

SE, CM, EVM 통합을 통한 사업 관리 향상 방안

석연숙, 강성진, 박인경, 권용수

국방대학교 관리대학원
서울시 은평구 수색동 205번지

Abstract

우리는 국가 경쟁력의 한 분야인 사업관리에 있어 계획, 수행, 성과관리, 개선에 최적의 프로세스 보유가 요구된다. 그러나 Project관리체계의 현실대는 일정관리, 범위관리, 비용관리에 초점을 맞춘 일정관리체계, WBS(Work Breakdown Structure) 및 OBS(Organizational Breakdown Structure)관리, 비용관리체계의 부분 통합 혹은 서로의 연계 정도이다.

본 연구는 최적의 사업관리를 위하여 계약관리에 체계공학을 연계하여 계약 전에 WBS, IMP/IMS(Integrated Master Plan)/(Integrated Master Schedule), TPM(Technical Performance Measurement) 등의 SEP(Systems Engineering Plan)와 계약 후의 이행을 검증 할 수 있는 과정의 Guideline을 제시하고, IEEE 1220, ANSI/EIA 632 순기 의거 개념설계부터 통합시험에 이르는 체계공학 순기에 따른 비용예측이 가능한 USC(University of Southern California) 대학의 COSYSMO (Constructive Systems Engineering Cost Model)를 소개하고 적용 가능성을 고찰하며, Project의 전순기에 걸쳐 TPM 혹은 Quality를 비용과 일정에 통합하여 관리하는 PBEV(Performance Based Earned Value)모델을 소개하고 적용 가능성을 제시한다.

Project 관리에 있어 System 차원을 강조한 SE(Systems Engineering), 비용예측의 CM(Cost Management), 성과관리를 위한 EVM(Earned Value Management)의 통합은 사업 관리에 역량을 강화하여 경쟁력을 향상 시킬 수 있는 적절한 접근으로 사료된다.

Keywords

Systems Engineering, Cost Management, EVM, IMP/IMS, TPM, COSYSMO, PBEV, 성과관리

1. 서론

총체적 사업관리를 위하여 성능, 비용, 일정의 통합은 절대적으로 요구된다. 현재는 이것들의 각각, 혹은 일정과 비용을 통합한 EVM 방법론이 제시되어있다. 본 연구는 성능, 비용, 일정의 통합을 가능하게 하는 접근을 위하여 2장에서 요구분석을 통한 TPM, IMP/IMS, IBR 과 같은 시스템 공학 방법론인 사업관리에 연계하는 지침과 규정을 제시한다. 3장에서는 시스템의 비용예측을 위하여 COSYSMO 를 소개하고 적용 가능성을 제시하며, 4 장에서는 성능을 EVM 과 통합하는 방법론을 PBEV 와 연구팀의 BSC, EVM, 6 Sigma 통합을 제시한다. 본 연구는 사업관리에 있어서 총체적 시스템 공학을 적용하는 접근으로 사업관리에 성공의 신뢰성을 고취할 것이다.

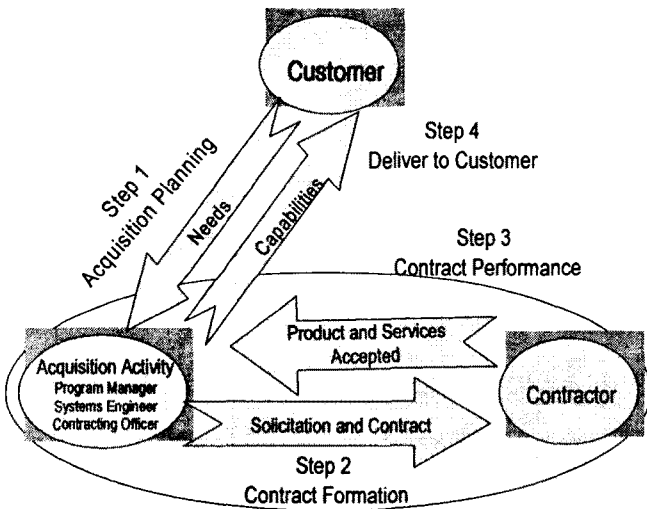
2. 시스템 공학(Systems Engineering)과 사업관리 연계

시스템 공학은 사업의 총체적 관리에 있어서 핵심이 되며 특히 시스템에 대한 소요분석을 통하여 설계 및 개발, 운영 등에 이르는 Total life Cycle 를 관리하고 있다. INCOSE 는 “ System Engineering Handbook ” Version 1,2, 2a, 3 을 통하여 지속적인 시스템 공학의 발전과 적용을 제시하고 있다. 최근에 DoD AT&L 은 Technical Performance Measurement 를 SE 차원에서 대단히 부각시키고 있으며, SE 를 계약차원에 어떻게 반영할 것인가? 를 제시하는 지침(Guide for Integrating Systems

Engineering into DoD Acquisition Contracts. Dec, 2006)을 채택하였다.

특히 획득사업관리에 있어서 시스템 공학 통합개념을 지속적으로 발전시켜 성능검토, 통합계획, 성능관리, IMP/IMS, IBR(Integrated Baseline Review) 등에 초점을 맞추어 규정을 제정하고 문서를 배포하는 등 적극적으로 시행하고 있다. 이것은 사업관리에 있어서 성능, 비용, 일정의 통합을 가능하게 하는 매우 체계적인 접근이 될 수 있다. 획득사업은 계획하고 계약을 수행하며 성과를 관리하고 고객에게 능력을 제공함에 있어 SE를 <그림 1>과 같이 총체적으로 적용하는 것을 표로 나타내면 <표 1>과 같다.

대한민국도 사업관리의 역량강화를 위하여 USD AT&L 사업관리 지침 및 규정을 사업관리에 벤치마킹 할 것을 제안한다.



<그림 1> Simplified Government Acquisition Process

<표 1> AT&L 획득관리 규정과 방법론

Summary of DoD Policy and Guides and DoD Appropriations Act of 2007	1	2	3	4	5	6	7
Technical Reviews (소요분석)							
Event-driven timing of technical reviews	X	X	X	X	X	X	X
Success criteria of technical reviews	X	X	X	X	X	X	X
Include entry and exit criteria			X			X	

for technical reviews in IMP and IMS							
Assess technical maturity in technical reviews	X	X	X				X
Integrated Plans (통합계획)							
Integrate SEP with • IMP • IMS • TPMs • EVM	X	X				X	X
Integrate WBS with • Requirements specification • Statement of work • IMP • IMS • EVMS					X	X	X
Link • Risk management (including risk mitigation plans) • Technical reviews • TPMs • WBS • IMS							X
Flow integrated program plans down to teammates, subcontractors, vendors, lowest level suppliers and integrate across : • SOW • SEP • IMP/IMS • Other plans and processes to support • Critical Path Analysis • EVM • Risk management							X
Include in proposal a matrix that correlates Government SEP with Offeror's integrated SEP, SOW, IMP/IMS, and WBS							X

1. Pol : DoD memorandum, Subject: Award Fee Contracts, date March 29, 2006
2. DAG : Defense Acquisition Guidebook
3. SEP : Systems Engineering Plan Preparation Guide
4. WBS : Work Breakdown Structure Handbook, MIL-HDBK-881A
5. IMP/IMS : Integrated Master Plan (IMP) and IntegrateMaster Schedule (IMS) Preparation and Use Guide, 2005
6. Int SE : Guide for Integrating Systems Engineering into DoD Acquisition Contracts, 2006
7. 2007 Approp: DoD Appropriations Act of 2007, Sec. 9016

Summary of DoD Policy and Guides and DoD Appropriations Act of 2007	1	2	3	4	5	6	7
Technical Performance Measures (TPM)							
Use TPMs to report degree to which system requirements are met in terms of		X	X			X	

<ul style="list-style-type: none"> • Performance • Cost • Schedule 						
Use TPMs to compare actual vs. planned technical development and design maturity		×	×		×	×
Technical Baselines						
Include technical baselines in IMP/IMS <ul style="list-style-type: none"> • Functional baseline • Allocated baseline • Product baseline 						×
Integrated Baseline Review (IBR)						
During IBR, review <ul style="list-style-type: none"> • Plans for event-based technical reviews including <ul style="list-style-type: none"> ◦ Entry and exit criteria ◦ Independent subject matter experts • Technical tasks and products resulting from the IMS tasks • Correlation of the <ul style="list-style-type: none"> ◦ Technical metrics ◦ Technical measures ◦ IMP/IMS / EVMS 						×
Award Fee						
Tie award fee to <ul style="list-style-type: none"> • Success criteria of technical reviews • Key system performance parameters • Integration of <ul style="list-style-type: none"> ◦ Risk management ◦ Technical reviews ◦ TPMs/EVM/WBS/IMS 						×
Prohibit award fee for performance that does not meet contract requirements						×

3. COSYSMO

3.1 COSYSMO 배경

조직이 점점더 복잡한 체계로 발달해짐에 따라 비용, 일정, 성능이 서로 연계되는 systems engineering 이 더욱더 강조되고 있다. 이에 systems engineering 에서 적당히 계획하고, 적당히 자금을 집행하는 것은 대규모의 복잡한 체계에서 많은

비용초과와 일정 지연 현상을 초래하고 있는 실정이다. 여기서 systems engineering 은 customer needs, system 의 요구사항, design, system validation 을 포함한 variables 에 초점을 맞추어 systems 을 성공적으로 창조하는 많은 학문분야에 관계가 있는 접근방법을 말한다.

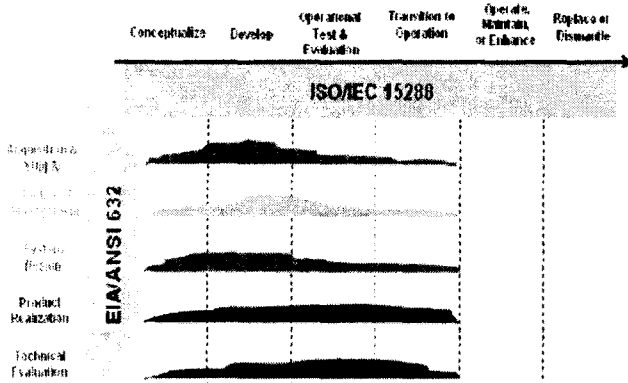
지금까지의 비용추정모델은 주로 hardware 와 software 개발에 대한 것으로 systems engineering 과 관련된 비용추정모델은 없었다. 그 이유는 대규모 구조에서 system design 과 customer needs 와 같은 multiple factors 를 다루는 체계의 비용을 추정하는 것이 매우 어렵기 때문이다. 따라서 이를 보완하기 위해 등장한 모델이 바로 COSYSMO(Constructive Systems Engineering Cost Model)이다.

COSYSMO 는 BAE systems, Northrop Grumman, Lockheed Martin, Raytheon, and L-3 Communications 등을 포함한 많은 consortium 회원들의 직접적인 연구와 수많은 검증들 통해 발전되어 왔다.

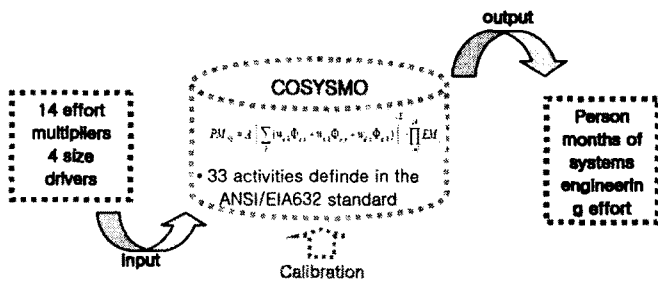
3.2 COSYSMO 개념

COSYSMO 는 2005 년 University of Southern California 에서 박사과정을 하고 있는 Ricardo Valerdi 에 의해 발달된 parametric estimation tool 이다. COSYSMO 는 systems engineering cost 의 추정이 가능한 모델이며, systems engineering 의 cost 와 life cycle 간 요구되는 지출을 평가함으로써 투자의 가능여부 결심과 예산계획, 비용·일정·성능에서 요구되는 결정사항, system engineering 에서 불확실한 많은 요소들의 Risk management 와 strategy planning, process improvement measurement 를 가능하게 한다. COSYSMO 의 life cycle scope 는 <그림 2>에서 보듯 ISO/IEC15288(2002) standard 를 따른다. 그리고, COSYSMO 에서 systems engineering 을 정의하기 위한 baseline 으로 선택되어지는 WBS 는 하나의 system 을 설계하기 위한 표준 ANSI/EIA 632 process 를 적용하고 있으며, 5 개의 fundamental processes 를 통해 33 개의 activity 로 할당된다. COSYSMO 는 대규모 software 와 hardware 프로젝트의 conceptualization, design, test, deployment 등에 의해서 요구화된 systems engineering 이 labor 와 person months 양을

평가하는데 사용되는 매개변수모델이며, 4 가지 size factors 와 14 가지 effort multiplier 를 사용하고 있다. <그림 3>참조



<그림 2> COSYSMO life cycle scope



<그림 3> COSYSMO Operational Concept

3.3 COSYSMO 와 COCOMO II 관계

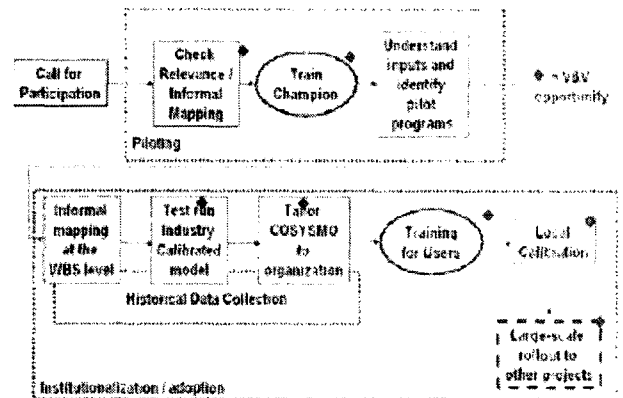
표면적으로 COSYSMO 는 COCOMO II 와 매우 유사하게 보이지만, <표 2>와 같이 근본적인 차이를 나타낼 수 있다.

<표 2> COCOMO II 와 COSYSMO 의 비교

구분	COCOMO II	COSYSMO
Sizing	Software size metrics 사용	Hardware 와 software system 수준의 level metrics 사용
Life cycle	MBASE 에 의해서 정의된 software development life cycle phases	ISO/IEC 15288 에 의해 제공된 system life cycle
Factor multipliers	<ul style="list-style-type: none"> • 1 size factor • 5 scale factor • 18 effort multiplier 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 size factors • 1 scale factor • 14 effort multiplier

3.4 우리나라 적용 가능성

COSYSMO 를 우리나라에 적용하기 위해서는 <그림 4>과 같이 piloting 과 institutionalization phase 를 통해 customer 의 needs 를 조직에 맞게 tailoring 하는데 있다. 즉 우리나라에서 systems engineering 과 관련된 많은 데이터를 가지고 이 모델에 적용 및 calibration 하여 우리나라의 systems engineering estimation 이 가능한 모델을 구축해야 한다. 본 연구에서는 COSYSMO 에 대한 우리나라 적용가능성 분석을 위해 Softstar systems 에 의해 발달된 MY COSYSMO tool 을 활용하여 inverse engineering 으로 분석하겠다.



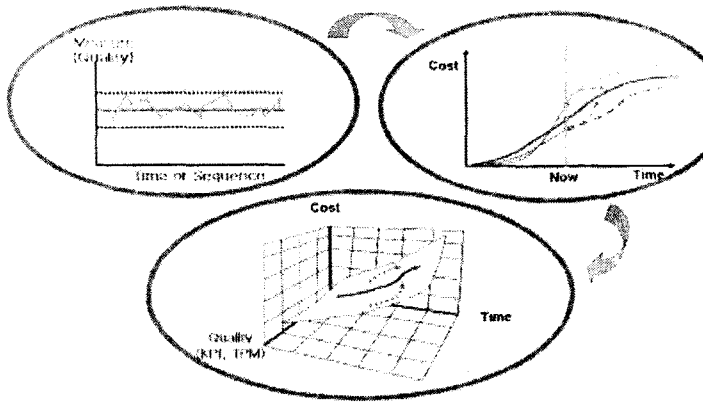
<그림 4> Estimation life cycle

3.5 COSYSMO 기대효과

COSYSMO 는 최초 Systems engineering cost model 로 사업을 관리하는 관리자에게 시스템의 총체적 노력을 제시하여 주고 또한 단계별 노력들을 제시하여 사업의 통제를 가능하게 한다.

4. 기술적 성능기반 성과관리

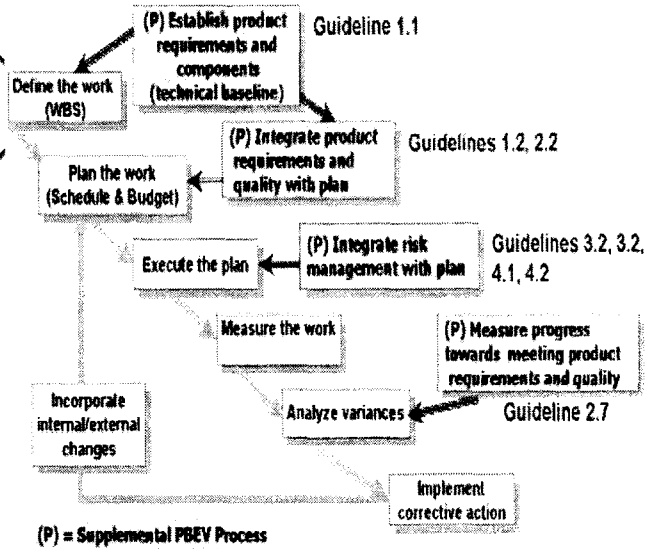
현재 사업관리는 비용, 일정, 성능의 1 차원적 관리에서 비용과 일정의 통합을 고려하게 된 것이 EVM(Earned Value Management)이고, Integrated Project Management 라는 통합 용어를 사용하게 되었다. <그림 5>와 같이 일정, 비용, 성능의 통합과 함께 어떻게 개선 할 수 있는가?를 고찰하여 보았다. 결국 EVM 은 측정하고 예측하고 조기경보를 지원하지만 어떻게 비용, 성능, 일정을 증진 시킬 수 있는가는 또 다른 차원의 영역이었다.



<그림 5> 사업관리요소 통제 변화 흐름도

한 단계 더 요구되는 것은 성능을 어떻게 측정하며 품질을 어떻게 다루어야 하느냐? 하는 것인데, TPM(Technical Performance Measurement)이 시스템 공학 차원에서 제기되었다. Performance 를 시험평가하기 전에 측정 한다는 것이 매우 어렵고 객관성을 갖기 힘들지만 개발 단계 혹은 중간 제품을 통하여 측정하고 검사하며 시험함으로 성과에 연계되는 업무가 수행되어야 한다. 특히 재작업(Rework)과 Recall 을 사전에 방지하기 위한 노력은 품질 비용에서도 잘 알 수 있다.

4.1 PBEV(Performance-Based Earned Value)
사업 성과측정은 비용과 일정뿐만 아니라 제품의 성능도 함께 측정이 이루어질 때 가장 이상적이라고 할 수 있다. <그림 6>는 기존의 EVM 에 제품소요와 기술성과를 고려한 새로운 EVM 의 흐름을 보여주고 있다. 여기에서 기술성과를 반영한 EV 를 성능기반 성과관리(PBEV: Performance Based Earned Value)라고 한다. 기술성과를 통합한 PBEV 는 비용과 일정뿐만 아니라 품질과 사업위험까지도 관리할 수 있는 장점이 있다. 이처럼 향후 EVM 은 PBEV 와 같은 보다 향상된 통합관리방식으로 발전되고 있다.



<그림 6> PBEV 수행 절차

PBEV 는 시스템공학과 EVM 및 위험관리의 통합을 이루고자 하였다. 기존의 EVM 절차에 생산에 관한 요구와 성능을 고려하는 시스템공학의 개념을 가미한 것이다. 실제로 EV 가 성능 및 품질의 수준에 의하여 감소되는 방법으로 계산이 된다. 사업 진행 중 성과와 품질의 저하는 재작업을 야기하고 시험평가 및 운영 중에 Recall 도 발생시킬 수 있다. PBEV 의 구체적인 구현 절차는 <표 3>로 나타난다. 보다 구체적인 내용은 PBEV Web Site (<http://www.pb-ev.com>)와 책자(Performance-Based Earned Value, Paul Solomon, Wiley, 2007)를 참고하기 바란다. 또한 SE 에 관한 EIA 632, IEEE 1220, CMMI, PMBOK 도 좋은 참고 자료이다.

<표 3> PBEV 절차

Performance-Based Earned Value Guidelines
1.1 Establish product quality requirements and allocate these to product components.
1.2 Maintain bidirectional traceability of product component quality requirements among the project plans, work packages, planning, packages, and work products.

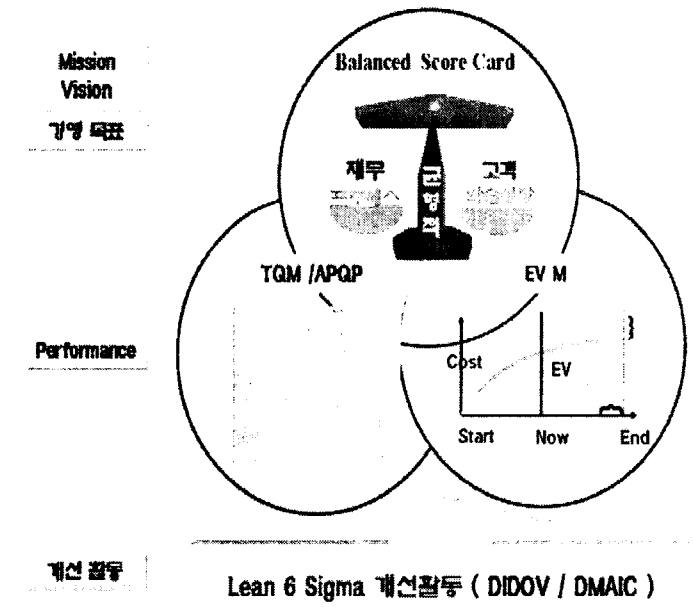
1.3 Identify changes that need to be made to the project plans, work packages, planning packages, and work products resulting from changes to the products quality requirements.
2.1 Define the information need and objective to measure progress toward satisfying product quality requirements.
2.2 Specify work products and performance-based measures of progress for satisfying product quality requirements as base measures of earned value. Examples are the following : <ul style="list-style-type: none"> Results of trade-off analysis. Allocated requirements developed, implemented into design, or tested successfully. Achieving planned TPMs Meeting entry and success criteria for technical reviews. Other quality objectives achieved.
2.3 Specify operational definitions for the base measures of earned value, stated in precise, unambiguous terms, that address : <ul style="list-style-type: none"> Communication : What has been measured, how was it measured, what are the units of measure, and what has been included or excluded? Repeatability : Can the measurement be repeated given the same definition to get the same results?
2.4 Identify event-based success criteria for technical reviews that include development maturity to date and the product's ability to satisfy product quality requirements.
2.5 Establish time-phased planned values for measures of progress toward meeting product quality requirements, dates of frequency for checking progress, and dates when full conformance will be met.
2.6 Allocate budget in discrete work packages to measures of progress toward meeting product quality requirements.
2.7 Compare the amount of planned budget and the amount of budget earned for achieving progress toward meeting product quality requirements.
2.8 Use Level of Effort method to plan work that is measurable, but is not a measure of progress toward satisfying product quality requirements, final cost objectives, or final schedule objectives.
2.9 Perform more effective variance analysis by segregating discrete effort from Level of Effort.
3.1 Identify changes that need to be made to the project plans, work packages, planning packages, and work products resulting from responses to risks.
3.2 Develop revised estimates of costs at completion based on risk quantification.
4.1 Apply PBEV coverage to the whole work breakdown structure or just to the higher risk components.
4.2 Apply PBEV throughout the whole system development life cycle or initiate after requirements development.
Key to Abbreviations

RD:Requirements Development SP:Specific Practice
 Process Area MA:Measurements and
 RM:Requirements Management Analysis Process Area
 Process Area

4.2 BSC, EVM, 6 Sigma 통합

연구팀은 EVM의 측정, 예측, 조기 경보의 기능을 프로그램차원으로 연결하고 프로세스의 개선을 추구하는 방법으로 BSC(Balanced Score Card)의 KPI(Key Performance Indicator : 주요성과지수)와 6 Sigma의 CTQ(Critical to Quality)의 통합을 고려하게 된다. 이 통합은 EVM의 Earned Value의 가속과 Actual Cost의 감소를 해결할 수 있는 방법론이 될 수 있다.

<그림 7>은 BSC와 EVM, 개선활동의 6 Sigma 연계를 제시한 것이다. 이것은 본 연구팀에 의거 2006년 미국 PMI-CPM 학회에서 발표되었으며 구체적인 S/W 프로그램 개발이 진행 중이다

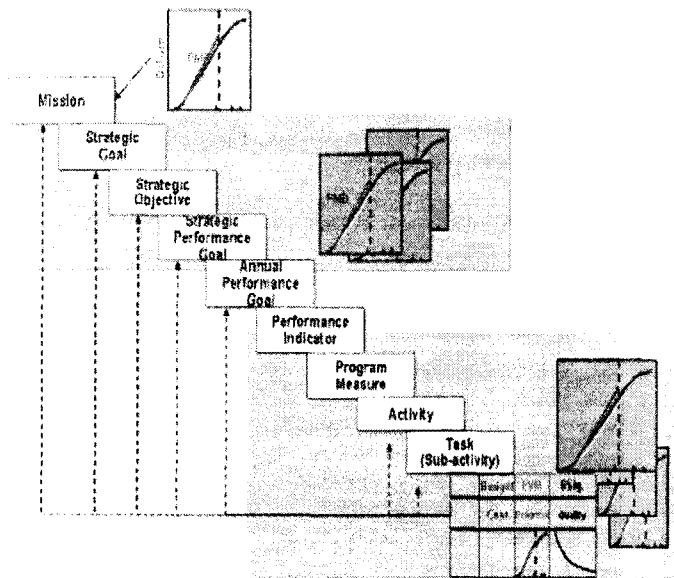


<그림 7> BSC, EVM, 6 Sigma 연계

전략계획과 연계된 이행계획, 프로그램, 프로젝트에 대한 일관성 있는 Cascading을 위하여 BSC와

EVM 의 이점을 동시에 활용하는 구현방식을 제시하였다. <그림 7>은 구체적인 구현 예를 보여주는 것으로써 일일업무에 의한 KPI(Key Performance Indicator : 주요성과지수)에 관련된 성과, 예산, EVM 에 의한 비용과 업무 수행 진도, 개선에 의한 Quality 의 Sigma 수준 을 상부수준 및 부서로 점차적으로 연계되는 것을 보여주는 것이다.

우리나라는 EVM 구현의 초기 단계이지만 선진국의 EVM 동향을 고찰하여 보다 최신의 최적 모델을 개발하고 조기에 적용하도록 하는 것이 요구된다. EVM 을 적용한 성과관리를 통하여 조직의 학습 및 성장과 함께 업무 수행 역량을 강화하여 국가 경쟁력을 높여야 할 것이다.



<그림 7> EVM 의 성과관리 적용 예제

5. 결론

시스템 공학은 시스템을 설계하고 분석하여 개선함으로써 보다 나은 새로운 시스템을 개발하기 위하여 사용되는 체계적인 사고방식이며 기술 방법론이다. 현재의 모든 것은 시스템으로 구성되어있다고 할 수 있다. 시스템에 관하여 총체적 이해를 통하여 사업을 관리함으로써 우수한

결과를 갖고 올 수 있다. CMMI 가 사업관리에서 어떻게(What to do)를 제시하였다고 한다면 이연구는 어떻게(How to do)를 제시하는 역할을 할 것이다. 본 연구는 사업관리에 있어서 시스템의 Total life cycle 차원에서 성과와 비용과 일정을 통합하여 계획하고 수행하고 예측하며 통제하는 총체적 통합적 사업관리를 제시하였다. 현재 연구팀에서 복합체계- (System of Systems)에 관한 사업관리 방안도 진행중이다. 총체적 우수함이 최고 품질임을 고려 할 때 사업관리에서도 이런 접근은 상당한 결실을 제공하리라 생각된다.

6. 참고 문헌

- [1] U.S. DoD, " Guide for Integrated systems Engineering into DoD Acquisition Contracts. Version 1.0. Dec., 2006
- [2] INCOSE " Systems Engineering Handbook" , Version 2a, INCOE, 2004
- [3] INCOSE " Systems Engineering Handbook" , Version 3, INCOE, 2006
- [4] Ricardo Valerdi, " THE CONSTRUCTIVE SYSTEMS ENGINEERING COST MODEL" , 2005
- [5] Ricardo Valerdi, " Academic COSYSYMO User Manual" Version 1.1, 2006
- [6] Park, I.K., Choi, Y.H. , " Improving System of Systems Project Planning and Execution through EVMS" , Defense Analysis Seminar XIII, KIDA, 2006
- [7] Van Grembergen, W. and Van Bruggen, R, "Measuring and Improving Corporate Information Technology through the Balanced Scorecard Technique" Proceedings of the Fourth European Conference on the Evaluation of Information technology, 1997
- [8] U.S. DOE, " Information Technology Investment Management Framework" , 2002
- [9] U.S. DoD, " System of systems, Systems Engineering Guide: Considerations for Systems Engineering in a System of Systems Environment" , 2006