



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원 저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리와 책임은 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



박사학위논문

비기술분야의 문제해결을 위한 TRIZ와
AHP 통합방법 연구

– 기업의 물류 개선 사례 중심으로 –



한성대학교 대학원
지식서비스&컨설팅학과
매니지먼트컨설팅전공
정수환

박사학위논문
지도교수 유연우

비기술분야의 문제해결을 위한 TRIZ와 AHP 통합방법 연구

–기업의 물류 개선 사례 중심으로–

A Study on integrating TRIZ and AHP for the problem solving in
non-technical areas.

2014년 12월 일

한성대학교 대학원

지식서비스&컨설팅학과
매니지먼트컨설팅전공
정수환

박사학위논문
지도교수 유연우

비기술분야의 문제해결을 위한 TRIZ와
AHP 통합방법 연구

–기업의 물류 개선 사례 중심으로–

A Study on integrating TRIZ and AHP for the problem solving in
non-technical areas.

위 논문을 컨설팅학 박사학위 논문으로 제출함

2014년 12월 일

한성대학교 대학원

지식서비스&컨설팅학과
매니지먼트컨설팅전공

정수환

정수환의 컨설팅학 박사학위논문을 인준함

2014년 12월 일

심사위원장 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

국 문 초 록

비기술 분야의 문제해결을 위한 TRIZ와 AHP 통합방법 연구 -기업의 물류 개선사례 중심으로-

한성대학교 대학원
지식서비스&컨설팅학과
매니지먼트컨설팅 전공
정 수 환

TRIZ(창조적 문제해결 방법)은 러시아 과학자인 알트술러와 그의 동료들에 의해 1940년대 기술특허 400만 건을 토대로 개발되었다. 국내에는 1995년 LG전자가 최초로 도입하여 현재는 삼성, 포스코 등 많은 기업들이 문제해결도구로 사용하고 있다. 2000년대부터 Darrell Mann에 의해 비기술 분야에도 TRIZ 기법들이 적용되기 시작하였다.

TRIZ의 혁신적 사고를 다른 문제해결 방법론들과 접목하여 더욱 강력한 방법론들을 제안하는 연구들도 있다. 대표적으로 품질기능전개(QFD), Six Sigma, 제약이론(TOC) 등이 대표적이며, 2010년 이후로 Kano, SERVQUAL, AHP 기법들이 TRIZ와의 통합 연구가 나타나기 시작하였다.

문제해결 방법론의 일반적인 단계는 문제정의, 현황파악, 원인분석, 대안개발, 대안평가로 정리할 수 있다. 문제해결과 의사결정의 분야의 하버트 사이먼은 의사결정단계도 문제해결의 단계에 속하므로 의사결정단계를 구분할 필요가 없다고 주장하였다. 최근의 통합연구 중 TRIZ-AHP 적용 연구자들은 의사결정을 위한 가장 효과적인 방법으로 TRIZ와 AHP를 통합하여 사용하는 것이 더욱 효과적이라고 주장하고 있다.

이러한 배경을 바탕으로 본 연구는 기존의 TRIZ-AHP 통합연구에서 부족한 원인분석 단계와 변화관리를 통한 사례검증을 보완하여 통합연구모형을 제안하였다. 그리고 통합연구모형의 대부분이 자동차 디자인, 친환경 물병, 제조시스템 등 기술 분야 문제 해결에 국한되었으나, 물류라는 비기술 분야의 문제해결 사례를 접목하여 기존연구와의

차별성을 부각하였다.

본 연구에서는 기업의 판매물류에서 발생되는 물류 재작업율을 최소화하기 위해 TRIZ-AHP 통합연구모형을 적용한 재작업율 개선사례를 보여주고 있다. 해결해야 할 문제는 RCA⁺라는 원인분석기법을 통해 주요원인을 도출하고, 도출된 원인들을 모순매트릭스적용 후 40가지 발명원리를 적용하여 개선 아이디어를 제안하였다. 아이디어의 적용 전과 후를 검증하기위해 통계적 분석기법인 대응표본 t-test 및 반복 측정 분산분석을 사용하여 2011년부터 2013년까지의 3년간의 물류 재작업율을 분석하였다.

TRIZ-AHP 통합 문제해결 기법을 적용한 물류 재작업 개선사례는 적용 전과 후의 결과가 유의한 결과를 나타내며, 향후 다양한 분야의 문제해결 방법론으로서 TRIZ-AHP 통합기법을 적용하는데 도움이 되고자 한다.

【주요어】 창조적 문제해결, 발명원리, TRIZ, AHP, 물류개선

목 차

I. 서 론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구의 목적	2
1.3 연구의 범위와 방법	3
II. 이론적 고찰	4
2.1 창조적 문제해결 방법론	4
2.2 TRIZ	11
2.2.1 TRIZ 연구동향	12
2.2.2 TRIZ 방법론	14
2.2.3 비기술 분야 적용	32
2.3 TRIZ와 다른 방법론들과의 통합연구	35
2.3.1 TRIZ와 QFD의 통합연구	36
2.3.2 TRIZ와 Six Sigma의 통합연구	39
2.3.3 TRIZ와 AHP의 통합연구	41
2.3.4 TRIZ와 Kano의 통합연구	48
2.3.5 TRIZ와 기타 방법론 통합연구	53
2.4 선행연구의 비교 및 시사점	54
III. TRIZ와 AHP의 통합연구모형	58
3.1 연구모형	58
3.2 연구방법	61

IV. 연구모형의 사례적용	67
4.1 물류 재작업 개선사례 적용	67
4.2 폐가전 회수 개선사례 적용	79
4.3 생산 및 경영진단 문제해결 개선사례 인용	82
V. 결 론	86
5.1 연구의 결과 및 시사점	86
5.2 연구의 한계점 및 향후 연구방향	87
참고문헌	88
부 록	101
ABSTRACT	117

표 목 차

<표 1> 일반적인 문제해결 절차	7
<표 2> 문제해결단계와 문제해결기법	8
<표 3> 비즈니스 프로세스 개선단계	9
<표 4> TRIZ Level	11
<표 5> 39가지 파라미터	23
<표 6> 40가지 발명원리	28
<표 7> 31가지 비즈니스 파라미터	33
<표 8> 35가지 비즈니스 파라미터	33
<표 9> 비즈니스 분야의 40가지 원리 적용사례	34
<표 10> AHP 척도	43
<표 11> 일관성 비율의 검정기준	44
<표 12> TRIZ와 다른 방법론과의 통합/비교 연구	54
<표 13> TRIZ-AHP 통합방법론 연구 비교	60
<표 14> 문제정의 프로세스	62
<표 15> 변화를 위한 성공 프로세서 8단계	66
<표 16> 상관관계 분석(11년~13년)	69
<표 17> 적용된 40가지 발명원리	72
<표 18> 아이디어 계층2의 중요도/우선순위	73
<표 19> 아이디어 계층3의 중요도/우선순위	74
<표 20> t-test(11년/12년)	78
<표 21> 반복측정 분산분석(11년/12년/13년)	78
<표 22> 모순매트릭스 및 해결책	80
<표 23> 각 컨셉의 아이디어 설명	80
<표 24> 제안된 아이디어 중요도 및 우선순위	81
<표 25> UDE 3에 대해 적용된 해결원리 및 해결방안	84
<표 26> 사례연구의 비교	85

그 림 목 차

<그림 1> 연구방법	3
<그림 2> 의사결정과 문제해결의 비교	4
<그림 3> CPS 6.1 버전 프레임워크	5
<그림 4> 창의적 문제해결 방법론_Biz_Solver	6
<그림 5> 소비자 구매의사결정 5단계	8
<그림 6> 문제해결프로세스	10
<그림 7> 연구주제별 논문발행 비율	13
<그림 8> 고전적 문제해결 방법과 TRIZ 접근방법 비교	14
<그림 9> TRIZ 문제해결 영역	15
<그림 10> 삼성 TRIZ 프로세스	15
<그림 11> LG TRIZ 접근방법론	16
<그림 12> TRIZ 핵심개념	17
<그림 13> 모순매트릭스	19
<그림 14> RCA ⁺ 모형	30
<그림 15> ARIZ 적용단계	30
<그림 16> TRIZ 문제해결 방법	31
<그림 17> TRIZ 도구의 사용	31
<그림 18> TRIZ 기술/비기술분야 적용	32
<그림 19> 기술과 비즈니스 TRIZ 체계	34
<그림 20> HOQ(House of Quality)	36
<그림 21> HOQ와 모순매트릭스 통합 모형	39
<그림 22> TRIZ와 Six Sigma 통합 모형	40
<그림 23> TRIZ와 Six Sigma 통합관리 프레임워크	40
<그림 24> TRIZ with Six Sigma 프로세스	41
<그림 25> AHP 계층화	42
<그림 26> 시스템 개선을 위한 접근방법	45
<그림 27> 연구조사 프레임워크	46
<그림 28> TRIZ-AHP 접근프레임	46

<그림 29> TRIZ-AHP 방법론	47
<그림 30> 수정된 방법론의 흐름도	48
<그림 31> Kano 품질속성	49
<그림 32> TRIZ-Kano 통합방법론	51
<그림 33> 문제의 접근방법 비교	53
<그림 34> 문제해결 단계와 기법	58
<그림 35> TRIZ-AHP 통합방법 연구모형	61
<그림 36> 원인분석 적용방법	63
<그림 37> 웹사이트 적용한 모순매트릭스	64
<그림 38> AHP 실행 순서	65
<그림 39> “L”기업 판매물류 프로세스	68
<그림 40> RCA ⁺ 분석	70
<그림 41> 모순매트릭스 적용	71
<그림 42> 제안된 아이디어 계층화	72
<그림 43> Excel을 이용한 가중치 및 일관성 비율 구하기	73
<그림 44> “L”기업 ARS 프로세스	75
<그림 45> “L”기업 재작업 개선지표 현황	77
<그림 46> 문제해결 절차 흐름도	82
<그림 47> “Y”사의 가중치가 적용된 현재 상황나무	83
<그림 48> UDE 3에 대한 갈등해소도	84

I. 서 론

1.1 연구의 배경

문제해결을 위한 장벽 중 하나인 심리적 타성(Psychological Inertia)은 자신이 가지고 있는 지식의 범주 내에서 해결책을 찾으려는 현상이다. 이것은 잘못된 지식으로 올바른 해결안을 찾으려는 끝없는 시도와 실패를 야기 시킬 수 있다(Ferreira, C. V., & Forcellini, F. A., 2000). 알트슐러에 의해 창안된 TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving)는 이러한 심리적 타성을 극복하는 방법론이다(Altshuller, 1999). 기술 문제해결을 위해 고안된 TRIZ는 최근들어 R&D, 품질관리, 마케팅, 경영 문제해결 방법으로 적용되어지고 있다(Livotov, P., 2008).

Mann, D., & Dewulf, S. (2001)와 Hua, Z., Yang, J., Coulibaly, S., & Zhang, B.(2006)는 TRIZ와 QFD(Quality Function Deployment), Six Sigma, 제약이론(Theory of Constraints), 생산&조립고려 제품설계(Design For Manufacture and Assembly)등과 같은 구조화된 문제해결 방법론부터 브레인스토밍, 마인드맵, 여섯 색깔 사고 모자기법(De Bono's Six Thinking Hats)등과 같은 심리학에 기반을 둔 다양한 문제해결 방법론들과의 통합연구 사례를 정리하였다.

Mann, D., & Dewulf, S. (2001)는 TRIZ와 다기준의사결정방법론(Multi-Criteria Decision Analysis)의 통합을 예측하기도 하였는데, 2000년대 후반부터 다기준의사결정방법론인 AHP와 통합연구가 나오기 시작하였다. 이뿐만 아니라 Kano, SERVQUAL 같은 방법론들도 TRIZ와의 통합연구가 시작되었다.

특히, AHP는 의사결정을 위한 가장 효과적인 방법으로 TRIZ와 AHP를 통합하여 사용하는 것이 더욱 효과적이라고 주장하고 있다(Lu, M. H., Madu, C. N., Kuei, C. H., & Winokur, D., 1994, Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S., 2013a, Li, T., 2010, Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K., 2014).

1.2 연구의 목적

경영혁신은 항상 가장 중요한 성공요인으로 간주되고 있으며 오늘날 혁신은 반드시 필요한 요인이라는 것은 명확한 사실이다. 경영환경이 역동적이고 빠르게 움직이고 정보기술과 국제적 네트워크망은 경영환경이 편하게 지속되는 경계를 무너뜨리고 있다. 대기업뿐만 아니라 중소기업까지 글로벌 규모의 경쟁과 서비스를 요구하고 있다.

이로 인해 경영혁신으로 기업들을 도와줄 견고하고 검증된 방법으로 많은 사람들이 TRIZ에 관심을 가지기 시작하였다(Souchkov, 2007). TRIZ를 혁신의 가장 현실적인 방법으로 인식하기 시작한 것이다.

예를 들면 삼성은 100명이상의 직원들이 TRIZ 전문가이며 이들에 의해 창조적인 프로젝트가 진행되고 있다(Kim Jung-Hyeon & Lee Jun-Young, 2005). LG전자는 매년 TRIZ 사내 인증교육을 통해 TRIZ Level I 100명, Level II 50명, Level III 5명, Level IV 1명을 보유하고 있다.

TRIZ는 기술 분야에서 사용되고 잘 알려져 있지만, 비기술 분야인 경영이나 관리 영역에서의 TRIZ의 적용은 많이 알려져 있지 않다. 그 이유는 TRIZ가 엔지니어들을 위해 엔지니어에 의해 고안된 방법론이기 때문이다. 그러나 1990년 중반부터 몇몇 TRIZ 전문가들이 경영관리 문제들에 대해서 TRIZ를 적용하기 시작하였다(Ruchti B. & Livotov P., 1999).

TRIZ내에서도 새로운 방향이 제시되고 있으며 최근에는 비즈니스 분야에 대한 TRIZ 연구가 활발히 개발되고 있다. Darrell Mann의 저서는¹⁾ Business TRIZ를 알리게 되는 중요한 단계가 되었다(Mann D., 2004).

혁신을 위한 많은 툴들이 있지만, 모든 툴들이 문제에 대한 해결책을 제안하지는 못한다(Hua, Z., Yang, J., Coulibaly, S., & Zhang, B., 2006). TRIZ는 해결 아이디어를 도출함으로써 기존의 방법론들의 단점을 보완할 수 있으며, 혁신을 위한 가장 유용한 도움을 제공할 수 있다. 이러한 이유로 문제해결을 위해 TRIZ와 다른 방법론들과의 통합이 필요하다(Hua, Z., Yang, J., Coulibaly, S., & Zhang, B., 2006).

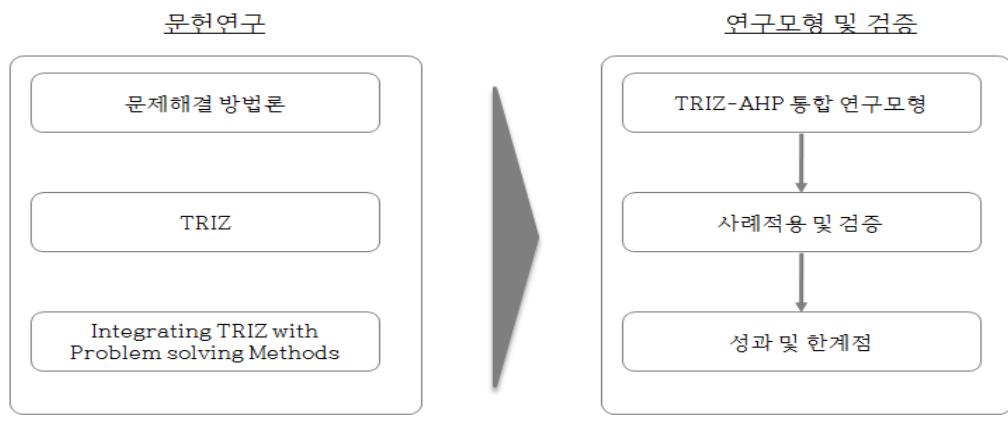
¹⁾ Hands-On Systematic Innovation for Business and Management

본 연구의 목적은 문제해결 기법들에 대한 기준 선행연구를 바탕으로 TRIZ와 AHP의 통합연구모형을 제안하고 기업 사례적용을 통해 제안된 연구 모형의 유의성을 검증하였다. 그리고 TRIZ를 처음 접하는 사람들은 TRIZ의 원리를 어렵게 생각하는 사람들이 많다(Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R., 2013). 본 연구를 통해 문제해결 방법론으로 TRIZ 연구를 시작하는 이들에게 도움이 되고자 하였다.

1.3 연구의 범위와 방법

본 연구의 범위는 문제해결 방법론들의 이론적 배경과 TRIZ에 대한 개념 및 툴들에 대해서 정리하였다. 이와 동시에 TRIZ와의 통합 또는 비교 연구들에 대한 선행연구들을 정리하였다. 특히 QFD, Six Sigma, Kano, AHP는 구체적 연구모형에 대한 사례연구를 2장 3절에서 정리하였다.

연구방법은 <그림 1>과 같이 기존의 문헌연구를 바탕으로 연구모형의 제안 하였고, 제안된 모형은 사례 적용을 통해 검증하고자 하였다. 검증방법은 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 대응표본 t-test 및 반복측정 분산분석을 실시하였고, 검증 결과를 바탕으로 연구의 성과 및 향후 연구방향에 대해 제안하고 있다.



<그림 1> 연구방법

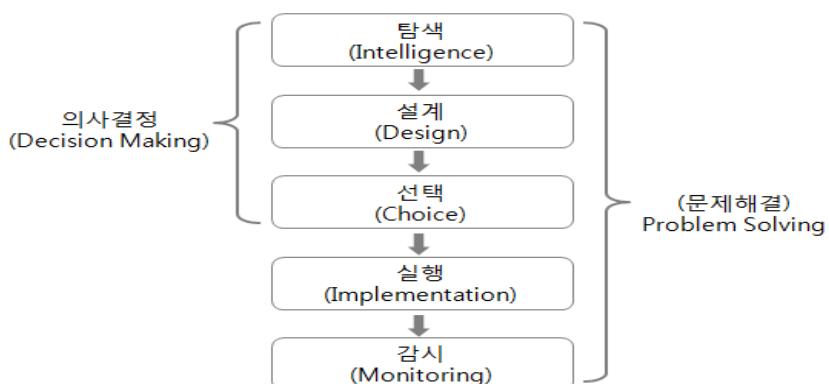
II. 이론적 고찰

2.1 창조적 문제해결 방법론

문제해결의 정의는 학자들마다 다양하게 정의하고 있다. 문제해결에 대해 Wheatley(1983)는 학습자가 무엇을 해야 될지 모르는 상황에서 취하는 행동이라 정의하였고, Szetela&Nicol(1992)는 “새로운 상황에 직면하였을 때, 주어진 사실들에 대한 관계형성 및 목표를 명확히 하여 해결 가능한 대안들을 찾는 것이다”라고 정의였다.

우정호(2006)는 문제인식과 문제해결에 대한 의지가 수반되는 반성적 사고 활동으로 목적달성을 위해 지적으로 통제된 활동으로 정의하고 있다. 일반적인 문제해결과 창조적 문제해결은 거의 유사하며 차이점을 구별하기는 어렵다(Langley et al., 1987).

문제해결(Problem solving)과 의사결정(Decision making) 분야의 Herbert Simon(1979)은 탐색(Intelligence), 설계(Design), 선택(Choice), 실행(Implementation), 감시(Monitoring) 5단계를 거친다고 주장하고 있다. Simon의 의사결정 모델에 의하면 문제해결이란 탐색, 설계, 선택, 실행, 감시 단계를 모두 포함하는 반면, 의사결정은 설계, 선택, 실행 단계의 활동으로 보고 있다.

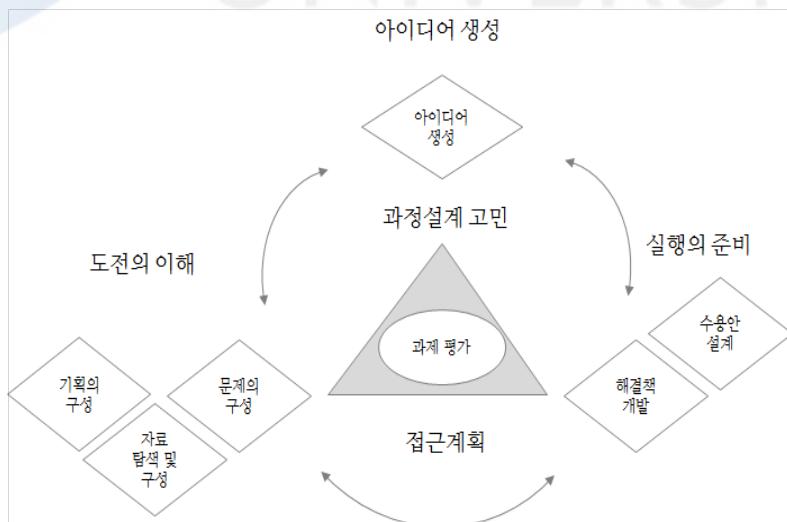


<그림 2> 의사결정과 문제해결의 비교(Herbert Simon, 1979)

의사결정은 문제해결의 한 부분으로 보지만 굳이 구분할 필요는 없다. 의사 결정을 하기 위해서는 문제탐색, 대안개발, 대안선택의 모든 과정이 이루어져야 하기 때문이다(김용진·진승혜, 2013).

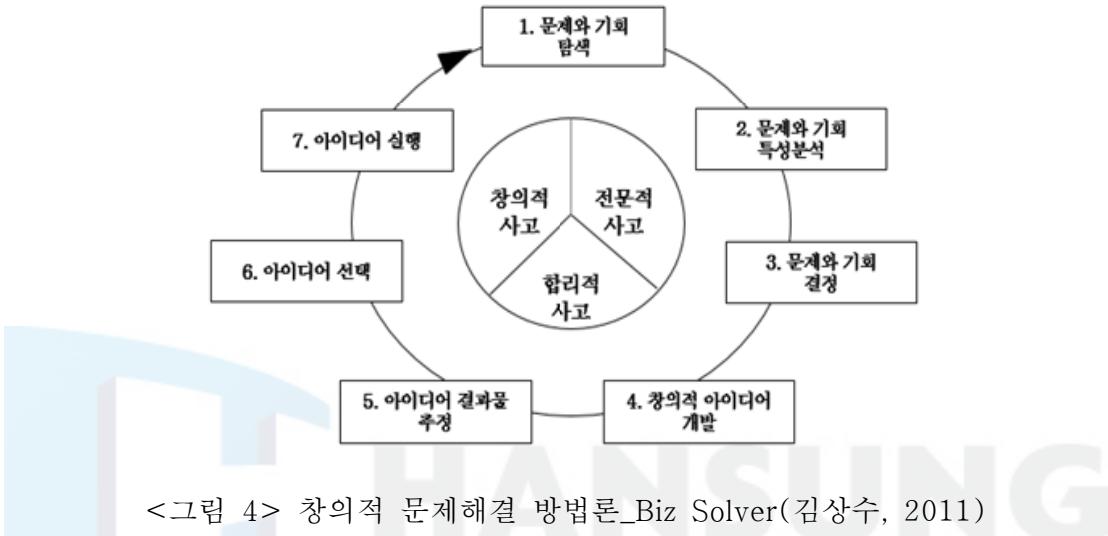
Simon의 의사결정 모델은 향후 다양한 문제해결과 의사결정 모델의 기반이 되어 다양한 창의적 문제해결 모형들이 개발되었다. 창의적 문제해결 모형(CPS)을 처음 제안한 Osborn(1953)은 “적응(Orientation) → 준비 → 분석 → 가설(Hypothesis) → 계획(Incubation) → 종합(Synthesis) → 검증(Verification)의 최초의 CPS 모형이라 할 수 있는 7단계를 제안하였으며, 이 모형을 Parnes(1967)은 사실발견(Fact-Finding) → 문제발견 → 아이디어 발견 → 해결안 탐색 → 해결안 수용의 5단계로 모형화 하였다.

Treffinger, Isaksen(1985)은 확산적 사고와 수렴적 사고가 균형을 유지하여 사용할 수 있도록 혼란발견(Mess-Finding)→ 자료발견(Data Finding)→ 문제발견(Problem Finding)→ 아이디어 발견(Idea Finding)→ 해결책 발견(Sloution Finding)→ 수용(Acceptance Finding)의 6단계로 정의하여 더욱 구체화되었다. Treffinger, Isaksen, Dorval(2000)은 창의적 문제해결모형을 <그림 3>와 같이 관리와 프로세스로 구성되어 있다.



<그림 3> CPS 6.1 버전 프레임워크(Isaksen, Dorval, 2000)

김상수(2011)는 Simon의 의사결정/문제해결 단계를 7단계로 확장하여 <그림 4> 와 같이 Biz-Solver라고 명칭 하였다.



<그림 4> 창의적 문제해결 방법론_Biz Solver(김상수, 2011)

데밍 사이클 PDCA 활동은 문제해결 절차에 대하여 품질 전문가들이 제시한 대표적 방법으로(Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K., 2010) PLAN, DO, CONTROL, ACTION로 구성되어 있다(Rita, S., & Lakshmi, K., 2009).

PLAN(계획)은 문제를 분석하고, 문제를 해결할 활동을 계획하고, DO(실행)은 계획단계에서의 활동을 실행하고 실행의 측정을 요구한다. CONTROL(검토)는 문제에 대해 효과여부를 평가하며, 마지막 단계인 ACTION(조치)는 결과를 산출하여 활동에 따른 프로세스를 수정하기 위해 적절한 행동을 취한다. 데밍 사이클은 기업, 대학, 서비스 조직 등에 적용되어 질수 있다(Brandt, R., 1992).

PDCA 4단계를 기본으로 모토로라사의 10단계 및 듀퐁사의 8단계 방법론이 있다. 순서와 절차는 다르나 내용은 PDCA 4단계를 기본으로 볼 수 있다. 모토로라사의 10단계는 1. 개선 주제선정 ->2. 팀 구성 -> 3. 현황분석 -> 4. 측정시스템 분석 -> 5. 원인분석 -> 6. 핵심원인분석 -> 7. 프로세스 능

력 조사 -> 8. 최적 해결책 모색 -> 9. 실시간 프로세스 모니터링 -> 10. 지속적인 개선 활동으로 구성되어져 있고, 듀퐁사의 8단계 문제해결 절차는 1. 고객 파악 -> 2. 관리 모수 파악 -> 3. 측정 방법 결정 -> 4. 프로세스 능력분석 -> 5. 문제해결계획수립 -> 6. 교육 훈련계획 구립 -> 7. 문제의 해결책실행 -> 8. 계속적인 평가 및 개선으로 구성되어져 있다(안병진·김상익, 2012b).

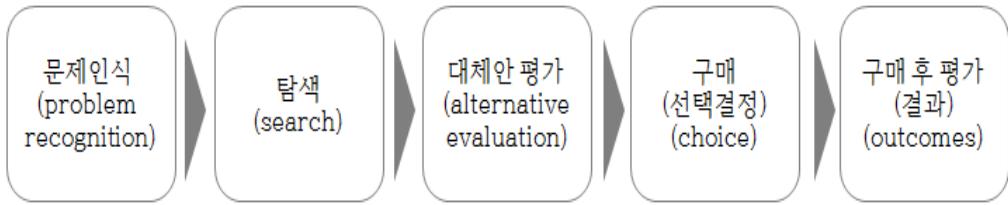
일반적인 문제해결 절차는 문제인식, 해결책 모색, 해결책 선택, 실행 4단계 절차로 설명되어 진다. 문제인식 단계에서는 문제를 발견하고 정의하며, 해결책을 모색하는 단계에서는 정의된 문제를 분석하여 해결안을 도출하게 된다. 그리고 해결책을 선택하는 단계에서는 도출된 해결안에 대한 비교 평가를 통해 선정하며, 실행단계를 통해 계획 수립 및 실행 결과 평가/조치를 실시하게 된다(안병진·김상익, 2012a).

<표 1> 일반적인 문제해결 절차

단계	해결절차	해결방법
1단계	문제인식	문제 발견 및 정의
2단계	해결책 모색	문제 분석 및 해결책 도출
3단계	해결책 선택	해결안 비교 평가 및 선정
4단계	실행	실행 계획 수립 및 결과 평가/조치

출처: 안병진·김상익, 2012a

문제를 해결하는 과정은 소비자가 제품을 구매하는 과정에서도 나타나다. 소비자 의사결정의 EBM(Engel-Blackwell-Miniard)모델은 정보 투입, 정보 처리, 의사결정과정, 의사결정 과정의 영향요인 4부분으로 구성되어 있다. 의사결정 과정은 문제인식, 정보탐색, 대체안 평가, 구매(선택결정), 구매 후 평가(결과)로 구성되어 있다(Engel, Blackwell and Miniard, 1995).



<그림 5> 소비자 구매의사결정 5단계(Engel, Blackwell and Miniard, 1995).

김용진 · 진승혜(2013)연구에서 문제해결 5단계 및 각 단계별 해결 기법을 28개로 요약하였다. 문제해결 단계는 문제의 정의, 현황파악, 원인분석, 대안의 개발, 대안의 평가로 구분하였다. 28개의 해결기법은 각 문제해결단계별로 분류하였다. <표 2>에서 제시하는 해결 기법들은 범용적 기법이므로 문제해결을 위한 충분조건은 되지 못한다고 연구에서 주장하고 있다. 각각의 해결단계에 적용 할 수 있는 구체적 해결기법들을 정리하였다.

<표 2> 문제해결단계와 문제해결기법

단계	해결단계	해결기법
1단계	문제 정의	파레토분석, 시스템 다이어그램, Problem Boundary, Expansion, Backward Forward Planning
2단계	현황 파악	SWOT 분석, 거시환경분석, 5 Forces Competitive Model, BSC Analysis, Value System Model
3단계	원인 분석	Cause-Effect Diagram, 5W's 1H, 5 Why 분석 방법론, Kepoer-Tregoe 분석
4단계	대안 개발	브레인 스토밍, Check List, Nominal Group Technique, 텔파이 기법, TRIZ, Analogy, Reversal Method
5단계	대안 평가	Cost-Benefit Analysis, Decision Tree Analysis, RISK Analysis, PMI Analysis

출처: 김용진 · 진승혜, 2013

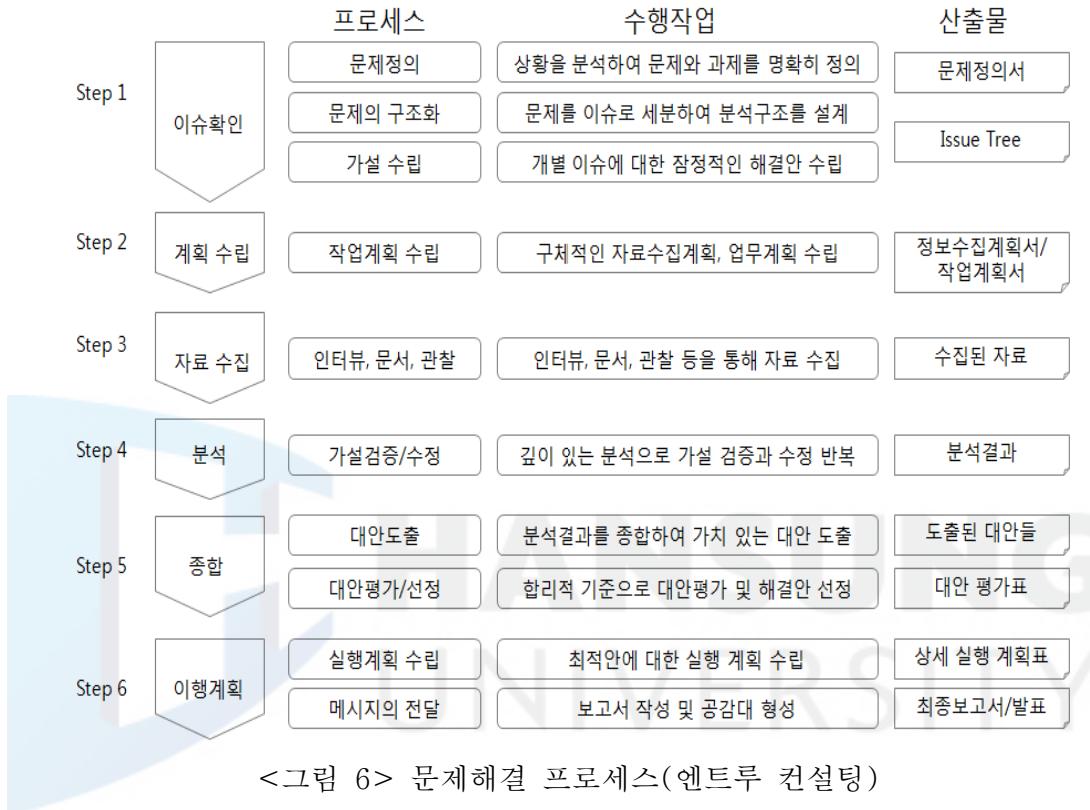
비즈니스 프로세스 개선 업무 단계(BPM연구회, 2009)는 1단계 개선우선순위 결정, 2단계 현재 비즈니스프로세스 분석 및 이해, 3단계 성과부족에 대한 데이터 수집, 4단계 성과 부족 현황 분석, 5단계 개선아이디어 도출, 6단계 개선과제 창출, 7단계 개선이행으로 총7단계로 정리하였다. 각각의 단계의 도구들은 <표 3>와 같이 정리하고 있다.

<표 3> 비즈니스 프로세스 개선단계

단계	해결단계	해결기법
1단계	개선우선순위 결정	Kano모델과 이해관계자 분석, SWOT분석, 경쟁세력 분석, 전략지도, 추세분석, 거미도표, 성과 매트릭스, 준거평정법, 품질기능전개(QFD)
2단계	현재 비즈니스프로세스 분석 및 이해	관계대응, 전통적 흐름도, 복합기능 흐름도, 프로세스 영역으로 구분된 흐름도, 다단계 흐름도, 통계를 추가한 흐름도
3단계	성과 부족에 대한 데이터 수집	표본추출법, 설문조사법, 점검표, 문제 집중 다이어그램
4단계	성과 부족 현황 분석	주요 사건기술법, 파레토 도표, 원인/결과 도표, 5why 기법, 산포도, 히스토그램, 연관도, 매트릭스 다이어그램, 존재 유무 분석, 병목현상 분석
5단계	개선아이디어 도출	브레인스토밍, 브레인라이팅, 크로퍼드메모쪽지법, 여섯 색깔 모자 기법, 명목집단기법, 쌍대비교
6단계	개선과제 창출	능률화, 이상적프로세스 수립활동, 품질기능전개(QFD), 통계적 프로세스관리, 6시그마, 비즈니스 프로세스 재설계, 벤치마킹
7단계	개선이행	A△T 분석, 계통도와 프로세스 결정 프로그램 도표, 역장분석

출처 : BPM연구회, 2009

컨설팅 회사들의 문제해결 프로세스 중 엔트루 컨설팅의 컨설팅 입문교육에서의 문제해결 단계는 <그림 6>와 같이 6단계로 정리하고 있다.



맥킨지 컨설팅사의 문제해결 프로세스는 1단계 문제정의(Definition), 2단계 문제 구조화(Structure), 3단계 이슈의 우선순위 결정(Prioritize Issues), 4단계 이슈 분석 및 워크플랜(Work Plan)수립, 5단계 분석 수행(Conduct Analysis), 6단계 분석 결과 종합 및 시사점 도출(Synthesize Finding), 7단계 제안 도출(Develop Recommendation)순으로 총 7단계로 구성되어 있다(이국희, 2011).

일반적인 문제해결에 대한 선행연구들은 단계별로 표현하는 방식의 차이는 있으나 문제를 정확히 인식한 후 근본원인을 발견하고 해결 방안을 도출하여 적용하는 공통된 단계들을 있음을 알 수 있다. 각 단계별 적용하는 기법들은 매우 다양하며, 특히 해결방안 도출기법으로 TRIZ가 언급이 되고 있다.

2.2 TRIZ

TRIZ란 ‘문제를 창의적으로 해결하기 이론’이란 의미의 러시아어 TRIZ(Теория_이론, Решения_해결, Изобретательских_발명, 3 задач_문제)의 머리글자를 영어식으로 표현한 것으로, 러시아 과학자 알트슐러 (Genrich Altshuller)와 그의 동료들에 의해 1940년대에 기술특허 사례 200만 건을 토대로 개발되었다.

모든 발명에는 공통의 법칙과 패턴이 있을 것이라고 믿었다(Altshuller, G., 1996). TRIZ의 단계별 수준을 보면 Level 1~3의 95%가 이전에 발명이 완료된 원리들이며 Level 4~5에 해당하는 5%만이 새로운 발견에 해당된다고 정리하였다(Gadd, 2011).

<표 4> TRIZ Level

수준	발명내용	비율	필요지식
Level 1	해당분야의 전문가들의 익숙한 방법을 이용한 해결책	32	개인적 지식
Level 2	현재 시스템에서 기능을 추가하여 얻어지는 개선	45	동일 산업내 지식
Level 3	현재 시스템의 획기적인 개선	18	타 산업내 지식
Level 4	신개념의 시스템 창조	3	기술이 아닌 과학
Level 5	획기적 신개념의 선구자적 발견	1	새로운 과학

출처 : Gadd, 2011

1950년대부터 TRIZ 이론을 논문과 책으로 발표하기 시작하였으며, 1990년대에는 TRIZ 학회를 설립하여 본격적으로 전파하기 시작하였다(Souchkov, 2008). TRIZ 원리가 서구에 알려지기 시작한 것은 구 소련의 붕괴 이후 러시아 학자들이 서구로 진출하면서 전파되었다. 국내 도입은 1995년 LG전자 생산기술원이 최초로 도입하였으며, 이후 삼성전자, 포스코, 현대자동차 등에서 채택하였다(이국희, 2011).

2000년 이후 기술적 난제해결 및 혁신적인 상품개발에 기여한 사례들이 나타나고 있으며, 학문적 융합 추세에 따라 TRIZ 개념과 원리를 비즈니스 혁신과 문제해결에 적용하는 노력이 시작되고 있다. TRIZ의 태생은 기술적 해결을 위해 개발되었지만, 현재는 다양한 분야에 적용되고 있다(IMORE, 2013).

2.2.1 TRIZ 연구동향

TRIZ를 연구하는 사람들은 왜 많은 TRIZ 툴들이 있고, 어떻게 진화되어 왔는지 궁금할 것이다. Souchkov(2008)는 TRIZ 역사를 다음과 같이 정리하였다. 1946~1950년에 알트술러가 TRIZ를 개발하기 시작하였고, 1950~54년 사이는 구소련의 발명시스템에 대한 비판하는 편지를 스탈린에 보냈다가 정치범으로 구속이 되었으며 1954년에 석방되었다.

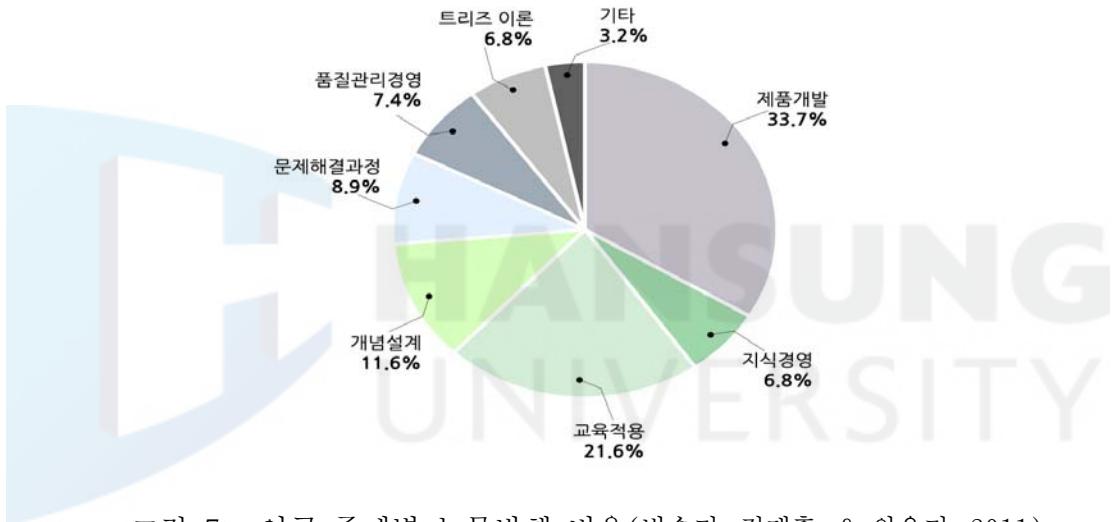
1956년 G.Altshuller와 R.Shapiro가 "About Technical Creativity"라는 논문을 발표하였는데, 이것이 TRIZ의 첫 공식 발간물이었다. 그 내용은 기술적 모순과 이상성, 창의적 사고력(현재는 Multi-Screen Diagram Thinking 또는 System Operator로 알려져 있음)과 기술진화의 법칙, 발명원리의 개념들이 포함되어 있다.

1956~1959년 사이에 IFR(Ideal Final Result)이 소개가 되었고 1963년에는 ARIZ라는 용어가 처음 소개되었다. 1971년에는 40가지 발명원리, 1975년 76가지 표준해, 1985년 ARIZ-85C와 같은 TRIZ의 Main Tool들이 개발되었다.

1900년에는 TRIZ 저널이 발간되었으나 97년 재정적 사유로 문을 닫았다가 2005년 재발간 되었으며 1998~2004년 사이에는 TRIZ 전문가들이 I-TRIZ, TRIZ+, xTRIZ, creaTRIZ, OSTSM-TRIS와 같은 자신들만의 TRIZ버전을 개발하였다. 알트술러의 TRIZ와 용어 혼란을 피하기 위해 1998년부터 Classical TRIZ로 구분하였다.

이 시대부터 기술 분야가 아닌 비즈니스 분야에도 적용되기 시작되었으며, 품질도구와 Six Sigma와 같은 현대 방법론들과의 통합연구도 2000년대부터 시도되기 시작되었다.

TRIZ의 국내 연구동향은 TRIZ가 연구되기 시작한 1998년부터 2010년 사이 국내 학술지 및 학위논문들을 대상으로 박수진, 김태훈 & 왕유진 (2011)의 연구에서 발행지 유형별, 연구주제별, 연구방법, 연구대상, 연구자 특성을 기준으로 다음과 같이 정리하고 있다. 발행지 유형별 동향은 1998년 석사학위논문 3편, 학술지 1편의 총 4편을 시작으로 2010년에는 석사학위논문 11편, 학술지 17편, 박사학위 2편으로 총 30편이 발간되었다. TRIZ 연구는 점진적으로 증가하는 추세를 보이고 있음을 알 수 있다. 연구 주제별 동향은 <그림 7>와 같이 보여주고 있다.



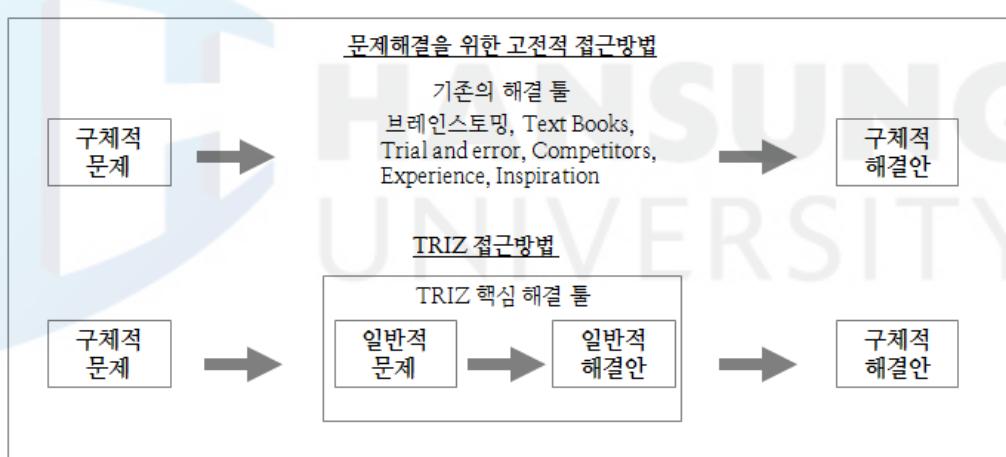
<그림 7> 연구 주제별 논문발행 비율(박수진, 김태훈, & 왕유진, 2011)

박수진, 김태훈 & 왕유진(2011)의 연구에서 TRIZ 통합연구에 대한 주제는 분류가 되어 있지 않아 알 수가 없었으나, 국내 TRIZ 통합연구의 사례는 정해성(2013), 윤희성 & 김창은(2001), 박수동 & 박영택(1998), 임현수, 김태훈, 조훈희 & 강경인(2012)의 TRIZ-QFD 통합방법론 연구, 허형조(2013), 허용정, 홍성도 & 김재민(2013), 이성수, 안영수, 황인극 & 김영석(2013)의 TRIZ-Six Sigma 통합연구, 류시욱(2011)의 TRIZ-TOC 통합연구, 서승우 & 박강(2004)의 TRIZ-Brainstorming 통합연구, 구희진, 김태영, 정윤정 & 홍석수(2007)의 TRIZ-Kano 통합연구, 이상운, 이경원 & 김원식(2005)의 TRIZ-Six Hats 통합연구 등 그 외 다수의 통합연구가 국내에서도 꾸준히 연구되고 있음을 알 수 있다.

연구방법 동향은 총 149편 중 사례연구가 66편(34.7%), 개발연구 46편(24.2%), 문헌 연구 31편(16.3%), 실험연구 18편(9.5%), 조사연구는 15편(7.9%), 비교분석연구가 14 편(7.4%)으로 되어있다. 국내 TRIZ 연구동향 분석에서도 알 수 있듯이 많은 연구자들에 의해 다양한 분야와 연구방법으로 점진적으로 연구가 증가되고 있음을 알 수 있다. 통합연구에 대한 이론적 배경은 2장 3절에서 보다 자세히 정리하였다.

2.2.2 TRIZ 방법론

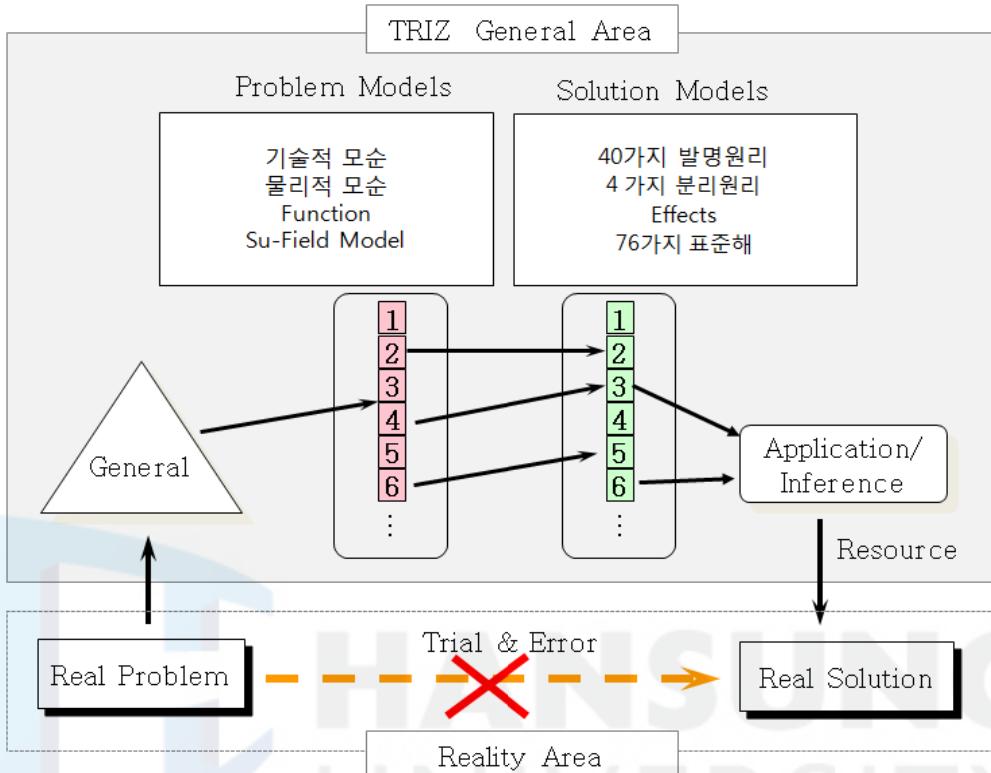
브레인스토밍 같은 기존 문제해결 방법론들의 접근방식은 발생한 문제에 대해 시행착오를 거쳐 해결책을 직접 찾는 반면, TRIZ 문제해결 기법의 가장 큰 특징은 <그림 8>와 같이 발생한 문제를 TRIZ 추상영역으로 일반화시켜 해결방안을 찾는 것이다.



<그림 8> 고전적 문제해결 방법과 TRIZ 접근방법 비교

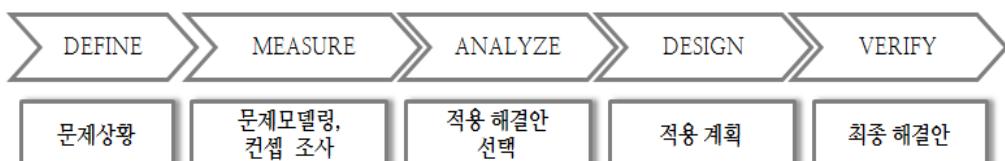
(Frobisher, P., Dekoninck, E. A., Mileham, A. R., & Vincent, J. F. V., 2010)

TRIZ의 문제해결 접근방법론을 TRIZ 다양한 툴들과의 관계를 구체적으로 보여주는 <그림 9>은 문제단계에서 기술적 모순, 물리적 모순 등과 같은 TRIZ만의 문제모델을 정의하여 40가지 발명원리, 분리원리 같은 TRIZ 만의 해결모델에 접목하여 문제를 해결하는 프로세스이다. 즉, 일반적인 문제를 TRIZ 만의 문제로 추상화시켜 응용/유추하여 해결안을 도출하는 문제해결 방법이다.



<그림 9> TRIZ 문제해결 영역(Prim, M. F., & Trabasso, L. G. (2005), LG 전자.)

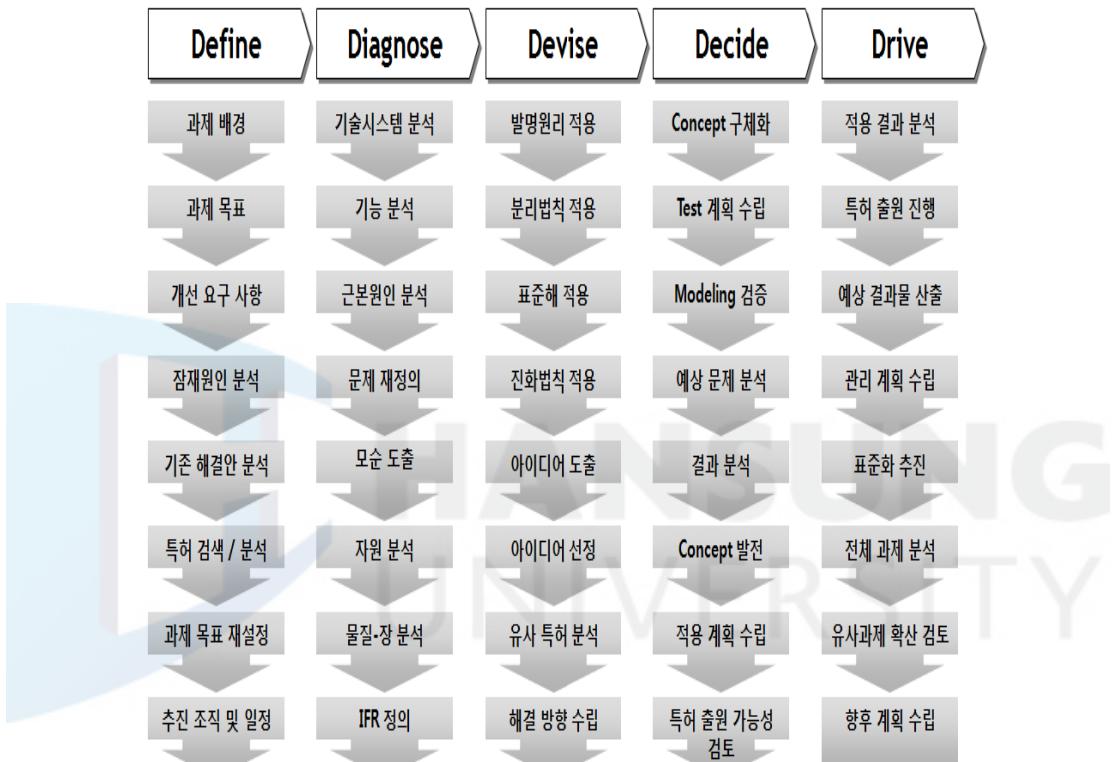
기업들은 TRIZ의 기본 접근방법론을 기반으로 단계별 적용방법을 각각의 상황에 맞게 TRIZ 적용 프로세스를 정립하고 있다. 삼성 프로젝트팀은 TRIZ 프로세스를 <그림 10>와 같이 5단계로 구분하였다. Define 단계는 문제를 명확히 하기 위해 ISQ(Inventive Situation Questionnaire)를 사용하였고, 분석단계와 아이디어 도출단계에서는 ARIZ와 TRIZ 툴을 사용하였다.



<그림 10> 삼성 TRIZ 프로세스

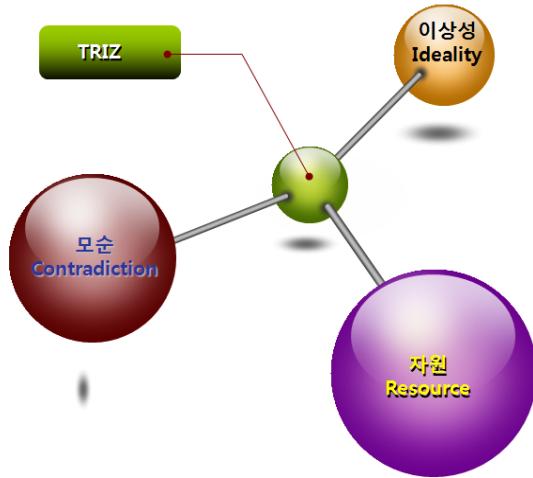
(Kang, S. W., Kim, J. S., Lee, J. Y., Krasnoslobodtsev, V., & Severinets, G., 2004)

LG전자는 TRIZ의 적용단계를 5단계의 프로세스를 TRIZ 5-D 프로세스라 정의하고 단계별 실행계획 8단계를 정의하여 전체 40단계로 진행한다. 문제의 종류에 따라 40단계 중 선별적으로 적용해도 무관하다. 특히, 진단(Diagnose)단계에서 근본원인 분석에 사용되는 기법은 RCA를 사용하여 문제를 재정의 하고 모순을 정의한다.



<그림 11> LG TRIZ 접근방법론

TRIZ의 방법론 및 기법들을 기업들의 상황에 맞게 활용하고 있음을 알 수 있다. TRIZ의 방법론에서도 언급되는 기법들 중 TRIZ의 핵심개념은 이상성(IFR, Ideal Final Result), 자원(Resources), 모순(Contraction)이다(Mann, D., 2001).



<그림 12> TRIZ 핵심개념(Mann, D., 2001, LG전자)

알트술러에 의해 소개된 이상성(Ideality)이란 이상적 최종결과(Ideal Final Result)로부터 유래되었고, 이상적 목표 설정을 통하여 고정관념과 심리적 관성에서 탈출하고 정확한 목표설정을 통하여 시행착오를 최소화하고자 하였다. 시스템의 이상성은 다음과 같은 수식으로 표현된다(Souchkov, V., 1997). 유용한 기능은 최대화 하고 유해한 기능과 비용은 최소화하여 이상성을 추구하는 것이다.

$$\text{이상성} = \frac{\sum \text{유용한 기능}}{\sum \text{유해한 기능} \times \sum \text{비용}}$$

그리고 이상성을 추구하는 이상시스템(Ideal System)이란 시스템은 존재하지 않으나 그 기능은 수행되는 시스템으로 최종적으로 도달해야 할 목표로서 이상적 최종결과라고 부른다(Mishra, U.,2007). “불가능이라는 생각을 하지 말아야 하며 모든 것을 가능하다고 생각하여야 한다(Gadd, 2011). 가능하다고 생각하는 바탕에서 새로운 아이디어가 발생한다.“라는 것이 TRIZ 기본사상이며 이상성으로 설명할 수 있다(Mann, D., 2001).

이것은 혁신적인 해결안을 추구하는 데에 사용하는 최적의 자원(Resources)을 정의하고 이해하는 데 도움이 된다(Savransky, Semyon D.,2002). TRIZ의 기본사상은 절충안을 찾는 것이 아니라 이상성을 추구하는 것이라 설명할 수 있다(Terninko, John, Alla Zusman, and Boris Zoltin, 1998).

TRIZ에서 모순의 종류는 기술적 모순(Technical Contradiction)과 물리적 모순(Physical Contradiction)으로 나누어진다. 기술적 모순은 어떤 속성 또는 시스템의 기능을 개선하려면 해당 시스템 다른 속성의 기능을 하락시키는 현상을 수반하게 된다. 예를 들어 자동차의 속도를 향상시키기 위해 엔진을 크게 만들면 출력은 좋아지나 자동차의 무게가 증가하게 된다.

물리적 모순은 동일 시스템 내에서 물리적 조건에 부합하지 않는 요구사항이 생길 때 발생된다. 시스템을 유지하면서 동시에 부정적인 기능을 동시에 가지고 있다. 예를 들면 우산이 크면 비를 막는 데 도움이 되나 휴대하기 불편하게 된다. 즉, 우산의 크기는 비를 피하기 위해 커야 함과 동시에 편리하게 휴대하기 위해 작아야 한다(Ilevbare, Imoh M., 2013).

TRIZ에서 문제는 적어도 하나 이상의 모순을 포함하고 있으며, 모순을 해결하는 것이 문제를 해결하는 것이라고 말하고 있다(Mann, Darrell L., and Ellen Domb., 2003).

자원(Resource)이란 문제를 해결하기 위하여 사용할 수 있는 모든 것을 말하며 즉 물질, 에너지, 시간, 공간 등 문제해결에 쓸 수 있는 모든 것을 자원이라고 말한다. TRIZ의 자원 활용은 시스템내부, 상위 시스템, 환경 같은 자원의 위치별 구분과 예비자원, 숨은 자원, 파생자원 같은 속성에 따라 구분할 수 있다. 즉, 주위 자원의 활용을 극대화하여 모순을 해결함으로써 이상적 최종 결과(IFR)에 도달할 수 있다(Mann, Darrell L., 2003).

TRIZ는 문제해결을 위한 다른 방법론보다 상당한 장점을 가지고 있다. 브레인스토밍, 마인드 맵핑, 사다리 사고기법 등과 같은 방법론들은 문제를 발견하고 원인을 분석하는 능력은 가지고 있으나, 문제에 대한 해결책 제안을 하는 능력은 부족하다. 달리 말하면 TRIZ는 문제를 정의하고 해결안을 제안하는 데 도움을 주는 강력한 방법론이라고 할 수 있다(Gadd, 2011).

TRIZ 역사에서도 언급 하였듯이 1940년대에서 2000년대까지 TRIZ의 다양한 Tool들이 개발되었다. 알트슐러와 그의 동료들에 의해 개발된 TRIZ 기법들과 개념들에 대해서 Souchkov(2013)는 다음과 같이 정리하였으며, 해당 기법과 개념들에 대해 선행연구를 기반으로 보완 설명하였다.

– 40가지 발명원리 : 기술적/물리적 모순에 대한 개념적 해결방안을 제시

- 76가지 표준해(76 Standard Solutions) : 모순을 정의할 필요 없이 시스템 문제를 해결 하는 것.
- 분리 법칙(Separation Principles) : 물리적 모순을 해결하고 이해하기 위하여, 문제와 관련된 발명원리로부터 해결책을 알려주는 방법
- 모순매트릭스(Contradiction Matrix) : 39가지의 기술 파라미터의 매트릭스는 가로와 세로로 각각의 파라미터들이 정렬되어 있다. 기술모순 해결을 위해 적용되어지는 40가지 발명원리를 알려 주는 데 사용되어 진다.

악화되는 특성(B)		1	2	...	14	...	39	생산성
		움직이는 물체의 무게	움직이지 않는 물체의 무게	강도	...			
개선하려는 특성(A)	1	움직이는 물체의 무게			28, 27, 18, 40			<제안된 해결 원리> 28. 기계적인 시스템을 비기계적인 시스템으로 교환한다. 27. 고가인 내구성 있는 물질 대신에 경제적으로 수명이 짧은 물질을 사용 18. 진동 40. 복합적인 물질
	2	이동하지 않는 물체의 무게						
⋮								
38	자동화 정도							
39	생산성							"공학적 발명 원리와 사례들을 활용하여 구체적 해결안 유추"

<그림 13> 모순매트릭스(Altshuller, G., 1996)

모순행렬은 1964년 16개의 파라미터와 31개의 발명원리에서 1971년에 39개의 파라미터와 40가지의 발명원리가 현재까지 사용되고 있다. 모순행렬에서 비어있는 셀은 해결할 수 있는 발명원리가 없는 것이 아니라 통계적으로 활용 빈도가 높지 않은 것을 의미한다. 제시된 발명원리를 이용했는데도 적절한 해결안이 떠오르지 않을 경우는 다른 발명원리들을 각각 적용하여 해결안을 유추하도록 한다. 모순매트릭스에 적용되는 알트슐러의 39가지 파라미터는 다음과 같이 정리하였다.

1. 움직이는 물체의 무게(Weight of moving object)

: 중력장에서의 물체의 질량, 물체가 지지물이나 suspension에 작용하는 힘.

2. 정지 상태인 물체의 무게(Weight of stationary object)
 - : 중력장에서의 물체의 질량, 물체가 지지물이나 suspension에 작용하는 힘(정지면)
3. 움직이는 물체의 길이(Length of moving object)
 - : 임의의 한 선형 차원이 길이로 간주된다.
4. 정지상태의 물체의 길이(Length of stationary object)
 - : 임의의 한 선형 차원이 길이로 간주된다.
5. 움직이는 물체의 면적(Area of moving object)
 - : 선에 의해 둘러싸인 평면으로 묘사된 기하학적인 특성
6. 정지 상태인 물체의 면적(Area of stationary object)
 - : 선에 의해 둘러싸인 평면으로 묘사된 기하학적인 특성
7. 움직이는 물체의 부피(Volume of moving object)
 - : 물체에 의해 차지한 공간적 체적
8. 정지 상태인 물체의 부피(Volume of stationary object)
 - : 물체에 의해 차지한 공간적 체적
9. 속도(Speed)
 - : 물체의 속력(velocity)-시간당 과정 또는 작용의 진행율
10. 힘 또는 강도(Force or Intensity)
 - : 시스템간의 작용력, 뉴톤계에서 힘은 질량*가속도, TRIZ에서 힘은 물체의 조건을 변화 시킬 의도인 상호작용
11. 응력 또는 압력(Stress or Pressure)
 - : 단위 면적당 힘 또는 인장력
12. 형상(Shape)
 - : 외부 윤곽선, 시스템의 외형
13. 물체의 구성요소의 안정성(Stability of object's composition)
 - : 시스템의 완전성-시스템 구성부품들의 관계, 마모, 화학분해 및 분해는 모두 안정성의 감소를 가져온다. 엔트로피 증가는 안정성을 감소.
14. 내구력(Strength)
 - : 물체가 힘에 대응하여 저항할 수 있는 정도

15. 움직이는 물체의 작용지속시간(Duration of action of moving object)
: 물체가 작용을 수행할 수 있는 시간, 서비스 수명, 지속성
16. 정지물체의 작용 지속시간(Duration of action of stationary)
: 물체가 작용을 수행 할 수 있는 시간, 서비스 수명, 지속성
17. 온도(Temperature)
: 물체나 시스템의 열정적인 상태, 온도의 변화율에 영향을 주는 열용량과 같은 다른 열적인 변수도 포함한다.
18. 조도(Illumination intensity or Brightness)
: 단위면적당 광속(Light flux) 또는 밝기, 빛의 질과 같은 다른 변수도 포함한다.
19. 움직이는 물체에 의한 에너지이용(Use of energy by moving object)
: 일을 하기 위한 물체의 능력, 고전역학에서 에너지는 힘*거리 이다.
20. 정지물체에 의한 에너지 이용(Use of energy by stationary object)
: 일을 하기 위한 물체의 능력, 고전역학에서 에너지는 힘*거리 이다.
21. 동력(Power)
: 일이 수행되는 시간율, 에너지 사용율
22. 에너지 손실(Loss of energy)
: 행해진 일에 공헌하지 못한 에너지
23. 물질의 손실(Loss of substance)
: 부분 또는 전체, 영구 또는 일시적인 시스템의 재료, 물질, 부품 또는 서브시스템의 손실
24. 정보의 손실(Loss of information)
: 부분 또는 전체, 영구 또는 일시적인 데이터의 손실, 간혹 향기, 직물과 같은 감각 데이터
25. 시간 손실(Loss of time)
: 시간은 활동의 지속성이다. 시간손실을 개선함은 활동을 위해 취해진 시간감소를 의미한다. “싸이클 타임 감소”가 일반화된 용어임.
26. 물질의 양(Quantity of substance)
: 시스템의 재료, 물질, 부품 또는 서브시스템의 수 또는 양을 의미

27. 신뢰성(Reliability)

: 시스템의 외도된 기능을 예전된 방법이나 조건으로 수행할 수 있는 시스템의 능력

28. 측정의 정밀도(Measurement accuracy)

: 시스템의 실제 물성치에 대한 측정치의 근사성. 측정 오차를 줄이는 것은 측정의 정밀성을 높이는 것이다.

29. 제조의 정확도(Manufacturing precision)

: 시스템 또는 부품의 실제특성이 요구된/명시된 특성과 일치하는 정도

30. 물체가 영향 받는 유해 인자(Object-affected harmful factors)

: 외적으로 발생된 유해한 영향에 대한 시스템의 민감성

31. 물체가 생성한 유해 인자(Object-generated harmful factors)

: 유해한 영향은 물체 또는 시스템 기능의 질이나 효율을 저하시키는 것이다. 이들 유해한 영향은 물체나 시스템에 의해 생성된 것이다.

32. 제조의 편이성(Ease of manufacture)

: 물체나 시스템을 만들 때 쉬운 정도

33. 작동의 편이성(Ease of operation)

: 단순성

34. 유지 보수의 편이성(Ease of repair)

: 시스템의 결함을 수리하는 시간, 편리성, 안락과 같은 질적 특성

35. 적응성 또는 다양성(Adaptability or Versatility)

: 시스템/부품이 외부의 변화에 긍정적으로 대응하는 정도 또는 다양한 환경에서 다양한 방법으로 사용될 수 있는 시스템을 의미함.

36. 장치의 복잡성(Device complexity)

: 시스템 내에서 상호작용하는 요소들의 수와 다양성

37. 감지 및 측정의 난이성(Difficulty of detecting and Measuring)

: 복잡한 시스템을 측정하고 모니터링 하는 데는 많은 시간과 노력이 든다.

38. 자동화의 확장(Extent of automation)

: 시스템/부품이 human interface 없이 자체의 기능을 수행할 수 있는

정도 최하위레벨은 수동으로 동작하는 도구를 사용, 중간레벨은 인간이 도구를 프로그램하고 동작을 관측하고 중지 또는 재프로그래밍이 필요한 수준, 상위레벨은 기계가 필요한 동작을 느끼고 스스로 프로그램하고 자체의 동작을 모니터링한다.

39. 생산성(Productivity)

: 단위 시간당 시스템에 의해 수행된 기능이나 동작의 수, 단위 기능이나 동작에 소요되는 시간, 단위 시간당 생산량, 단위 생산량 당 비용.

39가지의 기술 파라미터 <표 5>와 같이 요약 정리하였다.

<표 5> 39가지 파라미터

No	파라미터	No	파라미터
1	움직이는 물체의 무게	21	동력
2	정지 상태인 물체의 무게	22	에너지 손실
3	움직이는 물체의 무게	23	물질의 손실
4	정지상태의 물체의 길이	24	정보의 손실
5	움직이는 물체의 면적	25	시간 손실
6	정지 상태인 물체의 면적	26	물질의 양
7	움직이는 물체의 부피	27	신뢰성
8	정지 상태인 물체의 부피	28	측정의 정밀도
9	속도	29	제조의 정확도
10	힘 또는 강도	30	물체가 영향 받는 유해 인자
11	응력 또는 압력	31	물체가 생성한 유해 인자
12	형상	32	제조의 편이성
13	물체의 구성요소의 안정성	33	작동의 편이성
14	내구력	34	유지 보수의 편이성
15	움직이는 물체의 작용지속시간	35	적응성 또는 다양성
16	정지 물체의 작용 지속시간	36	장치의 복잡성
17	온도	37	감지 및 측정의 난이성
18	조도	38	자동화의 확장
19	움직이는 물체에 의한 에너지이용	39	생산성
20	정지 물체에 의한 에너지 이용		

알트슐러는 모든 발명문제 즉 모순을 포함하고 있는 문제의 이면에는 이 모순을 해결할 수 있는 발명원리들이 있다는 것을 발견하였고, 기술적 모순을 해결할 수 있는 TRIZ의 40가지 해결원리(Inventive Principles)를 정립하였다.

1) 분리의 원칙(Segmentation)

-물체를 부분으로 나누거나, 쉽게 조립 또는 분리가 되도록 한다.

사례 : 에어컨 실외기, 조립식 가구 등

2) 추출(Extraction/Removal/Taking out)

-필요한 부분만 추출하거나 제거한다.

사례 : 홍삼엑기스 추출, 식당에서의 비흡연석

3) 부분품질(Local quality)

-여러 부분이 다른 기능을 수행하거나, 각 부분이 최상의 작동조건이 되도록 한다.

사례 : 각기 다른 음식을 담을 수 있는 식판, 기업내 소사장 제도

4) 비대칭(Asymmetry)

-대칭을 비대칭으로 하거나 비대칭 정도를 높인다.

사례: 운하 갑문의 수면 높이 차이를 이용하여 배를 이동

5) 통합(Merging, Consolidation)

-동일, 유사, 연관 기능을 수행하도록 결합 또는 통합

사례 : 스팀청소기, 쇼핑몰(영화+음식점+스포츠 센터 등)

6) 다용도/다기능(Multi-function, Universality)

-여러 용도로 기능이 발생하도록 한다.

사례 : 스위스칼(일명 맥가이버 칼)

7) 중첩/포개기(Nesting)

-상자 안에 또 상자를 집어넣거나, 물체가 빈 공간을 지나 다른 물체 안으로 들어가게 한다. 사례: 망원경, 접는 라디오 안테나

8) 힘의 상쇄(Counter-weight, Anti-weight)

-상승력을 갖는 다른 것에 결합하여 활성화시킨다.

사례 : 헬륨가스가 나느 풍선에 광고물 부착

9) 사전반대조치(Prior—counter action, Preliminary anti—action)

—유해한 효과를 제거하기 위해 미리 반대 조치를 취한다.

사례 : 임금 피크제, 특허 등록을 통한 재산권리 보호

10) 사전조치(Preliminary action)

—요구되는 작업을 미리 수행한다.

사례 : 선불카드, 자기계발을 통한 자격증 취득

11) 사전예방조치(Preliminary compensation, Beforehand cushioning)

—미리 안전 및 예방조치를 취한다. 사례 : 에어백, 공사장의 안전모

12) 굴리기(Equipotentiality, Remove Tension)

—효과적인 자원을 이용하여 환경을 변화시킨다.

사례 : 서산 방조제 유조선을 이용한 물막이 공사

13) 역방향(Do it Reverse)

—반대작용을 실행하거나, 돌리거나 뒤집는다.

사례 : 티저광고, 고객이 가격을 결정하는 역경매

14) 곡선화(Curvature Increase)

—직선 부분을 곡선 부분으로, 평면을 곡면으로, 직선운동을 회전 운동으로 바꾼다.

사례 : 신발 바닥의 곡선화(마사이 위킹슈즈), 순환근무

15) 역동성 증가(Dynamicity)

—자유롭게 움직일 수 있도록 한다. 사례 : 자동차 전동 거울

16) 초과 또는 부족(Partial or Excessive Action)

—100% 달성이 어렵다면 그보다 더하거나 빼는 방법으로 해결

사례 : 도장할 때 초과해서 칠하고 여분은 제거

17) 차원 변경(Dimension Change)

—차원을 바꾸거나 반대측면에서 바라본다.

사례 : 오프라인교육을 온라인 교육으로 전환, 소비자 조사

18) 진동(Mechanical Vibration)

—물체가 진동 운동하게 하거나, 고정된 상황 또는 변수를 바꿔본다.

사례 : 진동 날 면도기, 핸드폰 터치&반응

19) 주기적 조치(Periodic Action)

-지속적 작용에서 주기적 작용으로 바꾸거나, 작용과 그 다음 작용 사이의 시간 간격을 이용한다.

사례 : 버스 전용차로, 경고등이 잘 보이도록 간헐적으로 번쩍인다.

20) 유용한 작용의 지속(Continuity of Useful Action)

-중단 없이 가동되도록 하거나, 동작 중단이나 간헐적 동작을 없앤다.

사례 : 24시간 편의점, 스키장의 여름 골프

21) 급속 통과(Rushing Through/Hurrying)

-해롭고 위험한 단계를 빨리 통과하여 고속으로 처리한다.

사례 : 고속도로 톤게이트의 하이패스

22) 전화위복(Convert Harmful to Useful)

-유해한 요소를 이용해서 유해함을 제거하거나, 유해한 정도를 증가 시켜 더 이상 유해하지 않게 한다.

사례 : 뱀의 독을 이용한 의약품 개발, 산불을 막기 위한 맞불

23) 피드백(Feed Back)

-피드백을 도입한다.

사례 : 모니터링 및 VOC(Voice of Customer)

24) 중간 매개물(Intermediary)

-작용을 증가하거나 통과하는 매개체를 사용한다.

사례 : 뜨거운 냄비를 집는 보조 홀더

25) 셀프 서비스(Self Service)

-시스템이 스스로 기능을 완성하도록 한다. 낭비되는 에너지와 재료를 이용한다. 사례 : 편의점 셀프 매대, 화장실 센서 부착/자동 센서문

26) 복제(Copying)

-이용하기 불편하고, 복잡하고, 비싸고, 깨지기 쉬운 원래 물건 대신에 복제물을 이용한다. 사례 : 세미나에 참가 하는 것 보다 녹화 동영상을 본다.

27) 일회용품(Disposables)

-비싸고 수명이 긴 물체를 값싼 일회용품 물건으로 바꾼다.

사례 : 일회용 주사기, 렌터카

28) 기계적 상호작용 대체(Mechanical interaction substitution)

-비유를 들어 표현하거나, 기계적 장치를 광학, 음향, 미각과 같은 다른 시스템으로 바꾼다.

사례 : 지폐를 대신하는 마그네틱 카드

29) 유동성(Fluid)

-단단한 것을 유동적인 것으로 대체 한다.

사례 : 에어 펌핑을 이용한 신발

30) 얇은 막(Flexible and Thin Films)

-유연하고 얇은 막을 이용하여 유해한 환경으로부터 격리시킨다.

사례 : 캡슐형태의 약

31) 다공성(Porous material)

-가볍게 하거나 단순화 한다.

사례 : 탄소섬유 골프채

32) 색상 변화/광학특성 변화(Changing color/Optical property changes)

-물체 또는 환경의 색을 바꾸거나, 투명도를 바꾼다.

사례 : 누드PC, 썬 그라스의 반 투명도를 변화시킨다.

33) 동질성(Homogeneity)

-본래의 성질을 유지하거나, 상호작용하는 객체를 같거나 비슷한 성질로 만든다.

사례 : 다이아몬드를 자르기 위해 다이아몬드를 사용

34) 폐기 및 재생(Discarding and Recovering)

-사물의 요소가 기능을 마치면, 그것을 폐기하거나 변경시킨다.

사례 : 총의 탄피, 약의 캡슐, 가축분뇨의 메탄가스 활용한 연료

35) 속성 변화(Parameter changes)

-물체의 물리적 상태(농도, 밀도, 유연성, 온도, 부피등)을 변화시킨다.

사례 : 액체비누

36) 형상 전이(Phase transition)

-부피변화, 열 흡수/발산 등과 관련된 현상을 이용한다.

사례 : 냉장고 냉매(기화와 액화 현상이용)

37) 관계 변화(Relationship change)

- 유용한 효과를 얻기 위해 요소간의 관계 변화를 키운다.

사례 : 의사결정 권한 위임

38) 활성화(Enrich)

- 활성화 요소를 이용하여 환경을 활성화시킨다.

사례 : 3M의 사내 벤처 제도

39) 비활성화(Calm)

- 현재의 환경을 비활성화된 환경으로 바꾼다.

사례 : 스낵 부스럼 방지를 위해 봉지 내 가스 주입

40) 복합재료(Composite materials)

- 재료를 합하여 새로운 구조로 바꾼다. 사례 : TV+인터넷, 기술 컨버전스

40가지 발명원리를 <표 6>과 같이 요약 정리하였다.

<표 6> 40가지 발명원리

No	발명원리	No	발명원리
1	분리의 원칙	21	급속 통과
2	추출	22	전화 위복
3	부분품질	23	피드백
4	비대칭	24	중간 매개물
5	통합	25	셀프 서비스
6	다용도/다기능	26	복제
7	중첩/포개기	27	일회용품
8	힘의 상쇄	28	기계적 상호작용
9	사전반대조치	29	유동성
10	사전조치	30	얇은 막
11	사전예방조치	31	다공성
12	굴리기	32	색상 변화/광학특성 변화
13	역방향	33	동질성
14	곡선화	34	폐기 및 재생
15	역동성 증가	35	속성 변화
16	초과 또는 부족	36	형상 전이
17	차원 변경	37	관계 변화
18	진동	38	활성화
19	주기적 조치	39	비활성화
20	유용한 작용의 지속	40	복합재료

알트술러에 의해 고안된 39가지의 파라미터와 40가지의 발명원리는 지금까지도 많은 연구자 및 기업들에 의해 활용되고 있다. 그리고 발생한 문제들에 대해 TRIZ의 모순을 찾기 위해 RCA 및 기능 분석 등을 통해 물리적/기술적 모순으로 정의하여 TRIZ 문제 모델로 개념화 한다. TRIZ 문제모델을 40가지 발명원리와 분리의 법칙 등과 같은 TRIZ 해결모델로 적용하여 문제해결 아이디어를 도출하는 것이다.

기존의 방법론이 경험, 직관, 개인의 지식범위에서 시행착오를 통하여 솔루션을 찾는 방식이라면, TRIZ는 문제해결의 공통원리를 이용하여 체계적으로 해결책에 접근하는 방식이다(Nakagawa, T., 2001, Zhang, J., Chai, K. H. & Tan, K. C., 2003).

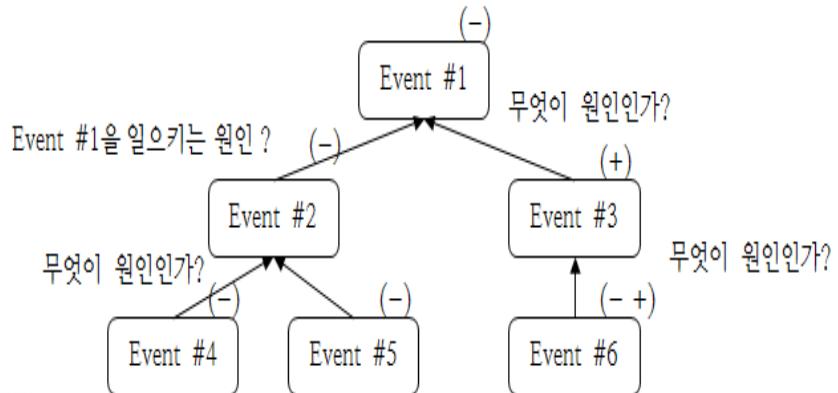
그리고 TRIZ의 문제영역으로 분석하는 방법 중 하나인 RCA는 문제를 구조화 하고 핵심이 되는 원인을 파악하여 문제에 영향을 미치는 원인을 명확하게 정의한다. 다시 말해, RCA는 무슨 문제가 어떻게 발생하였는지 뿐만 아니라 왜 발생 되었는지 밝혀내는데 도움이 되는 방법론이다(Rooney, J. J., & Heuvel, L. N. V., 2004).

예측적 모순이 아닌 분석적 모순 문제 프로세스를 보다 쉽게 하고 TRIZ 형식으로 문제를 유도하여 다양한 분야의 문제에 적용 가능하다. 원인분석 기법의 대표적인 기법들 중 Logic Tree, Fishbone Diagram, Cause&Effect 같은 원인분석 방법들의 장점은 분석단계를 가시화한다는 것이다(Hitchcock, L., 2006).

기존의 RCA 방법론에서는 핵심원인 선정을 주관적으로 선정하였으나, RCA^+ 전개 방법<그림 14>는 “무엇이 문제를 일으키는 원인인가?(What Cause Event?)”라는 질문을 통해 근본원인을 파악한다(Souchkov, V., 1997). 그리고 작성된 각각의 원인들에 대해 유익한 효과이면(+)로 유해한 효과는(−)로 표기한다. 이때 유익하면서 유해한 효과를 동시에 나타나는 원인은 (+,−)표기하면 해당 원인은 물리적 또는 기술적 모순으로 정의할 수 있다. (+,−)를 동시에 나타내는 원인을 핵심원인으로 선정 할 수 있으며, 상황에 따라 문제해결 가능성의 높다고 판단되는 원인을 문제의 핵심으로 도 선정할 수 있다(Souchkov, V., 2007).

잠재원인 Event는 4M1E(Man, Method, Machine, Environment) 관점에서 중요한 내용이 빠진 것이 없는지 검토한다. RCA와 RCA^+ 는 원인분석 접근 방법은 동일하나 각각의 원인들에 대해 유익한 원인인지, 유해한 원인지인 아니면 두 가지 속성을 모두 지닌 원인인지 파악을 하여 핵심원인을 선정하는 방법의 차이가 있다. 원인분석을 통해 선정된 물리적/기술적 모순은 40가지 발명원리 적용을 통해 아이디어를

도출하게 된다.



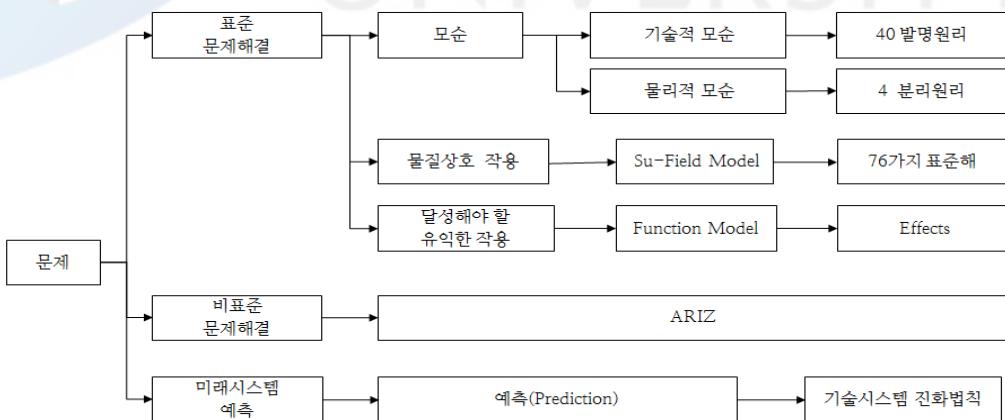
<그림 14> RCA⁺ 모형(Souchkov, V, 1997).

TRIZ 방법 중 비표준 문제해결에 적용하는 ARIZ는 TRIZ의 기본적인 개념과 도구들(이상시스템, 기술적 모순, 물리적 모순, 표준해, 기술시스템 진화의 법칙 등)을 결합하여 각 단계별로 활용한다. 이러한 이유로 ARIZ는 고전 TRIZ의 대표적인 기법임에도 불구하고 현대적 TRIZ에서도 문제해결의 강력한 도구로 인식되고 있다.

Part 1.	문제 분석
Part 2.	문제 모델 분석
Part 3.	IFR(이상적 결과)와 물리적 모순 정의
Part 4.	물질-장(Substance-Field) 자원 활용
Part 5.	지식 DB 활용
Part 6.	문제의 변경 및 재구성
Part 7.	물리적 모순 해결방법 분석
Part 8.	도출된 해결안 적용
Part 9.	문제해결 과정 분석

<그림 15> ARIZ 적용단계

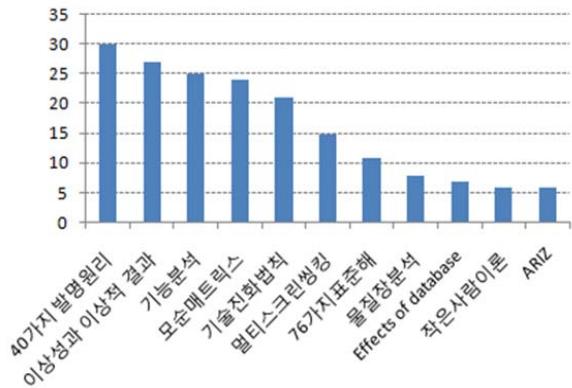
선행연구를 통해 TRIZ 기법들의 적용 프로세스는 <그림 16>와 같이 정리 할 수 있다. 표준 문제해결이면 모순을 찾아 발명원리와 분리 원칙을 적용하면 되는 것이다.



<그림 16> TRIZ 문제해결 방법(LG전자)

Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013)의 연구에서 TRIZ를 사용하는 사람들을 대상으로 조사한 결과는 TRIZ 툴들의 사용빈도에 대해 “항상” 또는 “자주” 사

용하고 있다고 응답한 TRIZ 도구 중 하나가 40가지 발명원리를 <그림 17>와 같이 알 수 있다.



<그림 17> TRIZ 도구의 사용

(levbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R., 2013)

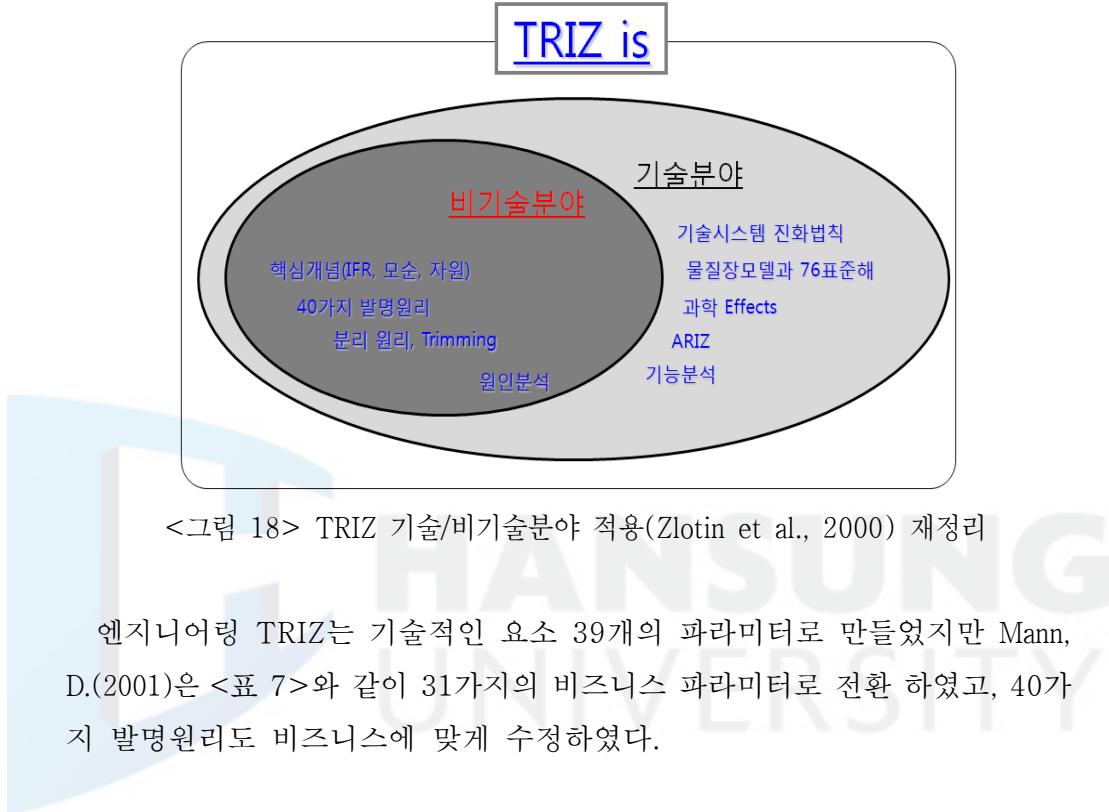
2.2.3 비기술 분야 적용

1980년대 초부터 비기술 분야에 TRIZ 적용 사례들이 나타나기 시작했다(Zlotin et al., 2000). 마케팅, 심리학, 사회학 그리고 교육 등과 같은 비기술 분야에서 혁신의 새로운 방법으로써 TRIZ 활용사례가 보고되고 있다(Ezickson, 2005, Rantanen&Domb, 2008). Zlotin et al.(2000)의 연구에 따르면, 모순과 시스템적인 접근방법은 비기술 분야의 문제나 상황에 완전히 적용할 수 있다고 주장하고 있다.

분석적인 방법론이나 심리적 운영방법론은 비기술 분야에 직접 적용하거나 쉽게 응용하여 사용가능하나 지식기반의 방법론은 기술문제에 벗어난 일반화와 유추의 단계를 요구하고 있다.

예를 들면 차별화된 40가지 발명원리(지시기반의 방법론)는 일반적인 비즈니스(mann & domb, 1999), 금융(Dourson, 2004), 마케팅(retseptor, 2005), 고객만족(Retseptor, 2005), 서비스운영 관리(Zhang, J., Chai, K. H., & Tan, K. C., 2003), 소프트웨어 및 컴퓨터(Rea, 2001), 그리고 교육(Marsh et al., 2004) 분야에 적용 가능하다. TRIZ 이론은 서비스 분야에 많은 관심을 받고 있으며, 서비스 분야의 연구자들은 모순 해결을

위한 일반적인 방법으로 40가지 발명원리를 많이 사용하고 있다(Gazem, N., & Rahman, A. A ,2014).



No	파라미터	No	파라미터	No	파라미터	No	파라미터
1	R&D능력	11	공급품질	21	고객수요	31	안정성
2	R&D비용	12	공급비용	22	정보의 양		
3	R&D시간	13	공급시간	23	커뮤니케이션흐름		
4	R&D리스크	14	공급리스크	24	시스템에 미치는 유해한 요소		
5	R&D연결	15	공급연결	25	시스템이 만들어내는 유해한 요소		
6	생산품질	16	서비스품질	26	편리성		
7	생산비용	17	서비스비용	27	적응성/융통성		
8	생산시간	18	서비스시간	28	시스템 복잡성		
9	생산리스크	19	서비스리스크	29	컨트롤 복잡성		
10	생산연결	20	서비스연결	30	긴장/스트레스		

출처 : Mann, D., 2001

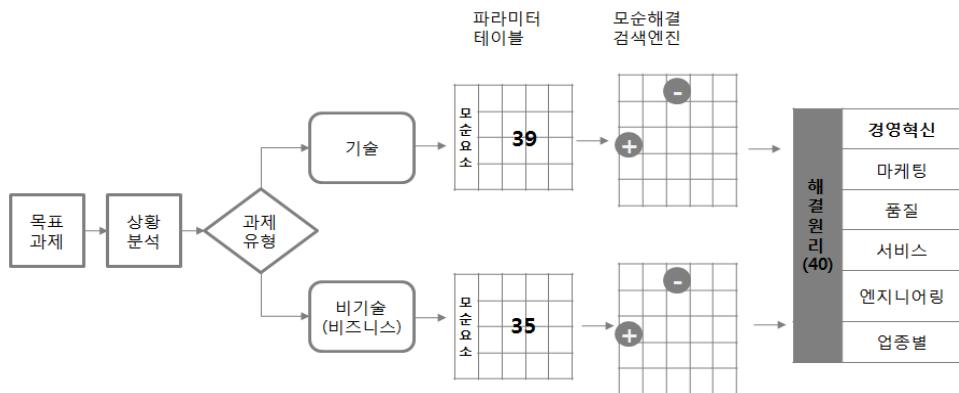
한국트리즈협회(2009)는 31가지 비즈니스 파라미터를 기반으로 <표 8>과 같이 35가지의 파라미터로 만들어졌다. 비즈니스 파라미터에는 가치체인의 연구개발, 생산, 공급, 마케팅, 서비스, 관리, 시스템, 문화 등이 고려되었다.

<표 8> 35가지 비즈니스 파라미터

No	파라미터	No	파라미터	No	파라미터	No	파라미터
1	R&D능력	11	공급품질	21	고객수요	31	적응성/융통성
2	R&D비용	12	공급비용	22	고객가치	32	시스템 복잡성
3	R&D시간	13	공급시간	23	고객판촉	33	컨트롤 복잡성
4	R&D리스크	14	공급리스크	24	고객유동	34	긴장/스트레스
5	R&D연결	15	공급연결	25	인간관계	35	안정성
6	생산품질	16	서비스품질	26	정보의 양		
7	생산비용	17	서비스비용	27	커뮤니케이션흐름		
8	생산시간	18	서비스시간	28	시스템에 미치는 유해한 요소		
9	생산리스크	19	서비스리스크	29	시스템이 만들어내는 유해한 요소		
10	생산연결	20	서비스연결	30	편리성		

출처 : 한국TRIZ협회, 2009

그리고 과제유형에 따라 기술문제인지 비기술 문제인지에 따라 <그림 19>과 같이 파라미터를 구분 적용하고 있다.



<그림 19> 기술과 비즈니스 TRIZ 체계(한국TRIZ협회,2009)

해결해야 될 문제가 비즈니스 문제일 경우 문제원인들을 비즈니스 파라미터로 전환하여 해결원리를 도출하도록 하고 있다. 국내의 비즈니스 TRIZ 적용사례로는 이국희(2011)가 40가지 발명원리를 이용한 비즈니스 분야의 TRIZ 적용사례를 <표 9>와 같이 정리하고 있다.

<표 9> 비즈니스 분야의 40가지 원리 적용사례

사례	문제/모순	해결원리
포털사이트	<ul style="list-style-type: none"> - 광고 수와 고객만족도 사이의 모순 - 광고수가 많을수록 광고 수입은 증가하지만, 고객 만족도가 감소 	<ul style="list-style-type: none"> - 1번 분리원칙 : 초기 화면에서 광고를 없애고, 그대신 검색된 결과 화면에 검색어와 관련된 광고를 게재
마일리지 카드발급	<ul style="list-style-type: none"> - 고객은 영업 현장에서 만날 수 있다. - 그러나 현장에서는 카드 발급에 필요한 상세 개인정보를 수집하기 어렵다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 10번 사전조치, 25번 셀프 서비스 : 현장에서 카드를 미리 발급하고, 나중에 고객이 인터넷으로 상세정보를 입력하게 함.

출처 : 이국희, 2011

2.3 TRIZ와 다른 방법론들과의 통합연구

효과적인 문제해결 방법론 및 툴들이 많음에도 불구하고 많은 기업들은 시장에서의 경쟁우위 확보와 혁신역량 강화를 위해 새로운 솔루션을 찾고 있다. 이로 인해 서로 다른 문제해결 방법론들과의 통합연구가 많이 있으며, 특히 Darrell Mann(2001)의 연구에서는 1985년부터 2000년까지 TRIZ와 다른 문제해결 방법론들의 기존 통합연구들을 정리하였고, Z.hug(2006)는 Darrel Mann의 연구를 기반으로 1995년부터 2006년 5월까지 TRIZ와 다양한 문제해결 방법론들과의 통합에 대한 연구들이 있음을 알 수 있다.

최근에는 AHP, Kano등과 같은 의사결정 방법론들이 TRIZ와 통합되는 연구도 있다. 혁신문제를 찾기 위한 다양한 창의적 도구들 중 TRIZ는 해결아이디어를 제안하는 다양한 툴들의 단점을 보완할 수 있고 혁신에 가장 유용한 도움을 제공할 수 있다. 이러한 이유로 TRIZ는 문제를 해결하는 데 있어 문

제 해결 툴들과 통합되어질 필요가 있다(Hua, Z., Yang, J., Coulibaly, S., & Zhang, B., 2006).

문제해결 방법론들의 통합에 대한 필요성을 언급한 연구자들의 주장을 보면 첫째, TRIZ는 혁신이고 그리고 SERVQUAL은 구조화된 품질 문제해결 방법론이다. 2가지 방법론을 같이 사용하는 것은 혁신적인 품질 개선 방법론으로 고품질을 획득할 수 있는 방법이다(LariSemnani, B., Far, R. M., Shalipoor, E., & Mohseni, M., 2014).

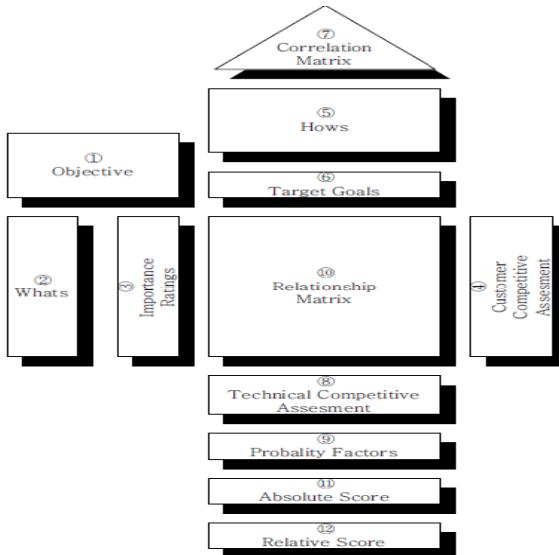
둘째, AHP는 의사결정을 위한 가장 효과적인 방법으로 TRIZ와 AHP를 통합하여 사용하는 것이 더욱 효과적이라고 주장하고 있다(Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S., 2013a, Li, T., 2010, Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K., 2014).

셋째, QFD(Quality Function Deployment)는 “무엇을 할 것인가”를 찾고, TRIZ는 “어떻게 할 것인가”라는 해결방법을 찾는다. 그러므로 QFD는 TRIZ와 통합하기 위한 가장 적절한 툴이다(Lai, X., Xie, M., & Tan, K. C., 2005).

마지막으로 Six Sigma에 TRIZ를 통합하는 것은 혁신적인 사고를 융합하는 새로운 방법이다(Zhao, X., 2005).

2.3.1 TRIZ와 QFD의 통합연구

QFD(Quality Function Deployment)는 1960년 말에서 1970년 초 사이에 일본에서 Yoji Akao 교수에 의해 연구되기 시작하였고(Akao, 1972), 1972년 미쓰비시 중공업에서 처음 개발되어 사용되었다. 미쓰비시의 기술자들이 사용했던 행렬도표가 품질주택(House of Quality : HOQ)이 QFD의 시초가 되었다(Hauser, J. R., & Clausing, D., 1988). HOQ는 QFD의 핵심 수단으로 <그림 20>와 같이 12가지 요소로 구성되어 있으면 세부적인 정의는 다음과 같이 정리하고 있다(Guinta, L. R., & Praizler, N. C., 1993).



<그림 20> HOQ(House of Quality)(Guinta, L. R., & Praizler, N. C., 1993).

1) Objective

달성하고자 하는 목표를 정의한다. 예를 들어 “산악용 자전거의 중요한 품질은 무엇인가?”는 하나의 목표 설정이 될 수 있으며, 제품과 고객에 대한 정확한 진술을 포함시켜야 한다.

2) Whats

고객이 원하는 것으로 “고객의 소리(Voice of Customer)”라고도 한다.

3) Importance Ratings

고객의 모든 Whats가 중요하더라도, 우선순위가 존재하므로 다음과 같은 기호를 이용하여 점수를 부여한다.

◎ : 9 ○ : 3 △ : 1

미국에서는 5점 또는 9점 척도를 사용하기도 한다.

4) Customer Competitive Assesment

5점 척도를 이용하여 경쟁사와 차이가 나는 부분들을 한 눈에 볼 수 있다.

5) Hows

도출된 문제들에 대해 Whats를 달성하는 방법으로 브레인스토밍을 통해 적절한 Hows를 도출한다.

6) Target Goals

가장 적절한 Hows를 선택하여 우선순위를 매긴다. Hows를 정량하는 예비단계이다. 다음과 같은 3가지 기호를 사용한다.

↑ : 최대 혹은 증가 ↓ : 최소 혹은 감소 ⊙ : 목표치

7) Correlation Matrix

Hows간의 상호관계를 나타내며, 다음과 같은 4가지 기호를 사용한다.

++ : 강한 양의 관계 (두 개의 hows가 상호 보완 관계)

+ : 양의 관계

- : 음의 관계 (두 개의 hows가 상충 관계)

: 강한 음의 관계

8) Technical Competitive Assesment(How Muches)

제품 또는 서비스에 대한 상세한 기술적인 내용을 포함한다. 자사와 경쟁사의 실제 평가 자료를 제공하며 보통 5점 척도를 이용한다.

9) Probability Factors

각각의 Hows의 가중치로 달성여부에 대한 확률로 5점 척도를 사용한다.

10) Relationship Matrix

각각의 Hows가 어떻게 각각의 What을 달성하는지 나타낸다.

0 : 무관 1 : 낮은 관계 3 : 중간 관계 5 : 높은 관계

11) Absolute Score

Absolute Score=Importance Ratings*Relationship Matrix 값을 곱하여 모두 더한 값

12) Relative Score

Absolute Score에서 가장 높은 값을 1로 하여 우선순위 선정.

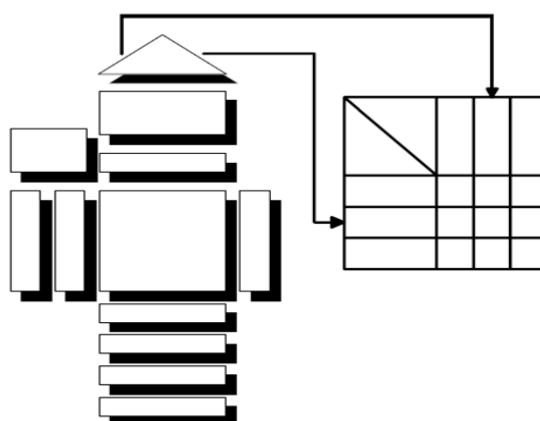
QFD의 출발점은 "고객의 목소리(VOC, voice of customers)"이며, 측정이 불가능할 것 같아 보이는 고객의 목소리를 측정이 가능한 기술적 요인들로 표현하도록 한다(Bouchereau, V., & Rowlands, H., 2000). 고객의 요구는 주관적이고 정성적이기 때문에 이를 전개하여 설계에 반영할 수 있는 객관적이고 정량적인 기술특성을 얻고자 하는 것이 QFD의 핵심개념이다.

그러나, QFD는 무엇을 해결(what to do)할 것인가에 대한 문제의 접근방법 (wang et al., 2005) 반면, TRIZ는 효율적으로 어떻게(how to do) 문제를 해결할 것인가의 관점에서 문제해결을 할 수 있는 유용한 툴로써 QFD는 TRIZ와 통합하기 위한 가정 적합한 툴인 것 같다(Lai et al., 2005, Hipple, 2005, Tsai et al., 2004, Park, 2003, Novacek, 2003, Zhao and Yang, 2002, Terninko, 1997).

QFD는 고객의 소리를 기술 파라미터로 전환하여 문제가 무엇인가 정의하는 것이며, 이러한 요구를 만족하기 위한 솔루션을 제안하기 위해 TRIZ를 사용하는 것이다(Kobayashi, 2006). 그러나 통합은 때로 의문을 가진다. 가장 큰 문제는 QFD 사용자들이 고객의 모호한 특성으로 인해 고객의 소리를 정확히 파악하는데 종종 실패하기도 한다는 것이다.

박수동, 박영택(1998)의 TRIZ와 QFD의 통합연구에서는 HOQ의 여러 구성요소 중 Correlation Matrix는 Hows 간의 상호관계 중 음의 관계에 관심을 두었다. 상충관계를 절충하는 것은 근본적인 해결방법이 아니라고 보며, HOQ에서 Hows간의 음의 관계를 TRIZ에서의 모순에 해당한다고 볼 수 있다.

TRIZ의 모순매트릭스를 이용하여 HOQ상의 음의 관계를 근본적으로 해결할 수 있다고 보았으며 <그림 21>은 QFD의 HOQ와 TRIZ의 모순매트릭스를 통합한 모형을 간략히 나타낸 것이다.



<그림 21> HOQ와 모순매트릭스의 통합 모형(박수동,박영택, 1998)

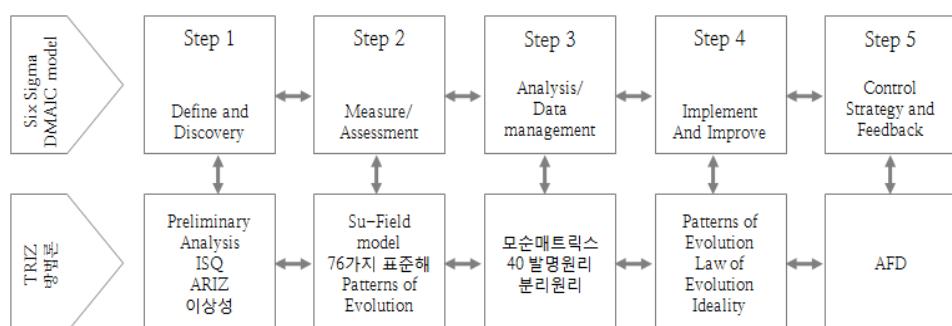
2.3.2 TRIZ와 Six Sigma의 통합연구

전통적으로 Six Sigma는 Define, Measure, Analysis, Improve, and Control(DMAIC) 단계로 구성되어 있다(Zhao, 2005). 이는 프로세스 개선과 문제해결하는 데 가장 적합한 방법임이 증명 되었다. 그에 반해, 새로운 제품의 디자인을 하는 데 적합한 DFSS(Design for Six Sigma)는 Identify, Design, Optimize, and Verify(IDOV)로 사용되어진다. Six Sigma에서 더욱 다양한 단계들이 존재하기도 하나, 구성의 본질은 동일하다.

Zhao(2005)는 TRIZ와 Six Sigma의 통합은 세상에 강력한 혁신도구가 될 것이라고 말하였다. 혁신의 품질을 개선하기 위해 새로운 구조화된 알고리즘을 얻기 위해 TRIZ와 DMAIC 방법론 통합을 고려해볼 때 <그림 22>와 같이 5단계로 구분하였다. 사전조사, ISQ, ARIZ 와 IFR 같은 TRIZ 툴을 첫 번째 통합은 CTQ를 명확히 하는 데 도와주는 Define단계에 사용할 수 있다.

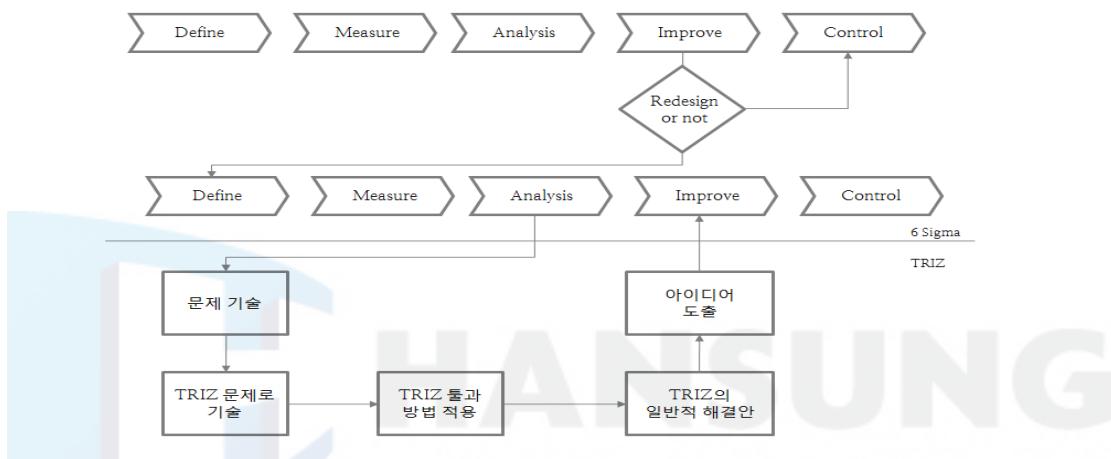
Su-Field Model, 76가지 표준해, 기술진화의 법칙 같은 TRIZ 툴의 두 번째 통합단계는 측정시스템의 향상을 도와주는 툴로써 Measure 단계에서 사용될 수 있다. 모순매트릭스, 40가지 발명원리, 분리 원칙과 같은 TRIZ 툴의 세 번째 통합은 CTQ 변수들 사이에 모순을 해결하고 정의하는 툴로써 Analysis 단계에 사용되어질 수 있다.

시스템 진화의 법칙, 진화의 패턴, 이상성과 같은 네 번째 통합단계는 체계적으로 이상성으로 접근하는 각 단계의 프로세스를 개선하는데 도움을 주는 툴로써 Improve 단계에서 적용될 수 있다. 마지막 단계인 AFD는 근본원인을 해결하고 실패를 예상하는 데 도와주는 툴로써 Control 단계에서 사용된다.



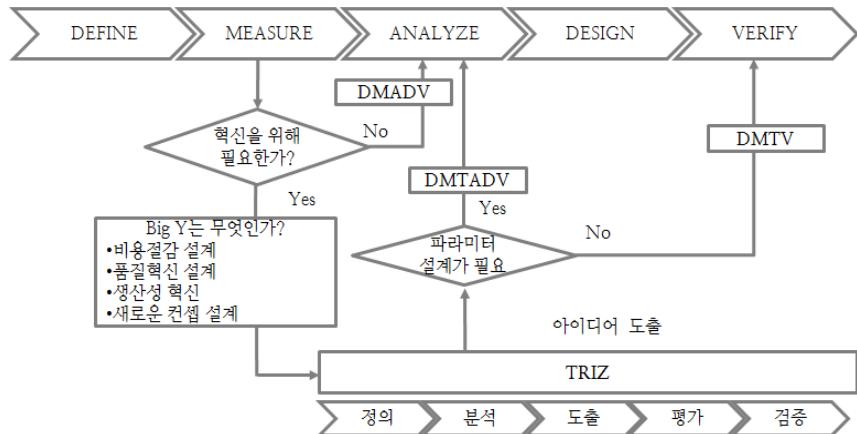
<그림 22> TRIZ와 Six Sigma 통합모형(Zhao _2005)

Xie, J., & Li, F. (2009)의 TRIZ와 DMAIC의 통합연구는 <그림 23>와 같이 2단계로 나누어진다. DMAIC 프로세스는 기존의 문제를 발견하는 데 유용하지만 혁신적인 프로세스관점에서 보면 정확한 방법이나 툴을 가지고 있지는 않다. TRIZ 이론은 혁신적인 방법과 툴을 가지고 있다. 그러므로 TRIZ와 DMAIC의 통합은 “무엇을 할 것인가”와 “어떻게 할 것인가”를 통해 문제를 해결할 수 있다. 문제가 Improve 단계에서 해결되지 않으면 TRIZ로 문제해결을 하도록 되어있다.



<그림 23> TRIZ and Six Sigma 통합관리 프레임워크(Xie, J., & Li, F., 2009)

6시그마는 삼성에서 중요한 혁신 툴이며 직원들 대부분이 6시그마 교육을 받고 있다. 그들은 6시그마 프로세스의 약점을 TRIZ가 보완해 줄 수 있다고 믿기 시작하였다. 6시그마는 가장 적합한 타협점을 찾는 반면에 TRIZ는 모순을 극복하기 때문이다. 6시그마는 문제의 핵심들을 찾는 데 도와주지만 어떻게 해결해야 되는지에 대한 대답은 할 수 없었다. 이러한 시너지 창출을 위해 6시그마의 보완에 TRIZ가 필요하다고 인지하였고, <그림 24>와 같이 6시그마 프로세스에 TRIZ를 접목하였다(Kang, S. W., Kim, J. S., Lee, J. Y., Krasnoslobodtsev, V., & Severinets, G., 2004).



<그림 24> TRIZ with Six Sigma 프로세스

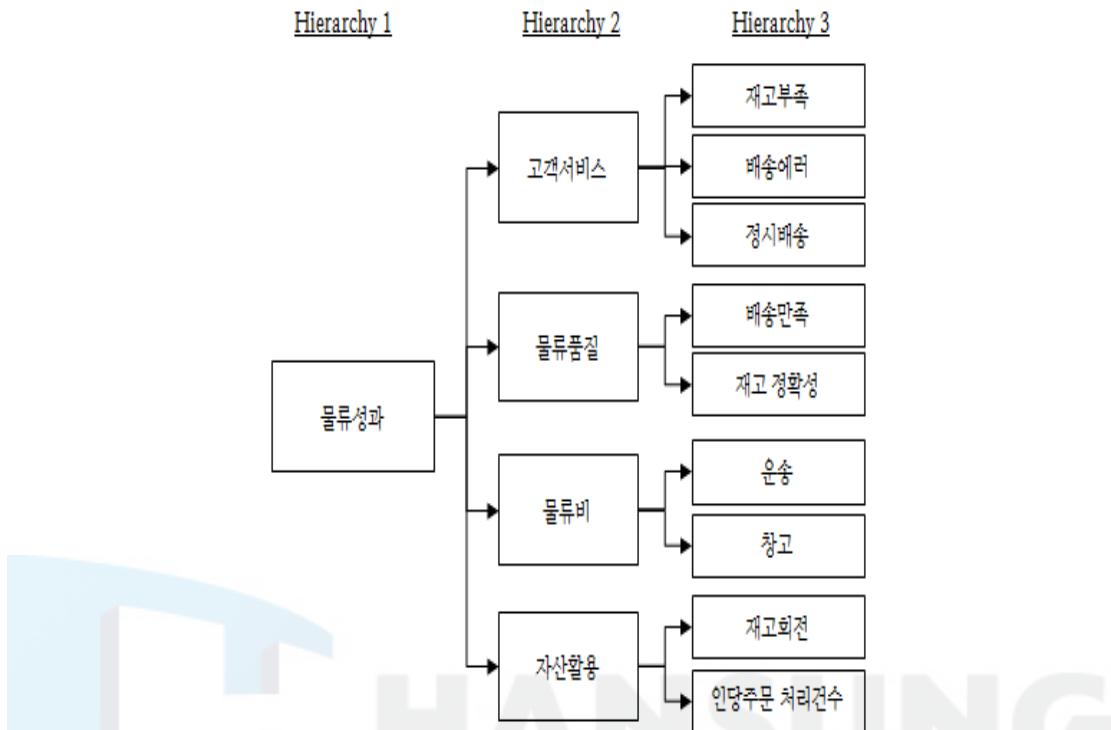
(Kang, S. W., Kim, J. S., Lee, J. Y., Krasnoslobodtsev, V., & Severinets, G., 2004).

2.3.3 TRIZ와 AHP의 통합연구

수학과 심리학에 기반을 둔 AHP(Analytic Hierarchy Process)는 1970년대에 Thomas L. Saaty에 의해 개발되었다. 구체적인 문제들에 대해 의사결정을 할 때, 판단의 근거로써 많은 해결안들을 제안하고 해결안들에 대한 가중치를 정의하고, 해결안들 사이의 계층구조를 구성하고, 요소간의 쌍대 비교(Pair Wise Comparisons)를 사용하여 의사 결정을 하는 의사결정 방법론이다. AHP 적용을 위해서는 다음과 같은 단계를 거친다(Jung, S.H., Hong, J.W., Na, K.S., You, Y.Y., 2013).

Step 1: 계층 설정

의사결정에 관한 사항들을 분류하여 계층을 만들어 최상위 계층에는 의사결정 목표를 설정하고, 그 다음 계층들은 의사결정 목표에 영향을 주는 요소들로 구성한다. 낮은 계층에 있는 요소들 일수록 구체적 요소가 되고, 계층 간의 의사결정 요소들은 종속관계가 유지되며 같은 계층의 요소들끼리는 독립적인 관계가 유지되어야 한다. Jung, S.H., Hong, J.W., Na, K.S., You, Y.Y., (2013)는 물류 성과에 대한 평가 요소 계층화를 <그림 25>와 같이 보여 주고 있다.



<그림 25> AHP 계층화(Jung, S.H., Hong, J.W., Na, K.S., You, Y.Y., 2013)

Step 2: 요소들을 쌍대 비교

쌍대비교를 통해 상위계층에 기여하는 정도를 부여하게 되는데, 하위 계층이 n 개의 요소로 구성되어 있다면 모두 $n/(n-1)/2$ 회를 비교한다.

<표 10> AHP 척도

중요도	정의	설명
1	비슷함	경험과 판단에 의하여 요소 i와 j가 비슷한 중요도를 가진다고 판단
3	약간 더 중요함	경험과 판단에 의하여 요소 i가 j보다 약간 더 중요하다고 판단
5	꽤 더 중요함	경험과 판단에 의하여 요소 i가 j보다 꽤 더 중요하다고 판단
7	매우 중요	경험과 판단에 의하여 요소 i가 j보다 매우 중요하다고 판단

9	절대적으로 중요함	경험과 판단에 의하여 요소 i가 j보다 절대적으로 중요하다고 판단
2,4, 6,8	위 값들의 중간 값	경험과 판단에 의하여 비교 값들이 위 값들의 중간 값에 해당한다고 판단
역수값	요소 i가 j에 대해 위의 특정 값을 갖는다고 할 때, 요소 j는 i에 대하여 그 특정 값의 역수 값을 가짐.	

– Saaty, T.L. and L.G. Vargas(1985), "The logic of Priorities(AHP series, Vol. III)", RWS Publications, p.27.

Step 3: 가중치 산정 및 일관성 분석

고유치 방법을 사용하여 의사결정 요소들의 상대적인 가중치(Priority Vector)를 추정한다. 쌍대비교에서 최대 고유치 값을 원소 기하 평균법에 의해 구하고 이를 바탕으로 유도된 고유 벡터를 정규화 하여 검정항목간 가중치를 아래식과 같이 산정한다.

$$A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W$$

λ : 고유치(Eigen Value)
 W : λ 에 상응하는 고유벡터(Eigen Vector)

임의의 행렬 $n \times n$ 에 경험적 산출방법에 의해 생성된 일관성 비율(Consistency Rate)을 계산하여, 쌍대 비교의 일관성 정도를 검정한다. 일관성 비율이 0.1 보다 작은 경우 쌍대 비교행렬은 일관성이 있다고 판단한다.

$$CR = CI/RI$$

CR: 일관성 비율, CI: 일관성 지수, RI: 무작위 지수

<표 11> 일관성 비율의 검정기준

검정기준	내용
$CR < 0.1$	Reasonable
$0.1 \leq CR \leq 0.2$	Tolerable
$0.2 \leq CR$	Reject

Step 4: 상대적 가중치의 종합

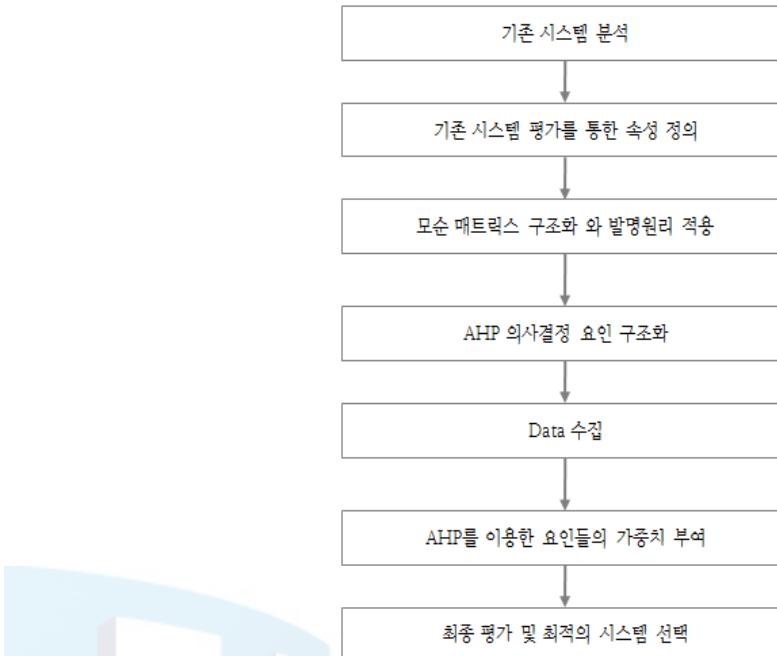
검정 대상이 되는 대안들에 대한 종합 가중치를 얻기 위하여 의사결정 요소들을 최종 종합한다.

TRIZ에 의해 도출된 아이디어들은 가중치 적용을 위해 AHP의 단계별 프로세스를 적용하는 통합 문제해결 방법론 연구가 2010년 이후부터 나타나기 시작하였다(Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S., 2013a. Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S., 2013b. Li, T., 2010. Chen, H. C., Tu, J. C., & Guan, S. S., 2012, Li, T. S., & Huang, H. H., 2009. Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K., 2014).

TRIZ 와 AHP 통합방법론의 문제해결 적용단계는 연구자별로 차이가 있으나 자동차 수납함 및 손잡이 개선, 친환경 물병, 제조 시스템 등 기술 분야에 공통적으로 적용하고 있다.

Li, T. S., & Huang, H. H. (2009)는 TRIZ-AHP 통합 방법을 <그림 26>와 같이 7 단계로 구분하여 자동차 제조시스템 개선을 위해 적용하였다. 기존시스템 분석을 통해 시스템의 문제의 속성을 정의하였다.

해당 속성들은 TRIZ의 파라미터로 전환하고 모순매트릭스를 적용하여 발명원리를 찾는다. 발명원리에 의해 제안된 아이디어들은 AHP를 이용하여 가중치를 부여하여 최적의 아이디어를 객관적으로 선택한다.



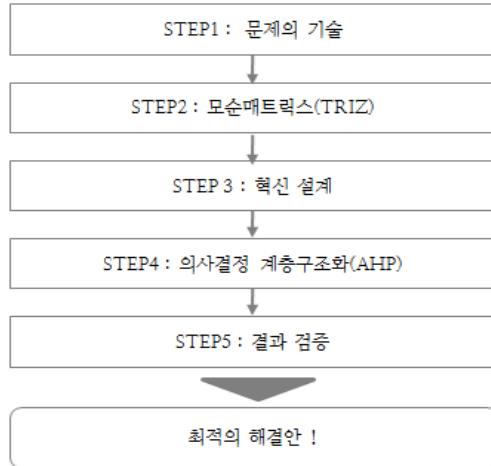
<그림 26> 시스템 개선을 위한 접근방법(Li, T. S., & Huang, H. H., 2009)

Li, T. (2010)는 제조시스템 혁신을 위해 TRIZ와 AHP 통합방법론을 제안하였으나, <그림 26>와 같이 기존의 연구절차와 별다른 차이점이 없어 자세한 설명은 생략한다.

Chen, H. C., Tu, J. C., & Guan, S. S. (2012)의 에코 디자인 개발을 위한 연구에서 TRIZ와 AHP 통합방법론을 <그림 27>와 같이 제안하였다. 전문가들 인터뷰를 실시하여 카본 배출가스를 줄이고, 재활용 부품의 2차 환경오염 방지, 재사용 및 그린 에너지 개발 증가와 같은 문제들을 기술 하였다.

문제의 속성을 통해 에너지 손실(Loss of Energy), 적응성/다양성 (Adaptability/Versatility), 생산성(Productivity), 운영의 용이성(Ease of operation) 같은 파라미터로 전환하여 발명원리를 적용하였다. 발명원리를 적용하여 9가지의 의사결정요인들을 제안하였다. 가중치가 높은 요인을 선택하여 적용하였다.

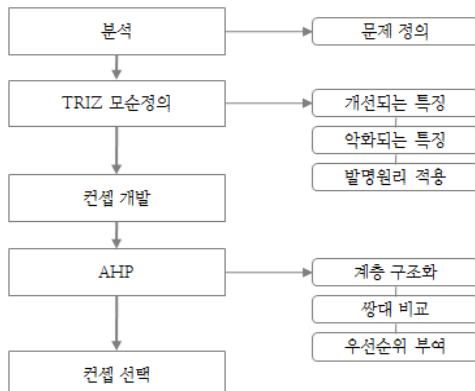
적용 결과에 대해서는 10명의 전문가들의 설문조사를 통해 결과의 일관성은 유지된다고 증명하고 있다. 다른 방법론들과 달리 결과에 대한 검증을 하였으나, 구체적인 설문 방법, 조사과정, 결과에 대한 구체적 수치를 나타내고 있지는 않고 있다. 단지 ANOVA 분석을 통해 검증한 결과가 유의하다고만 언급하고 있다.



<그림 27> 연구조사 프레임워크 (Li, T., 2010)

Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S.(2013a)은 자동차 수납함 개선을 위해 <그림 28>와 같이 통합연구 모형을 제안하고 적용하였다. 제품분석단계에 개선이 필요한 디자인의 요소들에 대한 문제정의를 시작으로 하여 TRIZ 모순매트릭스를 구조화하여 해당원리에 맞는 발명원리를 적용하였다.

발명원리에 근거한 아이디어를 구체화하여 그림 또는 기술하여 정리 한 후 AHP를 이용하여 아이디어들에 대한 우선순위를 부여하여 가중치가 높은 아이디어를 선정하였다.

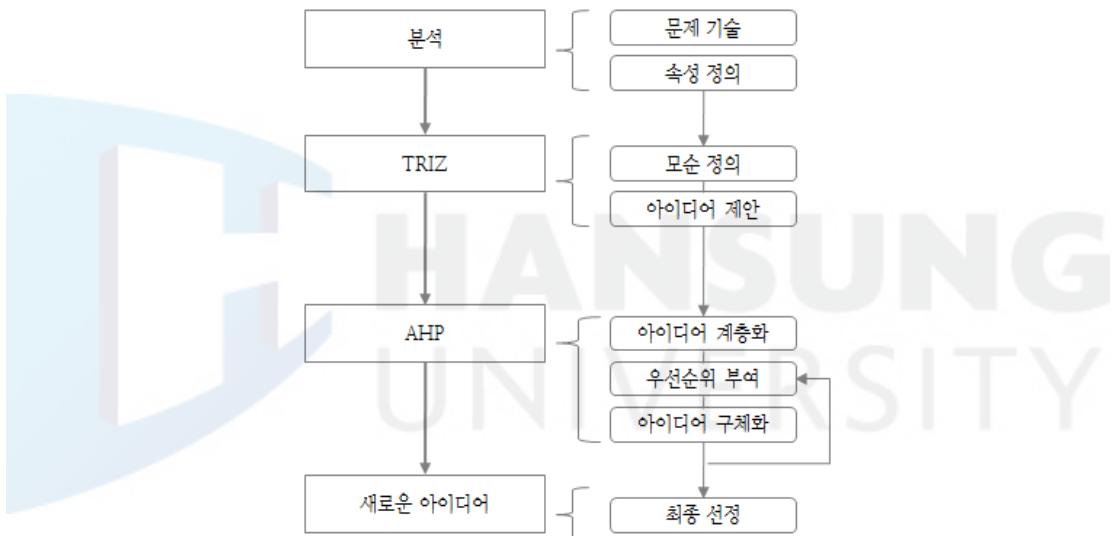


<그림 28> TRIZ-AHP 접근프레임

(Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S., 2013a)

Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013b)는 기존의 연구에서 속성정의를 보완한 통합모형을 <그림 29>와 같이 제안하였다. 기존연구와 적용단계와의 차이점은 분석단계에서 문제정의 후 속성정의를 추가하였다. 보완된 모형을 통해 자동차 도어 손잡이 개선사례에 적용하였다.

두 연구에서는 통합 방법을 적용하여 적용된 사례결과에 대해서만 언급하고 있으며, 적용된 결과들에 대한 검증 단계는 적용하지 않고 있다. 기존 TRIZ-AHP 통합연구들과 같이 TRIZ를 통해 아이디어를 도출하고 도출된 아이디어들에 대해 AHP기법을 사용하는 공통된 과정들을 보여주고 있다.



<그림 29> TRIZ-AHP 방법론

(Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S., 2013b)

Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K. (2014)는 제품 개발을 위해 ECQFD, TRIZ, AHP 3가지 기법을 통합 적용하였다. ECQFD는 고객의 소리(VOC)를 접수하고 TRIZ는 접수된 VOC 중 개선 IDEA 도출하였다. 의사결정단계에서는 AHP를 사용하여 도출된 아이디어 구조화 및 가중치 적용하였다.

마지막으로 Di Gironimo, G., Carfora, D., Esposito, G., Labate, C., Mozzillo, R., Renno, F., & Siuko, M. (2013)도 핵융합 발전용 연료기체를 담아두는 용기 개선을 위해 <그림 30>과 같이 통합방법을 적용하였다.

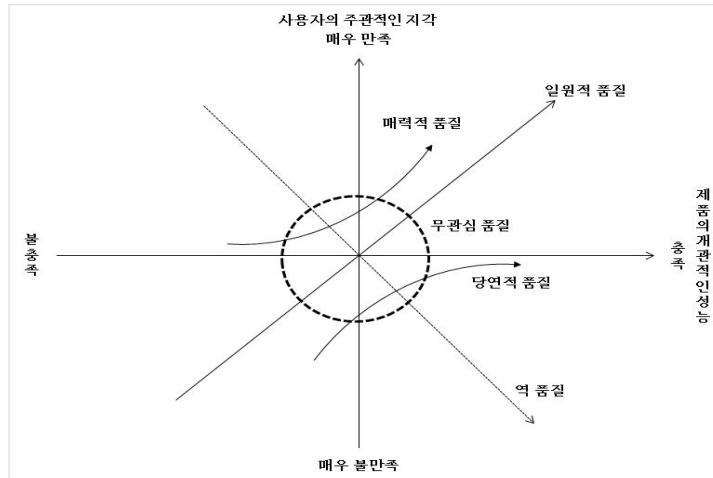


<그림 30> 수정된 방법론의 흐름도(Di Gironimo, G., Carfora, D., Esposito, G., Labate, C., Mozzillo, R., Renno, F., ... & Siuko, M., 2013).

이상과 같이 TRIZ-AHP 통합연구들의 적용단계는 상이하나 문제정의를 통해 아이디어를 도출하는 TRIZ를 사용하고, 도출된 아이디어를 AHP를 통해 가중치를 부여하는 공통점을 가지고 있다. 그러나 원인분석단계의 구체적 적용단계가 미흡하며, 개선사례의 결과가 유효하다고 기존연구결과에서 주장하고 있으나 객관적인 검증방법을 통한 결과를 제시하지는 못하고 있다. 기존의 TRIZ-AHP 통합방법연구에서 부족한 부분들을 보완하여 본 연구모형을 3장에서 제안하고 있다.

2.3.4 TRIZ와 Kano의 통합연구

Kano 모델은 일본 도쿄 리카대학의 교수인 카노 노리아키(Noriaki Kano)에 의해 1980년대에 연구된 고객만족도(Customer Satisfaction Model) 측정모델로 요구사항이 충족되면 만족하고 충족되지 못하면 불만족한다는 일차원적인 품질속성 모형의 한계점을 극복하기 위하여 물리적 충족, 불충족을 나타내는 객관적 차원과 고객의 만족, 불만족을 나타내는 주관적 차원을 고려하는 이차원적 품질속성 구분모형을 <그림 31>과 같이 제시하였다.



<그림 31> Kano Model의 품질속성(Kano,1984)

Kano Model은 기본적으로 제품 또는 서비스에 대한 고객 기대의 품질속성을 세 가지의 주요 품질속성과 두 가지의 잠재적인 품질속성으로 구분하고 있다. Kano(1984)의 서비스 품질속성(Service Quality Attributes) 5가지 카테고리 품질 요인으로 매력적 품질(Attractive Quality), 일원적 품질(One Dimensional Quality), 당연적 품질(Must-be Quality), 무관심 품질(Indifferent Quality), 역 품질(Reverse Quality)로 분류하였다.

(1) 무관심 품질요소(Indifferent Quality Element)

무관심 품질은 충족이 되든 충족이 되지 않던 만족도 불만도 일으키지 않는 품질요소를 말한다(Kano,1984). 무관심 품질요소는 흔히 Marketer가 소비자의 니즈(Needs)를 잘못 파악하여 신제품의 컨셉 또는 마케팅 커뮤니케이션의 주요 메시지로 활용할 경우가 있는데, 이럴 경우 시장에서 실패할 확률은 매우 높다.

(2) 역 품질 요소(Reverse Quality Element)

역 품질은 충족이 되는데도 불만을 일으키거나, 충족이 되지 않고 있는데도 만족을 일으키는 품질요소를 말한다. 생산자가 고객을 충족시키려 노력은 하지만, 결과적으로 사용하는 고객들은 불만족스럽다고 생각하는 품질요소도 있을 수 있기 때문에 역 품질이란 용어를 사용한다. 왜냐하면 모든 소비자는 결코 비슷한 취향이 아니다. 그러나 기존연구들에서는 거의 나타나지 않는 요소이다.

(3) 일원적 품질요소(One-Dimensional Quality Element)

일원적 품질은 충족이 되면 만족하고 충족되지 않으면 불만을 일으키는 품질요소로서 기준의 품질인식과 같은 개념이다. 이 품질요소는 요구품질의 충족 도를 높임에 따라 제품의 만족도와 함께 상승하는 특성을 가지고 있어 고객이 항상 원하고 있는 것으로, 기본 성능을 좀 더 향상시킬 수 있는 디자인 및 기능 등이 일원적 품질요소에 해당 된다.

(4) 당연적 품질요소(Must-Be Quality Element)

당연적 품질은 최소한 마땅히 있을 것으로 생각되는 품질요소로 충족이 되면 당연한 것으로 생각하게 되어 별다른 만족감을 주지 못하지만, 충족되지 않으면 불만을 일으키는 품질요소를 말한다. 불만 예방요인이라고 볼 수 있다(Kano,1984)

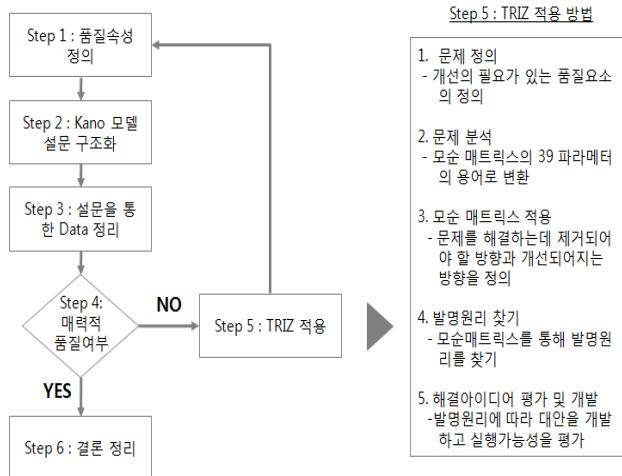
(5) 매력적 품질요소(Attractive Quality Element)

매력적 품질은 충족이 되는 경우 만족을 하지만 충족되지 않더라도 불만보다는 하는 수 없다고 받아들이는 품질특성이다. 고객은 이러한 품질요소의 존재를 모르거나 기대하지 못했기 때문에 충족되지 않더라도 불만을 느끼지 못해 불만을 발생시키지 않는 품질요소이다.

이 매력적 품질요소는 고객이 미처 기대하지 못했던 것을 충족시켜 주거나, 고객이 기대했던 것이라도 고객의 기대를 훨씬 초과하는 만족을 주는 품질요소로서 고객감동 (Customer Delight)의 원천이 된다. 따라서 경쟁사를 극복할 수 있고 고객을 선점할 수 있는 주문획득인자(Order Winner)로서 작용한다.

Kano분석은 고객의 니즈를 찾기 위해 널리 적용되는 방법론이나, 잘못된 설문이나 품질속성으로 인해 매력적 또는 일원적 품질속성을 찾을 수가 없는 경우도 있다. 이러한 이슈를 극복하기 위해 Chen, L. S., Hsu, C. C., & Chang, P. C. (2008, October)의 연구에서 TRIZ와 Kano의 통합된 모델을 제안하였다.

통합된 TRIZ-Kano모델은 고객의 니즈(needs)를 찾을 뿐만 아니라 매력적 품질 (Attractive Quality)속성을 찾아내기도 한다. 그의 실험연구를 통해 제안된 TRIZ-Kano모델은 <그림 32>와 같다.



<그림 32> TRIZ-Kano 통합방법론(Chen, L. S., Hsu, C. C., & Chang, P. C., 2008)

TRIZ-Kano 방법론은 Step 1~4까지는 Kano 분석 방법을 Step 5에서는 TRIZ를 적용하는 2단계로 구성되어져 있다. Kano분석 단계에서 만족할 만한 품질속성이 나오지 않으면 TRIZ 적용을 통해 새로운 품질속성을 찾아내어 Kano 설문 항목을 새롭게 구성하고, 매력적 품질속성을 찾을 때까지 Kano분석을 실시한다.

Chen, L. S., Hsu, C. C., & Chang, P. C. (2008, October)의 연구에서 실제 온라인게임 품질속성 중 “유지보수(Maintainability)”를 적용하였다. 최초 Kano 분석을 통해 “유지보수”的 품질속성 정의를 “정확한 시간에 업데이트, 수리 및 유지하는 것이 쉽거나 편리하다”라고 정의하였다. 이러한 정의에 따라 Kano 설문구성방법을 다음과 같이 구조화한다.

Q1 : 정확한 시간에 업데이트, 수리 및 유지하는 것이 쉽거나 편리하다면 어떻게 느끼겠습니까?

- A) 마음에 든다 B) 당연하다 C) 보통이다 D) 어쩔 수 없다 E) 안좋다

Q2 : 정확한 시간에 업데이트, 수리 및 유지하는 것이 쉽지 않거나 편리하지 않다면 어떻게 느끼겠습니까?

- A) 마음에 든다 B) 당연하다 C) 보통이다 D) 어쩔 수 없다 E) 안좋다

150명에게 동일한 품질속성에 대해 긍정적/부정적 질문을 동시에 하여 품질속성을 도출한 결과 42.54%가 무관심 품질요소로 인식하였다. TRIZ-Kano 방법론의 “Step 4 : 매력적 품질 여부”에 해당되지 않으므로 TRIZ를 적용하였다. TRIZ 적용에서 “유지보수”의 문제를 재정의 하여 ”시간손실(Loss of time)“ 파라미터를 제거되어야할 문제로, “유지보수의 편이성(Ease of repair)”파라미터는 변화되어야할 특징으로 정의하고 모순매트릭스 적용을 통해 발명원리 1번 : 분리원칙을 실행 가능한 아이디어로 선정하였다.

즉, 게임이 진행 중일 때는 유지보수 분야를 분리하여 게임이 끊어지지 않고 유지보수가 되게 한다는 것이다. 이러한 품질속성의 재정리를 통해 다음과 같이 Kano 설문유형을 재구성할 수 있다.

Q1 : 게임을 하는데 방해 없이 업데이트, 수리 및 유지보수가 된다면 어떻게 느끼겠습니까?

- A)마음에 듈다 B)당연하다 C)보통이다 D)어쩔 수 없다 E)안좋다

Q2 : 게임을 하는데 방해 없이 업데이트, 수리 및 유지보수가 되지 않는다면 어떻게 느끼겠습니까?

- A)마음에 듈다 B)당연하다 C)보통이다 D)어쩔 수 없다 E)안좋다

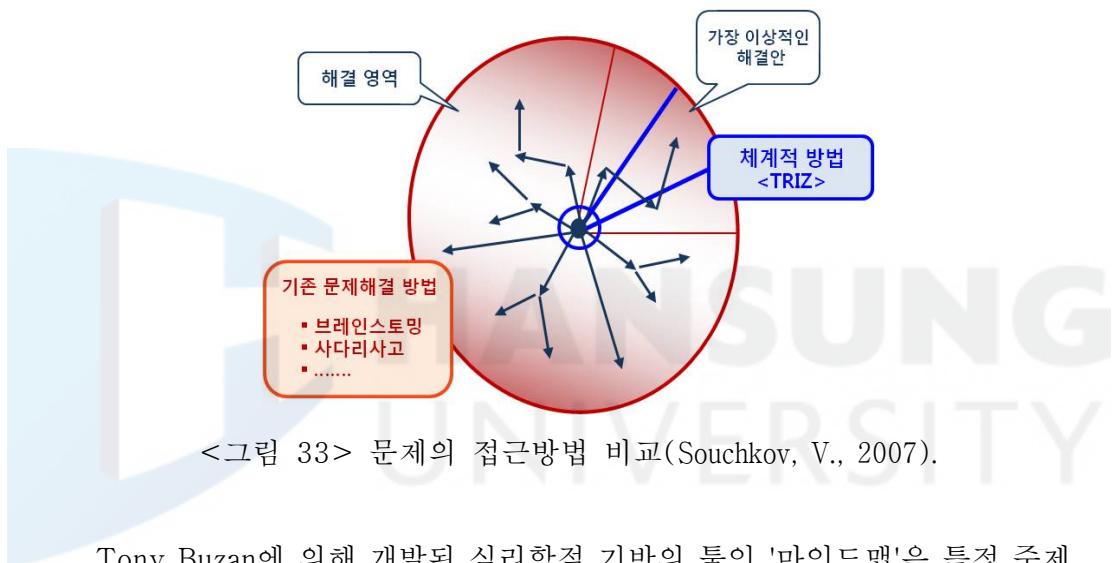
설문을 재구성하여 Kano분석을 다시 적용한 결과 “유지보수”를 매력적 품질요소 인식하는 비중은 40.0%가 되었다. TRIZ-Kano 통합방법론 적용을 통해 성공적으로 매력적 품질요소를 만들 수 있었다.

몇몇 새로운 품질속성들은 현재는 무관심 품질요소로 간주되더라도 미래에는 매력적 품질요소로 변할 수도 있다. TV리모컨사례를 보면 리모컨이 처음 나온 시기에는 무관심 요소였지만, 요즘은 당연한 품질요소로 인식하고 있다.

“만약 품질속성의 너무 새로운 것이라 고객들에게 받아들여지지 않는다면, TRIZ-Kano모델을 적용하는 것은 한계가 있다”라고 Chen, L. S., Hsu, C. C., & Chang, P. C. (2008, October)는 언급하고 있다.

2.3.5 TRIZ와 기타 방법론 통합연구

Hipple(2001)은 De Bono의 여섯 색깔모자 기법(Six Hats Thinking Process)과 사다리 사고(Lateral Thinking)과 같은 방법론들이 TRIZ와 통합되어질 필요가 있다고 주장하고 있다. 기존의 방법론이 경험과 개인의 지식의 범위에서 시행착오를 통하여 해결책은 찾는 방식이라면 TRIZ는 문제해결의 원리를 이용하여 체계적인 접근을 통해 해결안에 접근한다(Souchkov, V., 2007)..



Tony Buzan에 의해 개발된 심리학적 기반의 툴인 '마인드맵'은 특정 주제에 대해 생각을 정리하는 효율적인 기법이다. Care and Mann(2001)은 '마인드맵'이 TRIZ를 보완하고 기록하는 데 어떻게 사용되어지는 보여주기 위해 '자동차 주차문제'의 사례에 적용하였다.

SWOT(Strengths, Weakness, Opportunities, Threats)분석에 대한 King(2004)의 연구에 따르면 문제의 구조에 있어서 물리적, 기술적 모순을 제거하는 TRIZ의 원리와 마찬가지로 TRIZ와 'Bipolar Conflict Graph(BCG)'에 의해 보완된 SWOT 분석은 문제의 인식을 더욱 용이하게 하였다. 2004년 초 마이크로 소프트 전략 수립을 하는 과정에서 TRIZ를 활용하여 외부환경의 기회와 위협, 내부의 강점과 약점을 각각의 모순으로 해석하고 TRIZ의 해법을 통해 전략을 도출하였다.

그리고 독일의 디자인 방법론 중의 하나인 SAPB(Systematic Approach of Pahl and Beitz)는 TRIZ와 통합연구되었고(Malmqvist 1996), 더욱 체계적인 방법으로써 제품 디자인의 요구사항을 TRIZ의 기술 파라미터로 전환하기 위해 통계적 기법과 함께 사용되었다(Sozo et al. 2002).

TRIZ와 다른 문제해결 기법 및 철학적 사상의 결합은 기존연구에서도 보듯이 국내보다는 국외에서 활발하게 이루어지고 있다.

2.4 선행연구의 비교 및 시사점

이론적 고찰을 통해 많은 연구자들이 TRIZ와 다른 문제해결 방법론들을 통합하는 연구가 있음을 알 수 있었다. 기존의 통합연구 및 Darrell Mann(2001)과 Z.hug(2006) 연구를 기반으로 최근의 통합연구사례를 추가하여 <표 12>와 같이 정리하였다.

<표 12> TRIZ와 다른 방법론과의 통합/비교 연구

통합방법론	연구자	비교
품질기능전개(QFD)	Verduyn and Wu(1995), Terninko(1997), Dom and Corbin(1998), Jugulum and Sefik(1998), Belski(1999), Kunst(1999), Clarke(2000), De Carvalho and Back(2000), Eversheim et al.(2001), Schlueter(2001), Tan and Dieter(2002), Yamashina et al.(2002), Zaho and Yang(2002), Novacek(2003), Park(2003), Tsai et al.(2004), Hinpple(2005), Lai et al.(2005), Wang et al.(2005), 박수동/박영택(1998), 정해성(2013)	QFD를 통해 문제를 발견하고 TRIZ를 통해 해결안을 도출
6시그마	Domb(2000), Smith(2001), De Foe and Bar-El(2002), Park(2003), Slocum(2003), Tennant(2003), Kermani(2004), Slocum and Domb(2004), Hipple(2005), Zaho(2005), Averboukh(2006), 허영조(2013), 이성수, 안영수, 황인국, & 김영석(2013).	6시그마의 개선단계에서 TRIZ의 발명원리를 통한 해결 아이디어 도출

AHP	Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013a), Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013b), Li, T. (2010), Chen, H. C., Tu, J. C., & Guan, S. S. (2012), Li, T. S., & Huang, H. H. (2009), Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K. (2014), Di Gironimo, G., Carfora, D., Esposito, G., Labate, C., Mozzillo, R., Renno, F., ... & Siuko, M. (2013)	TRIZ를 통해 도출된 아이디어에 대한 가중치 선정을 AHP 적용.
Kano	Chen, H. C., Lee, T. R., Lin, H. Y., & Wu, H. C. (2010), Chen, L. S., Hsu, C. C., & Chang, P. C. (2008, October). 구희진, 김태영, 정윤정, & 홍석수(2007).	Kano의 매력적 품질요소 발견을 위한 TRIZ 적용
DFMA	Bariani et al.(2002), Bariani et al.(2004), Cavallucci and Lutz(2000), Luke(2001), Smith(2001), Park(2003).	결합 발견 및 TRIZ 원리 적용
제약이론 (TOC)	Rizzo(1997), Novick(1999), Manzur(2000), Stratton and Yusuf(2000), Luke(2001,2002), Rantanen and Domb(2002), Prifer and Tillmann(2003), Stratton and Mann(2003), Stratton and Warburton(2003), Conradie(2005), 류시옥(2011).	제약이론의 원인분석 기법과 TRIZ의 접목
VA	Mann and Dewulf(2002), Sawaguchi(2000,2001,2002), Ikovenko(2004), Cavallucci and Lutz(2000), Schulz et al.(2000), Zeidner and Wood(2000), Smith(2001)	장단점비교
Global-8D	Ina(2000).	6단계의 개선단계에서 TRIZ원리 적용
기능분석 (FA)	Busov et al.(1999), Noel and Aguayo(1998), Schulz et al.(2000), Yuan, F., Wang, T. Y., & Nie, H. J. (2006).	원인분석 단계의 유사성 비교

AD	Smith and Sudjianto(1997), Cavallucci and Lutz(2000), Hu(2000), Kim and Cochran(2000), Schulz et al.(2000), Smith(2001), Mann and Dewulf(2002), Zhang et al.(2004)	사고기반의 비교
FMEA	Frenklach(1998), Frenklach and Savransky(1998), Cavallucci and Lutz(2000), Mazur(2000), Terninko(2000), Zeidner and Wood(2000), Pevzner and Katsman(2001)	품질요소 개선
Robust Design	Verduyn and Wu(1995), Terninko(1997), Jugulum and Sefik(1998), Thimothy(1998), Novick(1999), Cavallucci and Lutz(2000), Schulz et al.(2000), Luke(2001), Park(2003), Slocum et al.(2003), Zhao(2003), Phadke and Smith(2004)	문제해결 접근 사고에 대한 비교
브레인스토밍	Nakamura(2000), Campbell(2003), Novacek(2003), Srinivasan and Kraslawski(2006), 서승우, & 박강(2004). 이성조, 정원지, 김호종, 김기정, & 김정현(2008).	문제해결의 접근방식의 비교
SEVQRAL	Altuntas, S., & Yener, E. (2012).	서비스 품질요소 개선을 위한 TRIZ 접근

문제해결 방법론 중 QFD, 6시그마 등과 같은 구조화된 방법론부터 브레인스토밍, 마인드 매핑 같은 심리학에 기초를 둔 방법론까지 많은 학자들에 의해 연구되어짐으로써 TRIZ를 이해하는 데 도움을 주고 있다.

본 논문에서 제안하는 TRIZ와 통합되는 툴로써 AHP를 적용한 이론적 근거는 다음과 같다. Herbert Simon(1979)은 의사결정단계가 문제해결의 한 부

분으로 보지만 굳이 문제해결 단계와 구분할 필요는 없다고 말하고 있으며, TRIZ-AHP 통합연구가 나오기 전 Mann, D., & Dewulf, S. (2001)의 연구에서는 TRIZ와 다기준 의사결정 방법론(Multi Criteria Decision Making)의 통합연구가 가까운 미래에 시작 될 것이라 예측하였다. 그들의 예측대로 다음과 같이 TRIZ-AHP 통합연구가 나오기 시작하였다.

Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013a)는 문제해결과 의사결정은 필수적이며, TRIZ는 아이디어 도출에 적합한 반면, AHP는 가장 적절한 의사결정의 하기 위한 효과적인 방법이라고 주장하고 있다. TRIZ와 AHP를 통합하여 사용하는 것이 더욱 효과적이라고 주장하고 있다.

Chen, H. C., Tu, J. C., & Guan, S. S. (2012)는 TRIZ-AHP 통합방법론 연구에서 의사결정방법론으로 AHP 뿐만 아니라 다른 방법론들의 차이점 비교를 위해 (ex. SAW, ANP, LAM, TOPSIS) 사용될 수 있다고 주장한다. 그러나 의사결정 방법이 다르더라도 결론이 같다는 것은 증명이 되었다. Li, T. (2010)는 자동화 제조 시스템 개선연구에서 TRIZ-AHP통합방법론을 통해 혁신적인 접근이 가능하며, 신뢰할 만한 방법론이라고 주장하고 있다. AHP는 가장 적절한 방법을 선택하고 평가할 수 있는 방법론이라고 말한다.

Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K. (2014)는 TRIZ를 통해 제안된 해결안들은 다기준 의사결정방법(Multi Criteria Decision Making)인 AHP(Analytical Hierarchy Process)가 가장 적절한 해결안들을 증명하고 평가하는 데 사용된다고 연구결과에서 나타나고 있다.

Lu, M. H., Madu, C. N., Kuei, C. H., & Winokur, D. (1994)의 QFD, AHP 그리고 벤치마킹의 통합연구에서 AHP는 가장 다양하고 가장 파워풀하게 사용되는 의사결정방법론이라고 주장하고 있다.

본 논문은 TRIZ 와 AHP방법론을 통합하여 비기술분야 분야의 실제 사례 적용을 하였다. 통합방법론을 통해 사례연구에 일부 적용되기도 하였으나, 통합된 방법론에 대한 검증에 관한 연구는 많지가 않았다. 본 논문은 3장 1절의 연구모형을 통해 TRIZ와 AHP 통합방법을 제안하였고, 사례적용을 통해 연구모형의 유의성검증을 통계적기법인 대응표본 t-test와 반복측정 분산분석을 이용하여 검증하고자 하였다.

III. TRIZ와 AHP의 통합연구모형

3.1 연구모형

문제해결에 대한 이론적 고찰을 바탕으로 품질 또는 기술문제 등을 해결하기 위한 다양한 방법론들을 적용하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 방법론들에 대해 김용진·진승혜(2013)의 연구에서는 문제해결 단계를 문제정의, 현황파악, 원인분석, 대안의 개발, 대안의 평가 5단계로 제시하고 있다. 각 단계별 해결기법은 문제정의 단계의 파레토 분석부터 대안평가 단계의 Cost-Benefit Analysis까지 다양한 문제해결 기법들을 정리하였다.

문제의 정의	현황파악
<ul style="list-style-type: none">· 파레토 분석· 시스템 다이어그램· Problem Boundary Expansion· Backward Forward Planning	<ul style="list-style-type: none">· SWOT 분석· 거시환경 분석· 5 Forces Competitive Model· BSC Analysis· Value System Model· ValueChainModel· 문제가치 및 해결여부 결정
원인분석	
<ul style="list-style-type: none">· Cause-Effect Diagram· 5Ws 1H 방법론· 5 Why 분석 방법론· Kepner-Tregoe 분석	
대안의 개발	대안의 평가
<ul style="list-style-type: none">· 브레인스토밍· Check List· Nominal Group Technique· 델파이 기법· TRIZ· Analogy· Reversal Method	<ul style="list-style-type: none">· Cost-Benefit Analysis· Decision Tree Analysis· Listing Pros/Cons· PMI Analysis· RISK Analysis· Personal balance Sheet

<그림 34> 문제해결 단계와 기법(김용진·진승혜, 2013)

이국희(2011)의 저서에는 문제발견, 원인규명, 해결대안 모색, 최적안 선택, 실행 및 변화관리 5단계로 제안하며, 맥킨지의 문제해결 프로세스는 문제정의, 문제 구조화, 이유의 우선순위 설정, 이슈 분석 및 워크 플랜 수립, 분석 수행, 분석결과 종합 및 시사

점 도출, 제안도출 7단계로 소개하고 있다. 김용진 · 진승혜(2013) 문제해결 모형과 이 국희(2011) 모형의 공통점은 대안개발단계 또는 해결대안 모색단계에서 TRIZ를 아이디어 도출 기법으로 제시하고 있다.

LG전자에서는 TRIZ 프로세스 적용단계를 5D 단계로 Define, Diagnose, Devise, Decide, Drive로 정립하고 있다. 5D Process의 각 단계별 적용 기법들은 TRIZ 기술 분야에 필요한 기법들이 모두 포함되어있다. 선행연구에서도 언급 했듯이 TRIZ Process 단계에서도 문제정의에서부터 원인분석을 통한 아이디어 도출까지 단계별 기법들을 내포하고 있다.

본 연구에서는 문제해결 단계를 공통 Process기반으로 각 단계별 기법들은 TRIZ 방법론 중 기술 및 비기술 분야에 공통으로 사용되어지는 모순(Contradiction), 40가지 발명원리(40 Principles)를 적용하였다.

기존연구에서도 알 수 있듯이 TRIZ와 다양한 방법론들이 통합되는 연구들이 있었다. 혁신문제를 찾기 위한 다양한 창의적 도구들 중 TRIZ는 해결아이디어를 제안하는 다양한 툴들의 단점을 보완할 수 있고 혁신에 가장 유용한 도움을 제공할 수 있다. 이러한 이유로 TRIZ는 문제를 해결하는 데 있어 문제해결 툴들과 통합되어질 필요가 있다(Hua, Z., Yang, J., Coulibaly, S., & Zhang, B., 2006).

그 중에서도 TRIZ와 AHP 통합방법론에 대한 기존연구들을 <표 13>와 같이 정리하였다. 문제해결 적용단계는 문제정의 및 TRIZ 적용을 통한 아이디어 도출 그리고 AHP를 통한 아이디어 선택으로 구성되어져 있음을 알 수 있다.

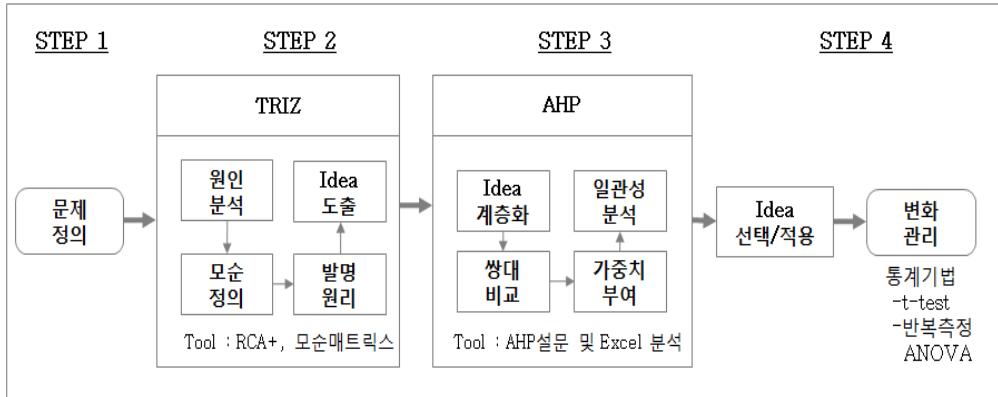
그러나 TRIZ기법 적용시 원인분석에 대한 구체적 방법론 언급이 없이 모순정의를 통한 발명원리를 적용하고 있다. 일반적인 문제해결 단계에서도 언급되고 있는 원인분석에 대한 구체적 언급이 부족함을 알 수 있다.

그리고 적용된 개선사례에 대해 결과만 제시하였고, Li, T. S., & Huang, H. H. (2009)의 친환경 물통(Eco Bottle) 개선사례에서 ANOVA를 통해 사례검증을 하였다. 그러나 사례검증에 대한 구체적 검증절차에 대한 설명이 부족하였다. 나머지 연구들은 도출된 해결안들에 대한 검증절차가 없었다.

<표 13> TRIZ-AHP 통합방법론 연구 비교

구분		문제 정의	TRIZ				AHP		검증
연구자	적용분야		원인 분석	모순 정의	매트릭스	아이디어	계층 구조	우선 순위	
Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013a)	자동차 수납함 개선	●			●	●	●	●	
Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013b)	자동차 도어 개선	●		●	●	●		●	
Li, T. (2010).	제조 시스템	●		●	●	●	●	●	
Chen, H. C., Tu, J. C., & Guan, S. S. (2012).	친환경 물병	●		●	●	●	●	●	
Li, T. S., & Huang, H. H. (2009)	제조시스템	●		●	●	●	●	●	●
Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K. (2014).	제품개발	QFD		●	●	●			
Di Gironimo, G., Carfora, D., Esposito, G., Labate, C., Mozzillo, R., Renno, F., ... & Siuko, M. (2013)	핵융합 발전용 연료 기체를 담는 용기			●	●	●	●	●	

기존 TRIZ-AHP 통합연구에서 언급되지 않은 원인분석 단계와 사례 검증절차를 보완하여 <그림 35>와 같이 연구모형을 제안하였다. 제안된 연구모형은 기존의 기술 분야 영역이 아닌 비기술 분야인 물류분야의 개선사례에 적용하였다.



<그림 35> TRIZ-AHP 통합방법 연구모형

TRIZ-AHP 통합 적용에 관한 기존의 선행 연구들은 <표 13>와 같이 자동차 디자인, 친환경 물병, 자동화 제조 시스템, 핵융합로 등의 개선사례 결과가 유효하다고 주장하고 있다. 그러나 유효하다고 주장하는 효과에 대한 구체적 검증결과는 제시하지 않고 있다. 기존연구와의 차별성 부각을 위해 물류분야의 개선사례를 본 연구모형에 적용하였고, 통계적 검증을 위해 다음과 같이 연구가설을 설정하였다.

연구가설 : TRIZ-AHP 통합방법을 적용한 물류개선활동은
개선 전과 후의 변화가 있을 것이다.

가설검증방법으로는 11년에서부터 13년까지의 개선 실적을 대응표본 t-test 및 반복측정 분산분석을 실시하였다.

3.2 연구방법

본 논문의 연구모형을 기반으로 비기술 분야인 물류영역의 개선사례를 적용하고자 하였다. 첫 번째 사례는 판매물류의 재작업을 개선 사례로써 11년 적용된 결과를 12년과 비교하여 개선전과 후를 비교하였고, 최근 13년까지도 11년에 비교하여 지속적으로 개선효과가 있는지 검증하였다. 두 번째 사례는 역회수 물류 영역에 해당되는 폐가전

회수 개선사례로 2014년에 적용된 사례이다. 폐가전 회수 개선사례는 향후 지속적으로 변화관리 관찰이 필요한 경우이므로 연구모형의 4단계 중 3단계까지 적용되었다.

STEP 1 : 문제정의

문제는 목표와 현상의 GAP을 말한다. 목표는 기대하는 수준이며, 현상은 실제 일어나고 있는 상황이다. 현재상황에서 기대하는 수준으로 도달하려고 하는 것은 문제해결이라고 할 수 있다. 맥킨지식 문제해결 기법에서 3가지 원칙은 Fact-base, MECE, 가설지향을 들 수 있다.

Fact-base는 사고와 분석의 근거를 사실에 바탕을 두며, MECE는 서로 배타적인 동시에 부분의 합이 전체를 구성하도록 구조화 하는 것이다. 마지막으로 가설지향은 문제의 해결책을 미리 헤아려 보는 것이다.

문제의 정의는 문제를 인식하고 명확하게 기술하는 것이다. 문제정의는 SMART원칙을 적용한다. 문제가 구체적인지, 측정이 가능한지, 행동 중심적 인지, 실현이 가능한지, 특정 기간 내 달성을 가능한지를 확인한다. Dweyne Spradlin(2012)는 문제정의 프로세스를 <표 14>와 같이 정의하고 있다.

<표 14> 문제정의 프로세스

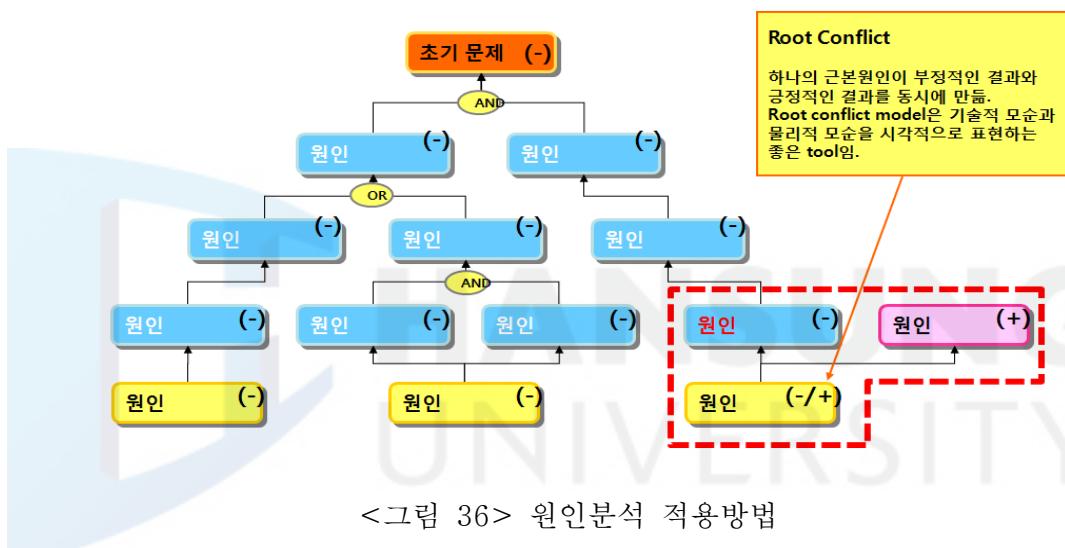
해결책이 필요한 이유를 명확히 한다.	ニ즈를 정당화 한다.	문제를 맥락화 한다.	문제를 서술한다.
기본적인 니즈가 무엇인지? 원하는 결과는 무엇인지? 누가 이익을 보고 왜 그런지?	노력이 전략에 부합하는지? 어떤 이득을 얻고 그것을 어떻게 측정할 것인지? 해결책이 실행될 것이라고 확신할 방법은?	어떤 접근법을 시도했는지? 다른 사람은 어떤 시도를 해봤는지? 해결방안 실행에 대한 내/외적 제약은?	문제가 여러개인가? 해결방안들이 충족해야 할 사항들은? 누구에게 맡겨야 할지? 해결안이 어떻게 평가되고 성공이 어떻게 측정 될지?

Spradlin, D. (2012). Are you solving the right problem?. Harvard Business Review, 90(9), 84-+.

STEP 2 : TRIZ 적용

2.1 원인분석

원인분석을 위해서는 자료를 수집하고 분석하여야 한다. 분석을 통해서 원인을 규명해야 하는데, 원인분석기법에는 Cause Effect Diagram, 5w1h 방법론, 5why 분석방법론 등 다양한 기법들이 있다. 본 연구에서는 선행연구에서도 언급되어진 RCA⁺를 사용하였다.



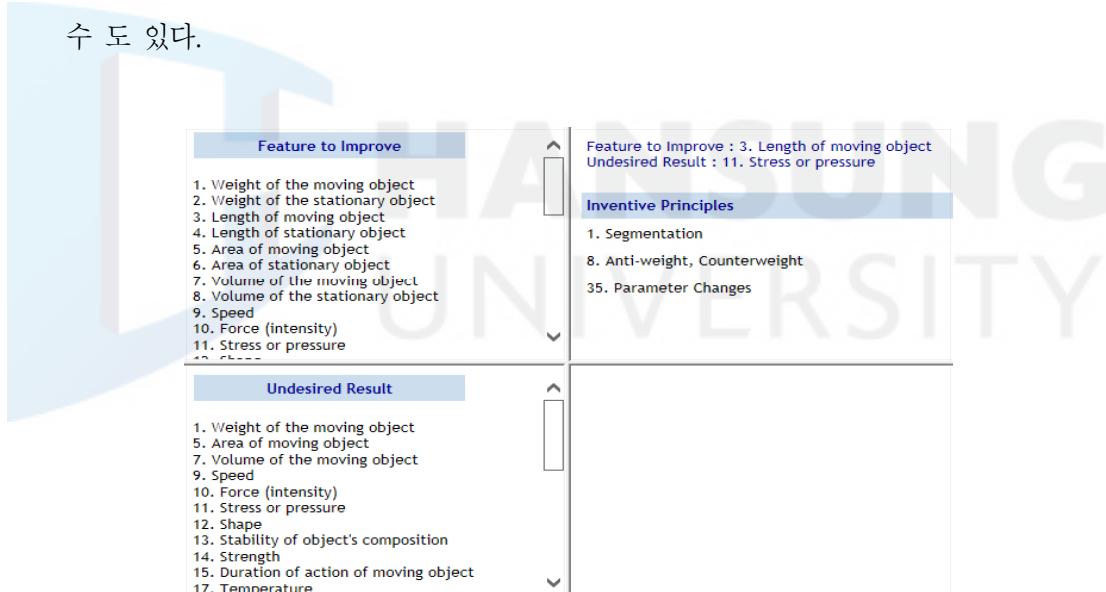
Event에 대한 원인들을 연결하여 분석하여 핵심원인(Root Cause)을 확인하여 Cause를 이용하여 Conflict를 도출한다. (+)와 (-)는 기술적 모순을, (+/-)는 물리적 모순을 나타낸다. 그리고 원인들 관계에 있어서 "OR"는 상위 원인을 해결하기 위해서 하위 원인들을 모두 해결해야 되며, "AND"는 상위 원인을 해결하기 위해서는 하위 원인들 중 하나만 해결하면 상위 원인을 해결할 수 있다는 의미이다. 핵심원인을 선정하기 위해 부정적 속성의 원인은 (-)로, 긍정적 속성의 원인은 (+) 나타내도록 하여 (+)와 (-)의 속성을 동시에 가지는 원인을 핵심원인으로 선정하도록 하였다.

기존의 RCA 또는 ISSUE TREE 같은 원인분석도구와 방법적인 면은 유사하나 원인선정을 객관화하기 위한 관점에서는 차이가 있다고 볼 수 있다.

2.2 모순정의 및 발명원리

TRIZ의 기본 tool인 모순 정의 및 파라미터 전환을 통한 발명원리를 본 단계에서 적용하게 된다. 파라미터는 39가지로 구성되어 있다. TRIZ 협회의 비즈니스 파라미터는 35가지 변형되어 사용되어 지기도 한다. 본 연구에서는 알트슬러에 의해 개발된 39가지 파라미터를 사용하였다. 가로축과 세로축의 교차되는 지점에서의 발명원리를 바탕으로 해결 아이디어를 도출한다.

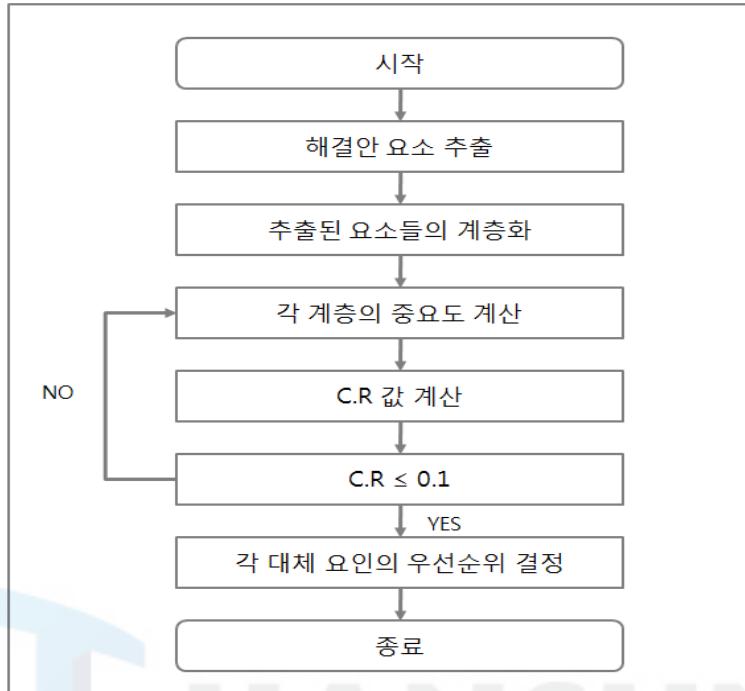
모순행렬에서 비어있는 셀 또는 제시된 발명원리를 적용 후에도 해결안이 떠오르지 않을 경우 다른 발명원리들을 각각 적용 해 볼 수 있다. 원인들을 파라미터로 변환 후 개선되는 파라미터 와 악화되는 파라미터의 교차되는 지점의 발명원리를 우선 적용토록 한다. 모순매트릭스 사용방법은 웹 사이트(<http://www.triz.co.kr/TRIZ/frame.html>)에 접속하여 <그림 37>와 같이 해당 파라미터를 선택하게 되면 자동으로 발명원리를 찾을 수 도 있다.



<그림 37> 웹 사이트를 활용한 모순매트릭스(<http://www.triz.co.kr/TRIZ/frame.html>)

STEP 3 : AHP 적용을 통한 idea 평가

AHP 실행순서는 <그림 38>와 같이 적용한다. 질문의 일관성 비율(CR)이 0.1보다 작으면 우선순위를 결정하면 되지만, 0.1보다 클 경우는 AHP 설문방법을 다시 설명하고 재설문을 받도록 한다.



<그림 38> AHP 실행순서

AHP 설문 조사는 전문가들을 대상으로 실시하는 의사결정 과정이므로 많은 대상자들은 보다 해당 분야의 전문가들에 한해 소수인원으로 설문이 가능하다. AHP 프로그램은 Expert Choice라는 프로그램으로도 계산할 수 있고, Excel 프로그램을 통해서 중요도와 일관성 비율(CR)을 구할 수 있다. 일관성 비율(CR)은 0.1보다 작아야 된다. 설문 실시 후 일관성 비율(CR)이 충족하지 못하는 조사 대상자에 대해서는 쌍대비교에 대해 다시 설명한 후 재측정 할 수도 있다.

STEP 4 실행 및 변화관리

변화관리는 조직의 변화활동이 원활하게 수행될 수 있도록 조직의 구조와 문화를 혁신하고, 조직 구성원들의 저항을 최소화하며, 변화된 환경에서 구성원들이 적응할 수 있는 능력을 향상시키는 활동이다(김재진, 2000). Hayes(2006)의 변화관리 정의는 기업의 효과성을 향상시키기 위하여 조직을 변화시키는 방법이라 하였다.

John P. Kotter and Dan S. Cohen는 변화관리 8단계 프로세스를 <표 15>와 같이 제안하고 있다.

<표 15> 변화를 위한 성공 프로세스 8단계

단계	행동	새로운 행동
1	위기감 조성	변화해야 된다는 분위기가 조성되기 시작
2	팀 구성	변화를 선도하기 위한 팀 구성을 통해 작업을 시작
3	비전 정립	변화 노력에 필요한 비전과 전략 개발
4	의사 소통	변화에 동참하고, 행동으로 나타남
5	권한 부여	비전 달성을 위해 행동 할 수 있다고 많은 사람들이 느끼고 행동을 한다.
6	단기 성공	비전 달성을 위해 노력하고 변화에 저항하는 이들이 감소함에 따라 추진력이 형성
7	속도 유지	비전 충족될 때 지속적인 변화관리
8	변화 정착	기존의 방해가 발생 하더라도 새로이 형성된 행동이 지속

John P. Kotter and Dan S. Cohen, The Heart of Change (기업이 원하는 변화의 기술), 김기웅, 김성수 옮김. 김영사. 2003

Spradlin, D. (2012)의 문제정의 프로세스에서도 언급 하였듯이 평가에 대한 방법은 최초 문제 정의 시 현상과 목표에 대한 차이를 검정하는 것으로 본 연구의 사례에 대한 평가 및 검증은 통계적 방법인 대응표본 t-test를 통해 개선 전/후의 차이에 대한 유의성 검증을 하도록 하였다.

IV. 연구모형의 사례적용

물류 영역 중 고객과 직접적인 관계가 있는 판매물류 영역에서의 효율성 개선을 위해 TRIZ-AHP 통합방법을 적용한 사례연구 및 통합모형을 검증하였다. 특히, 원인분석 단계에서는 재작업에 영향을 미치는 변수들 간의 상관관계 분석 및 회귀 분석을 통해 변수들 간의 상관관계 및 유의성 여부를 검증하였다.

원인분석을 통해 아이디어를 도출 하는 과정에 있어서 상관관계가 없는 변수들을 개선하는 것은 의미가 없는 혁신 활동이기 때문이다.

그리고 TRIZ의 40가지 발명원리를 통해 아이디어를 도출하고, 도출된 아이디어의 선정은 AHP 설문방식을 통해 관련 분야의 담당자를 대상으로 실시하여 개선 가능한 아이디어를 객관적으로 선정하고자 하였다.

선정된 아이디어들을 해결안으로 적용하여 지속적인 변화관리를 하였고, 개선 전과 후의 효과에 대한 유의성은 통계적 기법 중 t-test 및 반복측정 분산분석을 통해 검증하였다. 그리고 정성적인 성과관리 지표의 개선효과는 물류비 절감 여부를 추정하였다.

4.1 물류 재작업 개선 사례 적용

해당 기업은 국내 가전 제조업체로서 전국에 3개의 공장물류와 25개의 판매물류센터를 물류 자회사를 통해 운영하고 있다.

물류의 기능별, 영역별 범주에 따라 개선 활동을 지속하고 있으나 해당 사례는 판매물류 영역에 해당하는 물류 작업 행위 중 창고관리, 배송관리 등의 여러 가지 업무 중 배송관리에서 발생하는 중복작업을 최소화하기 위한 개선 사례이다.

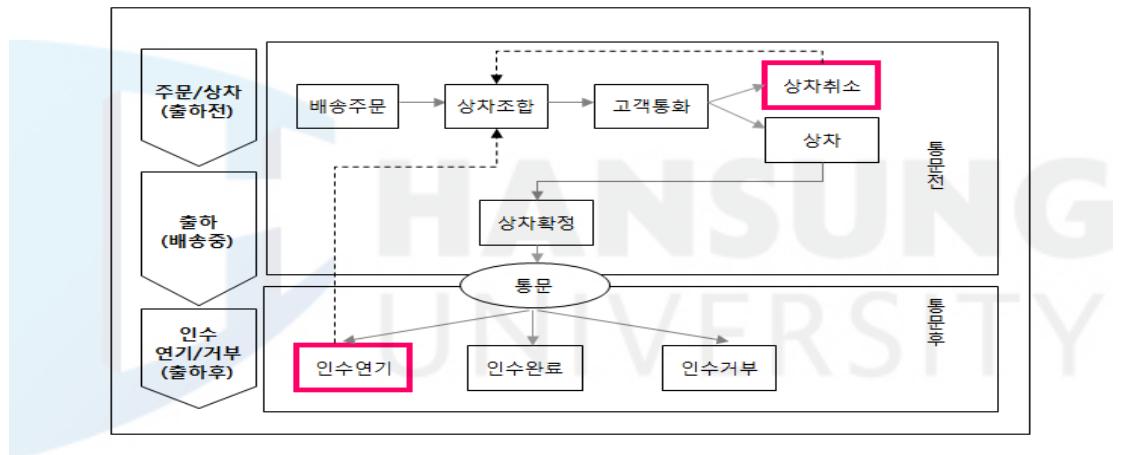
물류 재작업의 개선 범위는 배송 준비 단계인 상차조합 및 실제 고객 배송 시 인수연기를 최소화 하는 작업으로 정의할 수 있다.

해당 기업에서는 상차조합과 인수연기에 해당하는 물류 재작업을 최소화하기 위해 본 연구에서 제안하고 있는 TRIZ-AHP 통합 연구모형을 적용하여 다음 단계별로 적용하였다.

STEP 1 : 문제정의

판매물류는 영업에서의 주문을 기반으로 배차를 실시하게 되는데, 배차 이후에 물류에서의 포킹 등과 같은 창고 내에서 작업 중 배송일 연기로 인한 재작업을 “상차취소”라고 정의하였고, 상차 이후 실제 고객에게 배송을 나가는 단계를 통문이라고 하는데, 통문 이후에 배송을 완료 하지 못하고 배송일이 연기되는 경우를 “인수연기”라고 정의하고 있다.

본 사례연구의 개선 대상은 <그림 39>와 같이 “상차취소”와 “인수연기” 두 단계에서 발생하는 물류 재작업 개선에 중점을 두었다.



<그림 39> 'L' 기업 판매물류 프로세스

기업의 입장에서는 영업의 주문이 물류에서 재작업 없이 고객에게 인수완료 되기를 원한다. 물류 재작업은 고객서비스 만족 및 운송비 개념에 있어서의 물류비 절감에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 요소로 볼 수 있다. 물류 재작업이 발생되면 다시 배차 행위를 통한 물류 배송작업을 중복으로 진행해야 하므로 재작업 비중이 높을수록 기업의 물류비 부담도 커진다.

물류 효율성 개선을 위해 'L' 기업에서는 물류의 상차조합 행위와 고객의 인수연기 건수를 최소화하여 물류의 불필요한 중복 업무를 최소화하기 위해 과제선정을 하게 되었다.

STEP 2 : TRIZ 적용

2.1 원인분석

Data는 내부 물류시스템을 통해 추출하여 매주 1회 관리 하며, 분석기준은 월 단위 기준으로 분석을 진행하였다. 전체배차가 높아짐에 따라 물류 재작업 비중도 높아지는지 여부를 11년부터 13년 까지 관리한 물류 재작업에 대한 Data를 기준으로 상관관계의 유의성 여부를 SPSS 통계프로그램을 통해 확인하였다.

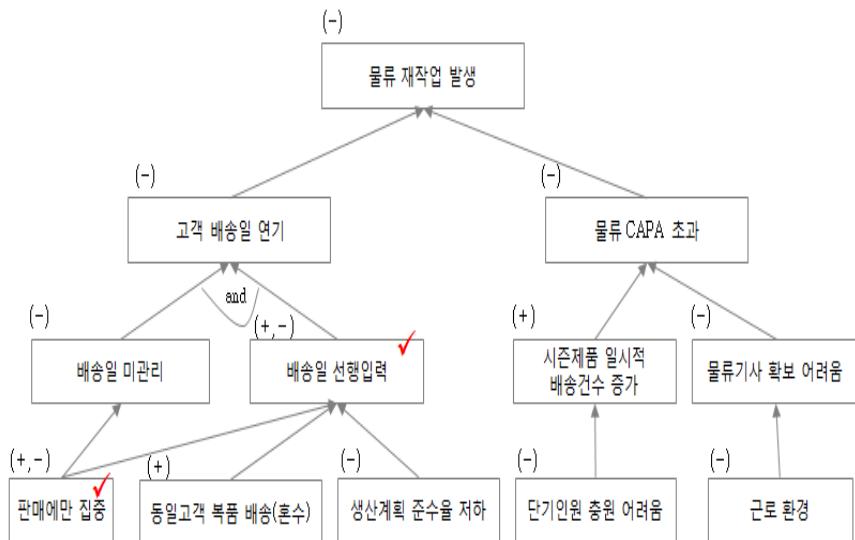
분석결과 다음과 같이 배차 현황과 재작업 간의 상관관계가 있음을 <표 16> 통계 분석 결과를 확인 할 수 있었다. 배차건수와 재작업 건수 사이에 대하여 강한 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

<표 16> 상관관계 분석(11년~13년)

연구단위	평균	표준편차	내용	
			1	2
배차건수	436586.77	53,819	1.00	
재작업건수	89237.75	17,398	.930**	1.00

** 상관계수는 .001 수준(양쪽)에서 유의

실제 이러한 재작업 발생에 대한 원인 분석을 위해 RCA⁺를 이용하여 <그림 40>와 같이 물류 재작업 원인 분석을 실시하였다. 근본원인을 “배송일에 대한 선행입력”과 “판매에만 집중”하는 현상을 선정하였다. 최초 문제 정의 시 “물류 재작업 개선”이라고 문제를 정의 하였지만, RCA⁺를 통한 원인 분석 후 근본원인을 선정함으로써 “선행입력과 배송일을 관리하지 않고 있으므로 물류 재작업 비중이 개선되지 않고 있다.”라고 문제를 재정의 하였다.



<그림 40> RCA⁺분석(Root Cause Analysis)

원인분석 결과 “판매집중”과 “배송일 선행입력” 2가지 요소가 핵심요소로 선정되었다. 선정기준은 +,-의 영향을 모두 주는 요소를 기준으로 선정하였으나, 상황에 따라 개선 가능한 원인위주로 선정해도 무방하다. 상황에 따라 FA(Function Analysis)를 통해 상호작용 분석도 가능하지만, 본 연구에서는 RCA⁺로 원인분석을 진행하였다.

2.2 모순정의를 통한 발명원리 적용

아이디어도출을 위해 선정된 원인들을 가지고 모순을 도출하여야 한다. TRIZ의 핵심 해결원리는 기존연구에서도 언급한 바와 같이 모순을 해결하는 것이다. 문제를 해결했다고 하는 것은 적어도 하나의 모순을 해결했다고 보는 것이 TRIZ의 핵심원리이기 때문이다(Gadd, 2011).

RCA⁺를 통해 문제를 재정의 하고 정의된 모순을 40가지 발명원리를 적용하여 아이디어를 도출하게 된다. 기술적 모순은 <고객배송일 관리>를 하면 <재작업 비중>은 개선되나, <판매 집중도>는 떨어지게 되고 <고객배송일 관리하지> 않으면 <재작업 비중>은 떨어지나 <판매 집중도>는 좋아진다고 정의할 수 있다.

즉, 물리적 모순은 <고객배송일 관리> 유/무에 따라 <재작업 비중>과 <판매 집중도>가 영향을 받는다고 정의할 수 있다. 물리적 모순을 정리해보면 “재작업 비중이 개선되

려면 고객 배송일을 관리해야 하고, 판매집중도가 좋아지려면 고객 배송일을 관리하지 말아야 한다.”라고 정리할 수 있다.

물리적 모순을 통해 정의된 이상적 최종결과(IFR)는 고객 배송일은 관리하면서 동시에 관리하지 말아야 된다고 정의할 수 있다. 기술적 모순요소는 모순 매트릭스 적용을 위해 파라미터로 전환하여 관련된 발명원리를 찾도록 도와준다. 모순매트릭스 사용은 <그림 41>와 같이 <http://www.triz.co.kr/TRIZ/frame.html> 사이트 접속할 수도 있고, 모순매트릭스를 직접 활용하여 사용할 수도 있다.

사용자의 편의에 따라 사용방법은 선택하면 된다. 개선되어지는 파라미터를 가로축으로 선정하고 원하지 않는 파라미터 또는 악화되는 파라미터를 세로축으로 선정하여 교차되는 지점의 발명원리를 아이디어 도출하는 데 사용한다.

본 사례에서 도출된 기술모순인 “고객 배송일” 요소는 개선되는 파라미터로 “9. Speed”로 ”판매 집중도“는 악화되는 파라미터 ”21.Power“를 대입하여 제시된 발명원리를 적용하였다.

Feature to Improve	Feature to Improve : 9. Speed Undesired Result : 21. Power	Inventive Principles	개선하려는 특성	악화되는 특성	움직이는 물체의 무게	정지한 물체의 무게	...	물체의 안전성	...	자동화수준	생산성
1. Weight of the moving object 2. Weight of the stationary object 3. Length of moving object 4. Length of stationary object 5. Area of moving object 6. Area of stationary object 7. Volume of the moving object 8. Volume of the stationary object 9. Speed 10. Force (intensity) 11. Stress or pressure		19. Periodic Action 35. Parameter Changes 38. Strong Oxidants 2. Removing the Undesirable			1	2		13		38	39
		1. Weight of the moving object 3. Length of moving object 5. Area of moving object 7. Volume of the moving object 10. Force (intensity) 11. Stress or pressure	1. 움직이는 물체의 무게	•	-	-	13.35 19.39	-	26.35 18.19	35.3 24.37	
		12. Shape 13. Stability of object's composition 14. Strength 15. Duration of action of moving object 17. Temperature	2. 정지한 물체의 무게	-	•	-	26.39 14.0	-	2.26 35	1.28 15.35	
			-	-	•	-	-	-	
		17. Temperature	7. 움직이는 물체의 무게	2.36 29.40	-	-	28.10 13.9	-	35.34 16.24	10.6 2.34	
			-	-	-	-	•	-	
		18. Time	38. 자동화수준	28.26 18.35	28.26 35.10	-	18.1	-	•	5.12 35.26	
			39. 생산성	36.26 24.37	28.27 15.3	-	35.3 22.39	-	5.12 35.26	•	

<그림 41> 모순매트릭스 적용(<http://www.triz.co.kr/TRIZ/frame.html>, Altshuller, G., 1996)

모순매트릭스에서 제시된 발명원리를 적용하여 아이디어가 도출되지 않을 때는 다른 40가지 발명원리를 활용하여 아이디어를 도출하여도 무관하다. 선행연구에서도 언급 하였지만 모순매트릭스에서 제안한 발명원리는 파라미터 속성에 따라 확률적으로 많이 사용되는 발명원리를 보여주는 것이기 때문이다.

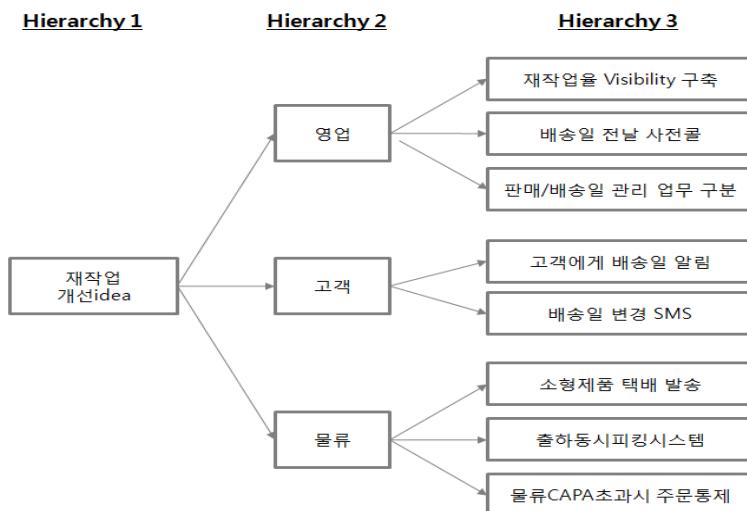
<표 17> 적용된 40가지 발명원리

아이디어	내용	적용된 원리
아이디어 1	재작업 비중에 대한 Visibility 구축	19번_주기적 조치
아이디어 2	고객 배송일 알림 시스템 구축	11번_사전예방조치
아이디어 3	배송일 변경에 대한 SMS 발송"	11번_사전예방조치
아이디어 4	배송일 전날 사전콜	11번_사전예방조치
아이디어 5	판매/배송일 관리 업무 구분	1번_분리
아이디어 6	소형제품 택배 배송	28번_대체 적용
아이디어 7	사전 피킹 --> 출하 동시 피킹	33번_동질성
아이디어 8	물류 CAPA 초과 시 주문 통제	18번_진동

선행연구에도 언급이 되었지만 모순매트릭스에서 제안하는 발명원리는 해당 파라미터에서 통계적으로 많이 사용되는 발명원리를 제안하고 있으며, 다른 발명원리들도 적용하여 아이디어 도출에 활용할 수도 있다.

STEP 3 : AHP 적용을 통한 idea 평가

발명원리 적용을 통해 제안된 Idea에 대해서 <그림 42>과 같이 계층화를 통해 각 요인들 간의 중요도 및 CR 값을 검정한다.



<그림 42> 제안된 아이디어 계층화

설문조사대상은 'L' 기업의 물류업무 담당자 2명과 물류 자회사 담당자 4명을 대상으로 조사하였다. 담당자들의 평균 근속기간은 5년 이상이며, 30대 이상 남자사원들로 조사하였다. 회수된 6부 설문지 중 CR 값을 충족하지 못하는 3명에 대해서는 쌍대비교에 대해 다시 설명 후 재 설문을 실시하였다.

재설문 이후에도 CR 값을 충족하지 못하는 1명은 설문대상에 제외하여 최종 5부 설문을 회수 완료하여 Excel 프로그램을 통해 <그림 43>와 같이 계산하였다.

CR	0.10 3-1	0.06 3-2	0.03 3-3	0.07 3-4	0.07 3-5	0.066103	
Weights	고객 영업 물류	0.215722 0.7230545 0.0612235	0.7235061 0.1931861 0.0833079	0.2604980 0.1061563 0.6333457	0.1548978 0.7765920 0.0685102	0.154898 0.06851 0.776592	
						0.2499 0.2396 0.1766	
						25.0% 24.0% 17.7%	
CR	0.08	0.09	0.08	0.07	0.09	0.083491	
Weights	가시화 사전콜 업무구분 배송일 알림 배송일변경 택배 출하동시 capa 초과	0.0483507 0.3050906 0.1468185 0.1895501 0.0936698 0.0658175 0.0818431 0.0688597	0.29123335 0.20628328 0.23366732 0.12906733 0.12906733 0.03495135 0.04519382 0.05823387	0.28502625 0.24762379 0.06229327 0.15021651 0.16630732 0.04458604 0.04593629 0.0363209	0.1681298 0.160857 0.269601 0.07626107 0.06489743 0.1431298 0.02940586 0.20825899	0.043728 0.1242 0.2257 0.0998 0.1234 0.1220 0.0627 0.0500 0.0768	12.4% 22.6% 10.0% 12.3% 12.2% 6.3% 5.0% 7.7%

<그림 43> Excel을 이용한 가중치 및 일관성 비율 구하기

각 계층별 요인들에 대한 일관성 비율(CR)과 우선순위는 결과는 <표 18>과 <표 19>로 정리하였다. 계층 2의 일관성 비율(CR)은 0.066103이며 요소들 간의 중요도와 우선순위는 <표 18>와 같이 영업요인(0.2499), 고객요인(0.2396), 물류요인 (0.1766) 순으로 중요한 것으로 분석되었다. 물류 담당자들의 재작업 요인에 대한 중요 발생 요인으로 판매 현장의 직접적인 요인들인 영업과 고객으로 인식함을 알 수 있다.

<표 18> 아이디어 계층2의 중요도/우선순위

재작업 개선 아이디어			
계층2(중요도)	순위	계층3(중요도)	순위
영업(0.2499)	1	가시화(0.1242)	2
		사전콜(0.2257)	1
		업무구분(0.0998)	3
고객(0.2396)	2	고객 배송일 알림(0.1234)	1
		배송일 변경 sms(0.1220)	2
물류(0.1766)	3	택배(0.0627)	2
		출하동시파킹(0.0500)	3
		물류capa 초과 주문통제(0.0768)	1

계층 3의 CR은 0.083491이며 요소 간의 상대적 중요도와 우선순위는 <표 19>와 같이 도출되었다. 제품 배송일에 대해 사전콜과 같은 관리 항목이 제일 중요한 해결대안으로 인식하고 있었다.

<표 19> 아이디어 계층3의 중요도/우선순위

계층3(중요도)	순위
가시화(0.1242)	2
사전콜(0.2257)	1
업무구분(0.0998)	5
고객 배송일 알림(0.1234)	3
배송일 변경 sms(0.1220)	4
택배(0.0627)	7
출하동시파킹(0.0500)	8
물류capa 초과 주문통제(0.0768)	6

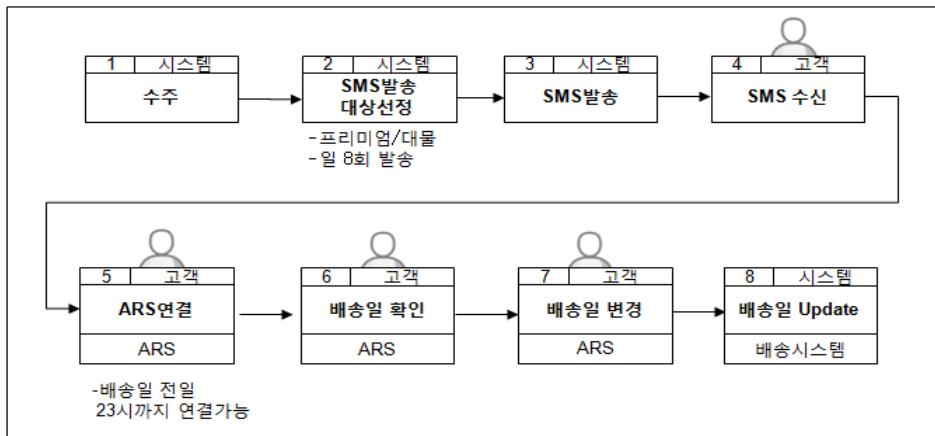
아이디어 가중치 평가를 통해 실현 가능한 5가지 아이디어를 다음과 같이 도출하여 실행/적용하였다.

아이디어 1. “재작업 비중에 대한 Visibility 구축”에 대해서는 주 단위 관리를 통해 과다하게 발생한 팀에 대해서는 직접 사유보고를 하도록 하여 관심을 가지고도록 하였다. 현장방문교육 시 반드시 물류/영업이 한자리에 모여 상호의사소통을 통한 문제점을 공유하고 개선활동들이 효과가 있었다.

현장방문교육은 단기성으로 끝나지 않고 월1회 주기적으로 실시하였다. 마지막으로 재작업 개선을 위해 중요한 핵심만 정리하여 Guide를 제작하고 전국 영업/물류에 공유하여 단기성이 아닌 지속적인 관리가 되도록 하였다. 특히, 고객 배송일에 대한 주문 입력 정확도 및 물류의 납기 완료의 중요성을 강조하였다.

시스템은 개선이 되었다고 끝나는 것이 아니라 사용자들에 대한 교육과 활용도 중요한 요소로 볼 수 있다. 아무리 좋은 시스템도 사용자 측면에서 불편함을 느끼면 활용도가 낮아질 수 있다. 관리적인 측면에서 보듯이 시스템뿐만 아니라 재작업 개선에 대한 관심을 부각할 수 있는 필요성과 지속적인 교육 및 현장 활동이 중요함을 알 수 있었다.

아이디어 2. "고객 배송일 알림 시스템 구축"에 대해서는 배송일 전날 고객 ARS 전송을 통해 고객이 직접 배송일 확인 및 변경할 수 있도록 사전 조치하도록 적용하였다.



<그림 44> 'L' 기업 ARS 프로세스

배송 전날 SMS 발송을 통해 고객 배송일 사전 확인 및 변경 요청 시 ARS 접속을 통해 고객이 직접 배송일을 변경할 수 있도록 하였다. SMS를 받은 고객은 배송일에 대한 인식 또는 배송일 변경을 ARS 접속을 통해 고객이 직접 변경할 수 있도록 하였으며, SMS 발송 대상은 배송일이 익일 고객을 대상으로 진행되며, 고객인적 사항은 오류 없이 정확히 입력이 되어야 한다는 선행 조건이 필요하다.

발송시간은 매일 13시 50분부터 20시 기준으로 5회 발송 하며, 도서지역 등 일부 특수 배송지역은 제외 되며, 배송 전날 사전관리 관점에서 ARS 운영을 통해 고객만족 및 재작업 요인을 줄이고자 하였다.

'L' 기업에서는 배송일이 익일인 대형 제품 고객을 대상으로 일 5회 SMS 발송을 통한 배송일 확인 및 배송일 변경을 원하는 고객은 ARS에 접속하여 배송일을 변경할 수 있도록 시스템을 구축, 운영하고 있다. 배송 당일 인수연기를 최소화할 수 있도록 고객들에게 배송일 전날 사전 공지를 함으로써 인수연기를 최소화하고자 하였다.

아이디어 3. "배송일 변경에 대한 SMS 발송"에 대한 적용 방향은 고객 배송일이 생산지연 등과 같은 사유로 변경이 되었을 경우 사전에 판매 사원에게 연락하여 배송일을 변경하도록 하였다. 사전에 배송일을 변경하게 되면 물류에서는 중복 상차 행위를 하지 않아도 되므로 그 만큼 재작업 비중이 줄어들게 된다.

아이디어 4. “배송일 전날 사전콜”에 대한 적용은 상차를 하기 전 물류에서 배송일 전날인 고객들에 대해 사전 연락을 취함으로써 배송일 변경되는 건들을 최소화할 수 있게 하였다. 재작업 개선을 하기 위해서는 시스템적인 개선과 더불어 해당 시스템을 사용하는 사용자들의 관심이 매우 중요하였다. 관리적인 측면에서의 중요한 요인은 재작업 개선의 중요성에 대한 관심이 중요하였다.

재작업 관리를 본격적으로 시작할 당시 전국 영업팀을 대상으로 화상교육을 실시하여, 물류 재작업을 줄여야 되는 필요성과 현상 및 문제점, 그 개선방안을 공유하여 관심을 부각하고자 하였다. 이후 재작업에 대한 정기적인 지표를 주1회 정기적으로 영업과 물류에 공유하였다.

공유된 자료를 기반으로 하부 영업조직까지 재작업에 대한 현상을 분석하여 문제점을 개선하도록 하였고, 지표가 부진한 영업 또는 물류 현장에 대해서는 현장 방문활동을 통해 현장의 문제점 및 애로 사항을 파악하여 개선 적용하였다. 현장방문 활동 및 교육을 진행함에 있어서 가장 효율적인 방법은 해당 물류담당자와 영업팀 간의 의사소통이 중요하였다.

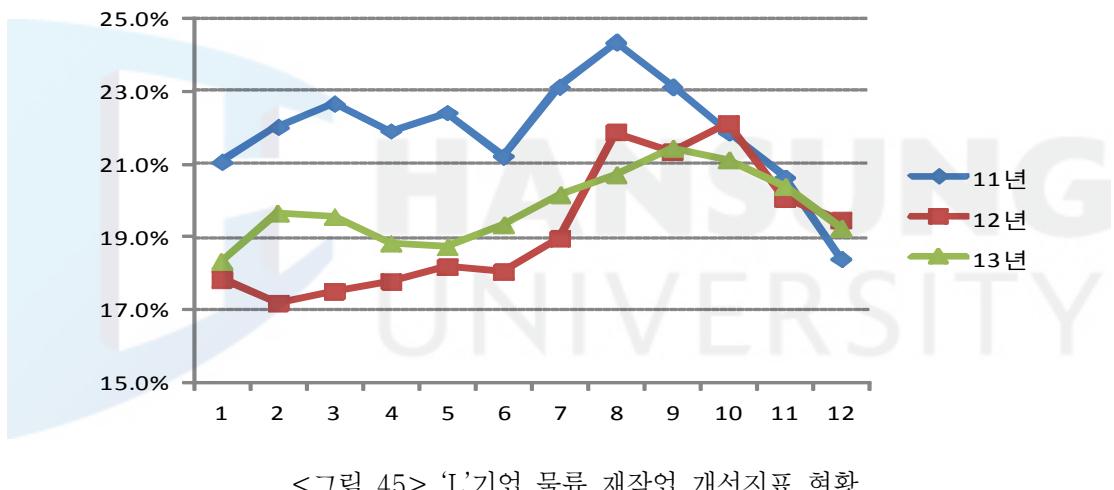
아이디어 5. “판매/배송일 관리 업무 구분”에 대해서는 물류에서 사전 배송일 관리뿐만 아니라 판매점에서도 해당 제품을 판매한 직원들이 사전 배송일을 관리함으로써 배송일에 대한 신뢰도와 정확도를 높이게 하였다. 현장 활동을 점검을 통해 매장별로 재작업율이 낮은 곳들은 고객 배송일에 대한 사전관리를 철저히 하는 곳이 많았으며, 상대적으로 그렇지 않은 매장들은 재작업 비중이 높은 곳들이 많았음을 알 수 있었다.

STEP 4 : 실행 및 변화관리

물류 재작업 개선을 위한 활동 중 사전관리에 중점을 두고 점진적으로 개선되어지는 재작업 개선 비중을 관찰함으로써 사전관리가 재작업 개선에 영향이 있음을 알 수 있다. 개선요인에는 고객, 물류, 영업 등 크게 3가지 요인으로 구분되어 제어할 수 있다. 고객요인은 고객의 다양성으로 인해 순수 고객요인은 통제가 힘들지만, ATP 및 ARS 시스템을 활용하여 최소화하려고 하였고, 영업요인으로 주문 입력의 정확도를 개선하기 위한 교육활동을 하였다.

그리고 물류에서 발생하는 요인은 고객에 대해 사전 전화와 같은 활동을 통해 당일 배송일 완료를 최대화하였다. 그러나 고객/영업요인은 좀 더 세밀한 분석을 통한 통제 관리가 필요한 요인이다. 영업요인 중 선행주문에 대한 관리는 물동 안정화 및 배송 납기일 가시성 확보를 통해 제어가 가능한 요인으로 판단되지만, 고객 요인에 의한 재작업 발생은 고객의 상황과 여건에 따라 통제할 수 없는 많은 변수를 내재하고 있어 물류 재작업 개선 요인 중 상당히 어렵고도 힘든 통제요인으로 볼 수 있다.

본 사례연구에서 보듯이 재작업 요인을 최소화할 수 있는 방안은 고객 배송일 전일 판매물류에서 상차/피킹 작업이 발생하기 전에 상차취소/인수연기에 대한 사전관리를 통해 <그림 45>와 같이 개선되어가는 과정을 볼 수 있었다.



<그림 45> ‘L’기업 물류 재작업 개선지표 현황

도출된 아이디어를 바탕으로 실무에 적용하여 개선 전과 후의 비교를 다음과 같이 정리할 수 있었다. Data는 내부 물류시스템을 통해 추출하여 매주 1회 관리하며, 분석 기준은 월 단위 기준으로 분석을 진행하였다. 그리고 물류 재작업 개선 전/후의 변화를 비교하기 위해 “2011년 1~12월”을 개선 전으로, “2012년 1~12월”을 개선 후로 구분하여 대응 표본 t-test를 실시하였다.

그 결과 <표 20>와 같이 t값이 4.685로 2.201보다 크고, 개선전과 개선후의 평균은 통계적 유의 수준 하에서 차이가 있는 것으로 나타났다. TRIZ-AHP 통합방법론 적용을 통한 물류 재작업 개선 향상에 도움을 준다고 볼 수 있을 것이다.

<표 20> 대응표본 t-test(11년/12년)

구분	평균	표준편차	t 값	p 값
2011년(개선전)	0.2189	0.01496		
2012년(개선후)	0.1920	0.01754	4.585	.001*

p<0.05*

그리고 13년까지 개선효과 검정을 위해 11년, 12년, 13년 물류 재작업율을 반복측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA)를 통해 개선효과의 지속성 여부를 검증하고자 하였다. 3개 년도를 요인수준 3으로 하여 요인에 대한 개체 내 효과검증 F값이 19.555로 유의수준 .000하에 유의한 결과가 나타났다.

해당 년도별 평균의 차이는 <표 21>와 같이 11년과 12년도의 평균의 차이, 11년과 13년의 평균의 차이는 유의수준 .005하에서 유의하였다. 12년과 13년의 평균의 차이는 유의하지 않았다.

<표 21> 반복측정 분산분석(11년/12년/13년)

(I) 요인1	(J) 요인1	평균차(I-J)	표준오차	p 값
11년	12년	.027*	.006	.002*
	13년	.021*	.004	.001*
12년	11년	-.027*	.006	.002*
	13년	-.006	.003	.256

p<0.05*, 다중비교에 대한 조정 "bonferroni"

대응표본 t-test 결과에 대해 정리해보면 물류 재작업 개선을 위해 11년 실적과 12년 실적을 비교하였을 때 개선효과가 있었고, 개선효과의 지속성 여부를 검증하기 위해 11년, 12년, 13년 반복측정 시 11년과 12년, 11년과 13년은 개선효과가 있었고, 12년과 13년의 개선효과의 차이가 없었다. TRIZ-AHP 통합방법론 적용을 통한 물류 재작업 개선 향상이 2013년까지도 지속적으로 도움을 준다고 볼 수 있을 것이다.

연구모형에서 제시한 “물류개선을 위한 TRIZ-AHP 통합방법론 적용은 개선 전과 후의 변화의 차이가 있을 것이다.”라는 연구가설은 유의하다고 볼 수 있다. 그리고 정량적인 평가 방법 중 손익 관점에서의 결과는 물류 재작업 비중이 20%일 경우 발생하는 손실비용은 작업비용, 지게차비용, 창고보관비용, 가정설치비를 고려할 경우 월 평균 약 356백만 원으로 추정하고 있다.

즉, 매월 평균 17%의 재작업 비중을 유지할 경우 3%에 대한 월비용 절감은 약 53백만 원, 년간 약 6억 이상의 손실비용이 절감되는 것으로 분석하고 있다. 다만, 물류 재작업이라는 다른 기업의 사례를 찾기가 힘들어 기업 간의 비교는 향후 연구과제로 제안하고자 한다.

4.2 폐가전 회수 개선사례 적용

해당사례는 2014년에 적용한 사례로 적용 기간이 짧아 개선 전/후의 비교가 불가능하였다. 그러나 방법론을 적용하여 아이디어를 도출하는 과정을 사례를 통해 보여주고자 하였다. 우리나라는 환경보호의 일환으로 자원 순환법을 제정하여 전기/전자 제품 제조업자는 2008년부터 폐가전 재활용 의무를, 판매/유통업자들 대상으로 회수의무를 2012년부터 부과하기 시작하였다. 이로 인해 제조업 및 판매업자들은 정부의 정책을 이행하기 위해 폐가전 회수 개선을 위해 관심을 가지기 시작하였다. 국내 전자 제조업체인 'L' 기업의 폐가전 회수 개선을 위해 TRIZ-AHP 통합방법의 적용 과정을 보여 주고자 한다.

1) 문제정의

'L' 기업은 2013년도 55,000톤, 2014년도는 63,000톤이라는 폐가전 회수 목표량을 부과 받았다. 문제는 폐가전 회수 목표량이 매년 증가하고 있으며 그만큼 폐가전 회수 활동도 어려진다는 것이다. 그리고 부과 받은 회수 목표량에 대해 미달하는 회수중량만큼 부담하는 환경부과금도 증가하는 추세이다. 제조업체가 판매업자들의 배송대행의 의무도 가지고 있어 판매업자들의 폐가전 회수 환경개선에도 노력해야 되는 상황이다.

2) TRIZ 적용을 통한 아이디어 도출

폐가전 회수 개선을 위한 시스템 원인분석을 통해 파라미터를 도출하여 개선되는 파라미터와 감소되는 파라미터의 교차점에 해당하는 발명원리를 <표 22>와 같이 정리할 수 있다.

<표 22> 모순매트릭스와 해결책

개선되는 파라미터	감소되는 파라미터	발명원리	해결아이디어
#33. 사용의 편의성	#39. 생산성	1. 분리	독립적인 하위시스템으로 나눈다. 조립과 분해가 쉽게 만든다.
		15. 자유도 증가	다른 상황에서도 최고 능력을 발휘도록 바꾼다.. 자유롭게 움직일 수 있게 한다.
		28. 시스템 대체	비유를 들어 표현 한다. 다른 감각이나 시스템으로 바꾸어 본다

해결 아이디어를 기반으로 실행 가능한 아이디어 컨셉을 <표 23>에 보여 주고 있다. 실행 가능한 4가지 아이디어들에 대해 주관적인 판단을 배제하고 AHP를 통해 객관적으로 아이디어를 평가하고 선정하도록 하였다.

<표 23> 각 컨셉의 아이디어 설명

컨셉	아이디어 구체적 실행 방안
1	신규제품 구매고객대상만 해당되는 폐가전 회수 서비스를 분리하여 제품 구매 여부 상관없이 폐가전만 회수하는 서비스 적용. (#1.분리)
2	물류 배송기사들의 평가기준을 변경한다(회수수량-->중량). (#28. 시스템 대체)
3	배송 도중 폐가전 발견 시 회수토록 한다. (#15. 자유도 증가)
4	폐가전 회수를 새로운 주문 형태로 분리한다 (#1.분리)

3) AHP를 통한 아이디어 선정

TRIZ를 통해 도출된 개선 아이디어를 선택하기 위해 AHP설문 방식 및 조사를 통해 <표 24>와 같이 정리할 수 있다. 조사 대상은 'L' 기업의 유통 담당자와 'L'기업의 물류 자회사 담당자 총 4명에게 설문조사를 진행하였다.

<표 24> 제안된 아이디어 중요도 및 우선순위

컨셉	아이디어	중요도	우선순위	CR
1	단독폐가전회수	0.4938	1	0.03
2	평가요소변경	0.0937	3	
3	자체 폐가전 회수 활성화	0.3130	2	
4	신규 배송과 폐가전 회수 구분	0.0759	4	

제안된 아이디어들의 중요도와 우선순위는 아이디어 1 (49.3%), 아이디어 3 (31.3%), 아이디어 2 (9.4%), 아이디어 4 (7.6%)순으로 나타났으며 일관성비율(CR)은 0.03으로 0.1보다 작아 일관성이 있다고 볼 수 있다. 아이디어 1인 “단독 폐가전 회수”에 대한 필요성을 해당 담당자들은 중요한 개선 아이디어로 생각하고 있음을 알 수 있다. “단독 폐가전 회수”를 실행하기 위해 다음 단계인 실행 및 변화관리에서 구체적 활동들에 설명하고 있다.

4) 실행 및 변화관리

우선순위가 가장 높은 해결안으로 “단독 폐가전 회수”에 대한 필요성이 부각됨을 알 수 있었다. 'L' 기업은 2014년 3월부터 대형가전제품에 대해 고객요청 시 직접 방문하여 무상 수거를 하는 서비스를 시작하였고, 유통 판매처에서 폐가전 단독 수거요청을 할 수 있는 주문시스템 개발이 2014년 완료되어 폐가전 수거 시스템이 점진적으로 체계를 구축하고 있는 중이다.

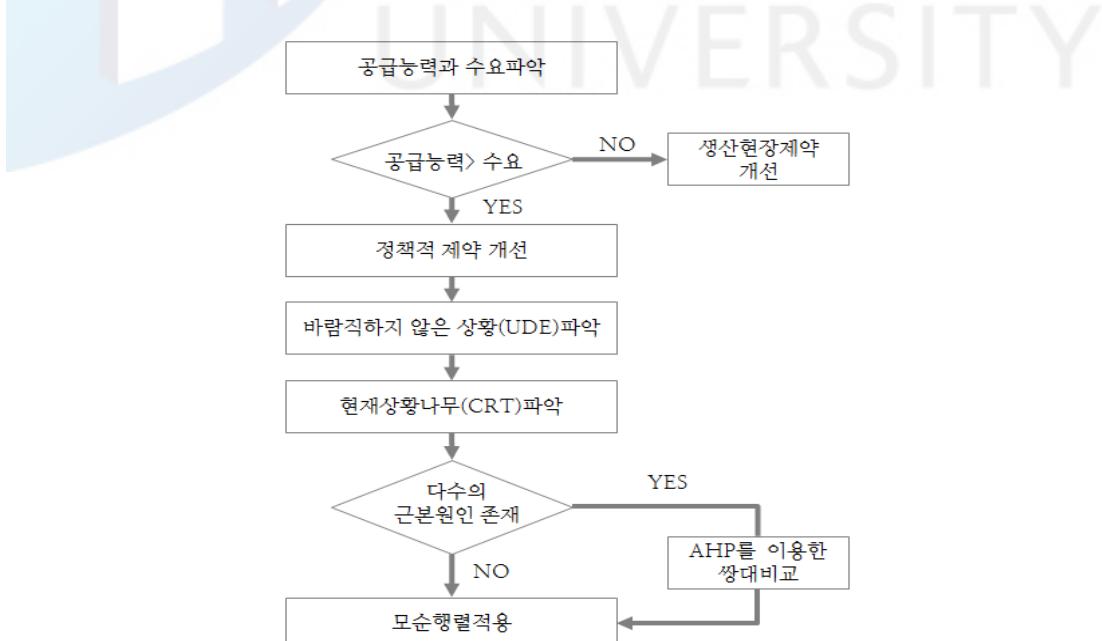
국내 제조업체 중에서는 유일하게 단독 폐가전 회수 서비스를 시작한 경우이며, 아직 초기 단계라 홍보활동 등에 대한 과제는 남아 있는 상황이다. TRIZ-AHP 방법론 적용을 통해 도출된 해결안 중 가중치가 높은 해결안을 적용하고 있으나, 적용된 해결안의 누적된 data들이 개선전과 후를 비교 할 만큼 확보가 되지 않아 4.1 물류제작업 개선사례와 같이 유의성 검증은 검증할 수가 없었다.

4.3 생산 및 경영 진단문제 문제해결 개선사례 인용

해당사례는 류시욱(2011)의 “TRIZ를 이용한 생산 및 경영진단 문제해결에서 TOC의 사고프로세스와 AHP의 적용에 관한 연구”에서 제안한 문제해결 흐름도를 주물제품을 제조하는 ‘Y’ 회사에 대해 적용한 연구를 재정리하였다.

제약이론(Theory of Constraints: 이하 TOC)은 약 25년 전 이스라엘의 물리학자 Eliyahu M. Goldratt 박사가 창안한 공장의 생산개선기법에 그 유래를 두고 있지만, 그 영역을 점차 확대해 현재는 조직의 경영전반을 다루는 경영철학으로 확고하게 인정되고 있다. 제약이론(TOC)는 빠르게 변하는 환경에 대응하여 재고 변동폭의 감소와 생산과 판매를 연계하는 방법을 모색하는 이론이다.

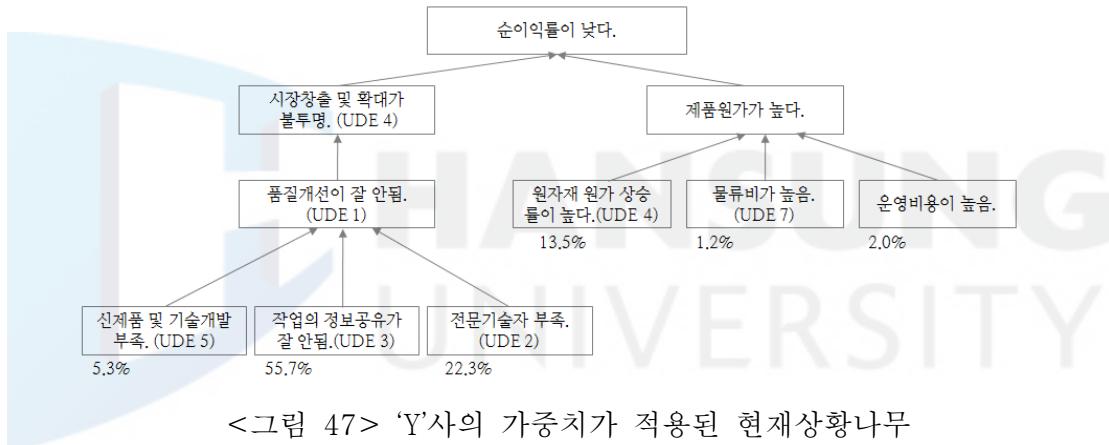
류시욱(2011)의 연구에서는 제약경영(TOC)의 사고 프로세스(Think Process), TRIZ, AHP기법을 적용하여 <그림 46>와 같이 순차적인 문제해결 흐름을 적용하고 있다. 경영시스템의 성과를 올리는데 제약요소 중 시스템의 물리적 제약은 생산능력이 고객의 수요보다 많거나 적은 경우이다. 기업의 생산 및 경영전반에 대한 진단은 현 공급능력과 수요분석에서 출발하고 있다.



<그림 46> 문제해결 절차 흐름도(류시욱, 2011)

공급능력이 수요보다 많은 경우 정책적 제약을 개선하며, 이 경우 바람직하지 않은 상황(UDE : Undesirable Effect)를 파악하여 문제들의 근본원인을 사고 프로세스를 통해 찾는다. 바람직한 상황으로부터 파악된 근본원인이 다수인 경우 AHP기법을 적용하여 가중치를 부여하고 문제를 해결한다.

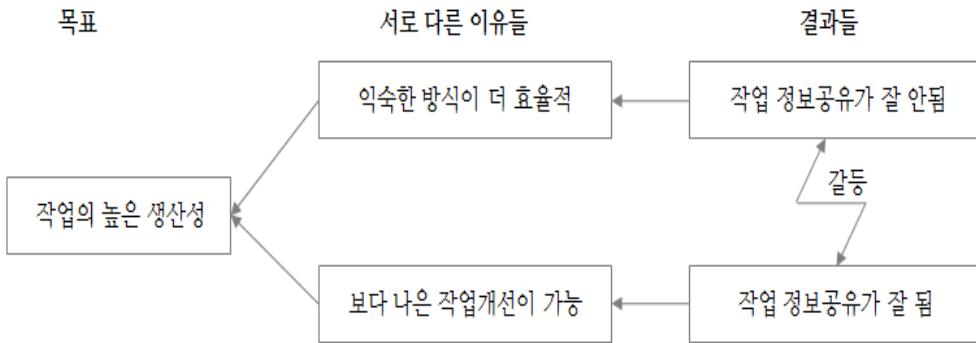
주물제조회사인 ‘Y’사에 대한 적용은 현재 공급능력이 수요보다 많은 정책적 제약사항이 있는 상황으로 최고 경영자와의 인터뷰를 통해 바람직한 상황을 <그림 47>와 같이 정리하여 우선순위 가중치가 포함된 현재상황나무(CRT : Current Reality Tree)로 정리하였다. 분석결과 기술과 관련된 문제와 원가와 관련된 문제로 구분되어 문제점의 원인을 형성하고 있음을 나타내고 있다.



<그림 47> ‘Y’사의 가중치가 적용된 현재상황나무

우선순위가 가장 높은 UDE 3(55.7%)에 대하여 <그림 48>와 같이 제약이론의 갈등해소도로 정리하여 TRIZ를 적용한다. UDE 3에서 갈등요소로 ‘작업의 정보 공유가 잘 안됨’을 나타내고 이것은 TRIZ의 물리적 모순과 동일하게 적용한다.

‘작업의 정보 공유가 잘 안됨’의 이유는 ‘익숙한 방식이 더 효율적’이라고 생각하기 때문이며, ‘작업의 정보 공유가 잘 됨’의 이유는 ‘보다 나은 작업 개선이 가능’하다고 보기 때문이다. 물리적 모순의 각각의 이유들이 기술적 모순에 해당된다. 물리적 모순의 각각의 이유들은 ‘작업의 생산성’을 달성하고자 하는 공통의 목표임을 알 수 있다.



<그림 48> UDE 3에 대한 갈등해소도

기술적 모순을 TRIZ의 39가지 파라미터로 전환하여 모순매트릭스에서 제안하는 발명원리를 적용하여 해결 아이디어를 도출한다. UDE 3에 해당하는 TRIZ의 발명원리 및 해결방안은 <표 25>와 같이 보여주고 있다.

본 논문에 언급된 기존의 2가지 물류영역사례의 경우 해결방안을 구체적으로 제시를 하여 어떻게 적용되고 있다고 제시하고 있는 반면, <표 25>의 해결방안은 다소 구체적인 못한 해결방안이라고 볼 수 있다.

<표 25> UDE 3에 대해 적용된 발명원리 및 해결방안

발명원리	발명원리 정의	해결방안
18.기계적 진동	1) 객체의 왕복이나 진동을 야기 2) 주기를 증가시킴 3) 동기화된 주기의 사용	- 뉴스레터, 인트라넷, 회의 등 자주 의견교환 기회 마련
24.중간매개체의 이용	1) 중간 이동수단이나 중개적인 프로세스를 사용	- 마인드 맵 - 여섯 색깔 모자 기법 - 색깔을 이용한 커뮤니케이션
28.기계의 대체	1) 전기, 자기, 전자기 장치를 이용하여 상호작용 2) 정적인 것을 동적인 것으로, 비구조적인 것을 구조적으로 변경	- 초급자용과 전문가용 옵션을 가진 소프트웨어
32.색, 투명성 변화	1) 객체의 색이나 그 외부 환경의 색 변경 2) 객체의 투명성이나 그 외부 환경의 투명성 변경	

3가지 사례적용 연구의 공통점은 비기술 분야의 문제해결을 위해 TRIZ와 AHP 통합방법을 실제 기업사례에 적용하였다는 것이다.

그러나 4장1절의 물류재작업 개선사례와 4장 2절의 폐가전 회수 개선사례의 경우는 본 연구자에 의해 직접 기업 개선활동에 적용한 경우이다. 경영 진단문제 해결사례는 류시욱(2011)의 연구를 인용하여 <표 26>와 같이 비교 하였다.

적용분야는 물류분야와 생산관리 영역이었으며, 적용된 해결기법 중 차이점은 제약이론(TOC)이 추가적용이 되었다. 그로 인해 원인분석 기법에서도 RCA와 CRT를 적용한 것이 비교되는 부분이다.

특히 물류재작업 개선사례의 경우는 2011년부터 2013년까지 3년간 변화관리 활동 및 적용된 사례에 대한 검증을 통해 TRIZ와 AHP 통합방법의 유의성을 검증하였다.

사례검증에 대한 적용 여부가 사례비교의 큰 차이점인 것을 알 수 있다.

<표 26> 사례연구의 비교

적용 사례	적용 여부	적용 분야	적용된 문제해결 기법	원인 분석	사례 검증
4.1 물류재작업 개선	직접적용	물류	TRIZ-AHP	RCA	t-test, 반복측정
4.2 폐가전 회수 개선	직접적용	물류	TRIZ-AHP	RCA	없음
4.3 생산 및 경영 진단문제 해결사례	연구인용	생산관리	제약이론-TRIZ-AHP	CRT	없음

V. 결 론

5.1 연구의 결과 및 시사점

TRIZ와 다른 문제해결 방법론들과의 통합연구사례들이 있지만, 선행연구에서도 언급하였듯이 TRIZ는 문제해결의 모든 것이 아니며, 다른 문제해결 방법론들도 해결책을 제안하기에 다소 부족함을 갖고 있다. 문제해결을 함에 있어서 창의적 문제해결 방법론인 TRIZ는 다른 방법론들의 약점을 보완하기 위해 통합연구가 필요 하였다.

본 연구는 많은 다른 방법론 중 의사결정 방법론이 AHP를 적용하여 TRIZ-AHP 통합연구모형을 제안하였다. 의사결정은 문제해결의 한 부분이며(Herbert Simon, 1979), 기존의 TRIZ-AHP 통합연구자들도 TRIZ는 아이디어 도출에 적합한 반면, AHP는 가장 적절한 의사결정을 하기위한 효과적인 방법으로 TRIZ와 AHP를 통합하여 사용하는 것이 더욱 효과적이라고 주장하였다.

그러나 기존의 TRIZ-AHP 통합연구모형은 원인분석과 적용사례의 결과에 대한 검증 절차가 부족하였으며, 적용된 사례들이 자동차, 제조시스템, 친환경 물통 등 기술 분야에 국한되어 있다. 본 연구모형은 원인분석 단계를 적용하고, 적용된 사례를 대응표본 t-test 및 반복측정 분산분석을 통해 검증 방법을 보완하였다.

기술 분야에만 적용되어왔던 창의적 문제해결 방법론인 TRIZ와 다기준 의사결정방법인 AHP의 통합연구모형을 통해 물류분야의 문제해결을 위한 구조화된 방법론을 제안하여 기존연구와의 차별성을 추구하고 있다.

2가지 사례 중 첫 번째 사례인 “물류 재작업 개선 사례”는 2011년부터 2013년까지의 개선 data 분석이 가능하여 TRIZ-AHP 통합방법의 적용 과정과 개선 전과 후의 변화 차이에 대한 검증이 가능하였다. 두 번째 사례인 “폐가전 회수 개선 사례”는 2014년 최근 적용된 사례로써 누적된 data가 많지 않아 통합방법론의 적용과정을 통해 아이디어를 도출하고 적용하는 단계까지만 보여주고 있다.

그리고 TRIZ를 연구하는 많은 학자들 중 Ezickson, J. W. (2005)는 TRIZ의 광범위한 범주로 인해 완전히 이해하기 위해서는 많은 시간을 투자해야 된다고 주장하고 있다. TRIZ를 처음 접하는 사람들 대부분이 어렵게 느끼고 있다는 것이다. 그리하여 본

연구는 TRIZ를 연구하고자 하는 연구자들에게 좀 더 쉽게 이해하는 데 도움이 되고, TRIZ를 이용하여 물류를 포함한 비즈니스 분야 등의 비기술 분야 문제해결을 위한 가이드를 제시하고자 하였다.

5.2 연구의 한계점 및 향후 연구방향

본 연구는 다음과 같은 한계점이 있으며 향후의 연구방향을 제시하고자 한다. 첫째, 비즈니스 TRIZ 적용사례의 연구가 2000년대부터 시작되어 향후에도 많은 사례 연구가 필요하다. 특히 TRIZ와 다른 문제해결 방법론들과의 통합연구 및 비즈니스 사례적용 연구도 유사한 상황이다. 본 연구에서는 2가지 사례를 통해 통합방법론에 대한 검증을 하였으나, 향후에도 다양한 사례적용 및 비교연구를 통한 검증, 보완이 필요하다.

둘째, TRIZ의 40가지 발명원리는 기술 분야에 국한되어 있으며, 최근 해외 연구자들에 의해 서비스, 금융, 건축, 교육 등 다양한 분야의 적용 사례가 나오고 있으나, 물류 분야에 적용된 40가지 발명원리는 없는 상황이다.

셋째, TRIZ와 다른 문제해결 방법들과의 통합된 방법론들에 대한 연구는 국내 보다 해외에서 활발하다. 통합연구에 대한 이론적 연구는 2006년까지 정리되었다. 2006년 이후 연구에서는 Kano, SVERQUARL 등 새로운 방법론들의 통합이 나타나기 시작하고 있다. 최근의 통합연구 및 TRIZ의 장점을 더욱 부각시킬 수 있는 AHP 이외의 다양한 문제해결 방법론과의 통합연구를 향후 연구방향으로 제안하고자 한다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 김재진. (2000) “ERP 구현특성에 따른 변화관리 특성과 ERP 도입성과 간 관계”, 국민 대학교 박사학위논문.
- 김현수. (2011). “폐가전제품 회수물류 단계별 RFID 정보체계 연구”, 로지스틱스연구, 19(3), pp. 37–54.
- 구희진, 김태영, 정윤정, & 홍석수. (2007). Kano 분석 활용한 창조적 문제해결에 관한 방법제시. 대한안전경영과학회 학술대회논문집, pp. 121–133.
- 이용규, 이경원(2003), TRIZ의 창의적 지식경영에서의 응용, 지식경영연구
- 이상운, 이경원, & 김원식. (2005). 창의성: 조직의 창의성 향상 방법, 여섯 색깔 모자 방법 (회의 기법) 과 기술 혁신 방법, TRIZ. 지식경영 학술심포지움, 14(단일호), pp. 45–62.
- 류시욱. (2010). 경영 및 생산의 문제진단과 해결방안 도출에 있어 TOC 의 TP 와 TRIZ 의 통합에 관한 연구. 대한설비관리학회지, 15(1), pp. 57–65.
- 류시욱. (2011). TRIZ 를 이용한 생산 및 경영 진단 문제해결에서 TOC 의 사고프로세스와 AHP의 적용에 관한 연구. 한국경영공학회지, 16(3), pp. 195–204.
- 박수동, & 박영택. (1998). TRIZ 와 QFD 의 통합에 관한 연구. 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, pp. 582–587.
- 박수진, 김태훈, & 왕유진. (2011). 국내 TRIZ 연구 동향 분석. 실과교육연구, 17(2), pp. 215–236.
- 서승우, & 박강. (2004). TRIZ 와 브레인스토밍의 연계 방법을 이용한 유리병 부식 장치 홀더 설계. 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, pp.45–51.
- 이성조, 정원지, 김호종, 김기정, & 김정현. (2008). TRIZ와 브레인스토밍을 이용한 취부용 피스제거 자동화 시스템의 최적설계에 관한 연구. 한국공작기계학회 논

- 문집, 17(6), pp.43–48.
- 이성수, 안영수, 황인극, & 김영석. (2013). TRIZ 와 6 Sigma 의 혼합형 혁신 전략. *대한설비관리학회지*, 18(4), pp.23–32.
- 이국희(2011), 비즈니스 컨설팅, 법문사, pp. 117–119.
- 우정호. (1998). *학교수학의 교육적 기초*. 서울대학교 출판부.
- 안병진·김상익(2012), 「기업의 지속 성장을 위한 문제해결의 통합적 이해」, *한나래*, p.186
- 윤희성, & 김창은. (2001). QFD, TRIZ 를 이용한 개념적 설계 프로세스 모델 구축방안. *대한산업공학회 추계학술대회 논문집*, pp.121–124.
- 임현수, 김태훈, 조훈희, & 강경인. (2012). 품질기능전개와 TRIZ를 이용한 초고층 거푸집 시스템 설계 프로세스. *대한건축학회 논문집-구조계*, 28(9), pp. 173–182.
- 정수환, & 유연우. (2012). 판매물류 재작업 개선을 통한 물류 효율화 사례연구-L 기업 사례. *유통경영학회지*, 15(6), pp. 17–26.
- 정수환, 백성준, & 유연우.(2014). 물류개선을 위한 TRIZ 방법론 연구. *디지털 융복합학회*, 12권 8호, pp. 77–84.
- 정해성. (2013). QFD 와 TRIZ 의 통합에 의한 설계 단계에서의 창의적 문제해결 방안. *신뢰성응용연구*, 13(3), pp.153–163.
- 허형조. (2008). 창의적 문제해결 방법론 TRIZ 와 Six Sigma. *대한산업공학회 추계학술발표논문집*, 2008(단일호), pp.1–12.
- 허용정, 홍성도, & 김재민. (2013). 효과적 산학연계교육을 위한 TRIZ 기반 Six Sigma 적용사례에 관한 연구. *한국실천공학교육학회논문지*, 5(1), pp.66–72.
- 허형조. (2013). B. 6.4: VE, TRIZ 를 활용한 린 Six Sigma 융합 방법론 가치향상 고찰. *한국품질경영학회 추계학술발표논문집*, 2013(단일호), pp.106–106.
- 한국전자산업환경협회 www.aee.or.kr
- LG전자 TRIZ(초급) Level 1/TRIZ(중급) Level 2 인증과정 사내교육 교재

2. 국외문헌

- Altuntas, S., & Yener, E. (2012). An Approach based on TRIZ methodology and SERVQUAL scale to improve the quality of health-care service: a case Study. *Ege Academic Review*, 12(1), pp.97–106.
- Averboukh, E. A. (2004). Six Sigma trends: Six Sigma leadership and innovation using TRIZ. *Eingesehen am*, 4, 2004.
- Altshuller, G. (1996). *And Suddenly the inventor appeared: TRIZ, the theory of inventive problem solving*. Technical Innovation Center, Inc..
- Altshuller, G. (1998). *40 Principles: TRIZ keys to innovation* (Vol. 1). L. Shulyak, & S. Rodman (Eds.). Technical Innovation Center, Inc.
- Altshuller, G. S. (1999). *The Innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Technical Innovation Center, Inc..
- Akao, Y. (1972), “New Product development and quality assurance: system of QFD, standardisation and quality control”, Japan Standards Association, Vol. 25 No. 4, pp. 9–14
- Bariani, P. F., Berti, G. A., & Lucchetta, G. (2004). A Combined DFMA and TRIZ approach to the simplification of product structure. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 218(8), pp.1023–1027.
- Bariani, P. F., Berti, G., & CORNOLO'R, L. G. (2002, June). A Combined DFMA and TRIZ approach to the design of satellite antennas. *In DFMA 2002 International Forum. June* pp. pp.10–12.
- Brandt, R. (1992). On Deming and School Quality: A Conversation with Enid Brown. *Educational Leadership*, 50(3), pp. 28–31.
- Becker, K., & Domb, E. (1998). NLP+ TRIZ= Accelerated creativity for

- product designers. *The TRIZ Journal*.
- Bauer-Kurz, I., Slocum, D. M. S., & Clapp, D. T. G. (2000). A Comparison of the Global-8D-Process and TRIZ. *TRIZ Journal*, July.
- Bouchereau, V., & Rowlands, H. (2000). Methods and techniques to help quality function deployment (QFD). *Benchmarking: An International Journal*, 7(1), pp. 8–20.
- Busov, B., Mann, D., & Jirman, P. (1999). Case studies in TRIZ: a novel heat exchanger. *TRIZ-Journal*, Dec.
- Campbell, B. (2003). Brainstorming and TRIZ. *The TRIZ Journal*.
- Care, I., & Mann, D. (2001). Using mind maps with TRIZ. *The TRIZ Journal*.
- Cavalucci, D., & Lutz, P. (1998). Beyond TRIZ limits. *TRIZ Journal*.
- Chen, H. C., Tu, J. C., & Guan, S. S. (2012). Applying the theory of problem-solving and AHP to develop eco-innovative design. In *Design for Innovative Value Towards a Sustainable Society* (pp. 489–494). Springer Netherlands.
- Chen, H. C., Lee, T. R., Lin, H. Y., & Wu, H. C. (2010). Application of TRIZ and the Kano method to home life industry innovation. *International Journal of Innovation and Learning*, 7(1), pp. 64–84.
- Chen, L. S., Hsu, C. C., & Chang, P. C. (2008, October). Developing a TRIZ-Kano model for creating attractive quality. In *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM'08. 4th International Conference on* (pp. 1–6). IEEE.
- Chang, H. T., & Chen, J. L. (2003). Eco-Innovative examples for 40 TRIZ inventive principles. *The TRIZ Journal*, pp. 1–16.
- Dourson, S. (2004). The 40 Inventive principles of TRIZ applied to finance. *The TRIZ journal*, 1, pp. 1–23.

- Domb, E., Miller, J., & MacGran, E. (1998). The 39 features of Altshuller's contradiction matrix. *The TRIZ Journal*, 11, pp. 10–12.
- Di Gironimo, G., Carfora, D., Esposito, G., Labate, C., Mozzillo, R., Renno, F., ... & Siuko, M. (2013). Improving concept design of divertor support system for FAST tokamak using TRIZ theory and AHP approach. *Fusion Engineering and Design*, 88(11), pp. 3014–3020.
- Ezickson, J. W. (2005). Deploying innovation and inventive thinking in organisations? applying TRIZ to non-technical fields of business. TRIZCON 2005. Available from: <http://www.aitrust.org/articles/InsideTRIZ/30393033-457A69636B736F6E.pdf> (accessed 30.11. 11).
- Engel, J. F. Blackwell, RD & Miniard, PW (1995), Consumer Behavior. *New York: Dryden Press*. *Farr, A., & Hollis*, (1997), pp. 23–36.
- Frobisher, P., Dekoninck, E. A., Mileham, A. R., & Vincent, J. F. V. (2010, January). Improving Innovation using TRIZ. In TRIZ Future Conference 2004, p.19.
- Ferreira, C. V., & Forcellini, F. A. (2000). TRIZ'Teoria da Solucao Inventiva de Problemas. UFSC, *Florianopolis*, SC.
- Gadd, K. (2011). TRIZ Problem-Solving Maps and Algorithms. *TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving*, pp. 419–450.
- Gazem, N., & Rahman, A. A. (2014). Improving TRIZ 40 Inventive Principles Grouping in Redesign Service Approaches. *Asian Social Science*, 10(17), p.127.
- Guinta, L. R., & Praizler, N. C. (1993). The QFD book. *The Team Approach to Solving Problems and Satisfying Customers Through Quality Function Deployment*, Amacom, New York, NY.

- Hauser, J. R., & Clausing, D. (1988). The house of quality. pp. 64–73
- Hitchcock, L. (2006). Integrating root cause analysis methodologies. In Engineering asset management (pp. 614–617). *Springer London*.
- Hipple, J. (2005). The Integration of TRIZ with other ideation tools and processes as well as with psychological assessment tools. *Creativity and Innovation Management*, 14(1), pp. 22–33.
- Hipple, J. (2002). The Integration and Use of Myers Briggs Profiles within a TRIZ Problem Solving Session. *TRIZ Journal*, January.
- Hipple, J. (2003). The Integration of TRIZ problem solving techniques with other problem solving and assessment tools. *Principal Innovation—TRIZ Tampa*, FL33647USA.
- Hipple, J. (2005). The Integration of TRIZ with other ideation tools and processes as well as with psychological assessment tools. *Creativity and Innovation Management*, 14(1), pp. 22–33.
- Hayes, J. (2006), "The Theory and practice of change management", *Asian Business & Management*, 5(1), pp. 153–155.
- Hua, Z., Yang, J., Coulibaly, S., & Zhang, B. (2006). Integration TRIZ with problem-solving tools: a literature review from 1995 to 2006. *International Journal of Business Innovation and Research*, 1(1), pp. 111–128.
- Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A Review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*, 33(2), pp. 30–37.
- Jung, S.H., Hong, J.W., Na, K.S., You, Y.Y. (2013). An Analysis on the Criticality of Logistics Performance Metrics by AHP. *Journal of Convergence Information Technology (JCIT)*. Volume8, Number13, August 2013. pp. 549–556.

- Kobayashi, H. (2006). A Systematic approach to eco-innovative product design based on life cycle planning. *Advanced engineering informatics*, 20(2), pp. 113–125.
- Kowalick, J. F. (1996). Tutorial: Use Of Functional Analysis And Pruning, With Triz And Ariz, To Solve" Impossible-To-Solve" Problems. *Triz Journal* dec.
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., & Tsuji, S. (1984). Attractive quality and must-be quality. *Journal of the Japanese Society for Quality Control*, 14(2), pp. 147–156.
- Kang, S. W., Kim, J. S., Lee, J. Y., Krasnoslobodtsev, V., & Severinets, G. (2004). TRIZ Activities in Samsung Electronics. In Proc. *International TRIZ Conference TRIZCON2004 at Seattle*.
- Kotter John, P., & Cohen Dan, S. (2002). The Heart of change.
- King, R. K. (2004). Enhancing SWOT analysis using TRIZ and the bipolar conflict graph: a case study on the Microsoft Corporation. Proceedings of TRIZCON2004, 6th Annual Altshuller Institute.
- Kim Jung-Hyeon & Lee Jun-Young.(2005). South, "The Acceleration of TRIZ Propagation in Samsung Electronics", in Proc. ETRIA TRIZ Future 2005 Conference, Graz, Austria, November 16–18, 2005, Leykam Buchverlag, 2005.
- Lai, X., Xie, M., & Tan, K. C. (2005). Dynamic programming for QFD optimization. *Quality and Reliability Engineering International*, 21(8), pp. 769–780.
- LariSemnani, B., Far, R. M., Shalipoor, E., & Mohseni, M. (2014). Using Creative Problem Solving (TRIZ) in Improving the Quality of Hospital Services. *Global Journal of Health Science*, 7(1), p.88.

- Lee, K. W., & Ahn, Y. J. (2006). Mutual compensation of TRIZ and axiomatic design. *The TRIZ Journal*.
- Li, T. (2010). Applying TRIZ and AHP to develop innovative design for automated assembly systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 46(1–4), pp. 301–313.
- Li, T. S., & Huang, H. H. (2009). Applying TRIZ and Fuzzy AHP to develop innovative design for automated manufacturing systems. *Expert systems with applications*, 36(4), pp. 8302–8312.
- Livotov, P. (2008). TRIZ and Innovation management. Available from: (accessed 30.11. 11), pp. 2–3.
- Lu, M. H., Madu, C. N., Kuei, C. H., & Winokur, D. (1994). Integrating QFD, AHP and Benchmarking in strategic marketing. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 9(1), pp. 41–50
- Mann, D., & Dewulf, S. (2002). Evolving the world's systematic creativity methods. *TRIZ Journal*, 4, pp. 1–10.
- Mann D. & Domb E., “40 Inventive (Management) Principles With Examples”, *The Online TRIZ Journal*, September, 1999.
<http://www.triz-journal.com/archives/1999/09/a/index.htm>
- Mann D. (2004). Hands-on Systematic Innovation for Business and Management, Lazarus Press.
- Malmqvist, J., Axelsson, R., & Johansson, M. (1996, August). A comparative analysis of the theory of inventive problem solving and the systematic approach of pahl and beitz. In Proceedings of the 1996 ASME Design Engineering Technical Conferences.
- Mann, D. (2001b). TRIZ Thinking hats. *TRIZ Journal*, February.
- Mann, D. (2002a). Assessing the accuracy of the contradiction matrix for recent

- mechanical inventions. *The TRIZ Journal*.
- Mann, D. L. (2001a). System Operator Tutorial: 3) Another Dimension. *TRIZ Journal*, December.
- Mann, D. (2002b, June). Axiomatic design and TRIZ: compatibilities and contradictions. In *2nd International Conference on Axiomatic Design*.
- Mann, D., & Dewulf, S. (2001). Evolving the world's systematic creativity methods. *7th European Association for Creativity and Innovation Convergence*.
- Mann, D., & Stratton, R. (2000). Physical contradictions and evaporating clouds. *TRIZ Journal*, 4.
- Mazur, G. H. (2000). QFD 2000: Integrating supporting methodologies into Quality Function Deployment. In Transactions of the 12th Symposium on QFD (pp. 1–13). QFD Institute.
- Mishra, U. (2014). The Revised 40 principles for software inventions. *Available at SSRN 2432096*.
- Mishra, U. (2007). The Ideal IFR is No IFR: Criticism to the TRIZ Concept of Ideality. *TRIZ site Journal*.
- Mann, D., & Cathain, O. (2001). 40 Inventive (architecture) principles with examples. *The TRIZ Journal*. pp. 1–23.
- Mann, D. (2001). Systematic win–win problem solving in a business environment. *growth*, 88, 95.
- Park, S. H. (2003). *Six Sigma for quality and productivity promotion*. Asian Productivity Organization.
- Palanisamy, V., & Divyapriya, P. (2013). Six Sigma Approach for Effective Process Chain in A Manufacturing Industry. *Middle–East Journal of Scientific Research*, 15(12), pp.1724–1726.
- Prim, M. F., & Trabasso, L. G. (2005). Theory of Inventive Problem Solving

- Applied To Business Process Management Projects (BPM-TRIZ). In *Proceedings of COBEM*, pp. 6–11.
- Quarley-Watson, T. (1999). TRIZ and Taguchi Methods at a World-Class Winery & Vineyard. *TRIZ Journal*, February.
- Rizzo, A. R. (1997). Tools from the Theory of Constraints. *The TRIZ Journal*.
- Ruchti, B., & Livotov, P. (2001). TRIZ-based innovation principles and a process for problem solving in business and management. *The TRIZ Journal*, pp. 677–687.
- Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013)Integrating TRIZ and AHP: A MPV's Utility Compartment Improvement Design Concepts. p. 33.
- Rosli, M. U., Ariffin, M. K. A., Sapuan, S. M., & Sulaiman, S. (2013). Integrated AHP-TRIZ Innovation Method for Automotive Door Panel Design. *International Journal of Engineering & Technology* (0975–4024), 5(3).
- Rita, S., & Lakshmi, K. (2009). Mechanics of How to Apply Deming's PDCA Cycle to Management Education. *Available at SSRN* 1353763.
- Retseptor, G. (2003). 40 Inventive principles in quality management. *The TRIZ Journal*, pp. 1–25.
- Retseptor, G. (2005). 40 Inventive principles in marketing, sales and advertising. *TRIZ journal*, 5, pp. 1–20.
- Retseptor, G. (2002). 40 Inventive Principles in Microelectronics. *The TRIZ Journal*.
- Retseptor, G. (40). Inventive principles in customer satisfaction enhancement. *The TRIZ Journal*.
- Rooney, J. J., & Heuvel, L. N. V. (2004). Root cause analysis for beginners. *Quality progress*, 37(7), pp. 45–56.

- Srinivasan, R., & Kraslawski, A. (2006). Application of the TRIZ creativity enhancement approach to design of inherently safer chemical processes. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 45(6), pp. 507–514.
- Smith, L. R. (2001, November). Six Sigma and the evolution of quality in product development. In *Six Sigma Forum Magazine* (Vol. 1, No. 1, pp. 28–35). Productivity Press.
- Sawaguchi, M. (2002). Development of the Next Generation Portable Toilet Through New Product Development Approach Based on the Combined Effects of Three Methods: TRIZ, VE and Marketing. *TRIZ Journal*, 7.
- Stratton, R., & Mann, D. (2003). Systematic innovation and the underlying principles behind TRIZ and TOC. *Journal of Materials Processing Technology*, 139(1), pp. 120–126.
- Stratton, R., & Warburton, R. D. (2003). The Strategic integration of agile and lean supply. *International Journal of Production Economics*, 85(2), pp. 183–198.
- Stratton, R., & Yusuf, Y. Y. (2000, October). Agile manufacturing and constraints management: a strategic perspective. In *Intelligent Systems and Smart Manufacturing* (pp. 86–94). International Society for Optics and Photonics.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality improvement methodologies—PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), pp. 476–483.
- Souchkov, V. (2007). Breakthrough thinking with TRIZ for business and management: An overview. *ICG Training & Consulting*.

- Souchkov, V. (2007). Breakthrough thinking with TRIZ for business and management: An overview. *ICG Training & Consulting*. p.3. p.8. p.12.
- Souchkov, V. (2008). A Brief history of TRIZ.
- Simon, H. A. (1979). Models of thought (Vol. 1). Yale University Press.
- Szetela, W., & Nicol, C. (1992). Evaluating Problem Solving in Mathematics. *Educational Leadership*, 49(8), pp. 42–45.
- Spradlin, D. (2012). Are you solving the right problem?. *Harvard Business Review*, 90(9), 84–+.
- Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1998). Systematic innovation: An introduction to TRIZ (theory of inventive problem solving). CRC press.
- Tennant, G. (2003). Pocket TRIZ for Six Sigma: systematic innovation and problem solving. Geoff Tennant.
- Terninko, J. (1997, June). The QFD, TRIZ and Taguchi connection: customer–driven robust innovation. In The ninth symposium on quality function deployment (pp. 374–380).
- Tsai, C. C., Chang, C. Y., & Tseng, C. H. (2004). Optimal design of metal seated ball valve mechanism. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 26(3–4), pp. 249–255.
- Teplitskiy, A., & Kourmey, R. (2005). Application of 40 inventive principles in construction. *The TRIZ Journal*, pp. 69–76.
- Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (2001). 40 Inventive principles with social examples. *The TRIZ Journal*.
- Verduyn, D. M., & Wu, A. (1995, November). Integration of QFD, TRIZ, & Robust Design: Overview & " Mountain Bike" Case Study. In *Proceedings ASI Total Product Development Symposium*, November (pp. 1–3).

- Vinodh, S., Kamala, V., & Jayakrishna, K. (2014). Integration of ECQFD, TRIZ, and AHP for innovative and sustainable product development. *Applied Mathematical Modelling*, 38(11), pp. 2758–2770.
- Wang, H., Chen, G., Lin, Z., & Wang, H. (2005). Algorithm of integrating QFD and TRIZ for the innovative design process. *International journal of computer applications in technology*, 23(1), pp.41–52.
- Wu, T. D. (2004, March). The Study of problem solving by triz and taguchi methodology in automobile muffler designation. In Proceedings of the TRIZ Conference, Department of Industrial Management, Tung-Nan Institute of Technology, Taipei.
- Wheatley, G. H.,(1983). A Mathematics curriculum for the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 27. pp.77–80.
- Xie, J., & Li, F. (2009, December). Study on innovative method based on integrated of TRIZ and DMAIC. In Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 2009 International Conference on (Vol. 1, pp. 351–354). IEEE.
- Zhao, X. (2003). Develop new kind of plough by using TRIZ and Robust Design. Altshuller Institute TRIZCON.
- Zhao, X. (2005, June). Integrated TRIZ and Six Sigma theories for service/process innovation. In Services Systems and Services Management, 2005. Proceedings of ICSSSM'05. 2005 International Conference on (Vol. 1, pp. 529–532). IEEE.
- Zhang, J., Chai, K. H., & Tan, K. C. (2003). 40 Inventive principles with applications in service operations management. The TRIZ Journal, pp. 1–16.

부 록

모순매트릭스 비즈니스 모순매트릭스 AHP 설문지

Undesired Result (Conflict)		Feature to Change													
		1 Weight of moving object	2 Weight of non-moving object	3 Length of moving object	4 Length of non-moving object	5 Area of moving object	6 Area of non-moving object	7 Volume of moving object	8 Volume of non-moving object	9 Speed	10 Force	11 Tension, pressure	12 Shape	13 Stability of object	
1	Weight of moving object			15,8, 29,34		29,17, 38,34		29,2, 40,28		2,6, 15,38	8,10, 18,37	10,36, 37,40	10,14, 35,40	1,35, 19,39	
2	Weight of non-moving object				10,1, 29,36		35,30, 13,2		5,35, 14,2		8,10, 19,36	13,29, 10,16	13,10, 29,14	26,39, 1,40	
3	Length of moving object	8,15, 29,34				15,17, 4		7,17, 4,35		13,4, 8	17,10, 4	1,8, 36	1,8, 10,29	1,8, 15,34	
4	Length of non-moving object		35,28, 40,29				17,7, 10,40		35,8, 2,14		28,10	1,14, 35	13,14, 15,7	39,37, 35	
5	Area of moving object	2,17, 29,4		14,15, 18,4				7,14, 17,4		29,30, 4,34	19,30, 35,2	10,15, 36,28	5,34, 29,4	11,2, 13,39	
6	Area of non-moving object		30,2, 14,18		26,7, 9,39						1,18, 35,36	10,15, 36,37		2,38	
7	Volume of moving object	2,26, 29,40		1,7, 4,35		1,7, 4,17				29,4, 38,34	15,35, 36,37	6,35, 36,37	1,15, 29,4	26,10, 1,39	
8	Volume of non-moving object		35,10, 19,14	19,14	35,8, 2,14						2,18, 37	24,35	7,2, 35	34,28, 35,40	
9	Speed	2,28, 13,36		13,14, 6		29,30, 34		7,29, 34			13,28, 15,19	6,18, 38,40	35,15, 18,34	28,33, 1,18	
10	Force	8,1, 37,18	18,13, 1,28	17,19, 9,36	28,10	19,10, 15	1,18, 36,37	15,9, 12,37	2,36, 18,37	13,28, 15,12		18,21, 11	10,35, 40,34	35,10, 21	
11	Tension, pressure	10,36, 37,40	13,29, 10,18	35,10, 36	36,1, 14,16	10,15, 36,26	10,15, 35,37	6,35, 10	36,24	6,35, 36	36,35, 21		35,4, 15,10	35,33, 2,40	
12	Shape	8,10, 29,40	15,10, 26,3	29,34, 5,4	13,14, 10,7		5,34, 4,10		14,4, 15,22	7,2, 35	35,15, 34,18	55,10, 37,40	34,15, 10,14		33,1, 18,4
13	Stability of object	21,35, 2,39	26,39, 1,40	13,15, 1,28	37	2,11, 13	39	28,10, 19,39	34,28, 35,40	33,15, 28,18	10,36, 21,16	2,35, 40	22,1, 18,4		
14	Strength	1,8, 40,18	40,26, 27,1	1,15, 8,35	15,14, 28,26	3,34, 40,29	9,40, 29	10,15, 14,7	9,14, 17,16	8,13, 26,14	10,18, 18,40	10,3, 18,40	10,30, 35,40	18,17, 35	
15	Durability of moving object	19,5, 34,31		2,19, 9		3,17, 19		10,2, 19,30		3,35, 5	19,2, 16	19,3, 27	14,26, 28,26	13,3, 35	
16	Durability of non-moving object		6,27, 19,16		1,10, 35				35,34, 38					39,3, 35,23	
17	Temperature	36,22, 6,38	22,35, 32	15,19, 9	15,19, 9	8,35, 39,18	35,38	34,39, 40,18	35,6, 4	2,28, 36,30	36,10, 3,21	35,39, 19,2	14,22, 19,32	1,35, 32	
18	Brightness	19,1, 32	2,36, 32	19,32, 16		19,32, 26		2,13, 10		10,13, 19	26,19, 6		32,30	32,3, 27	
19	Energy spent by moving object	12,18, 28,31		12,28		15,19, 25		35,13, 18		8,15, 35	16,26, 21,2	23,14, 25	12,2, 29	19,13, 17,24	
20	Energy spent by non-moving object		19,9, 6,27								36,37			27,4, 29,18	

Undesired Result (Conflict)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Feature to Change	Strength	Durability of moving object	Durability of non-moving object	Temperature	Brightness	Energy spent by moving object	Energy spent by non-moving object	Power	Molality of energy	Waste of substance	Loss of information	Waste of time	Amount of resistance
1 Weight of moving object	28,27, 18,40	5,34, 31,35		6,20, 4,38	19,1, 32	35,12, 34,31		12,36, 18,31	6, 2, 34,19	5,35, 3,31	10,24, 35	10,35, 20,28	3,26, 18,31
2 Weight of non-moving object	28,2, 10,27		2,27, 19,6	28,19, 32,22	19,32, 35		18,19, 28,1	15,19, 16,22	18,19, 26,15	5,8, 13,30	10,15, 35	10,20, 35,26	19,6, 18,24
3 Length of moving object	8,35, 29,34	19		10,15, 19	32	8,35, 24		1,35	7, 2, 35,39	4,29, 23,10	1, 24	15, 2, 29	29, 31
4 Length of non-moving object	15,14, 28,26		1,40, 35	3,35, 38,18	3,25			12,8	6,28	10,29, 24,35	24,24	30,29, 14	
5 Area of moving object	3,15, 40,14	6,3		2,15, 16	15,32, 19,13	19,32		19,10, 32,18	15,17, 30,26	10,35, 2,39	30,26	26, 4, 4,13	29,30
6 Area of non-moving object	40		2,10, 19,30	35,39, 38				17,32	17,7, 30	10,14, 18,39	30,10	10,35, 4,10	2,18, 40,4
7 Volume of moving object	9,14, 15,7	6,35, 4		34,39, 10,18	2,13, 10	35		35,6, 13,18	7,15, 13,16	36,39, 34,10	2, 22	2, 6, 34,10	29,30, 7
8 Volume of non-moving object	9,14, 17,15		35,34, 38	35, 6, 4				30,6		10,39, 35,34	35,16	32,18	35, 3
9 Speed	8,3, 26,14	3,19, 35,5		28,30, 36,2	10,13, 19	8,15, 35,38		19,35, 39,2	14,20, 19,35	10,13, 28,38	13, 24		18,19, 29,30
10 Force	35,10, 14,27	19,2		35,10, 21		19,17, 10	1,16, 36,37	19,35, 18,37	14,15	8,35, 40,5		10,37	14,29, 36, 10,36
11 Tension, pressure	9,18, 3,40	19,3, 27		35,39, 19,2		14,24, 10,37		10,35, 14	2,36, 25	10,36, 3,37		37,35	10,14, 4, 36
12 Shape	30,14, 10,40	14,26, 9,25		22,14, 19,32	13,15, 32	2,6, 34,14		4, 6, 2	14	35,29, 3,5		14,10, 34,17	36, 22
13 Stability of object	17,9, 15	3,27, 10,35	39,3, 35,23	35,1, 32	32,3, 27,15	13,19	27,4, 29,10	32,35, 27,31	14,2, 37,6	2, 14, 30,40		35,27	15,32, 35
14 Strength		27,3, 26		30,10, 40	35,19	19,35, 10	35	10,26, 35,28	35	35,20, 31,40		29,3, 28,10	29,10, 27
15 Durability of moving object	27,3, 10			19,35, 39	2,19, 4,35	28,6, 35,18		19,10, 35,38		28,27, 3,18	10	20,10, 28,18	3,35, 10,40
16 Durability of non-moving object				19,18, 36,40				16		27,16, 18,38	16	28,20, 10,16	3,35, 31
17 Temperature	10,30, 22,40	19,13, 39	19,18, 36,40		32,30, 21,16	19,15, 3,17		2,14, 17,25	21,17, 35,38	21,36, 29,31		35,28	3,17, 21,18, 30,39
18 Brightness	35,19	2, 19, 6		32,35, 19		32,1, 1,15	35	32	19,16, 1,6	13, 1, 1,6	1, 6	19, 1, 26,17	1, 19
19 Energy spent by moving object	5,19, 9,35	28,35, 6,18		19,24, 3,14	2,15, 19			6,19, 37,18	12,22, 15,24	35,24, 18,5		35,38	34,23, 19,10, 16,18
20 Energy spent by non-moving object	35				19,2, 35,32					28,27, 18,31			3,35, 31

Undesired Result (Conflict)		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
		Reliability	Accuracy of measurement	Accuracy of manufacturing	Harmful factors acting on object	Harmful side effects	Manufacturability	Convenience of use	Repairability	Adaptability	Complexity of device	Complexity of control	Level of automation	Productivity
1	Weight of moving object	3, 11, 1, 27 35, 26	28, 27 26, 18	28, 35 26, 18	22, 21 18, 27	22, 35 31, 39	27, 28 1, 36	35, 3 2, 24	2, 27 28, 11	29, 5 15, 8	26, 30 36, 34	28, 29 26, 32	26, 35 18, 19	35, 3 24, 37
2	Weight of non-moving object	10, 28, 8, 3 28	18, 26 35, 17	10, 1 22, 37	2, 19 1, 39	35, 22 1, 39	28, 1 9	6, 13 1, 32	2, 27 28, 11	19, 15 29	1, 10 26, 39	25, 28 17, 15	2, 26 35	1, 28 15, 35
3	Length of moving object	10, 14, 29, 40 29, 40	28, 32 4	10, 28 29, 37	1, 15 17, 24	17, 15 17	1, 29 35, 4	15, 29 10	1, 28 1, 16	14, 15 26, 24	1, 19 26, 24	35, 1 26, 16	17, 24 28, 29	14, 4 28, 29
4	Length of non-moving object	15, 29, 28 28	32, 28 3	2, 32 10	1, 18 1, 18		15, 17 27	2, 25 3	1, 35 1, 26	1, 26 26			30, 14 7, 26	
5	Area of moving object	29, 9 32, 3	26, 28 2, 32	2, 32 28, 1	22, 33 18, 39	17, 2 26, 24	13, 1 13, 16	15, 17 10, 1	15, 13 15, 30	14, 1 13	2, 36 26, 18	14, 30 28, 23	10, 26 34, 2	
6	Area of non-moving object	32, 35, 40, 4 40, 4	26, 28 32, 3	2, 29 18, 36	27, 2 39, 35	22, 1 40	40, 16 40	16, 4 30, 12	16 10	15, 16 15, 29	1, 18 26, 1	2, 35 29, 26	30, 18 35, 34	10, 15 17, 7
7	Volume of moving object	14, 1, 40, 11 40, 11	25, 26, 28 2, 16	25, 28 27, 35	22, 21 40, 1	17, 2 40	29, 1 40	15, 13 30, 12	10 10	15, 29 26, 1	29, 26 26, 1	35, 34 4, 16, 24	10, 6 2, 34	
8	Volume of non-moving object	2, 35, 16 16		35, 10, 25 19, 27	34, 39, 35, 4 30, 18, 35, 4	30, 18 35, 4	35 35		1		1, 31 2, 17		35, 37 10, 2	
9	Speed	11, 35, 27, 28 27, 28	28, 32, 1, 24 32, 25	10, 28, 35, 23 35, 23	1, 28, 35, 21 35, 21	2, 24, 8, 1 8, 1	35, 13, 13, 12 13, 12	32, 28, 28, 27 28, 27	34, 2, 15, 10 15, 10	10, 28, 26, 4, 34 27, 16	3, 34, 4, 34 27, 16		10, 18	
10	Force	3, 35, 13, 21 13, 21	35, 10, 23, 24 37, 36	28, 29, 40, 18 36, 24	1, 35, 18, 1 18, 1	13, 3, 18, 1 18, 1	15, 37, 3, 25 3, 25	1, 28, 11 11	15, 1, 18, 20 18, 20	15, 17, 10, 18 10, 18	26, 35, 10, 19 10, 19	36, 37, 2, 35 2, 35	3, 28 35, 37	
11	Tension, pressure	10, 13, 19, 35 19, 35	6, 28, 25 3, 35	22, 2, 37 2, 33, 27, 18	1, 35, 16 1, 35, 16	1, 35, 16 1, 35, 16	11 11	2 2	35 35	19, 1, 2, 36 1, 35	2, 36, 35 35	35, 24 35, 24	10, 14 35, 37	
12	Shape	10, 40, 16 16	28, 32, 1 40, 40	32, 30, 2, 35 2, 35	22, 1, 35, 1 35, 1	1, 32, 17, 28 17, 28	32, 15, 26 26	2, 13, 1 1	1, 15, 29 1, 28	16, 29, 39 39	15, 13, 32 32	15, 1, 17, 26 17, 26		
13	Stability of object		13 13	18 30, 18	35, 24, 27, 39 35, 40, 27, 39	35, 19 35, 19	32, 35, 30 30	2, 35, 10, 16 10, 16	35, 30, 34, 2 34, 2	2, 35, 22, 26 22, 26	35, 22, 39, 23 39, 23	1, 8, 35 35	23, 35 40, 3	
14	Strength	11, 3 11, 3	3, 27, 3, 27 3, 27	18, 35, 37, 1 15, 35, 22, 2	1, 35, 10, 32 10, 32	11, 3, 28, 2 28, 2	32, 40, 3 3	27, 11, 3 3	15, 3, 32 32	2, 13, 28 28	27, 3, 13, 28 15, 40	15 15	29, 35 10, 14	
15	Durability of moving object	11, 2, 13 13	3 3	3, 27, 16, 40 22, 16, 40	22, 15, 33, 28 21, 39, 16, 22	1, 35, 4 4	27, 1, 12, 27 12, 27	29, 10, 27 27	1, 35, 13 13	10, 4, 13, 27 13, 16	19, 29, 27, 28 27, 28	6, 10 6, 10	35, 17, 14, 19 14, 19	
16	Durability of non-moving object	34, 27, 6, 40 6, 40	10, 26, 24 24		17, 1, 40, 33 22	22 35, 10	35, 10 1	1 1	2		25, 34, 6, 35 6, 35	1	10, 20, 16, 38 16, 38	
17	Temperature	19, 35, 3, 10 3, 10	32, 19, 24 24		22, 33, 2, 24 22, 35, 2, 24	22, 35, 2, 24 26, 27	26, 27 26, 27	4, 10, 16 16	2, 18, 27 27	2, 17, 16 16	3, 27, 35, 31 35, 31	26, 2, 19, 16 19, 16	15, 28, 35 35	
18	Brightness			11, 15, 3, 32 3, 32	3, 32, 15, 19 15, 19	35, 19, 32, 39 32, 39	19, 35, 28, 26 28, 26	28, 26, 19 19	15, 17, 13, 16 13, 16	15, 1, 1, 19 1, 19	6, 32, 13, 13 13	32, 15, 32, 15 32, 15	2, 25, 10, 16 16	
19	Energy spent by moving object	19, 21, 11, 27 11, 27	3, 1, 32 3, 1, 32		1, 35, 6, 27 2, 35, 6	28, 26, 30 30	19, 35, 19, 36 17, 28	1, 15, 13, 16 13, 16	15, 17, 2, 29 2, 29, 27, 28	2, 29, 27, 28 27, 28	35, 38, 35, 38 35, 38	32, 2, 12, 28, 35 12, 28, 35		
20	Energy spent by non-moving object	10, 36, 10, 23 10, 23			10, 2, 22, 18 22, 37	19, 22, 18 1, 4						19, 35, 16, 25 16, 25		1, 6

Undesired Result (Conflict)	Feature to Change	Desired Result (Object)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Weight of moving object	Weight of non-moving object	Length of moving object	Length of non-moving object	Area of moving object	Area of non-moving object	Volume of moving object	Volume of non-moving object	Speed	Force	Tension, pressure	Shape	Stability of object		
21	Power	8,36 38,31	19,26 17,27	1,10 35,37		19,38	17,32 13,38	35,6 38	30,6 26	15,35 12	26,2 34,35	22,10 38	29,14 29,85	
22	Waste of energy	15,6 19,28	19,6 18,9	7,2 6,13	6,38 7	15,26 17,30	17,7, 30,18	7,18 23	7	16,35 35	36,35		54,42 59,6	
23	Waste of substance	35,6 23,40	35,6 22,32	14,29 10,39	10,28 24	35,2 10,31	10,18 39,31	1,29 30,36	3,39 18,31	10,18 26,38	14,15 16,46	3,36 37,10	29,35 3,5 30,40	
24	Loss of information	10,24 35	10,35 5	1,26	26	30,26	30,16		2,22	26,32				
25	Waste of time	10,20 37,35	10,20 26,5	15,2 29	30,24 14,5	26,4 5,16	10,35 17,4	2,5 34,10	35,10 32,18	10,37 36,5	37,36 4,4	4,10 34,17	35,3 22,5	
26	Amount of substance	35,6 18,31	27,26 18,35	29,14 35,18		15,14 29	2,18 40,4	15,20 29		35,29 34,28	35,14 3,3	10,36 14,3	35,14 17,40	
27	Reliability	3,8 10,40	3,10 8,28	15,9 14,4	15,29 28,11	17,10 14,16	32,35 40,4	3,10 14,24	2,35 24	21,35 11,28	8,28 16,3	10,24 35,19	35,1 16,11	
28	Accuracy of measurement	32,35 26,28	28,35 26,26	28,26 5,16	32,28 3,16	26,28 32,3	26,28 32,3	32,13 6	28,13 32,24	6,28 32,2	6,28 32	32,35 32		
29	Accuracy of manufacturing	28,32 13,18	28,35 27,9	10,28 29,37	2,32 10	28,33 29,32	2,29 18,36	32,28 2	25,10 35	10,28 32	28,19 34,36	3,35 40	32,30 30,18	
30	Harmful factors acting on object	22,21 27,39	2,22 13,24	17,1 39,4	1,18	22,1 33,28	27,2 39,35	22,23 37,45	34,09 19,27	21,22 35,29	13,35 39,19	22,2 37	22,1 3,25	35,24 30,19
31	Harmful side effects	19,22 15,39	35,22 1,39	17,15 16,22		17,2 18,39	22,1 40	17,2 40	30,16 35,4	55,28 3,23	35,28 1,40	2,33 27,10	35,1 27,39	
32	Manufacturability	28,29 15,16	1,27 36,13	1,29 13,17	15,17 27	13,1 26,12	16,40 1,40	13,29 1,40	35 8,1	35,13 35,12	35,19 1,37	1,28 13,27	11,13 1	
33	Convenience of use	25,2 13,15	6,13 1,25	1,17 13,12		1,17 13,16	18,16 15,39	1,16 35,18	4,18 39,31	18,13 34	28,13 35	2,32 12	15,34 29,28	32,36 30
34	Repairability	2,27 35,11	2,27 35,11	1,28 10,25	3,18 31	15,13 32	16,28 1,28	25,2 35,11	1	34,9 10	1,11 13	1,13 2,4	2,36	
35	Adaptability	1,6 15,8	19,15 29,16	35,1 29,2	1,35 16	35,30 29,7	15,16 1,16	15,35 29		35,10 14	15,17 20	35,16 1,6	15,37 14	35,30
36	Complexity of device	26,30 34,36	2,36 35,39	1,19 26,24	26	14,1 13,16	6,36 6	34,25 1,16	1,16 26,31	34,10 16,35	26,16 40,19	19,1 37,32	22,22 1,39	27,13 39,30
37	Complexity of control	27,26 28,13	6,13 28,1	16,17 26,24	26	2,13 15,17	2,39 30,16	29,1 4,16	2,18 26,31	3,4 16,35	36,28 40,19	35,36 37,32	27,13 1,39	11,22 39,30
38	Level of automation	28,26 18,35	28,26 35,10	14,13 17,28	23	17,14 13		35,13 16		28,10 10,2	2,35 10,2	13,35 1,13	15,32 18,1	
39	Productivity	35,26 24,37	28,27 15,3	18,4 28,38	30,7 14,26	10,26 34,31	10,35 17,7	2,6 34,10	35,37 10,2		28,16 10,36	10,37 14	14,10 34,40	35,3 22,39

Undesired Result (Conflict)		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		Strength	Durability of moving object	Durability of non-moving object	Temperature	Brightness	Energy spent by moving object	Energy spent by non-moving object	Power	Waste of energy	Waste of substance	Loss of information	Waste of time	Amount of substance
Feature to Change														
21	Power	26,10, 28	19,36, 10,38	16	2,14, 17,25	16,6, 19	16,6, 19,37			10,35, 38	28,27, 18,38	10, 19	35,20, 10,6	4, 34, 19
22	Waste of energy	26			19,38, 7	1,13, 32,15			3,38		35,27, 2,37	19, 10	10,18, 32,7	7, 18, 25
23	Waste of substance	35,28, 31,40	28,27, 3,18	27,16, 18,38	21,36, 39,31	1, 6, 13	35,18, 24,5	28,27, 12,31	28,27, 18,38	35,27, 2,31			15,18, 35,10	6, 3, 10,24
24	Loss of information		10	10		19			10,19	19,10			24,26, 28,32	24,28, 35
25	Waste of time	29,3, 28,18	20,10, 28,18	28,20, 10,16	35,29, 21,18	1,19, 26,17	35,38, 19,18	1	35,20, 10,6	10,5, 18,32	35,18, 10,39	24,26, 28,32		35,38, 18,16
26	Amount of substance	14,35, 34,10	3,35, 10,40	3,35, 31	3,17, 39		34,29, 16,18	3,35, 31	35	7,18, 25	6,3, 10,24	24,28, 35,38		18,16
27	Reliability	11,28	2,35, 3,25	34,27, 6,40	3,35, 10	11,32, 13	21,11, 27,19	36,23	21,11, 26,31	10,11, 36	10,35, 29,39	10,28	10,30, 40,3	21,28
28	Accuracy of measurement	28,6, 32	28,6, 32	10,26, 24	6,19, 28,24	6, 1, 32	3, 6, 32		3, 6, 32	26,32, 27	10,16, 31,28		24,34, 28,32	2, 6, 32
29	Accuracy of manufacturing	3, 27	3,27, 40		19,26	3,32	32,2		32,2	13,32, 2	35,31, 10,24		32,26, 28,18	32,30
30	Harmful factors acting on object	18,36, 37,1	22,15, 33,28	17,1, 40,33	22,33, 36,2	1,19, 32,13	1,24, 6,27	10,2,22,37	19,22, 31,2	21,22, 35,2	33,22, 19,40	22,10, 2	35,18, 34	35,33, 29,31
31	Harmful side effects	15,35, 22,2	15,22, 33,31	21,39, 16,22	22,35, 2,24	19,24, 39,32	2,35, 6	19,22, 18	2,35, 18	21,35, 2,22	10,1, 34	10,21, 29	1,22	3,24, 39,1
32	Manufacturability	1,3, 10,32	27, 1 4	35,16	27,26, 18	28,24, 27,1	28,26, 27,1	1,4	27,1, 12,24	19,35	15,34, 33	32,24, 18,16	35,28, 34,4	35,23, 1,24
33	Convenience of use	32,40, 3,28	29,3, 8,25	1,16, 25	26,27, 13	13,17, 1,24	1,13, 24		35,34, 2,10	2,19, 13	28,32, 2,24	4,10, 27,22	4,28, 10,34	12,35
34	Repairability	11,1, 2,9	11,29, 28,27	1	4,10	15,1, 13	15,1, 28,16		15,10, 32,2	15,1, 32,19	2,35, 34,27		32,1, 10,25	2,28
35	Adaptability	35,3, 32,6	13,1, 35	2,16	27,2, 3,35	6,22, 26,1	19,35, 29,13		19,1, 29	18,15, 1	15,10, 2,13		35,28	3,35, 15
36	Complexity of device	2,13, 28	10,4, 28,15		2,17, 13	24,17, 13	27,2, 29,28		20,19, 30,34	10,35, 13,2	35,10, 28,29		6,29	13,3, 27,10
37	Complexity of control	27,3, 15,28	19,29, 39,25	25,24, 6,35	3,27, 35,15	2,24, 26	35,38	19,35, 16	19,1, 16,10	35,3, 15,19	1,13, 10,24	35,33, 27,22	18,28, 32,9	3,27, 29,18
38	Level of automation	25,13	6,9		26,2, 19	8,32, 19	2,32, 13		28,2, 27	23,28	35,10, 18,5	35,33	24,28, 35,30	35,13
39	Productivity	29,28, 10,18	35,10, 2,18	20,10, 16,38	35,21, 28,10	26,17, 19,1	35,10, 38,19	1	35,20, 10	28,10, 29,35	28,10, 36,23	13,15, 23		35,38

Undesired Result (Conflict)		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
		Reliability	Accuracy of measurement	Accuracy of manufacturing	Harmful factors acting on object	Harmful side effects	Manufacturability	Convenience of use	Repairability	Adaptability	Complexity of device	Complexity of control	Level of automation	Productivity
21	Power	19,24 26,31	32,15 2	32, 2	19,22 31,2	2,35, 18 34	26,10 10	26,36 10,34	35, 2, 34	19,17 30,34	20,19 16	19,35 17	26,2, 17	28,35 34
22	Waste of energy	11,10 35	32		21,22 35,2	21,35, 2,22		35,22 1	2,19		7,23 15,23	35, 3, 2	28,10 29,35	
23	Waste of substance	10,29 39,35	16,34 31,28	35,10 24,31	33,22 30,40	10,1, 34,29	15,34 33	32,28 2,24	2,35, 4,27	15,10 2	35,10 28,24	35,16 10,13	35,10 16	26,35 10,23
24	Loss of Information	10,28 23			22,10 1	10,21 22	32	27,22				35,33 35	13,23 15	
25	Waste of time	10,30 4	24,34 28,32	24,26 28,18	35,18 34	35,22 18,39	35,28 34,4	4,28 10,34	32, 1, 10	35,28 32,10	6,29 35,30	18,28 32,10	24,28 35,30	
26	Amount of substance	18, 3, 28,40	13, 2, 28	33, 30	35,33 29,31	3,35, 40,39	29, 1, 35,27	36,29 26,10	2,32 10,25	15, 3, 29	3,13, 27,10	3,27, 29,18	6,36 5,36	13,29 3,27
27	Reliability		32,3, 11,23	11,32 1	27,35 2,40	35, 2, 40,26		27,17 40	1,11	13,35 8,24	13,35 1	27,40 28	11,13, 27	1,35, 29,36
28	Accuracy of measurement	5,11, 1,23			28,24 22,26	3,33, 39,10	6,35, 26,18	1,13, 17,34	1,32, 13,11	13,35 7	27,35 10,34	26,24 32,29	28,24 10,34	
29	Accuracy of manufacturing	11,32, 1			26,28 10,36	4,17, 34,26		1,32, 35,23	25, 10		26, 2, 18	26,28 18,23	10,18, 32,39	
30	Harmful factors acting on object	27,24 2,40	28,33 23,26	26,28, 10,18			24,35 2	2,25 28,39	35,10 2	35,11 22,31	22,19 29,40	22,19 29,40	33, 34 34	22,36 13,24
31	Harmful side effects	24,2, 40,39	3,33, 26	4,17, 34,26							19, 1, 31	2,21, 27,1	2	22,35, 18,39
32	Manufacturability		1,35, 12,18		24,2			2, 5, 13,16	35, 1, 11,9	2, 13 15	27,26 1	6,28 11,1	8,28 1	35, 1, 10,28
33	Convenience of use	17,27, 8,40	25,13 2,34	1,32, 35,23	2,25, 28,39		2, 5, 12		12,26 1,32	16,34 1,16	32,26 12,17		1,34, 12,3	15, 1, 26
34	Repairability	11,10, 1,16	10,2, 13	25,10	35,10, 2,16		1,35, 11,10	1,12, 26,15		7, 1, 16	35,1, 13,11		34,35, 7,13	1,32, 10
35	Adaptability	35,13, 8,24	35,5, 1,10		36,11, 32,31		1,13, 31	15,34, 1,16	1,16, 7,4		15,29, 37,28	1	27,34, 35,26	6,37
36	Complexity of device	13,35, 1	2,26, 10,34	26,24, 32	22,19, 29,40	19, 1	27,26 1,13	27,9, 26,24	1,13	29,16, 28,37		15,10, 37,28	15, 1, 24	12,17, 29
37	Complexity of control	27,40 28,8	26,24, 32,28		22,19, 29,28	2,21	5,28, 11,29	2,5	12,26 1,15	15,10, 37,28			34,2, 34	35, 18
38	Level of automation	11,27, 32	28,26, 10,34	28,26, 18,23	2,33	2	1,26, 1,12	1,35, 34,3	27,4 13	16,24, 1,35	34,27, 10		5,12, 25	36,24
39	Productivity	1,35, 10,38	1,10, 34,28	18,10, 32,1	22,36, 13,24	35,22 18,39	35,28 2,24	1,28, 7,19	1,32, 10,25	1,35, 28,37	12,17, 28,24	35,18, 27,2	5,12, 36,26	

부 록

비즈니스 모순매트릭스

부 록

물류 재작업 개선 Idea 선정을 위한 설문지

본 설문지는 물류 재작업 개선을 위해 도출된 개선 Idea에 대한 가중치 선정 및 객관적 평가를 위해 전문가의 의견을 수렴하고자 하는 목적으로 제작되었습니다. 귀하가 응답하신 내용과 관련 정보 등은 아래 통계법 제 33조에 의거 연구 및 통계수집 목적 이외에 절대 활용되지 않음을 알려 드립니다. 바쁘신 와중에 설문에 협조해주셔서 대단히 감사합니다.

·통계법 제33조(비밀의 보호 등)

- 1)통계작성과정에서 알려진 사항으로서 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 사항은 보호되어야 한다.
- 2)통계작성을 위하여 수집된 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 기초자료는 통계작성의 목적 외에 사용하여서는 아니 된다.

한성대학교 일반대학원

지식서비스&컨설팅학과 박사과정

연 구 자:정수환

지도교수:유연우

◎ 설문 방법(예시)

단계 1. 물류 재작업 지표 요소의 뜻을 이해한다.

단계 2. 두 개의 평가 요소 중 중요도가 더 높은 방향으로 점수를 부여한다.

요소	중요도								요소	
	극단 적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요		
A	9	7	(5)	3	1	3	5	7	9	B
A	9	7	5	3	1	3	(5)	7	9	C
B	9	7	5	3	1	3	5	(7)	9	C

◎ 설문항목

1. 물류 재작업에 중요한 개선대상 요인들에 대해 점수를 부여해주시기 바랍니다.

항목 1) 고객요인, 영업요인, 물류요인

고객요인 : 물류 재작업율에 고객요인이 얼마나 중요한 개선대상인가?

영업요인 : 물류 재작업율에 영업요인이 얼마나 중요한 개선대상인가?

물류요인 : 물류 재작업율에 물류요인이 얼마나 중요한 개선대상인가?

요소	중요도									요소
	극단 적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단 적 중요	
고객요인	9	7	5	3	1	3	5	7	9	영업요인
고객요인	9	7	5	3	1	3	5	7	9	물류요인

요소	중요도									요소
	극단 적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단 적 중요	
영업요인	9	7	5	3	1	3	5	7	9	물류요인

항목 2) 재작업 개선을 위한 대안

재작업율visibility 구축 :

배송일전날 사전콜

판매/배송일 관리업무 구분

고객배송일 알림

배송일 변경

택배발송

출하동시피킹

가정 배송capa초파시 주문통제

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
재작업율 visibility 구축	9	7	5	3	1	3	5	7	9	배송일 전날 사전콜
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	판매/ 배송일 관리 업무구 분
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	고객배 송일알 릴
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	배송일 변경 sms
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	택배발 송
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	출하동 시피킹
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	capa초 파시주 문통제

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
배송일 전 날 사전콜	9	7	5	3	1	3	5	7	9	판매/ 배송일 관리 업무구 분
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	고객배 송일알 림
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	배송일 변경 sms
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	택배발 송
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	출하동 시피킹 capa초 과시주 문통제
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
판매/배송 일 관리 업무구분	9	7	5	3	1	3	5	7	9	고객배 송일알 림
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	배송일 변경 sms
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	택배발 송
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	출하동 시피킹
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	capa초 과시주 문통제
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
고객배송 일알림	9	7	5	3	1	3	5	7	9	배송일 변경 sms
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	택배발송
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	출하동시피킹
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	capa초과시주문통제

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
배송일변경 sms	9	7	5	3	1	3	5	7	9	택배발송
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	출하동시피킹
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	capa초과시주문통제

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
택배발송	9	7	5	3	1	3	5	7	9	출하동시피킹
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	capa초과시주문통제

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
출하동시피킹	9	7	5	3	1	3	5	7	9	capa초과시주문통제

2. 귀하의 정보를 기입해주시기 바랍니다.

1) 귀하의 생년월일을 기입해주십시오.

()년 ()월

2) 귀하의 성별을 선택해주십시오.

① 남 ② 여

4) 귀하가 회사에 종사한 기간을 기입해주십시오.

()년 ()개월



부 록

아이디어 선정을 위한 설문지

본 설문지는 다양한 아이디어중에서 중요한 요소를 도출하기 위하여 전문가의 의견을 수렴하고자 하는 목적으로 제작 되었습니다. 귀하가 응답하신 내용과 관련 정보 등은 아래 통계법 제 33조에 의거 연구 및 통계 수집 목적 이외에 절대 활용되지 않음을 알려드립니다. 바쁘신 와중에 설문에 협조해주셔서 대단히 감사합니다.

·통계법 제33조(비밀의 보호 등)

- 1) 통계작성과정에서 알려진 사항으로서 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 사항은 보호되어야 한다.
- 2) 통계작성을 위하여 수집된 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 기초자료는 통계작성의 목적 외에 사용하여서는 아니 된다.

한성대학교 일반대학원
지식서비스&컨설팅학과 박사과정
연 구 자: 정수환
지도교수: 유연우

◎ 설문 방법(예시)

단계 1. 폐가전 회수 요소의 뜻을 이해한다.

단계 2. 두 개의 평가 요소 중 중요도가 더 높은 방향으로 점수를 부여한다.

요소	중요도									요소
	극단 적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단 적 중요	
A	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B
A	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C
B	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C

◎ 설문항목

1. 실행 가능하고 중요한 아이디어에 대해 점수를 부여해주시기 바랍니다.

항목 1) Concept 1~4.

Concept 1 : 신규제품 구매고객대상만 해당되는 폐가전 회수 서비스를 분리하여

제품 구매 여부 상관없이 폐가전만 회수하는 서비스 적용.

Concept 2: 물류 배송기사들의 평가기준을 변경한다(회수수량-->중량).

Concept 3 : 배송 도중 폐가전 발견 시 회수토록 한다

Concept 4 :가전 회수를 새로운 주문 형태로 분리한다

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
Concept1	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Concept2
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Concept3
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Concept4

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
Concept2	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Concept3
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Concept4

요소	중요도									요소
	극단적 중요	매우 중요	꽤 중요	약간 중요	동등	약간 중요	꽤 중요	매우 중요	극단적 중요	
Concept3	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Concept4

2. 귀하의 정보를 기입해주시기 바랍니다.

1) 귀하의 생년월일을 기입해주십시오.

()년 ()월

2) 귀하의 성별을 선택해주십시오.

① 남 ② 여

4) 귀하가 회사에 종사한 기간을 기입해주십시오.

()년 ()개월



ABSTRACT

A Study on integrating TRIZ and AHP for the problem solving in non-technical areas. : Focused on Logistics Improvement cases

Jung, Soo-Hwan

Major in Management Consulting

Dept. of Knowledge Service & Consulting

The Graduate School

Hansung University

TRIZ refers to a creative problem solving methodology developed by a Russian scientist Genrich Altshuller and his colleagues based on 4 million technology patent cases during 1940s. In South Korea, it was first introduced by LG Electronics in 1995, and it is now used as a problem-solving tool by many companies such as Samsung and POSCO.

Since 2000, TRIZ techniques have been applied to non-technology fields by Darrell Mann. There are many research studies offering more powerful methodologies by integrating TRIZ's innovative thinking into other problem-solving methodologies that are typically Quality Function Deployment (QFD), Six Sigma, and Theory of Constraints.

Since 2010, the research integrated Kano, SERVQUAL, and AHP techniques into TRIZ has been presented. A general stage of a problem-solving methodology can be summarized as problem definition, Current Status, alternative development, and alternative evaluation. In the field of problem-solving and decision-making, Herbert Simon asserted that a decision-making stage cannot be solely classified, as a

decision making stage belongs to a problem-solving stage.

Out of the recent integrated research studies, the research to which TRIZ-AHP is applied maintains that AHP is one of the most effective methods for decision-making, and is more effective when it is used by being integrated into TRIZ. Based on this background, this research herein suggested an integrated research model by compensating verified cases through cause analysis and change management that are much desired for the existing TRIZ-AHP integration research studies.

Further, although the majority of integrated research models were limited to problem-solving in technology fields such as automobile design, eco-friendly bottles, and manufacturing system, they were differentiated from the existing research studies by integrating the integrated research into logistics, a non-technology field.

To minimize the rate of rework in logistics occurring in marketing logistics of companies, this research demonstrates the cases applied to TRIZ-AHP integrated research models, in which the rate of rework is improved. A problem defined derives major causes by conducting cause analysis techniques, and the causes derived offered ideas for improvement after they are applied to contradiction matrix.

To verify improvement ideas before and after they are applied, the rate of rework of 3-year logistics from 2011 to 2013 was analyzed by using a matching sample t-test and repeated measures of ANOVA for a statistical analysis technique.

The improved cases in the rework of logistics to which TRIZ-AHP integrated solving-problem technique is applied show that there are a significant difference in the rate of rework between before and after application, which will serve as a beneficial role in applying TRIZ-AHP integrated techniques as a problem-solving methodology in many different fields for the future.

【Keyword】 Creative Problem-Solving, Principle of Invention, TRIZ, AHP, Logistics Improvement.