

AHP 기법을 이용한 국방연구개발사업 위험요인 분석에 관한 연구

엄재섭¹ · 김승범²

¹²아주대학교 경영학과

접수 2013년 4월 5일, 수정 2013년 5월 1일, 게재확정 2013년 5월 13일

요약

국방연구개발사업의 성공을 위한 위험관리 활동은 프로젝트 전기간에 걸쳐 선제적이고 지속적으로 이루어져야 하며, 특히 위험요인을 중요도에 따라 우선순위를 선정하여 관리해야 한다. 본 연구에서는 델파이 기법으로 선정된 위험요인에 대해 요인분석을 통해 신뢰성 및 타당성을 검증하였으며, 계층분석방법(AHP)으로 위험요인의 상대적 중요도를 구하여 우선순위를 정하고 국내·외 연구와 비교하였다. 연구결과 프로젝트 초기에 요구사항의 확정, 명확한 연구개발 범위, 타당한 완료일정, 필요한 자원의 확보가 아주 중요하고, 기존의 연구와는 달리 국방연구개발사업에서는 기술적인 요인들도 중요하게 고려해야 함을 알 수 있었다.

주요용어: 계층분석방법, 국방연구개발사업, 델파이, 요인분석, 우선순위.

1. 서론

현대의 프로젝트는 점점 대규모화, 다양화, 복잡화 및 장기화 되고, 이로 인해 프로젝트에 내재된 위험요인도 기하급수적으로 증가하고 있다. 최근에 미국 Standish 그룹이 발표한 정보시스템 개발 프로젝트 관련 통계를 보면, 1994년에는 성공 16%, 부분성공 53%, 실패 31%였으며, 2008년에는 다소 개선되긴 했으나 성공 32%, 부분성공 44%, 실패 24%로 여전히 프로젝트의 성공이 어렵다(Nasir와 Sahibuddin, 2011). 이러한 현실로 인해 프로젝트의 위험관리(risk management)에 대한 필요성이 점차 증대되어 오고 있고, 특히 위험이 발생하기 전에 위험요인을 식별하고 대응함으로써 프로젝트의 계획된 일정과 비용 및 품질을 달성할 수 있어야 한다. 점차 정밀·첨단화, 복합·대형화되어 가고 있는 현대의 무기체계 연구개발 분야도 높은 실패가능성을 항상 내재하고 있어 위험관리는 필수적이지만, 지금까지 국방연구개발사업에서는 위험요인 조차 정립되어 있지 않았을 뿐만 아니라, 위험요인의 우선순위에 대한 연구도 전무하여 체계적인 위험관리 활동이 진행되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 국방연구개발사업에 적합한 위험요인을 선정하고, 우선순위를 제시하는 것은 체계적인 위험관리 활동을 가능케 하여 국방연구개발사업의 성공확률을 급격히 증대시킬 수 있을 것이다.

프로젝트에서 위험관리 활동은 프로젝트 전 기간에 걸쳐 선제적이고 지속적으로 이루어져야 하며, 특히 위험요인을 식별하는 노력과 함께 식별된 위험요인을 중요도에 따라 우선순위를 정하여 대응해 나가야 한다. 그러나 위험요인은 시간과 환경에 따라 다양하게 변하고 과거의 경험자료를 얻거나 사례도 수

¹ 교신저자: (443-749) 경기도 수원시 영통구 원천동, 아주대학교 경영학과, 박사수료.
E-mail: rokmceum@naver.com

² (443-749) 경기도 수원시 영통구 원천동, 아주대학교 경영학과, 교수.

집하기 힘들다. 따라서 이러한 위험요인에 대한 정량화된 수치로서 위험을 분석하고 평가하는 것이 쉽지 않기 때문에 전문가의 주관적인 판단을 토대로 위험요인을 객관적으로 분석할 수 있는 방법으로 위험요인을 분석할 수 있다. 본 연구에서는 국방연구개발사업의 위험요인 및 우선순위 선정에 대해 델파이 기법으로 위험요인을 선정하고, 계층분석방법 (analytic hierarchy process; AHP)을 이용하여 위험요인별 상대적 중요도를 도출하였다. 또한 분석결과를 국내·외 위험요인 우선순위 선정연구와 비교하여 국방연구개발사업 위험요인의 특징을 통한 프로젝트 환경을 분석하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 국방연구개발사업의 개관

국방연구개발사업은 ‘무기체계 획득방법 중의 하나로 보유하지 못한 기술을 국내 단독 또는 외국과 협력하여 공동으로 연구하고, 연구된 기술을 실용화하여 필요한 무기체계를 생산·획득하는 방법’으로 정의하고 있다 (Kim, 2010). 국방연구개발사업의 특징은 대규모 투자가 필요하고, 장기간 소요될 뿐만 아니라, 기술적으로 복잡하고, 실패의 위험성이 크며, 국가의 안보를 담보로 하고, 국가가 주도한다는 특징을 가지고 있다. 국방연구개발사업은 Table 2.1과 같이 분류할 수 있으며, 소요결정에서부터 시작되고 선행연구, 무기체계 개발, 시험평가를 거쳐 규격화가 완료되면 종료된다. 소요군은 소요요청, 전력화 평가, 운용 및 유지 그리고 도태를 담당하고, 합동참모본부 및 국방부는 소요결정 및 도태를 담당하며, 방위사업청은 소요결정 이후 선행연구부터 전력화까지의 사업관리를 담당하고, 국과연 (국과연주관 연구개발)과 방산업체 (업체주관 연구개발)가 직접 무기체계를 개발하는 업무를 담당하고 있다.

Table 2.1 Classification of defense R & D projects

Division	Classification
Type of Investment	Domestic R & D, Joint international R & D
R & D Expense	Government investment, Co-investment, Business investment in R& D
Organized form of R & D	R & D organized by Agency for Defense Development(ADD), Company-sponsored R & D
Development Target	R & D for Weapon system, R & D for Core technology, Production by Technical cooperation

2.2. 위험요인에 관한 문헌연구

프로젝트의 위험요인 선정에 관한 연구는 1960년대부터 활발하게 진행되어 오고 있으며, 1990년대부터는 위험요인의 누락을 방지하고 체계적인 분류가 가능한 체크리스트를 이용한 연구가 활발하게 진행되어 오고 있다.

Barki 등 (1993)은 문헌연구를 통해 5개 영역, 34개의 위험변수 및 144개의 아이템을 도출하였고, Barki 등 (2001)은 후속연구에서 75개의 정보시스템 개발 프로젝트를 대상으로 요인분석을 통해 17개 영역 121개의 위험요인 체크리스트를 도출하였다. 또한 Moynihan (1997)은 기존 위험관리 문헌들의 현실성을 검증하기 위해 ‘개인구성추출법’ (personal construct elicitation)을 적용하여 21개의 위험요인을 도출하고, 고객과 사용자 관련 위험요인이 이전의 연구에서 적극적으로 다루어지지 않았음을 지적하였으며, Jiang 등 (2000)은 기존 문헌연구를 통해 소프트웨어 개발과 개발팀 수행력에 영향을 미치는 6개 영역 23개 위험요인을 정리하였고, Jiang 등 (2002)은 Barki 등 (1993)이 제시한 위험요인을 기반

으로 요인분석을 통해 11개 영역 45개 위험요인을 제시하였다. Schmidt 등 (2001)은 델파이 연구를 통해 위험요인을 14개 영역으로 분류하고, 기존 위험요인 리스트 이외에 새로운 26개의 위험요인을 추가하여 53개의 위험요인으로 구성된 새로운 리스트를 도출하였으며, 미국, 핀란드, 홍콩 3개국의 프로젝트 관리자들을 대상으로 중요도 인식차를 조사하여 미국과 핀란드의 프로젝트 관리자들은 프로젝트 관리와 관련된 요인들을 중요하게 인식하는 반면, 홍콩은 고객이나 상급자와 관련된 요인들을 중요하게 인식하는 경향을 보임을 실증하여 동·서양의 위험요인의 중요도에 대한 인식차를 증명하였다. Nasir와 Sahibuddin (2011)은 포괄적인 문헌연구를 통해 26개의 위험요인을 선정하면서 현대의 프로젝트 관리는 기술적인 요인보다는 비기술적인 요인이 중요하다고 주장하였으며, Keil 등 (1998)은 델파이 기법을 적용하여 핀란드, 홍콩, 미국의 프로젝트 관리자들을 대상으로 실시한 연구에서 프로젝트 관리자들의 통제정도가 위험요인 중요도 결정의 중요한 판단기준이라고 주장하였다.

국내의 위험요인에 대한 연구는 2000년대 이후에 본격적으로 이루어지고 있다. Lee 등 (2002)은 위험요인과 정보시스템 개발의 실패 유형 관련 연구에서 국내 정보시스템 구축 전문가들을 대상으로 조사하여 14개 영역 63개 요인을 선정하였으며, Lee 등 (2004)은 Barki 등 (1993, 2001), Schmidt 등 (2001), Jiang 등 (2002)이 제시한 위험요인 리스트를 기반으로 국내 프로젝트에 적합한 위험요인들을 통합하고 재정의함으로써 국내의 문화적, 환경적 요인을 반영한 54개 위험요인을 선정하였고, Schmidt 등 (2001)의 연구와 국내 프로젝트 관리자의 인식을 비교하여 기존 연구에서는 사용자와 관련된 위험요인이 중요하게 인식된 반면, 국내 프로젝트 관리자들은 프로젝트 관리와 관련된 요인을 보다 중요하게 인식하고 있다고 주장하였다. Chung 등 (2004)은 국내 소프트웨어 개발 전문가들을 대상으로 Schmidt (1997)가 고안한 ‘순위형식 델파이 기법’을 사용하여 14개 영역, 45개의 핵심 위험요인으로 구성된 위험요인 체크리스트를 도출하였으며, Schmidt 등 (2001)의 연구와 비교하여 중요한 위험요인 대부분이 관리적 측면이라는 공통점을 발견했으나, ‘무리한 프로젝트 비용의 산정’, ‘명확치 않은 업무범위’, ‘무리한 프로젝트 기간의 산정’ 등은 Schmidt 등 (2001)의 연구와 차이점을 발견하였다. Son (2003)은 문헌연구를 통해 1차적으로 90개의 요인을 도출하고 전문가 면담을 통해 9개 영역 36개의 위험요인 체크리스트를 도출하였으며, 확률영향평가사의 위험정도와 AHP의 중요도는 서로 다름을 주장하면서 두 결과를 결합하여 우선순위를 도출하였다.

지금까지의 위험요인 및 우선순위 선정 연구를 종합해 보면, 위험요인은 시간과 환경에 따라 다양하게 변하는 특성을 보이고, 요인의 수가 너무 많거나 중복될 뿐만 아니라 연구자들에 따라서 위험요인을 분류하는 기준이 다양함을 알 수 있다. 그러나 위험요인의 비중은 기술적인 요인보다 비기술적인 요인이 대부분이며, 우선순위도 기술적인 요인 보다 비기술적인 요인을 중요하게 인식하는 경향을 보이고 있고, 통제가 가능한 요인보다는 통제할 수 없다고 생각하는 요인들의 우선순위가 높았으며, 동·서양의 프로젝트 관리자들은 문화적 차이에 의해 위험요인의 중요도 인식에 차이가 있음을 알 수 있고, 국내 프로젝트 관리자들의 인식도 해외의 프로젝트 관리자들의 인식과 많은 차이가 있음을 알 수 있다.

2.3. AHP 기법에 관한 이론적 고찰

Saaty (1980)에 의해 최선의 대안을 선택하기 위해 개발된 기법이 계층분석방법 (analysis hierarchy process; AHP)이며, 의사결정의 계층구조를 구성하는 요소들 간의 쌍대비교를 통해 평가요소들의 상대적 중요도를 평가할 수 있다. AHP의 유용성은 질적 또는 무형적 기준 (qualitative or intangible criteria)과 양적 또는 유형적 기준 (quantitative or tangible criteria)을 비율척도 (ratio scale)를 통해 측정하는데 있으며, AHP는 역수성 (reciprocal), 동질성 (homogeneity), 독립성 (independancy), 기대성 (expectation)의 4가지 이론적 원칙 (axiom)을 가지고 있다 (Cho 등, 2003). Saaty (1980)는 AHP의 단계를 다음과 같이 5단계로 설명하고 있다. 1단계는 의사결정 문제를 계층화하는 단계로 상위

단계에는 의사결정의 최상위 목표, 중간단계에는 상위단계 수준에 영향을 미치는 요인들로 구성하며, 하위단계에는 의사결정의 대안을 가지는 계층구조를 가진다. 2단계는 쌍대비교를 통해 요소들을 평가하는 단계로 요소들의 상대적 중요도를 평가하기 위해 요소들 간의 쌍대비교를 행하고, 그 결과를 행렬로 나타내는 과정이다. 쌍대비교 과정에는 상위요소에 기여하는 정도를 계량화하기 위해 1-9점 척도가 많이 이용된다. 3단계는 쌍대비교를 행한 후에 각 계층에 대해 비교대상 평가요소들이 갖는 상대적인 가중치를 산정한다. 4단계는 설문응답자들의 판단이 얼마나 논리적 일관성을 유지하는가를 판단하기 위해 쌍대비교를 통한 요소들의 판단결과에 대해 일관성비율을 확인함으로써 논리적 일관성을 개선한다. 일관성 비율 (consistence ratio; CR)이 10% 이내일 경우 쌍대비교 행렬은 일관성이 있다고 할 수 있으며, 20%까지는 허용할 수 있으나, 그 이상이면 쌍대비교 행렬의 수정이 필요하다 (Saaty와 Kearns, 1985). 5단계는 하위계층에 있는 평가요소들의 가중치를 구하기 위해서 각 계층에서 계산된 평가기준들의 가중치를 종합하는 과정이다. 이를 통해 대안들의 상대적 비중 또는 우선순위를 구할 수 있다.

3. 연구설계 및 조사방법

3.1. 위험요인 선정

1) 위험요인 선정

본 연구에서는 국방연구개발사업에 적합한 위험요인을 선정하기 위해 국방연구개발사업 경력이 7년 이상인 방위사업청, 소요군, 국방과학연구소, 방산업체 전문가를 패널로 선정하여 델파이 기법으로 Table 3.1과 같이 3단계로 나누어, 2012년 9월 10일부터 11월 31일까지 수행되었다.

Table 3.1 Selection procedure for risk factors

Step 1 : Sorting	① Compose a panel of experts with more than 7 years of defense R&D experience
	② Present risk factors summarized in previous studies to the panel and select the key risk factors
	③ Complete list with redundant factors removed
Step 2 : Grouping	① Classify the range based on the selected list and confirm back to the panel
	② Group the risk factors by the range
Step 3 : Factor Removal	① Each expert selects the most important factors
	② Make final list of risk factors selected by a large number and remove unnecessary factors

1단계에는 선행연구를 통해서 정리된 105개의 위험요인을 전문가 패널 25명에게 제시하여 국방연구개발사업에 적용이 가능한 위험요인들을 선택하도록 하였으며, 중복요인을 제거하고 39개의 위험요인 리스트를 작성하였다. 2단계에서는 위험요인을 10개 영역으로 분류한 후 이를 다시 패널들에게 확인시키고, 의미가 통하는 요인들끼리 그룹화하는 작업을 요청하였다. 3단계에서는 역시 25명의 패널들에게 그룹화된 위험요인 리스트를 제시하고 가장 중요하다고 생각하는 위험요인 20개씩을 선정하게 하여 다수에 의해 선정된 위험요인만 남기고, 불필요한 요인들을 제거한 결과 최종적으로 10개 영역, 34개의 위험요인이 선정되었다. 20개 요인은 선행연구의 위험요인이 그대로 적용되었고, 10개 요인은 국방연구개발 특성을 고려하여 구체적으로 보완하였으며, 4개 요인은 추가로 선정하였다. 선정된 위험요인 리스트는 Table 3.2와 같다.

Table 3.2 Classification of risk factors and selected list

Group	Risk factors	Remark
1. External Environment (4)	· Changes in the government policy, organization and the business environment destabilizing the project	Revised
	· Inertia or conflict of system and law	New
	· Complex decision support system	New
	· Lack of support of commanders and top management	Revised
2. Relationship Management (3)	· Lack of communication and conflict between project team and customer	Revised
	· Unclear assignment of the mission among stakeholders	Revised
3. Project Management (3)	· Lack of medial support between project team and users	Revised
	· Lack of effective project management skills	
	· Erroneous development strategy and improper planning	Revised
4. Project team Management (5)	· Improper selection of contractors involved in the project	New
	· Lack of communication and conflict between project team members	
	· Unclear assignment of the mission among project team members	
	· Lack of experience of project team, knowledge and skills	
5. Customer Management (3)	· Insufficient or excessive number of project personnel	
	· Loss of key personnel of projects in progress	
	· Lack of communication and conflict among organizations of customers (Requirement military and Joint Chiefs of Staff, Defense Acquisition Program Administration, etc.)	Revised
	· Lack of customer's experience, knowledge and skills	
	· Lack of customer's active participate in project and responsibilities of project	
6. Requirement Management (3)	· Frequent changes in customer's requirements	
	· Delayed customer's determination of requirements	
	· Misconception about resources and skills required for project caused by misunderstanding of the requirements	
7. Scope Management (2)	· Excessive scope of R&D required	
	· Unclear scope of R&D	
8. Schedule Management (3)	· Urgent or advanced schedule for completion	
	· Scheduling conflict with other projects of high-priority	
9. Cost and resource Management (3)	· Schedule carelessly considered at the planning stage	
	· Ill-defined cost analysis	
	· Incorrectly priced budget	
10. Technique Management (5)	· Lack of or not secured resources required	
	· Processing R&D of technology not secured	New
	· Application of unproved new technology to R&D	
	· Restriction on application of the development result and infrastructure of other weapons	Revised
	· Lack of interoperability with existing weapon systems	Revised
	· Improper capability and quality management	Revised

2) 신뢰성 및 타당성 분석

위험요인의 신뢰성 및 타당성 검정을 위해 국방연구개발사업의 주요 이해관계자들 중에서 경험이 풍부한 방사청, 소요군, 국과연, 방산업체 직원들을 대상으로 2013년 1월 2일부터 25일까지 5점 척도로 설문지를 실시하였으며, 114명이 응답하였다. 분석을 위한 도구는 SPSS 18.0을 사용하였다.

본 연구는 국방연구개발사업의 위험요인을 선정하기 위해 델파이 기법을 적용하였는데, 연구 목적에 적합한 패널을 선정하기 위해 국방연구개발사업 경험이 7년 이상인 전문가를 선정하였고, 3회에 걸쳐 반복적으로 조사하였다. 따라서 위험요인을 선정한 후 이에 대한 측정문항을 개발한 것이 아니라, 가설적 관계를 설정하지 않은 상태에서 선행연구를 참고하여 델파이 기법으로 위험요인들을 선정한 후 의미상 통하는 요인들을 묶는 작업을 하였다. 이러한 특징으로 인해 요인분석을 실시하였을 때 원하는 대로 요인구조가 추출되지 않았다. 이러한 경우를 위해 Lee (2006)는 Table 3.3과 같은 수정된 측정도구 타당화 과정을 제시하고 있다. 만약 탐색적 요인분석에 의한 타당성 검정 결과 이론적으로 예상했던 요인구조가 나타나지 않는다면 단일요인분석에 의한 단일차원성 검정을 타당성 검정으로 대체할 수도 있다는 것이다.

Table 3.3 Modified measurement tool validation process

Step	Purpose	Remark	Statistical analysis
Step 1	Purification procedure	Remove Items	Correlation between the revised items and all items → Remove the items with correlation coefficient of less than 0.3
Step 2	Reliability	Statistical test	Reliability analysis (internal consistency test : Cronbach's α coefficient) → α coefficient of more than 0.7
Step 3	Unidimensionality	Statistical test	Single factor analysis(Principal component analysis, irrotation) → factor loading of more that 0.4, extract single factor

* Source : Lee, H. S. (2000). *Empirical study research*, Hankyungsa, Seoul, 123

본 연구에서는 다음과 같이 신뢰성 및 타당성을 검정하였다. 1단계에서는 추출된 요인들에 의해서 각 변수가 얼마나 잘 설명되는지를 나타내는 공통성 (communality)은 Table 3.4와 같이 0.55이상으로 모든 요인이 분석을 진행하는데 문제가 없었다 (Lee와 Lim, 2012).

2단계에서는 내적 일관성을 확인하기 위한 척도로 크론바 알파 (Cronbach α)계수를 이용하였으며, Table 3.5와 같이 모두 0.570이상으로 0.5~0.6 정도면 인정할 수 있는 수준이라는 점에서 신뢰성이 인정된다고 할 수 있다 (Lee, 2006).

Table 3.4 Communality analysis results

Factor no.	Beginning	Extraction	Factor no.	Beginning	Extraction	Factor no.	Beginning	Extraction
1	1.000	.683	13	1.000	.737	25	1.000	.714
2	1.000	.643	14	1.000	.716	26	1.000	.696
3	1.000	.712	15	1.000	.585	27	1.000	.698
4	1.000	.554	16	1.000	.716	28	1.000	.788
5	1.000	.655	17	1.000	.651	29	1.000	.617
6	1.000	.609	18	1.000	.678	30	1.000	.715
7	1.000	.770	19	1.000	.747	31	1.000	.713
8	1.000	.649	20	1.000	.700	32	1.000	.706
9	1.000	.819	21	1.000	.661	33	1.000	.603
10	1.000	.778	22	1.000	.773	34	1.000	.641
11	1.000	.683	23	1.000	.748			
12	1.000	.704	24	1.000	.714			

Table 3.5 Reliability test results

group	number of factors	Cronbach α coefficient	group	number of factors	Cronbach α coefficient
External Environment	4	0.614	Requirement Management	3	0.739
Relationship Management	3	0.570	Scope Management	2	0.775
Project Management	3	0.696	Schedule Management	3	0.698
Project team Management	5	0.742	Cost and resource management	3	0.756
Customer Management	3	0.646	Technique Management	5	0.683

3단계의 단일요인분석에 의한 단일차원성 검정결과는 Table 3.6과 같으며, 요인부하량이 0.4 이상으로 단일차원성을 확보하였다.

Table 3.6 Single factor analysis results

Factor no.	Factor loadings	Factor no.	Factor loadings	Factor no.	Factor loadings	Factor no.	Factor loadings
1	0.479	10	0.477	19	0.546	28	0.576
2	0.470	11	0.449	20	0.589	29	0.616
3	0.464	12	0.547	21	0.605	30	0.581
4	0.481	13	0.605	22	0.487	31	0.536
5	0.534	14	0.548	23	0.521	32	0.496
6	0.579	15	0.432	24	0.615	33	0.496
7	0.512	16	0.632	25	0.557	34	0.574
8	0.465	17	0.527	26	0.554		
9	0.640	18	0.552	27	0.543		

3.2. 위험요인 분석모델 구축

위험요인은 비구조화된 특성으로 시간과 환경에 따라 다양하게 변하며, 과거의 경험자료를 얻기가 힘들 뿐만 아니라 사례 수집도 어렵다. 따라서 정량화된 수치로서 위험을 분석하고 평가하는 것이 쉽지 않기 때문에 전문가의 주관적인 판단을 토대로 위험요인을 객관적으로 평가할 수 있는 방법으로 위험요인을 분석해야 한다. 주관적 판단에 의한 분석방법에는 크게 발생확률과 영향도를 곱하여 위험정도를 산출하는 확률영향평가 기법과 위험요인의 중요도를 산출하는 방법이 나눌 수 있으며, 중요도를 산출하는 방법에는 델파이 기법, 리커트 척도법, AHP 기법이 주로 사용되고 있다. 본 연구에서는 위험요인의 상대적 중요도를 산출하고, 우선순위를 선정하기 위해 AHP 기법을 위험요인 분석모델에 적용하였다. 위험요인을 분석하기 위한 AHP의 구조는 3개의 Level로 구성하였으며, Level I은 ‘국방연구개발사업 위험요인’으로 정하고, Level II는 위험요인의 각 ‘영역’, Level III은 각 위험요인 분류체계에 속하는 세부 ‘위험요인’으로 구성하였다.

4. 연구 결과

4.1. 자료 수집 및 조사방법

본 연구의 AHP 기법의 조사를 위한 설문은 2013년 2월 1일부터 2월 28일까지 수행되었다. 설문은 총 95부를 배포하였으며, 80부가 회수되었다. 설문 대상은 국방연구개발사업의 주요 이해관계자들로 방위사업청 23명, 소요군 16명, 국과연 20명, 방산업체 21명으로 경력이 3년 이상인 자로 한정하여 직접적인 방법으로 배포하였으며, AHP 분석을 위한 분석도구는 Excell과 Expert Choice를 사용하였다.

4.2. 연구의 결과

1) AHP 일관성 비율 검정

본 연구에서는 1:1 쌍대비교의 약점인 ‘일관성 결여’를 해결하기 위해 설문결과에 대한 일관성 비율을 측정하였다. 일관성 측정결과 설문대상자 80명중 4명을 제외한 나머지 평가자 76명은 $CR < 0.1$ 의 일관성 기준을 만족하였다. 따라서 AHP 분석에서는 일관성 기준을 충족하지 못하는 4명을 제외하였다.

2) 위험요인 계층별 중요도

AHP분석 절차에 따라 계산된 Level II 위험 영역별 상대적 중요도 분석 결과는 Table 4.1과 같다. Level II의 각 영역에서 상대적 중요도가 가장 높은 영역은 요구사항 영역 (중요도; 0.175)으로 나타났으며, 기술 (0.131), 비용 및 자원관리 (0.127), 일정관리 (0.124), 범위관리 (0.106), 고객관리 (0.086), 프로젝트 관리 (0.073), 프로젝트 팀관리 (0.069), 외부환경 (0.059), 관계관리 (0.051)순으로 나타났다.

Table 4.1 Level II (group) importance

Level II (group)	Local value (importance)	Rank
Requirement Management	0.175	1
Technique Management	0.131	2
Cost and resource management	0.127	3
Schedule Management	0.124	4
Scope Management	0.106	5
Customer Management	0.086	6
Project Management	0.073	7
Project team Management	0.069	8
External Environment	0.059	9
Relationship Management	0.051	10

같은 방법으로 level III의 위험요인에 대한 쌍대비교를 실시한 결과는 Table 4.2와 같다. 순위는 계층 II (영역)내에서 계층 III (위험요인)의 우선순위를 나타낸 것이다. 이는 영역별 위험대응전략 수립 시에 우선적으로 고려해야 할 위험요인을 알아보는데 유용하게 사용할 수 있다.

3) 위험요인별 중요도 우선순위

AHP에서 위험요인들의 상대적 중요도는 위험요인의 Global값으로 나타내며, 위험요인들의 중요도 우선순위는 해당 요인의 Global값으로 나타낼 수 있다. Global값은 상위 계층의 중요도 (Local값)와 자신의 Local값을 곱하여 계산한다. 전체 국방연구개발사업에 대한 각 위험요인들의 중요도는 Table 4.3과 같다.

Table 4.2 Level III (risk factor) importance

Level II	Level III	Local value (importance)	Rank
External Environment	· Changes in the government policy, organization and the businessenvironment destabilizing the project	0.269	2
	· Inertia or conflict of system and law	0.240	3
	· Complex decision support system	0.278	1
	· Lack of support of commanders and top management	0.213	4
Relationship Management	· Lack of communication and conflict between project team and customer	0.396	1
	· Unclear assignment of the mission among stakeholders	0.316	2
Project Management	· Lack of medial support between project team and users	0.288	3
	· Lack of effective project management skills	0.238	3
	· Erroneous development strategy and improper planning	0.463	1
Project team Management	· Improper selection of contractors involved in the project	0.299	2
	· Lack of communication and conflict between project team members	0.172	4
	· Unclear assignment of the mission among project team members	0.189	3
	· Lack of experience of project team, knowledge and skills	0.255	1
Customer Management	· Insufficient or excessive number of project personnel	0.169	5
	· Loss of key personnel of projects in progress	0.215	2
	· Lack of communication and conflict among organizations of customers (Requirement military and Joint Chiefs of Staff, Defense Acquisition Program Administration, etc.)	0.499	1
	· Lack of customer's experience, knowledge and skills	0.232	3
Requirement Management	· Lack of customer's active participate in project and responsibilities of project	0.269	2
	· Frequent changes in customer's requirements	0.488	1
	· Delayed customer's determination of requirements	0.249	3
Scope Management	· Misconception about resources and skills required for project caused by misunderstanding of the requirements	0.263	2
	· Excessive scope of R&D required	0.543	1
Schedule Management	· Unclear scope of R&D	0.457	2
	· Urgent or advanced schedule for completion	0.480	1
	· Scheduling conflict with other projects of high-priority	0.292	2
Cost and resource Management	· Schedule carelessly considered at the planning stage	0.228	3
	· Ill-defined cost analysis	0.273	3
	· Incorrectly priced budget	0.343	2
	· Lack of or not secured resources required	0.384	1
Technique Management	· Processing R&D of technology not secured	0.237	2
	· Application of unproved new technology to R&D	0.255	1
	· Restriction on application of the development result and infrastructure of other weapons	0.147	5
	· Lack of interoperability with existing weapon systems	0.179	4
	· Improper capability and quality management	0.183	3

Table 4.3 Order of priority of risk factors

Rank	Risk factor	Global value
1	Frequent changes in customer's requirements	0.085
2	Urgent or advanced schedule for completion	0.060
3	Excessive scope of R&D required	0.058
4	Lack of or not secured resources required	0.049
5	Unclear scope of R&D	0.048
6	Misconception about resources and skills required for project caused by misunderstanding of the requirements	0.046
7	Incorrectly priced budget	0.044
8	Delayed customer's determination of requirements	0.043
9	Lack of communication and conflict among organizations of customers (Requirement military and Joint Chiefs of Staff, Defense Acquisition Program Administration, etc.)	0.043
10	Scheduling conflict with other projects of high-priority	0.036
11	Ill-defined cost analysis	0.035
12	Erroneous development strategy and improper planning	0.034
13	Application of unproved new technology to R&D	0.033
14	Processing R&D of technology not secured	0.031
15	Schedule carelessly considered at the planning stage	0.028
16	Improper capability and quality management	0.024
17	Lack of interoperability with existing weapon systems	0.023
18	Lack of customer's active participate in project and responsibilities of project	0.023
19	Improper selection of contractors involved in the project	0.022
20	Lack of communication and conflict between project team and customer	0.020
21	Lack of customer's experience, knowledge and skills	0.020
22	Restriction on application of the development result and infrastructure of other weapons	0.019
23	Lack of experience of project team, knowledge and skills	0.018
24	Lack of effective project management skills	0.017
25	Complex decision support system	0.016
26	Unclear assignment of the mission among stakeholders	0.016
27	Changes in the government policy, organization and the business environment destabilizing the project	0.016
28	Loss of key personnel of projects in progress	0.015
29	Lack of medial support between project team and users	0.015
30	Inertia or conflict of system and law	0.014
31	Unclear assignment of the mission among project team members	0.013
32	Lack of support of commanders and top management	0.012
33	Lack of communication and conflict between project team members	0.012
34	Insufficient or excessive number of project personnel	0.012

4.3. 결과의 분석

국방연구개발사업의 특징은 대규모 투자가 필요하고, 장기간 소요될 뿐만 아니라, 기술적으로 복잡하고, 실패의 위험성이 크며, 국가가 주도한다는 특징을 가지고 있다. 이러한 특징을 바탕으로 위험요인 선정결과에 대한 특징을 살펴보면 첫째, 프로젝트 성패에 가장 크게 영향을 미치는 요인들은 고객의 요구사항, 완료일정, 연구개발 범위 등과 관련된 요인들이었다. 특히 '고객측의 요구사항의 잦은 변경'은 프로젝트 초기에 작전요구성능 (requirement of capability; ROC)이 확정되지 않고, 프로젝트 진행중에 잦은 변경으로 인해 프로젝트가 위험에 처한다는 것이다. 또한 과도하거나 명확하게 정의되지 않은 범위와 급하게 설정된 완료일정은 일정과 비용의 초과에 큰 영향을 미친다고 인식하였으며, 국방연구개발사업은 해외에서 도입해야 하는 자원들이 많으며, 이들의 확보 여부에 따라 일정, 비용, 성능에 많은 영향을 미친다는 것이다.

둘째, 프로젝트 팀과 고객간의 의사소통의 중요성 보다 고객 각 기관간의 의사소통의 중요성이 부각된 것은 무기체계의 획득을 위한 절차가 2006년 방위사업청을 개청하여 이 기관을 중심으로 이루어지고 있으며, 7년이 지났으나 아직까지 절차의 안정이 완전히 이루어지지 않았음을 보여주고 있다. 셋째, 기술관리 영역의 요인들이 13, 14, 16, 17위로 이는 국방연구개발사업이 기술적으로 위험성이 높고, 무기체계는 단일 무기체계로만 운영되는 것이 아니라 다른 무기체계들과의 상호 유기적인 교류체계를 바탕으로 운영된다는 특성을 반영하였기 때문으로 판단된다. 넷째, 15위내에 속하는 요인들을 살펴보면, 요구사항 3개, 일정 3개, 범위 3개, 비용 및 자원 2개, 고객, 프로젝트 관리 영역 각 1개 요인으로 국방연구개발사업은 외부환경이나, 프로젝트 팀관리, 관계관리 요인들 보다는 일정, 비용, 성능 등 프로젝트 3중 제약에 밀접하게 영향을 미치는 요인들을 중요하게 고려하고 있었다.

Table 4.4 Comparison of the top 20 risk factors

Rank	This study	Schmidt <i>et al.</i> (2001)	Lee <i>et al.</i> (2004)
1	Frequent changes on customer's requirement	Lack of support from top management	Excessive scope of project
2	Urgent or advanced schedule for completion	Failure to acquire the user's engagement and interest	Ill-defined scope/purpose
3	Excessive scope of R&D	Misunderstanding of requirements	Inadequate planning or not to establish
4	Lack of or not secured resources	Lack of appropriate user involvement	Lack of risk management
5	Unclear scope of R&D	Lack of knowledge and technology of project personnel	Erroneous definition of requirements
6	Misconception about resources and skills required for project caused by misunderstanding of the requirements	Lack of fixed requirements	Changes in business environment destabilizing project
7	Incorrectly priced budget	Change on scope and purpose	Lack of system flexibility
8	Delayed customer's determination of requirements	Application of new technology	Schedule carelessly considered at the early stage of project
9	Lack of communication and conflict among organizations of customers	Failure to manage end-user's expectations	Lack of support for project from top management
10	Scheduling conflict with other projects of high-priority	Inadequate staffing	Lack of project manager's effective management skill
11	Ill-defined cost analysis	Conflict between user department	Lack of customer's responsibility and ownership for project
12	Erroneous development strategy and improper planning	Lack of user's cooperation	Lack of management of relationship with top management
13	Application of unproved new technology to R&D	Changes on owner or senior managers	Technique considered prior to work
14	Processing R&D of technology not secured	Lack of continuity in staffing	Changes on customer's requirements
15	Schedule carelessly considered at planning stage	Lack of effective development / methodology of process	Lack of skill, knowledge and experience of project personnel
16	Improper capability and quality management	Improper change management	Usage of unproved new technology
17	Lack of interoperability with existing weapon systems	Lack of effective project management skills	Incorrectly defined roles and responsibilities of project team and customers
18	Lack of customer's active participate in project and responsibilities of project	Lack of effective project management methodology	Loss of key personnel of projects in progress
19	Improper selection of contractors involved in the project	Unclear scope and purpose	Changes on project owner and top management
20	Lack of communication and conflict between project team and customer	Inadequate definition of roles and responsibilities and responsibilities	Artificially adjusted schedule

본 연구의 목적은 국방연구개발사업의 위험요인 우선순위 선정으로, 이전의 국내·외 대표적인 선행연구들과 비교했을 때, 어떤 차이가 있는지를 살펴 보았다. 이를 위해 본 연구에서는 순위형식 델파이 기법을 적용한 Schmidt 등 (2001)의 연구와 리커트 척도법을 적용하여 Schmidt 등 (2001)의 연구와 국내 정보시스템 개발 프로젝트의 위험요인을 비교한 Lee 등(2004)의 연구와 비교하였으며, 상위 20위내의 위험요인들을 비교한 것은 Table 4.4와 같다. 본 연구를 두 연구와 비교해 보면 첫째, 공통적으로 20위 안에 들어있는 위험요인은 5개로 '고객측의 요구사항의 잦은 변경', '명확하지 않은 연구개발 범위', '요구사항 오해로 프로젝트에 필요한 기술 및 자원의 잘못된 사용', '검증되지 않은 새로운 기술을 연구개발에 적용', '고객측의 적극적 프로젝트 참여 및 책임감 부족' 요인이었다. 둘째, Schmidt 등 (2001)의 연구에만 공통적인 요인은 1개 요인으로 '고객의 각 기관간의 의사소통 부재, 의견충돌' 이었으며, 종합적으로 Schmidt 등 (2001)의 연구와 공통요인은 총 6개 요인으로 고객, 요구사항, 범위와 관련 요

인들이었다. 셋째, Lee 등 (2004)의 연구에만 공통적인 요인은 4개 요인으로 ‘급하게 설정되거나 앞당겨진 완료일정’, ‘과도하게 요구된 연구개발 범위’, ‘잘못된 개발전략이나 부적절한 계획’, ‘계획수립 단계에 신중히 고려하지 않은 일정’ 요인이었다. Lee 등 (2004)의 연구와는 9개의 공통적인 요인을 가지고, Schmidt 등 (2001)의 연구보다는 일정과 범위 요인들과 공통되는 요인들이 많았으며, Schmidt 등 (2001)의 연구보다 Lee 등 (2004)의 연구와 전체적으로 공통점이 많음을 알 수 있었다. 넷째, Schmidt 등 (2001)과 Lee 등 (2004)에서는 포함되지 않았으나 본 연구에서 포함된 요인은 10개 요인이다. 이중 비용 및 자원관리 영역의 3개 요인과 기술관리 영역 3개 요인이 포함되어 국방연구개발사업은 기존 선행연구들과 달리 비용 및 자원 및 기술과 관련된 위험요인을 중요하게 고려하고 있으며, 본 연구에서 추가된 ‘미확보된 기술에 대한 연구개발 진행’, ‘프로젝트에 참여하는 부적절한 계약자 선정’ 요인과 ‘고객측의 요구사항 결정지연’ 요인이 포함된 것은 국방연구개발사업과 기존 선행연구와의 차이점을 보여준다. 마지막으로, Schmidt 등 (2001)과 Lee 등 (2004)의 연구에서는 최고경영진의 지원이나, 프로젝트 관리 방법/관리기술 관련 요인들이 20위 안에 들었으나, 본 연구에서는 위험요인에도 선정이 되지 않았거나, 20위 안에 들지 못하였다는 점은 국방연구개발사업은 최고경영진의 지원보다는 정부정책이나 제도 및 법규에 많은 영향을 받기 때문이며, 최근의 국방연구개발사업에 적용되고 있는 EVMS 등 사업관리방법론이 정착되어 가고 있기 때문으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 국방연구개발사업 위험요인의 우선순위를 선정하기 위해 계층분석법 (AHP)을 적용하여 위험요인들의 상대적 중요도를 산출하였다. 이를 통해 국방연구개발사업에서 가장 중요한 위험요인은 ‘고객측의 요구사항의 잦은 변경’, ‘급하게 설정되거나 앞당겨진 완료일정’, ‘과도하게 요구된 연구개발 범위’, ‘필요한 자원의 미확보 또는 부족’의 순으로 나타났으며, 이는 계획수립 단계에서 요구사항 확정의 필요성을 지적하고, 적정하고 명확한 연구개발 범위의 설정과 프로젝트 수행에 적합한 일정 계획수립의 중요성과 프로젝트를 안정적으로 수행할 수 있는 자원의 확보가 중요성을 강조하는 것이다.

20위까지의 우선순위 선정에서 국내·외 연구와의 가장 큰 차이점은 ‘고객측의 요구사항 결정지연’, ‘미확보된 기술에 대한 연구개발 진행’ 등 10개 요인이 Schmidt 등 (2001)과 Lee 등 (2004)의 연구와 달리 본 연구에서 포함된 것은 국방연구개발사업이 관료주의적 조직문화를 가지고 있는 정부와 군을 고객으로 하는 프로젝트이고, 국방연구개발사업이 기존의 정보시스템 개발 프로젝트에 비해 기술적 위험성이 높고, 복잡한 프로젝트라는 특성을 반영하기 때문이다.

연구결과에 기초하여 본 연구의 시사점은 첫째, 지금까지 전혀 이루어지지 않았던 국방연구개발사업의 위험관리 연구분야에서 델파이 기법에 의해 선정된 위험요인 리스트를 대상으로 그동안 상대적 중요도를 분석할 수 있는 강력한 도구로 활용되어온 AHP 기법을 이용하여 우선순위를 선정한 결과는 향후 국방연구개발사업에서 위험관리계획을 수립할 때 집중적으로 관리해야 할 요인들을 제공할 수 있을 것이다. 둘째, 국방연구개발사업을 성공적으로 수행하기 위해서는 프로젝트 초기의 요구사항의 확정, 명확한 연구개발 범위, 타당한 완료일정과 필요한 자원의 확보가 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 이는 프로젝트 초기 계획수립의 중요성을 강조하는 것이다. 셋째, 국내·외 선행연구와는 달리 국방연구개발사업은 그 특성으로 인해 비용 및 자원 관리, 기술관리와 관련된 요인들이 아주 중요하게 고려되고 있었다.

본 연구를 수행함에 있어 한계점은 델파이 기법으로 위험요인을 선정하고 분류하여 요인분석시 원하는 대로 요인분석 결과가 도출되지 않아 Lee (2006)가 수정하여 제안한 방법으로 단일차원성 검증까지만 실시하였다. 향후에는 이번에 제시된 요인들을 요인분석을 통해 더 축소 및 분류하여 위험요인들을 단순화하는 노력이 필요하다.

References

- Barki, H., Rivard, S. and Talbot, J. (1993). Toward an assessment of software development risk. *Journal of Management Information Systems*, **10**, 203-225.
- Barki, H., Rivard, S. and Talbot, J. (2001). An integrative contingency model of software project risk management. *Journal of Management Information Systems*, **17**, 37-89.
- Cho, K. T., Cho, Y. K. and Kang, H. S. (2003). *Analytic hierarchy process decision making*, Donghyun Publisher, Seoul.
- Chung, K. S., Kang, M. H. and Kim, Y. (2004). A delphi study on software project risks. *The Journal of Information Systems*, **13**, 1-20.
- Jiang, J. J., Klein, G. and Means. (2000). Project risk impact on software development team's performance. *Project Management Journal*, **31**, 19-26.
- Jiang, J. J., Klein, G. and Ellis, T. S. (2002). A measure of software development risk. *Project management Journal*, **33**, 33-41.
- Kim, Y. S. (2010). *Introduction to defense quality management*, Hyongsul Publisher, Seoul.
- Keil, M., Cule, P. E., Lyytinen, K. and Schmidt, R. C. (1998). A framework for identifying software project risk. *Communications of the ACM*, **41**, 76-83.
- Lee, H. S. (2006). *Empirical study research*, Hankyoungsa, Seoul.
- Lee, H. S. and Lim, J. H. (2012), *SPSS 18.0 manual*, Jiphyunche, Seoul.
- Lee, S., Kim, H. and Seo, H. (2004). Exploratory study on risk factors by project performance areas in software project management. *Journal of Information Technology Application & Management*, **11**, 103-120.
- Lee, S., Yun, S., Seo, H. and Kim, H. (2002). Study on risk factors and type of failure of information systems projects. *Journal of MIS research*, **1**, 53-63.
- Moynihan, T. (1997). How experienced project managers assess risk. *IEEE Software*, **14**, 35-41.
- Nasir, M. H. N. and Sahibuddin, S. (2011). Critical success factors for software projects: A comparative study. *Scientific Research and Essays*, **6**, 2174-2186.
- Park, S., Hong, Y. W. and Na, J. K. (2012). A method for selecting the evaluation index of defense R&D project by AHP. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **23**, 961-970.
- Saaty, R. L. (1980). *The analytic hierarchy process*, McGraw Hill, New York.
- Saaty, T. L. and Kearns, K. P. (1985). *Analytical planning: The organization of systems*, RWS Publications, Pittsburgh.
- Schmidt, R., Lyytinen, K., Keil, M. and Cule, P. (2001). Identifying software project risks: International delphi study. *Journal of Management Information Systems*, **17**, 5-36.
- Son, D. K. (2003). *An exploratory study for the evaluation of risk factors in information system development using AHP*, Ph. D. Thesis, Sangmyung University, Seoul.

Study on the defence R&D project risk analysis using AHP

Jae-Seob Eom¹ · Seung-Bum Kim²

¹²Department of Business, Ajou University

Received 5 April 2013, revised 1 May 2013, accepted 13 May 2013

Abstract

Risk management activity for successful defense R&D project should be done anticipatorily and consistently over the entire project period and there should be a priority for management depending on importance of the risk factors. In this study, we verified the reliability and validity through factor analysis for the risk factors selected by the Delphi technique. We also obtained the relative importance of risk factors with analytic hierarchy process (AHP) and decided to prioritize for comparison of domestic and overseas research. According to the study, we found that it is important to settle the requirements and to classify the scope of R&D. It is also considered significant to have reasonable schedule for completion and secure the necessary resources in the early stage of project. Unlike previous studies, it appeared the technical factors are critical elements as well for defense R&D project.

Keywords: Analytic hierarchy process, defense R&D, delphi technique, factor analysis, order of priority.

¹ Corresponding author: Ph.D. candidate, Department of Business, Ajou University, Suwon Kyongki 443-749, Korea. E-mail: rokmceum@naver.com

² Professor, Department of Business, Ajou University, Suwon Kyongki 443-749, Korea.