

## 대형복합시스템 개발을 위한 시스템엔지니어링 기반의 요구조건관리 방안 연구

김근택\* 박창수 권병찬  
한국항공우주연구원

### A Scheme of Systems Engineering Based Requirements Management for Development of a Large Complex System

Keun-Taek Kim\*, Chang-Su Park, Byung-Chan Kwon  
*Korea Aerospace Research Institute*

**Abstract** : In order to successfully develop a large complex system, it is important that the systems engineering processes take into account the program context and characteristics. Among these processes, the requirements management process requires a management plan based on the program plans and systems engineering management plan (SEMP) to the connection with the program management system and the policy directives. In this paper, a systems engineering based requirement management scheme and guidelines for writing requirements are proposed. is proposed.

**Key Words** : Systems Engineering, Requirements Management, Large Complex Systems

---

**Received:** July 12, 2016 / **Revised:** July 13, 2016 / **Accepted:** December 9, 2016

\* 교신저자 : Keun-Taek Kim, [ktkim@kari.re.kr](mailto:ktkim@kari.re.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

대형복합시스템을 성공적으로 개발하기 위하여 사업 특성을 고려한 시스템엔지니어링 프로세스를 체계적으로 수립하여 모든 사업 및 기술 관리 부문에 적용하는 것이 중요하다.

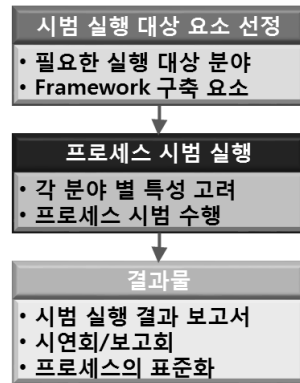
특히, 이 가운데 요구조건관리 프로세스는 사업 이해관계자 및 관리 책임자의 업무 추진 체계 및 정책 지침과 연계하여 사업제안서를 근거로 하는 사업계획서와 전체 개발 대상 시스템의 체계적인 관리를 위한 시스템엔지니어링관리계획서(SEMP) 등을 근거로 개발 대상 제품 및 구성 요소에 대한 요구조건 관리 계획을 수립하고 적용하기 위한 방안을 마련하기 위한 것이다.

이 논문은 시스템엔지니어링 기반 요구조건관리 프로세스에서 요구조건 관리 기준과 계획 수립 및 이에 따른 요구조건의 작성 지침 등의 요구조건 관리 방안 등을 제시한다.

## 2. 요구조건관리 프로세스

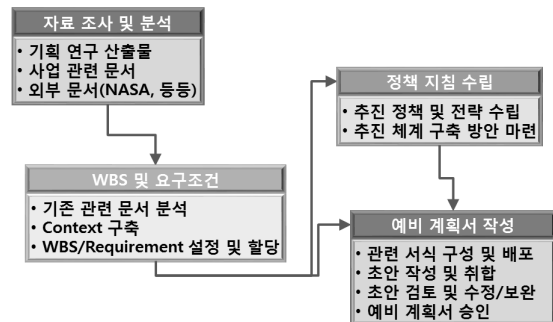
### 2.1 시스템엔지니어링 프로세스 표준화

사업 수행을 위한 시스템엔지니어링 프로세스를 표준화하기 위하여 사업 특성을 고려한 필수적인 분야에서의 프로세스를 수립하고 표준화하여야 한다. 이를 위해, 관련 업무에 대한 태스크포스를 구성하여, 사업에 필요한 관리 대상 분야를 선정하고, 프로세스를 시범적으로 구축하여 실행하고, 관리자의 의견 및 문제점 등을 보완하여 표준화하였다. 이러한 과정에서 미 항공우주국 (NASA)의 시스템엔지니어링 핸드북 [1]을 참조하여 TF에서 실제 참고문헌 [2]의 문서를 통해 구성하였다. 관리 프로세스는 상위 시스템이 하위 시스템에게는 이해관계자 역할을 하는 것이며 요구조건에 따라 하위에서 제작하여 검증한 제품을 상위 제품으로 종합하여 이해관계자의 요구를 충족하게 된다. 시스템엔지니어링 프로세스 표준화 절차는 Figure 1에 제시하였다.



[Figure 1] Process Standardization Procedure

프로세스 표준화를 위한 주요 업무 내용은 관련 분야의 자료 조사 및 분석, WBS 및 요구조건과 정책 지침 등을 고려하여 프로세스 실행을 위한 계획서 초안을 작성한 다음 프로세스 표준화를 위한 시범 실행을 통해 사업의 목적과 적합한 프로세스를 수립하여야 한다.



[Figure 2] Process Standardization Content

이러한 과정을 통해 사업에서 수행하는 모든 업무 프로세스의 표준화를 통하여 프로세스의 업무 계획을 수립하고 실행하기 위한 절차를 확립하여야 한다. 아래의 Figure 3은 이러한 사업 표준 프로세스 분류, 세부 프로세스 정의, 세부 프로세스 절차의 한 예를 보여준다.

시스템엔지니어링 절차와 관련하여 총 18개의 프로세스로 구성되며 3가지로 분류를 한다. 요구조건부터 시스템을 구성하는 프로세스를 P100 단위의 시스템 설계 프로세스로 정의하고 설계로부터 제품

을 구사하는 프로세스를 P200 단위의 제품 구현 프로세스로 정의하였다. 그리고 두 개의 프로세스를 이어주는 것을 P300 기술관리 프로세스로 정의한다. 각각의 프로세스는 WBS의 각 레벨별로 적용이 되는 것으로 상위 시스템이 하위 시스템에게는 이해관계 역할을 하는 것이며 요구조건에 따라 하위에서 제작, 검증된 제품이 상위 제품으로 종합되며 이해관계자의 요구를 충족하게 된다.

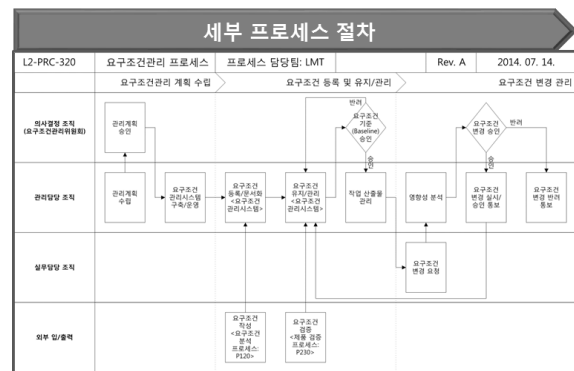
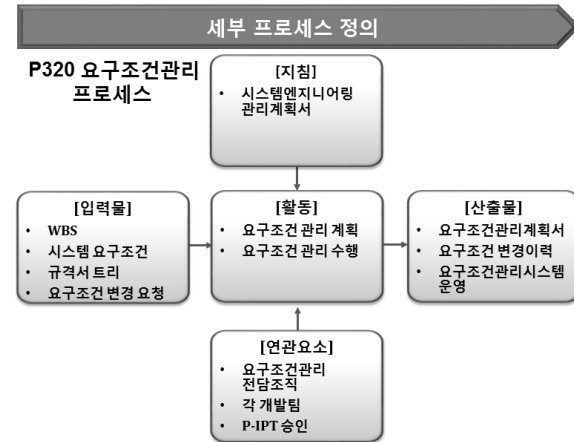
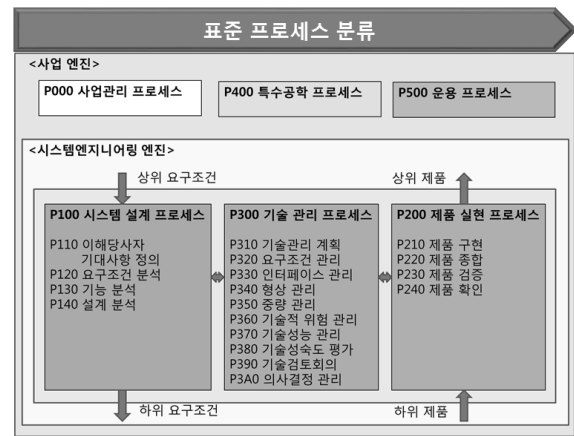
2.2 시스템 설계 프로세스 표준화

Figure 3에서, P100 시스템 설계 프로세스는 이해관계자의 요구사항으로부터 시스템 요구사항을 정의하고 기능분석 및 할당을 통하여 요구조건에 만족하는 시스템 설계를 도출하는 것을 목적으로 한다. 체계 공학 Vee-Cycle의 왼쪽 설계 프로세스이며 각 프로세스 간에 피드백을 통하여 설계가 구체화되어 상세설계 검토회의 이후 실제 제품 제작 단계로 넘어가게 된다.

P110 이해관계자 요구사항 정의 프로세스의 목적은 사용자와 관련 이해관계자들에게 필요한 서비스를 제공할 수 있도록 최상위 요구조건을 정의하는 것이다. 이 프로세스를 통하여 시스템 수명주기 동안 관련된 이해관계자 및 그들의 필요, 기대사항, 요구 등을 확인한다. 이를 분석하여 시스템이 실제 운영 환경에서 갖추어야 하는 이해관계자 요구조건으로 작성한다.

P120 요구조건 분석 프로세스의 목적은 이해당사자 중심의 사업 요구조건을 제품 중심의 기술적인 요구조건으로 변경하는 것이다. 이 프로세스를 통하여 이해당사자의 요구조건을 만족하는 제품에 대해 기술하게 되며 제약조건을 만족하는 범위 내에서 구체적인 구현 방법은 제시하지 않는다. 프로세스 수행 결과 제작자 입장에서 측정 가능한 시스템 요구조건을 도출하게 된다.

P130 기능 분석 및 할당 프로세스의 목적은 이해당사자의 요구조건을 만족하기 위한 상세 기능 요구조건을 생성이다. 이 프로세스를 통하여 시스템 각 단계별로 “무엇”이 필요한지를 식별한다.



[Figure 3] Process Standardization Formulation [3,4,5]

기능 분석 및 할당 프로세스는 사업 요구조건을 기준으로, 최상위 개념 수준에서 시작하여 시스템 수준, 서브시스템 수준, 구성품 수준에 이르는 Top-Down 방식을 적용하여 점차적으로 수행하며, 각 분석 및 할당 결과는 기능흐름도(Functional Flow Block Diagram, FFBD)로 표현한다. 이후, 이 결과를 바탕으로 기능 구조를 활용하여 형상을 가진 물

리적 구조로 개발하고, 이에 필요한 각 규격서를 생성한다.

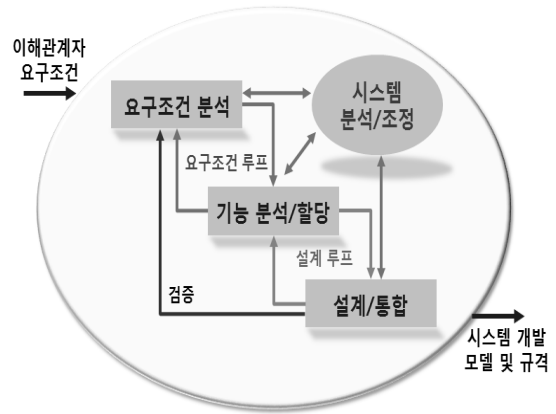
P140 시스템 설계 분석 프로세스의 목적은 이해 당사자 요구조건 정의, 요구조건 분석, 기능 분석 및 할당 프로세스들로부터 도출된 결과물을 기반으로 설계 솔루션으로 만드는 것이다. 시스템 설계 분석 시 요구조건을 만족하는 다양한 설계안이 나오게 되며 각각은 상세 비교연구를 통하여 1개의 설계안이 선택되며 이를 기준으로 모든 기술적 요구조건을 만족하는 최종안으로 발전하게 된다. 최종 설계안은 제품의 규격서를 작성하는데 사용되며 이를 통하여 제품 제작 및 검증 프로세스를 수행하게 된다.

### 2.3 요구조건관리 프로세스 표준화

요구조건관리란 모든 이해관계자의 기대사항, 고객의 요구조건, 기술적인 제품의 요구조건에서 최하위 제품 구성요소의 요구조건까지 관리하는 것을 의미한다. 요구조건관리의 목적은 사업의 제품 및 제품 구성요소에 대한 요구조건을 관리하고, 요구조건과 사업의 계획 및 작업 산출물 간에 발생할 수 있는 모순을 식별하는데 있다.

사업에 필요한 소요를 지원하는 요구조건을 관리하고 있음을 확인할 수 있는 적합한 절차가 존재하여야 한다. 요구조건을 사업에 적용하기 전에, 요구조건에 대한 쟁점 사항 해결과 오해 방지를 위해 요구조건 제공자와 요구조건 수령자가 함께 검토하여야 한다. 일단 요구조건 제공자와 요구조건 수령자가 합의에 도달하면, 사업의 다른 참여자들로부터 요구조건에 대한 동의를 얻어야 한다. 또한, 사업 계획, 작업 산출물, 요구조건 간에 발생할 수 있는 모순을 식별하고 해결하기 위하여 요구조건에 대한 변경을 관리하여야 한다. 요구조건 관리의 하나로 요구조건 변경과 원인을 문서화하고, 요구조건과 모든 산출물 및 그 구성 요소 간의 양방향 추적성을 확보하여야 한다.

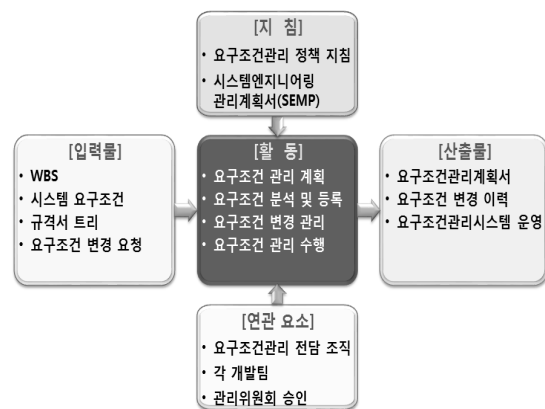
이를 위해 먼저 사업 요구조건 관리에 따른 정책 지침을 비롯하여 효율적인 요구조건 관리와 추적성



[Figure 4] System Design Process [1,2]

강화를 위한 요구조건 번호 체계와 유지 및 관리 체계를 수립하여야 한다. 특히, Figure 4에 제시한 시스템 설계 프로세스를 근거로, 이해관계자의 요구조건을 정의하고, 요구조건의 기능 분석 및 할당, 시스템 설계의 통합과 분석 및 조정을 위한 요구조건 정책 지침과 관리 계획을 수립한다.

사업 환경과 특성을 고려하여 사업 목표에 대한 가장 효과적인 결과를 얻을 수 있는 요구조건관리 프로세스를 개발하고 설계(Tailoring)하여야 한다.



[Figure 5] Requirement Management Process [2,4]

Figure 5의 IDEF0 (Integration DEFinition 0) Diagram으로 제시하는 요구조건관리를 정의하기 위한 세부적인 프로세스는 사업의 모든 기술 및 사업 요구조건을 관리한다. 특히, 사업에서 요구조건

개발 프로세스를 수행할 때, 이 프로세스에서 생성한 제품 및 지원 요소에 대한 요구조건은 요구조건관리 프로세스를 통해 관리한다. 요구조건관리 프로세스, 요구조건 개발 프로세스 및 기술적 해결 방안 정의 프로세스는 매우 밀접한 관계를 가지며, 일반적으로 동시에 수행이 이루어진다.

Figure 5에서, 사업 추진 체계의 추진 전략에 따른 사업 목표를 요구조건 관리 기준 및 정책 지침과 연계하여 사업계획서, SEMP 등을 근거로, 사업의 제품 및 제품 구성요소에 대한 모든 요구조건을 관리하는 활동을 수행하기 위해 필요한 요구조건관리 계획을 수립하여야 한다. 아울러, 사업 추진 체계 내에서 요구조건관리 프로세스에 따른 요구조건 관리 및 실행을 위해 필요한 상세한 내용은 별도의 관련 절차서 등의 문서를 통해 제시하여야 한다. 또한, 요구조건관리시스템의 운영을 통해, 수행 단계에서 해당 활동을 대한 요구조건의 변경 이력 등 관리에 따른 작업 산출물을 관리하여야 한다.

모든 개발 사업에서 제품 또는, 제품 구성요소에 대한 요구조건 변경은 기존 요구조건, 설계 또는, 구현에 대한 변경에 근거한다. 요구조건 변경은 고객 또는, 사용자의 변경 요청서로 문서화할 수 있고, 요구조건 개발 프로세스에서 정립한 새로운 요구조건 형태를 취하기도 한다. 그러한 요구조건 변경은 적절한 개정 활동을 통해 관리하여야 한다.

마지막으로 모든 요구조건은 적절한 절차에 따라 검증 가능하여야 한다. 검증할 수 없는 요구조건은 불완전한 상태이며, 획득자 및 개발자를 비롯한 이해관계자 간의 합의 자료로서 효용가치가 없다. 따라서 모든 요구조건에 대한 검증 요구조건을 각각 정의하여야 한다.

### 3. 요구조건 관리 방안

사업 추진 체계의 추진 전략에 따른 사업 목표를 요구조건 관리 기준 및 정책 지침과 연계하여 사업계획서, SEMP 등을 근거로, 사업의 제품 및 제품 구성요소에 대한 모든 요구조건을 관리하는 활동을

수행하기 위해 필요한 요구조건관리 계획을 수립하여야 한다. 아울러, 사업 추진 체계 내에서 요구조건관리 프로세스에 따른 요구조건 관리 및 실행을 위해 필요한 상세한 내용은 별도의 관련 절차서 등의 문서를 통해 제시하여야 한다. 또한, 요구조건관리시스템의 운영을 통해, 수행 단계에서 해당 활동을 대한 요구조건의 변경 이력 등 관리에 따른 작업 산출물을 관리하여야 한다.

#### 3.1 요구조건관리 정책 지침

요구조건 관리 계획을 수립하기에 앞서, 개발사업의 특성 및 이해관계자의 요구조건에 대응하기 위한 요구조건관리의 정책 지침을 검토하여야 한다. 일반적으로 요구조건 관리에 대한 정책 지침은 이해관계자의 요구조건으로서 관리 체계 및 환경을 기술하고 있다.

그 하나의 예로 요구조건 식별 체계를 비롯한 요구조건 관리 체계와 전산 환경의 구축을 통한 요구조건 관리 방안 등을 요구한다.

#### 3.2 요구조건 관리 계획 수립

일반적으로 요구조건 관리를 위한 계획 수립은 다음 사항을 포함하여야 한다.

- 요구조건관리 추진 체계
  - ✓ 요구조건관리 전담 조직
  - ✓ 요구조건관리위원회
- 요구조건관리 프로세스
  - ✓ 요구조건 식별
  - ✓ 요구조건 체계화 관리
  - ✓ 요구조건 추적성 관리
  - ✓ 요구조건 변경 관리
  - ✓ 요구조건 검증 관리
  - ✓ 요구조건 작업 산출물 관리
  - ✓ 요구조건관리 프로세스의 개선
- 요구조건관리시스템
  - ✓ 요구조건관리시스템 구축 및 운영
  - ✓ 요구조건관리시스템의 관리

### 3.3 요구조건관리 추진 체계

요구조건관리 계획 수립, 요구조건 체계화 관리, 추적성 및 변경 관리 등의 요구조건관리 전반의 업무를 수행하고 개선하는 업무를 담당하는 관리 전담 조직을 규정하여야한다. 전담 조직의 세부적인 역할 및 책임은 별도의 문서로 규정할 수 있다.

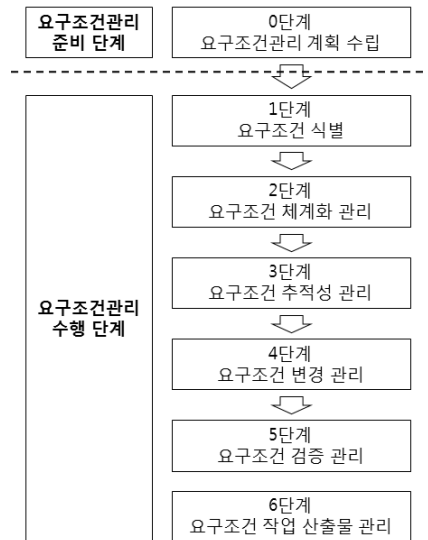
또한, 사업책임자는 요구조건관리위원회와 같은 의사결정 체계를 조직 내 구성하고, 세부적인 인적 구성, 역할 및 책임, 업무의 절차 및 방법 등에 대한 운영 규정을 수립하고 주기적으로 운영하여야 한다. 요구조건관리위원회는 요구조건관리 전담 조직에서 체계화한 요구조건에 대한 수락, 요구조건 변경 요청에 대한 승인 여부 검토, 요구조건 문서 승인 등의 의사결정을 수행하고, 처리 결과 및 현황을 요구조건관리 전담 조직에 통보하여, 요구조건의 담당 개발 조직에서 요구조건의 정보를 명확히 인지하여 제품 개발을 원활히 수행할 수 있도록 보장할 책임이 있다.

### 3.4 요구조건관리 수행 프로세스

대형복합시스템을 위한 요구조건관리 프로세스는 NASA 등에서 제시하는 시스템엔지니어링 엔진의 요구조건 정의, 관리, 검증 프로세스를 비롯해 선진 각국의 사례 연구 결과와 상기 요구조건관리시스템 프로세스를 기준으로, 개발 사업의 환경과 특성을 고려하여, 사업 목표에 대한 가장 효과적인 결과를 얻을 수 있는 요구조건관리 프로세스를 개발하고 설계하여야 한다.

Figure 6은 대형복합시스템 개발 사업에 적용할 수 있는 요구조건관리 프로세스를 단계별로 도식화한 것이다.

요구조건관리 준비 단계에서는 요구조건관리의 업무분할구조(WBS), 요구조건, 정책 지침 등을 정의하고, 요구조건관리계획서 작성을 포함하여 요구조건관리를 위한 계획 및 절차를 수립하여야 한다. 요구조건관리의 전담 조직은 요구조건관리를 위한 전산 도구를 선정하여 요구조건관리시스템을 구축하고, 체계적인 요구조건관리를 수행할 수 있는 환



[Figure 6] Requirement Management Process [3,5]

경을 준비하여야 한다.

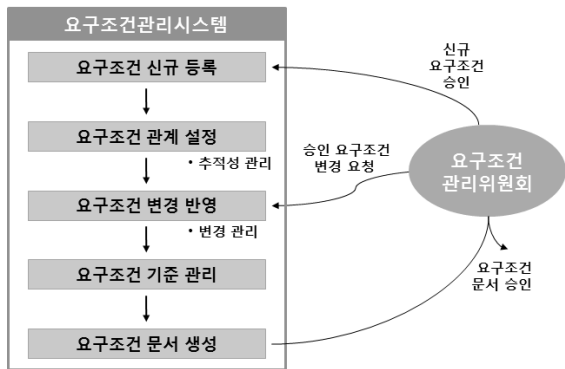
요구조건관리의 수행 단계에서는 각각의 단계에 해당하는 활동을 통하여 요구조건관리를 수행하고 작업 산출물을 생성한다.

### 3.5 요구조건관리 전산시스템

사업책임자는 요구조건 등록, 변경 이력 및 추적성 관리, 요구조건 문서 생성, 요구조건 정보 사용자 공유 등의 목적으로 요구조건관리 전산시스템을 구축하여 운영하고, 사업 전주기 동안 지속적으로 유지 보수 및 관리를 수행하여야 한다.

대형복합사업의 경우 개발 사업의 환경과 특성을 고려하여 전산 환경 기반의 요구조건관리 전산시스템을 구축하기 위하여, 프로세스를 설계하고 재구성하는 것이 바람직하다.

요구조건관리 조직은 요구조건관리 전산시스템의 운영에 관한 규정에 따라, 사업 전주기 동안 시스템 유지 보수 및 관리를 지속적으로 수행하여, 시스템 프로세스를 개선하기 위한 적극적인 노력과 결과를 지속적으로 시스템의 프로세스에 반영하여야 한다. 또한, 개선 결과가 요구조건관리와 관련한 모든 문서에 미치는 영향성을 평가를 수행하여, 사업의 문서관리 절차에 따라 유지 보완하여야 한다.



[Figure 7] Requirement Management System Process [5]

Figure 7은 요구조건관리시스템의 프로세스를 간략히 예시한 것이다.

#### 4. 결론

대형복합시스템을 성공적으로 개발하기 위하여 사업 특성을 고려한 시스템엔지니어링 프로세스를 체계적으로 구축하고 모든 부문에 적용하는 것이 중요하다. 이 논문에서 시스템엔지니어링 프로세스 표준화 절차에 따라 요구조건관리 프로세스 표준화 방안을 제시하였다. 또한, 요구조건관리 정책 지침, 요구조건관리의 추진 체계, 요구조건관리시스템, 요구조건관리 프로세스 등의 요구조건의 관리 계획 수립에 필요한 사항을 제안하였다. 마지막으로, 요구조건의 작성 지침을 제안하기 위해, 요구조건 문서의 체계, 요구조건의 작성 기준, 요구조건 작성 세부 지침 등에 대해서 하나의 방안을 제시하였다.

실제 결과는 요구조건을 만족하여야 하기 때문에, 최종적으로 제품에서 발생할 수도 있는 문제점을 사전에 차단하기 위해 요구조건을 적절한 프로세스 범위 내에서 명확히 설정하는 것이 매우 중요하다.

사업 초기 요구조건 작성에 투입한 시간은 나중에 요구조건을 변경 또는 검토하기 위하여 필요한 수많은 시간을 절약할 수 있기 때문이다. 따라서 요구조건관리는 사업 전주기에 걸쳐 지속적으로 관련 프로세스를 개선하려는 노력이 필요하며 특히, 필자의 경험으로 얻은 교훈은 사업책임자는 확고한 의지와 관심으로 개발 사업 개발자의 적극적인 참여 유도가 더욱 중요하다는 점이다.

#### References

1. NASA/SP-2007-6105 Rev.1, NASA Systems Engineering Handbook, 2007.
2. KSLV-II Program Office, KSLV-II Systems Engineering Management Plan, 2014.
3. Kwon, Byung-Chan, Park, Chang-Su, and Kim, Keun-Taek, A Study on KSLV-II Requirements Management, 2013 Fall Systems Engineering Conference, 323-328, 2013.
4. Park, Chang-Su and Kim, Keun-Taek, Systems Engineering Process for KSLV-II Program, Journal of the Korea Society of Systems Engineering, Vol 10, No. 2, 81-87, 2014.
5. KSLV-II Program Office, KSLV-II Requirement Management Plan, 2014.
6. DAPA, Systems Engineering Guidebook, Ver. 2, 2010.
7. DAPA, Systems Engineering Work Manual, 2010.
8. KSLV-II Program Office, Guideline for Writing Requirements, 2014.