

트리즈의 물리적 모순에 대한 모순해결 나비모형의 모순관계와 해결차원 분류 *

Classification of Contradiction Relations and their Solving Dimensions based on the Butterfly Model for Contradiction Solving for Physical Contradiction of TRIZ

현 정 석 (Jung Suk Hyun)**

제주대학교 경영정보학과 교수 (jshyun@jejunu.ac.kr)

박 찬 정 (Chan Jung Park)***

제주대학교 컴퓨터교육과 교수, 교육과학연구소 (cjpark@jejunu.ac.kr)

ABSTRACT

Creative problem solving has become an important issue in many fields. Among problems, dilemma need creative solutions. New creative and innovative problem solving strategies are required to handle the contradiction relations of the dilemma problems because most creative and innovative cases solved contradictions inherent in the dilemmas. Among various kinds of problem solving theories, TRIZ provides the concept of physical contradiction as a common problem solving principle in inventions and patents. In TRIZ, 4 separation principles solve the physical contradictions of given problems. The 4 separation principles are separation in time, separation in space, separation within a whole and its parts, and separation upon conditions. Despite this attention, an accurate definitions of the separation principles of TRIZ is missing from the literature. Thus, there have been several different interpretations about the separation principles of TRIZ. The different interpretations make problems more ambiguous to solve when the problem solvers apply the 4 separation principles. This research aims to fill the gap in several ways. First, this paper classify the types of contradiction relations and the contradiction solving dimensions based on the Butterfly model for contradiction solving. Second, this paper compares and analyzes each contradiction relation type with the Butterfly diagram. The contributions of this paper lies in reducing the problem space by recognizing the structures and the types of contradiction problems exactly.

Keywords: The Butterfly Model, Creative Problem Solving, TRIZ, Contradiction, Dilemma

-
- 이 논문은 2014년도 제주대학교 학술연구지원 사업에 의하여 연구되었음. 이 논문은 한국지식경영학회 2014년 춘계학술대회에 발표한 논문을 기반으로 구성되었습니다.

* 논문접수일: 2014년 5월 29일; 1차 수정: 2014년 8월 20일;
2차 수정: 2014년 8월 28일; 게재확정: 2014년 11월 4일

** 제1저자

*** 교신저자

1. 서론

창의성이 개인과 기업의 중요한 경쟁력 원천으로 인식되고 있다(현정석, 2012). 개인과 기업의 창의력을 향상시키기 위한 방법론으로써 트리즈(TRIZ)가 주목받고 있다(송창용, 이덕수, 신성환, 2010; Hyun and Park, 2012). 트리즈는 발명문제 해결이론(inventive problem solving theory)의 뜻을 갖는 러시아어의 두문자이다. Altshuller와 그의 동료들은 발명특허들을 분석하면서 발명특허에 적용되는 일정한 패턴으로서 공통 해결원리를 정리하였다(Altshuller, 1996). Altshuller와 그의 동료들은 발명특허의 방법론으로써 트리즈 40발명원리, ARIZ-85c같은 문제해결 알고리즘, 76 표준해결법, 기술시스템 진화법칙 등을 제시하였다(Philatov, Zlotin, Zusman, and Altshuller, 1999; Fey and Rivin, 2005). 창의력을 위한 방법론으로써 트리즈 외에도 브레인스토밍, 브레인라이팅, 강제연상법, 초점집단면접법, 심층면접법, 수평적 사고, 속성열거법 등 다양한 기법들이 있다(다카하시 마코토, 2002). 창의력을 높이기 위한 다양한 방법론에 비해 트리즈가 갖는 차별화 포인트는 ‘모순’에 있다(송창용, 이덕수, 신성환, 2010; 김효준, 2009). 모순은 어떤 명제가 참이면서 동시에 거짓일 수 없는 것을 말한다. 트리즈는 발명특허의 문제가 풀기 어려운 이유를 기술적 모순과 물리적 모순이라고 설명한다(이용규, 이경원, 2003). 기술적 모순은 어느 한 특성이 좋아지면 다른 한 특성이 나빠지는 경우를 말한다. 예를 들면, 휴대폰 자판이 크면 사용이 편리하지만, 휴대폰을 휴대하기가 불편해진다. 휴대가 편리한 휴대폰이 되기 위해 휴대폰 자판을 작게 만들면 되지만 이렇게 되면 휴대폰 자판을 사용하는 것이 불편해지고 만다. 결국 휴대폰의 휴대편리성과 사용편리성이 충돌하는 문제가 있다. 트리즈는 이처럼 두 속성 중 어느 한 속성이 좋아지면 다른 속성이 나빠지는 관계에 있을 때 두 속성

은 기술적 모순(technical contradiction)의 관계에 있다고 정의한다. 또한 휴대폰의 휴대편리성과 사용편리성을 높이려면 휴대폰이 작아야 하고 커야 하는 상황에서 휴대폰의 자판 크기가 커야 하고 작아야 하는 것을 물리적 모순(physical contradiction)의 관계에 있다고 정의한다(현정석, 박찬정, 2013).

Altshuller와 그의 동료들은 물리적 모순을 해결하는 방법을 11가지로 제시하였다(Philatov, Zlotin, Zusman, and Altshuller, 1999). Terninko, Zusman, and Zlotin(1998)은 물리적 모순을 해결하는 11가지 방법을 4개의 범주로 묶어 ‘분리 원리(separation principle)’라고 명명하였다. 그들이 제시한 물리적 모순을 해결하는 4가지 분리원리는 (1) 시간 분리(separation in time), (2) 공간 분리(separation in space), (3) 전체와 부분 분리(separation within a whole object and its parts), (4) 조건 분리(separation upon condition)였다. 하지만 트리즈의 분리원리에 대한 명확한 정의가 없어 트리즈 연구자마다 분리원리에 대해 서로 다른 해석을 내리는 경우가 많다. 또한 물리적 모순을 해결하는 방법이 이들 네 가지 분리원리에 한정된 것처럼 해석될 수도 있다. 하지만, 다양한 해석은 물리적 모순을 해결할 때 오히려 분리 원리를 적용하는데 모호함을 주어 문제해결을 어렵게 한다. 본 연구는 모순해결 나비모형에 기반을 두어 (1) 모순관계(contradiction relation)의 유형과 모순해결 차원을 분류하고, (2) 각 모순관계 유형에 적용되는 사례를 비교 분석하는 데 목적이 있다. 본 연구의 시사점은 모순문제에 대한 문제구조와 문제유형을 파악하게 되면 그만큼 문제공간을 줄이는 효과를 가져와 문제해결자의 제한된 합리성을 극복할 수 있다는 점이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장인 이번 장에서는 연구의 배경 및 목적을 제시하였다. 2장에서는 트리즈와 물리적 모순에 대해 설명한다. 트리즈 연구자

들이 물리적 모순에 대한 해결원리에 대하여 상이한 관점과 정의를 내리고 있음을 제시한다. 3장에서는 모순해결 나비모형과 분할-결합 원리를 설명하고, 4장에서는 모순관계유형과 모순해결차원을 매트릭스로 제시한다. 5장에서는 연구결과의 결론 및 시사점을 제시한다.

II. 트리즈와 물리적 모순

트리즈는 1946년부터 Altshuller를 중심으로 개발되기 시작하여 현재에 이르고 있다. Altshuller와 그의 동료들은 발명 문제의 해결에는 일정한 해결패턴이 있으며, 이러한 해결패턴을 알고 있으면 적용 대상은 다르지만 해결원리는 같은 상황에서 특히 유용하게 쓰일 수 있다고 주장한다(Terninko, Zusman, and Zlotin, 1998). 대표적인 예로써 금이 가 있는 다이아몬드 원석을 쪼개는 문제와 도토리 껍질을 까는 문제가 이에 해당한다. 아주 작은 다이아몬드 원석을 금이 가있는 대로 정확하게 쪼개는 것은 무척이나 치밀한 정교함을 요구한다. 한편 도토리 껍질을 까는 문제에서 단단한 껍질을 벗기려면 많은 시간과 정교한 노력이 요구된다. 다이아몬드와 도토리는 전혀 다른 제품에 속하지만 이 둘의 해결원리는 같다. 즉, 밀폐된 공간에 다이아몬드와 도토리를 넣고 압력을 높이다가 갑자기 압력을 떨어뜨리면 원래 금이 가있던 방향으로 다이아몬드가 쪼개지고 도토리 껍질이 벗겨진다. 이는 오일장에서 뺨튀기 장수가 밀폐된 용기에 쌀을 넣고 가열하여 용기의 압력을 높이다가 갑자기 뚜껑을 열면 압력이 급격히 떨어져서 쌀알이 몇 배로 커지는 것과 같은 해결원리이다. 결국, 다이아몬드를 쪼개는 것이나 도토리 껍질을 까는 것이나 쌀알을 뺨 튀기는 것이나 모두 밀폐된 용기에서 압력을 높인 다음에 갑자기 압력을 떨어뜨려 해결한다는 점에서 공통점을 갖

는다. 압력을 높이다가 갑자기 감압하면 문제가 해결된 사례를 알고 있다면 새우 껍질을 까는 문제, 밤 껍질을 까는 문제, 해바라기 씨껍질을 까는 문제, 에어컨이나 청소기 필터에 묻어 있는 먼지를 털어내는 문제를 단박에 해결할 수 있게 된다.

트리즈는 창의성을 위한 다른 기법들과 달리 모순을 다룬다는 점에서 큰 특징을 갖는다. 발명문제에서 문제해결자가 맞닥뜨리는 문제 중 하나는 단순히 뭔가를 더하면 문제가 해결되는 것이 아니라 새로운 문제가 생긴다는데 있다. 예를 들면, 노트북 키보드가 이동의 편리성을 위하여 휴대가 편리해야 하므로 노트북 키보드가 작을수록 좋다. 하지만 노트북 키보드가 작게 되면 그만큼 키보드를 사용하기가 불편해지는 문제가 생긴다. 즉, 어떤 한 속성이 좋아지면 다른 한 속성이 나빠지는 상충관계(trade-off relation)를 갖는다. 이러한 관계를 트리즈는 기술적 모순이라 지칭한다. 한편 노트북 키보드가 작아야 하고 또한 커야 한다는 점에서 이 둘의 관계는 모순이다. 이처럼 한 가지 속성이 대립되거나 반대되는 속성을 가져야 하는 모순관계를 트리즈에서는 물리적 모순이라 지칭한다(현정석, 박찬정, 2013).

트리즈는 발명문제의 공통 해결원리로서 일반인이 쉽게 이해할 수 있는 40발명원리를 제시하였다. 발명문제의 해결을 위해 문제를 분석하다 보면 맞닥뜨리는 상충관계를 39×39 모순 매트릭스로 정리하였다(Philatov, Zlotin, Zusman, and Altshuller, 1999). 예를 들면, 우주로 로켓을 쏘아 올리려면 그만큼 에너지가 필요하기에 로켓 탱크에 많은 연료를 담아야 한다. 많은 연료를 담으려면 연료탱크가 크고 단단해야 하는데 그만큼 무게가 늘어나게 된다. 연료탱크의 무게가 늘어나면 로켓을 우주로 쏘아 올리는데 걸림돌이 된다. 로켓을 우주로 쏘아 올리려면 로켓 연료통이 가벼워야 한다. 결국 로켓의 속도를 높이려다 보면 움직이는 물체의 무게가 늘어나는 단점이 생긴다. ‘속도’

와 ‘움직이는 물체의 무게’가 서로 상충관계를 갖는다. 모순매트릭스의 행렬에서 좋아지는 특성과 나빠지는 특성에서 ‘속도’와 ‘움직이는 물체의 무게’를 찾아보면 그에 대한 발명원리로서 발명원리 2번 추출, 발명원리 28번 기계시스템을 대체, 발명원리 13번 반대로 하기, 발명원리 38번 산화제를 확인할 수 있다. 우주로 로켓을 쏘아 올리는 로켓 연료통의 문제를 해결하기 위하여 로켓 개발자들은 추출 원리를 활용하여 일정 고도에 도달하고 연료탱크의 연료를 다 쓰고 나면 연료탱크를 로켓에서 분리하여 버림으로써 무게를 줄이는 것으로 문제를 해결한다.

‘속도’와 ‘움직이는 물체의 무게’가 서로 상충관계를 갖는 경우에 트리즈 모순 매트릭스는 기계시스템을 대체, 반대로 하기, 산화제를 제시한다. 놀랍게도 현대 물리학에서는 트리즈의 28번 기계시스템을 대체, 13번 반대로 하기, 38번 산화제의 발명원리와 매우 밀접한 관련을 갖는 해결안을 개발 중에 있다. ‘레이저를 이용한 추진엔진’이 바로 그것이다. 로켓의 바닥 부분에 고출력 레이저를 발사하여 물을 기화시킨 후에 증기폭발을 이용하여 우주선을 추진하는 것이다. 여기서 지금까지의 우주선 개발과정과 중요한 차이를 보이는 것은 로켓 추진에 필요한 에너지를 지상기지에서 공급받기 때문에 연료를 싣고 갈 필요가 없다는 점이다. 화학연료로 추진되는 전통적인 방식의 로켓은 연료 자체를 들어 올리는데 연료의 대부분을 사용하는 아이러니가 있었다. 즉, 우주 멀리 가려면 많은 연료가 필요하고, 연료를 많이 실을수록 무거워지는 바람에 이를 들어 올리려면 많은 연료가 필요해지는 악순환의 문제에 봉착한다. 1997년에 Myrabo는 직경 15센티미터에 57그램의 로켓 시제품을 향해 지상에서 레이저를 발사하여 약 30미터 상공까지 날려 보내는 데 성공하였다. Myrabo의 실험은 레이저 추진엔진이 가능함을 입증하였다(미치오 카쿠, 2013).

트리즈는 어려운 발명문제의 뿌리에 물리적 모순

이 있다고 지적한다(Altshuller, 1984; 김효준, 2009; 박선순, 김정선, 2012). Altshuller와 그의 동료들은 ARIZ-85c에서 물리적 모순을 해결하는 방법으로 11가지를 제시하였다(Philatov, Zlotin, Zusman, and Altshuller, 1999). 즉, (1) 공간에서 상충된 특성을 분리, (2) 시간에서 상충된 특성을 분리, (3) 동질/이질 시스템을 상위시스템으로 전이, (4) 반대시스템을 시스템으로 변환하거나 반대시스템과 시스템을 결합, (5) 전체 시스템과 부분 시스템이 반대특성을 갖도록 시스템 전이, (6) 미시수준에서 작동되는 시스템으로 전이, (7) 시스템의 일부분이나 환경의 상(phase)을 전이, (8) 시스템의 일부분이 이중상태를 갖도록 상전이, (9) 상전이와 관련된 현상을 이용, (10) 한 개의 상을 갖고 있는 물질은 두 개의 상을 갖는 물질로 대체, (11) 분해 결합이나 이온화/재조합 등에 의한 물리-화학적 전이이다.

Altshuller와 그의 동료들이 ARIZ-85c에서 제시한 물리적 모순을 해결하는 11가지 방법을 Terninko, Zusman, and Zlotin(1998)은 4개의 범주로 묶어 단순화시켰다. 그들은 물리적 모순을 해결하는 4가지 방법을 ‘분리 원리(separation principle)’라 일컬었다. 그들이 제시한 물리적 모순을 해결하는 4가지 분리원리는 (1) 시간에 의한 분리, (2) 공간에 의한 분리, (3) 전체와 부분에 의한 분리, (4) 조건에 의한 분리였다. Terninko, Zusman, and Zlotin(1998)은 시간에 의한 분리를 “반대의 요구조건을 시간으로 분리하는 것”이라고 정의하였다. 즉, 만약 시스템이 모순되는 기능을 수행해야 한다면, 대립을 일으키는 기능 또는 작동이 다른 시간대에 영향을 미치도록 시스템의 작동을 만들어 문제를 해결한다. 또한 공간에 의한 분리를 “반대의 요구조건을 공간으로 분리하는 것”이라고 정의하였다. 즉, 만약 시스템이 모순되는 기능을 수행해야 한다면, 시스템을 하위 시스템을 분할하여 개개의 모순되는 기능을 다른 하위 시스템에 할당하여 문제

를 해결한다. 전체와 부분에 의한 분리는 “반대의 요구조건을 시스템 전체와 부분으로 분리하는 것”이라고 정의하였다. 즉, 만약 시스템이 모순되는 기능을 수행해야 한다면, 시스템을 분할하고 모순되는 기능을 하위시스템에 부여하여 문제를 해결한다. 마지막으로 조건에 의한 분리는 “반대의 요구조건을 조건으로 분리하는 것”이라고 정의하였다. 즉, 유용한 기능만 일어날 수 있도록 시스템이나 환경을 바꾸어 문제를 해결한다.

물리적 모순을 해결하는 분리원리에 대해 트리즈 연구자들마다 다른 범주와 정의를 사용하는 경우가 많다. 예를 들면 김효준(2009), Kaplan(1996), Fey and Rivin(2005)은 분리원리를 시간, 공간, 전체와 부분으로 국한시켜 설명하였다. 김효준(2009)과 Kaplan(1996)이 특별한 설명 없이 조건 분리를 분리원리에 포함시키지 않고 있는데 반하여, Fey and Rivin(2005)은 상전이를 이용한 물리적 모순해결을 시간에 의한 분리원리에 속하는 것으로 설명하였다. 상전이가 일어나는 데는 시간이 관련되므로 상전이 조건변화에 의한 물리적 모순을 시간 분리에 포함시켰다. 박선순, 김정선(2012)과 Savransky(2002)은 다른 트리즈 연구자들에 비해 물리적 모순을 11가지 방법과 4개의 분리원리 간 관련성을 구체적으로 연관 지어 설명하고 있다는 점에서 특출하다. 그들은 ARIZ-85c에 제시된 11가지 물리적 모순의 해결방법 중 (7) 시스템의 일부분이나 환경의 상(phase)을 전이, (8) 시스템의 일부분이 이중상태를 갖도록 상전이, (9) 상전이와 관련된 현상을 이용, (10) 한 개의 상을 갖고 있는 물질은 두 개의 상을 갖는 물질로 대체를 조건 분리로 분류하였다. 송용원, 강승현, 겐나디 이바노프, 김경모(2014)은 물리적 모순을 해결하는 방법으로서 3가지 원리를 제시하고 있다, 즉, 1) 시간의 분리, 2) 공간의 분리, 3) 관계변화에 의한 분리이다. 송용원 외 3인(2014)은 시간의 분리를 동일한 공간에 서로 다른 특성이 요구

될 때 일정한 시간에는 하나의 특성을, 또 다른 시간에는 다른 특성을 갖도록 하는 것으로 제시하였다. 또한 공간의 분리를 어떤 요소에 동시에 다른 특성이 요구될 때에 일정한 공간을 나누어서 한 공간에는 어떤 특성을 갖게 하고 다른 공간에는 다른 특성을 갖게 하는 것으로 제시하였다. 마지막으로 관계변화에 의한 분리를 시스템의 관계변화를 통해 서로 다른 특성이 나타나도록 하는 것으로 제시하였다. 야마다 이쿠오(2006)는 분리원리를 1) 공간을 분리한다, 2) 시간을 분리한다, 3) 상변화를 이용한다, 4) 하위, 상위 개념으로 이행한다로 제시하였다. 야마다 이쿠오(2006)는 상변화에 대해 물질의 상태가 고체, 액체, 기체로 변화하는 것을 이용하는 것으로 제시하였다. 하위와 상위 개념으로 이행하는 것에 대해서는 현재의 기술적 상황에서 문제 해답을 찾는 것이 아니라 하위 또는 상위의 문제정의로 이행하여 문제해답을 찾는 것으로 제시하였다. 이경우, 김병재, 이태희, 황농문, 한송엽(2007)와 주진용과 조영한(2012)은 물리적 모순을 해결하는 원리로서 1) 공간에 의한 분리, 2) 시간에 의한 분리, 3) 조건에 의한 분리를 제시하였다. 이경우, 김병재, 이태희, 황농문, 한송엽(2007)는 Terninko, Zusman, and Zlotin(1998)와 똑같이 이중초점렌즈를 공간에 의한 분리, 쌍으로 된 안경은 시간에 의한 분리, 자동초점 카메라형 렌즈는 조건에 의한 분리로 설명하였다. 이와 달리, 송용원 외 3인(2014)은 자외선을 받으면 색깔이 변하는 안경을 관계변화에 의한 분리에 속하는 사례로 설명하였다. Bukhman(2012)은 물리적 모순을 해결하는 원리로서 다섯 가지를 제시하였다, 즉, 1) 시간에 의한 분리, 2) 공간에 의한 분리, 3) 조건에 의한 분리, 4) 시스템과 하위시스템 수준에 의한 분리, 5) 시스템과 상위시스템 수준에 의한 분리를 제시하였다.

김호중, 김기정, 강일찬, 조영덕(2012)은 물리적 모순을 해결하는 분리원리로서 1) 시간 분리, 2) 공간 분리,

3) 전체와 부분 분리, 4) 조건 분리로 제시하였다. 그들은 시간 분리를 물리적 모순을 시간의 측면에서 독립적으로 바라보는 것이라 정의하였다. 또한 공간 분리에 대해서는 물리적 모순을 공간의 측면에서 독립적으로 바라보는 것으로 정의하였다. 전체와 부분 분리는 전체와 부분을 완전히 독립적으로 바라보는 것으로 정의하였다. 마지막으로 조건 분리는 특정 조건하에서 물리적 모순을 바라보는 것으로 정의하였다. 그들은 이들 4가지 분리원리 중에서 시간 분리와 공간 분리가 가장 중요하며, 이 두 가지 분리원리만으로 물리적 모순 문제 대부분을 해결할 수 있다고 주장하였다. 오경철, 안세훈(2012)은 조건 분리는 시간 분리로 설명이 가능하고, 부분과 전체 분리도 조건 분리와 시간 분리로 설명이 가능하기 때문에 시간 분리와 공간 분리만으로 물리적 모순 문제를 해결한다고 주장하였다.

III. 모순해결 나비모형과 분할-결합 원리

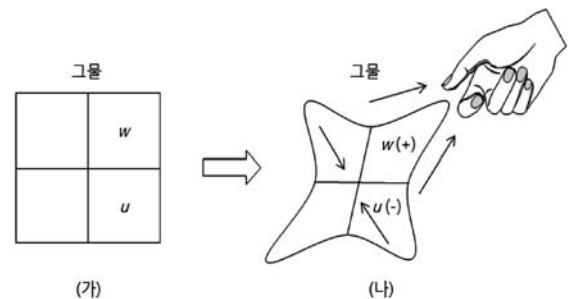
이 장에서는 모순해결 나비모형을 설명하고 트리츠의 물리적 모순을 해결하기 위한 시간, 공간, 전체와 부분에 의한 분할-결합 원리를 설명한다.

3.1 모순해결 나비모형

이러지도 저러지도 못하는 진퇴양난의 딜레마는 풀기 어렵다. 모순해결 나비모형은 양자택일(either/or) 사고를 벗어나 양자모두(both/and)를 충족하는 모순해결모형이다. 모순해결 나비모형은 풀기 어려운 딜레마를 분석하여 문제에 숨어있는 상충관계와 모순관계를 찾아낸다는 점에서 유용하다. 즉, 모순해결 나비모형은 주어진 기능 간의 상충관계와 시스템상태 간의 모순관계에서 해결전략을 정하여 문제를 해결하는 알고리즘을 포함한다(현정석, 2012). 나비모형의 모순해결 알고리즘은 문제에 주어진 기능에서 기능과 시스

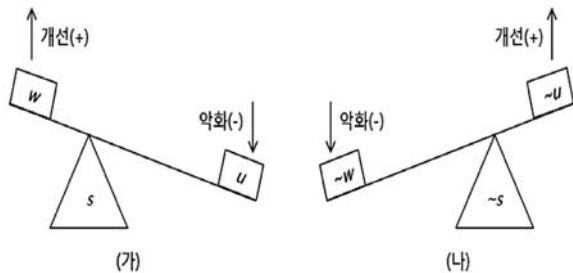
템상태 간 관계를 규명하여 기능 간에 발생하는 상충관계와 기능수행을 위한 시스템상태 간의 모순관계를 나비 다이어그램으로 도출한다. 시각적 도구인 나비 다이어그램의 작성을 통해 문제해결과정을 밟아나가면 모순문제의 구조와 그에 따른 문제 유형에 따라 적용되는 올바른 해결전략을 정할 수 있는 이점이 있다.

모순해결 나비모형은 시스템의 구성요소가 상호연결성을 갖는다고 가정한다. 즉, 시스템은 그물 네트워크처럼 어느 한 구성요소의 변화가 다른 구성요소의 변화에 영향을 준다. 시스템의 상호연결성으로 인해, 시스템의 어느 한 곳에서 좋아지는(나빠지는) 것이 있으면 다른 한 곳에서 나빠지는(좋아지는) 것도 있다. [그림 1] (가)에서 그물의 한 쪽 코를 잡아당기면 (나)처럼, 그물의 w (wanted function)는 늘어나지만 그물의 u (unwanted function)는 반대로 짧게 당겨 올라간다. 이는 그물이 서로 연결되어 있기 때문에 생긴다. 이번에는 [그림 1]의 (가)에서 u 와 가까운 그물코를 잡아당기면 (나)와 반대로, 그물의 u 가 늘어나지만 그물의 w 가 짧아지는 현상이 생긴다. [그림 1]의 (나)는 그물의 w 가 길게 늘어나는 것이 뭔가 개선되는 것이고, 그물의 u 가 짧아지는 것이 뭔가 악화되는 상충관계를 비유로 들어 설명하였다. [그림 1]의 (나)에서 그물의 w 와 u 가 늘어나고 줄어드는 현상을 발생시킨 이유는 손이 그물을 잡아당겼기 때문이다. 결국, 상충문제를 일으키는 원인이자 해결수단은 그물을 잡아당기는 손에 있음을 알 수 있다.



[그림 1] 그물의 상호연결성

[그림 2]의 (가)와 (나)는 그물의 w 와 u 가 서로 한 쪽이 올라가면 다른 한 쪽이 내려가는 상충관계를 시소로 나타낸 것이다. [그림 1]에서 그물의 w 와 u 그리고 손은 [그림 2]에서 시소의 w 와 u 그리고 받침점 s 에 각각 대응된다. 시소 위에 놓여진 w 와 u 의 무게는 같다고 하자. [그림 2]의 (가)에서 시소의 w 를 올리려면 받침점의 위치를 시소의 w 와 가까운 s 에 두면 된다. 받침점의 위치를 시소의 w 와 가까운 s 에 두면, 시소의 w 가 올라가지만 시소의 u 가 내려가게 된다.



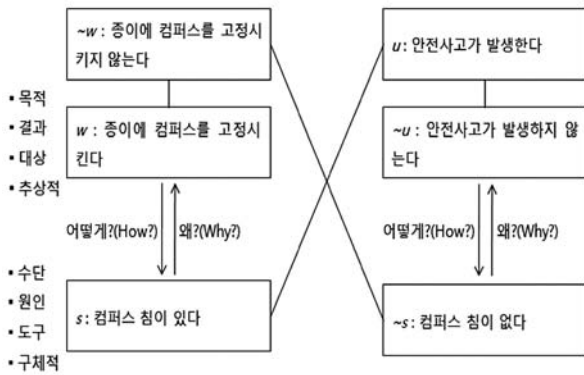
[그림 2] 시소의 양끝을 올리고 내리는 받침점의 위치

만약 받침점의 위치를 시소의 u 와 가까운 $\sim s$ (not s , s 와 모순관계)에 두면, 시소의 u 가 올라가지만 w 가 내려가게 된다. 결국, 시소의 w 가 올라가면 u 가 내려가고, 이와 반대로 시소의 u 가 올라가면 시소의 w 가 내려가는 것을 결정하는 것은 받침점이 시소의 어느 위치에 놓여있느냐에 따라 달라진다. 시소에서 w 와 $\sim u$ 간의 상충관계를 초래하는 원인은 시소 받침점의 위치이다. 원인이 달라지면 결과가 달라진다. 받침점의 위치에 따라 시소의 w 와 $\sim u$ 간에 좋아지고 나빠지는 것이 바뀌게 된다. 문제 해결은 아이러니하게도 문제를 일으키는 시소의 받침점의 위치에 달려 있다. 다음은 컴퍼스의 사례를 들어 모순해결 나비모형을 설명한다.

종이에 원을 그리기 위해서는 뾰족한 컴퍼스 침이 있어야 하는데 이 때문에 사람이 다치는 일이 생길 수 있다. 컴퍼스 침의 문제에 대해 모순해결 나비모형은 다음과 같이 분석한다. 종이에 컴퍼스를 고정시켜 원

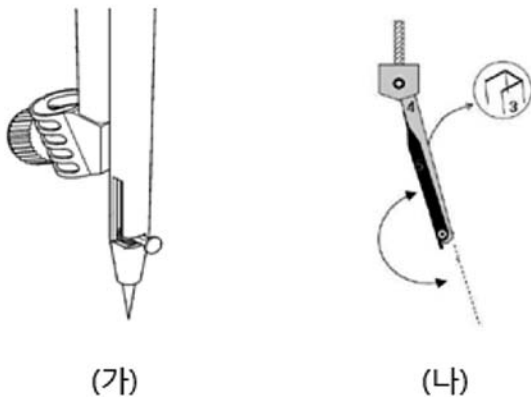
을 그리기 위해서는(w) 컴퍼스에 침이 있어야 한다(s). 컴퍼스를 고정시키는 것(w)은 컴퍼스 침이 수행하는 기능 또는 목적에 해당한다. 컴퍼스 침은 컴퍼스를 고정시키는 기능이나 목적을 수행하는 수단이다. 컴퍼스 침은 종이와 사람에게 영향을 준다는 점에서 도구에 해당하고, 종이와 사람은 컴퍼스 침의 영향을 받는 대상에 해당한다. 컴퍼스 침은 컴퍼스를 종이에 고정시키는 유익한 기능(w)을 수행하지만, 컴퍼스 침이 날카로워 원하지 않는 안전사고(u)가 발생할 위험이 있다. 안전사고가 발생하지 않기 위해서는($\sim u$) 컴퍼스에 침이 없어야 한다($\sim s$). 하지만 컴퍼스 침이 없으면($\sim s$) 종이에 컴퍼스를 고정시키지 못하는 문제($\sim w$) 역시 생긴다. 컴퍼스 침의 문제를 분석하면, 상충관계에 있는 기능들을 파악할 수 있다. 컴퍼스 침의 문제에서는 컴퍼스를 종이에 고정시키는 기능과 안전사고 예방이라는 기능, w 와 $\sim u$ 이 서로 상충관계에 있다. 두 기능의 상충관계를 만들어내는 것은 [그림 2]의 시소 받침점에 비유되는 시스템 상태 s 와 $\sim s$ 이다. 즉, 종이에 원을 그리기 위한 컴퍼스는 침이 있어야 하고 또한 없어야 하는 모순관계(s 와 $\sim s$)가 상충관계를 만드는 원인임을 알 수 있다.

시스템의 목적이자 기능에 해당하는 상충관계는 구체적인 시스템 상태 s 와 $\sim s$ 에 비해 추상적이다. 시스템의 기능과 목적을 수행하는 시스템 상태 s 와 $\sim s$ 는 상충관계의 기능에 비해 구체적이다. 모순관계 s 와 $\sim s$ 는 문제를 일으키는 근본원인이자 문제를 해결하는 구체적인 수단이다. 나비모형을 통해 모순문제를 분석하는 동안 시스템의 상충관계에서 모순관계로 내려옴에 따라 문제범위가 좁혀지는 이점을 얻는다. 문제범위가 좁혀지면 그만큼 빠른 시간에 쉽게 문제를 해결할 수 있다. 컴퍼스 침의 문제에 대한 분석과정을 나비 다이어그램으로 나타내면 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 컴퍼스 침 문제의 나비 다이어그램

컴퍼스 침의 문제에 대한 발명특허는 [그림 4]의 (가), (나)와 같다(현정석, 2012). [그림 4]의 (가)는 레버를 옆으로 밀면 컴퍼스 침이 스프링의 힘으로 컴퍼스 발안으로 들어가는 아이디어이다(특허등록번호 10-0952819). [그림 4]의 (나)는 컴퍼스 발을 접어 컴퍼스 침을 숨기는 아이디어이다(공개특허 10-2007-0053192). 컴퍼스 침의 문제에 대한 기존 발명특허들은 컴퍼스를 사용하지 않을 때는 컴퍼스 침을 숨겼다가 컴퍼스를 사용할 때만 컴퍼스 침을 내놓는 아이디어를 적용하고 있다.



[그림 4] 컴퍼스 침의 문제에 대한 해결안

모순해결 나비모형에서 쓰이는 용어는 다음과 같이 정의한다(현정석, 2014b).

[정의 1] 시스템 S 는 구성요소 w, s, u 로 이루어져 있다. 즉, 시스템 $S=\{w, s, u\}$. 이때, w 는 시스템이 수행하기를 '원하는 기능(wanted function)'이다. u 는 시스템이 수행하기를 '원하지 않는 기능(unwanted function)'이다. s 는 시스템의 기능을 수행하는 '시스템 상태(system state)'이다.

[정의 2] w 와 $\sim u$ (not u , u 와 모순관계)의 관계는 둘 중 어느 하나가 좋아지면 다른 하나는 나빠진다는 의미에서 '상충관계(trade-off relation)'라 한다.

[정의 3] s 와 $\sim s$ (not s , s 와 모순관계)의 관계는 둘 다 참일 수 없다는 의미에서 '모순관계(contradiction relation)'라 한다.

[정의 4] 상충관계 w 와 $\sim u$ 를 모두 충족시키는 것을 문제해결자의 '문제해결목표(problem solving objective)'라 한다.

[정의 5] 문제해결목표를 충족하기 위한 시스템 상태를 '해결전략(solution strategy)'이라 한다.

[정의 6] 상충관계 w 와 $\sim u$ 를 모두 충족시키기 위하여, $T1$ 시간에는 s , $T2$ 시간에는 $\sim s$ 를 충족하는 것을 '시간에 의한 분할-결합원리(temporal divide-and-combine principle)'라 한다.

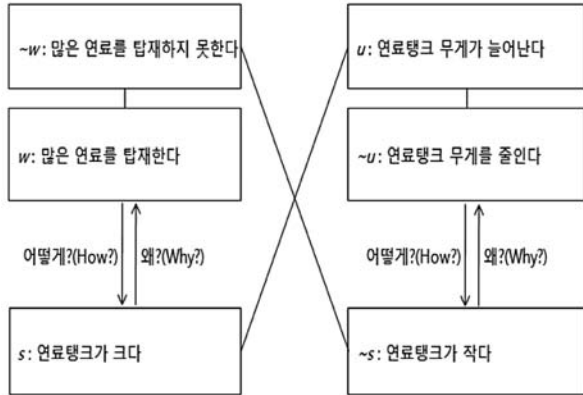
[정의 7] 상충관계 w 와 $\sim u$ 를 모두 충족시키기 위하여, 시스템의 한 부분에는 s , 다른 부분에는 $\sim s$ 를 충족하는 것을 '공간에 의한 분할-결합원리(spatial divide-and-combine principle)'라 한다.

[정의 8] 상충관계 w 와 $\sim u$ 를 모두 충족시키기 위하여, 전체시스템에는 $s(\sim s)$, 부분시스템에는 $\sim s(s)$ 를 충족하는 것을 '전체와 부분에 의한 분할-결합원리(whole-parts divide-and-combine principle)'라 한다.

3.2 시간에 의한 분할-결합 원리

우주로 쏘아 올리는 로켓의 연료탱크 문제를 나비 다이어그램(the Butterfly diagram)으로 분석하면 [그림 5]와 같다. 로켓을 우주로 쏘아 올리려면 많은 에너지를 써야 하므로 많은 연료를 탑재해야 한다(w). 많은 연료를 탑재하려면 연료탱크가 커야 한다(s). 하지만 연료탱크가 커지면 그만큼 연료탱크의 무게가 늘

어나는 단점이 있다(u). 연료탱크의 무게를 줄이려면 ($\sim u$), 연료탱크가 작아야 한다($\sim s$). 연료탱크가 작으면 연료탱크의 무게문제는 해결하지만 많은 연료를 탑재하지 못하는 문제($\sim w$)가 생긴다. 이 과정을 [그림 5]로 나타낸 것이 로켓 연료탱크 문제에 대한 나비 다이어그램이다.



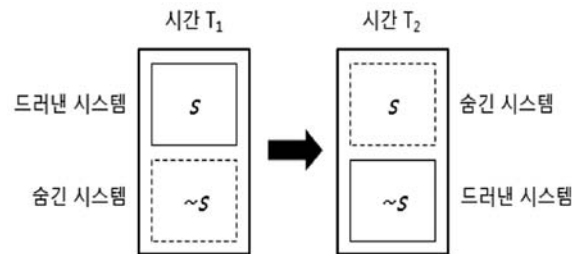
[그림 5] 로켓 연료탱크 문제의 나비 다이어그램

이러지도 저러지도 못하는 진퇴양난의 딜레마에 봉착했을 때 문제해결자가 맞닥뜨리는 딜레마의 유형은 다섯 가지가 있다. 1) 많은 연료를 탑재하느냐 마느냐 (w 와 $\sim w$), 2) 연료탱크 무게를 늘리느냐 줄이느냐(u 와 $\sim u$), 3) 연료탱크가 큰가 작은가(s 와 $\sim s$), 4) 많은 연료를 탑재하지 못할 것인가 연료탱크 무게가 늘어날 것인가($\sim w$ 와 u), 5) 많은 연료를 탑재할 것인가 연료탱크 무게를 줄일 것인가(w 와 $\sim u$)이다. 나비모형의 분석을 통해 다섯 가지 딜레마 중에서도 3) 연료탱크가 큰가 작은가(s 와 $\sim s$)를 문제해결을 위한 구체적인 수단이자 시스템상태로 파악할 수 있다.

로켓 연료탱크의 문제에서 많은 연료를 탑재하는 것 (w)과 연료탱크 무게를 줄이는 것($\sim u$)은 어느 한 쪽이 좋아지면 다른 한쪽이 나빠지는 상충관계를 갖는다. 모순해결 나비모형의 상충관계는 트리즈의 기술적 모순에 해당한다. 로켓 연료탱크의 문제에서 연료탱크가 크다(s)와 작다($\sim s$)의 두 명제는 1) 둘 다 참일 수는 없

다, 2) 어느 한 명제가 참이면 다른 명제는 거짓이다, 3) 두 명제 모두 거짓은 아니다 세 가지 경우를 갖는다. 이러한 두 명제는 모순관계를 갖는다고 말한다. 모순해결 나비모형의 모순관계는 트리즈의 물리적 모순에 해당한다. 상충관계에 해당하는 w 와 $\sim u$ 는 시스템 상태의 목적, 결과, 대상에 해당한다. 모순관계에 해당하는 s 와 $\sim s$ 는 w 와 $\sim u$ 를 충족하는 수단이자 원인 그리고 도구에 해당한다. w 와 $\sim u$ 는 시스템의 목적에 해당하기에 시스템상태에 비해 추상적이다. 이와 반대로 s 와 $\sim s$ 는 문제를 해결하는 수단이자 도구라는 점에서 상충관계에 비해서 구체적인 특성을 갖는다. 상충관계를 갖는 w 와 $\sim u$ 를 모두 충족하면 문제가 해결된다는 점에서 w 와 $\sim u$ 를 충족하는 것이 문제해결목표가 된다. 문제해결목표를 충족하는 방법은 문제를 일으키는 원인이자 문제를 해결하는 수단이 되는 시스템상태 s 와 $\sim s$ 를 모두 충족하면 해결된다. 시스템 상태 s 와 $\sim s$ 를 모두 충족하면 트리즈의 물리적 모순이 해결된다.

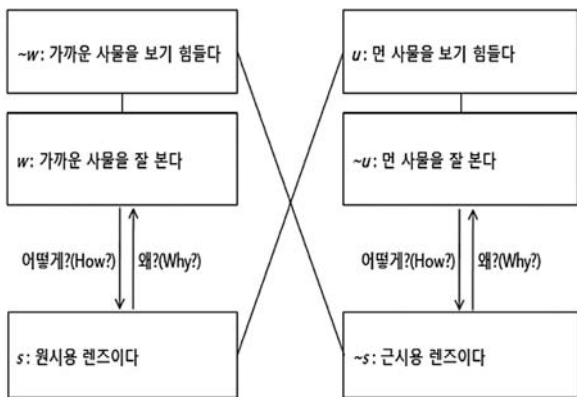
로켓 연료탱크의 개발자들은 로켓 연료를 다 쓰고 나면 연료탱크를 추출하여 제거하는 것으로 모순을 해결하였다. 즉, 시스템의 한 개 부분인 연료탱크가 필요할 때는 사용하고, 연료를 다 쓴 뒤에는 연료를 제거하여 모순을 해결한다는 점에서 시스템의 한 개 부분을 두 시간 T_1, T_2 에 서로 다른 특성을 갖도록 하여 모순문제를 해결한다. 로켓 연료탱크의 문제의 해결전략인 시간에 의한 분할-결합원리를 그림으로 나타내면 [그림 6]과 같다.



[그림 6] 시간에 의한 분할-결합 원리

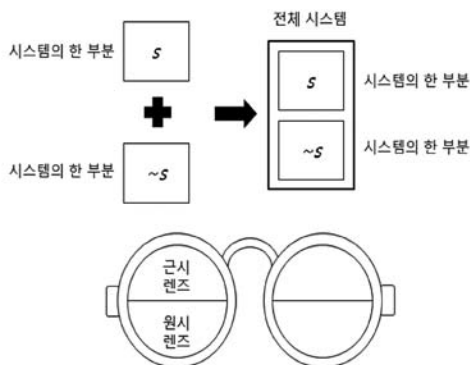
3.3 공간에 의한 분할-결합 원리

다음은 Benjamin Franklin의 이중초점렌즈를 가지고 공간에 의한 분할-결합원리를 설명한다. 독서광이었던 Benjamin Franklin은 가까운 사물과 책을 읽기 위해(w) 원시용 렌즈가 장착된 안경(s)을 썼지만 멀리 있는 사람과 사물을 보기 힘들었다(u). 멀리 있는 사람과 사물을 보려면($\sim u$) 근시용 렌즈($\sim s$)가 필요했다. 결국 가까이에 있는 책을 읽기 위한 원시용 렌즈(s)와 멀리 있는 사람과 사물을 보기 위한 근시용 렌즈($\sim s$)를 한데 결합하여 이중초점렌즈를 발명하였다. 이중초점렌즈의 문제해결과정에 대한 지금까지의 설명을 나비 다이어그램으로 나타내면 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 이중초점렌즈 문제의 나비 다이어그램

이중초점렌즈의 문제의 해결전략인 공간에 의한 분할-결합원리를 그림으로 나타내면 [그림 8]과 같다.



[그림 8] 공간에 의한 분할-결합 원리

연필에 지우개를 단 Lipman의 특허(미국특허 19,783) 역시 이중초점렌즈와 같이 공간에 의한 분할-결합원리로서 모순을 해결한 사례이다. 연필을 가지고 글씨를 쓰는 것은 w 에 속한다. 글씨를 쓰기 위한 시스템상태로서 연필이 쓰인다. 연필로 글씨를 쓰다보면 잘못된 글씨를 지워야 할 필요가 생긴다. 잘못된 글씨를 쓰게 되는 것이 u 에 해당한다. 잘못된 글씨를 지우는 것은 $\sim u$ 에 해당한다. 지우개가 달린 연필에서 일차기능은 글씨를 쓰는 기능(w)이다. 글씨를 쓰는 기능에서 새로이 요구되는 기능은 글씨를 지우는 기능($\sim u$)이다. 이런 점에서 글씨를 지우는 기능($\sim u$)은 시간 순서에서 글씨를 쓰는 기능이 있고 나서야 요구되는 이차적인 기능이다. 아울러 지우는 기능은 연필의 주요 기능인 쓰는 기능에 비해 부차적인 기능이라고 말할 수 있다. 글씨를 써야 하고 지워야 하는 연필 문제는 글씨를 쓰는 연필(s)과 글씨를 지우는 지우개($\sim s$)를 한데 결합하여 모순관계를 충족한다. 이중초점렌즈나 지우개가 달린 연필은 모두 가까운 책을 읽거나 연필을 쓰는 시간(T_1)과 멀리 있는 사람과 사물을 보거나 지우개를 쓰는 시간(T_2)로 나누었다는 점에서 시간과 공간 차원에 의한 모순해결이라 할 수 있다.

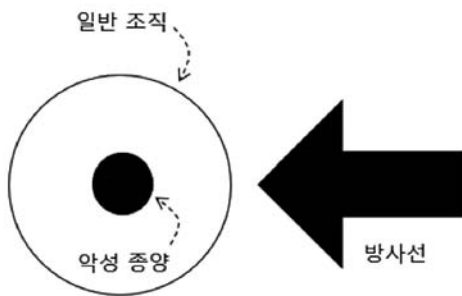
3.4 전체와 부분에 의한 분할-결합 원리

다음은 Duncker(1945)의 방사선 문제를 가지고 전체와 부분에 의한 분할-결합원리를 설명한다. Duncker(1945)는 실험참가자들에게 다음과 같은 문제를 풀도록 요구하였다.

“의사인 당신이 몸에 악성 종양을 갖고 있는 어느 환자를 치료한다고 가정하자. 그 환자는 수술이 불가능한 위종양을 앓고 있다. 악성 종양이 파괴되지 않으면 환자는 사망한다. 환자를 살리는 유일한 해결책은 딱 한 번 방사선을 사용하여 악성 종양을 파괴하는 것이다. 만약 악성 종양에 도달하는 방사선의 강도가 충분

히 센 강도로 한꺼번에 종양에 도달하면 악성 종양이 파괴된다. 하지만 방사선의 강도가 세면 방사선이 악성 종양에 도달하기 전에 부딪히는 일반 조직도 함께 파괴된다. 방사선의 강도를 낮추면 건강한 일반 조직에 해를 미치지 않지만 악성 종양을 파괴하지는 못한다. 어떻게 하면 방사선으로 악성 종양을 파괴하면서 동시에 일반 조직의 파괴를 피할 수 있을까?

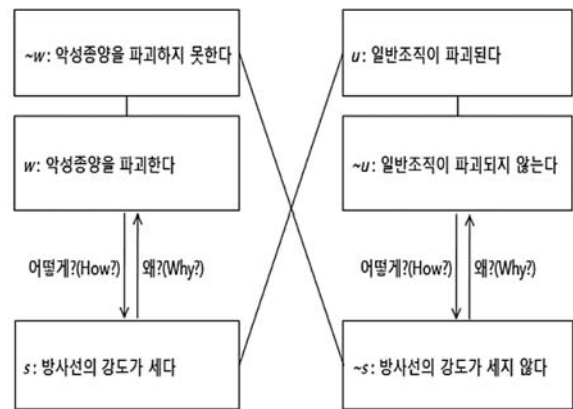
Duncker(1945)의 방사선 문제를 그림으로 표현하면 [그림 9]와 같다.



[그림 9] Duncker(1945)의 방사선 문제

악성 종양을 파괴하는 방사선 문제에서 문제해결을 위한 기능은 ‘악성종양을 파괴한다(w)’이다. 악성종양을 파괴하려면 ‘방사선의 강도가 세야한다(s)’는 시스템상태가 수행되어야 한다. 즉, 악성종양을 파괴하려면(w) 방사선 강도가 세야 한다(s). 하지만 방사선 강도가 세면 악성종양으로 향하던 중에 맞닥뜨리게 되는 일반조직까지도 파괴되는 문제(u)가 생긴다. 일반조직이 파괴되는 것은 문제해결자에게 방사선 강도가 세다는 시스템상태가 초래하는 문제해결자가 원하지 않는 기능이 된다. 모순해결 나비모형에서 원하지 않는 기능은 시스템상태 s 가 기능 w 를 수행하는 과정이나 결과에서 파생되는 부작용을 일컫는다. 시스템상태 s 가 문제해결자가 원하지 않는 기능을 수행하는 경우를 모순해결 나비모형은 두 가지로 분류한다. 하나는 시스템상태 s 가 이차적인 기능 $\sim u$ 를 불충분하게

(insufficient) 수행하는 경우이다. 다른 하나는 시스템상태 s 가 유해한(harmful) 기능을 수행하는 경우이다. 일반조직의 파괴를 막으려면($\sim u$) 방사선의 강도는 약해야 한다($\sim s$). 결국 악성종양을 파괴하는 것과 일반조직의 파괴를 막는 기능 사이에 상충관계(w 와 $\sim u$)가 있음을 알 수 있다. 또한 방사선 강도는 세야 하면서도 또한 약해야 하는 모순관계(s 와 $\sim s$)에 있음을 알게 된다. 지금까지의 논의를 나비 다이어그램으로 나타내면 [그림 10]과 같다.



[그림 10] Duncker의 방사선 문제의 나비 다이어그램

Duncker의 방사선 문제는 물리적 모순을 해결하기 위한 분리원리 중에서 전체와 부분에 의한 분리와 관련 있다. 왜냐하면 악성종양을 향하는 방사선의 강도가 전체적으로 강하면서 동시에 일반조직으로 향하는 방사선의 강도가 부분적으로 약하면 문제가 해결되기 때문이다. 그렇다면 어떻게 악성종양으로 향하는 방사선의 강도가 세면서도 동시에 일반조직으로 향하는 방사선의 강도를 세게 할 수 있을까. Duncker의 방사선 문제의 해결안은 방사선을 악성종양을 중심으로 향해 360도 각도에서 쏘는 것이다. 즉, 일반조직으로 향하는 방사선의 강도는 약하지만 악성종양을 중심으로 모인 방사선의 강도는 강하기 때문에 문제가 해결된다.

모순해결 나비모형은 두 시간이 아닌 한 시간에 동

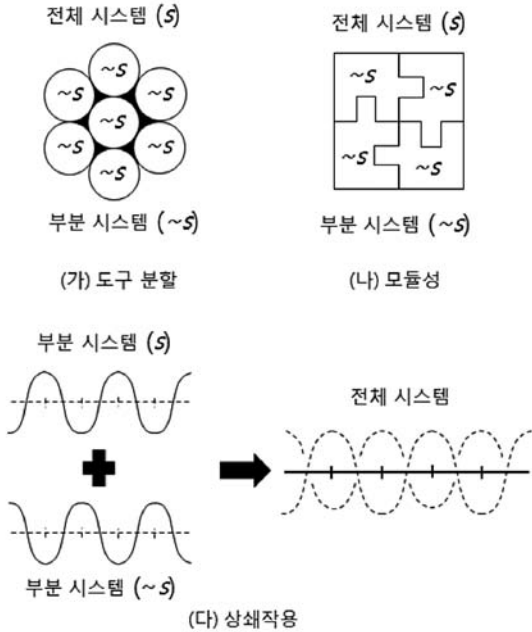
시에 시스템의 한 개 부분이 두 가지 요구되는 시스템 상태 s 와 $\sim s$ 를 모두 충족하는 방법으로서 ‘도구분할에 의한 전체와 부분 원리’를 제시한다. 도구분할은 문제를 해결하는 수단이자 문제를 일으키는 시스템상태 s 와 $\sim s$ 에 대해 도구-대상의 관계에서 도구에 해당하는 시스템상태 s 와 $\sim s$ 를 잘게 쪼개어 모순문제를 해결하는 경우에 적절한 방법이다. 도구분할에 대한 설명을 쇠사슬을 운반하는 트럭운전사에 비유하면 이해가 쉽다. 매우 무거운 쇠사슬을 운반하는 트럭이 다리 위를 통과해야 하는데 문제는 다리가 무거운 쇠사슬을 견딜 만큼 튼튼하지 못하다. 어떻게 하면 트럭 운전사가 다리를 통과할 수 있나. 이 문제의 모순관계는 운반해야 하는 쇠사슬은 무겁고(s) 다리를 통과하려면 쇠사슬이 가벼워야 한다($\sim s$)는 모순관계에 있다. 트럭운전사의 해결안은 쇠사슬을 다리 위로 길게 늘어뜨려 다리를 통과하는 것이다. 쇠사슬의 전체는 무겁지만 길게 늘어뜨린 쇠사슬의 무게는 가벼워 문제가 해결된다. 도구분할은 모순관계에 있는 시스템상태 s 와 시스템상태 $\sim s$ 를 분할하여 기능에 유익한 작용을 수행하면서도 유해 작용을 수행하지 않아 모순문제를 해결할 수 있다.

Dunker의 방사선 문제의 해결전략인 전체와 부분에 의한 분할-결합원리를 적용할 수 있는 하위 해결원리들을 그림으로 나타내면 [그림 11]과 같다. [그림 11]의 (가)는 모순관계에 속하는 s 와 $\sim s$ 를 잘게 여러 조각으로 분할하라는 도구분할을 나타낸다. 예를 들면, 크레인이나 승강기가 무거운 짐을 들어올리기 위해서는 굵은 철사가 필요하지만, 굵은 철사는 유연하게 구부러지지 않아 동글게 말지 못하는 문제가 있다. 이와 반대로 가는 철사는 유연하게 구부릴 수 있어 동글게 말 수 있지만 무거운 짐을 들어 올리지 못하는 문제가 있다. 가는 철사를 한데 묶은 쇠밧줄은 무거운 짐을 들어 올릴 수 있으면서도 동글게 말 수가 있어 크레인이나 승강기에 유용하게 쓰인다. Duncker의 방사

선 문제에 대해 360도 각도에서 방사선을 쏘는 해결안은 [그림 11]의 (가) 도구 분할에 속한다. [그림 11]의 (나)는 레고 블록처럼 시스템의 구성요소들이 상호호환성을 갖도록 모듈성을 도입하는 것을 나타낸다. 빨래를 하다보면 속옷같이 가벼운 빨래를 널 경우도 있고 이불같이 무거운 빨래를 널어야 할 경우도 있다. 속옷같이 가벼운 빨래를 손쉽게 널기 위해서는(w) 빨래집게의 힘이 약하면(s) 좋다. 하지만 이불같이 무거운 빨래를 단단히 고정하기($\sim u$) 위해서는 빨래집게의 힘이 강하면($\sim s$) 좋다. 빨랫감에 따라서 빨래집게의 힘이 약하고 강해야 한다. 이를 해결하는 아이디어는 빨래집게를 레고처럼 상호결합이 가능하도록 모듈성을 도입한 빨래집게를 생각할 수 있다(한국특허, 10-2012-0064186). 빨래집게의 손잡이에 돌기를 부착하여 빨래집게를 날개로도 쓰고 한데 결합하여 센 힘을 내는 빨래집게를 만들 수도 있다(현정석, 박찬정, 2013). [그림 11]의 (다)는 부분 시스템의 반대상태를 결합하면 상쇄가 되는 것을 이용하여 모순을 해결하는 것을 나타낸다. 급커브 길에서 자동차 운전대를 돌리면 원심력(s)으로 인해 운전자가 바깥으로 쏠리는 문제(u)가 있다. 이문제의 해결안은 원심력을 구심력($\sim s$)으로 상쇄시키는 것이다. 자동차에 구심력을 발생시키기 위해서는 운전석의 밑받침에 무거운 추를 다는 것이다. 원심력이 생기는 만큼 운전석 밑의 추는 반대방향으로 쏠리기 때문에 운전자자는 안정된 자세를 취할 수 있게 된다. 자동차 운전석의 문제는 부분적으로는 원심력(s)과 구심력($\sim s$)이 작용하지만 운전석 전체적으로는 원심력과 구심력이 상쇄작용을 일으켜 안정적인 운전 자세가 가능해진다(등록실용신안 20-0241767).

원심력과 구심력처럼 힘의 작용이 한 방향으로만 작용하는 경우에 상쇄작용을 도입함으로써 전체적으로 작용이 사라지는 효과를 얻을 수 있다. 공학에서는 상쇄작용을 도입하여 모순문제를 해결한 특징을 갖는 경우가 많다. 예컨대, 배의 속도를 높이기 위해서는 윗

부분은 날렵하게 만들고 아랫부분은 공 모양으로 둥글게 만들면 물의 저항이 상쇄되어 빠른 속도를 낼 수 있다. 소음공학에서는 비행기 소음, 자동차 소음 그리고 휴대폰 소음을 줄이기 위해 반대되는 진동을 만들어 소음을 상쇄시킨다.



[그림 11] 전체와 부분에 의한 분할-결합 원리

IV. 모순관계유형과 모순해결차원

이 장에서는 시간과 시스템 부분의 차원에 따라 적용되는 모순관계유형과 모순해결차원을 설명한다. 모순문제는 시간 차원이 한 시간(T1)인가 두 시간(T1, T2)인가 여부와 시스템의 한 개 부분인가 두 개 부분인가에 따라 모순해결 유형이 달라진다. 다음은 시간과 시스템 부분의 차원에 따라 적용되는 모순해결 유형을 설명한다.

텐트를 치려면(w) 폴이 필요하다(s). 하지만 텐트를 치기 위한 폴이 무게 때문에 폴을 휴대하기가 불편하다(u). 휴대가 편한 텐트가 되려면(~u) 폴이 없으면 좋다(~s). 폴이 없으면 텐트를 치기 힘들다(~w). 이 문제

는 공기를 이용한 폴로 텐트를 치면 된다. 즉, 텐트를 운반할 때(T1)는 폴의 공기를 빼서 가볍고, 폴을 칠 때(T2)는 가득 채운 공기로 인해 텐트를 칠 수가 있다. 이와 똑 같은 해결사례가 마우스에도 적용된다. 마우스를 갖고 다니려면(s) 마우스 크기 때문에 불편하다(u). 마우스를 사용하지 않을 때(T1)는 속이 빈 마우스(~s)로 갖고 다니다가 마우스를 사용할 때(T2)에만 마우스에 공기를 불어넣어(s) 사용하면 된다.

아이팟의 장점은 휴대가 편리한 MP3 플레이어이다. 휴대가 편리하려면(w) 아이팟이 작을수록 좋다(s). 하지만 아이팟을 작동시키기 위해서는 아이팟 버튼이 필요하다. 아이팟 버튼 때문에 아이팟이 커지는 문제(u)가 있다. 아이팟 개발자는 아이팟 크기를 더 줄이고 싶다(~u). 이 문제를 애플사는 아이팟 버튼부를 이어폰으로 옮김으로써 아이팟 본체가 더 작게 만들 수 있게 되었다. 실내 운동용 바퀴 없는(~s) 자전거처럼 원치 않는 부분을 추출하여 제거하여 모순을 해결하는 사례가 여기에 해당한다.

어느 공장이 아주 얇은 유리판을 만들어달라는 주문(w)을 받았다. 문제는 유리판 모서리를 깎아달라는 데 있었다. 왜냐하면 유리판이 매우 얇았기(s) 때문에 유리판 모서리를 깎으면 유리판이 깨졌기(u) 때문이었다. 유리판이 깨지지 않으려면(~u) 유리판 두께가 두꺼워야(~s) 했지만 이는 주문받은 규격이 아니었다(~w). 유리판 모서리는 두꺼워야(~s) 하고 얇아야(s) 하는 모순관계를 가졌다. 도구분할에 의한 전체와 부분 원리를 적용하면 유리판의 시스템을 이용하는 것이다. 즉, 유리판 모서리를 깎을 때는 유리판이 두껍도록 한데 모아 깎은 다음에 날개의 얇은 유리판을 떼어내면 주문 받은 유리판을 제공할 수 있다. 유리판 모서리 깎기 문제는 유리판을 깎는 시간(T1)과 날개의 유리판을 만드는 시간(T2)에 나누어 시스템의 전체 수준과 부분 수준에서 서로 다른 특성을 갖도록 하여 모순문제를 해결한다.

고구려 고분벽화를 보면 말을 탄 채로 활을 쏘는 무사의 모습이 나온다. 화살을 멀리 쏘려면 활이 커야 한다. 하지만 활이 크면 말 위에서 자유자재로 화살을 쏘기가 힘들어진다. 말 위에서 자유자재로 화살을 쏘려면 활이 작아야 한다. 궁수가 작은 활을 가지고 화살을 멀리 쏘려면 그만큼 활시위를 크게 잡아당겨야 한다. 작은 활의 시위를 크게 잡아당기면 큰 활보다 훨씬 더 큰 각도로 휘어져야 한다. 작은 활이 크게 휘어지는 만큼 활 안쪽은 수축하는 반면에 활 바깥쪽은 늘어나는 모순된 상황이 초래된다. 말 위에서 쏘는 작은 활은 활시위를 크게 잡아당길수록 활이 그만큼 신축적으로 늘어나야(w) 하면서도 수축의 힘을 견뎌야($\sim u$) 한다. 우리나라의 전통 활은 활 바깥쪽은 신축적으로 늘어나는 소힘줄(s)을 부착하고 활 안쪽은 쉽게 꺾이지 않는($\sim u$) 물소뿔($\sim s$)을 부착함으로써 활이 신축적이면서도 단단해야 하는 상반된 특성을 동시에 갖게 만들었다. 우리나라 전통 활은 화살을 쏘는 한 시간에 활이 신축적이면서도 단단해야 하는 모순관계를 해결하였다. 자전거 바지는 바람을 맞는 전면은 찬바람을 막아주고 내부습기는 빠르게 방출해야 하지만 후면은 신축성 있는 자세를 유지해야 한다. 자전거 바지를 만드는 펄리즈미社は 자전거 바지의 전면과 후면을 다른 원단으로 제작하여 모순관계를 해결하였다.

자전거를 나아가게 하려면 페달에 힘을 전달해야 한다. 자전거 페달이 회전하면 체인링이 회전하면서 뒷바퀴에 동력이 전달된다. 체인링과 뒷바퀴를 연결하는 자전거 체인은 동력전달을 위해서는 단단해야 하면서도 체인링의 회전에 맞물릴 수 있도록 유연해야 하는 모순관계를 갖는다. 자전거 체인은 금속재질로 만들어진 안쪽 판(inner plate), 바깥 판(outer plate), 리벳, 롤러로 구성되어 있다. 모듈성을 갖는 체인부품 하나 하나는 단단하고 유연성이 없지만 체인 전체는 체인링의 회전에 따라 유연하게 움직이는 특성을 갖는다.

모듈성의 이점은 복잡한 제품의 설계와 생산에 유

용하다. 전체를 교환하지 않고 부분만 교체하면 되기에 비용절감과 빠른 생산이 가능해진다. 모듈성의 이점은 생산뿐만 아니라 마케팅의 모순문제를 해결하는데도 유용하다. 판매방식에 모듈성을 도입하면 패스트푸드점의 세트메뉴처럼 시스템 판매가 가능해지기 때문이다. 또한 시스템의 한 부분은 공짜로 주면서 전체 시스템에서 이익을 보는 묶음판매(bundling)이 가능해진다. 아울러 모듈성에 의한 전체와 부분 원리는 디지털 경제에서 중요한 원리로 부각된다. 왜냐하면 아날로그 물리적 제품에 비해 디지털 정보재는 정보의 비트화가 가능해 분할이 가능하기 때문이다. 과거에는 가수의 노래를 들으려면 LP 음반을 통째로 구매해야 했지만 디지털 음원인 경우는 필요한 음원만 구입하는 것이 가능하다. 이러한 정보의 비트화는 정보의 버전차별화(versioning)가 가능해져 고객마다 각기 다른 판매정책을 수립할 수 있게 되었다. 또한 가격이 비싸야 하고 또한 싸야 하는 마케팅의 모순관계를 버전차별화로 해결할 수 있다(현정석, 2014a). 기존 트리즈 연구에서는 전체와 부분 분리에 대해 시스템의 수준을 전체와 부분으로 나누어 설명하였지만 구체적인 기준을 제시하지는 않은 한계를 가졌다. 본 연구는 전체와 부분으로 시스템의 상태를 나눌 수 있는 방법으로써 1) 도구분할, 2) 모듈성, 3) 상쇄작용을 제시하였다.

지금까지 논의한 모순해결 원리유형과 각 유형의 특징을 결정짓는 시간이 한 시간/두 시간과 시스템의 한 개 부분/두 개 부분의 차원에 따라 적절한 모순해결 유형을 분류하면 [표 1]과 같다. [표 1]의 매트릭스를 통해 모순해결의 특징을 구별할 수 있다. 지금까지 트리즈 연구자들은 시간 분리와 공간 분리를 독립적인 분리원리로 설명하였지만 이 둘의 원리가 공통으로 적용되는 경우를 제시하지 않아 혼동을 초래하여 왔다. 예를 들어, 바다에서 수영하는(w) 오리발(s)인 경우에 육지에서 걸을 때는 오리발 때문에 불편하다(u). 육지

[표 1] 모순해결 나비모형에 기반을 둔 모순관계유형과 모순해결차원

| | 시스템의 한 개 부분 | 시스템의 두 개 부분 |
|--------------------|---|---|
| 한 시간(T_1) | <ul style="list-style-type: none"> • 전체와 부분: 도구 분할 (예: 방사선 문제, 쇠뿔줄) • 추출 (예: 아이팟 버튼, 바퀴 없는 자전거) | <ul style="list-style-type: none"> • 공간 (예: 우리나라의 전통 활, 자전거 바지) • 전체와 부분: 상쇄작용 (예: 운전석 밑의 추) • 전체와 부분: 모듈성 (예: 자전거 체인) |
| 두 시간(T_1, T_2) | <ul style="list-style-type: none"> • 전체와 부분: 도구 분할 (예: 유리판 깎기 문제) • 시간 (예: 텐트의 폴 문제, 공기를 불어넣는 마우스) • 추출: (예: 로켓의 연료탱크) | <ul style="list-style-type: none"> • 시간 + 공간 (예: 지우개가 달린 연필, 이중초점렌즈) • 전체와 부분: 모듈성 (예: 상호 결합이 가능한 빨래집게) |

에서 편하게 걸으려면(~*u*) 오리발이 아닌 일반신발(~*s*) 이라야 한다. 하지만 일반신발은 바다에서 수영할 때 힘을 내지 못한다(~*w*). 결국 접는 오리발을 만들어서 바다에는 오리발이었다가 육지에서는 일반신발이 되도록 오리발을 접으면 문제가 해결된다. 이 문제는 바다에서 수영할 때(T_1)와 육지에서 걸을 때(T_2)로 시간을 분리하였지만 아울러 오리발(*s*)과 일반신발(~*s*)을 한데 합쳤기 때문에 공간에 의한 분리원리도 적용된 것이라 말할 수 있다.

V. 결론

합리성을 가정하는 경제학은 가치가 제일 큰 것이 있으면 그것을 선택하지 차선의 것을 선택하는 것은 어리석다고 가정한다(Mankiw, 2009). 제한된 합리성을 가정하는 행동의사결정론은 의사결정자가 어느 것이 최상의 가치를 가졌는지 몰라 자신이 생각하기에 최선이라 생각되는 만족스러운 대안을 선택한다고 가정한다(Simonson and Tversky, 1992; Shafir, Simonson, and Tversky, 1993). 결국, 경제학이나 행동의사결정론 모두 ‘많은 대안들 중에 하나를 선택(one-of-them)’하는 접근법을 취한다. 많은 대안들 중에 하나를 선택하는 사고는 경제학과 행동의사결정론 뿐만 아니라 창의적 문제해결에 관한 연구들도 이 접근법을 따르는 경우가 많다. 즉, 문제해결을 위한 선택대안별로 평가기준별 점수와 가중치를 계산한 뒤에

가장 좋은 대안 하나를 선택하라고 제안한다(Fogler and LeBlanc, 1994; 김기영, 2008; 김상수, 김영천, 2011).

많은 대안들 중에서 하나의 대안을 택하고 나머지를 버리는 사고는 창의적 문제해결에 큰 도움이 안 된다. 대안들은 각자 나름대로 자신만의 장점을 갖는 경우가 많기 때문이다(Treffinger, Isaksen, and Stead-Dorval, 2005). 어느 한 쪽의 장점만 선택하기보다 대안들의 장점을 모두 충족시키려는 접근이 창의적 문제해결이 된다(Smith and Tushman, 2005; Miron-Spektor, Gino, and Argote, 2011). 창의적 문제 해결은 양자택일의 사고보다는 상반되는 아이디어를 동시에 생각하여 각 대안의 장점을 모두 통합하는 야누스적 사고(Janusian thinking) 또는 반대인 것처럼 보이는 두 개념을 동시에 참이라고 받아들이는 변증법적 사고(dialectical thinking)를 한다(Rothenberg, 1983; Peng and Nisbett, 1999; Smith and Tushman, 2005; Martin, 2009; Miron-Spektor, Gino, and Argote, 2011).

모순관계를 갖는 문제는 논리적으로 풀기 어렵다. 문제의 모순관계가 이렇지도 저러지도 못하는 딜레마를 만들기 때문이다. 창의적이거나 혁신적인 사례들은 딜레마에 숨어있는 모순관계를 해결한 경우가 많다. 예를 들어 제임스 와트는 뉴커먼 엔진에서 피스톤이 위로 올라가려면 실린더가 뜨거워야 했고, 피스톤이 내려가려면 차가워야 하는 모순문제를 풀었다(이경우, 김병재, 이태희, 황농문, 한송엽, 2007). Siemens社는

판유리 제조에서 유리를 녹이기 위해서는 탱크가마가 뜨거워야 했고, 유리 불순물을 제거하기 위해서는 차가워야 하는 모순문제를 풀었다(Utterback, 1994).

트리즈는 혁신적인 발명특허의 공통점을 모순해결에서 찾았다는 특징을 갖는다(Philatov, Zlotin, Zusman, and Altshuller, 1999). 모순을 해결하기 위해 마인드매핑(오경철, 안세훈, 2012), 제약이론(이경원, 2010) 등을 활용한 트리즈 기법들이 제시되어 왔다. 하지만 트리즈의 방법론들은 다음과 같은 한계를 갖는다(현정석, 박찬정, 2013). (1) 트리즈를 적용하려면 최소 80시간 이상의 교육이 필요할 정도로 복잡하다. (2) 문제에 있는 상충관계와 모순관계에 대한 다이어그램의 분석을 제시하지 않고 있다. (3) 문제분석을 모순에서 bottom-up으로 시작하기에 초보자보다는 전문가에게 적절한 문제해결모형이다. (4) 문제해결의 이상해결안을 두 개만 제시하고 있다.

트리즈는 발명특허의 공통해결원리로서 물리적 모순을 제시하면서, 물리적 모순을 해결하는 방법으로 4가지 분리원리, (1) 시간 분리, (2) 공간 분리, (3) 전체와 부분 분리, (4) 조건 분리를 제시하였다. 하지만 트리즈의 분리원리에 대한 명확한 정의가 없어 트리즈 연구자마다 분리원리에 대해 서로 다른 해석을 내리는 경우가 많다. 또한 물리적 모순을 해결하는 방법이 이들 네 가지 분리원리에 한정된 것처럼 해석될 수도 있다. 본 연구는 모순해결 나비모형에 기반을 두어 (1) 모순관계의 유형과 모순해결 차원을 분류하고, (2) 각 모순관계 유형에 적용되는 사례를 비교 분석하는데 목적이 있다. 본 연구의 시사점은 모순문제에 대한 문제구조와 문제유형을 파악하게 되면 그만큼 문제공간을 줄이는 효과를 가져와 문제해결자의 제한된 합리성을 극복할 수 있다는 점이다. 본 연구는 모순해결을 위한 나비모형의 알고리즘을 통해 해결전략에 속하는 여러 모순해결원리를 시간차원과 시스템의 부분 차원에서 정의하였다. 본 연구에서 제시하는 시간차원

과 시스템의 부분 차원으로 모순해결 유형을 정리하고 나면 모순해결을 위한 문제공간을 줄여주는 효과를 갖는다.

예를 들어, Duncker(1945)의 방사선 문제는 풀기 어려운 까다로운 문제로 알려져 있다. Duncker(1945)의 연구에서 방사선 문제해결 비율은 매우 낮게 나타나 Duncker가 몇 가지 힌트를 준 뒤에야 겨우 문제를 푼 사람은 42명 중 단 2명에 불과했다. Duncker의 방사선 문제에 대한 기존 연구들의 문제해결비율은 다음과 같다. Gick and Holyoak(1980)의 실험1은 0%, 실험2는 8%, 실험4는 7%, 실험5는 10%로 나타났다. Spencer and Weisberg(1986)의 실험1은 7%, 실험2는 4%로 나타났다, 김영채(1994)의 실험1은 8%로 나타났다, Pedone, Hummel, and Holyoak(2001)의 실험1은 13%, 실험2는 11%로 나타났다. 결국 상기 언급한 연구들에 대한 문제해결비율은 평균 7.56%(SD = 3.84)인 것으로 낮게 나타났다. 이처럼 방사선 문제에 대한 해결비율이 매우 낮은 것은 Duncker의 방사선 문제가 모순문제이기 때문이다. 즉, 악성종양을 파괴하다보면 일반조직도 같이 파괴되는 문제가 있고, 일반조직의 파괴를 막으려 하다보면 악성종양을 파괴하지 못하는 문제가 남는다. 방사선 문제는 방사선 강도가 악성종양을 파괴하면서 “동시에” 일반조직의 파괴를 막아야 하는 문제였다. 방사선 문제가 풀기 어려운 이유는 결국 방사선 강도가 세면서도 동시에 약해야 하는 모순문제이기 때문에 풀기 어려운 것이다. 모순해결 나비모형을 학습한 학생들의 문제해결력은 평균 33%로 나타나 기존 연구와 현저히 차이가 있는 학습효과를 거두었다(현정석, 2012).

문제구조를 알고 문제유형을 알면 풀어야 할 문제 범위가 좁아져 그만큼 쉽게 문제를 풀 수 있다(Polya, 1973, 1981). 한 단어를 찾기 위해 사전의 수백만 단어를 일일이 찾기보다 가나다 알파벳 순서로 찾는 것이 훨씬 쉽다. 통계학의 통계량을 찾을 때는 통계분포

와 자유도를 알면 찾기가 쉽다. 교과서는 문제들을 유형별로 분류하고 유형별 특징들을 정리하여 제시한다. 문제범위가 좁은 만큼 쉽게 문제를 해결할 수 있다. 모순문제의 유형과 특성을 알면 그만큼 단시간에 혁신적인 해결안을 모색할 수 있다.

지금까지 모순문제는 풀기 어려운 퍼즐로 소개되어 왔다. 하지만 모순해결 나비모형의 해결원리를 학습한 학생들이 지난 2007년부터 2014년까지 각종 발명대회에 참가해 8년 연속 수상하는 성과를 이뤘다(현정석, 박찬정, 2013). 초등학교 3명, 중학생 8명, 고등학교 4명, 대학생 46명 총 61명의 학생들이 발명대회에서 수상하였다. 이들 학생 중 중학생 5명, 고등학교 4명, 대학생 15명, 대학원생 1명이 18건의 특허등록을 받았다. 2명(고등학생과 대학생)은 한국과학창의재단이 주관한 대한민국인재상을 수상하였다. 한국과학창의재단이 주관한 ‘2011 대학창의발명대회’에는 전국 122개 대학에서 2,360건의 발명이 출품된 가운데 나비모형을 학습한 학생들이 우수상을 수상하였다. ‘2014 대학창의발명대회’에서 전국적으로 3,961개 팀에 총 7,990명이 경쟁을 벌인 가운데 본선진출 100개 팀에 나비모형을 배운 학생들로 구성된 2개 팀이 모두 선정됐다. 이외에도 한국과학창의재단이 2013년에 모집한 ‘청년 과학융합·창업 아이디어 창출활동’에 선정된 37개 팀 가운데 나비모형을 학습한 학생 2개 팀이 선정되었다. 2014년에 한국발명신문 주최 ‘2014 대한민국창의발명대전’에서 나비모형을 배운 학생들이 금상, 은상, 동상, 장려상을 수상했다. 모순해결 나비모형을 학습한 학생들은 문제해결력에 대한 강한 자신감과 도전정신을 갖는 것으로 확인되었다. 풀기 어려운 모순문제에 대한 알고리즘을 학습하면 문제해결력이 향상되고 문제해결에 대한 자신감과 도전정신이 높아져 긍정적인 효과를 얻는다(현정석, 박찬정, 2013).

참고 문헌

[국내 문헌]

- [1] 김기영 (2008), 창의력 문제해결의 힘, 위즈덤하우스.
- [2] 김상수, 김영천 (2011), 창의적 문제해결과 의사결정, 청람.
- [3] 김영채(1994), “유추적 문제해결의 전이와 개념적 이해,” 한국심리학회지: 실험 및 인지, 6권, 132-163.
- [4] 김호중, 김기정, 강일찬, 조영덕(2012), 창의공학설계입문 실용트리즈, 진샘미디어.
- [5] 김효준(2009), 창의성의 또 다른 이름 트리즈, 인피니티북스.
- [6] 다카하시 마코토(2002), 창조력 사전, 매일경제신문사.
- [7] 미치오 카쿠(2013), 미래의 물리학, 김영사.
- [8] 박선순, 김정선(2012), 아리직 물안경의 렌즈는 Why 있는 것일까?, GS인터비전.
- [9] 송용원, 강승현, 겐나디 이바노프, 김경모(2014), 창의성의 기술, 써네스트.
- [10] 송창용, 이덕수, 신성환 (2010), “패러독스 경영을 위한 TOC와 TRIZ의 활용,” 한국산업경영시스템학회, 산업경영시스템학회지, 제33권 제2호, 72-80.
- [11] 야마다 이쿠오(2006), TRIZ로 배우는 창의적 설계, 인터비전.
- [12] 오경철, 안세훈(2012), 트리즈 마인드맵, 성안당.
- [13] 이경우, 김병재, 이태희, 황농문, 한송엽(2007), 공학문제 해결입문, 시그마프레스.
- [14] 이경원 (2010), “대학의 창의적 설계 교육에 적합한 퀵 트리즈(Quick TRIZ) 프로세스와 적용사례들,” 한국정밀공학회 2010년도 춘계학술대회논문집, 871-872.
- [15] 이용규, 이경원 (2003), “트리즈(러시아의 창의적 문제해결 이론)의 창의적 지식경영에서의 응용,” 지식경영연구, 제4권 제1호, 81-94.

- [16] 주진용, 조영한(2012), 생각의 씨앗, 과학사랑.
- [17] 현정석(2012), “모순해결 나비 모형의 알고리즘과 교육효과,” *Korea Business Review*, 제16권 제3호, 101-132.
- [18] 현정석(2014a), “혁신의 열쇠는 모순해결에 있다,” 우리금융경영연구소, 주간 금융경제 동향, 제4권 제22호, 1-5.
- [19] 현정석(2014b), “과학기술혁신의 모순해결을 위한 나비모형의 논리적 증명과 사례 연구,” 국문보고서, 과학기술정책관리연구원, 1-80.
- [20] 현정석, 박찬정(2013), “분할-결합 원리와 상태모형에 대한 학습이 모순문제해결과 성장 마인드셋에 미치는 영향,” *지식경영연구*, 제14권, 제4호, 19-46.
- [21] 현정석, 박찬정(2014), “모순해결 나비모형에 기반한 모순관계유형과 모순해결차원 분류,” 한국지식경영학회 2014년 춘계학술대회 발표논문집, 1-12.

[국외 문헌]

- [1] Altshuller, Genrich(1996), *And Suddenly the Inventor Appeared: TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving*, Technical Innovation Center, Inc.
- [2] Altshuller, G. Saulovich(1984), *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems*, CRC Press.
- [3] Bukhman, Isak(2012), *TRIZ Technology for Innovation*, Cubic Creativity Company.
- [4] Duncker, Karl(1945), “On Problem-Solving (Translated by Lynne. S. Lees),” *Psychological Monographs*, Vol. 58 No. 5(Whole No. 270).
- [5] Fey, Victor and Eugene Rivin (2005), *Innovation on Demand: New Product Development Using TRIZ*, Cambridge University Press.
- [6] Fogler, H. Scott and Steven E. LeBlanc (1994),

- Strategies for Creative Problem-Solving*, Prentice Hall.
- [7] Gick, Mary L. and Keith J. Holyoak(1980), “Analogical Problem Solving,” *Cognitive Psychology*, Vol. 12, 306-355.
- [8] Hyun, J. S. and C. J. Park (2012), “The Butterfly Model for Supporting Creative Problem Solving,” *Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS), 2012 Seventh International Conference on IEEE*, 28-34.
- [9] Mankiw, N. Gregory (2009), *Principles of Economics*, 5th Edition, Cengage Learning.
- [10] Martin, Roger L. (2009), *The Opposable Mind: Winning through Integrative Thinking*, Harvard Business Press.
- [11] Miron-Spektor, Ella, Francesca Gino, and Linda Argote (2011), “Paradoxical Frames and Creative Sparks: Enhancing Individual Creativity through Conflict and Integration,” *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 116, 229-240.
- [12] Pedone, Roberto, John E. Hummel, and Keith J. Holyoak(2001), “The Use of Diagrams in Analogical Problem Solving,” *Memory & Cognition*, Vol. 29, No. 2, 214-221.
- [13] Peng, Kaiping and Richard E. Nisbett (1999), “Culture, Dialectics, and Reasoning about Contradiction,” *American Psychologist*, Vol. 54, No. 9, 741-754.
- [14] Philatov, V., B. Zlotin, A. Zusman, and G. Altshuller (1999), *Tools of Classical TRIZ*, Ideation International Inc.
- [15] Polya, George (1973), *How to Solve It*, Princeton University Press.
- [16] Polya, George (1981), *Mathematical Discovery: On Understanding, Learning, and*

Teaching Problem Solving, Wiley.

- [17] Rothenberg, Albert (1983), "Psychopathology and Creative Cognition: A Comparison of Hospitalized Patients, Nobel Laureates, and Controls," *Archives of General Psychiatry*, Vol. 40, No. 9, 937-942.
- [18] Savransky, Semyon D. (2002), *Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*, CRC Press.
- [19] Shafir, Eldar, Itamar Simonson, and Amos Tversky (1993), "Reason-based Choice," *Cognition*, Vol. 49, Issues 1-2, October-November, 11-36.
- [20] Simonson, Itamar and Amos Tversky (1992), "Choice in Context: Tradeoff Contrast and Extremeness Aversion," *Journal of Marketing Research*, 29, 281-295.
- [21] Smith, Wendy K. and Michael L. Tushman (2005), "Managing Strategic Contradictions: A Top Management Model for Managing Innovation Streams," *Organization Science*, Vol. 16, No. 5, 522-536.
- [22] Spencer, R. Mason and Robert W. Weisberg(1986), "Context-dependent Effects on Analogical Transfer," *Memory & Cognition*, Vol. 14, No. 5, 442-449.
- [23] Terninko, John, Alla Zusman, and Boris Zlotin(1998), *Systematic innovation: an introduction to TRIZ (theory of inventive problem solving)*, CRC press.
- [24] Treffinger, Donald J., Scott G. Isaksen, and K. Brian Stead-Dorval (2005), *Creative Problem Solving: An Introduction*, Prufrock Press Inc.
- [25] Utterback, James M. (1994), *Mastering the Dynamics of Innovation*, Cambridge, Harvard Business School Press.

저자 소개



현정석 (Jung Suk Hyun)

서강대학교 대학원 경영학과에서 마케팅 전공으로 박사학위를 취득하고, 현재 제주대학교 경영정보학과 교수로 재직 중이다. 연구관심분야는 의사결정과 문제해결이다. 그의 논문은 경영학연구와 Journal of Product Innovation Management 등의 국내외 학술지에 발표되었다. 국제트리즈협회(MA TRIZ) 트리즈전문가이다. 2007년 제주대학교 '연구업적우수교수상' 수상, 2008년 '대학을 빛낸 교수상' 수상, 2011년 '강의평가 최우수교수상'을 수상하였다. 2012년 발명지도유공자로 선정돼 '특허청장 표창'을 수상하였다. 2013년 한국발명신문사 '대한민국발명가 대상'을 수상하였다. 2014년 과학기술정책연구원 STEPI Fellowship에 선발, 한국지식경영학회 2014년 춘계학술대회 우수논문상 수상, 제18회 대한민국과학창의축전에서 한국과학창의재단 이사장 우수상을 수상하였다.



박찬정 (Chan Jung Park)

서강대학교 대학원 전자계산학과 컴퓨터공학 전공으로 박사학위를 취득하고, 한국통신 소프트웨어연구소 전임연구원을 거쳐 현재 제주대학교 컴퓨터교육과에 교수로 재직 중이다. 주요관심분야는 창의인성교육, 정보기술의 사회적 영향, 추상적 사고력 측정 등이다. 그녀의 논문은 한국컴퓨터교육학회와 한국정보교육학회 논문지 등에 발표되었고 현재 한국컴퓨터교육학회 창의인성연구회 위원장과 제주대학교 교육과학연구소장을 맡고 있다. 또한 한국콘텐츠학회 이사이며 국제트리즈협회(MA TRIZ) 트리즈전문가이다. 한국지식경영학회 2014년 춘계학술대회 우수논문상을 수상하였다. 제18회 대한민국과학창의축전에서 한국과학창의재단 이사장 우수상을 수상하였다.