일건이 개발되고 있음. 레일건은 두개의 레일 사이에 발사체를 놓고 전류를 흘리면 레일과 발사체 사이에 로렌츠 힘이 작용하여 가속이 이루어지며, 사거리는 포신 역할을 하는 레일에 걸리는 전류의 양에 비례해서 늘어남.

- 미 해군은 2018년까지 실전용 레일건 시스템 프로토타입을 개발하고, 2025년 실전 운용에 들어 갈 계획임.
- 레일건 역시 무기체계에 적용하기 위해서 전원 공급장치의 소형화, 탄자와 레일간의 마찰 문제 해소를 위한 재료 및 코팅기술, 점표적 타격이 가능한 정확도 기술 확보가 필요함.

□ 에너지 무기분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

<표 6-5> 에너지무기 분야 미래국방 기술개발과제 사례

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
MW급 레이저 생성 기술	• MD(Missile Defense)용 등 고출력과 긴 사거리에 적합한 MW급 레이저 생성 기술	탄약/에너지	특수무기
고에너지 밀도 플라스마 발생용 고출력 펄스 전원 기술	• 자기장 압축에 의해 고에너지 밀도 플라스마 발생을 위한 고출력에너지 펄스전원 기술 • 차세대 초고압 물성 연구용 기반 기술	탄약/에너지	특수무기

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.2.5 초연결(IoT/IoE)

□ 초연결(IoT/IoE)은 인터넷을 기반으로 다양한 사물들을 연결하여 상호작용과 지능화를 통해 자율적인 융합 서비스를 제공하는 인프라를 의미하며³⁶⁾ 생산, 수집된 원시 정보를 가공, 처리하여 고부가가치의 유용한 정보를 생성하고 이용자에게 편리한 다양한 서비스를 제공하는 기술을 말함. 국방 분야에서는 제 작전 요소 네트워크화를 통한 실시간 전장 상황 공유, 분석으로 결심권자의 신속한 지휘 기능을 지원하여 “Sensor - Shooter” 작전 수행 능력 보장.

- IoT/IoE는 다양한 서비스와 제품에 활용되고 있으며 사물의 연결을 기반으로 지능형 개

36) 박병주, 『사물인터넷 산업 동향과 발전전망』, 정보통신기술진흥센터, 주간기술동향 1759호, 2016. 8. 17., P.14

인맞춤 서비스를 가능하게 하면서 경제사회 전반의 변화를 이끌어냄.

- 다계층 네트워크 통합을 통한 네트워크 생존성을 보장함
- 전투원-자원 국방관리체계 적용으로 NCW에 필요한 전투원과 사물, 사물과 사물간의 통신으로 전장에서의 유기적 작전 수행 가능
- NCW 맞춤형 전장 상황 지능화 및 가시화 가능
- 초저지연 통신 보장이 가능한 이동형 전술 클라우드 플랫폼 구축 가능

□ 부품, 제품 등에 부착된 센서, 무선인터넷, 근거리 통신 등을 기초로 사람과 사물간의 연결, 사물과 사물간의 연결이 폭발적으로 증가하며 사이버-물리 시스템(CPS)이 중요해짐.³⁷⁾

- 빅데이터, 인공지능 등 지능정보 기술로 인해 실제 세계에서 수집한 정보를 가상공간에 축적, 활용할 수 있게 됨에 따라 직·간접적으로 CPS의 기능이 강화됨.
- 미국은 사물인터넷 기기가 2015년 49억 대에서 2020년 경에는 250억 대로 크게 증가하고 서비스와 제품 생산액도 2020년 경에는 3,000억 달러에 이를 것으로 전망함.³⁸⁾
- 국내에서도 2014년까지 이동통신 네트워크를 이용한 기본적인 사물통신 서비스가 제공되는 수준이며 2015년 9월 기준 사물인터넷 이용자가 400만 명을 돌파하는 등 전반적인 시장 성장이 지속되고 있음.

□ 국내 IoT 시장 규모는 2015년 3.8조 원에서 2016년 4.6조 원 수준으로 약 28.9% 급증하고 2022년까지 연평균 29.3% 성장하여 22.9조원의 시장이 형성될 것으로 예상함.

- IoT 관련 매출액은 제품기기가 2조 2,058억 원, 네트워크가 1조 4,848억원, 플랫폼 5,136억원, 서비스 6,082억 원 수준으로 제품기기 분야가 45.8%로 가장 높은 비중을 차지함.

□ 국내의 경우 2014년 사물인터넷 기본계획을 발표하고 이를 기반으로 사물인터넷 확산을 위한 'K-ICT 사물인터넷 확산 전략'을 수립하는 등 IoT 집중 육성을 위해 노력함.

37) 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2014 04 14., pp.51-52

38) 박병주, 『사물인터넷 산업 동향과 발전전망』, 정보통신기술진흥센터, 주간기술동향 1759호, 2016. 8. 17., P.15

- IoT 인프라와 기술을 다른 핵심 분야와 융합하여 ICT 융합시장 성장을 이끌고 제품 및 서비스 개발과 사업화 촉진을 위해 IoT 실증사업을 추진함.
- 또한 2014년부터 2016년까지 최근 3년간 IoT 분야 R&D 지원사업을 통해 45개 과제에 약 734억 원을 투자하여 사물인터넷 핵심원천 및 응용분야 기술 개발을 통한 신제품과 서비스 창출을 추진함.

□ 세계 선진국에서는 다양한 응용 분야에 IoT 지능화 기술을 접목하여 새로운 마켓 플레이스와 지능 융합 서비스를 창출함.

- 특히 스마트홈, 재난·안전, 교통, 제조 분야 등에서 지능형 서비스 제공을 위한 분산 협력형 지능 강화 플랫폼을 개발하기 시작함.
- 또한 대량의 사물들 간의 초연결을 지원하는 저전력, 장거리, 비면허 대역 통신 기술과 대규모 연결을 위한 Massive IoT 기술, 엣지 네트워크 환경의 이질적 서비스 요구사항 사이에 최적의 결합을 제공하는 인지형 네트워킹 기술 개발을 추진함.
- 센서와 통신기능을 포함한 단순 모니터링 기능이나 서버로 전달하는 기능에서 벗어나 점점 인간에게 직접 가치를 제공하는 지능형 디바이스 개발 사업도 추진 중임.

<표 6-6> 주요국 초연결 분야 동향

국가	특징
미국	• 스마트아메리카 챌린지 프로젝트 추진으로 스마트 시티, 스마트 인프라 등 혁신 기술 개발과 IoT를 활용한 일상생활 장려 • IoT 통한 일자리 확대, 새로운 사업 기회 창출 등을 목표로 함
EU	• 지능형 공장, 임베디드 AI, 머신러닝 등 Cognitive IoT를 지향하는 방향으로 IoT를 발전 • 독일의 경우 인더스트리 4.0을 통해 제조 공정 디지털화 전략을 개선 가속화 - 또한 Horizon2020을 통해 IoT 기술이 실생활에 적용될 수 있도록 IoT 플랫폼, 인프라 및 실증 서비스 구축과 관련된 과제를 활발히 추진 중
일본	• 일본 재흥전략 2016을 발표하여 IoT 뿐만 아니라 빅데이터 AI, 로봇 등을 활용하여 2020년까지 30조엔 부가가치 창출 계획을 수립
중국	• IoT 기술을 빅데이터, 클라우드 등과 함께 산업구조 전환과 업그레이드를 도모하는 인터넷 플러스 전략을 마련 • 새로운 산업모델 창출이 가능한 11개 중점 분야를 선정하는 등 구체적인 행동계획을 발표

자료 : 박병주, 「사물인터넷 산업 동향과 발전전략」, 정보통신기술진흥센터, 주간기술동향 1759호, 2016. 8. 17., P.19

□ 초연결(IoT/IoE) 분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

<표 6-7> 초연결(IoT/IoE) 분야 미래국방 기술개발과제 사례

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
지능형 전장환경 인지 기술	최적의 대응수단을 제시하기 위해 전장이나 기지 주변의 센서 그리고 디바이스 간의 무선 연결 및 데이터 전달을 통하여 주변 상황을 스스로 인지하는 기술	정보통신	전술통신체계
지능형 고신뢰성 (mission critical) 사물연결 기술	수많은 IoT 센서/디바이스 간 다량의 데이터들이 끊임없이 서로 연결되어 처리될 수 있는 네트워크를 구성하고 최적의 서비스를 지속토록 하는 기술	정보통신	전술통신체계
생체 신호 기반 원격제어 기술	생체 신호 기반 IoT 디바이스 센서를 이용하여 원격으로 장비를 제어하는 기술	정보통신	전술통신체계
내환경성 기반 지속적인 근접 통신 지원 기술	재해나 적군의 전파 방해로 인프라 기반의 무선 네트워크 기술이 불가능할 경우, 근접의 아군 및 IoT 장비까지 통신이 가능하게 하는 기술	정보통신	전술통신체계

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.2.6 사이버 보안

- 사이버 보안이란 사이버 환경에서 정보시스템이나 네트워크를 통하여 전달되는 정보의 위조, 변조, 유출, 무단 침입 등을 비롯한 각종 불법 행위로부터 조직 또는 개인의 컴퓨터와 정보를 안전하게 보호하는 기술임³⁹⁾.
- 사이버 보안은 크게 (1)암호화, 접근 통제 등 정보 보호 매커니즘을 제공하기 위한 기반 보안기술, (2)정보시스템과 네트워크에서 정보의 안전, 신뢰성을 보장하기 위한 바이러스 백신, 운영체제 보안, 침입탐지, 침입 차단, 가상 사설망 등의 응용 보안기술, (3)기반 기술과 응용 기술을 이용하는 정보 시스템과 네트워크를 효율적으로 관리하기 위한 보안 관리기술 등이 포함됨.
- 4차 산업혁명이 이루어지는 현대사회에서 사람, 사물, 데이터 등이 경계 없이 연결되는 초연결사회가 도래함에 따라 물리적 공간과 사이버 공간의 보안 기술이 중요해짐.
- 사이버 공격의 대응, 침해 정보 확산을 조기 차단하고 공격의 근원지 식별, 추적 및 선제

39) 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

적 대응을 통해 적극적인 사이버 보안 방식이 발전되고 있음.

- 사이버 보안은 크게 보안 취약점 분석 및 SW 개발보안, 차세대 통신 네트워크 보안, 지능형 보안위협 대응 등 다양한 분야로 발전해 가고 있음.⁴⁰⁾
 - 국방부는 2018년 1월1일부로 “국방 사이버 안보부”를 신설하여 그동안 미흡했던 사이버 안보 문제를 집중적으로 해결해 나갈 예정임.
 - 현행 체계에서 사이버 테러 업무를 국가·공공분야는 국정원, 민간분야는 과기정통부, 국방분야는 국방부가 나눠 맡고 있어 효과적인 사이버 안보 컨트롤타워의 필요성이 제기되고 있음.
 - 보안 취약점 분석 및 SW 개발 보안은 네트워크 시스템 영역의 스캔 기술에서 웹 어플리케이션 및 IoT 환경에 특화된 디바이스, 통신 프로토콜, 소프트웨어 등의 취약점을 스캔하는 기술 등으로 이루어져 있음,
 - 차세대 통신 네트워크 보안은 무선네트워크 보안 기술이 중심을 이루며 이동통신망에 특화된 5G 서비스 레벨의 침입방지 기술 등으로 발전해왔으며 국외의 경우 LPWAN(Low Power Wide-Area Network) 침입탐지 및 방지 기술 연구가 진행 중임.
 - 인공지능 기반 능동적 방호체계를 적용함으로써 기존의 알려진 공격에 대한 대응 위주의 보안체계에서 신종 악성 코드 등에 대응 가능한 예방 중심의 사이버 방호가 가능하게 됨.
 - 국외는 인공지능시스템을 기반으로 기존 침해사고 분석, 대응 정보의 학습기술 개발하고 침해사고 탐지 및 대응방법 등을 제공하는 기술을 개발하고 있으며 국내는 산·학·연을 중심으로 지능형 보안위협에 대응하기 위한 요소기술 개발 및 과거 정보 기반의 침해사고 자동인지기술 개발을 추진하고 침해사고 유사도 분석, 이상 징후 탐지 분석 기술 등을 개발하여 상용화에 나섬.
- 사이버 보안분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

40) 김도우, 『글로벌 정보보호기술 동향』, 정보통신기술진흥센터, 주간기술동향 1755호, 2016. 7. 20, pp.13-21

<표 6-8> 사이버 보안분야 미래국방 기술개발과제 사례

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
하드웨어 칩 악성행위 탐지 및 대응기술	무기체계의 CPU, 메모리, FPGA 칩 등에서 특정 조건 또는 특정 압력 시 오작동을 일으키는 기능이나 회로를 사전에 탐지하고, 악성행위 발생 시 시스템 영향을 최소화 또는 무력화하는 기술	정보통신	사이버무기
지능형 사이버 공격 방호 기술	- 기존 사이버 공격에 대해 현재 방어력을 수치화, 계량화하여 측정, 개선 - 알려지지 않은 사이버 공격, 시스템 오류 등 잠재적 위협에 대한 실시간 탐지를 통해 피해 확산을 방지하고 해당 시스템 또는 네트워크를 즉시 복원하기 위한 지능적 방어 기술 - 공격 예상, 피해규모 예측, 공격 상황 및 확산 방지를 위한 고립화 등 대규모 방호상황을 실시간으로 시각화하는 기술	정보통신	사이버무기
CPS기법을 이용한 인간형/전투용 무인체계 해킹 방어 기술	사이버공격 시 개별 무인체계, 제어 서버 각각의 능동 방어 체계 및 Safe-Shutdown 기술	정보통신	사이버무기
사이버 전자전을 위한 SW 조작 기술	무선 네트워크에 원격으로 조작코드를 장입하여 무선 네트워크 및 관련 무기체계를 교란하거나 원격제어할 수 있는 기술	정보통신	사이버무기
빅데이터/인공지능 기반 군 사이버 작전지원 기술	- 텍스트마이닝 분석 기반 체계는 데이터 수집부, 데이터 이동/취합부, 데이터 종합 분석부로 구분될 수 있음. - 텍스트마이닝 분석 기술을 C4I 체계의 정보 융합/분석의 기반 기술로 적용하여 적에 의해서 발생할 수 있는 가 부분별 데이터 변조, 유출을 방지할 수 있는 보안 기술	정보통신	사이버무기

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.2.7 신 소재

□ 신소재는 금속·무기·유기 원료 및 이들을 조합한 원료를 새로운 제조기술로 제조하여 종래에 없던 새로운 성능 및 용도를 가지게 된 소재로 미래 산업의 기반이 되거나 부가가치 창출효과가 큰 원재료 및 생성물을 의미함⁴¹⁾.

○ 첨단소재 분야는 신소재 기반 방열소재, 3D 프린팅 소재, 금속기지 복합소재, 나노탄소소재, 비탄소계 나노소재, 유무기나노 하이브리드 등으로 분류됨.

41) 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

- 소재 산업의 경쟁력은 단일 성능의 소재에서 융복합화, 유니쿼티스화로 복합적인 성능을 동시에 보유한 특수 소재를 원천으로 하고 있으며, 기존 소재 대비 높은 효율성을 얻을 수 있고, 개별 소재의 성능 한계를 극복할 수 있는 대안으로 주목받고 있음. 특히, 군사적 측면에서 신소재는 가벼운 중량으로 더 큰 보호 기능을 제공할 수 있음.
- 산업경쟁력의 원천은 부품산업에서 소재산업으로 이동하고 소재의 경쟁력이 제품의 성능과 부가가치를 창출하는 핵심 요소임.
- 최근 꿈의 신소재인 “그래핀”이라는 신소재가 상용화되면서 민간산업 및 국방분야에서 주목을 받고 있음. 특히, 그래핀은 웨어러블, 플렉서블한 특성과 더불어 높은 투과율과 내화성, 고강도의 물질로써 국방 분야 전반에 걸쳐 이를 응용하기 위한 방안들이 제안되고 있음
- 소재 시장은 범용 소재 대비 고부가 신소재가 더욱 빠르게 성장할 것으로 예상되며 시장규모가 급격히 확대될 것으로 전망함.⁴²⁾
- 철강의 경우 2015년 대비 2025년 범용 철강재는 5,345억 달러에서 4,720억 달러로 감소하는 반면 고부가 신 철강재의 경우 오히려 4,367억 달러에서 8,021억 달러로 크게 증가할 전망이다.
- 섬유류의 경우에도 범용 섬유류는 3,200억 달러에서 4,300억 달러로 증가하는데 그치는 반면 고부가가치·신 섬유류는 2,238억 달러에서 6,235억 달러로 증가할 전망이다.
- 산업부는 주력산업 고도화를 촉진하고 4차 산업혁명 시대의 유망 신산업의 성장에 필수적인 특수 소재의 연구개발과 상용화의 주력하고 있음.
- 1차 금속, 화합물 및 화학, 섬유, 비금속 광물 등 4대 소재분야 50대 핵심기술 선정하고 ‘첨단 신소재 기술개발 로드맵’을 수립함.
- 신소재 개발을 위해 2025년까지 민관 합동으로 3천억 원을 집중적으로 투자할 계획임.
- 미국, EU, 일본 등 주요 선진국은 지속적인 시장 선점과 신 시장 창출을 위하여 ‘16년의 주요 이슈인 미래소재, 기능소재, 구조 금속소재, 세라믹소재 및 이들을 복합화한 복합소재에 대한 연구개발에 집중 투자하고 있음.
- 정부가 섬유소재 등 범용분야를 조기에 매각·처분하고, M&A와 전략적 제휴를 통해 부

42) 산업통상부, “산업부가 바라본 4차 산업혁명 코리아루트” 2017. 5.

가가치가 높은 미래 첨단 신소재 부문에 적극적으로 투자함.

- 미국은 차세대 제조혁신 네트워크를 구축하고 ‘MGI(Materials Genom Initiative)’전략을 통해 바이오·화학소재·탄소소재 중심으로 첨단 신소재를 개발하고 있음.
- 독일은 2014년 ‘신하이테크 전략’을 수립하고 이와 연관된 에너지, 나노, 자동차용 경량소재 개발에 집중함.
- 일본은 ‘이노베이션·나노 프로그램’ 등을 통해 경량소재, 탄소섬유 분야에 집중적인 기술개발을 추진함.

□ 신소재 분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

<표 6-9> 신소재 분야 미래국방 기술개발과제 사례

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
유무기 복합체 기반 wearable 에너지 하베스터 기술	• 유무기 복합체를 이용하여 단위체적당 수 mW급 이상의 전력을 생산하여 개인병사체계의 보조 전력원으로 사용할 수 있는 기술	탄약/에너지	개인전투
메타소재 기반 다중대역 스텔스 소재 기술	• 메타소재를 통해 다주대역 전파에 대해 흡수 및 반사를 하여 고성능 스텔스 기능을 갖는 메타소재 설계 및 설계 기술	소재	기동전투/지상무인/수상함/고정익/회전익/항공무인
메타소재 기반 가시광 및 적외선 투명망토 기술	• 광파의 전파 경로 및 방사율을 조절할 수 있는 메타물질질을 바탕으로 원하는 물체를 보이지 않게 하는 투명망토 기술	소재	개인전투
메타소재 기반 음향 투명망토 기술	• 메타소재의 음향 굴절 특성을 이용하여 수중물체(기뢰, 어뢰, 잠수함 등)를 탐지되지 않게 하는 기술	소재	잠수함/해양무인/수중유도무기
초경량 Flexible 휴대형 태양전지 기술	• 장병이 개별적으로 휴대하며 유사시 전원으로 활용이 가능한 고효율, 유연성, 초경량 태양전지 설계 및 제조 기술	탄약/에너지	전력지원체계
메타소재 기반 위상배열 안테나 기술	• 메타물질/메타표면의 전자기파 공간변조기능을 이용하여 기존 위상배열안테나의 기계적 구동을 없애고 위상조절을 위한 복잡한 전자회로를 단순화하여 소형 평면 판에 소형/저가/저전력소모가 가능한 위상배열 안테나 기술 개발	센서	레이더

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.2.8 차세대 배터리

- 전기, 전자 및 정보 통신 분야의 급속한 발전으로 인하여 스마트폰, 노트북, 디지털 사진기 등의 첨단 소형 기기의 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 환경 및 에너지 문제와 관련하여 에너지 저장 시스템과 전기 자동차/전기항공기, 그리고 다가오는 4차 산업혁명에 차세대 배터리는 필수 요소임. 국방 분야의 경우는 흑한·흑서 등 극한 환경 및 고립된 군작전의 특수 환경에서 사용 가능한 고효율, 저소음, 고밀도 연료전지 및 2차 전지 등이 필요함.
- 많은 기업들이 전고체배터리, 리튬-황 배터리, 나트륨/마그네슘 이온배터리, 리튬-공기 배터리 등 차세대 배터리 기술을 개발하고 있으며, 전고체 배터리 기술이 차세대 2차 전지의 유력한 후보로 거론되고 있음



[그림 6-1] 차세대 배터리 기술 후보군

- 다양한 모양은 물론 휘거나 구부릴 수 있는 플렉서블 배터리 시장을 선점하기 위한 업체 간 치열한 경쟁이 진행되고 있으며 현재 여러 연구 개발 성과가 계속 발표되고 있으며, 상용화 가능성도 점차 커지고 있음.



[그림 6-2] 세계 플렉서블 배터리 시장 전망

- 특히 기후변화 대응 및 에너지 안보차원에서 세계 각국은 차세대 배터리 기술에 주목하고 있으며 新기후 체제에 대응하기 위해 에너지 기술 개발이 중요한 역할을 담당한다는 점에 공감대를 형성함.
- 배터리 기술의 발전 속도는 다른 기술과 비교하여 상대적으로 형편없으며 배터리의 단위 부피당 용량은 1990년 대비 2010년에 3배 정도 증가 수준으로 전기 자동차와 전기항공기를 개발하는데 많은 난항을 겪고 있음. 동시에 용량 문제뿐 아니라 현재 배터리의 주 재료인 리튬이 한정적이기 때문에 가격 상승은 물론 리튬 채굴 과열 경쟁으로 인한 자연환경까지 크게 훼손되고 있어 리튬을 대체할 안전하고 친환경적인 물질을 찾아야 하는 상황임.
- 차세대 배터리 기술의 핵심은 저장 용량, 수명, 소형화, 안정성으로 향후 5년 이내에 대부분 상용화될 것으로 예상하고 있음.
- 우리 주변의 휴대용 전자 기기는 물론 전기자동차의 핵심부품인 리튬-이온 배터리 시대가 저물고 있어 차세대 배터리 개발 타이밍을 놓치면 단기간에 회복하기 힘든 엄청난 타격을 입을 것으로 예상됨.
- 국내의 경우 삼성 SDI, LG 화학이 발화나 폭발을 원칙적으로 막는 차세대 배터리

기술 개발을 놓고 치열한 경쟁을 펼치고 있으며, 현재 휴대 전화에 주로 사용하는 리튬-이온 배터리를 대체할 ‘솔리드 스테이트 배터리’ 개발을 위해 집중 투자를 하고 있음. 전고체 배터리로 불리는 솔리드 스테이트 배터리는 전해질을 고체 물질로 만드는 방식으로 발화나 폭발을 방지할 수 있으나 배터리의 용량이나 성능이 아직 리튬-이온 배터리에 비해 턱없이 부족하여 상용화하지 못하고 있음

- 글로벌 시장조사업체인 B3에 의하면 2016년 기준 전세계 모바일, IT용 리튬-이온 배터리 시장의 업체별 점유율은 삼성 SDI 22.9%, LG화학이 17.3%, 파나소닉 16.8%로 삼성 SDI와 LG화학이 각각 1, 2위에 올라 차세대 배터리 개발 성공 여부에 따라 격차를 더 벌리거나 역전이 가능하다고 관측되고 있음.
- 한양대 에너지공학과 교수팀은 한번 충전으로 약820km(서울에서 부산까지 왕복 거리)를 주행할 수 있는 전기차용 배터리 기술로 ‘리튬공기 배터리’ 기술을 영국과학 저널 “네이처 케미스트리” 인터넷 판에 발표했으며, 5년 후 상용화를 전망하고 있음.
- 차세대 배터리 기술 개발은 한국과 일본이 경쟁하는 가운데 중국이 가세하는 ‘한·중·일’ 삼국지가 진행 중인 상황임.

6.2.9 VR/AR/MR

- VR/AR/MR은 가상(VR)·증강(AR)세이며 현실 나아가 혼합현실(MR)은 ICT를 기반으로 실제와 유사한 가상의 환경과 상황을 구현하고 시각, 청각, 촉각 등 다양한 감각 정보를 활용하여 사용자에게 시공간의 제약 없이 다양한 체험이 가능하도록 하는 기술을 말함. VR/AR 기반의 사격 및 전술 훈련 시뮬레이터와 상황별 전투훈련 VR/AR 콘텐츠 개발 가능.

<표 6-10> 가상현실과 증강현실 개념 구분

구분	개념
가상현실	• 실제 상황처럼 구현된 영상을 통해 가상의 경험을 제공하는 기술로써 현실시야를 차단하고 가상영상을 통해 현실과 유사한 환경을 구현하는 것이 특징 • 시뮬레이션 기술과 디스플레이 기술을 융합하여 현실을 모사한 영상을 구현하고 장갑 등의 입력 장치로 사용자의 감각을 제어함으로써 현실감을 극대화
증강현실	• 사용자가 바라보는 실제 환경에 가상의 이미지를 합성하여 실재하는 것처럼 보이게 하는 기술 • 기본적으로 현실시야가 주가 되며, 가상정보는 이를 보조하는 수단으로 활용 • 가상의 정보를 현실에 더해 인간의 감각과 인식을 확장시킨다는 측면에서 ‘확장현실’로 불림

자료: 산업통상부, 『산업부가 바라본 4차 산업혁명 코리아루트』, 2017. 05., pp.158-159

- 가상현실은 어떤 특정한 환경이나 상황을 컴퓨터로 만들어서 그것을 사용하는 사람이 마치 실제환경처럼 상호작용을 하게 해주는(인간과 컴퓨터 사이의) 인터페이스를 말함.
 - 증강현실 기술은 사용자가 눈으로 보는 현실세계에 사물의 이미지나 가상 정보를 겹쳐 보여주는 기술로 실제환경에 가상 사물을 합성하여 이질감 없이 인식할 수 있도록 하는 컴퓨터 그래픽 기법이라고도 할 수 있음.
 - 혼합현실은 현실세계와 가상세계 정보를 결합해 두 세계를 융합시키는 공간을 만들어내는 기술로 가상현실과 증강현실의 주요 특징들을 결합한 기술임. 이는 실제 환경의 객체에 가상으로 생성한 정보, 예를 들어 컴퓨터 그래픽 정보나 소리 정보, 햅틱 정보, 냄새 정보 등을 실시간으로 혼합해 사용자와 상호작용 하는 기술임
- VR/AR/MR 기술은 엔터테인먼트, 교육, 의료 등 일상에 광범위하게 활용할 수 있어 앞으로 경제적·사회적 파급효과가 막대할 것으로 예상되며 인공지능, IoT, 로봇, 빅데이터 등 최첨단 기술과 융합을 통해 미래 신산업을 창출할 수 있는 주요 과학 기술임.
- AR/VR 기술과 전방향 이동장치 기술, 보행자 정밀위치 및 항법기술, 실시간 행동 분석 기술, 실 공간과 가상공간이 결합하여 실전과 같은 전투 상황을 다양하게 모의 훈련을 할 수 있을 것으로 기대.
- 미국은 VR/AR/MR 분야에서 가장 높은 기술 수준을 보유하고 있는 나라며 2000년대 중반부터 미래 핵심전략 기술로 지정하여 투자하고 있음.
- 기술의 실용화 및 산업화 응용에 주안점을 두고 연구개발을 지원하고 있으며 2011년 NITRD를 설립하고 ICT 기술의 교통, 국방, 의학 등 특정 분야 적용을 촉진하기 위한 연구를 추진하며 FIND 프로젝트 등을 통해 글로벌 가상현실 기반이 될 미래 네트워크 구축을 위해서도 집중 투자함.
- 유럽은 범유럽 7차 종합계획을 세우고 장기 미래 R&D 프로젝트를 통한 실감 미디어 기술 개발에 주력함.
- 일본은 정부와 주요 ICT 기업을 중심으로 글로벌 IT 강국으로 재부상하기 위한 차세대 실감미디어 산업 창출에 주력함.

- VR/AR/MR 분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

<표 6-11> VR/AR/MR 분야 미래국방 기술개발과제 사례

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
초소형 센서 기반 지상/수중 환경 객체 식별/가시화 기술	마이크로 레이더, 내장형 벡터 센서 등의 초소형 센서를 활용하여 지상/수중 물체를 탐지·식별하고, 해당 물체에 대한 관련 정보를 가시화하는 기술	센서/정보통신	레이더/수중감시/개인전투
X-Vision 기반 외부 환경 가시화 기술	탱크 등 밀폐된 무기체계 내에서 외부 카메라, 센서 등과 연동된 HMD를 이용하여 외부에 머리를 노출시키지 않고도 탱크 밖을 360도 뷰로 모니터링하고 관련 정보를 가시화하는 기술	센서/정보통신	기동
장병별 임무 맞춤형 정보 시각화 기술	군 작전환경에서 동일한 전장 환경 정보를 각 장병별 임무(예 : 조종사, 저격병, 소총수) 관점에서 재편하여 각 장병들에게 맞춤형으로 제시하는 기술	정보통신	지휘통제/전술통신/개인전투/국방M&S
외상 후 증후군 치료를 위한 가상현실 시스템 구현 기술	- 외상 후 증후군 등 전투 상황 등을 겪은 사람들을 가상현실에서의 체험 및 인터뷰를 통하여 일상생활에 쉽게 적응할 수 있도록 도와주는 시스템을 구현하는 기술 - 실제 전쟁, 테러 등을 겪고 외상 후 스트레스 장애를 가진 환자에게 가상현실로 단계적인 상황을 재연하면서 충격을 완화하고 심리치료를 병행하여 극복할 수 있도록 해주는 기술	정보통신	기타

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.2.10 생화학

- 생물학적, 화학적 물질 또는 매개체를 살포하거나 투사하여 적의 공격에 대응하는 하는 방안으로 생화학 무기 탐지식별, 경보체계, 보호체계, 제독체계, 해독체계 등에 대한 효율적 대응을 위한 기술임.
- 첫째, 탐지식별 경보체계는 접촉식 탐지경보기를 이용하여 국부적인 지역의 경보체계를 수리하거나 원거리 광역탐지 경보기를 이용하여 광범위한 지역에 대한 조기경보 체계 등의 기술임.
- 둘째, 보호체계는 오염지역 내 병사들의 생존성을 확보하고 효율적인 임무를 수행을 지원하는 기술임.
- 셋째, 제독체계는 정밀장비·시설·인원을 제독하는 기술임.

- 넷째, 해독체계는 복합 생물 및 다중 화학 공격에 대한 예방 및 치료 기술임.
- 국내의 경우 환경오염 및 유류유출 사고 등 환경문제 해결을 위한 오염원 조기식별, 오염정화 기술 발전 연구개발 역량을 집중하고 있음.⁴³⁾
- 환경부의 ‘중장기 환경기술로드맵(Eco-TRM 2022, 2013~2022)’를 마련하여 지속가능한 토양·지하수 환경관리 부분에 속하는 40대 중점 기술로 토양·지하수 오염 사전예방 기술, 오염정화 및 복원기술 등을 선정하였고, 오염물질 측정장치 및 환경네트워크 및 시스템 기술이 선정되었음.
- 화생방 무기체계의 발전추세는 재래식 무기를 보유할 가능성이 높은 북한과 대립하고 있는 상황에서는 방호를 위한 무기체계의 비중이 높음.
- 미래전 양상에서는 조기에 정보수집 할 수 있는 원거리 작용제 탐지식별 장비를 이용한 선제타격하여 적의 생화학 무기의 조기무력화가 가능 우수한 화생방 방호와 제독능력을 갖춘 장비를 지속적으로 개발하고 있음.
- 세계 각국은 화생방 방호 무기체계를 계속적으로 연구개발하고 있으며, 화생방 조기 경보, 생물학 탐지장비의 소형화, 경량화하여 신속한 이동 및 탐지가 가능한 첨단 화생방 무기체계가 개발하고 실용화하고 있음.



[그림 6-3] 기술영역별 화생방 무기체계 발전방향

자료 : 김익희, “화생방 무기체계의 변천사와 향후 발전 방향”, 2016. 2.

43) 한국과학기술기획평가원, “2016년도 과학기술연감”, 2017. 2.

- 생화학(화생방) 분야와 관련하여 향후 국방분야에서 유용하게 활용될 수 있는 기술을 식별한 결과는 다음과 같음.

<표 6-12> 생화학 분야 미래국방 기술개발과제 사례

기술명	기술개요	국방과학 기술분류	무기체계 유형
스마트 섬유형 화생방 보호 기술	화생방 오염 물질 무해화 능력뿐 아니라 전장 및 생체 신호 전달/공유 가능한 스마트재료 기술	소재	화생방
초고속탐색(HTS) 기반 신속 해독 물질 개발 기술	HTS(High Throughout Screening) 방법으로 새로운 위협 물질에 대한 해독제를 신속하게 개발하는 기술	화생방	기타
극소형 생화학 물질 탐지 기술	대기 중의 생화학 물질을 선택적으로 감지하고, 기존 DB에 등록된 물질의 특성과 비교하여 오염원을 매우 빠른 시간 내에 분석하여 식별할 수 있는 고감도 극소형 센서 기술	센서	화생방
플라즈마 기반 수질 정제 기술	플라즈마를 이용하여 오염수 내 화학/생화학 오염 물질을 제거하여 음용이 가능한 식수로 전환하는 기술	화생방	기타

자료 : 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12

6.3. 미래 국방 기초·원천 R&D 조사 기획 연구 RFP (안)

- 미래 국방 역량을 강화하기 위한 분야별 기초·원천 R&D를 보다 체계적이고 효율적으로 추진하기 위해서는 다음과 같은 예비타당성 조사 기획 연구를 추진할 필요가 있음

과제명	미래 국방 기초·원천 R&D 사전 조사 기획 연구
연구 목표	- 5차원 공간으로 확장되는 미래 전장 환경에서 국방 역량 강화로 이어질 혁신적이고 도전적인 미래 국방 개발 전략(중장기 기술 로드맵 등) 도출 - 과학기술정보통신부 주도의 미래 국방 기초·원천 R&D 신규 사업 기획
연구 내용 및 범위	- 국내외 국방 기술 및 방위산업 현황 분석 - 미래 국방 전망 분석 - 미래 국방 요소군(분야) 세부 도출 및 상세 중장기 기술 로드맵 작성 - 미래 국방 R&D 신규 사업 기획
연구 추진 방법	- 민(산/학/연)·군 전문가들로 구성된 자문위원회, 실무협의회 및 기획전담반 구성 및 운영 - 공청회 등을 통한 의견 수렴 - 사업의 기술적, 사회 경제적 타당성에 대한 분석 기법 적용
연구비 및 연구기간	연구비: (백만원) / 2018.1월 ~ 2018.12월(12개월)

제7장 결론

□ 국방 R&D 연구 패러다임 전환

- 연구 주체: 폐쇄적 연구 → 다양한 주체가 참여하는 개방적 연구
- 연구 내용: 추격형 연구 → 전투력 우위를 이끄는 선도적 연구
- 연구 방식: 경직적 연구 → 경쟁형, 상향식 R&D 등 유연한 연구

□ 미래 전장 환경에서 국방력 우위로 연계될 수 있는 미래 국방 분야 특화 기초·원천 R&D 사업 신설 추진

- 국방부의 미미한 기초연구 예산과 무기체계 중심의 개발을 보완하기 위해, 과학기술정보통신부 주도의 국방 기초·원천 연구 추진

□ 단기적·경직적인 국방 소요를 벗어나 국방력 향상에 기여할 수 있는 도전적·혁신적인 「미래 국방 요소 기술군」 발굴

□ 공공·민간 분야의 연구 역량 및 인프라를 최대한 활용하여 미래국방 기술을 효과적으로 확보하기 위한 「미래 국방 R&D 중장기 전략」 수립 및 「요소 기술군별 기술 개발 로드맵」 마련

□ 공유와 협업이 가능한 전문적·개방적 연구기획 및 관리 체계 마련

- 과학 기술 R&D 전문 기관에 미래국방 PM을 신설, 과학기술과 국방 분야 전문성에 기반한 자율적 연구기획 및 관리 추진
- 국방 분야 미래 기술수요와 과학기술 R&D 기획을 지속적으로 연계하는 실무협의체로서 (가칭) 미래 국방 R&D 전문기관협의체 구성 및 운영

□ 국가R&D 역량을 결집하는 「미래국방 R&D 중점 연구 센터」 설치 및 운영

- 요소 기술군 별로 전문성있는 출연(연) 또는 대학을 중점 연구 센터로 지정 및 운영

□ 혁신적 미래 국방 기술을 조기에 확보하기 2-Track 연구 추진

- Track1: 민간의 자율성·창의성 주도 분야
 - 미래 국방 기초·원천 R&D 강화: 과학기술정보통신부 주도의 국방 기초·원천 연구 추진
 - 기존 기초원천 연구 성과를 국방관점에서 전환 활용하기 위해 필요한 가교연구 중점 추진(필요 시 신개념 기초·원천 연구 허용)
- Track2: 부처간 전략적 협력 분야
 - 우수한 기초·원천R&D 성과를 국방 분야로 신속히 scale-up 하기 위한 다부처 협력의 국방 전략 과제 추진
 - 다부처가 참여하여 공동 기획하고 산업체, 연구기관 등 민간이 활발히 참여하는 단일 사업단 형태로 운영

□ 국가 R&D(비 국방) 및 국방 R&D 영역간 긴밀한 정책협의 및 인력·인프라 공동 활용체계 구축 및 운영

- 미래국방 부처협의회 구성·운영: 과기정통부/국방부(방사청)/국토부/해수부 등
- 미래국방 자문위원회 구성·운영: 정책 및 기술분야 민간 전문가 중심으로 구성하여 자문 및 Think-Tank 역할 수행
- 기술협의회 구성·운영: 민·관 전문가가 참여하여 정책공유 및 애로 사항 등 의견수렴

□ 지능화, 정보화, 무인화 등 4차 산업혁명기술을 중심으로 국방분야 조기 적용 및 테스트를 통해 기술 개발 → 전장 적용 기간 단축

- 4차 산업혁명 기술을 중심으로 군 현장에 적용되어 병력 및 자원 운영의 효율성을 증대할 수 있는 기술을 패키지화 하여 개발 추진
- 기술의 실제 수요자인 일선부대를 「스마트 부대」로 선정하여 기술 개발 과정에

서 Test-Bed 역할 수행 및 사용자의 의견 반영을 통한 현장 활용성 증대 및 기능·성능 향상 도모

- 「스마트 부대」를 통해 현장 활용성이 검증된 기술은 군 획득소요에 단기에 반영하여 전 군에 확대 적용 추진

□ 미래 국방 R&D 중점 추진 10대 분야(안) 도출

- 무인화 분야, 인공지능 분야, 뇌-인간 인터페이스 분야, 에너지 무기 분야
초연결(IoT/IoE)분야, 사이버 분야, 신 소재 분야, 차세대 배터리 분야, VR/AR/MR 분야, 생화학 분야

• 참고문헌 •

- 국방기술품질원, 「미래 무기체계 핵심기술(일반본)」, 2016.12
- 국방기술품질원, “2016 세계 방산시장 연감”, 2016
- 국방기술품질원, “2017 세계 방산시장 연감”, 2017
- 국방기술품질원, “소요기획 강화를 위한 국방기술기획 방법론 연구”, 2016.7
- 국방기술품질원, 「4차 산업혁명과 연계한 미래국방기술」, 2017.12
- 국방부, 「2014 ~ 2028 국방과학기술진흥정책서」, 2014.
- 국방부, 「2016년 국방백서」, 2016
- 국정기획자문위원회, “문재인 정부 국정운영 5개년 계획”, 2017.7
- 관계부처 종합, 「제2차 민군기술력사업 기본계획(안)」, 2017.12
- 관계부처 종합, 「민군기술협력사업 2016년 시행계획」, 2016.2
- 방위사업청 등, “국방기술 연구개발 소개”, 2015.
- 방위사업청, 「17 ~ '31 핵심기술기획서」, 2017
- 방위사업청, 「2017년도 국방과학기술진흥실행계획(안)」, 2017.3
- 방위사업청, “2016년도 방위사업 통계연보”, 2016.6.10.
- 방위사업청, 「15 ~ '29 국방과학기술진흥 실행계획 일반본
- 방위사업청·국방기술품질원, “2016년 선도형 핵심기술 기획연구보고서”, 2016.9
- 박영수, “국방 기초원천기술 개발방안”, 국방기술품질원, 2017.9.26. (미래국방 기초·원천 R&D 활성화 방안 토론회 발표자료)
- 박용운, “4차 산업혁명 시대 ICT 기술의 국방적용 방향과 과제”, 2017.10.11. (KRINS 세미나 발표자료)
- 이정석, “국가안보 위기 극복을 위한 정부R&D 공동의 책임과 협력”, 국방과학연구소 (제 63회 KISTEP 수요포럼 발표자료)
- 미래창조과학부, “제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책”, 2017.1
- 미래창조과학부, “2018년 정부 연구개발사업 예산 배분조정(안)”, 2017.6
- 안보경영연구원, “민군기술협력사업 전략기술분야 발굴방안 연구”, 2013.10
- 안보경영연구원, “주요 선진국의 획득제도 사례분석을 통한 시사점 연구”, 2017
- 안보경영연구원, “전력소요검증 민간기술 활용성 분석 및 발전 연구”, 2016.12
- 산업연구원, “창조경제 시대의 민군기술융합 촉진을 위한 제도개선 방안”, 2013.12.
- 한국과학기술기획평가원, “제2차 민군기술협력사업 기본계획(안) 토론회”. 2017.10.25.

- 산업통상자원부, 방위사업청, “2017 민군기술협력 활성화 컨퍼런스” 2017.02.22.
- 미래창조과학부 “기후변화대응 6대 기술 R&D 성과 발표회” 2015.10.23.
- 「4차 산업혁명 대응계획」 2017.11. 관계부처 합동
- Canadian Armed Forces, ‘Future Concepts Directive Part2: Future air Operating Concept’, 15th Aug. 2016.
- DIUx, “DIUx Commercial Solutions Opening : How-to Guide”, 2016. 11.
- Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer, FLC Technology Transfer Desk Reference: A Comprehensive Guide to Technology Transfer, 2013
- Lazaric Nathalie 외, “Changes in the French defence innovation system : New roles and capabilities for the government agency for defence, Industry and Innovation”, 2011.
- New Zealand Government, ‘Future Land Operating Concept 2035: Integrated Land Missions’
- U.S. Government Accountability Office, “Defense Technology Development : Technology Transition Programs Support Military Users, but Opportunities Exist to Improve Measurement Of Outcomes”, 2013.
- US Army, ‘The Us Army Operating Concept, Win in a Complex World 2020–2040’, 31st Oct. 2014.
- 프랑스 국립우주연구센터, CNES and French MoD : a Common Approach for Security and Defence in Space, 2009.
- 프랑스 병기본부, Policy and Scientific Objectives(POS), 2010.
- 프랑스 경제재정산업부, Ministerial Mission Projects Annual Performance Notes to the Bill for France, 2012.
- 프랑스 국립연구청, Support Specific Work of Defense Research and Innovation, 2013.