

정량적 관리 기반 무기체계 시험업무 프로세스 개선 연구

나태흠¹⁾, 이주연²⁾, 김영민^{2)*}

1) 국방과학연구소 국방시험연구원, 2) 아주대학교 시스템공학과

A Study on the Improvement of the Test Process for Defense Systems Based on Quantitative Management

Tae Heum Na¹⁾, Joo Yeoun Lee²⁾, Young Min Kim^{2)*}

1) Defense Test and Evaluation Research Institute, Agency for Defense Development

2) Department of Systems Engineering, Ajou University

Abstract : Today, the importance of test and evaluation of defense systems is increasing day by day. In performing efficient defense systems test works, process improvement based on quantitative management is essential. The purpose of this paper is to present the results of process improvement for the defense systems test works of the test organization based on quantitative management activities. As a methodology to confirm process improvement performance, the 'MPM(Managing Performance and Measurement)' practice area of the CMMI model was applied. The quantitative management model for defense systems test works was developed so that it could be practically applied not only to the entire test organization but also to the organization at the department level that actually performs the test work. Finally, the application cases of the quantitative management model for defense system test works and the results of process improvement were described.

Key Words : Quantitative Management, Managing Performance and Measurement, Capability Maturity Model Integration, Defense Systems Test Works, Process Improvement

Received: April 12, 2024 / **Revised:** May 25, 2024 / **Accepted:** June 10, 2024

*Corresponding Author: Young Min Kim/Department of Systems Engineering, Ajou University/pretty0m@ajou.ac.kr
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

1. 서론

정량적 관리는 정량적 근거에 따라 확률적인 예측을 수행하여 미래에 발생할 사건에 효율적으로 대처하는 것이며, 그 목적은 프로젝트의 품질 및 프로세스 성과목표를 달성하기 위해 프로젝트를 정량적으로 관리하는 것이다. 여기에서 성과목표는 일정 시간 이후 미래에 발생할 수 있는 성과를 의미하며 프로젝트의 정해진 일정 또는 비용 내에 완료 여부, 제품이나 프로세스 품질의 만족 여부가 될 수 있다. 즉 정량적 프로젝트 관리는 미래의 성과 목표를 달성할 수 있도록 현재의 프로젝트를 정량적인 방법이나 도구를 이용하여 관리하는 것이다.[1]

오늘날 무기체계 시험업무는 무기체계의 고도화, 복잡화, 대형화 추세에 따라 무기체계의 성능검증을 위해 그 중요성이 더욱 부각 되고 있다. 특히, 대형 무기체계의 경우, 시험수행 시 대규모 인력과 예산이 투입되고, 무기체계의 성능검증을 위한 객관적 정보를 확보하기 위해 다수의 계측장비와 시험 인프라가 활용된다.[2] 이러한 상황에서 효율적인 시험수행과 조직 발전을 위해 지속적인 시험업무 프로세스 개선은 필수적이다. 프로세스 개선 과정에서 정량적 관리는 객관적 의사결정과 문제해결을 위한 핵심적인 방법론으로, 시험업무와 시험조직의 특성을 반영한 체계적인 정량적 관리방안 연구가 필요하다.

정량적 관리를 통한 프로세스 개선에 관한 연구는 CMMI(Capability Maturity Model Integration)를 기반으로 소프트웨어 개발 및 IT 프로젝트 분야에서 시작되었다.[3],[4],[5] 이후, 국방 분야에서도 객관적 의사결정과 문제해결을 위해 프로세스 개선 측면에서 무기체계 연구개발과 시험평가 업무에 프로세스 성과 모델을 적용하고, 확률적 예측을 위한 관리기법 등을 개발하여 적용하고 있다.[6],[7],[8] 그러나 이러한 연구는 개별 프로젝트 또는 세부 조직 단위의 특성을 고려하지 않고 동일한 성과 모델과 획일적인 관리기법을 적용하는 한계점을 지니고 있으며, 체계적이고 종합적인 정량적 관리 절차에 대하여 제시하지 않고 있다.

이러한 관점에서 본 연구의 목적은 시험업무를 실제 수행하는 부서 단위의 특성을 반영하여 개별 시험 프로젝트 또는 전체 조직만을 대상으로 하는 정량적 관리가 아닌, 조직 운용 측면에서 부서 단위 조직까지 포함할 수 있는 정량적 관리 모델을 개발하고, 정량적 관리를 통한 프로세스 개선의 효과를 프로세스 성과관리 측면에서 제시하고자 한다. 이를 위해 CMMI 모델의 '성과 및 측정관리(Managing Performance and Measurement, MPM)' 프랙티스 영역을 참조하여 무기체계 시험업무 정량적 관리를 위한 표준 절차를 정의하고, 실제 정량적 관리를 통한 프로세스 개선사례 연구를 통해 그 효용성을 확인하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에서는 연구의 목적과 필요성을 제시하고, 2장에서는 무기체계 시험업무 정량적 관리 모델 개념 및 절차, 3장에서는 본 연구의 대상인 정량적 관리 활동의 사례, 4장에서 정량적 관리를 통한 무기체계 시험업무 프로세스 개선 성과, 5장에서는 본 논문의 결과를 정리 및 요약하였다.

2. 무기체계 시험업무 정량적 관리 모델

2.1 프로세스 성과 및 측정관리

프로세스 성과를 확인하는 방법론으로, CMMI 모델의 MPM 프랙티스 영역을 적용하였다. 성과 및 측정관리의 목적은 비즈니스 목표를 달성하기 위해 측정 및 분석을 사용하여 성과를 관리하는 것으로 조직은 이 활동을 통해 비용, 일정 및 품질 성과에 대한 관리와 개선 노력을 집중하여 비즈니스 투자수익을 극대화할 수 있다.[9] 표 1은 CMMI 모델에서 성숙도 단계(Maturity Level, ML)별 MPM 프랙티스의 활동 사항을 나타낸다.

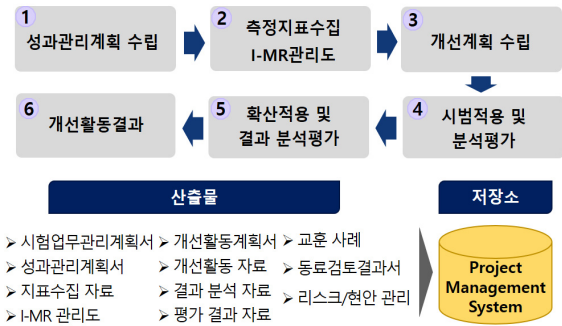
<Table 1> Maturity levels of the MPM Practice

ML	내용
1.1	·측정지표를 수집하고 성과를 기록
1.2	·성과 이슈를 파악하고 해결
2.1	·비즈니스 요구와 목표에서 측정과 성과목표를 도출하고 기록하고 최신 상태로 유지
2.2	·측정지표에 대한 운영 정의를 개발하고 최신 상태로 유지하며 사용
2.3	·운영 정의에 따라 지정한 측정 데이터를 확보
2.4	·운영 정의에 따라 성과와 측정 데이터를 분석
2.5	·운영 정의에 따라 측정 데이터, 측정명세와 분석 결과를 저장
2.6	·측정과 성과목표를 달성하는 데 있어 파악한 이슈를 해결하는 조치
3.1	·비즈니스 목표에 추적 가능한 조직의 측정과 성과목표를 개발하고 최신 상태로 유지/사용
3.2	·프로세스와 표준에 따라 측정지표에 대한 운영 정의 개발 및 사용
3.3	·데이터 품질 프로세스 개발 및 준수
3.4	·조직 측정저장소를 구축 및 사용
3.5	·측정과 성과 데이터로 조직성과를 분석하고 성과개선 사항을 파악하여 해결
3.6	·성과 결과를 조직에 주기적으로 전달
4.1	·통계와 정량적 기법을 사용하여 비즈니스 목표에 부합한 품질, 프로세스 성과목표 수립
4.2	·성과목표 달성을 위해 정량적으로 관리할 수 있는 측정과 분석기법 선택
4.3	·통계와 정량적 기법 사용한 프로세스 성과 기준선 설정 및 분석
4.4	·통계와 정량적 기법 사용한 프로세스 성과 모델 개발 및 분석
4.5	·통계와 정량적 기법 사용한 품질 및 프로세스 성과목표 달성 판단 및 예측
5.1	·통계와 정량적 기법 사용한 비즈니스 목표와 전략의 일치 확인 및 성과 최적화
5.2	·통계와 정량적 기법 사용한 성과 데이터 분석 및 성과를 최적화할 수 있는 잠재적 영역 파악
5.3	·개선사항이 품질 및 프로세스 성과목표 달성 및 최적화에 미치는 예상 효과에 대한 정량적 분석을 바탕으로 개선 제안을 선택/구현

2.2 무기체계 시험업무 정량적 관리 모델

국방시험연구원(이하 시험원)은 프로세스의 성과와 측정 결과를 관리하기 위해 CMMI 모델의 MPM 프랙티스 영역을 참조하여 그림 1과 같이 6단계로 구성되는 무기체계 시험업무 정량적 관리 모델을 개

발하여 부서 단위 조직까지 적용하고자 한다.



[Figure 1] Quantitative management model of defense systems test works

무기체계 시험업무 정량적 관리 모델은 CMMI 모델의 MPM 프랙티스의 모든 영역을 포함하며, 매핑 결과는 표 2와 같다.

<Table 2> Quantitative management model to CMMI V2.0 MPM Practice Mapping

MPM Practice	Quantitative management phase
MPM 1.1	①
MPM 1.2	①
MPM 2.1	①
MPM 2.2	①
MPM 2.3	②
MPM 2.4	②
MPM 2.5	②
MPM 2.6	③
MPM 3.1	①
MPM 3.2	①
MPM 3.3	②
MPM 3.4	①②③④⑤⑥
MPM 3.5	④⑤
MPM 3.6	⑥
MPM 4.1	①
MPM 4.2	③
MPM 4.3	①②
MPM 4.4	③
MPM 4.5	④⑤
MPM 5.1	③
MPM 5.2	④⑤
MPM 5.3	⑥

정량적 관리를 통해 발생 되는 산출물을 정의하고, 프로세스 품질보증담당자에 의한 이행 여부를

점검, 관리, 보고함으로써 실질적인 수행을 가능하게 한다. 또한 시험원의 과제관리시스템을 통해 산출물의 저장, 공유가 가능하고, 의견 등록 기능을 통해 부서 간 소통을 지원한다. 정량적 관리 프로세스 표준화와 더불어 정기적인 성과 발표회, 지속적인 교육 및 세미나 등을 수행하여 구성원의 적극적 참여와 조직 문화로 내재화될 수 있도록 하였다.

정량적 관리 모델의 첫 번째 단계는 성과관리계획 수립단계이다. 성과관리계획은 조직의 비즈니스 목표에 부합하는 성과목표를 도출하고, 목표를 달성하기 위한 성과지표와 측정지표를 선정하는 것이다. 이와 더불어 지표 선정 배경부터 현 수준 파악 및 목표 수준 정립, 지표 계산 수식을 작성함으로써 지표관리 목적과 방안을 보다 효과적으로 추진할 수 있다. 만약 현 수준 파악이 어렵다면, 일정 기간 자료를 수집하여 판단할 수 있다. 목표 수준은 평균이나 표준편차를 개선하는 방향성을 고려하여 정량적으로 설정한다. 또한, 추진 일정을 계획하고, 추진 단계별 담당자를 선정한다.

두 번째 단계는 측정지표 수집 단계이다. 정량적 관리를 위해 각 부서는 측정지표별 자료를 수집하여, 공정의 평균과 산포 파악이 가능한 I-MR (Individual-Moving Range) 관리도를 활용한다. 수집 자료는 통계분석을 통해 현 수준을 파악하며, 프로세스 성과 기준선(Process Performance Baseline, PPB)을 설정한다. 관리도를 활용한 정량적 분석과 이상 현상 분석을 통하여 개선 방법 및 개선 방향을 도출한다. I-MR 관리도는 개별 측정값을 관리하기 위한 I 관리도와 변동을 관리하기 위한 MR 관리도로 구성된다. 관리도의 관리범위는 표 3과 같이 관리 상한(Upper Control Limit, UCL), 관리 하한(Lower Control Limit, LCL), 중심선(Center Line, CL), 규격 상한(Upper Specification Limit, USL), 규격 하한(Lower Specification Limit, LSL)으로 구성한다. 규격 상한, 규격 하한의 경우 성과목표를 달성할 수 있는 범위를 고려하여야 하며 프로세스 성과 모델을 가지고 있는 경우, 달성하고자 하는 Y 인자의 범위에 해

당하는 X 인자의 범위로 설정할 수 있다. 프로세스 성과 모델이 없는 경우는 직접 설정한다. MR 관리도의 경우 규격 상한, 규격 하한은 설정하지 않고 관리 상한, 관리 하한과 중심선만 사용한다. 관리 상한, 관리 하한, 중심선 설정을 위해 과거 데이터를 평균과 표준편차를 활용하여 관리범위와 프로세스 성과 기준선을 설정한다.

<Table 3> Configurations of control range for I-MR control charts

관리범위	내용
UCL	$\mu+3\sigma$
LCL	$\mu-3\sigma$
CL	μ
USL	목표 유지: $UCL=USL, LCL=LSL$ 지표 안정화: $\mu\pm 2\sigma$ 또는 $\mu\pm\sigma$
LSL	

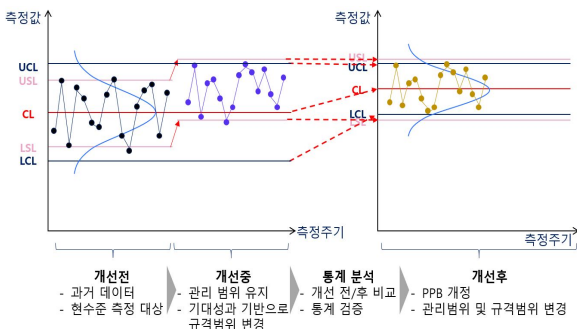
세 번째 단계는 개선계획 수립단계이다. 개선계획 수립을 위해 측정지표 분석 결과에 대한 원인 분석을 수행한다. 정확한 원인 분석이 이루어질 때 명확한 개선대책을 수립할 수 있으며, 실질적인 업무 개선이 가능하다. 원인 분석을 위한 방법은 브레인스토밍, 멀티보팅, 어골도(Fish Bone Diagram) 등의 방법을 활용할 수 있다. 잠재원인 분석을 수행한 후, 선정된 잠재원인에 대한 대책과 개선방안을 도출한다. 도출한 대책의 시행 후 기대성과는 프로세스 성과 모델(Process Performance Model, PPM)이나 프로세스 성과 기준선을 활용하여 예측하고, 수립된 성과 목표 달성을 고려해야 한다. 선정된 대책에 대한 개선계획은 선정된 대책별로 작성하거나, 선정된 대책들을 통합하여 작성할 수 있다.

네 번째 단계는 시범 적용 및 분석평가 단계로 선정된 대책의 시범 적용을 통해 자료를 수집하고 개선 전·후 대비 결과를 검증 계획에 따라 분석, 평가하는 단계이다. 시범 적용 단계는 프로세스의 특성과 조직의 내재화 및 성숙도에 따라 생략 또는 축소하여 적용할 수 있다.

다섯 번째 단계는 확산 적용 및 분석평가 단계로 최종 선정된 개선안의 적용을 통해 자료를 수집하고

개선 전·후 대비 결과를 분석, 평가하는 단계이다. 개선계획 수립 이후 개선계획을 실제 업무에 적용하고, 지속적인 지표 수집과 분석을 통해 개선 효과를 확인해야 한다. 지속적인 관심을 가지고 이행 조치를 수행할 때, 정확한 개선 효과를 확인할 수 있으며, 부서장을 중심으로 정기적인 점검과 공유가 필요하다. 개선 활동의 평가는 통계 및 기타 정량적 분석을 수행하여 가시적인 효과를 확인해야 하며, 분석 결과를 공유함으로써 성과 확인 및 추가적인 개선 동기를 유발하도록 해야 한다.

여섯 번째 마지막 단계는 개선 활동 결과를 작성하는 단계이다. 부서별 성과지표에 대한 프로세스 개선 결과를 종합하여 개선 활동 결과보고서를 작성한다. 개선 활동 결과에는 계획 활동 수행 간 도출된 교훈사례를 모범사례와 아쉬운 사례로 나누어 분석한다. 모범사례는 공유를 통해 성과확산에 활용되며, 아쉬운 사례는 반복적으로 발생하지 않도록 공유하고 개선대책을 수립하여 조치한다. 정량적 관리 활동을 통해 도출된 교훈사례는 시험원 과제관리시스템에 등록하여 관리한다. 또한, 관리하는 성과지표의 유지 여부, 새로운 성과지표의 선정 계획 등을 검토하고, 지속적인 개선 활동과 관리가 이루어지도록 한다. 개선 활동 이후 성과지표의 지속적인 유지를 결정할 경우, 개선 전과 비교하여 평균이나 표준편차가 변경되면 프로세스 성과 기준선을 갱신하고 관리범위를 변경하여 관리한다. 그림 2는 이러한 정량적 관리 기반의 개선 과정을 시각적으로 표현한 것이다.



[Figure 2] Quantitative management-based improvement procedures

3. 정량적 관리 기반 프로세스 개선 사례

3.1 성과목표 및 성과지표

국방과학연구소는 지난 2021년 6월 국가 시험평가 역량 고도화와 시험 인프라의 국가적 활용성 강화를 목표로 연구소의 각 시험평가 조직을 통합하여 시험원을 설립하였다. 이후 시험원은 각 시험평가 조직의 특성을 반영하여 공통된 시험업무 흐름과 시험업무 산출물을 정의하는 등 시험업무에 대한 표준 프로세스 정립을 통해 복잡하고 다양한 시험요구에 신속하게 대응하고, 시험평가 조직 통합에 따른 새로운 시험조직의 효율적인 운영과 표준화된 시험서비스 제공이 가능하도록 기반을 마련하였다.[10] 이와 연계하여 시험원은 세계 수준의 시험능력 확보를 비전으로 이를 달성하기 위해 시험수행 능력 제고, 시험 품질 향상, 시험역량 강화를 성과목표로 설정하였다. 성과목표 달성을 위한 세부적인 성과지표는 시험원 측면의 성과지표와 시험부서별 성과지표로 구성되며, 시험부서별 성과지표는 시험원의 성과목표를 기반으로 각 부서장 중심으로 부서에서 개선할 사항, 경영진의 관심 사항, 부서 특성 등을 고려하여 선정하였다. 이로써 개별 시험 프로젝트 또는 전체 조직 대상의 정량적 관리뿐만 아니라 부서 단위 조직까지 포함하였다. 시험원과 각 부서의 성과목표와 성과지표 세부 현황은 그림 3과 같다.

시험원	성과목표	성과지표	측정지표
	시험수행능력제고	연간시험수행건수	시험 계획 건수 시험 수행 건수
시험품질향상	표준 프로세스 적용	산출물 등록률	
시험역량강화	시험업무관리 역량강화	부서별 측정지표	
부서	성과목표	성과지표	측정지표
A	장거리 시험환경 확보 시험성적서 품질 향상	비상설 해상사격장 확보 시험성적서 오타/오기 개수	의도된 공백
B	시험 효율성 향상	사격 시험 준비 시간 단축	의도된 공백
C	비행시험 추적 능력 강화 비행시험 추적 능력 강화 시험 효율성 향상	시험장비 준비율 향상 양호한 추적 획득률 계속 준비 시간 단축	의도된 공백
D	시험장 안전 강화	선박 공식 물자 수송률 향상	의도된 공백
E	시험 효율성 향상	실내시험장 활용도 향상	의도된 공백

[Figure 3] Performance objectives and parameters of DTERI

3.2 성과관리 계획 수립

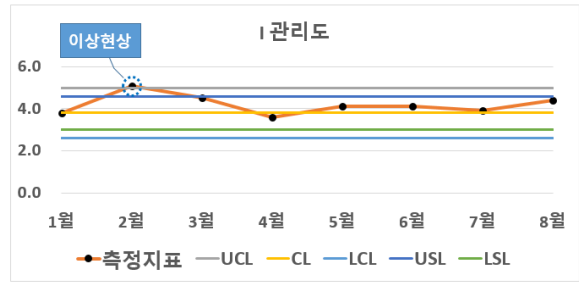
그림 4는 C부서의 성과관리계획서 중 하나이다. C부서는 시험 효율 향상을 부서 성과목표로 설정하고 총포탄약 시험계측 준비시간을 성과지표(Y 인자)로 선정하였다. 성과지표 수집을 위한 프로세스 측정지표(X 인자)로써 시험계측 통보 시간과 계측 준비 완료 시간을 선정하고, 성과지표의 수집 주기와 수집 단위, 프로세스 측정지표를 선정하기 위한 수식을 정의하였다.

부서	C				성과관리계획서	버전	1.0
성과목표	시험 효율성 향상						
선정 배경	시험효율 향상을 위해		측정 대상	시험계측준비시간 (MVRs,동구게이지,물리량계측시스템)			
성과지표명	총포탄약 시험계측 준비시간						
현수준			목표수준				
선정 배경	계측 준비시간이 과다할 경우 시험 효율에 영향을 미칠 수 있어, 적정수준을 유지할 필요성 있음		개선 방안	개선방안 마련, 인프라 구축			
구분	일정	수집주기	월	수집단위	분		
수식	계측준비 완료시간 - 시험계획 통보시간						
1. 프로세스 측정지표명	시험계측 통보시간						
현수준			목표수준				
선정 배경	시험계측 통보시간이 요구됨		개선 방안	통보 방식 변경			
구분	일정	수집주기	건별	수집단위	시간		
수식	시험계측 통보시간						
2. 프로세스 측정지표명	계측준비 완료시간						
현수준			목표수준				
선정 배경	시험계측 완료시간		개선 방안	TMC 사전 준비, 이동시간 최소화, 현장 계측준비 사전 준비			
구분	일정	수집주기	건별	수집단위	분		
수식	TMC 계측준비시간 + 이동시간 + 현장 계측준비 소요시간						
추진일정				개선 담당자			
구분	시작일	종료일	비고		이름	역할	
측정지표 수집	의도된 공백						
현수준 파악							
원인 분석							
개선계획수립							
개선활동 이행							
이행성과 평가							

[Figure 4] The performance management plan

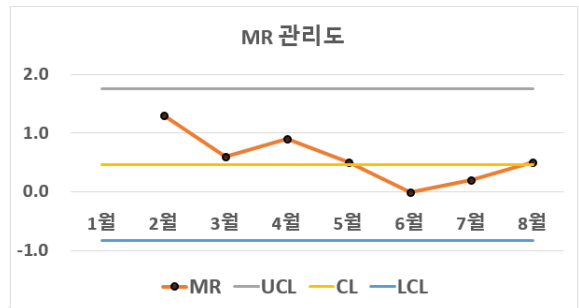
3.3 측정지표 수집

그림 5와 그림 6은 C부서의 I-MR 관리도 중 하나이다. 측정지표는 수집 주기에 따라 관리한다. 그림 5와 같이 이상 현상이 발생하면 해당 값을 확인하고 원인 분석 및 대책을 수립하여 시험원의 현안 관리 시스템에 등록하여 관리한다. 이때 이상 값이 발생하게 된 활동, 환경, 관련자, 도구 등에 대한 검토가 필요하다. 재발 방지 대책을 수립하기 위해서는 절차의 변경, 담당자 교육, 양식의 수정 등을 검토할 수 있다.



수집주기	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월
측정지표	3.80	5.10	4.50	3.60	4.10	4.10	3.90	4.40
UCL	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
CL	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
LCL	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
USL	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60
LSL	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Rule1-최종판단	정상	이상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
Rule2-최종판단							정상	정상
Rule3-최종판단								정상
Rule4-최종판단								정상
Rule5-최종판단								정상
Rule6-최종판단								정상
Rule7-최종판단								정상
Rule8-최종판단								정상
Rule9-최종판단	정상	이상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
최종판단	정상	이상	정상	정상	정상	정상	정상	정상

[Figure 5] Individual control chart



MR		1.3	0.6	0.9	0.5	0	0.2	0.5
UCL	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
CL	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
LCL	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83
Rule1-최종판단		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
Rule2-최종판단								정상
Rule3-최종판단								정상
Rule4-최종판단								정상
Rule5-최종판단								정상
Rule6-최종판단								정상
Rule7-최종판단								정상
Rule8-최종판단								정상
최종판단		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상

[Figure 6] Moving Range control chart

이상 현상은 통계적으로 발생하기 어려운 값이 발생했다는 의미로 반드시 나쁘다는 의미는 아니다. 나쁜 이상 현상은 다시 발생하지 않도록 조치하고, 좋은 이상 현상은 재현될 수 있도록 조치가 필요하다. 특정한 조치에 따라 의도에 따라 값이 변경되고 있다면, 이후 지속적인 관리를 통해 유지하고 향후 관리 기준을 변경한다. 이상 현상의 발생 여부에 대한 판단 기준은 표 4와 같이 I 관리도 9개 항목,

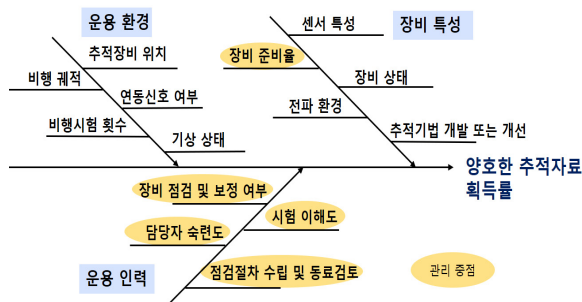
MR 관리도 8개 항목으로 정의한다. Rule1~Rule8은 프로세스가 안정적인지를 판단하는 기준이며 Rule9는 프로세스가 능력이 있는지 판단하는 기준이다.

3.4 개선계획 수립

그림 7은 C부서의 성과목표인 양호한 추적자료 획득률 개선에 대한 특성 요인을 분석한 어골도이다. 성과목표 달성에 영향이 큰 잠재원인으로는 센서 특성, 비행궤적, 장비 준비율, 기상 상태 등으로 분석하였다. 이에 대한 개선대책으로 지속적인 장비 준비율 관리, 시험 전 점검 절차 수립 및 철저한 동료검토, 시험 전 장비 점검 및 보정 여부 확인, 담당자의 시험 이해도 및 숙련도 증진을 위한 세부 추진 계획을 수립한다.

<Table 4> Criteria of abnormal phenomenon(I-MR)

구분	내용
Rule1	UCL보다 크거나 LCL보다 작은 경우
Rule2	중심선의 어느 한쪽에 9개 점이 연속으로 타점되는 경우
Rule3	6개 점의 증가 또는 감소하고 있는 경우
Rule4	14개 점이 위, 아래로 진동하는 경우
Rule5	중심선 상/하 어느 한쪽의 2σ와 3σ 관리영역 내에 3개 중 2개 점이 있는 경우
Rule6	중심선 상/하 어느 한쪽에서 σ를 벗어나는 점이 5개중 4개 이상 있는 경우
Rule7	15개 점이 σ내에 분포하는 경우
Rule8	8개의 연속적인 점이 σ 관리 영역을 벗어나는 경우
Rule9	USL과 LSL을 벗어나는 경우 프로세스 능력이 없는 것으로 판정함



[Figure 7] Fish bone diagram

3.5 적용 및 분석평가

표 5는 B부서의 성과지표 중 시험 준비 소요시간 단축에 대한 개선 활동 전·후의 통계적 가설검정 결과를 나타낸다. 알 수 없는 두 그룹의 모집단 평균에 대한 동일성 여부를 확인하는 2표본 t-검정으로 가설검정을 수행하였다. 통계분석 결과 개선 활동 전(현 수준) 시험 준비 소요 시간은 평균 55.4분에서 개선 활동 후 시험 준비 소요 시간은 평균 33.0분으로 약 40%가량 시간이 단축되었음을 확인할 수 있다. 가설검정 결과, P-value가 유의수준 0.05보다 작은 0.000이기 때문에 귀무가설을 기각하고, 대립가설을 채택한다. t-검정에서 대립가설은 두 그룹 모집단의 평균이 다름을 의미한다. 따라서 프로세스 개선 활동 전·후의 시험 준비 소요 시간은 차이가 있음을 통계적으로 확인할 수 있으며, 개선 활동을 통해 시험 준비 소요 시간이 효과적으로 단축되었음을 알 수 있다.

<Table 5> Results of two sample t-test

구분	시험 준비 소요 시간(분)	
	개선 전	개선 후
관측수	13	28
평균	55.4	33.0
표준편차	11.11	14.07
t 통계량	4.52	
P-value	0.000	

3.6 개선 활동 결과

그림 8은 시험원 과제관리시스템의 일부 화면이다. 각 부서는 정량적 관리를 통한 프로세스 개선 결과를 정리하고, 활동 수행 간 도출된 교훈사례를 분석하여 시스템을 활용하거나, 교훈사례 발표회를 통해 타 부서와 공유 및 조치를 수행한다.

관리번호	카테고리	등록일
6.308	지표수집	1실 '24년 4월 지표수집표
6.306	개선활동	1실 '24년 4월 개선활동
6.304	지표수집	1실 '24년 3월 지표수집표(완경)
6.180	지표수집	1실 '24년 3월 지표수집표
6.178	개선활동	1실 '24년 3월 개선활동
6.151	지표수집	1실 '24년 2월 지표수집표(완경)
6.085	지표수집	1실 '24년 2월 지표수집표(완경)
6.088	지표수집	1실 '24년 2월 지표수집표
6.086	개선활동	1실 '24년 2월 개선활동
5.988	지표수집	1실 '24년 1월 지표수집표(완경)
5.989	지표수집	1실 '24년 1월 지표수집표

[Figure 8] Register for improvement activity artifacts

4. 무기체계 시험업무 프로세스 개선 성과

정량적 관리를 통한 프로세스 개선 성과는 시험원 차원의 성과지표와 부서별 성과지표를 구분하여 정리하고자 한다.

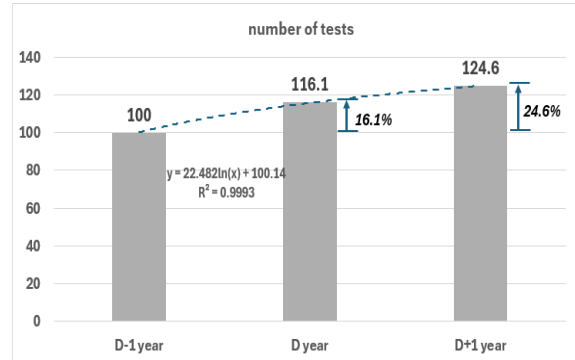
4.1 시험원 차원의 성과 개선

시험원 차원에서 관리하는 첫 번째 성과목표인 시험수행 능력 제고에 대한 성과지표는 연간 시험수행 건수이며, 측정지표는 시험수행 건수이다. 두 번째 성과목표인 시험 품질 향상에 대한 성과지표는 표준 프로세스 적용으로, 측정지표는 산출물 등록률이다. 두 가지 성과지표의 성과 개선사례는 다음과 같다.

4.1.1 연간 시험수행 건수

시험수행 건수의 향상은 장비, 인력, 예산 등 한정된 시험자원으로 효율적인 조직 운영 결과를 가늠할 수 있는 중요한 지표이다. 그림 9는 시험업무 아키텍처 모델[10]의 적용을 통한 프로세스 개선 과정 동안 시험원에서 수행한 연간 시험수행 건수를 나타낸다. 구체적인 시험 항목과 시험 건수, 시험장별 세부 자료는 공개가 제한된다. 따라서 기간은 시험업무 아키텍처 모델 적용 이전(D-1년), 적용(D년), 적용 이후(D+1년)로 표기하고, 시험 건수는

적용 이전(D-1년)의 시험 건수를 100으로 환산하여 표기하였다.



[Figure 9] Number of tests conducted from D-1 year to D+1 year

시험수행 건수는 아키텍처 모델 적용 이전 대비 프로세스 적용 연도에는 16.1%, 적용 1년 후에는 24.6% 증가하였다. 이러한 증가는 인력, 예산, 장비 등 한정된 시험자원으로 효율적인 조직 운영을 통하여 시험수행 능력이 향상되었다고 판단할 수 있다.

4.1.2 표준 프로세스 적용

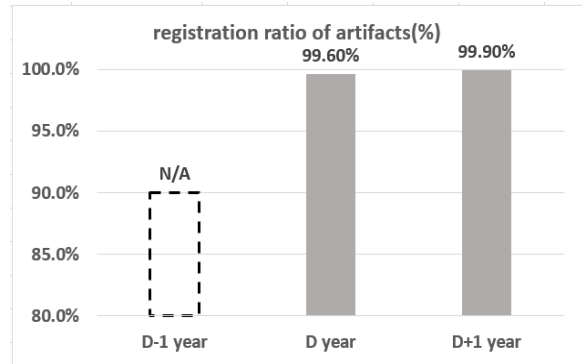
시험원은 시험업무 아키텍처 모델 적용[10]을 통해 시험업무 수명주기에 따른 산출물을 정의하고, 공통 시험산출물을 생산하게 되었으며, 시험원의 종합시험정보체계 활용을 통해 시험산출물을 조직의 프로세스 자산으로 저장, 공유, 재활용을 가능하게 하였다. 조직의 프로세스 자산 증가에 따라, 시험산출물의 공유와 재활용을 통해 시험산출물 생산에 투입되는 시간을 절감하고, 생산된 시험산출물의 결함을 줄여 시험업무의 효율성을 향상할 수 있는 기반을 마련하였다.

표 6은 표준 프로세스 개발을 통해 정의된 시험산출물 목록이다. 시험원에 신규 편입된 시험조직들은 시험업무 수행지침에 따라 시험을 수행하며, 시험업무 수명주기에 따라 정의된 시험산출물을 종합시험정보체계에 등록하고 관리하여야 한다.

<Table 6> Artifacts of project and unit test

수명주기	사업/과제 산출물	단위시험 산출물	
		시험주관	계측/지원
요구단계	사업/과제 의뢰서	사업/과제 계획서	단위시험 계획서
계획단계	사업/과제 계획서	단위시험 계획서	계측/지원 계획서
수행단계	시험일지	시험일지	시험일지
결과단계	사업/과제 결과보고서	단위시험 결과보고서	계측/지원 결과서

그림 9는 시험원에 신규 편입된 시험조직에서의 시험산출물 등록률 변화를 나타낸다. 프로세스 적용 이전(D-1년) 시험산출물은 업무담당자별 개별 관리를 통해 조직 프로세스 자산으로 활용되지 못하였다. 그러나 프로세스 적용 이후(D년, D+1년) 다수의 시험산출물은 종합시험정보체계에 저장되어 공유, 재활용이 가능하게 되었다. 시험산출물 등록 여부는 프로세스 품질담당원이 매일 측정하여 관리하고, 등록되지 않은 산출물은 해당 부서에 통보하여 조치한다. 시험원의 기존조직은 지속적인 표준 프로세스 적용과 내재화를 통해 안정적인 시험산출물 등록률을 나타내고 있어, 본 논문에서는 제외하였다.



[Figure 9] Registration ratio of artifacts from D-1 year to D+1 year

4.2 부서별 성과 개선

무기체계 시험업무 정량적 관리 모델의 절차에 따라 부서별 수행한 성과 개선 사항은 표 7과 같다. A부서의 경우 장거리 시험환경 확보와 시험성적서 품질 향상의 성과목표를 바탕으로 비상설 해상사격장 확보와 시험성적서 오타 및 오기 개수를 성과지표를 선정하였다. 비상설 해상사격장 확보는 개선 전 80% 수준에서 개선 후 100% 확보를 통해, 장거리 시험환경 확보의 성과목표를 달성하였다. 또한 시험 의뢰자에게 제공되는 최종 산출물인 시험성적서의오타 및 오기 건수는 개선 전 1.9건에서 개선 후 0.9건으로 성과 기준선을 만족하였으며, 지속적인 동료검토 강화 활동을 통해 관리할 예 정이다. B부서는 시험 효율성 향상의 부서 성과목표를 기

<Table 7> Performance improvement of individual departments

부서	성과목표	성과지표	성과기준선	개선 전	개선 후	비고
A	장거리 시험환경 확보	비상설 해상사격장 확보	85% 이상	80%	100%	
	시험성적서 품질 향상	시험성적서 오타오기 개수	1건 이내	1.9건	0.9건	
B	시험 효율성 향상	사격 시험 준비시간 단축	45분 이내	55.4분	33.0분	
C	비행시험 추적 능력 강화	시험장비 준비율 향상	90% 이상	92.2%	95%	
	비행시험 추적 능력 강화	양호한 추적 획득률	90% 이상	94.6%	94%	
	시험 효율성 향상	계측 준비 시간 단축	30분 이하	19.4분	17.5분	
D	시험장 안전 강화	선박 공식 물자 수송물 향상	90% 이상	83%	86%	
E	시험 효율성 향상	실내시험장 활용도 향상	80발 이상	68발	68발	시설 고장

반으로 사격 시험 준비시간을 단축하고자 개선 활동을 수행하였으며, 개선 전 사격 시험 준비시간 55.4분에서 개선 후 33.0분으로 사격 시험 준비시간을 단축하여 운용하고 있다.

C부서는 비행시험 추적 능력 강화의 부서 성과목표를 기반으로 시험장비 준비율 향상과 양호한 추적 획득률을 성과지표로 선정하여 개선 활동을 수행하였다. 시험장비 준비율 향상과 양호한 추적 획득률의 성과지표는 개선 목표가 현재의 양호한 수준을 유지하는 것으로서 지표 수집 결과에 대한 통계적 가설검정에서 유의미한 결과는 보이지 않았으나, 지속적으로 목표 수준을 유지하고 있었다. 또한 시험 효율성 향상의 성과목표에 대한 성과지표인 계획 준비시간 단축은 30분 이내의 프로세스 성과 기준선을 유지하고 있다.

D부서는 시험장 안전 강화의 부서 성과목표를 기반으로 선박 공식 물자 수송률 향상을 성과지표로 선정하여 개선 활동을 수행하였다.

수치의 평균은 다소 향상되었으나, 통계적 가설검정에서 유의미한 결과를 확인할 수 없었다. 향후 지속적인 개선 활동이 필요해 보인다.

마지막으로 E부서는 시험 효율성 향상의 부서 성과목표를 기반으로 실내시험장 활용도 향상을 성과지표로 선정하여 개선 활동을 수행하였다. 개선 활동 과정에서 실내시험장의 장비, 시설의 고장으로 장기간 실내시험장을 활용하지 못하여 개선 효과를 확인하기에는 어려움이 있었다.

5. 결 론

시험원 설립에 따라 조직의 효율적인 운용과 표준화된 시험서비스 제공을 위해 시험업무 아키텍처 모델을 개발하여, 조직에 적용하고 있다. 아키텍처 모델의 구성요소 중 하나인 프로세스는 조직의 성과를 개선하고 지속적인 향상을 위해 프로세스 개선 효과 측정이 필수적이다.

이러한 관점에서 본 연구는 성과관리 측면에서

정량적 관리 활동에 기반하여 무기체계 시험업무 프로세스 개선 성과를 제시한다. 이를 위해 CMMI 모델의 MPM 프랙티스를 참조하여 무기체계 시험업무 정량적 관리 모델을 성과관리계획 수립, 측정지표 수집, 개선계획 수립, 시범 적용 및 분석평가, 확산 적용 및 결과 분석평가, 개선 활동 결과의 6단계로 정의하였다. 이후 시험원의 성과목표와 성과지표에 대한 실질적인 프로세스 개선 사례를 무기체계 시험업무 정량적 관리 모델의 단계에 따라 제시하고, 시험원과 부서별 성과 개선사항을 정리하였다.

본 연구를 통해 정의한 무기체계 시험업무 정량적 관리 모델의 적용은 개별 프로젝트, 전체 조직뿐만 아니라, 하위조직의 목표설정과 성과관리를 가능하게 하는 기반을 마련하고, 프로세스의 개선 효과를 측정하는 방법론으로 유용함을 확인하였다. 또한, 조직의 성과를 측정하고 관리하는 업무를 수행하는 각 조직의 실무자는 정량적 관리에 기반한 프로세스 개선 사례를 통해 각 조직의 성과 및 측정관리에 모범사례로 활용할 수 있을 것이다. 향후 연구 과제로 지속적인 성과 창출을 위해 무기체계 시험업무에 적용 가능한 추가적인 프로세스 성과 모델과 측정지표 개발이 필요하다. 또한 정량적 관리 활동의 내재화와 이행력 확보는 효율적이고 효과적인 프로세스 개선을 가능하게 하는 중요한 요소이다. 이를 위해 경영진과 조직 구성원의 지속적인 관심과 노력이 필요하다.

References

1. 김성태, 정량적 프로젝트 관리활동, TQMS, p2, 2015
2. 나태흠 외, 무기체계 시험업무에 대한 리스크 관리 표준 프로세스 연구, Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 27, No. 3, p364~374, 2024
3. 이재복, CMM에 기반한 정량적 프로젝트 관리에 의한 프로세스 개선에 관한 연구, 연세대학교,

- 2004
4. 이창근, CMMI 기반의 지표관리 활동에 관한 연구, 호서대학교, 2006
 5. 이돈희 외, CMMI의 정량적 프로젝트 관리에 기반한 S/W 개발 프로세스 개선에 관한 연구, The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 18, No. 3, p101~110, 2018
 6. 이혜진 외, CMMI 기반의 무기체계 연구개발 프로세스 성과 모델 적용사례 연구, Journal of the Korean Society of Systems Engineering, Vol. 16, No. 1, p43~50, 2020
 7. 장용식 외, 무기체계 시험평가업무 정량적 관리방안 연구, Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 19, No. 1, p16~25, 2016
 8. 장용식 외, 무기체계 평가시험 수행율의 확률적 예측 및 관리기법, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 21, No. 2, p468~474, 2017
 9. 이민재, CMMI V2.0 개발 해설서: 현장에서 걸어 올린 사례중심의 이야기, 한티미디어, p245~255, 2019
 10. 나태흠 외, SE기반 무기체계 시험업무 아키텍처 모델 연구, Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 27, No. 2, p203~212, 2024