

국방연구개발의 진화적 획득전략 적용방안

정청진, 권용수
국방대학교 무기체계전공

The Applications of an Evolutionary Acquisition Strategy to Defense R&D Programs

Chung Jin Jung, Yong Soo Kwon

*Department of Weapon Systems, Korea National Defense University,
205 Susaek-dong, Eunpyong-gu, Seoul 122-875, Korea*

Abstract : An EA(Evolutionary Acquisition) strategy is based on the systems engineering. It is a preferred approach to provide operationally useful capabilities to the warfighter much more quickly than single-step to full capability strategy. Recently, DoD is trying to apply the acquisition process based on the systems engineering. In spite of these trends, efforts of domestic defense acquisition society to this strategy are insufficient. Although an EA strategy has many benefits, there are many constraints to apply it. This study analyzes these constraints and presents applications of the EA strategy to defense R&D programs.

Key Words : Evolutionary Acquisition, systems engineering, acquisition process

1. 서론

국방획득 사업의 주 목적은 자주국방 달성을 위한 무기체계의 국산화 및 최적의 성능을 가진 무기체계의 적기 획득을 통한 전투력 발휘의 극대화 등에 있다.* 시스템엔지니어링 기반의 진화적 획득전략(evolutionary acquisition strategy)은 획득까지 장시간이 소요되는 전통적인 일괄개발방식(single-Step to full capability strategy)의 단점을 개선하여 급격한 기술발전, 위협의 다변화, 가용예산의 감소 등 비선형적 안보환경 변화에 따른 새로운 대안으로 주목받고 있다. 그러나 국내에서 진화적 획득전략의 적용은 아직 초기 단계에 머물러 있다.

이러한 관점에서 본 연구는 국방연구개발의 진화적 획득전략 적용방안을 기술한다. 진화적 획득전략의 제약사항을 식별하고, 이에 대한 대응방안을 요구사항의 도출, 시스템엔지니어링 프로세스, 성숙한 기술의 적용, 그리고 시험평가 측면에서 제시하였다.

2. 국방 연구개발 환경

2.1 현대무기체계 획득사업의 특성

현대의 과학기술은 급속도로 발전하고 있다. 반도체의 집적도가 2배로 증가하는 주기가 18개월에서 1년으로 줄어드는 것은 그것을 단적으로 보여준다. 무기체계도 컴퓨터, 통신 및 네트워크 기술을 기반으로 고성능, 고정밀 다기능의 복합

* 교신저자 : jbluebir@yahoo.co.kr

시스템(system of systems)화 추세이다. 또한, 획득주기는 Fig.1과 같이 첨단무기 위주의 공군과 해군은 70년대에 비해 크게 증가하였다. 기술 진보가 빠르게 이뤄짐에 따라 부품이나 시스템들의 수명주기는 Fig.2에서 알 수 있듯이 군용 및 상용부문 모두 줄어들고 있다. 반면 상위개념의 아키텍처와 시스템제품의 수명주기는 군용부문의 경우 상용부문과 반대로 더 늘어나는 양상을 보이고 있다.

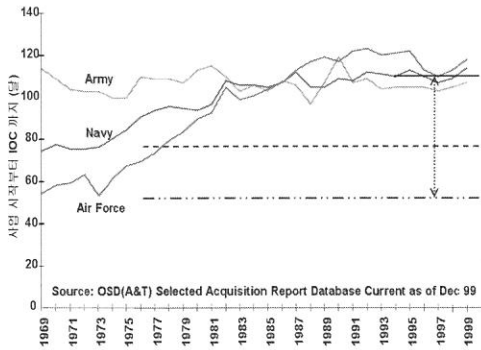


Fig.1 Acquisition response time²⁾

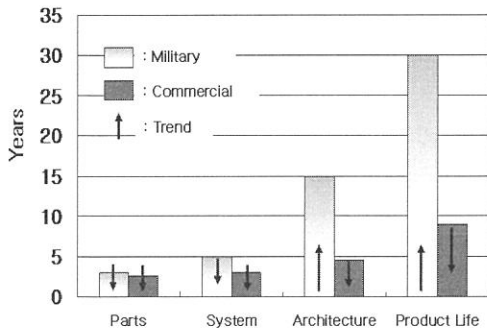


Fig.2 Product life cycle³⁾

이런 상황에서 많은 시간이 소요되는 획득 방식은 기술의 진부화와 사업중단의 위험성이 높았으며, 소요군에는 전력공백이라는 문제를 안겨주었다. 특히, 정보기술 기반의 첨단 무기체계는 불과 몇 년 간격으로 차세대 기술이 등장하므로 문제는 더욱 심각하다. 이러한 비선형적 획득환경 변화 속에서 가용자원과 기술능력으로 소요군이 필요로 하는 무기체계를 적시에 획득하기 위해서는 진화적 획득과 같은 새로운전략이 요구된다.

2.2 국내외 국방 획득프로세스

미국은 9.11테러 이후 빠르게 변화하는 전쟁의 양상에 대처하기 위한 소규모의 고기동성 미래군 건설을 목표로 상용 및 민군 겸용 첨단기술을 조기에 국방과학기술에 접목하여 요구능력의 무기체계를 획득하기 위한 노력을 경주하고 있다. 이런 노력은 상호운용성 확보, 과학기술의 신속하고 효과적인 활용, 신속획득 및 효과적 배치, 통합적이고 효과적 운용지원, 그리고 효과적 관리를 중점으로 하는 국방획득정책으로 나타나고 있다.⁴⁾

이런 획득정책에 따라 2003년 개정된 획득프로세스의 핵심 내용은 시스템엔지니어링 기반의 진화적 획득전략과 나선형 개발(spiral development)이다. DODD 5000.1 4.2.3항에서는 진화적 획득전략과 나선형 개발을 선호하는 접근법으로 규정하고 있다. 이 접근법의 수행을 위해 소요제기와 각종 요구사항 관련문서들의 변화를 가져왔다. 진화적 개념을 나타내는 소요관련 문서에는 초기능력서(ICD), 능력개발서(CDD), 능력생산서(CPD) 등이 있으며 사용자의 피드백을 반영하여 정제된다. Fig.3은 미국의 진화적 획득체계와 소요관련 문서의 관계를 나타낸다.

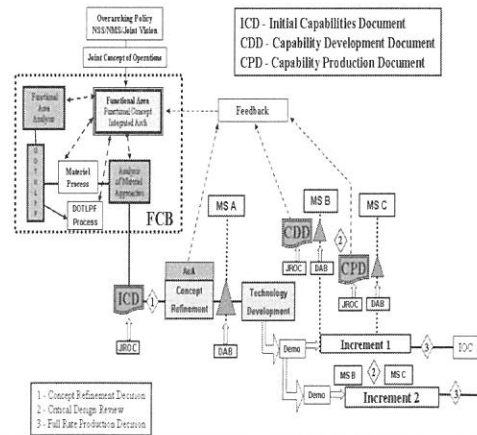


Fig.3 DoD development process⁵⁾

반면 국내 국방획득 프로세스는 2006년 1월 방위사업청의 출범과 함께 과거 「개념연구→탐색개발→체계개발→양산/배치/운용」에서 Fig.4와

같이 「선행연구→탐색개발→체계개발→양산/운용/유지」로 변화하였다. 이 프로세스는 진화적 단계별 ROC를 바탕으로 하는 진화적 개발을 반영하고 있다. 특히 방위력개선사업 관리규정은 시스템 엔지니어링의 도입과 진화적 개발 전략의 추진을 장려하고 있다.¹⁾ 그러나 국내에는 아직까지 진화적 획득전략에 대한 개념이나 방법을 구체적으로 기술한 연구나 지침들이 없을 뿐 아니라 이 분야에 대한 관심과 연구도 미흡한 실정이다.

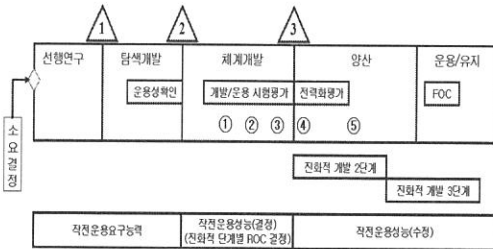


Fig. 4 Defense development process

3. 진화적 획득전략

3.1 진화적 획득전략 개념

광의의 진화적 획득전략은 사용자요구(user needs) 변화, 기술기회(technological opportunities), 그리고 운용을 통해 얻어진 경험적 지식에 의해 시스템이 진화적으로 발전한다는 간단한 개념이다.⁶⁾ 실제 국방 획득프로세스의 진화적 획득전략은 일괄 개발 전략과 반대되는 개념으로 하나의 획득 사업에서 개발하고자 하는 능력을 기술의 성숙도 및 확보시기와 개발위험도를 고려하여 Fig.5처럼 여러 “점증(increment)”으로 구분하여 확보하는 것을 말한다. 각 점증의 산출물은 전력화하여 사용가능하며, 이전 점증에 이어(혹은 동시에) 개발된다. 최종 점증의 산출물은 사업이 목표하는 능력요구를 충족하게 된다. 각 점증은 현재 가용한 기술을 적용하되 예측 가능한 기술을 반영할 수 있도록 설계된다. Fig.5와 같이 최초 점증은 일괄개발 방식에 비해 훨씬 빠르게 합참/소요군에 인도되어 운용되고, 추가 능력을 갖춘 다음 점증의 시스템이 개발되면 설계 변경 등의 큰 노력 없이 쉽게 업그레이드된다. 이것은 시스템엔지니어링 프로세스와 개방형 시스템설계

를 통해 실현될 수 있다.

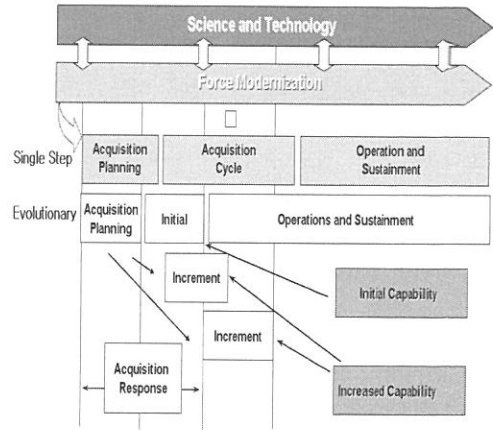


Fig.5 Acquisition response time²⁾

3.2 진화적 개발프로세스

3.2.1 점증적 개발

점증적 개발은 프로그램 초기에 요구되는 능력이 식별되고 최종요구사항(end-state requirement)이 정의되어 전체 시스템 능력을 여러 점증으로 명확하게 구분하여 개발할 수 있을 때 유용하다.⁵⁾ 이는 포괄적인 기술개발 전략 범위에서 특정 점증에 필요한 기술의 성숙도를 쉽게 예측하여 적용할 수 있을 때를 말하며 1~5년 정도로 개발 기간이 비교적 짧은 경우에 해당한다.

3.2.2 나선형 개발

나선형 개발은 프로그램 초기 요구되는 성능이 식별되지만, 최종요구사항이 잘 알려지지 않을 때 사용된다. 또한 발전하는 기술이나 위협들에 의해 요구사항이 변화할 때, 그리고 현재의 지식으로는 개발하고자 하는 시스템을 점증으로 명확하게 나눌 수 없을 때 적절하다. 나선형 개발의 핵심은 사용자의 지속적인 피드백이다. 미래 점증의 요구사항은 기술 성숙도와 사용자의 피드백을 통해 결정되며 각 점증별로 사용자에게 가장 적절한 성능을 제공하게 된다. 요구사항은 시연과 위험관리를 통해 정제된다.⁵⁾

나선형 개발은 재정적 혹은 기술적으로 위험 부담이 큰 경우 위험분석을 병행하여 시스템을 발전

시켜 나가는 모델이다. 나선형 개발 방법을 사용하면 점증적 개발에 비해 쉽게 위험, 기술, 그리고 예산의 변화에 대응할 수 있다. 사업관리자는 모든 요구사항을 명확하게 식별할 수 있을 때까지 미래 점증에 대한 정의를 미룰 수 있다. 이는 프로그램에 큰 융통성을 제공한다. 때문에 나선형 개발은 프로그램이 어느 정도 진척되기 전에는 요구사항이 명확하게 정의되지 않는 대부분의 국방 사업에 적절하다.

1988년 Barry Boehm은 소프트웨어를 개발하기 위해 설계(design), 평가/위험분석(evaluation and risk analysis), 개발/시험(development and testing), 계획(planning) 등 4개의 과정으로 구성된 모델을 제시했다. 그 후 소프트웨어 개발 환경에 적합한 Boehm의 모델을 보완하여 표준 국방 시스템 개발을 위해 여러 개의 나선형 모델이 제시되었다. 그 중 Fig.6과 같은 모델은 5개의 활동으로 구성된다. 나선은 순차적으로 진행되며, 목표를 만족할 때까지 반복된다. Fig.7은 예비 시스템획득, 시스템획득, 지원과정으로 구성되는 각 점증에서 나선모델이 사용되는 것을 보여준다. 나선모델은 각 점증에서 개념개발(Concept Development), 베이스라인개발(Baseline Development), 배치-운용(Fielding and Operation)을 위해 사용된다.

개념개발은 개념을 성숙시켜 요구사항으로 발전시키는 활동이다. 베이스라인개발은 도출된 요구사항을 정제하여, 배치될 시스템으로 통합하고 시험하는 활동으로 시제품 제작과 솔루션 제작, 평가활동이 포함된다. 배치-운용과정에서는 운용자의 피드백을 도출하여 다음 점증에 반영한다.⁷⁾

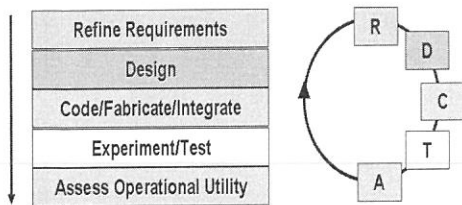


Fig.6 A single spiral model⁷⁾

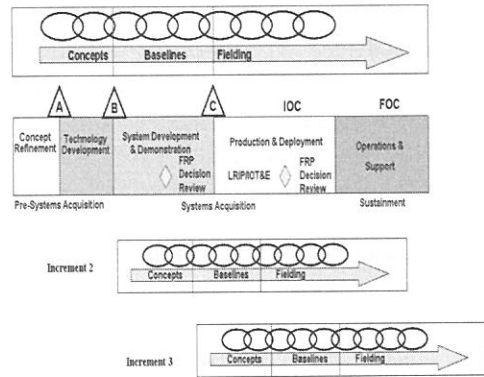


Fig.7 Spirals through increments⁷⁾

3.3 진화적 획득전략의 제약사항 식별

진화적 획득전략의 장점은 Table.1과 같다. 진화적 획득전략은 사업의 융통성을 제공하면서 소요군에 신속한 전력인도를 보장한다. 융통성은 빠르게 변화하는 획득 환경에 대응하는 가장 효과적인 수단이다. 만약 변동요인들이 발생하면, 다음 점증을 위한 계획을 유연하게 변화시킬 수 있다.

Table.1 Benefits of an EA strategy

| 특성 | 장점 |
|------------------------|---|
| 짧은 획득 주기 증명된 기술에 의존 | <ul style="list-style-type: none"> •전력의 신속한 배치 •프로그램 위험 감소(비용,일정) •시스템 진부화 문제 감소 •개념과 기술의 진보에 맞는 능력 개발 •시스템의 진화를 위한 사전 계획 가능 |
| 변화 가능성 수용 사용자 피드백 | <ul style="list-style-type: none"> •융통성 부여 - 기술, 위험, 사용자 요구, 예산, 정치적 변화, 개발 계약자 변동에 대한 대응 |

진화적 획득전략을 수행할 때 극복해야 할 제약사항은 Table.2와 같다. 단점을 극복하고 진화적 획득전략을 성공적으로 수행하기 위해서는 관계자들의 많은 노력이 필요하다. 먼저 진화적 획득전략에 대한 개념인식과 공감대가 형성되어야 한다. 그리고, 이러한 제약을 극복할 수 있는 아이디어를 수집하고 이를 단계적으로 제도화 하는 노력이 필요하다.

Table.2 Challenges of an EA strategy

| 특성 | 제약사항 |
|---------------|---|
| 다양한 점증별 버전 존재 | <ul style="list-style-type: none"> •요구 성능의 정확한 도출 필요 •예측의 어려움(나선형 개발) •복잡한 형상관리 <ul style="list-style-type: none"> - 요구에 대한 추적성 보장 •군수지원의 복잡화 |
| 여러 점증의 동시 진행 | <ul style="list-style-type: none"> •추가적 관리조직 필요 •예산관련업무의 복잡화 |
| 빠른 획득 주기 | •관련프로세스의 테일러링 요구 |
| 융통성 | •복잡한 프로세스와 의사결정 |

4. 진화적 획득전략 적용방안

4.1 소요와 연계된 요구사항 도출

진화적 획득전략 수행의 핵심요소는 소요제기 활동을 통해 도출된 요구사항을 위협, 요구(need)의 긴급성, 기술성숙도 등을 고려하여 여러 점증으로 나누는 것이다. 이런 활동을 통해 도출된 요구사항을 시간별 요구사항(time-phased requirement)라 한다. 시간별 요구사항은 사용자의 피드백을 통해 수정된다. 미국은 합동 및 연합작전 개념을 지원하기 위하여 하향식(top down)으로 진행되는 JCIDS(Joint Capabilities Integration and Development System)를 기반으로 이런 절차를 수행한다. 반면, 미국과 달리 개별 무기체계 중심의 상향식(bottom up)으로 진행되는 현 국내 소요결정체계와 획득프로세스는 이런 역할을 수행하기에 미흡한 실정이다. 사용자요구의 지속적 피드백이 보장되지 않는 환경에서 진화적 획득전략의 적용은 어렵기 때문에 획득관리 프로세스와 잘 연계된 소요관리프로세스가 구축되어야 한다.

4.2 합동능력기술시연 제도 발전

진화적 획득전략을 성공적으로 수행하기 위해서는 기반시스템을 바탕으로 점증적인 성능향상을 도모해야 한다. 그러나 우리나라는 연구개발 경험이 많지 않아 기반 시스템을 근거로 진화적 획득전략을 수행하기 힘들다. 성숙된 기술을 활용하여 시제품을 제작하고, 야전시연을 통해 소요군이 군사적 효용성을 평가한 후 성능이 입증되고, 비용대 효과가 충분하다고 판단되면 정상적인 획득단계(기술의 성숙도

에 따른 임의의 단계)로 바로 진입시키는 ACTD(Advanced Concept Technology Demonstration) 제도는 국내 환경에서 기반 시스템을 활용하여 신속하게 전력을 제공하기 위한 진화적 획득전략의 핵심 목적을 달성하는데 큰 역할을 할 것이다. 현대 무기체계는 합동전장개념에 입각하여 통합되고 있으며, 기술을 적용하기 위한 제도들도 이런 추세를 따르고 있다. 현재 우리나라에서는 아직 초기단계인 ACTD는 선진국에서는 이미 비선형적 합동 전장환경에 대응하기 위해 합동능력기술시연(JCTD: Joint Capability Technology Demonstration)으로 발전하고 있다. 연구개발기반이 부족한 우리나라는 진화적 획득전략을 수행하기 위한 도구로써, ACTD를 적극적으로 활용해야 하고, 더 나아가 합동능력 구축을 위한 JCTD로 발전시켜야 한다.

4.3 시스템엔지니어링 프로세스 적용

시스템엔지니어링은 고객의 기대와 공공의 수용성을 만족시키는 수명주기 균형 시스템 솔루션을 진화적으로 발전시키고 검증하는 다분야 학문과 관련된 기술기반 관리 프로세스다.⁸⁾ 시스템엔지니어링은 수명주기 간 균형적으로 통합되어 진화하고 검증되며, 배치 및 지원되는 시스템에 대한 기술 및 관리 등 여러 분야의 역할을 통제한다. 그래서 진화적 획득전략을 수행할 때 시스템엔지니어링 관점에서 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

첫째, 형상관리다. 진화적 획득전략을 수행하면 각기 다른 점증을 위한 설계, 생산, 배치, 운용 등의 획득활동이 부분적으로 중복되어 동시에 수행되게 된다. 결과적으로 여러 개의 형상을 갖는 시스템이 생산된다. 시스템엔지니어링 기술관리 기법인 형상 관리는 시스템 수명주기 동안 각 형상들의 적합성(suitability)과 효과성(effectiveness)을 보장한다.

둘째, 요구사항 추적성 및 기술관리다. 요구사항은 시간이 지남에 따라 지속적으로 변화한다. 그래서 요구사항의 추적성 확보는 매우 중요하다. 시스템엔지니어링은 시스템의 진화를 추적하여 지속적인 절충(trade-off)과 결심사항을 통제하고 이를 문서화한다. 또한, 진화적 획득전략에는 미래 점증을 위한 여러 개의(동시에 수행되기도 하는) 기술활동이 진행된다. 이런 활동을 효과적이며 효율적으로 조정하고 통합하기 위해서는 전

수명주기기간 동안 강력하고 집중된 요구사항 추적과 기술관리가 요구된다.

마지막으로 위험관리다. 각 점증을 결정할 때 비용, 일정 및 성능에 대한 위험예측은 매우 중요하다. 최초 점증에 적용될 기술은 낮거나 중간위험 이하로 식별된 것이어야 한다. 높은 위험은 위험완화 활동을 거쳐 다음 점증으로 미뤄진다. Fig.8은 초기 점증의 목표능력을 식별하기 위한 절차의 한 예를 보여준다.

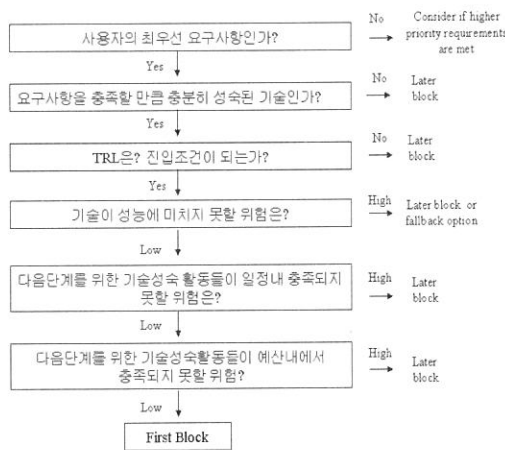


Fig.8 Considerations for first Increment⁹⁾

4.4 개방형 시스템설계

MOSA(Modular Open Systems Approach)는 모듈화 설계를 적용하고 개방형 표준을 사용하여 핵심적 인터페이스를 정의하는 통합 기술전략이다. 이는 체계개발시 인터페이스관리를 통해 미래 쉽게 변화할 수 있는 설계인터페이스를 제공한다. 개방 시스템의 핵심은 표준인터페이스, 모듈화, 공통인터페이스를 가지는 표준 부품, 상용/비개발품을 사용하여 쉽게 수정 가능한 시스템을 설계하는 것이다. 이 전략을 수행함으로써 최신의 기술을 적용하고 상호 운용성을 달성하며, 이미 배치된 자산에 대한 성능 개선시 재설계 노력을 감소시킨다. 또한 수명주기 준수지원성을 향상하고 총비용을 절감하게 된다. MOSA는 신속한 획득 및 점증별 성능 향상을 쉽게 하는 진화적 전략의 핵심 역할을 한다.

4.5 시험평가체계의 개선

진화적 획득환경에서는 신속한 개발과 함께 여러 점증의 산출물들을 진력화할 수 있도록 시험평가도 효율적으로 이뤄져야 한다. 시험평가는 시스템엔지니어링의 핵심인 검증(VV&A: Verification, Validation & Accreditation) 활동이다. 시험평가는 개발된 무기체계를 평가하는 것에 그치지 않고 이후 점증의 위험성도 평가하여 반영하는 역할을 담당해야 한다. 이를 위해 사업 초기부터 통합 시험평가계획을 수립하여 시행해야 한다. 이 통합 시험평가계획은 각 점증의 활동과 함께 여러 점증을 진행하는 동안 발생하는 관련 활동도 포함해야 한다. 통합시험평가를 실시하기 위한 통합시험평가팀은 사업관리자, 합참/소요군 및 개발자를 포함한다. 통합시험평가 계획에서는 사업진행을 기준으로 팀 구성원의 업무 역할(주관(leading), 지원(supporting), 참여(participation))을 명확하게 제시하여야 하며, 통합팀의 주관과 참여자의 역할이 사업의 진행과 함께 진화적으로 변화되어야 한다. 전 점증 동안 통합시험평가는 불필요한 중복시험을 피하고, 신속한 평가가 이루어져 획득시간을 단축하려는 진화적 획득전략을 지원한다.

5. 결론

국방 연구개발에 있어 진화적 획득전략은 급격한 기술 발전, 위협의 다변화, 가용예산의 감소 등 비선형적 안보환경에 따른 새로운 대안으로 주목받고 있다. 그러나 국내에서 진화적 획득전략의 수행은 아직 초기 단계에 머물러 있다. 진화적 획득전략을 적용하기 위해서는 극복해야 할 많은 제약사항이 존재한다. 본 연구에서 제시하고 있는 진화적 획득전략의 적용방안은 우리 국방획득제도 발전을 위한 기초연구로서 활용될 수 있다.

참고문헌

1. 방위사업청 훈령 제35호, "방위력개선사업 관리규정", p.2, p.260, 2006.
2. K. Farkas, P. Thurton, "Evolutionary Acquisition Strategies", power point presentation available at the www.afil.edu,

website.

3. Glen T. Logan 외 1명, "The Modular Open Systems Approach: A presentation for Geriatric Weapon Systems", 5th Annual Systems Engineering Conference, 2002. 10.
4. 합참, "미군의 소요결정체계 및 획득전략", 합참 전력기획부 세미나 자료, p.38, 2006.
5. DoD Instruction 5000.2, Operation of the Defense Acquisition System, p.3, p.4, 2003.
6. DoD Systems Management College, "Systems Engineering Fundamentals", Defense Acquisition University Press, p.25, 2001.
7. K. Farkas, P. Thurston, "Evolutionary Acquisition Strategies and Spiral Development Process", Program Manager Magazine(July-August 2003), DAU, p.12, p.14, 2003.
8. 민성기, 권용수, "시스템엔지니어링 원론", 시스템체계공학원, pp.41~42, 2004.
9. Dave Brown, "Evolutionary Acquisition of DoD Systems", Space Systems Engineering and Acquisition Excellence Forum, 2003.