

# 차량 전장품의 R&D 프로세스 통합 연구: 신제품 개발 프로세스

주백수\* · 서민석\*\*

## <목 차>

- I. 서론
- II. 차량 전장분야의 개발 현황 분석
- III. 선행연구 및 프로세스 통합방법  
모형 제안
- IV. 국내 전장업체의 개발 프로세스  
사례 연구
- V. 개발 프로세스 통합 모델
- VI. 결론

**국문초록** : 차량산업의 기술 패러다임이 소비자의 편의 및 안전기능의 증가와 기술융합 (Convergence)과 더불어 소프트웨어가 핵심적 역할을 하는 시스템기반의 융합 아키텍처 형태로 진화하고 있다. 이처럼 소프트웨어가 핵심 혁신요소로 대두되는 환경에 따라 R&D 개발 프로세스를 기계, 품질, 소프트웨어 등 이질적 프로세스를 통합하려는 시도가 있어왔지만, 실제 산업현장에서는 각각의 개발 프로세스가 개별적으로 운영되고 있어 이러한 혼란을 방지하기 위한 실용적 통합 R&D 프로세스의 개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 프로세스 통합관련 기존 연구를 토대로 주요한 프로세스 통합 요건들을 분석하고, 실제 차량 산업현장의 문제점 조사 및 분석을 통해 차량 전장품에 적합한 R&D 프로

\* 한양대학교 기술경영대학원 박사과정 (innospi.joo@gmail.com)

\*\* 한양대학교 기술경영대학원 교수, 교신저자 (mssuh@hanyang.ac.kr)

세스의 통합 모형 및 통합 프로세스를 제시하였다. 특히, 부품 단계에서부터 완성차 단계까지 연결된 통합 프로세스를 개발하기 위하여 실제 산업계의 완성차와 전장품 업체에서 적용하고 있는 개별 프로세스의 장단점을 비교 분석하였고, 전장품의 구성요소인 시스템, 소프트웨어, 하드웨어 등 분야별 프로세스의 상관관계 연구를 통해 수행하였다. 마지막으로 본 연구에서 제시한 통합 프로세스 모델은 현재 일부 전장품 업체에 적용되고 있으며, 모델 개선을 위한 모니터링을 진행하고 있다.

주제어 : 자동차 R&D 프로세스, 전장시스템 개발프로세스 통합, CMMI, A-SPICE, ISO-26262, ISO/TS-16949, 신제품개발프로세스

---

## A Study of R&D Process Integration in Automotive E/E Systems: New Product Development Process

Baegsu Joo · Minseok Suh

---

**Abstract :** The trend of R&D in automotive electronics industry is shifting towards ECU(Electronic Control Units) based on softwares which requires technology convergence to accommodate customers' requests on safety and convenience. The trend requires systemized R&D paradigm which reflects increased role of softwares. As the softwares became the core components in automotive innovation, there has been wide range of efforts to introduce software R&D processes and methodologies such as CMMI, A-SPICE and ISO-26262 etc. However, R&D departments in the industry fields are confronted with conflicts which arise from discrepancies among the individual process.

In this study, we focus on suggesting our integrated and systematic R&D process with the aim of alleviating the conflicts and confusions. For this purpose, we analyze the cases of Korean automotive electronics companies to compare various R&D processes in the field and their relationships. Based on the analysis, we derive and suggest our model of R&D process which effectively integrate ISO/TS-16949 for manufacturing quality and CMMI, A-SPICE, ISO-26262 for system with softwares.

Key Words : Automotive R&D process, Development process integration of E/E systems, CMMI, A-SPICE, ISO-26262, ISO/TS-16949, New product development process

## I. 서론

자동차 산업의 연구개발이 기존의 기계, 품질 및 제조중심 패러다임에서 소비자의 편의(Convenience) 및 안전(Safety)에 따른 고기능의 요구와 IT기술의 발전에 따른 기술 융합(Convergence)패러다임으로 급격하게 변화함에 따라 자동차가 이동수단을 넘어 지능화 및 스마트화 되어 지금은 또 다른 생활공간으로 발전하고 있다. 이러한 부분을 가능케 하는 것이 전장품(Electric Control Units, ECUs)이며, 전장품을 제어하는 핵심적인 역할을 하는 것이 임베디드 소프트웨어이다. 약 30년 전 처음 엔진분야에 소프트웨어가 적용된 이후 지금은 소프트웨어 로직이 탑재된 다양한 전장품이 활용되고 있다(Broy, 2006).

자동차 산업에서 업체들의 경쟁력은 시장 점유율, 업체의 이익률, R&D의 경쟁력, 브랜드 경쟁력 등의 요소들이 있다(Fallu, 2004). Oliver(2015)는 R&D 경쟁력이 그 산업 성공의 가장 핵심적인 요소로 작용하고 있다고 기술하고 있고, R&D 관점에서는 위의 성공요소를 이끌어 내기 위해 개발제품의 품질, 시장수요 시기에 따른 적시성 그리고 최소 개발비용으로 최대 효과를 도출할 수 있도록 제품이 개발되어야 한다. 특히 2010년 도요타 급발진 부분과 2013년 현대차의 브레이크 스위치 등과 같은 품질문제가 순식간에 기업의 위기 요소가 되기도 한다. 하지만 이러한 문제는 단순한 제조문제에서 제품이 고급화, 지능화, 복잡화됨에 따라 개발과정에서 이러한 문제를 야기하는 요소들이 늘어나고 있는 상황이다. 따라서 이러한 문제를 제거하기 위해서는 R&D과정을 제대로 관리하고 문제들이 유입되지 않기 위해서는 개별적인 개발 및 테스트를 잘 하는 것도 중요하지만 이러한 활동들을 가능케 하는 강건하고 유기적인 개발 프로세스가 정립되어야 한다(Juran & Gryna, 1993). 하지만, 국내 자동차 부품업체들의 R&D 부서에서는 대부분 완성차의 제조/품질기반의 프로세스에 맞추기 위해 하드웨어 중심 프로세스에 따라 제품개발 및 승인을 수행하고, 소프트웨어의 개발을 위해서는 개발업체에서 별도의 개발 프로세스를 수립하여 운영하는 2중 형태의 프로세스가 존재하고 있다. 이러한 프로세스들이 서로 통합되고 최적화되지 않아 R&D 인력들이 어려움을 겪고 있는 상황이다. 추가적으로 2008년에 시작된 유럽의 완성차 및 부품업체 중심으로 형성된 안전(Safety)기반의 R&D 프로세스가 2011년부터 국내에 도입되어 기존의 제조/품질 중심의 프로세스, 소프트웨어 개발 프로세스와 안전 기반의 개발 프로세스가 다시 한 번 충돌하고 있는 상황이다.

본 연구에서는 기업의 성공적인 제품 개발을 위해 이러한 상이한 개발 프로세스의 충돌 및 불연속성을 극복할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 차량전장 분

야의 개발 현황 분석과 이전 연구의 프로세스 통합 연구를 통해 본 논문의 연구방안을 제시한다. 그리고 차량 전장개발에 사용되고 있는 여러 프로세스 모델의 고찰과 실제로 차량전장개발 프로세스에서 필요로 하는 프로세스의 사례 연구 및 비교를 통해 문제점을 분석한다. 아울러 이러한 문제점을 극복할 수 있는 전장품 개발 프로세스의 통합 모델을 개발하고 이에 대한 극복하는 방안을 제시한다.

## II. 차량 전장분야의 개발 현황 분석

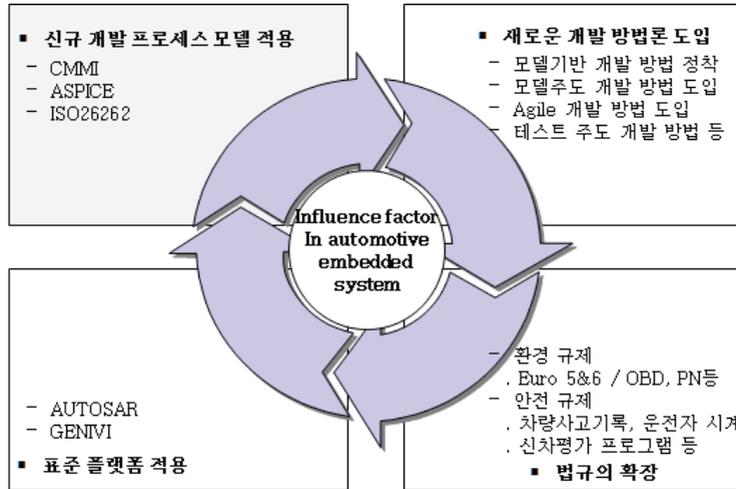
### 1. 차량분야에서의 소프트웨어 역할

차량 도메인<sup>1)</sup>은 크게 파워트레인, 새시, 바디/편의, 멀티미디어 4개 분야로 구분할 수 있으며, 특히 기존의 소프트웨어 중심 개발이 적용되는 인포테인먼트의 멀티미디어뿐만 아니라, 차량의 중심이 되는 파워트레인(엔진 및 변속기)분야와 차량의 거동(Behavior) 및 안전과 관련된 새시분야, 그리고 기능의 고급화에 따른 편의 장치 등이 차량 시스템에서 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 시스템은 소프트웨어와 하드웨어로 구현된 제어장치와 주변의 센서 및 액추에이터 등으로 운영되기 때문에 여러 분야의 개발 및 통합 검증이 중요한 이슈로 대두되고 있다. 특히, 차량 혁신은 주로 전장품에서 발생하고, 이러한 전장품을 제어하고 운영하는 소프트웨어가 80%의 혁신을 담당한다(Leen & Hefferman, 2002). 차량산업은 수직 통합형 구조를 가지며 국내 및 해외 등 여러 지역의 부품업체를 통해 부품들이 납품되어 통합되는 형태로 구성되므로 이러한 부품들이 잘못 개발될 시 완성차 레벨에서 큰 문제를 야기하는 구조이다. 그러므로 차량용 소프트웨어는 복잡한 전장부품들이 처할 수 있는 각종 상황들과 운전자의 명령에 대해 끊임없이 반응하며 차량의 상태를 최적으로 유지해야 하는 중요한 역할을 수행하고 있다.

---

1) 차량 도메인: 차량의 전장품과 관련된 분류로 엔진 및 변속기와 관련된 1) 파워트레인 도메인, 구동, 현가, 제동 등과 관련된 새시 및 Active 시스템과 관련된 2) 새시 도메인, 운전자 및 승객 등을 위한 기본적인 편의를 제공하기 위한 3) 바디/편의 도메인, 마지막으로 오디오, 비디오 및 내비게이션 등과 관련된 4) 멀티미디어 또는 인포테인먼트 도메인으로 분류한다. (www.sae.org)

## 2. 차량분야에서의 개발 프로세스 변화



<그림 1> 차량 R&D에서 개발의 영향 요인

차량 산업에서 전장분야의 급격한 변화 및 다양한 요구사항으로, R&D 분야의 개발 환경도 제품 개발 생산성과 품질 향상을 위해 소프트웨어의 급격한 증가 및 신규 법규의 도입에 맞게 새로운 개발 프로세스 및 개발 방법론이 혼재되고 있는 상황이다. 차량 R&D에서 개발의 영향 요인을 정리하면 <그림 1>과 같다. 먼저 프로세스 측면에서 자동차 산업은 품질관리시스템(QMS: Quality Management System-ISO9001) 기반의 제조/품질관점의 ISO/TS-16949를 적용하고(ISO/TS 16949, 2002) 있으나 개발 환경의 변화와 소프트웨어가 전장품 개발의 핵심적인 역할을 수행함에 따라 기존 IT분야에서 적용되어 왔던 소프트웨어 중심의 개발 프로세스 개선 모델인 CMMI(Capability Maturity Model Integration)와 A-SPICE(Automotive Software Process Improvement Capability detErmination)가 현재 개발 프로세스의 핵심모델로 적용되고 있다(소프트웨어공학센터, 2012; Peldzius & Ragaisis, 2011). 또한 2000년 후반부터 유럽 자동차업체 중심의 안전(Safety)기반의 ISO-26262가 2011년부터 국내에도 적용되고 있는 상황이다. 개발 방법론 측면에서는 전통적인 계단 모양의 폭포수(Waterfall) 모델에서 탈피하여 V 모델과 반복하는 나선형 형태의 Spiral모델을 중심으로 개발 방법론이 변화하고 있다. 또한 표준플랫폼 측면에서는 엔진, 새시/안전, 바디 도메인에는 완성차, 부품업체 및 솔루션 업체 등이 주도하는 AUTOSAR(AUTomotive Open System ARchitecture)<sup>2)</sup> 등 표준

2) AUTOSAR: 차량용 전장품 소프트웨어의 표준플랫폼을 통해 개발 생산성 및 재활동을 향상시키기 위해 2003년 완성차 업체와 부품업체 및 도구업체들이 만든 표준이다. 현재(2013년 기준) Ver 4.x가 사용 중이며 주로 파워트레인, 새시 도메인 관련 전장품에 사용되고 있다. (www.autosar.org)

플랫폼의 도입을 통해 소프트웨어의 재사용성 향상을 위한 모듈화 및 플랫폼화를 주도하고, 인포테인먼트 도메인에서는 GENIVI<sup>3)</sup>로 표준화가 진행되고 있는 상황이다. 마지막으로 법규는 그린(Green)관련 환경규제의 법규로 유럽 및 미국 중심으로 연비, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 등의 규제를 더욱 강화하고 있으며(현대오토론, 2014), 일본 및 중국도 관련 법규를 도입하고 있는 상황이다. 또한 안전규제는 위에서 언급한 ISO26262의 강화와 더불어 자동차의 지능화 및 안전관련 시스템 장착으로 관련 규정이 강화되고 있다(ISO 26262, 2011).

### 3. 차량개발에서의 품질 프로세스와 연구개발 프로세스 현황

현재 차량개발 분야에서는 세 가지의 프로세스가 혼재되어 있다. 첫째, 제조/품질 중심의 프로세스(ISO/TS-16949)와 둘째, 소프트웨어 개발을 중점에 둔 프로세스 개선모델(CMMI, A-SPICE)과 마지막으로 안전관련 프로세스(ISO-26262)들이 있다. 특히 제조/품질 중심의 프로세스와 프로세스 개선모델은 국내 거의 모든 전장업체가 도입하여 인증을 획득하여 운영하고 있다. 또한 안전관련 프로세스는 국내에 2009년부터 이슈화되면서 2011년부터 적용을 위한 준비를 하는 중이다. 이상의 내용은 <표 1>과 같이 요약된다.

<표 1> 차량분야의 개발 프로세스 및 개선 모델 현황

구분	프로세스	특징
제조/품질 프로세스	ISO9001	제조/품질 관점의 품질경영시스템(QMS)으로 고객에게 제공되는 제품, 서비스체계가 규정된 요구사항을 만족하고 유지/관리되고 있음을 인증
	ISO/TS-16949	ISO9001의 차량분야에 대해 미국, 유럽 완성차 업체들이 참가하여 설계, 개발, 생산, 설치 및 서비스의 분야의 품질경영시스템(QMS)으로 발전
프로세스 개선모델	CMMI	소프트웨어 품질의 능력 및 성숙도 평가기준인 CMM에 시스템 및 소프트웨어 영역을 통합시켜 기업의 프로세스 개선 및 평가모델
	A-SPICE	ISO15504의 정보통신 분야의 소프트웨어 프로세스 개선 평가 모델을 유럽의 자동차 및 부품사의 제품에 맞게 수정된 개선 및 평가모델
안전관련 프로세스	IEC 61508	전기/전자/프로그램 가능한 안전관련 산업 전반의 시스템에 대한 시스템/하드웨어/소프트웨어 등의 안전관련 요건 및 절차를 규정한 모델
	ISO 26262	IEC61508을 기반으로 차량분야(3.5톤 이하)의 차량 전기전자 시스템에 적용하는 안전관련 요건 및 절차를 규정한 모델

3) GENIVI: AUTOSAR와 비슷한 플랫폼의 형태로 주로 멀티미디어 도메인에 사용을 위해 만들어지는 소프트웨어 표준플랫폼이다. GENIVI Alliance(완성차, 부품사, 반도체 업체, 솔루션 업체 등)에 의해 만들어지고 배포된다. AUTOSAR와는 달리 국내 업체의 활동이 두드러지는 영역이다. (출처: 김진우, 한태만 : 차량 내 인포테인먼트를 위한 표준 오픈 플랫폼 동향 및 GENIVI 기반의 휴먼 머신 인터페이스)

## 4. R&D 프로세스의 문제점

현재 자동차 전장품 개발현장에서는 기존의 제조/품질관점의 프로세스와 소프트웨어 개발 프로세스와의 차이점 및 서로 간의 장단점 등에 대한 냉철한 고찰 없이 경쟁적으로 프로세스를 도입함으로써 기존의 제조/품질 중심의 프로세스와 많은 충돌이 발생하고, 제대로 적용 및 정착되지 못하는 사례들이 나타나고 있다. 이러한 이유로 연구개발 시 많은 리소스 낭비가 발생하고, 더불어 여러 산업분야에 잘 정의된 Best-Practice를 포함하는 국제적인 프로세스 개선 모델인 CMMI와 A-SPICE에 대한 비관론들이 발생하고 있다. 따라서 프로세스의 복잡도는 높아지게 되었고, 피상적인 산출물 위주의 활동으로 인해 실제 개발업무와 차이가 갈수록 커지고 있는 상황이다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 국내의 전장 부품업체들의 사례 분석을 통해 실제 프로세스의 문제의 사례를 제시하고, 이러한 어려움을 극복하기 위한 방법으로 개별 프로세스 비교 분석을 통해 차량 전장 분야에 적합한 개발 프로세스 통합모델을 제시하고자 한다.

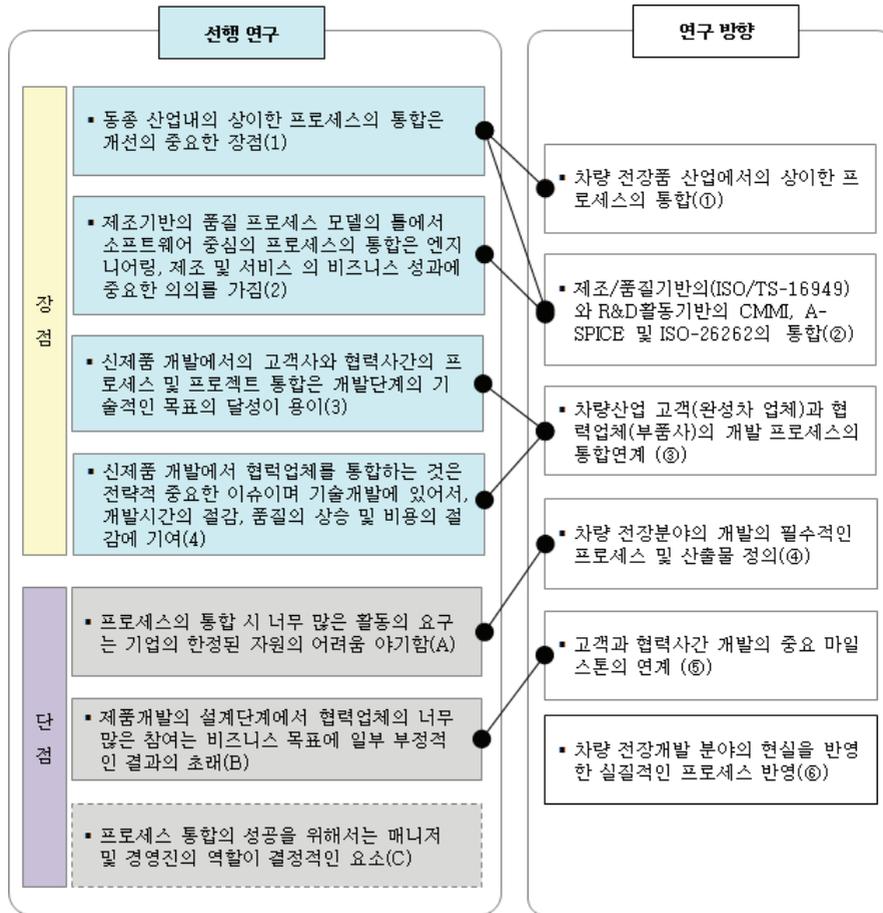
## Ⅲ. 선행연구 및 프로세스 통합방법 모형 제안

### 1. 선행연구 및 연구방향

먼저 Chrissis(2007)는 심화된 산업 경쟁사회에서 기존 개발 프로세스를 개선하는 것은 중요한 이슈이며, 동종 산업 내에서 여러 가지 상이한 프로세스를 별도 운용하는 것보다 조직차원에서 통합되어, 각각의 장점을 활용하는 것이 훨씬 유용하다고 연구하였다. 또한 Sivi, Penn & Harper(2005)는 제조기반의 품질 프로세스모델인 Six-Sigma는 비즈니스 개선을 위한 전체 프로세스 관점에서 추진하며, CMMI는 시스템, 소프트웨어 관점의 프로세스에 초점을 맞춰 상이한 영역을 통합하는 것이 경영성과를 포괄하는 엔지니어링, 서비스 및 제조 등의 개선에 중요한 의의를 가진다고 주장하였다. 그리고 Petersena, Handfieldb & Ragatz(2005)는 신제품 개발 프로세스에서 정확하고 올바른 결정을 위해서 고객사와 협력사의 프로세스 및 프로젝트들이 통합되어야 개발단계에서의 기술적 지표 및 목표 달성이 용이하다고 주장하였으며, Ragatz, Handfieldb & Scannell(1997)은 신제

품 개발에서 협력업체를 통합하는 것은 전략적으로 중요한 이슈이며 또한 새로운 기술의 적용, 개발시간의 절감, 품질의 상승 및 비용의 절감에 기여할 것으로 주장하였다. 본 논문에서는 이러한 선행연구를 바탕으로 제조/품질 기반의 ISO/TS-16949에 소프트웨어 중심의 CMMI, A-SPICE와 안전관련 개발 프로세스인 ISO-26262의 통합 모형에 대해 연구하였다. 특히 완성차(고객) 개발 프로세스와 전장업체(협력업체)의 개발 프로세스를 제품 개발과정에 맞춰 통합하는 것이 기술개발 목표를 명확하게 달성할 수 있으며, 나아가 개발생산성의 주요 지표인 개발시간, 품질 상승 및 비용의 절감에 기여할 것으로 기대한다. 이러한 근거는 Goldenson & Gibson(2003)이 CMMI 통합 모델을 항공 및 국방회사 등에 적용하여 성과 측정된 연구결과에서, 개발시간의 10~30%, 품질지표 중 하나인 소프트웨어 결함의 10~60%, 그리고 개발비용의 10~20% 정도가 감소한 것을 확인하였다. 하지만, 프로세스 통합에 있어서 몇 가지 고려사항들이 있는데, 특히 프로세스 통합 시 너무 많은 활동을 요구할 수 있으므로 기업에서의 한정된 자원의 문제를 적절히 해결하는 것이 이슈이다(Chrissis et al., 2007).

<그림 2>는 선행 연구들에서 주장한 장점을 계승하고 단점을 극복하기 위해 항목별 연구방법의 제시를 통해 프로세스 통합방향을 제시한 개념도이다. 선행연구(1)(2)의 요소는 차량 전장 산업의 기본이 되는 제조/품질기반 프로세스(ISO/TS-16949)에 소프트웨어 개선 중심의 프로세스(CMMI, A-SPICE), 안전 제품 관련 프로세스(ISO-26262) 등 이질적인 프로세스를 통합한 것으로, 본 논문의 핵심적인 연구항목이다. 그리고 선행연구 (3)(4)는 차량 전장산업에서 부품들이 통합 및 조립되어 완성차가 이루어지는 수직 통합형 산업구조에 필수적인 부분으로, 완성차 업체와 전장업체 간의 개발 프로세스의 통합 및 연계는 성공적인 개발 프로젝트 수행의 중요한 요소가 된다. 그리고 선행연구 (A)(B)의 문제점을 극복하기 위해 차량 전장품 개발을 위한 필수적인 프로세스 그룹, 프로세스 영역, 관련 산출물들을 도출할 수 있도록 단순화한다. 이러한 방법은 각 프로세스의 요구활동을 실제 현장전문가들과 수행방법의 비교를 통해 일부 프로세스는 통합, 제거 또는 최적화를 통해 선정하였으며, 또한 고객과 협력업체 간의 핵심적인 마일스톤의 연계를 통해 이질적 프로세스 통합 이외에도 R&D과정의 개발활동도 통합이 가능한 프로세스로 도출한다. 하지만, 선행연구 중 (C)항목은 본 논문에서 제시한 프로세스 통합 모델에서 극복할 수 있는 요소가 아니며, R&D 성과에서 별도로 연구되어야 할 부분이다. 따라서 이 부분은 본 논문의 제약 및 향후 연구방향에서 별도로 제시한다.



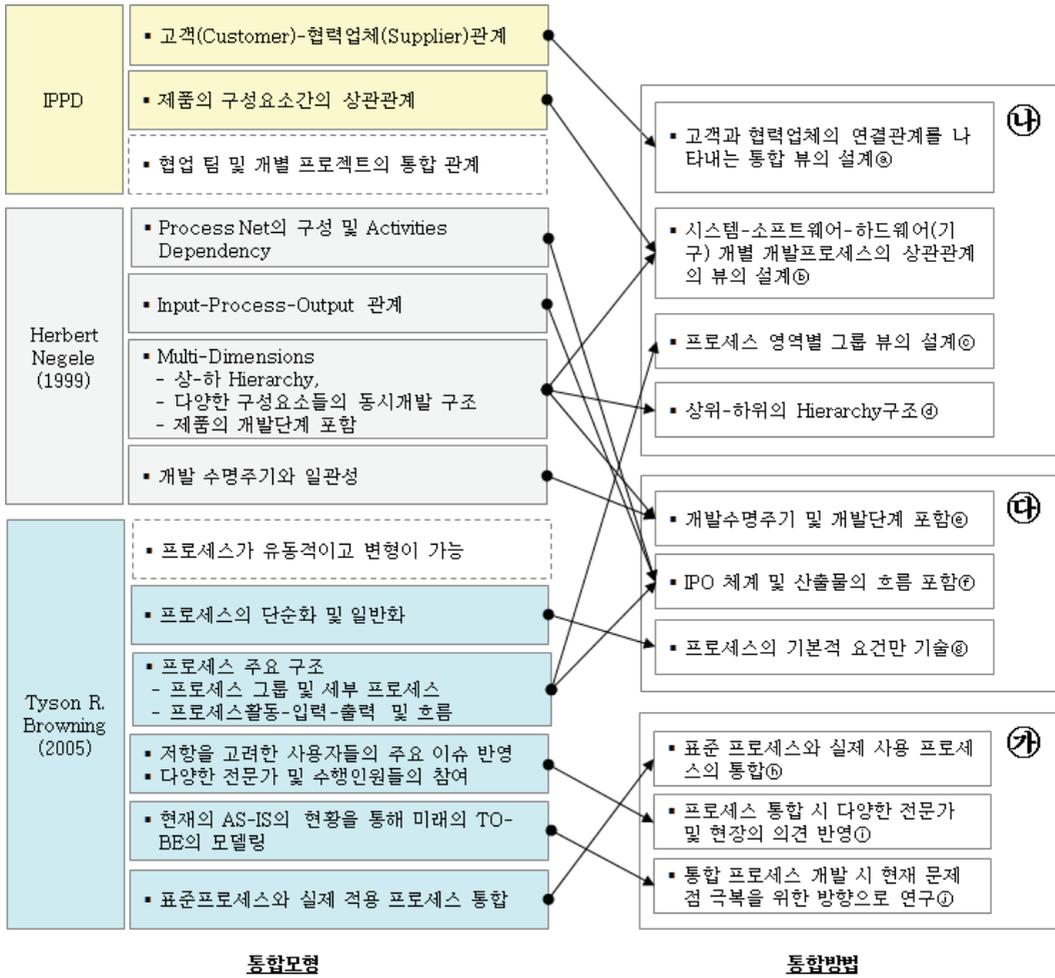
<그림 2> 선행연구 대비 통합 프로세스의 연구 방향

특히, 오른쪽 블록의 연구방향 ⑥은 II장에서 기술한 바와 같이 프로세스의 통합 시 가장 중요한 요소로서 차량 전장 산업분야에서 적용가능하고, 실제 현장의 요구 및 사용 중인 프로세스를 고려하여 통합 모델이 제시되어야 한다. 이러한 내용은 IV장에서 완성차 업체와 전장 부품업체에서 구축 및 사용되고 있는 프로세스의 분석을 통해 제시한다.

## 2. 프로세스 통합방법 제안

1980년대의 미 국방성의 연구에서 시작되어 William Perry의 주도 하에 1995년에 IPPD(Integrated Product and Process Development)를 발표하였다. 이는 통합 제품 및

프로세스 개발에서 동시공학의 동시관점에서 고객과 협력업체, 제품의 구성요소의 상관관계(시스템, 소프트웨어 등), 협업 팀 관계, 그리고 개별 프로젝트 관계에 대해 고려하고 있다(Brownig et al., 2006). 본 연구에서는 이러한 고려사항 중 동일 프로젝트 이내로 한정하여 첫째, 고객-협력업체 간 협력이 가능한 프로세스 구조와 둘째, 제품의 구성요소 기반의 통합 구조에 대한 연구를 수행한다. 다음은 이전 연구의 통합모형을 기반으로 본 논문에서 연구하고자 하는 프로젝트 통합모델의 방법을 <그림 3>과 같이 도식화하였다.



<그림 3> 프로세스 통합 방법

<그림 3>과 같이 선행연구의 프로세스 통합 모델에 대한 연구방법을 크게 3가지로 분류할 수 있다. 그림 아래 부분의 ㉖의 영역은 프로세스 통합 시 반드시 고려되거나 사

전에 전제되어 연구되어야 할 기본적인 요건이며, ㉔의 영역은 프로세스 통합 시 필요한 레벨들의 요건들을 정의하고 있다. ㉕의 영역은 프로세스들이 가져야 하는 세부적인 구성요건들을 제시하고 있다. 본 논문은 선행연구에서 주장하고 제기한 전제조건, 프로세스 통합 레벨 및 프로세스 구성요건 등에 준하여 연구를 진행하였다. 이러한 요건들을 만족하는 프로세스로 통합하기 위해 IV장에서는 국내 전장업체에서 실제 적용중인 프로세스의 비교 분석을 통해 프로세스 통합모델의 구조를 제시하였다. 그리고 V장에서는 제시된 프로세스 통합모델 구조를 계층화 및 상세화하여 차량 전장 부품업체에서 사용할 수 있는 세부 프로세스 모형을 완성하였다.

## IV. 국내 전장업체의 개발 프로세스 사례 연구

### 1. 프로세스 비교 분석

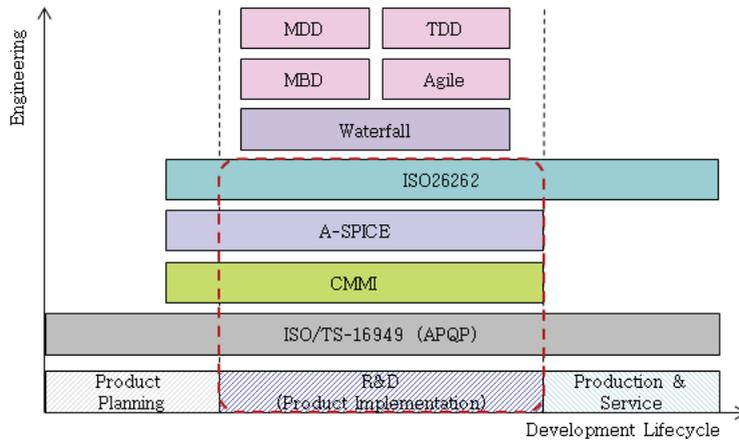
차량 및 전장품 개발 사이클 상에서의 프로세스 위치 및 관계 분석을 통해 개발 프로세스 통합 모델의 기본적인 구조를 제안하고자 한다.

<표 2> A-SPICE 및 CMMI 프로세스 영역 비교

L/I	A-SPICE	CMMI	Remarks
1	Acquisition Process Group		협력사 선정, 계약, 관리 프로세스
2	Management Process Group	Project Management Process	프로젝트 관리 프로세스
3	Engineering Process Group	Engineering Process	엔지니어링 프로세스
4	Supporting Process Group	Support Process	지원 프로세스
5	Supply Process Group		협력사-고객 간의 제품 승인 및 릴리즈 관련 프로세스
6	Resource & Infrastructure Process Group		리소스, 교육 및 인프라 관련 프로세스
7	Process Improvement Process Group	Process Management Process	프로세스 개선 프로세스
8	Operation Process Group		여러 프로젝트의 운영관련 프로세스
9	Reuse Process Group		엔지니어링 자산의 재사용 관련 프로세스

지금의 차량전장 분야는 제조/품질의 기계부품의 프로세스 보다는 소프트웨어의 핵심적인 역할에 따라 CMMI 및 A-SPICE가 가장 많이 적용되고 있다. 내부 프로세스 영역을 도식화하면 <표 2>과 같이 대부분의 영역(굵은 실선 영역)이 동일하게 구성되어 있고, 일부 영역에서 서로 다르게 정의되어 있지만, 세부 활동을 분석하면 거의 유사한 활동들을 포함하고 있다(Sassenburg et al., 2006).

<그림 4>는 개별 프로세스를 Development Life cycle축과 Engineering 축을 통해 각 개발 프로세스 및 방법론을 구조화한 그림이다. 가로축의 개발수명주기 축은 제품의 기획에서부터, 개발, 평가 및 생산, 서비스 등의 전체 과정을 나타내며, 세로축 엔지니어링은 개발 활동의 구체화 정도 즉 얼마나 상세한 엔지니어링 방법론 등을 포함하고 있는지를 나타낸다.



<그림 4> 개발 Lifecycle 상 프로세스 관계

먼저 중앙에 CMMI 및 A-SPICE의 엔지니어링 영역을 중심으로 위쪽은 R&D의 개발 방법론(MDD, TDD, MBD, Agile 등)을 위치시킬 수 있다. 또한 안전관련 프로세스인 ISO 26262는 기존의 개발 프로세스 이외에도 안전 부품에 대한 안전목표 및 안전분석 등의 엔지니어링 방법 및 결과 등을 추가적으로 요구하며, 그리고 개발 이후 생산-서비스-폐기 처분 등과 관련된 안전 요구사항의 관리까지 규정하므로 CMMI 및 A-SPICE는 동일선상에 위치시키되 가로축의 Production & Service 범위까지 연장시킬 수 있다. 그리고 가로축의 기획부터 생산 서비스는 ISO/TS-16949의 제품실현, 즉, APQP(Advanced Product Quality Planing)단계와 거의 일치한다. 그러므로 ISO-26262, CMMI, A-SPICE 등은 ISO/TS-16949 주요 영역 중 Product realization(제품 구현/실현) 부분의 APQP 내에 구

조화 및 위치시킬 수 있다.

본 논문에서는 <그림 4> 접선 영역인 R&D 부분의 통합 프로세스 고찰에 대한 연구로 범위를 한정하므로 제품개발 계획을 제외한 일반적인 기획 및 생산/서비스 부분은 제외하여 기술한다.

완성차와 부품업체에서 적용하고 있는 프로세스 현황을 비교 분석하면 다음 <표 3>과 같이 요약할 수 있다.

<표 3> 업체별 프로세스 현황 비교 분석

구분	프로세스그룹	현황	문제점
완성차	엔지니어링 프로젝트 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차량-전장품 개발프로세스</li> <li>· APQP 중심 개발프로세스</li> <li>· 시스템/소프트웨어 개발 프로세스 일부 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· APQP를 중심으로 부품업체와 샘플단계만의 일정 연계 (주요개발활동 정의미흡)</li> <li>· 시스템, 소프트웨어 개발 프로세스 별도 존재</li> </ul>
A 부품업체	엔지니어링 프로젝트 관리 지원 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시스템, 소프트웨어, 하드웨어                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 25개 서브-프로세스정의</li> <li>- 60개의 절차서</li> <li>- 90여개의 템플릿</li> </ul> </li> <li>· APQP 프로세스 별도운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· CMMI와 APQP 별도 운영</li> <li>· 차량-전장품 프로세스와 R&amp;D 개발프로세스와 연계되지 못함</li> <li>· A-SPICE를 신규 프로세스로 별도 구축 중 (인증용)</li> <li>· 사용하지 않는 절차서 및 템플릿 많음 (예: 시스템 설계)</li> <li>· 엔지니어링 프로세스들을 독립적으로 구성</li> </ul>
B 부품업체	엔지니어링 프로젝트 관리 지원 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소프트웨어, 하드웨어                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 21개 서브-프로세스정의</li> <li>- 50여개의 절차서</li> <li>- 70여개의 템플릿</li> </ul> </li> <li>· APQP 프로세스 별도운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· CMMI와 APQP 별도 운영</li> <li>· 차량-전장품 프로세스와 R&amp;D 개발프로세스와 연계되지 못함</li> <li>· ISO26262를 기존 개발프로세스와 통합하지 못함</li> </ul>

<표 3>과 같이 완성차 업체의 경우는 차량개발 프로세스와 제품 구성요소인 시스템, 소프트웨어 개발프로세스들이 통합되지 않고 별도로 적용되고 있으며, 부품업체 또한 기본적인 시스템, 하드웨어, 소프트웨어 등의 프로세스가 있지만 프로세스가 통합 및 연계되지 않고 있다. 또한 개발 프로세스들이 완성차-전장품 개발 단계와의 적절한 연계가 부족하여 별도로 적용되고 주로 샘플 단계에서 정보를 공유하여 개발을 진행한다. 이러한 방법은 실제 개발하는 시스템 또는 구성요소들이 차량의 개발 일정과 연계가 부족하여 마지막단계에서 개발활동들이 형식적으로 수행되거나, 또는 누락되는 상황들로 인하여 개발 품질에 중요한 영향을 초래하는 경우가 발생한다. 결국 이러한 영향은 필드 품

질 문제로 귀결된다. 결론적으로 첫째, 품질/제조 기반의 APQP 프로세스는 R&D 본연의 시스템, 소프트웨어, 하드웨어 개발 등의 세부 엔지니어링 활동을 가이드 하지 못하는 한계점을 가지며, 둘째, CMMI, A-SPICE 및 ISO-26262 등의 세부 엔지니어링 프로세스의 통합이 제대로 이루어 지지 않고 있다. 셋째, 세부 엔지니어링 프로세스들이 차량 및 전장품 개발 프로세스와 연계되지 않고 별도로 존재하고 있으며, 넷째, 차량 전장품의 개발 특성의 반복 개발되는 프로세스 구조가 정의되지 않고 운영되고 있으며, 다섯째 엔지니어링 프로세스 그룹과 지원 및 관리 프로세스 연계가 되지 않아 엔지니어링 활동을 분리하여 수행하여 개발의 중요한 관리 요소를 적시에 도출해내지 못하고 있다. 마지막으로 CMMI, A-SPICE 및 ISO-26262에서 요구하는 관리 및 지원활동이 현장의 리소스의 고려 없이 무조건적으로 필수 활동들을 요구함으로 인해서 R&D 인력들이 실제 사용되지 않는 프로세스 및 템플릿이 많이 존재하고 있다.

## 2. 통합 모델의 구조 제시

Ⅲ장에서 제시한 연구방향과 방법 및 IV장 1절에서 프로세스 간 비교 분석을 통해 통합 프로세스의 전체 구조를 <표 4>와 같이 정의할 수 있다.

<표 4> 프로세스 통합 모델 기본 구조

구분	이름	설명
Level 0	① 메타구조	각 프로세스 간의 상관 및 연관관계의 구조
Level I	② 차량-전장품 개발프로세스 연계	차량개발단계 - 전장품개발 단계 - 시스템/하드웨어/소프트웨어 개발의 통합 구조(고객-부품업체 및 제품구성 요소의 연결구조)
Level II	③ 프로세스 그룹 연계 레벨	제품개발 주요 프로세스 그룹의 통합 연결구조 - 엔지니어링, 관리, 지원 프로세스 그룹
Level III	④ 프로세스 그룹 상세 레벨	1. 엔지니어링 그룹의 상세 레벨 - 시스템 / 소프트웨어 / 하드웨어(기구) 등 2. 관리 및 지원영역 상세 레벨 - 관리 프로세스 영역                      - 지원 프로세스 영역
Level IV	⑤ 세부절차 레벨	Ⅲ의 프로세스 수행을 위한 세부 절차, 지침서와 엔지니어링 방법론 등을 연계한 레벨

Level 0은 상이한 프로세스 간의 연관 관계를 통찰할 수 있는 구조로서 제조/품질 기반의 ISO/TS-16949와 CMMI, A-SPICE 및 ISO-26262 개발 프로세스들의 상관관계를

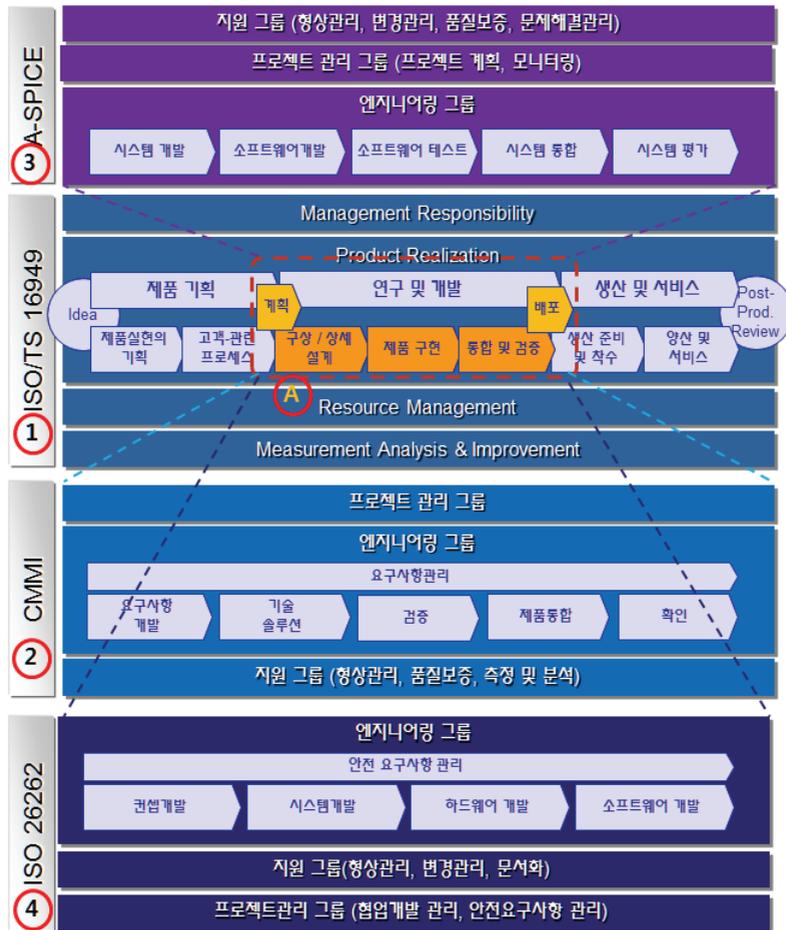
설명할 수 있는 최상위 구조로 정의한다. “Level I”은 완성차-전장품 개발 단계에 따른 개발 프로세스와 연계된 구조로 고객사와 협력 업체와의 개발 프로세스를 연계함으로써 개발 단계별 주요 활동에 대해 하나의 뷰에서 관리가 가능하다. “Level II”는 Level I에서 정의한 차량-전장품 개발 프로세스 연계 레벨의 구성요소인 엔지니어링 프로세스 그룹, 관리 프로세스 그룹, 지원 프로세스 그룹과의 관계를 구체화함으로써 전장 부품업체의 자체 개발 활동을 수행하기 위한 엔지니어링 활동과 지원활동들이 서로 어떤 구조로 연계되어 있는지를 알 수 있다. “Level III”는 Level II에서 정의한 엔지니어링 프로세스 그룹을 전장품 개발에서 필수적으로 사용하는 엔지니어링 프로세스들의 세부 활동들을 정의하고 있으며, 또한 관리, 지원 프로세스 그룹의 세부 활동 및 연관관계 뷰를 통해 R&D 인력들이 개발 활동을 수행함에 있어서 기준이 되는 상세 프로세스 레벨이다. 마지막으로, “Level IV”는 프로세스의 수행을 위한 세부 활동을 규정하는 지침서 및 절차서가 포함될 수 있도록 정의하나, 하나의 활동(예, 시스템 설계)을 수행함에 있어서 설계의 기준, 설계 방법, 설계 절차 등을 기술하는 지침서 등을 포함하는 레벨로서 본 논문의 프로세스 통합 모델의 연구에서 제외하였다.

## V. 개발 프로세스 통합 모델

### 1. 프로세스 메타구조 - Level 0

본 절에서는 앞장에서 분석한 상이한 프로세스 모델들 간의 상관관계의 최상위 구조를 도식화하였다. R&D영역은 <그림 5>와 같이 제조/품질 기반 ①의 ISO/TS-16949 APQP의 제품실현(A 표기)영역으로 ②의 CMMI 프로세스의 요구사항과, ③의 A-SPICE의 프로세스 요구사항과 ④의 ISO-26262의 프로세스의 상위 요구사항들과 거의 일치한다. 이는 Kitson, Vickroy, Walz & Wynn(2009)가 ISO/TS-16949와 CMMI와의 비교를 통해 세부 활동에 대해 분석한 선행연구와 본 논문의 IV장에서 분석한 연구 결과에 따라 각각의 프로세스를 제품의 개발 Life cycle에 따라 상관관계를 통합하여 도식화한 결과이다. 그러므로 ①의 APQP와 대응되는 ②, ③, ④의 주요 프로세스는 엔지니어링 그룹, 프로젝트 관리 그룹, 지원 그룹의 세 가지 그룹으로 구조화할 수 있다. 결론적으로 <그림 5>의 프로세스 메타 뷰는 개발 라이프사이클 상에서 상이한 프로세스

들의 최상위의 관계를 한 눈에 파악할 수 있는 구조이며, 이러한 구조를 통해 자동차의 품질 기반 프로세스인 ISO/TS-1694의 APQP부분을 3개의 프로세스 그룹으로 구조화하였고 이를 통해 차량 개발 단계와 대응 가능하게 분류할 수 있다. 다음 절에서는 세 가지의 프로세스 그룹을 V모델 형태로 도식화시켜, 차량 개발 단계 - 전장품 개발 단계와 연계를 통해 고객과 협력업체의 개발 일정에 따른 프로세스 관계를 정의하는 레벨이다.

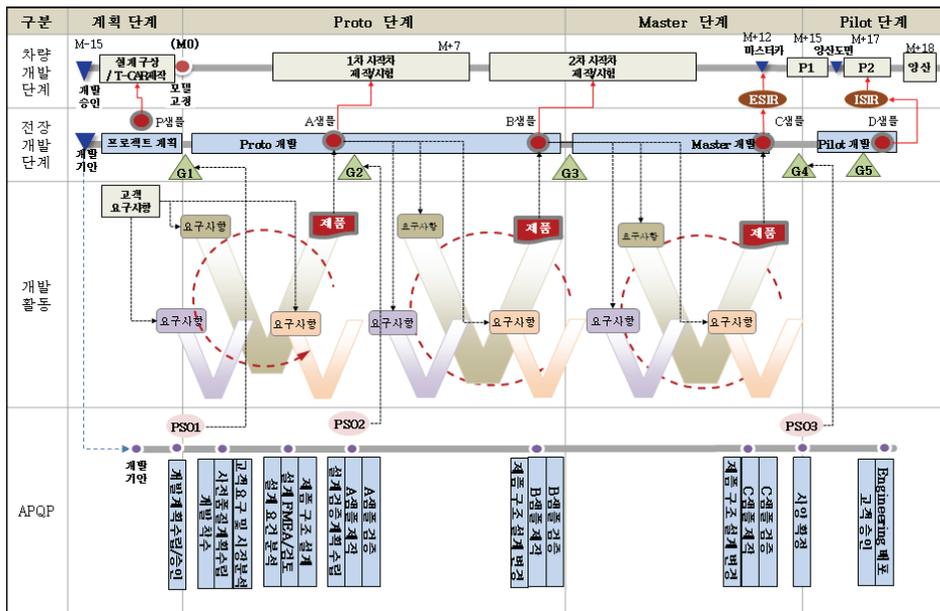


<그림 5> 프로세스 메타 뷰 - Level 0

## 2. 차량-전장품 개발 프로세스 연계 - Level I

차량 및 전장품은 개발단계에 따라 샘플이 반복적으로 개발되는 구조로써 Cooper(2008)가

2008년 연구에서 제시한 신제품 개발 프로세스인 개발 단계(Stage)별로 주요 게이트(Gate)를 두어 프로젝트의 Go/Stop을 결정하는 Stage-gate 개발 프로세스와 유사하게 차량전장 분야에서도 적용하고 있다. <그림 6>은 차량 개발 일정에 따라 R&D의 엔지니어링 프로세스가 계획단계, Proto단계, Master단계, Pilot단계에 따라 반복 수행되는 형태의 구조이다. 각 단계의 수행 결과물로 A, B, C, D 샘플이 개발된다. 프로젝트 계획 수립부터 각 개발 단계(Stage)인 Proto 개발, Master 개발, Pilot 개발 단계별로 일반적으로 4~5개의 Gate를 운영하고 있으며, Gate의 횟수는 개발 회사의 상황 및 목표에 따라 다르게 운영할 수 있다.

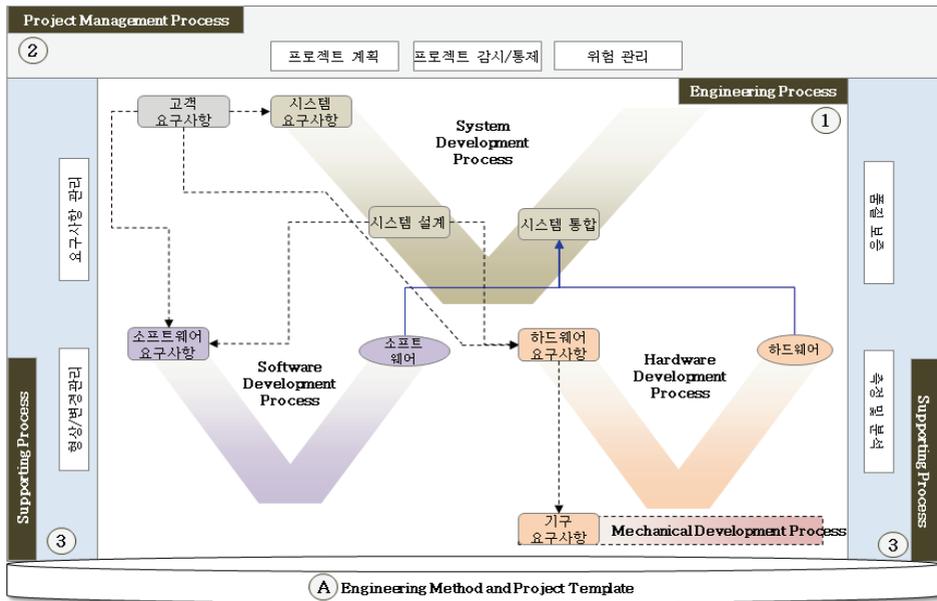


<그림 6> 차량-전장품-개발활동 연계 뷰

따라서 본 논문에서는 상위의 차량개발단계-전장개발단계를 기반으로 전장개발 회사에서 일반적으로 일회성으로 정의하고 있는 V모델을 샘플단계에 따라 반복적으로 구조화할 수 있으며, 이러한 구조를 다시 APQP의 주요활동과 각 단계의 Gate역할을 하는 PSO(Process Sign-Off)연관하여 프로세스를 도식화하였다. 제품기획에서부터 제품의 설계 및 개발과 관련된 엔지니어링 활동을 반복되는 차량-전장-개발활동(V모델)-APQP를 연관하여 프로세스 뷰를 구조화하였다. 하지만 프로젝트의 성격(선행, 양산 등), 규모(신규 개발, 파생 개발 등)에 상관없이 동일하게 적용이 불가능하므로 프로젝트에 따라 개발단계가 축소되거나 생략될 수 있다.

### 3. 프로세스 그룹 연계 레벨 - Level II

1절 및 2절에서 도출한 R&D 프로세스 그룹은 크게 3가지 영역으로 분류 하였다. 첫째, “엔지니어링 그룹”으로 시스템, 소프트웨어, 하드웨어 및 기구 등의 개발 프로세스를 포함하는 부분과 둘째, 프로젝트 계획 및 모니터링을 위한 “프로젝트 관리 그룹”, 셋째 엔지니어링 영역의 개발 본연 활동을 지원하는 “지원 그룹”으로 구성하는 것이 효과적이다. <그림 7>은 3가지의 프로세스 그룹을 상관관계를 나타낸 구조이다.



<그림 7> 통합 프로세스 뷰

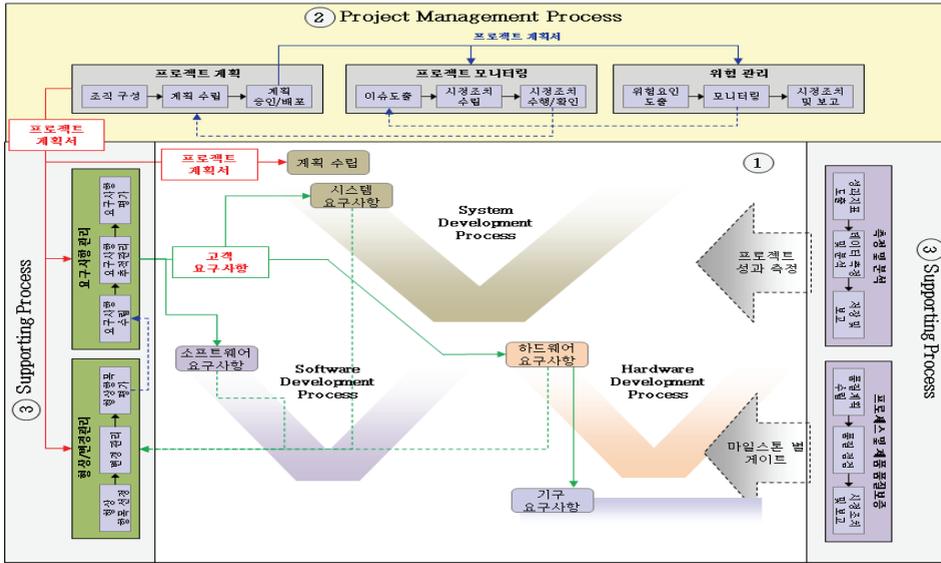
R&D의 가장 핵심적인 활동인 ① Engineering Process 그룹으로 시스템/소프트웨어/하드웨어(기구) 개발 프로세스와 고객 요구사항들이 각 개발 초기 단계의 연결 관계를 나타내고 있다. 여기서 소프트웨어 및 하드웨어 요구사항은 고객 요구사항과 시스템의 설계단계에서 요구사항을 상속한다. 그리고 소프트웨어와 하드웨어(기구) 개발 단계에서 완성된 결과들이 시스템 통합 레벨에서 통합되어 검증된다. ②의 Project Management Process 그룹은 프로젝트 관리 영역의 프로젝트 계획, 프로젝트 모니터링(프로젝트 감시/통제) 및 위험 관리 프로세스로 구성한다. ③의 Supporting Process는 양쪽 부분의 기동형태로 왼쪽은 요구사항 관점에서 개발기간 동안 사양의 일관성 및 변경에 대한 추적

이 가능하도록 지원하는 프로세스로서 주로 고객과 끊임없이 요구사항 관련 의사소통을 하는 영역이다. 오른쪽은 개별 프로젝트에 대한 프로세스 및 제품에 대한 모니터링을 수행하고 경영진의 의사결정을 위해 보고하는 영역이며, 특히 개별 프로젝트의 성과지표의 수집 및 분석을 통해 프로젝트의 전체적인 판단 및 미래 프로젝트의 계획의 근거로 활용할 수 있도록 지원하는 프로세스이다. 마지막으로 ㉠의 영역은 프로세스의 영역이라기보다는 R&D 활동의 엔지니어링 및 프로젝트 관리의 노하우 및 관련 산출물을 프로세스 자산 라이브러리(Process Asset Library) 형태로 지원하는 구조이다.

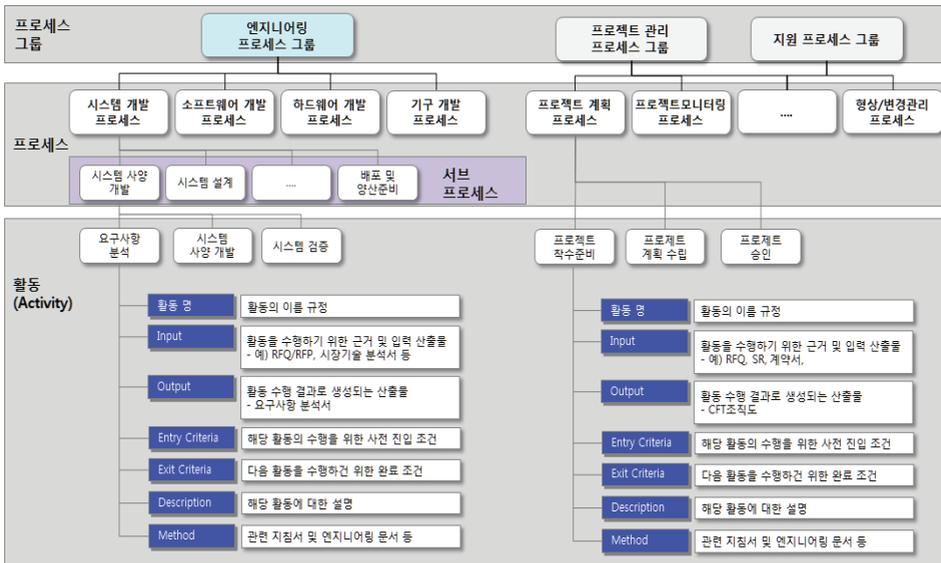
#### 4. 프로세스 그룹 상세 레벨 - Level III

다음은 2절에서 정의한 Level II의 세부 활동을 정의하기 위해 기존 프로세스인 CMMI, A-SPICE, ISO-26262의 프로세스 영역(Process Area)의 비교 분석 및 산업현장의 관리/지원 활동들과 상관관계 연구를 통해, 프로젝트 관리 프로세스 그룹과 지원관리 프로세스 그룹의 상세 내용 및 엔지니어링 프로세스 그룹과의 연관관계를 검증하여 <그림 8>과 같이 구조화하였다.

또한 2절에서 정의한 프로세스 그룹에 대해 III장의 연구방법에 따라 <그림 9>와 같이 프로세스 구조의 세 단계인 프로세스 그룹과 프로세스, 그리고 활동(Activity)으로 정의하여 각각의 세부 요건을 도식화하였다. 프로세스 구조는 앞 3절에서 구조한 것과 같이 최상위에 3개의 프로세스 그룹(엔지니어링 그룹, 프로젝트관리 그룹, 지원 그룹)으로 분류하고, 엔지니어링 그룹에는 4개의 프로세스(시스템 개발, 소프트웨어 개발, 하드웨어 개발, 기구 개발)로 나눈다. 프로젝트관리 그룹에는(프로젝트 계획, 프로젝트 감시/통제, 위험관리), 지원 그룹(요구사항 관리, 형상/변경 관리, 측정 및 분석, 제품 및 프로세스 품질 보증)으로 분류한다. 그리고 각 프로세스들은 관련 이해당사자들이 수행하기 위한 활동들로 구성되어 있으며, 각 활동들은 III장의 연구방법에서 제시한 프로세스 요건을 <그림 9>과 같이 활동명, 입력물, 출력물, 진입조건, 완료조건, 설명, 방법론으로 구조화할 수 있다. 이러한 모형을 활용하여 엔지니어링 프로세스 그룹의 세부 활동을 도출하기 위해 표준 프로세스 모델(ISO/TS-16949, CMMI, A-SPICE, ISO-26262)과 현장에서 사용하는 실제 프로세스 간의 비교를 수행하여 R&D본연의 엔지니어링 프로세스 그룹의 주요 영역인 시스템, 소프트웨어, 하드웨어(기구) 개발 프로세스를 <표 5>과 같이 영역별로 매핑 시켰다.



<그림 8> 관리/지원 프로세스 관계



<그림 9> 프로세스 구조(Hierarchy)

<표 5>에서 도출한 엔지니어링 활동들을 실제 현장에 적용 가능한 활동들로 최적화하기 위해 <그림 10> Process Activity Cross Matrix 체크시트를 개발하여 각 활동에 대한 표준 프로세스들의 요건과 실제 산업 현장에서 사용하는 활동들과의 세부적인 관계를 비교 분석하였다.

<표 5> 엔지니어링 영역별 세부 프로세스

영역	APQP	CMMI	A-SPICE	기능안전	완성차 및 부품사사례
시스템	사전품질계획 수립 고객요구사항 분석 설계요건분석 설계 FMEA	프로젝트계획 요구사항개발 기술솔루션 검증 제품통합 확인	프로젝트 관리 시스템 요구사항 분석 시스템 아키텍처 디자인 시스템 통합 테스트 시스템 테스트	시스템 개발계획 시스템 정의 위험 분석 및 평가 기능안전 개념 개발 기술적 요구사항 개발 시스템 디자인 아이템 통합 및 테스트 시스템 확인 기능안전 심사	개발계획수립 시스템요구분석 시스템 컨셉정의 시스템 설계 시스템 개발 시스템 통합 시스템 테스트 실차 테스트 배포
소프트웨어	사전품질계획수립 시작품(A/B/C) 제작 시작품(A/B/C) 검증	프로젝트계획 요구사항개발 기술솔루션 검증 제품통합 확인	소프트웨어 요구사항 분석 소프트웨어 디자인 소프트웨어 통합 테스트 소프트웨어 테스트	소프트웨어 개발 계획 소프트웨어 안전요구사항 개발 소프트웨어 아키텍처 디자인 소프트웨어 단위 설계 및 구현 소프트웨어 단위 테스트 소프트웨어 통합 테스트 소프트웨어 검증	개발계획 수립 소프트웨어 요구분석 소프트웨어 구성설계 소프트웨어 상세설계 소프트웨어 구현 소프트웨어 단위 검증 소프트웨어 통합 검증 소프트웨어 검증 배포
하드웨어	사전품질계획수립 시작품(A/B/C) 제작 시작품(A/B/C) 검증	프로젝트계획 요구사항개발 기술솔루션 검증 제품통합 확인	소프트웨어 요구사항 분석 소프트웨어 디자인 소프트웨어 통합 테스트 소프트웨어 테스트	하드웨어 개발 계획 하드웨어 안전요구 사항 개발 하드웨어 아키텍처 디자인 하드웨어 안전목표 평가 하드웨어 통합 및 테스트	개발계획 수립 하드웨어 요구분석 하드웨어 설계 하드웨어 제작 하드웨어 통합 하드웨어 검증 하드웨어 신뢰성 검증 배포

Process	Sub Process	Activity	CMMI	A-SPICE	ISO-26262	OEM	TIER	
시스템 사양개발	Name	요구사항 분석(RD)	시스템 사양 분석	시스템 사양 분석	시스템 안전 요구사항 개발	시스템 사양 개발	시스템 요구사항 개발	
		Detailed Activities	1. 고객 요구사항 개발 2. 제품 요구사항 개발 3. 요구사항 분석 및 확인	1. 시스템 사양 식별 2. 시스템 사양 분석 3. 운영환경의 명확 결정 4. 시스템 사양 우선순위 결정 5. 시스템 사양 업데이트 및 평가 6. 사양과 고객요구와 일치확인 7. 시스템 사양 배포	1. 기술적 안전요구사항 사양개발 2. 안전 메커니즘 분석 3. ASIL 분해 4. 잠재적 위험 회피 분석 5. 생산 및 운영 요구사항 개발 6. 검증 및 확인	1. 시스템 개념 정의 2. 시스템 개발 범위 3. 시스템 사양 상세화	1. 고객 요구사항 접수 2. 고객 요구사항 분석 3. 시스템 사양서 개발	
			Input	프로젝트 계획서 고객 요구사항(RFP, RFQ 등)	프로젝트 계획서 관리 및 지원 계획서 고객 요구사항(RFP, RFQ 등)	기능안전 개념 확인 계획	개발 계획서 선형 연구 결과서 고객자 문제제기	프로젝트 계획서 고객 요구사항(RFP, RFQ 등)
				Output	요구사항 분석서 요구사항서 요구사항 검증 결과	시스템 사양서 검증 기준 분석 결과 등	시스템 안전 요구사항서 시스템 검증 결과서	시스템 사양서
			Entry Criteria	프로젝트 계획서 승인	시스템 요구사항 수립	기능안전 개념 분석 완료	개발계획 승인	개발계획 승인
			Exit Criteria	요구사항 검증수행	시스템 사양 관련부서	시스템 사양 검증 완료	사양서 개발 완료	
			Description	고객으로부터 요구사항을 수집하여 분석 후 제품 요구사항으로 개발후 고객요구사항과 제품 요구사항이 일치하는지 확인한다	고객으로부터 받은 요구사항을 분석/분류/지정/운영환경과 매핑을 통해 시스템 사양을 결정하고 배포한다.	시스템의 안전개념으로부터 상세 시스템의 기술적 사양을 개발하고 안전분석 및 ASIL분해 후 사양서를 검증한다.	시스템 사양을 개발하고 충족한다.	고객으로부터 접수 받은 요구사항을 분석하여 시스템 사양을 개발하고 충족한다.
			Method	USE CASE 기법, Simulation 등	-	HAZOP 및 FMEA 등	-	USE CASE, System Engineerig
		Related Process	프로젝트 계획 프로세스	프로젝트 계획 및 관리/지원 프로세스	요구사항 관리 프로세스	-	프로젝트 계획 프로세스	
		시스템 설계	Name	기술적 솔루션(TS)	시스템 아키텍처 설계	시스템 설계	시스템 사양 개발	시스템 요구사항 개발
Detailed Activities	1. 제품의 구성 솔루션 선정 2. 설계서 개발 3. 설계서 구현			1. 시스템 아키텍처 정의 2. 시스템 요구사항 할당 3. 인터페이스 정의 4. 검증 기준 개발 5. 시스템 아키텍처 검증 6. 사양-아키텍처 추적성 확인 7. 시스템 아키텍처 배포	1. 시스템 아키텍처 사양 및 기술적 안전 개념 정의 2. 시스템 아키텍처 설계 제안 3. 시스템 고장 측정 기준개발 4. 하드웨어 임의고장 측정기준 5. HW 및 SW에 기능 할당 6. HW, SW I/F 명세서 개발 7. 생산 및 운영 요구사항 개발 8. 시스템 설계 검증	1. 시스템 상위 설계 2. 시스템 상세 설계	1. 시스템의 구조 설계 2. 시스템의 상세 설계 3. 시스템 설계 확인	
	Input			요구사항 분석서 요구사항서 요구사항 검증 결과	시스템 사양서, 확인 기준	시스템 안전 요구사항 시스템 테스트 계획서	시스템 사양서	프로젝트 계획서 시스템 사양서
				Output	제품 설계 솔루션 선정 근거 제품 설계서	시스템 아키텍처 설계서 아키텍처 검증 결과	기술적 안전 개념 시스템 설계 사양서 HW-SW I/F 명세서 안전 분석 결과서	시스템 구성 설계서 시스템 상세 설계서
	Entry Criteria			요구사항 개발 완료	시스템 요구사항 수립	기능안전 개념 분석 완료	시스템 사양서 확인 완료	시스템 사양 개발 완료
	Exit Criteria			제품 설계서 개발 완료	시스템 사양 관련부서	시스템 사양 검증 완료	시스템 설계서 개발 완료	시스템 설계서 개발 완료
	Description			요구사항 분석 및 사양서로부터 제품의 설계를 위한 솔루션을 결정하고 설계의 진척 정도에 설계 수정한다.	시스템 사양에서 아키텍처링 기능을 정의(해당 및 I/F에 따라 설계하여 검증을 수행한다.	시스템의 안전개념으로부터 상세 시스템의 기술적 사양을 개발하고 안전분석 및 ASIL분해 후 사양서를 검증한다.	시스템 사양서에 기반하여 제품을 설계하고 세부 아키텍처를 구성한다.	시스템의 주요 기능에 대한 아키텍처 구조를 개발하고 각 기능에 대한 세부 설계를 수행한다
	Method			Activity Diagram, Sequence Diagram	아키텍처 개발 절차서	FMEA, FTA 등	엔지니어링 설계 절차서	UML, SysML
Related Process	기술 솔루션 프로세스			내부 설계 절차 프로세스	프로젝트 계획 프로세스	-	설계 프로세스	

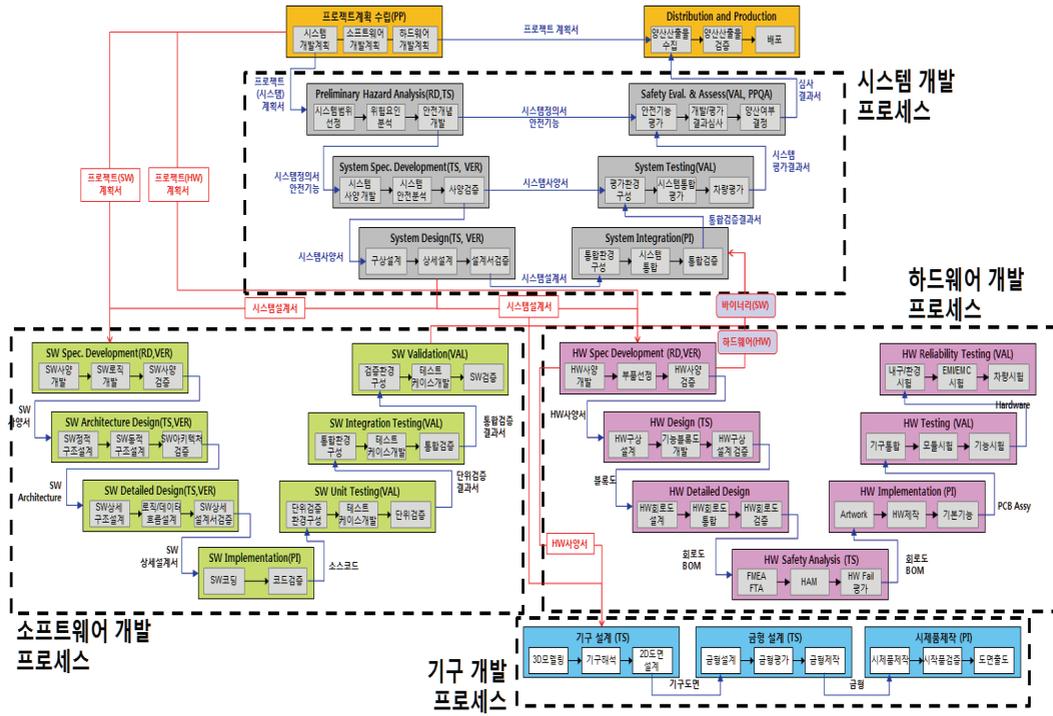
<그림 10> “Process Activity Cross Matrix” 분석 결과 (예)

<표 6> 참여 인력 현황

구 분		레 벨	인원
프로세스	CMMI	CMMI 선임 심사원 심사원 레벨의 인원	5
	A-SPICE	심사원 레벨 인원	3
	ISO-26262	FSE(Functional Safety Expert) 인원	4
현업 엔지니어	완성차	책임연구원 및 선임연구원 급 - 엔진, 세시, 바디/편의 도메인 - 프로세스 지원 (제어개발 총괄)	9
	부품사 A	책임연구원 급	7
	부품사 B	책임연구원 및 선임 연구원	5

Process Activity Cross Matrix는 <그림 9>에서 정의하고 있는 것과 같이 프로세스-서브 프로세스-활동(Activity)들로 구조화하고 프로세스 구조의 속성에 필요한 프로세스명, 세부 활동, 입력산출물, 출력산출물, 진입조건, 종료조건, 방법론 등으로 구성하였다. 그리고 각 항목에 대해 해당 프로세스와 실제 현장의 완성차 영역(OEM)과 부품업체 영역(Tier)에서 사용하는 프로세스를 매핑 시켰다. 또한 이 도구는 프로세스 전문가 및 자동차 전장 분야의 엔지니어들의 참여를 통해 만들어진 결과이며, 관련 참여 인원은 <표 6>과 같다. 참여 인원은 저자가 2010년부터 2014년까지 CMMI 및 ISO 26262 심사 및 컨설팅 과정에서 직접 완성차 및 부품업체 프로세스 및 엔지니어링 활동의 증거 들을 수집한 데이터를 기반으로 각 분야의 전문가들과 협의를 통해 도출한 결과이다.

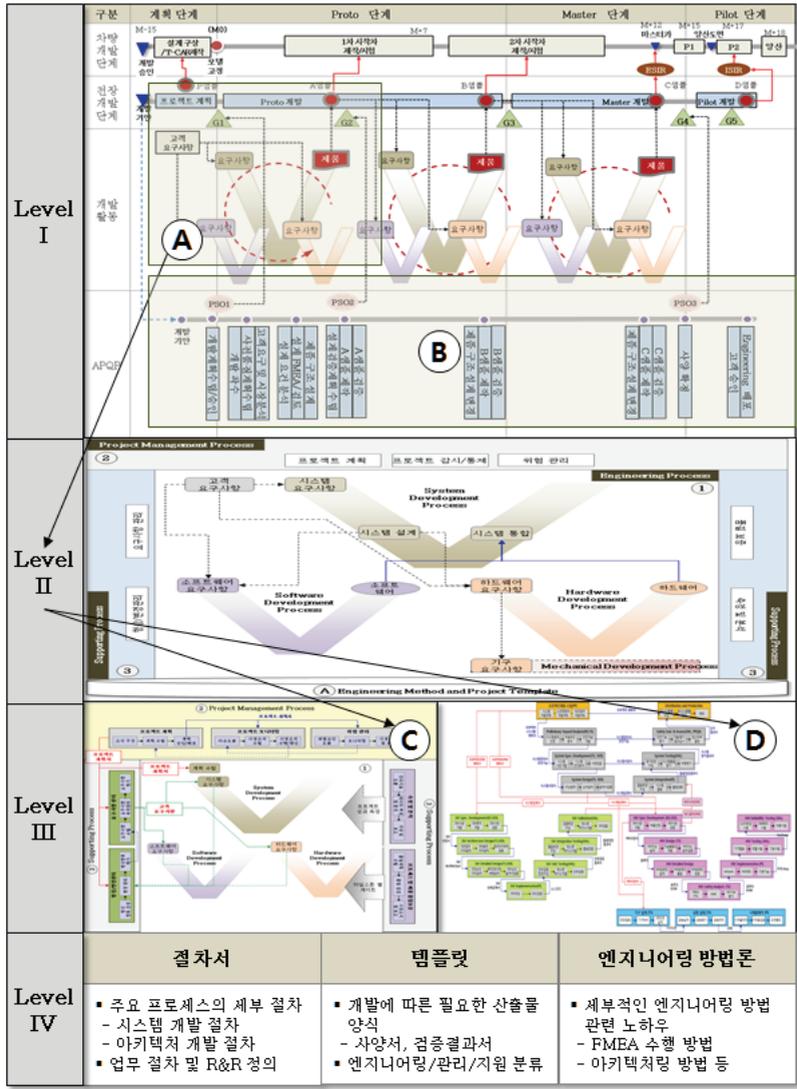
이러한 조사 및 분석 방법을 통해 엔지니어링 프로세스 그룹에 대한 시스템 개발 프로세스, 소프트웨어 개발 프로세스, 하드웨어 개발 프로세스, 기구 개발 프로세스의 영역으로 서로 간의 프로세스 및 주요 산출물의 흐름을 <그림 11>과 같이 자동차 전장부품 개발에 적용하는 V모델 형태로 구조화하였다. 특히 시스템, 소프트웨어, 하드웨어 개발 프로세스 내에는 별도로 존재하고 있는 ISO-26262에 대해 안전요건을 만족하기 위한 필수 활동으로, 시스템 영역의 안전목표, PHA(Preliminary Hazard Analysis)와 Safety Eval. & Assessment(안전 확인)등의 심사에 대한 내용과 소프트웨어 영역은 동적, 정적 아키텍처의 개발과 하드웨어 영역에서는 하드웨어 FMEA(Failure Mode Effect Analysis) 및 HAM(Hardware Architecture Metric) 등의 활동들을 통합하였다.



<그림 11> 엔지니어링 상세 프로세스

### 5. 프로세스 통합 모델

결론적으로 프로세스 통합 모델은 APQP 및 CMMI 및 A-SPICE 그리고 ISO26262 프로세스들을 관통하는 4개 Level의 프로세스 구조를 <그림 12>과 같이 차량 개발 일정과 각 프로세스 간의 상관관계 및 포함관계 등을 구조화하였다. <그림 12>에서, Level I의 뷰는 차량 전장품의 개발일정(계획단계, Proto단계, Master단계, Pilot단계)에 따라 각 개발 단계(Stage)와 게이트(Gate)의 구성을 표현하며, 각 개발 단계(Stage)가 시스템-소프트웨어-하드웨어의 V 모델이 전장품의 개발일정(샘플 일정)과 어떻게 반복적으로 운영되는지를 보여준다. 추가적으로 품질/제조기반의 개발 활동의 대표적인 APQP의 활동(PSO등)들과 V모델 관계를 판단할 수 있는 모형을 제공하고 있다. 이러한 Level I은 본 논문에서 기술한 제조/품질 프로세스 및 연구 기반의 여러 프로세스들이 차량전장 분야의 반복적인 활동 및 차량전장품 개발일정과의 관계를 제대로 표현하지 못하는 부분을 극복하고자 하였다.



<그림 12> 프로세스 통합 모델

ⓑ는 기존의 ISO/TS-16949의 APQP단계와 일치하며, ⓐ는 아래 Level II로 상세화할 수 있다. Level II는 LEVEL I에서 표현하고 있는 반복되는 개발 활동 중 한 번의 개발 활동을 상세하게 구조화한 레벨로 사용된다. 일반적으로 많은 자동차 전장품 회사가 Level II의 모습 중 하드웨어, 소프트웨어 등의 별도 V모델로 각 사의 개발 프로세스로 사용하고 있다. 본 논문에서 기술한 Level II의 영역은 시스템-소프트웨어-하드웨어의 통합적인 뷰를 제공함으로써, 제품의 속성(시스템, 소프트웨어, 하드웨어)에 따라 선택

적용이 가능한 구조이다. 그리고 엔지니어링 본연의 활동 외에 기존의 전장 부품사의 프로세스 구조와 같이 프로젝트 관리 영역과 지원 관리 영역을 동시에 구조화함으로써 프로세스 그룹의 상관관계를 제공한다. Level II는 다시 Level III의 ㉔의 프로젝트 관리 프로세스와 지원 프로세스 영역과 ㉕의 엔지니어링 프로세스 영역의 2가지로 표현된다. 먼저 ㉔영역의 경우는 기존 개별 프로세스 모델 (CMMI, A-SPICE, ISO-26262 등) 내의 프로세스 간 관계를 보여주는 표준 및 연구 등이 있으나, 본 연구에서는 관리 및 지원 프로세스와 엔지니어링 V 모델과의 상관관계를 표현함으로써 프로세스 사용자에게 좀 더 직관적인 통찰을 제공하고자 하였다.

특히, 실제로 현장에서 사용되는 필수적인 프로세스들로 구성하였다. ㉕영역의 경우는 시스템-소프트웨어-하드웨어(기구)의 세부적인 개발 활동 상관관계를 표현하는 구조로 시스템 관점에서 하위 구성요소인 소프트웨어 하드웨어, 기구 개발의 통합적인 관점의 프로세스를 제공한다.

마지막으로 Level IV는 각 전장품 개발회사의 비즈니스 상황 및 제품 특성에 맞게 Level III에서 기술한 개별 프로세스의 세부적인 내용 즉, 구체적인 엔지니어링 개발 절차와 관리 및 지원 절차의 절차서와 세부 템플릿 들을 포함하고 있다. 그래서 본 연구에서는 미시적인 접근보다는 각 프로세스의 연결 및 통합 관점에서 Level IV 부분의 구체적인 세부 내용은 제외하였다.

## VI. 결론

프로세스 통합 관련 선행연구들은, 동종 산업 내에서 상이한 프로세스 통합이 개선의 중요한 요소이며(Chrissis et al., 2007), 제조기반의 품질 프로세스 틀에서 소프트웨어 중심의 프로세스 통합은 엔지니어링 및 비즈니스 성과에서 중요한 요소로 작용하고 있으며(Siviy & Harper, 2005), 특히 신제품 개발에서 고객과 협력업체의 프로세스 통합은 R&D성공의 핵심적인 요소(Petersena et al., 2005; Ragatz et al., 1997)라고 주장하였다. 또한 IV장 1절에서 제시한 첫 번째 한계인 APQP와 R&D 본연의 시스템, 소프트웨어, 하드웨어 개발 등의 세부 엔지니어링 부분과 별도로 운영되는 문제점을 본 연구는 차량산업에서 현재 가장 이슈화되고, 발전이 가파르게 진행되고 있는 전장품 분야에서 실질적인 품질/제조기반의 프로세스와 연구기반의 프로세스를 통합하고, 수직 통합형 산업구조

의 가치사슬에 의거하여 프로세스를 통합하였다. 두 번째 문제에 대해서는 프로세스 통합모형에 대한 선행 연구 중 특히 시스템의 동시 공학 관점의 프로세스 통합 모델(Browning et al., 2006; Fricke et al., 1998)에서 주장한 프로세스의 구조 및 세부 구성요소에 기반을 두어 CMMI와 A-SPICE, ISO-26262에서 요구하는 프로세스 요건에 준하여 차량 전장품 개발 프로세스를 통합 설계하였다. 세 번째 문제인 차량 및 전장품 개발 프로세스와 별도로 운영되는 프로세스를 시스템, 소프트웨어, 하드웨어 등의 V모델로 연계하여 구조화하였다. 그리고 네 번째 문제인 반복 개발 프로세스의 구조가 정의되지 않는 부분은 스테이지 게이트 프로세스에서 일어나고 있는 변화로 적용이 쉽고 유연하며, 기민하고 가속화된 프로세스들이 도입되고 또한 나선형 및 반복적인 프로세스들이 접목 및 통합되고 있다는 최근 연구(Cooper, 2014)와 실제 현장에서 적용되고 있으나 프로세스 구조로 표현되지 않는 부분을 시스템, 소프트웨어, 하드웨어 및 기구 개발 프로세스가 3~4회의 반복되는 V 사이클로 개발제품의 검증 및 평가가 수행되도록 프로세스를 구조화하였다.

그리고 마지막으로 다섯 번째 문제인 프로세스 통합 시 너무 많은 활동들의 요구로 인한 한정된 자원의 어려움(Goldenson et al., 2003)과 개발단계에서 고객과 협력업체 간의 과도한 참여는 비즈니스 고유의 목표에 부정적인 결과를 초래할 수 있는 단점(Swink, 1999)을 극복하기 위해서 산업 현장의 실제 활동의 조사 및 연구를 통해 본 논문에서는 차량 전장분야의 필수적인 프로세스 및 산출물로 단순화하였다.

본 연구를 통해 제안된 모델은 차량 전장품 개발업체의 R&D 부서 현장에서 제조/품질관점의 프로세스와 연구개발 프로세스를 현장 전문가의 검증을 거쳐 제시한 최초의 차량 전장품 개발 프로세스 통합모델로 중요한 의미를 가진다. 또한 이 프로세스들이 실제 적용이 가능하도록 현실화를 통해 R&D 전반적인 활동을 볼 수 있도록 프로세스 간의 레벨들을 정의하여 완성차와 전장부품업체간의 프로세스 상관관계 및 부품업체의 시스템, 하드웨어 및 소프트웨어 개발을 위한 본연의 엔지니어링 그룹과 본연의 활동을 지원하기 위한 프로젝트 관리 그룹 및 지원 그룹들 간의 상관관계들도 알 수 있도록 연구함으로써 전장 부품업체의 R&D 활동의 효과적인 수행에 기여할 수 있도록 하였다.

하지만 본 연구의 한계점으로 제시된 프로세스 통합모델의 효과를 확인하기 위해 R&D 성과의 품질(Quality), 비용(Cost) 및 납기(Delivery) 관점에서 정량적 데이터를 통해 추가적인 검증이 필요하다. 실제 차량 전장품의 개발 수명주기는 약 2~3년이 소요되며, 특히 품질문제의 추이 분석을 위해서는 개발기간 이외에도 생산이 완료된 후 필드에서 2년 이상의 모니터링이 요구된다. 따라서 본 연구에서 제시한 프로세스 통합모델을

기 적용한 회사에서 지원 프로세스 그룹에 해당하는 측정 및 분석 프로세스를 활용하여 3~5년 후에는 개발기간, 품질, 비용 관점의 정량적인 데이터 수집 분석에 대한 검증을 할 수 있도록 지속적인 모니터링이 필요하다. 추가적으로 본 논문은 국내 자동차 산업의 R&D 개발 프로세스의 통합에 관한 현황 중심의 한계를 가지고 있으나, 글로벌 자동차 산업계의 표준을 기반으로 자동차 산업 현장을 분석하였으므로 해외 완성차에 부품을 제공하는 국내 전장품 업체에서 사용이 가능하나, 해외 완성차의 특수한 상황에 따라 상이한 프로세스를 적용해야 할 개연성을 가지고 있다.

또한 향후 추가적인 연구과제로서 너무 많은 프로세스가 요구되지 않도록 기업의 비즈니스 환경, 프로젝트 특성, 내부 자원을 고려한 프로세스 테일러링 가이드의 추가적인 연구와 통합 프로세스 적용의 성공을 위해 비즈니스 목표와 실질적으로 연계 가능한 방안에 대해 이전의 R&D 성과 측정 연구와 프로세스 통합 간의 상관관계에 대한 추가적인 연구가 중요한 요소가 될 수 있다. 향후 이런 연구를 통해 본 연구에서 제시한 프로세스 통합모델이 더욱 실질적이고 적용이 용이하도록 기여할 것으로 기대한다.

# 참고문헌

## (1) 국내문헌

- 현대오토론 (2014), 「2014년 법규 동향 보고서」.
- 소프트웨어공학센터 SW공학연구팀 (2012), “CMMI V.13 주요내용 및 국내외 적용현황”, 「SW 공학 트렌드 동향분석」.

## (2) 국외문헌

- Browning, T.R., Fricke E. and Negele, H. (2006), “Key concepts in modeling product development processes”, *System Engineering*, Vol. 9, pp. 104-128
- Broy, M. (2006), “Challenges in Automotive Software Engineering”, ICSE '06 Proceedings of the 28th international conference on Software engineering, pp. 33-42
- Chrissis, M.B., Konard M., and Shrum S. (2007), “5th Guidelines for process integration and product Improvement”, pp. 9-41
- Cooper, R.G. (2008), “Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process-Update, What’s New and NexGen System”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 25, No. 3, pp. 213-232
- Fallu, J.W. (2004), “Internalization of Robust Engineering Methods in Automotive Product Development”, Master of Science in Engineering and Management at the MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
- Fricke, E., Negele, H., Schrepfer, L., Dick A., Gebhard B., and Hartlein, N. (1998), “Modeling of concurrent engineering processes for integrated systems development”, In Digital Avionics System Conference, 17th DASC. The AIAA/IEEE/SAE, Vol.1, pp. B13-1. IEEE.
- Goldenson, D.R., and Gibson, D.L. (2003), “Demonstration the impact and Benefits of CMMI”, An Update and Preliminary Results, CMU/SEI-2003-SR-0093
- Juran, J. M., and F. M. Gryna. (1993), “Quality planning and analysis: from product development through use”, McGraw-Hill series in industrial engineering and management science.
- Kitson, D. H., Vickroy, R., Walz, J., and Wynn, D. (2009), An initial comparative analysis of the CMMI version 1.2 development constellation and the ISO 9000 family (No. CMU/SEI-2009-SR-005). CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA SOFTWARE ENGINEERING INST.
- Leen, G., and Heffernan, D. (2002), “Expanding automotive electronic systems”, *Computer*, Vol.

35, No. 1, pp .88-93.

- Peldzius, S., and Ragaisis, S. (2011), "Comparison of maturity levels in CMMI-DEV and ISO/IEC 15504", In Proceedings of the Applications of Mathematics and Computer Engineering, (CEMATH 2011) Conference, pp. 117-122.
- Petersena, K. J., Handfield, R. B., & Ragatz, G. L. (2005), "Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain design", *Journal of operations management*, Vol. 23, No. 3, pp. 371-388.
- Ragatz, G. L., Handfield, R. B., and Scannell, T. V. (1997), "Success factors for integrating suppliers into new product development", *Journal of product innovation management*, Vol. 14, No.3 , pp. 190-202.
- Siviy, J., Penn M.L., and Harper, E. (2005), "Relationship between CMMI and Six Sigma (CMU/SEI-2005-TN-005)", Pittsburgh; Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University
- Swink, M. (1999), "Threats to new product manufacturability and the effects of development team integration processes", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, No. 6, pp. 691-709.
- Cooper, R.G. (2014), "What's Next?—After Stage-Gate; Progressive companies are developing a new generation of idea-to-launch processes", *Research-Technology Management*.
- ISO 26262 (2011), "Functional Safety—Road vehicles—Functional safety", Part III-VI.
- ISO/TS 16949 (2002), Quality Management Systems—Particular Requirements For the Application of ISO 9001:2000 for Automotive Production and Relevant Service Part Organizations
- Oliver Wyman (2015), *CAR INNOVATION*.
- Sassenburg, H., and Kitson, D. (2006), "A Comparative Analysis of CMMI and Automotive SPICE", *European SEPG*, Amsterdam/Netherlands.

□ 투고일: 2015. 06. 12 / 수정일: 2015. 07. 21 / 게재확정일: 2015. 07. 30