

# 국방연구개발 분야의 효과적인 제조성속도평가(MRA) 시행을 위한 제도 개선사항 연구

최 담<sup>1†</sup> 이상윤<sup>2</sup> 김영렬<sup>3</sup>

## 내용목차

1. 서론
2. 제조성속도평가의 이론적 배경
3. 제조성속도평가 관련 사례검토 및 분석
4. 제조성속도평가 제도 개선방안
5. 결론

---

1† 광운대학교 방위사업학과 박사과정  
(교신처자 Tel: 02-2079-5298 E-mail: dam04@korea.kr)

2 광운대학교 방위사업학과 박사과정

3 광운대학교 방위사업학과 박사과정

논문접수일: 2013년 5월 27일 게재확정일: 2013년 6월 17일

논문수정일: (1차: 2013년 6월 4일 2차: 2013년 6월 11일)

## Research on Improvements of an Effective Manufacturing Readiness Assessment (MRA) System for Domestic Defense R&D Project

Choi, Dam<sup>1†</sup> Lee, Sang Yoon<sup>2</sup> Kim, Young Ryul<sup>3</sup>

### Abstract

Manufacturing Readiness Assessment (MRA), which is part of the process of the Defense R&D Project, requires an evaluation that checks the manufacturing maturity of a project from Full Scale Development (FSD) to Mass Production (MP) in order to prevent schedule delay, cost increase or quality decline caused by the immaturity of manufacturing.

In this paper, we will review the current status of the MRA System for the domestic defense R&D project and we will research for an MRA system development plan.

<Keywords> *Manufacturing Readiness Assessment (MRA), Manufacturing Readiness Level (MRL), Thread*

## 1. 서론

최근 국내에서 연구개발된 K계열 무기체계에 대한 품질문제가 불거짐에 따라 국방품질경영이 많은 관심을 받고 있다. 품질경영을 제품 또는 서비스를 설계, 개발 및 구현하는데 필요한 모든 행위를 효과적이고 효율적으로 만드는 방법론이라고 정의한다면<sup>1)</sup>, 국방품질경영은 군수품 및 제반 서비스를 기획, 개발, 구현 및 운용하는데 필요한 모든 행위를 효과적이고 효율적으로 만드는 방법론이라고 정의할 수 있다. 즉, 국방품질경영은 군에서 사용하는 군수품에 대해 군이 요구하는 제품의 성능을 구현하고 품질의 신뢰성을 보장함으로써, 군의 요구를 충족시키는 일련의 활동으로 해석할 수 있다<sup>2)</sup>.

방위사업청은 K계열 무기체계 품질문제를 계기로 국내 연구개발사업에 국방품질경영 방법을 적용할 필요성을 느끼게 되었다 이에 따라, 우리나라는 국방품질경영의 현실태를 분석하여 품질문제를 극복하고자 미국의 제도를 연구하게 되었다. 이 중 미국의 제조성숙도평가(MRA : Manufacturing Readiness Assessment) 제도는 국방무기체계 연구개발과정의 프레임워크로 활용됨으로써, 개발초기부터 리스크관리를 통해 비용 절감, 기간 단축 및 신뢰도 높은 무기체계 양산이라는 획기적인 결과를 창출하여 왔음을 알게되었다.

제조성숙도평가란, 무기체계 획득단계의 핵심요소(체계, 부체계 및 구성품)에 대한 제조기술 준비상태를 정량적인 지표로 평가하는 활동을 뜻한다.<sup>3)</sup> 최근 우리나라는 이러한 미국의 제조성숙도평가 제도를 국내 실정에 맞도록 일부분 수정 보완하여 규정을 제정하였고, '12년부터 이 제도를 점진적으로 국방 연구개발사업에 확대·적용하고 있다.<sup>4)</sup> 향후 이 제도는 개발초기부터 엄격하게 제조성숙도(MRL : Manufacturing Readiness Level)를 단계별로 관리함으로써, 국내 국방연구개발사업의 체계개발과 양산 단계 간 연계성 부족 문제를 해결할 방안으로 판단된다.

본 논문은 국내의 국방 연구개발사업에 제조성숙도평가 제도가 적용된 지 1년이 지난 시점에서, 이 제도가 방위사업청의 제조성숙도평가 업무지침을 시행하는데 있어서 기타 관련 제도와와의 연관성을 감안하여 현실적으로 보완해야 할 점을 살펴보고 제도가 조기에 정착될 수 있도록 발전방안을 제시하였다.

1) Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/Quality\\_management](http://en.wikipedia.org/Quality_management), 2010.

2) 김용섭 외, 국방품질경영 총론, 형설출판사, 2010.

3) DoD, "Manufacturing Readiness Level(MRL) Deskbook", 2012.

4) 신충진, 최석철, "린6시그마를 활용한 제조성숙도(MRL) 적용방안 연구", 2012, p. 34.

## 2. 제조성속도평가의 이론적 배경

### 2.1 제조성속도평가 국내 도입배경

국방기술품질원은 '10년 발생한 K계열 무기체계 등의 군수품 품질문제를 극복하기 위해 문제 발생사례를 분석하여 획득제도 상 품질에 악영향을 미칠 수 있는 몇 가지 요인들을 식별하였다. 품질은 개발, 양산, 운용의 전 단계에 걸쳐 유기적으로 형성된다. 국방품질경영에서 군수품은 개발, 양산, 운용 및 폐기단계의 수명주기를 가지게 된다. 이러한 획득단계상에서 식별된 대표적인 문제점은, 개발단계에서 선제적인 양산품질 확보가 미흡하다는 점과 개발단계에서 양산단계로의 연계성이 부족하다는 점이다. 현재의 무기체계 획득 환경 하에서, 개발단계는 주어진 요구성능의 충족만을 목표로 수행되는 것이 일반적이다. 이러한 경우, 개발단계의 목표 달성에만 집중함으로써, 양산 과정에서 발생 가능한 문제점 및 위험을 사전에 대처하지 못하는 한계를 드러내는 것이다. 이러한 이유 때문에 개발 종료 후 양산단계 초기에 수많은 설계변경이 불가피하였다. 실제로 '09년에 발표된 자료에 의하면, 무기체계 연구개발사업에서 전체 기술도면 중 개발단계에서 양산 단계를 고려하지 않아 양산단계에서 불가피하게 변경한 도면 건수가 전체 도면의 약 72.5%에 이르는 것으로 나타났다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 방위사업청과 국방기술품질원은 무기체계의 성능 보장을 위한 전주기 품질관리 추진방안을 수립하고 이를 방위사업추진위원회에 보고하였다. 이 시점에서, 개발단계에서부터 선제적인 양산품질 확보를 위하여 개발단계에서 양산단계의 제조성을 고려하는 제조성속도평가 제도가 그 대안으로 언급되었다.

제조성속도평가는 개발단계에서부터 양산성을 고려하기 위하여 제조성을 획득과정의 주요 단계에서 평가하는 제도이다.<sup>5)</sup> 현재 제조성속도평가와 관련하여 '12년에 방위사업청에서 '제조성속도평가 업무지침'이 제정되었으며, 무기체계 획득사업에 대해 시범적용 하였다. 이를 기반으로 '13년에는 주요 무기체계 획득사업에 대해 확대 시행중에 있다.<sup>6)</sup>

### 2.2 제조성속도 단계 정의 및 평가항목

#### 1) 제조성속도 단계 정의

제조성속도평가의 정의를 살펴보면 다음과 같다.

제조성속도평가란, 제조성속도를 평가하기 위해 필요한 제반 제도, 절차, 활동 등(누가, 언제, 무엇을 근거로, 어떻게 평가하고, 무슨 결과를 도출해야 하는 지 등)을 통칭하는 것이다.

또한, 연구개발단계에서 미성숙된 제조성으로 인한 사업상의 일정지연, 비용상승, 품질저하를 방지하기 위하여 획득단계 전환 시 제조성의 성숙도를 확인하는 평가를 의미한다.<sup>7)</sup>

더불어, 제조기술이 미성숙된 장비의 개발 및 양산으로 인한 막대한 예산 낭비와 운

5) 김덕환, 김창영, 장봉기, “제조성속도평가(MRA)의 제도의 국내 도입 연구” 『국방품질경영』 통권 23호, 2012, p. 30.

6) 우순, “무기체계 획득사업 제조성속도평가(MRA) 제도 소개”, 『국방과 기술』 4월호, 2012.

7) 방위사업청, “제조성속도평가(MRA) 업무지침”, 2013, p. 1.

국방연구개발 분야의 효과적인 제주성숙도평가(MRA) 시행을 위한 제도 개선사항 연구

용 문제점을 방지하기 위해 기술적 산출물을 양산할 수 있는 여건이 갖추어졌는지를 평가하는 활동이다. 즉, 제조성숙도평가는 기술개발 결과를 바탕으로 통제된 조건 하에서 연속적으로 개발 결과물을 양산할 수 있는지를 보는 것이다.<sup>8)</sup>

제조성숙도평가를 이해하기 위해서는 제조성숙도의 개념을 이해해야 된다. 제조성숙도란 제조를 위한 준비상태를 단계별로 구분한 지표를 가리키는 것이다. 개발부터 양산까지 제조성숙도를 10단계로 분류하여 획득단계에서 각 수준의 충족여부를 평가함으로써 다음 단계로의 진입 여부에 대한 의사결정시 기초자료로 활용된다.<sup>9)</sup>

제조성숙도 수준별 정의를 살펴보면 아래 표와 같다.<sup>10)</sup>

<표 1> 제조성숙도 수준별 정의

수 준	정 의	설 명
MRL 1	사업목표 달성을 위한 제조상의 문제점 파악단계	제조개발의 가장 낮은 수준으로 사업의 목표를 달성하기 위해 필요한 제조상의 문제, 기회 및 제조에 영향을 미치는 요인을 파악함. 예산분배와 같은 기초 연구도 이 단계에서 수행함
MRL 2	제조 개념 식별 및 실현가능성 분석단계	군의 요구에 대해 어떠한 제조 솔루션을 제공할 것인지를 나타내는 제조개념을 식별하고 서술함. 서술된 제조개념을 바탕으로 실현가능성과 제조상의 위험을 파악함
MRL 3	분석적 방법 또는 실험실 환경에서의 검증을 통한 제조개념의 입증단계	시뮬레이션 등의 분석적인 방법 혹은 실험실 환경에서의 검증을 통해 제조개념을 입증함. 잠재적 제조원을 식별하고, 제조성과 가용성 측면에서 자재와 공정의 특성을 식별함
MRL 4	실험실 환경에서의 생산능력 구비단계	실험실 환경에서 해당 기술을 구현 및 제조할 수 있는지를 점검하며, 선행연구 단계의 종료기준으로 활용. 신규로 적용되는 원자재에 대한 위험계획을 수립함
MRL 5	생산유사환경에서 구성품의 시제 생산능력 구비단계	실제 생산 공정 흐름의 일부를 고려한 환경인 생산유사환경에서 구성품의 시제를 양산할 수 있는지를 확인하며, 핵심 설계 요소에 대해 제조성 측면의 최초 평가가 이루어짐
MRL 6	생산유사환경에서 체계 및 부체계의 시제 생산능력 구비단계	생산유사환경에서 시제체계를 제조할 수 있는지를 확인하며, 체계개발 단계의 종료기준으로 활용. 모든 치명적인 기술 및 부품에 대한 제조성 시험 및 검증을 수행함
MRL 7	생산대표환경에서 체계, 부체계, 구성품의 생산능력 구비단계	생산공정에 가깝게 양산인력, 설비, 공정, 자재등을 구현한 환경인 생산대표환경에서 체계, 부체계, 구성품을 양산할 수 있는지 확인. 양산단계 품질목표 등을 설정하고 이를 위한 설비, 인력에 대한 계획을 수립함
MRL 8	초도생산을 위한 생산능력 구비단계	초도생산을 위한 파일럿 라인에서 양산성을 확인하며, 체계개발 단계 종료기준으로 활용. 양산진입을 위해 모든 설계, 자재, 인력 등을 평가하며 제조계획 수립이 완료되어야 함
MRL 9	초도양산능력 검증 및 후속양산능력 구비단계	초도양산단계에서 나타난 제조능력을 확인하고 후속양산으로 진입가능한지 여부를 확인하며, 3시그마 또는 적합한 품질수준이 달성되었는지를 평가함
MRL 10	후속양산능력 검증 및 지속적 개선단계	양산이 제대로 수행되고 있는지를 확인하는 것으로 6시그마 또는 적합한 품질수준을 달성하였는지를 평가함

8) 김덕환, 김창영, 장봉기, “제조성숙도평가(MRA)의 제도의 국내 도입 연구” 『국방품질경영』 통권 23호, 2012, p. 31.

9) 방위사업청, “제조성숙도평가(MRA) 업무지침”, 2013, p. 1.

10) 방위사업청, “제조성숙도평가(MRA) 업무지침”, 2013, 별지 1호.

위의 표에서 언급한 ‘실험실 환경’이란 외부요인이 통제된 환경을 뜻하며, ‘생산 유사 환경’이란 실제 생산 공정 흐름의 일부를 고려한 환경을 의미한다. 또한 ‘생산 대표환경’이란 실제 생산 공정에 가깝게 양산인력, 설비, 공정, 원자재 등을 구현하는 환경을 뜻한다.

## 2) 제조성속도 단계별 평가항목

현재 방위사업청 업무지침에 명시된 제조성속도평가 항목은 크게 총 9가지 맥락(Thread)인 기술 및 산업기반, 설계, 비용 및 자금, 자재, 공정능력 및 관리, 품질, 인력, 설비, 제조계획·일정관리 등으로 구분되어 있다.

아래 표는 제조성속도의 맥락(Thread) 및 평가항목수에 대한 내용으로, 이것은 제조성속도에 대한 체계적인 평가를 할 수 있는 지표가 된다.<sup>11)</sup>

<표 2> 제조성속도 맥락(Thread) 및 평가항목수

구분	맥락(Thread)	평가항목수(개)	설명
1	기술 및 산업기반 (Technology and Industrial Base)	13	체계의 설계, 개발, 생산, 운용 및 유지보수를 지원하기 위한 국가의 기술력과 산업기반 역량에 대한 분석평가 요구
2	설계(Design)	19	체계설계의 성숙과 제조준비상태에 영향을 미치는 요인에 대한 분석과 이해 요구
3	비용 및 자금 (Cost and Funding)	10	목표하는 제조성속단계 달성을 위한 적절한 예산분석과 목표 제조비용과 관련된 위험조사 요구
4	자재(Materials)	18	원자재, 부품과 관련된 위험에 대한 분석 요구
5	공정능력 및 관리 (Process Capability and Control)	9	체계 설계에 반영된 개발품의 주요특성에 대한 제조 공정의 위험분석 요구
6	품질(Quality)	8	품질향상을 위한 관리와 지속적인 개선과 관련한 위험 분석 요구
7	인력(Personnel)	4	제조성 향상 노력을 위한 필요한 노동자들의 수와 숙련도 분석 및 평가 요구
8	설비(Facilities)	6	핵심 제조 시설이나 계약업체의 능력과 생산규모 분석 요구
9	제조계획, 일정관리 (Manufacturing Planning, Scheduling and Control)	7	설계를 기반으로 양산 및 전력화하는데 필요한 모든 요소의 통합에 대한 분석 요구
총계		94	

11) 신충진, 최석철, “운영유지단계에서의 제조성속도(MRL) 적용 방안 『한국방위산업학회』 제19권 제2호, 2012, p. 201.

국방연구개발 분야의 효과적인 제주석속도평가(MRA) 시행을 위한 제도 개선사항 연구

또한, 평가팀장은 “제조성속도 8”의 체크리스트 항목(94개)별 종합 평가결과를 검토한 후, 목표성속도가 “제조성속도 8” 이상인 경우는 체계개발단계에서 양산단계로 진입할 수 있는 것으로 판정한다. 세부 평가항목은 아래의 표와 같이 구성되어 있다.<sup>12)</sup>

<표 3> “제조성속도 8” 평가항목

구분	순번	“제도성속도 8” 세부 평가항목
1. 기술 및 산업 기반	1	이전 단계에서 식별된 기술적 위험을 문서화하였고, 이를 감소시키기 위한 계획이 수립되었는가?
	2	단일/단독/해외 공급원을 식별하고, 안정성을 평가하였는가?
	3	협력업체의 문제로 인한 전체 사업 일정 지연에 대비한 계획이 수립되었는가?
	4	초도양산 일정에 맞도록 부품의 납품 일정이 검증되었는가?
	5	사업 일정이 지연되거나, 사업이 일시적으로 중단되는 경우에 대해 분석하였는가?
	6	협력업체 분석 시 각 업체의 생산능력을 고려하였는가?
	7	유사한 구성품을 생산한 경험이 있는 국내 산업 기반이 존재하거나, 구성품 생산을 위하여 신규 생산시설 확충에 대한 계획이 있는가?
	8	단일/단독/해외 공급원에 대한 대안책을 마련하였는가?
	9	사업진행에 문제가 발생하여 대안 사업을 수행하여야 하는 경우 이 사업의 요구사항을 고려하였는가?
	10	주요 협력업체 및 주요 관련 기업의 동향을 모니터링하고 분석하는가?
	11	제조공정 상 환경적 영향을 분석하였는가?
	12	민군공용사용(Spin-On, Spin-Off, Dual Use) 계획을 최신화하였는가?
	13	공동개발, 공동생산이 가능한 부분에 대해 분석 하였는가?
2. 설계	14	생산 및 제조 전문가가 설계변경 및 기술변경 시 공식적으로 참여하도록 규정화되어 있고 실제로 그렇게 운영되는가?
	15	물리적/기능적 인터페이스를 명확히 식별하였는가?
	16	개별 제품 설계를 종합하면 전체체계설계 규격을 충족하는지 확인하였는가?
	17	설계가 일정에 맞춰 완료되었는가?
	18	핵심 공정을 식별하고 제조 흐름도를 정의하였는가?
	19	주요 구성품에 대한 시험이 완료되었는가?
	20	기술적인 승인 기준이 구축되었는가?
	21	핵심기술에 대해 시연이 완료되었는가?
	22	핵심설계특성이 제조공정을 통해 달성될 수 있음을 시험조업 공정에서 검증되었는가?
	23	설계변경건수가 줄어들고 있는가?
	24	주계약자와 하도급계약자는 형상추적 및 통제를 위한 절차 및 시스템을 갖추고 있는가?
	25	모든 주요 제품 및 제조기술의 현재 상태가 정의되었는가?
	26	생산을 용이하게 만들기 위한 제조기술의 타당성을 분석하였는가?(투자 대비 달성 기술의 타당성, 제조성 달성 측면의 제조기술 타당성, 제조기술간의 상호관계에 대한 타당성)
	27	특수제작하는 구성품의 생산과정이 안정화되었고, 그 안정성이 입증되었는가?
	28	펌웨어와 소프트웨어의 요구조건이 문서화되어 있는가?
	29	소프트웨어와 하드웨어 설계 간의 상호작용에 대한 고려가 완료되었는가?
	30	모든 특수 치공구/시험장비에 대한 설계가 완료되었는가?
	31	생산성향상을 위한 계획이 수립되어 있는가?
	32	설비/치공구 설계 검증을 완료하였는가?

12) 방위사업청, “제조성속도평가(MRA) 업무지침”, 2013, 별지 2호.

구분	순번	“제도성숙도 8” 세부 평가항목
3. 비용 및 자금	33	예산생산비용이 목표비용을 만족할 것인가?
	34	비용 및 자금 목표에 맞추어 사업이 진행되고 있는가?
	35	비용절감을 위한 계획이 마련되었는가?
	36	단위 생산비용을 바탕으로 비용지침이 설계과정에 반영되었는가?
	37	설계비용 및 제조비용의 목표값이 현실적으로 설정되어있는가?
	38	생산 비용에 대한 예측값이 검토되었는가?
	39	하부체계 수준의 설계비용 목표가 수립되었는가? 그리고 평가되었는가?
	40	WBS상에서 비용이 추적가능한가?
	41	주계약자가 비용추적절차를 갖추고 있으며, 하도급계약자, 공급자에 관한 비용 통제 지표를 가지고 있는가?
	42	예상되는 비경상 비용이 계약에 문서화되었는가?
4. 자재	43	초도양산과정에서 자재의 입증 및 관리계획을 가지고 있는가?
	44	원자재 부족시 위험도가 낮은 대체재가 고려되었고, 이로 인한 성능에 대한 영향이 고려되었는가?
	45	대량생산을 위한 자재 확보계획이 마련되어 있는가?
	46	부품 표준화를 위한 절차가 구축되어있고 운용되고 있는가?
	47	초도양산을 위한 장납기 자재 조달이 시작되었는가?
	48	자재의 비용, 납기시간, 생산능력에 관해 고려하였는가?
	49	주요 부품에 대해 경제성 관점에서 주문량을 결정하는가?
	50	새로운 자재를 사용할 필요가 있는지 식별하였는가?
	51	계약자가 부품/자재를 조달하는 승인된 공급망을 가지고 있는가?
	52	업체는 자재목록표(BOM)을 완성하였는가?
	53	하도급계약자를 관리하는 부서가 있는가?
	54	자재 특수 취급절차가 마련되었는가?
	55	자재 특수 취급 절차를 초도양산과정에서 입증할 계획을 갖추었는가?
	56	자재의 환경적 문제가 고려되었는가?
	57	저장 및 취급에 대한 문제가 고려되었는가?
	58	자재 및 재고관리 절차 및 체계를 구축하여 운용하고 있는가?
	59	계약자는 부품 관리 및 운용을 제대로 하고 있는가?
	60	장납기 품목에 대해 분석을 완료하였는가?

국방연구개발 분야의 효과적인 제주석송도평가(MRA) 시행을 위한 제도 개선사항 연구

구분	순번	“제도성숙도 8” 세부 평가항목
5. 공정 능력 및 관리	61	제조기술 확보가 완료되어 입증되었는가?
	62	생산 시 변경이 필요한 공정을 식별하였고 이에 대한 대응방안을 수립하여 진행중인가?
	63	핵심공정관리를 위한 공정변수가 정의되었는가?
	64	시뮬레이션 등을 통해 일정지연을 초래할 수 있는 요인을 찾고 개선하였는가?
	65	시뮬레이션 소프트웨어가 식별되어 있으며, 이를 활용할 계획이 있는가?
	66	유사 제조공정이 생산을 통해 검증되었는가?
	67	수율자료를 시험조업시 수집하여 분석하였는가?
	68	시험조업을 통해 설비가 검증되었는가?
	69	시험조업을 통해 특수시험장비가 검증되었는가?
6. 품질	70	지속적인 공정개선을 위한 활동이 수행되고 있는가?
	71	품질 향상을 위한 절차가 있고 이를 운영하고 있는가?
	72	제조공정에서 검사 포인트가 정의되었는가?
	73	협력업체에 대한 품질관리 계획을 수립하였는가?
	74	계약자는 과거 품질보증 이력을 문서화하여 관리하는가?
	75	측정장비의 교정/점검 절차를 구비하여 적용하고 있는가?
	76	야전 고장정보를 공정에 반영할 수 있는 절차를 갖추고 있으며 이를 운용하고 있는가?
77	통계적 공정관리(SPC) 활동을 수행하고 있는가?	
7. 인력	78	사업 진행을 위해 필요한 인력을 식별하였고 확충계획을 수립하여 진행중인가?
	79	요구되는 특수기술인력을 식별하였으며, 이를 확보하는 계획이 수립되었는가?
	80	주요인력에 대한 전반적인 교육 프로그램이 있는가?
	81	품질 측면의 인력교육이 이루어지는가?
8. 설비	82	생산시설이 검증되었는가?
	83	요구된 생산율을 달성하기 위한 설비의 생산능력이 적합한지 분석하였는가?
	84	생산능력이 후속양산의 요구조건을 만족시킬 수 있는가?
	85	생산라인 변경 시 이에 대한 검증 절차 및 계획을 갖추고 있는가?
	86	계약자는 기존 설비의 생산능력 향상을 위한 활동을 수행하고 있는가?
	87	정부 소유의 시설/장비 등이 생산을 위해 필요한지 식별하였는가?
9. 제조 계획, 일정 관리	88	초도양산을 위한 제조 일정 계획을 수립하였는가?
	89	위험관리계획을 최신화하였는가?
	90	생산계획 및 관리방법이 구축되어 운영하고 있는가?
	91	생산 계획 상에 모든 필요 자원을 명시하였는가?
	92	제조장비의 정비 성능 향상을 위한 계획이 수립되었는가?
	93	특수설비 혹은 시험장비의 필요성을 분석하였는가?
	94	작업을 위한 지시서 개발이 완료되었는가?

## 2.3 제조성속도평가 절차 및 방법

### 1) 제조성속도평가 선정기준 및 완료시기<sup>13)</sup>

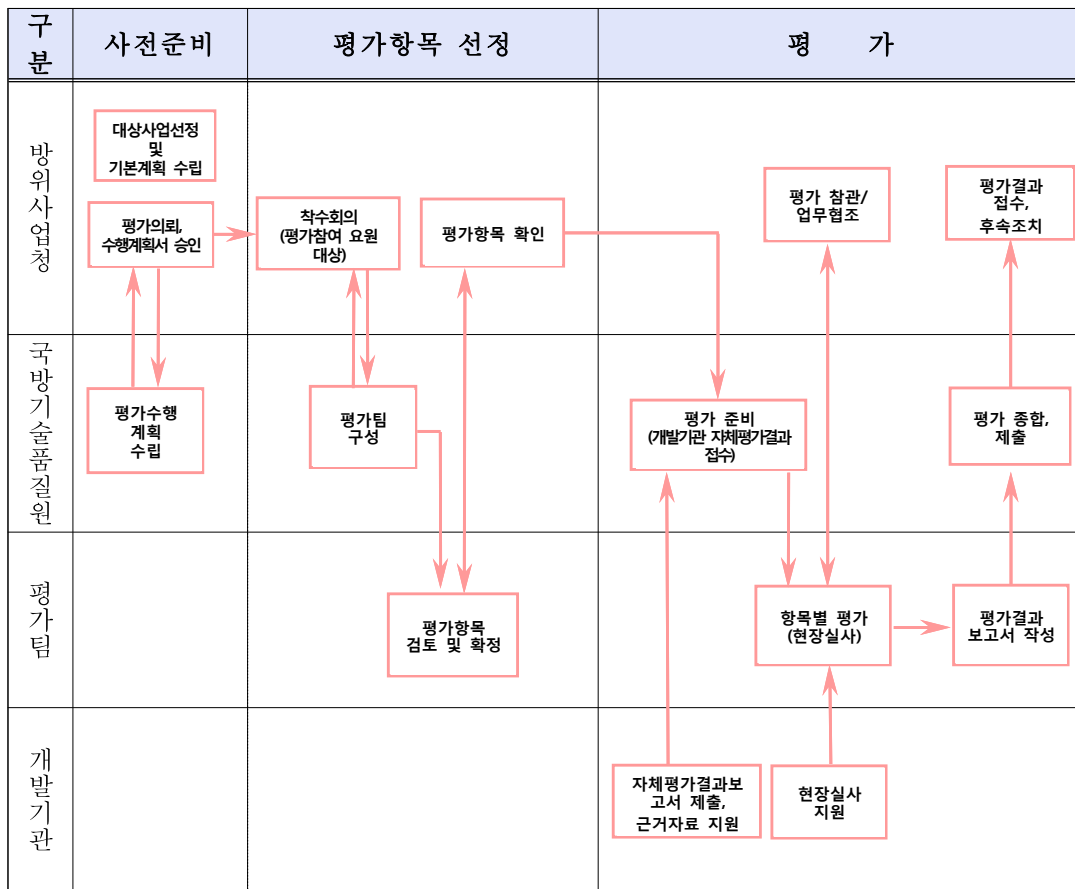
제조성속도평가 선정기준은 총사업비가 200억원 이상되는 체계개발단계 사업 중 사업일정 지연, 비용상승 등 위험도가 높은 사업에 대해 통합사업관리팀 및 국방기술품질원과 협의를 거쳐 대상사업을 선정한다. 다만, 총사업비가 200억원 미만인 사업이라도 해당 통합사업관리팀장이 사업관리를 위해 필요하다고 판단하는 사업은 평가 대상사업으로 선정할 수 있고, 통합사업관리팀장의 요청이 있을 경우 예산 범위에서 대상사업을 추가로 선정할 수 있다.

제조성속도평가 완료시기는 체계개발단계 종료 이전까지 완료하되, 사업의 특성을 고려하여 양산계획(안) 수립 전까지 할 수 있다.

### 2) 제조성속도평가 수행절차

각 기관의 임무를 포함한 제조성속도평가 수행절차는 아래 표와 같다.<sup>14)</sup>

<표 4> 제조성속도평가 수행절차



13) 방위사업청, “제조성속도평가(MRA) 업무지침”, 2013, p. 3.

14) 방위사업청, “제조성속도평가(MRA) 업무지침”, 2013, 별지 3호.

### 3) 제조성속도 평가방법<sup>15)</sup>

제조성속도평가는 “제조성속도 8” 평가항목을 토대로 수행하며, 전체 평가항목 중 평가항목의 충족비율(%)에 따라 제조성속도에 대한 달성수준 여부를 판정한다. 아래의 표에 그 내용이 명시되어 있다.

<표 5> 제조성속도 수준 달성 기준

전체 평가항목 중 충족 비율	수준 달성 여부
90% 초과	제조성속도(MRL) 수준 달성
80~90%	조건부 제조성속도(MRL) 수준 달성
80% 미만	제조성속도(MRL) 수준 미달성

제조성속도 수준 달성여부는 전체항목 중 90%를 초과 충족된 경우 해당 제조성속도 수준을 달성한 것으로, 80%~90% 항목이 충족된 경우는 제조성속도 수준을 조건부 달성한 것으로, 80% 미만의 항목이 충족된 경우는 제조성속도 수준을 미달성한 것으로 판정한다.

## 3. 제조성속도평가 관련 사례검토 및 분석

### 3.1 국외 양산성 미흡사례 및 제조성속도평가 적용사례

#### 1) 양산성 미흡사례(제조성속도평가 미적용)

국외 국방연구개발사업 중 양산성에 대한 미흡사례로 미 공군 F-22A 전투기를 들 수 있다. F-22A 전투기는 초도 양산착수시 핵심 제조공정의 절반 이상이 미확립 되어 공정의 30%를 재작업 하였으며, 이로 인해 약 4억 달러의 예산이 추가 소요되었다.

또한 미 해군 차기 수륙양륙장갑차는 양산 조립시 체계업체가 협력업체에게 설계 변경을 요구/조치하지 않음으로써, 양산단계에서 조립체와 부품의 조립이 불가하게 되었고, 이로 인해 전력화 기간이 4년간 지연되었을 뿐 아니라 약 7억 5천만 달러라는 추가예산이 소요되었다.<sup>16)</sup>

위 두 사례 모두 체계개발시부터 양산성을 고려하지 않은 결과, 막대한 시간과 비용의 손실을 가져온 대표적인 예라 할 수 있다.

#### 2) 제조성속도평가 적용사례

국외 국방연구개발사업 중 제조성속도평가 적용사례로, F-22A 조종석 덮개에 대해 탐색개발 단계에서 “제조성속도 6” 수준에 맞춰 평가를 수행하였다. 이에 따라, 조종석 덮개 코팅 내구성 문제를 식별하게 되었고 신기술 적용 및 문제 해결을 통해 제조성속도를 달성하였다.

또한, 미공군 폭격기 개조사업은 제조성속도평가를 통해 기존에 식별하지 못한 제조 관련 핵심위험 12개를 사전에 식별하여 문제점을 해결함으로써 제조성속도를 달성하였다.<sup>17)</sup>

15) 방위사업청, “제조성속도평가(MRA) 업무지침”, 2013, p. 5.

16) GAO Report to Congressional Committees, 2006.

위 사례들은 개발간 양산성을 고려하여 위험요소를 식별하고 조기에 문제를 해결하여 일정이 지연되거나 예산이 증가되는 것을 사전에 차단한 대표적인 사례라 할 수 있다.

### 3.2 국내 양산성 미흡사례 및 제조성속도평가 적용사례

#### 1) 양산성 미흡사례(제조성속도평가 미적용)

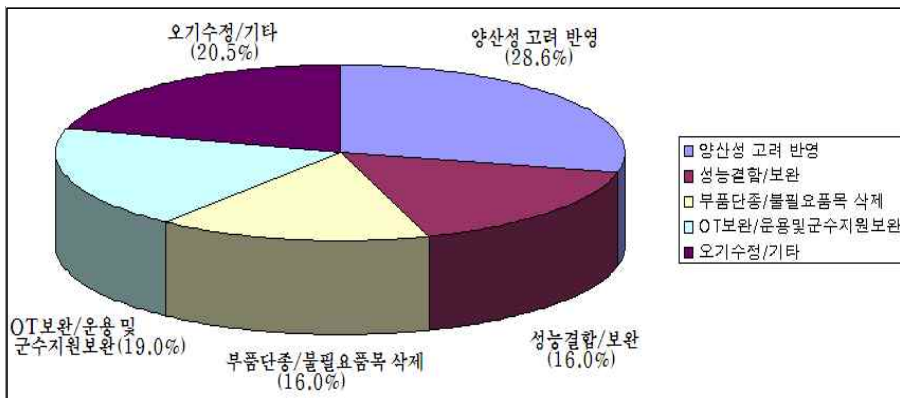
국내 국방연구개발사업을 보더라도 개발 후 초도양산시 과도한 기술변경이 발생한 사례가 적지 않다. 아래의 표는 기술변경이 과다 발생한 사업들을 나타내고 있다.<sup>18)</sup>

<표 6> 초도생산 기술변경 현황

장비명	개발완료 규격화 도면(종)	초도생산 기술변경 도면(종)	비고
***유도탄	5,377	3,922	초도양산 기술변경비율 : 72.5% (도면 기준)
**관측장비	452	274	
****레이더	546	396	
*****고폭예광탄	101	68	
*****연습예광탄	92	60	
*****전투체계	6,494	5,715	
****장갑차	4,328	2,164	

이처럼 초도 양산시, 개발이 완료된 규격화 도면 대비 기술변경 도면의 비율이 높다는 것은 체계개발시 양산성에 대한 고려가 미흡했다는 것을 의미한다.

또한, 0000용 조준경 등 6종의 사례를 통해 초도생산에 대한 기술변경 원인을 살펴보면 다음과 같다.



<그림 1> 초도생산 기술변경 분석자료(0000용 조준경 등 6종)

초도생산에 대한 기술변경 원인은, 양산성을 고려한 변경 비율이 28.6%로 가장 높았으며, 오기수정(20.5%), OT 보완/운용 및 군수지원보완(19.0%) 등의 순으로 나타났다.<sup>19)</sup>

17) 장봉기, “XYZ 사업 사례를 통한 국방분야 제조성속도평가(MRA) 활용 방안”, 『2013 춘계 한국 품질경영학회』 발표자료, 2013, p. 7.

18) 정태호(방위사업청), “개발단계별 효율적인 사업관리 방안”, 『국방품질정책 발전세미나』, 2009.

즉, 체계개발시부터 양산성을 고려했다면 기술변경 비율을 낮출 수 있어 시간단축 및 비용 절감효과를 가져왔을 것이다.

또한 초도생산에 대한 성능 미흡사례로 외장형000은 다중재밍 효과 및 블랭킹 연동 미흡으로 인해 수요군으로 장비 인도가 5개월 지연되었으며, 000유도무기는 국내 개발한 야간조준기의 성능이 미흡하여 전력화에서 제외되었다.<sup>20)</sup>

또 다른 미흡사례로, K00 장갑차 침수사고는 설계 결함이 원인인 것으로 나타났다.<sup>21)</sup>

위 사례들은 개발단계시 미성숙된 제조성으로 인해 양산성 고려가 미흡했고, 이에 따라 양산단계에서 다수의 기술자료 변경 및 다량의 불량품 생산이라는 결과가 초래된 것이라 분석된다.

## 2) 제조성속도평가 적용사례

국내 국방연구개발사업의 제조성속도평가 적용사례로, 00000사업(핵심기술사업)은 “제조성속도 6” 수준으로 104개 항목에 대해 평가를 받은 결과, 전체적인 목표수준은 달성하였으나 일부 미충족 항목의 발생을 확인할 수 있었다. 따라서 일부 미충족 항목에 대한 후속조치로 조치계획서를 작성, 보완함으로써 미성숙된 제조성에 대한 위험요소를 식별하고 대응전략을 수립할 수 있게 되었다.

또 다른 적용사례로, 000사업은 000체계, 000가속도계, 000측지기에 대해 체계개발종료 시점에서 “제조성속도 8” 수준으로 평가를 받았으며, 그 결과 000체계 81.1%, 000가속도계 68.2%, 000측지기 80.2%로 제조성속도 수준을 미달성하였다. 000가속도계는 불량률과다에 따른 품질 불안정성이 확인되어 이에 따른 후속조치로 단품시험, 형상통제심의 등을 진행할 예정이다.<sup>22)</sup>

이러한 사례들에서 비취볼 때, 체계개발간 진행되는 제조성속도평가는 국외 뿐 아니라 국내에서도 사업진행간 일정지연 및 양산 품질저하를 방지하는데 효과적이라고 판단된다.

## 3.3 제조성속도평가 제도 분석

현 제조성속도평가 업무지침에 따르면 방위사업청 통합사업관리팀장은 체계개발단계 사업에 대하여 연구개발기본계획 수립 시부터 제조성속도평가 기본계획을 반영하며, 개발기관은 체계개발실행계획서 작성시 제조성속도평가 계획을 포함하도록 되어있다. 그리고 제조성속도평가는 통합사업관리팀의 의뢰로 국방기술품질원이 수행하고 평가결과보고서를 작성하게 되는데 이 결과는 다음 사업단계로의 진입 여부를 판단할 수 있는 근거자료로 활용된다. 즉, 제조성속도평가 결과가 사업관리 측면에서 체계개발의 성패를 좌우하는 중요한 요소가 된 것이다.

19) 전계서.

20) 장봉기, “국방분야 MRA 필요성 및 시범적용 사례”, 『제조성속도평가(MRA) 세미나』 발표자료, 2012. p. 18.

21) 장봉기, “XYZ 사업 사례를 통한 국방분야 제조성속도평가(MRA) 활용 방안”, 『2013 춘계 한국품질경영학회』 발표자료, 2013, p. 23~28.

22) 전계서.

하지만, 이와 같은 제조성속도평가 업무지침 및 절차는 수행시기와 방법상 방위사업 관리규정 및 방위사업청 지침과 일부 상충될 가능성이 있다.

최근 방위사업청은 업체의 계열화, 전문화제도를 폐지하여 업체간 완전경쟁체제를 구축, 방위사업의 진입장벽을 낮추고 자유경쟁을 유도함으로써 방위사업에 관심있는 중소기업들에게 기회를 주고 더불어 무기체계 획득비용의 절감을 꾀하고 있다. 즉, 현재의 방위사업관리규정에 따르면 체계개발을 진행한 업체라 할지라도 양산사업을 보장받는 것이 아니라 체계개발 사업과 동일하게 경쟁을 통해 양산사업을 수주해야 한다. 물론 체계개발 기간 중 방산물자 지정을 받게 되면, 방산업체는 수의계약으로 양산사업을 보장받을 수도 있지만, 최근 방위사업청과 지식경제부는 방산물자 지정을 최소화하는 정책을 취하고 있다. 2012년 4월 24일 개정된 방위사업청 훈령 제174조(방위산업물자 및 방위산업체 지정)에 따르면, 과거 체계개발기간 중 방산물자 지정이 가능했던 조항을 전투용적합 판정을 받아야만 방산물자 지정을 받을 수 있도록 조건을 강화하였다.<sup>23)</sup> 현재 제조성속도평가 업무지침에서는 체계개발단계 초기부터 제조성속도평가계획을 수립하여 대상사업으로 선정시 양산계획(안) 수립 전까지 제조성속도평가를 수행해야 한다고 명시되어 있다.

따라서 제조성속도평가 결과 개발업체가 목표수준을 달성하였다 하더라도 위에서 언급한 대로 방산물자로 지정되지 않으면, 방위사업청은 체계개발사업과 동일하게 양산사업을 추진해야 하는 것이다. 다시 말해서, 개발업체는 제조성속도평가를 통해 초도생산을 위한 생산능력 구비단계 수준(제조성속도 8)을 달성하였더라도, 양산계약을 위한 경쟁을 해야 한다는 것으로 분석된다.

## 4. 제조성속도평가 제도 개선방안

### 4.1 제조성속도평가 충족시 양산 수의계약 적용방안

체계개발 업체가 제조성속도평가를 수행할 경우, 양산 수의계약을 보장해주는 방안에 대한 검토가 필요하다. 이와 같이 양산이 보장된다면 체계개발 수행업체는 양산단계 진입을 위한 제조성속도평가 준비를 더욱 체계적이고 철저하게 수행할 것이다.

하지만 현재와 같이 양산계약을 보장받지 못한 상태에서 제조성속도평가를 수행하게 되면 체계개발 업체는 각종 산업기반, 원자재, 인력 및 설비 등을 구축하였음에도 불구하고 양산업체로 미선정될 경우, 비용 및 시설 등 투자에 대한 리스크를 떠안을 수밖에 없다. 그리고 이 리스크는 대기업보다 중소기업들에게 더 큰 악영향을 미칠 가능성이 있으며, 이는 대기업과 중소기업간 조화로운 발전과 합리적 경쟁을 저해할 소지가 있다. 즉, 제조성속도평가가 중소기업들의 방위사업 참여에 대한 진입장벽으로 작용할 수 있는 것이다.

따라서 체계개발업체가 제조성속도평가 충족시 양산사업을 보장받게 될 경우, 체계개발업체는 양산 준비 투자에 대한 리스크가 줄어들게 되어 체계개발사업 초기부터 착실히

23) 방위사업청, “방위산업물자 및 지정 규정”, 2012, p. 3.

제조성속도평가를 준비함으로써 양산시 제조성 문제로 인한 사업의 일정지연, 비용상승 및 품질저하 등을 방지할 수 있을 것이라 판단된다.

#### 4.2 양산 제안서 평가시 제조성속도평가 적용방안

현재 방위사업청 청 예규 제74조 무기체계(일반물자) 양산 제안서 평가기준의 제안서 평가항목들을 살펴보면 제조성속도 평가항목들과 상당부분 유사함을 알 수 있다. 아래의 표는 양산제안서와 제조성속도 평가항목 간 유사성을 비교한 것이다.

<표 7> 양산제안서 및 제조성속도 평가항목 비교표

양 산 제 안 서		제 조 성 속 도	
구분(중분류)	평가항목	구분	평가항목
양산추진계획	양산사업 추진전략 및 계획	제조계획, 일정관리	초도양산을 위한 제조 일정 계획을 수립하였는가? 생산계획 및 관리방법이 구축되어 운영하고 있는가?
일정/비용/ 품질/위협 관리계획 등	위험관리계획	제조계획, 일정관리	위험관리계획을 최신화하였는가?
		기술 및 산업기반	이전 단계에서 식별된 기술적 위험을 문서화하였고, 이를 감소시키기 위한 계획이 수립되었는가?
경영상태	협력업체 관리계획	품질	협력업체에 대한 품질관리 계획을 수립하였는가?
		기술 및 산업기반	협력업체 분석 시 각 업체의 생산능력을 고려하였는가? 주요 협력업체 및 주요 관련 기업의 동향을 모니터링하고 분석하는가? 협력업체의 문제로 인한 전체 사업 일정 지연에 대비한 계획이 수립되었는가?
일정/비용/ 품질/위협 관리계획 등	비용관리계획	비용 및 자금	비용절감을 위한 계획이 마련되었는가? 비용 및 자금 목표에 맞추어 사업이 진행되고 있는가? WBS상에서 비용이 추적가능한가?
일정/비용/ 품질/위협 관리계획 등	형상관리 및 품질보증방안 (품질인증어부포함)	품질	품질 향상을 위한 절차가 있고 이를 운영하고 있는가? 계약자는 과거 품질보증 이력을 문서화하여 관리하는가?
부품조달계획	구매품 조달 · 관리계획	자재	초도양산을 위한 장납기 자재 조달이 시작되었는가? 계약자가 부품/자재를 조달하는 승인된 공급망을 가지고 있는가?
		기술 및 산업기반	단일/단독/해외 공급원을 식별하고 안정성을 평가하였는가? 초도양산 일정에 맞도록 부품의 납품 일정이 검증되었는가? 단일/단독/해외 공급원에 대한 대안책을 마련하였는가?
기술확보현황 및 실적	소요기술 확보 현황 및 계획	공정능력 및 관리	제조기술 확보가 완료되어 입증되었는가?
기술확보현황 및 실적	대상체계 소요기술 분석 및 식별	설계	물리적/기능적 인터페이스를 명확히 식별하였는가? 개별 제품 설계를 종합하면 전체체계설계 규격을 충족하는지 확인하였는가?
기술확보현황 및 실적	유사 장비 연구개발 및 양산 실적	공정능력 및 관리	유사 제조공정이 생산을 통해 검증되었는가?
인력/장비/시설 보유현황	생산시설(장비/도구/시험장비) 확보현황	설비	생산시설이 검증되었는가? 생산능력이 후속양산의 요구조건을 만족시킬 수 있는가? 생산라인 변경 시 이에 대한 검증 절차 및 계획을 갖추고 있는가?
인력/장비/시설 보유현황	사업수행조직 및 인력	인력	사업 진행을 위해 필요한 인력을 식별하였고 확충계획을 수립하여 진행중인가? 요구되는 특수기술인력을 식별하였으며, 이를 확보하는 계획이 수립되었는가? 주요구되는 특수기술인력을 식별하였으며, 이를 확보하는 계획이 수립되었는가?
일정/비용/ 품질/위협 관리계획 등	생산추진계획 및 일정 관리계획	설계	설계가 일정에 맞춰 완료되었는가? 핵심 공정을 식별하고 제조 흐름도를 정의하였는가? 생산성향상을 위한 계획이 수립되어 있는가?
		제조계획, 일정관리	초도양산을 위한 제조 일정 계획을 수립하였는가? 생산계획 및 관리방법이 구축되어 운영하고 있는가?

결국 현재 제조성속도평가 수행은 기존 양산 착수 전 실시하는 제안서평가와 큰 틀에서 비교해 봤을 때, 평가주체가 방위사업청(통합사업관리팀)에서 국방기술품질원으로, 그리고 평가시기가 체계개발 종료 후에서 체계개발 진행 간으로 조정되었다고 볼 수 있다. 이 경우 제조성속도평가는 기존 양산 제안서평가 업무와 중복된다고 판단된다. 또한 만

약 현 제도에서 개발업체가 제조성속도평가를 수행한 이후 방산물자로 지정받지 못해 타 업체와 양산경쟁을 할 경우, 타업체는 형평성 측면에서 개발업체가 수행한 제조성속도평가를 동일하게 수행해야 할 것이다. 따라서 제조성속도 평가항목을 양산제안서 평가 내 포함시킬 경우 평가업무의 중복을 방지할 수 있으며 이에 따라 사업기간 역시 단축할 수 있다고 판단된다.

## 5. 결론

본 논문에서는 제조성속도평가 제도가 '12년 방위사업청 지침으로 제정된 이후, 제도 분석 및 국내외 사례 소개를 통해 현실적으로 보완 및 개선할 부분들을 살펴보고 발전방안을 제시하였다.

제조성속도(MRA) 제도와 국내외 사례 등을 분석해본 결과 제조성속도평가는 체계개발단계에서 제조성속도를 측정함으로써, 양산시 품질 저하에 따른 일정지연 요소들을 미리 식별 및 예방하는데 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

또한 이와 같은 제조성속도평가에 대한 중요성은 논문 및 세미나 자료 등을 통해서도 충분히 인지할 수 있었으나, 현 제도가 방위사업 관련 규정들과 비교하였을 때 일부 상충되는 부분이 있어 이에 대한 연구가 필요하다고 판단하였다.

따라서, 제조성속도평가 충족시 양산 수의계약을 적용하는 방안과 양산 제안서평가지 제조성속도평가를 적용하는 방안을 제시하였다.

전자의 기대효과로는, 체계개발업체에 양산을 보장하여 양산 준비 투자에 대한 리스크를 줄여줌으로써 체계개발사업 초기부터 제조성속도평가를 착실히 준비할 수 있는 여건을 마련해 줄 수 있다. 이 경우 양산간 제조성 문제로 인한 사업의 일정지연, 비용상승 및 품질저하 등을 방지할 수 있을 것이다.

후자의 기대효과로는, 제조성속도평가와 양산 제안서평가간 중복 업무를 방지함으로써 사업기간을 단축시킬 수 있을 것이라 판단된다.

끝으로, 본 논문이 제조성속도평가 제도를 방위사업 관련 규정 및 지침 등과 유기적으로 비교분석함으로써 향후 제조성속도평가 제도가 조기 정착되는 시발점이 될 것이라 기대한다.

## 참고문헌

- [1] 김용섭 외, “국방품질경영 총론”, 『형설출판사』, 2010.
- [2] 신충진, 최석철, “린6시그마를 활용한 제조성숙도(MRL) 적용방안 연구”, 2012.
- [3] 우순, “무기체계 획득사업 제조성숙도평가(MRA) 제도 소개”, 『국방과 기술』 4월호, 2012.
- [4] 신충진, 최석철, “운영유지단계에서의 제조성숙도(MRL) 적용 방안 『한국방위산업학회』 제19권 제2호, 2012.
- [5] 방위사업청, “제조성숙도평가(MRA) 업무지침”, 2013.
- [6] 방위사업청, “방위산업물자 및 방위산업체 지정 규정”, 2012.
- [7] 방위사업청, “무기체계(일반물자) 양산 제안서 평가기준”, 2012.
- [8] 김덕환, 김창영, 장봉기, “제조성숙도평가(MRA)의 제도의 국내 도입 연구” 『국방품질경영』 통권 23호, 2012.
- [9] 장봉기, “XYZ 사업 사례를 통한 국방분야 제조성숙도평가(MRA) 활용 방안”, 『2013 춘계 한국품질경영학회』 발표자료, 2013.
- [10] 장봉기, “국방분야 MRA 필요성 및 시범적용 사례”, 『제조성숙도평가(MRA) 세미나』 발표자료, 2012.
- [11] DoD, “*Manufacturing Readiness Level(MRL) Deskbook*”, 2012.