

# 기술통합관계를 이용한 핵심요소기술(CTEs) 선정방안 연구

## A Study on the Selection of Critical Technology Elements(CTEs) Using Integration Relations between Technologies or Components

배 윤 호\*      최 석 철\*  
Yoon-Ho Bae      Seok-Cheol Choi

### Abstract

Military technology transition is the process of transition from the science and technology environment to systems to supply effective weapon systems and support systems to the fighters. In case of technology transition decision, immature technologies result in increasing acquisition cost and delaying schedule toward the objective system.

In this paper, we proposed a method to identify and select critical technology elements by integration relations between technologies or components, for supporting technology transition and risk management of military R&D projects.

Keywords : Critical Technology Elements(CTEs), Technology Readiness Assessment(TRA), Integration Readiness Level (IRL), N-Step Transition Probability

### 1. 서론

우리군은 2024년까지 첨단무기체계 독자개발 능력을 확보한다는 중장기적 목표를 설정하고, 세계수준의 국방과학기술 역량을 확보한다는 비전을 현실화하기 위한 세부 전략을 수립하여 추진 중이다. 또한 미래 무기체계를 포함하여 소요 핵심기술 개발역량을 강화하기 위한 연구개발비 투자확대, 국방과학연구소의 국방 핵심기술 중심의 역할 변환, 산학연으로 하여금 국방

연구개발사업에의 참여를 보다 적극적으로 유도·지원함으로써 개방형 혁신(Open Innovation)의 범위 확대와 함께 국방연구개발의 효율성을 확대해 나가고 있다.

국방과학기술은 기초연구과제에서부터 무기체계 적용까지 국방 관련된 과학과 기술을 총 망라한다. 그런 만큼 무기체계 연구개발에 진입하는 절차 및 형태도 다양하다. 그러므로 무기체계에 적용되는 국방과학기술에 대한 위험관리를 위해 정량적, 정성적 평가를 필요로 한다. 우리군은 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 선진국의 기술성숙도평가 기법을 벤치마킹하여 규정화하였으나, 구체적인 시행절차에 대해서는 방법론과 절차를 제시하지 못하고 있다.

본 연구에서는 국방과학기술의 개발관리 및 기술

† 2009년 9월 3일 접수~2009년 12월 18일 게재승인

\* 국방대학교 무기체계학과(KNDU)

책임저자 : 배윤호(ddh9722@korea.kr)

전이 지원을 위한 위험관리방안으로 미 국방부에서 정립한 기술성숙도평가(TRA : Technology Readiness Assessment) 절차에 따른 체계통합 시기의 정성적 관점의 핵심요소기술(CTEs : Critical Technology Elements) 선정기준에 더하여, 무기체계 및 국방과학기술 획득시스템엔지니어링을 기반으로 하여 구성기술간의 통합관계를 정량적으로 측정함으로써 하부구성기술이 갖는 잠재적 위험을 가진 구성기술을 식별하고, 위험성이 있는 구성기술을 집중 관리함으로써 최종 목표체계가 갖는 위험성을 최소화하기 위한 방안으로 제시하였다. 구성기술간의 통합을 통한 위험관리 방법은 최초 설정된 CTEs 외에 기술개발간에 도출되는 구성기술의 위험을 식별하고 관리하는데 효과적일 것으로 기대된다.

## 2. 핵심요소기술(CTEs) 선정에 관한 고찰

### 가. 핵심요소기술(CTEs)의 목적

미 회계감사국(GAO : Government Accountability Office)의 보고서에서는 52개의 무기체계 획득사업에 대한 분석결과로 미성숙된 기술을 개발일정지연과 예산증대의 주요요인으로 지적한 바 있다<sup>[11]</sup>. 위 GAO의 보고서에서 지적한 바와 같이, 기술성숙도는 무기체계 획득에 있어 중요 지표이자 의사결정 도구로, 시스템 엔지니어링 기반의 획득체계에서는 관련 핵심요소기술의 개발 및 성숙도(Readiness) 평가·관리절차를 세부적으로 규정하고 있다<sup>[9]</sup>.

Fig. 1은 무기체계 획득단계에서 체계통합을 위해 도출된 핵심요소기술(CTEs)에 대한 TRA 수행시점으로 국내에서는 탐색개발결과 보고서 작성시에 TRA 결과를 포함하도록 하고 있으며(선행연구단계에서 진입단계 설정 판단시 추가 필요), 미 국방부는 체계통합을 위한 전이결정시 및 개발·시연된 시제품에 대한 생산단계로의 전환시 등 2회에 걸쳐 TRA를 수행하도록 규정하고 있다<sup>[1,8]</sup>.

여기서 TRA는 체계개발단계로 전이하기 이전에 시스템 개발에 대한 불확실성을 최소화하기 위해 핵심요소기술에 대한 성숙도(Readiness)를 평가하여 사업승인에 대한 의사결정시 중요한 판단근거를 제공하는 프로세스의 하나이다. 미 국방부와 에너지부는 TRA를 통한 기술전이에 대한 의사결정 프로세스를 규정화하고 세부적인 지침을 마련함으로써 목표로 하는 시스템 획득 프로세스에 효율적으로 적용하고 있다.

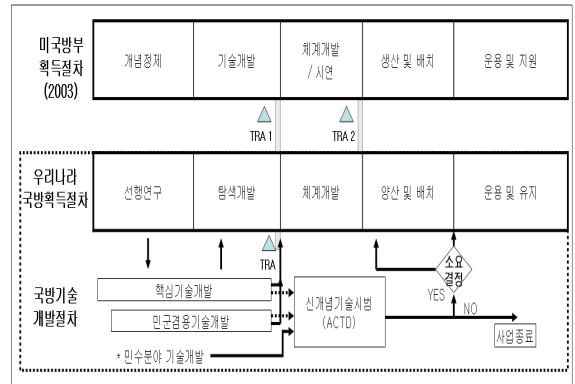


Fig. 1. 무기체계 획득단계별 TRA 수행시점

### 나. 핵심요소기술(CTEs)의 선정

핵심요소기술(CTEs)을 식별하는 것은 TRA 절차에 있어 가장 기본인 동시에 중요한 절차이다. 미 국방부에서 발간한 TRA에 대한 실무지침서에서는 핵심요소기술(CTEs) 식별을 위한 4가지 필수요건 및 4가지 충족요건을 제시하였다. 4가지 필수요건은 운용요구조건, 기술의 납기일자, 경제적 가용성 및 진화적 획득 전략에 대한 충족성과 영향을 포함하며, 4가지의 충족요건은 신기술 여부, 변경여부, 새로운 환경에 대한 실현성 및 시현능력·환경에 대한 기대치로 필수요건 및 충족요건 각각에 대해 1가지 이상을 만족하여야 한다<sup>[9]</sup>.

또한 핵심요소기술(CTEs)의 도출은 무기체계 획득사업의 작업분할구조(WBS : Work Breakdown Structure)에 대한 포괄적 검토를 근간으로 한 시스템엔지니어링 절차를 바탕으로 이루어진다. 즉 기능 및 기술적 성능요건을 할당하는 기능적 아키텍처와 시스템을 세분화한 물리적 아키텍처에 대한 분석적 접근을 필요로 한다.

최종적으로 얻고자하는 목표시스템은 수많은 하부시스템으로 구성되며, 하부시스템은 더 많은 구성품 및 부품의 구성으로, 개별 구성기술 또는 부품은 특유의 성능요건을 가지고 있다. 시스템 엔지니어링 적용을 위한 기본표준인 ANSI/EIA 632(1999)에서는 Fig. 2에서 보는 것과 같이 전체 시스템에 대해 분할하여 특성과 목표 성능(Requirement)에 맞춰 개발하는 시스템 구조를 제시하였다<sup>[3]</sup>. 그러므로 분할된 구성기술 또는 부품에 대한 추적 및 전체 시스템 차원에서 체계관리가 될 수 있는 프로세스는 지속적으로 이루어져야 한다.

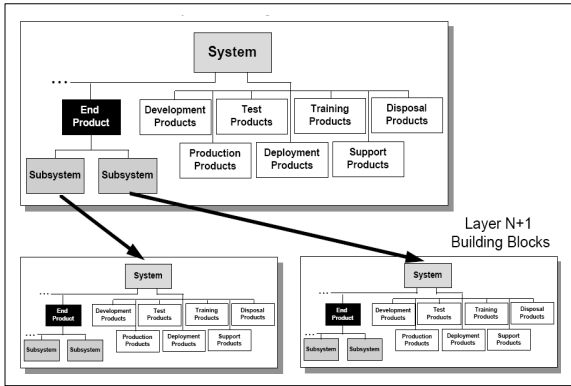


Fig. 2. 시스템 구조

그러므로 목표시스템으로부터 핵심요소기술(CTEs)을 식별 및 선정하기 위해서는 소요개발시의 시스템의 운용요구조건에 대한 충분한 이해를 바탕으로 하부 시스템 또는 구성품간의 기능적, 물리적 관계성이 충분히 고려되어야 한다<sup>[2]</sup>.

### 3. 기술간 통합관계를 이용한 CTEs 선정 모형설계

#### 가. 통합준비수준(IRL)을 통한 구성기술간 통합관계 측정

핵심요소기술(CTEs)은 시스템 엔지니어링 기반의 기능적, 물리적 분석을 통해 얻을 수 있다. 본 연구에서는 핵심요소기술(CTEs) 선정에 위해 목표시스템을 기능적, 물리적 관계를 고려하여 WBS를 분할하였다.

또한 분할한 구성기술간의 통합관계를 정량적으로 측정하기 위해 스티븐스 공대에서 제안한 통합준비수준(IRL : Integration Readiness Level)을 사용하였다<sup>[3,5,6]</sup>. IRL은 구성기술간의 인터페이스, 상호작용 및 통합을 측정하는 지표로 9단계의 개발환경의 성숙도를 나타낸다.

기술간의 통합관계는 아래와 같이  $n \times n$ 의 정방행렬로 나타낼 수 있다.

$$IRL_{ii} = \begin{pmatrix} IRL_{11} & \dots & IRL_{i1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ IRL_{1i} & \dots & IRL_{ii} \end{pmatrix} \quad (1)$$

통합된 구성기술간의 통합수준평가는 기술성숙도

(TRL : Technology Readiness Level)와 유사한 환경 및 성숙 수준을 가지는 IRL 매트릭스를 이용하였다.

Table 1. 통합준비수준의 구분, 환경 및 정의

IRL	환경	정 의
9	operational	성공적인 임무작전을 통해 통합이 증명된 수준
8	operational	체계통합이 완료되고, 시스템 환경에서의 시험·평가를 통해 임무가 검증된 수준
7	operational	기술통합이 작동하기 위해 충분히 세부적으로 검증 및 확인되는 수준
6	relevant	통합하는 기술이 의도된 적용을 위한 정보를 수락, 해석 및 구조화할 수 있는 수준
5	relevant	통합을 수립, 관리 및 제거하는데 필요한 기술들을 충분히 통제할 수 있는 수준
4	laboratory	기술들 간의 통합에 따른 품질보증 이 충분히 세부적으로 이루어지는 수준
3	laboratory	기술들 간에 정연하고 효율적으로 통합, 연동함에 있어 적합한 수준
2	paper	기술간 인터페이스를 통해 어느정도 수준의 특이성으로 기술적 인터페이스기술 간의 상호작용을 특정 지을 수 있는 수준
1	paper	기술 간의 인터페이스가 관계성의 특정 지을 수 있도록 충분히 자세하게 식별된 수준

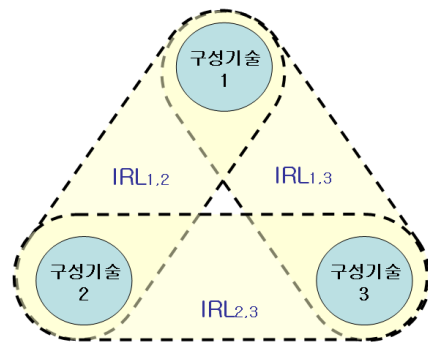


Fig. 3. 구성기술간의 IRL 관계도

나. 통합관계에 대한 가중치 도출

목표시스템의 구성기술간에는 복잡한 관계성이 존재한다. 단일기능의 구성품은 단순한 통합관계를 가지지만, 메인컴퓨터와 같이 모든 구성품과 기능적 연계성을 가진 구성품은 복잡한 통합관계성을 갖으며, 시험평가 등 성능평가도 복잡한 관계성을 갖게 된다.

본 연구에서는 구성기술간에 복잡한 관계성이 성립되면 기술개발에 따른 위험도 증가한다는 가정 하에, 마코프 체인의 안정상태 확률을 통한 통합가중치를 도출하였다.

안정상태 확률은 미래의 상태에 대해 과거의 상태와는 독립적이고 현재의 상태에만 의존하는 특성을 가진 확률과정으로 확률과정  $\{X_t\}$ 가  $t = 0, 1, \dots, n-1$ 와 모든  $i, j, k_0, k_1, \dots, k_{t-1}$ 에 대하여  $P\{X_{t+1} = j | X_0 = k_0, X_1 = k_1, \dots, k_{t-1}, X_t = i\} = P\{X_{t+1} = j | X_t = i\}$ 을 만족하는 마코비안 성질(Markovian Property)을 가지며,  $P\{X_{t+1} = j | X_t = i\} = P\{X_1 = j | X_0 = i\}$ , for all  $t = 0, 1, 2, \dots, n-1$ 이 성립한다. 또한  $P\{X_{t+n} = j | X_t = i\} = P\{X_n = j | X_0 = i\}$ 의 조건부 확률을 n-단계 전이확률(N-Step Transition Probabilities)라고 하며, 단순화하여 정리하면 아래와 같다.

$$P^{(n)} = \begin{matrix} \text{상태} & 0 & 1 & \dots & M \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ M \end{matrix} & \begin{bmatrix} P_{00}^{(n)} & P_{01}^{(n)} & \dots & P_{0M}^{(n)} \\ P_{10}^{(n)} & P_{11}^{(n)} & \dots & P_{1M}^{(n)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{M0}^{(n)} & P_{M1}^{(n)} & \dots & P_{MM}^{(n)} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} P_{ij} &= P\{X_{t+1} = j | X_t = i\}, \\ P_{ij}^{(n)} &= P\{X_{t+n} = j | X_t = i\} \end{aligned} \quad (3)$$

이를 만족하는 모든 확률값( $P_{ij}^{(n)}$ )은 음수가 아니어야 하며, 확률의 합( $\sum P_{ij}^{(n)} = 1$ )의 성질을 갖는다<sup>[10]</sup>. 그러므로  $n \times n$ 의 정방행렬의 IRL 측정값을 통해 안정상태 확률을 도출하며, 이 결과는 구성기술간의 통합관계 및 통합준비수준에 비례한 값을 갖게 된다.

측정된 IRL과 안정상태 확률을 이용하여 구성기술별 통합가중치(상대빈도) 및 통합가중치에 대한 개별기술의 통합결과(통합가중치/기술통합수\*100)를 도출하였다. 개별기술에 대한 통합빈도를 비교하기 위해 기술별 통합빈도에 대해 임의적으로 100을 곱하였다.

4. CTEs 도출 실증분석

가. 기능분석 및 IRL 측정

IRL 측정을 통한 핵심요소기술(CTEs) 선정 실증 분석을 위해 국내개발 중인 신개념기술시범(ACTD : Advanced Concept Technology Demonstration) 과제를 대상으로 기능분석 및 가중치 산출을 위한 IRL 측정 값을 재인용하였다<sup>[2]</sup>. 산출된 IRL 측정값은 기존 개발 경험 및 시험평가 결과에 대해 IRL 매트릭스를 적용한 개발자의 잠정적 결과치로 사업관리자, 개발자, 관련 분야 전문가의 의견과 검토를 통한 결과가 아니므로, 실제 사업에 적용시에는 충분한 검증자료가 제시되어야 하겠다.

분석대상사업은 정부부자의 산학연 주관 참여과제로, 사용군의 소요를 통해 2008년 계약 착수하여 현재 연구개발 중으로 2009년 말까지 구성품에 대한 부분 시험평가, 2011년 군사적 실용성 평가를 통해 군사용 적합여부가 결정될 예정이다.

대상 시스템에 대한 기능분석 및 WBS 분할을 위해 사용군에서의 관련 시스템에 대한 운용개념 및 제안 내용을 근거로 하였다. 대상 시스템은 Main Control Computer를 중심으로 하부구성품의 기능이 통제되는 형태의 기능흐름도를 가지고 있으며, SE 분석지원 도구인 Vitech사의 CORE를 이용하여 Fig. 4를 도출하였다. 이 기능분석 결과 및 개발자가 작성한 WBS 결과를 바탕으로 측정대상 구성기술을 선정 및 IRL 매트릭스를 이용하여 통합관계를 측정하였다.

구성기술간의 IRL은 목표시스템의 구성체계를 근거로 3단계의 WBS로 분할하여 측정하였으며, Table 2는

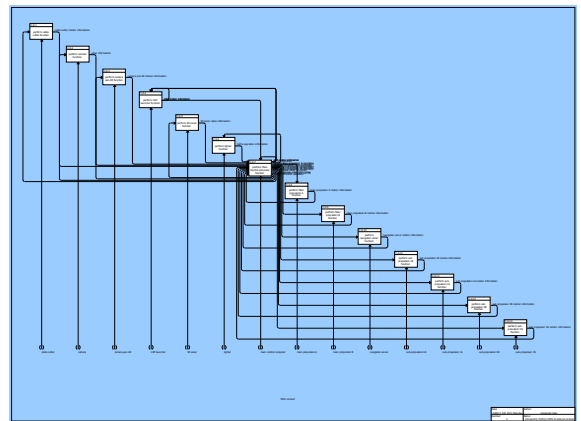


Fig. 4. CORE를 이용한 기능분해 IDEF0 다이어그램

Table 2. 구성기술의 IRL 상대빈도와 통합가중치

IRL 상대빈도																	통합가중치
0.21	0.10	0.10	0.10	0.10	0	0	0.14	0.14	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0.0871
0.31	0.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.027
0.31	0	0.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.027
0.31	0	0	0.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.027
0.31	0	0	0	0.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.027
0	0	0	0	0	0.36	0.20	0.20	0	0	0	0	0	0	0.24	0	0	0.0519
0	0	0	0	0	0.09	0.17	0.09	0.13	0.13	0.13	0.13	0	0.13	0	0	0	0.1121
0.21	0	0	0	0	0.17	0.17	0.31	0	0	0	0	0	0	0.14	0	0	0.0602
0.15	0	0	0	0	0	0.18	0	0.23	0	0	0	0	0.15	0.15	0	0.15	0.083
0	0	0	0	0	0	0.24	0	0	0.31	0	0.24	0	0.21	0	0	0	0.0602
0	0	0	0	0	0	0.24	0	0	0	0.31	0.24	0	0.21	0	0	0	0.0602
0	0	0	0	0	0	0.19	0	0	0.19	0.19	0.25	0	0.17	0	0	0	0.0747
0.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0	0.18	0	0.0353
0	0	0	0	0	0	0.18	0	0.15	0.15	0.15	0.15	0	0.23	0	0	0	0.083
0	0	0	0	0	0.18	0	0.12	0.18	0	0	0	0	0	0.26	0.12	0.15	0.0706
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0.20	0.45	0	0.0415
0	0	0	0	0	0	0	0	0.30	0	0	0	0	0	0.25	0	0.45	0.0415
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	0	0.027

측정된 IRL 결과를 바탕으로 구성기술의 통합관계에 대한 우선순위 선정에 의해 변환한 통합 상대빈도로,  $\sum(IRL_{n,i} / \sum IRL_{n,i}) = 1$ 을 만족하는 마코프 체인의 조건부 확률로 변환한 결과이다. 구성기술의 IRL 빈도는  $IRL_{n,i}$ 에 대해  $\sum IRL_{n,i}$ 로 나눠줌으로서 얻을 수 있다.

나. 통합가중치 도출 및 결과분석

통합가중치를 도출하기 위해 마코비안 성질을 만족하는 정방형의 IRL 측정값을 통한 n-단계 전이확률을 이용하였다. 즉 통합가중치는 구성기술간의 통합관계가 n-단계에서 상태(j)에 있을 조건부 확률로, 해당 구성기술이 다른 구성기술과 통합관계를 이루는 확률로 볼 수 있다. 본 연구에서는 가중치에 따른 구성기술에 대한 우선순위에 따른 CTEs 선정을 위해 개별기술 통합빈도가 1.2 이하인 기술을 CTEs로 임의로 선정하였

다. 그 결과 기술통합수가 8개인 기술(1, 7번) 중 1번 기술이 1.09로 구성기술간의 통합관계가 미흡하다는 것을 확인할 수 있다. 마찬가지로 기술통합이 6개인 기술 3개에 대해서도 비교해 보면 15번 기술이 1.18로 통합수준이 미숙한 것을 확인할 수 있다. 기술통합이 5개, 4개, 3개인 기술에 대해서도 동일한 방법으로 1.2 이하의 값을 가진 기술이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 즉 개발중인 ACTD 과제관리에 있어 기술통합이 미숙한 1, 15, 8, 16, 13 구성기술에 대한 집중적인 위험관리를 통해 목표 시스템에 대한 획득이 가능함을 짐작할 수 있다.

또한 이 결과를 통합가중치와 비교 분석해 보면, 구성기술의 1, 7, 9, 12, 14, 15번 기술이 다른 기술들과 통합관계빈도가 높은 기술이며, 통합에 따른 위험도가 높은 기술은 1, 8, 13, 15, 16번 기술이다. 통합가중치에 따른 대상 기술과 통합가중치를 이용하여 개별 기

Table 3. 통합가중치에 따른 CTEs 선정결과

기술 통합수	통합 가중치	구성기술 순번	(통합가중치/ 기술통합수)*100
8	0.0871	1	1.09
	0.1121	7	1.40
6	0.083	9	1.38
	0.083	14	1.38
	0.0706	15	1.18
5	0.0602	8	1.20
	0.0747	12	1.49
4	0.0519	6	1.30
	0.0602	10	1.51
	0.0602	11	1.51
	0.0415	16	1.04
3	0.0353	13	1.18
	0.0415	17	1.38
2	0.027	2	1.35
	0.027	3	1.35
	0.027	4	1.35
	0.027	5	1.35
	0.027	18	1.35

술이 가지는 통합관계를 나타낸 비교결과는 Fig. 5와 같이 나타낼 수 있다. Fig. 5의 도표가 제시하는 의미는 위의 두 대상 기술군에 공통으로 해당되는 1, 15번 기술은 다른 기술과의 통합관계가 높은 반면, 통합을 위한 기술의 준비수준이 미성숙되었다고 판단할 수 있다. 이는 곧 개발자가 달성하고자 하는 목표시스템을 개발하고자 할 때, 해당 기술로 인해 일정지연 및 비용의 증가가 초래할 것이라는 위험성을 경고하고 있다.

이와 같은 예제를 무기체계 시스템 단위로 확대하여 생각해 보면, 미성숙된 기술로 인해 무기체계 획득 전체 사업관리에 부정적인 영향을 미친다는 것이다. 그러므로 사업관리자 및 개발자는 해당 두 개 기술을 포함한 통합수준이 목표수준까지 도달하지 않은 기술들을 우선순위에 따라 식별하고, 위험관리 기술로 선정된 기술에 대한 사후관리를 통해 핵심요소기술개발의 문제 분석 및 해결을 통한 기술개발관리노력을 확대해 나가야 할 것이다.

### 5. 결론

우리군은 첨단무기체계의 독자개발을 통한 군 전력화에 기여하기 위해 국방과학기술에 대한 연구개발투

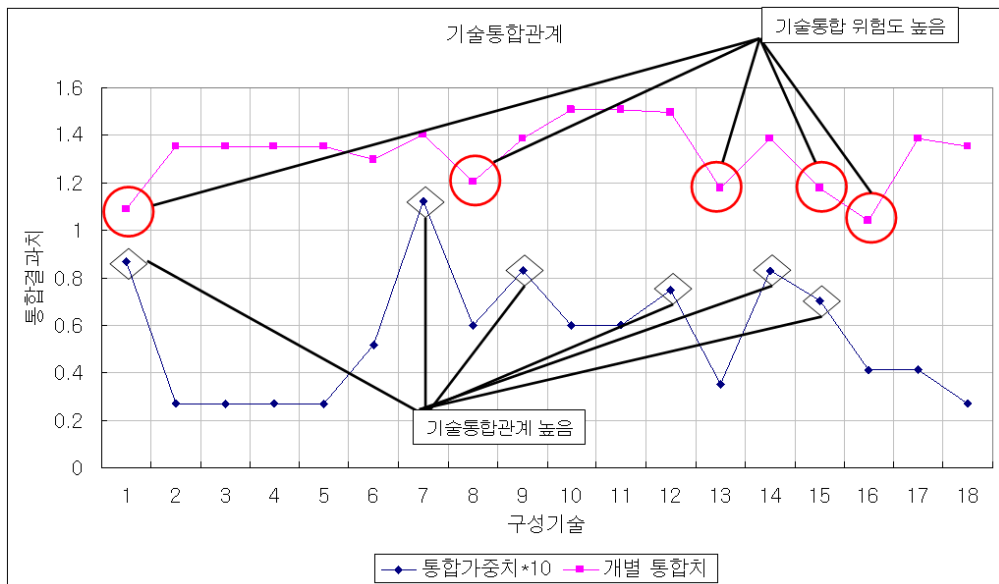


Fig. 5. 구성기술의 통합관계

자 확대, 첨단과학기술의 독자개발 지원 및 산학연을 포함한 국내 연구개발 역량 강화를 위한 다양한 정책과 지원을 해오고 있다. 그러나 국방과학기술의 개발과 무기체계 획득사이에는 여전히 연구개발 및 통합에 따른 “valley of death”의 위험이 항시 존재하고 있다. 특히 주요 핵심부품의 다수를 해외수입에 의존하는 국내 현실태 고려시 통합에 따른 위험은 주요 이슈일 수밖에 없으며, 이러한 위험을 해결하기 위한 과학적 사고의 문제해결 접근 노력이 필요하다.

본 연구에서는 이러한 개발 및 통합에 따른 위험관리 기법으로 구성기술간의 통합관계를 측정하고, 이를 분석함으로써 목표시스템 획득에 주요한 위험요소인 CTEs를 선정하는 방안을 제시하였다. 구성기술간의 통합관계(IRL)를 이용한 CTEs는 미 국방부의 TRA 수행을 위한 무기체계 통합이전에 선정된 CTEs와는 달리 체계통합 또는 기술개발 과정에서 이루어지는 위험관리 차원에서 보다 효과적인 도구로 활용될 수 있겠다.

본 연구의 결과는 국방과학기술의 체계개발 단계로의 기술전이 및 개별 핵심기술과제 개발과제 등의 목표시스템에 대한 효과적인 위험관리 도구로서 국방연구개발 환경 전반에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- [1] 방위사업관리규정(방위사업청 훈령 제88호), 2009. 1. 1.
- [2] 배운호, 최석철, 문희승, “기술성숙도 측정을 통한 ACTD과제 전이결정에 관한 연구”, 한국군사과학기술학회지 제12권, 제1호, pp. 60~69, 2009.
- [3] ANSI/EIA-632, Processes for Engineering a System, p. 55, 1999. 1. 7.
- [4] B. J. Sauser, J. E. Ramirez-Marquez, Romulo Magnaye, Weiping Tan, A Systems Approach to Expanding the Technology Readiness Level within Defense Acquisition, International Journal of Defense Acquisition Management, Vol. 1, p. 47, 2008.
- [5] B. J. Sauser, D. Henry, and D. Dimarzio, “A System Maturity Index for the Systems Engineering Life Cycle”, International Journal of Industrial and Systems Engineering, Vol. 3, No. 6, pp. 8~30, 2008.
- [6] B. J. Sauser, J. E. Ramirez-Marquez, “System Maturity Indices for Decision Support in the Defense Acquisition Process”, Proceedings of the Fifth Annual Acquisition Research Symposium(NPS-AM-08-030), p. 130, 2008. 4. 23.
- [7] Chesbrough, Henry, Open Innovation : The New Imperative for Creating and Profiting from Technology, Harvard Business School Press : Boston, MA, p. 4, 2003.
- [8] DAU, Introduction to Defense Acquisition Management 6th Edition, p. 49, 2003. 11. 25.
- [9] DoD, Technology Readiness Assessment(TRA) Deskbook, 2005. 5.
- [10] Frederick. S. Hiller, Gerald J. Lieberman, Introduction Operations Research, McGraw-Hill, 2005.
- [11] GAO, Better Management of Technology Development Can Improve Weapon System Outcomes(GAO/NSID-99-162), p. 13, 1999. 7.
- [12] Walter Ellis Espy, Technology Transition : Guidance Versus Practice, p. 1, 2006. 3.