

## 물리적 모순과 기술적 모순의 혼재

김효준 · 이시창

### Physical contradiction always exists with Technical Contradiction

Hyo June Kim, Si Chang Lee

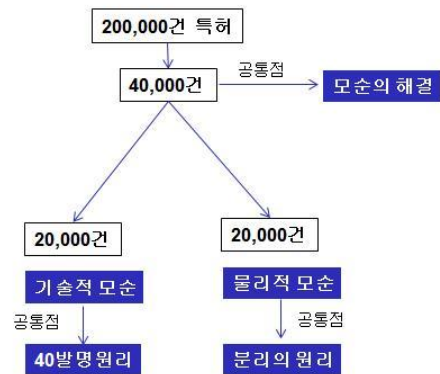
**Key Words:** Physical Contradiction(물리적모순), Technical Contradiction(기술적모순), PTC Modeling(PTC 모델링), PCA(문제흐름분석), 40 Inventive Principles(40발명원리), Separation Principles(분리원리)

#### Abstract

Classical TRIZ에서 알츠슬러는 모순을 크게 2가지로 나누었다. 하나는 물리적 모순이고 다른 하나는 기술적 모순이다. TRIZ 개발 초기에 알츠슬러는 수 십만 건의 특허를 분석하여 해결책의 공통점을 추출했다. 그래서 문제가 물리적 모순일 때는 분리의 원리를 먼저 적용하고 기술적 모순일 때는 40가지 발명원리를 먼저 적용해보라고 권장하였다. 이와 같은 논리로 많은 사람들이 트리즈를 교육받아왔고 지금도 교육 받고 있다. 예를 들어 15~16세기에 처음 등장한 화승총은 사격의 정확도를 위해서는 총신의 길이가 길어야 하고 재장전 시간을 줄이기 위해서는 총신의 길이가 짧아야 한다. 화약을 총구의 앞에서 넣고 총알도 총구의 앞에서 넣은 후에 총구의 뒤에 있는 심지에 불을 당기기 때문이다. 그래서 총신의 길이는 길어야 하고 짧아야 하며 이를 물리적 모순이라고 정의한다. 하지만 이렇게 설명을 하면 다음과 같은 날카로운 질문이 발생할 수 있다. “300년이 지나서 후방 장전의 아이디어로 문제가 해결되었다는데 40 발명원리의 13번 원리 혹은 17번 원리이지 않습니까? 물리적 모순이라고 했는데 왜 40 발명원리를 사용합니까? 분리의 원리로 설명해야 하지 않나요?” 심지어는 “그게 창의적인 아이디어입니까?” 라는 질문도 가능하며 더 나아가서는 “재장전시간을 줄이려면 사격의 정확도가 떨어지고, 사격의 정확도를 높이려면 재장전 시간이 길어지므로 기술적 모순이지 않습니까?” 라는 질문도 가능하다. 사실, 거의 모든 물리적 모순의 사례에서 비슷한 질문이 가능하다. 또한 기술적 모순이라고 소개한 사례가 분리의 원리로 해결되기도 하여 또한 비슷한 상황이 발생한다. 이러한 상황에 대해서 트리즈를 가르치는 입장에서 어떻게 설명할 것인지에 대해 이론적으로 다루어본다.

분리의 원리를 먼저 적용해 보라는 것이다.

트리즈 교육을 오래 진행한 경험이 있고 많은 문제를 해결한 노하우가 쌓이게 되면, 트리즈에서 제공할 수 있는 가장 강력하면서도 간단한 방법이 분리의 원리(시간, 공간, 전체와 부분)와 40 발명원리라는 것을 인지할 수 있다. 이러한 원리가 어떻게 만들어졌는지 논리적으로 설명하기 위해서 알츠슬러가 연구한 내용을 설명하는 것이 일반적이다. 알츠슬러가 연구한 내용이란, 기술적 모순을 해결한 특허들을 분석하여 해결책의 공통점으로 40 발명원리를 도출하였고 물리적 모순을 해결한 특허들을 분석하여 그 해결책의 공통점으로 분리의 원리를 도출하였다는 것이다. 그래서 문제를 분석해서 내 문제가 기술적 모순이라면 먼저 40 발명원리를 적용해보고, 만일 물리적 모순이라면

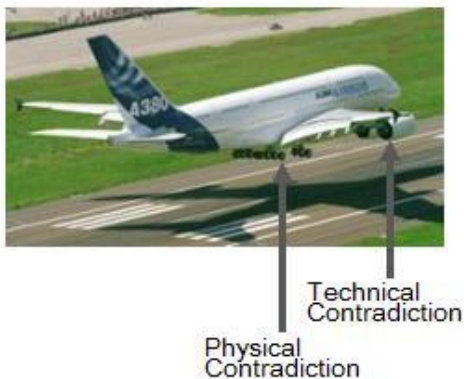


[그림 1] 알츠슬러의 초창기 트리즈 연구과정

## 물리적 모순과 기술적 모순의 혼재

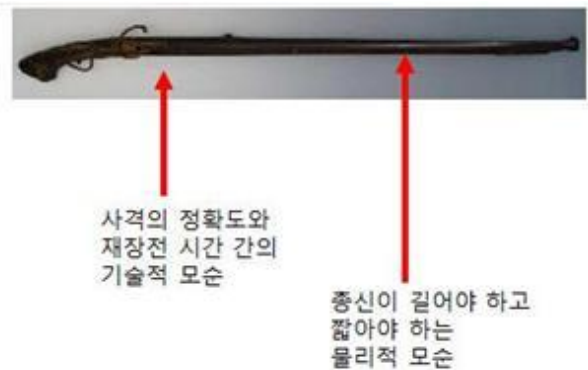
그림 1 에는 알츠슐러의 초창기 트리즈 연구과정을 나타내었다. 1946년부터 초창기 10 여년 동안 알츠슐러는 20 여만 건의 특허를 혼자서 분석하여 모순의 개념을 찾아냈다. 20 여만 건 중에서 약 20%인 4 만여 건(Level 3, 4)이 누가 보아도 창의적이라고 부를만한 좋은 아이디어의 특허였고, 그 4 만 건의 공통점은 모순(contradiction)을 해결하고 있다는 것이다. 4 만여 건의 특허를 집중 분석하여 모순에 대해 분석하고 연구한 결과 모순에는 기술적 모순과 물리적 모순이 있으며, 기술적 모순을 해결한 2 만여 건의 특허를 분석하여 해결책의 공통점으로 40 발명원리를 도출하였다. 마찬가지로 물리적 모순을 해결한 2 만여 건의 특허를 분석해서 분리의 원리를 해결책으로 도출하였다. 또한 알츠슐러는 40 발명원리의 강력한 적용력을 좀 더 쉽게 이용하기 위하여 39 가지 기술인자(technical parameter) 를 설정하여 모순테이블(contradiction matrix)도 10 년에 걸친 노력을 통하여 선보였다. 이러한 알츠슐러의 연구과정을 트리즈를 배우는 사람들에게 소개하면서 문제가 물리적 모순이면 분리의 원리를 먼저 적용하고, 기술적 모순이면 모순테이블을 활용하면서 40 발명원리를 먼저 적용해보라고 권하고 있다(이러한 트리즈 적용 프로세스를 Level 1 으로 분류하기도 한다. [1] 김효준, “TRIZ Process based on the experience in the field” 2013 Global TRIZ Conference). 예를 들어 자동차의 엔진은 출력이 좋아지면 연비가 떨어지고, 연비를 향상시키면 일반적으로 출력이 떨어지므로 이는 기술적 모순이라고 소개하는 것이다. 혹은 비행기 바퀴는 착륙하기 위해서 있어야 하지만, 비행시의 공기저항을 줄이기 위해서는 없어야 하므로 물리적 모순이라고 소개한다.

하지만 현실은 그렇지 않다. 자동차의 엔진과 관련해서는 기술적 모순이고 비행기 바퀴와 관련해서는 물리적 모순이라는 지적이 틀렸다는 것은 아니다. 틀렸다는 지적 보다는 보완이 필요하다는 점을 강조하고 싶다.



[그림 2] 비행기 바퀴의 모순문제

비행기 바퀴의 문제가 있어야 하고 없어야 하는 물리적 모순이라고 했는데, 왜 바퀴가 있어야 하는지 생각해보자. 착륙하기 위해서이다. 왜 바퀴가 없어야 하는지 생각해보자. 그 기능(function)을 분석해보자는 것이다. 비행 중에 공기 저항을 줄이기 위해서이다. 착륙성을 향상시키고자 하면 공기 저항이 늘어나게 되고, 공기저항을 줄이고자 하면 착륙성이 저하되지 않는가? 즉 착륙성과 공기 저항 간의 기술적 모순도 존재한다는 것을 알 수 있다. 1500 년 경에 등장한 화승총도 비슷한 사례이다. 화승총의 총신은 길어야 하고 짧아야 하는 물리적 모순이 있다. 총신이 길기 때문에 재장전 시간이 1 분이상 걸리는 문제가 발생하기 때문이다. 하지만 짧은 시간에 재장전을 하기 위해서 총신을 짧게 하면 사격의 정확도와 사정거리가 줄어드는 문제가 발생한다. 즉, 총신이 길어야 하고 짧아야 하는 물리적 모순이라고 했지만, 재장전 시간과 사격의 정확도 혹은 재장전 시간과 사정거리 간의 기술적 모순도 분명히 존재한다는 것이다.



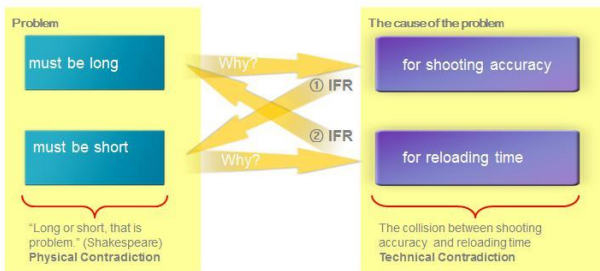
[그림 3] 화승총의 물리적 모순과 기술적 모순

**명제 1. 물리적 모순과 기술적 모순은 동시에 존재한다.**

위의 예에서 든 것과 같이 모든 모순의 문제에서는 기술적 모순과 물리적 모순이 동시에 존재한다는 것이 현실이다. 이를 받아들여야 한다. 특히 이러한 모순 관계에 대하여 PTC 모델링(Physical Technical Contradiction Modeling)으로 이야기 하기도 한다. ([2] 김효준, “Problem Chain Analysis: How to extract all contradictions systematically?” 2012 Global TRIZ Conference [3] 김효준, “PTC Modeling: the core of Business TRIZ” 2011 Japan TRIZ Conference) 어떤 사람은 이러한 사실을 지적하면서 트리즈라는 이름을 배제하기도 한다. 명제 1 과 같은 모순관계의 새로운 면을 제시한다고 해서 트리즈를 벗어난 새로운 이론으로 포장하는 것은 바람직하지 않은 접근이다. 본 논문에서는 이러한 관계를 정통 트리즈(Classical TRIZ) 측면에서 이해하고자 한다.

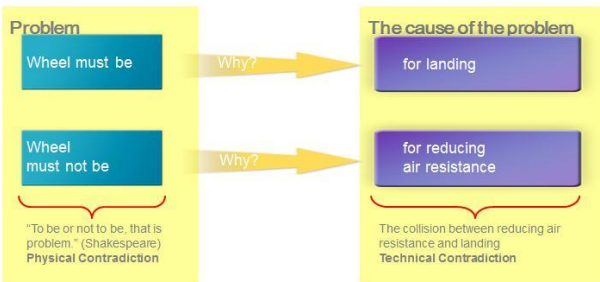
**명제 2. 물리적 모순을 도출하면 기술적 모순은 저절로 도출된다.**

PTC 모델링 기법에 의하면 우선 문제를 물리적 모순으로 설정한 후 물리적 모순의 세부 사항들에 대하여 “왜?” 라는 질문을 “~위하여” 라는 형식으로 답하게 한다. 그렇게 되면 기술적 모순은 저절로 도출된다는 것이다. 화승총 문제에 대한 분석은 그림 4 와 같다.



[그림 4] 비행기 바퀴 문제에 대한 PTC 모델링

비행기 바퀴에 대한 PTC 모델링은 그림 5 와 같다. 바퀴가 있어야 하고 없어야 한다는 물리적 모순을 도출한 후 각각 “왜?” 라는 질문에 대하여 기능의 관점에서 “~위하여”라고 대답하기만 하면 저절로 기술적 모순이 도출되는 것이다.



[그림 5] 비행기 바퀴 문제에 대한 PTC 모델링

**명제 3. 물리적 모순을 도출하는 것은 쉽지 않다**

그림 4 와 그림 5 의 PTC 모델링을 보면 물리적 모순은 문제(problem)로 정의하고 기술적 모순은 문제의 원인(cause of the problem)으로 정의하고 있다. 비행기 바퀴의 핵심 문제는 바퀴가 있어야 하고 없어야 한다는 것이고, 그러한 문제가 발생하는 근본원인은 착륙성과 공기저항성이 서로 충돌하기 때문이라는 논리이다. 문제 해결에 많은 경험이 있는 트리즈 전문가라면 문제의 핵심에는 언제나 물리적 모순이 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 알츠슐러도 아리즈(ARIZ) 후반부에서 지금까지 해결한 문제들의 핵심적 물리적 모순들을 잘 정리하여 DB 로 생성해나갈 것을 이야기하고 있

다. 이렇듯 어떤 문제에서 핵심적인 물리적 모순은 문제 그 자체로 인식될 수 있다. 문제를 명확히 정의하는 과정이 물리적 모순을 도출하는 과정인 것이다. 그런데 아인슈타인은 다음과 같이 이야기한 적이 있다. “문제를 정의하려면 먼저 문제를 풀어라”. 문제를 정의하는 것 자체가 아주 어렵다는 뜻이고 트리즈의 용어로 해석하자면 물리적 모순을 찾는 것이 쉽지 않다는 것이다.

**명제 4. 비 기술분야에서는 물리적 모순을 도출하기가 상대적으로 용이하다.**

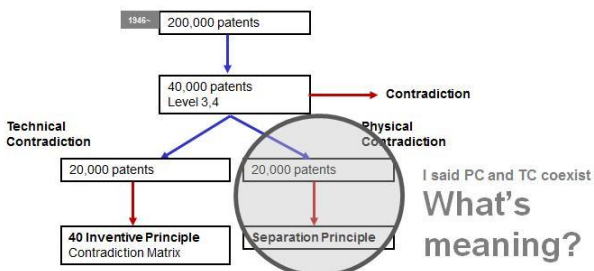
기술분야에서는 물리적 모순을 도출하는 것이 쉽지 않다. 그에 반해 비 기술분야에서는 물리적 모순을 쉽게 도출할 수 있다는 것이다. 비 기술분야란 정치, 행정, 외교, 금융, 경영 등의 분야이다. 이러한 비 기술분야의 주인공은 인간이다. 인간은 인간의 마음과 행동을 충분히 유추할 수 있다. 같은 인간으로서의 동질성을 가지고 있고, 충분한 경험과 지혜가 있다면 인간 심리와 행동 간의 인과관계를 책상 앞에 앉아서 눈을 감아도 충분히 파악하고 예상할 수 있다. 그러한 인과관계를 상대적으로 쉽게 예상하고 분석할 수 있기 때문에, 문제의 핵심인 물리적 모순에 (상대적으로) 쉽게 도달할 수 있는 것이다. 하지만 기술분야에서는 주인공이 인간이 아니다. 자연이다. 인간이 인간 자신과 대화(communication) 하는 언어(language)가 국어이다. 인간이 다른 인간들과 대화하는 가장 쉬운 언어가 영어(English)이다. 인간이 자연과 대화하는 언어는 무엇일까? 수학(mathematics)이다. (그래서 어떤 입시제도에서도 국영수 위주 교육은 지나치지 않은 것이 아닐까?) 그런데 수학이라는 것이 쉽지는 않다. 국어만큼이나 자유자재로 두뇌 속에서 암산으로 진행되지 않는다. 우리 인간끼리는 상대방의 눈빛만 보아도 무슨 생각을 하고 있는지 짐작할 수 있거나, 신문 기사만 보아도 유럽의 경제동향에 대하여 분석하고 예상할 수 있지만, 우리가 어떤 기계를 눈으로 뚫어지게 바라본다고 그 현상의 원리를 파악할 수 있는 것인가? 오랜 경험과 data, 그리고 수학적 지식이 있어야 가능하다. 인과관계 분석이 쉽지 않다는 것이다. 그래서 기술분야에서 문제의 핵심을 파악하는 것, 즉 물리적 모순을 찾아내는 것은 쉽지 않은 반면, 비 기술분야에서는 주인공이 인간이므로 인과관계 분석을 통하여 기술분야에 비해 상대적으로 쉽게 물리적 모순을 도출할 수 있는 것이다.

명제 1 부터 명제 4 를 종합해보면 아리즈의 핵심 구조를 파악할 수 있다. 아리즈는 일반적으로 기술문제 해결에 적용된다. 기술문제에서 물리적 모순을 도출하는 것은 쉽지 않다. 만일 명확한 핵심

## 물리적 모순과 기술적 모순의 혼재

적 물리적 모순을 도출했다면 기술적 모순은 명제 2 와 같이 저절로 도출 될 것이다. 하지만 기술적 모순을 도출했다고 해서 물리적 모순이 저절로 도출되는 것은 아니다. 기술분야에서는 기술적 모순은 너무나 많아서 어느 것부터 시작해야 할지 판단하기 어려운 경우가 많으며 물리적 모순은 찾기가 어려운 경우가 많다. 즉 “너무나 많은 기술적 모순, 보이지 않는 물리적 모순”이 실제 기술분야의 문제해결 상황인 것이다. 이러한 상황에서 기술적 모순으로부터 물리적 모순을 체계적으로 찾아내는 방법론이 있다면 어떨까? 매우 환영받을 것이다. 그것이 아리즈이다. 아리즈의 1.1 단계에서는 기술적 모순을 기술한다. 아리즈의 3.3 단계와 3.4 단계에서는 물리적 모순을 도출한다. 이렇게 아리즈는 기술적 모순으로부터 물리적 모순을 도출하는 과정이다(1.1 단계에서도 사실 물리적 모순이 있지만, 이 물리적 모순은 문제해결에 전혀 도움이 되지 않는 물리적 모순이다. 문제해결에 핵심이 되는 물리적 모순은 3.3 단계와 3.4 단계에서 도출된다).

그러면 마지막으로 알츠슐러의 초기 연구개발과정에 대해서 논해보자. 물리적 모순과 기술적 모순은 언제나 동시에 존재하는데 왜 알츠슐러는 물리적 모순과 기술적 모순으로 분류했을까? 20 여만 건의 특허 중에서 누가 보아도 창의적인 특허 4 만여 건 중에서 2 만여 건을 왜 물리적 모순을 해결한 사례로 분류했을까? 모든 문제에는 2 가지 모순이 동시에 존재하는데?



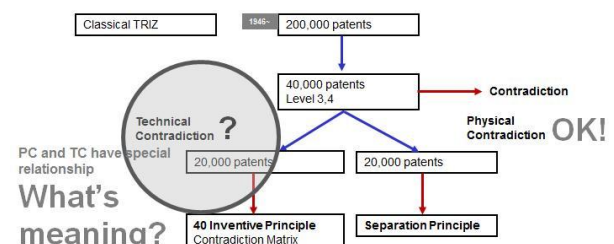
[그림 6] 물리적 모순에 대한 질문

물리적 모순을 해결한 사례로서 2 만여 건을 분류했는데, 이러한 행위의 뜻은 무엇일까?

문제를 해결한 특허를 읽어 보았을 때 물리적 모순이 명확하게 잘 정의되어 있었다는 것이다. 물리적 모순이 두드러지게 보였다는 것이다. 특허의 발명자가 오랜 시간 동안 분석하고 고민한 문제였기 때문이다. 그럼 기술적 모순은? 기술적 모순은 물리적 모순이 해결되면서 저절로 해결되었다는 것이다. 비행기 바퀴가 있어야 하고 없어야 한다는 핵심 문제로 인식이 집중될 수 있었으며 이러

한 물리적 모순을 시간에 의한 분리(착륙할 때는 있고 비행할 때는 없다)로 해결하면서 착륙성과 공기저항간의 기술적 모순은 저절로 해결되었다는 것이다. 기술적 모순도 존재하기 때문에 40 발명원리의 #15 원리 “고정된 것은 움직이게”로 해석할 수도 있다. 바퀴가 고정된 것이 아니라 움직이게 했다는 것이다. #7 “포개기” 로도 해석할 수 있다. 바퀴를 동체 내에 집어 넣었기 때문이다.

기술적 모순을 해결한 사례로 2 만여 건을 분류했는데 이것은 무슨 뜻일까?



[그림 7] 기술적 모순에 대한 질문

이 질문에 대해서 스스로 답할 수 있다면 기술문제에 대한 트리즈의 본질적인 모습을 잘 파악했다고 할 수 있다.

기술적 모순과 물리적 모순은 반드시 공존하는데 왜 기술적 모순을 해결한 사례로 2 만여 건을 분류한 것일까? 앞에서 너무나 많은 기술적 모순, 보이지 않는 물리적 모순이라고 이야기 했다. 기술분야에서는 물리적 모순을 쉽게 찾지 못한다고 했다. 그 이유는 인간은 자연에 대하여 쉽게 인과관계를 파악하기 어렵기 때문이다. 만일 인간이 신이라면 기계를 뚫어지게 바라보기만 해도 인과관계를 파악할 수 있고 쉽게 물리적 모순을 찾아낼 것이다. 신이 아니므로 물리적 모순을 쉽게 찾지 못하고, 불평에 가까운 기술적 모순은 너무나 많은 것이다. 기술적 모순을 해결한 2 만여 건을 별도로 분류한 것은 물리적 모순을 못 찾았다는 것이다. 물리적 모순도 존재하는데 그것을 찾아내지 못했다는 것이다. 문제의 핵심을 찌르지 못했다는 것이다. 그래서 해결책으로 40 가지나 제시한 것은 아닐까?

앞에서 이야기 한 것처럼 아리즈는 이러한 경우(기술적 모순으로 분류된 경우)에 잘 적용될 수 있다. 체계적인 방법으로 물리적 모순까지 유도해주는 것이 아리즈이기 때문이다. 물론 아리즈만이 유일한 방법은 아니다. 방법론이 아니더라도 일반적인 연구 개발 노력에 의해서도 충분한 시간과 노력이 뒤따른다면 분명히 물리적 모순에 도달할 수 있다. 또한 아리즈 외에도 Cause Effect Chain

Analysis 기법이나 Problem Chain Analysis(PCA) 기법([2] 김효준, “Problem Chain Analysis: How to extract all contradictions systematically?” 2012 Global TRIZ Conference)으로도 물리적 모순을 도출할 수 있다. 그런데 일반적으로 기술적 모순으로부터 숨겨져 있는 물리적 모순을 도출하게 되면, 그 물리적 모순이 의외로 단순한 경우(단순한 표현)인 경우를 자주 접하게 된다. 물리적 모순은 단순하였지만, 그것이 물리적으로 불가능(physically impossible)한 표현이었으므로 논리적인 우리의 두뇌는 “말도 안 된다”라는 내면 의식에 의하여 물리적 모순을 배제하고 있었기 때문이다. 그래서 쉬운 표현인데도 물리적 모순을 찾아내지 못한 것이다. 드보노 박사의 유명한 수평적 사고 기법 이론처럼, 우리의 두뇌는 논리적인 수직적 사고에는 강하지만 비논리적인 수평적 사고에는 약하기 때문이다([4] 김효준, 이시창, ”Systematic Lateral Thinking by TRIZ”, 2014 Global TRIZ Conference ).

자동차 엔진 문제의 경우 엔진의 출력이 좋아지면 연비가 떨어지고, 연비를 향상시키면 출력이 떨어지는 기술적 문제라고 했다. 물리적 모순도 있겠지만 드러나지 않았다는 것이다. 인과관계 파악이 어렵기 때문에 (자동차 엔진에 정통한 지식과 경험이 필요하기 때문에) 물리적 모순에 도달하지 못한 것이다. 하지만 충분한 노력을 통하여 막상 물리적 모순에 도달하면 그 표현은 아주 간단하다. 아래의 그림 8 에 나타난 PTC 모델링에서 확인할 수 있다.



[그림 8] 자동차 엔진의 물리적 모순

이렇듯 물리적 모순도 존재하고 있는 것이다. 그래서 비록 기술적 모순의 문제로 여겨지더라도 물리의 원리를 적용할 수 있다.

몇몇 사람들은 행정적 모순을 기술적 모순 혹은 물리적 모순으로 변경하여 트리즈 도구를 적용해서 문제를 해결하기도 하므로 이러한 경우에도 기술적 모순과 물리적 모순 모두로 해석하는 경우가

있다고 이야기 하고 있다. 하지만 이 내용은 2004 년 발간된 ‘생각의 창의성’([5] 김효준, “생각의 창의성” 387 페이지, 2004 도서출판지혜) 에 저술된 내용이다. 본인이 2004 년 당시 책을 저술할 때는 아직 그 정도밖에 부분적으로 이해가 되지 못하여 그렇게 저술하였는데, 지금에 이르러서 많은 분들에게 오해를 불러일으키는 것 같아 본 학술 논문을 통해서 좀 더 정확한 내용으로 정정하고자 한다. 2015 년도의 생각의 창의성 개정판에서는 개정된 부분이다.

**Summary**

모든 문제에는 기술적 모순과 물리적 모순이 동시에 존재하고 그 역학 관계를 PTC 모델링과 같은 간단한 방법으로 시각화 할 수 있다. 처음에는 물리적 모순을 해결한 경우로 보이더라도 각각의 물리적 모순의 세부 사항에 대하여 기능적인 관점을 분석해 보면 각각의 기능들이 충돌하는 기술적 모순도 존재하는 것을 쉽게 파악할 수 있다. 물리적 모순이더라도 40 발명원리를 적용하는 것이 틀렸다고 말할 수 없다. 어떤 경우에는 해당 문제가 기술적 모순으로 정의되기도 하는데, 인간은 신이 아니므로 쉽게 인과관계를 파악하지 못했을 뿐이다. 물리적 모순도 존재하는데 그것을 파악하는데 어려움이 있는 것이다. 비록 기술적 모순으로 이해되더라도 숨어있는 물리적 모순도 존재하기 때문에 40 발명원리와 함께 분리의 원리를 동시에 적용해도 잘 못된 것은 아니다.

[1] 김효준, “TRIZ Process based on the experience in the field” 2013 Global TRIZ Conference

[2] 김효준, “Problem Chain Analysis: How to extract all contradictions systematically?” 2012 Global TRIZ Conference

[3] 김효준, “PTC Modeling: the core of Business TRIZ” 2011 Japan TRIZ Conference

[4] 김효준, 이시창, ”Systematic Lateral Thinking by TRIZ”, 2014 Global TRIZ Conference

[5] 김효준, “생각의 창의성” 387 페이지, 2004 도서출판지혜