

TRIZ를 사용한 기술혁신

글 _ 강영주 _ LS전선 생산기술센터 _ aeris@lscable.com

1. 서론

최근 이노베이션은 기업마다 가장 많이 언급되는 화두이며, 이를 위해 많은 노력을 경주하고 있다. 과연 이러한 혁신은 어떠한 프로세스를 통해 발현되는 것일까? 과거 뉴튼이 만유인력을 발견한 것과 같이 하늘에서 사과가 떨어지는 우연에 의해서 발현되는 것인가?

러시아의 특허심사관이었던 알트슐러는 이노베이션이 우연의 산물이 아닌 특정한 법칙과 패턴을 따르는 것을 발견하였으며, 수십 년간의 연구를 통해 이를 정리하여 TRIZ라 불리는 창조적 문제 해결 이론을 정립하였다.

TRIZ는 기존의 문제 해결 방법이 직관과 경험 위주로 문제 해결에 접근하는 것이 아니라, 특정한 가이드를 제공하는 이론이기 때문에, 객관적이고 논리적으로 기술적 문제를 해결하는데 도움을 준다. TRIZ의 이러한 장점은 이노베이션을 추구하는 국내외 많은 기업들의 관심을 끌게 되었으며 사내 연구활동에 이를 적극 도입하려 노력 중이다.

LS 전선 또한 2001년도에 TRIZ를 사내에 소개한 이래로, 지속적으로 사내 연구와 기술 개발에 TRIZ를 적용하기 위한 노력을 해 왔으며, 2005년도부터는 사내 기술 연구 인력에 대한 TRIZ 지식 전수 및 프로젝트 수행을 통해 TRIZ 인프라를 구축하는 활동을 수

행해왔다.

본 논문에서는 실제 TRIZ를 통해 진행된 프로젝트의 사례를 통해서 실제 연구활동에 어떻게 TRIZ가 적용되어지는지 간략히 소개해보고자 한다.

2. TRIZ란?

위에서 간략히 예기했지만 TRIZ는 특허심사관 알트슐러에 의해 제시된 이론이다. 왜 러시아에서 창의성에 관한 이론이 먼저 나오게 되었는가에 대해 간략히 설명하자면, 당시의 러시아에는 특허에 해당하는 발명자 인증이라는 것을 발급하였는데, 이 발명자 인증의 구성이 매우 단순하여 서방의 특허 체계에 비해 다수의 특허를 검토하는데 유리하게끔 되어있었다. 150만건의 특허 분석을 통해 공통된 법칙을 찾아내는 작업은 이를 통해 가능하였다.

특허를 기반으로 하는 이론인 만큼 TRIZ는 다른 창의성 이론이 심리학적인 점을 강조하고, 직관을 중요시하는데 비해 실제 사례를 바탕으로한 객관적 근거를 제시해준다는 점에 있어서 병료하고 체계적이라는 특징을 지닌다.

먼저 트리즈에 대해서 간략히 설명해보기로 하자. 일반적으로 수학적 문제를 풀 경우, 문제를 해결하기 위해서 특정한 알고리즘, 즉 공식을 따르는 것은 누구나 아는 일반적 사실이다. 2차 방정식을 풀 경우를 생각

해 봐도, 문제는 모두 틀리지만, 근이 공식을 통해 같은 유형으로 귀결되며, 이를 통해 우리는 쉽게 해답을 찾을 수 있다.

TRIZ도 이와 비슷한 패턴을 갖는다. 먼저 우리가 해결해야 할 기술적 문제를 어떤 공식을 사용해서 풀어야 하는지 먼저 모델링한다. 문제의 유형에 따라서 TRIZ는 그 유형에 맞는 다양한 사례와 해결 방법을

$$ax^2+bx+c=0 \quad (a, b, c \text{는 상수 } a \neq 0)$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (\text{단, } b^2 - 4ac \geq 0)$$

제시하며, 이는 실제 특허와 과학적 원리에 근거한다. 예를 들어서 온도가 높으면서도 낮아야 한다는 문제로 모델링 된 기술 문제가 있다고 가정해보자. 이는 TRIZ에서는 두 가지 상반된 조건을 동시에 만족시켜야 하는 물리적 모순으로 유형화되며 이는 이와 비슷한 문제를 해결했던 많은 사례를 통해 비슷한 해결안을 참조하는 것이 가능하다. 이러한 유형화된 해결안은 연구원 개개인의 특수한 문제를 해결하는데 있어서 마찬가지로 도움을 준다.

기술 문제의 수준에 따라서 차이는 있지만 대부분의 문제는 TRIZ에서 이야기하는 발명 수준 2~4의 범주에 대개 포함되어지며 이는 기존의 기술 문제 중

이미 비슷한 유형의 문제가 있었다는 것을 의미한다.

TRIZ는 그렇다면, 여러분이 접한 모든 문제를 해결해주는 방법론인가? 이는 결코 옳은 표현이 아니다. TRIZ는 하나의 도구로, 쉽게 말하면 야구배트라고 생각하면 좋은 비유가 될 것이다. 결국 배트를 휘두르는 것은 타자이며, 배트는 하나의 도구일 뿐이다. 또한 우리는 야구배트를 아이스하키나 골프를 치는데 사용할 수 없다. 문제를 해결하는 여러 단계에서 TRIZ는 컨셉 도출 단계에 특화된 이론이며, 문제에 대한 지식이 충분한 상태에서 그 진가를 발휘한다. 여러분이 처한 문제가 최적화라면, Six-Sigma나 CAE 해석을 사용하는 것이 훨씬 유용한 결과를 제시하고, 문제 분석이 미비하다면 공리적 설계 이론이나 QFD가 실제로 더 유용하게 사용될 수 있다.

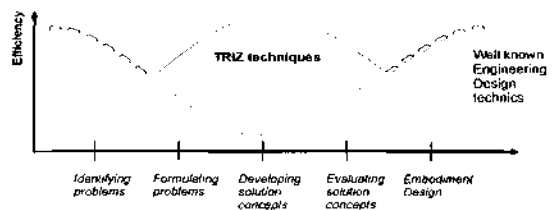


그림 2. TRIZ의 응용 단계

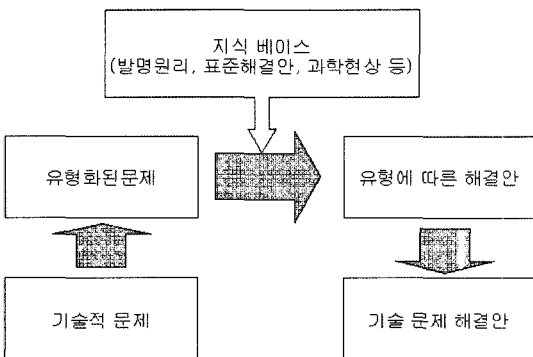


그림 1. 문제 해결을 위한 TRIZ의 개념도

3. TRIZ의 기술적 모순과 발명원리

TRIZ의 전체 내용은 상당히 방대하여 본 논문을 통해 설명하는데 한계가 있지만, 사례에 관한 이해를 돕기 위해서, TRIZ의 개념 중 하나인 모순과 그 해결방법인 발명원리에 대해 간략히 설명하도록 하겠다.

모순은 물리적 모순과 기술적 모순으로 구분되어지며, 물리적 모순이란 우리가 처한 기술적 문제가 상반된 특성을 동시에 요구하는 경우를 의미한다. 예를 들면 항공모함에 탑재되는 비행기의 경우 이착륙시에는 넓은 날개가 유리하며, 고속의 비행시에는 델타형상의

특집 1

Special Issue: TRIZ

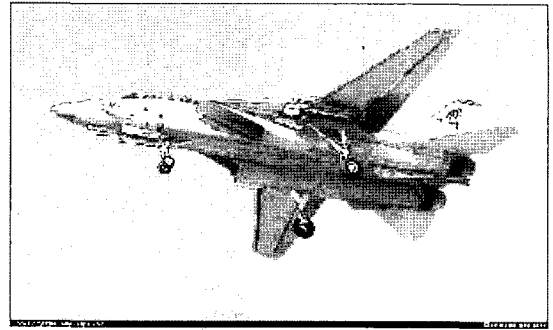


그림 3. 물리적 모순의 예

날개 형상이 요구되어진다.

이와 같은 물리적 모순은 분리원리를 사용하게 되며 그림 3의 F-14 함재기처럼 가변익을 채택함으로써 이착륙시에는 넓은 날개형상을, 비행중에는 델타의 형상으로 변형시켜서 물리적 모순을 해결하게된다.

기술적 모순이란 하나의 특성을 개선하면 다른 하나의 특성이 악화되는 경우를 의미한다. 예를 들어서 DVD-ROM의 데이터 전송 속도를 향상시키기 위해선 디스크의 회전속도를 증가시켜야하지만 이는 소음을 증가시키게 된다. 즉, 하나의 특성을 개선할 경우, 다른 특성이 악화되는 경우를 기술적 모순이라 말한다.

기술적 모순을 해결하기 위해선 TRIZ에서 제공하는

모순 행렬을 사용한다. 먼저 개선되어질 특성을 39가지 표준 특성 중 하나를 고르고, 이를 통해 악화되는 특성을 마찬가지로 39가지 표준 특성중에서 찾는다. 모순 행렬의 개선 특성과 악화 특성을 가로, 세로 열에서 찾아 서로의 교차점에 있는 발명원리를 참조하여 이러한 모순 해결을 위한 아이디어를 도출하게 된다.

발명원리는 1번 원리인 분할부터 40번째 원리인 복합체의 사용까지 총 40개의 원리로 구성되어 있으며, TRIZ의 여러 방법론 가운데 가장 오래된 역사를 가지고 있다.

발명원리는 그 자체로 우리에게 유용한 해결안을 주는 것은 아니며, 모순해결을 위한 방향을 제시한다. 실

Improving Feature	Conflict Portion of the TRIZ Matrix										
	Volume of moving object	Speed	Force (intensity)	Stress or pressure	Shape	Reliability	Other (operational) harmful factors	Time of operation	Rate of repair	Device complexity	Difficulty of detecting and measuring
Speed	7, 25	*	11, 25	6, 16, 38, 40	33, 35	11, 35	2, 26, 31, 29	34, 2	12, 28	1, 34	37, 16
Force (intensity)	28, 9	18, 28	*	16, 35, 36	33, 35	11, 35	2, 26, 31, 29	34, 2	12, 28	1, 34	37, 16
Stress or pressure	6, 15	6, 15	36	*	35, 6	12, 15, 2, 35	7, 28, 31, 1	28, 32	34, 32	33, 33	13, 33
Shape	14, 6	35, 14	36, 14	36, 14	*	35, 6	12, 15, 2, 35	7, 28, 31, 1	28, 32	34, 32	33, 33
Duration of action of moving object	18, 2	1, 35	16, 2	17, 16	35, 6	12, 15, 2, 35	7, 28, 31, 1	28, 32	34, 32	33, 33	13, 33
Rate of operation	15, 2	2	16	17, 16	35, 6	12, 15, 2, 35	7, 28, 31, 1	28, 32	34, 32	33, 33	13, 33

그림 4. 모순 행렬

40 Innovation Principles

- 1 Segmentation
- 2 Extraction
- 3 Local conditions
- 4 Asymmetry
- 5 Containing
- 6 Universality
- 7 Nesting
- 8 Anti-Weight
- 9 Prior counter-action
- 10 Prior action
- 11 Cushion in advance
- 12 Equiprobability
- 13 Inversion
- 14 Spheroidality
- 15 Dynamicity
- 16 Partial-excessive action
- 17 Shift to a new dimension
- 18 Mechanical vibration
- 19 Periodic action
- 20 Continuity of useful action
- 21 Rushing through
- 22 Convert harm into benefit
- 23 Feedback
- 24 Mediator
- 25 Self-service
- 26 Copying
- 27 Disposable object
- 28 Replacement of a mechanical system
- 29 Use a pneumatic or hydraulic construction
- 30 Flexible film or thin membranes
- 31 Use of porous material
- 32 Changing the color
- 33 Homogeneity
- 34 Rejecting and regenerating parts
- 35 Transformation of physical and chemical states
- 36 Phase Transition
- 37 Thermal expansion
- 38 Use strong oxidizers
- 39 Inert environment
- 40 Composite materials

그림 5. 40가지 발명 원리

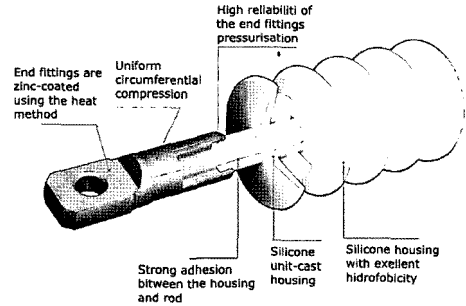
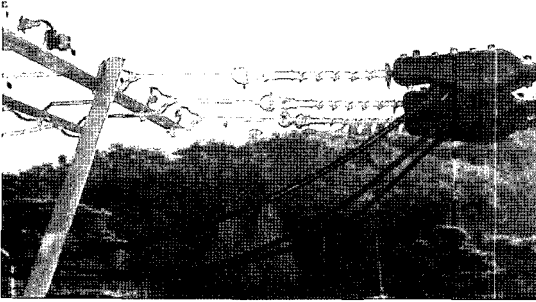


그림 6. 고분자 애자

제 아이디어 도출에 있어선 TRIZ의 과학적 현상 데이터 베이스나, 다른 기술적 논문 또는 특허와 같은 물리적 근거를 응용해야만 한다.

4. TRIZ를 사용한 기술혁신 사례

실제 R&D에 TRIZ를 적용한 사례로 고분자 애자의 금구 압착에 관한 문제가 어떻게 TRIZ를 적용하여 해결되었는지에 대해 소개해보도록 하겠다. 384KV 또는 154KV용 고압선은 일반적으로 큰 철제 구조물을 통해 가설되어진다. 철탑에 전류가 흐른다면 주변에 지나다니는 사람들에 피해를 줄 수 있기 때문에 고압선은 그림 6과 같은 절연성 고분자 애자를 통해 철탑에 연결되어진다.

기술적 문제는 고분자 애자의 구성 부품인 고분자

막대기(Polymer Rod)와 철제 금구(Fitting Metal)가 압착에 의해서 상호 연결되는데 이 연결이 약해서 25ton 이상의 하중을 지지할 수 없었던 것이 문제였다. 25ton 이상의 하중 지지를 위해서는 압착을 더 세게 해야 하지만, 이는 거의 유리와 비슷한 취성을 가진 고분자 막대기의 파괴를 일으키기 때문에, 기술적 모순이 발생하게 된다.

문제의 핵심은 금구와 고분자 막대기 간의 접합력 향상을 위해 그림 7과 같이 프레스 압착하는 과정에서 내부에 크랙이 발생한다는 점이다.

개선하려는 특성을 인장강도, 약화되는 특성은 고분자 막대기의 크랙이다. 따라서 39가지 표준 특성 가운데 개선 특성은 10. 강도, 약화되는 특성은 30. 물체가 받는 유해한 작용으로 선택이 가능하다.

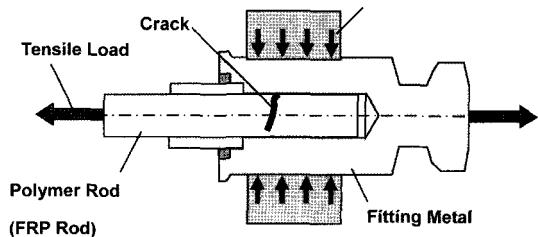
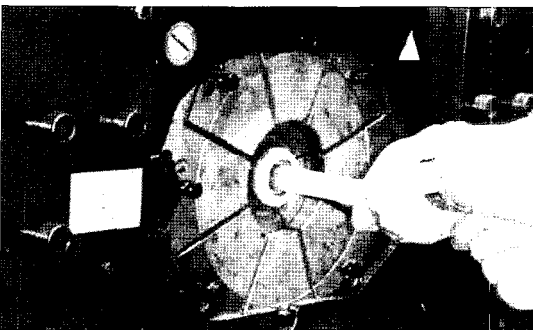


그림 7. 압착과 크랙 발생

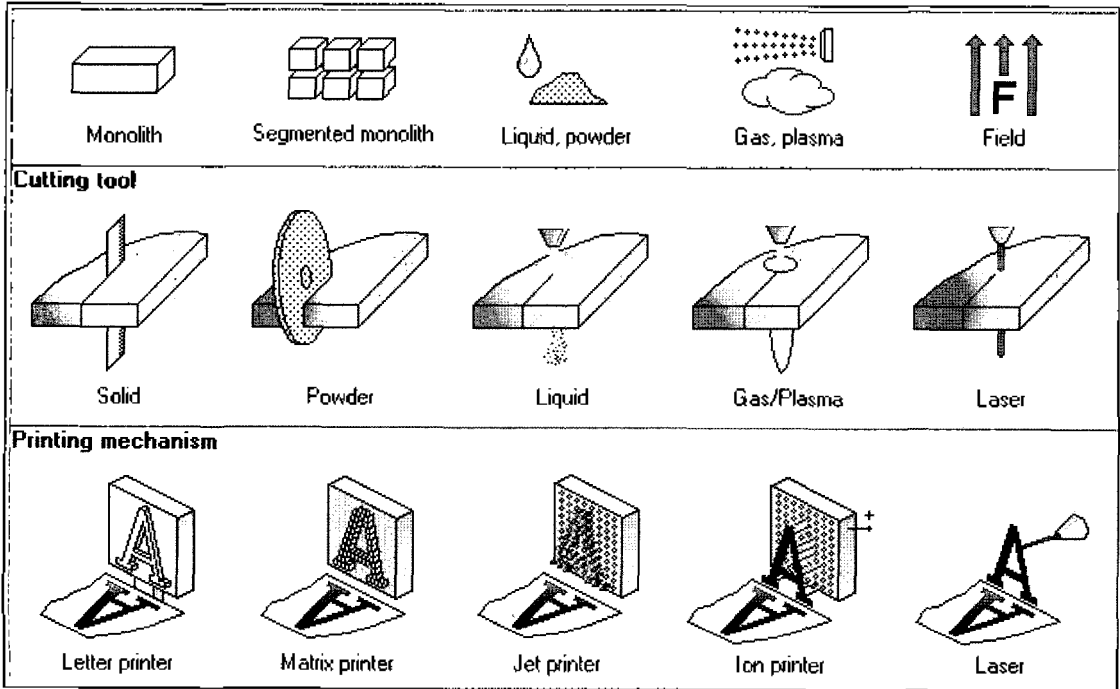


그림 8. 분할의 진화 방향

모순행렬에 이 두가지 특성을 대입하면 다음의 4가지 발명원리가 추천된다.

N1 - Segmentation

N35 - Parameter Change

N40 - Composite Materials

N18 - Mechanical Vibration

이 가운데 제 1번 발명원리인 분할(Segmentation)을 적용해보자. 분할이란 시스템을 구성하는 Tool이나 Product를 다수로 분할해야 한다는 원리이다.

그림 8에서 보는 바와 같이 Solid한 톱은 연삭 숫돌(미세한 입자)에서 워터제트(좀더 미세한 입자)로, 나아가서는 Gas Plasma나 레이저와 같은 Field의 단계까지 분할되어진다. 프린터를 예로 들면 타자기와 같이 한 캐릭터를 직접 찍는 활자 방식에서 도트 프린

터, 잉크젯, 이온 프린터에서 레이저까지 발전하면서 점점 분할의 정도가 심화되어지게 된다.

분할 발명원리를 적용하여 금구를 압착하는 Die와 금구 내부의 형상을 분할해 보았다. Tool의 역할을 하

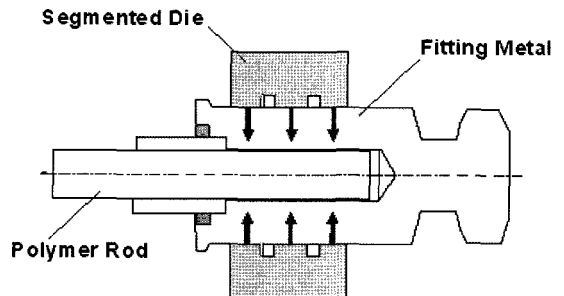


그림 9. 금구 압착 Die의 분할

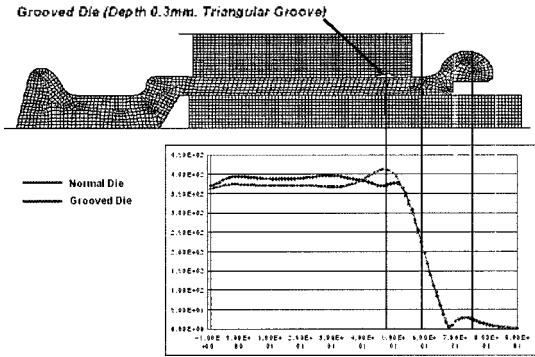


그림 10. CAE 해석 결과

는 금구를 분할할 경우 다음과 같은 아이디어를 제안할 수 있다.

IDEA 검증을 위하여 CAE 해석을 수행하였으며, Die에 형성된 Groove를 통해 실제 Stress의 집중이 해소되어짐을 알 수 있었다. 그림 9와 같이 금구에 Groove를 형성할 경우 그림 10의 분홍색 선과 같이 원래는 응력 집중이 발생하던 위치의 Stress가 크게 낮아지는 것을 알 수 있다.

Product를 분할할 경우는 금구 내부에 연마재와 같은 미세한 가루를 채워 넣는 방법을 통해 금구 내부 형상을 분할할 수 있다.

그림 11과 같이 금구 내부에 연마재를 충전시킴으로써 Dic로부터 가해지는 힘을 균등하게 분배시키는 것이 가능하다. 이 아이디어는 실제로 실험이 수행되

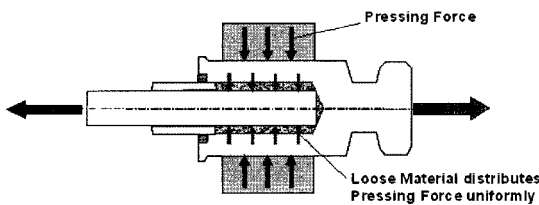


그림 11. 연마재 충진을 통한 금구 내부의 분할

어 25ton 이상의 하중을 견디는 것이 확인되었다.

이러한 연마재 같은 분말 재질을 사용해서 응력을 분산시키는 방법은 고분자 애자에서는 최초로 시도된 사례이지만, 실제로 다른 영역의 기술에서 우리는 비슷한 사례를 참조할 수 있다.

아래 그림 12에서 보듯이 공사 현장에서는 건물을 지지하기 위해 먼저 파일을 땅에 박는다. 이 과정에서 그림 13에서 보는 것처럼 파일의 헤드 부분이 충격으로 손상되는 일이 발생한다.

이러한 문제의 해결을 위해 쓰는 방법이 파일 헤드 부분에 모래 주머니를 넣고 해머로 파일을 땅에 박아 넣는다. 이 경우 파일 헤드의 손상을 최소화 하는 것

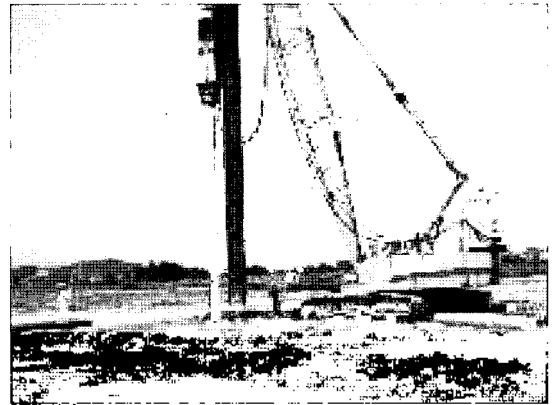


그림 12. 공사 현장에서 파일을 땅에 박는 과정

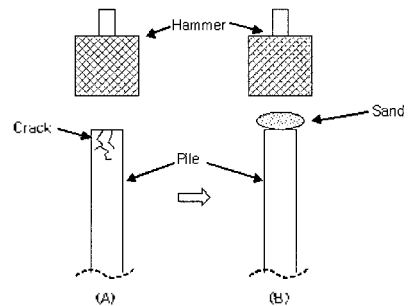


그림 13. 파일 헤드 크랙 방지를 위한 방법

이 가능하다.

TRIZ는 이처럼 기술 영역을 넘나들면서 문제를 해결하는 방법을 제시한다. 특정 분야의 기술의 해결책은 그 분야에 한정되어있지 않으며 기술의 영역을 넘나들면서 공통적 원리가 반복적으로 사용된다는 것을 보여준다.

5. 기업에서의 TRIZ 활용과 인프라

기업에서의 R&D에 있어서 TRIZ는 공정 및 제품의 개선, 기술적 문제의 해결과 기술 예측에 있어서 광범위하게 응용되어지는 방법론이다. TRIZ가 한국에 도입된지는 약 10년이 되어가지만, 실제 트리즈 적용과 확산에 있어선 최근에 더 많은 각광을 받고 있는 듯하다.

TRIZ의 진화 곡선에서 볼 때 한국의 TRIZ는 현재 유아기를 지나 성장기에 접어든 것으로 판단된다. 마치 LCD TV를 처음에 사람들이 비싸서 잘 사지 않다가 점점 성능이 개선되면서 많은 사람이 사기 시작하는 것과 비교해 볼 수 있다. 그 동안 현장 적용에 있어서 많은 시행 착오를 겪었지만, 기술진화 그래프처럼 세부적 문제와 응용 방법이 개선되면서 많은 연구원들의 호응을 얻고 있다.

TRIZ는 기업이나 학교, 연구기관에서 어떻게 해야 성공적으로 사용할 수 있을까? 시스템적인 입장에서 트리즈를 본다면, 트리즈의 성공적인 적용을 위해선 일단 트리즈를 정확히 이해하는 것이 선행되어야 하며, 트리즈뿐만 아닌 기술그룹간의 협력과 연계야 말

로 성공적으로 트리즈를 R&D에 적용하는 원동력이 된다.

이것은 마치 페라리 스포츠카가 있더라도, 좋은 도로와 교통 체계가 있어야 하며, 실력 있는 운전사가 있어야 하는 것과 일맥상통한다. 즉 회사에서 TRIZ를 구성하는 요소들간에 유기적인 연계가 중요하다는 것이다.

이는 결과적으로 트리즈 INFRA 구축이 좋은 연구 성과를 위한 원동력이 된다는 것을 의미한다. LS 전선도 이러한 중요성을 인지하고 TRIZ를 통한 연구원들의 수준 향상을 위해 전 연구원에 대한 TRIZ 교육을 수행하고 사내 트리즈 전문가를 양성하고 있다.

최근 한국이 IT분야에서 세계 제 1의 위치에 선도적으로 올라선 것은 실패를 두려워하지 않는 과단성과 도전정신이 큰 원동력이 되었다고 보여진다. 마찬가지로 기술적 문제 해결 이론인 TRIZ에 있어서도 상당히 많은 회사들이 확산과 열의를 가지고 도전하는 듯하다. 이러한 도전정신이야말로, 한국이 가진 하나의 중요한 장점이 아닌가 싶다.

향후 TRIZ가 경영학과 같은 비공학 분야에 적용됨으로써 그 영역은 더욱 넓어지리라 예측하며, 교육에 있어서도 대학과, 나아가서는 초중고 학생의 교육에 응용됨으로써 그 저변이 계속 넓어질 것이다.

많은 기업과 교육기관, 연구기관이 TRIZ에 관한 좋은 정보를 상호 공유하고 발전시킴으로써, 한국의 TRIZ가 지속적으로 발전하고, 기술의 이노베이션에 기여하기를 기대해본다.