

## 계층분석법에 의한 국방연구개발 평가지표 선정에 관한 연구

박승<sup>1</sup> · 홍연웅<sup>2</sup> · 나중경<sup>3</sup>

<sup>123</sup>동양대학교 경영관광학부

접수 2012년 8월 3일, 수정 2012년 8월 30일, 게재확정 2012년 9월 12일

### 요약

국방연구개발에 참여하는 업체 중에 특정기술을 일정기간에 개발할 수 있는 역량을 구비한 업체를 선정하기 위해서는 사업목적에 적합한 평가지표를 개발하는 것이 매우 중요하다. 본 연구는 선행연구와 국방 연구개발의 특성, 현재 사용하고 있는 항목을 종합하여 새로운 지표를 개발하고 전문가 인터뷰를 통해 객관화 하였다. 선정항목의 타당성 검증과 계층구조 모형설계를 위해 주축요인분석을 실시하였으며 27개 변수 중 타당성이 없는 10개를 제외하고 17개 변수를 최종 선정하였다. 17개 변수는 계층분석법(analytic hierarchy process)을 통해 평가지표 항목의 가중치를 부여하였으며, 상위계층에서는 업체능력이 개발계획보다 중요하게 나타났고, 하위계층에서는 고객과의 의사소통 및 협력방안과 현 사업 유사기술 특허 및 논문의 우수성, 소요기술 확보현황 등이 높은 순위로 나타났다. 반면 기술유출 방지대책, 협력업체 전문성 및 관리의 적절성, 소프트웨어 개발방안 등은 낮은 순위로 나타났다.

주요용어: 계층분석법, 국방연구개발, 요인분석, 평가지표.

### 1. 서론

국방 무기체계를 개발하는데 필요한 연구개발 예산은 2006년 대비 2009년 31%로 증가됨으로써 사업비 규모가 갈수록 증가되고, 2009년 전문화·계열화 제도가 폐지되어 업체 간 경쟁은 더욱 치열해지고 있다. 따라서 경쟁이 심하고 많은 예산을 투자하는 연구개발 사업에 적합한 업체를 선정하기 위해서는 과학적이고 통계적인 분석을 통해 평가지표를 개발할 필요가 있으며 무기체계는 첨단기술을 필요로 함에 따라 이를 실패하지 않고 개발할 수 있는 능력 있는 업체가 선정되기 위한 항목으로 구성되어야 한다. Kim (2010)은 연구개발 참여업체에 의해 사업의 성과가 좌우 될 수 있으므로 전문성 있는 업체를 선정하는 것이 중요하다고 하였으며, 업체들이 연구개발에 성공하기 위해서는 협력업체를 잘 선정하는 것이 매우 중요한 일이라고 하였다 (Wadhwa와 Ravindran, 2007). Jang (2008)은 연구개발의 성공을 보장하기 위해서는 우수한 업체가 선정되어야 함을 강조하였다. 이는 연구개발이 성공하기 위해서는 우수한 업체가 선정되어야 한다는 것을 강조한 것이며, 연구개발 주관기관으로 선정된 업체는 국내에서 최초로 개발되는 무기체계를 성공적으로 개발해야 하는 책임이 있고, 국방에 필요한 무기를 확보하느냐 실패하느냐 하는 중요한 역할을 담당하므로 업체 능력은 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 이러한 요구조건을 만족할 수 있는 새로운 평가지표를 개발하기 위해 국방연구개발에 다년간 참여한 연구원, 사업관리자 등을 대상으로 전문가 인터뷰를 통해 항목을

<sup>1</sup> (130-100) 서울시 동대문구 청량리 우체국 사서함 276호, 국방기술품질원, 동양대학교 경영학과, 박사수료.

<sup>2</sup> (750-711) 경북 영주시 풍기읍 동양대로 145, 동양대학교 경영관광학부, 교수.

<sup>3</sup> 교신저자 : (750-711) 경북 영주시 풍기읍 동양대로 145, 동양대학교 경영관광학부, 교수.

E-mail: jkna @dyu.ac.kr

객관화하고, 요인분석으로 항목의 타당성을 입증하고자 한다. 그리고 항목 간 우선순위를 선정하기 위해 AHP (analytic hierarchy process; 계층분석법)를 활용하여 개량된 평가지표를 개발하는 것이 목적이다.

## 2. 국방 연구개발 특성 및 선행연구 고찰

### 2.1. 국방연구개발 개념 및 특성

국방연구개발은 빠른 기간에 군이 필요로 하는 성능의 무기체계를 개발하여야 하고, 연구개발 비용과 생애 주기비용이 최소화 되도록 연구하여야 한다. 국방연구개발은 '무기체계 획득방법 중 하나로써 우리가 보유하지 못한 기술을 국내 단독, 또는 외국과 협력하여 공동으로 연구하고, 연구된 기술을 실용화하여 필요한 무기체계를 생산·획득하는 방법'을 말한다 (defense acquisition program act, article 3. 2011). 여기서 무기체계는 유도무기, 항공기, 함정 등 전장에서 전투력을 발휘하기 위한 무기와 이를 운영하는 데 필요한 장비, 부품, 소프트웨어 등 제반요소를 통합한 것이며, 시령령에서는 통신망 등 지휘통제·통신 무기체계, 레이더 등 감시·정찰무기체계, 전차·장갑차 등 기동무기체계, 전투함 등 함정무기체계, 전투기 등 항공무기체계, 자주포 등 화력무기체계, 대공유도무기 등 방호무기체계, 모의분석·모의훈련 소프트웨어 및 장비 등으로 분류하고 있다.

국방연구개발은 민간에서 수행하는 연구개발과 다른 특성을 가지고 있다. 즉, 막대한 비용과 장기간의 사업기간이 소요되고, 경제적 이익 창출 이외에도 국가안보의 특수성을 지니고 있으며, 성공적 추진을 위한 정책적 의지가 필요하고, 상대전력과 우위다툼으로 시간적 제약을 받는 등 다음과 같은 특성이 있다.

첫째, 무기체계의 고가성이다. 상대의 전력을 압도하여야하므로 새로운 신기술이 요구되고, 어떠한 조건의 환경에서도 운용되어야 하는 특성 등으로 인해 가격은 비싸질 수밖에 없다. 조기경보지휘통제기 (AWACS; airborne early warning and control system)는 4,000억 원, 지하경도를 파괴할 수 있는 GBU-28 미사일은 1대 가격이 2억 7천 7백만 원 등이다. 둘째, 무기체계의 복잡화이다. 무기체계는 공격과 방어, 은폐, 추적 등 동시에 여러 가지 기능으로 복잡화 되어 가고 있다. C141 수송기는 25만개 부품으로 구성되어 있고, 기술도면도 2만 가지 이상이다. 또한 감시정찰 기능이 주 임무였던 AWACS의 경우 전자 방해 장치를 추가하여 전자방해 전 능력을 추가하였고, 적의 전자방해 전을 방어하기 위해 대 전자 방해 장치를 또다시 추가함으로써 체계의 복잡화가 증가되고 있다. 셋째, 연구개발의 실패위험성이다. 무기체계는 첨단기술이 요구되고 지금까지 개발되지 않은 무기체계를 독자적으로 개발하여야 하는 이유 때문이다. 실패의 주요 원인은 대부분은 기술적인 문제로 목표 성능을 충족시키지 못하기 때문이다. 즉, 최첨단 기술을 개발하거나 적용하는데 실패하기 때문이며, 첨단기술 개발에 실패하는 것은 검증되지 않은 불확실한 기술이나 체계 목표를 설정하기 때문이다. 그 예로 미국의 A-12 어벤저 사업은 과도한 개발 목표 설정에다 공학적, 기술적인 문제 해결에 실패하여 개발 목표를 달성하지 못하였다. 또한 고객과의 의사소통 및 협력 미흡으로 연구를 실패하기도 하였다. 연구개발 자는 사용자의 운용환경과 운용개념을 이해하여야 하고, 사용자는 운용조건을 기술로 구현하는 수준과 능력을 공감하여야 한다. 그 예로 암호화된 전자교환기 개발 사업은 상호간 의사소통 미흡으로 실패한 대표적인 사례라고 할 수 있다. 넷째, 개발기간의 장기화다. 국방연구개발은 기초연구, 응용연구, 시험개발을 통해 기술을 개발하고 탐색개발, 체계개발, 시험평가 등을 거쳐 무기체계를 개발하여야하므로 오랜 기간이 소요될 수밖에 없다. 일본의 경우 T101 소나를 개발하는데 무려 11년이 소요되었으며, 한국의 K2전차도 10년 넘게 소요되었다. 무기체계 개발의 장기화는 이미 기술의 진부화가 이루어진 체계를 개발할 수도 있으며, 장차 예상되는 전장 환경을 고려하여 무기체계개발을 시작하였다 하더라도 국내외 정세의 변화로 전장 환경에 부적합한 무기체계가 개발될 수도 있다.

다섯째, 무기체계의 비밀성이다. 무기체계는 그 특성상 연구개발 내용이 알려질 경우 상대국가에서 대응 무기를 개발하거나, 성능이 보다 우수한 무기체계를 개발하여 현재 개발 중인 체계의 기술을 진부하게 만들 수 있다. 따라서 무기체계의 비밀은 매우 중요한 특성을 갖는다고 할 수 있다. 세계 1차 대전에 개발된 Tank는 그 비밀을 유지하기 위해 물탱크를 개발하는 것으로 알려졌으며, 세계 2차 대전을 종식시킨 원자폭탄 개발계획은 'Manhattan 계획'으로 비밀성을 유지하였다.

여섯째, 과급효과다. 국방연구개발은 첨단기술이 개발되는 관계로 민간분야에서 활용성이 대단히 크다. 그 대표적인 예가 바로 전자레인지와 인터넷이다. 전자레인지는 레이더 전자파를 이용하여 개발된 기술이며, 인터넷은 핵전쟁에서도 운용할 수 있는 네트워크를 개발할 목적으로 연구하여 UCLA 대학교와 스탠퍼드 연구소 간 연결이 그 시초가 되었다. 일곱째, 수요의 제한성이다. 무기체계는 특성상 불특정 인이 구매할 수 없고 판매할 수도 없다. 이는 오직 국가 또는 군이 유일한 수요자이므로 수요가 한정되어 있다. 여덟째, 군사과학 기술의 급속한 발전으로 인해 새로운 무기체계의 출현이 가속화되고, 기존의 무기체계는 짧은 수명주기를 지니게 된다.

일반적인 연구개발은 비 특유성, 시차 및 지연, 불확실성, 고비용의 특성을 갖는 반면 국방연구개발은 비밀성과 수요의 제한 등이 추가되어 일반적인 연구개발과 다른 특성을 보이고 있음을 알 수 있다.

## 2.2. 선행연구 고찰

평가지표는 사업특성에 따라 다르게 나타나며, 평가하고자 하는 특성과 활용목적에 적합한 항목들로 구성되어야 한다. 평가지표는 측정가능 요소를 모두 포함할 수 있으면 유용하겠지만 사업특성을 대표할 수 있는 항목을 포함하는 것은 쉬운 일이 아니다 (Mayoux, 2002). 평가지표는 연구개발 사업의 성공요인을 반영하여야 하며 추상적이거나 측정이 어려운 지표의 선택을 지양하고, 사업의 성격과 특성에 맞는 항목을 선정하여야 한다고 하였다 (Yang, 2004). Wilson과 Butler (2001)는 지표는 측정 가능해야 하고, 평가하고자 하는 정책목표를 잘 반영해야 한다고 하면서 신뢰성 (reliable), 연관성 (relevant), 재활용성 (reproducible), 대표성 (representative), 측정가능성 등 5가지 요소를 갖춰야 한다고 하였다. 또한 항목수가 너무 많을 경우 항목 간 다중공선성이 발생될 수 있으며, 평가 시 변별력이 떨어지거나 독립성이 미흡할 수도 있다. 이러한 측면에서 평가기준은 항목 간 독립성이 유지되고, 상위 항목에 대한 하위 요인의 종속성이 확보되고, 처리 가능한 항목의 수를 유지하는 원리가 충족되어야 한다 (Choi와 Jo, 2003).

이러한 특성을 갖는 평가지표를 개발하기 위한 선행연구 사례를 살펴보면 Kim (2008)는 국방핵심기술 연구개발 사업 참여 업체를 선정하기 위한 평가요인으로 업체기술 수준 및 전문성, 참여업체 실적 및 능력, 연구계획의 타당성, 연구개발 투입인력의 전문성을 제시하였다. Jang (2008)은 연구수행능력, 연구계획의 타당성, 연구실적, 재무 상태를 제시하였고, Kang (2009)은 국방핵심기술 기초연구개발 참여업체를 선정하기 위한 연구에서 연구계획의 타당성, 연구수행 능력, 예산, 성과예측을 제시하였다.

Kim (2010)은 국방정보화 연구개발 사업 참여업체를 선정하기 위한 연구에서 개발지원, 개발기반, 개발관리 및 시험평가, 전력화 지원요소, 사업이해도 및 개발전략, 개발기술 및 조직, 개발성능을 제시하였다. Ministry of Education Science & Technology (2011)의 연구과제 선정평가 지표는 연구개발계획의 창의성, 연구인력/시설 수준, 타 연구개발과제와의 중복성, 보안등급의 적정성, 연구시설·장비 구축의 타당성, 연구개발과제 수행의 국내외 연계·협력 가능성, 연구개발결과의 과급효과, 기술이전, 사업화 및 후속연구 등 연구개발결과의 활용 가능성, 연구책임자의 연구윤리 수준, 연구실 등의 안전조치 이행계획의 적정성 등 10개 항목을 제시하였다. Hong (2011)은 민간 기업에서 신

재생에너지 도입 의사결정을 위한 사업타당성 평가기준 선정연구에서 평가지표를 외생적 관점과 내생적 관점으로 분석하였으며 외생적 지표로는 기술수준, 시장 확장성, 친환경 수준, 정부정책 등을 선정하였고, 내생적 지표로는 경제성, 설비투자 규모, 발전량 통제수준을 선정하였다. 선행연구를 종합하여 보면 사업특성에 따라 항목을 달리하고 있고, 사업특성이 유사하여도 연구자에 따라 항목이 달라지고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발하고자 하는 평가항목 중 어떤 요인이 평가 지표 개발에 영향을 미치는지 명확하게 구분하는 것이 필요하다. 평가지표에 영향을 미치는 요인을 파악하려면 기존 연구에서 사용한 변수를 종합하고 이들 변수의 타당성을 파악할 필요가 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 국방무기체계 연구개발 사업 특성은 첨단기술, 고비용, 많은 개발기간, 비밀성, 실패할 경우 미치는 파급효과 등이 있음을 국방연구개발 특성에서 밝힌바 있다. 그리고 업체는 이러한 연구개발 사업을 성공시킬 수 있는 능력을 갖추고 있는가를 평가할 수 있는 요인으로 구성되어야 한다. 업체능력 요인으로는 사업의 특성을 이해할 수 있어야 하고, 필요한 핵심기술을 파악하고, 요구되는 사업관리 방법을 제시하고, 연구개발 결과를 입증할 방법을 제시하고, 비용·성능·일정 등을 효과적으로 관리하는 능력이 있을 수 있다. 따라서 선행연구 결과와 사업특성을 고려하여 종합하면 요구능력에 대한 기술개발 계획, 기술 확보수준, 사업관리 능력, 목표달성 능력, 연구책임자 능력, 사업인프라 능력 등을 평가요인으로 선정할 수 있다.

### 2.3. 평가지표 설계

개발하고자 하는 평가지표는 선행연구 결과와 방위사업청에서 사용하고 있는 항목을 분석하여 중복된 변수를 제거하였으며, 무기체계 연구개발 사업특성에 적합한 항목을 포함시켰다. 연구자에 의해 설계된 1차 항목은 전문가 인터뷰를 통해 수정 보완하여 객관화하였다. 전문가 인터뷰는 사업 관리 경험이 있는 현역, 무기체계 연구개발 경험이 있는 출연 연구원, 업체에서 무기체계 연구개발에 참여한 경험이 있는 연구원과 인터뷰를 실시하였으며, 인터뷰 방법은 설계된 항목을 제시하고 항목의 수정, 삭제, 추가 의견 제시를 요청하였으며, 현역과 정부출연 연구원은 면접인터뷰를 실시하고, 업체연구원은 전화 인터뷰를 실시하였다. 전문가 인터뷰 결과 설계된 항목은 Table 2.1과 같이 2차로 27개 항목으로 구성하였다. 27개 항목은 무기체계 특성에서 나타난바와 같이 연구개발결과 입증, 사업관리계획, 개발계획 타당성, 개발능력 확보, 사업인프라 등 5가지 요소가 포함되도록 하였다. 27개 항목은 국방연구개발 전문가를 통해 도출된 업체선정 평가항목의 타당성을 검증하기 위해 요인 분석을 실시하였으며 항목 간 우선순위를 선정하기 위해 AHP를 실시하였다.

Table 2.1 Defense research and development index by expert interview and paper study

Variable names		Variable names	
V01	Creativity for development objective/ strategic plan	V15	Needs technology analysis & selection ability
V02	System integration/Subassembly design & production plan	V16	Key technology possession & development plan
V03	Plan to meet the ROC (requirement of capability)	V17	Needs technology possession
V04	Interoperability plan	V18	Past experience of localization /research & development
V05	Software development plan	V19	Project organization / personnel excellence
V06	Project development plan	V20	Test equipment/facility/tool/SW/ M&S possession status
V07	Cost/schedule/performance management plan	V21	Possession plan of non-possession equipment/test facility
V08	Configuration management/quality assurance/certification plan	V22	Credit rating
V09	Risk management plan	V23	Propriety for protection plan of technology leakage
V10	Localization items selection & development plan	V24	Subcontractors expert & management plan
V11	Localization plan	V25	Project manager's expert/career/ management ability
V12	Integrated logistics support development plan	V26	Similar technology/patent/
V13	Test evaluation plan	V27	/patent/paper superiority with current project
V14	Military airworthiness certification plan		Communication with costumers & cooperation plan

### 3. 통계분석

#### 3.1. 신뢰도 및 타당도 분석

새롭게 개발된 국방연구개발 평가지표의 유효성 평가를 위해 설문조사를 실시하였으며 설문조사 대상은 국방 분야 관련 연구주체의 특수성과 조직 폐쇄성 등으로 설문부수를 늘리는데 한계가 있어 일반인을 대상으로 설문을 실시하지 않고, 가능한 한 국방연구개발에 경험이 많은 연구원이 응답하도록 노력하였다. 설문조사는 각각의 항목에 대한 타당성을 평가하기 위해 2012년 5월 21일부터 5월 31일까지 정부출연연구원, 사업관리자 경험이 있는 각 군, 업체연구원, 사업지원 관련기관으로부터 106부를 7점 척도로 설문하였다. 그러나 27개 항목 모두를 최고 (7점)와 보통 (4점)만으로 응답한 것과 답변을 하지 않은 항목이 많은 설문 등은 성실성이 결여되어 6부를 제외하고 100부를 분석에 활용하였다.

그리고 항목을 구성하고 있는 문항들이 측정하고자 하는 내용을 얼마나 일관성 있게 측정하였느냐를 검증하는 방법으로 내적 일관성을 평가하였으며 이를 위해 크론바흐 알파 계수 (Chronbach's  $\alpha$ )를 이용하였다. 크론바흐 알파 계수는 0~1 사이의 값을 가지며, 일반적으로 0.7 이상이면 바람직하고, 0.6 이상이면 수용할 정도 수준이며, 0.6 이하이면 내적일관성을 결여한 것으로 받아들여 진다 (Choi 등, 2011). 본 연구에서 신뢰도는 0.937로 매우 높은 내적일관성을 나타내고 있다.

업체를 선정하기 위한 측정변수의 개념 타당성을 평가하기 위하여 주축요인분석법 (principal factor analysis)과 사각회전 방식 (oblimin)을 통하여 요인분석을 실시하였다. 요인분석의 타당성을 확인하기 위해 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 검정에서 Kaiser (1974)는 척도 값이 0.5~0.7은 보통이고, 0.7~0.8은 아주 좋다고 하였으며, 0.5이상이면 받아들일 수 있는 값이라고 하였으며, KMO 값이 최소 0.6 이상이면 요인분석이 가능하다고 하였다 (Namlu와 Odabasi, 2004). 본 연구에서 KMO 척도 값이 0.870 상당히 좋은 결과이며, Bartlett 구형성 검정의 근사 카이제곱 값은 2101.702이고, 유의확률은 0.000으로 유의하여 요인분석이 가능하다고 판단된다 (Table 3.1).

**Table 3.1** KMO & Bartlett verification

Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy		.870
	chi-square approximation	2101.702
Bartlett's test of sphericity		
	degree of freedom	351
	p-value	.000

요인 적재량은 각 변수와 요인간의 상관관계 정도를 나타내주는 것으로 요인 적재량이 어느 정도 되어야 유의한 변수로 채택할 수 있는지 판단하는 절대적인 기준은 없으나 일반적으로 0.4 이상이면 유의성이 있는 것으로 간주하고 있다 (Chaiy, 2010). 그리고 요인 추출의 기준이 되는 요인적재 값은 표본 크기에 따른 기준 (Hair, 등. 2009)과 국방 연구개발 특성인 고비용, 혁신기술 확보능력 요구, 개발의 장기성 등으로 적재량이 높은 변수를 선택함으로써 측정항목의 타당성을 높일 수 있도록 적재량 0.6이상을 선정하였다.

그 결과 27개의 항목 중 요인적재량이 0.6이하인 종합군수지원요소 개발 계획 (V12), 상호운용성 확보계획 (V04), 핵심기술 확보 현황 및 계획의 우수성 (V16), 국산화 대상품목 식별 개발계획 (V10), 국산화 추진계획 (V11), 소요기술 분석 및 식별의 타당성 (V15), 미 보유 장비/시설 등에 대한 대책의 적절성 (V21), 체계통합 및 구성 품 설계/제작방안 (V02), 위험관리계획 (V09), 장비/시설/도구/SW/시험장비/M&S의 타당성 (V20) 등에 대한 대책의 적절성 등 10개 항목을 제외하고 17개 항목을 AHP에 활용하였다.

17개 변수는 고유치가 1.0이상인 변수에 대해 요인화 하였으며, 이는 5개의 요인으로 추출되었고

전체 설명력은 70.6%로 나타났다 (Table 3.2). 요인 1은 개발계획 타당성, 요인 2는 입증계획 타당성, 요인 3은 개발능력 확보적절성, 요인 4는 인프라우수성, 요인 5는 사업관리계획으로 명칭을 부여하였다.

Table 3.2 Results of factor analysis

Variable name	factor1	factor2	factor3	factor4	factor5	Cronbach's alpha coefficient
V023	.913					0.899
V022	.897					
V006	.671					
V005	.671					
V024	.622					
V013		.922				0.854
V014		.901				
V001		.747				
V003		.625				
V026			.945			
V027			.903			0.884
V025			.845			
V018				-.886		
V017				-.807		0.884
V019				-.610		
V007					.854	
V008					.694	0.881
Eigenvalues	10.979	3.040	2.220	1.591	1.221	
Unique variance	40.662	11.259	8.223	5.893	4.452	
Percentage of variance criterion	40.662	51.921	60.144	66.037	70.561	

### 3.2. AHP에 의한 우선순위 선정

1970년대 초반 T. Saaty에 의해 개발된 계층분석 의사결정방법은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교를 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 새로운 의사결정방법론이다. AHP는 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어 왔다. AHP는 다수의 속성들을 계층적으로 분류하여 각 속성의 중요도를 파악함으로써 최적 대안을 선정하는 기법이다. 또한 의사결정요소들의 속성과 그 측정척도가 다양한 다기준의사결정 문제에 효과적으로 적용되어 의사결정자가 선택할 수 있는 여러 가지 대안들을 체계적으로 순위 화 시키고, 그 가중치 비율척도로 도출하는 방법을 제시한다.

AHP 분석방법은 의사결정을 함에 있어서 복잡한 문제 상황의 구성요소간의 상호 의존성을 그림으로 구조화하고 논리적인 판단뿐만 아니라 직관, 감정, 그리고 경험까지도 함께 고려하여 의사결정을 하는 기법이다 (Mun, 2009). AHP분석방법을 이용하여 문제를 해결하려면 우선 문제의 요소를 최종목표와 단계의 구분 및 단계별 평가기준, 그리고 대안으로 구분하여 계층을 형성한다. 계층구성을 위한 각 기준과 단계들은 의사결정의 종류에 따라 매우 다양하게 만들어 질 수 있다. AHP는 에너지·자원·교통·입지 등의 경제문제, 금융·인사·조직·마케팅·호텔 등의 경영문제, 정부·국방·등의 정치문제, 연구개발·생산·품질·컴퓨터 등의 기술문제, 교육·안전·환경·보건·농업·체육 등 사회문제 등 모든 분야에서 다양하게 사용되고 있다 (Sin 등, 2009). AHP에서 쌍대비교에 의한 가중치는 행렬 곱을 연산함으로써 (식 3-1) 상호 중요도를 수학적으로 도출할 수 있다 (Park, 2009). 결과 값은 0에서 1 사이의 값이 산출되는데 이는 전체 합이 1이 되며 1에 가까울수록 상대적 가중치가 크다고 할 수 있다.

$$W_j = \sum_j w_j \delta_{ij} \quad (3.1)$$

여기서  $W_j$  :  $i$ 번째 대안에 대한 종합가중치,

$w_j$ : 평가기준  $j$ 에 대한 상대적 가중치,

$\delta_{ij}$ : 대안  $i$ 에 대한 평가기준  $j$ 의 상대적 가중치이다.

또한 AHP는 설문응답자의 논리적 오류를 판단할 수 있다. 이러한 논리적 오류는 일관성 지수 CI (consistency Index)를 무작위 지수인 RI (random Index)로 나눈 일관성 비율 CR (consistency Rate)을 계산하여 판단한다.

$$CR = CI/RI \quad (3.2)$$

여기서  $CI = (\lambda_{\max} - 1)/(n - 1)$ ,  $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left( \frac{\text{행합계1}}{\text{가중치1}} + \frac{\text{행합계2}}{\text{가중치2}} + \dots + \frac{\text{행합계n}}{\text{가중치n}} \right)$ 이다.

일반적으로 일관성 비율이 0.1 미만이면 ‘논리적 있음’, 0.1 이상 0.2 미만이면 ‘나쁘지 않으며 논리적으로 응답한 것’이며, 0.2 이상이면 논리적 없이 응답한 것이므로 통계분석에서 제외 한다 (Saaty, 1990). 가중치 분석을 위해 2012년 8월 24일부터 27일까지 사업관리자와 정부출연 연구원을 대상으로 20부를 설문 조사하였다.

본 연구에서는 항목 간 우선순위를 분석하기 위해 Expert Choice 11 소프트웨어를 활용하였으며 설문 응답자의 논리성을 확보하기 위해 개인별 일관성 지수가 0.2 이상인 2부를 제외하고 18부를 AHP 분석에 활용하였다.

#### 4. 실증분석

개발된 27개 변수에 대한 주축요인분석 결과 요인적재량이 0.6이하인 10개 변수는 제외되고 유의미한 변수는 17개로 나타났다. 유의미한 17개 변수는 5개의 요인으로 묶였으며 상위 계층, 중간 계층, 하위 계층으로 구성하였다. 계층별 가중치를 분석한 결과 상위계층에서는 업체능력 (0.609)이 개발계획 (0.391)보다 중요하게 나타났다 (Table 4.1). 이는 첨단기술을 개발할 수 있는 소요기술 확보여부, 현 사업과 유사한 특허 및 논문 등을 보유한 업체능력을 중요하게 평가한 것이다. 개발계획의 중간 계층에서는 입증계획 타당성 (0.504)이 사업관리계획 (0.293)과 개발계획타당성 (0.203)보다 높게 나타났다. 업체개발 능력의 중간계층에서는 업체의 개발능력 확보 (0.543)가 인프라 능력 (0.457)보다 높게 나타났다. 개발결과 입증의 하위계층에서는 개발목표와 전략의 창의성 (0.277)이 가장 높게 나타났고, 요구 성능 충족계획 (0.263), 시험평가 계획 (0.256), 군용항공기 감항인증 계획 (0.204) 순으로 나타났다. 사업관리계획의 하위 계층에서는 비용/일정/성능 관리계획 (0.743)이 가장 높게 나타났고, 그 다음이 형상관리 및 품질보증/인증방안 (0.257)으로 나타났다.

개발계획 타당성의 하위 계층에서는 업체 신용등급의 우수성 (0.228)이 가장 높게 나타났고, 소프트웨어 개발계획 (0.215), 기술유출 방지대책 (0.211), 개발추진 계획 (0.194), 협력업체 전문성 및 관리의 적절성 (0.151) 순으로 나타났다. 개발능력 확보 하위 계층에서는 고객과의 의사소통 또는 협력방안 (0.449)이 가장 높게 나타났고, 참여 사업과 유사한 기술특허 및 논문 우수성 (0.316), 연구책임자 전문성/경력 및 관리능력 (0.235) 순으로 나타났다. 인프라 능력의 하위 계층에서는 소요기술 확보여부 (0.285)가 가장 높게 나타났고, 사업수행 조직 및 인력의 우수성 (0.319), 유사장비/국산화 연구개발 실적 (0.312) 순으로 나타났다.

마지막으로 전체 순위에서는 고객과 의사소통 또는 협력방안의 적절성 (0.149)이 가장 중요하게 나타났고, 그 다음이 현 사업 유사기술 특허 및 논문의 우수성 (0.104), 소요기술 확보여부 (0.103), 사업수행 조직 및 인력의 우수성 (0.089) 등 순으로 중요성을 높게 평가하였다. 고객과의 의사소통 협력방안은 국방연구개발 특성상 많은 기관과 인원이 참여하고, 또한 국방연구개발 실패 사례 등의 영향으로 본 항목을 가장 중요하게 평가한 것으로 판단된다.

반면 SW개발 방안 (0.012)이 가장 낮게 나타났고, 협력업체 전문성 및 관리의 적절성 (0.015), 기술 유출 방지대책의 적절성 (0.017) 등이 낮은 순위로 나타났다. SW개발 계획은 제품개발에 포함되므로

그 중요성을 가장 낮게 평가하였으며, 기술유출 방지대책은 국방연구개발에서 중요한 특성임에도 낮은 순위로 나타났는데 이는 연구개발 업체를 선정하기 위한 제안서를 평가하는 측면에서 살펴보면 제안서만으로 우열을 평가할 수 있는 변별력이 부족하기 때문인 것으로 판단된다.

**Table 4.1** AHP result

High level	Middle level	Low level		
		Variable name	Weight	Total weight
Development plan (0.391)	Proven plan validity (0.504)	V013 Test evaluation plan	0.256	0.050
		V014 Military airworthiness certification plan	0.204	0.040
		V001 Creativity for development objective/strategic plan	0.277	0.055
		V003 Plan to meet the ROC (requirement of capability)	0.263	0.052
	Project management plan (0.293)	V007 Cost/schedule/performance management plan	0.743	0.085
		V008 Configuration management/quality assurance / certification plan	0.257	0.029
	Development plan validity (0.203)	V023 Propriety for protection plan of technology leakage	0.211	0.017
		V022 Credit rating	0.228	0.018
		V006 Project development plan	0.194	0.015
		V005 Software development plan	0.215	0.017
Developers ability (0.609)	Development ability (0.543)	V024 Subcontractors expert & management plan	0.151	0.012
		V026 Similar technology/patent/paper superiority with current project	0.316	0.104
		V027 Communication with costumers & cooperation plan	0.449	0.149
	Infra ability (0.457)	V025 Project manager's expert/career/management ability	0.235	0.078
		V018 Past experience of localization& development/research & development	0.312	0.087
		V017 Needs technology possession	0.369	0.103
		V019 Project organization / personnel excellence	0.319	0.089

## 5. 결론

국방연구개발에 참여하는 능력 있는 업체를 선정하기 위한 평가지표 개발을 위해 본 연구에서는 업체선정 평가항목 설계, 계층화, 중요도 산출 등의 체계적인 평가지표 개발절차를 정립하였다.

본 연구에서 개발한 평가지표는 그 효과성을 높이기 위해 실제 무기체계 연구개발에 참여한 경험 있는 정부출연 연구원 및 업체 연구원과 사업관리자를 대상으로 설문을 실시하였다.

무기체계 개발이 성공하기 위해서는 참여하는 업체의 능력이 무엇보다 중요하며, 국방연구개발 특성에서 나타난 바와 같이 실패는 많은 비용이 소요되고 전력증강에 차질이 발생할 수 있으므로 이러한 실패의 원인 중에 대부분이 고객 즉, 사용자와의 의사소통이나 협력방안, 업체능력 부족, 사업관리자의 관리능력 미흡에 있는 것으로 판단하여 이들을 중요하게 판단한 것으로 나타났다. 그리고 기술유출 방지대책, 협력업체 전문성 및 관리의 적절성, 소프트웨어 개발방안은 중요도를 낮게 평가한 것으로 나타났다.

본 연구에서 제시한 평가지표를 실무에 적용하기 위해서는 항목별 배점을 정수 값으로 보정하고, 5점이나 7점 산술방식을 평가에 적용하는 것이 바람직한 것으로 판단되며, 평가지표 개발을 위해 사업 특성을 분석하고 이를 과학적으로 입증하여 개발함으로써 지표의 신뢰성과 객관성을 확보하였다고 할 수 있겠다.

마지막으로 향후에 추가로 연구해야 할 과제로는 개발된 평가지표에 대해 시뮬레이션기법 등을 활용하여 지속적인 평가지표 개선활동 수행 및 평가지표 검증방법 연구가 필요하겠다. 그리고 또한 본 연구에서는 주로 연구자 관점에서 평가지표가 개발되었으나 평가지표는 사업자 즉 평가자 관점에서 개발되어야 필요성이 있음을 고려할 때 평가자 중심의 설문을 통한 항목개발도 필요할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- Chaiky, S. I. (2010). *Social science research & methodology*, 3rd Ed., B&M Books, Seoul, 377-395.
- Choi, H. S., Lee, Y. S. and Ha, J. C. (2011). A study on the impact of stress on self-confidence in job-seeking through structural equation modeling. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **22**, 313-322.
- Choi, W. H. and Jo, K. T. (2003). *Analytic process*, Donghyun Publishing Company, Seoul.
- Defense acquisition program act, article 3. (2011).
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. and Anderson. R. E. (2009). *Multivariate data analysis*, 7th Ed., Prentice Hall, New Jersey.
- Hong, J. M. (2011). An AHP approach for the importance weight of renewable energy investment criterion in the private sector. *Korea Energy Economic Review*, **10**, 115-142.
- Jang, J. S. (2008). *A study on selecting the evaluation index of defence key technology R&D project by AHP*, Ph. D. Thesis, Chungnam National University, Chungnam.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, **39**, 31-36.
- Kang, W. J. (2009). *A study on selecting the evaluation index of defense key technology project by AHP*, M. D. Thesis, Hanyang University, Seoul.
- Kim, C. S. (2008). *A study on selecting the evaluation index for defence key technology project*, Ph. D. Thesis, Busan National University, Busan.
- Kim, S. Y. (2010). *A study on selecting the development company project for defense information system*, Ph. D. Thesis, Dongguk University, Seoul.
- Mayoux, L. (2002). *From impact assessment to sustainable and participatory practical learning: A guide for enterprise development*, working paper, Open University, Milton Keynes, UK, 1-23.
- Mun, T. H. (2009). *AHP analysis for the successful factors in 6-sigma activities*, Ph. D. Thesis, Yeungnam University, Daegu.
- Namlu, A. G. and Odabasi, H. F. (2007). Unethical computer using behavior scale; A study of reliability and validity on Turkish university student. *Computers & Education*, **48**, 205-215.
- Pak, R. J. (2009). More active application of importance-performance analysis in the case of cyber lecture. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **20**, 329-338.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*, The McGraw-Hill Companies, New York.
- Saaty, T. L. (1996). *Multicriteria decision making: The analytical hierarchy process*, RWS publications, Pittsburgh.
- Sin, J. Y., Kun, R. M. and Mun, S. W. (2008). Application of AHP to improve department management class satisfaction of university students. *Proceedings of Korea International Accounting Association*, 52-58.
- Wadhwa, V. and Ravindran, A. R. (2007). Vendor selection in outsourcing. *Computers & Operations Research*, **34**, 3725-3737.
- Wilson, G. A. and Butler, H. (2001). The use of socio-economic and environmental indicators in assessing the effectiveness of EU agri-environmental policy. *European Environment*, **11**, 297-313.
- Yang, H. S. (2004). A study on the improving of research evaluation index for national R&D project. *Proceedings of Spring Conference of The Korean Operations Research and Management Science Society/Korea Institute of Industrial Engineers*, 486-502

## A method for selecting the evaluation index of defence R&D project by AHP

Seong Park<sup>1</sup> · Yeon Woong Hong<sup>2</sup> · Joong Kyung Na<sup>3</sup>

<sup>123</sup>School of Management & Tourism, Dongyang University

Received 3 August 2012, revised 30 August 2012, accepted 12 September 2012

### Abstract

To evaluate companies that participated in the defense R&D project, 27 variables are chosen through literature survey, feature analysis of defense R&D and interviews with military experts. 17 variables are selected after factor analysis which is applied to reduce the number of variables and to detect structure in the relationships among variables, that is to classify variables using Likert-type scales. And then 17 variables are prioritized by AHP (analytic hierarchy process) method. It is shown that communication skill & cooperation strategy, level of technology, possession of needs technology have high priorities. However, protection plan of technology leakage, expertise of sub-contractors, software development plan have low priorities.

*Keywords:* Analytic hierarchy process, defence research and development, evaluation index, factor analysis.

---

<sup>1</sup> Ph.D. candidate, Department of Business Administration, Dongyang University, Poongki 750-711, Korea.

<sup>2</sup> Professor, School of Management & Tourism, Dongyang University, Poongki 750-711, Korea.

<sup>3</sup> Corresponding author: Professor, School of Management & Tourism, Dongyang University, Poongki 750-711, Korea. E-mail: jkna@dyu.ac.kr