ISSN 1229-1889(Print)
ISSN 2287-9005(Online)
J Korean Soc Qual Manag Vol. 45, No.2:227-246, June 2017
https://doi.org/10.7469/JKSQM.2017.45.2.227

현장에 적합한 샤이니-시그마 기법 제안

김강희* · 이상복**†

*서울과학종합대학원대학교 경영학 박사과정
**서경대학교 산업경영시스템공학과

Suggested Shiny-Sigma method suitable for the shop floor

Kim, Kang Hee* · Ree, Sang Bok**†

*aSSIST: a Seoul School of Integrated Sciences & Technologies
**Dept. of Industrial Management System Engineering, Seokyeong University

ABSTRACT

Purpose: This study proposes a Shiny-Sigma Methods that combines the advantages of Six Sigma method and Shainin method in order to solve field defect. Each technique has advantages and disadvantages.

Methods: This study proposed Shiny-Sigma by combining Six Sigma has the logical advantage of the problem solving road map and Shiny has the merits of finding the root problem from the defective phenomenon. The Six Sigma method has the disadvantage that it is difficult to solve if the number of data is small, but the Shiny method has the advantage of finding the root cause with a small number of data.

Results: As a result of applying Shiny-Sigma method to the field, it has advantages of solving the problem easily and quickly than the existing Six Sigma method. It does not require a lot of statistical knowledge, which helps field workers to use it. Based on these successes L Co. company has obtained the effect of improving the production quality by applying the Shiny-Sigma method.

Conclusion: The Shiny-Sigma method proved to be suitable for the production site as a result of field application. It is suitable for field workers with low statistical knowledge and is suitable for field where data is difficult to obtain. This method is not a method to solve all the problems because there are problems that can be solved according to the field problems. We hope that this method will spread to many industrial sites and this method will have a great effect on the improvement of field production quality.

Key Words: Shainin method, Six Sigma method, Problem Solving, Statistical, Quality

● Received 24 April 2017, 1st revised 15 May 2017, accepted 16 May 2017
† Corresponding Author(sbree@skuniv.ac.kr)
ⓒ 2017, The Korean Society for Quality Management
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

6시그마는 프로젝트로 프로세스를 개선하는 성과 중심의 검증된 일하는 방법으로 1980년대 모토로라의 혁신분야 조직책임자 마이클 해리에 의해 주창되었다. 당시 산업계의 주류라고 할 수 있는 인쇄회로기판을 근간으로 한 H/W 분야와 제품의 외관을 구성하는 기구 분야의 품질문제 개선 방법론으로 개발되어졌고, 모토로라의 경우 1987년부터 1992년까지 5년간 제조 공정의 불량률을 6,000PPM(Parts Per Million)에서 20PPM으로 줄였고, 제조부문에서 24억불, 비 제조부문에서 10억불 등 총 34억불의 비용을 줄일 수 있었다. (Choi et. al, 2007)

이러한 6시그마 방법론은 2000년을 전후로 하여 전 세계로 확산되었는데, 국내에는 약 20년 전 L사가 국내 최초로 도입하여 대기업을 중심으로 급속히 확산되었다. (Hwang et al 2006, Hong et al, 2003) 2005년에는 Fortune지 선정 글로벌 500대 기업 중에서 6시그마 추진을 공식화한 기업이 200개 이상이라고 조사된 바 있다. 현재 6시그마는 다양한 산업 군으로의 적용을 통하여 방법론이 다양하게 발전하였다. (Park et. al, 2006)

그러나 6시그마는 대기업들의 경영성과를 통해 우수한 검증된 기법임에도 불구하고 지금은 과거와 같이 적극성을 띄고 추진되고 있지 않은 상황이다. 단기적인 성과나 새로운 혁신기법에만 관심을 두는 경영자들에게도 원인은 있지만, 외국 기업으로부터 받아들일 때 충분한 이해를 갖지 못한 상태에서의 모방을 했거나, 조직과 개발하는 제품의 특성에 맞게 불합리한 사항과 미비사항을 파악하여 보완하지 않고, 조직의 기본 여건을 고려하지 않은 상태에서 추진하여 실효성의 한계가 나타났기 때문이다 (Moon, 2015)

샤이닌(Shainin) 방법론이 사용하기 쉽다는 이유에서 많은 주목을 받고 있다. (Andrew, 2008, Shainin and Shainin Methodology, 1998; Antony 1999; Bohte, 2000) Shainin 방법론은 1950년대에서 1970년대까지 Dorian Shainin에 의해 개발되었다. Shainin System (SS)으로도 알려져 있다. 모토로라에서는 “Without Deming, the US would not have had a quality philosophy; Without Juran, it would not have had a quality direction; Without Shainin, it would not have solved quality problems!” 라고 했다. 만성적인 품질문제 해결에 샤이닌 방법론이 도움이 되었다고 밝히고 있다. (Raunak Gupta et al 2016)

이에 본 연구는 기존 6시그마에 샤이닌 기법의 방법론[2]의 장점을 통합시켜 제조 생산 현장 품질문제 해결 방법론으로 제안하였다. 본 기법은 L사의 현장에 적용하여 성공적인 효과를 보았다.

2) 도리안 샤이닌(Dorian Shainin)에 의해 개발된 문제 해결 도구들의 통칭

2. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 6시그마

2.1.1 6시그마 소개

국내에 도입된 6시그마는 경영혁신의 방법론으로 품질 개선 프로세스를 개선하여 수행결과에 대한 성과를 제시하는 선행연구들은 많이 있다. 품질경영기법 측면에서 6시그마의 중요성을 강조한 연구들이 소개될 수 있는데, 박영택과 노재헌(1998)은 품질경영과 경영혁신의 향후 방향성에 대해 제시하였고, 홍성훈 등(1999)은 6시그마 경영혁신 전략에 대한 고찰을 하였다. 신완선(1999)은 품질경영기법을 교육 분야에 적용한 사례를 분석하여 교육품질혁신의 성공요소를 정의한 바 있다. 김계수(1999)는 6시그마에 대한 프로세스 성과개선 및 영향에 대한 사례연구를 통해 한국의 상황에 맞는 6시그마 모형을 제안하였다.

또한 6시그마 적용을 통한 구체적인 생산성 향상에 대한 구체적인 기술적 방법론과 모형을 조명한 연구들이 많은데, 홍성훈과 반재석(2001)은 프로젝트를 통해 모니터 소재의 색상편차 개선안을 도출하였으며, 문기주와 박우종(2004)은 공정의 수율을 향상하는 방법을 제시하였고, 정동호와 홍성주(2004)는 중소기업형 6시그마 경영모형을 제시하였다. 박진영(2003)은 6시그마를 적용하여 용접 조건개선을 하여 불량률을 줄인 성과를 제시하였다. 안병진 등(2003)은 사무 간접 부문에서 6시그마 활성화 방안을 모색하여 연구와 사례를 비교 검토하였다. 이영석 등(2004)은 부동산업 경영혁신에 6시그마 방법론을 활용하였다. 이민구와 곽효창(2005)은 스풋 용접 팁 수명향상을 위해 6시그마 기법을 적용한 사례를 분석하였다. 박종인 등(2005)은 차량의 조향장치의 제조공정의 누적수율 개선을 위해 6시그마 적용 사례를 분석하였다.

조남욱과 조지운(2005)은 사무간접 프로세스에 6시그마의 DMAIC[3]기반 접근법을 제시하였고, 정하성 등(2005)은 프로젝트 위험관리 강화를 통한 원가개선을 위해 6시그마를 적용하였다. 홍성훈과 최익준(2006)은 DMAIC에 따라 6시그마 프로젝트 수행 과정을 사례 연구하였다. 윤근식 등(2006)은 6시그마를 적용하여 저장탄약의 신뢰성평가를 대상으로 개선활동을 수행한 반면 윤재욱과 김보형(2008)은 6시그마 활동을 제조부문과 사무간접부문 서비스부문으로 구분하여 차이점을 비교분석하였다. 성수경 등(2010)의 경우 공급망 품질향상을 위해 6시그마 적용사례를 제시하고 분석하였다. 박창도와 이상복(2012)은 기존 혁신활동 6시그마와 린 6시그마의 작업분석에 대한 이론을 제시하고, 이를 바탕으로 중소기업에 쉽게 적용할 수 있도록 프로아이라는 소프트웨어를 활용한 Lean-SMAIS를 제시하였다. 이렇듯 많은 연구들이 6시그마를 다양한 생산관리 차원에서 적용하고 여러 가지 접근법을 활용 개발하고 있음을 살펴볼 수 있다.

2.1.2 린 6시그마[4] 소개

6시그마를 기반으로 하여 린 6시그마로의 효과적인 전개를 위해서 최고 경영자의 확고한 도입에 대한 의지가 필요하고, 기존 6시그마의 인프라를 보완하는 형태로 조화를 이룰 수 있도록 고려하는 것이 필요하다. 린 6시그마가

3) 6시그마 문제해결 프로세스. 정의(Define), 측정(Measure), 분석(Analyze), 검증(Improve), 관리(Control)의 영문 앞글자로 만들어진 약자.

4) 린 6시그마 : 낭비를 체계적으로 제거하여 성과를 향상시키기 위한 6시그마 방법론.

새로운 경영혁신 방법으로서 기존의 6시그마와 상충되지 않은 범위 내에서 기업의 특성에 맞게 자체적인 추진 프로세스를 정립하는 것이 성공 요인으로 연구자들은 보고 있다. (Moon, 2015)

린 6시그마는 방법론 요인이 중요하게 다뤄져야 하며, 기존의 교육 훈련 시스템을 통해 체계적인 방법론을 잘 운용해야 성공적인 6시그마를 도입할 수 있음을 확인할 수 있었다.

Table 1과 같이 6시그마의 각 단계별 실행항목과 사용하는 도구들과 린 6시그마를 위해 추가되어야 할 문제해결 도구를 파악하였다. (Moon, 2015)

Table 1. Six Sigma and Lean Six Sigma execution items and utilization tool

Step	Define	Measure	Analyze	Improve	Control
6 Sigma Execution Items	Y-y's KPI KPI Target Project Plan Project Define	Project Y Accuracy MSA Measuring Plan Measuring Normality Test Capability Process Project Y Target	Potential x Possible x Statistical -Estimation Confirm -Vital few	Quick Action 2Level DOE Center Point Optimization Confirm DOE Side Effect -Check	Verification of Effect Corrective Action Sharing & Training Lesson, Learn Completion -Report
6 Sigma Utilization Tools	Logic Tree (Big Y-little y's) Process mapping Brain-Storming Pareto Analysis QFD FMEA	Probability Distribution -Continues -Attribute Sample Distribution GageR&R RSP Capability Analysis	C&E Diagram Logic Tree Sampling 1sample t-test 2sample t-test F-test Chi-square test 1proportion test 2proportion test ANOVA Regression AHP	FD, FFD RCBD ANOCOVA MoSA RSM Osbone's Checklist ECRS SCAMPER	Should-be Mapping Fool Proof Standardization Control Chart -Xbar-R -NP -P -C -U
Lean 6 Sigma Tools	Kano Analysis Process Activity Mapping Quality Function Analysis	As-Is Value Stream Mapping Process Cycle -Efficiency BRM (Business Risk Management) Detail 'As-Is' Process Map	VA (Value Added)/ NVA (Non Value Added) Time Analysis Video Analysis	To-Be Value Stream Mapping Mistake Proof (Poke-Yoke) Kanban Automation Simulation LOB Analysis TPM Kaizen To-Be Process Map Pick Chart	Visual Control

2.2 샤이닌 방법론

2.2.1 소개

Dorian Shainin이 제안한 샤이닌 방법론 연구에 대해 정리하면 Table 2와 같다.

Table 2. Shainin Methodology research list

Research List	Auther
1. Lot Plot	Shainin (1946)
2. Reliability Service Monitoring	Shainin (1948)
3. Pre control	Shainin, Purcell, Carter, Satterthwaite (1952)
4. Component Search	Shainin (1956)
5. Operation Serarch	Shainin (1958)
6. Tolerance Parallelogram	Shainin (1960)
7. Overstress Testing	Shainin (1964)
8. B vs C	Shainin (1968)
9. Paired Comparisons	Shainin (1971)
10. ISO Plot	Shainin (1972)
11. Variable Search	Shainin (1973)
12. Randomized Sequencing	Shainin (1976)
13. Resistant Limit Transform	Shainin (1976)
14. Rank Order ANOVA	Shainin (1977)

모듈 식으로 각각의 방법론들이 1950년대에서 30여 년에 걸쳐 논문으로 발표되어 왔다. 최초 제안자인 샤이닌은 6시그마와 같은 로드맵을 제안하지 않았다. Raunak Gupta 외(2016)의 연구에서 샤이닌 방법론의 프로세스를 영문 첫 글자를 따서 Table 3과 같이 FACTUAL 로드맵을 정리하였다. 첫 번째 포커스(Focus) 단계는 기술 프로젝트를 사업의 기회로 전환하는 것에 초점으로 정의된다. 두 번째 어프로치(Approach) 단계는 Green Y[5] 정의, 전략 개발, 측정 시스템을 검증으로 정의된다. 세 번째 커버리지(Coverage) 단계는 Red X[6] 정의, Best case와 Worst case를 비교함으로 정의된다. 네 번째 테스트(Test) 단계는 Red X 확인을 위한 시험으로 정의된다. 다섯 번째 언더스탠드(Understand) 단계는 Red X와 Green Y의 관계 이해, 상호 작용으로 정의된다. 여섯 번째 어플라이(Apply) 단계는 시정 조치 실행 및 유효성 확인, 절차 업데이트, 프로세스 모니터링으로 정의된다. 일곱 번째 레버리지(Leverage) 단계는 이익달성으로 정의된다. Table 3에서는 샤이닌 방법론의 절차와 6시그마와 GM社의 절차를 비교하였다.

5) Green Y : 문제의 현상, 종속변수, 고객의 관심(요구)사항. 개선이 되면 돈을 벌 수 있다는 의미에서 달러(dollar) 색 사용.
6) Red X : $\Delta y = f(\Delta x)$; 변동 Y의 변화에 초점을 맞춰 가장 큰 값을 가지는 항목이자, GM社 Shainin System의 명칭.

Table 3. Shainin Methodology and Six Sigma Process Comparison

Shainin Methodology	6 Sigma	GM
Focus	Define	Subject (Problem Definition)
Approach	Measure	Identify (Project Defnition)
Coverage	Analyze	Analyze (Solution Tress)
Test		
Understand	Improve	Plan
Apply		Implement
Leverage	Control	Evaluate

1980년대부터 샤이닌 방법론을 사용한 GM사는 샤이닌 시스템 기법을 기업에서의 문제 해결기법으로 채택하고 충분한 이해가 없는 경영자들까지도 이해하기 쉽도록 별도의 로드맵을 제시하였다.

2.2.2 GM사의 샤이닌 시스템

Table 4는 GM사에 제안한 샤이닌 기법의 로드맵이다. 첫 번째 서브젝트(Subject) 단계는 사업상 측정된 문제 항목의 요약, 문장으로 보고서의 목적을 기술로 정의된다. 두 번째 아이덴티티(Identity) 단계는 Green Y 측정이 포함된 프로젝트 요약으로 정의된다. 세 번째 어널라이즈(Analyze) 단계는 Red X 후보를 찾고, Red X 인지 확인으로 정의된다. 네 번째 플랜(Plan) 단계는 시행조치를 요약으로 정의된다. 다섯 번째 임플리먼트(Implement) 단계는 시행조치에 대한 요약 및 왜 선택했는지 보고로 정의된다. 여섯 번째 이벨류에이트(Evaluate) 단계는 개선된 Green Y에 대해 관리도 요약 및 개선 금액 기술로 정의된다.

Table 4. Shainin System Execution Tools

GM Shainin System	Tools
Subject (Problem Definition)	(Problem Definition)
Identify (Project Defnition)	Strategy Diagram ISO Plot Sensory Scoring Transform Multi vari Concentration Diagram
Analyze (Solution Tress)	Concentration Diagram Progressive Removal Operation Search Active Operation Search Component Search Paired Comparison Group Comparison B VS C Chart
Plan	
Implement	Factorial Design Tolerance Analysis
Evaluate	Run Chart, P Chart

6시그마의 로드맵과 다른 점은 샤이닌 방법론은 프로세스 중심보단 기법 중심이다. 문제 해결 실무자들은 문제를 해결하기 위해서 필요한 도구들을 가져다 쓸 수 있는 것이다.

특히 중시되는 것은 불량 문제를 해결하기 위해서 먼저 최악 제품 WOW (Worst Of Worst)와 최상 제품 BOB (Best Of Best)을 비교하여 차이를 통해 현재 불량의 해결 실마리를 찾는다. 불량(Y)에 영향을 주는 원인 인자(X)를 찾기 위해 가설을 세우거나 예측하지 않고, 불량 현상에 대해 Y를 관찰하고 가장 Y에 영향을 주는 X를 선택하여 문제 해결을 한다. X 선정과정이 6시그마 기법과 다르다. Y에 가장 영향을 많이 주는 X를 Red X라고 부른다. Red X를 찾는 것이 샤이닌 방법론의 핵심이다. GM사는 샤이닌 방법론을 Red X라고 부르고 있다.

2.3 6시그마와 샤이닌 기법의 장단점

Table 5는 6시그마와 샤이닌 기법의 장단점을 비교하였다. 6시그마의 장점은 체계화된 로드맵에 있다. 검증을 중시하고, 측정시스템을 검토하고, 숨은 인자를 찾아낸다. 관리 단계에서 관리도를 통한 지속적인 모니터링이 가능하다. 6시그마의 단점은 정의 단계에서 정리할 양이 많다. 측정에 필요한 샘플 수를 많이 필요로 한다. 치명인자를 수렴하기 위해 잠재인자를 모두 파악한다. 초보자는 많은 학습이 필요하다. 과제 수행에 3개월 이상의 시간이 필요하다. 샤이닌 기법의 장점은 비교적 적은 학습량으로 적용이 가능하다. BOB과 WOW의 차이로 근본원인을 찾으므로 간단하고 소수의 데이터 수로 과제 진행이 가능하다. 과제 수행에는 2주의 시간이 소요된다. 비교적 간단하다. 단점

은 체계화된 프로세스가 없다. 측정시스템 분석을 하지 않는다. 통계적 검증을 대부분 하지 않는다. 따라서 통계적 검정이 안 되는 경우가 있어, 수평전개가 안 되는 경우가 많다. 개별 문제 해결로만 멈춘다. 현장 작업자들 능력 향상에 미흡하다.

Table 5. Six Sigma & Shainin System Advantages and Disadvantages

	Six Sigma	Shainin System
Advantages	Systematization Proven Method Optimization	Easy Simple Quick
Dis -Advantages	Complex, Difficult Cumbersome Need to know Statistics Dependant on sample data Usually takes 3 month	No systematization No precise. No statistics Depends on the ability of the expert with the skill and experience. Sometimes it does not improve

3. 샤이니-시그마 방법론 제안

3.1 방법론 제안

본 논문에서는 선행연구를 바탕으로 샤이닌 기법과 6시그마 기법의 장점을 접목하여 현장에 적합한 샤이니-시그마를 제안한다. 샤이니-시그마의 기본 개념을 5가지로 정의한다. 6시그마의 로드맵을 중시하면서, 샤이닌 기법의 장점인 치명적 인자[7], Red X를 빨리 찾는 것이다. 불량 현상(Y)의 변화에 초점을 맞추고, Y의 변동에 영향을 제일 많이 주는 근본 원인 하나를 찾는 것이다. 해결방법은 최상품과 최하품의 차이에 집중하여 쉽고 빠르게 문제 해결을 도모한다. 최상품과 최하품의 차이가 드러나지 않은 경우는 사용하기가 어렵다. 이를 위하여 제품/부품/공정을 탐문하여 양품을 만들고 불량도 만든다면, 양품만 만들 수 있는 방법을 찾는 것이다. 이 방법을 지속적으로 전개하면서 진행한다. 근본 원인을 찾는 과정을 기록해서 담당자가 바뀌더라도 계속 이어갈 수 있게, 기존의 경험과 기술을 활용하고, 새로운 경험과 기술은 축적한다.

Table 6에서는 샤이니-시그마를 6시그마 단계와 비교하였고, 단계별로 실행항목을 기술하였다. 샤이니-시그마를 현장에서 사용하기 위해서 쉽게 따라할 수 있도록 필요한 Tool들은 1~2가지로 정하고, 샤이니 기법의 장점을 사용하기 편하게 변경하였다. 각 단계별 사용 도구들은 샤이니-시그마를 단계별로 설명은 다음과 같다.

Table 6. Shiny-Sigma Process

Shiny-Sigma Step	Problem Definition	Best/Worst Select	Find Red X	Confirm Red X	Apply	Monitoring
Exe-cution Item	Identify problem Identify occurrence Target Y Definition	Select comparison object Direction of the activity.	Find the Red X Candidate	Confirm the Red X Clue generation	Apply to Improve Before and After effects check	Monitoring improvement results (M+3)
Use Tool	Project Tree	Contrast flow Diagram Concentration Diagram	Operation Search Component Search	Paired Comparison Group Comparison	B/A Test Group Comparison	Monitoring
Six Sigma Step	Define	Measure	Analyze	Improve		Control

7) 소수의 치명인자 (Vital few) 중에서 가장 치명적인 인자. Shainin 방법론의 Red X와 같음.

3.2 샤이니-시그마 단계

3.2.1 문제 정의

샤이니-시그마의 1단계는 문제를 정의하는 단계다. 1단계가 Project Tree의 시작이다. 발생된 문제에 초점을 맞추고 육하원칙에 의하여 언제 어디서 어떤 유형의 불량이 어떻게 발생했는지 기록하고, 왜 발생했는지 어떤 공정에서 발생했는지 문제가 발생된 원리와 현상을 기록한다. 발생된 문제 Y를 해결하는 것이 목표가 되고, 이것을 샤이니-시그마에서는 Target Y라고 부른다.

샤이니-시그마에서는 모든 문제를 3가지로 구분하여 정의한다. 첫 번째 외관 문제는 외관에 흔적이 남는 문제다. 스크래치나 그을림, 찍힘, 파손 등의 문제다. 외관 문제는 계수형 데이터이다. 두 번째 동작 문제는 문제가 동작 중에만 발견이 되는 문제다. 동작을 하지 않으면 문제를 발견할 수 없는 것이 특징이며, 소음이나 진동 등이 동작 문제에 속한다. 동작 문제는 계수형과 계량형 데이터이다. 세 번째 치수 문제는 기구 외관의 벌어짐으로 인한 문제다. 치수 문제는 계량형 데이터이다. 치수 문제는 외관 문제와 동작 문제가 발생되는 원인이다.

문제 정의 단계에서는 문제를 파악하고, 문제 유형을 정하고, Target Y를 수립한다. 목표는 Target Y에 가장 큰 영향을 주는 X를 찾는다. Red X는 가장 영향을 주는 Red X이다. 하나의 Red X가 찾아 해결되면 그 다음 영향을 많이 주는 Vital few가 Red X가 된다. Y값에 영향도가 큰 X가 Red X이다. 모두 영향도가 같은 경우에는 사용하기 편한 X를 임의로 정한다.

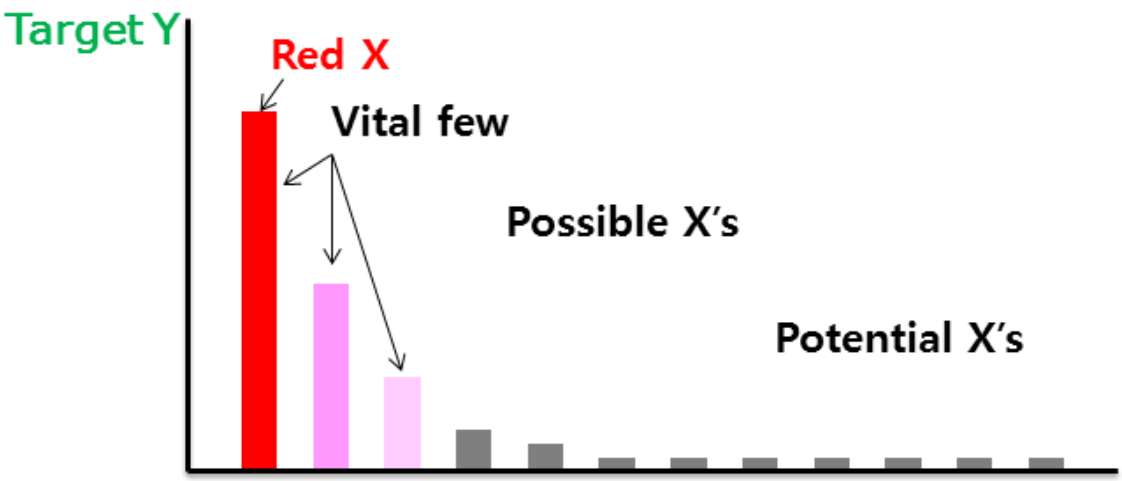

Figure 2. Red X Concept

3.2.2 비교대상 선정

두 번째 단계는 비교대상 선정 단계이다. 샤이니-시그마는 양품과 불량품을 비교하여 그 차이에 초점을 맞추고 불량품의 원인을 찾아 과제를 해결한다. Figure 3과 같이 서로의 차이가 큰 제품을 선정하는 것이 핵심이다.

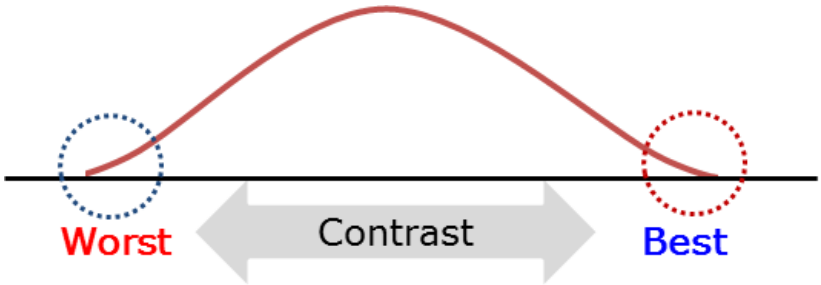

Figure 3. Worst and Best Concept

비교대상을 선정할 때 차이흐름도를 이용한다. Figure 4와 같이 차이흐름도를 작성한다. 발생된 문제 Y의 차이를 시작으로, 범위를 넓혀가며 단계적으로 차이가 있는 부분을 찾는다. 차이흐름 항목을 최소 6개 이상으로 한다. 차이흐름도의 시작은 발생된 문제 Y의 차이다. Target Y가 외관 문제로 정의가 된 경우는 외관과 외관의 차이를 비교한다. 차이흐름도의 첫 번째는 간단한 계측시스템 검증과 같다. 불량품의 외관을 관찰하면서 차이가 있는지 확인한다. 그리고 조금씩 범위를 넓혀가며 차이를 확인한다.

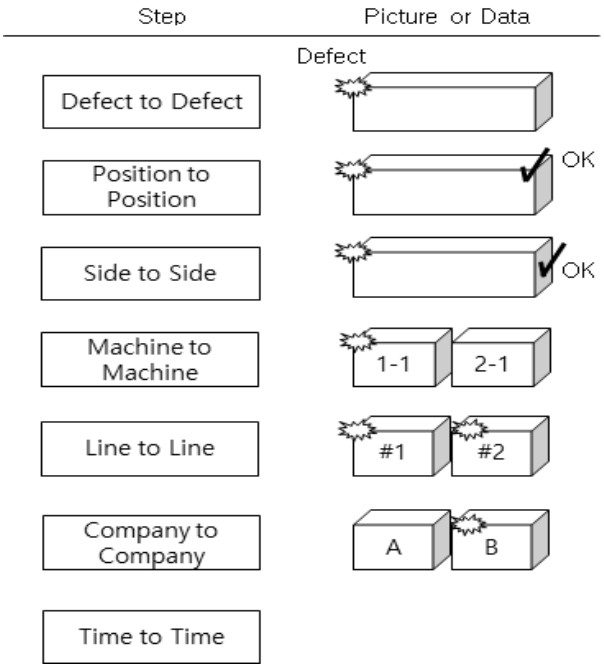

Figure 4. Contrast Flow Diagram

Figure 5와 같이 생산현장이 구성되어 있다고 했을 때, 체계적인 차이의 비교를 위해서 고려해야 하는 사항은 첫째 비교의 기준. 둘째 비교의 항목. 셋째 비교의 순서다. 비교 기준은 Target Y이고 불량 현상, 불량 개수, 불량률, 측정되는 특성 값 등이다. 비교할 수 있는 항목은 양품과 양품, 불량품과 불량품, 양품과 불량품, 라인과 라인, 기계와 기계, 공정 조건과 공정 조건, 작업자와 작업자, 부품과 부품, 협력사와 협력사, 시간과 시간이다. 비교 순서는 문제가 발견된 현상에서부터 좁은 범위에서 넓은 범위로 넓혀가며 하나씩 확인해 간다. 차이가 나타나는 곳에서 최상과 최하를 선택한다.

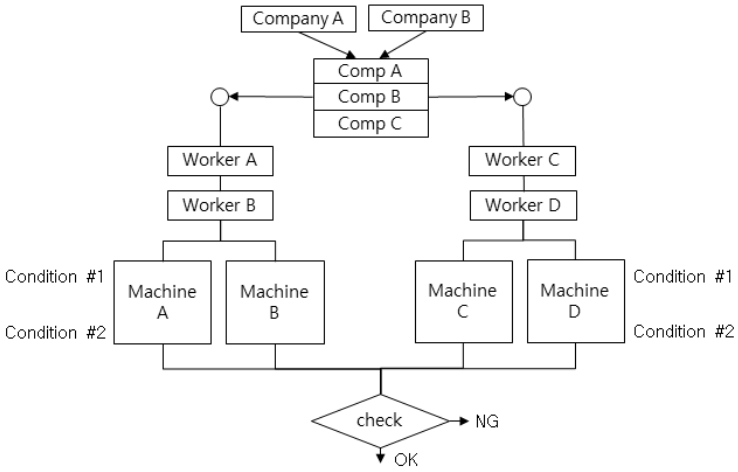

Figure 5. Shop Floor Process Flow

3.2.3 Red X 탐색

샤이니-시그마의 3단계는 Red X를 탐색한다. 공정의 문제로 보이면 공정탐색을 사용하여 Red X 공정을 찾고, 제품의 문제로 보이면 부품탐색을 사용하여 Red X 부품을 찾는다. 공정을 탐색할 때 불량이 발생한 현상을 가지고만 판단한다. 불량이 가장 많이 발생한 공정을 Red X로 의심을 한다.

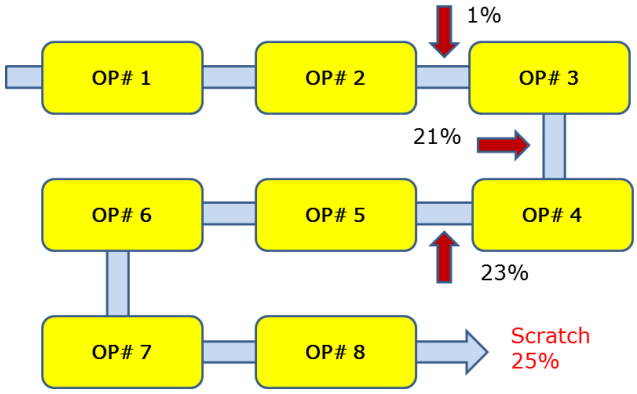

Figure 6. Operation Searching Concept

Figure 6과 같이 구성된 공정에서 스크래치 불량률이 25%가 발생되었다면, 중간 공정인 공정4에서 불량률을 확인하고, 공정5,6,7,8은 Red X 후보공정에서 제외한다. 그 다음 중간 공정인 공정2에서 불량률을 확인하고, 공정1,2를 Red X 후보공정에서 제외한다. 그 다음 중간 공정인 공정3에서 불량률을 확인한 후 최종적으로 Red X 후보공정을 찾는다.

부품탐색은 찾아 낸 Best와 Worst로 Red X를 탐색한다. Red X 후보 공정이 발견되지 않으면 부품탐색을 실시하여, Red X를 탐색한다.

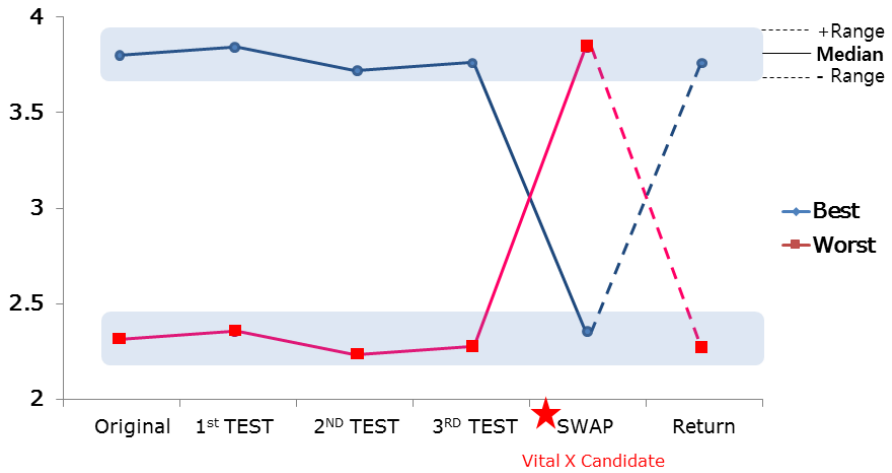

Figure 7. Component Searching Method

Figure 7은 부품탐색 방법이다. Best와 Worst를 반복 Test하면서 Red X로 의심이 가는 구성품(부품)을 서로 바꿔본다. Best와 Worst가 서로 바뀌면 구성품은 Red X 후보가 된다. 서로 바꾸어서 측정했을 때 어느 범위까지를 Red X 후보로 볼 것이냐의 범위 결정 기준은 아래와 같이 정한다.

"4회의 중앙값(Median) ± 범위(Range)"

소수의 Data이므로 평균(Mean) 값 보다 극단치에 영향을 덜 받는 중앙값(Median)을 사용하고 4개 Data의 범위(Range)값으로 결정 구간 (Decision Interval)을 설정한다.

3.2.4 Red X 확정

샤이니-시그마의 4단계는 Red X 후보를 Red X로 확인하는 단계다. 양품과 불량품이 각각 짝을 이루어 비교할 수 있으면 대응비교를 사용한다. Red X로 확인하는 검증은 5회 재현 Test로 한다.

Table 7에서 나타난 바와 같이 이항분포의 상황에서 5번 연속 같은 현상이 나타날 확률은 3.125%이다. RSI (Red X Selection Index) Value가 5이상이면 Red X로 판단한다.

$$\text{Red X Selection Index} : \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2} = 0.03125$$

Table 7. RSI Table

Trial	Prob	Prob(%)	RSI
0.5	0.5	50%	1
0.5	0.25	25%	2
0.5	0.125	12.5%	3
0.5	0.0625	6.25%	4
0.5	0.03125	3.125%	5
0.5	0.015625	1.563%	6

Figure 8은 대응비교를 설명하고 있다. 짝 지어진 Best와 Worst 제품을 가지고 3단계에서 의심이 갔던 항목들에 대해 측정하여, 비교하는 것이다. RSI가 5이상이 나오는 항목을 Red X로 확정한다. Red X 후보가 RSI 4미만인 경우는 Red X 탐색단계로 돌아가서 Red X 후보를 다시 찾는다.

	Pair 1		Pair 2		Pair 3		Pair 4		Pair 5	
	Best	Worst	Best	Worst	Best	Worst	Best	Worst	Best	Worst
Target Y	OK	NG	OK	NG	OK	NG	OK	NG	OK	NG
Fixture gap	-0.68	0.95	0.1	1.17	-0.12	2.19	-0.25	1.79	0.02	0.64
Thickness	1.52	1.53	1.51	1.50	1.51	1.51	1.52	1.52	1.53	1.51

Figure 8. Paired Comparison Concept

양품과 불량품을 구분하여 Red X를 확인할 경우는 그룹비교를 이용한다. 그룹비교에서는 끝 수(End Count)개념으로 Red X로 판단한다. Shiny System 방법론에서는 양품그룹과 불량품그룹이 혼재되어 있어도 어느 정도 구분이 되면 Red X로 판단을 하지만, 샤이니-시그마에서는 Figure 9와 같이 완전히 구분이 된 상황만 Red X로 판단한다. 샤이니-시그마에서는 완전히 구분된 데이터를 양 끝에서 센다는 의미로 '끝 수'(End Count)라고 부른다.

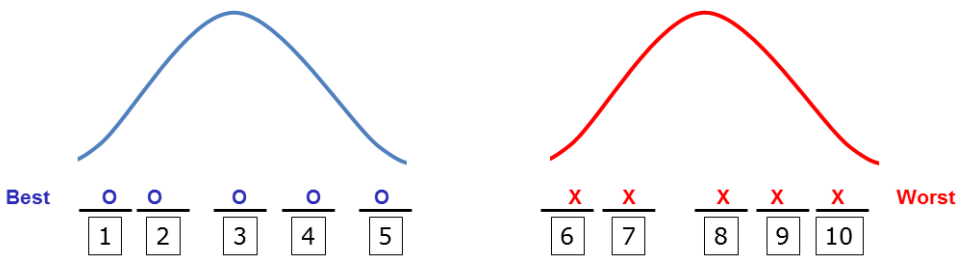

Figure 9. End Count Concept

Figure 10은 그룹비교로 Best와 Worst를 각각 5대씩 측정하여 Red X로 의심 가는 항목 3가지를 확인하여 끝 수가 10인 경우를 Red X로 확정 한다. 각 항목을 양품 시료 5개와 불량 시료 5개를 각각 측정하고, 오름차순으로 배열 후 시료 번호로 끝 수를 확인한다. Figure 10에서는 항목 2가 끝 수 10으로 Red X로 확정되고, 나머지 항목 1, 3번은 Red X에서 제외한다.

Target Y	B/W	@1	B/W	@2	B/W	@3	B/W
6.0	B1	125	B4	0.4	W1	1009	B2
6.1	B2	135	B1	0.4	W4	1044	W4
6.1	B3	139	B3	1.6	W2	1132	W1
6.3	B4	141	W3	1.7	W3	1150	B1
6.4	B5	152	W1	1.7	W5	1185	B3
12.1	W1	155	W2	2.8	B2	1203	W5
12.3	W2	159	B2	2.9	B4	1300	W2
12.4	W3	171	B5	2.9	B5	1308	W4
12.4	W4	177	W4	3.0	B3	1390	B4
12.6	W5	179	W5	3.1	B1	1399	B5
		End Count = 5		End Count = 10		End Count = 0	

Figure 10. Group Comparison Concept

3.2.5 적용

샤이니-시그마의 5단계는 적용 단계다. 4단계에서 Red X로 확정된 사항을 적용하여 다시 한 번 검증하는 단계다. B/A Test를 사용한다. B는 Before, 즉 이전 상태를 말한다. A는 After, 현 상태다. 이전 제품과 현재 제품을 그룹 비교한다. 4단계에서 검증을 했기 때문에 이전 제품 3개, 현재 제품 3개로 실시하고, 끝 수가 6이 나오면 검증이 된 것으로 판단한다.

3.2.6 유지

마지막 단계는 Red X를 찾아 해결된 사항을 3개월간 모니터링을 해서 재발되지 않는지 확인을 한다. 필요에 따라서 6시그마 관리 단계에서 사용하는 X Bar R 관리도나 P관리도를 사용한다.

샤이니-시그마는 문제가 발생되었을 때 문제의 현상을 관찰하고, 불량을 분석하기 위해 불량품만 분석하는 것이 아니라, 양품과 비교를 해서 문제 해결의 실마리를 찾는다. 또한 불량현상이 제품에서 나타났다고 해서 제품만 분석하지 않고, 공정에서 Red X를 함께 탐색한다. 공정의 조건이나, 설비도 모두 포함하여 Red X를 탐색하기 때문에 부품, 제품, 공정으로 시야를 넓게 문제를 바라볼 수 있다는 특징이 있다.

4. 샤이니-시그마 적용 사례

4.1 SMT(Surface Mount Technology)불량 사례

L사의 SMT라인에서 2016년 8월 공장에서 원인이 불분명했던 인쇄회로기판 (PCB; Printed Circuit Board) SMT 제조 현장에서 발생한 일부 인쇄회로기판내 부품의 Reflow 불량 문제를 해결하는 과정을 샤이니-시그마의 기법을 적용하였다.

4.1.1 문제 정의

SMT제조계의 과제 해결의 리더와 감독자 4명과 3명의 현장작업자로 Task가 구성되었다. Target Y는 SMT불량 건 수이고, 언제 어떤 공정에서 불량이 발생했는지를 파악한다. 문제 유형은 외관불량이고, SMT불량을 유발하는 Red X 공정을 찾는 과제를 시작한다.

4.1.2 비교대상 선정

차이흐름도를 이용하여 비교 대상을 선정한다. 불량이 발생한 당시 2개의 SMT 라인에서 3종류의 인쇄회로기판을 SMT하고 있었다. 최상품과 최하품을 탐색하는 과정 중에 문제가 되는 인쇄회로기판의 두께가 2.0T 이상에서만 나타나는 것을 확인했다.

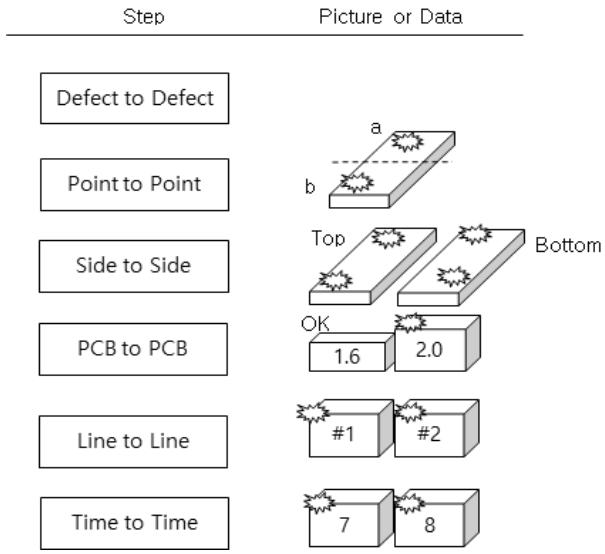

Figure 11. Contrast Flow Diagram - Find Contrast

Figure 11은 차이흐름도를 간략하게 도시하였다. 3종류의 PCB를 비교한 결과 2.0T 이상의 PCB에서만 불량이 나타난 것을 확인했다. 2.0T 이상의 PCB를 Worst로 선정하고, 2.0T 이하의 PCB를 Best로 선정하여 Red X를 탐색한다.

4.1.3 Red X 탐색

불량이 나온 공정을 공정탐색법을 이용하여 살펴보고, E공정이 Red X 후보로 나타났다. Figure 12와 같이 전 공정을 탐색한 후 불량이 나온 공정을 Red X 후보 공정으로 선정한다.

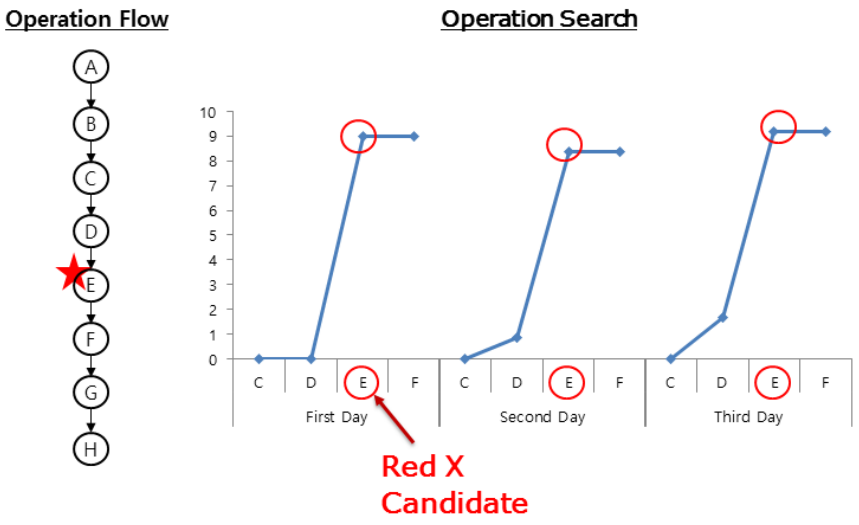

Figure 12. Operation Search

4.1.4 Red X 확정

불량이 나온 공정을 공정탐색법을 이용하여 살펴본 결과, E공정이 Red X 후보로 나타났다. 이 공정의 조건들을 Figure 13과 같이 대응비교를 실시하여 어떤 공정 조건이 Red X였는지 확인한다. Red X 공정 조건은 4번임을 확인하였다. 양품과 불량품을 5번 연속적으로 재현하고 있다. RSI가 5임을 확인하였다. 공정 조건 4를 Red X로 확정한다.

	Pair 1		Pair 2		Pair 3		Pair 4		Pair 5	
	Best	Worst	Best	Worst	Best	Worst	Best	Worst	Best	Worst
Target Y	OK	NG	OK	NG	OK	NG	OK	NG	OK	NG
Parameter 1	-0.68	0.95	0.1	1.17	-0.12	2.19	-0.25	1.79	0.02	0.64
Parameter 2	11.52	1.53	11.51	1.50	1.51	11.51	1.52	11.52	1.53	1.51
Parameter 3	1.52	21.53	21.51	1.50	1.51	1.51	21.52	12.52	1.53	21.51
Parameter 4	15.52	1.53	15.51	1.50	51.51	1.51	15.52	1.52	15.53	1.51

Figure 13. Paired Comparison

4.1.5 적용

불량이 나온 공정을 개선하고, 이전 제품과 현재 제품을 그룹 비교하여 적용을 한다. 적용을 할 때는 이미 4단계에서 확인이 되었으므로 이전 공정조건으로 3개, 현재 공정조건으로 3개만 시험해 본다. 끝 수가 6이 나오면 바로 생산라인을 가동한다. Red X 공정 후보를 찾고, Red X 공정 조건을 찾아 조절하여 문제가 해결되었는지 시험하는 단계가 5단계 적용 단계다. Figure 14와 같이 시험이 완료되어 공정조건을 변경하여 생산을 가동한다.

Parameter 4	B/A
15.52	A2
15.52	A1
15.53	A3
1.51	B2
1.50	B1
1.52	B3
End Count = 6	

Figure 14. B/A Test

4.1.6 유지

변경한 공정 조건으로 생산이 불량을 유발하지 않고, 잘 생산되는지 잘 관찰해야 한다. 이때는 통계적 공정 관리 기법인 관리도를 이용한다.

샤이니-시그마를 통해 공정 불량을 신속하게 개선한 L사의 과제 리더는 다음과 같이 소감을 말했다. “매일 라인에서 생기는 불량 수만 확인하고, 불량을 구별하여 제품에 투입되지 않도록 불량 검출 인력을 늘릴 생각을 하고 있었다. 매일 수천 개의 제품을 생산하다 보니 몇 개의 불량은 우연히 생기는 것이고, 생산 현장 Line에서는 어쩔 수 없다고 생각했었다. 샤이니-시그마 기법으로 과제를 시작할 당시에는 큰 기대가 없었는데, 2단계에서 양품과 불량품의 차이를 비교하는 것으로 원인을 쉽게 알 수 있었다. 이제까지 두께가 1.6T 이상을 SMT해본 적이 없는 라인이다. 2.0T 이상 두께를 가진 인쇄회로기판의 SMT를 한다면 공정조건을 바꾸면 이 문제가 안 생길 것 같다고 생각했고, 3단계에서 공정조건을 Red X후보로 선정하고 4단계에서 그룹비교를 통해 공정조건을 다르게 가져가면 문제가 생기지 않을 것이라고 확신을 했다. 샤이니-시그마는 이해하기도 쉽고 적용하기도 쉬워서 앞으로 문제가 생기면 꼭 다시 사용할 것이며, 좀 더 자세히 알 수 있는 교육 참여의 기회가 생기면 적극 참여하겠다.”

같은 인쇄회로기판 SMT를 하는데 갑자기 불량이 생겨 난감했던 이 공정에 샤이니-시그마의 기본적인 소개를 통해 단 이틀 만에 문제의 근본 원인인 의심 가는 Red X를 찾았고, 그룹비교를 통해 Red X를 확인 후 공정조건을 바꿔서 동일 문제가 생기지 않게 되었다.

4.2 샤이니-시그마 성과

샤이니-시그마 활동으로 문제 해결하는데 소요된 기간은 평균 10일이고, Red X 후보를 확인하는데 5일 이내의 시간이 소요된다. 샤이니-시그마는 문제 해결에 2주 내 해결하는 유용한 기법임을 확인할 수 있었다. L사는 샤이니-시그마를 적용하여 해결한 과제 중 97%에 해당되는 36개 과제는 동일 문제로 인한 불량이 발생되지 않음을 확인했다(table 8 참조).

Table 8. Shiny Sigma Performance (L Co.)

Problem list	Shiny Sigma Performance	
	Before	After (3 Month)
PCB Reflow	3000PPM	0PPM

5. 결 론

본 연구에서 제안한 샤이니-시그마가 생산 현장에서의 문제 해결을 생산 현장 인원들이 자발적이며 주도적으로 할 수 있는 방법론으로 적합함을 과제를 실제 적용하여 해결하면서 확인할 수 있었다. L사는 샤이니-시그마를 2017년 1월에 공식 문제 해결 기법으로 채택하여 전사업장 현장 감독자들과 해외법인 생산 관리자 교육을 시작하였다.

샤이니-시그마 기법은 현장직원들이 사용하기에 적합하고, 현장직원들이 할 수 있는 단순하고 간단한 기법이면서 강력한 품질문제 개선 방법론이다. 샤이니-시그마 기법을 사용한 현장 감독자들과 관리자들은 “이 방법은 쉽고 간단해서 우리도 해볼 수 있다.”는 자신감을 강하게 보였다.

샤이닌 기법을 1980년대 도입하여 약 30년 간 추진한 GM사에서는 6시그마 팀과 별도로 전담 팀이 있고, GM사에 맞게 형태를 변형하여 사용하고 있다. GM사는 샤이닌 기법의 전문가를 체계적으로 선발하고, 6시그마의 Belt제도와 유사한 형태의 인증(Certification)제도가 있다. 샤이닌 기법의 효과가 있음을 증명하는 사례이다.

샤이니-시그마 역시 최고경영자의 관심과 지원. 체계적인 교육제도와 시스템이 갖춰져야 성공할 수 있다. 기존에 6시그마를 추진하고 있는 조직이라면 기존 틀을 훼손하지 않고, 조화를 이루면서 자연스럽게 제조 생산 현장으로부터 시작해서 도움이 되는 영역까지 확대해서 경영성과에 기여하기를 기대한다. 현장의 품질 문제 해결에 도움이 된다면 어떤 방법론이라도 적용하는 것이 좋다. 현재까지 학술적이지 않고 주목받지 못한 도리안이 제안한 샤이닌 기법을 우리나라 현장에 적합하게 제안한 샤이니-시그마 기법이 많은 현장에서 적용되기를 희망한다.

REFERENCES

Andrew Thomas, and Richard Barton. 2005. Developing an SME based Six Sigma strategy.

Andrew Thomas. 2008. Applying lean Six Sigma in a small engineering company – a model for change.

Bong Choi, Namho Chung, Soon Jae Kwon, and Kun Chang Lee. 2007. Driving Strategy for the Successful Six Sigma Innovation by Industrial Classification.

Chong man Kim, Uk Jung, Jun-Hyeok Seo, and Sung Min Bae. 2016. Literature Review on the Quality Innovation in KSQM for 50 Years.

Gap Du Lee, Hyo Gen Park. 2014. The Effect of Six Sigma Success Factors on Knowledge Creation and Business Performance.

Hwang Young Jea, Kwon Hyuck Moo, Hong Sung Hoon, and Lee Min Koo. 2006. A Six Sigma Model for Small and Medium Sized Companies and Case Studies.

Jae Hong Yoon. 2013. The Effects of Correct Implementation of Six Sigma Practices on Customer Focus Performance. Quality Performance and Business Performance.

Jan Kosina. 2015. Shiny Methodology : An Alternative or an Effective Complement to Six Sigma?

K. R. Bhote, A. K. Bhote., 2000. World class quality using design of experiments to make it happen – II edition‖, AMACOM.

Mun, J. O. 2004. A Study of Method of Lean Six Sigma Deployment.

Mun, J. O. 2015. A Study on the Effective Development of Lean Six Sigma Activities for Management Innovation

Mun, J. O., and Jang, J. S. 2009. In Existing Six Sigma Lean Productive Methods Grafting one Lean Six Sigma Propulsion Methodologies.

Mun, JeOk, Yoon, SungPil. 2016. Literature Review of Key Success Factors of Management Innovation Actions in Domestic – Focused on Six Sigma, TQM, Lean Six Sigma, ERP, TPM, BPR, Project Management, System Engineering.

Raunak Gupta, P. L. Verma, Ashish Manoria, and Lokesh Bajpai. 2016. SIMPLIFYING Six Sigma Methodology USING Shiny Methodology D.O.E.

Sang Bok Ree, Quality Story. Iretech. 2004

Seng Ho Lee, Sang Bok Ree, Hyung Kyu Lee, and Se Yong Oh. 2001. A Comparative Study of Experimental Planning Methods for Quality Improvement.

Srinivasan Balan. 2015. Multi-response optimisation using Grey relational analysis and Shiny Methodology design of experiment.

Sung Hoon Hong, Jae Woong Song. 2003. A Comparative Study of Six Sigma Green Belt Training Programs.

Wikipidia. “Dorian Shainin.” Last modified on 18 March 2017. https://en.wikipedia.org/wiki/Dorian_shainin

Yeon Ki Park, Cheol Hwang Yoon, and Yeon Ho Ryu. 2006. Current Situation, Issue and Development Direction of Six Sigma Innovation in Korea.