한국군사과학기술학회지 제13권 제1호, pp. 57~66, 2010년 2월

학술논문 체계공학 부문

복합시스템 환경에서의 능력진화프로세스 적용

Applications of Capability Evolution Process in the SoS Environment

송 상 기* 권 용 수*
Sang Ki Song Yong Soo Kwon

Abstract

This work describes an applications of CEP(Capability Evolution Process) in the SoS(Systems of Systems) environment. SoS is a set of systems that results when independent systems are integrated into a larger systems that delivers unique capability. CEP is focused on system performance and integration, interoperability requirement between systems within a force package. This work analyzes CEP and applies to ○○ joint marinetime operation. From these results, the possiblity of the CEP application in the SoS environment is presented.

Keywords : Systems Engineering(시스템엔지니어링), Capability-Based Aquisition(능력기반 획득), SoS(복합시스템), JCIDS(합동능력 통합/개발체계), CEP(능력진화프로세스), 합동전투발전체계

1. 서 론

비선형적 전장환경에서 미래 위협에 대처하기 위한 무기체계 개발은 합동능력을 바탕으로 네트워크 기반하 복합시스템 관점의 시너지적 효과 창출에 중점을 두고 있다. 이에 따라 국방 획득프로그램도 합동능력 기반의 하향식 획득프로세스로 변화하고 있다. 이러한 획득환경의 변화는 국방 획득의사결정지원체계에 큰 변화를 가져와 소요창출, 기획관리, 및 획득프로세스가 밀접하게 통합되어 능력과 복합시스템 기반의 획득이 가능하게 되었다. 우리군도 이와 같은 변화흐름에 맞추어 미래전장 환경에서 전장인식, 지휘통제, 전력운용, 방호 및 지속지원 기능을 수행하는 복합시스템 획득을 위해 합동전투발전체계를 도입하여 정립 중이다[1].

합동전투발전체계에서는 Fig. 1과 같이 국방기본정책서와 합동군사전략서를 기반으로 합동작전의 운용 및 기능개념이 포함된 합동개념서와 합동작전에 요구되는 능력을 기술한 합동개념요구능력서를 작성한다. 그리고, 요구능력에 대한 현재 능력을 분석한 후 대안을 수립하여 전투발전 소요를 제안한다. 이 후 합동실험 결과를 기반으로 하여 합동소요를 통합하며, 합동전투발전소요를 바탕으로 각군에서 소요요청서를 작성하는 상향식 소요절차에 의해 중·장기 전력소요서가 작성된다[2].

이처럼 국내에서도 획득환경의 변화에 적응하기 위해 많은 노력을 기울이고 있으나, 합동전투발전체계에는 복합시스템 환경하에서 능력기반획득을 구현하는데 몇 가지 제한사항이 있다. 우선, 중·장기전력소요서에 ICD(Initial Capabilities Document), CDD(Capability Developement Document), CPD(Capabilityl Production

† 2009년 10월 9일 접수~2010년 1월 8일 게재승인
* 국방대학교(KNDU)
책임저자 : 송상기(roknssk@hanmail.net)

Document)에서와 같은 시스템 요구능력이 포함되지 않아 획득사업 의사결정 과정에서 중요한 기준제시가 곤란하다. 또한, 복합시스템 차원의 능력진화계획을 수립하고, 단일시스템 획득시 통합 및 상호운용성 보장을 통제하는 시스템이 마련되지 않았다. 이러한 제한사항을 보완하기 위해 요구문서인 OCD, ORD를 접목한 소요문서 개발 등의 연구가 발표되고 있으나[3], 복합시스템 환경에서의 획득이 고려되지 않고있는 실정이다. 따라서, 능력진화프로세스(CEP : Capability Evolution Process)와 같이 복합시스템 차원에서 능력을 기획하고 관리할 수 있는 프로세스에 대한 연구가 요구되며, 이를 통해 능력기반의 복합시스템 획득을 위한 기반 구축이 필요하다.

이러한 관점에서 본 논문은 복합시스템 획득프로세스인 능력진화프로세스에 대한 분석 및 하나의 사례를 기반으로 적용 가능성을 연구하였다. 이를 위해 미 해군의 능력진화프로세스 절차 및 산출물[4]에 대해 시스템엔지니어링 전산지원 도구인 CORE를 사용하여 기능분석을 수행하였다. 이 때, 함정은 기본적으로 플랫폼 및 단일시스템으로 구성되는 복합시스템(SoS)으로서 미 해군의 능력진화프로세스는 대표적인 SoS 시스템엔지니링 프로세스이다. 또한, CORE는 기능영역 분석을 위한 대표적인 시스템엔지니어링 전산도구로서, 프로세스를 체계적이고 논리적인 기능으로 나타내는데 효과적이다. 이 후, 우리군의 합동 해상○○작전을 대상으로 합동전투발전체계에서의 능력진화프로세스 적용 가능성을 제시하였다.

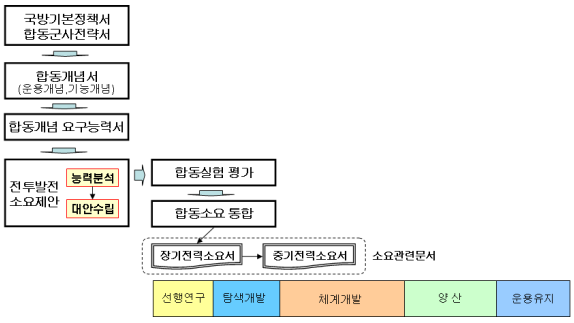

Fig. 1. 합동전투발전체계 프로세스

2. 능력진화프로세스 개념 및 분석

능력진화프로세스는 단일시스템 획득보다 네트워크 기반의 미래전장환경에 적합한 복합시스템에 대한 획득을 강조한다. 그리고, Fig. 2와 같이 능력 기반의 JCIDS(Joint Capabilities Integration & Development System)와 진화적 획득을 위한 DAS(Defense Aquisition System) 사이에서 교량적 역할을 수행하는 프로세스이다. 따라서, 능력진화프로세스는 JCIDS 프로세스를 통해 승인된 물자요소 솔루션중 복합시스템 솔루션이 요구되는 ICD와/또는 CDD의 입력으로 시작한다. 그리고, 능력진화기획-능력엔지니어링프로세스-능력포트폴리오실행의 연속적이면서 반복적인 활동으로 진행된다. 그리고, 이를 바탕으로 DAS를 통한 단일시스템 획득을 진행한다.

본 연구에서 능력진화프로세스 분석 대상은 단계별 세부활동 절차와 산출물이며, CORE 5.0을 이용한 N^2 차트 및 EFFBD를 통해 기능분석을 수행하였다. 또한, 절차와 산출물에 대해 한글표기를 하고자 했으나, 영문 표기만 가능한 CORE 5.0[5]의 제약으로 인해 일부 용어는 편의상 영문을 병행 표기하였다.

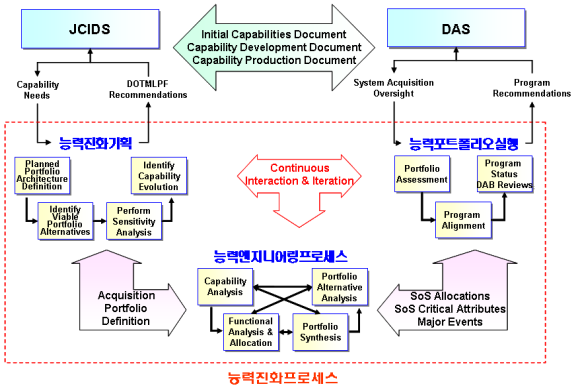

Fig. 2. 능력진화프로세스

가. 능력진화기획

능력진화기획(Capability Evolution Planning)은 복합시스템에 대한 획득포트폴리오를 만들고 제시하는 과정으로, 분석을 위해 Fig. 3 및 4와 같이 EFFBD 및 N^2로 모델화 하였다. 이 때, EFFBD에서 사각형과 타원형은 각각 활동 및 입·출력물을 나타낸다. 그리고, Fig. 4의 N^2에서 사각형은 활동을, 둥근사각형은 입·출력물을 나타낸다. 이와 같은 능력진화기획은 그림과 같이 대안분석 수행(Conduct AOA), 계획된 포트폴리오아키텍처 정의(Planned Portfolio Architecture Definition), 실현가능한 포트폴리오대안 식별(Idenify Viable Portfolio

Alternatives), 민감도분석 수행(Perform Sensitivity Analysis) 그리고, 능력진화 식별(Identify Capability Evolution)의 5개 하부기능으로 구성된다. 이 때, 각 기능별 산출물 작성 시 필요한 아키텍처 모델은 DoDAF 모델을 포함한 다양한 모델을 선택적으로 사용할 수 있다.

계획된 포트폴리오아키텍처 정의는 현재 운용하고 있거나 획득 예정인 시스템을 아키텍처화 하는 기능으로서, 요구능력 대비 현재의 능력을 평가할 수 있다. 이 단계의 산출물인 계획된 포트폴리오아키텍처 모델에는 운용, 기능 및 물리 아키텍처가 포함되며, 산출물을 통해 요구능력 충족을 위한 성능개량 또는 추가획득 필요 시스템과 이와 관련된 임무를 식별할 수 있다.

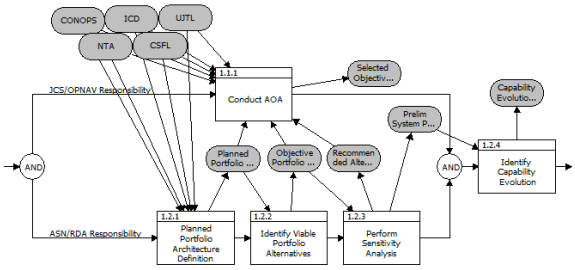

Fig. 3. 능력진화기획 EFFBD

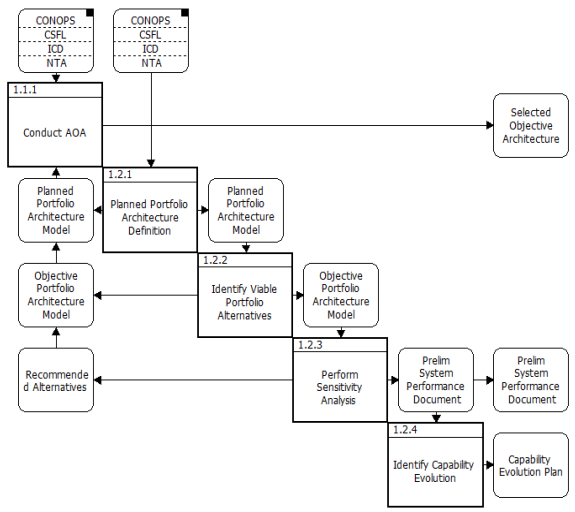

Fig. 4. 능력진화기획 N^2

운용아키텍처 도출을 위해서는 작전개념을 기반으로 운용 또는 획득중인 전력패키지내의 지휘조직, 작전노드별 행동, 작전시간, 작전행동의 순서와 작전행동간 관계를 식별해야 한다. 이를 통해, Table 1과 같이 OV-3, OV-5, 및 OV-6c의 양식으로 문서화 한다. 기능아키텍처 도출은 먼저 운용활동을 기능으로 전환하여 기능수행 시스템과 임무수행을 고려한 최적의 기능수행 순서를 식별한다. 또한, 운용정보의 처리 및 교환 등을 파악하기 위해 기능간 데이터 흐름을 식별한다. 이러한 기능분석은 시스템 레벨에서 하향식으로 수행되며 SV-4, SV-5, SV-6, SV-10c의 양식으로 문서화 되어야 한다. 이 후 시스템 기능, 요구 외부데이터 및 데이터 외부사용자, 시스템간 물리적 인터페이스를 식별하기 위해 현재 운용중인 시스템과 획득 예정인 시스템을 대상으로 물리아키텍처를 도출한다. 그리고, 대상시스템의 하부시스템 및 구성품 수준까지 형상품목과 인터페이스를 도식화한다.

Table 1. 계획포트폴리오 아키텍처 모델

구 분	아키텍처 모델	내 용
운용 아키텍처	OV-3	활동중 운용조직간 운용정보 교환 목록
	OV-5	운용조직별 작전과업 계층적 구분 및 과업수행 절차
	OV-6c	과업수행중 운용조직간 시간대별 정보 교환사항
기능 아키텍처	SV-4	작전수행을 위해 요구되는 기능 세분화
	SV-5	운용아키텍처에서 도출한 작전과업과 기능 연계
	SV-6	기능수행 시스템간 데이터교환 목록
	SV-10c	기능수행중 시스템간 시간대별 데이터 교환사항

구현가능한 포트폴리오대안 식별은 요구능력을 만족할 수 있는 전력패키지 구성을 위해 포트폴리오 수립시 필요한 기능이다. 구현가능 포트폴리오를 식별하기 위해, 먼저 상위 수준의 통합과 상호운용성을 유지하면서 개방설계 및 능력 진화에 대한 지원이 가능토록 아키텍처 원칙 및 가이드라인을 설정하여야 한다. 통상적으로 적용 가능한 원칙에는 모듈성, 연결성, 단

순성, 경제성, 일치성, 연속성, 계층성, 유지성, 호환성, 보안성 등이 있다. 아키텍처 원칙과 가이드에 따라 여러 대안이 도출되면, 경제적 여유성, 인력 및 자질 요구사항, 기술 성숙도, 능력 진화를 위한 적시성 등을 고려하여 구현가능한 포트폴리오를 식별한다.

민감도분석 수행은 식별된 포트폴리오 대안을 바탕으로 운용목표, 요구사항 및 기술적 설계속성과 연계하여 최적의 대안을 선정하기 위한 기능이다. 능력진화기획에서는 민감도분석을 수행하기 위해 요구사항과 솔루션의 다단계적 연관성 평가에 편리한 QFD 방식을 사용한다. 분석시 먼저 능력을 what 영역에 놓고 임무스레드를 how 영역에 놓은 후 상관관계를 평가하여 임무스레드에 대한 가중치를 산출한다. 이 후 how 영역에 있던 임무스레드를 what의 영역으로 옮기고 동일한 방식으로 운용활동-기능-시스템에 대한 how의 영역에서의 가중치를 산출한다. 마지막으로, 능력진화 식별은 민감도분석을 통해 최적의 대안이 결정된 후 예비 시스템성능서와 능력진화기획서를 작성하기 위한 기능이다.

이와 같이, 5개의 하부기능 활동으로 구성되는 능력진화기획 단계에서는 시스템에 대한 기능할당과 포트폴리오 시스템 사이의 인터페이스 관계가 최초로 식별된다. 그리고, 시스템의 진화적 발전 및 새로운 획득 포트폴리오 프로그램, 신기술 등을 고려하여 능력향상 및 전력화에 대한 계획을 수립한다.

나. 능력엔지니어링프로세스

능력엔지니어링프로세스(Capability Engineering Process)는 EIA/IS-632의 시스템엔지니어링 활동 기반으로 수행된다. 즉, 능력엔지니어링프로세스는 Fig. 5 및 6과 같이 포트폴리오능력 분석(Portfolio Capability Analysis), 기능분석 및 할당(Functional Analysis & Allocation), 포트폴리오 조합(Portfolio Synthesis) 및 포트폴리오 분석(Portfolio Analysis)의 4개 하부기능으로 구성된다.

포트폴리오능력 분석은 능력진화기획에서 작성된 운용아키텍처를 기반으로 운용모델을 개발하고 검증 및 평가하는 기능이다. 효율적으로 운용모델을 개발하기 위해서는 아키텍처 개발에 적합한 CASE(Computer Aided Systems Engineering) 도구를 활용하여 조직을 구조화하고, 조직별 활동 및 정보교환 관계를 EFFBD 등을 통해 나타낼 수 있다. 이를 검증 및 평가하기 위해서는 먼저 CASE의 시뮬레이터를 이용하여 논리적으로 결함이 없는가를 확인한 후, 임무를 수행한 경험이 있거나 준비중인 실무요원을 통하여 검증해야 한다. 또한, 운용유지, 전비, 통합훈련 개념도 이 단계에서 모델화되고 분석한다.

기능분석 및 할당 절차는 전력패키지의 요소들이 활동을 어떻게 수행하는가를 이해하기 위한 활동으로서, 운용활동을 세분화 한다. 수행방법은 운용모델 개발방식과 같이 CASE 도구를 활용하여 기능 및 데이터교환 관계를 EFFBD 등을 활용하여 나타내고, 시뮬레이터를 이용하여 논리적으로 결함이 없는가를 검증 및 평가할 수 있다. 이 후 기능을 사람 또는 시스템에 할당하는데, 이 할당이 시스템 결합을 통한 능력 향상 의도시 절충연구의 기반이 된다. 또한 운용유지, 전비, 통합훈련 기능성도 이 단계에서 분석된다.

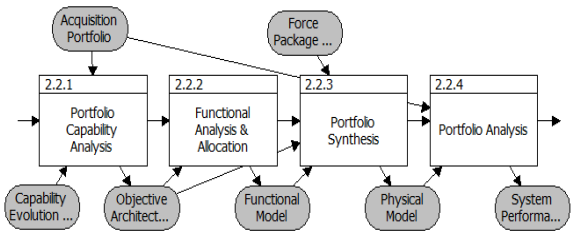

Fig. 5. 능력엔지니어링프로세스 EFFBD

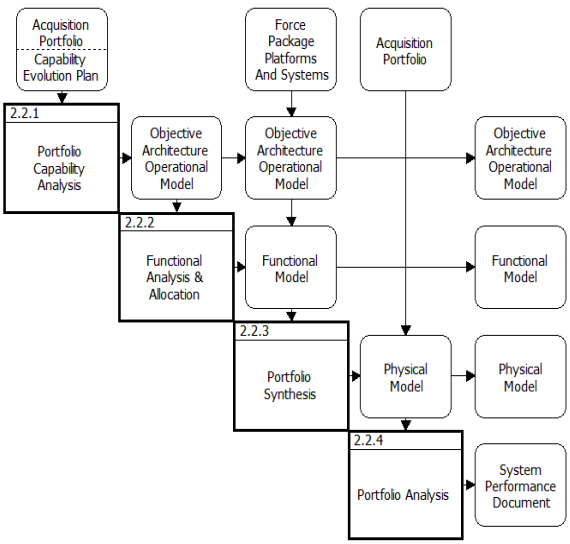

Fig. 6. 능력엔지니어링프로세스 N^2

포트폴리오 조합은 전력패키지의 플랫폼, 시설, 작전노드, 시스템, 인력 및 시스템 인터페이스 등이 어떻게 조직되고 통합되는가를 이해하기 위한 기능이다.

이를 통해, 전력패키지의 물리적모델을 제시하고, 새로운 시스템이 기존의 전력패키지에 어떻게 통합되는가에 대한 이해가 가능하여 절충연구를 지원할 수 있다. 물리적 모델의 최상위 계층은 임무 수행을 지원하는 플랫폼과 시설이다. 따라서, 플랫폼과 시설을 식별한 후, 작전노드→시스템→인력→인터페이스→네트워크 순으로 식별하여, CASE 도구 이용 물리아키텍처를 도출한다. 또한, 운용유지, 전비, 통합훈련 요소에 대한 물리적모델도 도출한다. 마지막으로, 포트폴리오 분석은 최적의 기능성 할당, 기술가능성 평가, 위험식별, 그리고 통합/상호운용성 평가를 위한 기능이다. 포트폴리오 분석시 능력절충분석, 통합 및 상호운용성 분석, 기술가능성 분석, 위험분석, 대안절충분석, 비용분석 등을 수행하고 M&S를 통한 검증절차를 거친 후 능력진화기획서를 보강하여 최신화한다.

이와 같이, 능력엔지니어링프로세스는 포트폴리오내 시스템간 인터페이스 통합 및 상호운용성과 관련된 요구사항을 식별한다. 그리고, 이 프로세스 수행 활동은 국방획득시스템의 마일스톤 B 이전 활동을 지원한다.

다. 포트폴리오실행프로세스

포트폴리오실행프로세스(Portfolio Execution Process)는 능력진화기획서, 시스템성능서 및 단일시스템 획득프로그램별 개발방향을 바탕으로 능력이 목표대로 진화하는가를 확인하기 위해 획득포트폴리오프로그램 실행을 지속적으로 모니터하는 단계이다. 포트폴리오실행프로세스는 Fig. 7 및 8과 같이 포트폴리오 평가(Portfolio Assessment), 프로그램 조정(Program Alignment), 프로그램 상태 및 마일스톤 검토(Program Status & MS Review)의 3개 하부기능으로 구성된다.

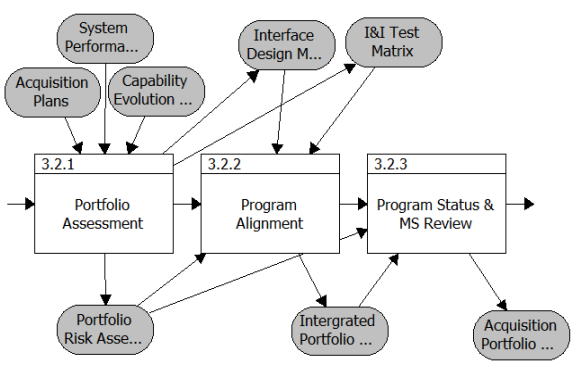

Fig. 7. 포트폴리오실행프로세스 EFFBD

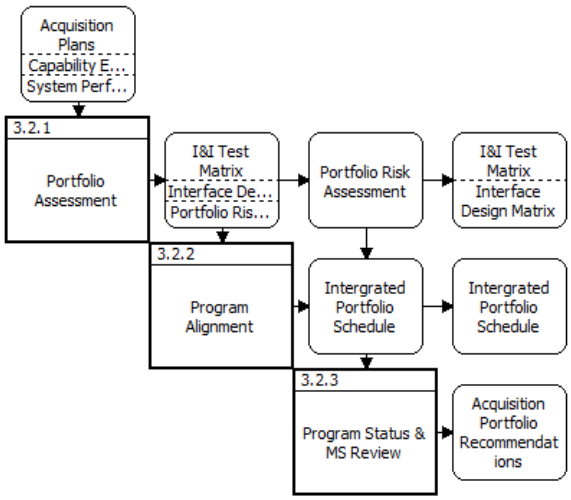

Fig. 8. 포트폴리오실행프로세스 N[2]

포트폴리오평가 단계에서는 설계, 시험평가, 형상관리, 기술성숙도평가 및 위험평가 등에 대한 세부평가 및 검토를 실시한다. Table 2는 포트폴리오평가의 각 분야별 세부 주요활동을 나타냈다.

프로그램 조정 단계에서는 포트폴리오 프로그램 실행과정를 평가하고, 긴급한 능력부족요소가 PPBE 프로세스 의사결정시 반영되었는가를 평가하기 위해 포트폴리오 일정통합 및 능력진화기획서 평가를 수행한다. 포트폴리오 일정통합 활동은 인터페이스설계 매트릭스(IDM : Interface Design Matrix)와 통합/상호운용성 평가 매트릭스(IITM : Integration and Interoperability Test Matrix)에 포함된 단일시스템들의 일정이 포트폴리오 전체 설계와 시험평가 일정에 차질을 발생시키지 않도록 전체일정을 통합한다. 또한, 단일시스템의 일정변경 소요발생시 전체일정을 조정하며, 그에 따른 위험을 평가하는 세부활동으로 진행된다. 그리고, 능력진화기획서 평가는 투자를 위한 지휘결심을 지원하고 일정위험을 주기적으로 평가하기 위해 능력진화기획 평가를 실시한다. 마지막으로, 프로그램 상태 및 마일스톤 검토 단계에서는 포트폴리오 각 시스템 획득시 통합과 상호운용성에 대해 편향되지 않은 평가결과를 마일스톤 결정기관에 제공한다. 이를 통해, 정확한 지휘결심이 이루어지도록 획득문서를 준비하고 포트폴리오 평가단계에서 식별된 문제점에 대한 해결책을 도출한다.

이와 같이, 포트폴리오실행프로세스에서 도출하고자 하는 것은 포트폴리오 변경 필요시 의사결정 방향에

대한 권고로서, 국방획득시스템의 마일스톤 B 이후 활동을 지원한다.

Table 2. 포트폴리오평가 세부내용

분야	세부활동	주 요 내 용
설계	설계문서 검토	· 단일 시스템과 포트폴리오내 다른 시스템과의 호환에 대한 신뢰성 확보 · 활동 산출문은 포트폴리오 IDM (Interface Design Matrix) 수정
	설계검토	· 포트폴리오 IDM에 포함된 단일 시스템의 SRR, SDR, PDR, CDR에 참여하여 통합 및 상호운용성 보장
시험평가	시험평가 계획검토	· 상호운용성 문제점 조기식별 및 평가데이타 공유를 위한 단일시스템 시험평가 일정 적절성 검토 · 활동 산출문은 포트폴리오 IITM (Integration and Interoperability Test Matrix) 수정
	시험평가 준비검토	· 포트폴리오 IITM에 포함된 단일 시스템의 TRR 참가
	평가데이터 분석	· 단일시스템간 통합 및 상호운용성 만족여부 확인 및 불만족시 단 · 장기 대책 수립
형상관리	컴퓨터 프로그램 버전통제	· 소프트웨어 개발, 정비 및 개방 프로세스 통제
	COTS교체	· COTS 교체주기 및 전략 통제
기술성숙도	기술로드맵	· 능력 진화에 맞는 적용가능 기술 확인 및 포트폴리오 진화 조정
	포트폴리오 프로그램 기술검토	· 프로그램 계획부서 및 개발업체의 과학기술 투자계획 확인
위험평가	포트폴리오 프로그램 위험검토	· 각각의 단일시스템 위험평가 프로세스에 참여하여, IDM 및 IITM의 내용을 기반으로 기술, 일정 및 비용 위험 식별
	조합평가	· 단일시스템의 기술 문제점이 포트폴리오내 다른 시스템에 영향을 미치는가 확인

3. 복합시스템 환경에서의 능력진화프로세스 적용

앞에서 분석한 바와 같이 능력진화프로세스는 현재의 전력패키지 능력을 분석한 후 요구되는 능력까지 진화하기 위한 계획을 수립하는절차로 부터 시작된다. 이 후 능력에 대한 기능분석 및 할당을 통해 필요한 시스템 및 플랫폼 등 물자요소와 인터페이스가 식별되고, 식별된 물자요소의 획득 또는 성능개량시 통합과 상호운용성이 보장되도록 관리하는 프로세스이다.

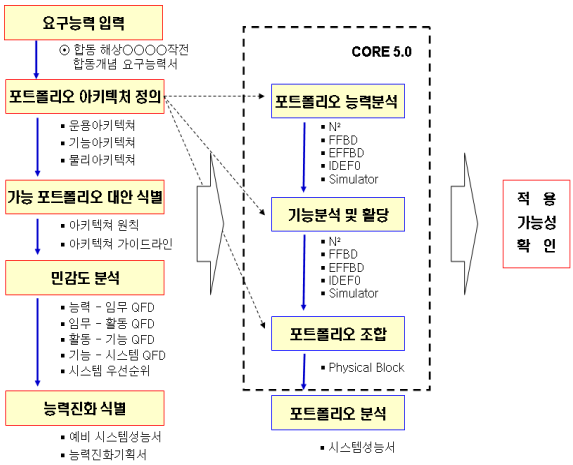

Fig. 9. 능력진화 프로세스 적용 절차

국내에서도 네트워크 환경하 효과중심의 동시 · 통합전을 수행하기 위해 복합시스템의 중요성을 인식하고, 능력 기반의 하향식 획득프로세스를 도입하여 정립하고 있다. 그러나, 실제 획득은 합동실험 결과를 기반으로 각 군에서 소요 요청한 무기체계에 대해 합동성 위원회의 조정만을 거치기 때문에 통합과 상호운용성이 요구되는 복합시스템 획득 및 관리가 실질적으로 이루어지기 어렵다. 이러한 관점에서 여기서는 복합시스템에 의한 작전운용이 절대적으로 요구되는 해군의 주요 작전인 합동 해상○○작전을 대상으로 Fig. 9와 같이 능력진화프로세스를 적용하여 그 가능성을 제시한다. 이 때, 포트폴리오실행 프로세스는 획득사업이 확정된 마일스톤 B 이후의 프로세스로서 본 연구에서는 적용이 제한되어, 시스템 획득전 프로세스인 능력진화기획과 능력엔지니어링 프로세스를 한정적으로 적용하였다. 그림에서 점선으로 표시된 영역은 CASE 도구인 CORE 5.0을 사용한 부분이다. 또한, 영문 표기만 가능한 CORE 5.0의 제한사항을 고려하여

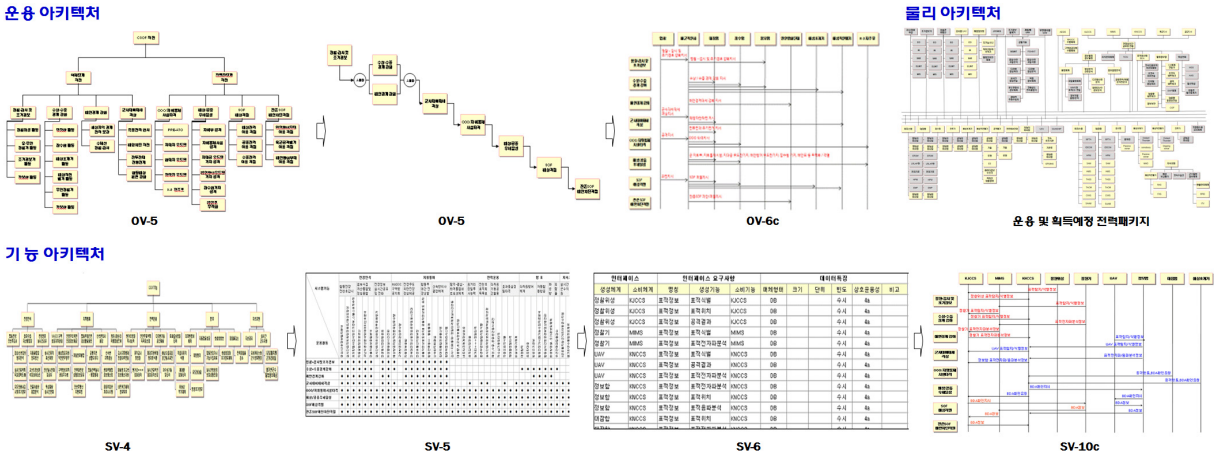

Fig. 10. 계획포트폴리오 아키텍처 모델

합동개념요구능력서에 한글로 표기된 능력과 기능을 영문으로 표기하였으며, 명칭이 정해지지 않은 시스템 및 구성품은 영문명을 임의로 작성하여 사용하였다.

먼저, 해상○○작전 합동개념요구능력서에서 수립한 작전개념을 요구사항으로 입력하였다. 미군의 능력진화프로세스에서는 ICD 또는 CDD를 입력사항으로 하고 있지만, 우리군의 ICD 및 CDD와 유사한 문서체계인 중·장기 전력소요서에는 능력요구사항이 기술되지 않아 합동개념요구능력서를 입력사항으로 선택하였다. 해상○○작전 합동개념요구능력서에는 합동전장 전천후 감시, 전장주도를 위한 전장정보 제공, 원거리 정밀투사능력 등 총 18개의 요구능력이 있다[6].

능력진화기획의 첫 단계인 계획된 포트폴리오아키텍처 정의에서는 Fig. 10과 같이 운용, 기능 및 물리 아키텍처를 도출하였다. 운용아키텍처에서는 작전에 참여하는 조직별 작전과업을 세부적으로 분할하고, 과업수행 절차를 나타내는 업무기능분할도(OV-5)와 작전노드간 시간대별 업무정보 교환을 나타내는 운용사건추적기술서(OV-6c)를 도출했다. 기능아키텍처에서는 운용 아키텍쳐를 바탕으로 기능을 세분화하여 도출했다. 즉, 작전의 기능을 크게 전장인식, 지휘통제, 전력운용, 방호 및 지속지원으로 구분하고, 이를 다시 세분화하여 체계기능 분할도(SV-4)를 도출하였으며, 세분화된 기능을 운용아키텍처의 업무기능분할도에서 세분화한 과업과 연계하여 운용활동 대 체계기능 추적상관표(SV-5)를 도출하였다. 또한, 복합시스템내에서 각 기능을 수행하는 체계간의 데이터 교환목록을 체계데이터 교환목록(SV-6)으로 도식한 후 체계간 시간대별 교환 정보를 체계사건추적기술서(SV-10c)로 도출하였다[7]. 물리아키텍처에서는 기능아키텍처를 바탕으로 현재 운용중이거나 획득을 계획하고 있는 전력패키지 포트폴리오에 대해 정의하였다. 이 후, 실현가능한 포트폴리오대안 식별 단계에서는 아키텍처 원칙을 앞서 제시한 바와 같이 모듈성, 연결성 및 단순성 등으로 설정하여, 가능포트폴리오를 식별하였다.

민감도분석에서는 가능 포트폴리오를 대상으로 QFD 기법을 활용하였다. Fig. 11과 같이 ①능력 대 임무스레트 ②임무스레드 대 작전활동 ③작전활동 대 기능 ④기능 대 시스템에 대한 QFD 분석 실시하여 시스템에 대한 우선순위를 도출하였다. 이 때, 평가척도는 3개 수준(9점, 3점, 1점)을 적용하였다. 또한, 능력을 제외한 항목들의 QFD기법으로 산출된 가중치를 누적적용하여 민감도가 높은 시스템 순으로 시스템 우선순위를 도출하였다.

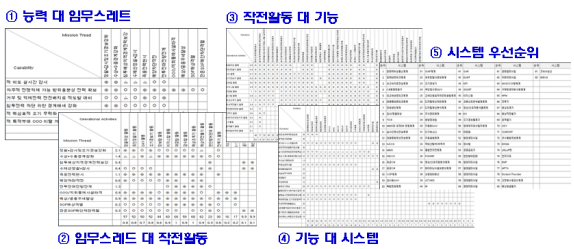

Fig. 11. 민감도 분석

능력진화기획의 마지막 단계인 능력진화 식별에서는 포트폴리오 아키텍처와 민감도분석 결과를 통해, Fig.

12와 같이 능력 및 전력패키지 요구사항과 주요성능파라미터(KPPs : Key Performance Parameters) 등이 포함된 예비 시스템성능서와 전력패키지 진화목표 및 로드맵 등을 포함한 능력진화기획서를 도출하였다.

Fig. 12. 능력진화 식별

능력엔지니어링프로세스의 첫 단계인 포트폴리오 능력분석에서는 운용모델을 도출하였다. 운용모델은 어떤 활동을 통해 작전이 수행되는가를 식별하고, 식별된 활동의 흐름과 관계에 논리적으로 결함이 없는가를 검증하는데 사용된다. 이를 위해 먼저 CORE를 활용하여 Fig. 13과 같이 작전에 참여하는 조직을 구조화하였다. 실제 작전에 참여하는 합참, 각 군 작전사 및 예하 사령부와 해상전투전단과 중요 플랫폼 등 작전활동을 수행하는 조직을 계층구조로 도식화 하였다.

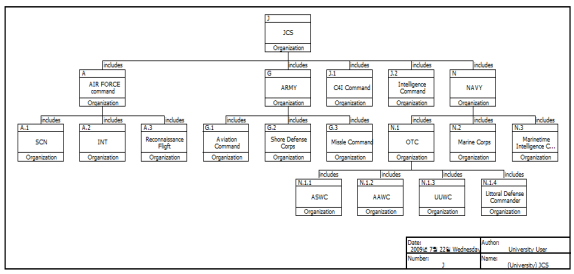

Fig. 13. 조직계층도

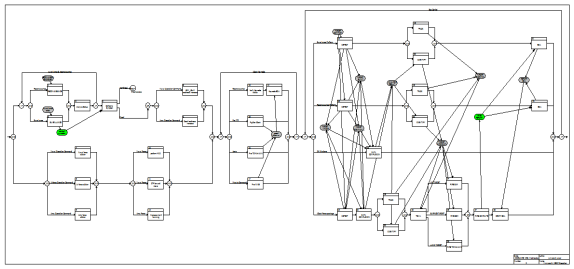

Fig. 14. 활동 EFFBD

이 후 조직별 작전수행 활동 및 정보교환 관계를 Fig. 14와 같이 EFFBD로 도출한 후, 시뮬레이터를 이용하여 작전수행 활동 및 정보교환 과정의 논리적 결함여부를 검증하였다. Fig. 15의 시뮬레이션에서 왼쪽 창은 Edit Order 창으로 검증 대상인 28개의 작전수행 활동을 보여주고, 중앙 상단창은 Time 창으로 전체 활동 소요시간이 431.27분임을 표시한다. 중앙창은 시뮬레이션 결과 표시창으로 논리적 결함 없이 활동이 종료되었음을 나타냈다.

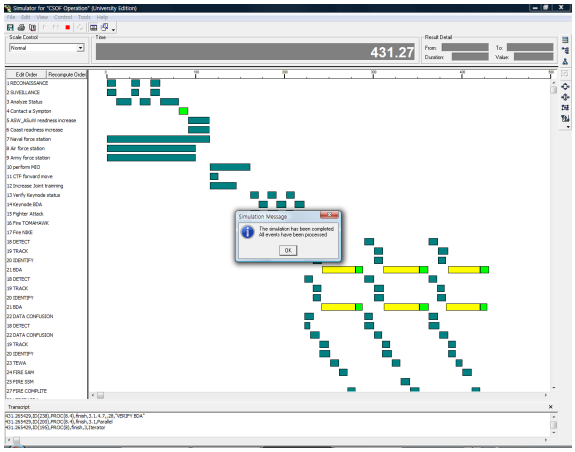

Fig. 15. 시뮬레이션을 통한 활동 검증

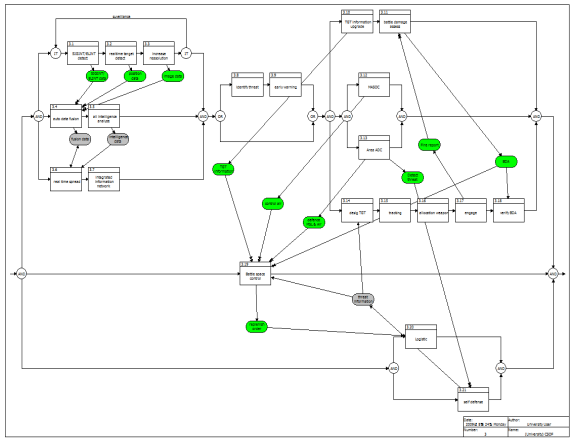

Fig. 16. 기능 EFFBD

Fig. 16과 같이 기능분석 및 할당에서는 도출된 운용활동을 세분화하여 기능을 분석하고, 시스템 및 운용인력에 기능을 할당하였다. 이는 전력패키지 요소들이 어떻게 활동을 수행하는가를 이해하기 위한 단계이다. 수행방식은 운용모델 개발방식과 같이 CORE를 사용하여, 기능 및 데이터교환 관계를 EFFBD 등을

활용하여 나타냈으나, 여기서는 식별 편의상 일부만을 나타내었다. 그리고, 운용모델 검증방식과 동일하게 시뮬레이터를 이용하여 논리적으로 결함이 없음을 확인하였다. 이 후, 기능을 능력진화기획의 계획 포트폴리오 물리아키텍처에서 도출한 현재 및 미래 시스템에 할당하였다.

포트폴리오 조합에서는 기능할당된 시스템을 기반으로 전력패키지의 물리적모델을 제시하고자 하였다. 이를 위해 Fig. 17과 같이 물리적 블록도의 형태로 물리아키텍처를 도출하였으나, 여기서는 식별 편의상 일부만 나타내었다.

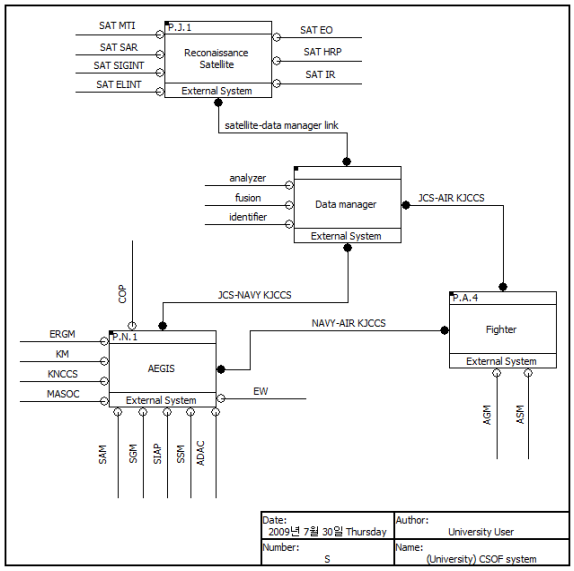

Fig. 17. 물리적 블록도

이 때, 물리적 모델의 최상위 계층은 함정이나 통신위성, 항공기 등 임무 수행을 지원하는 플랫폼 또는 시설로서, 먼저 플랫폼 및 시설을 식별 후 작전노드→시스템→운용인력→인터페이스→네트워크 순으로 그림과 같이 식별하였다.

이상과 같이 능력진화프로세스 적용은 복합시스템 환경하에서 합동전투발전체계의 제한사항 극복에 효과적이다. 먼저, 합동전투전체계의 제한사항으로, 합동개념요구능력서에 하나의 작전을 수행하기 위한 복합시스템의 능력이 제시되어 있으나, 이는 각 기능을 담당하는 부서에서 각각 작성한 내용으로 중복 및 불일치되는 내용이 많다. 또한, 복합시스템의 복잡성을 고려시 능력-기능-시스템의 할당에 반드시 요구되는 추적성 보장이 현재의 합동전투발전체계에서는 제한된다.

그러나, 복합시스템엔지니어링 프로세스인 능력진화프로세스를 적용할 경우 논리적으로 능력기반의 하향식 합동개념요구능력을 도출할 수 있다. 또한, 이에 따른 능력기반의 시스템정의 및 추적성보장이 가능하다. Fig. 18은 이와 같은 능력진화프로세스가 추가된 합동전투발전체계를 나타낸다.

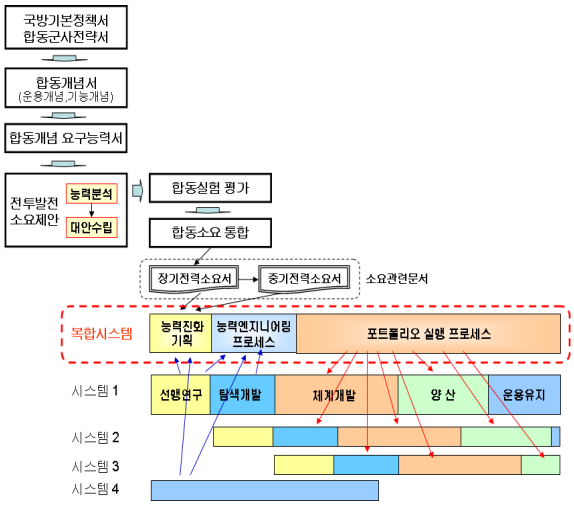

Fig. 18. 능력진화프로세스를 적용한 합동전투발전체계

4. 결 론

미래 전장환경의 변화로 국방 획득프로그램도 합동능력기반의 획득프로세스로 변화하고 있다. 이와 같은 변화흐름에 맞추어 국내에서도 능력기반의 합동전투발전체계를 도입하여 정립 중이나, 네트워크 기반의 복합시스템 획득체계 구축은 미흡한 상태이다.

이러한 관점에서 본 연구는 복합 시스템엔지니어링 프로세스인 능력진화프로세스를 분석하고, 이를 네트워크 기반하에서 복합시스템에 의한 작전수행 성격이 강한 합동해상○○작전에 적용하여, 제한적으로 합동전투발전체계에서의 능력진화프로세스 적용 가능성을 제시하였다. 제시된 프로세스는 미래전장의 복합시스템 환경하에서 소요군의 소요제기 절차정립에 핵심기반이 될 수 있다. 그러나, 본 연구는 관련분야에 대한 초기단계 연구로서 다양한 사례를 분석하여 보다 종합적인 적용 방안 도출이 요구된다.

Reference

[1] 권용수 · 홍우영, “합동해상화력지원작전 개념요구 능력 검증”, 용역연구보고서, 해군본부(전발단), pp. 90～100, 2008.
[2] 국방부, “합동전투발전업무규정”, pp. 2～18, 2007.
[3] 김중명 · 박영원, “국방 연구개발사업의 시스템 요구사항 개발 프로세스 개선”, 한국군사과학기술학회지 제12권 제3호, pp. 290～298, 2009. 6.
[4] ASN(RDA), “Naval System of Systems Engineering Guidebook”, pp. 1～10, 2006.
[5] VITECH, “CORE 5 Systems Engineering Guided Tour”, pp. 16～73, 2007. 8.
[6] 합참, “해상○○작전합동개념요구능력서”, pp. 3～7, 2008.
[7] DoD, “DoD Architecture Framework Version 1.5 Vol. 2”, pp. 4-1～5-83, 2007.