

Influence of Supply Chain Configuration and Annual Sales on Performance in the Development of Automotive E/E Parts

Min Song* · Seung-June Hwang**[†] · Geun-Wan Park** · Jae-Won Baik***

*Hanyang University, Graduate School of Management Consulting

**Hanyang University ERICA, Department of Business Administration

***C&BIS Corporation

자동차 전장부품 개발에서 공급사슬형상, 기업 매출 특성이 성과에 미치는 영향

송 민* · 황승준**[†] · 박근원** · 백재원***

*한양대학교 일반대학원 경영컨설팅학과

**한양대학교 경상대학 경영학부

***씨엔비스주

The proportion of software in the automotive industry is steadily increasing due to the rapid technological development of automobile E/E parts. Because the automotive E/E technology is now on the basis of intelligent automobile and advanced safety automobile technology. The purpose of this study is to investigate the effect of organizational capability (organizational resource capability and management capability), process capability (process capability, customer Requirement management capability), performance dimension (motivation, participation level). In this study, we conducted questionnaires and statistical analysis on engineers (members of the Korea Advanced Automotive Technology Association) who perform research and development activities in the R&D organization of the automotive E/E part in South Korea. ANOVA is applied for the verification of the difference in performance measured by organizational capability, process maturity, and motivation participation level according to company characteristics (level of processing : supply chain configuration, annual sales, total SW development ratio). According to the results of this study, in order to improve the performance of ASPICE or ISO 26262-related consulting project, a different consulting approach strategy considering the characteristics of organization and personnel is needed. In summary, the analysis results for the three main treatment levels are as follows. The difference in organizational capacity, process capability and performance was found to be statistically significant according to supply chain configuration and annual sales, but it was found that the difference of response according to the proportion of total SW was not significant.

Keywords : Supply Chain Configuration, ASPICE(Automotive SPICE), Automotive, E/E Parts(Electrical and/or Electronic parts), Organizational Performance, Process Performance

Received 20 November 2017; Finally Revised 30 November 2017;

Accepted 11 December 2017

[†] Corresponding Author : sjh@hanyang.ac.kr

1. 서 론

자동차 부품의 급속한 전장화로 인해 자동차 산업의 소프트웨어 비중이 지속적으로 증가되고 있다. 자동차 전장부품 관련 산업은 발전이 기대되는 주요 산업분야이며, 주요 기술인 소프트웨어 융합은 미래 산업의 핵심기술이라 할 수 있다.

자동차 전기·전자 기술의 향상으로 인해, 기존의 기계 기술은 전자제어 기술로 대체되어 컴퓨터로 관리되고 있으며 이런 추세가 더욱 가속화되고 있다. 전장기술은 지능형 자동차 및 첨단안전 자동차 기술의 기반이 되고 있으며, IT를 활용한 전장 기술은 자동차 산업의 승자를 결정하는 핵심기술이라 할 수 있다[3]. 지금까지 한국 자동차 산업은 양적 성장을 중심으로 큰 성장을 달성하였지만, 소프트웨어(이하 SW) 관련 기술 기반의 성장, 즉 자율주행 자동차, 기능안전 자동차, 해킹방어 시스템의 자동차 등의 개발을 위해서는 질적 성장이 필요하다.

1975년 미국에서 모든 자동차에 임베디드 컨트롤 시스템을 장착하기 시작한 이후, 최근 자동차의 신형 모델에는 80개 이상의 CPU가 탑재되고 있으며, SW 또한 지능형 주행제어, 자동차 운전지원 시스템, 충돌감지 시스템 등의 기술을 구현하기 위해 많은 SW가 내장되어 자동차를 제어하고 있다. 자동차에 수많은 기능이 실현된 결과로 시스템의 복잡성 또한 증가되었고, 이로 인해 차량에 적용된 SW에서 많은 문제가 발생하고 있다. 독일 자동차 협회에서 2004년에 발표한 보고서에 따르면 자동차 고장원인 중 36%가 SW로 인해 발생한다고 하였다. 그리고 납품되는 SW가 모듈에 탑재되어 블랙박스 형태로 납품되기 때문에 SW 결함이 완성차 단계에서 발생하는 현상이 주를 이룬다고 언급하였다[9].

자동차 전장부품의 SW 비중이 늘어남에 따라 공급사슬상의 기업 간 협력 개발의 필요성이 높아지고 있고, 이로 인해 주문자생산방식(Original Equipment Manufacturer : 이하 OEM)의 중요성 또한 증가되고 있다[13]. 소프트웨어 비중이 낮은 상황에서도 OEM과 공급업체 사이에서 효율적인 제품개발을 위해, 제품 아키텍처를 고려한 제품 개발 패턴을 연구한 선행연구도 존재한다[5]. 이는 수많은 부품의 양산·조립이라는 자동차산업의 특성에 기인하며, 제품 아키텍처를 고려한 제품설계 및 생산의 중요성이 더욱 증가되고 있다.

Pretschner et al.[19]는 자동차 부품에서 소프트웨어 공학 특성을 고려한 로드맵을 제시하였다. 즉 자동차 소프트웨어 비중의 증가는 향후 조직적, 공학적 도전으로 이어질 수 있기 때문에 소프트웨어 비중이 높은 부품의 개발 관련 비용(개발비, 관리비, 기회비용, 등)에 대한 준비가 필요하다는 것이다[19]. Ulku and Schmidt[20]는 공급

사슬형상(Supply Chain Configuration : 이하 SCC)의 특성을 고려하여 최적의 제품 아키텍처를 결정하는 수리식을 제시하였으며, Nguyen and Bell[18]은 자동차 전장 부품의 효율적인 협력개발 이점을 연구하였다[18, 20]. Hwang et al.[7]은 자동차 산업과 같이 복잡한 공급사슬을 갖는 산업에서는 장기적인 협력관계에서 참여자의 이득이 증가된다고 하였고, 자동차 전장부품 산업의 경우 이러한 현상은 더욱 가중된다고 할 수 있다[7, 8].

자동차 SW 품질을 이해하기 위해서는, 일반 SW 특성에 대한 이해가 필요하다. 전통적인 하드웨어 개발, 제조 과정과는 유사성이 있으나 근본이 다르며 가장 큰 차이점은 하드웨어와 비교할 때 규격화가 어렵고, 재사용율이 낮은 수준이라는 것이다. 재사용에 관한 선행연구와 기업체·연구소의 시도는 많았으나 맞춤형 개발이 주가 되는 한계점을 지니고 있다[14]. 융합의 시대에 지식 기반 소프트웨어 산업의 중요성은 날로 커질 것이고, 핵심적인 역할을 수행할 것이다. 이에 지속적인 평가 및 분석으로 개선 항목의 지속적인 도출이 필요하며, 자동차 전장 부품의 품질확보를 위해 적합한 보증체계의 구축이 필요하다고 볼 수 있다. 예를 들면, 개발 프로젝트의 성공적인 수행을 위해서 시스템 개발 조직에서 능력성숙도통합모델(Capability Maturity Model Integration : 이하 CMMI)에 기반한 조직의 연구개발 표준 프로세스를 구축하여 적용하고 있다[2].

따라서 본 연구의 목적은 ‘공급사슬형상(OEM, 1차 공급사, 2차 공급사 등)과 전장 SW 비율’에 따른 ‘조직역량(조직자원 역량, 업무체계관리 역량), 프로세스 역량(프로세스관리 역량, 고객요구사항 관리 역량), 성과 차원(동기 부여, 참여수준)’의 속성을 파악하는 것이다.

2. 이론적 배경

경영컨설팅의 영역은 ‘경영환경, 경영관리와 혁신, 인적 자원, 재무 회계, 생산 관리, 제품 개발과 마케팅, 연구 개발, 경영 정보 시스템 등’의 영역으로 구분된다[23]. 그 중 R&D 프로세스 관련 컨설팅은 국제표준 대비 문제점을 분석하고 이런 문제의 극복 방안을 제시하는 전문 서비스라 할 수 있다. 자동차 부품 개발 프로세스 컨설팅 산업은 국내 자동차 부품 개발 업체의 글로벌화로 규모가 커지고, 시장 경쟁의 심화가 있고 전략이 필요하다.

<Table 1>은 SW 품질 성과에 영향에 대한 선행 연구를 요약한 표이다. 요약하자면, Moon and Kim[17]과 Kim et al.[12]은 SW 품질 역량에 따른 재무적 성과, 비재무적 성과의 관계를 연구하였다. Kim and Choi[10], Kim et al.[11]은 기업의 특성 또는 제반 조건이 조직 성숙도에 미치는 영향을 연구하였다. 또한 Kim et al.[15]은 다양한 분야에서

<Table 1> Literature Review

Authors	Subject	Research type	Methodology	Independent variable	Performance variable
Moon and Kim [17]	Domestic SW related Project Manager	empirical study	ANOVA	SW project quality/performance, quality functionality, customer requirements fidelity, quality efficiency, etc.	Financial performance, non-financial performance
Kim et al. [15]	Domestic SW related Project Manager	empirical study	Regression analysis	SW engineering level(maturity level), SW process certification status, etc.	SW Project Performance
Kim et al.[12]	Manufacturing, equipment industry, finance, distribution, SW industry	empirical study	Regression analysis	Requirements management, project planning and monitoring, supplier management, quality assurance, configuration management, organizational process management, training and training, integrated software management, software development activities, etc.	Financial performance, non-financial performance
Kim and Choi [10]	Software Development or/and Maintenance Industry	empirical study	Structural equation model	The degree of support of the organization, the ability of the SPI promoting group, the SPI activity plan, the organizational goals and the consistency with the SPI objectives, etc.	Organizational maturity level, SPI Performance
Kim et al. [11]	Software expert	empirical study	Regression analysis	SPI influencer, type of member, type of auditor, audit status, etc.	Organizational maturity(CMM)

활동 중인 SW 프로젝트 관리자를 대상으로 SW 공학 성숙도 수준에 따른 성과 요인에 대한 연구를 수행하였다.

2.1 전장 SW프로세스 품질 역량

2.1.1 조직 역량

Butler[1]는 OC-ALC(Oklahoma City Air Logistics Cent) 사례에서 역량 성숙도 모델(Capability Maturity Model : 이하 CMM)의 성공적인 도입을 위해서 소프트웨어 프로세스에 대한 조직적인 인식이 반영되어야 하며, 이를 통해 품질, 생산성 측면에서 성과를 얻을 수 있다고 주장하였다. Raytheon 사는 CMM의 도입으로 조직 역량 및 성숙도가 증가되었고, 이로 인해 품질비용이 큰 폭으로 감소하였다고 언급하였다.

Kim and Choi[10], Kim et al.[11]은 조직의 역량과 SW 품질 성과가 영향이 있으며 소프트웨어 품질 개선에 영향을 미칠 수 있다는 내용으로 영향 요인 또는 성공 요인을 정리하였다.

Yoon and Kim[22]은 조직의 프로세스 성숙도와 조직의 성과 간의 관계에 있어, 프로세스 능력수준, 즉 조직 역량에 따라 상이한 결과가 나타난다고 주장하였다. 이러한 조직 역량은 숙련 기술자에 의해 개선될 수 있어, 소프트웨어 기업의 경우 숙련된 기술자의 확보가 기업의 역량 개선 및 고객만족을 위해 매우 중요하다고 할 수 있다[21].

2.1.2 프로세스 역량

Humphrey et al.[6]는 Hughes Aircraft 소프트웨어 개발 부분의 초기 CMM 심사서 SW 프로세스 개선 사례를

통해 ‘정량적 프로세스 관리체계 도입, 교육훈련 프로그램 장착, 효과적인 검토 프로세스 정립, 소프트웨어 공학 방법론 사용 등’의 개선활동을 전개하여 레벨 3을 획득한 결과를 바탕으로 ROI(Return On Investment)가 5배 이상 증가되었다고 언급하였다.

Goldenson and Herbsleb[4]는 소프트웨어 프로세스 개선을 위한 노력들과 프로세스 성숙도, 조직성과 간의 관계 분석을 통해 성숙수준이 높을수록 ‘제품품질, 개발 인력의 생산성, 일정준수 능력, 종업원의 사기 및 직무 만족’이 높다고 주장하였다.

2.2 성과 차원

Lee[16]는 프로젝트 통제 역량에 따라 성과 결과인 납기준수율과 규모 예측률에 유의한 매개 변수가 되고, 의사소통 정도는 품질보증과 프로젝트 관리 프로세스, 납기준수율에 유의한 영향을 미치는 것으로 제시하고 있다.

Kim et al.[15]은 SW 공학수준 점수가 높을수록 프로젝트의 성과변수인 비용 편차율과 일정 편차율이 좋아지는 것을 밝혔다. SW 프로세스 인증유무에 따라 SW 공학 수준과 SW 개발 프로젝트의 성과를 살펴본 결과 품질 인증 유무에 따라 SW 개발 프로젝트의 성과가 달라지는 것으로 분석되었다. 품질인증을 받은 조직의 SW 개발 성과가 좋다는 것을 밝혔다.

Kim and Choi[10]는 조직의 성과를 자원 확보나 최고 경영층의 지원보다는 구성원의 소프트웨어 프로세스 개선 능력, 활동계획, 목표의 부합, 그리고 효과분석 등과 같은 구체적이고 실제적인 영향요인에 의해 결정된다고 주장하였다. 그리고 조직단위의 성숙도 수준의 구성요인

중에서 정량적인 프로세스 관리가 아닌 프로세스 구축이 실증적으로 중요하게 파악되었다. Kim et al.[15]은 SW 프로세스 개선 모델이 가지고 있는 기본적인 전체 조건인 SW 프로세스 능력수준이 높을수록 성과가 좋아진다고 언급하였다.

Moon and Kim[17]과 국내 프로젝트 관리자(Project Manager : 이하 PM)들을 대상으로 프로젝트 실적에 따른 성과를 재무적, 비재무적 성과로 구분하여 품질의 기능성, 요구사항 충실성 등의 특성에 따른 성과를 조사하였다. 유사한 방식이지만 Kim et al.[12]은 SW가 공급되는 다수의 산업군을 대상으로 CMM 또는 소프트웨어 처리개선 및 능력평가 기준(Software Process Improvement and Capability dEtermination : 이하 SPICE)에서 정의한 SW 개발 관련 주요 활동 영역의 품질 수준에 따른 재무적, 비재무적 성과에 대해 연구하였다.

3. 실증 분석

본 연구는 자동차 전장부품 개발 관련 업무를 수행하는 연구원(한국첨단자동차기술협회 회원, 2016년 11월 25일에 응답지 작성 및 수거)을 대상으로 데이터를 수집하였다. 기업별 실무자에게 설문지를 배포하였으며, 응답이 부실한 자료를 제외한 53개의 표본으로 분석을 수행하였다(리커트 5점 척도 측정).

본 연구를 수행하기 위해 이론적 고찰 바탕의 변수를 토대로 <Table 2>의 실험설계를 구성하였다. 표본의 특성 분석과 신뢰성 분석 그리고 요인 분석을 실시하였다.

<Table 2> Experiment Design

ANOVA : Experimental Design	
Treatment Level (Group variable)	1. Supply Chain Configuration(OEM, 1-Tier Supplier, More than 2-Tier Supplier) 2. Annual Sales(more than 1 trillion, between 0.5 and 1 trillion, less than 0.5 trillion) 3. Ratio of Software domain(0~25%, 25~50%, 50~100%)
Dependent variable	Organization Capability - Organizational resource capability - Business system management capability Process Capability - Process management capability - Customer Requirements Management Capability

3.1 표본 특성

<Table 3>은 표본의 정보로 20대, 30대의 응답자가 다수였으며, 기업의 규모는 대기업이 49.1%로 가장 많았다. 연매출은 1조 이상인 기업이 49.1%였으며, 공급사슬형상의 대부분은 1차 공급업체인 것을 볼 수 있다. 그 외 OEM은 11.3%, 2차 이상의 공급업체는 32.1%로 나타났다.

3.2 변수의 조작적 정의

<Table 4>는 변수의 조작적 정의 표이다. 우선 조직역량은 ‘조직자원 역량’과 ‘업무체계 역량’으로 설계하였으며, 프로세스 역량은 ‘프로세스 관리역량’과 ‘고객요구사항 관리 역량’으로 설계하였다. 끝으로 성과 차원으로는 동기부여 수준과 참여수준으로 측정하였다.

<Table 3> Basic Statistics for Respondent

Category	No. of respondent	Valid percent	Cum. Percent
Age	20~29	15	28.3
	30~39	18	34.0
	40~49	17	32.1
	50~59	3	5.6
SCC	OEM	6	11.3
	1st Tier Supplier	30	56.6
	More than 2nd Tier Supplier	17	32.1
Company Size	Large	26	49.1
	mid-size	15	28.3
	small	12	22.6
Annual Sale (₩)	more than 1 trillion	26	49.1
	between 0.5 and 1 trillion	14	26.4
	less than 0.5 trillion	13	24.5
E/E SW Ratio	0~25%	17	32.1
	25~50%	19	35.8
	50~100%	17	32.1

<Table 4> Artificial Definition of Variables

Latent Variable		Indicators with questionnaire		Mean (S.D.)	
Organization Capability	Organizational resource capability	RES7	There are enough professionals and skills to improve the process.	3.16 (0.844)	
		RES8	There are sufficient standards and standards for process improvement to suit the enterprise environment.		
		RES6	There is sufficient awareness of the software process and the organization's goals and standards are clear.		
		RES9	Cost and time associated with process improvement are recognized based on a sufficient understanding of the manager's need to improve the process.		
	Business system management capability	MAN2	Appropriate project management has enough time and cost to improve the process.	3.321 (0.811)	
		MAN3	A standard work system for software development is established.		
		MAN1	Sufficient understanding of customer requirements and sufficient ability to manage requirements change.		
<i>Precedent research : Butler[1], Kim and Choi[10], Kim et al.[11], Yoon and Kim[22]</i>					
Process Capability	Process management capability	IMP5	In-house standards for documents produced during software development are defined and applied.	2.893 (1.062)	
		IMP6	There is a quality improvement objective in the integrated process of software project development plans, standards, and procedures.		
		IMP4	It reviews and keeps track of change requests and problem reports on software work products.		
	Customer Requirements Management Capability	REQ2	We are systematically creating and managing requirements documents.	3.409 (0.951)	
		REQ1	Systematically review and analyze the customer requirements assigned to the item under development at the beginning of the project.		
		REQ12	We have established and maintained a defect prevention activity plan		
<i>Precedent research : Humphrey et al.[6], Goldenson and Herbsleb[4], Kim et al.[15]</i>					
Performance	Motivation effect	PER1	We are confident that process-related certifications will affect process quality improvement.	3.214 (1.044)	
		PER2	Projects that require process quality certification recognize the need for process certification.		
		PER3	There is an appropriate process quality certification system for the organization, and thus, resources such as cost and time are invested efficiently.		
	Level of participation	PER6	After certification, there is continuous improvement effort.	3.208 (0.421)	
		PER7	Regardless of corporate survival, we are investing resources such as personnel and expenses to improve process quality.		
	<i>Precedent research : Lee[16], Kim et al.[12], Kim et al.[15], Kim and Choi[10], Moon and Kim[17]</i>				

Note : Organizational resource capability, Business system management capability, Process management capability, Customer Requirements Management Capability, Motivation effect, Level of participation(Hereinafter the same as RES, MAN, IMP, REQ, PER_M, PER_P).

3.3 탐색적 요인 분석 및 신뢰성 분석

본 연구에서 사용하는 설문지는 다수의 항목을 이용한 측정이므로, 구성 개념의 타당성 검증을 위해 직각 회전 방법에 의한 탐색적 요인 분석을 실시하였다. 탐색적 요인 분석 과정에서는 성분 값이 0.6 이상이 되는 조건으로 공통 요인을 추출하였다.

본 연구에 다수의 변수를 선정하여 표본을 조사하였으며 결과는 <Table 5>, <Table 6>에서 신뢰성 분석 결과와 함께 정리하였다. 내적 일관성 검증 확인을 위해 신뢰성

분석을 실시하였다. 최종 선택 변수의 신뢰성 검정은 Cronbach's alpha 값에 따라 평가하였다. 각 변수에 따른 Cronbach's alphas 계수가 0.7 이상으로 타나 최종 분석에 문제없는 것으로 분석 되었으며 평균분산추출(Average Variance Extracted : 이하 AVE) 값도 0.6 이상으로 양호한 것으로 확인 된다. 측정 항목의 내적 일관성은 양호한 수준으로 측정 변수의 신뢰성이 높은 것으로 해석할 수 있다.

성과에 대한 요인은 동기부여, 참여수준 2가지로 구성되며 아래의 <Table 6>와 같다. Cronbach-알파 값과 AVE 값이 모두 허용 범위 내인 것으로 확인 된다.

<Table 5> Exploratory Factor Analysis and Reliability Analysis

Latent Variable		Indicators	Factor loading				Cronbach-α	AVE
			Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4		
Organization Capability	RES	RES7	0.883	-0.075	0.148	0.200	0.832	0.642
		RES8	0.866	0.153	0.000	0.209		
		RES6	0.733	-0.201	-0.181	-0.103		
		RES9	0.707	0.246	0.377	0.029		
	MAN	MAN2	0.045	0.049	0.880	0.052	0.769	0.684
		MAN3	0.079	0.236	0.799	0.052		
MAN1		0.002	-0.133	0.799	-0.227			
Process Capability	IMP	IMP5	-0.087	0.913	0.136	0.005	0.786	0.681
		IMP6	-0.118	0.860	0.088	0.226		
		IMP4	0.324	0.686	-0.074	-0.133		
	REQ	REQ2	0.104	-0.149	-0.092	0.835	0.732	0.633
		REQ1	-0.097	0.155	-0.041	0.826		
		REQ12	0.303	0.087	0.044	0.721		
Eigen value			2.812	2.303	2.293	2.121		
Explained Variance(%)			21.633	17.719	17.638	16.314		

Note : AVE (Average Variance Extracted).

<Table 6> Exploratory Factor Analysis and Reliability Analysis(Performance)

Latent Variable		Indicators	Factor loading		Cronbach-α	AVE
			Factor 1	Factor 2		
Performance	PER_M	PER1	0.776	-0.318	0.839	0.757
		PER2	0.947	-0.022		
		PER3	0.878	0.184		
	PER_P	PER6	-0.055	0.829	0.368	0.635
		PER7	0.004	0.763		
Eigen value			2.272	1.405		
Explained Variance(%)			45.440	28.094		

3.4 분산분석 결과

기업 특성에 따라 응답자의 응답 결과의 차이를 일원 배치 분산분석으로 확인하였다. 전 장에서 설명한 공급 사슬형상, 연매출, 전장 SW 비중에 따른 기업 조직특성 에 따른 결과에 대한 분석 결과이다.

공급사슬형상과 연매출의 경우, 통계적으로 유의한 것 으로 확인되었으며 <Table 7>, <Table 8>과 같다. 그러나 전장 SW 비중 특성에 따른 차이는 통계적으로 유의하지 않다(<Appendix 1> 참조).

<Table 7>에서 조직 자원 역량, 프로세스 관리/개선 역량, 고객 요구사항 관리 역량, 동기부여 차원의 경우 공급사슬형상에 따른 차이가 유의한 것으로 나타난다.

조직 자원의 역량, 프로세스 관리 역량, 동기 부여 항목에서 공급사 대비 OEM이 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 확인 된다. 반면에 업무체계 관리 역량 과 참여 수준에서는 그룹 간 유의한 차이가 없는 것으로

확인 된다.

특히, 고객 요구사항 관리 역량에 대한 다중 비교 결 과를 보면, 2차 이상의 공급사의 요구사항 관리 역량은 OEM 또는 1차 공급사와 차이가 유의한 것으로 확인된 다. 공급사슬형상 또는 연매출(기업규모)을 기준으로 보 았을 때, 요구사항 관련 관리 역량이 현저히 떨어지는 것 을 유추할 수 있다.

<Table 8>에서 조직 자원 역량, 업무 체계 관리 역량, 프로세스 관리/개선 역량, 고객 요구사항 관리 역량, 동 기부여 차원, 참여 수준 인증의 모든 항목에서 연매출에 따른 차이가 유의한 것으로 나타난다. 이는 연매출에 따 른 전장 소프트웨어 개발 성숙도에서 준비 상황이 다르 고, 매출이 높을수록 역량이 좋아짐을 확인 할 수 있다. 특히, 고객 요구사항 관리 역량에 대한 다중 비교 결과를 보면, 매출의 3가지 그룹에서 OEM에서 공급사 하위로 갈수록 요구사항 관리 역량이 부족함이 통계적으로 유의 한 것을 확인할 수 있다.

<Table 7> One-Way ANOVA Result 1(Treatment level : Supply Chain Configuration)

			Group 1 [OEM]	Group 2 [1-Tier Supplier]	Group 3 [More than 2-Tier Supplier]	Total (N = 53)	F (Sig.)	Levene Statistic (Sig.)
Organization Capability	RES	Mean(S.D.)	3.71(0.58)	3.23(0.85)	2.85(0.82)	3.16(0.84)	2.639* (0.081)	0.387 (0.681)
		Group 1 > (Group 2), Group 3				(LSD) ¹⁾		
MAN	MAN	Mean(S.D.)	3.72(0.90)	3.36(0.71)	3.12(0.93)	3.32(0.81)	1.311 (0.279)	0.902 (0.412)
		Group 1 and Group 2 > Group 3				(LSD) ³⁾		
Process Capability	IMP	Mean(S.D.)	4.00(1.07)	2.84(1.07)	2.59(0.80)	2.89(1.06)	4.536** (0.015)	1.665 (0.199)
		Group 1 > Group 2 and Group 3				(LSD) ²⁾		
REQ	REQ	Mean(S.D.)	3.33(0.84)	3.90(0.74)	2.57(0.72)	3.41(0.95)	17.357*** (0.000)	0.646 (0.528)
		Group 1 and Group 2 > Group 3				(LSD) ³⁾		
Performance	PER_M	Mean(S.D.)	4.33(0.84)	3.28(1.05)	2.71(0.76)	3.21(1.04)	6.734*** (0.003)	0.828 (0.443)
		Group 1 > Group 2 and Group 3				(LSD) ²⁾		
PER_P	PER_P	Mean(S.D.)	3.33(0.52)	3.20(0.36)	3.18(0.50)	3.21(0.42)	0.310 (0.735)	1.415 (0.253)
		(Group 1), (Group 2), (Group 3)				(LSD) ⁶⁾		

Note : p < 0.10, *p < 0.05, **p < 0.001, ***Least Square Distance, Hereinafter the same as LSD.

1) The difference between Group 1 and Group 3 is significant but not significant between Group 2 and Group 3.

2) The difference between Group 1 and Group 2 is significant and the difference between Group 1 and Group 3 is significant but not significant between Group 2 and Group 3.

3) The difference between Group 1 and Group 2 and the difference between Group 1 and Group 3 are all significant.

4) The difference between Group 1 and Group 2 is significant but not significant between Group 2 and Group 3.

5) All the difference is significant.

6) Nothing significant.

<Table 8> One-Way ANOVA Result 2(Treatment level : Annual sales, Unit : won/year)

			Group 1 [more than 1 trillion]	Group 2 [between 0.5 and 1 trillion]	Group 3 [less than 0.5 trillion]	Total (N = 53)	F(Sig.)	Levene Statistic (Sig.)
Organization Capability	RES	Mean(S.D.)	3.50(0.75)	3.00(0.97)	2.65(0.59)	3.16(0.84)	5.52*** (0.007)	0.622 (0.541)
		Group 1 > (Group 2), Group 3				(LSD) ¹⁾		
MAN	MAN	Mean(S.D.)	3.59(0.74)	2.81(0.36)	3.33(1.05)	3.32(0.81)	4.832** (0.012)	7.515 (0.001)
		Group 1 > Group 2, (Group 3)				(LSD) ⁴⁾		
Process Capability	IMP	Mean(S.D.)	3.23(1.17)	2.43(1.02)	2.72(0.62)	2.89(1.06)	3.056* (0.056)	4.553 (0.015)
		Group 1 > Group 2, (Group 3)				(LSD) ⁴⁾		
REQ	REQ	Mean(S.D.)	3.90(0.88)	3.33(0.35)	2.51(0.89)	3.41(0.95)	13.795*** (0.000)	4.938 (0.011)
		Group 1 > Group 2 > Group 3				(LSD) ⁵⁾		
Performance	PER_M	Mean(S.D.)	3.72(1.00)	2.81(0.91)	2.64(0.80)	3.21(1.04)	7.559*** (0.001)	0.428 (0.654)
		Group 1 > Group 2 and Group 3				(LSD) ²⁾		
PER_P	PER_P	Mean(S.D.)	3.27(0.38)	3.00(0.39)	3.31(0.48)	3.21(0.42)	2.482* (0.094)	3.020 (0.058)
		(Group 1), (Group 2), (Group 3)				(LSD) ⁶⁾		

<Table 9> Nonparametric Average Comparison(Kruskal-Wallis test)

Latent Variable		Kruskal-Wallis Statistic, H	Sig.
Organization Capability	Organizational resource capability	10.46	0.005
	Business system management capability	10.02	0.007
Process Capability	Process management capability	5.40	0.067
	Customer Requirements Management Capability	18.42	0.000
Performance	Motivation effect	12.94	0.002
	Level of participation	5.31	0.070

<Table 7>과 <Table 8>에서 등분산 가정을 확인해 보았고 연매출 항목에 따른 그룹의 비교는 등분산 가정에 위배되어 <Table 9>과 같이 비모수 검정 비교를 수행하였다. 모수 또는 비모수 분석 모두에서 연매출에 따른 차이는 매우 유의한 것으로 확인되었다.

한편, 전장 비중 차이에 따른 역량 및 성과에 대한 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다(<Appendix 1> 참조). 초기 연구 시작에서 기업의 연구 개발 대상에 포함된 SW 비중에 따라, 조직의 역량이나 프로세스 역량에 차이가 있을 것 같다는 가정 하에 진행된 분석이었지만 차이가 없는 것으로 확인되었다. 이는 자동차 전장품 개발 활동에서 연구 개발에 영향을 크게 미칠 수 있는 항목은 SW 비중이 아니고 SW 복잡성[20]에 기인하다는 점을 상기해 볼 때, 본래의 가정은 특성 차이를 구별하기에 미흡한 가정으로 추론되며, 본 연구 결과 정리에서 제외한다.

4. 결론

4.1 연구의 요약 및 시사점

본 연구에서는 자동차 전장 SW 연구개발 조직에서 연구 개발 활동을 수행하는 응답자를 대상으로 설문 조사 및 통계 분석을 실시하였다. 분석의 방향은 기업 특성(처리 수준: 공급사슬형상, 연매출, 전장 SW 개발 비중)에 따른 조직의 역량, 프로세스 성숙도, 동기부여 참여 수준으로 측정되는 성과의 차이에 대한 분산분석이며 각 결과에 대한 유의 여부를 통계적으로 분석 정리하였다.

이를 종합하면 주요 3가지 처리 수준에 대한 분석 결과는 다음과 같다. 공급사슬형상과 연매출에 따라 조직 역량, 프로세스 역량, 성과에서 차이가 통계적으로 유의한 것으로 확인되었으나 전장 SW 비중에 따른 응답 차이는 유의하지 않은 것으로 확인되었다.

OEM, 1차 공급사, 2차 이상의 공급사로 구분되는 공급사슬형상의 기업 특성에서, 조직 자원 역량, 프로세스 관리 역량의 차원에서 유의하였으며, 고객 요구사항 관리 역량, 동기 부여에서는 크게 유의한 것으로 나타났다. 공급사슬 상위에 위치할수록 기업 규모 환경에 따라 충분한 자원이 충분히 공급된다는 사실과 일치하는 내용이다. 다만, <부속서 표 1>에서 고객 요구사항의 관리 역량에서 2차 이상의 공급사의 경우 OEM과 1차 공급사와 비교할 때 역량이 미흡한 것을 볼 때, 향후 OEM 기준에서 전장 SW 제품 품질을 효과적으로 개선하기 위해서 이에 대한 관심과 지원이 필요하다는 것을 유추할 수 있다.

1조 이상, 5천억 이상 1조 미만, 5천억 미만으로 구분

되는 연매출 기업 특성은 6가지 전 항목에서 모두 유의한 것으로 나타났다. 조직 자원 역량, 고객 요구사항 관리 역량, 동기 부여에서 크게 유의하며, 나머지 업무 체계 관리 역량, 프로세스 관리 역량, 참여 수준에서도 정도의 차이는 있지만 여전히 유의한 것으로 나타났다. <부속서 그림 1>에서 전반적으로 연 매출이 줄어들수록 차원에 따른 역량, 성과가 감소하는 것을 확인할 수 있다. 한편, 프로세스 관리 역량과, 업무 체계 관리 역량의 차원에서 중간 매출 그룹의 집단이 큰 매출과 작은 매출 집단보다 성과 능력이 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 일반적으로 작은 매출의 기업이 큰 매출의 기업보다 업무 체계나 프로세스 역량이 높다고 보기가 어려운데, 이러한 결과는 현재 OEM에 요청에 따른 중간 기업의 대응 과정 속정에 응답자의 체감이 반영된 것으로 사료된다. 특히 고객 요구사항 관리 역량의 경우, OEM과 1차 공급사가 높은 수준을 유지하는 반면에 2차 이상의 공급사는 해당 관리 역량이 비교적 크게 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 이는 향후 자동차 전장 부품 개발에서 2차 이상의 공급사에 대한 체계적인 관리가 필요함을 유추할 수 있다. 즉 안전 관련 전장 SW에 적용되는 OEM의 안전 요구사항이 체계적으로 2차 이상의 공급사에게까지 전달될 수 있는 관리 방안이 요구된다.

추가적으로 동기 부여 측면을 살펴보면 OEM 대비 공급사 응답자의 동기 부여가 낮게 나왔으며, 이는 향후 자동차 전장 부품 개발에서 공급사의 적극적인 참여를 이끌어 낼 수 있는 정책의 지원이 필요성을 유추할 수 있다.

4.2 연구의 한계점 및 추후 연구 방향

본 연구의 분산분석에서 주요 3가지 처리수준 중 하나인 전장 SW 비중의 처리 수준은 향후 SW 복잡성을 증별할 수 있는 변수로 추가적인 연구가 필요하다. Ulku and Schmidt[20]의 연구를 포함하는 다수의 연구를 종합할 때, SW 복잡성에 따른 성과, 만족도에 차이가 있을 것으로 사료되며, 이에 따른 분석 결과에 따라 차별적인 개선 방안 논의가 가능할 것으로 사료된다. 이에 따라 단순히 전장 SW 비중인 아닌 SW 복잡성에 따른 차별적인 분석과 해당 분석 결과에 따른 개선 방안의 모색이 가능할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 ASPICE에 관심과 참여도가 높은 응답자를 대상으로 수행된 설문과 분석이다. 따라서 일반 자동차 부품 연구개발 특성과 유추할 수 있는 자료를 함께 분석한다면 자동차 전장 부품 개발 시, 기존 활동과 어떤 측면에서 구체적인 개선 활동이 필요할 것인지에 대한 모의가 가능할 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서는 단순히 연매출, 형상관리형상에

따라 역량, 성과가 유의하다는 것을 밝혔다. 그러나 기업 특성에 따른 구체적인 개선 방안에 대한 연구가 필요하다.

추가적으로 응답자의 사원, 대리, 과장, 부장 등의 직책에 따른 시각의 차, 또는 ASPICE 프로세스 내재화를 진행할 때, 기업 또는 조직의 특성에 따라 weak point를 실증 분석으로 분석할 수 있다면 추후 실무적 관점에서 컨설팅 또는 자체 프로세스 구축하는 담당자에게 가이드라인이 될 수 있는 우선순위를 제시할 수 있을 것으로 판단된다. 즉, 프로세스의 성과를 높일 수 있는 경영진의 관리, 추진리더의 전문성, 자원 충분성, 조직 정비의 충분성 등의 요인을 의미한다.

Acknowledge

This work was supported by the research fund of Hanyang University(HY-2015).

References

- [1] Butler, K.L., The Economic Benefits of Software Process Improvement, Crosstalk, July, 1995.
- [2] Choi, Y.G., Jung, H.J., and Lee, J.C., On the CMMI-Based Development of SE & PM Integration Process Architecture, *Journal of Korea Academy Industrial Cooperation Society*, 2015, Vol. 16, No. 6, pp. 4137-4146.
- [3] Chun, H.S., Automotive-IT fusion technology and domestic and overseas development trend, *Journal of Korea Multimedia Society*, 2010, Vol. 14, No. 1, pp. 1-10.
- [4] Goldenson, D.R. and Herbsleb, J.D., After the Appraisal : A Systematic Survey of Process Improvement, Its Benefits and Factors that Influence Success, CMU/SEI-95-TR-009, 1995.
- [5] Han, M.K., Product Architecture and Product Development Patterns, *Journal of Strategic Management*, 2006, Vol. 9, No. 1, pp. 77-99.
- [6] Humphrey, W., Snyder T., and Willis, R., Software Process Improvement at Hughes Aircraft, *IEEE Software*, 1991, Vol. 8, No. 4, pp. 11-23.
- [7] Hwang, S.J., Kim T.Y., and Keum B.C., A Study on Pricing Decision Strategy of Small and Medium Size Manufacturing Company in Supply Chain Environment, *J. Soc. Korea Ind. Syst. Eng.*, 2011, Vol. 34, No. 2, pp. 68-75.
- [8] Jang, G.S. and Kim, J.K., Strategic selection and management of suppliers, and allocation of order quantity for supply chain management in automotive parts manufacturers, *J. Soc. Korea Ind. Syst. Eng.*, 2009, Vol. 32, No. 3, pp. 142-158.
- [9] Jeong, Y.G., Cho, S.H., Joo, B.S., and Gu, T.W., Research of Vehicle software quality evaluation method, *Proceedings of The Korean Society of Automotive Engineers*, 2014, pp. 745-746.
- [10] Kim, I.J. and Choi, J.W., The Antecedents of Software Process Improvement for Organizational Capability Maturity and Performance, *Journal of Knowledge Management Research*, 2015, Vol. 16, No. 2, pp. 227-248.
- [11] Kim, I.J., Yoon, J.W., and Jun, Y.B., The SPI Factors Affecting of Organizational Maturity Level : The perspectives of organizational Members and Assessment Types, *The Journal of The Korea Society of Management information Systems*, 2006, Vol. 16, No. 4, pp. 27-47.
- [12] Kim, J.W., Na, M.J., Nam, K.C., and Park, S.Y., Empirical Validatin of Software Process Maturity on Organizational Performance, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 2002, Vol. 27, No. 3, pp. 1-20.
- [13] Kim, K.H., Necessity and Performance of Win-Win Cooperation in the Automotive Sector, *Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers*, 2010, Vol. 50, No. 10, pp. 33-36.
- [14] Kim, M.J., Doo, M.S., Kim, Y.W., Seo, S.G., and Kwon, S.I., A study on the developing the software quality assurance system for automotive embedded systems, *Proceedings of The Korean Society of Automotive Engineers Conference Spring*, 2006, pp. 1386-1392.
- [15] Kim, S.G., Yoon, J.S., and Bang, M.G., An Empirical Study on Software Engineering Level and Project Performance by Software Process Certification, *The Journal of Internet Electronic Commerce Research*, 2013, Vol. 13, No. 2, pp. 283-299.
- [16] Lee, S.Y., A Study on the Effect of Software Process Maturity on Project Performance, [dissertation], [Seoul, Korea] : Hankuk University of Foreign Studies, 2000.
- [17] Moon, S.C. and Kim H.S., An Exploratory Study on S/W Project Quality and Organizational Performance by Process Maturity Certification, *The Journal of The Korea Information Processing Society*, 2004, Vol. 11, No. 2, pp. 387-396.
- [18] Nguyen, T. and Bell, J., The Benefit of Co-Developing Vehicle Electrical & Electronic Architecture between OEM and Supplier, SAE International, 2015.

- [19] Pretschner, A., Broy, M., and Kruger, I.H., Software Engineering for Automotive Systems : A Roadmap, *The proceedings of IEEE of Computer Society*, 2007, FOSE '07.
- [20] Ulku, S. and Schmidt, G.M., Matching Product Architecture and Supply Chain Configuration, *Production and Operations Management*, 2011, Vol. 20, No. 1, pp. 16-31.
- [21] Yoo, S.J., Kim, B.G., Choi, J.H., and Leem, C.S., A Study on the Primary Factors of Internal and External Competency for Improving Performance of Small and Medium Software Company, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 2009, Vol. 14, No. 1, pp. 17-31.
- [22] Yoon, J.W. and Kim, I.J., The Effect of Software Process Improvement on Organizational Performance, *Journal of Korean Operations Research and Management Society*, 2006, Vol. 31, No. 1, pp. 37-53.
- [23] Yoon, S.H., A Study on the Impact of Consultant's and Project Manager's Competencies on Performance of Business Consulting [master's thesis], [Seoul Korea] : Soongsil University, 2006.

ORCID

Min Song | <https://orcid.org/0000-0002-3420-8024>

Seung-June Hwang | <https://orcid.org/0000-0003-2692-0043>

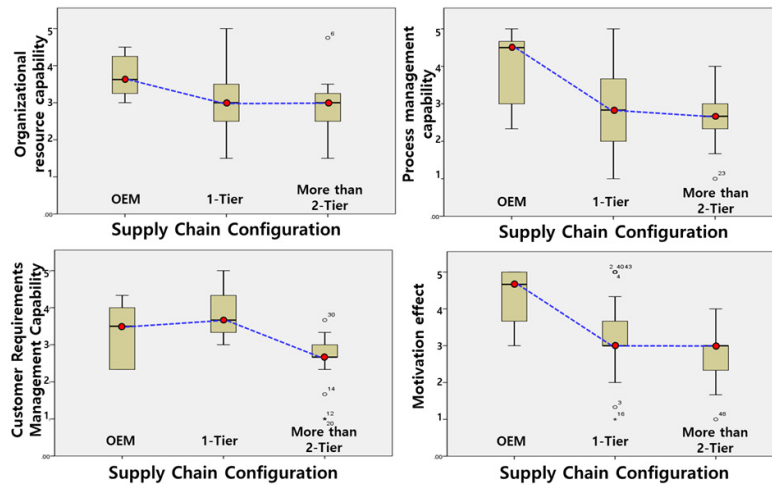
Geun-Wan Park | <https://orcid.org/0000-0002-0541-315X>

Jae-Won Baik | <https://orcid.org/0000-0002-1834-9441>

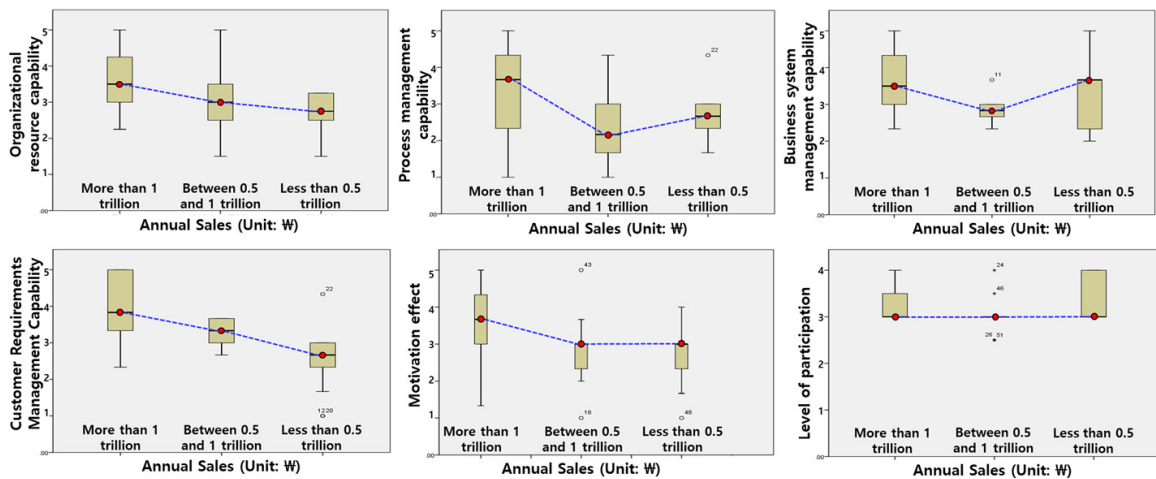
<Appendix>

<Appendix Table 1> One-way ANOVA Result 3(Treatment Level : Automotive E/E Part Ratio)

			Group 1 : 0~25%	Group 2 : 25~50%	Group 3 : 50~100%	Total (N = 53)	F (Sig.)	Levene statistics (Sig.)
Organization Capability	RES	Mean (S.D.)	3.22 (0.91)	3.03 (0.61)	3.25 (1.01)	3.16 (0.84)	0.370 (0.693)	2.543 (0.089)
	MAN	Mean (S.D.)	3.33 (0.78)	3.19 (0.84)	3.45 (0.83)	3.32 (0.81)	0.447 (0.642)	0.090 (0.914)
Process Capability	IMP	Mean (S.D.)	2.90 (1.23)	2.79 (1.00)	3.00 (0.99)	2.89 (1.06)	0.172 (0.843)	1.144 (0.327)
	REQ	Mean (S.D.)	3.61 (1.10)	3.32 (1.02)	3.31 (0.71)	3.40 (0.95)	0.538 (0.587)	1.251 (0.295)
Performance	PER_M	Mean (S.D.)	3.43 (0.81)	3.33 (1.19)	2.86 (1.05)	3.21 (1.04)	1.481 (0.237)	1.107 (0.339)
	PER_P	Mean (S.D.)	3.21 (0.40)	3.24 (0.48)	3.18 (0.39)	3.21 (0.42)	0.089 (0.915)	0.837 (0.439)



<Appendix Figure 1> Box Plot(Treatment Level : Supply Chain Configuration)



<Appendix Figure 2> Box Plot(Treatment Level : Annual Revenue)