

몰입과 여유 | 최고의 성과를 위해 몰입하고,
뒤따르는 여유를 즐기다

중소·벤처기업이 보유하고 있는 기술력은 우리나라
산업의 뿌리이자 미래입니다. 방위산업도 마찬가지입니다.
방위산업을 지탱하고 있는 뿌리가 튼튼해야만
국내 방위산업이 더욱 멀리 뻗어 나갈 수 있습니다.

방산분야 중소·벤처기업은 국내 연구개발·산업 역량을
국방에 유입시키고, 그동안 내수경제에 치중해왔던
산업구조에서 탈피해 안정적 수출기반을 마련하는 등
우리나라 경제에 새로운 성장 동력을 가져다줄 것입니다.

국방기술품질원은 민간의 우수한 중소·벤처기업이
국방의 핵심부품을 개발하는
글로벌 경쟁력을 갖춘 방산 중견기업으로
성장할 수 있도록 육성·지원하고 있습니다.

기술로 품질로

CONTENTS

2018 가을호 Vol.48

- 02 테마
- 06 DTaQ zoom
국방기술품질원의 임무와 역할
- 16 DTaQ 라이브 ①
기술로 미래를! 품질로 세계를!
- 2018 판보로 에어쇼 참가기
- 22 DTaQ 라이브 ②
장애인 일일체험,
역지사지(易地思之)의 의미를 깨닫다



- 24 해시태그 #테마
다독다독(多讀多讀),
가을에 읽기 좋은 책 추천
- 28 여유가 있는 오후
온전히 나를 위한 향과 색을 만드는 시간,
향초 만들기
- 32 DTaQ 뉴스



DTaQ Reports

- 38 Report ①
절충교역으로 획득한 기술의
가치평가
- 42 Report ②
비행 시뮬레이터의 기술 동향 및
발전 방안
- 46 Report ③
미세유체 기반의 플랫폼을 이용한
생물학 작용제 간이식별 방안
- 50 Report ④
품질개선 데이터를 활용한 중소
협력업체 품질경영시스템 개선 방법
- 54 Report ⑤
고장 예지 및 건전성 관리
기술 연구 동향
- 58 Report ⑥
한국형 전차
적의 지휘부로 진격 준비 완료!

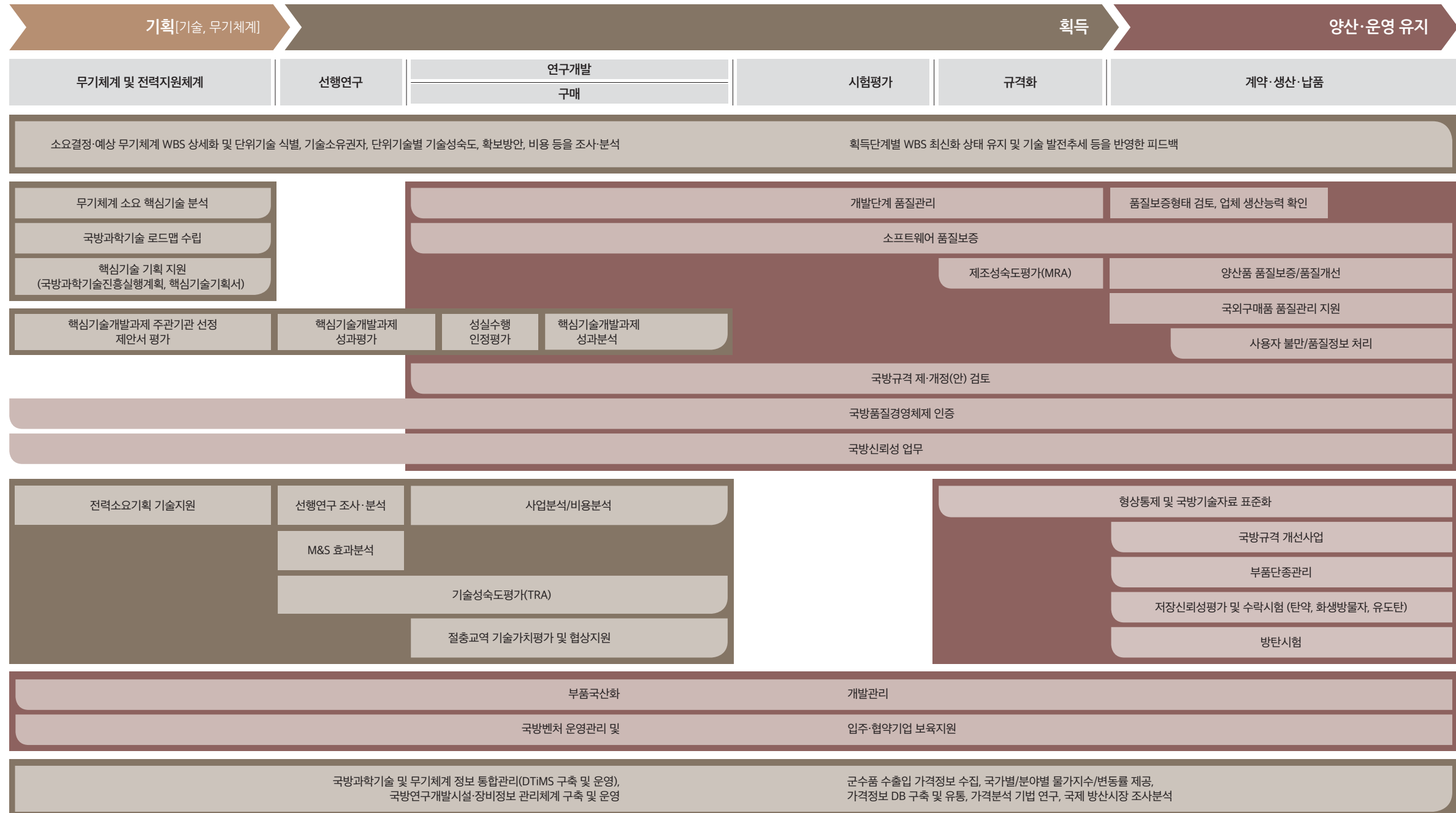




국방기술품질원의 임무와 역할

국방기술품질원(이하 기품원)은 '완벽한 군수품 품질실현 및 미래 선도적 기술기획'이라는 임무를 수행하고 있습니다. 기품원은 2006년 방위사업청 신설 직후, 품질관리만을 주 업무로 하던 기존의 국방품질관리소의 기능에 국방과학기술에 관한 업무 내용을 추가하여 확대·발전하였습니다. 10년이 지난 지금, 우리 직원들은 방위사업의 시작과 끝에 이르기까지 다양한 분야에서 제 역할을 수행하고 있습니다. 이번 글에서는 기품원의 임무와 역할을 크게 '국방기술기획'과 '국방품질경영'으로 나눠 자세하게 소개하고자 합니다.

글: 기술기획운영실 김장현 선임연구원, 품질경영운영실 송재용 책임연구원



■ 기술기획
■ 품질경영

군수품 품질보증/
방산물자 품질경영

군수품 표준화/
시험평가

국방기술 협력사업

국방기술기획

국방기술기획 업무 목록

구분	상세 내용
① 기술조사·분석	- WBS 상세화 및 단위기술 식별 - 단위기술별 조사·분석 - 획득단계별 WBS 최신화
② 국방과학기술기획	- 무기체계 소요 핵심기술 분석 - 국방과학기술 로드맵 수립 - 핵심기술기획
③ 핵심기술사업평가	- 주관기관 선정 제안서 평가 - 성과평가 - 성과분석
④ 방위력개선사업 조사·분석·평가	- 전력소요기획 기술지원 - 선행연구 조사·분석 - 사업분석/비용분석 - M&S효과분석 - 기술성숙도평가(TRA) - 절충교역 협상지원/기술가치평가
⑤ 기술정보/가격정보	- DTIMS 구축/운영 - 수출입 가격정보 수집·제공 - 국제 방산시장 조사·분석 - 국방연구개발시설·장비정보체계 구축·운영

국방기술기획은 첨단 기술 수요를 선도·창출하는 업무입니다. 무기체계에 적용될 핵심기술을 확보하기 위하여 기술개발 분야의 선정, 성능·일정·비용 등 개발목표의 설정, 효율적 자원의 배분을 고려한 중장기 개발 전략의 수립, 선택과 집중의 과제기획까지 일련의 의사결정을 과학적이고 체계적인 방법으로 수행합니다.

1

기술조사·분석

• 정보 조사

기술기획 업무는 위협분석 및 대상 무기체계 특성 분석 등을 통해 대상 무기체계를 식별하고 이에 대한 이해를 돕기 위한 정보 조사 활동으로 시작합니다. 정보 조사 활동은 해당 무기체계의 요구능력으로부터 유사무기체계를 포함한 국내·외 개발동향을 파악하는 것으로, 미 DTIC(Defense Technical Information Center)의 R&E Gateway와 우리나라의 국방과학기술통합정보체계(DTIMS : Defense Technology inforMation Service) 등과 같은 각종 정보원을 활용하여 기술·지식정보를 검색하고 수집합니다.

• WBS 상세화 및 단위기술 식별

정보 조사 결과를 토대로 작업분할구조(WBS : Work Breakdown Structure)를 활용하여 무기체계, 부체계, 구성품 및 부품에 이르는 구성 기술을 분석합니다. WBS는 무기체계 상위 레벨부터 부품에 이르는 하위 레벨까지 분해 가능한 관계를 효과적으로 표현할 수 있습니다. 분해 단계에 따라 무기체계 요구성능 및 운영개념을 심층적으로 분석하고 부체계, 구성품 및 부품의 개략 성능 및 기술 보유기관 현황을 토대로 상세화합니다. 이때 기 개발된 기술을 식별하기 위해 무기체계 및 핵심기술 개발 실적뿐만 아니라 현재 개발 중인 과제에 대한 조사를 함께 수행하게 됩니다.

• 기술조사·분석

상기 WBS 분석 결과를 바탕으로 개략 성능 및 소요시기와 상호 비교함으로써 분석 대상 무기체계의 국내 연구개발 가능성을 판단할 수 있습니다. 또한 해외 유사무기체계 기술수준과 비교하여 선진국 대비 국내 기술수준 격차를 가능해 볼 수도 있습니다. 국방과학기술 조사서는 기술조사·분석결과를 망라하는 대표문서로 8대 무기체계 분야별 기술조사 결과를 집대성하여 합동군사전략목표기획서(JSOP : Joint Strategy Objective Plan)의 무기체계 및 미래 예상소요 무기체계에 대한 개념 설정, 관련 소요기술의 식별과 예측, 국내·외 기술수준 및 발전방향 등을 종합적으로 제시합니다.

2

국방과학기술기획

• 기술기획

기술기획 업무는 기술조사 결과를 바탕으로 무기체계 소요 핵심기술을 분석하고 한정된 예산에서 개발이 필요한 과제를 도출하는 중장기 기술기획 업무를 수행합니다. 국내 기술 수준이 낮은 경우 개발의 시급성, 국내개발 가능성 및 선진국 수출통제(E/L : Export License)에 따른 확보 가능성 등을 검토하여 개발목표, 일정 및 비용 등을 포함한 핵심기술 개발전략을 수립하고 핵심기술 간 예상 개발시기를 도식화하여 비교하는 핵심기술로드맵(Roadmap)을 작성합니다.

• 과제기획

과제기획 업무는 중장기 핵심기술 개발전략에 추가로 사용자의 수요 조사결과 및 개발자의 역량을 고려하여 예산에 반영할 핵심기술 과제를 선정합니다. 합참, 군, 산학연 및 국과연 등을 대상으로 공모 설명회를 수행하여 핵심기술 수요를 조사하고, 민·군의 전문가들로 구성된 핵심기술기획팀을 구성하여 공모과제를 검토하거나, 기획연구팀을 편성하여 과제를 심층기획하고 우선순위를 판단합니다.

핵심기술 과제는 목적과 착수시기에 따라 구분할 수 있습니다. 전력화 대상 무기체계의 획득에 필요한 핵심기술을 F+3~F+15년 중·장기 소요기획 체계에 따라 반영하는 '무기체계 연계형', 산학연 위주로 집중 육성이 필요한 기술 및 공통기반기술을 F+1년도에 반영하여 신속하게 개발하는 단기 기획체계인 '선도형/핵심SW', 기획자가 중점기획대상 핵심기술 분석하고 기술 카드를 작성하여 과제화를 추진하는 '하향식' 등의 세 가지 형태가 있습니다.

3

핵심기술사업 평가

• 제안서평가/성과평가

무기체계는 현존하는 첨단 기술의 집합체로서, 기술조사·분석·기획 단계부터 연구개발, 사업성과에 대한 평가까지 일련의 과정이 체계적이고 유기적으로 실행되어야 합니다. 따라서 기술기획본부는 연구개발자가 직접 수행할 수 없는 영역인 연구개발 사업의 관리·조정을 위한 성과 평가 및 성과 분석 업무를 수행하고 있습니다. 핵심기술사업 평가 업무는 크게 핵심기술 연구개발의 성과 평가와 성과 분석/추적조사로 나뉘집니다. 핵심기술 연구개발 성과 평가는 방위사업청으로부터 해당 연도 평가지침을 접수하여 연간

평가 계획을 수립하고 평가 대상 과제별 사전분석을 통해 전문성과 객관성을 겸비한 평가 위원회를 구성하여 수행합니다.

• 성과 분석/추적조사

성과 분석/추적조사 업무는 핵심기술 연구개발 사업의 효율성 증대와 체계적인 관리 및 활용 촉진을 위해 해당 기술의 체계적응 여부, 기술활용성, 핵심요소기술의 개발 수준 및 인력양성 효과 등 연구개발자가 제시한 성과자료를 검토하여 분석하는 활동입니다. 성과분석은 F-1년 종료 과제를, 추적조사는 F-6~F-2년 종료 과제를 분석 대상으로 합니다.

4

방위력개선사업 조사·분석·평가

기품원은 무기체계에 적용되는 기술개발의 조사·분석·기획·평가뿐만 아니라 통합개념팀(CT : Integrated Concept Team)에 참여하여 합참의 소요기획을 지원하고, 소요가 결정되면 방위사업청의 무기체계 획득과 관련된 의사결정에 필요한 선행연구, 사업분석 및 기술성숙도평가(TRA : Technology Readiness Assessment) 등 방위력개선사업 조사·분석·평가 업무를 수행하고 있습니다.

• 선행연구 조사·분석

선행연구 조사·분석 업무는 소요가 결정된 무기체계의 연구개발 가능성, 전력화시기 및 소요량, 비용대비 효과 등을 조사·분석하여 최적의 획득방법 제시하는 등 방위사업청의 효율적인 사업추진기본전략 수립을 지원하는 활동입니다. 방위력개선사업의 효율성 및 객관성을 높이고 무기체계 획득 및 사업관리 과정에서의 시행착오를 방지하기 위해 51개의 기술적, 경제적 및 정책적 고려요소에 대한 연구를 수행하며 가용한 대안들을 모색하고 비교 분석함으로써 최적의 획득방안을 제시합니다. 또한 한정된 인력으로 증가하는 선행연구 조사·분석 요구 과제를 효율적으로 수행할 수 있도록 핵심기술 조사·분석·기획에서 작성된 무기체계 작업분할구조, 기술수준, 소요기술/핵심기술과의 연계성 강화를 추진하고 있습니다.

• 사업분석

사업분석은 사업추진 단계별 목표달성, 자원의 합리적 배분 및 효율적 사용 등을 목적으로 사업추진과 관련된 제반요소를 분석·평가하는 활동입니다. 선행연구 조사·분석과 주요 연구항목 및 세부 방법론에서 유사성이 있지만 사업추진 의사결정 과정에서 식별된 제한 사항 등 관련 쟁점사항을 식별한다는 점에서 일부 차이가 있습니다. 기품원은 방위사업관리규정 제41조 1항에 따라 긴급하거나 전문기술 등이 요구되는 특정 사업에 대한 사업분석 업무를 수행하며, 근거자료 조사, 유관기관 의견수렴을 통한 쟁점사항 식별, 과학적 검증 및 기술 분석을 통한 대안 제시 노력을 통해 무기체계 획득 사업의 합리적인 의사결정과 재정 운용 효율성 제고에 기여하고 있습니다.

• 기술성숙도평가(TRA)

기술성숙도평가는 무기체계에 적용되는 핵심기술요소(CTE : Critical Technology Ele-

ment)들이 어느 정도로 성숙한지를 정량적으로 평가하는 공식적인 프로세스로 최종 산출되는 기술성숙도(TRL)의 수준은 아이디어 단계에서 양산에 이르기까지 1~9단계로 정의합니다. 기술성숙도평가의 대상은 ▲총 사업비 200억 원 이상이고 위험도가 높을 것으로 예상되는 무기체계 연구개발 사업 ▲총 사업비 100억 원 이상이고 위험도가 높을 것으로 예상되는 핵심기술 시험개발 사업 및 군사적실용성평가가 완료된 ACTD 사업입니다. 방위사업청에서 기술성숙도평가의 수행을 요청하면, 기품원은 계획 수립, 기초자료 수집 및 평가팀 구성을 통해 CTE를 선정하고 TRL 근거자료를 수집하며 이를 최종적으로 검토하여 기술성숙도를 평가하게 됩니다. 이때 CTE 별로 평가된 TRL 레벨 중 가장 낮은 레벨이 해당 무기체계의 최종 TRL 수준으로 평가하되, TRL 4 이상은 탐색개발로 진입가능하며 TRL 6 이상은 체계개발 진입이 가능한 것으로 봅니다. 또한 탐색개발이나 ACTD사업에서 체계개발로 전환에는 TRL 6 이상, 체계개발에서 양산단계 전환에는 TRL 7 이상이 요구됩니다.

• 절충교역 협상 지원

절충교역 협상 지원 업무는 절충교역 추진 방향, 협상방안 작성 우선순위 등을 고려하여 필요요성, 국내 보유여부, 중복성 및 지침상 추진 곤란 사항 등을 검토하여 방위사업청의 절충교역 협상방안의 타당성 판단을 지원합니다. 방위사업청은 협상방안 선정회의를 통해 기관별로 제출한 검토결과를 종합하고 최종 협상방안을 선정합니다.

이후 방위사업청이 최종 협상방안을 주장비 사업의 제안요청서에 반영하여 국외업체로 통보하면, 국외업체는 제공 가능한 기술을 선정하여 제안서를 작성·제출합니다. 기품원은 절충교역 가치평가 방법론을 개발하고 이를 사용해 국외업체가 제안한 기술의 가치를 평가하고 있습니다.

5

기술정보/가격정보 업무

• 기술정보 수집 및 제공

기술정보 업무는 방위사업법에 규정된 국방과학기술 및 무기체계에 대한 정보의 통합관리를 근거로 국방과학기술정보의 체계적인 수집·관리·가공·분석·유통을 수행합니다. 또한 국방관련 기관이 각각 관리하고 있는 국방과학기술정보를 체계적으로 통합 관리하고 활용하기 위한 정보서비스인 DTIMS 체계를 개발·고도화하고 관리·운영하고 있습니다. 최근에는 국가과학기술 종합정보시스템(NTIS)과의 연계를 강화하여 국가연구개발 조사·분석을 지원하며 민간 연구기관과 국방분야 연구개발사업의 중복 방지로 투자효율을 제고하고, 최신 과학기술 정보를 공유하여 분야별 상호 기술확산·이전에도 기여하고 있습니다.

• 국방연구시설장비 관리

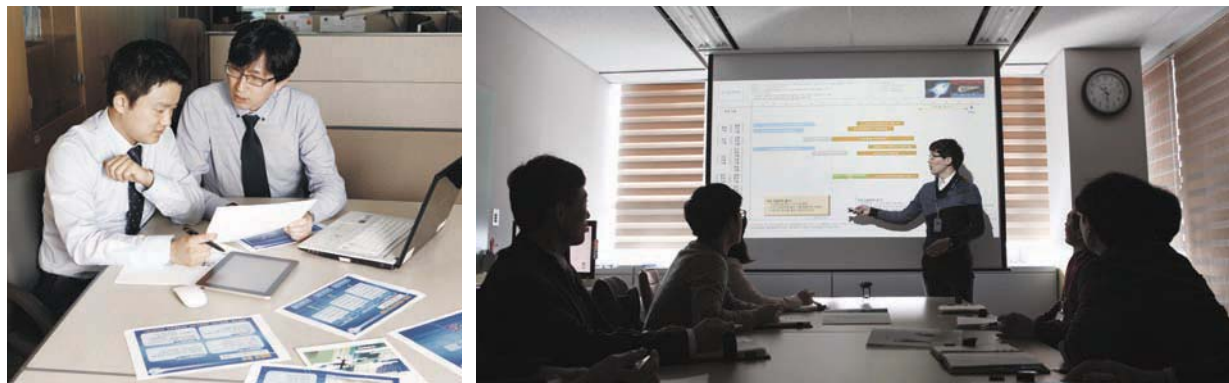
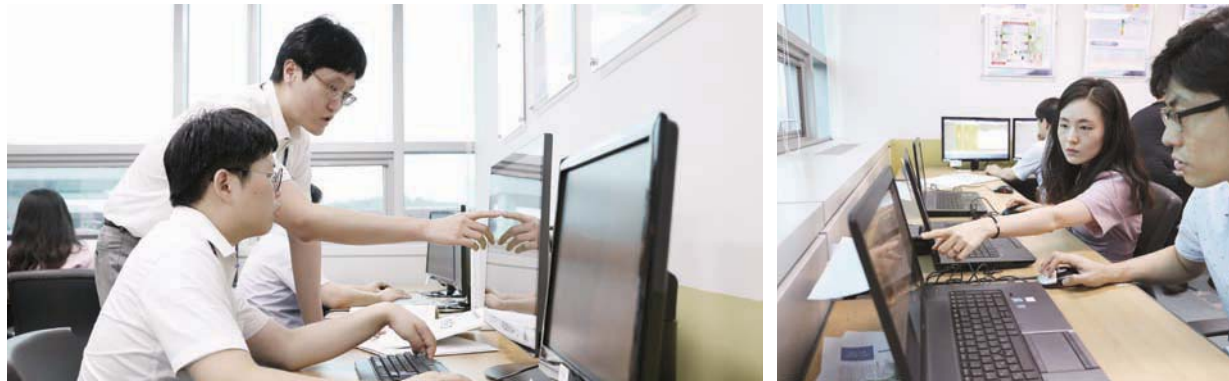
국방연구시설장비 관리는 「국방연구시설·장비의 관리 등에 관한 규정」에 따라 기품원에 2017년 신규로 부여된 업무입니다. 국방연구시설장비를 개방하고 공동 활용하기 위하여 DTIMS 3.0 2단계 사업을 통해 정보시스템을 구축하였으며, 국방연구시설장비 소유 중복성 검토 및 시설·장비 조사 등을 점검하기 위한 인력 및 전담부서 구성 등 업무기반을 조성 중입니다.

•방산시장 조사·분석

국제 방산시장 조사·분석 업무는 군수품 해외 입찰정보 수집하여 방위사업청의 데이터 베이스를 통해 방산업체에 제공하고 국방 분야 중소·협력·벤처기업 대상 권역별 입찰 정보 설명회를 지원하며, 연구개발단계 무기체계 수출 가능성 분석·제공을 통해 방산수출 활성화에 기여하고 있습니다. 수출 가능성 분석 업무의 세부 절차는 합참의 연간 ICT 운영계획에 의거하여 분기별 검토 대상 사업을 선정하면, 기품원은 Janes 및 Forecast International 등 각종 해외 정보원을 활용하여 무기체계별 세계시장 현황 관련 자료를 축적합니다. 이 후 방위사업청의 소요검토 요청서가 접수되면 축적한 자료를 토대로 해당 무기체계의 시장성 및 수출 가능성 등을 검토합니다.

•수출입 가격정보

방위사업청은 무기체계의 기종 결정과 관련하여 제안요청서 작성 시 및 경상사업의 경우 조달예비판단을 완료한 때 가격정보 획득이 필요하게 됩니다. 수출·입 가격정보 업무는 군수품 가격정보를 획득·분석 및 제공함으로써 방위사업청의 목표가 산정, 한도액 업체 제시가 검증 및 수입재료비 원가검증업무를 지원합니다.



국방품질경영

| 국방품질경영 업무 목록 |

구분	상세 내용
① 군수품 품질보증	- 개발단계 품질관리 및 제조성숙도평가(MRA) - 품질보증형태 검토 및 양산품 품질보증 - 품질개선 - 사용자불만/품질정보처리 - 국외구매품 품질관리 지원
② 방산물자 품질경영	- 국방품질경영체계 인증
③ 군수품 표준화/ 시험평가	- 국방규격(안) 검토 - 형상통제 및 국방기술자료 표준화 - 국방규격 개선사업 - 부품단종관리 - 국방신뢰성 업무 - 저장신뢰성평가 및 수락시험 - 방탄시험
④ 국방기술 협력사업	- 부품국산화 개발관리 - 국방벤처 운영관리·보육지원

국방품질경영은 우수한 품질의 무기체계를 획득·운용하기 위하여 개발단계부터 양산 및 운영까지의 수명주기 전반에 걸쳐 품질을 관리하고 방산업체 등 군수품을 생산하는 업체의 품질경영능력을 향상할 수 있도록 하는 활동입니다.

1 군수품 품질보증

기품원에서는 무기체계의 품질을 개발단계부터 확보하기 위하여 체계개발의 여러 단계에 참여하여 품질관점에서 개발의 진행과정을 확인하고 있으며, 특히 개발업체가 양산체계를 갖추지 못하여 양산 초기에 생산이 지연되거나 과도한 품질문제가 발생하는 것을 예방하기 위한 목적으로, 체계개발 종료단계에서 개발업체의 양산체계 구축여부를 평가하는 제조성숙도평가 실시를 통해 미비한 사항을 보완하고 개발업체가 완벽한 생산체계를 구축할 수 있도록 하고 있습니다.

양산단계부터는 우선 품목·생산업체의 특성을 고려한 위험도 평가를 통해, 4단계로 차등화된 정부품질보증 형태 중 어떤 것이 적절한지 품목별로 설정합니다. 양산 계약이 되면 품질보증형태를 기준으로 국방규격을 충족하는지의 여부를 확인하는 정부품질보증활동, 즉 제품확인감사·프로세스 검토·업체 품질시스템 평가 등의 다양한 방법을 각 품목의 특성에 맞게 선정하여 맞춤형으로 수행합니다.

또한 이전에 배치된 무기체계의 운용 중에 발생하는 군의 애로사항을 파악하고 결함을 신속히 조치하는 등의 사용자불만 및 품질정보처리 업무도 수행하고 있습니다. 이 과정 중에서 식별된 무기체계에 대한 군의 개선 요구사항 및 반복적으로 발생하는 문제점을 해소하기 위하여, 원인을 분석하고 설계 개선 방안을 강구하는 등의 품질개선을 추진합니다. 품질개선은 무기체계의 개선 외에도 생산업체의 생산성과 품질 결함을 예방하기 위한 공정 개선 등이 같이 수행되고 있으며, 이러한 활동을 통해 개발 이후 무기체계의 지속적인 품질 향상에 기여하고 있습니다.

이와 함께, 국내에서 생산하는 무기체계의 품질보증 외에도 해외에서 도입하는 품목의 품질을 확보하기 위하여 미국, 프랑스, 독일 등 23개국과 국제품질보증협정을 체결하여 구매국 정부의 품질보증을 거쳐 수입될 수 있도록 요청하는 등, 방위사업청과 각 군의 품질관리 활동을 지원하고 있습니다.

2

방산물자 품질경영

방위사업청에서는 방산물자 및 군수품을 생산하는 업체가 스스로 우수한 품질의 제품을 개발하고 생산할 수 있는 역량과 관련 업무 체계를 갖출 수 있도록 국방품질경영체제를 설정하고 있으며, 이 체제를 인증받은 업체에는 많은 혜택을 주고 있습니다. 기품원은 이 국방품질경영체제 인증을 희망하는 업체에 대하여 적극적인 업무체계를 갖추고 잘 실행되고 있는지 심사하는 업무를 담당하고 있습니다.

이 과정에서 신청업체가 ISO 9001인증 획득을 희망하면 같이 심사하여, 적격일 경우 인증서를 발급합니다. 또한 인증을 획득한 업체의 품질경영체제가 적절히 유지되고 있는지 사후관리 심사도 수행합니다.

3

군수품 표준화 및 시험평가

무기체계를 비롯하여 주요한 군수품은 개발이 완료되면 국방규격을 제정토록 하고 있습니다. 기품원은 전문연구기관으로서, 이러한 국방규격을 제정하기 위하여 연구개발기관에서 규격(안)을 작성하면 규격의 구성 · 품질요구조건의 설정 · 도면 등 기술자료의 타당성 등을 검토하여 무기체계 양산 시 발생할 수 있는 제반 문제점을 최소화하기 위해 활동하고 있습니다.

그리고 군수품의 양산 및 운영과정을 위해 사업비 증액이나 군수품 보급 시기의 조정 등 사업적 판단이 필요하지 않은 설계변경 사항 등에 대한 형상통제 업무를 수행하며, 과거에 만들어진 국방규격의 진부화를 예방하기 위하여 국방규격의 전체 내용을 검토하고 필요한 사항에 대하여 설계를 보완하는 국방규격 개선사업을 수행하고 있습니다.

이외에도 무기체계의 신뢰성을 분석하여 차기 무기체계 설계 시 신뢰성 향상을 위해 반영이 필요한 사항을 도출하고 양산 및 운영 중인 무기체계의 신뢰성 향상 방안을 연구하며, 군에서 장기간에 걸쳐 보관 중인 탄약과 각종 화학제품의 신뢰성을 분석하여 계속 사용 가능여부를 평가 중이며, 향후 유도무기 분야의 신뢰성 분석 능력 확보를 위해 준비 중입니다.

또한 신뢰성 분석 장비를 이용하여 여러 종류의 탄약에 대한 수락 시험과 방탄시험도 수행하고 있습니다. 최근 군에서 시급하게 생각하는 '부품 생산 중단 등으로 인한 무기체계 불가동'을 방지하기 위하여 부품 단종 관련 조사분석 및 대안 제시 등의 연구업무도 수행 중입니다.




4

국방기술 협력 사업

기품원에서는 중소기업 및 벤처업체 육성을 통한 국내 방산기반 구축을 위해 중소벤처기업부, 각 지방자치단체 등과 협력하여 부품국산화 개발사업과 국방벤처사업을 수행하고 있습니다.

부품국산화 사업은 무기체계에 적용 중인 수입부품을 중소벤처기업 등이 우리기술로 개발하여 대체할 수 있도록 개발대상 품목의 발굴, 개발업체 선정, 개발비 지원, 개발과정에서의 설계지도, 시험평가 수행, 국방규격 제작 등의 업무를 수행하고 있으며 현재까지 신공 미래공 미사일의 열추적 장치 등의 핵심부품을 포함하여 약 1만 품목의 개발에 성공하여 중소벤처기업의 먹거리와 일자리 창출에 기여하였습니다.

국방벤처사업은 우수 중소벤처기업이 국방시장에 진입할 수 있도록 국방획득체제와 관련된 교육을 실시하고, 기술 · 마케팅 지원 등의 보육활동을 수행하며, 국방사업 참여에 필요한 기술 개발을 위해 과제를 발굴하여 방위사업청 및 지방자치단체로부터 개발자금을 지원받을 수 있도록 돕고 있습니다. 현재 서울, 부산, 경남, 전주, 대전, 광주, 구미, 전남 등 8개 지역에 국방벤처센터를 운영하고 있습니다. 





기술로 미래를! 품질로 세계를! - 2018 판보로 에어쇼 참가기

세계 3대 에어쇼 중 하나로 손꼽히는 판보로 에어쇼 (Farnborough International Airshow 2018)가 지난 7월 16일부터 일주일간 영국 판보로 공항에서 열렸다. 짝수 해마다 열리는 이 에어쇼는 세계 각국의 주요 방산 업체와 군 관계자가 한자리에 모이고, 새로운 기술을 선보이는 중요한 행사다. 국방기술품질원에서는 국외기술교육의 일환으로 20명의 연구원이 이번 에어쇼에 참가했다. 현장에서 직접 보고 체험한 국방 분야 최신 기술동향을 소개한다.

글: 유도전자4팀 김지훈 연구원, 항공2팀 김영래 연구원,
항공3팀 황재교 연구원, 철충교역팀 임상진 연구원

Aerospace 4.0과 미래 항공 산업

Aerospace 4.0은 Industry 4.0(4차 산업)에 항공우주산업 분야가 대응하기 위해 탄생한 개념으로 생산 최적화 및 자동화를 통해 생산성 및 효율성을 향상하기 위한 목적이 있다. 이러한 목적을 달성하기 위한 Aerospace 4.0의 주요 연구 분야는 다음과 같다.

- Vertical & Horizontal Integration(수직 & 수평 계열화) : 통합 네트워크를 이용하여 공급, 수요, 지연, 결함 등의 이슈에 빠르게 대응할 수 있는 산업 구조
- Through-Engineering(쓰루 엔지니어링) : 전체 수명주기 데이터를 이용하여 제품을 설계, 개발, 제조하는 방법
- Breakthrough Technologies(획기적 기술) : 신소재, 인공지능, 적층제조 등 신기술을 이용하여 다중 시스템 설계 및 공장 최적화 정착



Aerospace 4.0은 다음과 같이 11개 세부 기술로 구분되어 있다.

클라우드 컴퓨팅 · 사물 인터넷 · 증강 현실 · 빅데이터 · 자동화 로봇 · 시뮬레이션 · 체계 통합 · 사이버 보안 · 적층제조

+

스마트 센서 · 위치 탐지

이 중 클라우드 컴퓨팅부터 적층제조까지는 4차 산업 세부 기술 분야와 동일하며, Aerospace 4.0에는 항공 산업의 특성을 살려 스마트 센서와 위치 탐지 기술이 추가되었다.

세계적으로 클라우드 컴퓨팅, 사물 인터넷, 증강 현실, 빅데이터, 자동화 로봇 등 대부분의 분야에서 적극적인 투자가 이루어지고 있으며, 사이버 보안 분야는 항공 산업에서 이제 막 발전하고 있는 분야이다. 국내의 경우 민수 분야에서 사물 인터넷, 증강 현실 기술 등이 세계적

수준에 있지만, 항공 분야 및 군수 분야에 적용이 되지는 않고 있다.

항공 업계는 4차 산업 시대에 대응하기 위해 Aerospace 4.0 개념을 수립하였으며, 해외 항공산업 기업들은 변화된 트렌드에 빠르게 대응하고 있다. 특히, IT, IoT, 네트워크 통합 등을 통한 생산성 및 효율성 향상을 기대하고 있다. Aerospace 4.0 세부 기술 중 일부는 민수 분야에서 국내 기술이 세계적인 수준이므로 이러한 세부 기술들을 식별하여 국내 항공 및 국방 산업에 적용할 필요가 있다.



무인항공기 관련 기술 동향

국방기술품질원에서 발행한 국방과학기술수준조사서에서 따르면, 군수 및 민수 분야에서 다양한 임무 수행이 가능한 무인항공기 관련 기술은 그 중요성과 수요가 계속 높아지는 데 비해 핵심기술에 대한 국내 기술 수준은 아직 그리 높지 않은 것으로 나타났다.

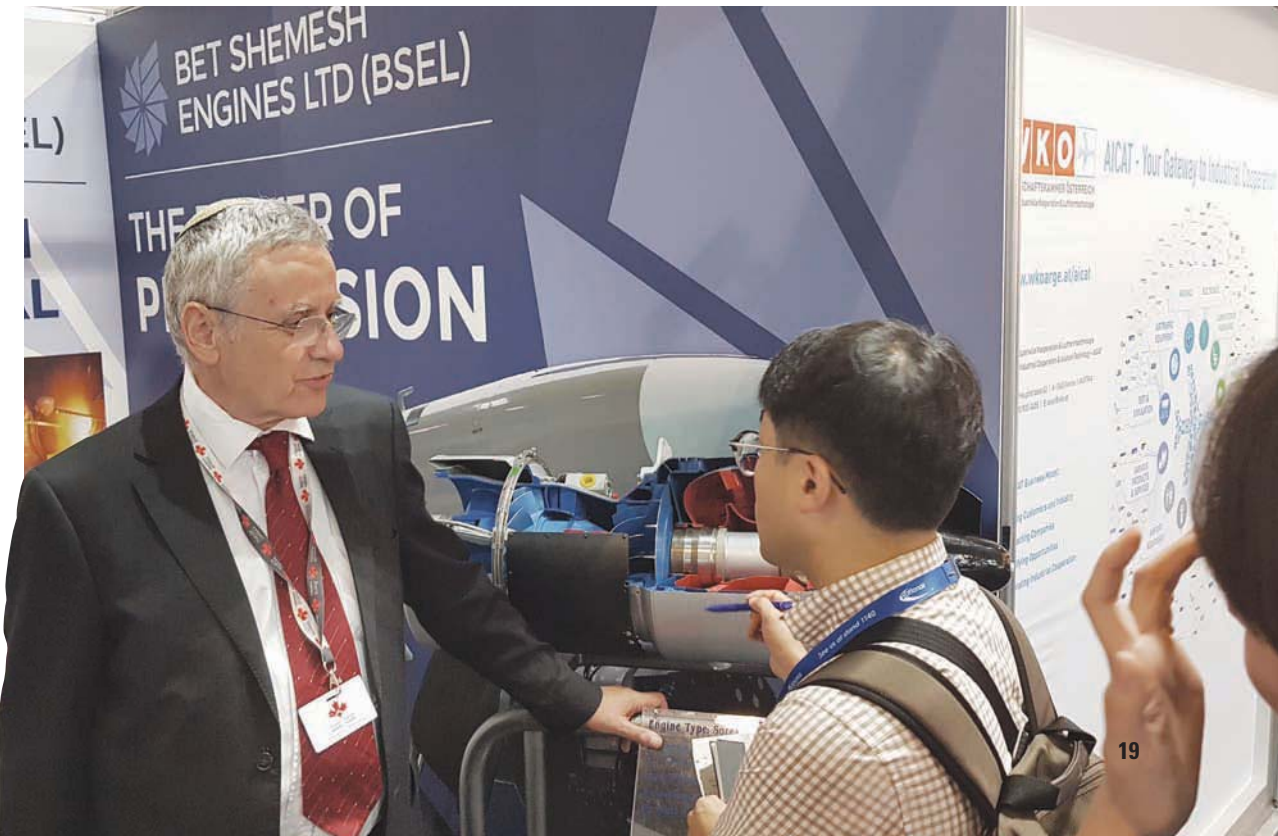
그렇다면 세계 기술 동향은 어떨까. 에어쇼에 참가한 각국 업체들 중 무인기 관련 기술을 보유한 100여 곳 중 대표적인 업체를 방문해 기술 동향을 살펴보았다. 특히 무인항공기 분야 중에서도 장기체공을 위한 엔진, 전지, 코팅 관련 기술을 보유한 업체와 기술 내용을 소개한다.

무인기 중 특히 체공시간이 긴 중대형 무인기는 수요가



꾸준히 존재하고 있는데, 이러한 중대형 무인기의 추진 기관으로 왕복엔진이나 가스터빈엔진을 사용한다. 따라서 국외업체들은 용도에 맞게 엔진의 성능 자체를 향상시키기 위해 기술개발하거나 또는 이러한 엔진으로부터 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위한 기술을 연구하고 있다. 이러한 엔진분야와 관련하여, TE사는 무인기에 최초로 2단 터보차저를 적용하여 중고도에서도 출력이 감소하지 않는 엔진을 개발하였고, PBS Velka사는 무인기용 소형엔진 제작기술을 보유했다. WESLAKE사는 대기오염물질 배출 감소를 위해 친환경 바이오연료를 사용하는 하이브리드 엔진 제작기술을 선보였다.

한편, 무인기가 운용되는 성층권은 대기 활동으로 인한 구름이 없기 때문에 태양광 발전에 최적의 조건을 갖추고 있다. 구글과 페이스북은 최대 5년간 성층권에서 장기체공 가능한 태양광 무인기를 개발해 오지에서도 와이파이가 기술로 무선 인터넷망을 구축할 계획을 발표하기도 했다. 태양전지 분야와 관련해서는, Micro Link사가 태양열을 흡수하는 파장대가 서로 다른 세 겹의 Solar cell의 개발기술을 보유하고 있었다.



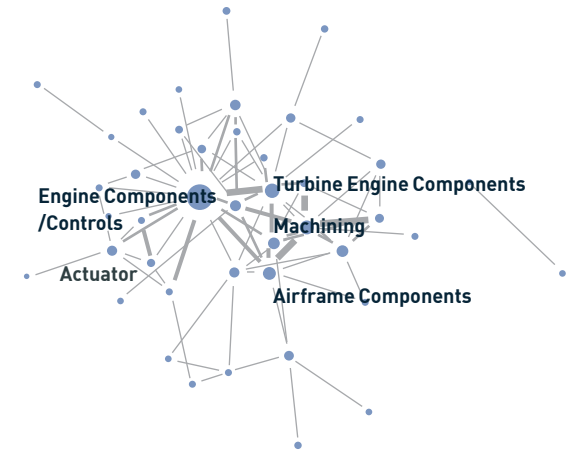


무인기에서 가스터빈의 블레이드, 베인 등 1200℃ 이상의 조건에서 사용되는 부품은 고온산화 및 고온부식환경에서 수만 시간 동안 기계적 성질 및 표면 특성을 유지해야 한다. 이 때문에 항공소재로 개발과 더불어 열차폐 코팅(Thermal Barrier Coating, TBC) 기술은 지속적으로 발전할 것으로 예상된다. 열차폐 코팅은 모재위에 세라믹 코팅층의 결합성을 높이기 위한 금속재 본드 코팅층과 저열전도성 세라믹재 탑코팅층으로 구성되며, 부품의 내산화성, 내부식성, 내마모성, 내열성을 개선할 수 있다. 이 분야와 관련해, IONBOND사는 열차폐 코팅방법 중 하나인 화학기상증착(CVD) 특화기술 보유업체로 다양한 형상의 모재에 일정한 코팅두께를 유지할 수 있도록 하는 CVA 진공 공정기술을 선보였다. PRAXAIR사는 열차폐 코팅방법 중 하나인 용사코팅 공정기술을 개발했다.


이를 NetMiner(Cyram社 개발)라는 분석 툴을 이용하여 연결 정도 중심성/근접 중심성/매개 중심성 분석 후 시각화하는 네트워크 분석(Network Analysis)을 수행하였다. 데이터 분석 결과, 항공우주 분야는 고도의 정밀성과 핵심기술들이 필요한 관계로 주요 선진국들(EU 13개 국가)은 Machining을 중심으로 다양한 기술들이 방사화되어 있었다. 이 외에도 Material, Testing, Electrical, Repair 기술 분류들이 별도로 그룹화되어 있었다. 반면 아시아(10개 국가) 지역은 네트워크 분석 결과, 단순 Components Manufacturing 및 Maintenance에 연결이 집중되어 있었으며, Node도 상대적으로 적어 기술적으로 성숙하지 못했음을 추론할 수 있었다. 또한 적어도 향후 수년간은 기계적인 기술들이 산업을 선도할 것임을 예측할 수 있었다.

빅데이터 분석을 활용한 최신기술 동향 분석

2018 판보로 에어쇼 진행 기간에 현지 부스 인터뷰, 문헌 수집 및 회사 홈페이지 검색 등을 통해 데이터를 수집해 전시 참여 업체들의 기술경향을 분석했다. 데이터는 아래와 같은 분류와 규모로 수집했다. 단, 분류 시 출판 업체, 금융 업체 및 마케팅 업체 등 생산기술과 직접적인 관계가 없는 분야의 업체들은 제외하였다.



- 규모 : 1,108개 업체, 223개 기술 분류, 45개 국가(7개 지역)
- 분류 : 참여 기관/업체, 기술 분류, 지역/국가, 업체 설명(키워드)

미국은 267개 업체 분석 결과 Engine Components, Turbine Engine Components 등 동력 관련 기술들에 대한 중심성 척도가 높게 나타나, 영국(349개 업체)의 Machining, Materials 등의 기술 분류와 비교되었다. 한국은 13개 업체를 분석하였으며 Engineering Support, Maintenance/Overhaul 등 유지보수/지원에 대한 기술들에 대한 중심성 척도가 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 이와 같은 빅데이터 기반 기술동향 분석은 국방기술 기획 및 연구 방향성 제시를 위한 보조 자료로도 활용할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 또한 국내 방산업체의 수출 진흥을 위해 국외 주요 기술분야를 제시할 수 있을 것으로 기대한다. 





장애인 일일체험, 역지사지(易地思之)의 의미를 깨닫다

“과연 우리 기품원은 장애인 방문객 및 직원이 자유롭게 활동이 가능한 환경일까?”
지난 8월 진주본원에 근무하는 주니어보드 8명이 휠체어를 타고
장애인 일일체험을 진행했다. 직접 체험을 해보니 비로소 보이기 시작했다.

글. 제3기 주니어보드



주니어보드란?

국방기술품질원은 참신한 아이디어의 정책 반영과 주니어-시니어 간 원활한 의사소통을 위해 만 40세 이하 비(非)보직자를 중심으로 주니어보드를 구성하여 운영하고 있습니다.



움직이는 것부터가 고통

“주니어보드에서 휠체어 타고 체험 한번 해보면 어때요?”
지난 8월 1일, 주니어보드는 미션을 하나 받았다. 우리 기품원 건물에 대한 장애인 접근성을 점검해 보기 위해서였다. 점심시간이 막 지난 오후, 본원에 근무하는 8명의 주니어보드 구성원이 한자리에 모였다. 휠체어가 신기한 듯 휠체어의 파킹브레이크와 1단, 2단 기어를 움직여보고 앉아서 휠을 돌려볼 때까지는 몰랐다. 우리가 얼마나 무지했는지를. 우리는 휠체어를 탄 장애인의 시점에서 건물 전체를 둘러보기로 했다. 본원 국제회의실에서 진행되는 행사의 방문객이 된 것처럼 행정관 주차장에서 자동문을 향해 돌진하는 순간이었다.

“어어, 뒤로 넘어갈 것 같아.”

평소 대수롭지 않게 생각하던 야트막한 경사를 오르려 했지만 뒤로 미끄러져 내려왔다. 경사는 후진으로 오른다는 말을 듣고 180도 회전하여 겨우 통과했다. 이어 구내식당에 가서 식판과 수저를 들고 배식 체험을 했다. 식판을 식탁까지 옮기는 것도 쉽지 않았다. 식판을 반납하고 나와서는 장애인 화장실에 들었다. 안에서 수동문을 잠그려다, 급격히 움직이는 문에 손가락이 찍힐뻔 해서 놀란 가슴을 쓸어내렸다.

엘리베이터를 타고 3층에 내려 출입기에 ID카드를 태그하고 문을 힘껏 밀어보는 순간이 절정이었다. 국방기관이라는 특성 때문에 보안상 문이 열린 채로 고정되지 않는 데다가, 휠체어에 앉아서 미는 힘으로는 문이 금방 닫혀버리고 말았다. 결국 옆의 동료가 무거운 문을 열어주는 것으로 해결했다.

지금 기품원에는 없는 것

기품원은 지난 2014년 7월 진주로 이전했다. 올해로 이전 5년째. 우리 기품원에 없는 것은 사실이 아닌 사람이었다. 휠체어를 타고 다니는 장애인 동료가 없었던 것이다. 한 번씩 번갈아가며 휠체어에 앉아서 원내를 돌아보니, 여우와 두루미가 등장하는 이솝우화가 떠올랐다. 여우가 두루미를 초대해서는 자기 방식대로 접시에 수프를 내오자, 두루미 부리로는 이를 먹을 수 없었다는 그 우화 말이다.

물론 한 두어 번은 장애인 방문객이 있었을 법도 하지만, 한 명씩 밀착하여 도와주면 그럭저럭 돌아다닐 만 했을 것이다. 문제는 일상적으로 연구실에 들어와서 업무



를 하고, 매일같이 구내식당에서 식사를 하며, 선선한 바람이 불 때면 건물을 따라 산책도 해보고 싶을 때가 아닐까? 누구에게나 근로의 기회를 평등하게 주어야 하는 공공기관으로서, 지금부터라도 문제를 파악하고 고쳐나가는 노력이 중요하다.

일일체험 결과는 시설 관리를 담당하는 부서인 경영지원부 시설자산실에 전달되었다. 며칠이 지나지 않아 경영지원부는 한국지체장애인협회를 초청하여, 장애인 방문객 및 직원을 위한 근무 환경을 점검하였다. 주니어보드가 일일체험을 통해 제시한 문제점은 아마 극히 일부이지 않았을까 내심 부끄러워진다.

전문가 컨설팅 후, 장애인을 배려하는 환경으로 탈바꿈하기 위한 여러 방안이 나왔다. 출입구의 턱을 낮추고, 대강당 및 국제회의실에 장애인 좌석을 지정하며, 장애인 화장실 안내 표지를 설치하는 등의 조치는 벌써 진행 중이다. 다만, 앞으로도 장애인의 접근성을 개선하기 위한 다양한 방안에 대해 고민해야 할 것이다.

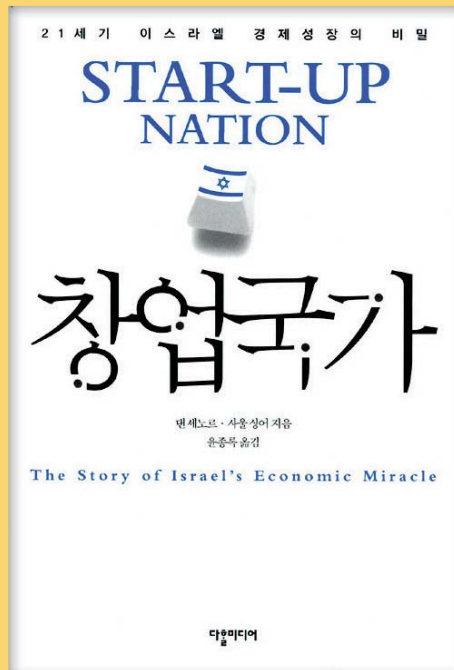
첫술에 배부를 순 없지만 시작이 절반이라고 하지 않았던가. 한걸음 한걸음 나아가다 보면 도착한다는 믿음을 가지고, 장애인 방문객이 편하고 장애인 동료가 즐거운 환경을 만들어나갔으면 하는 바람이다. 그러기 위해서는 우리 기품원 구성원 모두가 지속적으로 관심을 기울여야 한다.



(다독다독(多讀多讀), 가을에 읽기 좋은 책 추천)

하늘은 높고 말은 살찌는 계절, 가을이 찾아왔습니다. 가을은 책을 읽기에 더할 나위 없이 좋은 계절인데요. 몰입을 하며 책을 읽다 보면, 어느새 여유로워지는 자신을 발견하게 될 것입니다. 국방기술품질원 직원이 추천하는 책과 함께, 마음이 풍성해지는 가을을 보내시기 바랍니다.

국방기술품질원



'창업국가'는 21세기 이스라엘 경제 성장의 비밀과 성공 노하우를 분석한 책입니다. 과학기술에 대한 도전과 생산적인 군대 시스템으로 '21세기형 선진국'으로 세계 경제 중심에 선 이스라엘을 엿볼 수 있는데요. 책에서 가장 인상 깊었던 부분은 전직 이스라엘 총리 '시몬 페레스'의 이야기입니다. 시몬 페레스 전 총리는 오늘날의 이스라엘을 '스타트업 네이션'으로 성장하게 한 인물입니다. 국방부 부국장 시절에는 국방예산의 상당 부분을 연구개발에 투자하면서 핵심 국방기술의 상용화를 이끌어 경제 성장을 도왔습니다. 총리 시절에는 스위스 다보스 포럼에 참가해 이스라엘 벤처 사업가가 가진 전자자동차 관련 아이디어를 글로벌 자동차 회사 경영진들에게 소개했다고 합니다. 혁신적인 스타트업이 방산 기술을 이끌고 있는 이스라엘의 비밀을 보여주는 단적인 사례가 아닐까 하는데요. 이 책을 통해 우리나라 국방의 미래와 가야 할 길을 그려보시기 바랍니다.



▶ 창업국가 / 사울 싱어, 댄 세노르 저 / 다할미디어

유도전자기술팀 채종목 책임연구원



이 책은 일상에서 만나는 무례한 사람들과 사람마다 심리적 거리가 다르다는 점을 무시하고 갑자기 선을 훑 넘는 사람들에게 감정의 동요 없이 단호하면서도 센스 있게 대처할 수 있는 의사 표현에 대해 알려줍니다.



▶ 무례한 사람에게 웃으며 대처하는 법 | 정문정 저 | 가나출판사

감항인증팀 김선아 사무원

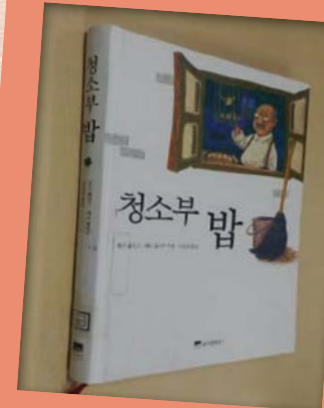


웬지 모르게 좀 우울한 날, 동기부여 받고 싶은 날, 주위 사람들에게 힘이 되고 싶은 날에 읽으면 참 좋은 책입니다. 그림이 주는 위로는 마음속에 새로운 힘이 나게 하는 것 같아요.



▶ 그림의 힘 | 김선현 저 | 8.0(에이트포인트)

감사실 이윤경 사무원



회사 도서관 파기 책 500원으로 얻은 인생 지침 6가지!
1. 지쳤을 때 재충전하라
2. 가족은 짐이 아니라 축복이다
3. 투덜대지 말고 기도하라
4. 배운 것을 나누라
5. 시간을 소비하지 말고 투자하라
6. 삶의 지혜를 다음 세대에 전해주라

다짐하고 또 다짐합니다.



▶ 청소부 밥 | 레이 힐버트, 토드 홉킨스 저 | 위즈덤하우스

서울국방벤처센터 권세민 책임연구원(센터장)



이번 가을엔 인간의
숨으로 여행을
떠나볼까나.



열두 발자국 | 정재승 저 | 어크로스

시설자산실 김제영 선임기술원



마음이 풍성해지는 이
가를 추천하고 싶은
책입니다.
따뜻한 말로 전해지는
느낌을 글로 표현한
책입니다. 독자로
하여금 인간이 쓰는
언어를 통해 전해지는
감정이 세상 어떤
것보다 소중하고
아름다운 것인지를
생각해보게 됩니다.



언어의 온도 | 이기주 저 | 말글터

전력지원체계기술팀 류재식 관리원

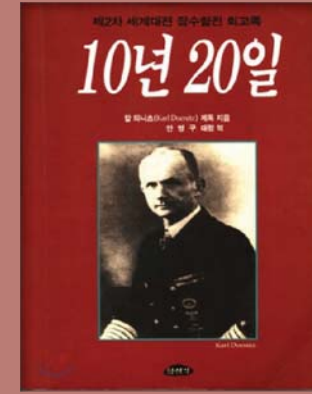


휴가 중에 읽은 책
추천합니다.
고대에서부터 현대의
상소리를 역사적인
관점에서 교양 있고
유머러스하게 표현한
책입니다.



HOLY SHIT | 멀리사 모어 저 | 글함아리

전력지원체계2팀 배경기 육군중령



독일 잠수함 함대인
'유보트 전단'을 이끌어
영국을 거의 패배
직전까지 몰고 간 'Karl
Donitz'의 회고록입니다.
해군력만으로 적을
고립시켜 항복하게
만들 수 있음을 실제로
보여준 사례로
잠수함, 어뢰와 같은
무기체계의 창의적인
운용이 전장에서 얼마나
중요한지 알 수 있는
책이지요.



10년 20일 | 칼 되니츠 저 | 삼신각

국방벤처실 전고운 연구원



지금 잘 살고 있는 건지
자신이 없을 때마다
다시 찾는 책입니다.
이 책에는 나와 당신이
조금 더 행복해지기
위한 다양한 방법이
재치 있게 소개되어
있어요. '타인의 삶에
지나친 관심을 두고
참견하지 않으며,
타인의 반응에
지나치게 예민해지지
않는 삶'이라는 문구가
참 와 닿았네요!



나는 나로 살기로 했다 | 김수현 저 | 마음의숲

기술평가팀 김수진 육군소령

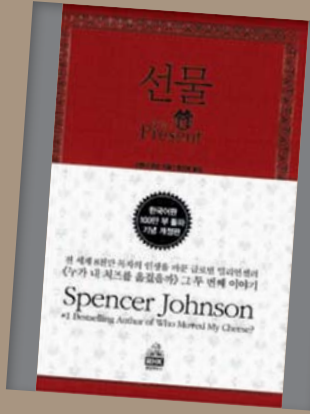


제가 여러 번
반복해서 읽고 있고
지인들에게 가장
많이 선물한
책입니다.
이 책을 읽은 모든
분들, 마음 전쟁에서
승리하세요!



마음의숲 | 조이스 마이어 저 | 미션월드라이브러리

품질경영운영실 정일호 선임연구원



첫 직장을 퇴사하고
다시 학교로 돌아와서
박사과정 중일 때
일상의 괴로움과 물질의
어려움으로
직장에 다니던 과거를
그리워하고, 불확실한
미래로 점점 지쳐갈 때
읽은 책입니다.
지금 이 순간(The
present)이 가장 큰
선물(The present)임을
잊지 않고 살아가려
합니다.



선물 | 스펜서 존슨 저 | 알에이치코리아

방산정보팀 김수빈 연구원



고민이 많은 밤
잠들기 전에 이 책을
펴보세요.
어느 장을 펴도 책을
읽다 보면 고민에
대한 짐을 덜어줄
거예요.



새는 날아가면서 뒤돌아보지 않는다 | 류시화 저 | 더숲

해시태그 #테마 는 직원들의 사연으로 채워지는 코너입니다.
많은 참여 부탁드립니다. 📌



온전히 나를 위한 향과 색을 만드는 시간, 향초 만들기

흐릿한 기억은 종종 향기로 되살아나기도 한다. 그 이유는 냄새와 기억이 밀접한 관계가 있기 때문이다. 그렇기에 우리는 좋은 냄새를 맡으면 좋은 추억에 잠기게 되는지도 모른다. 이번 체험에 도전한 네 사람 역시 향초를 피울 때마다 만들 당시의 즐거운 추억을 떠올리며 웃음 짓게 되지 않을까.

글. 강나은 | 사진. 안호성 | 장소 제공. 아뜰리에 홀쭉



사랑스러운 공간에서 만들어낸 향긋한 기억

가을 냄새가 은은히 풍겨오는 어느 초가을. 언뜻 보면 예쁜 카페로 보이는 경남 진주의 한 공방에 들어섰다. 이곳은 마키롱, 와플 아이스크림, 음료수 모양의 수제 향초를 만드는 공방이다. 이곳에 유도전자기술팀 채종목 책임연구원, 방산정보팀 김수빈 연구원, 국산화사업실 박호진 연구원, 기술정보팀 유승현 연구원이 모여 향초 만들기에 도전장을 내밀었다.

김수빈 연구원은 무언가를 만드는 것을 좋아해 이번 체험에 나섰다. 하지만 또 한 가지, 다른 직원들과 색다른 경험을 할 수 있다는 것도 빼놓을 수 없는 이유였다.

“회사 밖에서 직원들을 만날 일이 거의 없잖아요. 그런데 좋은 향을 맡으면서 다양한 사람을 만날 기회가 될 것 같아 신청했어요.”

김수빈 연구원의 말처럼 처음 만난 네 사람은 금세 다양한 모양의 향초를 눈으로 한 번, 손으로 한 번, 코끝으로 또 한 번 감상하면서 이야기 꽃을 피우기 시작했다. 서로 가벼운 인사를 나눈 후, 수업이 시작되자 네 사람은 왁스가 튀는 것을 방지하기 위해 앞치마부터 둘렀다. 이번엔

만들 향초는 두 종류로 화전목마처럼 생겼다고 해서 그 이름이 붙은 ‘메리고 캔들’과 작고 귀여운 ‘티라이트’다. “소이왁스는 공에서 추출한 천연왁스로 여기에 프레그런스 오일과 천연 에센셜을 넣어 향초를 만듭니다. 오늘은 프레그런스 오일만 넣어서 향초를 만들 텐데요. 소이왁스와 잘 어울리는 면 심지를 이용하되, 탭으로 용기와 심지를 고정해줄 겁니다.”

참가자 모두가 향초 재료를 설명하는 공방 사장님에게 눈을 떼지 않으며 공부하듯 집중했다. 프레그런스 오일이 담긴 바구니가 테이블에 놓이자 네 사람은 뚜껑을 열어 향을 확인하면서 자신에게 맞는 향을 골라 나갔다. 때로는 상큼한 향, 때로는 달콤한 향, 때로는 시원한 향이 코끝을 스쳤다. 서로 어떤 향을 맡았는지 묻기도 하고, 서로에게 향을 추천해주기도 하면서 한참 향을 맡아본 네 사람은 각자 자신만의 향을 찾아나가기 시작했다. 향을 유독 못 고르는 유승현 연구원을 위해 김수빈 연구원은 ‘바디 워시나 바디로션으로 인기가 제일 많은 향’이라며 화이트 머스크향을 추천해주기도 하니, 오늘 처음 만났다는 게 믿어지지 않을 정도로 화기애애한 모습을 보였다.



꽃으로 향초에 로맨틱함을 더하다

본격적으로 향초 만들기를 시작하면서 네 사람은 에탄올로 소독한 용기에 심지를 붙이기 시작했다. 열에 의해 심지가 있는 중앙만 녹는 터널링 현상을 막기 위해 메리고 향초는 심지를 두 개 사용한다. 이렇게 고정된 심지는 왁스를 부어도 쓰러지지 않도록 나무젓가락으로 고정해준다.

이 과정까지 마친 네 사람 앞으로 녹인 왁스를 담은 종이컵이 놓였다. 이때 녹인 왁스가 적절한 온도가 되었는지 확인하는 과정이 필요하다. 천천히 왁스를 저으면서 온도를 확인하고 65°C가 되면 프레그런스 오일을 넣을 수 있다. 자칫 온도가 너무 높으면 향이 날아가고, 온도가 낮으면 잘 섞이지 않기 때문에 온도를 확인하는 것이 무엇보다 중요하다.

프레그런스 오일을 어느 정도 섞고 나자 공방 사장님이 김수빈 연구원의 향초를 시범 삼아 녹인 왁스를 붓는 방법을 알려주었다.

“종이컵의 한쪽을 뽀족하게 만들어서 심지에 대고 흘러주세요. 이때 왁스가 심지를 타고 내려갈 수 있도록 해주세요.”

공방 사장님의 모습을 보고 다른 참가자도 왁스를 부어 넣으니 언뜻 보기에 향초가 완성된 것처럼 보였다. 채종목 책임연구원은 “소이왁스는 만들기가 쉽네”라며 자신



감 넘치는 자세로 만들었다.

하지만 이것으로 끝난 것이 아니었다. 왁스가 굳기를 기다리는 시간 동안 공방 사장님은 드라이플라워가 종류별로 담긴 통을 가져왔다. 통을 열자마자 여기저기서 “세상에, 너무 예쁘다”라는 감탄이 터져 나왔다. 박효진 연구원은 “이 꽃은 어떤 꽃이에요?”, “이건 오래 보관할 수 있나요?”라며 질문을 쏟아냈다. 김수빈 연구원은 꽃을 골라 종이 위에 꽃을 올려보며 디자인을 시작했다.

이렇게 모두가 그림을 그리듯 열심히 꾸민 향초는 각자의 개성에 맞게 각기 다른 모양이었다. 채종목 책임연구원이 꾸민 모양이 위아래가 대칭을 이룬 꽃밭이었다면, 김수빈 연구원은 붉은색과 노란색, 초록색이 섞여 감각 있는 밀그림을 보였다. 박효진 연구원은 한 방향은 비우고, 빙 둘러서 꽃송이를 올려 아기자기하면서도 깔끔한 디자인을 선택했다. 그런데 유승현 연구원은 단 두 송이의 꽃만을 올렸다. “상상했던 것보다 더 이상하네요...”라고 말하려던 유승현 연구원의 말을 막은 김수빈 연구원이 “생각보다 더 예뻐요?”라면서 재치 있게 받아쳐 네 사람 모두 웃음을 터뜨리기도 했다.

서로의 향과 색을 간직하다

메리고 캔들을 만든 뒤에, 티라이트를 만들기 시작했다. 이번에는 색 조합하는 과정을 했다. 유승현 연구원이 “남자는 분홍이지”라면서 색을 고르자, 공방 사장님은 “빨간색 계열은 잘 안 녹아서 오래 저어야 해요”라고 조언했


다. 하지만 그는 오히려 의지를 불태웠다. 색을 넣기 위해서는 고체 색소를 잘게 부수는 과정이 필요하다. 그리고 녹인 왁스에 부순 고체 색소를 녹이면서 색을 조합한다. 그리고 난 뒤 색상 확인지에 떨어뜨려서 굳힌 뒤에 나오는 색을 확인해야 한다.

유승현 연구원은 고체 색소를 녹이면서 “역시 선생님 말을 잘 들어야 하는데”라며 후회했다. 색상 확인지를 통해 확인한 왁스에 녹지 않은 빨간 알갱이들이 꽤 많이 보였기 때문이다. 하지만 다른 사람보다도 여러 번 왁스를 데우고, 열심히 막대를 저어가며 색소를 녹인 덕에 빨갛고 예쁜 색을 낼 수 있었다.

여러 과정을 거쳐 완성된 티라이트는 각각 분홍색, 파란색, 초록색, 빨간색의 각기 다른 색과 향으로 완성되었다. 네 명 모두 자신만의 색, 자신만의 향을 담은 티라이트에 애착을 보였다. 특히 참가자들은 각자가 만든 티라이트를 서로 나눠 갖기로 했다.

네 가지 모양의 티라이트를 투명한 포장상자에 담으니, 시중에 판매하는 티라이트 세트처럼 예뻐다. 이날 만든 메리고 캔들과 티라이트에는 스티커도 붙였다. 자신에게 해주고 싶은 말이 적힌 스티커나 수제 향초라는 것을 자랑하는 스티커를 골라 붙이자 향초의 완성도가 더욱 높

아졌다. 특히 채종목 책임연구원은 아내에게 줄 메리고 캔들에는 ‘사랑합니다’를, 얼마 전 무릎 수술을 하신 어머니에게는 ‘오래오래 건강하세요’라는 스티커를 붙여 애처가이자 효자의 모습을 보여주었다. 향초가 모두 완성되고, 선물박스와 소핑백에 넣어 네 사람에게 건넸다. 네 직원은 “오늘 하루 나에게 주는 선물 같다”며 이를 받아 들고 환하게 웃었다.

오늘 만든 향초를 각자가 있는 곳에서 환하게 켤 때마다 모두 이 순간을 떠올리게 될 것이다. 향기가 흩어진 곳에는 추억이 짙어지기 마련이므로 



MINI INTERVIEW



유도전자기술팀 채종목 책임연구원

시중에서 판매하는 향초를 피워보기만 해서 어떤 과정을 통해 만들어지는지에 대해서는 아예 몰랐는데, 직접 향초를 만들어 보니까 정말 재미있네요. 이제는 향초를 구매해서 쓰기보다는 직접 만들어서 쓰고 싶어졌어요.



국산화사업실 박효진 연구원

예전에 향초를 선물 받고 나서 사용하게 되었는데, 의외로 자주 쓰게 되더라고요. 늘 향초를 만들어 보고 싶다는 생각은 했지만, 준비 재료도 많고, 배워야 할 것도 많아 걱정됐었죠. 하지만 앞으로는 친구들이랑 같이 향초를 직접 만들어볼 수 있을 것 같아요.



방산정보팀 김수빈 연구원

불면증이 심했는데, 향초를 쓰기 시작하면서 잠도 잘 오고, 기분도 좋아지더라고요. 특히 제가 미국에서 외로움을 많이 느낄 때 지인이 선물해준 향이 스위트피 향이었는데요. 아까 향초를 만들면서 다시 만나게 돼서 더 반가웠어요.

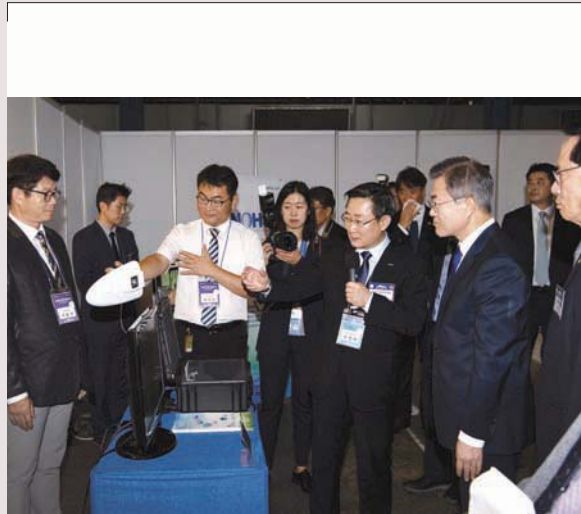


기술정보팀 유승현 연구원

제가 원하는 색과 원하는 향에 원하는 데코레이션을 한다는 것이 굉장히 재미있었어요. 오늘 만든 메리고 캔들은 제가 직접 집에서 사용해보려고 해요. 정신적으로 힘들어서 편안하게 쉬고 싶을 때, 좋은 향을 맡으면 기분도 좋아지겠죠?



DTaQ
NEWS



도산 안창호함 진수식 및 국방산업진흥회의

9월 14일, 국방기술품질원은 거제도 대우조선해양에서 열린 '도산 안창호함' 진수식에 참가해 국방 중소·벤처기업의 기술과 제품을 소개했다. 이날 현장에서는 4차 산업혁명 기술을 활용한 첨단장비의 시연 및 전시회가 대우조선해양에서 개최됐다. 문재인 대통령 등 주요 인사들은 기품원이 지원·보육 중인 국방 중소·벤처기업들이 개발한 드론, 모바일 기술 등을 살펴봤다. 이외에도 기품원은 진수식과 연계하여 열린 '국방산업진흥회의'에서 제기된 핵심부품 국산화 확대, 중소·벤처기업 육성, 맞춤형 수출지원 강화 등의 의견을 업무에 적극 반영하여 추진해 나갈 계획이다.



왕정홍 방위사업청장 초도방문

9월 20일, 왕정홍 신임 방위사업청장이 국방기술품질원 진주본원을 초도방문했다. 이날 방사청장은 기품원의 향후 발전 계획과 주요 현안 업무에 대해 보고 받고, 국방과학 기술 및 군수품 품질 전문연구기관으로서 방위산업 발전에 더욱 힘써줄 것을 당부했다. 이어서 청사 정문 화단에 나라꽃인 무궁화를 기념 식수하고, 국방 발전에 매진할 것을 다짐했다.



추석맞이 사랑나눔 성금 전달

기품원은 우리나라 최대 명절인 추석을 맞아 소외된 이웃과 온정을 나누는 사랑나눔행사를 진행했다. 9월 19일과 20일 양일간, 경남지역 위안부 할머니 400만 원, 독립유공자 후손 300만 원 등 총 1,500여만 원의 성금을 전달했다. 기품원은 개원 초부터 직원들이 자발적으로 성금을 모금해 왔으며, 2014년 진주로 이전한 후에는 인근 지역에 위치한 복지단체 후원, 노력봉사 등을 지속적으로 실시하고 있다.



국방기술품질원-방산업체 소통간담회

7월 23일, 더케이호텔에서 대기업인 LG넥스원, 한화, 중소기업인 연합정밀, 현대제이콤 등 15개 방산업체 CEO를 초청해 상생 소통 간담회를 개최했다. 이번 간담회는 방산업체의 애로사항을 청취하고 방위산업 발전을 위해 국방기술품질원과 대기업, 중소기업이 유기적으로 협업할 수 있는 방안을 논의하기 위해 마련됐다. 국방기술품질원은 업체들의 현장 목소리를 토대로 시스템적으로 개선할 부분을 도출하고 업체들의 어려운 점을 해소해 나갈 예정이다.



제5회 국방벤처 대학생 아이디어 경진대회

7월 13일, 청년층의 창의적인 아이디어를 발굴하고 미래 국방 전문가 육성을 지원하기 위해 '제5회 국방벤처 대학생 아이디어 경진대회'를 열었다. 방위사업청 국방벤처 지원사업의 일환으로 추진된 이번 행사는 방위산업과 4차 산업혁명의 접목에 대한 대외적인 관심을 제고하고, 청년층의 참신한 아이디어를 발굴해 취업이나 창업으로 연계한다는 점에서 의미가 있었다.



2018 기동화력장비 전력발전 포럼

7월 19일, 창원대학교 종합교육관에서 산·학·연·군 관계자 800여 명을 대상으로 '2018 기동화력장비 전력발전 포럼'을 개최했다. 이번 행사는 창원대, 육군교육사령부 등이 공동으로 주관하고, 경상남도와 창원시가 후원했다. 포럼은 기동화력장비에 대해 소요군이 만족할 수 있는 품질 향상 및 수출경쟁력 강화 방안을 논의하기 위해 마련됐다.



어머니 장병급식/피복 모니터링단 제5기 2차 활동

7월 27일, 어머니 장병급식·피복 모니터링단 제5기가 육군 제3보병사단과 피복 제조업체 삼한티에프 등에 방문해 군 급식과 피복을 체험하고 장병들과 소통했다. 장병 어머니 16명으로 구성된 모니터링단은 제3보병사단 신병교육대에서 교육생들과 함께 점심식사를 하며 어머니의 입장에서 다양한 의견을 청취했다. 또한 신병 생활관 내에 전시된 신병 개인지급품 및 장구류 등을 직접 착용해 보는 시간도 가졌다. 단원들은 육군 GOP에 방문해 설명을 듣고, 전방지역 장병들에게 지급되는 급식 및 피복 실태도 직접 살펴보았다.



**대한민국방위산업전(DX Korea 2018)
국방 중소기업 전시 지원**

9월 12일부터 16일까지 5일간, 경기도 고양시 킨텍스에서 열린 '대한민국방위산업전(DX Korea 2018)'에 기품원과 중소기업 17곳이 공동으로 참가했다. 기품원은 국방분야 중소기업의 우수성을 알리기 위해 벤처기업은 무상으로, 중소기업은 최소비용으로 전시에 참가할 수 있도록 지원했다. 전시회에서 기품원은 비즈니스 고객 및 일반 관람객을 대상으로 기관의 역할을 홍보하고, 현장에서 국산화 및 벤처 지원 사업 컨설팅을 활발하게 진행했다.



DTaQ

reports



-
- 38 Report ①**
절충교역으로 획득한 기술의 가치평가

 - 42 Report ②**
비행 시뮬레이터의 기술 동향 및 발전 방안

 - Report ③**
46 미세유체 기반의 플랫폼을 이용한
생물학 작용제 간이식별 방안

 - Report ④**
50 품질개선 데이터를 활용한 중소 협력업체
품질경영시스템 개선 방법

 - 54 Report ⑤**
고장 예지 및 건전성 관리 기술 연구 동향

 - 58 Report ⑥**
한국형 전차
적의 지휘부로 진격 준비 완료!

※ 해당 원고는 국방기술품질원의 공식 의견이 아니며,
기고자 개인의 의견을 받습니다.



절충교역으로 획득한 기술의 가치평가

최근 사회 전 분야에서 기술의 급속한 발전과 확산이 이루어지고 있다. 이에 새로운 기술이 가져오게 될 사회적·경제적 결과에 대해 사전에 측정하여 기술 보유 여부를 판단할 수 있도록 하는 '기술가치평가'의 중요성이 증대되고 있다. 국방 분야에서도 국방기술의 가치를 과학적으로 평가하려는 시도들이 계속되고 있으며, 특히 기품원에서는 절충교역 획득기술에 대한 체계적 평가를 수행하고자 지난 2006년부터 절충교역 기술가치평가 방법론을 개발하여 실무에 적용하고 있다.

글. 절충교역팀 정유진 연구원

절충교역 기술가치평가 방법론의 정의

절충교역 기술가치평가 방법론(DOV : Defense Offset Valuation model)을 통해 기품원은 지난 2008년 국가공인 기술평가기관이 되었으며, 2013년부터는 절충교역으로 제안되는 모든 국방기술들을 단독으로 평가하게 되었다. 기품원에서는 지난 2006년 절충교역 기술가치평가

방법론을 개발하여 업무에 활용하다가, 2013년부터는 방법론을 개량하여 보다 신뢰할 수 있는 평가결과를 도출할 수 있도록 하였다. 방법론을 최초로 개발할 당시에는 획득된 국방기술을 하나의 평가기준(10개 세부 평가지표로 구성)을 적용해 평가했었지만, 동일한 평가기준으로 다양한 국방기술을 평가하는 데에는 한계가 있다는 논리적



| 절충교역 기술가치평가 절차 |



고찰을 통해 방법론을 개량하였다.

개량된 절충교역 기술가치평가 방법론에서는 국방기술을 4개 분야(부품제작, 창정비, 군수장비 성능개량, 연구개발)로 분류하고 분야별 세부 평가지표를 개발하여 기술 특성을 고려한 평가가 가능하도록 하였다.

절충교역 기술가치평가 방법론의 근간을 이루는 것은 비용접근법이다. 비용접근법은 적용이 용이한 대표적인 가치평가 방법 중 하나로 기술의 대체비용 또는 재생산비용 등을 산출해 이를 조정하여 기술가치를 평가하는 방

부품제작 기술 평가지표

요인	평가지표
기술성	기술수준, 기술의 활용도 등
경제성	시장성, 비용절감 효과 등
생산성	국산화 기여도, 정비기술과의 연계성 등

창정비 기술 평가지표

요인	평가지표
기술성	기술수준, 기술의 활용도 등
정비성	정비자족성, 정비안정성 등
운용성	정비효율성, 정비가동률 향상 기여도 등

성능개량 기술 평가지표

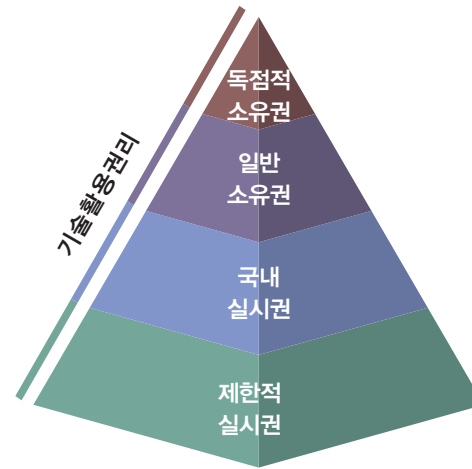
요인	평가지표
기술성	기술수준, 기술의 활용도 등
경제성	기술획득의 시급성, 수입대체성 등
운용성	장비 수명 연장 기여도, 기존 장비와의 호환성 등

연구개발 기술 평가지표

요인	평가지표
기술성	기술수준, 기술의 활용도 등
효용성	기술의 독창성(첨단성), 국산화율 향상 기여도 등
전력성	기술획득의 시급성, 전력증강 기여도 등

법이다. 현재 절충교역 기술가치평가 방법론에서는 무기체계 가격을 알기 힘든 국방 분야의 특수성을 고려해 해외업체 제안가치를 대체비용으로 가정하여 기준가치를 산정 후, 여러 요소를 고려해 기술의 가치를 산출하고 있다.

비용접근법에 기반하고 있는 절충교역 기술가치평가 방법론에서는, 해외업체가 제시하는 절충교역 제안가치를 기준가치로 하여 크게 4단계를 거쳐 최종 평가가치를 도출한다. 첫 번째 단계에서는 절충교역 제안서를 심도 있게 분석하는 동시에 각 기관과 방산업체, 소요군 등에 근무하는 전문가들을 대상으로 제안기술별 전문가 설문(Peer Review)을 한다. 이 단계에서 델파이기법과 AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층적 분석기법)를 이용하여 개발한 설문지를 전문가들에게 배포한 후, 해외업체가 제안한 기술에 대한 의견을 제시하도록 한다. 앞에서 언급했듯이, 국방기술을 특성별로 4개 분야로 나눈 후, 분야별 세부 평가지표를 개발하여 전문가설문에 사용하고 있다. 세부 평가지표는 아래 표와 같다. 설문지를 이용한 전문가 의견 수렴이 끝나면, 전문가 설문결과를 통계적으로 조정하고 점수화한다.



기술이전 시 부여하는 권리의 정도

두 번째 단계에서는 기술가치에 영향을 미치는 조정 요소들에 대해 평가한다. 먼저 '기술이전 시기'를 고려하여 평가한다. 절충교역을 통한 기술이전 시기가 빠르면 빠를수록 그 가치를 높게 인정받을 수 있다. '기술이전 정도' 역시 중요한 요소로서 전문가들의 평가에 의해 결정된다. 이는 해외업체 제안 내용이 절충교역 제안요청서(RFP)에 포함된 협상방안의 세부 소요사항을 반영한 정도에 따라 가치를 변동시킬 수 있도록 하는 요소이다.

'기술활용권리'는 구매자에게 이전기술 관련 권리를 부여하는 정도에 따라 가치를 인정할 수 있도록 하는 요소이다. 소유권을 주느냐, 국내실시권을 주느냐에 따라 구매자가 기술활용을 할 수 있는 범위가 달라지므로 평가가치 역시 달라져야 한다. 이외에 해외업체가 제안한 절충교역 제안서 내용에 대한 '신뢰도' 등 다른 요소들 또한 고려하여 평가한다.

세 번째 단계에서 기술평가자는 평가대상기술과 유사한 기술평가사례가 있는지 확인하고, 유사 사례가 있는 경우 각각의 기술가치들을 비교해본다. 마지막 단계에서 평가자는 기술평가결과 검토회의를 통해 여러 검토위원들의 의견을 종합하여 전문가 설문 점수 및 조정요소 점수를 확정하고, 최종적으로 제안기술에 대한 평가가치를 도출한다.

절충교역 기술가치평가 발전 방향

앞서 살펴본 절충교역 기술가치평가 방법론을 보다 정교하게 개선하여, 이론적으로는 방법론의 완성도를 높이고 실무적으로는 기술평가자의 업무수행능력을 향상시키고자 하는 연구가 지속적으로 수행되고 있다. 지난 2017년에는 「절충교역 기술가치평가 방법론 정교화 연구」가 수행되었는데, 크게 세 가지 측면에서 방법론을 개선하고자 하였다. 첫째, 조정재생산비용 기반의 기준가치 직접 산출방안을 개발하여, 기존 대체비용 기반의 기준가치 산정방식을 보완하고자 하였다. 둘째, 가치평가 세부 업무절차 표준화를 위한 체크리스트를 개발하였다. 마지막으로, 장비 평가지표를 개발하여 장비 단독 제안 시 가치 평가 수행에 활용하도록 하였다.

개발된 가치평가 세부 업무절차 체크리스트 및 장비 평가지표는 지난 2018년 1월부터 절충교역 기술가치평가 실무에 적용하고 있다. 기준가치 직접 산출방안의 경우 이론 개발은 완료하였으나, 업무 적용 전 검증해볼 필요가 있다고 판단하여 「절충교역 기술가치평가 방법론 정교화방안 검증 연구」를 통해 실무 적용성을 확인하고 있으며, 오는 2018년 11월에 해당 연구를 완료할 예정이다. 앞으로도 지속적으로 절충교역 기술가치평가 방법론을 개선하는 후속 연구가 수행되어, 과학적인 가치평가를 통한 방위력 개선 및 국익 증대가 이뤄질 수 있기를 기대한다.



비행 시뮬레이터의 기술 동향 및 발전 방안

최근 가상현실(VR)은 현실세계 곳곳에 파고들었다. 국방 분야에서도 비행 훈련 시뮬레이터부터 전술훈련장까지 각종 시뮬레이터가 다양한 훈련에 활용되고 있다. 특히 비행 시뮬레이터는 조종사의 전투비행 훈련을 위해 비교적 저렴한 훈련 비용으로 실제와 유사한 환경에서 훈련을 할 수 있도록 활용되고 있다. 첨단 시뮬레이터는 눈, 비 등 다양한 기상상황을 실제와 같은 화면으로 보여주며 미세한 움직임에 대한 작동까지도 구현이 가능한 수준에 다다랐다.

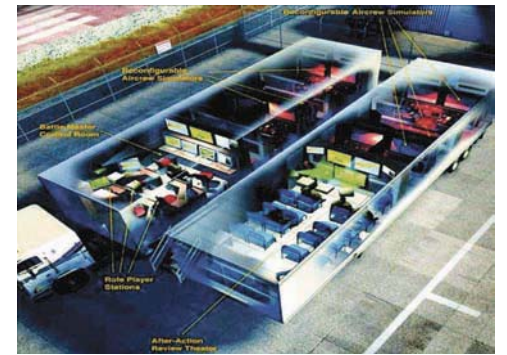
글. M&S기술실 조희진 연구원



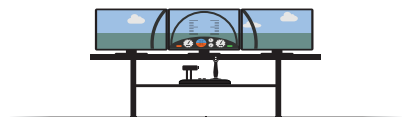
해외 비행 시뮬레이터 기술 동향

1930년대 미 육군에서는 초보 파일럿 양성을 위한 훈련 장비로 비행 시뮬레이터 Link Trainer를 최초로 개발하였다. 당시 미 육군항공대에서는 약천후 및 야간 비행 시 계기 비행에 대한 경험이 부족한 조종사들이 사망하는 사고가 빈번하게 발생하였다. 초창기에 비행 시뮬레이터는 실제적인 훈련을 위한 장비로 인식되지 못하고 오락용으로만 취급을 당하였으나, 미 육군항공대에서 훈련용 장비를 도입하여 실제와 유사한 훈련 효과를 나타냄에 따라 전 세계적으로 비행 훈련 시뮬레이터에 대한 인식이 바뀌며, 시뮬레이터 산업이 많은 발전을 이루게 되었다.

미국의 경우 시뮬레이터 획득을 위한 전담조직인 PEO STRI(Program Executive Office Simulation, Training and Instrumentation)를 운영하여 시뮬레이터의 전문적이고 체계적인 획득을 위한 관리를 수행하며, 다양한 시뮬레이터를 운용 중이다. 또한 조종사들의 비행장비에 대한 교육훈련을 위해 항공기 전기종의 시뮬레이터를 확보하여 운용하고 있다.



| 미 육군항공 통합무장 전술훈련기(AVCATT) |



국내 비행 시뮬레이터 기술 동향

우리나라 육군의 경우, 1979년도 미 육군으로부터 UH-1H 헬기 조종사 훈련용 시뮬레이터를 인수받아 운영해 왔으며, 2000년대 AH-1S, UH-60 시뮬레이터를 추가로 전력화하여 운용 중이다. 육군항공학교에서는 공군, 해군 조종사 훈련에 약 1,500명에 대해 연간 12,000시간의 시뮬레이터 교육훈련을 시키고 있으며, 항공기 대비 연간 약 85%의 비용절감효과를 거두고 있는 것으로 평가된다. 공군은 1980년대 이후부터 해외 전문기업으로부터 FTD급 시뮬레이터를 도입하여 운용 중에 있으며,

1990년대 이후부터 OFT급의 시뮬레이터를 도입하여 운용하고 있다. 국내 기술로는 1998년 한국항공에서 F-5 CPT를 제작하였으며, 이후부터 군용 항공기 비행 시뮬레이터의 국산화가 시작되었다.

비행 시뮬레이터는 통상적으로 훈련 용도에 따라 실제 항공기의 조종석 및 항공 데이터를 정확하게 반영하여 환경을 구성하는 FFS급과 영상이나 조종 데이터 등이 일부 제한된 형태로 일부 기술을 훈련하기 위한 용도로 개발하는 FTD급으로 구분된다. 공군은 다양한 시뮬레이터의 운용 경험을 보유하고 있다.



장비 전체



조종석

| KT-1 시뮬레이터 모습 |





비행 시뮬레이터 연동기술 현황

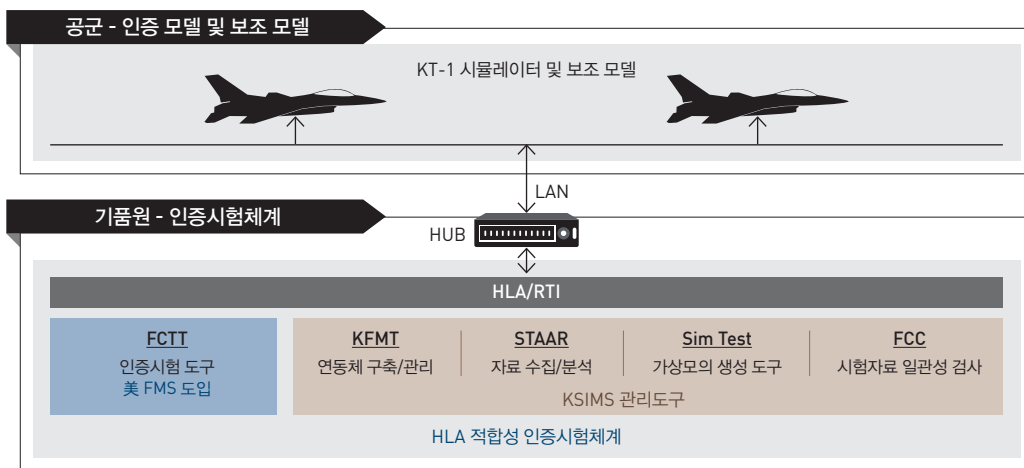
우리나라 공군은 현재 운용 중인 항공기 전 기종에 대해 시뮬레이터를 전력화하여 운용 중이며, 일부 시뮬레이터는 비행단 내 편대비행 등 쌍방훈련을 위해 HLA 기반 연동기술을 확보하였다. 그러나 현재 연동기반을 확보한 시뮬레이터의 경우에도 기종에 따라 적용한 HLA 표준 및 미들웨어인 RTI의 종류가 다르기 때문에 동일 기종 시뮬레이터 간의 연동만 가능하며, 이 기종 시뮬레이터 간의 연동 등은 제한된다.

지금까지 대다수의 시뮬레이터는 조종사의 비행능력 숙달을 목적으로 했기에 이 기종 시뮬레이터 간 연동의 필요성이 대두되지 않았으나, 전술훈련 및 L-V-C 합성전장훈련체계 등에 시뮬레이터를 활용하기 위해서는 시뮬레이터의 연동능력은 필수적으로 확보되어야 한다. 각 군에서는 중장기적으로 LVC 합성전장훈련체계를 구축하기 위한 연구를 진행 중이며, 공군도 Live(ACMI, 실기 동 항공기 등)-Virtual(시뮬레이터 등)-Constructive(창공, 보라매 등) 합성전장훈련체계 구축을 추진 중이다.

비행 시뮬레이터 HLA 적합성 인증시험 수행 사례


시뮬레이터 간 연동을 위해 국제연동표준인 HLA(High Level Architecture)가 활용되고 있다. 기품원에서는 각 군에서 개발하는 HLA 기반의 연동대상체계가 있는 M&S 체계(위계임모델 및 시뮬레이터 등)에 대해 HLA 적합성 인증시험을 통해 연동 능력에 대한 검증을 하고 있다. 2015년에 공군에서 초중등 훈련기 조종사 양성을 위해 KT-1 조종 및 편대 비행 훈련을 목적으로 약 2년에 걸쳐 KT-1(FFS급) 시뮬레이터 2대(3, 4호기)를 개발하였다. KT-1 시뮬레이터의 경우 편대비행을 위해 3, 4호기 간 연동이 요구되었고, HLA(IEEE1516-2000)를 기반으로 미들웨어인 RTI(MAK-RTI) 상에서의 연동이 가능토록 개발하였으며, 기품원으로부터 HLA 적합성 인증을 받았다.

기품원에서는 2015년 6월에 KT-1 시뮬레이터(3, 4호기)와 기품원의 인증시험체계 간 연동 환경을 아래 그림과 같이 구성하여 약 2주간에 걸쳐 정적 및 동적 검사를 하였다. 인증시험 결과, 정적시험에서는 HLA 표준 미준수 등 오류 2건, 동적시험에서는 데이터 타입 및 함수 호출 인터페이스의 셋다운 오류 등 3건의 오류사항을 식별하여 조치토록 하였다. 이러한 시험과정을 거쳐 KT-1 시뮬레이터는 HLA 인증을 획득하였다(인증번호: DtaQ-HLA-004). 또한 2017년부터 2년간 공군에서 개발 중인 상륙기동헬기 시뮬레이터에 대해서도 2018년 11월에 기품원에서 HLA 인증시험을 수행할 예정이다.



| KT-1 시뮬레이터 HLA 인증시험 환경구성도 |

시뮬레이터 발전을 위한 각군의 노력 필요

오랫동안 비행 시뮬레이터는 다양한 분야에서 상당한 수준으로 발달되었다. 시뮬레이터는 기술적 발달로 실제 체계와 거의 유사한 모의가 가능하며, 조종사의 비행훈련 중 상당한 부분을 시뮬레이터를 활용하여 실시하고 있다. 또한 시뮬레이터의 활용은 조종사의 비행능력 숙달시킬 뿐 아니라 전술훈련, 팀훈련 그리고 더 나아가 LVC 합성전장훈련체계의 일부 체계로 요구되고 있을 만큼 다양해졌다. 이러한 미래 작전환경에 대비하여 연동환경 구축하기 위해서는 각 시뮬레이터 개발 시 연동기반을 확보해야 하며, 각 군 차원에서는 연동기반 아키텍처, 미들웨어 및 공통데이터 구축 등에 대한 연구가 선행되어야 한다. 



미세유체 기반의 플랫폼을 이용한 생물학 작용제 간이식별 방안

테러의 수단 중 하나이며 '빈자(貧者)의 핵무기'라 불리는 미지의 백색가루, 생물학 작용제는 무정형의 물리적 특징을 갖고 있다. 살포와 작용제 효과 발생 사이에서의 시간 지연 현상이 발생할 수 있어, 원활한 방호와 효과적인 제독을 위해서는 초기 탐지가 무엇보다도 중요하다.

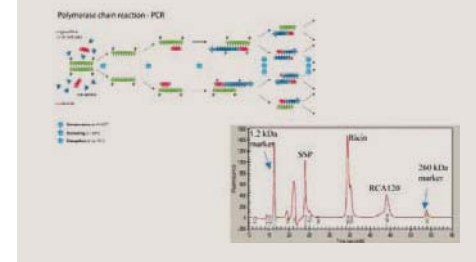
글. 전력지원체계1팀 박재우 선임연구원, 국산화사업실 변기식 연구원



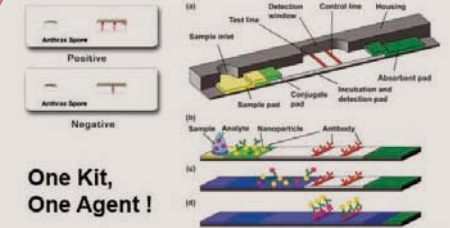
초기 현장 대응

시료 후송

정밀 분석을 통한 식별 전문 기관 분석 장비 활용



초기 현장 탐지 항원-항체 반응을 이용한 신속한 진단



One Kit, One Agent!

D. Mark et al., Chem. Soc. Rev. 39 (2010)

물리화학적 반응을 이용한 미지의 물질 식별



R. Houghton, CRC Press (2009)

| 생물학 작용제 식별 방법 및 대응 절차 |

생물학 작용제의 특성과 탐지 원리

영토, 종교, 인종, 자원, 환경 등의 복합적인 문제로부터 기인하여 발생하는 테러는 국제사회의 큰 문제점으로 대두되고 있다. 특히 국제적으로 사용이 금지된 화학방 무기 중에서 생물학 무기는 상대적으로 쉬운 제조방식과 작용 특성이 있다. 지난 2001년 미국 911테러 당시 탄저균에 의한 테러 이후 전 세계적으로 생물학 테러에 대한 관심이 고조되고 있으며, 그에 대한 위협이 점차 현실화될 가능성이 점점 증가하고 있다. 생물학 무기는 화학 및 방사능 무기보다 물리적 특징이 존재하지 않으며, 적은 제조 비용으로 인해서 제약회사 혹은 맥주공장과 같은 시설에서 은밀하게 대량생산이 가

능하다. 톤당 생산 비용은 핵무기의 경우보다 100배 적으나, 그 살상 효과는 420배에 달하는 것으로 알려져 있다. 또한 공기나 물 등에 의한 살포가 가능하며, 한 번 살포되면 자체번식을 통해서 기하 흡수적으로 확산되는 경향을 보인다. 현재까지 생물학 무기로 사용되는 작용제는 박테리아, 바이러스, 곰팡이, 리케차, 독소 등의 범주로 구분되는데, 작용제를 식별하기 위해서는 각 작용제의 생물학적 특이성을 이용하게 된다. 주로 적용하는 방식은 초기 현장에서 사용되는 항원-항체 반응을 이용한 식별키트와 정밀 분석 시 사용되는 중합효소연쇄반응(PCR)을 이용한 DNA 증폭 방식 등이 있다.

생물학 테러 대응 절차

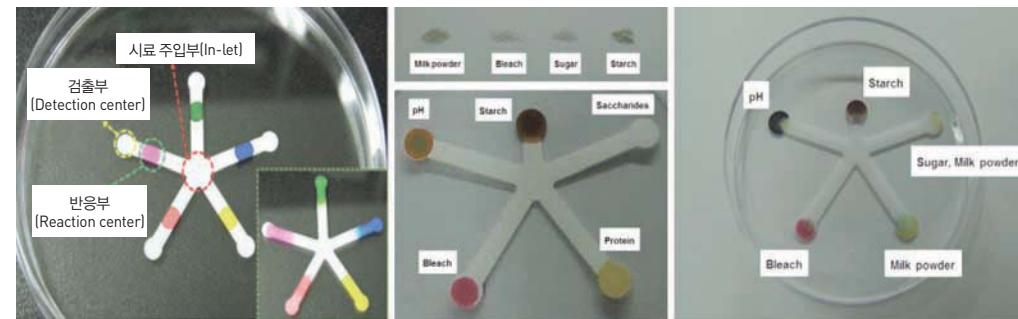
생물학 작용제는 시설물의 파괴 없이 오직 사람을 대상으로 하기 때문에 그 위험만으로도 사회적 불안과 혼란을 야기할 수 있다. 미국의 경우 911테러 당시 탄저균 편지에 대한 테러 사건 이후 수많은 모방범죄가 있었으며, 우리나라에서도 백색가루에 대한 신고가 증가하고 있다. 하지만 대부분의 경우에는 밀가루, 프림, 분유 등의 오인 신고가 주를 이루고 있기 때문에, 현장에서의 빠른 작용제 확인과 식별이 초기 대응과 사회적 혼란 방지를 위해서 중요한 사항으로 고려되고 있다.

생물학 테러로 의심되는 물질이 신고가 되면, 최초 현장 대응팀이 출동하게 되고, 의심 물질에 대해서 간이진단 키트를 이용하여 생물학 작용제 여부를 판별한다. 시료를 전문 기관에 후송하여 정밀 분석 조치를 수행하게 된다. 간이진단키트는 환원-항체반응을 이용하기 때문에 생물학 작용제의 가/부 여부만을 식별하게 된다. 하지만 작용제가 아닌 백색가루 또는 유사물질의 경우에는 진단 키트를 통해서 식별되지 않아, 생물학 작용제로의 오인에 따른 혼란을 방지하고자 아전간이식별 방법을 통해서 해당 물질을 찾아내야 한다.

생물학 작용제로 의심되는 백색가루 또는 유사물질의 발견 시, 식별에 사용되는 원리는 대개 해당 물질의 물



리적·화학적 특성을 활용하여 수행된다. 물리적인 특성에 기인하는 판별법은 점도, 색깔, 입자의 크기 등에 의해서 수행되지만, 이를 통해서 정확한 식별이 불가능하다는 단점이 있다. 따라서 대부분의 현장 간이식별법은 화학적 특성에 의한 판별을 통해서 미지의 물질에 대한 식별을 수행하게 된다. 그 원리는 물에 대한 용해도, pH 그리고 특정 시약과의 화학적 반응에 따른 색깔 변화 등이다.



플랫폼 구조

백색가루 5종 및 식별 플랫폼

백색가루 5종 동시 검출 결과

| 미지의 백색가루 간이식별을 위한 페이퍼 플루이드스 플랫폼 |

첨단 기술을 이용한 백색가루 간이식별법

미세유체(microfluidics) 기술을 이용한 랩온어칩(lab on a chip) 기술은 시공간적으로 제어되는 유체의 흐름을 이용하여 소량의 시료만으로도 물질을 탐지할 수 있는 기본원리를 제공해준다. 무엇보다도 다량의 샘플을 한 번에 식별할 수 있는 기술로서의 적합성을 지니고 있다. 최근 간이식별 분야에 있어서 새로운 패러다임으로 제시되고 있는 미세유체 기반의 페이퍼 플루이드스(paper fluidics) 기술은 의료 진단, 환경, 군사용 목적으로 사용되고 있으며, 점차 그 활용도가 증가하고 있다.

따라서 이번 연구에서는 미지의 백색가루 식별을 위해서 사용되는 화학적 간이식별 방법에 대한 원리를 기초로 하여 페이퍼 플루이드스 플랫폼을 개발하였다. 이를 통해서 소량의 시료만으로도 다양한 오인물질을 한 번에 식별할 수 있도록 하였다.


제작된 플랫폼은 미지 시료에 대해서 총 5가지의 화학반응 테스트를 동시에 구현 가능한 구조로 설계/제작되었으며, 플랫폼의 구성은 크게 액상으로 용해된 미지의 시료를 주입하기 위한 '주입부(In-let)', 화학 반응을 유도하는 물질이 흡착된 '반응부(Reaction center)' 그리고 유도된 발색반응을 통해서 미지의 시료를 측정하는 '검출부(Detection center)'로 구분된다.

개발된 플랫폼에 적용한 대상 물질은 설탕, 밀가루, 분유, 세제이며, 선정된 화학반응은 다음과 같다. 설탕(당당류)을 찾기 위한 반응은 'Enzymatic colorimetric assay', 밀가루(다당류)는 'Povidone test', 분유(당류, 단백질)는 'Lowry protein test', 세제(차아염소산)는 'Safrafrin O solution'을 적용하였다. 5종의 반응 가운데 마지막은 pH를 측정하는 발색시약을 적용하였다.

제작된 플랫폼에 대하여 다종의 백색가루 동시 식별 가능 여부를 확인하기 위해 4종의 백색가루(설탕, 밀가루, 분유, 세제) 혼합용액을 제조하여 시료 주입부에 넣어 반응을 확인하였다. 발색 반응은 30초 이후부터 확인할 수 있었으며, 모든 반응은 1분 30초 내로 확인할 수 있었다. 최종 반응을 통해서 해당 물질들을 식별할 수 있었으며, 개발된 플랫폼을 통해서 다종의 백색가루가 동시에 식별될 수 있음을 확인할 수 있었다.

실제 테러 현장에서의 활용

이번 연구 결과는 페이퍼 플루이드스를 이용하여 미지의 시료에 대한 정성 및 정량적 분석이 가능하며, 플랫폼 형태로 제작하여 다종의 백색가루에 대한 동시 식별이 가능함을 보여주었다. 이를 통해 실제 현장에서 적용할 수 있는 방안으로 도입될 수 있음을 확인하였다. 하지만 이번 연구의 대상은 우리가 일상생활에서 흔히 접하여 생물학 작용제로 오인될 수 있는 가능성이 높은 대표물질 4종으로 한정되어 제작되었기 때문에, 앞으로는 이외의 다른 물질들을 찾아내어 더 많은 물질들이 식별될 수 있어야 할 것이다.

플랫폼의 확장성에 비추어 볼 때, 새로운 물질만 식별된다면 언제든지 플랫폼에 추가되어 더 많은 동시 식별이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 이번 연구에서 제시하는 플랫폼 및 관련 기반 기술은 생물학 테러 의심 현장에서 미지의 시료를 식별하는 데 소요되는 시간과 절차를 획기적으로 줄일 수 있을 것이다. 이에 따라 초기 대응과 사회적 혼란 방지를 위해 중요한 역할을 하게 될 것으로 기대해본다. 





품질개선 데이터를 활용한 중소기업 품질경영시스템 개선 방법

국내 대다수의 방산 중소기업의 경우 품질경영시스템 인증을 취득하여 자사의 품질 수준을 높이고자 하나, 잦은 인력 이동과 시스템 유지에 따른 비용 부담으로 어려움을 겪고 있다. 이번 글에서는 현장품질지원반 활동을 통해 수집한 개선 데이터를 바탕으로 TRIZ 방법론의 모순행렬 개념을 활용한 지원도구(Supporting Tools)의 개발 과정을 설명하고자 한다.

글. 항공3팀 최재호 연구원

수집된 개선 사례 DB 구축에서 개선행렬 도출까지

이번 글에서 설명하는 지원도구는 중소기업 품질경영시스템 개선에 활용되는 도구들이다.

① 개선 사례 DB ② ISO9001:2015 요구사항 ③ 일반화된 개선 효과 및 일반화된 개선 방법 ④ 개선행렬 3개 등 총 7개이다.

①

개선사례 DB
(Data Base)

개선 사례의 DB는 2016~2017년 항공센터 현장품질지원반 활동을 통해 수집하였다. 현장품질지원반 기술지원 활동을 통해 수집한 비(非)정형화된 개선 사례들은 이번 연구에서 개발한 사례 저장 양식으로 정리되었으며, 지속적인 사례 수집을 통해 000건의 사례가 저장되었다.

②

ISO9001:2015
요구사항

ISO9001:2015 요구사항은 개선 사례 DB에 저장된 사례 분류를 위한 기준으로 활용하고자 한다. ISO9001:2015 인증은 현재 국방사업을 하는 많은 중소기업에서 취득하고 있으며, 앞으로 본 방법론이 현장에서 활용될 경우 적용의 범용성을 위해 활용한다.

③

일반화된(Generalized)
개선효과/일반화된
(Generalize) 개선 방법

개선 사례 DB에 저장되어 있는 000개의 사례 분석을 통해 일반화된 개선 효과와 개선 방법을 도출하였다. 일반화된 개선 효과 및 개선 방법을 도출하기 위해 모든 사례에 대해 빈도분석을 하였고, 유사한 유형별로 그룹화하였다. 그 결과 15개의 일반화된 개선 효과와 14개의 일반화된 개선 방법이 도출되었다.

④

개선행렬
(Improvement
Matrix)

창의적인 문제해결방법론으로 알려진 TRIZ의 핵심 지원도구는 모순행렬이다. 이번 방법론에서는 앞서 도출한 ISO9001:2015 요구사항, 일반화된 개선 효과, 일반화된 개선 방법 등 3개의 기준을 가지고 TRIZ의 모순행렬 개념을 활용하여 3개의 개선행렬을 작성하였다. 개선행렬 안에는 개선 사례 DB에 저장된 000개 사례 번호가 저장되어 있으며, 이번 방법론의 가장 핵심인 지원도구이다.

품질경영시스템 개선 방법론 Frame Work 개발

Frame Work 개발 목적은 중소기업에서 제시하는 방법론을 활용할 경우 체계적인 적용을 위해서이다. Frame Work는 4개의 Task와 8개의 Sub Task로 구성되며, 각 Task는 Sub Task, 지원도구, 산출물로 구성되어 있다. 각 Task 종결의 기준은 산출물의 도출이며, 종결되는 Task의 산출물(Output)은 다음 Task의 투입물(Input)로 활용된다.

- Sub Task : Task별 품질 부서 및 품질 담당자의 조치 행위(Action Item)
- 지원도구 : Task의 산출물을 도출하기 위해 활용되는 도구
- 산출물 : 지원도구를 활용하여 도출되는 Task의 최종 산출물





중소 협력업체 적용 방안

이번 방법론의 목적은 중소기업 품질경영시스템 수준 향상을 위한 것이다. 개발된 Frame Work을 바탕으로 중소기업 적용 방안에 대해 알아보자.

1 Task 1: 개선요구 사항 분류

Task 1에서는 개선하고자 하는 요구사항을 분류하는 단계이다. 체계업체 정기심사, 자체 내부 심사를 통해 식별한 부적합사항, 권고사항 등을 ISO9001:2015 요구사항 기준으로 치환하는 단계다. 예시는 국내 A사를 사례로 제시한 것으로 내부 심사 결과 부적합사항이 식별되었으며, 지원도구를 활용하여 도출된 산출물은 아래 표와 같다.

| Task 1: 개선요구사항 분류 |

입력물(Input)	지원도구(Support Tools)	산출물(Output)
내부심사 결과 * 자사에서는 부적합품 관리에 있어 추적성 관리가 미흡하며 시정장치를 활용하지 않음.	* ISO9001:2015 요구사항 리스트	8.7 부적합 출력 산출물의 관리

2 Task 2: 일반화된 개선 효과 파악

Task 1에서 개선하고자 하는 부적합 요인이 ISO9001:2015 요구사항으로 치환되면 Task 2에서는 품질 부서 및 품질 담당자가 개선을 통해 얻고자 하는 일반화된 개선 효과를 파악하는 단계이다. 얻고자 하는 일반화된 개선 효과를 파악하기 위해 필요한 지원도구는 일반화된 개선 효과 리스트이다.

A사의 경우 지원도구인 일반화된 개선 효과 리스트를 활용하여 식별한 부적합 사항의 개선을 통해 제품 관리의 효율성을 증대시키는 개선 효과를 결정하였다.

| Task 2: 일반화된 개선 효과 파악 |

입력물(Input)	지원도구(Support Tools)	산출물(Output)
8.7 부적합 출력 산출물의 관리	* 일반화된 개선 효과 리스트	B1: 제품관리의 효율성 증대 작업자가 제품(양품/부적합품)을 관리함에 있어 효율성 증대

3 Task 3: 일반화된 개선 방법 파악

Task 3은 자사 품질경영시스템 개선을 위한 일반화된 개선 방법을 파악하는 단계이다. 활용되는 지원도구는 일반화된 개선 효과/일반화된 개선 방법 행렬과 일반화된 개선 방법 리스트이며, Task 2에서 도출된 일반화된 개선 효과를 중심으로 사례를 찾아 일반화된 개선 방법으로 정의하는 것이 Task 3의 목적이다.

A사의 경우 일반화된 개선 방법을 결정하기 위해 일반화된 개선 효과/일반화된 개선 방법 행렬을 활용하였다. 그 결과 B1에 개선 효과를 가져온 개선 방법은 총 5개(g, h, i, k, m)가 도출되었다. 이후 각각의 개선 방법의 정확한 의미를 이해하기 위해 일반화된 개선 방법 리스트를 확인하였으며, 개선 방법 도입 시 비용 및 자사의 품질경영시스템 수준에 맞는 방법을 검토하여 최종 2개(j, k)로 결정하였다.



| Task 3: 일반화된 개선 방법 파악 |

입력물(Input)	지원도구(Support Tools)	산출물(Output)
B1: 제품관리의 효율성 증대 작업자가 제품(양품/부적합품)을 관리함에 있어 효율성 증대	* 일반화된 개선 효과/일반화된 개선 방법 행렬 * 일반화된 개선 방법 리스트	* 도출된 일반화된 개선 방법 g(문서 수정)/h(문서 최신화) j(작업장 환경 변경)/ k(식별장치도입)/m(교육훈련) * 결정된 일반화된 개선 방법 j(작업장 환경 변경) k(식별장치도입)

4 Task 4: 개선의 방향성 정의

Task 4의 목적은 다양한 개선 사례를 열람하여 품질 부서 및 품질 담당자의 개선 방향성을 정의하는 단계이다. Task 1에서 치환된 ISO9001 요구사항과 Task 3에서 도출된 일반화된 개선 방법을 가지고 지원도구인 ISO9001:2015 요구사항/일반화된 개선 방법 행렬을 통해 개선 사례를 찾는 것이다. 또한 ISO9001:2015 요구사항/일반화된 개선 효과 행렬을 활용

하여 다른 요구사항에서는 자사가 결정한 일반화된 개선 효과가 어떻게 발생했는지도 추가적으로 사례 검색이 가능하다.

A사의 경우 Task 1과 Task 3의 산출물을 통해 지원도구를 활용하여 총 6개의 열람 가능한 사례가 도출되었으며 B1의 개선 효과가 다른 요구사항에서는 어떻게 발생했는지를 확인하기 위해 5개의 사례가 추가적으로 도출되었다. 이렇듯 도출된 사례 열람을 통해 A사는 자사의 품질경영시스템 문제 해결을 위한 다양한 해결책을 참고함으로써 개선의 성공률을 높일 수 있다.

| Task 4: 개선방향성 정의 |

입력물(Input)	지원도구(Support Tools)	산출물(Output)
* 8.7 부적합 출력 산출물의 관리 * 결정된 일반화된 개선 방법 j(작업장 환경 변경) k(식별장치도입)	* ISO9001 요구사항/개선 방법 행렬 * ISO9001 요구사항/개선 효과 행렬 * 개선 사례집	* 열람 가능한 사례 4번, 11번, 12번, 15번, 24번, 54번, 76번 * 추가적인 사례 47번, 71번, 83번, 84번, 87번

현재 많은 중소기업의 경우 품질 부서 인력의 잦은 이직으로 자사가 취득한 품질경영시스템 유지에 많은 어려움을 겪고 있다. 이는 국방기술품질원에서 발간한 「생산업체 품질수준조사서」에서 분석한 업체 규모가 작을수록 시스템 품질이 낮다고 평가한 결과와 인과관계가 있다고 볼 수 있다.

이번 글에서 소개한 품질경영시스템 개선 방법론은 성공적인 사례를 열람하기 위한 과학적인 방법을 제공한다. 데 의미가 있다. 끝으로 품질경영시스템 개선 방법론의 효과적인 적용을 위해 다양한 사례 추가가 필요하며, 중소기업의 효율적인 적용을 위해 다양한 홍보 및 설명을 위한 채널이 필요할 것이다.

고장 예지 및 건전성 관리 기술 연구 동향

4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 국방과 방위 사업에도 변화와 혁신이 요구되고 있다. 이번 글에서는 4차 산업혁명과 연관된 기술을 활용한 고장 예지 및 건전성 관리 기술을 소개하고 해외 국방 분야 적용 사례를 살펴보고자 한다.

글. 기동화력기술팀 김현진 선임연구원

* 출처: 2018 기동화력장비 전력발전 포럼 발표 자료 (2018년 7월 19일)



고장 예지 및 건전성 관리(PHM)의 개요

PHM 기법의 주요 단계

관찰

— 센서를 이용한 실시간 측정 데이터 수집

진단

— 센서 데이터 기반 부품 고장 판단

예지

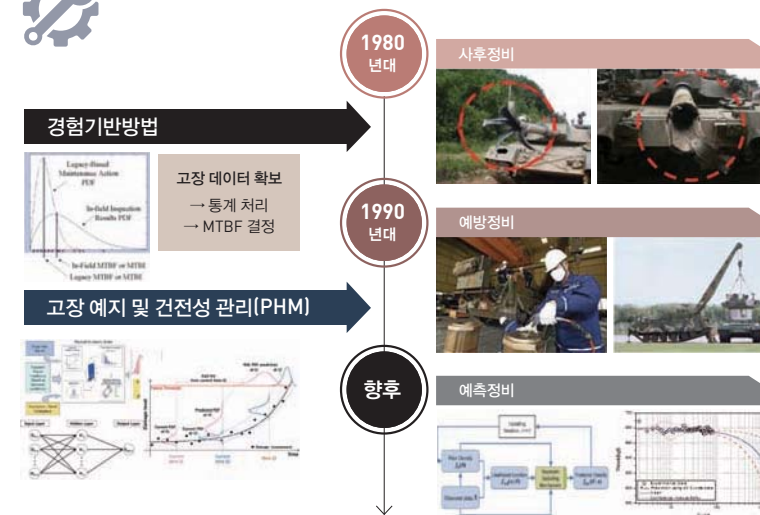
— 잔존 수명 예측을 통한 고장 예지

관리

— 필요 시 선제적 예방조치 및 관리

군 전투장비는 극한상황에서 높은 신뢰도가 요구되므로 운용 중 발생하는 마모, 균열, 성능 저하(degradation), 손상(damage) 등의 관리가 필요하다. 과거에는 장비 고장이 발생할 경우 수리하는 사후정비(corrective maintenance)를 적용하여 하여 정비를 위해 장비가 정지하는 경우가 잦았다. 이는 곧 군 전투력의 저하로 이어졌다. 이러한 문제를 해결하기 위해 전투체계 설계단계에서 운용시험 및 유사체계 운용 중 발생한 고장 데이터 등의 경험을 기반으로 RAM(Reliability Availability Maintenance) 분석을 수행하고 이에 따라 정기적으로 유지보수를 하는 예방정비(Preventive Maintenance)를 수행하고 있다. 그러나 예방정비는 정상 운용 조건 및 유사체계의 고장 이력만을 고려하여 정비 주기를 설정하므로 운용 중 갑작스럽게 발생하는 충격, 이물질에 의한 막힘 등 시스템 성능 저하나 손상에 영향을 주는 사건에 대해 고려하는 것이 불가능하다. 또한 예방정비는 실제 결함 수준과 관계없이 무조건 정비를 실시하므로 잦은 장비 운용 중단과 부품 교체로 높은 비용이 발생하게 되는 단점이 있다. 이외에도, 유사체계의 정비 운용 조건을 이용하여 설정된 규격 요구치가 새로 개발된 장비에 적용될 경우 요구치의 예측 결과가 상이하여 장비 운용 시 문제가 발생할 수 있다.

최근 이러한 문제를 해결하기 위해 고장 예지 및 건전성 관리(Prognostics and Health Management, PHM) 기술이 연구되고 있다. PHM은 상태기반정비(Condition based Maintenance) 체계를 구현하기 위해 센서를 이용하여 운용 중인 장비나 시스템을 지속적으로 관찰(Health Monitoring)하고 이상 징후를 진단(diagnosis)하며, 이를 바탕으로 잔존유효수명(Remaining useful Life, RUL)을 미리 예지(prognosis)하여 시스템의 건전성을 관리하는 기술이다.



무기체계 정비기술의 발전



PHM의 핵심 기술

PHM은 1980년대 영국 민간 항공국(British Civil Aviation Authority, CAA)이 헬기의 사고율이 항공기보다 약 30배 높은 것을 파악하고 사고율을 감소시키기 위한 연구에서 시작되었다. 연구 결과 헬기의 건전성을 관찰하는 HUMS(Health & Usage Monitoring System)가 개발되었으며 HUMS 운영을 통해 헬기의 사고율을 절반 이하로 감소시키는 성과를 얻게 되었다.

이후 고장 예지기술과 연산을 위한 하드웨어의 발달과 함께 매우 고가이거나 고안전성을 요구하는 원전 벽면 균열, 항공기 가스터빈, 헬기 기어박스 등과 같은 시스템의 핵심 부품에 PHM을 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다.

PHM의 궁극적인 목표는 시스템의 미래 상태를 정확하게 예측하여 상태 기반 정비를 구현하는 것이며, 이를 위한 핵심 요소인 고장 예지기술은 고안전성 및 높은 신뢰성을 요구하는 다양한 분야에서 연구가 수행 중이다. 고장 예지기술은 크게 데이터에 기반한 방법(Data-driven Approach) 및 물리적 모델에 기반한 방법(Physics-based Approach)으로 분류된다. 데이터 기반 방법은 Machine Learning 기법(Neural Network, Gaussian Process Model, Relevance Vector Machine 등)을 이용하여 미래고장을 외삽(Extrapolation) 예측한다. 이 방법은 손상 물리 모델이 없어도 사용 가능하여 적용 범위가 비교적 넓은 장점이 있다. 그러나 훈련(training)을 위해 많은 데이터를 필요로 하고, 사용 조건이 달라지면 다시 훈련과정이 필요하므로 가까운 미래의 성능은 예측할 수 있으나 예측 시점이 멀어질수록 신뢰성이 떨어지게 된다.

물리모델기반방법은 성능 감소에 따른 물리모델이 존재할 경우 적용된다. Particle Filter, Markov-chain Monte Carlo(MCMC) 기법 등이 대표적으로 사용되며, 시스템의 물리모델을 이용하여 실시간으로 데이터를 업데이트하고 미래를 예측하게 된다. 물리기반방법은 데이터에 기반한 방법에 비해 상대적으로 적은 데이터로도 비교적 정확하게 시스템의 미래성능 예측이 가능하다. 그러나 확립된 고장 물리모델이 많지 않아 적용 분야가 제한적이며, 성능 예측에 사용된 물리적 모델은 반드시 검증이 필요하다.

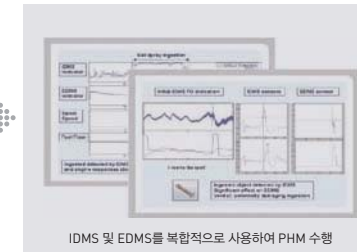
미국 국방고등연구국(DARPA)은 2000년대부터 Structural Integrity Prognosis System(SIPS) 및 CBM+(Conditioned Based Maintenance Plus) 프로그램을 수립하여 현재까지 운영하고 있다. 또한 차세대 통합 전투기(JSF) 개발 컨소시엄이 PHM 프로그램을 수립하여 지금까지 기술개발을 지속하고 있고, 국방성(DoD)의 물류확보정책 5000.2에는 시스템이 고장 예지를 할 수 있는 방법을 가지고 있는지 PM(Project Manager)을 통해 확인하고 있다. 다음은 고장 예지 및 건전성 관리 방안의 대표적인 해외 연구사례이다.

- **F-35 Joint Strike Fighter** : 항공기의 사용 극대화 및 운용유지를 위한 비용을 최소화하기 위해 개발 시부터 PHM 프로그램을 수립하여 추진 시스템 등 다수의 주요 부품에 PHM을 적용하고 있다. 특히 엔진의 구성요소의 마모나 결함 등에 의해 Gas Path 내에 축적되는 파편(debris) 수준을 모니터링하기 위해 진동이나

온도 같은 2차 효과를 모니터링하는 것이 아닌 정전센서를 이용한 입구(Ingested Debris Monitoring System, IDMS) 및 출구(Exhaust Debris Monitoring System, EDMS)의 전하량 변화를 직접 측정하는 기술을 도입하였다. 측정된 데이터를 바탕으로 PHM을 수행하여 열화의 조기 발견 및 사전진단을 수행하고 있다.



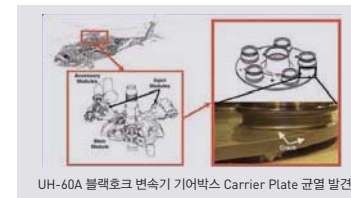
F-35 맞춤형 정전식 센서를 제트엔진/가스터빈 Gas Path에 진해 모니터링



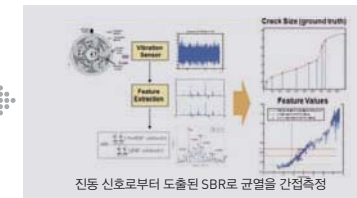
IDMS 및 EDMS를 복합적으로 사용하여 PHM 수행

| F-35 Joint Strike Fighter 고장예지 연구 사례 |

- **UH-60A Black Hawk** : 2003년 미 육군 UH-60A 블랙호크 헬기의 변속기 기어박스에서 경고 계측 시스템이 감지하지 못한 Carrier Plate의 균열이 발견되어 약 1천 기의 헬기의 운용 중단이 일어났으며 이를 해결하기 위한 연구를 수행하였다.



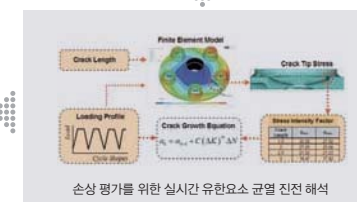
UH-60A 블랙호크 변속기 기어박스 Carrier Plate 균열 발견



진동 신호로부터 도출된 SBR로 균열을 간접추정

SAGD	Total Crack Length (meters)	GaTech Predictions			
		7	14	21	28
0	1.34	N/A	N/A	1.34	N/A
36	2.60	0.72	1.03	1.60	2.17
100	2.80	1.03	2.08	2.40	2.71
200	3.02	2.73	2.79	2.80	3.01
400	3.44	3.41	3.64	3.60	4.00
550	4.07	3.88	4.11	4.30	4.80
750	4.82	4.20	4.48	4.71	5.00
914	6.21	5.27	5.38	5.55	5.74
950	6.78	6.54	6.42	6.41	6.76

미래 균열 예측

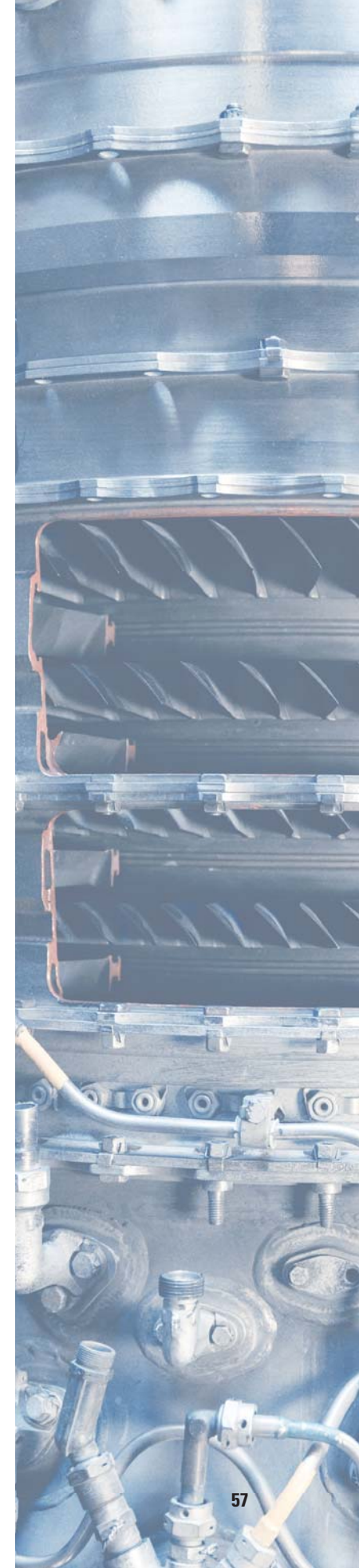


손상 평가를 위한 실시간 유한요소 균열 진전 해석

| UH-60A 블랙호크 고장예지 연구 사례 |

이외에도 CH-46 Sea Knight 기어박스, 전함 엔진의 베어링, 스트라이커 장갑차 등 해외에서는 다양한 전투체계에 상태기반정비를 적용하기 위해 고장 예지 관련 연구를 수행하고 있다. PHM은 운용유지단계에서뿐만 아니라 개발단계에서 주요 부품 잔존유효수명 예측을 통한 신뢰성 확보 및 수명시험 기간 단축, 정확한 정비소요 예측을 통한 종합군수지원분야 활용 등 다양한 분야에 적용되어 시간과 예산을 절약할 수 있다. 앞으로 우리 군도 야전 운용 장비에 PHM을 적용을 위한 제도 및 기술적 기반을 확보하여 상태기반정비체계 구현을 위한 연구를 수행하고 다가오는 4차 산업혁명 시대에 대비해야 할 것이다.

해외 PHM 국방 분야 연구 사례





한국형 전차 적의 지휘부로 진격 준비 완료!

전차(Tank)는 우리나라 전쟁사에서 실로 무서운 무기였다. 1950년 6월 25일 새벽 4시, 기습 도발 이후 북한군은 구소련제 전차인 T-34전차 200여 대를 앞세워 남침을 시도했다. 북한군 전차는 수량 면에서 우리를 크게 압도하고 있으나 우리 군이 1986년 3세대 전차인 K1전차를 보유하게 되면서 대부분 1, 2세대 전차를 보유한 북한군에 비해 화력, 방호력, 기동력 측면에서 우위를 점하게 되었다.

글. 기동화력1팀 남윤옥 연구원



| 최초의 한국형 전차 K1 (출처: 국방홍보원) |

한국형 전차의 시초, K1

1969년 당시 리처드 닉슨(Ricard Nixon) 미국 대통령은 미국이 한국에 군사적 개입을 지양한다는 성명을 발표하며, 1971년 주한 미군 2만 명을 철수시킨다. 전력의 공백이 생긴 상황에서 한국은 독자적인 무기 개발과 자주국방력 강화의 필요성을 인지하게 된다. 이에 1974년 군 전력증강을 목표로 하는 '육곡사업'의 일환으로 각종 무기에 대한 연구 사업이 진행됐다. 한국형 전차 개발도 이런 맥락에서 출발했다. 1970년대 열악했던 우리나라 국군전력에 비해 북한은 자체 생산 능력을 갖추었을 뿐만 아니라 115mm 주포의 T-62전차 보유 대수가 1,000대에 이르면서 육군전차 전력이 크게 비대칭적으로 기울어지게 됐다. 한국전쟁 당시 북한군에게 겪은 충격과 공포로 인해 전차 개발이 필연적이라 생각한 우리 군은 한국형 전차를 개발하기 위해 미국에 M60전차의 라이선스 생산을 요청했다. 하지만 미국은 '북한의 현실적 위협이 낮다'라는 명분을 내세워 라이선스 생산을 거절했다. 이에 우리나라는 독일의 기술협력을 받아 전차를 생산하려 했으나 미국에서 다시금 ROKIT(Repulic Of Korea Indigenous Tank, 한국형 차기 전차)사업 제안을 들고 나왔고, 결국 우리나라는 당시 미국의 3세대 신형 전차인 M1전차와 유사한 형태와 성능으로 개발을 착수했다.

| K1전차가 진화한 K1A1전차 (출처: 현대로템) |



K1전차는 105mm 강선포를 채용하고 있다. 사격통제장치(FCS)는 360도 전면 감시가 가능하고 전차장 조준경으로 표적 발견 시 포수가 목표물을 탐지 사격할 수 있는 Hunter Killer 기능을 갖추고 있다. 동력 성능은 1,200마력 디젤엔진을 사용하여 최고속력 60km/h의 기동력을 갖추었으며 2차 양산 중 습식엔진으로 업그레이드되면서 심수도하가 가능하게 되었다. 또한 유기압 현수장치가 적용되어 전차의 자세를 전·후 방향으로 조절하여 고지에서 저각사격이 가능하게 되었다.

한국형 전차 K1의 진화

1990년대 우리 군은 북한군이 T-72전차를 대량으로 확보했다는 첩보로 인해 화력을 보강한 전차의 소요를 제기했다. K1A1전차는 120mm 활강포를 탑재하여 화력을 강화하고 복합장갑재를 개선하여 방호력을 크게 향상시켰다. 또한 최초의 한국형 전차인 K1전차 차체를 기본으로 하여 탄도계산기, 포수조준경 등 주요 핵심 부품에 대한 전반적인 국산화를 이루었다. 통신과 IT산업의 기술발전으로 네트워크 중심의 전투 개념이 도입됨에 따라 현재 우리 군은 C4(Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Intelligence) 체계를 사용하여 상호통합운용을 하고 있다. 그러나 이전에 배치된 K1 계열 전차는 아날로그 신호에

의존하고 있고 디지털 데이터 처리 및 전시장치 미보유로 C4체계 환경에서 통합 운용이 불가능하다. 따라서 효과적인 협동작전으로 운용성을 제고하기 위해 K1, K1A1 전차의 성능개량 요소를 결정해 K1E1, K1A2전차가 탄생하게 되었다.

성능 개량 내용은 실시간 정보공유를 위한 디지털 전장 관리체계 및 피아가 혼재된 비선형 전투 환경에서 우군의 오인 사격을 방지하기 위한 피아식별장치, 전천후 전투수행 능력을 보유하기 위한 조종수 열상장비 등을 K1, K1A1전차에 장착하여 C4체계와 연동이 가능하게 하는 것이다. C4체계를 통해 우리 군은 다른 체계 간 연합작전의 효율성을 제고할 뿐만 아니라 실시간 상호 위치공유를 통한 전장가시화가 가능하게 됐다.

세계적인 수준의 명품 전차로 인정받은, K2전차 흑표


K1A1전차에 이어 선보인 K2전차 '흑표'는 입체고속 기동전 및 정보전을 고려하여 국내 독자 기술로 개발한 세계적 수준의 전차로 화력, 방호력 및 기동력을 크게 향상시켰다. 화력 면에서 K2전차는 55구경장에 120mm 활강포를 탑재했다. 또한 자동장전장치를 적용함에 따라 탄약수를 운용하지 않게 되었다. 특히 방호력 면에서 성능이 향상된 복합장갑과 반응장갑을 적용하여 적은 중량으로 추가 방호력을 제공하였다. 또한 능동방호장치를 적



용하여 적 위협을 교란하고 전차의 회피기동을 가능하게 하여 대전차 위협체에 대한 생존성이 크게 향상되었다. 뿐만 아니라 기동력 역시 1,200마력 엔진보다 강력해진 1,500마력의 엔진을 탑재하여 높은 가속력을 기대할 수 있게 되었다. 유기압 현수장치를 장착하여 전·후, 좌·우로 자유롭게 자세 제어가 가능하고 험난한 지형 속에서도 우수한 기동력을 발휘할 수 있게 됐다. 마지막으로 잠수도하장치를 적용해 4.1m 깊이의 하천 도하가 가능하고, 미래전에 부합되는 C4체계를 적용하여 능동적으로 전장 상황 파악이 가능하다.

차세대 전차의 새로운 패러다임

2005년부터 북한군은 지속해서 구소련제 T-62전차의 개수를 늘리고, 전차 900여 대에 레이더거리측정기, 연막탄발사기, 반응장갑 등을 설치하여 전차 전력의 세대 교체에 심혈을 기울이고 있다. 특히 북한군의 기갑전력은 4,200여 대로 우리 군에 비해 월등히 많다. 이런 수적 열세를 전차의 첨단화를 통해 만회하려는 것이 우리 군의 전략이다. 또한 급속한 과학기술 발전에 따른 4차 산업혁명 전장의 양상마저 크게 바꿀 것으로 예상된다. 따라서 전차의 패러다임은 이러한 상황에 맞게 변화될 것으로 차세대 전차의 세 가지 특징을 제시한다. 첫째, 방호의 개념이 바뀌게 될 것이다. 적의 레이더와 적 외선 피탐지율을 최소화하는 스텔스 기능이 추가될 것이다. 또한 강력한 적의 탄을 막기 위해 장갑의 두께만을

늘리는 방법에서 벗어나 탄소나노튜브(CNT)에 티타늄을 섞어 초경량, 고강도의 나노복합소재로 만든 장갑판을 장착하게 될 것이다. 이로써 전차는 중량을 줄여 고속주행이 가능하고, 동시에 방호력을 늘리는 효과를 가지게 된다. 둘째, 나노복합소재의 장갑을 뚫기 위해 화포의 진화가 멈추지 않게 될 것이다. 고전압·대전류의 전력을 짧은 시간에 발생시키는 레일건(Railgun)이 등장할 것이다. 레일건은 포신 역할을 하는 서로 평행한 한 쌍의 금속제 레일을 하나의 전원에 연결한 구조를 가진다. 두 레일 사이에 포탄을 물리면 포탄을 통해 전류가 흐르는 회로가 완성된다. 이 전류는 장갑 속에서 운동에너지를 생성하게 되고 레일에 따라 움직이는 포탄을 가속시킨다. 빠른 포구 초속을 통해 탄의 유효사거리, 이동표적에 대한 명중률, 탄의 파괴력을 증대시킬 수 있다. 또한 탄자의 추진에너지를 전기에너지로부터 얻으면서 강내 압력의 제어가 가능할 것으로 보인다. 하지만 전력 수요가 많으므로 전력제어 계통, 배터리 성능 등이 관건이 될 것이다. 마지막으로 4차 산업혁명 요소인 인공지능(AI)과의 통합이 이루어질 것이다. 인공지능 기술의 무인체계 적용은 위험지역에서의 인명 피해를 최소화하여 전투 효율성을 극대화할 수 있다. 무인 전차는 자율주행 시스템이 탑재되어 있을 뿐만 아니라 실시간 네트워크를 통해 전장정보를 빠르게 처리하고 대응하여 의사결정권자의 인지 부담을 경감시킬 수 있다. 21세기는 물량의 전쟁에서 벗어나 성능으로 승부하는 시대이므로 이런 환경에서 살아남기 위하여 다양한 신기술 적용이 필요하다. 이에 차세대 전차는 미래 유망 기술과 융합하여 새로운 기술과 응용 분야를 도출해야 할 것이다. 





세르게이 라흐마니노프 (Sergei Rachmaninoff, 1873~1943)

【 라흐마니노프 피아노 협주곡 3번에 담긴 몰입과 여유 】



러시아 출생인 세르게이 라흐마니노프(Sergei Rachmaninoff, 1873~1943)는 1909년 9월 23일 독일 드레스덴에서 자신의 세 번째 피아노 협주곡을 완성했다. 라흐마니노프는 작곡을 해놓고도 러시아에 있을 때 이 곡을 연습할 시간이 없어서 미국으로 가는 배 안에서 건반을 그려놓고 연습했다. 결국 이 피아노 협주곡 3번은 독일도 러시아도 아닌 미국 뉴욕에서 월터 담로쉬 지휘 라흐마니노프 자신의 연주로 1909년 11월 28일에 초연되었다. 두 번째 연주는 당시 지휘자로 명성을 떨쳤던 구스타프 말러의 지휘와 라흐마니노프의 연주로 이루어졌으니 세기의 연주였다고 할 만하다.

라흐마니노프 자신은 “난 3번 협주곡을 훨씬 좋아한다. 왜냐하면 2번이 너무 연주하기 불편하게 작곡되었기 때문”이라고 말했는데, 그럼에도 불구하고 길어도 길고 장대해서 코끼리 협주곡이라는 별명으로 불렸다. 1930년대 전까지는 자주 연주되지 않다가 거장 블라디미르 호로비츠가 즐겨 연주하면서 대중적으로도 인기 있는 곡이 되었다.

피아노 협주곡 사상 가장 기교적으로 어려운 피아노협주곡으로

꼽히기도 하는 이 3번은 독일 드레스덴에서 러시아를 생각하면서 향수병에 걸렸던 라흐마니노프가 단조의 단정한 고대 러시아 민요 멜로디를 도입부에 썼다. 2번 협주곡과 마찬가지로 조국 러시아의 대지를 대단히 사랑했던 라흐마니노프의 마음을 읽을 수 있다. 도입부의 멜로디는 반복되는데 그때마다 청중들은 서정적이며 아름다운 멜로디에 빠져들었다가 이어지는 이 곡의 빠르고 화려한 건반 터치에 엄청난 몰입을 하며 곡에 빠져들게 된다. 오케스트라와 함께하는 부분뿐만 아니라 피아니스트가 홀로 현란한 기교를 선보이는 카덴차 부분까지 특히 타건에 힘이 없으면 이 곡 연주가 이뤄질 수 없다 할 만큼 피아니스트에게 대단한 파워와 몰입을 요구하는 곡이다.

1악장 후반부와 2악장에서는 라흐마니노프 특유의 달콤함과 서정성에 의한 여유가 펼쳐진다. 자연스럽게 아타카(어택)로 3악장으로 오버랩되며 넘어가 러시아의 대자연의 필마(匹馬)로 뛰어나다니는 듯한 강렬한 3악장이 펼쳐지는 감동의 명곡이 바로 라흐마니노프의 피아노 협주곡 3번이다.

글. 장일범 음악평론가



봄호 - 비움과 채움

낡은 것을 비우고, 긍정적인 가치를 채우다

여름호 - 끈음과 유연

울퉁은 기준을 가지되, 유연하게 사고하다

가을호 - 몰입과 여유

최고의 성과를 위해 몰입하고, 뒤따르는 여유를 즐기다

겨울호 - 이성과 감성

차기운 이성을 유지하되, 따뜻한 감성을 더하다



독자 설문조사 (QR코드 참여)

국방기술품질원 기관지 <기술로 품질로>는 여러분의 관심과 참여로 만들어집니다. 보내주시는 의견은 제작에 적극 반영하겠습니다. 좋은 의견을 주신 분은 추첨을 통해 소정의 상품을 드립니다.

> 참여 기간 : 11월 2일(금)까지 > 당첨자 발표 : 개별 연락