

체계개발 연구사업의 사전타당성 조사 개선 방향[†]

On the Improvement of the Preliminary Feasibility Study
for the System Development Program

김재곤(Jae-Gon Kim)*, 김동근(Dong-Guen Kim)**, 전홍배(Hong-Bae Jun)***

목 차

- | | |
|-----------|-------------------------------------|
| I. 서 론 | III. 체계개발 사업에 특화된
사전타당성 조사 개선 방향 |
| II. 관련 연구 | IV. 결 론 |

국 문 요 약

국가연구개발비의 규모가 점점 증가함에 따라 R&D 예산을 보다 효율적으로 관리하기 위한 논의의 중요성은 점점 부각되어져 왔으나, 정착 이에 대한 체계적인 연구는 부족한 편이다. 국가 연구개발 사업중 체계개발 국가사업은 일반적인 사업에 비해 구현 대상 시스템이 매우 복잡하고 많은 절차들로 이루어져 있어서 사업이 대규모이고 장기적인 편이다. 이러한 환경적 특성들을 고려하여 체계개발 국가사업의 사전타당성 조사 분석시 체계개발 국가사업이 가지고 있는 높은 수준의 불확실성과 위험 요소들에 대한 철저한 분석을 바탕으로 적절한 평가방안의 도입을 통해 보다 효율적인 사전타당성 조사를 수행할 필요가 있다. 본 연구에서는 체계개발 사업의 기획안 분석에 사용되어질 수 있는 방법론들과 관련 연구들의 분석을 바탕으로 체계개발의 특성을 반영한 사전타당성 조사 방안의 개선 방향들을 시스템 엔지니어링, 비용/일정 관리, 성과 관리, 생애주기 고려, 위험관리, 요구사항관리, 그리고 프로세스 및 정책 관점에서 도출하였다.

핵심어 : 연구개발사업, 체계개발, 사전타당성조사, 경제성분석

※ 논문접수일: 2015.10.26, 1차수정일: 2015.11.20, 2차수정일: 2015.12.19, 게재확정일: 2015.12.30

* 인천대학교 산업경영공학과 교수 jaegkim@inu.ac.kr, 032 835 8489

** KISTEP 공공기술조사실 부연구위원, dgkim@kistep.re.kr, 02-589-2994

*** 홍익대학교 산업공학과 부교수, hongbae.jun@hongik.ac.kr, 02-320-3056, 교신저자

† 이 논문은 인천대학교 2014년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

ABSTRACT

Recently, it becomes more important to carry out the feasibility study on government R&D projects since the amount of R&D funds increases. For this purpose, until so far the general framework on the preliminary feasibility study for government driven research projects has been built and modified, and well applied to several domains. However, there is still the limitation in applying the method of preliminary feasibility study to system development research projects. The system development research projects have many different features compared to general research projects, for example, long-period development, lots of stakeholder involvement, multi-disciplinary works, and so on. Considering these characteristics, it is necessary to improve the method for the preliminary feasibility study. In this vein, this study deals with looking into the improvement points of the preliminary feasibility study in terms of the application of the system development projects.

Key Words : Government R&D program, System development, Preliminary feasibility study, Economic analysis

I. 서 론

전 세계적으로 연구개발(R&D)이 국가경쟁력 제고와 지속적 경제성장을 위하여 중요하다는 인식이 확대되면서 R&D 사업에 대한 정부의 재정지원이 증가하고 있다. 우리나라의 국가연구개발 사업비 규모는 지속적으로 증가하여 최근 10년간(98년~07년) 연평균 총연구 개발비 증가율이 10.69%나 되었다. 2006년 총 R&D 투자액은 선진국 수준인 OECD 5위 수준에 이르렀으며(김지현, 2013), 2013년에는 약 17조 원이 편성되어 정부 통합재정에서 차지하는 비중이 약 5% 수준에 이르고 있다(임성민·정욱, 2014).

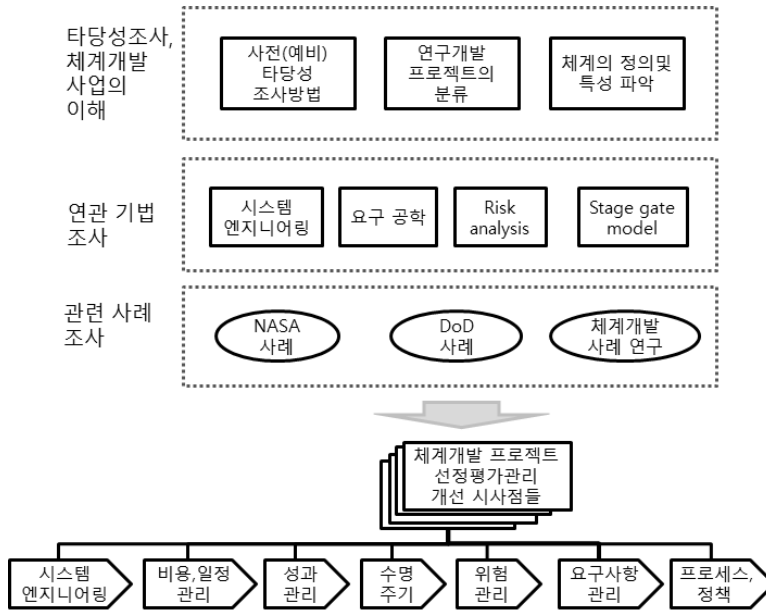
국가 R&D 사업에 대한 정부의 재정지원시 정부는 어떤 사업에 어느 정도의 투자지원을 할 것인지에 대한 의사결정을 해야 하며, 이러한 의사결정은 관련 전문가들의 평가에 따른다. 최근 들어 R&D 사업의 대형화와 참여조직의 증가로 인해 R&D 평가 및 관리 체계의 복잡성이 심화되었다. 이는 참여조직의 수행도를 고려한 사업 선정과 정부의 합리적인 예산액 할당을 어렵게 함으로써 R&D 사업 선정을 위한 절차나 방법의 중요성 및 필요성을 증대시켰다(박영수, 2012). 반면, R&D 사업 선정 절차 및 방법에 대한 체계적인 연구는 부족한 편이다(조길복, 1999).

우리나라에서 1999년도부터 시행된 예비타당성 조사방안은 고액의 정부 R&D 사업의 투자 효율화를 도모하기 위한 일반적인 사전 타당성 검증 장치로서 짧은 역사에도 불구하고 성공적으로 자리매김하고 있다고 평가되고 있다. 현 타당성 조사방안이 정부 R&D 투자 사업의 경제적, 정책적, 그리고 기술적 타당성을 파악하는 일반적인 도구로서 그 역할을 훌륭하게 수행해 왔지만, 큰 규모를 갖는 정부 R&D 사업을 대상으로 그 투자 타당성을 평가하는 포괄적인 방법론이다 보니, 체계개발과 같은 일반 연구개발 사업과는 성격이 다른 사업 투자에 대한 타당성 분석을 수행하는 데에는 한계점이 존재한다.

국가 R&D 사업중 체계개발 국가사업은 일반적인 사업에 비해 구현 대상 시스템이 매우 복잡하고 많은 절차들로 이루어져 있어서 사업이 대규모이고 장기적인 편이다. 또한, 체계개발 특성상 항상 높은 수준의 사업관리 위험요소들을 내포하고 있으며, 높은 불확실성으로 인해 사업초기 단계에 전체 사업의 위험성 및 타당성을 평가하기가 쉽지 않은 편이다. 따라서 이러한 환경적 특성들을 고려하여 체계개발 국가사업의 사전타당성 조사 분석시 체계개발 국가사업이 가지고 있는 위험요소들에 대한 철저한 분석을 바탕으로 적절한 평가방안의 개선을 통해 보다 효율적인 사전타당성 조사를 수행할 필요가 있다(한국과학기술기획평가원, 2014).

본 연구의 목적은 체계개발 국가사업의 특징을 파악하고, 대형 시스템 및 프로젝트 개발시 타당성 평가 및 관리에 적용되어지는 여러 관리기법들의 장단점들을 분석한 후, 이를 바탕으로 체계개발 사업의 예비 타당성 조사 방법의 개선을 위한 시사점들을 도출함에 있다. 본 연구의

구성은 다음과 같다. 먼저 II장에서는 사전타당성 조사방법에 대해 기술하고, 연구개발 사업들의 분류를 살펴본다. 또한 체계의 정의와 더불어 체계개발과 같은 대형 프로젝트의 개발 관리 기법들로 시스템 엔지니어링, 요구공학, Risk analysis, Stage-gate model등을 조사하고, 미국 NASA(National Aeronautics and Space Administration, US) 및 DoD(Department of Defense, US) 체계개발 사업의 관리 사례들을 살펴본다. 이어 III장에서는 체계 개발의 특성을 파악하며 국내 체계개발 사전타당성조사 사례연구들이 갖는 문제점에 대해 살펴본다. 그리고 이를 바탕으로 체계개발 사업의 사전타당성 조사 방법 개선을 위한 방향들을 도출해 본다.



(그림 1) 연구 개요

II. 관련 연구

1. 국가 R&D 사업의 정의 및 분류

일반적으로 연구개발은 영어로 R&D(Research and Development)라 칭한다. OECD는 R&D를 ‘인간·문화·사회를 망라하는 지식의 축적 분을 늘리고 그것을 새롭게 응용함으로써 활용성

을 높이기 위해 체계적으로 이루어지는 창조적인 모든 활동'이라 정의하고 있다. 국제회계기준 위원회(IASC, International Accounting Standards Committee)에서는 R&D에 대해 '연구(research)'를 새로운 과학적·기술적 지식과 이해를 얻기 위하여 행해진 독창적·계획적 조사로, '개발(development)'을 상업적 생산이나 사용하기 이전에 새로운 또는 개량된 재료·장치·제품·제조법·시스템 또는 서비스 생산 계획이나 설계에 연구 성과와 다른 지식을 적용하는 것으로 구분하여 정의하고 있다. 한편 사업(program)은 보통 다수의 연관 프로젝트(project)들로 이루어져 있으며, 사전타당성 평가의 대상이 그 규모에 따라 사업이 될 수도 있고, 단위 프로젝트가 될 수도 있다. 국가 R&D 사업에서의 연구개발(R&D)은 연구와 개발의 합성어이며, 연구개발 활동은 일반적으로 '시제품의 설계 시험 제작, 생산품이나 생산공정에 대한 기술적 자료 및 경험수집, 새로운 설계가 추가되는 시험 생산 단계, 개량을 위한 기술개발 활동, 새로운 표준개발, 생산성의 현저한 증대 및 품질향상을 위한 생산방식의 변환과정, 신제품 및 신공정을 위한 기획 설계 및 기술적 사양 작성, 연구소의 과학기술 정보서비스, 연구관리, 연구 프로젝트를 위한 SW개발, 연구 프로젝트의 일환으로 수행되는 조사, 통계수집, 분석활동, 새로운 방법론을 사용한 정책연구, 과학기술적 진보가 인정되는 S/W개발, Upgrade, 개선'등으로 예시된다(교육과학기술부 & 한국과학기술평가원, 2001).

그동안 R&D 사업의 성격에 따라 많은 분류들이 이루어져 왔는데, 예를 들어 박영일(1996)의 연구에서는 연구개발사업의 종류를 과제의 규모에 따라 소형과 대형으로, 그리고 과제의 수행 주체에 따라 정부중심과 민간중심으로, 불확실성의 정도에 따라 높은 불확실성을 갖는 사업과 낮은 불확실성을 갖는 사업으로 분류하였다. 조길복(1999)의 연구에서는 연구개발 사업의 다양한 분류들을 아래 표와 같이 제시하였다.

〈표 1〉 연구개발의 유형

전통적 유형	Gibson 유형	Pappas and Remer의 유형	Alabala의 유형
기초연구 순수기초연구 목적기초연구	기초연구	기초연구	탐색연구
응용연구	응용연구	탐색연구 응용연구	응용연구
개발연구	탐색적 개발연구 발전적 개발연구 기술적 개발연구	개발연구 제품개선	개발연구

출처: 조길복(1999).

한편 김태유의 2인(2002)은 대형연구개발의 성격들을 기초지향(집중형, 분산형)과 응용 및 산업지향(집중형, 분산형)으로 분류하였다. 이러한 연구개발 프로젝트의 분류들에서 본 연구에

서 초점을 맞추고 있는 체계개발 사업은 개발연구 분류에 속하며, 특성상 대형연구일 가능성이 많으며, 기술적 목표가 명확하고 단일한 하향식의 연구인 집중형 연구에 속한다.

2. 사전타당성 조사의 개념

일반적으로 타당성(feasibility)이란 정책 또는 사업 자체의 집행가능성 혹은 정책 또는 사업의 추진을 통해 달성하려는 목표를 실현할 가능성을 의미한다. 따라서 타당성 분석은 제한된 재원을 어떻게 사용하는 것이 가장 효율적이며 사업의 목표달성에 효과적인지, 주어진 기술이 적절하고 사용가능한지, 그리고 사업의 추진과정에서 여러 가지 위험요소들에 어떻게 대처할 것인지 등을 주요한 기준으로 사업추진 여부를 결정하는 것이라고 할 수 있다. 타당성 분석은 사업의 필요성, 사업계획의 합리성, 사업목표의 바람직성, 사업일정의 적절성, 사업추진을 위한 자원 확보 계획의 적정성, 기대효과와 분석 및 위험대책의 수립등을 사전에 분석함으로써 사업에 대한 최적 대안을 선정하고 그 대안을 효율적으로 추진하고자 하는 목적을 갖는다(김기환, 2005).

우리나라의 사전타당성(예비타당성)조사 제도는 1999년 「예산회계법 시행령」을 개정하면서 신설된 제도로 2007년부터 의무화되어 수행되어지고 있으며, 총 사업비 500억원 이상인면서 국가의 재정지원 규모가 300억원 이상인 건설사업, 정보화 사업, 국가연구개발사업과 중기재정 지출이 500억원 이상인 사회복지, 보건, 교육, 노동, 문화 및 관광, 환경보호, 농림해양수산, 산업·중소기업 분야의 사업을 대상으로 하고 있다. 국가 R&D사업의 타당성조사는 2007년 과학기술기본법 시행령과 2008년 국가재정법 시행령의 개정으로, 사업별로 구분되어 진행되어 왔다.

예비타당성 조사의 부문 중 하나인 연구개발부문 예비타당성조사는 일반지침에서 제시하고 있는 분석적 계층화법 즉, AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 사업의 타당성 여부를 판단함을 원칙으로 한다(한국과학기술기획평가원, 2011). 예비타당성조사의 주요 분석 범위는 사업의 기술적 타당성, 경제적 타당성, 그리고 정책적 타당성과 관련한 분석이다. 기술적 타당성과 관련해서는 기술적 측면에서 사업계획의 적절성, 성공가능성, 중복성등과 관련한 정성적 분석을 수행하게 되며, 경제적 타당성 분석을 위해서는 편익분석과 같은 정량적 분석을 수행하고, 정책적 타당성과 관련해서는 사업의 당위성, 정치, 경제 및 사회적으로 미치는 파급 효과등에 대한 정성적 분석을 수행하게 된다. 그리고 마지막으로 AHP 기법을 이용한 전문위원들의 평가를 통해 타당성 여부에 대한 정량적/정성적 분석을 수행하게 된다.

3. 연구개발 선정 평가 방법에 대한 연구

일본과학기술회의에서는 연구개발과제의 선정평가 개념을 “연구개발을 효율적으로 추진하기 위하여 어떤 시점에서 불확실한 내용을 명확하게 하고 미지의 영향요인을 감소시키는데 있어서 필요한 정보를 의사결정 이전에 제공하는 하나의 수단이며, 또한 연구개발의 결과에 대한 정보를 새로운 의사결정을 위해 파악하는 수단”이라고 정의하고 있다(이계천, 1995).

연구개발 프로젝트 선정 및 사전타당성 조사 방법과 관련하여 그동안 몇몇 연구들이 수행되어져 왔다. 예를 들어, 조길복(1999)은 연구개발 프로젝트 선정평가 방법들에 대해 리뷰해보고, 다속성, 다목적, 다기준등을 내포하고 있는 연구개발 프로젝트의 선정평가 문제에 대해 의사결정자의 선호도를 고려하여 의사결정을 할 수 있는 퍼지계층 분석법을 제안하였다. 안상진(2012)은 그의 연구에서 체계개발 과제와 R&D과제가 혼합된 경우, 공학시스템과 R&D과제를 분리하여 단계별로 관리하는 것이 합리적이라고 언급하였다. 이윤빈(2007)은 국가연구개발 사업 사전타당성조사 제도의 효과성 제고 방안에 관한 연구에서 사전타당성조사의 한정된 인력과 예산을 고려하여 합리적인 조사 대상사업의 선정이 필요하고, 경제성 분석 방법 고도화와 정성적 분석 방법들의 정량화 또는 준 정량화가 필요함을 언급하였다.

한편, 박용태(2007)는 과제성격에 따라 각각, 연구성 과제, 개발성 과제, 상업화 과제 및 공공성과재로 분류하고, 각 과제 분류에 따른 평가 방법을 제안하였다. 배종태(2009)의 연구에 의하면 R&D 프로젝트 평가의 어려운 점들로 R&D의 결과가 불확실성을 가지고 있고(Potential) Benefit 측정이 어려운 것과 R&D 목표가 불명확한 경우 R&D 평가의 기준 설정이 힘든 점들을 들었다. 이를 해결하기 위해, R&D 평가에 있어서 계량화가 가능한 영역도 있지만 정성적 측면도 많기 때문에 정성적 평가가 필요하며, R&D 과제를 일정한 기준에 의해 몇 가지 유형으로 나누고, 각 유형별로 적합한 선정절차, 선정모형, 평가기준, 가중치를 적용하여야 한다고 언급하였다.

또한, 김지현(2013)의 연구에 따르면 R&D 프로젝트 선정 평가방식의 문제점으로 효율적이고 정형화된 R&D 프로젝트 관리 절차가 수립되지 않거나 정착되어있지 않고, R&D 목표의 설정 및 과제선정이 해당 기관의 중장기 기술전략 및 경제적 타당성과 연계되지 못하였으며 이를 개선하고 뒷받침 해 줄 R&D 전략과 포트폴리오 및 단위 R&D 프로젝트 간 유기적으로 연계된 효율적 연구개발 관리 절차와 능력이 부족하다는 점을 언급하였다. 최근 들어, 안상진의 2인(2013)은 연구개발부문 사전타당성조사에서 표준화하여 적용할 수 있는 사항을 살펴보았으며, 대표질문과 평가항목 간의 상관관계를 통하여 쟁점 도출을 표준화하는 방안을 제시하였다. 또한, 안상진의 2인(2014)의 연구에서는 국가연구개발 사업에 대해 전주기 관리방안을 모색하

기 위한 탐색연구를 수행하면서, 관리체계에 대한 사항을 사전평가의 관점을 중심으로 살펴보았다.

비록 지금까지 적지 않은 연구들이 기존의 사전타당성조사 및 R&D 프로젝트 선정 방안에 대한 연구들을 수행해 왔지만, 체계개발 사업에 특화된 선정평가 방법에 관한 연구는 부족하였다고 할 수 있다. 큰 사업규모를 갖는 정부 R&D 프로젝트를 대상으로 그 투자 타당성을 평가하는 포괄적인 방법론이다 보니, 체계개발과 같은 일반 연구개발 프로젝트와는 성격이 다른 사업 투자에 대한 타당성 분석을 수행하는 데에는 한계점이 존재한다. 현 사전타당성 조사방법은 크게 경제적 측면, 정책적 측면, 기술적 측면에서 사업을 평가한다. 이러한 평가 틀 안에서는 체계개발 사업이 가지고 있는 특성을 반영하기가 쉽지 않다. 예를 들어, 체계개발 사업은 그 특성상 개발될 대상물 자체의 타당성 분석뿐만 아니라 개발 조직 및 관리 프로세스에 대한 타당성도 같이 이루어져야 한다. 또한, 체계에 적용될 기술들이 긴 체계개발 생애주기에 걸쳐서 어떻게 조화롭게 구현 및 적용되어질 수 있는지를 살펴보아야 한다. 하지만 현재의 사전타당성 조사 방법들 안에서 이러한 점들을 살펴보는 것은 쉽지 않다. 이런 측면에서 현 사전타당성 조사 방법에 대한 연구들은 한계를 가질 수밖에 없으며, 따라서 체계개발에 특화된 사전타당성 조사 방안에 대한 연구가 필요한 이유라 할 수 있다.

4. 체계개발 사업

1) 체계개발 사업의 정의

일반적으로 체계란 시스템(System)을 일컫는 말로 체계개발은 시스템 개발이라고 봐도 무방하다. System의 원래 뜻은 ‘조직화된 구성체’라는 의미의 그리스어인 ‘systema’에서 비롯되었다. Webster 사전에 따르면 시스템의 정의는 ‘상호작용 또는 상호의존 형태로 연합하여 목적을 통합하거나 조합한 구성체(전체를 형성, 기능, 운용, 작동, 또는 통제하기 위해 다양한 유닛을 연합한 그룹) 조성 또는 조직화된 구성체’로 정의되어 있다(민성기, 2007).

EIA 632 표준에 따르면 체계(시스템)란 생애주기 전반에 걸쳐서 이해관계자들의 요구와 기대에 부응하기 위해, 하나 이상의 제품 및 이를 이행가능하게 하는 제품들의 집합이라 정의할 수 있다. 다시 말해 시스템이란 여러 개의 독립된 구성인자가 고유의 기능을 가지며, 전체 목표를 달성하기 위해 상호 유기적으로 결합되어 있는 집합체로서 특정한 목적을 위하여 설계된, 상호 작용하는 부품의 집합을 말한다. 이러한 시스템의 종류들로는 Economic systems, Environmental systems, Transportation systems, Government systems 등 종류가 상당히 많다. 그 중 본 연구에서는 engineering systems의 범주에 속하는 시스템들(예를 들면, 항공우

주, 통신, 수송, 군수, 조선, 경제 및 행정, 정보기술 시스템들)에 초점을 맞춘다.

2) 과제 관리 및 평가와 관련한 기법들

(1) 제품/시스템 개발 관리 기법 Stage-Gate method

Stage-Gate 기법은 성공적인 제품개발을 목표로 아이디어 발의부터 상품 출시까지의 제품개발 전 과정을 관리하는 기법으로, 캐나다 McMaster 대학의 Cooper(2011) 교수에 의하여 창안되었다. Stage-Gate 기법에서는 제품개발의 주요 프로세스를 미리 정해진 Stage로 분류하고 각 Stage는 R&D 작업들로 구성된다. 각 Stage 사이에는 Gate가 존재하는데 Gate에서는 다음 Stage로 넘어가기 전에 현 Stage의 R&D 활동을 평가하고 프로젝트의 계속·중지, 프로젝트 수행의 우선 순위 변경, 자원 재배분 여부 등 경영층의 의사 결정이 이루어진다.

(2) 프로젝트의 Risk analysis

Risk의 사전적 정의는 손실, 파손 등의 가능성이다. 프로젝트 Risk란 프로젝트 진행에 있어서 프로젝트 목적에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 사건의 발생가능성이다. 프로젝트 관리를 위한 PMI(Project Management Institute) 지침서의 경우 Risk는 일반적으로 부정적인 사건이 발생할 가능성이거나 긍정적인 사건이 발생할 수 있는 두가지 의미를 가지는 불확실성과 부정적인 사건만이 발생할 수 있는 의미인 위기라는 개념의 두 가지 의미로 사용되어진다고 정의하고 있다(NASA, 2011).

Lamsweerde(2009)에 따르면 Risk는 크게 Product-related risk와 Process-related risk로 나뉘볼 수 있다. 프로젝트 수행의 결과물에 해당하는 product 자체에 대한 기능적/비기능적 목적 달성에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 Risk를 product-related risk라고 할 수 있으며, 프로젝트 수행에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 Risk를 process-related risk라고 할 수 있다. 프로젝트 수행에 있어서 Risk 관리는 안전, 기술, 비용, 일정등 잠재적인 측면에서 프로젝트 성능에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 관리하는 것이다. Risk 관리는 현재 가지고 있는 여건 및 환경에서 강점과 약점 및 기회요인과 위험요인을 기술함으로써 보다 체계적으로 현재의 상황을 분석하고 이를 보완하고 제어하고 더욱 발전시키는 등 항상 안전측에 상황이 존재하도록 하는 관리 분야이다(한미파슨스, 2006).

(3) 시스템 엔지니어링

시스템 엔지니어링이란 특정 시스템의 효율적인 설계, 구현, 기술적인 관리, 운용 및 폐기를 위한 구조화되고 체계적인 방법론이다. 시스템 엔지니어링은 주어진 여러 제약조건하에서 요구

되어지는 여러 요구사항들을 만족시키는 운용가능한 시스템을 개발하는 시스템 과학이다. 개발 되어질 시스템들의 성격에 따라 시스템 엔지니어들의 역할이 조금씩 달라지기는 하지만, 대체로 시스템 엔지니어들의 역할은 사용자 요구사항들을 분석, 정의 및 시스템 요소에 할당하고, 전체 시스템 아키텍처를 설계하며, 설계 요소들 사이의 상충문제를 해결하고, validation과 verification 활동들과 그 결과물들에 대한 전체적인 주요 의사결정들을 수행한다(NASA 2007).

시스템 엔지니어링에서 체계개발을 위해 언급하고 있는 주요 technical reviews들중 사전타당성 평가시점과 관련있는 프로젝트의 초기단계에 해당하는 IBR(Integrated Baseline Review)과 SRR(System Requirements Review)에 대해 살펴보면 다음과 같다.

〈표 2〉 Example IBR objectives/Exit Criteria

Item	Example IBR objectives/Exit Criteria
1.	시스템 성능 규격(SPS, System Performance Specification)의 적절성, 완전성, 일관성 및 위험성을 평가한다.
2.	계약 및 프로그램 일정 요소들(Contract and program schedule elements), 즉, MPS(Master Program Schedule), IMP(Integrated Master Plan), IMS(Integrated Master Schedule)의 적절성, 완전성 및 위험성을 평가한다.
3.	계약 및 프로그램 비용 요소들(Contract and program cost elements), 즉, CSOW(Contract Statement of Work), CWBS(Contract Work Breakdown Structure), CDRL(Contract Data Requirements List) items, CLINs(Contract Line Item Numbers), Control accounts, Work packages의 적절성, 완전성 및 위험성을 평가한다.
4.	다음과 같은 성능 측정 기준계획(PMB: Performance Measurement Baseline)을 수립한다. 기술적 성능 기준계획 요소들 일정 성능 기준계획 요소들 비용 성능 기준계획 요소들

출처: Wasson(2006).

〈표 3〉 Example SRR supporting objectives/Exit Criteria

Item	Example SRR objectives/Exit Criteria
1.	시스템 사용자의 문제영역과 솔루션 영역이 적절히 이해되어지고 범위가 규정되어졌는지 검증한다.
2.	복수 이해관계자들의 오해를 불식시키기 위해서, 요구사항들이 완전히, 일관되게, 정확하고 간결하게 시스템의 솔루션 영역들을 기술하고 한정했는지를 검증한다.
3.	불분명하고, 중복되고, 불완전하고, 일관되지 않고, 범위가 명확히 명시되지 않은 요구사항들이 제거되었는지를 검증한다.
4.	시스템이 요구되어지는 능력 및 성능관점에서 요구사항들의 품질들을 평가한다.
5.	계약 비용 및 일정 조건하에서 모든 이해관계자들의 요구사항들이 적절히 기술되었는지 확인한다.
6.	각 시스템 성능 규격(SPS, System Performance Specification) 요구사항들이 적어도 하나 이상의 검증방법들을 가지고 있는지 검증한다.

출처: Wasson(2006).

시스템 엔지니어링의 목적은 가능한 한 성능, 비용, 스케줄 및 Risk등을 고려해서 시스템이 가장 비용 효과적인 측면에서 안전하게 설계되어지고, 구현되어지고, 운용되어지는지를 확인하는 것이라 할 수 있다. 이를 위해 시스템 엔지니어링에서는 전체 프로젝트 라이프 사이클에 걸쳐서 비용 효과적인 시스템 분석 및 설계, 구축 및 운용을 달성하기 위하여 프로젝트 비용 측면의 여러 관리 장치들을 제안하고 있다. 그 중의 하나가 총생애주기 비용 추정을 각 생애주기 리뷰 단계마다 수행하면서 시스템 개발 프로젝트가 제대로 수행되는지를 보는 것이다. 시스템 엔지니어링에서 총생애주기 비용을 통제할 수 있는 한가지 방법은 총생애주기 비용 관리 프로그램(종종 design to lifecycle cost 라고도 불림)을 설립하는 것이다. 생애주기 관리 프로그램의 목적은 비용 추정시의 가정사항, 절차, 기준등을 명확히 하고, 비용 추정의 방법, 도구등을 명시하며, 전체 생애주기에 걸쳐서 추정된 총생애주기 비용을 추적하는 것이다(NASA, 2007).

(4) 요구공학

시스템 엔지니어링 방안과 더불어 체계개발과 같은 대형 프로젝트를 수행할 때 고려해야 하는 것 중에 하나가 요구사항에 대한 관리이다. 복잡한 시스템 개발과 같은 대형 프로젝트의 경우 시스템 개발 초기단계부터 개발완료까지 시스템의 요구사항이 무엇인지를 이해당사자들 사이에 명확히 하고 명시된 요구사항이 시스템 개발에 어떻게 반영되었는지를 체계적으로 추적 관리해야 한다. 이를 요구공학(Requirements engineering)이라고 부른다. 요구사항은 단순히 한 프로젝트나 제품의 소프트웨어나 서비스를 개발하기 위해서 필요한 것으로 생각하기보다는, 최근에는 프로젝트 진행시 조직 내 의사소통을 위한 도구로 중요한 역할을 하고 있다. 요구사항 관리를 통해 시스템 개발과 관련된 모든 요구사항들을 통합 관리하는 것이 필요하다. 예를 들어, EIA 632 시스템엔지니어링에서 언급하고 있는 요구사항 분석단계에서는 기능요구사항(Functional requirements)과 설계제약사항(Design constraints)을 명확하게 정의해야 한다. 기능요구사항은 수량, 품질, 적용범위, 기간, 그리고 빈도에 대해 정의해야 하며, 설계제약사항은 설계의 유연성을 제한하는 요소(예를 들면, 환경조건, 한계, 내부 또는 외부위험으로부터의 보호, 계약, 거래 또는 규격표준서 등)들을 정의해야 한다(권용수, 2007).

3) 체계개발 사업 선정 및 관리 사례

(1) 미국방성(DoD, Department of Defense) 사례

미국방성 프로그램 비용 및 fund 관리는 요구사항 결정 프로세스(requirements determination process), 자원 소요 계획 수립(establishment of resource needs), 비용 분석 프로세스(cost analysis process), fund 계획 전략들의 응용(application of funds planning policies), 구조

화된 예산 실행 방법론(structured budget execution methodology)들의 세부 절차들에 의해서 이루어진다. 미국방성의 펀딩은 미국방성, 백악관, 미 의회, 그리고 재무성간의 semi-closed loop system에 의해 만들어진다. 맨 처음 미국방성내에서 사업에 대한 operational concept 이 만들어진 후, DoD cost estimating과 funding policies 프로세스를 거치게 된다. 그 이후 대통령 예산 작업의 입력물을 만드는 DoD PPBES(Planning, Programming, Budgeting and Execution System) 활동들을 거친다. 그리고 미국 의회와 OMB(Office of Management and Budget)를 거쳐 사업 예산이 확정된다(DoD, 2003).

미국방성에서는 사업 예산 산정시 정확도를 기하기 위해 총생애주기 비용(Lifecycle cost) 개념을 사용하고 비용데이터를 실적가치 개념으로 집계하며 모든 집행단위는 WBS(Work Breakdown Structure)를 이용하고 있다. 미국방성에서는 프로젝트의 규모와 성격에 따라, 프로젝트 성과 및 진척관리의 EVMS(Earned Value Management System)를 각각 차별화하여 적용하고 있다. 미국방성의 경우 IBR(Integrated Baseline Review) 절차(DoD, 2009)와 IBR Checklist 통해 프로젝트/프로그램의 종합적인 평가를 진행한다. IBR은 미국방성뿐만 아니라, DOE, NASA와 같은 미국 주요 정부연구기관에서 사업을 관리하기 위한 방법으로 사용되어진다. IBR checklist에서는 Timing/Entry Criteria, Planning, Technical, Schedule, Cost, Resources, Management processes, Completion/Exit criteria의 관점에서 세부 질문들을 마련해놓고, 색

〈표 4〉 IBR 점검사항

분야	점검사항
Timing / Entry Criteria (E)	1. 프로젝트 기준 계획에 주계약자 및 정부의 계획이 반영이 되었는가?
Planning (P)	1. 개발팀의 리더십 및 구성이 적절한가? 팀이 소프트웨어 개발을 포함한 시스템 개발에 필요한 모든 기술영역을 다 포괄하고 있는가? 2. 리뷰를 위한 마일스톤 및 리뷰활동 계획이 수립되어져 있는가? 3. 위험관리계획이 수립되어져 있는가? 4. 전체 팀을 위한 가이드북이 만들어져 있는가? 5. 개발팀이 작업범위와 관리 프로세스들을 얼마나 숙지하고 있는가? 6. 개발팀이 전체 목표와 작업의 범위, 내용을 얼마나 공유 및 숙지하고 있는가? 7. 비용관리 매니저가 할당되어져 있는가? 8. 기준 계획(Baseline)에 전체 Test & Evaluation 범위의 내용이 고려가 되어져 있는가?
Technical (T)	1. 전체 프로젝트 범위가 기준 계획 반영되어 있는가? 2. 기술의 활용가능성, 소프트웨어 개발 능력, 시스템 설계능력등이 기준 계획에 미치는 영향에 대한 고려들이 되어있는가? 3. 주요 Risk 및 기회들에 대해 계획시점시 분석이 되어졌는가? 기술적인 Risk들에 대해 Risk 관리 계획에 반영이 되어 있는가? 4. 소프트웨어 개발 조직의 능력은 평가되어졌는가? 5. Test & Evaluation과 연계된 기술적인 Risk의 이해도는 있는가?

〈표 4〉 IBR 점검사항 (계속)

분야	점검사항
Schedule (S)	1. 일정이 수직적/수평적으로 통합되어져 있는가? 일정의 계획이 모든 활동들과 기능들을 포함하고 있는가? 2. 일정이 bottom-up 방식에 의해 계획되어졌는가? 3. 일정이 자원들의 가용가능성을 반영하고 있는가? 4. 프로그램 일정이 식별된 주경로를 가지고 있는가? 그리고 그 주경로가 전체 기술적인 Risk관리와 양립되어지는가? 5. 프로그램 일정이 식별된 주경로를 가지고 있는가? 그리고 주경로가 전체 기술적인 Risk 고려에 반영되어 있는가? 6. 현재 프로그램 일정이 계약상 중요한 성과물 일정을 만족시킬 수 있는가? 7. Test & Evaluation 일정은 전체 일정과 필요로 하는 자원들을 고려했을 때 무리가 없는가? 8. Test & Evaluation 계획에 unexpected down time 및 re-test를 고려할 수 있는 충분한 여지가 있는가?
Cost (C)	1. 예산 실행관련해서는 얼마나 자주 체크되어지고 보고되어지는가? 2. 특정 사안에 대해 Test & Evaluation 비용을 추적할 방법이 있는가? 3. 식별되어지는 Risk 아이টে를 고려하여 완료시점 비용을 새롭게 갱신할 능력이 있는가?
Resource (R)	1. 프로젝트에 투입되어지는 자원들은 언제 투입하더라도 문제가 없는가? 2. 투입자들이 요구되어지는 능력들을 보유하고 있는가? 투입자원에 문제가 발생되면 어떻게 되는가? 차선의 계획이 있는가? 3. 필요로 하는 시설들은 프로젝트 실행시 가용한가?
Management Processes (M)	1. EVMS 실행 여부는? 2. Earned value에 대한 모니터링을 얼마나 자주, 어떻게 하고 있는가? 3. 얼마나 중요하게 management process가 프로젝트에서 영향을 미치고 있으며, 문제가 발생했을시 수정요구는 어떤 절차로 이루어지고 있는가?

출처: DoD(2009).

갈별로 있는 Risk character의 점수를 이용하여 관리를 하고 있다. 〈표 4〉는 IBR 점검사항에서 확인하고 넘어가는 것들에 대한 요약 내용이다.

DoD의 IBR check list와 사전타당성 질문들을 비교해보면 다음과 같은 관련성들이 있다.

- 개발 기간 동안의 관리 계획에 대한 질문(P2)
- 위험관리 계획에 대한 질문이 보다 구체적(P3, T3, T5, S4, S5)
- 일정관리에 대한 내용이 구체적, 성과물과의 연계(S1-S5)
- 비용관리와 개발프로세스의 연계 질문(C1, P7)
- 비용/일정의 성과관리 및 지속적인 관리에 대한 질문(M1, M3)

(2) NASA 사례

NASA의 프로그램/프로젝트 생애주기 관리 프로세스는 크게, Formulation, Approval, Implementation, Evaluation 단계를 거친다. 이 중 사전타당성 조사와 밀접하게 관련된 프

로젝트 초기 단계에 중요한 일 중 하나는 초기 비용 산정과 프로그램 전체 예산을 승인하는 것이라 할 수 있다. 이를 위해 Pre-Phase A 단계에서의 주요 활동으로는 개발될 시스템의 효율성 및 성능을 측정할 수 있는 척도를 정의하며, 비용, 스케줄, Risk등의 예측치들과 함께 프로그램/프로젝트 제안서를 작성한다. 이때 총생애주기 비용 추정치는 개략적으로 약 70%정도의 신뢰수준을 갖는 정도로 추정한다. Phase A 단계에서는 앞서 추정한 총생애주기 비용 예측치를 보다 정확하게 다시 추정하고 시스템 레벨 비용-효율성 모델을 수립한다. 총생애주기 비용 예측을 위해서 일반적으로 WBS(Work Breakdown Structure)와 network schedule등을 참조한다. NASA에서는 주요 시스템들을 효율적으로 관리하기 위해서 프로그램/프로젝트 생애주기 곳곳에 KDPs(Key Decision Points)를 두고 있다. KDP란 프로그램/프로젝트가 다음 생애주기 단계로 넘어가 시스템 개발을 진행하기 위해 프로그램/프로젝트의 주요 의사결정권자들이 그 적합성 여부(Go 혹은 No-Go의 의사결정)를 따지는 단계이다(NASA, 2007).

프로젝트 단계별 심의시 주요하게 살펴보는 요소는 일정, 비용, Risk, 성과이다. NASA 일정 관리는 통합기본일정(IMS: Integrated Master Schedule)의 수립, 감시 및 관리하는 활동에 초점을 두고 있다. 통합기본일정(IMS)은 개발사업의 로드맵 제공, 업무의 논리 순서화, 주요 경로(Critical Path) 및 완료 예상일 확인, 사업단계별 예산 계획 수립, 성과 측정 기준 제공, 사업 초기 문제 파악 및 “What-if” 분석 등이 가능하게 해준다. 또한 통합기본일정은 작업분류체계(WBS), 예산 및 사업위험이 반영되어 있는 업무를 연계 관리하는 매개체 역할을 한다(유일상, 2003).

NASA는 WBS를 프로젝트 관리 틀로 활용하며 IBR(Integrated Baseline Review) 절차를 통해 프로젝트/프로그램의 종합적인 성과평가를 진행한다. IBR을 통해 프로젝트 관리자는 프로젝트의 예상 문제들을 미리 파악할 수 있으며, 프로젝트의 목표를 달성하기 위한 계획 조정과 Risk를 통제할 수 있다. 또한, 프로젝트의 비용, 일정, 성과등을 사전에 적절한 방법으로 파악할 수 있다. 따라서, IBR을 통해 프로젝트의 성과 체계를 관리 할 수 있다. 이 외에도 NASA의 IBR checklist에서는 organization, authorization, budget, control account, work package, planning package, schedule, change, control, earned value, EAC(Estimate At Completion), CTC(Cost-To-Complete)등 다양한 관점에서의 질문들을 담고 있다(NASA, 2009).

III. 체계개발 사업에 특화된 사전타당성 조사 개선 방향

1. 체계개발 사업의 생애주기 및 특징

일반적으로 체계(시스템) 개발 사업들은 보통 그 기간이 긴 개발 생애주기를 가지고 있다.

체계 설계가 완성되어지기까지는 사전 시스템 정의 단계, 시스템 정의단계, 서브 시스템 정의 단계, 상세 설계 단계, 체계 검증 및 시험단계의 과정을 거치게 된다. 체계의 종류에 따라라도 다양한 생애주기를 가질 수 있으며, 생애주기의 범위를 설계뿐만 아니라 구축, 운영 및 유지보수, 폐기까지의 전 범위로 확장하면 실로 다양한 생애주기들을 생각해 볼 수 있다.

대상 시스템에 신규 개발된 기술이 많이 적용되는 첨단 무기개발 사업이나 우주탐사사업의 경우, 상대적으로 여러 단계로 나뉜 연구기간 동안 일정부분 설계가 완성되어 기능이 구현되는 것을 입증한 다음에 실행단계에 진입한다. 반면 토목·건설공사가 중심이 되어 개발되어 적용되는 신기술이 적은 경우, 연구기간이 비교적 단순하여 별도의 예비설계나 기능구현을 입증하지 않고 실행단계에 진입한다(안상진 외 2인, 2014). 선진국의 여러 기관에서 체계를 개발할 시에 고려하는 생애주기의 세부 내용은 조금씩 차이가 있지만, 체계의 설계에서 폐기까지의 전구간에 대한 고려와 긴 생애주기 중간 중간에 점검을 하기 위한 여러 phase 단계들을 구분하여 운영하고 있다는 공통점이 있다.

1) 체계개발 사업의 특징

사전타당성 조사를 받게 되는 체계개발 사업의 경우는 규모상 소위 'LSS(Large-Scale System)'을 개발하는 경우가 대부분이라고 할 수 있다. Gibson et al.(2007)에 따르면 LSS는 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

- Policy component: LSS를 구성하는 구성요소들은 단순히 경제적인 효율성에 의해서만 평가받는 것이 아니고, 사회적, 국가적 차원등의 가치 판단에 의해서 평가를 받게 된다.
- High order: LSS를 구성하고 있는 구성요소들은 하나하나가 독립적이고 복잡하게 얽혀있으며, 사회, 경제, 정치, 환경, 기술적 고려사항들을 고려해야 하는 고차원적인 성격을 가지고 있다.
- Complex to describe: 따라서, 해석하고 모델링하기가 매우 어려우며,
- Lengthy installation: 실제 구현 및 설치를 하는데 까지도 수년이 걸릴 수 있다.
- Unique: 설계 및 구현되어지는 내용들이 유일하다.
- Prior complete testing impractical: 이러한 복잡한 특성과 비용문제 때문에 프로토타입을 만들거나 예비 시험등을 해보는 것이 불가능하다.

체계개발과 같은 대형연구개발 프로젝트는 일반적으로 여러 사람들과 조직이 참여하고 특정한 목적을 갖고 있으며, 그 목적은 다소 포괄적이고 여러 목표를 동시에 추구한다. 또한 여러 사람들이 참여하는 관계로 이해관계자들을 식별하기도 힘들다. 더불어, 대형프로젝트의 성격을

가지기 때문에 단계적으로 프로젝트가 진행되고 여러 프로젝트들 사이의 상호의존성이 존재한다는 특성을 갖고 있다(조길복, 1999). 따라서 일반적인 프로젝트의 타당성 평가와는 큰 차이를 나타낸다.

체계개발 사업은 본질상 기술 확보 목적의 R&D 프로젝트와는 달리 이미 기확보된 기술들을 이용하여 체계(시스템)를 개발하는 것을 목적으로 한다. 따라서 기술확보에 대한 불확실성이 있기보다는 시스템개발 및 성과물에 대한 불확실성이 존재한다고 할 수 있다.

투입자원측면에서 체계개발 사업은 대규모의 자원(인력, 설비, 시간, 기술, 정보)을 필요로 하기 때문에, 자원조달, 기술능력, 관리능력, 정부의 지원등을 고려해야 한다. 또한 프로젝트의 성공사례가 많지 않기 때문에 경험있는 전문가가 부족한 것이 일반적이다(이정훈, 1993).

체계개발 사업은 사업의 효과가 광범위하게 나타날 뿐 아니라, 그 효과도 긴 시간에 걸쳐서 나타나기 때문에 그 평가기준을 마련하기는 매우 어렵다. 또한, 자원공급과 시장수요 등의 불확실성이 존재하기 때문에 사전에 신중한 검토를 거쳐 타당성이 입증되어야 한다. <표 5>는 앞서 언급한 체계개발 사업의 특성들을 정리한 내용이다.

〈표 5〉 체계개발 사업의 특성

체계개발 사업의 특성
- 경제적 가치뿐 아니라 사회적, 국가적 가치가 중요
- 광범위한 파급효과, 장기간 개발
- 시스템 개발 및 성과물에 대한 불확실성 존재
- 여러 프로젝트들 사이의 상호 의존성
- 이해 관계자 식별이 어려움
- 프로토타입 제작 및 예비시험의 어려움

2. 체계개발 사업의 사전타당성 조사 개선 방향

1) 기존 사전타당성 조사 사례에서 들어난 문제점 및 선진사례들의 공통점

본 장에서는 체계개발 국가사업 프로젝트의 사전타당성 조사 개선 방향들을 살펴보고자 한다. 이를 위해 우선 기존 연구들에서 조사되어진 체계개발 과제의 진행시 문제점들(방위사업청, 2012, 안상진 외 2인, 2014)과 달탐사 사업, 소형무장 헬기 연계 민수 헬기 개발사업등과 같은 주요 체계 개발 사업 예비타당성 평가시 전문위원들이 많이 지적했던 체계개발 사업자료 질의 서들을 분석하고, 체계개발 예비타당성 평가 사업에 여러 차례 참여한 저자들의 브레인스토밍을 통해, 체계개발 사업의 예비타당성 조사를 위해 제출된 사업 자료들에 대한 공통적인 문제점

들을 정리해 보면 다음과 같다.

- 전체 시스템 관점이 부족
- 시스템 개발의 생애주기 고려 미흡
- 사업목표의 불명확
- 불명확한 시스템 정의
- 요구사항 분석이 미흡
- 통합체계 개발일정계획의 미흡
- 불명확한 사업계획으로 인한 Risk 존재
- 타사업과의 연계가 필요한 사업인 만큼 일정측면에서 본 사업의 Risk 분석이 필요
- 제시한 사업예산의 명확한 금액에 대한 근거가 미약
- 성능및 경제성을 고려한 타당성 근거가 미흡
- 비용효과 분석에서 효과분석에 대한 근거/논리가 취약, 편익계산의 어려움
- 체계 개발 사업의 성공결과로 얻을 수 있는 경제적, 기술적 파급효과에 대한 구체성이 떨어짐
- 직간접적으로 연관된 이해관계자의 전체적인 관점에서 사업이 추진되지 않고, 생산지향의 설계자와 개발자 위주로 이루어져 왔음(방위사업청, 2012)
- 사업의 초기 시스템 정의가 명확하게 이루어지기 전에 연구개발을 시작함으로써 개발후 반에 설계요구사항과의 상충으로 인한 추가비용, 개발기간 지연 등이 발생(방위사업청, 2012)
- 적정 사업비를 추정하는 것같이 계량화된 정보를 생성하지 못함(안상진 외 2인, 2014)
- 사전 평가인 사전타당성조사의 정보와 사후평가 정보인 조사, 분석, 평가의 연계가 긴밀하지 못함(안상진 외 2인, 2014)

II장에서 살펴본 NASA 및 DoD와 같은 체계개발 사업을 주로 다루는 선진기관의 사업 관리 사례들을 통해 살펴 볼 수 있는 공통 사항들은 간단히 정리해 보면 아래와 같다.

- 시스템 엔지니어링 기반
- Stage-gate 기법 적용
- WBS 기반 일정, 비용 추정
- 기획단계에서부터 Risk 관리의 구체화
- EVMS 기법 기반 프로젝트 관리

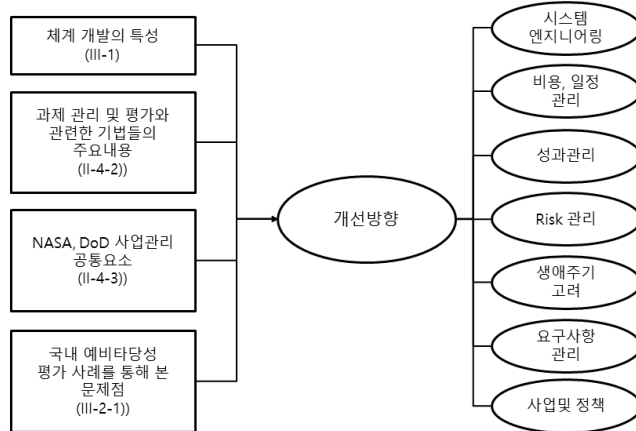
2) 체계개발 사업을 위한 사전타당성 조사 개선 방향

〈표 6〉은 체계개발 사업의 사전타당성 조사시, 사업 자료가 갖고 있는 문제점 및 사전타당성 조사의 개선을 위한 방향 및 도구들을 정리해 본 것이다. 문제점들은 앞서 언급한 대로 기존 연구들과 현행 체계개발 사전타당성 조사 분석시 전문위원들이 지적한 사항들을 종합 정리한 것이며, 개선방향과 방법 및 도구란에는 이러한 문제점들 해결하기 위해 지향해야할 주요 개념들과 간단한 방법 및 도구에 대해 언급하였다. 〈그림 2〉에서 보면 알 수 있듯이, 개선방향은 지금까지 서술한 체계개발이 가지고 있는 특성, 과제 관리 및 평가와 관련한 기존 기법들에 대한 분석, NASA, DoD의 사업관리 방법과 같은 주요 선진사례들에서 볼 수 있는

〈표 6〉 체계개발 사업의 문제점, 개선방향 및 도구

문제점	개선방향	방법, 도구
시스템 개발시 생애주기 고려 미흡	[시스템 엔지니어링, 생애주기고려] 시스템 엔지니어링 사상, 생애주기 개발관리의 사상이 프로젝트 관리 방안에 들어있는지 체크	시스템 엔지니어링 기법
전체 시스템 관점이 부족	[사업 및 정책] 선정 평가시 정책적 측면을 고려	시스템 엔지니어링 기법
불명확한 시스템 정의, 요구사항 분석이 미흡	[요구사항관리] 기술적 특성 및 요구사항들의 명확화가 필요, 요구사항 관리가 필요	요구공학 방법 도입
적정 사업비 추정의 어려움, 제시한 사업 예산의 명확한 금액에 대한 근거가 미약	[요구사항관리, 비용 및 일정관리] 시스템의 명확한 정의 및 PBS(Product Breakdown Structure)/WBS 정의, 일정 및 비용 추정 방법의 개선	PBS 및 WBS 작성 명세화, WBS 기반 일정, 비용 추정
사전 평가인 사전타당성조사의 정보와 사후평가 정보인 조사, 분석, 평가의 연계가 긴밀하지 못함	[성과관리] 전체 사업에 대한 일관된 목표설정 및 관리	Stage-gate 기법 적용
통합체계 개발 일정계획의 미흡	[생애주기, Risk 관리] 사업의 단계적 관리, Process based risk 관리가 적극적으로 요구	Stage-gate 기법 적용, Risk 관리 기법 도입
불명확한 사업계획으로 인한 Risk 존재	[Risk 관리] 정책 및 위험관리 측면들을 선정, 평가시 고려	Risk 관리 기법 도입
타사업과의 연계가 필요한 사업인 만큼 일정측면에서 본 사업의 Risk 분석이 필요	[Risk 관리] 위험관리에 대한 절차 마련	기획단계에서부터 위험관리의 구체화
성능및 경제성을 고려한 타당성 근거가 미흡, 비용효과 분석에서 효과분석에 대한 근거/논리가 취약, 편익계산의 어려움	[성과관리] 기술적 타당성 분석에 대한 명세화 요구	기술적 타당성 분석 방법 구체화
체계개발 사업의 성공으로 얻을 수 있는 경제적, 기술적 파급효과에 대한 구체성이 떨어짐	[사업 및 정책] 편익분석에 대한 명세화 요구	기술적, 경제적 타당성 분석 방법 구체화

공통점, 그리고 현재 체계개발 사전타당성 조사 사례분석을 통해 드러난 문제점들을 분석하여 도출하였다.



(그림 2) 체계개발 사전타당성 조사 개선 방향의 도출

지금까지 살펴본 체계개발 사업의 타당성 평가와 관련한 관련 연구 및 사례들에 대한 분석을 바탕으로 체계개발 사업의 사전타당성 조사시 고려해 볼 수 있는 개선 방향들을 시스템 엔지니어링, 비용/일정 관리, 성과 관리, 생애주기 고려, 위험관리, 요구사항관리, 그리고 사업 및 정책 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

① 시스템 엔지니어링

체계개발 사업의 타당성 평가를 위해서는 무엇보다도 연구기획단계에서부터 시스템 엔지니어링 개념을 고려했는지를 검토해야 한다. 예를 들어, 연구계획서에 시스템 엔지니어링 프로세스에 대한 고려가 이루어지고 있는지, 다양한 이해관계자와 요구사항 연계 정립 정도는 어떠한지, 그리고 시스템 생애주기 관점에서 비용을 산정하고 있는지 살펴보아야 하며, SBS(System Breakdown Structure), WBS, PBS(Product Breakdown Structure) 명세 정도가 어떠한지를 살펴보아야 한다. 참고로 방위사업청에서 RFP 또는 계약에 포함시키는 시스템 엔지니어링 문서들로는 다음과 같은 것이 있다(방위사업청 2012): 시스템 엔지니어링 계획서, 시스템 요구서 또는 시스템 규격서, 개략 업무분해구조, 업무목적서 또는 업무기술서, 계약자료 요구목록 등

② 비용, 일정 관리

체계개발 사업은 대규모 투자가 필요하고, 투자회수기간이 길다. 이를 고려하면, 체계개발

사업의 기획시 보다 정확한 비용 추정 및 일정에 대한 고려가 중요하다고 할 수 있다. 개발할 시스템이 복잡하면 복잡할수록, 개발될 시스템의 비용 및 일정을 정확히 추정하는 데 들이는 비용과 시간을 등한시해서는 안 된다. NASA에서 약 30개의 우주항공 프로젝트를 분석하여 조기 시스템개념투자에 따른 비용절감효과를 연구해 보았더니 시스템 정의 단계 비용을 총비용의 5%이상 투자하게 되면 총 시스템비용 초과가 250%에서 50%까지 감소됨을 알 수 있었다. NASA의 경우 Pre-Phase A 단계에서 전체 라이프 사이클 비용 추정치는 약 70%정도의 신뢰수준을 갖는 정도로 추정한다. 또한 Phase A 단계에서는 여러 활동들 중 총생애주기 비용 예측치를 추정하고 시스템 레벨 비용-효율성 모델을 수립한다. 총생애주기 예측을 위해서 일반적으로 WBS와 network schedule등을 참조한다(NASA, 2007). 따라서 초기 기획단계에서부터 체계개발 사업의 WBS/PBS 자료 등을 바탕으로 사업비 및 사업기간 추정의 정확도를 기할 필요가 있다. 이를 위해 과거의 유사한 체계개발 사업의 자료를 활용하는 것도 한 방법이다. 단, 체계의 설계 및 구현이 대부분 내용적인 측면에서 유일함을 갖기 때문에 과거 유사 사업을 거울삼아 일정 및 비용을 산출하더라도 신중을 기할 필요가 있다. 개발될 체계는 특수한 사회, 지리, 환경적인 영향을 받기 때문에 과거 유사한 개발사업의 자료들을 활용하여 일정 및 비용을 추정하더라도, 이러한 부분들의 반영이 어떻게 이루어졌는지에 따라 예측 정확도가 달라지기 때문이다.

③ 성과관리

체계개발 사업은 단계적으로 여러 프로젝트가 진행되고 여러 프로젝트들 사이의 상호의존성이 존재하므로 성과의 단계적 관리가 필요하다. 이를 위해, 체계개발 사업의 특성에 따라 사업의 단계별로 비용대비 성과관리에 대한 보다 명확한 체계가 마련되어야 하며, 주요 milestone 과 성과물간의 관계도 체크해야한다. 이를 위해 제품개발의 stage gate 기법과 같이 사업관리 전체 일정에 주요 milestone별로 체크해야할 주요 성과리스트를 명세화하고 이것의 관리방안에 대한 대책이 기획단계에서부터 명세화 되도록 한다. 특히, 기술적 타당성 평가를 강화해야 한다. 기술적 요건이 체계개발사업의 성패를 결정하는 주요한 요인으로 작용하기 때문이다. 사전타당성조사에서 기술적 타당성분석에서는 대상 사업에 적용되는 핵심기술을 정확히 파악함을 물론 해당 기술의 유용성, 기술의 위험요소 및 기술의 적용가능성 정도를 평가하는 것이 핵심적인 내용이 된다.

④ Risk 관리

체계의 복잡한 특성과 비용문제 때문에 프로토타입을 만들거나 예비시험을 해보는 것이 불가능하다. 따라서 체계개발 사업의 위험요인들을 사전에 인지해서 정성적/정량적으로 분석할

수 있는 방안들이 사전타당성 조사시 형식적으로 포함되어지고 분석되어질 필요가 있다. 체계 개발은 기술확보에 대한 불확실성이 있기보다는 시스템개발 및 성과물에 대한 불확실성이 존재하므로 Process based risk 관리가 적극적으로 요구되어진다. 이를 위해 Risk 관리에 대한 프로세스, 조직, 대응방안등이 잘 마련되어져 있는지를 살펴야 한다. 또한, 체계를 구성하고 있는 구성요소들은 하나하나가 독립적이고 복잡하게 얽혀있으며, 사회, 경제, 정치, 환경, 기술적 고려사항들을 고려해야 하는 고차원적인 성격을 가지고 있기 때문에, 경제적, 기술적, 그리고 정책적 Risk 관리 측면들이 사업에 담겨있는지를 살펴 보아야 한다.

Risk를 인지하고 판별하는 것도 중요하지만, Risk를 계량화하고 분석하는 방법 또한 중요하다고 할 수 있다. 체계개발 사업의 Risk 인자들을 식별하고 식별된 Risk 인자들에 대해 인자들 간의 상관관계를 Influence diagram으로 파악하여 Risk를 분석한다. 이를 통해 프로젝트 진행시에 나타나는 비정형적이고 주관적인 요소들을 Risk 인자로서 포함하여 분석할 수 있다. 그리고 민감도 분석을 통하여 도출된 Risk가 어느 정도의 영향력을 갖고 있는지, 그리고 구체적으로 어떤 대응방안으로 대응해야 하는지가 필요하다. 이를 위해 체계개발 라이프 사이클의 처음부터 끝까지 불확실성을 고려하여 비용관점의 Risk 관리가 정성적/정량적인 방법을 동원하여 이루어질 수 있도록 구체적인 계획안을 제시하도록 해야 한다.

⑤ 생애주기 고려

대상시스템의 총생애주기 예측비용의 대부분이 사전 시스템 개념설계 및 계획 초기단계에서 주어진 의사결정에 따라 이루어진다. 체계개발에서는 체계를 실제 구현 및 설치하는데까지는 수년이 걸리고, 한 단계의 활동이 다른 단계의 활동과 상호 연계되어 있기 때문에 시스템 레벨의 문제를 구상할 때 전반적인 생애주기 개념이 고려가 되었는지 생애주기 개발관리의 사상이 프로젝트 관리 체계에 들어있는지를 선정평가지 살펴 보아야 한다. 특히 전반적인 의사결정을 위한 시스템개발의 위험을 식별할 때 시스템 생애주기 전반에 걸쳐 분석되어야 한다. 이를 위해, 체계 개발 계획단계에서 분석 및 기획되어지는 내용들이 생애주기 사고를 반영할 수 있도록 연구기획서 작성에 명시하여 그 실행여부를 꼼꼼히 따져볼 필요가 있다. 또한, 체계 개발 조직에 대한 평가, 개발 프로세스, 주요 마일스톤, 예산 통제 및 성과관리 방법 등, 시스템 엔지니어링의 전반적인 방법들을 갖추고 있는지를 살펴 보아야 한다.

⑥ 요구사항 관리

체계 개발은 특정한 목적을 갖고 있으며 그 목적이 보다 포괄적이고 여러 목표를 동시에 추구한다. 또한, 체계의 복잡한 특성 때문에 개발될 체계의 결과물을 해석하고 모델링하기가

매우 어렵다. 따라서 사업초반에 보다 명확한 요구사항 관리를 통해, 개발될 체계가 사업의 여러 이해관계자들의 목적들을 달성할 수 있는지를 잘 살펴 보아야 한다. 특히, 사업초기 단계에 기술적 특성 및 요구사항의 명확화 여부는 사업 전반에 걸친 총생애주기 비용을 절감할 수 있는 중요한 부분이므로, 이 부분에 대해 꼼꼼히 검증할 수 있어야 한다. 시스템 개발시 개발 초기 단계에 어떻게 시스템 설계를 체계적으로 구조화시키느냐에 따라 향후 시스템 생애주기 기간 동안의 시스템의 품질이 차이가 많이 난다고 할 수 있다. 시스템 초기 단계에 시스템을 어떻게 체계적으로 구조화시킬 것이냐는 시스템의 요구사항이 정립하는 것과 밀접한 관련이 있다. 따라서 체계개발 사업 선정평가지 체계의 요구사항들을 명확히 기술되어졌는지, 구현될 성과물의 기능, 목표 및 제약 사항등이 보다 정확하게 파악되어지고 평가되어야 한다. 이를 위해 시스템 요구사항에 대한 명확한 기술이 필요하다. 기존의 체계 개발은 대상시스템에 대한 요구사항들이 사전에 잘 정의되어지지 못했었다. 또한 많은 경우 시스템 개발이 ‘먼저 만들고 나중에 고친다’라는 사상에 젖어있었다. 보다 효율적인 체계개발을 위해서는 시스템 요구사항들을 명확히 기술하고, 추적 평가할 수 있는 틀을 마련할 필요가 있다. 따라서 체계 개발 사업의 선정 평가시는 체계 개발 생애주기에 걸쳐서 이러한 요구사항들을 추적 평가할 수 있는 틀이 마련되어 있는지를 평가해야 한다.

⑦ 사업 및 정책

사업 및 정책 측면에서는 다음과 같은 것들을 개선방안으로 고려해 볼 수 있다. 우선 기존의 사례에서 드러난 문제점들 중에 하나가 체계개발 사업에 대한 기술적, 경제적 편익에 대한 분석이 제대로 이루어지지 않은 상태에서 평가가 이루어진다는 점이다. 이를 해결하기 위해서는, 사전타당성 평가시 의무적으로 정량적인 기술, 경제적 편익분석을 수행하도록 요구할 필요가 있다. 체계를 구성하는 구성요소들은 단순히 경제적인 효율성에 의해서만 평가받는 것이 아니고, 사회적, 국가적 차원등의 가치판단에 의해서 평가를 받는다. 따라서 선정 평가시 정책적 측면을 고려해야 한다. 체계개발 사업의 특성상 그 미치는 영향의 범위가 일반 R&D사업에 비해 광범위하기 때문에, 정책적 측면의 평가를 기존의 정성적인 평가에 머물러 있던 것에서 더 나아가 보다 구체적이고 정량적으로 수행하여야 한다.

또한, 안상진(2012)의 연구에 따르면, R&D사업에서 대형 공학시스템을 개발(구축)하는 경우, 총사업비 관리제도 적용을 적극적으로 검토할 수 있다고 한다. 또한, 대형 공학시스템과 R&D과제가 혼합된 경우, 공학시스템과 R&D과제를 분리하여 단계별로 관리하는 것이 합리적이라고 하였다. 체계개발 사업의 평가를 위해서는 사업관리 영역과 공학관리 영역을 구분하여 평가하여야 한다. 공학관리 영역이 개발될 체계 자체의 결과물에 대해 공학적 지식을 활용하여

구현 가능성을 점검한다면, 사업관리 영역이란 개발될 체계 결과물이 만들어지기까지의 과정에 대한 실행 가능성을 점검하고 관리하는 것을 말한다. 즉, 공학관리 영역에 대한 평가는 공학의 결과물인 product 자체에 대한 검증을 하는 것이라면, 사업관리 영역에 대한 평가는 product 이 개발되기까지의 process에 대한 검증을 하는 것으로, 시스템 엔지니어링에서도 공학관리 영역과 사업관리 영역을 구분하여 언급하였다. 사전타당성 평가시 기존에는 사업관리와 공학관리를 따로 구분하지 않고 다루어왔지만, 체계개발과 같은 큰 규모의 사업에 있어서는 공학관리 영역과 사업관리 영역을 명확히 구분하여 전문적인 평가를 할 필요가 있다. 또한, 초기 활동의 결과인 정확한 시스템 정의 및 아키텍처의 개발과 이로 말미암은 정확한 PBS의 생성이 선결되도록 해야 한다. 그리고, 분석과정을 예산과정과 연계하여 그 분석의 결과를 예산에 직접적으로 반영하기 위한 제도적 장치가 필요하며, 획득 정책에 대한 보다 명확한 기술이 필요하다.

3) 체계개발 사업을 위한 사전타당성 조사 개선 방향 정리

지금까지 체계개발 사업의 사전타당성 평가와 관련한 관련 기법들에 대해 살펴보고, 현 체계개발 사업 타당성 평가가 갖는 문제점들에 대해 요약하여 기술하였다. 그리고 각각의 문제점들을 해결할 수 있는 해결 방향에 대해 앞서 기술한 관련 기법들이 가지고 있는 장점들과 관련지어 개략적으로 제시하여 보았다. 위에서 살펴본 체계개발 사업의 사전타당성 방법의 개선 방향을 종합하여 간단히 정리해보면 다음과 같다.

우선, 체계개발 사업의 타당성 평가를 위해서는 무엇보다도 연구기획단계에서부터 시스템 엔지니어링 개념을 고려했는지를 검토해야 한다. 이를 위해 사전타당성 조사시 WBS, SBS/PBS 등에 대한 상세 모델 문서를 요청해야 할 것이다. 또한, 체계개발 사업의 효과적인 비용 및 일정관리를 위해, WBS/PBS 자료등을 바탕으로 사업비 및 사업기간 추정을 문서화한 자료를 제출하게 해야 한다. 체계개발 사업의 성과관리를 위해서는 주요 성과리스트를 명세화하고 이것의 관리방안에 대한 대책이 기획단계에서부터 명세화되도록 한다. 이와 더불어, 체계 개발 사업 기간 동안의 불확실성을 고려하여 일정 및 비용관점의 Risk 관리가 정성적/정량적인 방법을 동원하여 이루어질 계획을 가지고 있는지를 입증할 문서를 작성하여 제출하게 해야 한다.

생애주기 관점에서 시스템에 대한 분석 및 계획이 이루어지게 유도해야 한다. 체계개발에서는 한 단계의 활동이 다른 단계의 활동과 상호 연계되어 있기 때문에 시스템 레벨의 문제를 구상할 때 전반적인 생애주기를 고려해야 한다. 체계 개발 계획단계에서 분석 및 기획되어지는 내용들이 생애주기 사고를 반영할 수 있도록 연구기획서 작성에 명시하여 그 실행여부를 꼼꼼히 따져볼 필요가 있다. 더불어, 시스템 요구사항에 대한 명확한 기술을 하도록 유도하며, 이의 적절성 유무를 분석 평가할 수 있는 방법론 및 템플릿을 만들어 사전타당성 조사시 활용해야

할 것이다. 끝으로, 체계 개발에 대한 사전타당성 평가시, 체계 개발이 갖는 특성들로 인하여 사업관리 영역과 공학관리 영역을 분리하여 두가지 관점에서 분석 평가하는 틀이 필요하며, 체계개발의 결과가 미치는 범위를 고려하여 정책적 측면의 평가에 대한 보다 객관적이고 정량적인 접근 방법이 필요하다.

IV. 결 론

연구개발과제의 선정은 연구개발과제 관리의 핵심요소로 실시되고 있으며, 그 궁극적인 목적은 연구개발 자원의 효과적/효율적 사용을 통한 연구개발 생산성 제고라고 할 수 있다. 국가 R&D 사업은 연구과제의 유형에 따라 각기 다른 방식 및 기준으로 사업을 계획하고, 평가 및 관리할 필요가 있는데 본 연구는 기존의 사전타당성 조사 방안을 보다 특화된 체계개발 사업을 대상으로 들여다보고 그 개선 시사점을 찾는다는 데서 의미가 있다고 판단한다. 체계 개발 사업의 특성을 파악하고, 이에 적합한 사전타당성 방안을 수립함으로써, 향후 국가주도의 체계개발 사업의 투자 결정시 보다 논리적이고 명확한 타당성 평가를 수행할 수 있는 기반을 마련할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 국가 R&D 사업의 정의 및 분류, 사전타당성 조사의 개념, 연구개발 선정 평가 방법에 대한 연구, 체계개발 사업의 개념과 그 선정 및 관리 사례들을 살펴보았다. 또한, 체계개발 사업의 생애주기 및 특징을 분석하고, 기존 사전타당성 조사시의 문제점들을 분석하였으며, 이를 바탕으로 체계개발 사업의 사전타당성 개선 방향을 도출하여 보았다.

본 연구의 결과를 바탕으로, 기존의 미흡했던 체계개발 사업의 타당성 평가 방안을 보완하여 사전타당성 제도의 전문성과 효율성을 제고할 수 있으리라 판단한다. 또한, 본 연구의 결과를 바탕으로 국가 연구개발비 집행을 위한 체계개발 사업 선정시 선정 효율성에 대한 문제의식을 높이고, 사업의 타당성을 사전에 철저히 검증해야하는 당위성을 고취시키는데 도움이 될 수 있을 것으로 판단한다.

참고문헌

- 교육과학기술부·한국과학기술기획 평가원 (2001), 「2001 과학기술 연구활동 조사보고서」, 서울: 교육과학기술부.
- 권용수 (2007), 「신 시스템엔지니어링 입문」, 서울: 아이워크북.

- 김태유·이정동·이정수 (2002), 「대형연구개발사업의 기술적·경제적 타당성 분석방법」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 김기환 (2005), “정보화사업 타당성분석 제도의 개선방향 모색”, 「정보화정책」, 12(1): 59-77.
- 김지현 (2013), “공공 R&D 프로젝트에 대한 TRL-EVM 평가방법 개발”, 한양대학교 대학원 석사학위 논문.
- 민성기 (2007), 「시스템엔지니어링 매니지먼트」, 서울: 시스템체계 공학원.
- 박용태 (2007), 「차세대 기술혁신을 위한 기술지식 경영」, 경기: 생능출판사.
- 박영일 (1996), “국가 대형연구개발사업 기획 및 수행평가에 관한 연구: 선도기술 개발사업을 중심으로”, 한국과학기술원 대학원 박사학위 논문.
- 박영수 (2012), “정부지원 R&D 프로젝트 선정방법 개선”, 한양대학교 대학원 석사학위 논문.
- 방위사업청 (2012), 「연구개발사업의 체계공학 기반 기술관리 업무 실무지침서」, 서울: 방위산업청.
- 배종태 (2009), 「R&D 활동의 특성」.
- 안상진 (2012), 「R&D부문 총 사업비 관리체계 적용가능성과 효과에 관한 실험적 연구」, 서울: KISTEP.
- 안상진·김혜원·이윤빈 (2013), “국가연구개발사업의 사전 분석틀 표준화 연구: 연구개발 부문 예비타당성조사 표준지침을 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 16(1): 176-198.
- 안상진·박은지·이윤빈 (2014), “국가연구개발사업의 전주기 관리방안 탐색: 연구개발 부문 예비타당성조사 제도를 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 17(1): 124-145.
- 유일상 (2003), “우주발사체 개발사업의 일정관리 사례 조사”, 한국산업경영시스템학회 2003년 춘계학술대회 논문집, 207-212.
- 이계천 (1995), “R&D 프로젝트 특성에 따른 과제선정시스템의 설계 및 적용: 한국 자동차산업 사례를 중심으로”, 한국과학기술원 대학원 석사학위 논문.
- 이윤빈 (2007), 「국가연구개발사업 사전타당성조사 제도의 효과성 제고 방안」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 이정훈 (1993), 「대형연구개발 프로젝트의 전략적 관리」, 한국과학기술원 대학원 박사학위 논문.
- 임성민·정욱 (2014), “국가연구개발사업 예비타당성조사 제도의 평가방식에 대한 연구: 매력적 품질이론의 적용 가능성에 대하여”, 「J Korean Soc Qual Manag」, 42(2): 131-144.
- 조길복 (1999), “연구개발 프로젝트 선정평가를 위한 퍼지계층 분석법”, 동의대학교 대학원 박사학위 논문.
- 한국과학기술기획평가원 (2011), 「연구개발부문 사업의 예타조사 표준지침 연구(제 1판)」, 한국과학기술기획평가원.

- 한국과학기술기획평가원 (2014), 「체계개발 국가사업의 예비타당성 조사 방안 개선 방안에 대한 연구」, 한국과학기술기획평가원.
- 한미파슨스 (2006), 「Construction Management A to Z」, 한미글로벌.
- Cooper, R. G. (2011), *Winning at New Products, Creating Value through Innovation*, Fourth Edition, Basic Book.
- DoD (Department of Defense, US) (2003), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*.
- DoD (Department of Defense, US) (2009), *IBR (Integrated Baseline Review) checklist*.
- Gibson, J. E., Scherer, W. T. and Gibson, W. F. (2007), *How to Do Systems Analysis*, Wiley publisher.
- Lamsweerde, A. V. (2009), *Requirements Engineering*, Wiley publisher.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, US) (2007), *NASA Systems Engineering Handbook*, Technical report, NASA/SP-2007-6105.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, US) (2009), *NASA IBR (Integrated Baseline Review) Handbook*, NASA/SP-2010-3406.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, US) (2011), *NASA Risk Management Handbook*, NASA/SP-2011-3422.
- Wasson, C. S. (2006), *System Analysis, Design, and Development*, Wiley publisher.

김재근

KAIST 산업공학과에서 학사, 석사, 박사학위를 취득하였다. 현재 인천대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중이다. 주요 연구 관심분야는 최적화, 경제성분석, 운용관리 등이다.

김동근

연세대학교 산업시스템공학과에서 학사를 마쳤으며, 한국과학기술원 산업공학과에서 석사 및 박사학위를 취득하였다. 현재 한국과학기술기획평가원 부연구위원으로 재직중이다. 주요 연구 관심분야는 최적화, 비용추정, 의사결정론, 예비타당성 조사 방안 등이다.

전홍배

연세대학교 응용통계학과에서 학사를 마쳤으며, 한국과학기술원 산업공학과에서 석사 및 박사학위를 취득하였다. 현재 홍익대학교 산업공학과 부교수로 재직중이다. 주요 연구 관심분야는 동시공학, 제품생애주기관리, 유지보수 최적화, 예비타당성 조사 방안 등이다.