

소프트웨어 프로세스 개선활동이 조직성과에 미치는 영향*

†윤재욱** · 김인재***

The Effect of Software Process Improvement on Organizational Performance*

Jae Wook Yoon** · Injai Kim***

■ Abstract ■

SPI (Software Process Improvement) activities have been considered one of the crucial approaches to achieve high quality, productivity and timely delivery of software products and services. The basic premise of SPI model is that higher maturity levels lead to better performance. In this research, the relationships between SPI results and performance were empirically investigated with Korean software companies. CMM key process areas were categorized into two dimensions, "Process Implementation" and "Quantitative Management". The relationship between process implementation and performance was significant, but the relationship between quantitative management and performance was insignificant. The control variable, size of OU(Organizational Unit), did not have significant impact on the relationships between SPI activities and OU performance.

Keyword : SPI, Effect of SPI, CMM, SPICE

1. 서론

소프트웨어 프로세스 평가 및 개선활동은 소프트
웨어 개발 및 유지보수 작업의 생산성, 품질, 납기

준수 향상을 위한 중요한 방법으로 인식되고 있다
[3, 7, 18, 23, 28]. 국내에서도 CMM(Capability Ma-
turity Model), SPICE(Software Process Improve-
ment and Capability dEtermination) 등 소프트웨

논문접수일 : 2004년 11월 2일 논문게재확정일 : 2006년 1월 10일

* 본 연구는 한국외국어대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었음.

** 한국외국어대학교 산업정보시스템공학부

*** 동국대학교 정보관리학과

† 교신저자

어 프로세스 평가 및 개선모형을 이용한 소프트웨어 프로세스 개선(SPI : Software Process Improvement) 활동에 많은 관심과 노력을 기울이고 있다. SPI 모형은 성공적인 소프트웨어 기업들의 활동을 벤치마킹하여 이들이 수행하고 있는 핵심적인 프로세스들을 체계적으로 정립한 것이다. SPI 모형의 기본적 가정은 모형에서 제시하고 있는 프로세스를 조직이 잘 수행하고 있으면, 즉 성숙도가 높은 조직은 바람직한 조직성과(높은 고객만족도, 납기준수율, 품질 향상)를 달성할 수 있다는 것이다[30].

SPI 활동은 많은 자원과 시간을 필요로 하며 조직의 작업방식 및 문화에 큰 영향을 미친다. 따라서 SPI 활동을 추진하기 위해서는 CMM, SPICE 등 SPI 모형의 효과성에 대한 확신과 SPI활동 성공에 영향을 미치는 기업의 다양한 요인들에 대한 이해가 필요하다[16, 29]. 체계적 SPI 활동 전개가 기업의 경쟁력을 향상시킬 수 있다는 많은 사례연구가 발표되어 있다[15, 25, 30]. 하지만 SPI 활동을 수행하는 모든 기업들이 소정의 목적을 달성하는 것은 아니다. SPI 모형은 프로세스 관점에서 무엇을(what) 수행하여야 할 것이지 만을 제시하고 이를 실현하기 위한 구체적인 방법(how) 제시하지 않아 적용한 조직의 환경과 특성에 따라 다양한 결과가 나타날 수 있다. 사례연구는 성공사례만이 발표되므로 SPI 효과에 대한 편향된 연구결과가 도출될 수 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 Goldenson은 CMM 심사를 수행한 북미 조직단위(OU : Organizational Unit)에 설문조사를 실시하여 프로세스 성숙도가 조직의 성과에 긍정적 영향을 미침을 설명하였다[12, 17]. El Emam은 SPICE trial 자료를 기반으로 SPICE 공학 프로세스의 능력수준이 조직의 성과에 미치는 영향을 분석하였다[9, 10].

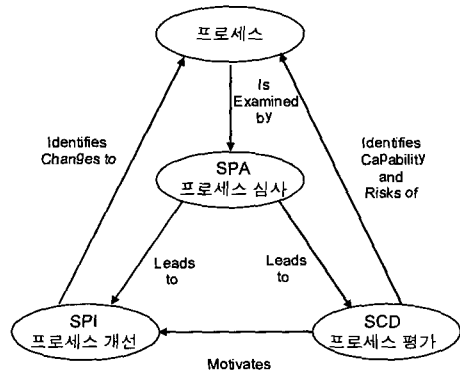
1990년대 중반 이후 국내 SPI 활동의 체계적 보급은 소프트웨어 개발 경쟁력 확보에 중요한 역할을 담당하였다. 현 시점에서 보다 효과적인 SPI 활동 추진을 위해서는 SPI 활동을 추진한 국내 소프트웨어 개발 조직들에 대한 실증분석을 통하여 SPI 활동이 조직성과에 어떠한 영향을 미치고 있는 지를

분석하여 효과적인 SPI 활동 전개를 위한 전략을 도출하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 국내에서 SPI활동을 활발히 진행하고 있는 조직의 소프트웨어 전문가를 중심으로 프로세스 성숙도와 조직 성과 달성정도에 관한 설문자료를 수집하여 분석함으로써 국내 환경에서 SPI 활동의 효과성을 실증적으로 분석토록 한다.

2. 이론적 배경

2.1 SPI 모형

소프트웨어 프로세스란 소프트웨어와 관련 산출물을 개발, 유지보수하기 위하여 일련의 활동, 방법 등을 수행하는 것을 의미한다. 소프트웨어 프로세스의 중요성은 올바른 프로세스 정립 및 활용이 성공적 소프트웨어 개발에 필요한 인력자원 확보와 적절한 도구 및 장비의 활용을 통합적으로 연결시킬 수 있으며, 소프트웨어 비용, 일정, 품질을 결정할 수 있는 핵심적 요인이 되기 때문이다[30]. SPI 모형은 [그림 1]에서와 같이 소프트웨어 프로세스 심사(Software Process Assessment)를 통해 조직의 프로세스 수행상태에 대한 명확한 진단을 수행하고 이를 프로세스 개선(process improvement) 또는 프로세스 평가(process evaluation)을 위해 사용할 수 있도록 구성되어 있다[20].



[그림 1] SPA기반의 SPI 모형

프로세스 심사를 위해서는 소프트웨어 개발 조직이 수행하여야 할 이상적인 프로세스 수행에 관한 모형이 필요하며 국내외에서 널리 사용되는 SPI 모형으로는 CMM과 SPICE가 있다.

2.1.1 CMM 모형

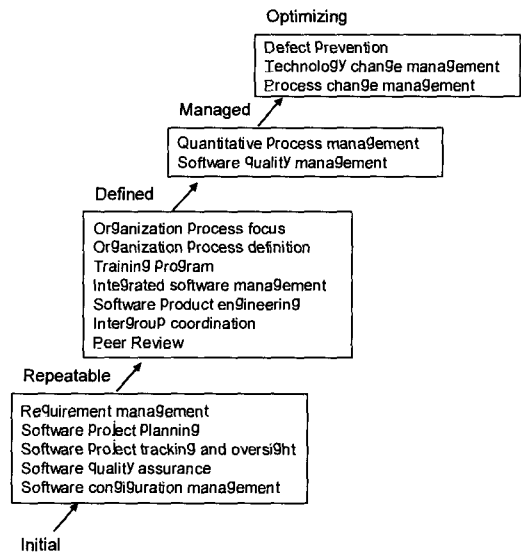
CMM은 미 국방성의 지원으로 Carnegie Mellon 대학의 SEI(Software Engineering Institute)에서 신뢰성 있고 사용하기 편리한 소프트웨어를 주어진 예산 내에 개발할 수 있는 조직의 능력을 평가하기 위하여 개발되었다. CMM은 개발된 소프트웨어 결과물에 대한 평가가 아니라 개발 프로세스 능력을 평가하는 모형으로 한 조직의 소프트웨어 개발 프로세스 성숙도를 5단계로 구분하였다. 성숙도 각 단계별로 우선적으로 고려하여야 할 핵심 프로세스 영역(KPA : Key Process Area)을 정의하여 소프트웨어 개발 조직이 미성숙된 단계에서 성숙된 단계로 발전하기 위한 진화적 개선방향을 제시하고 있다. 미성숙된 조직은 발생되는 문제들에 대해 임기응변적으로 대응하며, 비현실적 일정과 예산에 근거하여 이를 달성하기 힘들 때가 많으며, 일정을 준수하여야 하는 제한조건에 부딪치면 기능과 품질을 희생하게 된다. 성숙된 조직은 객관적이고 정량화된 자료를 근거로 일정, 예산, 품질을 계획하며 표준화된 프로세스에 따라 일관성 있게 작업을 진행한다. 따라서 성숙도가 증가함에 따라 소프트웨어 개발에 따른 생산성과 품질이 향상되며 위험요인이 감소된다.

CMM은 지속적 프로세스 개선을 위해 5단계의 점진적 성숙단계를 정립하였다. 조직의 성숙도는 단계적으로 발전하는 것이다. 즉 1단계(initial)에서 2단계(repeatable)을 거치지 않고 3단계(defined)로 발전하려고 하는 것은 오히려 비효율적이 될 수 있다. 성숙도가 증가함에 따라 관리자와 개발자 모두에게 소프트웨어 프로세스의 가시성(visibility)이 증가하게 된다. 따라서 일차적으로 예측성이 향상되어 목표결과와 실제결과의 차이점이 줄어든다. 다음으로는 관리능력이 향상되어 실제결과의 변동성

이 줄어들며, 궁극적으로는 효율성이 개선되어 목표결과 값이 개선되어 간다[30].

조직 성숙도는 핵심 프로세스 영역(KPA : Key Process Area)의 달성정도에 따라 평가된다. 핵심 프로세스 영역이란 프로세스 능력개선의 중요 목표를 달성하기 위해 종합적으로 수행하여야 할 관련된 활동들의 집합이다. [그림 2]에서는 각 성숙단계별로 달성이 요구되는 핵심 프로세스 영역을 나타내고 있다. 따라서 CMM성숙도 평가를 위해서는 단계별로 해당 핵심 프로세스 영역이 얼마나 잘 수행되고 있는지를 평가하여야 한다.

소프트웨어 분야에 CMM이 성공적으로 도입됨에 따라 시스템, 획득, 인적자원 관리 등 다양한 분야에서 CMM 개념을 도입하게 되었다. SEI에서는 다양한 CMM 모형의 도입에 따른 문제점을 해결하고 소프트웨어 CMM 초기개발 단계의 문제점을 보완하기 위해 통합 모형인 CMMI(Capability Maturity Model Integration)을 개발하였다[6].



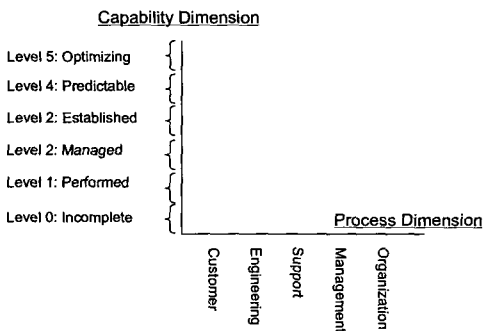
[그림 2] CMM 성숙단계별 KPA

2.1.2 SPICE 모형

SEI의 CMM모형 이외에도 캐나다의 Trillium, 유럽의 Bootstrap등 다양한 소프트웨어 평가모형이

개발되었다. 이들 모형들은 조직의 규모나 유형에 따라 적용의 범용성이 부족하고 지역적 적용이라는 문제점을 가지고 있었다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 국제적 표준화 기구인 ISO/IEC JTC1 SC7 WG10에서 프로세스 심사 및 개선을 위한 표준인 ISO/IEC TR 15504(SPICE)을 제정하였다. SPICE는 소프트웨어 조달, 공급, 개발, 운영, 유지보수, 지원 활동에 대한 계획, 관리, 감시, 통제, 개선에 관여하는 조직에서 사용할 수 있는 프로세스 평가모형을 제공한다.

SPICE는 다양한 프로세스 평가모형을 포괄하기 위하여 참조모형(reference model)과 심사모형(assessment model)을 구분하였다. 심사모형이란 실제로 현장 심사에 사용되는 모형으로 여러 가지 형태가 존재할 수 있다. CMM, Bootstrap등도 하나의 심사모형이 될 수 있고, ISO/IEC 15504-5에서는 SPICE 심사모형의 사례를 제시하였다. 다양한 심사모형의 결과를 상호 비교하기 위해서는 심사모형이 참조모형을 근거로 작성되어야 한다. 따라서 ISO/IEC15504-2는 심사모형 작성에 근간이 되는 참조모형을 설명하고 있다.



[그림 3] SPICE의 참조모형의 2차원 구조

SPICE 참조모형은 [그림 3]과 같이 프로세스 차원과 능력 차원의 2차원 구조로 되어 있어 각 프로세스 별로 능력수준을 평가할 수 있다. SPICE의 프로세스 차원은 ISO/IEC 12207 프로세스를 근간으로 구성되며 프로세스 능력차원은 수준 0 미완성(incomplete)에서 수준 5 최적화(optimizing)까지 6

단계로 구성된다[20].

SPICE는 3차례 국제적 실증분석(trials)을 통해 사용의 실효성을 검증하였으며, 소프트웨어 영역뿐 아니라 모든 영역의 프로세스 평가를 수행할 수 있는 국제표준으로 개정이 진행되고 있다[21].

2.2 SPI 효용성에 관한 사례연구

사례연구의 경우는 단일 조직단위 또는 소수 조직단위의 성숙도 증가에 따른 조직 성능의 긍정적 효과를 분석한 것으로 다양한 조직에서 긍정적 결과를 발표하고 있다[15, 19, 25, 26, 31]. Humphrey는 초기 CMM 심사에서 Hughes Aircraft 소프트웨어 개발부분 SPI 사례를 통해 SEPG(Software Engineering Process Group) 구성, 정량적 프로세스 관리 체계 도입, 교육훈련 프로그램 정착, 효과적 검토 프로세스 정립, 소프트웨어 공학 방법론 사용 등 개선활동을 전개함으로써 Level 3 정의된(defined) 단계로 조직의 성숙도를 높였다. 그 결과 금전적 관점에서 개선효과인 ROI(Return On Investment)가 5배 이상으로 나타남을 입증할 수 있었다[19].

Raytheon은 1987년 CMM을 도입하여 소프트웨어 프로세스 기반구축 및 SPI활동의 비용과 이익을 정량적으로 분석하는 SPI활동을 수행하였다. 1995년 최적화(optimizing) 단계에 도달하였으며 품질비용(cost of quality)은 1987년 45%에서 1995년 6~7%로 감소하였고, 소프트웨어 생산성은 190% 향상을 달성하였고, 예산 예측 정확성은 1988년 40% 초과에서 1991년 이후 3% 이내로 안정화 되었으며, 제품품질은 납품된 소프트웨어 천 라인 당 결함밀도가 17.2에서 4.0로 개선되는 SPI활동의 정량적 성과를 얻어내었다[15].

Krasner는 Lockheed, Litton data Systems, Texas Instruments 등의 SPI 활동이 비용, 품질, 사이클 타임 등 개선에 미친 영향을 정리하여 설명하였다[25].

2.3 SPI 효과성에 대한 실증적 연구

사례연구는 조직의 구체적 SPI 추진방법 및 바람

직한 활동에 대한 심도 있는 분석이 가능하지만, 성공한 조직의 사례를 중심으로 발표가 진행되므로 SPI 효과에 대한 편향된(biased) 연구결과가 도출될 수 있는 문제점을 지니고 있다[13]. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해서 SPI 활동을 추진한 다양한 조직들을 대상으로 각 조직의 프로세스 성숙도와 조직의 성과에 대한 연관관계를 분석하는 실증분석이 실시되었다[7, 9, 10, 12, 17, 27].

SEI는 1992~1993년 동안 CMM 심사를 수행한 복미 56개 조직단위(OU)에 설문조사를 실시하여 프로세스 성숙도와 조직 성과의 상관관계를 분석하였다. 성숙도는 조직의 CMM 수준으로 정의하였으며 조직 성과는 6개 항목에(예산준수, 일정 준수, 제품품질, 개발자 생산성, 고객만족도, 직원만족도) 대한 설문조사 결과를 사용하였다. 수준 2에서의 고객만족도를 제외한 모든 성과항목은 조직의 성숙도에 따라 개선된 결과를 나타냄을 보여 주었으며, 성숙도 증가에 따른 조직 성과 개선은 통계적으로 유의미한 개선을 나타냄을 입증하여 주었다[12, 17].

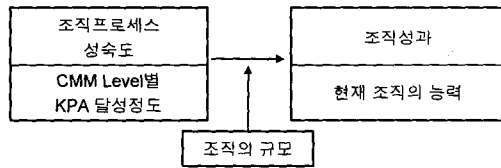
El Emam은 SPICE trial 자료를 기반으로 SPICE 각 프로세스별 능력수준이 조직의 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구에서는 SPI 효과성에 영향을 미치는 조직의 규모에 따라 소규모 및 대규모 조직으로 구분하였으며 공학부분의 프로세스에 한정하여 높은 능력수준을 달성한 조직이 보다 좋은 조직성파를 달성하였는지를 분석하였다. 소프트웨어 설계 프로세스가 조직의 성과에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며 소규모 조직 보다는 대규모 조직에서 프로세스 성숙도와 조직 성과에 유의미한 관계를 가지는 경우가 많이 나타남을 발견하였다[9, 10].

3. 연구방법

3.1 연구의 기본모형

본 연구에서는 국내 SPI 추진 기업들의 프로세스 성숙도와 조직 성과에 관한 SPI 활동의 효과성을

측정하기 위해서 [그림 4]와 같은 연구모형을 구성하였다. 조직의 프로세스 성숙도를 독립변수로 정의하고 조직의 성과를 종속변수로 정의하였다. 또한 Goldenson과 El Emam의 연구에서 중요하게 다룬 환경변수(context variable)인 조직의 규모를 조절변수로 사용하여 연구모형을 구성하였다.



[그림 4] SPI활동의 효과성에 관한 연구모형

따라서 본 연구의 상위가설은 다음과 같다.

- H1 : 조직의 프로세스 성숙도는 조직성파에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H2 : 조직규모에 따라서 조직의 프로세스성숙도가 조직성파에 미치는 영향력은 달라질 것이다.

3.2 변수들의 조작적 정의

3.2.1 조직의 프로세스 성숙도

CMM이 국내에서 가장 널리 활용되고 있는 SPI 모형이므로 CMM의 KPA 달성정도를 조직의 프로세스 성숙도로 평가하였다. 조직의 프로세스 성숙도를 평가하는 정규 CMM 심사에서는 KPA 달성정도를 만족(satisfied) 또는 불만족(unsatisfied)의 2가지 단위로 평가하고 있다. 또한 각 단계별 또는 하위 단계의 KPA 중 하나의 KPA에서 불만족이 발생할 경우 해당 수준을 달성할 수 없다. 하지만 심사팀에 의해 KPA 평가를 수행하지 않고 설문을 통하여 KPA 달성 정도를 신뢰성 있게 도출하기 위해서 Krishnan은 각 KPA에 대한 수행정도를 5단계 Likert Scale을 사용하는 방법을 개발하였다. 또한 성숙도의 평가에 있어서 각 KPA 달성정도를 합산하여 조직의 프로세스 성숙도를 산출하였다[26]. 본 연구에서는 설문조사를 기반으로 조직 성숙도를 측정하므로 Krishnan 방법에 따라 CMM 수준 2에

서 수준 5까지 18개 KPA 목적을 조직이 달성하는 정도에 대해 5단계 Likert Scale로 측정하였다. 부록에 프로세스 성숙도를 측정하기 위한 설문지의 질문내용이 포함되어 있다. 조직의 성숙도가 단일차원으로 평가될 수 있는지 또는 각 수준별로 평가될 수 있는 지에 대해서는 요인분석을 통하여 분석을 실시한 후 최종적 가설을 도출토록 진행하였다.

3.2.2 조직의 성과

조직의 성과를 측정하는 방법으로 사례연구 등에서는 ROI 또는 객관적 지표를 사용하는 방법이 가장 바람직하다고 할 수 있다. 하지만 서로 다른 조직을 비교하는 실증적 연구에서는 지표 수집의 어려움, 조직 간에 서로 다른 지표의 사용, SPI활동 이외의 다양한 요인이 최종지표에 영향을 미침에 따른 교락효과(Confounding Effect) 등이 발생하여 잘못된 관계가 성립될 수 있는 문제점이 발생할 수 있기 때문에 객관적 지표의 도입에 어려움이 있다 [13]. 따라서 본 연구에서는 Goldenson의 연구에서 사용한 6가지 조직 성과항목을 5단계 Likert Scale로 측정하였다[12].

- (1) 고객을 만족시키는 능력
- (2) 계획된 예산을 준수하는 능력
- (3) 계획된 일정을 준수하는 능력
- (4) 소프트웨어 제품의 품질
- (5) 개발자의 생산성
- (6) 개발자의 직업 만족도

3.2.3 조직의 규모

조직의 규모는 소프트웨어 개발인력의 규모를 사용하였다. El Emam은 소프트웨어 개발인력이 50명 미만인 경우를 소규모 50명 이상의 경우는 대규모로 정의하였다[9]. 따라서 본 연구에서도 이를 준용하여 조절변수인 조직의 규모를 소규모와 대규모 기업으로 구분하였다.

3.3 자료의 수집

본 연구 자료수집의 기본단위는 SPI활동에 참여

한 소프트웨어 전문가로 하였다. 자료수집을 위하여 국내에서 SPI를 적극적으로 추진하고 있는 소프트웨어 개발 및 유지보수 기업을 대상으로 설문 응답할 수 있는 조직단위를 타진하였다. 설문에 응하기로 한 조직단위의 접점 직원을 직접 면담하여 작성요령을 설명하였으며 접점 직원을 통하여 설문지를 배포하여 회수토록 하였다. 설문조사 응답의 성실성을 올리기 위하여 설문지를 완성한 응답자에 대해서는 일정한 금액의 인센티브를 제공하였다. 특정 기업에 자료가 집중되는 것을 방지하기 위해서 한 조직단위에 16부 이하의 자료를 수집하였다. 설문 응답자는 전체 조직의 의견을 잘 대변하기 위하여 다음과 같은 4가지 그룹으로 구분하여 고르게 분포토록 유도하였다.

- (1) 고급 개발자 : 5년 이상 소프트웨어 개발의 경력이 있는 실무 개발자
- (2) 프로젝트 관리자 : 실제로 프로젝트를 책임지는 관리자
- (3) SEPG(Software Engineering Process Group)요원 : 기업에서 SPI활동을 추진하는 중추적 그룹의 담당자
- (4) 상위경영자 : 직접적으로 프로젝트를 관리하지 않은 상위층 경영자

자료의 수집은 2003년 7월에서 8월 사이에 이루어졌다. 23개 조직단위에서 총 235개의 설문이 회수되었다.

4. 연구결과 분석

수집된 실증자료의 분석은 다음과 같은 절차를 거쳐서 수행하였다.

- (1) 수집된 자료의 검증 및 기술통계 분석
- (2) 요인분석을 통한 설문항목의 타당성 분석 및 신뢰도 분석
- (3) 세부 가설의 정립
- (4) 구조방정식 모형(SEM : Structural Equation

Model)을 통한 SPI 효과성 및 조직 규모의 영향 분석

4.1 수집된 자료의 기술적 분석

수집된 설문지 235개 중에서 너무 많은 결측치가 있는 설문지를 제외하고 총 230개의 설문지를 기반으로 분석을 실시하였다. SPI활동을 추진한 기간이 1~3년의 조직이 41%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 5년 이상 오랜 경험을 지닌 조직들은 13%에 머물러 있었다. 이는 아직 국내 SPI 활동이 초기 정착단계에 있음을 보여주며 지속적인 노력을 기울일 필요성을 나타내 준다. 설문에 응답한 조직단위에서 소프트웨어 개발자 규모가 50이 미만인 소규모가 61%를 차지하였으며 50인 이상의 대규모가 39%를 차지하였다. 또한 응답자의 비율은 최고경영층이 11%로 가장 적게 참여하였으며 나머지 그룹을 고르게 분포하였다. 간략한 기술적 통계는 <표 1>에 작성되어 있다.

4.2 요인분석을 통한 개념(construct)의 재 정립

본 연구에서 사용하고 있는 설문항목이 조직 프로세스 성숙도 및 조직 성과의 개념을 명확하게 설명하고 있는지를 조사하기 위하여 18개 KPA 설문항목과 6개 조직성과 설문항목을 요인분석으로 분석하였다. SPSS V10K를 사용하였으며 VariMax 회전방법을 이용하였다. 특성값(eigen value) 1을 기준으로 요인을 선정한 결과 <표 2>와 같이 4개의 요인이 추출되었다. 요인분석 결과는 본 연구 설문항목이 조직 프로세스 성숙도와 조직 성과에 대한 개념(construct)을 적절하게 대변하고 있음을 나타내 주었다.

- (1) 요인 1 : 독립변수인 CMM 수준2의 6개와 수준 3의 7개를 포함한 13개 항목
- (2) 요인 2 : 독립변수인 CMM 수준4의 2개와 수준 5의 3개를 포함한 5개 항목
- (3) 요인 3 : 종속변수인 고객만족, 제품품질, 직원

생산성 및 만족도 4개 항목

- (4) 요인 4 : 종속변수인 계획한 예산 및 일정을 만족시키는 능력 2개 항목

프로세스 능력이 몇 개의 차원(dimension) 또는 개념(construct) 표현될 수 있는 지에 대한 연구는 SPICE와 CMM에서 진행되었다[8, 11, 24]. CMM은 KPA를 단계별로 정의하였다. 각 단계는 서로 다른 수준의 활동들을 의미하여 서로 다른 개념(construct)을 내포하는 것을 의미한다. 따라서 CMM KPA는 목시적으로 4개의 서로 다른 개념이 존재함을 의미한다. Jung은 CMM 심사결과를 기반으로 KPA가 3개의 차원으로 구성되어 있다고 실증적 분석을 하였다. 수준 2의 KPA가 첫 번째 차원, 수준 3의 KPA가 두 번째 차원, 수준 4, 5의 KPA가 세 번째 차원이 된다고 하였다[24]. El Emam은 SPICE trial 자료를 기반으로 SPICE 프로세스 능력차원의 프로세스 속성들이 2개의 개념으로 구성됨을 설명하였다. 수준 1에서 3까지 프로세스 속성이 하나의 차원을 형성하고 이를 “프로세스 정립(Process Implementation)” 차원이라 하였으며, 수준 4에서 5까지 프로세스 속성이 다른 차원을 형성하고 이를 “정량적 프로세스 관리(Quantitative Process Management)”라고 설명하였다[8].

프로세스 능력이 몇 개의 차원으로 구성되어 있는지에 대한 연구결과는 몇 가지 시사점을 지니고 있다. 만약 하나의 차원으로 구성되어 있다면 SPI 활동을 추진하는 과정에서 이들 활동들을 모두 동시에 수행하는 것이 바람직하다. 하지만 몇 개의 차원으로 구성되어 있다면 단계적으로 연계된 활동들을 동시에 수행하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 또한 본 연구의 모형에 미치는 영향으로는 프로세스 능력이 하나의 차원으로 구성되어 있다면 독립변수를 하나의 개념으로 나타낼 수 있으나, 몇 개의 차원으로 구성되어 있으면 독립변수를 몇 개의 개념으로 분리하여 조직 성과에 미치는 영향을 분석하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

본 연구의 실증분석 결과는 El Emam의 결과와

부합하는 것으로 나타났다. 즉 수준 2와 수준 3 KPA들이 하나의 차원을 형성하고 수준 4와 수준 5 KPA는 다른 차원을 형성하였다. 현재 SPI 활동을 진행하는 많은 기업들이 초기 단계에는 수준 3을 목표로 수준 2와 수준 3의 활동을 동시에 진행하는 경우가 많다. 또한 수준 4 이상의 활동을 높은 성숙도(high maturity) 활동으로 분류하여 소규모 기업 보다는 대규모 기업들이 보다 적극적으로 달성하기 위한 노력을 기울이고 있다. 따라서 본 연구에서는

조직 프로세스 성숙도를 2개 차원으로 구분하여 이를 “프로세스 정립” 개념과 “정량적 관리” 개념으로 정의하여 연구를 수행토록 한다.

조직성과를 나타내는 종속변수의 경우는 2개의 요인으로 구성된다. 요인 3은 고객만족도, 제품품질, 개발생산성, 직원만족도 등의 4개 항목을 포함하므로 “품질 및 생산성 능력”으로 정의하고, 요인 4는 계획된 예산준수 능력, 계획된 일정준수 능력 등 2개 항목을 포함하므로 “계획달성 능력”으로 정의

〈표 1〉 수집된 자료의 기술통계량

소프트웨어 개발 인력 수		SPI 활동 추진 기간		응답자의 수행업무	
10명 이하	24%	1년 미만	18%	고급 개발자	32%
10명~50명	39%	1년 이상~3년 미만	41%	프로젝트 관리자	32%
50명~200명	18%	3년 이상~5년 미만	28%	SEPG 요원	25%
200명~500명	14%	5년 이상	13%	상위 관리자	11%
500명 이상	5%				

〈표 2〉 프로세스 성숙도 및 조직성과에 대한 요인분석 결과

항 목	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4
Ⅱ-2-1 요구사항 관리	.785			
Ⅱ-2-2 소프트웨어 프로젝트 계획수립	.751			
Ⅱ-2-3 소프트웨어 프로젝트 진도관리	.694			
Ⅱ-2-4 소프트웨어 협력업체 관리	.583			
Ⅱ-2-5 소프트웨어 품질보증	.794			
Ⅱ-2-6 소프트웨어 형상관리	.723			
Ⅱ-3-1 조직 프로세스 증점관리	.772			
Ⅱ-3-2 조직 표준 프로세스 정의	.748			
Ⅱ-3-3 교육훈련 프로그램	.591			
Ⅱ-3-4 통합적 소프트웨어 관리	.696			
Ⅱ-3-5 제품 개발을 위한 소프트웨어 공학활동	.696			
Ⅱ-3-6 조직간 협동관리	.654			
Ⅱ-3-7 동료 검토	.550			
Ⅱ-4-1 정량적 프로세스 관리		.641		
Ⅱ-4-2 소프트웨어 품질경영		.666		
Ⅱ-5-1 결함 예방활동		.788		
Ⅱ-5-2 기술 변화관리		.776		
Ⅱ-5-3 프로세스 변화관리		.835		
Ⅲ-1 고객을 만족시키는 능력			.576	
Ⅲ-2 계획된 예산을 준수하는 능력				.737
Ⅲ-3 계획된 일정을 준수하는 능력				.736
Ⅲ-4 소프트웨어 제품의 품질			.729	
Ⅲ-5 개발자의 생산성			.765	
Ⅲ-6 개발자의 직업 만족도			.781	

하여 연구를 수행토록 한다.

수정된 연구모형을 기반으로 세부가설을 정의하면 <표 4>와 같다.

4.3 신뢰성 분석

요인분석에서 추출된 4개의 요인들에 대한 신뢰도 분석을 위하여 크론바흐 α 값을 산출하였다. 그 결과는 <표 3>에서와 같이 모두 높은 신뢰도는 나타나고 있다.

<표 3> 신뢰도 분석

요 인	항목 수	크론바흐 α
프로세스 정립	13	.933
정량적 관리	5	.841
품질 및 생산성 능력	4	.836
계획달성 능력	2	.790

4.4 세부 가설의 정립

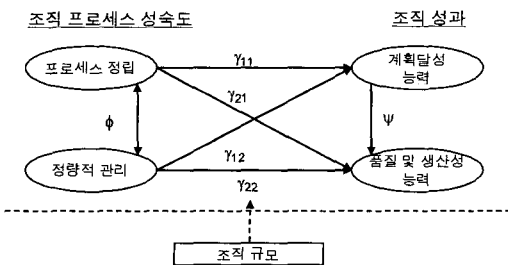
요인분석과 신뢰성 분석을 통하여 조직의 프로세스 성숙도는 “프로세스 정립” 성숙도와 “정량적 관리” 성숙도로 설명할 수 있으며, 조직성파는 “품질 및 생산성 능력”과 “계획달성 능력”으로 설명할 수 있음을 파악하였다. 이를 기반으로 3장에서 정의한 연구모형을 수정된 연구의 모형으로 정립하면 [그림 5]와 같다. 독립변수인 조직 프로세스 성숙도 “프로세스 정립” 및 “정량적 관리” 개념은 종속변수인 조직성파 “계획달성 능력”과 “품질 및 생산성 능력” 개념들에 정(+)의 영향을 미칠 것이다. 또한 이러한 영향력은 조절변수인 조직의 규모에 따라 다르게 나타날 것이다.

<표 4> 상위가설에 대한 세부가설

H1	조직의 프로세스 성숙도는 조직성파에 정(+)의 영향을 미칠 것이다
H1.1	조직의 프로세스 정립 성숙도는 품질 및 생산성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
H1.2	조직의 프로세스 정립 성숙도는 계획달성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
H1.3	조직의 정량적 관리 성숙도는 품질 및 생산성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
H1.4	조직의 정량적 관리 성숙도는 계획달성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
H2	프로세스 성숙도가 조직성파에 미치는 영향력은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.
H2.1	조직의 프로세스 정립 성숙도가 품질 및 생산성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.
H2.2	조직의 프로세스 정립 성숙도가 계획달성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직에서 더 클 것이다.
H2.3	조직의 정량적 관리 성숙도가 품질 및 생산성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.
H2.4	조직의 정량적 관리 성숙도가 계획달성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.

4.5 SPI 효과성 분석

소프트웨어 프로세스 성숙도가 조직 성과에 미치는 관계를 분석하기 위하여 구조방정식 모형(SEM: Structural Equation Model) 분석을 이용하였다. 구조방정식 모형은 여러 요인 간의 인과관계를 규명할 수 있는 방법으로 기존의 회귀분석에서는 다루지 못한 독립변수의 측정 오차를 고려할 수 있는 장점을 지니고 있다[1, 2, 14]. 잠재변수가 많은 측정지표들에 의해서 표현될 경우에는 이들을 부분적으로 총합하여 사용하는 부분비 총합법(partial diagggregation approach)을 추천하고 있다[1, 4, 5, 32]. 따라서 본 연구에서도 프로세스 성숙도를 나타내는 2개 잠재변수를 표현하는 18개 측정변수를 모



[그림 5] 수정된 연구모형

두 구조방정식 모형에 사용하지 않고 CMM 수준별로 부분적으로 총합한 측정지표를 활용하여 보다 간결한 모형을 이용하여 AMOS 4.0 버전으로 분석을 수행하였다. 적합성 테스트 결과는 <표 5>에 나타나 있으며, 표준화된 추정계수는 [그림 6]에 나타나 있다. 적합성 테스트 결과 자유도 30에 χ^2 통계량은 85.4로 χ^2 /자유도가 3보다 작기 때문에 큰 문제점이 존재하지 않는 것으로 나타났으며 GFI, NFI, IFI, CFI 등의 지표들은 모두 0.9이상으로 매우 우수한 적합성을 나타내고 있다. 따라서 현재 추정한 모형을 기반으로 본 연구의 가설검정을 수행하는 것이 타당하다 할 수 있다.

<표 5> 모델 적합성 검증

$\chi^2 = 85.458$ 자유도 = 30 χ^2 /자유도 = 2.85		
GFI = 0.932	AGFI = 0.876	NFI = 0.922
IFI = 0.948	CFI = 0.948	RMR = 0.033

<표 6> 가설 1에 대한 검증결과

가설	내용	결과
H1	조직의 프로세스 성숙도는 조직성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	부분 채택
H1.1	조직의 프로세스 정립 성숙도는 품질 및 생산성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H1.2	조직의 프로세스 정립 성숙도는 계획달성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
H1.3	조직의 정량적 관리 성숙도는 품질 및 생산성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다	기각
H1.4	조직의 정량적 관리 성숙도는 계획달성 능력에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	기각

조직 프로세스 성숙도와 조직 성과의 관계는 두 가지 프로세스 성숙도 개념에서 서로 다르게 나타났다. CMM 수준 2와 3 KPA인 “프로세스 정립” 성숙도는 조직성과 차원인 “계획달성 능력”과 ($\gamma_{11} = 0.479$) “품질 및 생산성 능력”에 ($\gamma_{21} = 0.287$) 모두 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 정(+)의 관계를 나타냈다. 반면에 CMM 수준 4와 5 KPA인 “정량적 관리” 성숙도는 조직성과 차원에 모두 정(+) 관계를 나

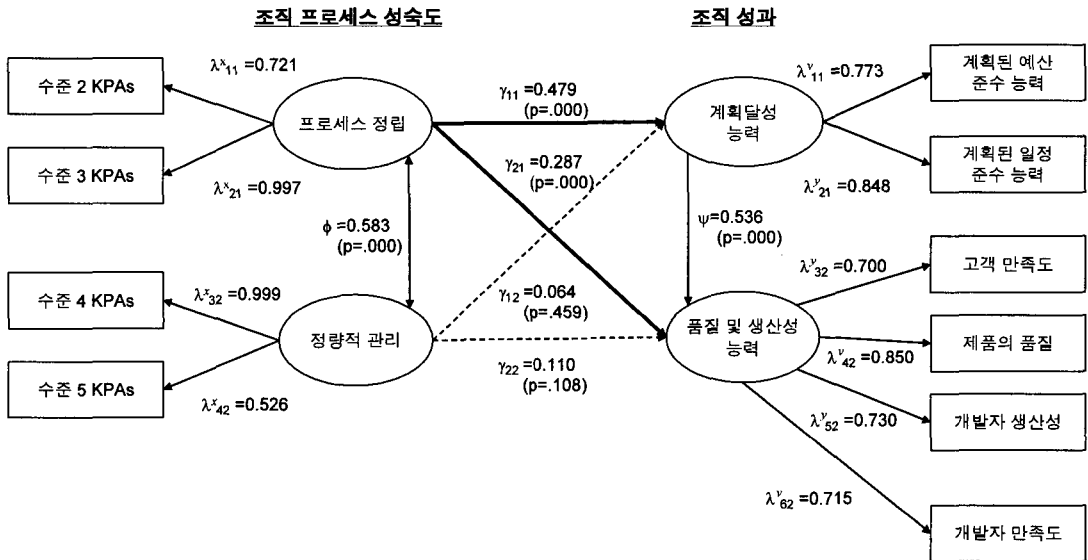
타내고 있으나 유의수준 0.05에서 통계적으로 의미 있는 결과를 나타내지 못하였다. 따라서 가설 1에 대한 최종 검증결과는 <표 6>과 같이 나타났다. 또한 프로세스 성숙도 두 개념 간의 상관관계와 조직성과 사이의 관계는 ($\phi = 0.583, \psi = 0.536$) 유의수준 0.01에서 유의미한 정(+)의 관계를 나타냄을 파악하였다.

4.6 조직 규모에 따른 영향 분석

조절 변수인 조직 규모에 따른 조직 프로세스 성숙도의 조직성과에 관한 연관성을 분석하기 위해서는 두 단계의 분석을 실시하여야 한다[1, 19]. 첫째로 소규모 조직과 대규모 조직을 분리하여 구조방정식 모형을 [그림 6]과 동일한 모형에 대하여 분석을 실시한 합동모형을 구축하여 모형 적합성을 분석한다. 합동모형의 적합성이 확인되면, 두 번째 단계로 각 가설에 해당하는 회귀계수들을 동일하게 정의하는 제약조건을 추가한 등가모형은 구성한다. 만약 조절변수의 영향력이 크다면 조직의 규모에 따라 회귀계수를 다르게 추정된 합동모형이 동일한 회귀계수로 추정된 등가모형에 비하여 모형의 적합도가 유의미하게 좋게 나타날 것이다. 두 모형간의 자유도의 차이는 1이므로 두 모형간의 χ^2 값의 차이가 $3.84(\chi^2(1, 0.05) = 3.84)$ 보다 큰 경우는 합동모형이 적합한 것으로 즉 조직 규모에 따른 영향력의 차이가 있는 것으로 파악한다. 소규모 조직의 자료 수는 146개 대규모 조직의 자료 수는 84개로 이들에 대한 합동모형을 구축한 결과 모형의 적합도는 <표 7>에서와 같이 자유도 61에 χ^2 값은 131.65로 χ^2 /자유도 = 2.16으로 큰 문제를 보이지 않으며 다른 적합도 지수들은 대부분 0.9를 넘어서는 값을 보여 모형의 타당성에 큰 문제가 없는 것으로 생각할 수 있다.

<표 7> 합동모형 적합성 검증

$\chi^2 = 131.654$ 자유도 = 61 χ^2 /자유도 = 2.16		
GFI=0.902	AGFI=0.823	NFI=0.884
IFI=0.934	CFI=0.932	RMR=0.040



[그림 6] 전체자료에 대한 구조방정식 모형의 표준화된 추정 값

<표 8> 조직 규모에 따른 표준화된 구조 방정식 모형 추정값

구 분	자료수	γ_{11}	γ_{21}	γ_{12}	γ_{22}
전체자료	230	0.479(p=.000)	0.287(p=.000)	0.064(p=.459)	0.110(p=.108)
소규모(합동모형)	146	0.292(p=.016)	0.227(p=.035)	0.042(p=.692)	0.063(p=.517)
대규모(합동모형)	84	0.506(p=.000)	0.317(p=.005)	0.192(p=.162)	0.117(p=.217)

<표 9> 조절변수(조직 규모)에 따른 각 회귀계수의 모형적합도 차이

가설	가설의 회귀계수 내용	χ^2 합동모형	χ^2 등가모형	χ^2 차이	검증결과
H2.1	프로세스정립 → 계획준수능력	131.645	133.193	1.548	차이 없음
H2.2	프로세스정립 → 품질및생산성능력	131.645	131.825	0.180	차이 없음
H2.3	정량적관리 → 계획준수능력	131.645	132.928	1.283	차이 없음
H2.4	정량적관리 → 품질및생산성능력	131.645	132.031	0.386	차이 없음

합동모형에는 소규모 조직과 대규모 조직 각각에 대한 구조방정식의 추정값을 나타내 준다. 합동모형의 회귀계수 추정값은 <표 8>에 나타나 있으며 조직의 성숙도와 조직의 성과를 설명하는 네 가지 회귀계수에 있어서 대규모 조직이 소규모 조직에 비해 큰 값을 나타냈다. 이는 프로세스 성숙도가 조직성과에 미치는 영향력이 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 클 것이라는 가설과 동일한 방향성을 나타내는 것이다.

하지만 이러한 차이가 통계적으로 유의미한 것인지를 검증하기 위해서는 관심이 있는 회귀계수를 동일하게 정의한 등가모형을 구축하여 합동모형과의 모형 적합도 차이를 χ^2 값으로 비교하여야 한다. <표 9>는 가설 H2.1, H2.2, H2.3, H2.4를 검증하기 위하여 네 가지 회귀계수에 대해 각각 등가모형을 적용하여 모형 적합도 차이 χ^2 값을 비교 분석하였다. 그 결과 네 가지 회귀계수 모두에서 유의수준 0.05에서 유의미한 차이를 인정할 수 없었다. 따라서 조절변

수인 조직규모에 따라서 조직단위의 프로세스 성숙도가 조직성파에 미치는 영향력은 달라질 것이라는 두 번째 가설은 <표 10>에서와 같이 기각되는 것으로 결론을 내릴 수 있다.

<표 10> 가설 2에 대한 검증결과

가설	내용	결과
H2	프로세스 성숙도가 조직성파에 미치는 영향력은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.	기각
H2.1	조직의 프로세스 정립 성숙도가 품질 및 생산성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.	기각
H2.2	조직의 프로세스 정립 성숙도가 계획달성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.	기각
H2.3	조직의 정량적 관리의 성숙도가 품질 및 생산성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.	기각
H2.4	조직의 정량적 관리 성숙도가 계획달성 능력에 미치는 영향은 소규모 조직에 비해 대규모 조직이 더 클 것이다.	기각

5. 토론 및 결론

소프트웨어가 국내 산업에 차지하는 비중은 점차적으로 증대하고 있다. 하지만 타 산업에 비하여 소프트웨어 산업의 국제 경쟁력 및 인지도가 매우 낮아 적극적인 해외 시장개척에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 국제적으로 인증 받는 SPI 모형의 높은 성숙도를 달성하여 기업 경쟁력에 핵심적 역할을 하는 품질, 생산성, 납기 준수 능력을 향상하여야 한다. 본 연구에서는 이러한 SPI 활동의 효과성을 파악하고 국내에 적합한 SPI 활동을 정립하기 위하여 SPI 활동이 조직성파에 미치는 영향을 실증적으로 연구하였다. 본 연구의 결과는 국내 소프트웨어 개발 및 유지보수 기업을 중심으로 실시되었으므로 기업환경과 문화에 차이점이 많은 상황에서 일반화하여 적용하기에는 한계점이 존재한다.

프로세스 성숙도는 “프로세스 정립” 성숙도와 “정량적 관리” 성숙도 두개의 차원으로 파악되었다. “프로세스 성숙도”는 CMM 수준 2와 3의 활동을 포함하며, “정량적 관리”는 CMM 수준 4와 5 활동을 포함한다. 이는 현재 국내에서 SPI 활동을 수행하는 조직들이 우선적으로 수준 3 달성에 목적을 두고 선택적으로 수준 4 이상의 조직으로 발전하려는 전략과 매우 부합되는 것이라고 할 수 있다. 또한 CMM에서는 각 단계별로 중점을 두어야 하는 활동들이 차이점이 존재한다고 하였으나 실질적으로 수준 2와 3 활동들은 거의 동시에 진행되는 경우가 많으며 수준 4와 5 활동들 역시 수준 3 이상이 달성된 이후에는 동시에 수행되는 경우가 많음을 잘 설명하여준다.

프로세스 성숙도의 조직성파에 대한 영향력은 매우 흥미로운 결과를 보여주고 있다. 우선 “프로세스 정립” 성숙도는 조직성파에 유의미한 정(+)의 영향을 나타내었다. 따라서 아직 정형화된 프로세스가 정립되지 않은 조직의 경우는 SPI 활동을 통하여 조직의 경쟁력을 강화하는 것이 필수적이라고 할 수 있다. 반면에 “정량적 관리” 성숙도의 조직성파에 대한 영향력은 정(+)의 회귀계수를 보였으나 표준화 추정 값이 0.1 내외의 작은 값을 나타내며 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 지속적 프로세스 향상을 위한 “정량적 관리” 활동이 필수적이라는 SPI 모형의 기본이론과는 다른 결과를 보여주고 있다. Goldenson 연구에서는 심사대상의 기업들이 아직 수준 4이상 조직이 적기 때문에 CMM 성숙도와 조직성파의 관계를 수준 3 이하에서만 분석하였다[12, 17]. 또한 CMM의 개발 당시 수준 4이상의 활동들에 대한 벤치마킹에 어려움이 많아 수준 4 이상 KPA에 대한 보완작업을 위하여 CMM Version 2가 작성되었으며 이를 근거로 CMMI에서 수준 4 이상의 KPA들을 재정립하였다[6]. 국내의 경우도 현재 “정량적 관리” 항목들에 대한 이해가 “프로세스 정립” 항목들에 비하여 상대적으로 매우 낮으며, 진정한 “정량적 관리” 단계를 달성한 기업들이 매우 적은 실정이다. 따라서 본 연구의 결과를 기반으로 “정량적 관리” 활동이 조직성파에 정(+)의 영향을

미치지 않는다는 결론을 내리는 것은 매우 성급한 판단이라 할 수 있다. 또한 “정량적 관리” 활동은 모든 업무에서 실행될 수 있는 것이 아니라 조직의 전략적 목적에 부합될 수 있는 영역에 대해서 수행하는 것이 필요하다. 따라서 수준 4 이상 성숙도를 목표로 SPI 활동을 추진하는 조직의 경우는 “정량적 관리” 활동에 대한 명확한 이해와 이들이 조직성파에 어떠한 긍정적 영향을 줄 것인지를 평가할 수 있는 척도를 개발하여 수행하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

조직규모에 따른 SPI 효과에 대해서는 일치된 연구결과가 나타나 있지 않다. Goldenson은 SPI 효과는 조직규모와 무관하다고 주장하고 있으며[12], El Emam은 대규모 조직이 소규모 조직에 비하여 SPI 효과성이 크게 나타났다는 연구결과를 발표하였다[9]. 하지만 이들의 결과는 조절변수에 대한 통계적 가설검증에 기반을 둔 것이 아니다. Goldenson의 경우는 소규모 조직과 대규모 조직의 성숙도 수준과 조직성파에 차이점에 대한 기술통계량의 분석을 수행하였으며, El Emam은 대규모 조직에서 보다 많은 유의미한 상관관계가 존재함을 설명한 것이다. 본 연구에서도 조직 규모에 따른 프로세스 성숙도의 조직성파에 대한 영향력을 설명하는 회귀계수들은 대규모 조직에서 소규모 조직에 비하여 크게 나타났다. 하지만 이들의 차이가 통계적으로 유의미하다는 결론을 도출하지는 못하였다. 본 연구 자료의 수는 230개로 조절변수를 사용하지 않고 하나의 집단에 대한 분석을 실시할 경우에는 적절한 자료수이나 조절변수인 조직의 규모를 이용 두 집단으로 구분하여 분석할 경우 통계적 유의미성을 파악하기 힘든 적은 자료수라는 한계점을 지니고 있다. 따라서 본 연구 결과를 통하여 조직규모가 SPI 활동의 효과성에 영향을 미치지 않는다는 결론을 내리는 것은 성급한 판단이라 할 수 있으며 추가적 연구를 통하여 보다 많은 자료를 수집하여 조직규모에 따른 SPI 효과에 대한 분석이 이루어지는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 프로세스 성숙도의 3단계 이하의

활동인 “프로세스 정립” 성숙도가 조직 성과인 “계획달성 능력” 및 “품질 및 생산성 능력”에 긍정적인 영향을 미침을 파악하였다. 또한 조직의 규모에 따른 SPI 활동 효과성의 차이점이 유의미하게 나타나지 않음을 파악하였다. 이제 정착단계에 있는 국내의 SPI 활동을 보다 효율적 추진을 위해 본 연구에서는 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다. 첫째, SPI 활동은 크게 “프로세스 정립”과 “정량적 관리”라는 두 개념으로 구성되어 있으며 이들 활동은 단계적으로 진행되는 것이 바람직하다. 둘째, 소프트웨어 프로세스가 정립되어 있지 않은 조직의 경우는 이를 정립하기 위한 노력을 기울이는 것이 필수적이다. 이는 조직성파에 긍정적이 결과를 나타낼 것이다. 셋째, 높은 수준의 성숙도를 추구하는 조직의 경우는 수준 4, 5의 SPI 활동들에 대한 명확한 이해를 필요로 하며, 각 조직 목표를 고려하여 높은 수준을 달성하여야 하는 프로세스 분야가 무엇인지를 명확히 하고 효과가 나타날 수 있는 분야에 집중하여 정량적 관리를 수행하여야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 배병렬, 구조방정식모델 이해와 활용, 대경, 2002.
- [2] 허준, 최인규, AMOS를 이용한 구조방정식 모형과 경로분석, SPSS 아카데미, 2000.
- [3] Ashrafi, N., “The Impact of Software Process Improvement on Quality : in Theory and Practice,” *Information & Management*, (2003), pp.677-690.
- [4] Bagozzi, R. and G. Foxall, “Construct Validation of a Measure of Adaptive-Innovative Cognitive Styles in Consumption,” *International Journal of Research in Marketing*, (1996), pp.201-213.
- [5] Baumgartner, H. and C. Homburg, “Applications of Structural Equation Modeling in Marketing and Consumer Research : A Review,” *International Journal of Research in*

- Marketing*, (1996), pp.139-161.
- [6] Chrissis, M., M. Konrad, and S. Shrum, *CMMI : Guidelines for Process Integration and Product Improvement*, Addison Wesley, 2003.
- [7] Clark, B., "Quantifying the Effects of Process Improvement on Effort," *IEEE Software*, (2000), pp.65-70.
- [8] El Emam, "The internal Consistency of the ISO/IEC 15504 Software Process Capability Scale," *International Software Engineering Research Network Technical Report ISERN-98-06*.
- [9] El Emam, and K.A. Birk, "Validating the ISO/IEC 15504 Measures of Software Development Process Capability," *The Journal of Systems and Software*, Vol.51(2000), pp. 119-149.
- [10] El Emam, and K.A. Birk, "Validating the ISO/IEC 15504 Measures of Software Requirements Analysis Process Capability," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol.26, No.6(2000), pp.541-566.
- [11] Fusaro, P.K. and K. El Emam, "The Internal Consistencies of the 1987 SEI Maturity Questionnaire and the SPICE capability dimension," *Empirical Software Engineering*, (1997), pp.179-201.
- [12] Goldenson, D.R. and J.D. Herbsleb, "After the Appraisal : A Systematic Survey of Process Improvement, Its Benefits and Factors that Influence Success," CMU/SEI-95-TR-009, 1995.
- [13] Goldenson, D., K. El Emam, J. Herbsleb, and C. Deephouse, *Empirical Studies of Software Process Assessment Methods - Elements of Software Process Assessment & Improvement*, IEEE Computer Society Press, 1999.
- [14] Hair, J., R. Anderson, R. Tatham, and W. Black, *Multivariate Data Analysis with Readings* 4th ed. Prentice Hall, 1995.
- [15] Haley, T.J., "Raytheon's Experience in Software Process Improvement," *IEEE Software*, Vol.13(1996), pp.33-41.
- [16] Harter, D. and S. Slaughter, "Quality Improvement and Infrastructure Activity Costs in Software Development : A Longitudinal Analysis," *Management Science*, (2003), pp. 784-800.
- [17] Herbsleb, J., D. Zubrow, D. Goldenson, W. Hayes, and M. Paulk, "Software Quality and the Capability Maturity Model," *Communications of the ACM*, (1997), pp.30-40.
- [18] Humphrey, W., *Winning with Software : An Executive Strategy*, Addison Wesley, 2000.
- [19] Humphrey, W., T. Snyder, and R. Willis, "Software Process Improvement at Hughes Aircraft," *IEEE Software*, Vol.8(1991), pp. 11-23.
- [20] ISO/IEC, ISO/IEC TR 15504 *Software Process Assessment*, 1998.
- [21] ISO/IEC, ISO/IEC 15505-2, *Process Assessment - Part 2 : Performing an Assessment*, 2004.
- [22] Jaccard, J., Wan, C., *LISREL Approaches to Interaction Effects in Multiple Regression*, Sage, 1996.
- [23] Jones, C., *Software Assessments, Benchmarks, and Best Practices*, Addison Wesley, 2000.
- [24] Jung, H. and D. Goldenson, *The Internal Consistency of Key Process Areas in Capability Model for Software*, CMU/SEI-2002-TR-037, 2002.
- [25] Krasner, H., *The Payoff for Software Process Improvement : what it is and How to*

- get it - Elements of Software Process Assessment & Improvement*, IEEE Computer Society Press, 1999.
- [26] Krishnan, M. and M.I. Kellner, "Measuring Process Consistency : Implications for Reducing Software Defects," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol.25(1999), pp.800-815.
- [27] Krishnan, M., C. Kreibel, S. Kekre, and T. Mukhopadhyay, "An Empirical Analysis of Productivity and Quality in Software Products," *Management Science*, (2000), pp.745-749.
- [28] McConnell, S., "The Business of Software Improvement," *IEEE Software*, (2002), pp.5-7.
- [29] Niazi, M., D. Wilson, and D. Zowghi, "A Maturity Model for the Implementation of Software Process Improvement : an Empirical Study," *The Journal of Systems and Software*, (2005), pp.115-172.
- [30] Paulk, M., C. Weber, B. Curtis, and M. Chrissis, *The Capability Maturity Model : Guideline for Improving the Software Process*, Addison Wesley, 1994.
- [31] Pitterman, B., "Telcordia Technologies : The Journey to High Maturity," *IEEE Software*, (2000), pp.89-96.
- [32] Sweeney, J., G. Soutar, and S. Johnson, "The role of Perceived Risk in the Quality Value Relationships : A Study in a Retail Environment," *Journal of Retailing*, (1999), pp.77-105.

부록 : 조직의 프로세스 성숙도(독립변수)와 조직단위 성과(종속변수)에 대한 설문항목

1. 조직의 프로세스 성숙도 질문항목

귀사가 속한 조직단위가 CMM KPA의 목적을 어느 정도 달성하고 있다고 생각하십니까?

- 1) **요구사항 관리** : 합의된 고객의 요구사항을 소프트웨어 개발 및 관리에 사용할 수 있도록 기준선(baseline)으로 설정하고 변화를 지속적으로 관리한다.
- 2) **소프트웨어 프로젝트 계획수립** : 소프트웨어 관련 추정값(estimate) 산정, 필요한 합의사항(commitments) 도출, 소프트웨어 개발활동 및 일정계획 수립 등을 수행하고 결과를 문서화하여 프로젝트 관리의 합리적 계획을 수립한다.
- 3) **소프트웨어 프로젝트 진도관리** : 프로젝트의 실제 진행상황을 명확히 파악하고 계획대비 상당한 차이를 보이면 효과적인 정정활동을 수행하며 변경사항에 대해서는 관련자의 합의를 얻어낸다.
- 4) **소프트웨어 협력업체 관리** : 자격이 있는 협력업체를 선정하고, 상호간의 합의사항을 도출하고, 지속적 대화채널을 통해서 협력업체의 활동을 검토 관리한다.
- 5) **소프트웨어 품질보증** : 소프트웨어 활동 및 작업산출물의 적용 가능한 표준, 절차 및 요구사항을 준수 여부를 검토 및 감사활동을 통해 객관적으로 검증하고 경영층에 객관적 품질 정보를 제공한다.
- 6) **소프트웨어 형상관리** : 선정된 소프트웨어 작업산출물의 형상식별, 변화관리 및 상태보고를 통해 프로젝트의 생명주기 동안 소프트웨어 작업산출물의 완결성(integrity)과 추적성(trace ability)을 유지해 준다.
- 7) **조직 프로세스 중점관리** : 조직의 전반적 소프트웨어 프로세스 능력향상을 위하여 소프트웨어 프로세스 평가, 개발, 유지, 및 개선활동을 조정 관리할 수 있는 조직차원의 활동체계를 구축한다.
- 8) **조직 표준 프로세스 정의** : 조직 표준 소프트웨어 프로세스 조직 표준 소프트웨어 프로세스 DB, 소프트웨어 생명주기 모형에 대한 설명, 조직 표준 소프트웨어 프로세스의 적용 및 변경(tailoring) 기준 및 지침, 소프트웨어 프로세스 관련 문서들의 저장고를 개발 유지하며, 프로세스 상태 및 개선을 위한 정보가 수집되고 검토된다.
- 9) **교육훈련 프로그램** : 조직, 프로젝트 및 개인이 그들의 역할을 효과적이며 효율적으로 수행하기 위해 필요한 기술과 지식을 개발하기 위한 교육훈련이 제공된다.
- 10) **통합적 소프트웨어 관리** : 조직의 표준 소프트웨어 프로세스를 프로젝트의 특성을 고려하여 프로젝트에 적합하게 정의된(defined) 소프트웨어 프로세스로 변형(tailored) 한다. 정의된(defined) 프로세스를 이용하여 프로젝트 계획수립 및 진도관리가 수행된다.

- 11) **제품 개발을 위한 소프트웨어 공학활동** : 소프트웨어 요구사항 개발, 설계, 코드 개발, 구성요소 통합, 시험 등 소프트웨어 공학활동이 정의되고, 통합되고, 일관성 있게 수행되며 소프트웨어 작업산출물 상호간에 일관성을 유지한다.
- 12) **조직간 협동관리** : 고객의 요구사항을 효과적이고 효율적으로 만족시키기 위해서 소프트웨어 개발조직이 다른 조직과 발생할 수 있는 문제점들을 식별하고, 추적하고, 해결할 수 있도록 적극적으로 활동한다.
- 13) **동료검토** : 개발 동료들이 소프트웨어 작업산출물을 체계적으로 검사하여 사전에 결함을 발견하여 효율적으로 결함을 줄이는 활동을 수행한다.
- 14) **정량적 프로세스 관리** : 프로젝트 성능에 대한 정량적 목표설정, 프로세스 성능의 측정 및 분석, 프로세스 성능을 주어진 범위 내에서 관리 등을 통해 프로세스를 정량적으로 관리된다.
- 15) **소프트웨어 품질 경영** : 소프트웨어 최종산출물의 품질목표를 정량적으로 정의하고, 우선순위를 설정하고, 품질목표 달성을 위한 계획을 수립하고, 품질목표 달성에 관한 실제 진행상황이 정량적으로 관리한다.
- 16) **결함 예방활동** : 과거에 발생한 결함의 근본적 원인을 분석하고 이를 제거하여 미래에 유사한 유형의 결함 재발을 방지하는 활동이 수행되고 있다.
- 17) **기술 변화관리** : 소프트웨어 품질 및 생산성 향상을 목적으로 새로운 소프트웨어 기술을 체계적으로 평가, 실험되며 적합하다고 평가된 신기술이 조직의 표준 활동으로 도입된다.
- 18) **프로세스 변화관리** : 소프트웨어 품질, 생산성, 사이클 타임 개선을 위해 조직에서 사용하는 프로세스가 내부 실험 등 객관적 평가방법을 통해 지속적으로 개선되며, 프로세스 개선활동은 조직의 모든 구성원의 참여로 진행된다.

2. 조직단위(OU) 성과에 대한 질문

귀하가 속한 조직단위가 소프트웨어 프로젝트를 진행하는 현재의 능력이 어느 정도라고 생각하십니까?

- 1) 고객을 만족시키는 능력
- 2) 계획된 예산을 준수하는 능력
- 3) 계획된 일정을 준수하는 능력
- 4) 소프트웨어 제품의 품질
- 5) 개발자의 생산성
- 6) 개발자의 직업 만족도