

TRIZ by Altshuller
From START TO STARS

트리즈 교재 및 예제집
1, 2수준용

Short version

Narbut Production
COMCON*TRIZ & FRT Corporation

Editor 2010

목 차

미리 읽기

서론

제 1 부. 기술 시스템 발전의 법칙

- 1.1. 이론부분
- 1.2. 기술 시스템 발전 법칙을 이용한 문제 연구
- 1.3. 스스로 해결을 위한 문제
- 1.4. 문제해결을 위한 도움말

제2부 물질-장 분석

- 2.1. 이론부분
- 2.2. 물질-장 분석을 이용한 문제 연구
- 2.3. 스스로 해결을 위한 문제
- 2.4. 문제해결을 위한 도움말

제3부 물리적 효과와 현상

- 3.1. 이론 부분
- 3.2 물리적 효과와 현상을 이용한 문제 연구
- 3.3. 스스로 해결을 위한 문제
- 3.4. 문제 해결을 위한 도움말

제 4 부 표준해(Standard)

- 4.1. 이론부분
- 4.2. 표준해를 사용한 문제 해결
- 4.3. 스스로 해결을 위한 문제
- 4.4. 문제 해결을 위한 도움말

제5부 아리즈(ARIZ)

- 5.1. 이론부분
- 5.2. 스스로 해결을 위한 문제
- 5.3. 문제 해결을 위한 도움말

제 6 부 심리적 관성의 극복

- 6.1. 이론부분
- 6.2. 난쟁이 모델 방법과 크기-시간-비용 operator 를 이용한 문제 연구
- 6.3. 스스로 해결을 위한 문제
- 6.4. 문제 해결을 위한 도움말

참고 문헌

서론

1. 트리즈란 무엇인가

고대로부터 창조적인 문제는 인간에게 익숙한 것이다. 역사를 말할 때는 여러 다른 사회구조(농경, 공업, 정보사회)에 속해있는 특징적인 생산방법을 빼놓을 수가 없다. 그런데 그 생산방법의 진화와 질적 교체는 항상 창조적인 문제 해결과 관련되어 왔다. 각각의 세기는 그 세기에 발생하는 문제를 해결하려고 한다. 그러나 가장 중요한 것은 각각의 세기는 자신에게 닥친 문제를 자신의 방식으로 해결한다는 것이다. 생산방법의 특징에 있어서는 생산되어지는 과정이 아니라 어떤 방법으로 생산되어지는 것이 중요하다는 것은 널리 알려진 생각이다. 고대 수메르 도시 바빌론에서 학자들은 전기 축전지라고 생각되는 유적들을 발굴하였다. 그러나 이것은 전기의 대중적인 사용 과정을 재촉하는데 어떤 식으로도 영향을 끼치지 않았다. 그리고 최초의 전동기, 최초의 전구 출현까지는 수 천년이 흘렀다.

창조적인 문제 해결과 비슷한 그 무엇도 발생하지 않았다. 개별적인 천재적 발견은 오직 장난감에 관심을 가졌던 동시대인들에게만 남았거나 단기간 동안 작용한 후 수많은 세월동안 잊혀졌다. 이에 대한 예는 Heronus Alexandrinus 의 <장난감¹>을 생각해 내는 것만으로도 충분하다. 그 장난감들 중에는 증기발동기, 자동문, 성수 자동판매기가 있다. 오랫동안 이것들은 그렇게 장난감으로 남았다. 이것에 대한 몇 가지의 원인이 있다. 중요한 원인 중의 하나는 천재 Heronus 가 있었다. 그는 그의 기계들이 어떻게 작동하는지 보여줄 수는 있었지만 자신의 제자들이 스스로 새로운 기계들을 고안해 낼 수 있도록 가르칠 수는 없었다.

20 세기에 이르기까지 창조적인 문제 해결의 상황이 이전 Heronus 의 수준에 머물렀다는 것은 정말 놀라운 일이 아닐 수 없다. 가끔 각각 다른 나라에서 새로운 기술 시스템의 재미있는 발명품을 인류에게 선물했던 외로운 발명가들이 있었다. 창조적인 문제 해결 방법론을 찾았던 사람들도 있었다. 그러나 그들이 찾아낸 방법론들은 효과적이지 못했다. 왜 그런 일이 발생했을까? 사람들은 어떤 이들이 발명을 하는데 성공하고 어떤 이들이 발명에 실패하는지에 대한 이유를 알고 싶어했다. 이것을 설명하기 위해 많은 위대한 학자들은 사람들의 창조적인 능력은 아주 딱딱한 친척들의(가족의) 혈통, 즉 유전 형질, 혈액형, 창조적 영감, 등 심리적 측면과 옆집에 고양이가 사는지 아닌지²에 좌우된다고 심각하게 생각했다. 이것은 사람 또는 상황에 대한 편견이다. 이전의 학자들이 언급한 사실들이 영향을 끼치긴 했다. 따라서 앞서 말한 사항들이 절대로 사람들의 창조적 능력에 영향을 끼치지 않았다고 말할 수는 없는 것이다.

¹ 발명품을 의미하는 것으로 실생활에 활용되기 보다 취미로 만들었던 것을 말함. “장난감”이란 단어는 Heronus Alexandrinus가 만들었던 것을 은유적으로 표현함.

² 하나의 사물이 자신의 문제 해결에 영향을 끼친다고 생각하는 것. 즉 여기에서는 고양이를 예로 들어 어떤 이들은 고양이가 옆집에 사는 것이 자신의 삶에 긍정적이든 부정적이든 영향을 끼친다고 생각하고 어떤 이들은 영향을 끼치지 않는다고 간주하는 것을 의미.

그러나 과거에 다수의 연구가들에 의해 간과되었던 한가지를 언급하고 싶다. 그것은 바로 기술 시스템 자체의 상태, 발전, 그리고 독특한 <일생³>이다.

실제로 3 차 방정식 문제 해결을 동등하게 의뢰받은 두 사람 중에서 더 침착하고, 주의깊고, 부지런한 사람이 문제를 다른 한 사람보다 더 빨리 처리해 낸다. 그러나 이것은 두 사람이 똑같이 카르다노류(類)의 공식⁴을 자유롭게 잘 다룰 줄 알 경우에만 적용된다. 만약 공식이 두 사람 중 단 한 사람만 안다면... 다른 한 사람 또한 문제 해결에 성공할 것이고 그는 오래 전부터 알려진 <학문적 시행착오> 방법과 문제 해결에 도움에 되는 여러 가능성을 차례차례로 적용해 보면서 자신의 학문적 경쟁자보다 더 빨리 찾아낼 것이다. 이렇게 운 좋게 찾아낸 방법은 오랫동안 거의 지속되지 못하며 심지어 수학에서는 우연은 <준비된 지식만을 선물한다>라고 말하기도 한다. 문제를 창의적으로 해결하기 위해 좋은 유전 형질과 좋은 날씨를 바라는 것은 열등함과 같은 것이다. 하루, 한달, 일년을 소비할 수 있다. 그리고 더 이상 처음의 상태가 진척되지 않을 수도 있다. 이미 상술한 해결의 경험이 어느 것에 유용한지에 대해서는 무엇으로도 보증할 수 없다.

기술 시스템의 <일생>을 언급하면서 의도적으로 중요한 단어를 괄호 속에 넣었다. 물론 단어의 본래적인 의미에서 삶에 대한 이야기를 하려는 것은 아니다. 그러나 여기에서 인간에 의한 기술 발전뿐만 아니라 기술 시스템 자체의 특징적인 요소들이 나타난다. 게다가 이 요소들은 일정한 독립성을 나타낸다. 최초의 기관차는 그 당시의 사람들에게 익숙했던 사람의 다리를 본떠서 만든 바퀴를 가지고 있었다. 누가 지금 이 바퀴에 대해서 기억하는가? 이 기관차 바퀴의 소멸은 그저 설계자의 변덕일 뿐이다. 설계자는 잘 작동하지 않았던 기술 시스템을 마음에 드는 전혀 다른 것으로 교환할 필요가 있었음이 틀림없다. 그 기관차에 대해 말할 때 설계자들이 자신을 위해 톱니바퀴를 거절하기 싫었던 것처럼(매끄러운 바퀴들은 잡아 당겨지는 것이 아니라 미끄러질 것이다라고 추측, 예상했다.) 어떤 노력으로 기계의 어떤 불확실성과 화해하도록 자신을 강요했는지 충분히 기억하는 것으로 충분하다. 그러나 만약 지금 철도교통의 혁명을 추적한다면 이 충돌(모순)은 마치 시스템을 서로서로 교환하는 정확한 연속성에 포함된다. 이 시스템의 각각은 이전 시스템의 가장 뛰어난 특징에 더욱 더 중요한 성질을 더하는 것이 거의 일반적인 경우이다. 아마 이러한 현상의 원인은 우리의 바람에 의존하는 것이 아닌 기술 고유의 법칙과 기술 시스템 발전의 객관적인 법칙에 의해서 나타날 것이다.

물론 사람이 없는 기술은 죽은 영혼이다. 만약 사람이 (잠시 다음과 같은 불가능한 상황을 가정하자) 대체로 기술을 거부한다면 기술 시스템의 어떠한 발전도 있을 수 없다. 그러나 만약 기술이 발전한다면 그것은 학습할 수도 있고 이용할 수도 있지만 변하지 않는 일정한 법칙에 따라서 발전한다. 기관차로 다시 돌아와서 살펴보면 인간과 기술을 기관차와 기관사로 비교할 수 있다. 만약 기관사가 조종하는 것을 멈춘다면 모든 것이 멈추어 버릴 것이다. 그러나 기계가 움직이는 한 기계는 오래 전에 부설된 레일을 따라 움직이고 있으며 기계의 파손 외에는 옆길로 방향을 틀고자 하는 시도는 어떤 식으로도 일어나지 않는다.

상술되어진 것은 TRIZ(창조적 문제 해결 이론)의 중요한 입장을 간단 명료하게 표현하기에 충분하다. «기술 시스템 발전의 객관적이고 변증법적인 법칙이 존재한다. 이

³ 기술의 발전과정을 빗대어 표현한 말.

⁴ 3차 방정식 해법

법칙은 기술의 계획에 따른 발전을 위해 경험할 수도 있고 이용할 수도 있다». ARIZ(창조적 문제 해결의 알고리즘)와 그러한 문제 해결의 표준해가 포함되는 기술 발명에 관한 구체적인 문제해결 도구가 기술 시스템 발전의 객관적이고 변증법적인 법칙의 지식 기반에서 세워졌다. 해결 도구는 필수적인 자료 참고와 심리적 관성을 극복하는 방법들로 채워져 있다. 비록 인간에게 있는 모든 약점들과 함께 인간이 발명에 관한 과제를 해결한다 할 지라도 심리적 관성 극복 방법 없이는 해결되지 않는다. 이러한 약점들의 의미를 과대평가해서는 안되지만 그렇다고 제거하는 것은 대체적으로 위험하다.

창조적인 해결 이론은 일정한 법칙을 가지고 있으며 충분히 시기 적절하게 나타났다. <손으로 더듬어> 3 차 방정식을 풀면서, 더구나 미분 방정식을 풀면서 우주선을 만들 수는 없었다. <손으로 더듬어> 현대 발명에 관한 과제를 해결하면서 과학 기술의 혁명을 일으킬 수는 없다. 그리고 천재적인 (또는 그저 운이 좋은) <Heronus>들에게 희망을 건다면 현대 생산을 위한 업무는 상당히 위험하다. 게다가 <시행착오> 라는 방법에 의해 문제를 창조적으로 해결하면서(가령 현대의 명칭으로 변장된 방법, 즉 브레인 스토밍, 초점적 조언 등등) 필요한 기술 시스템의 현대적 출현은 계획하기 어렵다. 이러한 기술 시스템의 현대적 출현에 대한 책임을 자신의 목적으로 삼는 것은 오직 정확한 과학만이 할 수 있다. 이러한 과학이 바로 TRIZ 이다.

이러한 방향에서의 최초의 작업은 유명한 학자이자 발명 이론가인 Genrich Saulovich Altshuller 에 의해 이루어졌다. 1956 년부터 TRIZ 에 대한 그의 저서들이 나타나기 시작했다. 지금 현재는 많은 나라에서 이 과학을 사용하고 있다. 구체적인 산업과 과학 문제 해결에 TRIZ 적용은 좋은 결과를 가져다 준다. G. S. Altshuller 의 지도하에 단일된 계획에 따로 일을 했던 연구자들은 지금도 이 방향을 지지하고 있다. 책이 출판되고 있으며, 과학, 기술, 대중지(TRIZ 에 대한 가장 중요한 몇 가지 출판물들의 목록은 이 책의 마지막에 있음)들에 이와 관련 있는 부문들이 나타나고 있다. 다양한 수준의 아주 많은 자료들을 인터넷에서 찾아 볼 수 있다. 유감스럽게도 이 자료들의 질은 TRIZ 창안자인 G. S. Altshuller 자신이 주장했던 것들의 필요와 항상 일치하는 것은 아니다.

이 책에는 최소한도로 필요한 양의 TRIZ 도구가 제시되어져 있다. 이 정도의 양이 없으면 구체적인 실제 문제의 해결에 착수하는 의미가 없다. 이 책은 다양한 기술 분야의 전문가들, 학생들, 지속적으로 창조적인 기술 문제 해결에 맞닥뜨리는 모든 사람들을 고려하여 쓰여졌다. 이 책은 TRIZ 학습에 첫발을 내딛는 사람들을 위하여 편찬되었다.

2. 교재 활용법

이 책에는 이론적인 부분은 아주 적다. 중요한 관심사는 구체적인 기술 문제 연구에 할애되었다. TRIZ 에 있어서 문제가 어떤 분야에 관련될 지는 아무런 차이가 없다. 따라서 본 교재에는 전자공학(radio electronics), 농업, 의학, 건축, 교통, 그리고 전쟁 기술 등 일련의 예들이 주어져 있다.

순서대로 각 부분을 연구하면서 적합한 답을 찾는 것 뿐만 아니라 해결에 대해 지시된 이론 부분의 정확한 수행에도 주의를 기울여야 한다. 이 책의 목적은 독자들이 이 TRIZ

도구를 이용하는 것과 TRIZ 의 도움으로 어떻게 구체적인 발명에 관한 문제들이 해결되어지는 지를 익히는데 있다. 이 때, 올바르게 찾아진 현재 사용되고 있는 해결책은 아직 성공을 보장하지 않는다.

더욱 중요한 것은 해결의 올바른 경로이다. 왜냐하면 앞으로 바로 그 경로가 다른 발명에 관한 문제들을 성공적으로 해결하는 것을 가능하게 할 것이기 때문이다. 문제에 대한 자료는 대체로 여러 다른 회사에서 근무했던 경험을 토대로 구성되었다. 이 책에 제시된 현재 사용중인 해결책(control lanswer)들은 실제하는 기존의 사례이다. 이런 의미에서 이 답들은 기술에 대한 자료참고로서 독립적인 가치를 가진다. 다른 한편으로 TRIZ 문제 연구에서 얻게 된 답은 이미 사용되고 있는 답보다 더욱 훌륭하고 높은 질을 가질 수 있다. 그러한 경우에는 그 답에 대한 특허 심사를 할 필요가 있으며 유사한 점이 없을 때에는 발명 특허 신청을 해야 한다. 만약 ARIZ 와 Standard 에 따라 푼다면 이것은 특별히 2, 3, 6 부의 문제들에 해당된다. 다른 부에서 제시된 TRIZ 도구를 사용하면 각 부에 제시된 문제들을 대체적으로 해결할 수가 있다.(필수 자료를 완전히 익힌 후에)

여러 가지 이유에 의해 이 책의 범위에 포함되지 못한 부분들에 대해 설명해야 할 필요가 있다. 몇 개의 부에 해당하는 이론 자료의 최대한의 생략을 제외하고는 기술 모순 극복의 방법, 창조적인 상상력의 발전 과정의 모든 실제적 요소가 검토 후(여러 가지 원인에 의해) 빠짐 없이 포함되었다. 아주 흥미로운 부분은 TRIZ 의 도움으로 과학적인 문제를 해결하는 것과 다른 <비전통적(non-classical)>도구들이다. 이들 중에서 가장 중요한 것에 대한 정보는 보다 더 높은 수준의 TRIZ 교육을 위하여 편찬되고 있는 이 책의 2 권에서 찾을 수 있을 것이다.

마지막으로 TRIZ 동료들, 강사들, 연구진들에게 감사를 표한다. 창작활동에 관하여 이들과의 지속적인 교제가 없었더라면 이 책은 거의 집필되지 못했을 것이다.

제 1 부. 기술 시스템 발전의 법칙

1.1 이론부분

기술 시스템에는 일정한 기능의 실행을 위해 제작된 시스템과 한가지라도 인공적인 요소를 포함하는 시스템이 관련되며 궁극적인 목표는 인간의 필요를 실현시키는 것이다. 기술 시스템은 객관적인 변증법의 법칙에 상응하여 발전한다.

이 기술 시스템의 객관성은 이 법칙을 파괴(의도적 또는 고의가 아닌)하는 기술 시스템의 개발 시도는 실용적이지 못한(자신의 기능을 잘 수행하지 못하는) 기술 시스템의 출현으로 나타난다. 이 법칙은 많은 양의 여러 다른 수준 기술 시스템의 발전을 분석하는 방식으로 밝혀진다. 이 때 수준은 기술 시스템의 발전이 아닌 오직 시스템의 상대적인 범위로만 정의되어진다(예를 들면 구조의 복잡성에). 각각의 기술 시스템은 보통 구성부분으로서 상위 수준의 기술 시스템 안에 포함되고 하위 수준의 기술 시스템의 본래 부분으로서의 상태를 유지한다.

현재까지 밝혀진 기술 시스템의 법칙은 2 개의 그룹으로 나눌 수 있다.

1. 기술 시스템의 실용성 조건과 관련된 법칙

- 기술 시스템의 실용성을 위해서는 다음 사항이 필요하다 ;

- 1.1. 기술 시스템 주요 부분의 실재와 최소 작업 능력(조건부)- 제품(작동장치), 도구(전달장치), 에너지의 원천, 제어장치(기초 시스템의 구성 요소 완전성의 법칙)
- 1.2. 기술 시스템의 에너지 전도 법칙(기술 시스템의 모든 부분에 이르는 에너지의 관통)
- 1.3. 기술 시스템 리듬의 조화 법칙

2. 기술 시스템 발전의 동향 관련법칙

- 2.1. 기술 시스템 부분 발전의 불균등 발전 법칙
- 2.2. 기술 시스템 부분의 미시 수준(level)로의 이동 (Micro-level)
- 2.3. 시스템 기능의 상위 수준(level)으로의 이동(Macro-level, super-level)
- 2.4. 이상성 증가를 향한 발전 법칙(경계부분에서 시스템은 없지만 시스템의 기능은 이루어진다)
- 2.5. 물질-장 관계 확대 방향으로 발전하는 법칙(2 부<물질-장 분석>을 볼 것)

연구과정에서 자연계 발전 법칙과 기술 시스템 발전 법칙 사이에는 근본적인 일치가 존재한다는 사실이 밝혀졌다. 동시에 기술 시스템 발전의 법칙을 기술과 관련이 없는 부분(예를 들면, 예술 등)으로 생각없이 있는 그대로 적용할 수는 없다. 기술과 관련이 없는 부분의 발전을 위해서는 개별적인 정보참고 수집과 바로 이 시스템 발전의 특별한 법칙을 밝혀낼 필요가 있다.

기술 시스템 발전의 법칙은 기술 발명에 관한 문제 해결의 기구 개발을 위한 기반이다. 또한 어떤 문제의 해결, 개선, 특히 기술 시스템 발전의 예측을 위한 이 법칙의 직접적인 적용이 가능하다.

1.2. 기술 시스템 발전 법칙을 이용한 문제 연구

예제 1.1. 현대 산업의 공장 굴뚝은 높이가 수십 미터, 심지어는 수백미터에 이른다. 이 때 분출되는 다량의 가스의 오염정도를 측정하는 송신기를 항상 직접 굴뚝에 설치할 수 있는 것은 아니다. 실제로 그러한 높이에서 오염정도를 측정하는 것이 거의 불가능하다. 그리고 굴뚝에서 몇 십미터 떨어진 거리(공중)에서도 측정은 불가능하다.

어떻게 측정할 수 있을까?

해결책. 주어진 시스템의 실용성 조건(법칙 1.1 참고)을 살펴보자. 이미 첫째 조건은 실행되지 않는다. 시스템에는 전체 요소중 오직 제품(유해한 분출의 미세 입자)만이 존재한다.

미세 입자의 양을 측정하면서 미세입자와 직접적으로 상호작용을 해야 하는 도구도 없고 에너지의 원천, 제어 장치도 없다. 이 부족한 부분을 도입하면서 기술 시스템 발전의 다른 법칙들의 작용, 무엇보다 이상성(ideality)의 등급을 고려해야 한다. 만약 새로운 부분들의

도입을 피할 수 없다면 원소들의 미세량에 새로운 부분들의 기능을 결합시키려는 노력을 해야 한다.

문제의 상황으로부터 측정 도구는 수백 미터의 높이를 올라가서 어떤 방식으로 변화하는지 측정하고, 반대로 그 결과가 돌아와야 한다는 결론이 나온다. 또한 도구 자체가 자신을 위해 에너지의 원천이 되는 것이 바람직하다. 전자기의 방출은 이런 요구와 잘 맞아 떨어진다. 예를 들어 광선은 대기의 오염 구역에서 반사될 때 신호의 주파수 전위(라만 효과)를 경유한다. 게다가 이 전위의 크기는 오염 정도에 좌우된다.

지금은 오염 정도 측정 방법의 기술적 실현을 상상하는 것이 간단하다. 레이저 광선은 연구되어지고 있는 대기의 영역으로 향한다. 반사된 광선은 기준값과 비교되어지고 전위에 따라 주파수는 오염정도를 판단한다. 이러한 기구는 NASA 와 공동으로 미국 주위 환경을 보호하는 장치로 연구되었다.

기술 시스템의 발전 법칙들을 알면서 이 측정도구(그리고 바로 그 방법)의 이후 발전을 제시할 수 있다. 명백한 것은 측정도구의 이상성(Ideality)을 지향해야 하는 것이다. 도구는 모든 측정이 행해지기 위해 존재해야 하며 구조가 단순하게 되기 위해서는 존재하지 않아야 한다. 도구는 오염된 구름에 접촉되고, 땅으로 내려오기 시작할 때만 필요하다. 반드시 도구 자체가 위로 향하게 할 필요는 없다. 따라서 도구는 무엇으로부터도, 즉 다른 기술 시스템 또는 자연체계로부터 모습을 보이지 않아야 한다. 예를 들면, 전자기의 방출 원천으로서 태양 광선을 취하여 지나간 또는 오염된 영역으로부터 반영된 표준 광선을 비교할 수 있다.(의도적으로 오염이 되지 않은 지역에서 사전에 광선을 기록할 수 있다)

예제 1.2. 강철 제품은 특수 담금 유액으로 채워진 냉각기에서 담금질을 한다. 이 때 담금질의 품질은 유액의 순도에 의해 좌우된다. 허용기준 이상의 혼합물 존재는 허용되지 않는다. 혼합물 함량에 대한 비교적 단순한 측정 방법이 꼭 필요하다.

해결책. 시스템의 모든 부분이 눈앞에 나타나 있다 : 제품(혼합물), 도구(유액), 시스템으로 에너지를 운반하는 열장(field). 이 장(field)을 쉽게 조종할 수 있다. 지금 이 모든 부분은 유액 안의 성분 변화가 즉시 모든 시스템으로 나타나도록 연결시키는 것이 필요하다. 여기에서 시스템 부분 발전의 불균형성을 고려하는 것과 열장(field)의 효력에 대한 제품과 여러 다른 단계 활동에 적합한 제품과 도구의 인식 단계를 더 구체화하는 것이 더 단순한 방법이다. 말하자면, 100 ~ 120°C보다 높은 온도의 유액 샘플 가열에서 유액의 압력은 오염정도에 따라 다르게 변한다. 혼합물⁵은 유액 샘플의 크기와 질량에 따라서 영향을 받는다. 그러나 사실상 순수 유액의 양으로만 정의되는 압력에는 영향을 끼치지 않는다. 이 원칙에서 만들어진 담금질 유액의 오염도 조절을 위한 도구는 <D. U. Borland>(Birmingham)사가 생산한다.

이 측정도구는 주어진 경우에 있어서 오염시키는 혼합물인 0.02%의 물질의 존재를 유액에서 찾아낸다.

⁵ 이 혼합물은 유액에 어떤 금속을 담겼을 때 생기는 부산물

예제 1.3. 작업 과정에서 많은 기계와 메커니즘은 격렬하게 진동한다. 진동은 옆 장치를 빨리 낚아 버리도록 하면서 전달된다. 진동을 멈추기 위해 펠트 삽입물을 넣는다. 그러나 이 삽입물은 그리 효과적이지 못하다. 어째서 그러한가?

해결책 충격완화장치가 설치된 것으로 모든 것이 이미 다 해결된 것처럼 보일지도 모른다. 그러나 그것은 비효율적이다. 시스템은 지나칠 정도로 실용적인 것으로 판명되었다. 시스템의 임의의 부분에서 진동은 다른 부분으로 전달된다. 법칙에 따라 시스템의 실용성을 파괴시켜야 한다. 시스템으로부터 부분(부품)을 제거하고 에너지흐름을 중단시키지 않는 한, 시스템 부분(부품)의 리듬을 파괴시키는 것만 남는다.

바로 이 원칙에서 Lehay 대학(미국 펜실베이니아주, 베틀렌)에서 연구된 음향흡수 보호막이 작용한다. 라텍스 또는 고무의 얇은(0.5mm 이하) 층을 플라스틱 판 위에 쌓아 올린다. 그리고 위는 은박지를 덮어 씌운다. 그러한 <샌드위치>의 공명 주파수는 소리 진동의 자연적인 최고 주파수에 가깝다. 동시에 고유한 플라스틱 판과 추가되는 은박지는 여러 가지 공명 주파수를 가지며 비동시적으로 진동한다. 이 때문에 중간 층은 그 층에 위치한 기구 소음의 2/3 까지만 흡수한다.

대체로 시스템 부분의 리듬의 일치와 불일치는 시스템 기능에 영향을 끼치는 아주 강력한 방법이다. 또한 표준해는 발명에 관한 문제를 해결하는데 이 방법을 이용하고 개별적인 물리적 효과로서 사용한다.

예제 1.4. 우주선 밖의 무중력 상태에서 우주 비행사들의 자리바꿈은 지금까지 복잡한 문제로 남아있다. 비행 조종사들의 자유로운 자리바꿈을 위해 낡은 방법에 대한 새로운 방법 또는 적당한 기구를 생각해 내야 할 필요가 있다.

해결책 이 예제는 시스템 부분 발전의 불균등 상태 법칙에 대한 전형적인 예이다. 지금까지 설계자의 모든 주의를 다른 문제에 집중되었다 : 우주선을 위한 엔진(이동시키는 방법) 비행 조종사들을 위한 엔진은 솔직히 연구자들 시각의 영역 밖에 위치해 있었다. 지금 갑자기 성공적인 설계가 충분하지 않다는 사실이 드러났다.

미국 우주 여행가들은 아직 <스카이랩> 정거장에서 장갑에 넣어 고정된 reaction 엔진세트와 어깨 뒤쪽에 맨 배낭식의 휴대 시스템을 경험했다. 우주선에서 비행 조종사를 위해 그러한 엔진을 여러 번 사용하는 것 역시 아직까지는 없다.

다른 부분에 좋은 결과를 주었던 메커니즘적 방법의 방식으로 시스템의 남아있는 부분을 끌어올리는 시도가 행해지고 있다.(reaction 엔진은 한 사람을 위해서만) 그러나 그러한 방법은 드물게 현저한 긍정적인 결과들을 가져다 준다. 그래서 사람들은 개방된 우주에서 아직은 평범한 밧줄, 조금 개선된 밧줄을 이용하는 것을 선호한다. 곧 밧줄도, 우주 비행사들의 reaction 엔진은 설치하지 않을 것(예를 들어, 개방된 우주에서 많은 사람들의 참여로 설치작업이 이루어질 때)이라는 것은 이해가 된다.

문제 해결을 위해서는 진부하지(평범하지 않은)않은(순수한 특허의) 이동 방법을 제시할 필요가 있기 때문에 기술 시스템 발전 법칙의 도움으로 시스템 발전의 방향을 예측해야 할 필요가 있다. 보다 더 높은 수준으로의 시스템 기능의 이동은 예를 들어 우주선 밖에서 우주 비행사의 이동 기능을 부분적으로 또는 전체적으로 다른 기술 시스템(우주 비행사와

직접적으로 관련되지 않는), 어떤 우주의 <보도>를 자신을 목적으로 삼아야 한다. 시스템 부분이 미시 수준으로 이동하는 것은 빛줄을 이온입자의 흐름으로 변형시키고, 그 다음에는 더욱 더 작은 크기로 변형시키게 한다. 이것은 에너지 상호작용, 태양 돛일 수 있다. 돛이 펼쳐지는 동안 바람을 반하여 다니는 것을 익혀야 한다는 것을 기억해야 한다.

이 문제에 대한 확정된 답은 존재하지 않는다. 더구나 기술 시스템 발전의 어떤 법칙의 응용을 도움으로 <정면을 향한> 해결에 기대하는 기반은 없었다. 그러나 지금은 받아들여진 아이디어로부터 하나를 기반으로 취할 수 있다. 그리고 해결의 몇 가지 구체적인 방법들의 도움으로 그 기반을 연구할 수 있다. 예를 들면 다음과 같이 문제를 만들어 낼 수 있다.

태양 돛은 (우주에서) 에너지의 원천을 요구하지 않는다. 항상 작동에 대해 준비가 되어있다. 그러나 그 동력은 너무 적고 크기는 거대하다 태양 돛을 개방된 우주에서 우주 비행사들의 위치변경을 위해 사용할 수 있도록 어떻게 언급된 단점들을 제거해야 하는가?

예제 1.5 보통의 가축과 같이 큰 빨이 난 가축을 비육하기 위해 소위 조사료라 불리는 소를 위한 독특한 껌이 사용된다. 씹는 적극성의 촉진(조사료 도입의 방법으로) 동물의 신장, 상태에 긍정적으로 영향을 끼친다. 그러나 조사료는 체중 감량으로 이끌어 동물들에게 충분히 소화되지 않는다.

소화불량의 원인은 지나치게 크고 조잡한 사료의 입자의 크기가 일정하지 않은데 있다. (조사료의 입자의 크기가 지나치게 크거나 일정하지 않은데 있다.)

해결책 이전 문제와 달리 여기에서 해결은 기술 시스템 발전의 법칙을 적용하자마자 바로 명확해 진다. 조사료의 입자 크기를 축소하고(법칙 2.2) 크기의 리듬을 일치시켜야 한다.(법칙 1.3.)

이제 실습으로 가 보자. 조사료를 분쇄한다. 그 다음 분쇄된 사료로부터 육아(肉芽)를 만들고 동물들에게 남김없이 먹인다. 이 때 육아 표면의 전체 면적은 사료의 완전한 조각의 표면 면적보다 몇 배 더 크기 때문에 씹는 질은 저하되지 않고 대신에 소화성이 개선된다. 육아형성의 모든 명확성에도 불구하고 조사료의 육아형성 아이디어는 그리 오래 전에 나타난 것은 아니다라는 사실에 주의해야 한다.

그래서 이 기술 시스템과의 첫번째 만남에서 기술 시스템 발전 법칙과 상응하여 이를 점검할 필요가 있다. 가끔 첫번째 접근에서 이미 이것의 질적 향상을 위한 좋은 가능성을 찾아내는데 성공하기도 한다.

예제 1.6. 시장에 내 놓기 전의 꼼꼼한 실험에도 불구하고 새로운 약품, 식료품들은 전혀 예상치 못한 부정적인 효과가 발생할 수 있다. 잠재적 위험을 가진 상품을 신속하게 밝혀내는 방법에 대한 연구가 요구된다.

해결책 본래 시스템의 수준에서 그러한 방법론을 만들고자 하는 시도는 실효가 적다는 것을 쉽게 알아 챌 수 있다. 생산되는 약품과 식료품의 거대한 양에 있어서 각각의 상품의 유통 경로를 추적하는 것은 실제적으로 불가능하다. 법칙 2.3(상위 시스템의 발전 법칙)은 보다 더 높은 수준의 시스템은 요구되는 시스템 기능을 자신에게 첨가해야 한다는 것을 속삭여 준다. 바꾸어 말하면 통제 하에서 약품의 하나의 앰플, 식료품의 한 봉지를 취하는

것이 아니라 모든 약품, 모든 식료품을 취해야 한다. 이러한 방법은 복잡하게 하는 것이 아니라 제시된 문제의 해결을 훨씬 수월하게 한다.

법칙 2.3 과의 완전한 상응에 따라 미국의 식료품과 의약품의 질에 대한 질문에 대한 조치로 30 개 주의 약 120 여 지부를 연결하는 기계적 시스템이 구축되었다. 시스템은 매일 식료품과 의약품의 중독성을 기록한다. 중독성의 원인과 신빙성의 큰 등급과의 일치는 임의의 상품의 저품질성을 증명해 준다. 이것에 대한 자료는 의약품 또는 식료품 회사에게 제품을 바꾸거나 아예 판매 중지시키도록 요구하고 있다.

예제 1.7. 많은 경우에 있어서 비행 기구에 사람이 타고 있는 것은 위험하지만 그렇게 할 수 밖에 없다. 예를 들어, 자동항법장치는 다른 행성의 대기에서 비행시 발생할 수 있는 모든 상황을 예측할 수는 없다. 동시에 사람의 탑승은 연구 탐색 기구의 구조를 추가적으로 매우 복잡하게 만든다. 게다가 우주 비행사는 동시에 많은 분야의 전문가가 될 수는 없다. 어떻게 이 문제를 해결할 것인가?

해결책 법칙 2.5-이상성(ideality)의 등급 확대가 자연히 떠오른다. 연구자, 전문가 그룹 전체가 비행선 안에 타고 있어야 한다. 그리고 동시에 대체로 사람들은 비행선 안에 타고 있지 않는 것이 바람직하다.

역사적으로 볼 때 사람의 탑승 문제는 정찰기를 준비하던 전쟁기술 부문에서 최초로 발생했다. 그러나 실제로 효율적인 문제 해결 방안은 전쟁과 상관없이 우주의 평화적인 연구와 관련이 있었다는 사실은 주목할 만하다. 이러한 이상적인 탐사장비는 소비에트의 <루나호디(Lunahody)>가 되었다. 비행선 안에 사람은 한 명도 없었다. 동시에 10 명의 전문가들은 직접적으로 자신의 주제와 관련된 정보를 달의 표면으로부터 받았고 당직 근무자(operator)를 통해 어떤 순간이든지 자료의 재검사와 확인을 위해 측정 기구의 작업에 동참할 수 있었다.

이 예에서 또한 시스템 부분 불균등 발전 법칙의 수행이 잘 연구되어진다. 정찰기(수색기)는 처음에 수색기능을 <겸임으로> 수행했던 평범한 비행기였다. 설계자는 비행기의 속도, 상승 한도와 비행의 원거리를 확장시켰다. 이 모든 것은 머지 않아 (때가 오면) 특히 중요한 임무를 띤 비행기를 이용 가능하게 했다. 그러나 조종사의 불완전한 자격은 방해 요인이 되었다.

게다가 조종사는 비행 조종에 바쁘고 비행기 밖의 무엇인가를 단순히 관찰하는 것조차도 항상 할 수 있는 것은 아니다.

우주 탐색 기구 예에서 이러한 기술 시스템의 다음 발전을 추적하는 것은 흥미로운 일이다. 달에서 지구로 무선 전파가 오가는 데는 약 2 초가 걸리고 이 지체는 탐색 기구의 조종에 중요한 영향을 끼치지 않는다. 그러나 이미 가장 가까운 행성(화성, 금성)까지의 거리는 수 백만 킬로미터에 이른다. 이 경우에 있어서 무선 전파의 지체를 어떻게 해서든 감소시켜야만 한다. 또는 탐색 기구를 조정하는 근본적인 새로운 방법을 제시해야 한다.

예제 1.8 민들레 씨앗은 사람의 염색체와 질적으로 유사한 chromosome 을 가진다. 어떻게 이것을 이용할 수 있는가? 예를 들면, 핵 발전소의 원자 작용을 통제할 때.

해결책 민들레와 사람의 chromosome 의 질적인 유사성은 일련의 실험들을 가능하게 한다. 그 다음에 사람에게 대해 얻은 결과(신뢰도가 큰)들을 퍼뜨린다. 한편 원자력 발전소 작용을 통제할 때 반대 신호를 취한 법칙 1.3 의 작용이 중요하다. 사람과 민들레는 일생 주기 리듬이 일치하지 않는다 사람에게 있어서 1 세대의 교체는 25-30 년이 걸리지만 민들레의 1 세대 교체는 1 년이 소요된다. 이런 방식으로 임의의 chromosome 의 외견상 변화는 사람보다 민들레에서 10 배 빨리 나타난다. 게다가 민들레는 총 3 쌍의 chromosome 을 가지고 있다. 그래서 민들레의 chromosome 변화는 더욱 빨리 눈에 띄는 것이다.) 그러므로 원자력 발전소 (또는 노동에 해로운 조건을 가진 다른 물체) 근처에 서식하는 민들레를 연구하면서 그 민들레에서 어떤 기간 동안, 예를 들면 5 년 동안 유해한 변화를 발견하지 않고 가까운 100 년에 이 물체는 무엇으로도 사람을 위협하지 않을 것이라고 자신있게 말할 수 있다.

예제 1.9 베릴륨은 다른 유명한 금속 중에서 보다 더 높은 영율을 가진다. 그래서 그로부터 특별히 뾰뾰하고(가벼운) 구조를 만드는 것이 유리하다. 한편 베릴륨은 중독성이 아주 강하며 종종 환자를 죽음에 이르게 하는 호흡기 질환을 불러일으키기도 한다. 그래서 베릴륨은 기술분야에서 널리 이용되어진 것을 찾아볼 수 없다. 어떻게 이것을 해결할 수 있을까?

해결책 베릴륨의 결합이 바로 절충적인 방법이다. 그러나 이 때에는 사용할 필요가 있는 고유한 질을 만들어 내는 금속의 결정 구조가 파괴되는 것은 불가피하다. 그래서 기술 시스템 발전 법칙의 관점에서 상황을 살펴보는 것이 바람직하다. 법칙 2.5 는 이상성(ideality) 등급의 확대이다. 베릴륨은 없지만 그 좋은 질은 보존된다. 같은 법칙을 사람의 측면에서 볼 때 베릴륨은 존재하지만 사람에게 해로운 부분은 사라진다.

첫번째 방향을 실현할 수 있는 방법은 베릴륨의 구조와 비슷하지만 다른 원소들 중에서 사람들에게 안전한 결정 구조를 만드는 것이다. 사람에게 대한 생각을 생략하는 듯한 두 번째 방법은 더욱 이상하게 보여진다. 그러나 바로 이 방법은 이미 실현되었다.: <British Aircraft>사의 전문가들은 베릴륨을 지구 인공위성의 이동 구조에 적용하는 것이 이 구조의 무게를 35%정도 줄일 수 있도록 하는 실험을 했다. 사람에게 해로운 베릴륨의 특징에 관련해서는 자동 체계와 공기가 없는 장소에서 작동하는 인공 위성을 위해 이 특징들이 본질적인 것이 아니라는 것이다.

예제 1.10 착유기의 작동 시에는 우유가 유입되는 것을 주의깊게 지켜보아야 한다. 만약 우유가 유입을 멈추고 착유기는 멈추지 않는다면 소는 유두컵에 의해 외상을 입을 것이다. 어째서 그럴까?

해결책 문제는 시스템 부분 발전의 불균형에서 생겼다. 그러나 법칙 1.1 의 실용성의 첫째 조건에서 시스템을 검사해야 한다. 그리고 즉시 시스템의 본질적인 결점이 명확해 진다. : 시스템은 매우 나쁘게 조종되고 있는 것이다. 조종자(사람)는 실제적으로 기구를 켜거나 끌 수만 있다.(즉 평범한 계전기의 일만을 수행한다) 그리고 주의깊게 우유의 유입을 지켜보아야 한다. 그러나 시스템은 스스로 작동되어야 한다. 다시 말해 우유 유입의 중단은 자동적으로 착유기를 끌 수 있어야 한다.

<알파 라발(Alfa-Laval)>사에서 연구된 <두오박(Duovak)> 착유기가 바로 그렇게 작동하는 것이다.

이 착유기에서는 또한 법칙 2.3 이 실현되었다 착유기를 켜 시작점과 우유 흐름의 감소시에 착유기는 스스로 맛사지 상태로 전환된다. 이것은 우유 착유량의 증가를 가능하게 하고 장시간 사용 시 <반복 작용을 하는> 착유기의 장시간 사용으로부터의 효과 제작에서 어느 정도의 증대된 소비를 증가한다.

예제 1.11. 자동차에서 연료의 과다 소비를 없애는 기구의 근본적인 diagram 을 제시해 보시오.

해결책 작업 능력이 있는 새로운 기술 시스템을 개발할 필요가 있다. 따라서 시스템은 기술 시스템 실용성의 모든 법칙에 적합해야 하며 또한 다른 법칙과 상응하여 발전되어야 한다. 바로 즉시 표시할 수 있다. 시스템에 사람이 존재하는 것은 시스템의 질을 급작스럽게 떨어뜨린다. 이상적으로는 사람에게 좌우되지 않는 기술 시스템이 좋다. 마주 오는 자동차의 헤드라이트 빛 때문에 자동차 운전자가 눈이 부시는 것을 막는 방법이 제기되었다. 그 방법은 가까이 다가오는 자동차를 보고 나서 운전자가 자신의 왼쪽 눈을 감고, 마주 오는 자동차가 지나간 후 왼쪽 눈을 뜬과 동시에 오른쪽 눈을 감는 것이다. 물론 이 방법은 기술적 해결은 아니었다. 그럼에도 불구하고 그와 유사한 방법들이 계속해서 나타나고 있다. 최근 이 방법들은 또한 결코 항상 정당화되지 않는 여러 가지 컴퓨터 설비 방법의 실현에 있어서 적용실험 해왔다. 최근 이 방법들은 또한 결코 항상 정당화되지 않는 여러 가지 컴퓨터 설비 방법의 실현에 있어서 적용 실험해왔다.

<도요타>사는 엔진에 연료 공급 조절을 하는 자동 시스템을 연구했다. 이 시스템은 마이크로 컴퓨터의 도움으로 공전시(바퀴가 헛도는 것)의 엔진 작동을 제외시킨다. 반복적인 운전 그 자체는 연결 페달을 누를 때에 이루어진다. 이러한 현대화는 기술 시스템 부분 발전의 불균형으로 인해 가능해졌다. 액체 연료의 가격이 상승했고 동시에 마이크로 컴퓨터의 가격이 내렸다.

불균형의 다른 측면은 시스템 적용이 축전지 사용 기간을 단축시키고 배기구의 독성을 증대시킨다. 왜냐하면 엔진이 정지되지 않은 상태에서 작동하는 바로 그 운전 시점에서 연료는 충분하지 못하게 연소된다. 이런 방식으로 모순이 우리 앞에 나타난다. : 연료의 손실을 줄이기 위해 연료의 새로운 소비방법으로 향하여 달려가는 것이다.

법칙 2.3(상위 시스템으로의 발전 법칙)은 내연기관에서 해결해야 할 결론은(아직 100 년은 우리가 이것들을 사용해야 한다고 가정해보자) 몇 개의 근본적으로 뛰어난 시스템과 함께 에너지에 의한 자동차의 공급을 살짝 말해준다. 예를 들면 이것은 자동차의 브레이크 조작시 에너지를 흡수하고 중요한 엔진의 시동없이 어떤 장소에서 움직이는 것을 가능하게 하는 기계적인 전열식 열교환기가 될 수 있는 것이다.

기술 시스템 발전의 일련의 법칙의 도움으로 그러한 일반적인 문제의 구체적인 해결 방안을 얻기는 매우 어렵다는 것을 고려해야 한다. 이 경우에는 시스템 발전의 방향을 제시할 수 있다. 그 다음에 특수한 방법으로(이것이 다른 부에서 보여진 것처럼) 해결을 구체화할 수 있다.

예제 1.12. 최초의 컴퓨터를 위한 스테레오 인쇄기의 빠른 작용은 기계적 특성에 의해 제한되었다. 그것들은 많은 데이지 휠과 구면을 인쇄하는 도구의 적용으로 어느 정도 향상되어진다. 그러나 이것으로는 부족하다. 어떻게 빨리 인쇄하는 프린터의 미래의 향상을 설명할 수 있는가?(발전 법칙의 견지에서)

해결책 왜 이 시스템은 비실용적이었는가? 시스템 부분의 리듬이 일치하지 않았다. 컴퓨터 부분을 해결하는 빠른 효력(작용)은 때로는 좀 더 느린 결론의 과정-인쇄 결과에 부딪힌다. 프로그래머들은 모든 종류의 책략을 경험했다. 예를 들면, 가치있는 정보(자료)를 희생하면서, 그렇지만 중간 결과에 따라 쉽게 나타낼 수 있었던 실수를 드물게 놓치는 위험을 감수하면서도 몇 개의 중간 결과들의 결론을 포기하곤 했다.

디스플레이(Display) 또한 모든 문제를 해결하지 못하곤 했다. : 많은 경우에 있어서 조종자인 사람은 모든 것이 쓰여져 있는 종이 쪽지를 취급하는 것을 선호한다. 그래서 리듬을 일치시키고 이 시스템 부분 발전의 불균형성과 싸워야 한다.

전통적으로 효과적인 방법은 시스템(도구) 부분의 미시수준(micro level)으로의 이동이다. 언뜻 보기에 이것은 실현 가능성이 적다. 기호들은 활자로 인쇄되었다.(이것 또한 도구였다) 어떻게 이 기호들을 미시수준으로 이동시킬 수 있을까?

자모를 인쇄하는 기구가 문제를 해결했다. 활자 자모는 이 기구에서 자신의 판단에 따라 선택할 뿐만 아니라 기계 전달의 중요한 부분을 축소시킬 수 있도록 하는 바늘처럼 생긴 인쇄 활자 요소에 의해 형성된다. 스테레오 인쇄의 방법으로 완전한 행 또는 몇 개의 행의 형성은 미래의 발전이 될 수 있었다. <인쇄용 바늘>의 선택은 전기의 힘에 의해 이루어지기 때문에 또한 하나의 인쇄 활자는 다른 활자의 장소를 양보해서는 안 되기 때문에 비슷한 도구의 빠른 작용은 빈번하게 증가한다.

문자의 미시수준으로의 이동은 이번은 자기 쪽에서 염색용 리본의 질에 대한 향상된 요구의 활동을 촉진했다. 결국(법칙 2.5 수행의 결과) 활자와 종이에 대한 염색 성분 공급의 주요한 수단으로써 리본을 대체로 포기해야만 했다. 이것은 또한 인쇄 도구의 빠른 작업 향상에 있어서 하나의 예비 자원이 되었다. 그리고 잉크 프린터가 나타났고 그 다음에는 레이저 프린터가 나타났다.

다음 발걸음은 법칙에 의거하여 프린터들의 발전을 예측하는 것이다.

예제 1.13 마그네틱 인쇄 기구에는 종이 위에 기계적 외력의 줄을 만들어 내는 피에조 전기 송신기를 포함하는 필름 인쇄 헤드(head)가 사용되어진다. 마그네틱 헤드는 강한 자기장을 만들어내고 기계적 장과 자기장의 외력이 최대한 일치하는 점에서 기호들이 형성된다. 이 방법은 생산성이 높지만 특수한 인쇄용지가 필요하다. 이 방법의 개선안을 제안해 보시오.

해결책 이 예제는 해결하기가 아주 복잡하다. 잘 수행된 기술 시스템이 채택되었다. 실용성법칙이 준수되었다. 이중으로 된 도구는 최대한 미시수준으로 이동되었다.(자기장과 기계적 장이 작용한다.) 단 한가지(중요한) 단점이 나타났다. 문제의 조건에서 조금 중요한 단점들은 존재하지 않는다. 이러한 경우에는 오직 가장 일반적인 예측만이 가능하다. 이 기구를 기획하고 실행했던 프랑스 회사 <NV>의 다음 연구는 어떻게 작용했을까?

모든 기술 시스템이 실제로 거치는 훨씬 확실한 방법을 살펴보자. 새로운 시스템 출현 후 가까운 수년 내에 기구의 개별적인 부품들은 개선될 것이다. 서로가 서로에게 적합한 모든 부분의 <촉진> 단계가 완성될 때 기구(그리고 방법)는 같은 계통의 다른 기구와 방법을 <촉진하기> 시작할 것이다. 이렇게 시각 장애인을 위한 책(브라일 점자 문자로 쓰여진)의 출판 방법은 바꿀 수 없다는 사실이 틀림없이 드러날 것이다. Micro 캡슐화가 보다 널리 보급될 때가 되면 특수한 종이에 의한 장애는 사라질 것이다. 오랜 시간동안 기구를 빠르게 작용시키기 위한 시도는 없을 것이다.(처음에 기호들은 초당 57,000 미터의 속도로 형성되었다.) 그 다음(시스템이 이미 대중적으로 보급이 되었을 때) 시스템의 쇠퇴기가 올 것이다. 시기는 시들어가는 시스템의 <수명을 연장시키는> 개선의 두 번째 튀어 오르는 물의 소리로 표시될 것이다. 비슷한 무엇인가가 지금 기계적 지렛대의 타이프라이터와 함께 발생하고 있다.

예제 1. 14. <United Airlines> 항공사는 공항지역에서 소음 수준을 현저하게 낮추는 여객기의 착륙 방법을 제안했다. 방법의 핵심은 컴퓨터의 명령에 의해 이루어지는 착륙 지대에서 비행기 접근의 본래의 궤도에 있다. 첫째 단계에서 비행기는 보통의 착륙시 보다 현저하게 더 급한 구석진 아래에서 낮게 내려온다. 착륙 지대까지의 약 2.5 킬로미터 전에 비행기는 약간 경사진 공중 활주의 정상 상승으로 나아가고 보통의 방식으로 착륙한다. 이 방법론의 실현에서 기술 시스템 발전의 어떤 법칙들이 나타났을까?

해결책 무엇보다 우선 우리 기술 시스템의 기능과 구성 성분을 정의할 필요가 있다. 정해진 궤도에 따라 비행하는 비행기, 비행기가 수반하는 소음, 이 소음을 인식해야 하는 공항이 존재한다. 비행기가 실제로 이미 땅에 위치해 있을 때 이착륙 지대(활주로)에서의 소음을 흡수해야 한다. 또 다른 문제는 활주로 외부의 소음이다. 그러나 이 소음은 비행기가 지상에 접근할 때 불가피하게 발생한다. 그리고 게다가 또 정상적인 착륙을 위해서는 정해진 궤도가 필요하다. 이렇게 <소음을 형성하는 도구>는 궤도이다. 기술 시스템 발전의 법칙들은 도구를 미시수준으로 이동시킬 것을 권장한다. 바꾸어 말하면 궤도는 구역별로 나뉘어져 있어야 한다. 게다가 정상 착륙을 위해서는 착륙 전에 직접적으로 엄밀히(정확히) 정해진 궤도를 가지는 것으로 충분하다. 지금은 비행기 궤도의 다른 기능 - 소음제거기능이 나타났다. 물론 이 부분들은 불균등하게 발전하고 있다. 이상(법칙 2.5)적으로는 대개 이착륙 활주로 밖에 위치한 소음을 내는 착륙 궤도 부분을 제거해야 한다. 이것은 기술된 방법론에서 부분적으로 해결되었다.

예제 1.15 내연 기관에서 점화하는 일반적인 촉광은 자신의 기능을 잘 수행한다. 그러나 만약 기술 시스템 발전 법칙의 관점에서 이 점화부분의 작업을 관찰한다면, 단점을 쉽게 찾을 수 있다. 그리고 이 단점을 제거한 후 엔진 작동의 현저한 개선에 도달할 수 있다. 무엇을 제안할 수 있겠는가?

해결책 시스템 실용성의 조건은 올바르게 이행되었다.(부분의 엄격히 일치된 리듬을 포함하여) 그러나 점화부분은 아직 발전해야 한다. 그리고 비록 법칙 2.5(이상성 정도의 확대)은 거의 기술 시스템 발전 경향의 목록을 연결한다 할지라도 중요성에 의해 이 법칙은

첫 번째들 중의 하나이다. 따라서 결론은 점화가 이상적으로 되도록 해야 한다는 것이다. 이상적인 점화는 존재하지 않아야 한다. 동시에 그 점화의 중요한 기능(연료 점화)으로서는 수행되어진다. 한편 그러한 이상적이고 궁극적인 결과는 이미 디젤엔진에서 실현되었다. 그러나 그 엔진에 있어서는 특수 연료와 가연성 혼합물의 강한 수축이 필수불가결 하다.

이상으로부터 한걸음 물러나야 한다. 그리고 여기에서 발전의 다른 가능성이 나타난다. 이상적인(이 경우에 있어서) 발화부분은 연소실의 전체 면적에서 동시에 발화되도록 해야 한다. 이 이상 역시 디젤 엔진에서 실현되었다. 그러나 그곳에서의 연료의 각각의 물방울은 직접 자신을 발화가 되도록 했다. 연료를 발화시키는 내연 기관에서 즉시 점화-도구가 무엇인가를 하도록 해야 한다..... <U. Rejnard>(Leeds)회사는 특수한 구조의 점화장치를 생산한다. 그 점화는 한꺼번에 연소실의 두 지점에서 불꽃을 일으키게 한다. 아마 틀림없이 이것은 점화 완성 노선의 단지 시작일 뿐일 것이다.

1.3. 스스로 해결을 위한 문제

예제 1.16 독성이 있는 중금속은 신장에 의해서보다 땀샘을 통하여 유기체로 더 잘 전달된다는 사실이 확인되었다(국립 식품 연구소, 도쿄). 독성이 있는 중금속에 대해서는 종속 관계가 반대이다. 기술 시스템 발전의 법칙을 이용하여 진단법과 치료를 위한 이 효과에 대한 응용을 제안해 보시오.

예제 1.17 최근에 계산척이 다시 보급되어지고 있다. 예를 들면 강철, 콘크리트, 나무로부터 요소들을 가지고 오는 굵은 곳을 측정하기 위한 측정기들이다.(<인두스트라>사) 기술 시스템 발전의 어떤 법칙에 근거하여 이 자들의 사용과 미래의 완성을 가능하게 할 수 있겠는가?

예제 1.18 일반적인 내연 기관은 방켈 로터 엔진의 압력 아래에서 견뎌냈다. 그러나 이 기계의 설계자들은 새롭고 더 완벽한 변형품을 찾고 있다. 그렇게 해서 엔진이 개발되었다. 엔진의 로터는 회전축에 관해서 경사진 디스크에서 조립되었다.(이 로터는 회전할 수 있다.) 이전의 엔진들과 달리 새 엔진은 균형이 잘 잡혀있고 높은 회전 운동을 발달시킬 수 있다. 그러나 이 때에 현저한 축의 부산물이 발생한다. 어떻게 이 부산물을 감소시킬 수 있을까? 새로운 방법을 제안해 보시오.

예제 1.19 «Flight»라는 잡지에 게재된 기사 중 하나에서 항공기 제조를 위한 무선 전자공학 기구의 전자기 결합의 큰 의미를 언급하고 있다. 오직 초, 중, 고(대학)물리학과 기술 시스템 발전 법칙만을 알고서 이 현상과 관련된 중요한 문제들을 상술할 수 있을까?

예제 1.20 전기 측정 도구는 보통 아주 미세한 특성에도 민감하게 반응하는 특성을 가진다. 이것은 파라미터의 단기간 변화를 측정할 수 있어서 좋다. 그러나 근본적인 단점이 있다. 조작자(operator)는 측정의 정확성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 조난 상태를 야기시키는 급상승 지표를 자주 체크할 시간이 없다.

예제 1. 21. <Every-Havdol>사의 주유소에서 대조 기구에 끼워 넣은 정전기로 인한 폭발사고를 방지하기 위한 기능을 수행한 후에 그 정보가 저장되는 고객카드가 사용되고 있다. 그리고 그 이후에 연료공급이 따라온다. 만약 규칙이 무너지면 주유기는 카드를 기억하고 카드 재사용시 조난 신호가 작동한다.
이 시스템의 미래의 개선방안을 제안해 보시오.

예제 1. 22. 향상된 의료 서비스 덕분에 병원에 있어야 할 기간이 줄어들고 있다. 마찬가지로 같은 기간에 걸친 환자복은 전보다 더 자주 세탁된다. 이와 관련하여 가격은 좀 더 비싸지만 오래 견디는 합성 원단을 사용하는 것이 요구된다. 그러나 의사들은 적극적으로 합성 원단 사용을 반대한다. 왜냐하면 합성원단으로 만든 환자복은 환자들에게 일련의 알레르기 반응을 일으키는 등 유해하기 때문이다. 이 상황에서 기술 시스템 발전의 어떤 법칙들이 나타났는가? 다음에 일어날 수 있는 발전과정을 추적해 보자.

예제 1.23. 낙너로 인해 발생하는 산림 화재는 충분히 알려진 현상이다. 천둥으로부터 숲을 보호할 수 있는 절대적으로 희망적인 방법이 발견되었다고 가정하자.(예를 들면 각각의 나무에 피뢰침이 설치되어 있다)
이 방법의 응용에 대한 합목적성(또는 부적합성)을 증명해 보세요.

예제 1.24. 전자 설계도의 생각 방법이 제기되었다. 조립과 생각기를 가져오는 기능을 동시에 수행하는 주름잡힌 알루미늄판이 인쇄된 **diagram** 과 함께 두개의 회선도에 위치한다. 기술 시스템 발전의 법칙에 근거하여 이 방법의 다음 개선방안을 제시해 보시오.

예제 1.25. 매년 미국의 도시에서는 200,000,000 톤 이상의 쓰레기를 소각하거나 땅에 매립한다. 그리고 이것은 (Business Week 지의 계산에 따르면) 전기에너지 부문에서 미국 소비량의 10%에 해당하는 에너지를 그냥 버리는 것이다. 최근에 기계 쓰레기의 활용에 대한 주의가 고조되고 있는 것은 우연이 아니다. 그러나 자연이 내 놓는 쓰레기도 있다. 그리고 여전히 그 쓰레기를 계속해서 연소시키고 있다. 기술 시스템 발전의 법칙을 응용하여 자연이 내 놓는 쓰레기-낙엽의 활용 방향을 제시해 보시오.
이 때 어떤 문제들이 발생하는가?

1.4. 문제 해결을 위한 도움말

기술 시스템의 발전은 모순 극복을 통해 이루어진다. 기술 시스템 발전의 법칙을 응용하면서 특히 이것을 고려해야 할 필요가 있다. 모순의 해결은 서로 상반되는 기술 시스템의 특성 또는 작용 사이에서 타협의 방식이 아닌 변증법적인 상호관계에 의해 이루어진다. 모순의 보다 더 정확한 해결은 ARIZ 85C 에서 연구되어진다. (5 부 ARIZ 참고)

임의의 상황 분석에 대한 기술 시스템 발전의 법칙 응용은 보통 구체적인 기술 시스템 발전의 일반적인 방향에 대한 지식과 전망을 제공한다는 사실을 강조해야 한다. 미래에는 ARIZ 의 도움으로 기술 시스템과 Standard 의 자세한 연구가 뒤따라야 하고 그 다음에는 설계자와 기술의 융합이 이루어져야 한다.(또한 TRIZ 를 응용하여)

<녹음기> 시스템 발전을 예로써 살펴보자. 음향장을 자기장으로 개조하고 미래의 재현을 위해 이 장을 고정시켜야만 한다. 두 개의 중요한 기능은 실현을 위해 두 기술 시스템, 또는 일반적이고 완전한 기능을 가진 하나의 시스템을 가정한다. 이상향에 대한 더 가까운 두 번째 길은 기술 시스템 발전 법칙과 상응한다.

이상적 시스템을 향한 이동은 부분적으로 큰 집합기계를 하나의 도구(기구, 기계, 설비)로 교환하거나 도구를 같은 기능을 수행하는 물질로 교환하는 것을 가정한다. 만약 연구결과 다른 기능을 수행하는 두개의 물질이 얻어졌다면 이들을 두 가지 기능을 결합하는 하나의 물질로 바꾸는 것이 바람직하다. 이 모든 결론들은 기술 시스템 발전 법칙들로부터 직접 흘러 나온다.(얻어진 것이다) 그러므로 이상적인 녹음기의 실제적인 실현을 위해서는 음향장을 자기장으로 개조시키고 동시에 이 장을 자신의 속에 보존하는 물질을 얻어야 한다. 개별적으로 이러한 물질은 잘 알려져 있다. 두 특성을 통일하는 하나의 물질에 대해서는 오직 TRIZ 의 도움으로 얻어진 과제의 앞으로의 연구 후에야 정의된 무엇인가를 말할 수 있을 것이다.

이 예에 대한 연구는 다음 장에서 계속될 것이다.

예제에 대한 보충 도움말

예제 1.16 법칙 2.1 을 적용할 것

예제 1.17 법칙 1.3, 2.3, 2.5 가 효과적으로 적용된다. 그러한 도구의 다음 발전을 추적하는 것이 바람직하다.

예제 1.18 축의 부하는 두개의 로터가 달린 엔진 개발의 방법으로 보상되어진다.(법칙 2.3)

예제 1.19 기사를 쓴 기자는 기구의 전기자석 결합을 4 가지 주요한 관점으로 나누었다.

거짓 신호 : 장을 이용한 도구사이의 관계:다른 도구의 신호에 대한 민감성: 시간의 경과에 있어서 도구는 방해물에 대해 민감할 동안의 시간의 주기에서 신호의 실제적 존재. (Flight International, 103 권, p.3335, H. Kovin 기자) 그러나 이것은 결코 완전한 목록이 아니다.

예제 1.20 <Gay-Misuraton Eletronics >(밀란, 이탈리아)사는 급상승 전압을 확실하게 기록 가능하게 하는 메모리 볼트미터를 생산한다. 충격을 강화하는데 허용되는 시간은 500 nanosecond 이다. 필요시 기록의 최소 간격은 증가시킬 수 있다.(전압의 더 조잡한 변화를 기록할 수 있다.)

예제 1.21. 주유소는 하나의 회사에 허용적으로 속해 있기 때문에 예를 들어 카드의 부정확한 사용(잘못된 카드의 사용)에 대한 정보는 모든 주유소 전해질 수 있다.

이때 법칙을 파괴한 고객은 어떤 주유소에서든 어떤 카드도 사용할 수 없을 것이다.

예제 1.22. 이 연습문제에서는 결코 명료하지는 않지만, 법칙 2.2 의 작용이 특별한 관심을 나타낸다.

예제 1.23. <Science News>지(미국), 102 권, 20 쪽은 낙너로부터 산림을 완전히 보호할 필요가 없다고 간주한다. 또한 보통 화재는 숲의 생태학적 균형을 유지하도록 촉진한다고

가정한다. 보호는 가뭄이 들었을 때 단기간 산림 화재가 지나치게 많이 발생할 때에만 필요하다.

예제 1.24 <휴즈 Aircraft>사는 분명한 방법을 가정한다. 냉각된 압축 공기에 의한 시스템의 세정(洗淨) 가능한 다른 방법은 물리적 효과의 이용이다. 그러나 이 경우에는 3부 <물리적 효과>를 공부한 후 문제로 돌아오는 것이 좋다.

예제 1.25 만약 문제가 너무 평범하다고 여겨진다면 다른 구체적인 문제를 선택하시오. 낙엽을 재활용하여 무엇을 생산할 수 있는가? 예를 들면 종이나 다른 것.

제 2부 물질-장 분석

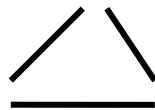
2.1.이론 부분

물-장 분석을 응용하여 교재 예제를 해결하는 것은 주어진 예제를 해결할 수 있게 하는 원칙을 알려 주는 것을 의미한다. 예제에 대한 답에는 이 원칙에 의거하여 현재 사용되고 있는 답을 주어야 한다.

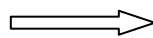
널리 알려진 실수는 바로 어떤 이들은 답을 추측하려고 한다는 것이다. 이것을 할 필요가 없다. 왜냐하면 쉬운 예제에서 물-장 diagram을 올바르게 구성하는 것을 익힌 후 경험을 얻게 될 것이고 그 이후 자신의 분야에서 필수 불가결하게 발생하는 더욱 어려운 문제들도 해결할 수 있게 될 것이기 때문이다.

물-장 diagram의 구성, 즉 물-장 형식에서 기술 시스템을 제시하는 것을 배울 때 처음에는 심리적인 어려움에 부딪치게 된다. 만약 물-장 구성과 전환의 원칙을 주의깊게 배운다면 이 어려움은 더 빨리 극복할 수 있을 것이다.

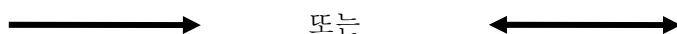
채택된 의미 :



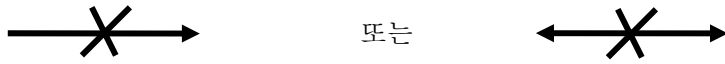
- 보편적(일반적) 형식에서의 조건적인 물-장 diagram ;



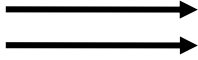
- 이중의 실선 화살표는 <주어진 것>부터 <받아진 것>으로 향하는 방향을 의미한다.



- 물질과 장사이의 상호작용 또는 유용한 작용 표시;



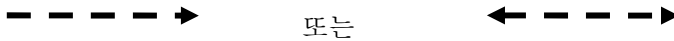
- 작용 또는 상호작용 중지 표시;



- 장의 작용하에서 물질의 강화된 작용 표시



- 물질과 장사이의 만족스럽지 못하고 유해한 작용(또는 상호작용) 표시



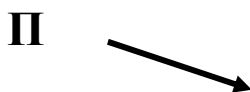
- 물질과 장 사이에서 문제의 조건에 따라 도입할 필요가 있는 작용 또는 상호작용;



- 입구에 있는 장, 장은 <작용한다>.(물질의 위에 둘 것)



출구에 있는 장, 이 장을 변화시키고, 측정하고, 나타내는 등의 작업이 필요하다.(물질 아래에 둘 것)



입구에 있는 변화까지의 장 ;

$\Pi //$

변화되지 않은 출구에 있는 장 ;

#

구성된 장과 물질의 존재를 표시하는 기호

B1

- 제1물질(항상 제품) ;

B2

- 제2물질(항상 도구) ;

B /

변화된 물질(문제의 조건에 따라 주어진 물질에 의존하여 - B1 또는 B2의 변화) ;

B1B2

외부 추가물질(한 물질이 다른 물질로 <달라 붙었다>)

(B1B2)

괄호는 내부 추가물질을 의미한다.(한 물질이 다른 물질과 혼합되었고 이 다른 물질과 이
제는 내부 관계로 연결되었다.)

물-장 공식에서 물질은 행으로 기록된다. 입구의 장은 항상 물질의 위에 기록된다. 출구
의 장은 항상 물질 아래에 기록된다.

예를 들면,

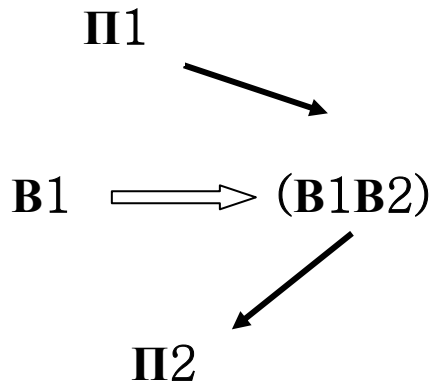


그림 2.1.

원칙 1. 물-장(<물질>과<장>이라는 단어에서 음)- 최소 작업능력 기술 시스템이다-최소한 3 부분- 두 개의 물질과 하나의 장-으로 구성되어있다. 만약 불충분한 물-장이 주어졌다면 충분한 물-장이 될 때까지 시스템을 완성시켜야 한다. 그 때 그 시스템은 작업능력을 가지게 될 것이다.

물-장 완성 원칙 :

1.1. 만약 하나의 물질(B1)이 주어졌다면 물-장 diagram을 완성하기 위해 제2물질(B2)과 장(P)을 추가해야 한다.

예를 들면,

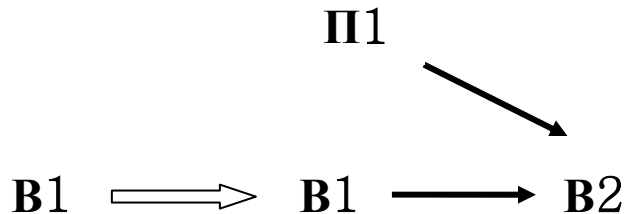


그림 2.2.

1.2. 만약 두 물질(B1과 B2)이 주어졌다면 물-장 diagram을 완성하기 위해 장(P)을 추가해야 한다.

예를 들면,

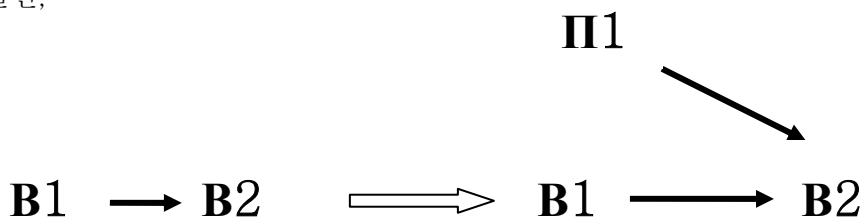


그림 2.3.

1.3. 만약 하나의 물질(B1)과 장(P)이 주어졌다면 물-장 diagram을 완성하기 위해 제2물질 (B2)을 추가해야 한다.

예를 들면,

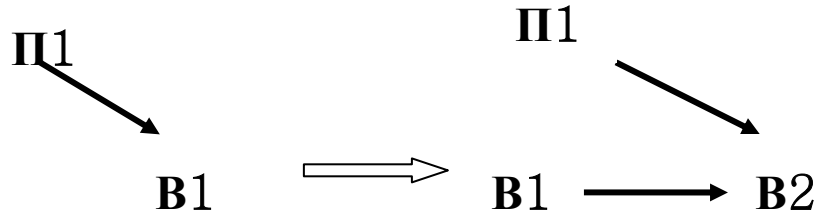


그림 2.4.

1.4. 만약 하나의 장(P)만 주어졌다면 물-장 diagram을 완성하기 위해 두 물질(B1과 B2)을 추가해야 한다.

예를 들면,

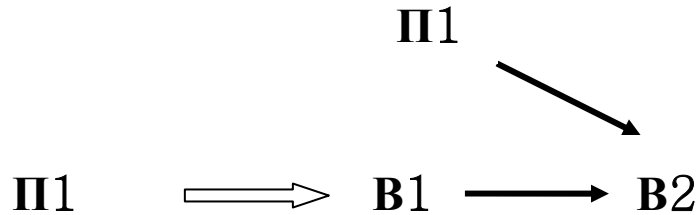


그림 2.5.

물질과 장사이의 작용 또는 상호작용의 방향은 반드시 화살표로 표시되어야 한다. 화살표에 의한 방향 표시 없이는 물-장 시스템은 실용적이지 못하고 추상적이며 우리에게 필요한 정보를 주지 못한다.

원칙 1에 해당하는 사례를 살펴보자.

사례 1. 아주 좁은 구멍을 통해 일어나는 액체의 침투를 어떻게 찾아낼 수 있는가? 불충분한 물장(하나의 물질)이 주어졌다. 이것을 완전한 시스템으로 만들어야 한다. 액체에 발광제를 첨가하자. 그리고 시스템을 자외선장으로 비추면서 침투장소를 발견해 보자.

사례1의 해결책 분석 :

주어진 것 : 하나의 물질(B1)은 기름(제품)이다.

문제: 기름(B1)은 나타내기 어렵다.

기름을 나타낼 수 있는 방법을 제안해야 한다.

물-장 완성 원칙에 따라 이 문제를 1.1원칙에 의거하여 해결해야 한다는 사실을 발견한다. 어떤 도구(B2)를 취해야 하고 기름 방울을 보기위해 어떤 장(F)이 필요한지 생각해 보자. 자연계에는 미세하고 눈에 띄지 않는 기름 방울(B1)이 다른 물질(B2)을 첨가하지 않고 즉시 드러나도록 도울 수 있는 장(F)이 존재하지 않는다. 그래서 어떤 물질의 작용 아래에서 신호를 줄 수 있는 물질(B2)을 기름(B1)에 첨가해야 한다. : <기름은 여기 나와 나란히 있다.>

발광제의 아주 미세한 양까지 쉽게 드러내는 자외선 방사가 존재한다는 사실이 물리학에는 널리 알려져 있다.

해결책 : 기름(B1)을 어떤 기술 시스템(예를 들면 냉장고)에 사용하기 앞서 이 기름(B1)에 발광제를 약간 집어 넣는다. 필요한 경우 전제된 문제의 장소를 자외선 방사(Fuf)로 비춘다. 어두운 장소에서 이 작업을 한다. 그 때 미세한 균열이 실제로 나타나는 곳에서 발광제의 발광(Fsv)이 보일 것이다.

해결책의 물-장 diagram을 적어보자.

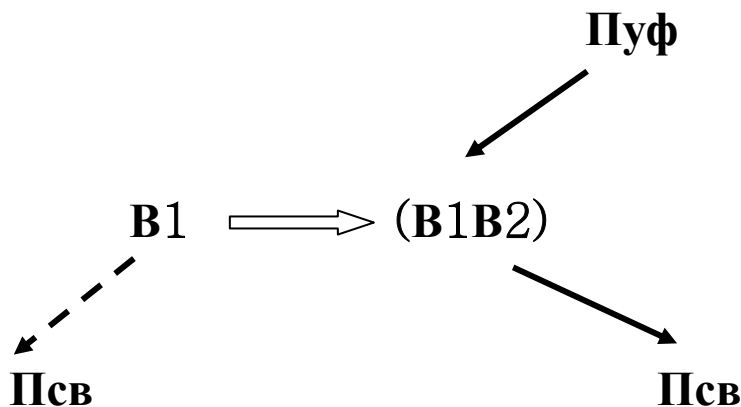
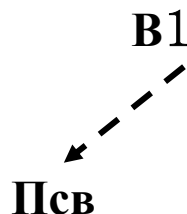
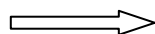


그림 2.6.

어디에서 :



- 점선 화살표는 문제를 가리킨다.(기름 방울을 드러내기 어렵다.)



- <주어진>에서 <수용된>것으로 옮겨간다 ;

B2

- 발광제 물질(도구)

Пуф



- 자외선 방사(입구의 들어오는 장) ;



Псв

- 보이는 빛의 장(출구의 나오는 장), 드러내기 쉽다.

결론 : 이 사례에서는 B2가 자외선장 없이 빛을 내지 않는 것처럼 자외선장(Puf)도 발광제 (B2) 없이는 작용하지 않는다. 이것은 <시스템이 실용적이 되기 위해 최소한 3가지 요소가 물-장 diagram에 존재해야 한다>는 원칙을 확인해 준다.

질문 : 자외선 방사의 어떤 원천을 알고 있는가?

원칙 2. 종종 해를 끼치는(해로운) 물-장을 파괴시키는 것이 요구된다. 보다 더 효과적인 방법은 두 물질 사이에 하나 또는 두 개의 주어진 물질의 변형된 세 번째 물질을 가져가는 것이다.

물-장 파괴 원칙 :

2.1. 문제에서 주어진 유해 물-장을 파괴하기 위해서는 이 시스템으로 제3의 물질을 도입해야 한다. 그러나 주어진 기술 시스템에 이미 존재하고 있는 물질들을 고려하여 제3물질을 선별해야 한다. 발견된 제3물질이 주어진 시스템에서 <낮선>것이 되지 않기 위하여 그렇게 해야 한다.

2.2. 물-장 파괴 원칙에 따라 문제를 해결하기 위해서는 모순을 극복해야 한다 : <제3물질이 있거나 혹은 없어야 한다.> 그 때 제3물질은 망가지지 않을 것이고, 시스템의 비용을 상승시키지 않을 것이며, 기계의 작동을 파괴하지 않고 어떤 다른 혼란도 가져 오지 않을 것이다.

2.3. 2.1과 2.2를 고려하여 다음과 같은 방식으로 문제를 해결해야 한다. 유해 물-장을 파괴

하기 위하여 문제의 조건에 따라 주어진 물질들(B1 또는 B2) 중 하나로부터 변형된 어떤 제3물질을 시스템 안으로 충분히 도입해야 한다. 법칙 2.3.은 어떻게 모순을 극복해야 하는지 말해준다. : <제3물질이 있어야 함과 동시에 없어야 한다.>

사례 2. 광원복사기에서는 유리 대용으로 쓰이는 투명 플라스틱을 따라 도면도와 함께 투사지(透寫紙)가 움직인다. 투사지는 정전기가 통하게 되고 이 플라스틱에 달라붙는다. 어떻게 그렇게 되는 것일까? 움직이는 투사지와 유리대용 플라스틱 사이에 움직이지 않는(깨끗한) 투사지를 놓는다.

사례 2 해결책 분석 :

주어진 것 :

B1 – 투명 플라스틱(제품)

B2 – 도면도 투사지(도구)

Fel – 정전기(유해 작용). 유해 작용을 제거해야 한다

2.1원칙에 따라 문제를 해결하기 위해서 제3물질을 시스템으로 도입해야 한다. 제3물질 탐색은 2.3 원칙에 따라 이루어질 것이다.

2.3원칙에 따르면 B1 또는 B2를 변형시켜야 한다. 투사지가 투명 플라스틱보다 저렴하기 때문에 B2를 변형시키는 것이 더 용이하다.

변형된 이 투사지는 B1과 B2 사이에 위치해야 한다.

2.2원칙에 따라 투명 투사지를 시스템으로 도입하는 것으로 모순을 극복한다.

해결책 : 깨끗한 투사지의 정해진 양을 플라스틱 유리를 따라 <잡아 늘이고> 그 곳에 남겨 둔다. 정전기장의 작용 아래에서 전기가 통하면서 투명한 투사지는 플라스틱 유리(B1)로 달라붙는다. 그러나 이 때 광원복사기에 꼭 필요한 빛을 잘 통과시킬 것이다. 도면도 투사지는 이미 달라붙은 깨끗한 투사지를 따라 자유롭게 움직일 수 있을 것이다. 이 B2 덕택에 광전 복사기의 생산(복사) 과정은 이제 멈추지 않을 것이다.

해결책의 물-장 diagram을 기록해 보자. :

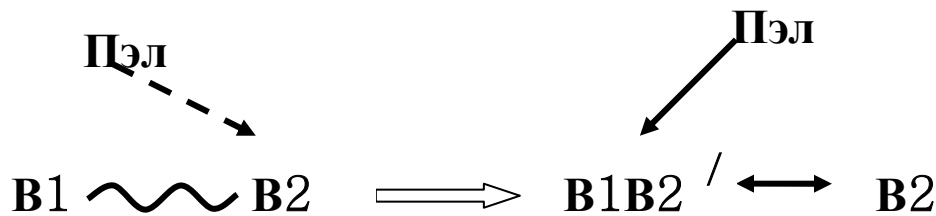
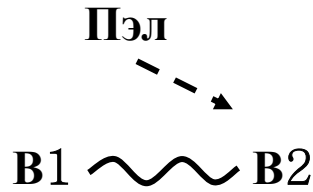
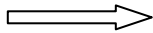


그림 2.7.

어디에서 :



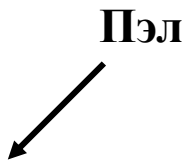
- 물질과 장 사이에 유해 작용이 주어졌다.



- <주어진> 것에서 <수용된> 것으로 넘어가자.

B1B2 /

- 플라스틱 유리와 그 유리에 달라 붙은 깨끗한 투사지(변형된 물질)



물질들 사이에서 마찰 결과 나타난 정전기장. 유용한 작용(달라붙은 깨끗한 투사지는 장의 유해 작용을 차단한다)

결론 1. 깨끗한 투사지가 장의 작용 하에서 플라스틱 유리로 달라붙는 덕분에 물질들 간의 유해 작용을 제거하는데 성공했고 이런 방식으로 문제의 조건을 실행하는데 성공했다.

결론 2. 사례2의 해결책을 분석하면서 ARIZ에 따른 분석과 같이 물-장 분석은 모순의 폭로와 제거에서 구성되었다는 사실을 확인할 수 있다.

질문 1. 이 문제에서 어떤 모순이 극복되었는가?

2. 정전기 장이 어떻게 발생하는지 설명해 보시오.

원칙 2.4. 만약 이전 원칙에 따라 물-장 파괴가 불가능하다면 복합 물-장으로 넘어가야 한다. 복합 물-장에서 첫째 장이 제3물질을 통해 또는 두 번째 장에 의해 직접적으로 <극복되어진다>.

사례 2a. 불이 들어있는 공구가 있다. 불을 용이하게 제거하기 위해서 사전에 액체를 안에 넣어 놓는다. 사용 후에 몸체를 가열하면 수증기가 스스로 작은 공을 밀어낸다.

사례2a 해결책 분석 :

주어진 것 :

B1 - 볼하우징(제품);

B2 - 작은 공(금속으로 만든 것, 금속의 경도를 연구해야 한다.);

Fmeh - 기계장(사용된 작은 공을 기구의 몸체로부터 제거하기 위해 적용된다.);

여러 가지 물질의 경도를 결정하기 위해 특수 기구가 존재한다. 이 기구는 작은 공(B2)과 경도를 연구해야 하는 물질의 모델을 몸체에 위치한 특수 베어링(B1)으로 밀어넣는 것에 근거를 두고 있다. 이 기구는 비싸다. 연구부서는 그러한 기구를 보통 하나만 구입할 수 있다. 그래서 여러 가지 금속들을 연구하기 위해 사용된 모델(작은 구의 형태로)을 주기적으로 바꾸어야 한다.

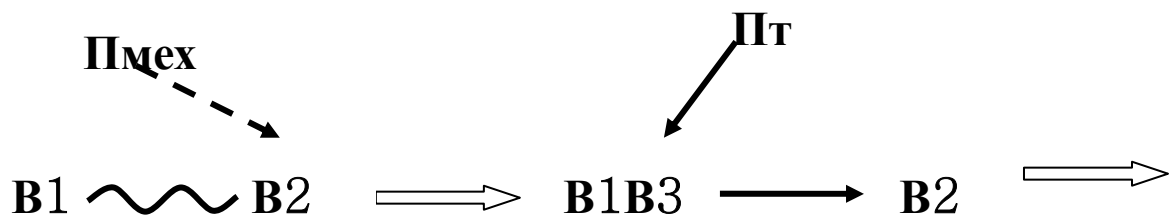
문제 : 이미 사용된 작은 공(B2)을 기계장의 도움으로 기구의 베어링(B1)에서 끄집어 내는 것은 복잡하다. 작은 공을 끄집어 내기 위해 새로운 방법을 제안해야 한다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 모순을 극복해야 한다는 것을 이미 알고 있다. : <제3물질은 존재하고 있음과 동시에 존재하지 않아야 한다.>(원칙 2.2) 그러나 원칙 2.1 은 시스템으로 나쁜 제3물질을 끌어 들여서는 안된다고 말하고 있다. 이러한 조건에서는 제3물질(B3)이 요구되는 작용을 실행(베어링으로부터 작은 공을 끄집어 내는 것)하기 위한 필요한 순간에만 나타나야 하고 그 다음에는 흔적없이 사라져야 한다(동화에서처럼)는 사실이 드러난다.

이상적 최종 결과를 만들어 보자 : 시스템을 복잡하게 하지 않고 유해 작용을 도입하지 않으면서 작은 공은 요구되는 작용, 즉 베어링에서 튀어나오는 것을 스스로 실행해야 한다.

해결책 : 이상적 최종 결과를 고려하여 모순을 극복하기 위해서 다음과 같은 방식으로 문제를 해결한다. 기구의 몸체로 작은 공(B2)을 압축하기 전까지 베어링(B1)에 액체를 주입한다. 작은 공에서 벗어나야 할 때 밀어 넣은 작은 공이 있는 베어링(B1)이 위치한 장소에서 기구 몸체를 가열한다. 열장의 작용 하에서 액체는 끓기 시작하고 수증기로 변한다. 수증기는 작은 공을 밀어낸다. 이 때 제3물질은 흔적없이 사라진다.(증발한다.)

해결책의 물-장을 기록해 보자.



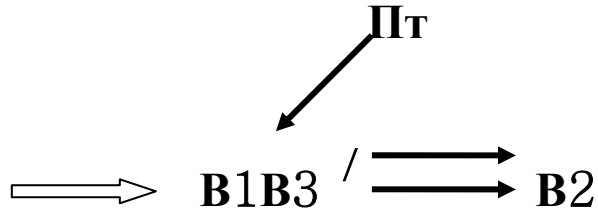
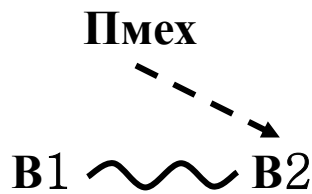


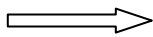
그림 2.8.

이러한 물-장을 연쇄 물-장이라 부른다. 즉, 하나에서 다른 것으로 건너가면서(마치 사슬고리처럼) 점차적으로 해결책을 얻는다.

어디에서 :



기구의 불하우징(B1)은 작은 공을 지탱하고 있다. 따라서 기계장에 의해 작은 공을 끄집어 내는 것은 복잡하다.



- <주어진 것>에서 <수용된 것>으로 넘어가보자. :

B3

- 액체 물방울(B1과 B2 사이에 위치) ;

B3 /

- 액체 가열시 얻어진 수증기

Πτ

- 기계장을 <극복하는> 열장



- 장의 작용 하에서 강화된 물질의 작용

문제해결의 연속성을 보여주기 위해 3개의 물-장 diagram을 구성해야 한다는 사실이 그림 2.8에서 드러난다.

1. 첫째 diagram에서 문제가 표시된다.

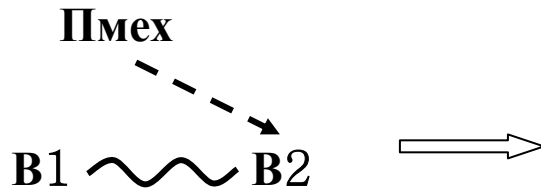


그림 2.9.

2. 두 번째 diagram에서는 액체 상태에서 제3물질(B3)을 기술 시스템으로 도입하는 표시가 있다. :

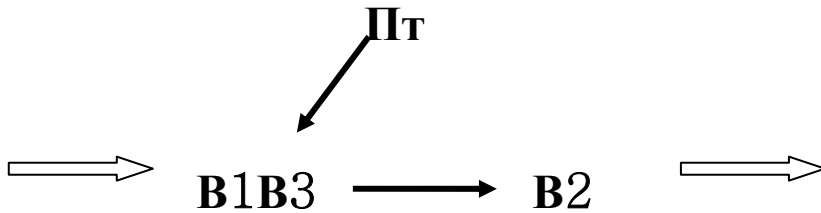


그림 2.10.

3. 세 번째 diagram에서는 제3물질(B3)이 액체에서 기체(B3)로 변하고 그래서 요구된 작용을 실행한다. 즉 베어링(B1)에서 작은 공(B2)을 밀어내는 것이다.

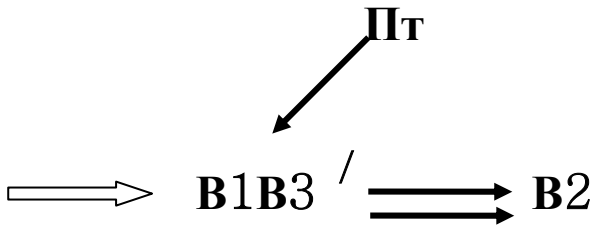


그림 2.11.

요구된 조건은 실행되었다. 그러나 비록 해결책의 구성이 같을 지라도 이제 해결책은 동화같이 여겨진다. 작은 공은 베어링에서 스스로 튀어 나왔고 제3물질은 흔적도 없이 사라졌다.

결론 : 문제를 해결할 때 모순이 극복되었다. : <제3물질은 존재해야 하지만 동시에 존재하

지 않아야 한다.> 세 번째 물-장 diagram(그림 2.11)에서 열장은 기계장을 극복했다는 사실, 즉 열장이 기계장보다 강하다는 사실이 드러난다. 이 때 기구의 베어링은 이미 작은 공을 지탱할 수 없다. 그래서 작은 공은 수증기의 작용 하에서 스스로 쉽게 튀어 나오는 것이다.

수증기는 열장에 의해 형성된 내부 기계장의 도움으로 작은 공을 밀어낸다는 사실을 상기해야 한다. 액체가 끓기 시작하여 수증기로 변할 때 폭발 효과가 발생한다. 폭발 효과시 수증기는 외부 폭발을 시도하면서 발생한 힘, 즉 내부 기계장에 의해 모든 방향으로 압력을 가한다. 이 기계장은 수증기를 빼내기 위해 기구의 베어링으로부터 작은 공을 밀어내는 아주 강한 내부 장을 발생시킨다.

이 내부 장은 물-장 diagram에서 보여줄 필요는 없다.

내부장은 짧은 시간동안 시스템 내부에서 발생한다. 따라서 물-장 diagram을 복잡하게 하지 않고 혼란을 일으키지 않기 위해 이 내부장을 보통 보여주지 않는다.

질문 : 1. 물은 몇 가지 상태, 즉 액체, 고체, 기체 그리고 결정체를 가진다는 사실은 물리학에서 이미 알려져 있다.

2. 언제 그리고 어디에서 이러한 물의 특성을 만나게 되는가?

원칙 3. 물-장 시스템은 물질(도구) 중 하나의 물질의 분산도 등급 확장에 대한 경향을 가진다.

사례 3. 액체 펌핑에서 분리도구는 연속적으로 수송해야 하지만 작은 조각(펠릿이나 구) 형태로 수행한다.

사례 3에 대해

(<제 4부 표준해>에서 class2의 표준해 2.2.2 를 볼 것, 자세한 설명은 <해설>부분을 참고하십시오)

해결책의 물-장 diagram :

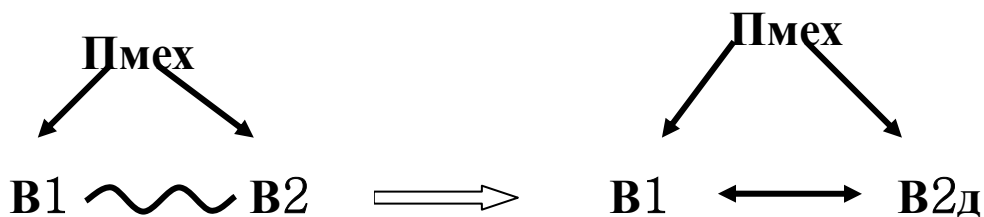


그림 2.12.

어디에서 :

B1- 액체;

B2- 액체 분리도구;

Πmeh - 액체와 분리도구를 움직이는 장 ;

Bd.2 - 액체 분리도구의 분산도(심하게 잘게 부수는 것)의 확대;

원칙 4. 물-장 시스템은 열장, 기계장 그리고 다른 장을 전자기 장으로 교체하는 경향을 가지고 있다.

원칙 4에 대해(<Standard>부에서 class 2의 Standard 2.4.2를 볼 것)

기술 시스템을 더 잘 조절하기 위해서는 조절이 힘든 장들 (기계장, 열장, 중력장, 음향장)을 조절 가능한 다른 장들(자기장, 전자기장)로 교체해야 한다.

만약 기술 시스템에 자기 특성을 가진 물질이 없다면 그러한 물질을 도입해야 한다.

물-장 diagram의 예 :

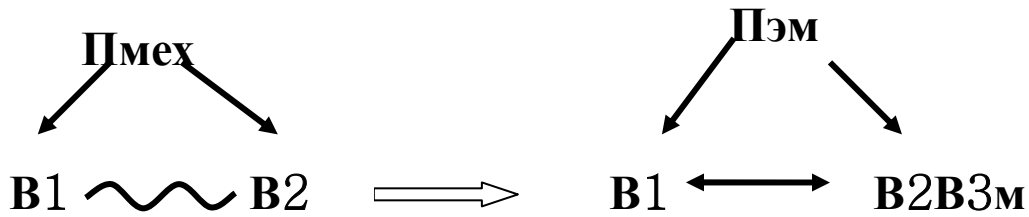


그림 2.13.

원칙 5. 물-장 시스템은 제 2 물질을 독립적인 물-장으로 발전시키기 위한 경향을 가지고 있다. 그러한 물-장을 연쇄 물-장이라 부른다.

물-장 diagram의 예 :

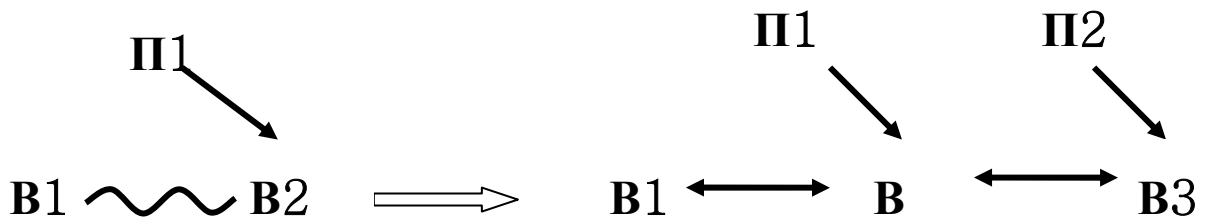


그림 2.14.

사례 5. 압연 두께의 작은 편차(1/100 밀리미터)로 조절을 위해 롤러의 물질에 누르기도 하고 열기도 할 수 있는 전자기 장(자기 신축 효과)과 작용하는 물질(직접 또는 세 번째 물질을 통해)이 도입된다.

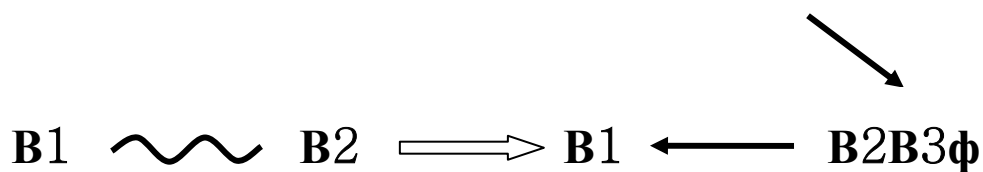


그림 2.15.

원칙 6. 물-장 시스템은 강자성 물-장, 즉 미세하게 분산된 철자기 입자의 형태에서 제2물

질과 자기장을 가진 물-장으로 이동하려는 경향을 가진다.

사례 6. 어떻게 달걀에 붙은 얼룩 세척을 자동화 시킬 수 있을까? 달걀은 회전하는 자기장에서 강자성체를 띤 입자(분말)의 소용돌이 흐름에 의해 세척된다.

사례 6 해결책의 분석

주어진 것 :

B1 - 달걀

B2 - 달걀에 붙은 얼룩

Pmech - 달걀의 얼룩을 세척하기 위한 기계장

문제 : 기계장에 의해 달걀의 얼룩을 세척하는 것은 복잡하고 오래 걸린다. 기계장은 조절을 잘 하지 못한다.

달걀 얼룩 세척의 속도를 증가시키기 위한 방법을 제안해야 한다.

모순 : 달걀 세척을 위한 장은 잘 세척하기 위해 강해야 하며 동시에 껍질을 깨지 않기 위해 강해서는 안 된다.

문제에는 조절이 잘 되지 않는 장(Pmech)이 주어졌다. 이러한 장은 조절이 잘 되는 장, 예를 들면 전자기장(Pem)으로 교체할 수 있다는 사실을 원칙 4는 알려준다.

달걀의 얼룩을 세척해야 하는 필요한 순간에만 나타나야 하는 제3의 물질(B3)을 시스템으로 도입해야 한다. 그리고 이 물질(B3)은 달걀이 깨끗해졌을 때 사라져야 한다. 이 물질(B3)에 있어서 필수 조건은 전자기장에서 반응하기 위해 자기성을 가지고 있어야 한다는 것이다.

해결책 : 달걀을 기계 컨테이너에 넣는다.(그러나 철은 함유하지 않고 있다.) 달걀 위에 철자기 분말(자기장 조절을 잘 하는 철가루)을 뿌린다. 그 다음에 컨테이너에 일반적이지 않은 구조화된 전자기장을 공급한다. 이 장(Pem)에 특수 장치에 의해 와전류(장에 일정한 구조를 발생시킨다)를 발생시키는 특성을 더한다. 철자기 분말(B3f)은 구조화된 전자기장의 작용 하에서 회전하면서 달걀의 얼룩을 세척한다.

해결책의 물-장 diagram을 기록해 보자.

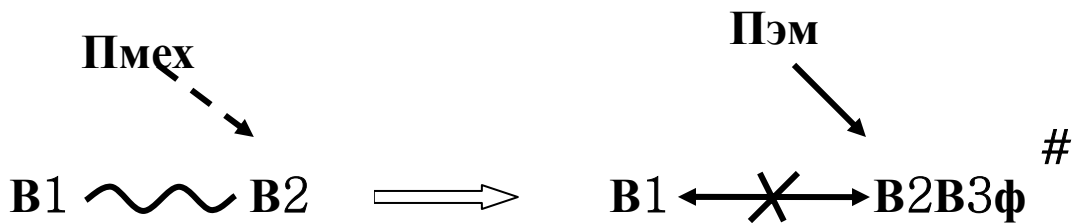
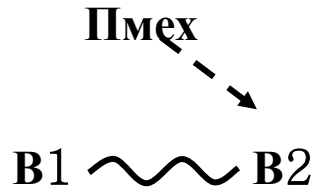
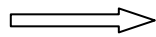


그림 2.16.

어디에서 :



- 문제에 대한 지시가 주어졌다.
- 얼룩(B2)은 달걀(B1)에 달라 붙는다. 얼룩과 달걀 사이의 상호작용은 유해하다. 그러나 기계장(Pmech)은 달걀의 얼룩을 빨리 잘 세척할 수 없다.(장과 얼룩 사이에 있는 관계는 불충분하고 나쁘다.)



- <주어진 것>에서 <받아진 것>으로 넘어 가보자.

B3φ #

- 철기기 브마이 그석되었고 회전한다.

Πэм #

- 구조화된 전자기장이 회전한다.(와전자기장)



- 달걀과 얼룩 사이의 상호 작용이 중지된 것을 표시(달걀의 얼룩은 세척되었다.)

그러한 세척 동안 내부 장이 만들어 진다. 이것은 내부 기계장과 회전장이다. 이 장들은 시스템의 내부에 위치하고 있다. 그래서 물-장 diagram에 이들을 나타낼 필요는 없다.

결론 : 전자기장의 작용 하에서 철입자는 달걀과 접촉하면서 강한 회전 시에 달걀에서 얼룩을 벗겨낸다.(내부 기계장에 의해) 달걀에서 철분말을 제거해야 할 때 전자기 장의 구조를 바꾼다. 얼룩과 제3물질 없이 컨테이너에서 깨끗한 달걀을 꺼낼 수 있다.

질문 : 무엇을 위해 제3물질을 도입해야 하는지 설명하십시오. 제3물질의 특성을 묘사하고 극복된 모순을 설명하십시오.

원칙 7. 어떤 장을 물질에 의해 다른 장으로 재형성하는 것 또한 물-장의 형태로 기록된다. 게다가 필요한 물리적 효과의 명칭은 들어오고 나갈 때 장들의 단순한 결합으로 얻게 된다. 예를 들면 자기-광학, 열전기, 자기유체 역학 등.

원칙 7에 대해서

예:

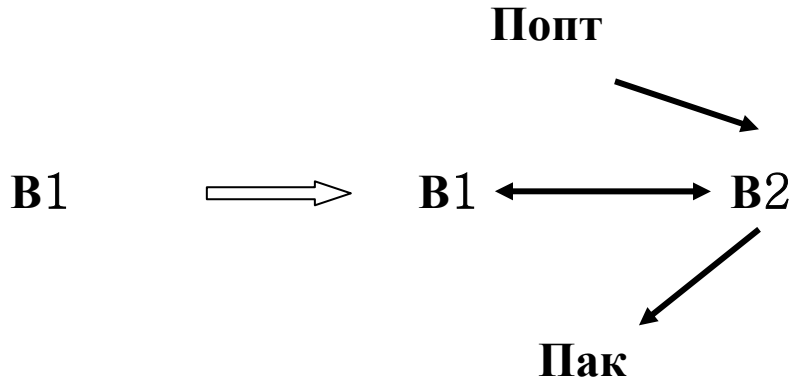


그림 2.17. 광학-음향 효과

원칙 8. 공간 구조는 물-장 관계의 고리로 전달된다. 그래서 어떤 구조의 제품(제 1 물질)을 첨가하기 위해서는 장 또는 제 2 물질이 이 구조를 가지는 것으로도 충분하다.(그림 2.16 을 볼 것)

물-장 분석의 원칙은 기술 시스템 발전의 더 보편적인 법칙들과 비교해 볼 때 공간 구조 관계의 고리를 현저하게 구체화시키면서 기술 시스템 발전의 고유한 경향을 실제적으로 반영한다. 그래서 물-장 분석은 기술 발명에 관한 문제를 해결하기 위해 매우 자주 적용된다. 이 외에 물-장 모델은 물리적 효과를 이용할 때(3 부<물리적 효과> 볼 것)와 문제를 창조적으로 해결할 때 Standard 발생을 위해 고려되어진다.

문제를 해결할 때 물-장 모델은 diagram 형식으로 제시되는 것이 바람직하다. 앞서 언급된 물-장 분석 원칙에 대한 제시는 그림으로 보여졌다.

사례 3 과 5 는 해설 부분에서 자세하게 다루어질 것이다

2.2. 물-장 분석을 이용한 예제 연구

예제 2.1. 기업의 내부 소비를 위한 타이프 라이터 제품의 복사가 복잡한 문제였던 것은 그리 오래 전 일이 아니다. 보통 이 목적을 위해 광원(光源)복사기가 사용되었다 그러나 그 복사기 사용의 복잡성은 눈에 뻘히 보였다: 강력한 빛(석영 램프)의 원천이 필요하다. 상(像)의 출현은 아세톤의 도움으로 이루어지고(이것은 사람에게 해롭고 복잡하다), 태양 광선의 직접적 노출로부터 특수지를 꼼꼼하게 보호해야 한다.

물-장 분석의 원칙을 이용하여 복사의 더 편리한 방법에 대한 발전 경로를 보이시오.

해결책. 광원 복사기의 과정은 전형적인 물-장 시스템이다. 시스템을 좀 더 효과적으로 해야 할 필요가 있다. 물-장 분석의 규칙은 시스템의 효율성을 높이기 위해 몇 가지 방법을 제안한다. 그러나 결코 이 모든 방법이 이 구체적인 경우에 효력을 보이는 것은 아니다. 그래서 예를 들면 물질-도구의 분산도의 등급을 상승시키는 것은 어렵다. 이를 위해 빛의 광자(光子)-양자(量子)보다 더 작은 기구를 사용해야 한다. 그 대신에 좋은 결과는 다른

경향을 사용하게 한다. : 물-장의 강자성 물질-장으로의 이동. 이 규칙에 의거하여 광학장은 자기장으로, 광학장에 대해 반응하는 물질은 자기장에 대해 민감한 물질로 교체해야 한다.

묘사된 원칙에서 작동하는 기구는 <3M>사에서 연구되었다. 새로운 방법의 탁월성은 명백하다. : 상의 출현에서의 필연성이 떨어져 나간다.(상은 노출 과정에서 즉시 나타난다.) 자기에 민감한 종이는 빛으로 인해 쓰지 못하게 되지 않으며, 오류를 첨가하기 위해 충분한 힘을 가진 자기장은 보통 실무 서류에서의 사용과 보관 장소에서 부재한다.

예제 2.2. 채널이 많은 라디오는 많은 긍정적인 면과 함께 중요한 단점을 가진다. 기본적인 주파수를 구성하는 채널로 나눌 때 각각의 새로운 주파수를 안정시키는 것이 어렵고 기구가 좋지 못하다. 무엇을 해야 하는가?

해결책 무엇을 위하여 채널이 많은 라디오가 작동하는가? 무선신호 전달 과정의 질적인 향상을 위해서이다. 게다가 향상의 방법은 물-장 분석의 추천과 일치한다. 시스템 요소의 하나는(반송 주파수) 분산도의 등급을 확대시킨다. 그러나 시스템의 한 부분의 향상은 전체적으로 시스템 발전을 불균형에 이르게 했다. 만약 이전에 주파수 세대를 거친 후 즉시 이루어진 주파수의 안정화가 상대적으로 단순한 일이었다면 지금은 향상의 결과로서 쇠퇴가 일어났다. 모순은 시스템 수준의 평준화로 제거된다.: 시스템 다른 부분의 미세화 정도 변화 실제로 이것은 채널이 많은 라디오 진동의 각각의 안정화를 확보하기 위한 방법으로 실현된다. 이렇게 <Press Radio>사는 연합 고주파수 라디오에서 작동하는 10 개의 채널 중 각각의 주파수를 개별적인 수정 안정장치로 안정화시켰다.

예제 2.3. 물 표면으로부터 석유 제품을 제거하기 위해 건축의 단열 기구와 방음 기구로서 사용되는 기포 플라스틱 <플라스타포르>가 이용되어진다. 이 때 물 표면에 남아 있으면서 <플라스타포르>는 석유 제품을 흡수한다. 그러나 <플라스타포르>의 조각은 석유 제품이 전혀 스며들지 않고 내부에 남아 있는 공기를 혼합한다. 무엇을 할 것인가?

해결책 문제는 효율적인 물-장 모델의 향상(상승)에 관한 것이다. 이전의 문제에서와 같이 좋은 결과(최소한의 소비일 때)는 물질-도구의 분산도 등급을 확대시킨다.

슈베츠(독일)에 있는 석유화학 공장 전문가들의 자료에 따르면, 1~6 mm 크기까지 분쇄된 <플라스타포르>는 3~5 분 내에 물의 표면으로부터 90%의 여러 가지 석유 제품을 제거한다. 이 때에 물질-도구는 실제로 남김없이 사용된다.

동시에 새로운 문제가 발생한다. 석유 제품으로부터 물을 정제하기 위해 어떻게 반복적으로 <플라스타포르>를 사용해야 하는가? 현재 물질은 한번만 작용한다. 석유가 스며든 다음 연소된다. 이 경우에서 물-장 분석의 규칙은 잘 작용하고 있는 것으로 확인된다. 물질-도구의 분산도 등급을 좀더 확대시키고 게다가 물-장을 강자성 물질-장으로 이동시켜야 한다. 기공이 많은 모세 혈관 물질은 철가루가 포함된 플라스틱의 작은 입자를 형성해야 한다. 이 모든 시스템은 고유한 불변의 자기장과 함께 보존된다. 석유제품이 채집된 후, 자기장이 제거되면 육아(肉芽)는 분말 속으로 흩어지고 유지 효과는 사라지며

석유는 불필요해진다. 그리고 새로운 문제가 발생한다 어떻게 빈번하게 반복적으로 새로운 재료를 이용할 것인가.

이러한 문제는 해결되어질 수 있으며 물리적 효과와 현상을 이용했다.

예제 2.4. 개방된 우주라는 조건에서 보통의 사진기는 사진촬영 작동이 좋지 못하다.: 그 사진기에 적용되는 도포제는 승화되어 대물렌즈에 가라앉는다. 게다가 포커스 거리의 조절은 나빠진다 어째서 그럴까? 어떤 새로운 방법을 제안할 수 있을까?

해결책. 문제의 공식은 전형적이다. 그래서 만족스럽지 못하다. 조건은 항상 기술 시스템 발전 법칙과 상응하여 확인되어야 한다. 이 경우에 있어서 규칙은 사진기의 도포제가 대체적으로 존재하지 않아야 한다는 사실을 살짝 말해준다. 지구와 우주의 정상적인 조건에서 유용한 사진기는 두 가지 부정적인 특성을 가지며 어떤 긍정적인 특성도 가지고 있지 않다. 그래서 문제는 새로운 형태를 얻게 된다. 예를 들면 도포제 없이 사진기의 대물렌즈 초점 거리를 조절하는 방법. 이 경우에서 물-장은 두 가지 물질로 이루어져 있다. 이 두 물질 가운데에는 기계장(field)때문에 유해한 상호작용이 발생한다.(작업의 정확성은 현저하게 떨어진다.) 물-장 분석은 그러한 시스템을 위해 상호작용이 잘 되지 않는 두 개의 물질 사이로 주어진 한 개 또는 두 개 물질의 변형인 제 3의 물질을 끌어오는 것을 추천한다.

<Adaen'e>사(프랑스)는 우주 연구를 위한 카메라를 연구했다(이 규칙과 완전한 일치함으로). 이 카메라에는 모든 슬라이딩(sliding) 베어링은 볼(ball) 베어링으로 교체되었다. 여기에서 볼(ball)은 해로운 상호작용을 제거하는 사진기의 변형된 접촉부분이다.

예제 2.5. 실험은 지상에 드문 몇 개의 원소들을 적용하면서 전통적인 것보다 훨씬 뛰어난 특성을 가진 새로운 자기 원료를 개발할 수 있다(같은 무게일 때)는 것을 보여준다. 방법 실현의 최대 복잡성은 이 때 새로운 원료로부터 필수 형태를 자기를 얻어내는 것이다. 예를 들면 다음 주물의 용해는 적합하지 않다. 이것은 원료의 자기성을 되돌릴 수 없도록 손상시킨다. 어떤 방법을 제시할 수 있는가?

해결책 우리에게는 철자기 물질이 존재하는 물질-장 다이어그램(diagram)이 있다. 그러나 이 물질-장을 강자성 물질-장으로 이동시키는 것은 통찰력이 있는 이상적 해결책이 아니다. 여기에서는 미세화 정도 증가법칙이 잘 적용된다.(법칙 2.2에서 파생된 규칙이다.)

자기 원료를 자동력이 없는 대기에서 분말상의 상태까지 갈아 부순다. 그 다음에는 필수 형태의 자기로 압축한다.(스위스 <Brown Boverly>사에서 이 방법을 연구했고 정착화시켰다.)

예제 2.6. 작동 과정에서 작은 톱니 전달 장치의 톱니는 닳아서 없어지고 가장 부적합한 순간에 쓸모없이 될 수 있다. 그래서 전달 기구 장치의 톱니의 상태를 조절하기 위해 이따금 분해하여 검사한다. 이를 위해 자주 기계를 오랫동안 멈추어야 한다. 이것은 항상 허용되는 것이 아니며 바람직하지 못하다.

어떻게 조절 방법을 바꿀 수 있을까?

해결책 문제 2.4 해결에서와 같이 기술 시스템 발전 법칙의 도움으로 조건을 사전에 정확하게 정의해야 한다. 이 외에 만약 이전의 문제가 시스템 변경에 대한 문제였다면 이 사례는 측정에 대한 문제라는 것을 고려해야 한다. 이상적인 측정 시스템을 개발해야 할 필요가 생겼다. 이상적인 시스템은 없지만 이 시스템의 기능은 수행되고 있다. 이 경우에서 측정되어지는 시스템은 스스로 측정의 중요한 부분을 수행해야 한다.

물질-장 분석은 기술 시스템에 나타나는 몇 개의 장(field)이 필수 정보를 전달운반해야 한다는 사실을 시사한다. 이러한 전달계통(장치)은 기계에서 보통의 소음인 기계장(field)이 될 수 있다. 이 소음의 특성에 따라 전문가(또는 컴퓨터)는 시스템에서 일어날 수 있는 고장에 대해서 판단한다. 이 방법의 가장 중요한 탁월한 점은 임의의 파라미터(변수) 측정이 기계를 정지시키지 않고 이루어진다는 것이다. 이러한 방식은 <Philadelphia gear cooperation>의 전문가들이 부분적으로 사용하고 있다.

예제 2.7. 겨울잠을 준비하면서 박쥐는 자신의 신체조직에 브롬화염 함유를 감소시킨다. 이 결과 간질병 발작과 유사한 상태에 이른다. 물질-장 분석관점에서 이 상황을 연구해보시오.

해결책 전형적인 완전한 물질-장이 존재한다. 화학 상호 작용의 장(field)을 통한 물질-도구는 다른 물질-오르가니즘의 상태를 변화시킨다. 도구를 조절하는 높은 등급을 체크해야 한다. 이 등급의 양은 필요 정도에 따라 조절된다. 만약 박쥐를 깨운다면 박쥐는 쉽게 의식이 깨어 움직이고 새롭고 조용한 장소를 찾을 것이다. 그리고 다시 잠이 들 것이다.

알려진대로 브롬화염을 함유한 약제는 사람을 치료하기 위한 목적으로 널리 이용되어지고 있다. 그러나 이 경우에서 피조종성 등급은 더 낮다. 약의 복용량이 결코 항상 가장 적당한 것으로 존재하는 것은 아니다.

신체조직에 약제를 투여하기 위하여 생화학적 방법에 대해 생각해야 할 필요성, 즉 물리적(또는 화학적) 효과들을 적용하면서 문제를 해결할 필요성이 있다는 것은 분명하다.

예제 2.8. 최근에 air cushion(공압 완충 장치)이 있는 철도 교통이 아주 크게 확산되었다. 물-장 분석 원칙을 이용하여 이러한 장치를 위한 엔진 발전의 방향을 예측해 보시오.

해결책 <Tracked hovercraft>사에 의해 연구된 프로젝트는 이 문제를 페폴 시스템으로 이동시키는 방법으로 해결한다. Air cushion 에 있는 차량들은 리니어 모터를 공급 받는다.

그러나 다른 방향, 즉 차량의 유지와 똑같은 장(field)-기계장의 이동을 위한 사용이 더 나은 것 같다. 다른 측면에서는 자기장이 기계장보다 더 제어된다. 따라서 자기 연결 고리에서 리니어 모터를 가진 차량을 연구하는 것이 적합하다.

다음 분석을 진행시킬 수 있고 이동 방법과 차량의 연결고리와 상호관계뿐 아니라 특수 포장을 한 교통의 발전도 추적할 수 있다. 게다가 이 문제를 해결하면서 처음에는 기술 시스템 발전 법칙의 관점에서 상황을 검토해야 한다.

예제 2.9 비타민 C 는 신체조직에서 콜레스테롤을 제거할 수 있다. 그리고 심장 발작의 예방부분에서 큰 역할을 한다.

물질-장 분석의 관점에서 상황을 검토해 보시오.

해결책 문제는(문제 2.7.에서와 같이) 피조종성에 있다. 임의의 비타민을 다량으로 섭취하는 것은 바람직하지 못하고 심지어 위험하기까지 하다. 동시에 유기체에는(예방을 위해) 항상 이 물질의 필요한 양만 존재해야 한다. 창조적인 문제 해결에 있어서 상황은 평범하다. 그리고 이 상황은 발생한 모순의 평범한 극복을 규정한다. 최상의 조건은 물질의 최대 가능한 양을 설정하고 잉여량은 제거하는데 있다. (4 부 Standard 참고) 잉여량은 스스로 사라져야 한다는 법칙 2.5 을 상기해 보자. 문제가 발생한다: 환자는 지속적으로 알약을 삼켜야 한다. 그러나 유기체에서 비타민 함유는 일정한 양을 넘겨서는 안 된다. 여기에서 평범한 방법은 물-장을 완성하는 것이다. 물질(과잉 비타민)은 어떤 제 2 물질의 시스템으로 첨가시에 발생하는 장(field)에 의해 제거된다. 게다가 물질의 효력이 즉시라기 보다 필요 정도에 따라서만 발생하도록 하기 위해 물질에는 충분한 미세화 정도가 존재해야 하는 것이 분명하다.

이 해결책의 실행은 부분적으로 덴마크 제약 회사들에 의해 정착되었다. 다량 복용에 있어서 원하지 않는 효과를 불러 일으킬 수 있는 약품의 각각의 알약에 구토를 일으키는 소액의 약제를 첨가한다. 이 약제의 <위험 복용량>은 3-5 알(염기성 약품에 따라서) 사이에 할당된다. 이러한 알약은 의사의 권고없이 무제한의 양으로 먹을 수 있다. 유기체는 오직 필요한 양만 받아들일 것이다.

예제 2.10. 먹구름의 전기장(미국 국립 해양 대기 연구소 연구자들의 연구가 보여 주었듯이)은 일정한 양까지는 증대되지만 그 다음에는 약해진다. 물-장 분석을 기반으로 전압 약화 과정의 속도를 증대시킬 수 있는 방법을 제시해 보시오.

해결책 물질-장의 일반적인 완성 구조는 좋은 효과를 가져다 준다. 높은 전압을 가진 장(field)을 낮은 전압을 가진 장으로 이동시키는 물질을 첨가해야 한다. 단순한 물리적 견해는(3 부 물리적 효과 참고) 구름과 부딪힐 때 물질은 자유로운 전하를 가져야 한다는 것을 말해 준다. 원소들의 이온과 금속은 이러한 요구를 충족시킨다.

실험은 위에 언급한 연구소의 연구자들이 시행했던 금속이 함유된 강화된 섬유 나일론을 먹구름에 «흩뿌리는 것»은 먹구름의 전기장 약화를 약 5 배 정도 빠르게 한다는 것을 보여주었다.

예제 2.11. 정맥 내에 주사하는 것은 종종 환자의 생명을 살리지만 일련의 염증 반응을 불러 일으키기도 한다. 생물학적 결합과 바이러스 감염의 해로운 효과를 전부 제거하는 데는 성공했지만 모든 염증은 아직 남아있다고 가정해보자. 무엇을 제안할 수 있는가?

해결책 기술 시스템 물질-장 작용의 효율성을 높여야 한다 이 경우에는 폐포 시스템에 향한 이동이 부적합하기 때문에 다른 방법을 사용해 보자. 물질-도구를 더 미세화된 상태로 옮기는 것이다. 바꾸어 말하면 정맥 내로 주입하기 전에 용액을 여과하는 것이다.

이러한 제안이 바로 물-장 분석 원칙에서 흘러나온다. 그러나 이것은 아직 확실한 것을 의미하지 않는다. 최근까지 그러한 여과는 이루어지지 않았다. 다른 한편에서는 정맥 내의 주입을 해야 했던 약 50%의 환자들에게는 위험한 합병증이 발생한다.

Kentucky 주립대학(미국) 의료 센터의 자료에 따르면 용액의 사전 여과는 합병증의 양을 20%까지 감소시킨다.

예제 2.12 회전하는 부품의 원통 크기 변화를 빠르고 정확하게 측정해야 한다. 이러한 측정을 하는 여러 가지 방법이 알려져 있다.

이 방법들의 물질-장 모델을 제시하고 평가하시오(우월성의 관점에서)

해결책 이론 부분에서 이미 보여 주었던 것처럼 물-장 분석에 의해 문제를 연구할 때는 시스템의 물-장 모델을 그래프 형식으로 제시하는 것이 바람직하다. 특히 이것은 구조의 복잡한 경우, 예를 들면 복합적인 물-장, 사슬 물-장에 관련된다. 이 문제를 위해서는 측정에서 복합적인(complex) 물-장으로 시스템을 이동하는 것이 바람직하고 분산도의 아주 높은 등급을 가진 도구를 응용하는 것이 자연스럽다. 문제는 장(field)의 작용을 도움으로 측정하는 것에 관한 것임을 쉽게 이해할 수 있다.

<K. E. Medi>(Karlsruhe, 독일)회사가 접촉 불가능한 크기와 회전하는 부품의 원통을 측정하기 위한 전자 마이크로미터(micrometer)를 연구했다. 마이크로미터(micrometer) 효력의 정전용량 원칙덕분에 측정은 정확도가 높다.⁶

인용된 해결책은 부분적으로 물-장 시스템의 일반적인 경향을 보여준다. 시스템의 다음 개선을 위한 발전의 높은 수준에서 물리적 효과와 현상을 적용하는 것이 꼭 필요하다 이 물리적 효과와 현상은 창의적 문제 해결에 있어서 Standard 의 개발 부분에서 나타났다. 따라서 이 장에서는 언급하지 않을 것이다.

예제 2.13 많은 육중한 도구들에서는 볼트로 조여서 결합하는 것이 자주 사용된다. 작동 과정에서 볼트들은 상당히 빨리 느슨해진다. 이 볼트들을 꼭 조여야 한다. 이를 위해 손이 닿는 장소와 열쇠를 위한 장소를 제품의 아름다운 디자인을 위해 제품 뒤에 남겨둔다. 무엇을 해야 하는가?

해결책 작업 과정에서 파괴되는 유용한 물-장(볼트-너트-기계장)이 있다. 해로운 작용은 물-장의 자체적인 방법에 의해 제거될 필요가 있다. 이 경우에서는 도구를 부수는 것이 적합하다.(이중 너트는 해결의 평범한 방법이다.) 보통 적합한 답으로 제안되는 고정너트 또한 문제를 완전히 해결하지 못한다.

기계장이 자기와 함께 작용되는 강자성 물질-장 모델을 적용하는 것이 낫다. 체결 보강용 부품의 자력에 의한 연결 상태가 일정하지 않게 조절되는 힘을 가진 방법은 흥미롭다.

예제 2.14. 자동차 구조, 특히 항공기 구조에서 저절로 나사가 풀리는 것으로부터 체결 보강용 부품을 보호해야 한다 이를 위해 볼트용 특수 덮개를 만들고 다른 색깔로 착색하게 한다. 그러나 이런 노력이 항상 희망적인 결과를 주는 것은 아니다. 가능한 한(물-장 분석의 도움으로) 더 희망적인 방법을 제시할 필요가 있다.

⁶ 두 개의 대전판 사이에 어떤 물체를 집어넣으면 거리에 비례해서 정전용량이 변화한다.

해결책 만약 이전의 문제에서 문제가 대체로 체결 보강용 부품의 전망이 밝은 발전에 관한 것이었다면 이 경우에는 존재하는 시스템을 개선만이라도 쉽게 해야만 한다.

왜 저절로 나사가 풀리는 일이 발생하는가? 보통 실수 때문이다 다량의 볼트와 쉽게 이 볼트를 푸는(쉽게 상호작용하는) 스패너가 있다. 전형적인 물-장이 존재한다. 이 물-장의 물질들 사이에는 가끔 해로운 작용이 발생한다. 그리고 이 작용을 유용한 작용과 구별하는 것은 아주 복잡하다. 물질-장 분석의 원칙은 어떻게 해로운 물-장을 파괴시키는지 정확하게 가르쳐 준다. 그러나 법칙 2.5 는 이상성(ideality)를 요구한다. : 스패너 또는 드라이버는 사람이 실수로 다른 나사를 저절로 풀리도록 해서는 안된다.

이 요구는 나사의 비표준 머리와 적당하게 비표준적인(삼각형, 사방형) 스패너에서 실현되었다. 이 나사의 머리와 스패너는 자동차의 가격을 어느 정도 상승시키지만, 대신에 무력하게 만들거나 많은 실수를 만드는 방해 요인들로부터 중요한 보호장치를 형성한다.

예제 2.15. 원료에 기계 전압의 분배와 크기를 정의하는 방법론이 제시되었다. 미세하게 나누어진 광선을 주어진 지점에서 기계 전압에 의해서 정해진 각도로 방향을 바꾸는 특수 에폭시 수지 복제품이 생산되고 있다. 발생하는 밝고 어두운 선의 무늬에 따라 전압의 크기와 분배를 쉽게 판단할 수 있다. 이 방법(독일 쾰른의 헤링 과학연구소에서 원료내구성을 연구했다)은 충분히 단순하고 편리하다. 그러나 많은 경우에 있어서 또한 제품의 작업 시간동안 직접적으로 부산물의 분배와 크기를 조절해야 한다. 어떻게 이 문제를 해결할 것인가?

해결책 원형으로 취한 방법이 좋을수록 방법의 좋은 개선을 더 쉽게 얻을 수 있다. 이 경우에는 물리적 효과 모델이 훌륭하게 작용한다. 모델을 위해 작용한다. 실제적인 제품으로의 이동을 위해 물-장 diagram(제품-수지-빛)을 구성하고 이 diagram 을 완전한 하나로 결합시켜야 한다.

실제로 제품은 에폭시 수지의 얇은 층으로 덮이고 작동시 분극화된 빛으로 제품을 비춘다. 제품 전압 특성의 변화는 빠르게(또는 동시에) 덮일 때 적당한 변화를 불러 일으킬 것이다. 따라서 빛의 분극화 각도를 바꿀 것이다. 이런 방식으로 어떤 기계의 작업을 방해하지 않고 연속적으로 기계의 상태를 조절하고, 부품에게 위험한 기계 부산물이 발생할 만한 부품을 제때 교체할 수 있다.

빠르게 회전하는 부품을 위해 측정하는 것은(물리적 효과의 도움으로) 흥미로운 일이다. 그러한 경우에는 어떻게 전압 분배도를 관찰할 수 있을까?

2.3. 스스로 해결을 위한 문제

예제 2. 16 <Willing-Pittsburgh steel cooperation>사는 양면에 사전에 Emulsion 이 도포되는 강철을 생산한다. 0.6mm 두께의 도포층은(유화된 기름과 비누의 결합)은 용접을 방해하지 않고 건조시에 몇 달동안은 신축성을 유지한다. 프레스로 찍어내는 제품의 제조시 이러한 강철의 우수성을 평가하시오(물질-장 분석의 관점에서).

방법론의 다음 발전을 예측해 보시오.

예제 2.17 보통의 기포 플라스틱에서 기공은 거품을 일으키는 물질의 가스에 의해 형성된

다. 그러나 특히 기포 플라스틱이 물속에서 작용되어야 할 때 원료 내부의 진공은 바람직하지 못한 현상이다. 무엇을 해결해야 하는가?

예제 2.18 스웨덴의 <SAAB>사는 지면 침전의 결과 하강하는 가옥의 기초 상승을 위한 단순하고 저렴한 방법론을 연구했다. 공기를 넣고 빠는 공압작기가 사용되어진다. 각각의 공압작기는 30 분 동안 5-6cm 당 20 톤이 상승한다. (이 방법론에 근거하여) 토대의 위치를 자동적으로 수정 가능하게 하는 상승의 새로운 방법을 제시해 보시오.

예제 2.19 수 많은 직업에 종사하는 사람들(배우, 조종사...)에게 있어서 안경 대신에 콘택트 렌즈는 필수적이다. 그러나 보통의 유리 콘택트 렌즈는 장시간 착용시 각막의 탈수 현상을 일으키고 눈과 공기 사이의 정상적인 가스대사를 방해한다.

예제 2.20 철제밧줄(steel wire rope)의 부산물 변화시 강삭의 원료는 충분한 자기 침투성을 가지고 있고 철제밧줄의 자기이력은 B 의 유도축 또는 H 강도를 향하여 방향을 바꾼다 결국 철제밧줄의 대칭 왜곡이 발생하고 적당한 교류가 있을 때 이 왜곡은 잡아 당기는 힘의 변화에 비례하는 진폭을 가진 제 3 의 공진 현상의 원인이 된다. 이러한 효과는 철제밧줄 부산물의 측정을 위해 사용되어 질 수 있다. 이것은 좋은 방법이다. 그러나 철제밧줄의 원료가 충분한 자기장 침투성을 항상 가지는 것은 아니다 (특히 로프가 아주 많은 양의 부산물을 지탱해야 할 때). 무엇을 해야 할까?

예제 2. 21. 부족한 탄성 때문에 시멘트 골조를 가진 건물은 진동을 잘 일으키고 이 진동을 잘 전달한다.

그러한 주택의 주민들은 불쾌한 소음, 진동, 박수 소리 등의 강한 영향을 받게 된다. 상황을 분석하고 단순한 결론을 제시해 보시오.

예제 2.22. 영국 남쪽의 대학 도서관들 중 한 도서관에서 모든 책의 표지에 금속 테이프를 부착했다. 도서관 외부로 책을 유출하려고 할 때 경보음이 작동한다. 도서관의 정당한 대출시에는 경보음을 유발시키는 테이프를 빼낸다. 그러나 이러한 경우에도 책을 부당하게 유출하려는 사람은 할 수 있다. 어떻게 가능한 것일까

예제 2.23. 훼손시 탄력성 있는 원료 표면의 작은 변화를 측정하기 위해 원료 표면의 부분은 일정한 시간 간격을 가진 두개의 홀로그램(hologram)이 된다. 그 다음 획득한 홀로그램을 결합시키면서 간섭현상(필름)에 따라 표면 변화에 대해 판단한다. 그러나 완전히 동일한 상황에 위치하도록 하기 위해 두 개의 필름을 결합시키는 것은 매우 복잡하다. 그리고 작은 편차는 간섭 필름을 가망없이 일그러뜨린다.

예제 2. 24. <Karlkronavarvet>(스웨덴) 조선소에서 유리섬유로 보강된 플라스틱으로부터 비자기 본체를 가진 수뢰 트롤선이 구조되었다. 비자기성은 새로운 선박의 유일한 탁월성이 아니다. 그래서 본체의 내부층은 지뢰의 가능한 폭발로부터 중요한 파동을 없앤다. 이것은 물-장 분석 원칙에 바로 흘러나오는 단순한 방법으로 얻어진 것이다. 이를 찾아보시오

예제 2. 25. 공항의 콘크리트 판은 격렬하게 파괴되고, 망가진다. 기술의 현저한 복잡화없이 콘크리트의 중요한 내구성을 10~20 배정도 확대시켜야 한다.

2.4. 문제 해결을 위한 도움말

법칙 2.5 기술 시스템의 발전과 물질-장 성질의 등급 확대는 물-장 분석 원칙의 이론 부분에서 기술된 complex 이다. 이러한 방식으로 물질-장 분석은 법칙에서 기술 시스템 변경의 구체적인 기구까지의 중도에 위치해 있다. 또한 기술 시스템의 실행을 묘사하기에 무엇보다 단순하고 편리하게 하는 언어이다라는 것을 나타낼 수 있다. 기능과 관련없이 불필요한(때로는 간단히 방해하는) 상세함으로부터 벗어나는 고유한 모든 기술적 특성을 가진 임의의 기술 시스템을 제시할 수 있다. 이 의미에서 물질-장 분석은 보편성에 따라 수학을 상기시킨다. 우주선의 도킹 또는 내연 기관의 작동이 기록되는 것은 중요하지 않다. 만약 이 시스템이 동일한 물질-장 모델을 가진다면 이들을 대담하게 동일한 방법으로 변형시킬 수 있다. 또한 동일한 기술 시스템의 부분적 특성은 작용하지 않는다. 보통 각 부분에 따른 분배는 결코 항상 기술 시스템의 형태에 따른 분배는 아니다. 재빨리 반대로 생각해보자. 각각의 부분에는 다른 부분에서와 같이 물질-장 모델에 의해 표현되는 형태가 보여진다. 차이는 부분 발전의 수준(더 정확히 하면 경제적 중요성의 수준에 의해)으로 정의되어지는 기술 발전의 수준에 있다.

물질-장 분석의 도움으로 문제들을 해결하면서 구체적이고 기술적인 답을 획득하기 위해 노력할 수 있다. 많은 경우에 있어서 특히 일정한 실습 후 이것은 충분히 실제적인 것이다. 그러나 이러한 분명한 답의 부재는 불안하게 만드는 원인은 아니다. 기술 시스템 발전의 전망을 해명하고 물-장 분석의 원칙에 따라 그 모델을 묘사한 후, 물리적 효과의 적용 도움으로 다음 해결책으로 넘어 갈 수 있다.

1 부의 사례들을 계속해서 살펴보자. 기술 시스템 발전 법칙의 도움으로 상황(<녹음기> 시스템)을 분석한 후 시스템은 보다 구체적인 문제가 되었다는 사실이 해명되었다. 음향장을 자기장으로 변형시키고 이 자기장을 자신에게 기록하는 물질을 받아야 한다. 기술자들은 이 부분에서 큰 어려움을 겪지 않는다. 얼마 전 그 중에서도 자기를 기록하는 원료의 제조 기술이 해로우며 이 원료에서의 자기 기록 과정은 영역의 수준에서 발생한다는 사실이 밝혀졌다. 시스템의 물질-장 diagram(모델) 충분히 분명하다. 시스템의 물질-장 diagram(또는 모델) 충분히 분명하다. 음향장은 자기장에서 물질로 변형된다. 이 때 물질-변형자 스스로 자기를 기록하는 물질로 변한다. 여기에서 물질-도구에 대한 모순 요구가 나타나기 시작한다. 이것(물질)은 자기의 소리 기록 과정이 발생하도록 하기 위해 변형과 동시에 기록하는 것이 되어야 한다. 그리고 다시 발생하는 음향 진동이 보다 이르게 행해진 기록을 왜곡해야 하는 변형과 동시에 기록하는 것이 되어야 한다. 문제의 다음 해결책은 창조적 문제 해결책에 대한 물리적 효과와 표준해를 이 물질에 미리 시험한 후 ARIZ 에 따라 시행하는 것이 바람직하다. 모든 경우에 있어서 물질-장 분석을 시행한 후 최종적이고 기술적인 해결책을 얻기 위해서는 ARIZ 와 표준해를 적용해야 한다.

예제에 대한 추가 도움말

예제 2. 16 물질-장 분석의 원칙은 도구의 분산도 등급의 상승을 요구한다. 사전에 도포화된 표면은 추가 복잡성(재수리가 필요하거나 심지어 설비를 교체해야 한다.)을 만들면서 프레스 작업 과정을 간단하게 한다. 강철 판의 양쪽 측면을 도포하는 여러 다른 등급은 여기서 도움을 줄 수 있다.

또한 소련시대에는 바로 프레스 작업을 위한 이 우월성(그리고 다른 어떤 것들의)을 실재화하는 여러 가지 꺼칠꺼칠한 면을 가진 강철 생산을 완전히 익혔다. 동시에 도포는 꺼칠꺼칠함보다 훨씬 동적이며 필요 정도에 따라 이를 조절할 수 있다.

예제 2.17. 그럼에도 불구하고 물질들 중 하나는 원하지 않는 효과(수증기는 물을 흡수한다)를 주는 좋은 물질-장이 존재한다. 이 물질을 동일하게(또는 거의 동일하게) 유용한 특성을 지닌 다른 물질, 그리고 해로운 특성을 지닌 다른 물질로 교체해야 한다.

스위스의 전문가들은 기공이 유리, 도자기 또는 플라스틱으로 만들어진 속이 빈 미세한 기공을 형성하는 기포 플라스틱을 연구했다. 방수성을 제외하고 그러한 원료는 또한 평범한 기포플라스틱의 비교 측정된 내구성을 능가하는 높은 비교 측정 내구성을 가지고 있다. 유리로 만든 microball 로 채워진 에폭시 수지의 비교 측정 무게는 1 평방 미터당 780~880kg 이다. 이것은 예를 들면 물속 깊이 가라 앉혔을 때 부표로써 원료를 사용 가능하게 한다.

예제 2.18 불충분하게 조절되는 물질-장이 존재한다.(만약에 공기의 양을 기초아래 오랫동안 방치한다면 공압작기에서 이를 특별히 추적해야 할 필요가 있다.) 조절 등급의 상승을 위해 공압작기와 토대 사이의 반대 관계를 실시해야 한다.(토대 이동에서 공압작기의 «응답성»을 만들어야 한다.) 이 외에 구체적인 시스템에서 쉽게 스스로 조절될 수 있는 물질을 물-장에 사용하는 것이 바람직하다.

특히 <SAAB>사는 기초 수준을 자동적으로 수정하게 하고 토대 아래에서 만들어진 주택의 급수 시스템 공압 작기를 연결시킬 것을 추천한다. 이 방법론은 공장의 마루를 균일하게 하기 위해, 그리고 공항 이착륙 지대의 콘크리트 판을 고정시키기 위해 이용된다.

예제 2.19. 비역학적인 물질-도구는 많은 물질-장 시스템의 불행이다. 그러나 고분산 물질로의 이동은 평범하지 않기 때문에(이것은 꼭 분말가루는 아니지만 신축성이 있는 필름, 액체, 가스가 될 수 있는 것이다.) 기술 시스템 연구에서 물질을 항상 즉시로 수행하는 것은 아니다. 이 결과 작동 불량 시스템을 광내기 위해서는 많은 시간과 힘을 소비해야 한다. 콘택트 수정 렌즈 사용과 연구를 하기 시작한 이후 많은 시간이 흘렀다. 그러나 아직 물-장 관점의 명료한 해결책은 나오지 않았다. 뻣뻣한 유리를 플라스틱으로 수분을 유지하는 부드러운 유리로 교체해야 한다. (<Medical Tribune and Medical News>, 14 권, p. 3)

예제 2. 20. 물질-장 모델 구성의 전형적인 사례가 있다. (비록 무엇보다 조건으로부터의 이동에서 복합(complex) 물질-장을 얻은 것이긴 하지만) 자신의 기능을 아주 잘 수행하는 물질이 존재한다. 특수 강철 로프는 스스로 주어진 순간에 갖게 되는 부산물에 대해 경보음을 울린다. 그러나 이 원료의 적용은 제한적이다.(높은 가격, 적은 화물 적재중량...)

여기서 물-장 분석을 반드시 소개해야 한다. 주어진 물질의 적은 양을 제 1 물질에 부족한 것을 보충하는 다른 양과 결합시키는 것이 필요하다. 그래서 강철 로프에는 필수 불가결한 파라미터를 가진 실마리가 통틀어 3-5(100 개 중에서) 가 있는 것만으로도 충분하다. 이것은 로프의 신뢰성에 나타나지 않을 것이고, 가격에 따라 허용될 것이며 정확한 측정 실행을 가능하게 할 것이다.

예제 2. 2.1. 파괴시켜야 하는 해로운 물질-장이 주어졌다. 물질-장의 구성 성분으로 간주하고 시스템으로서 물질-장을 인정하는데 주의를 기울여야 한다. 물질-장 파괴를 위해 이 물질-장의 성분을 완전히 파괴할 필요는 없다(집을 무너뜨릴 수는 없다!). 구성 성분들 사이에 있는 관계를 없애는 것으로 충분하다. 관계를 파괴하는 방법은 물질-장 분석에 의해 예측될 것이다. 이 경우 두 개의 콘크리트 판 사이에는 이 구성 성분들의 변형 설정을 요구한다. 스웨덴 공영 사업 연구소는 이 목적을 위해 기포 시멘트 또는 음향 흡수 플라스틱 사용을 권장한다. 실험은 두께 1mm 의 층으로 분리된 두개의 콘크리트 판이 음향 흡수도에 따라 그러한 크기의 납으로 만든 벽과 가치가 같다는 것을 보여준다.

예제 2.22. 철자기성을 가진 성분과 자기장을 가진 좋은 측정 물질-장 시스템이 작동하고 있다. 그러나 이 시스템은 기계장을 조절한다.(손으로 테이블을 삽입하고 손으로 빼낸다.) 이것은 이미 TRIZ 관점에서는 중요한 단점이다. 그리고 이것을 간계를 꾸미는 사람들이 사용할 수 있다. 플라스틱 삽입물의 조절 또한 자기장에 의해 실행되기 위해 그러한 방식으로 물질-장 모델을 재구성해야 함은 당연한 것이다. 이 때 책(기술적 방법)에서 플라스틱을 꼭 꼬집어낼 필요가 없고 이를 자기 특성으로 충분히 조절하는 것은 이해가 되는 부분이다.

이 시스템을 연구했던 미국의 <ZI>사는 또한 사서의 책상에 끼워진 단순한 도구를 제안했다. 정당한 도서 대출시 이 도구는 책에 설치한 플라스틱을 벗겨낸다. 책이 도서관으로 반납되자 마자 이 플라스틱(동일한 책상에서)은 반대의 업무로 돌아온다.

예제 2.23. 결코 이상적인 시스템이 구성된 것이 아니다. 최종 계산에서 두 개의 물-장은 하나가 되며 좋지 못한 것으로 밝혀진다. 바로 그 시작부터 하나의 물-장을 이용하는 것은 두 배정도가 훨씬 좋다. 적게 소비할수록 효과가 크다 그래서 이 경우에 하나의 홀로그램(hologram)에 대한 필름을 시행해야 한다. 이것은 현저한 크기에서 오류를 제거하고 측정의 정확성을 상승시킨다.

예제 2.24. 아주 해로운 물-장이 존재한다.(폭발 파동-수뢰 파편) 평범한 방법으로 갈 수도 있을 것이다. 더 견고하게 장갑을 보강할 것이다. 그러나 그때는 선박의 항해에 방해가 되고 수 많은 다른 문제들이 발생할 것이다. 그래서 잘 알려진 방법으로 물-장을 파괴해야 한다.

스웨덴 조선 기사들은 유리 섬유로 보강된 플라스틱제 선체의 외판(비자기성)을 제조했고, 내부는 고품질의 발포 염화비닐로 제조했다. 수뢰의 파편으로부터 선체의 외판을 잘 보호한다. 그러나 고급 염화비닐 거품의 두번째 층에서 충격을 흡수하여 선박 전체 심각한 손실을 일으키지 않고 잘 부착되어 있게 한다.

예제 2.25 기계장을 거스르는 콘크리트, 즉 불완전한 물-장이 존재한다. 시스템에 대한 요구는 높지 않다. 견고성을 조절하고 시스템을 일정하지 않도록 해야 할 필요도 없다. 물-장을 단순한 완전 구조는 무엇을 주는가?

<Bekirt steel wire cooperation>(Pittsburgh, USA)사는 길이 5cm의 강철 섬유를 생산한다. 이 섬유는 5-30 개씩의 한 묶음에 물에 잘 녹는 폴로써 연결된다. 그리고 아직 액체 상태인 콘크리트에서 같은 종류로 분배된다. 시도가 보여준 것처럼 두께에서 판은 보통의 것보다 두 배 작다. 콘크리트는 충격 견고에 따라 보강재가 강화되지 않은 원료를 10~30 배 정도 능가한다(골공에 대한 내구성에 따라서는 2 배 정도). 게다가 그러한 판은 균열이 있을 때에도 자신의 특성을 보존한다.

제3부 물리적 효과와 현상

3.1. 이론 부분

창조적 기술 문제의 가장 강력한 해결은 물리적 효과와 현상을 사용할 때 나타난다. 부분적으로 물리적 효과는 창조적 문제 해결할 때 표준해에서 작용한다. (4 부<표준해> 참고) 또한 물리적 효과와 현상을 직접적으로 적용하는 도표, 즉 행위 색인표와 효과 색인표가 연구되었다. 이에 따라 다음과 같이 분류된다.

표A: 주어진(요구되는) 작용에 따른 필수 불가결한 물리적 효과

표B: 주어진(보다 더 편리한) 물리적 효과에 따른 필수 불가결한 작용

이 두 표가 아래에 서술되었다.

표 A. (행위 색인표)

기 능	물리적 효과
A1. 온도 측정	<ul style="list-style-type: none"> - 열 확장과 열 확장에 의해 야기된 진동의 고유 주파수의 변화 - 열전 현상(Thermoelectric phenomena) - 복사 스펙트럼(Radiation spectrum) - 물질의 광학적, 전기적, 자기적 특성 변화 - 큐리점을 통한 이동 - 홉킨스 효과, 바크하우젠 효과(Hopkins and Barkhausen effects)

<p>A2. 온도 상승(온도 높이기)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 전자기 유도(Electromagnetic induction) - 와전류(Eddy current) - 표피 효과(Surface effect) - 유전 가열(Dielectric heating) - 전기 방전(Electronic discharge) - 물질에 의한 복사전 흡수(Absorption of radiation by substances) - 열전 현상(Thermoelectric phenomena)
<p>A3. 온도 하강(온도 낮추기)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 상(相)전이(Phase transitions) - 줄-톰슨 효과(Joul Thomson effect) - 랑케 효과(Ranque effect) - 자기칼로리 효과(Magnetic calorie effect) - 열전 현상(Thermoelectric phenomena)
<p>A4. 온도의 안정화</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 상의 전이(그 중에는 큐리 점을 지나는 전이도 있다.)
<p>A5. 물체의 자리이동과 위치 표시(위치 찾기)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 표식(marker)의 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 외부장(발광장)을 변형시키거나 기존의 장(강자성체)를 만들어서 쉽게 나타나는 물질의 도입. - 빛의 반사와 방출 - 광전 효과 - 왜곡 - 힉트겐선과 방사성선의 방출 - 발광(發光, Luminescence) - 전기장과 자기장의 변화 - 전기 방전(Electrical discharge) - 도플러 효과(Doppler effect)
<p>A6. 물체의 자리이동 조절</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 물체에 대한 자기장에 의한 효력 또는 물체와 결합한 강자성체에 대한 효력 - 충전된 물체에 대한 전기장에 의한 효력 - 액체와 기체에 의한 압력 전달 - 기계적 진동 - 원심력(Centrifugal force) - 열팽창(Thermal expansion) - 빛의 압력(Pressure of light)
<p>A7. 액체와 기체 운동의 조절</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 모세관 힘(Capillary force) - 삼투 현상(Osmosis) - 톰스 효과(Toms effect)

	<ul style="list-style-type: none"> - 베르누이 효과(Bernoulli effect) - 파동(波動, Waves) - 원심력 - 와이젠버그 효과(Weissenberg effect)
A8. 에어졸 흐름의 조절(먼지, 연기, 안개)	<ul style="list-style-type: none"> - 대전(帶電, Electrization) - 전기장과 자기장 - 빛의 압력(Pressure of light)
A9. 혼합물의 혼합(위치변경), 용액의 구성	<ul style="list-style-type: none"> - 초음파(Ultrasonics) - 공동현상(空洞現象, Cavitation) - 확산(Diffusion) - 전기장 - 자성물질과의 결합에 있어서 자기장 - 전기영동(Electrophoresis) - 가용화(Solubilization)
A10. 혼합물의 분리	<ul style="list-style-type: none"> - 전기 및 자기 분리화 - 전기장과 자기장 작용하에서 액체-분리도구의 외관상 밀도 변화 - 원심력
A11. 물체 위치의 안정화	<ul style="list-style-type: none"> - 전기장과 자기장(Centrifugal force) - 전기장과 전기장에서 굳어지는 액체에서의 기록화 - 자이로스코프 효과(Gyroscope effect) - 반작용력 (Reactive force)
A12. 힘의 작용. 힘의 조절. 큰 힘의 발생	<ul style="list-style-type: none"> - 철성 물질을 통한 자기장에 의한 효력 - 상(相) 전이(Phase transition) - 열팽창(Thermal expansion) - 원심력(Centrifugal force) - 자기장 안에서 자성 액체 또는 전도체의 외관 밀도 변화의 방법에 의한 정력학적인 변화 - 폭발 물질의 사용(Use of explosives) - 전기 유압 효과(Electro-hydraulic effect) - 광 유압 효과(Optical hydraulic effect) - 삼투 현상(Osmosis)
A13. 마찰 변화	<ul style="list-style-type: none"> - 존슨-라벡 효과(Jhonson Rabeck effect) - 복사영향(Radiation influence) - 크라헬 현상 - 진동
A14. 물체의 파괴	<ul style="list-style-type: none"> - 전기 방전(Electrical discharge)

	<ul style="list-style-type: none"> - 전기유압 효과(Electro-hydraulic effect) - 공명(resonance) - 공동현상(空洞現象, Cavitation) -방사(放射)
A15. 기계에너지와 열에너지의 저장	<ul style="list-style-type: none"> - 탄성 변형(Elastic Deformation) - 자이로스코프 효과(Gyroscope effect) -상전이 (Phase transition)
A16. 에너지 전달	
A16.1. 기계 에너지의 전달	<ul style="list-style-type: none"> - 변형 - 진동 - 알렉산드로프 효과(Alexandrov effect) - 충격파가 포함된 파동
A16.2. 열 에너지와 복사 에너지의 전달	<ul style="list-style-type: none"> - 방사 - 열전도성(Thermal conductivity) - 대류(Convection) - 빛 반사 현상(광선 전도관) - 방사
A16.3. 전기 에너지의 전달	<ul style="list-style-type: none"> - 전자기장의 유도 -초전도
A17. 움직이는(변하는) 물체와 움직이지 않는(변하지 않는) 물체 사이의 상호연관 확립	<ul style="list-style-type: none"> - 전기장의 사용 (<물질의> 관계에서 <장>을 향한 이동)
A18. 물체 크기 측정	<ul style="list-style-type: none"> - 진동의 고유 주파수 측정 -자기 표식과 전기 표식의 대조와 측정
A19. 물체 크기의 변화	<ul style="list-style-type: none"> - 열팽창 - 변형 - 자기 구조화와 전기 구조화 - 압전 현상
A20. 표면 특성과 상태의 검사	<ul style="list-style-type: none"> - 전기방전(Electrical discharge) - 빛 반사(Light reflection) - 전자 방출(Electronic emission) - 모아레 효과(Moire effect) -복사(Radiation)
A21. 표면 특성의 변화	<ul style="list-style-type: none"> - 마찰(friction) - 흡수(absorption) - 확산(diffusion) - 바우싱어 효과(Bauschinger effect) - 전기 방전(Electrical discharge)

	<ul style="list-style-type: none"> - 기계진동과 음향진동 - 자외선 복사(Ultraviolet radiation)
A22. 부피 특성과 상태의 검사	<ul style="list-style-type: none"> - 표식(Marker)의 도입 - 외부장(발광장)을 변형시키거나 연구하는 물질의 상태와 특성에 좌우되는 기존의 장(강자성체)을 만드는 물질의 도입 - 물체 특성과 구조 변화에 따른 비교 측정된 전기 저항의 변화 - 빛과의 상호작용 - 광전기현상과 광자기 현상(Electro-optic and magnetic-optic phenomena) - 편광(Polarized light) - 쥘트겐 복사와 방사선 복사 - 전기 상자성(常磁性) 공명과 핵자기 공명(Electronic paramagnetic or nuclear magnetic resonance) - 자기탄성 효과(Magneto elastic effect) - 퀴리점을 통한 전이 - 홉킨슨 및 바크하우젠 효과(Hopkins and Barkhausen effect) - 물체 진동의 고유 주파수 변화 - 초음파 - 뫼스bauer 효과(Moessbauer effect) - 홀 효과(Hall effect)
A23. 물체 부피 특성의 변화	<ul style="list-style-type: none"> - 전기장과 자기장의 작용아래에서 액체 특성(외부 표면, 점성)을 변화시킴. - 철성 물질 도입과 자기장에 의한 작용 - 열 상호작용 - 상전이(Phase transition) - 전기장 작용에 의한 이온화 - 자외선, 쥘트겐선, 방사선 복사 - 변형(Deformation) - 확산(Diffusion) - 전기장과 자기장(Electric field and Magnetic field) - 바우싱어 효과(Bauschinger effect) - 열전기 효과와 광자기 효과 - 공동현상(Cavitation) - 광착색 효과(Photochromatic effect) - 내부광 효과(Internal photo effect)

<p>A24. 주어진 구조의 개발, 물체 구조의 안정화</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 파동의 간섭 - 정지파(Standing waves) - 모아레 효과(Moire effect) - 자기장 - 상전이(Phase transition) - 기계 진동과 음향 진동(Mechanical and acoustic oscillation) - 공동현상(Cavitation)
<p>A25. 전기장과 자기장의 표시</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 삼투현상(Osmosis) - 대전(帶電, Electrization) - 전기방전(Electrical discharge) - 피에조(압전) 및 세그네토 전기 효과(Piezo and segneto-electrical effects) - 일렉트렛(Electrets) - 전기 방사 - 전자광학 현상 - 홉킨슨 효과와 바크하우젠 효과 - 홀 효과 - 핵자기 공명(Nuclear magnetic resonance) - 자이로 및 광자기 현상(Gyromagnetic and magneto optical phenomena)
<p>A26. 복사 표시</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 광 음향 효과(Optical acoustic effect) - 열 팽창(Thermal expansion) - 사진효과(Photo effect) - 발광(Luminescence) - 광플라스틱 효과(Photoplastic effect)
<p>A27. 전기 자기 복사의 발생</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 조셉슨 효과(Josephson effect) - 복사 유도 현상(Induction of radiation) - 터널 효과(Tunnel effect) - 한 효과(Hann effect) - 발광(Luminescence) - 체렌코프 효과(Cherenkov effect)
<p>A28. 전자기장의 조절</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 스크린 효과 - 환경 상태의 변화, 예를 들면 전도성의 확장 또는 축소 - 장들과 상호 작용하는 물체 표면의 형태 변화
<p>A29. 빛의 흐름 조절, 빛의 변조</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 빛의 굴절과 반사(Refraction and reflection of light)

	<ul style="list-style-type: none"> - 광전기 및 광자기 현상(Electro and magneto optical phenomena) - 광탄성(Photo elasticity) - 커와 패러데이 효과(Kerr and Faraday effect) - 한 효과(Hann effect) - 프란츠 켈디쉬 효과(Franz Keldysh effect)
A30. 화학 변화의 강화와 개시	<ul style="list-style-type: none"> - 초음파(Ultrasonics) - 공동 현상(Cavitation) - 자외선, 린트겐선, 방사선의 복사 - 전기방전(Electrical discharge) - 충격파(Shock waves) - 미셀 촉매현상

표B.(효과 색인표)

	물리적 의미	적용 가능한 분야
B1. 열장의 기계장으로의 이동	<ul style="list-style-type: none"> a) 원료의 열팽창 b) 이중효과- 열팽창의 여러 가지 계수를 가진 두 화합물체 크기의 측정 c) 제 1 형의 상전이 : 집합상태의 변화 d) 제 2 형의 상전이 : 열장의 작용 아래에서 물체 결정 구조의 재구성 	<ul style="list-style-type: none"> - 크지는 않지만 정확한 자리변경 - 온도측정 - 기술 시스템 요소의 상태와 상호작용 조절 - 간격, 틈 등의 조절 - 기밀화 - 부품의 결합과 분리, 일시적 고정 - 축과 판의 굴절 - 기술 시스템 요소의 자체조절 - 원료와 구조내의 전압 발생 - 열에너지의 기계에너지로의 변형 - 변형 - 원료 파괴 - 무거운 물체의 자리변경 (내려가는 것, 쌓아 올리는 것) - 상승된 기체 압력의 발생(기계없이) - 가공을 위해 사용되어진 조립 부품과 물질의 자체제거 - 변형된 물체의 최초 형태 복원
B2. 자기장의 기계장으로의 이동	<ul style="list-style-type: none"> a) 철가루와 관련된 물질 입자의 위치변경은 자기장에 의해 실행된다.- 강자성 물- 	<ul style="list-style-type: none"> - 물체의 자리이동(주로 입자가 큰 물체, 입자가 작은 물체, 액체), 흐름의 조절

	<p>장(2 부 <물질-장 분석> 참고)</p> <p>b) 쉽게 나타나는 철가루의 자기장에 따라 이와 관련된 물질 입자의 위치변경을 정의한다.</p> <p>c) 퀴리점을 지나는 이동 : 자기성을 가진 물질에 의한 상실은 정해진 온도보다 높다. 이와 관련된 물질 이동에 대한 자기장 영향의 중지</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 입자가 작은 물질의 기록 - 작은 물체의 orientation - 여과 - 입자가 작은 물질과 액체 물질의 혼합 - 혼합물의 분리 - 표면 정제와 가공 - 소파(搔爬)작용으로부터의 표면 보호 - 전압, 변형, 형성의 조절 - 작은 가동성 물질의 분쇄 - 물질 내구성의 상승 - 분리시키는 설비, 예를 들면 구조 형태의 제조 - 보여지기 힘든 물체의 표시 - 여러 가지 측정, 예를 들면, 점착성, 온도
<p>B3. 자성유체</p>	<p>액체 속에 자성 분말을 콜로이드 모양으로 안정·분산시킨 다음 중력이나 자기장 등에 의한 자성분말의 침전이나 응집이 생기지 않도록 계면활성제를 첨가한 유체. 그 예로는 사산화삼철, 철-코발트합금 미분자를 기름·물 속에 분산시킨 것과 최근에는 톨루엔 속에 코발트를 분산시킨 것 등이 있다. 자성 분말은 0.01~0.02μm의 초미립자분말이며 초미립자 특유의 브라운운동을 한다..</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 물체의 자리이동 - 표면 가공 - 원료에서의 전압 발생 - 기술 시스템 요소의 상황과 상호 작용 조절 - 부품 결합과 분리, 일시적 고정 - 틈새의 기밀화 - 다른 밀도를 가진 물질의 분리 - 광학적 폐쇄 - 물질 표시 - 자리이동 제어 - 에너지 전환
<p>B4. 코로나 방전</p>	<p>. 기체 속에서의 방전 형식의 하나. 2개의 전극간에 전압을 가하면 전기장(電氣場)이 균일성을 잃어 전위(電位) 경사가 큰 부분의 기체가 전리(電離)를 일으키며 부분적인 방전이 일어나 빛과 소리를 낸다. 이와 같은 상태를 코로나방전이라 하고, 이때 코로나 손실이 발생한다. 이 방전은 극 사이의 전역(全域)이 방전하</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 유리(遊離) 전하의 원천 - 큰 표면 위의 충전층을 만들기 위해 다량으로 조절되는 이온, 에어졸 충전, 분말 분할, 열전달 조절의 이용. - 이온 물리학 연구 - 기체 파라미터 연구 - 기체혼합물 성분, 에어졸 기체의 현탁 파라미터, 기체 압력, 기체 흐름의 속도

	<p>는 아크방전과는 달리 극 사이의 일부에서만 일어난다..</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 전압의 코로나 안정장치(코로나 전압 안정장치) - 표면 굴곡의 측정(전선과 가장자리 반경) - 화학 반응 실행 : 오존 발생기, 공기이온측정기, 표면 작용)
B5. 기포	<p>a) 액체(또는 고체 물질) 필름에 의해 분리된 기체(증기) 기포</p> <ul style="list-style-type: none"> - 작은 구멍으로부터 나온 분포(분산) 시스템 <p>b) 기본 특성 :</p> <p>b-1) 배수(배수 준비에서 소비된 용액 부피에 대한 기포부피의 관계)</p> <p>b-2) 안정(기포 수명 또는 기체 그룹의 시간)</p> <p>b-3) 분산도(기포의 중간 지름)와 매커니즘(기계적) 특성(예를 들면 어떤 시간동안 자신의 최초 형태를 유지할 수 있는 능력)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 물질의 소비가 적을 때 큰 부피의 보충 - 방음, 충격과 방해, - 화재진압 - 단열과 냉동 절연체 - 먼지형성 박멸 - 액체 매체 특성의 변화 - 액체 매체의 과정 강화 - 액체 표면의 포장 - 현탁액의 분리, 액체의 정제 - 누수를 찾아내는 것 - 기류 연구 - 부서지기 쉬운 물건의 보호 - 막의 모형화
B6. 아르키메데스 법칙	<p>액체 속에 있는 물체는 그 액체의 부피와 같은 양의 액체를 밀어내고 밀어낸 액체의 무게와 같은 힘으로 액체가 그 물체를 위로 밀어 올리기 때문이며, 이 때 가벼워진 무게를 부력이라 한다. 같은 무게의 철, 알루미늄, 나무 등을 물 속에 넣으면 밀어내는 물의 양이 다르므로 받는 부력도 각각 다르다. 그 이유는 무게가 다를지라도 밀도가 큰 것은 부피가 작기 때문에 부력은 작게 받는다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 물체의 buoyancy 조절 - 물체 무게의 보정 - 무거운 물체 또는 육중한 물체의 조립 - 비중에 따른 물체의 분리, 분류, 분배 - 밀도와 점성의 측정. - level 측정 - 자기장의 파라미터(매개변수) 측정
B7. 전기 인력과 척력	<p>같은 전기전하는 밀어내지만, 이종의 전기전하는 밀어내는 성질을 가진다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 상태에 의한 조절과 분자, 물방울, 섬유, 실 등의 이동에 의한 조절 - 분자, 실 등의 속도, 크기, 충전의 정의.

		<ul style="list-style-type: none"> -매질과의 열 상호작용의 조절 -물질층 사이의 인력과 척력의 발생 -변형 -지지가 없는 현수선 - 정전기의 박멸
B8. 피에조 효과(압전 효과)	<p>압전기 효과를 말한다 결정에 압력을 가할 때 전기 분극에 의해서 전압이 발생하는 현상이다. 압전기는 전기석, 석영, 강유염(로셀염), 티탄산바륨, 안티몬, 지르코늄, 티탄산 납 등이 있다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 불꽃 방전을 얻는 일 - 충전 미세입자를 얻는 것 - 가스의 이온화, 정전기 박멸 운동 - 기계 증폭, 압력, 가속도 측정 - 부서지기 쉬운 물체에서의 균열 표시, 여러 가지 소음의 포착 - 기계 진동의 전기 진동으로의 전환 - 마이크로 위치 변경 - 전기 진동의 기계 진동으로의 전환, 음성 재생, 초음파 진동의 전자기 변동 발생 - 저항력의 보정 - 전기 신호의 전환 : 일시 중지, 여과, 변압
B9. 원심력	<p>회전하는 물체에서 생기는 힘으로 중심으로부터 멀어지는 방향으로 작용한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 증폭, 압력의 발생 - 변형 - 증폭 측정 - 회전 속도의 조절과 측정 - 액체 표면 형태의 조절 - 정수학 압력의 조절 - 구형태 물체(공, 작은 알 등)의 획득 - 액체의 위치변경 - 혼합물의 분리 -혼합화
B10. 공명진동	<p>외부로부터 강제 진동력의 주파수가 그 진동계의 고유주파수와 일치 했을 때 그 진동계의 진폭이 최대가 되는 현상을 말한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 운송과정의 개선 - 원료 파괴 - 혼합물 분리와 혼합 - 시스템 개별 요소들의 선택적 진동 - 물체(질량, 강도, 크기 등등) 파라미터의 이용과 측정 - 물체가 위치한 매체의 파라미터 측정

		<ul style="list-style-type: none"> - 균열과 다른 파손의 폭로 - 공명 진동의 소멸
B11. 형상 기억합금	어떤 종류의 합금을 일정한 모양으로 만들어 열처리하여 냉각한 후 모양을 변형시킨 다음 다시 처음의 열처리 온도로 가열하면 처음의 모양으로 돌아가는 것을 말한다. 이것은 금속이 특정 온도에서 자신의 처음 형상을 기억하고 있는 것을 말한다. 이 합금의 종류는 니켈과 티타늄 합금으로 많은 응용 범위가 있다.	<ul style="list-style-type: none"> - 열 에너지의 기계 에너지로의 전환 - 위치변경 - 변형 - 물체의 결합과 분리
B12. 모관 기공이 많은 재료	모관 구멍을 포함한 어떤 물질은 액체를 통과시키거나 통과하지 않게 하는 성질을 지닌다.	<ul style="list-style-type: none"> - 액체의 흡수 - 혼합물의 분리, 여과 - 장의 흡수 - 분할 - 액체와 기체 흐름에 의한 조절 - 저온 액체에 도포를 해 주는 것 - 물체의 표면으로 나가는 과정의 강화
B13. 오존(강산화제)	방전하는 때 공기 중의 산소가 변하여 이루어지는 푸른빛 기체. 특유한 냄새를 풍기는데, 산성이 강하여 산화제·표백제·살균제 따위로 쓴다.	<ul style="list-style-type: none"> - 연소의 강화 - 해로운 혼합물의 파괴와 산화, 물과 공기의 정제 - 표백 - 박테리아의 박멸, 보존, 생물 과정의 활성화(그리고 억압) - 화학 반응의 강화 - 밀폐 속의 통제

표 A 와 B 는 해결되지 않았다. 현재 물리적 효과 응용의 축적과 기술 문제의 창조적 해결을 위한 현상은 보충되어지고 있으며, 체계화되어지고 있다. 트리즈 정보 참고 축적을 기반으로 화학적, 기하학적, 생물학적, 그리고 다른 효과들에 이용되어지는 표가 연구되었다.

3.2. 물리적 효과와 현상을 이용한 문제연구

예제 3.1. 광학 섬유를 메우기 위해 에폭시수지 합성물을 금속과 플라스틱 분해에 사용한다. 합성물이 분해 마개로 흘러 들어가는 것을 더 잘 통제하기 위해 합성물을 칼라로 만든다. 물리적 효과에 근거한 방법의 변화를 예측해 보시오.

해결책 물리적 효과와 현상을 이용하여 문제를 검토할 때 기술 시스템 발전의 법칙, 물-장 분석, Standrd, ARIZ, 심리적 관성 극복 방법을 잊어서는 안 된다. TRIZ 의 종합적 사용은 좋은 결과를 가져온다. 이 경우 화합물의 공간적인 이동(유입)뿐만 아니라 시간적 이동(응고)을 통제하는 것이 바람직하다. 표 A-22(부피 특성과 상태 제어)가 해당하는 부분이다. 이 경우에는 3 부에 의해 제기된 효과 중 특별한 도구와 설비를 나타내도록 요구하지 않는 것을 선택해야 한다. 최초 시스템의 복잡화는 복잡한 부분을 상위 시스템으로 가져나갈 수 있는 가능성이 있을 경우에만 실현된다.

<Epoxy Technology>(Massachusetts, 미국)사는 제기된 문제의 해결책으로써 응고시 밝고 붉은 색에서 검붉은 색으로 변하는 합성물을 제안했다.

원료 작용의 원칙은 모르지만 십중팔구는 확실히 <편광된 빛>의 지점은 필요한 작용을 한다. 알려진 바와 같이 변형과 응고시 어떤 에폭시 수지는 빛의 편광 각도를 변화시킨다.

이것은 특히 재료가 어두워지는 것 또는 밝아지는 것과 같이 관찰할 수 있다.

예제 3.2 사진기와 영화카메라에서 초점간격을 자동적으로 고정하기 위해 수동으로 정확하게 조준할 때 광학적 원칙을 이용하고자 한 수많은 시도가 있었다. 그러나 이 방법의 자동화는 아주 어렵다.

다른 물리 원칙에 근거하는 방법을 제시해 보시오.

해결책 보통 실제적 문제에서 매우 드문 경우 의문점은 바로 다음과 같이 제기된다. : 새로운 작동 원칙을 제안한다. 보통 존재하는 원칙을 개선하려는 도움말은 있다. 그리고 이때 TRIZ 관점에서 이 원칙의 분석은 이루어지지 않는다. 여기서부터 수많은 결과가 없는 <무엇인가를 제안하는>시도가 존재한다. 단순성과 명확성에 더하여 정확하게 조준하는 광학적인 방법은 이 시스템의 중요한 부분으로써 사람을 고려하였다. 양분된 또는 양분되지 않은 형태를 분별하는 문제는 그만큼 복잡하기 때문에 가장 최신 컴퓨터도 문제를 충분히 해결하지 못한다. 이렇게 널리 알려진 사실을 고려하여 새로운 기술 시스템의 구성의 필요성에 대한 결론에 도달하는 것은 쉽고, 이 기술 시스템의 기본적인 기능은 카메라에서 물체(object)까지의 거리를 정의하는 것이다. 이러한 설치에서 문제는 즉시 단순화되고 더구나 유사한 시스템은 기술 분야에서(자연계에서) 잘 알려져 있다. 문제는 아마도 사진기 또는 영화카메라에 설치될 전파탐지기 작동의 가장 적당한 원칙을 발견하는 것에 있을 것이다.

<Polaroid>(캠브리지, 미국)사는 예를 들어 설치된 음향 거리탐지기에 의한 어떤 카메라들을 가지고 있다. 촬영 물체에 대한 파인더를 조준할 때 거리탐지기는 자동적으로 초점을 탐지한다.

예제 3.3. 칼라 TV 를 위한 수상관 스크린은 구조가 매우 복잡하다. 어떤 시스템에서는 수천 점의 3 가지 기본 색 발광제를 엄격히 정해진 순서로 그 수상관 위에 배치시켜야 한다. 제조를 본질적으로 단순화하는 수상관의 작동 원칙을 제안하시오.

해결책 수상관을 절대 거부해서는 안 된다. 이것은 문제의 중요한 조건이다. 공장에서 수상관을 생산하는 공장에서 문제가 발생했다고 가정해 보자. TV 영상의 복제 원리자체를 변경해야 한다는 제안은 여기에서 재빨리 거부될 것이라는 사실은 당연한 것이다. 창조적 문제 해결의 실제에는 이러한 종류의 제한이 종종 존재한다. 그리고 이 제한을 (알려진 제한까지) 이해해야 한다. 얼마 간의 시간이 흐른 후 시스템 작동의 원리는 노화되기 때문에 확실하게 작동하고 많이 생산할 수 있으며 충분히 경제적인 시스템을 바로 거부하는 것은 정말로 의미가 없다. 새로운 원리를 연구하고 개발시켜야 한다는 것은 말할 필요도 없다. 그러나 이 새로운 원리를 그만큼 널리 적용할 수 있을 때까지는 이전처럼 구시스템을 사용해야 한다.

이 경우에 기구의 재수리에 그렇게 많지 않은 소비를 한 후 이전의 방법을 개선하게 하는 충분히 효과적인 방법이 존재한다. 수상관은 전자선이 수상관 위로 떨어지는 곳에서 빛나기 시작해야 한다. 일반적인 흑백 TV 에서는 그렇게 발생한다. 칼라 영상을 받기 위해서 빛나는 점의 색은 변해야만 한다. 화면은 자신이 어떻게 빛나는지 알아야 한다. 일반적인 칼라 TV 에서 이러한 인지는 일정한 화면점에 빛이 떨어지는 것으로 정의된다. 그렇기 때문에 초점을 맞는 복잡성과 화면 제작의 기술적인 복잡성이 존재한다. 그러나 왜 꼭 공간의 자리 이동만이 정보를 가져와야 하는가? 화면을 TV 의 나머지 모든 부분과 연결시키는 전자 광선의 임의의 매개변수는 정보 소지자가 될 수 있다. 예를 들면, 전압.

이렇게 <General Electric company>(클리블랜드, 오하이오 주, 미국)사는 수상관에 있어서 하나의 얇은 층에 의해 증착되는(이것은 영상의 밝기를 상승시킨다.) 같은 종류의 많은 색 성분을 연구했다. 성분은 5 킬로볼트의 시각 전압에서 붉은 색을 발광하고 10 킬로볼트까지의 전압 변화시에는 점차적으로 오렌지, 노랑, 녹색으로 변한다.

예제 3. 4. 반도체 원료를 제조할 때 정확하게 분할된 첨가물을 그 반도체 원료에 도입하는 것이 자주 요구된다. 보통 이것은 열에 의한 방식으로 이루어진다. 그러나 반도체의 많은 유용한 특성은 열 가공 후에 사라진다.(반도체가 자신의 특성을 급속히 악화시킨다고도 한다.) 첨가물 도입의 효과적이고 확실한 새로운 원칙이 필요하다.

해결책 새로운 물리적 원칙이 요구된다. 그러나 TRIZ 의 관점에서 나쁜 물-장 시스템을 더 높은 단계의 조절을 가진 다른 시스템으로 교체해야 한다. 바꾸어 말하면 좀 더 효과적인 물-장 시스템이 필요하다. 6 부를 찾게 된다.(물체의 자리아동 조절) 표의 조언을 분석하기에 앞서 위치를 변경하도록 조절해야 하는 물체를 따로 기록해 보자.

이것은 혼합물, 더 정확히 말하면 어떤 원소의 이온이다. 이제 충전된 물체에 대한 전기장에 의한 작용 또는 물체에 대한 자기장에 의한 작용을 표에 따라 선택하는 것은 쉽다. 이 경우에 있어서 이것은 이온이 항상 전기장과 자기장에 <반응>하기 때문에 가장 적합한 해결책이다. 다른 면에서 바로 이 전기장과 자기장이 예를 들면 물체의 아주 정확한 자리아동을 수행하게 한다.

영국의 <Electronics Weekly>지 № 642 는 자기 프리즘의 도움으로 혼합물의 이온 흐름의 초점을 맞추는 방식에 의해 반도체 원료로 혼합물을 도입하는 방법을 보도했다. 여기에서는 서로가 서로를 잘 보충하는 장의 두 형태가 동시에 작용한다.

예제 3.5. 상어로부터 사람을 보호하기 위해 파열탄을 장전하는 공기소총이 사용된다. 이러한 탄환은 실제적으로 상어를 반드시 살해하지만 큰 몸에서 흘러나오는 많은 양의 피는 다른 상어들을 끌어들인다. 무엇을 해야 할까?

해결책 이상적인 해결책은 탄환이 상어를 확실히 다치게 하지만 이 때 상처에서 피가 흐르지 않게 하는 것이다. 이와 같이 제시된 문제의 절반은 이미 해결되었다. 이제 두 개의 작용이 하나의 물리적 효과에 의해 실현되어야 한다는 사실을 고려해야 한다. 물리적 효과 응용 표에는 <타격을 주는 요인> 부분이 규정되지 않았고 또한 <출혈의 정지> 부분도 없었다. 그렇지만 피는 냉기에서 잘 응고된다는 것을 어렵지 않게 생각해 낼 수 있다. 이러한 방식으로 상어를 쏜 탄환은 상처로부터 피가 나오지 않도록 차가워야만 한다. 동시에 탄환은 움직이는 상어의 움직임을 빼앗는다.(보다 구체적인 요구) 표 A 는 온도를 낮추기 위해 상전이를 이용할 것을 권고한다. <필경> 문제는 탄환 물질의 상전이에 있을 수 있다. 이제 답은 명확해졌다. : 상어에 명중했을 때 상처를 냉각시키고 상어의 움직임을 빼앗은 후 고체 상태에서 액체 또는 기체상태로 상전이를 수행할 탄환이 필요하다. 기체상태로의 이동이 더 유리하다. : 이 때 더 큰 에너지(더 나은 냉기)가 흡수되고 기체는 큰 부피를 차지하게 될 것이다.

미국의 BMC 스쿠버 дай버 선수들은 상어로부터 자신을 보호하기 위해 단단한 이산화물로부터 탄환이 발사되는 공기 소총을 사용한다. 이러한 탄환이 명중되면, 상어는 마치 풍선처럼 팽창해 떠오르고 사람에게 있어서 절대적으로 안전한 존재가 되어 다른 상어를 유인하지 않는다. 이러한 소총은 (<Science Digest>지 72 권, No6 의 자료에 따르면) 특히 우주선<아폴로>가 착륙할 때 스쿠버 다이버들에 의해 사용되었다.

문제 3.6. 생물학적 분해 표본 <Shell Herder>는 석유의 얇은 막 위에서 분산할 때에 반점의 크기를 두 배 이상 축소시킨다. 이것에 근거하여 물 표면으로부터 석유제품을 수집할 때 첨가물로서 이 표본이 적용된다. 이러한 표본을 또 어디에 사용할 수 있을까?

해결책 이 예제는 표 B 를 이용한 것이다. 게다가 이 표를 이용하는 것에는 아직 부재하는 부분이 있다. 표본이 주어졌고, 약간의 조건에서 표본의 작용이 제시되었으며, 어느 정도 표본 적용 범위를 넓히는 것이 요구된다. 예를 들면, 화학 산업에서의 경우가 전형적이다. 해결책 경로는 대체로 다음과 같다. : 표 A 에 따라 물질을 생산하는 작용과 상응하는 부분에서 일련의 다른 물질 또는 효과를 발견한다. 그 다음 표 B 에 따라 이 물질과 효과에 있어서 이들의 적용 범위를 밝혀 낸다. 대체로 임의의 범위에서의 새로운 물질은 밝혀진 범위 중 각각의 범위에서 작용할 수 있으며 제한된 등급에서도 당연히 작용할 수 있다.

이렇게 표본 <Shell Herzer>는 물체의 크기를 변화시킨다. 표 A 의 이 영역에서 피에조효과를 발견한다. 언뜻 보기에 일치의 탐색은 여기에서 전망성이 없다. 그러나 만약 전기장에게만 있는 피에조효과가 나타나는 것을 제외한다면 예를 들면 기계적인 힘, 압력, 가속도의 측정(표 B 참고)이 남게 된다. 표본의 도움으로 어떻게 압력을 측정할 수 있을까? 표본의 정해진 양은 유전의 크기에 따라 정해진 석유장의 변화를 야기한다. 만약 변화의

크기가 다르다면 이것은 예를 들어 반점의 크기를 변화시키는 어떤 힘의 존재에 대해 증명하는 것이다.

예제 3.7. 보통 사진기술과정은 충분히 복잡하다. 어두운 곳에서 필름과 인화지를 준비해야 하는 것과 작업해야 하는 것은 항상 우리를 만족시키지 못한다. 동시에 플래시의 넓은 보급이 이 문제를 근본적으로 해결하게 한다. 새로운 방법의 적용 결과 무엇이 또한 단순화되는가?

해결책 교과서적인 예제다. 따라서 이 예제에는 좋은 질문에서처럼 거의 모든 답이 담겨져 있다. 이상적으로(기술 시스템 발전 법칙을 기억하라) 필름을 빛이 있는 곳에서 그냥 사진기에 넣어 사진을 찍을 수 있다(플래시를 터뜨려서). 그리고 다시 빛이 있는 곳에서 다른 필름으로 교체할 수 있다. 만약 물-장 형태에서 이 모든 것을 제시할 수 있다면 이것으로부터 바로 플래시에 의해 방출된 빛은 평범한 빛과 구별되어야 하고 바로 이 구별은 사진필름의 노출을 야기할 것이라는 사실이 뒤따를 것이다. 이러한 방법은 <U. G. Bredy company>(미국, 인디애나주, Miluoky)사에 의해 연구되었고 정착되었다. 자외선 플래시는 오직 자외선 방출에서 고려된 특별한 필름이 <필요한 일>을 하도록 하게 한다. 이 때 추가적인 최상책이 나타난다. 그런 필름 위의 형상(negative)은 (긴 현상과 정착없이) positive의 획득을 위해 사용할 수 있다.

예제 3.8 일반 백열 전구는 빛이 실제적으로 사용되어지지 않는 곳으로 많은 빛을 보낸다. 이러한 방출은 무익할 뿐만 아니라 전구 자체를 파괴시키기 때문에 해롭기까지 하다. 어떻게 이 문제를 해결할 수 있을까?

해결책 다시 제한의 개념을 생각해야 한다. 질적인 개선, 예를 들면 형광등을 제안해서는 안 된다. 낡은, 그러나 아직 유용한 백열등을 개선시켜야 한다. 이 기계 시스템이 널리 이용되는 단계에 있기 때문에 미미한 개선효과 조차도 현저한 경제적 효과를 줄 수 있다. 예를 들면, E. O. Paton 우크라이나 전기용접연구소에서 제안한 백열등의 도선 납땜을 정밀 용접으로 교체하는 것은 큰 절약을 하게 했다. 각각의 램프를 제작할 때 저장된 주석 방울은 거대한 양의 램프를 생산할 때 수 톤의 금속으로 바뀐다.

백열등으로 돌아가 보자. 백열등은 실제로는 모든 방향으로 균등하게 빛을 방출한다. 빛의 많은 부분은 전구의 과열로 이끄는 축 영역에 와 닿는다. 어떻게 과열을 제거할 것인가? 물리적 효과 적용표를 보기 전에 기계 시스템의 물-장 모델을 살펴보아야 한다. 이 모델은 전구 과열의 원인을 즉시 보여줄 것이다. 이 경우 두 종류의 모델이 있다.: (빛에 의한)전구로부터의 직접적인 가열과 전구의 외형과 기체(가스) 충전기 사이의 열교류로 인한 가열이다. 과열을 제거하기 위해 물-장 관계 중 하나의 관계를 끊어야 한다.

이렇게 전구축 주위에 연마된 배치된 알루미늄으로 만들어진 작은 반사경을 가진 백열전구가 생산된다. 반사경은 과열로부터 전구의 축을 보호한다. 그리고 이전에 무익하게 소비되었던 빛의 흐름을 필요한 방향에 보낸다.

한편, 이 시스템은 가스 충전기(充塡機)로 인한 과열로부터 전구의 외형을 유지하지 못한다. 원인은 전구 본체의 성공적이지 못한 외형에 있다. 범위에 가까운 외형은 주어진

부피에서 실제로는 최소한의 표면을 가진다. 그래서 여기에서는 주어진 부피에서 물체 표면적 확장이라는 <기하학적 효과>가 잘 적용된다. 특이한 외형의 물체를 가진 전구들이 생산되고 이 전구의 사용기간은 다른 전구보다 훨씬 길다.

문제 3.9 석유제품의 뛰어난 연소를 위해, 예를 들면 내연 엔진에 연료에 물을 첨가한다... 이 때 엔진의 작동은 왜 향상될까?

해결책 기술 시스템의 지표가 향상되었다면 어쩌면 물리적 효과와의 결합에서 물-장 전환 원칙 중 하나가 작용했다는 것을 의미한다. 연소 카메라로 물이 떨어질 때 물과 함께 어떤 반응이 일어날까? 상전이가 실행되며 물이 끓기 시작한다. 물이 균등하게 연료에 분배되었기 때문에 연료로 사용된 물의 혼합물은 기포(거품)로 변한다. 기포를 위해 표 B에서 언급된 현상이 일어난다. : 액체 환경에서의 과정 표시. 연료 연소(산화)는 공기와 접촉하는 표면에 따라서만 발생한다. 기포는 연료 연소의 속도를 충분히 증가시키면서 이 표면을 빈번하게 확장시킨다. 이러한 방식으로 또한 연소 생산물의 독성도 감소된다.

방법은 내연 엔진에서의 사용을 위해서만 이로운 것이 아니다. 예를 들면, 영국의 <Esso>사는 이러한 방식으로 석유와 물의 emulsion 의 가열을 위해 적용하면서 소각로의 유익한 작동의 비율을 상승시킨다.

문제 3.10 스웨덴의 <Uddeholm>사는 스테인레스 스틸을 야금하는 새로운 시스템을 연구했다. : 먼저 전기로에서 용해를 하고 용해된 금속은 산소와 수증기의 혼합물이 공급되는 정제 탱크로 보낸다. 왜(어떤 물리적 원인에 따라) 이 방법이 전통적인 방법보다 이로운지 설명하시오.

해결책 스테인레스 스틸 야금은 스테인레스 스틸로부터 혼합물을 제거하기 위한 것을 알기 위해서 야금학 분야의 전문가가 될 필요는 없다. 임의의 야금 과정의 효율성, 이익성은 많은 부분에 있어서 바로 혼합물 제거 과정의 질과 속도로 정해진다. 자, 그럼 이러한 과정동안 어떻게 수증기가 작용하는지 살펴보자. 물은 고온 때문에 산소와 수소로 분해된다. 산소의 기능은 일반적이다. 그래서 충분한 설명이 가능하다. : 산소는 혼합물을 산화시켜 혼합물을 녹슬게 한다. 여기에는 단점이 있다. 산소의 잔여물은 또한 합금 첨가물(예를 들면 크롬)을 산화시킨다. 그래서 스테인레스 스틸을 야금할 때 가진 큰 가치를 가진 활성이 없는 기체 즉 아르곤으로 스테인레스 스틸에 녹은 탄소 화합물을 뜯게 한다. 과정의 물-장 모델을 살펴본 후 기술 시스템은 발전되면서 더 이상적이 된다. 사용되는 물질과 장의 수는 한정되어 있다. 그 대신에 존재하는 성분들의 기능은 확대된다. 수증기는 이미 유용한 기능을 수행한다. 산화제를 공급하다. 수증기가 탄소 산화물을 위한 회석제를 공급할 수 있는지 확인해 보자. 이 경우 수소는 아르곤으로 충분히 교체될 수 있다는 사실을 확인하기 위해 일반적인 화학 안내서로 주의를 기울이는 것으로 충분하다. : 이런 방식으로 수증기는 과정의 물-장 diagram 을 현저히 단순화하고 기술 시스템을 이상적인 시스템으로 근접시키면서 동시에 두개의 유용한 기능을 수행한다.

이 교재에는 트리즈 전문가들이 연구한 화학적, 기하학적, 그리고 다른 효과를 이용한 표가 첨가되지 않았다. 이 표는 물리적 효과와 현상을 이용한 표의 원칙에 따라 만들어졌고 최근에는 기술 문제의 창조적으로 해결할 때 널리 적용되고 있다. 이 예제와 다른 예제들은 이 효과의 작용을 설명해 준다.

예제 3. 11. 상대론적(빛의 속도 근처까지 분산된) 전자다발은 매우 강한 전류를 나타낸다. 이 때 심지어 전자속의 자체 초점 조준 현상이 발생하기도 한다. 이러한 전자속의 획득 가능성을 어떻게 이용할 수 있는가?

해결책 상대론적 전자다발의 자체 초점 조준이라는 물리적 효과가 존재한다. 이 물리적 효과에서 전자는 실질적으로 분산되지 않는다. 즉 전달 비율은 거의 제로에 가깝다. 지금까지 그러한 특성은 오직 강력한 광학속에서(레이저의 도움으로 받게 되는)만 나타났다. 발생하는 현상의 물-장 모델을 관찰해 보자. 여기서 즉시 유용한 어려움이 발생한다. : 전자를 물질로 간주할 것인가, 아니면 장으로 간주할 것인가? 이 경우에서 (비록 물리적인 견해에서 완전히 정확하지는 않지만) 전자를 자기장을 운반하는 물질로 인정할 수 있다. 이러한 제시(물-장 모델과 잘 일치하는)는 강력한 전자다발의 이용을 예측할 수 있게 한다. : 이것은 손실없이 전기장을 간격으로 전달하기 위한 기대되는 방법이다.

이 문제의 해결책과 관련하여 일련의 추가적인 문제가 발생한다. 특히 전자의 가속장치, 특별히 축적기의 대량 개발이다. 마지막 문제를 개별적인 과제로 살펴보는 것은 흥미로운 일이다. 또한 트리즈 관점에서 과정의 상위시스템을 살펴보는 것도 또한 유익하다.

이 예제는 반복해서 교과서에 사용되었다. 그리고 실제로 물-장 모델을 구성한 후 전기장의 거리에 전달하기 위한 전기속을 이용하고자 하는 근거가 있는 제안이 연달아 왔다. 많은 경우에 있어서 이러한 제안은 전자 수신기 개발에 대한 문제의 연구와 방법을 수반했다. 가속된 전자속에 의한 전기 에너지 전달방법의 실제적인 연구는 이후에 나타났다. 이런 방식으로 어제의 질적이고 계산된 해결책은 문제에 대한 평범한 답이 되었다.

예제 3. 12. 전기 화학적인 형광등의 성분들은 다양한 경우에 편리하다. 그러나 중요한 단점이 존재한다. 즉 작용이 연속적이라는 것이다. 불연속적 작용을 가진 형광등의 성분을 포함하고 있는 기계 시스템을 어떤 물리적 법칙에서 구성할 수 있을까?

해결책 유사한 예제가 <2 부 물-장 분석>에서 다루어졌다. 그 예제에서는 해결책이 단순한 물-장 모델 구성의 도움으로 얻어졌다. 이 경우에는 이 모델(또는 독자적으로 모델을 구성할 것)과 표 A 를 이용해야 한다. A2, A3(물체의 부피 특성 변화)는 일련의 물리적 현상을 제시한다. 이 현상의 도움으로 부동의 반응에서의 불연속성을 획득할 수 있다.

이러한 원칙들이 예를 들면 <Battel>(스위스, 제네바)사 연구 센터의 연구에서 이용되었다. 특히 형광물질을 발하는 성분이 전해의 방법으로 분해되는 요소가 제시되었다. 이때 요소의 음극과 양극에서 성분의 음성 이온과 양성 이온이 형성된다. 혼합물의 상호 작용으로 에너지를 이끌어내는 환원반응이 일어난다. 그리고 에너지는 형광물질을 발사하는 형태로 방출한다. 다시 생성되는 분자는 전극을 형성하고 전기를 분해한다.

공동 현상의 발광을 발생하도록 이용하는 경우는 흥미롭다. 표 A 는 이 현상에 의해 화학 반응의 흐름을 조절할 수 있고 이상적으로는 빛의 복사를 받을 수 있다는 사실을 말해 준다. 얼마 전 쉽게 예측되는 이 효과-공동현상의 작은 기포의 발광-는 실험을 통해 밝혀졌다.

예제 3.13. 구름의 정전기는 구름에서 동시에 세 가지 성분, 즉 얼음 알갱이, 냉각된 물방울과 얼음의 결정체들이 동시에 증가할 때 발생한다는 사실이 지적되었다. 이 자료와 물리적 효과 응용 표에 근거하여 먹구름 마찰 방법을 제시하시오.

해결책 유해한 물질-장이 있다. 지나치게 냉각이 된 물방울에 마찰하는 얼음의 결정체가 있다. 이 때 정전기와 먹구름의 전기 잠재성의 증가가 발생한다. 미세한 얼음 조각들과 과도하게 냉각된 물은 또한 유해한 물-장을 형성한다. 따라서 즉시 두개의 물-장 시스템을 파괴시켜야 한다. 이 두 시스템은 동일한 성분- 과도하게 냉각된 물을 포함하고 있다. 이상성을 추구하는 법칙은 바로 이 성분-물질에서 시작해야 한다. 물-장을 파괴되도록(정전기가 중지되도록) 이러한 방식으로 물-장을 변형시켜야 한다. 표 A 는 이 경우에 있어서 상전이 이용을 말해준다.

과도하게 냉각된 물은 어떤 첨가물(예를 들면, 요오드화 은의 결정체) 의 작용하에서 쉽게 얼음 조각으로 바뀐다. 액체 상태의 물의 부재는 정전기 과정을 파괴한다.<Science News>, 102 권, No20) 한편 여기에서 순수한 연구 과제 하나가 발생한다. : 즉 왜 지나치게 냉각된 물방울은 요오드화 은이 결정체의 주도적인 역할을 할 때 얼고(상전이가 실현된다), 물 결정체-얼음 결정체가 있을 때는 왜 얼지 않는가(상전이가 없음)?

문제 3.14 필요한 힘으로 너트를 조이기 위해 게이지 측정 스페너가 사용된다. 그러나 게이지 측정의 눈금이 우연히 변형될 수 있고, 작동시 실수가 불가피하게 발생한다. 어떻게 할 것인가?

해결책 (영국의 <Financial Times>지 No25967 에 의해 권고된) 현재 사용하고 있는 해결책은 중요한 물-장 모델의 단순한 발전이다. : 게이지 측정 스페너는 희망적이지 못할 수 있기 때문에 너트 또한 게이지 측정 도구가 되어야 한다.(즉, 물-장으로 도입되는 물질 구조가 일치한다.) 그러나 이러한 방법(너트로 게이지 측정 눈금을 가져오는 것)물리적 효과는 작용하지 않는다. 따라서 잠재적으로 더 질적인 해결책은 보이지 않는다.

그래서 표 A(2 부 부피에서 상태와 특성의 제어)로 주의를 돌려야 한다. 물리적 효과 부분에서 권고된 것들 중 새로운 물체와 장의 최저량을 도입할 때 가장 정확하는 것들을 골라내야 한다. 이전의 예제들에서는 예를 들면 편광된 빛의 이용을 살펴 보았다. 그러나 또한 자기탄성 효과, 자기광학 효과 등의 다른 효과들도 성공적으로 이용할 수 있다. : 게다가 물리적 효과는 물체 특성의 제어뿐만 아니라 조절을 위해 사용하는 것이 바람직하다.

다루어진 예제에서 자기탄성 효과는 예를 들면 너트의 과다 부하로부터 독특한 예방장치의 역할을 해야 한다. 너트를 조이는 것 자체는 부하의 힘이 한계 크기에 도달하는 즉시 중단되어야 한다. 이것을 위해 스페너(도구)에 한계 힘에 도달할 때 (자기탄성 효과의 작용 때문에) 중단되는 어떤 자기 관계가 존재해야 한다는 것은 분명하다.

문제 3.15. 밤 시간에 교통사고가 나는 중요한 원인 중의 하나는 마주 오는 자동차의 헤드라이트에 의해서 눈이 부시기 때문이다.

이 유해한 요인을 차단하는 효과적인 방법을 제안하시오.

해결책 오랫동안 예제는 일상성의 영향 때문에 해결되지 않는 문제로 간주되었다. 이 문제의 기술적 해결책(또한 비기계적인 해결책도 있었다.)의 압도적으로 많은 수의 해결책은 상위시스템으로 이동으로 귀착되었다. 마주 오는 자동차가 나타날 때 운전자의 헤드라이트 빛의 자동적인 감소는 오른쪽과 비교할 때 왼쪽 헤드라이트가 빛의 밝기가 덜하다. 만약 <자동차> 시스템 연구의 시작에서 나타났다면 이러한 제안은 충분히 만족할 만했다. 그러나 지금은 아주 다양한 종류의 자동차와 다양한 시스템을 가진 자동차들이 도처에 보급되어 있고 모든 자동차의 헤드라이트를 켜는 새로운 시스템을 완전하고 빠르게 설비한다는 것은 사실상 불가능하다. 이와 유사한 제안은 사실상 다른 시스템에서 작동하는 자동차가 하나도 없을 경우에 실제적으로 유용하다.

두 번째 원인, 즉 기술 시스템 법칙을 준수하지 않는 것은 성공적이지 못하다. : 스템을 상위수준으로 이동시킬 때 도구를 미시수준으로 동시에 이동시키는 것은 실현되지 않았다.

TRIZ 에 따른 문제 해결은 엄격한 조건을 요구한다. 어려운 문제를 쉽게 해결수록 문제에는 시스템의 모순이 더 분명하게 나타난다. 시스템에서의 모순 극복과 공식화에 대한 자세한 사항은 5 부<ARIZ>에서 서술될 것이다. 그러나 문제를 아직은 복잡한 형태에서 공식화할 것이다. : 빛의 지나친 밝기 원천에 의한 눈부심으로부터 자동차의 운전자를 보호할 것을 요구한다. 이 경우에 있어서 물-장 분석은 유해한 물-장을 파괴하고 몇 가지의 에너지의 흐름을 운전자의 시선이 이동하는 것을 파괴하도록 요구한다. 여기에서 동시에 표 A 의 몇 가지 부분의 효과를 즉시 줄 수 있다.(어떤 것들인지 검토해 보시오.) 실제적으로 많은 경우에 있어서 자동차의 정면 유리가 물질-도구로서 나타난다. 예를 들면 정면부분은 외부 빛의 작용 아래에서 자신의 투명성을 변화시킬 수 있다.. 정면의 유리를 비추는 자외선 램프의 적용은 좋은 결과를 준다. : 외부 빛을 거스르는 빛의 희망적인 보호책이 만들어진다.

3.3. 스스로 해결을 위한 문제

예제 3.16 비행기에 번개에 의한 충격이 전해질 때 보통 두 배의 충격(왕복충격)이 관측된다. 왜 그런 현상이 일어나는 것이며 어떻게 이 현상을 이용할 수 있을까?

예제 3. 17 헬륨 3 의 원자는 동일한 중성자 핵에서의 부재에 따라 일반적인 헬륨 4 의 원자와 구별된다. 이 결과 낮은 온도(켈빈 온도 2.7)에서 헬륨 3 은 헬륨 4 에 존재하지 않는 이상한 열역학적 특성과 자기특성을 가진 상의 상태로 이동한다.

다른 측면에서 헬륨 3 에는 초전도성과 초유동성이 관측되지 않는다.. 상황을 분석하고 가능한 적용을 제안해 보시오.

예제 3. 18. 낮시간과 밤시간의 라디오의 조건은 급격한 차이를 보인다. 무엇으로 이것을 설명할 수 있는가? 어떻게 이 차이를 다른 영역에서 이용할 수 있는가?

예제 3.19 수증기 로켓 보조엔진이 제시되었다. 혼합물이 발화할 때 연소실에는 압력의 파동이 형성되고 이 파동 뒤에는 찬 공기와 연료의 새로운 양을 흡수하는 성긴 파동이 형성된다. 점화는(처음을 제외하고) 뜨거운 기체를 가진 혼합물의 접촉으로부터 발생한다. 왜 이 (효과적이고 저렴한) 보조 엔진을 주엔진처럼 사용할 수 없는 것일까?

예제 3.20 통신의 음향 방법과 전자기 방법은 최대의 조건에서 항상 작용하는 것은 아니다. 새로운 통신방법을 제안하고 증명해 보이시오.

예제 3.21. 가끔은 원료 모형의 자성을 잃게 해야 하는 경우가 발생하기도 한다. 이 물체에 있어서 모형은 지구의 자기장을 조절하는 장에 위치하고 점진적으로 자성을 잃어간다. 그러나 이러한 과정동안 모형이 회전할 때 기생 자기성의 순간이 발생하기도 한다는 사실이 지적되었다.... 이러한 해를 이익이 되도록 해야 한다.

예제 3. 22. 금속의 불소 화합물은 다른 물질보다 2~3 배 정도 더 큰 열을 축적하고 보통의 축전기보다 30 배정도로 축적한다. 그리고 보통의 축전지보다 30 배 정도 더 큰 에너지를 축적한다. (물리학적인 관점에서) 효과적인 화합물의 적용의 복잡성은 무엇에 있는가? 어떻게 이 복잡성을 제거할 수 있을까?

예제 3. 23. 병원 연구소의 연구는 혈관 벽의 경화증은 혈액의 흐름이 막힌 장소에서 발생한다는 것을 보여준다. (반대로 혈관의 막힘이 있다는 것은 혈관에 발생하는 병에 대해 거의 항상 증명해 준다.) 이러한 현상에 의거하여 동맥경화증의 예방법과 치료방법을 제의하시오.

예제 3.24. 여러 번 사용하는 우주선 전기시스템에 있어서 가벼운 변압기의 제조는 복잡한 문제이다. 변압기에 사용되는 액상 오일은 하강할 때 발생하는 과열을 잘 이동시키지 못하고 과부하일 경우 자주 못쓰게 된다. 어떻게 이 문제를 해결할 수 있을까?

예제 3. 25. 석유저장소의 내부장소를 비추기 위해 화학적인 램프를 응용한다. 몇 가지 시약으로 가득 찬 탄력성 있는 플라스틱 파이프, 파이프의 내부는 유리 앰플이 있다. 파이프의 가벼운 굴곡시 앰플은 부서지고, 푸르고 노란 빛의 방출을 수반하는 반응을 야기하는 새로운 화학 성분이 파이프 내부로 들어온다. 램프는 약 3 시간동안 작동하지만 가끔은 하루에 한 시간만 필요로 하기도 한다. 이러한 램프를 켜고 끄는 방법을 제시하시오.

3.4. 문제해결을 위한 도움말

물-장 분석 원칙 중의 하나는 기술 시스템의 앞으로의 발전을 위해 꼭 필요한 물리적인 효과를 정하는 것을 돕는다. 때론 이 법칙의 적용이 뜻밖의 결과를 주기도 한다. : 어떤 안내서나 전문서적에도 없는 그런 효과를 필요로 한다. 예를 들면, 공동화 자기 효과는 없다. 그러나 그 효과의 응용은 교재 예제들 중 하나를 해결할 때 저절로 생각이 난다. 이러한 경우에는 무엇을 해야 하는가? 무엇보다 먼저 표에 상응하여 다른 효과(또는 효과의 복합성)를 적용한다. 다른 면에서는 자연의 법칙(이론적 그리고 실험적)에 따라 얻어진 효과를 검토할 필요가 있다. 만약 그러한 가능성이 없다면 자신을 위해서 평범하지 않은 결합을 기억해야만 한다. 이것은 앞으로 이익을 충분히 가져다 줄 것이다. 그러한 조합은 잘 알려진 성분들의 결합이기 때문에 그 조합에 어떤 새로운 것도 존재할 수 없다고 간주하지 않아야 한다. 비교적 최근 자기 기체역학의 효과가 학문으로 입문했다는 것을 기억한다면 충분할 것이다.

몇 가지 물리적인 상황에서 TRIZ 에 따른 분석(이러한 분석은 자주 자연발생적으로 이루어지고 <참신하고 편견이 없는 관점>이라 부른다.)은 가끔 뜻밖의 결과를 가져오기도 한다. 이렇게 광속에 가까운 속도를 가진 이동하는 물체, 즉 부동의 관찰자는 자신의 움직임의 방향을 압축해서 볼 것이라는 견해가 존재한다. 오직 상대성 이론이 알려진 50 년이 지난 후에야 비록 물체의 압축이 자리를 차지하고 있다 하더라도 관찰자는 왜곡되지는 않지만 어떤 지점에서 방향을 바꾼 방식으로 이 물체를 볼 것이다라는 사실이 드러났다. 물체의 속도는 제한적으로 광속에 근접할 수 있다. 그러나 질량은 속도를 점차적으로 증가시키기 때문에 부동의 관찰자는 물체의 밀도가 질량과 상응하는 붕괴현상의 밀도에 균등하게 된다는 사실을 발견하게 될 순간이 조만간 나타날 것이라고 간주되어진다. 현대 물리학 묘사에 따른 속도의 다음 증가는 불가능하다. 이 결과는 TRIZ 의 도움으로 적당한 상황의 분석으로부터 직접 밝혀진다. 그러나 직접적으로 기술에 관련되지 않는 분야(예를 들면 예술)에서 TRIZ 를 지나치게 긍정적이고 비판없이 적용한다는 것은 경계해야만 한다. 거기에는 다른 전문적인 법칙이 적용될 것이다.

예제에 대한 추가 도움말

예제 3. 16 비행기로 내리치는 번개의 충격은 결코 드문 현상이 아니며 아주 위험하다. 이러한 경우에 제시된 예제는 방전 결과의 제거 또는 방전의 제거에 대한 주의를 부득이하게 혼동시킨다. 그러나 질문은 어떻게 이용해야 하는가라는 식으로 다르게 제시된다. 번개 충격의 물-장 모델을 살펴보자. 이 물-장 모델에는 아주 강력한 전기장과 충전기 : 전자와 이온. 전자와 이온의 충전이 부호에 따라 대립되기 때문에 전기장에서 전기와 이온은 대립되는 방향에서 움직인다. 번개 방전이 있을 때 공기의 이온화가 일어나고 대립되는 방향에서 한 채널로 움직이는 (전기와 이온) 입자의 두 개의 흐름이 발생한다. 물론 이온화된 기체에서 방전은 번개가 일어날 때만 발생하는 것은 아니다. (표 A 와 B 에 따라) 적용부분을 결정하고 이중 방전을 부가하는 것을 검토하시오.

예제 3. 17 (이 경우) 미세한 물리적 현상까지 열증할 필요는 없다. 헬륨 3 의 특성은 헬륨 4 의 특성과 구별된다는 것과 헬륨 3 자체는 하나의 중성자의 핵에서의 부재에 의해 헬륨

4 와 구별된다는 사실만 알아도 충분하다. 예제는 물-장 분석에 있어 전형적이며 이 예제 해결을 위해 꼭 필요한 물리적 효과는 표에 따라 쉽게 발견된다. 미시수준(Micro-level)으로의 도구 이동을 이용해야만 한다.

발달된 기계적인 시스템들은 변화된(조절된) 특성을 가져야만 한다. 헬륨의 특성이 조절될 수 있을까? 이를 위해 헬륨 3 을 헬륨 4 로 변화시키고 반대로 변화시키는 방법을 연구해야만 한다. 원소의 핵 중 하나의 중성자를 도입 또는 제거하면서 이 작업을 할 수 있다. 기계의 중요한 수준에서 그러한 작동은 어렵지만 이미 현실화되어 있다. 이러한 과정은 정말 예기치 않은 결과를 줄 수 있다. 만약(이러한 실험들은 아직 이루어지지 않았다) 헬륨 3 을 냉각하는 것이 더 용이하고 에너지적으로도 헬륨 4 보다 더 이익이 된다고 가정해 보자. 4K 보다 낮은 온도까지 헬륨 3 을 냉각시키고 헬륨 4 로 변화시킨 후 현재보다 더 간단히 초전도성을 가진 물체를 얻을 수 있을 것이다.

예제 3.18. 만약 차이가 24 시간 내에 만들어진다면 즉 태양의 방사가(직접적이거나 간접적으로) 무선수신에 영향을 미친다. 다른 면에서는 (단순히 물리적인 견해에서) 대기에서 무선의 투시와 무선을 반영하는 zone 에 의해서 무선수신기의 조건이 결정지어진다. 따라서 어떤 방법으로든 방사는 물질의 부피 특성을 변화시킨다. (표 A 와 B 를 참고하십시오)

금속이온이 대기에서 아주 느리게 재결합한다는 것(예를 들면 다른 성분의 이온보다 100,000 배 느리게)은 실험을 통해 확인되었다. 그래서 밤에는 대기 상층의 장과 자기 전류의 반응 하에 금속이온은 독특한 전자기 <거울>을 발생시키면서 아래로 내려온다. 자기 적도 위에서 이온층은 약 6km 의 두께와 초당 1m 를 허용하는 속도를 가지고 있다. 금속이온의 재결합은 태양이 뜬 후 약 6~7 시간 이후 끝이 난다.(<New Science>, 58 권, No 841)

예제 3. 19. 경쟁회사의 전문가들은 이 엔진에 부족한 점이 많다고 생각했다. : 장시간의 사전 가열과 작동의 짧은 지속성 등등. 그러나 (<Technical Rundschau> No. 9 의 자료에 따라) 항공기 <Pilatus> 이륙의 비용은 그러한 가속도의 도움으로 1 달러보다 적게 든다. 고체 연료에서 가속도의 적당한 수치는 약 4000 달러라고 한다. 이 외에 새로운 가속도기는 대기를 거의 오염시키지 않는다.

중요한 단점은 주어진 기술 시스템의 물-장의 diagram 을 구성한 후에 명확해진다. : 시스템의 효율성은 <차용>에 의해 도달된 같은 계통의 시스템에 있는 효율성을 구성하는 업적 완성의 높은 등급으로 설명되어 있다. 기술 시스템 <수증기 가속기> 자체는 지나치게 복잡하고 발전 가능성이 제한적이다. 그러나 물-장 분석은 새로운 물리법칙 적용의 방법으로 기술 시스템의 완전성을 알려주고 있다. 물리적 효과 적용 표를 이용하여 이 법칙을 예측하십시오.

예제 3. 20 아르곤 국립 실험실에서 뮤 중간자의 정보 전달에 대한 실험이 진행되었다. 모르스 부호에 의한 정보는 135m 의 거리에서 전송되었다. 게다가 뮤 중간자의 흐름은 콘크리트벽과 무선 전기설비를 갖춘 자동차도 통과했다. 이러한 통신 시스템은 800m 까지의 거리에서 확실하게 작동할 것이라고 제기되고 있다.

이러한 새로운 통신 형태는 이러한 목적으로 지금까지 사용되지 않았고 일반적인 방해에 종속되지 않은 장의 적용에 있다. 이전에는 중성자 복사 새로운 통신 형태를 얻어내기 위한 적용의 가능성이 연구되었다. 그러나 중성자는 수소의 높은 함유량을 가진 환경을 흡수하고 강하게 방해한다. 그래서 이런 통신 작용의 범위는 매우 제한적이다.

이러한 문제를 연구할 때 단순한 물-장 diagram 을 그리고 표 A 의 16 부분(에너지전달)을 검토한다. 동시에 2.2 부(물체특성의 변화)와 다른 부분 특성의 변화(이 변화를 정보 표시로서 이용할 수 있다.)와 관련된 다른 부분을 무시한다.

예제 3. 21. 임의의 물리적 효과를 이용하여 이 효과의 부작용(새로운 효과)에 부딪치게 된다. 가장 단순한 길은 직접적인 의미에 따라 이 효과를 이용하는 것이다. : 원료에 자력을 띠게 하는 것을 받아야 하는 곳에 효과를 적용한다. 리버풀 대학에서 이루어진 연구는 이러한 자력을 띠게 하는 방법에서(회전에 대해 보정하는 장에서) 두 순서에 대해 자력을 띠게 하는 크기는 이력이 없는 일반적인 현상을 상승시킨다는 것을 보여주었다.

물리적 효과의 적용 표는 되돌아오는 작용, 즉 남아 있는 자기화에 따른 회전 측정을 말해준다. 효과는 또한 지구 자기장의 보정 등급을 조절 가능하게 한다.

예제 3. 22. 주어진 상황의 바르게 이루어진 분석은 금속의 불소와의 결합은 아주 전도유망한 축전지의 재료라는 사실을 보여줄 것이다. 이 결합은 고체상태에서 화학적 한계점보다 630 도 낮은 온도를 유지한다.(어떤 것은 800 도 이상) <필립스>(아인트호벤, 네덜란드)사가 이론 연구는 그러한 축전지 사용에서 부정적인 결과를 밝혀내지 못했다. 또한 이론분석은 오직 긍정적인 결과만을 보여준다. 만약 문제를 해결할 때 중요한 단점이 발견되었다면 요컨대 발견이 이루어졌을 것이다. 또는 분석이 올바르게 행해졌을 것이다.

예제 3. 23. 혈관 흐름의 이상현상의 장소에는 혈관 벽의 쇼크뿐만 아니라 피범벽의 송아지의 쇼크(blood calf: 의학 용어 설명)도 일어난다. 따라서 이상현상을 제거해야 한다. 의학적인 것임에도 불구하고 문제는 기계적이고 발명에 관한 것이다. 유해 물질-장 파괴 원칙을 적용하면 이를 잘 해결할 수 있다. 표 A 의 7 부분(액체와 기체 압력의 조절)이 잘 적용된다. 이 부분은 특히 톰스 효과 이용을 권장한다. : 긴 연쇄 모양의 중합체 흐름에 첨가할 때 흐름과 나팔관, 혈관 등등의 벽 사이에서의 마찰은 혈압을 급격히 낮춘다. 이것은 변형된 흐름- 분자용액 층 경계(혈류-혈관)에서 발생하는 것으로 설명되었다. 소방수들은 이미 이 방법을 배웠다. 중합체의 첨가물은 수압을 변화시키지 않으면서 물 또는 거품의 흐름의 원거리를 몇 배나 증가시키는 것을 가능케 했다.

예제의 원칙적인 답이 분명해졌다. 긴 연쇄 중합체를 혈액으로 도입할 필요가 있다는 것이 분명해진다. 그러나 이 때 부가적인 문제가 발생한다.

예제 3. 24. <Ferranty>사는 연료대신 특별 플라스틱류가 사용되는 비행기와 우주선의 전기시스템을 위해서 가벼운 변압기를 만들었다.. 이러한 변압기는 혼합재료의 분해없이 많은 가열과 적재현상을 지탱한다.(새로운 변압기는 두 시간동안 4 회에 걸친 적재현상을 지탱할 수 있다고 충분히 말할 수 있다.)

그러나 물리적인 효과와 물-장의 분석표에 의해서 문제를 해결할 때 가장 좋은 아이디어가 나와야 한다. 예를 들어 표 A 는 변하기 쉬운 집합상태 첨가물의 적용을 보여준다. 문제해결 과정에서 압전(피에조전기)과 자기 탄성 또는 다른 효과에 근거해서 변형의 <새로운 법칙>이 나타나는 것은 제외되지 않았다.

점차적으로 기계적이고 발명에 관한 문제를 해결하면서 정기적으로 물리의 기본적인 부분을 반복해야 하고 물리효과의 내용과 적용에 관한 서적을 알아가야만 한다. 이 장에서 제시된 표는 더 자세한 내용을 위한 첫걸음에 불과하다.

예제 3. 25. 이전에 검토된 예제들 중 하나에서 제시된 해결책은 이 경우에 적당하지 못하다. : 램프의 구조는 이미 제시된 것이고 그것을 바꾸어서는 안 된다. 그리고 작용의 조건에서 요구되는 것을 획득하는 것이 가능하다.

조절 불가능한 물-장이 주어졌다. <켜고> <끄는 >화학적 반응을 가능하게 하는 어떤 외형적인 작용을 도입해야 한다. <끄는 것>의 전통적인 방법은 냉각이다. 그러나 온도의 변화는 아주 불활성적인 과정이다. 그래서 이 경우에 복합적인 효과를 이용하는 것이 유익하다. : 냉각된 램프를 유지할 것, 그러나 필요한 순간에는 화학적인 반응이 불활성화 될 것, 그러나 열장이 아닌 표 A 의 부분 30 의 방법 중의 하나에 의해 될 것. 첫번째 효과인 초음파에 주의를 기울이시오. 일반적인 소리의 도움으로 이 초음파를 만들 수 있다.

4 부. 표준해(Standard)

4.1. 이론

발명과제 해결에 있어서 표준해법이란 기술진화법칙과 물질-장 분석에 등장하는 기술시스템의 합성 및 변형 법칙이라고 말할 수 있다.

모든 표준해법은 각 문제에서 규정하는 데로 개개의 응용 분야가 있고 원칙상 매우 강한 기술적 해법을 제시해 준다. 표준해법은 다양한 물질-장 모델과 물리효과, 기술모순제거법칙 등을 포괄하고 있다.

현재 시중에는 76 개의 표준해법이 개발되어 있으며 계속해서 추가되고 있다. 표준해법은 각자 하나의 시스템으로 되어 있기 때문에 사용하는데 편리하다.

지금부터 76 개의 표준해법 시스템을 발명과제 해결에 응용하는 방법을 간략하게(초급수준에 맞게) 설명하겠다.

4.2. 표준해를 사용한 문제 해결

예제 4.1. 항체를 이용한 방사선으로(항체를 환자 혈액에 투입한다) 종양을 제거하는 새로운 암 치료법이 개발되었다. 여기에서는 어떤 표준해법이 사용되었을까?

해결책 정답을 먼저 알려 주는 것 보다는 교육을 위해서 우선 예제를 재구성 해보자. 모두가 잘 알다시피 방사선을 사용하면 종양을 제거할 수 있다. 하지만 건강한 세포에 방사선을 사용하면 오히려 악영향을 줄 수 있기 때문에 방사선 사용을 되도록 기피한다. 그렇다면 이 문제를 어떻게 해결할 수 있을까? 여기서 추가 힌트를 주자면, 어떤 특정한 항체들은(예를 들면 *antiferritin*) 종양에 치료 작용을 하기도 한다.

트리즈 없이 이 문제를 해결하려고 하면 몇 가지의 모순이 발생하게 된다. 가장 큰 문제로 두 가지를 들 수 있는데, 첫째는 아주 만족스럽고 효과적인 아이디어를 생각해내기 어렵다는 것과 둘째는 설사 좋은 아이디어가 있다 하더라도 그것을 생각대로 실현시키기가 쉽지 않다는 것이다. 트리즈를 사용하지 않으면 심리적 관성의 방해 때문에 좋은 아이디어를 생각해 내기가 어려울 뿐더러, 좋은 아이디어가 있다고 하더라도 그것을 발견해서 응용하기가 쉽지 않다는 것이다. 하지만 기술시스템진화법칙을 기반으로 만들어진 표준해법을 사용하면 전혀 생각지도 못한 새로운 해결 방법을 찾아낼 수 있다.

다시 예제로 돌아가서, 지금 예제에는 비효율적인(물질-장 모델이 아닌) 시스템이 등장해 있다. 그렇기 때문에 가장 먼저 해야 할 일은 그 시스템을 바꾸는 일이다. 그러기 위해서 표준해법의 첫번째 파트(시스템 변형 표준해법)를 참조해야 한다. 물질-장 모델이 아닌 시스템이기 때문에 **하위클래스(sub-class)1.1**에 따라 이 시스템을 합성시켜야 한다. 표준해법

첫번째 파트에는 총 8 개의 표준해법이 있는데 개개의 사용방법이 상세하게 설명되어 있으니 참조 바란다. 지금은 **표준해 1.1.1** 에 따라 완전한 물질-장 모델을 완성시켜야 한다. 예제의 조건을 살펴보면 물질(중양)과 물질에 영향을 주는 장(field)이 나와있는데 우리는 장을 조정할 수 있는 두 번째 물질을 찾아야 한다. 예를 들어서 '저절로 중양에 침투하여 퍼지는 항체'가 두 번째 물질이 될 수 있다.

이것은 방사면역헤모글로빈 치료법이라고 한다. «Medical News»라는 영국 잡지에 따르면(제 13 호 No 9) 이 치료법으로 중양 크기를 약 7-10 배 정도 줄일 수 있다. 다만 단점이 있다면 이 치료법에서는 매우 강한 방사선을 사용하기 때문에 약 10 일 정도 환자를 일반인들로부터 격리시켜 놓아야 한다는 사실이다. 또한 방사선으로 인해 건강했던 기관이 약해질 수 있다. 그래서 이와 관련해서 또 다른 새로운 문제가 발생한다. 즉, 현재로서는 가장 좋은 치료법인 방사선을 이용하여 건강한 기관에 해를 입히지 않는 방법을 생각해 보자.

예제 4.2. 효과적인 마이크로 원자료를 우주선에 사용하면 좋겠지만 납으로 만들어져 있는 안전판의 무게 때문에 쉽지 않다. 그래서 그 대신으로 사용하고 있는 상대적으로 가벼운 중합판(block)도 프로톤 에너지로부터 우주선을 잘 보호할 수 있지만 강한 감마광선은 통과된다는 단점을 가지고 있다. 그렇다면 이것을 어떻게 응용 시킬 수 있을까?

해결책 일반적으로 이런 예제를 보면 핵물리 비전공자들은 고개를 설레 설레 흔든다. 하지만 잘 생각해보면 이미 중 고등학교에서 방사선에 관한 수업을 들은 기억이 날 것이다. 또한 알파와 베타, 감마 광선의 이온화 및 침투 특성의 차이를 배웠을 것이다. 이러한 지식을 바탕으로 창조적인 문제 해결에 대한 표준해를 조금 알고 있다면 이 예제를 해결하는데 큰 문제가 없을 것이다. 지난 과제와 마찬가지로 이번에도 **표준해 1.1.1** 을 적용하여 완전하지 못한 물질-장 모델을 완전하게 만들어야 한다.

예제 조건에 따르면 중합판은 가볍지만 모든 광선으로부터 완전한 보호를 할 수 없다고 했다. 이에 반하여 무겁고 두꺼운 납 판은 모든 광선으로부터 완전한 보호벽이 될 수 있지만 무게가 무겁다(두께를 얇게 만들면 모든 광선을 막아낼 수 없다). 그렇기 때문에 표준해법에 따라 장(field, 에너지장, 방사능)은 두 개의 물질을 모두 흡수해서 어떻게든 하나의 공간 구조 안에 집어 넣어야 한다. 만약에 실현 불가능하다고 생각되면 표준해법을 참고해서 해결해 보자.

현재 사용중인 해결책 : 납(25%)과 폴리에틸렌(75%)의 혼합물을 사용하는 것이다. 캘리포니아의 «실험 원자로»라는 회사가 개발한 이 발명품은 소량의 납을 사용하여 가벼우면서도 방사선으로부터 완전한 보호를 하는 기능을 가졌다. **물질-장 모델에 입각한**

설명보완 요망

이제 현재 사용중인 해결책을 알았으니 이 시스템의 진화 과정을 주시하는 것도 매우 흥미로운 일이라 볼 수 있다. 특히 납입자의 분산도를 낮춘다는 원리를 응용하여 향후 더 좋은 방사선 보호용 혼합물(금속-폴리머 등)이 개발될 것으로 기대할 수 있겠다.

좋은 방법이 개발되면 기술시스템의 다이나믹 원칙을 응용해볼 수도 있다.

예제 4.3. 고주파에서 저주파 광자를 변형시키기 위해서는 2 단계에 걸쳐서 이온을 자극하는 방법이 사용된다. 이온은 연이어 두개의 저주파 광자를 흡수하고 하나의 고주파 광자를 방출한다(«Electronics Weekly»잡지에 기재된 «STL»사의 발명품이다). 이것을 표준해로 분석하고 설명해 보자.

해결책 트리즈를 사용하여 이 과제를 살펴보고 하면 우선은 너무나도 전문적인 분야(예를 들어 전기, 유체역학, 광학 등)로 깊게 들어간다는 생각이 든다. 하지만 좋은 해결책을 얻기 위해서는 예제에서 주어진 기술시스템을 물질-장 모델로 변경하고 필요한 방향에 맞게 물질-장 모델을 분석하는 것으로 충분하다. 전문적인 지식은 해결 방법을 찾은 후 가장 최종적인 단계에서 정확한 수치가 필요할 때 요구된다(단, 트리즈의 주요 구성원 중 하나인 물리효과(Effects))는 알고 있어야 한다).

이 예제는 전형적인 «전문적 분야»과제의 실례로 깊은 전문적 지식이 필요한 것처럼 보이지만 사실 일반적인 지식만으로 충분히 해결할 수 있다. 교육적 목적을 위해 예제를 재구성해 보자. 결정형태의 희토류원소를 사용하여 고주파에서 저주파 광자를 변형시키는 방법을 찾아야 한다. 이 예제만 보더라도 이미 알 수 있는 것은 희토류원소가 저주파 광자를 흡수하고 고주파 광자를 방출시켜야 한다는 사실이다(해당 **물질-장 분석** 법칙 참고). 이것은 꽤 좋은 물질-장 모델이지만 아직 완전히 좋은 모델은 아니다. 그렇기 때문에 표준해법의 **Sub-class2.1** 에 따라 좀더 복잡한 물질-장 모델을 만들어 볼 필요가 있다. 물질-장의 한 부분을 독립적으로 조정할 수 있는 물질-장으로 변형시켜서(이 과제에서 물질은 희토류원소이다) 사슬 형 물질-장 모델을 만든다(**표준해 2.1.1**). 그러면 이 연쇄 물질-장은 예제에서 요구하는 순서대로 저주파 광자를 흡수할 것이다. 지금처럼 기본적인 해결 방법이 확실해 지면 전문적인 지식을 동원하여 희토류원소의 특성에 대해 알아보아야 한다. 트리즈의 이상성 법칙을 적용하면 시스템이 자체적으로 필요한 작업을 하게 만드는 것이 가장 좋기 때문이다. 이 문제를 해결하는 방법 중 하나는 저주파 광자의 전류를 강하게 해서 흡수속도를 급격히 증가시키는 것이다. 이때 전류 사용에 추가적인 비용은 들면 안 된다.

새롭게 발생한 문제도 당연히 표준해를 사용하여 해결해야 한다. 여기서 새로운 문제란 전류 손실을 피하는 방법(혹은 추가비용을 들이지 않는 방법)을 찾는 것이다. 해답은 «STL»사가 개발한대로, 변경 물질로는 빛 굴절 지수가 높은 비화물 칼륨이 사용되었다. 그래서 저주파 광자는 이 물질에 한번 닿으면 달아날 수가 없어서 흡수되는 반면, 고주파 광자는 보다 활동적이기 때문에 이 물질에서 흡수되지 않고 달아날 수 있다. 그래서 결과적으로 빛의 파장변환 효과를 얻게 되는 것이다.

예제 4.4. 반도체 안에 있는 혼합물은 이 혼합물의 이온을 통해 투입할 수 있다. 그러기 위해서는 이 첨가 물질을 매우 깨끗하게 해야 하는데 그것은 기술적으로 매우 어려운 일이다. 이 문제를 해결하려면 어떤 좋은 방법이 있을까?

해결책 이 예제는 생산업에서 자주 발생하는 문제이다. 물질을 계속 사용하려면 깨끗이 세척할 필요가 있는데 이것은 쉬운 작업이 아니다(반도체 제품을 이루고 있는 수백만 개의 분자 중에서 만약 다른 '새로운' 재료의 분자가 발견되면 이 반도체 제품은 불량제품으로

취급된다). 첨가물을 처음 투입하는 단계에서는 첨가물이 최대로 깨끗한 상태라고는 하지만 사실 그래도 충분히 깨끗하지는 않다. 그래서 이런 충분하게 깨끗하지 못한 물질을 사용하여 필요한 결과를 얻어야 한다.

이런 상황에서 표준해법에서는 첨가물을 투입하라고 권유하지만 지금은 첨가물을 투입할 수 없는 상황이다. 이런 경우를 대비해서 **표준해 5.1.1**에서는 첨가물을 투입할 수 없는 상황에서 첨가물을 투입하는 방법에 대해 나와있다. 그래서 새로운 시스템(class3)으로 전환하여 **subclass3.1**의 지시에 따른다. 미시 수준(Micro level)으로의 전환은 이미 했으니 더 발전시켜도 큰 효과를 볼 수 없을 것이다. **표준해 Sub3.1**에서는 기술시스템이 하부시스템으로써 보다 더 복잡한 시스템의 다른 구성성분으로 포함되어야 한다고 제시하고 있다.

다시 예제로 돌아가서 표준해를 응용해 보면, 세척 시스템을 세척 시스템으로 계속 진화시켜 봤자 효과가 없을 것이라는 결론이 나온다. 즉, 세척 시스템이 하부시스템으로 들어 갈 수 있는 상부 시스템을 찾아야 한다. 기술시스템 발전 법칙을 떠올린다면 쉽게 알 수 있듯이 상부 시스템은 앞서 언급한 기술 사슬에 이미 나와있다. 예제 조건에서 살펴보면 상부시스템이 될 수 있는 것은 하나밖에 없다. 바로 이온 상태의 혼합물을 투입하는 것이다. 그래서 반도체에 이온 합성물을 투입하는 과정은 합성물에서의 해로운 물질 제거작업과 동시에 일어나야 한다. 다시 말하면 합성물을 투입하는 이유가 해로운 물질 제거를 위해서 여야 한다. 그렇다면 어떻게 하면 이런 결과를 낼 수 있을까? 우선은 주어진 물질과 장을 사용해야 하는데, 그러기 위해서는 물리 효과와 현상(제 3 장 «물리 효과»참조)에 대해 알아봐야 한다. 작지만 중요한 힌트 하나를 준다면 이온은 충전된 입자이고 특정한 전하(대부분 플러스전하)를 띠고 있다. 보통 전기장은(자기장도 마찬가지로) 조정하기가 쉽기 때문에 이 예제에 적합하다(투입 혹은 제거해야 하는 조건이니까). 이미 언급 했듯이 장(field)에 있는 이온의 활동을 통해 이온을 투입함과 동시에 «불필요한» 분자를 제거해야 하는 것이 주된 목표이다. 여기서 중요한 것은 분자, 특히 활동분자에 대해 얘기할 때 «제거»라는 것이 무엇을 의미하는가에 대해 상기해 보아야 한다는 것이다. 분자에게 있어서 유일하게 조정할 수 있는 특성은 이동 궤도이다. 분명한 것은 «불필요한» 분자의 궤도와 혼합에 필요한 분자의 궤도가 달라야 한다는 사실이다. 특히 이러한 궤도의 차이가 전기장이나 자기장에서 뚜렷이 나타나야 한다. 그래서 장(field)이 자체적으로 «불필요한»분자가 반도체 재료 혼합물에 섞이지 않도록 제거해야 한다.

소입자를 어떻게 조정해야 하는지에 대해 알아봤으니 이제 물리효과 목록을 살펴보도록 하자. 여기서는 충전입자가 전기장이나 자기장에서 항상 곡선으로 이동한다는 사실 하나만 기억하면 된다. 더군다나 직선과의 편차는 입자의 충전정도와 속도, 무게에 좌우된다. «불필요한»이온과 필요한 이온의 충전정도와 속도는 동일하지만 무게가 다르다. 이러한 물리법칙을 바탕으로 다양한 무게의 이온은 전기장 혹은 자기장에서 움직이면서 분류된다. 이제는 반도체에 «불필요한» 이온이 투입되지 않도록 막는 일이 남았다. 사실 기술적으로 보면 이 문제는 오히려 더 간단하다.

이 예제의 현재 사용중인 해결책은 («Mullard Research Laboratoriz»사가 개발함) 이온 전류가 분산된 이온의 방향을 보장하는 자기성 프리즘을 통과한다는 것이다(«Electronics Weekly, № 642).

예제 4.5. 프로톤 핵스핀(현상 설명에 대한 각주 필요)의 이완시간 (각주 필요)은 일반 조직과 암 조직에 따라 다르게 나타난다. 이 현상을 질병 진단과 치료에 어떻게 응용할 수 있을까?

해결책 스핀의 이완시간이 다른 요인에 대해서는 따로 밝혀진 바가 아직 없다. 하지만 추측 하건 데(영국 잡지 «New Scientist» 제 57 호) 종양에 들어있는 세포 속 물이 조금 다른 구조를 가졌거나 많은 양의 물이 찼다거나 하는 차이일 것이다. 하지만 확실한 이유를 모르더라도 과제를 해결하는 데는 이 현상의 몇 가지 특징만 있으면 된다. 어떻게 하면 되는지 표준해법을 참조하자. **Class4** 를 찾아보면 시스템 측정 및 발견에 대해 언급되어 있다. 본 과제에서는 «진단과 치료»를 위한 방법을 찾는 것이 주된 목적이다. 이는 시스템 측정 및 변환이라는 표준해법의 주제와 맥락이 같아서 **표준해법 4.1.1** 에 따라 시스템을 측정할 필요가 없게 변형 시켜 버리면 된다.

현재 사용중인 해결책은 («New Scientist» 제 57 호 No823) 생물학적 세포의 핵 자기 공명 측정방법을 진단에만 사용하는 것이다(해로운 물질이 있는가 없는가 여부를 밝혀낸다). **표준해 4.1.1** 에 따르면 해로운 종양이 자라나지 못하도록 프로톤 핵스핀의 이완시간을 변경하여 가능성을 제시하는 것이 맞다.

이 예제는 전망이 있지만 문제가 많은 부류에 속한다. 이런 경우에는 기존에 이미 사용되고 있는 에펙트(효과)를 적용해야 한다. 하지만 새롭게 연구 및 개발되고 있는 효과가 제시하는 해결 방향도 무시하면 안 된다. 특히 그 방향이 자연의 법칙과 시스템 진화법칙에 크게 어긋나지 않는다면 검토해 보는 것도 괜찮다.

예제 4.6. 만약에 똑같은 컬러 대상을 흑백 카메라로 두 번 찍고 나서(한번은 적색 여광기로, 한번은 없이) 일반적인 (흑백) 투명양화를 인화한 후, 하나의 화면에 두 개의 영상을 영사하면(이 때 여광기로 찍은 영상을 똑 같은 여광기로 영사한다) 화면에는 붉은색의 영상이 나타난다. 표준해법을 사용해서 이 원리를 바탕으로 한 컬러 촬영에 대해 말해 보시오.

해결책 이 예제에서도 앞의 예제에서처럼 아직 에펙트 목록에 등록되지 않은 새로운 에펙트를 사용해야 한다. 이 예제에서는 색깔에 대한 사람들의 심리가 많이 작용한다고 볼 수 있다. 왜냐하면 객관적인 사실로 모든 스크린에는 항상 붉은 빛이 존재하고 있었는데 빛의 강도나 심리적인 상태에 따라 그것을 감지하지 못하고 있기 때문이다. 결론적으로 이 예제를 해결하려면 이 원리 자체를 드러내는 것보다는 완전히 새로운 기술시스템을 만들기 위한 하나의 요소로 적용시키는 것이 좋다.

표준해 시스템을 사용하기 전에 우선 과제의 조건을 좀 더 분명히 해보자. 앞서 언급한 것처럼 흑백 필름을 사용해서 컬러 촬영(컬러 영상)을 해야 한다. 여기서는 **표준해 2.3.3**(하나의 행동이 될 때 또 다른 행동을 한다)을 참고 할 수 있다. 이 예제에 정확히 맞는 표준해법은 없지만 그나마 **표준해 2.3.3** 이 가장 적합하다. 즉, 인화 시 여광기를 사용한 영상과 사용하지 않은 영상을 번갈아 끼는 것이다. 필름 영사 시에도 이와 비슷한 작업을 해야 한다. 카메라 앞에서 적색과 무색의 여광기가 번갈아 끼워지는 디스크가 회전하면서 가능한 것이다.

이런 카메라는(TV 영상에도 사용) 프랑스의 «Anzen'jo»사가 «Skylab»정거장을 위해 개발한 것이다. 영국의 학자들이 흑백 TV 송.수신기를 사용하여 컬러 영상을 얻어내는 실험을 했다는 사실은 유명하다. 아마도 시간이 경과하면 이런 과정이 더 간소화되어 컬러 TV 와 컬러 사진용 재료의 가격이 훨씬 더 저렴해 질 것이다.

그런데 한가지 호기심이 생긴다. 위에 언급된 방법을 바탕으로 어떻게 하면 흑백 사진 재료를 사용하여 일반 컬러 사진을 얻을 수 있을까?

과제 4.7. 한때 식료품 가게의 계산대 앞에는 줄이 엄청나게 길어서 셀프서비스 시스템을 도입하는 것에 큰 장애가 되었다. 표준해법을 이용하여 저울에 달아 포장한 식료품가격의 자동계산법을 모색해 보자.

해결책 한 편으로는 아주 쉬운 것 같지만 사실은 매우 어려운 과제이다. 쉽다고 느끼는 이유는 일상생활에서 접할 수 있는 기술적 문제이기 때문일 것이다. 여기서는 제품(식료품)의 개수와 무게 등을 알아야만 가격을 정확히 계산할 수 있다. 아직 시스템이 없다고 가정하고 이런 조건에 맞는 시스템을 만들어 보자. 물론 물질-장 모델부터 만들어야 한다(subclass1.1 참고). 물질(식료품 혹은 상점의 물건들)은 장을 만들어 낼 수 있는(혹은 영향을 주거나 변형시킬 수 있는) 다른 물질과 연결해야 한다. 그러면 물질(식료품 혹은 상점의 물건들)에 대한 추가 정보도 얻을 수 있을 것이다.

일반적으로 사용하는 자석도장을(물리효과목록을 참고한다) 주로 사용하고 있는데 여기에는 몇 가지 단점이 있다. 첫째로, 모든 제품을 자석도장으로 표시할 수가 없다(식료품일 경우에는 불가능하다). 둘째로, 인간이라는 요소가 작용하기 때문에 과제 해결에 방해가 된다. 인간은 가격을 위조하기 위해 일부러 자석도장을 옳지 않게 사용할 수 있기 때문에 이런 경우를 대비해야 한다. 그렇기 때문에 여기에서 필요한 장(field)은 판매자와 구매가 모두가 함께 조종할 수 있어야 한다.

이 모든 것을 해결 할 수 있는 좋은 방법은 <Celbeger>사가 개발한 바와 같이 광학장(optic field)과 일반적인 방법(다양한 길이와 다양한 넓이의 검고 하얀 아크 형태의 통 사용)을 동시에 사용하는 것이다. 이런 방법을 사용하면 계산대에 있는 광전지가 물건들을(특히 무게로 파는 식료품) 쉽게 판별할 수가 있다. 그렇게 판독된 물건의 가격은 컴퓨터가 각 고객마다 따로 계산해 주게 된다.

이 상황에서 상위 시스템, 즉 상점 자체를 좀 더 발전시키는 방안에 대해서도 검토해 볼 수 있다. 추가 비용을 들이지 않고 계산대에 있는 컴퓨터를 이용해서 제품수량을 기록한다던가, 창고에서 몇 개가 반출되었고, 일정한 기간동안 몇 개가 판매되었는지, 다음날 주문량과 판매량이 어느 정도가 될 것인지 등에 대해 통계를 낼 수도 있다. **기술시스템 발전** 법칙을 엄두에 두고 위에 언급한 계산 방법과 관련해서 향후 이 시스템(상위, 하위 시스템)이 어떻게 발전해 나갈 것인지 관찰하면 흥미로울 것이다.

예제 4.8. 램프용 필라멘트는 성형이 어려워 철심에 텅스텐 가루를 감아 만든다. 이 때 최대한 철이 텅스텐 가루에 들어가지 않도록 조심해야 한다. 철이 들어가면 온도가 낮아져서 결국 램프의 수명이 짧아진다. 실을 만드는 텅스텐 가루는 보통 깨끗하고 다른 혼합물질이 섞여 있지 않다. 하지만 철심을 감고 있는 실이 가열되면 그때 불순물이

발생한다. 여기서 문제는 불순물을 야기시키는 철심을 다른 물질로 대체할 수가 없다는 것이다. 어떤 방법이 있을까?

해결책 이 예제에는 제거할 수 없는 해로운 물질-장이 등장했다. 철과 텅스텐을 연결하면 기술적인 이유로 좋은 점도 있지만 철이 텅스텐을 더럽게 만들기 때문에 나쁜 점도 있다. 그렇기 때문에 철심은 있어야 하지만 다른 한편으로는 없어야 한다.

이것은 **표준해 1.2.2** 에 나오는 전형적인 문제이다. 이 표준해법에 따르면 두 개의 물질 사이에 세 번째 물질을 추가해야 한다. 이 세 번째 물질은 처음 두 개의 물질 중 하나 혹은 두 개를 변형시켜서 만들 수 있다. 이 방법을 과제에 적용시켜 보자면 프로덕트(product)보다는 툴(tool)을 변경하는 것이 쉽기 때문에 철심을 변형시키도록 하자. 미국 잡지 «Design News»(제 27 호 No23)에 따르면 «Djuro-Test Corporation»사는 납을 얇은 필름처럼 만들어서 철심의 겉 표면으로 사용하여 철사 제조시 텅스텐에 대한 금속융합 작용을 피할 수 있었다.

구리를 사용하면 몇 가지 장점이 있다. 예를 들어서 구리는 녹지만 텅스텐으로 스며들지 않는다. 구리로 코팅 된 철심은 산화 질소와 유황 혼합물에서 잘 용해되기 때문에 제품(텅스텐 철사) 생산 후 쉽게 용해할 수가 있다.

예제 4.9. «microterm»재료는 압축된 이산화규소 섬유로 구성되어 있다. 이것은 타지도 않고 전류를 전도하지도 않으며 높은 화학적 및 기계적 견고성을 지니고 있다. 4cm 두께의 «microterm»에서 절연하는 것은 14cm 두께의 석면에서 절연하는 것과 똑같다. 이런 재료는 또 어떤 특성을 가지고 있는가?

해결책 답을 쓰려면 잡지 «Swiss Technic Ceitschrift» № 4 에 기재되어 있는대로 «microterm» 재료의 몇 가지 특성을 찾아내면 된다. 예로 온도의 안전도를 들 수 있다. 그렇다면 이 과제와 표준해법이 무슨 관계가 있는 것일까? 만약에 이 재료가 가진 특성들이 표준해법에 나오는 하나의 시스템을 형성한다면 연결을 시킬 수 있다. 자, «microterm»이라는 재료를 물질-장 분석의 측면으로 살펴보자. 이것은 고분산도의 물질이고 해면형태(기공이 많은)로 되어 있을 것이다. 그렇기 때문에 «microterm»이 포함되어 있는 물질-장은 미소기공(모세관현상) 효과를 포함하여 많은 효과를 낼 수 있을 것이다. 보통 전기절연 특성이 재료의 성분에 따라 좌우된다면 그 나머지 특성은 물질-장 구조에 따라 좌우된다고 볼 수 있다.

여기서 강자성 물질-장으로 전환하지 않고(전환하면 전기절연 특성을 잃게 된다) 물질-장의 효과를 어떻게 하면 더 높일 수 있을까? 가장 좋은 방법은 **표준해법의 sub-class2.4** 를 참조하여 물질을 강자성체 입자로 바꿔야 하지만 그러지 못할 경우에는 강자성 물질-장 시스템으로의 전환 가능성을 검토해야 한다. 이 때에는 **표준해법 2.4.5** 를 적용하면 된다. 이때 소량의 강자성체 추가물질은 이산화규소 섬유 사이와 각 섬유질 사이(섬유 제조 시)에 투입된다(미시수준, Micro-level).

이미 언급했듯이 표준해법은 계속 발전하고 보완되고 있다. 예를 들어서 원래 표준해법의 물리효과는 강자성 물질-장 시스템에서만 사용하게 되어 있는데 이 과제에서는 강자성 물질-장 시스템이 아닌데도 사용할 수 있다는 것을 보여주었다. 물리효과 목록을 참조하면

이산화 규소는 피에조 전기의 특성을 가진 재료 중 하나이다. 그렇기 때문에 전기장에서는 «microterm»의 크기가 변하게 되어 자연이 미소기공의 정도(level)도 변경된다.

예제 4.10. 많은 종양 진단 법은 종양에 축적된 물질을 찾아내는 것을 바탕으로 하고 있다. 질병 초기 단계부터 종양에 축적된 물질을 찾아냈다면 어떻게 치료할 수 있을까?

해결책 예제 자체가 이미 **표준해 4.1.1** 을 사용할 수 있게 잘 풀어져 있다. 진단에서 치료로 전환해야 한다는 말은 곧 시스템 측정에서 시스템 변화로 전환하라는 뜻이다. 알다시피 치료는 빨리 시작해야 더 많은 효과를 볼 수가 있다(질병을 늦게 발견하면 완치가 불가능한 경우가 많다). 그렇기 때문에 예방차원에서 매 시간마다 신체 기관에 암 예방 약제를 투입한다. 하지만 이럴 경우 이런 약이 건강한 기관에 악영향을 미칠 수가 있기 때문에 매우 조심해야 한다. 자, 과제를 재구성해보면, 암 예방을 위해서는 신체기관에 추가물질(약)을 투입해야 하지만 건강한 기관을 생각하면 투입해서는 안 된다. 이러한 모순을 해결하는 데는 **표준해 5.1.1.5** 을 참고하면 된다. 방법은, 약제가 농축되어 있는 작은 물질을 신체 기관에 넣어 두었다가 종양이 생길 기미가 보이면 스스로 약제를 터뜨리게 만드는 것이다. 이런 기능을 발휘할 수 있는 것에는 selenomethionin(셀레노메티오닌)이 있다.

예제 4.11. 일반적인 비행 조건에서 민간 제트기 파일럿은 약 300 여 개에 달하는 계기판을 주시하고 있어야 한다. 그리고 착륙 시에는 안전을 위해 정면창만 보고 있어야 하기 때문에 계기반에 이상이 생겨도 즉시 반응을 하지 못한다는 위험이 있다. 이 문제를 어떻게 해결할 수 있을까?

해결책 파일럿은 계기판을 봐야 하지만 위험하기 때문에 보면 안 된다. 이 모순은 반드시 제거하거나 어떻게든 해결해야만 한다. 그렇다면 표준해법을 사용하여 이 문제를 어떻게 해결 할 수 있을까? 우리 앞에는 «발견해야 하는» 과제가 놓여있다. 즉, 계기판에 발생할 수 있는 경고 신호를 «발견해야 한다»(하지만 착륙 시 앞을 안 보고 계기반을 보고 있으면 위험하다). 아직은 **표준해법 4.1.1** 을 적용할 수 없기 때문에 다음 단계인 **4.1.2.** 로 넘어간다. 만약 계기반과 정면창을 동시에 측정할 수 없다면 광학적 복사(카피)법 사용을 시도해 볼 수 있다.

정답은 일본의 항공기 과학연구소에서 개발한 데로 계기반을 반투명 유리에 반사되게 만들어서 그 유리를 정면창에 붙이는 것이다. 그러면 파일럿은 일반 비행 시에는 물론이고 착륙 시에도 정면창을 바라볼 때 계기반을 동시에 볼 수 있게 된다.

예제 4.12. 일반적인 표준 영화 영사기를 사용하여 입체영화를 볼 수 있는 방법을 제시해 보세요(보통 영사기 2 대를 사용해야 한다). 이 방법을 위해 상위 시스템이 어떻게 보완되어야 할까?

해결책 «New Science»지 제 57 권 № 832 에 나와 있는 데로, 각 눈 앞에 비친 영상을 필름 한 장면에 나타낸다(바로 옆에 나란히 나타내거나 겹쳐서). 그리고 영사기에는 회전 프리즘을 장착하여 영상의 편극이 가능하게 한 다음 영화를 볼 때는 편극 렌즈를 사용한다.

이 방법을 사용하면 2 대의 영사기가 필요 없다. 보통 처음에는 상위 시스템이라면 조금 복잡하게 만드는 것이 옳다고 생각하기 마련이다. 하지만 이 경우를 보면 전혀 그렇지 않다. 지금까지는 입체 영화를 상영할 때 폴라로이드 렌즈를 사용했지만 위의 방법을 통해 이제 영화의 대량 제작이 어렵지 않게 되었다. 물론 여기에도 조금은 골치 아픈 문제가 있다. 만약 프리즘을 사용하지 않는 방법이 개발된다면 더 좋을 것이다.

이 과제는 기술 시스템의 교체 과정, 즉 진화 과정을 잘 보여주고 있다. 몇 개의 화면을 여러 개의 필름으로 동시 상연하는데 문제가 발생하니까 한 화면에서 여러 개의 영상을 겹쳐서 상연해야겠다는 생각이 떠오른 것이다. 하지만 영상을 너무 자주 겹치는 것도 좋지 않다. 가장 좋은 것은 오른쪽과 왼쪽 눈을 위한 영상을 두 개의 다른 화면에 담아서 하나의 필름에 넣는 것이다(**표준해법 5.1.2** 참고). 이 방법은 기존의 필름 제작과정보다 그다지 복잡하지도 않다(오히려 간단하다). 또한 영상의 위치를 조절할 필요도 없게 되고 화면의 크기나 형태도 변하지 않는다.

예제 4.13. 전화기 다이얼은 전류에 반응하는 구성분자로 이루어진 전기금속판으로 만들어져 있다. 이 버튼을 누르면 특정한 자리에서 번호에 맞게 소리가 나게 되어 있다. 앞으로 이 시스템은 어떻게 발전할까?

해결책 표준해법을 참고하여 기술시스템의 발전 방향을 예측할 수 있는 것은 표준해법이 시스템진화법칙을 기반으로 만들어 졌기 때문이고 이제는 시스템 진화 법칙보다도 보다 더 구체적인 표준해법을 참고하여 기술 시스템의 진화 방향에 대해 예측하는 것이 더 정확하다.

여기서 가장 먼저 해야 할 것은 기술 시스템을 물질-장 언어로 전환하는 것이다. 전화기 다이얼은 금속 판으로 만들어져 있고 기계장이 작용하면 전기장도 가동된다(전류반응 분자를 물질에 전달한다). 시스템은 이미 존재하고 있으니 이것을 보완하여 효과를 더 높이면 된다. 어떻게 해야 할지는 **표준해법 class2** 에서 힌트를 얻을 수 있다. 이를 통해 «다이얼»이라는 시스템의 진화 단계를 알 수 있을 것이다.

자, 도구(tool)의 분산도를 높이면 전기 도면을 이용한 복잡한 신호 암호화 시스템을 쓰지 않고 각 번호마다 개개의 전기금속판 분자를 정하는 것으로 충분하다. 이 때 금속판의 일부인 각 분자는 자신의 신호를 기억한다(물론 전압이나 밀도 등 뭔가가 달라야 한다). 미국의 «Bell Laboratories»사가 찾아낸 현재 사용중인 해결책은 예전부터 신호 구별에 사용했던 방법인 전류반응 분자를 체스 순서로 나열하는 것이었다.

예제 4.14. 비행기 여객의 짐에서 무기류를 검출하는데 사용되는 검파기는 아주 큰 단점을 가지고 있다. 만약에 전자기 신호가 낮으면 일반적인 금속에서도 작동이 된다. 예를 들어서 에어줄이 들어 있는 4-5 개의 병에서도 작동하며, 또 만약에 전자기 주파가 크면 금속의 밀도에 따라 작동한다. 예를 들어서 주머니 속 열쇠 꾸러미 등에도 반응을 보인다. 과제는 어떻게 하면 이러한 단점을 보완하여 무기류에만(밀도 높고 무거운 금속 또는 반응주파수가 큰 금속) 작동하도록 만들 수 있는가 하는 것이다.

해결책 이 예제는 시스템 모순에 대한 아주 전형적인 경우라 할 수 있다. 여기서 도구인 전자기장의 반응주파수가 고밀도여야 하지만 이와 동시에 저밀도여야 한다. 전자기장은 현재 기술분야에서 폭 넓게 사용되고 있다. 예를 들어서 전자기장을 이용하여 토질의 습도를 측정하려면 마지막의 밀도가 높아야 하고(그래야 장이 습도를 잘 '느낄 수 있다'), 또 다른 한편으로는 밀도가 낮아야 한다(그래야 토지 표면 모양이 측정결과에 영향을 주지 않는다). 이 과제의 일반적인 해결 방법은 토지 표면을 고르게 만들거나(항상 가능하지는 않다) 어느 정도의 중간 밀도를 찾아내어 신호가 물에는 반응하지만 고르지 않는 표면에는 반응하지 않도록 하는 것이다. 하지만 이 방법을 사용하면 분명히 측정 시 또 다른 문제가 발생할 것이다. 왜냐하면 처음의 모순을 완전히 제거하거나 해결한 것이 아니고 눈에 띄지 않게 감춰버렸을 따름이기 때문이다.

자, 기술적 부분을 향상시켜야 하는데 그렇게 하면 장애물에 부딪힌다. 이런 경우 어떻게 해야 하는지는 **표준해 sub-class3.1.5** 에서 말해준다. 구체적인 **표준해인 3.1.5** 는 상위 시스템으로 전환하라고 귀뜸하고 있다. 이때 시스템의 입자들은 한 가지 필요한 활동을 하고(혹은 한 가지 필요한 특성을 지녔거나) 나머지 모든 시스템은 그 반대 활동을 하고 있다. 여기서 고밀도의 전자기장을 사용하고 저밀도의 진폭에 따라 변조한다. 이렇게 하여 하나의 전자기성 신호가 2 가지의 반대되는 특성을 지니게 만든다.

이런 결합은 무선공학에서 이미 오래 전부터 사용되어 온 방법이다. 놀라운 사실은 상당히 많은 문제에서 이런 결합이 등장하는데(무선통신이나 무선수신 등과 상관없이) 많은 비용과 시간을 버리면서도 이 방법을 발견하지 못하는 경우가 종종 있다는 것이다. 토지 습도 측정 문제는 사실 아주 최근에 해결된 것이고 무기류 검파기 과제는 이론으로만 해결된 단계에 있다. «Electronic Systems Support»사는 다른 밀도의 전자기장 2 개를 사용한 검파기를 생산하고 있는데 두 개의 장이 동시에 작동할 때만 신호음이 울리도록 만들었다.

예제 4.15. 활주로에서 이착륙하기 편하게 비행기 위치를 정해주는 전자기 시스템을 생각해 보시오.

해결책 «활주로»라는 제한이 있기 때문에 기술 시스템을 만드는 것이 어렵지 않다. 활주로는 있다는 말은 곧 이 곳에서는 정기적으로 비행기가 운항된다는 뜻이기 때문에 기술시스템은 지속적인 것이어야 하고 정기적으로 운영되는 것이어야 한다. 지난 과제에서와 마찬가지로 새로운 시스템을 만들 때에는 **표준해 sub-class3.1** 을 참고하기 바란다. 또한 상위시스템으로 전환할 때에는 **물리효과 사용목록**을 사용하는 것이 좋다.

표준해법과 물리효과목록을 참고해보면 여러모로 안전한 전자기장을 사용해야 한다는 것을 알 수 있다. 비행기 내부에는 전자기장을 분별할 수 있는 값싸고 작은 장비 하나만 장착하면 된다. «Flight International» (제 103 권 № 3336) 지에 언급된 데로 이 시스템은 몇 개의 지상 무선 전신국을 통해 지속적으로 초장 무선 전파를 방출하게 되어 있다. 그리고 비행 지역에 있는 신호는 최대 혹은 최소의 진폭으로 간섭현상을 일으킨다. 이 때 활주로 전체 공간에는 비행기 내부에 장착된 장비가 쉽게 관독할 수 있는 부동성 «라인»이 생겨서 비행기가 쉽게 위치를 찾아 이.착륙할 수 있다.

4.3. 스스로 해결을 위한 문제

예제 4.16. 외양간 파리는 동물에게 질병을 옮기는 등 많은 해를 끼친다. 파리를 제거하기 위해 생물학적인 방법으로 특별히 사육한 벌을 사용한다. 그렇다면 보다 더 효과적인 방법(화학적인 방법 등)에는 어떤 것이 있을까?(표준해를 사용해서 예제를 풀어야 함)

예제 4.17. 이온 전류를 이용하여 반도체 재료에 혼합물을 투입하는 장치에 5 가지의 등급별 이온 전류를 조절할 수 있는 자석 스위치를 설치하려고 한다. 이런 스위치가 있으면 5 가지 종류의 다른 반도체를 제작할 수 있다. 이 방법을 어떻게 하면 더 발전시킬 수 있을까?

예제 4.18. 자동차용 배기가스 정화장치가 개발되었다. 카메라 모양으로 되어 있는데, 그 안에서는 뜨거운 배기 가스가 공기와 섞여서 연소가 덜 된 연료가 완전히 연소 되도록 만들어 줌으로써 연료의 독성을 감소시킨다. 이 과제에서는 어떤 표준해가 사용되었을까?

예제 4.19. 독감 바이러스가 지닌 가장 큰 위험은 신체 기관이 새로운 독감 바이러스가 침투될 때마다 알아차리지 못한다는 것이다. 조금이라도 변형된 바이러스에 대해서는 기존 바이러스에 매우 강했던 항체라도 아무런 효력을 내지 못한다. 그렇다면 다양하게 변형된 바이러스로부터 신체를 보호할 수 있는 약을 개발하는 것이 가능할까? 표준해를 사용하여 해결해 보자.

예제 4.20. «Honnuel»사는 조종사 헬멧에 장착하는 조준장비를 개발하였다. 2 개의 적외선 송신기가 작은 이미지 센서에 영상을 만들고 이 영상은 헬멧 차양에 비춰진다. 2 개의 송신기는 비행기 몸체에 달린 라이트에 설치되고 헬멧에 달린 조준장비로 위치나 방향을 조정하게 된다. 이 마지막 부분이 이 시스템에서 가장 복잡하다고 볼 수 있는데 표준해의 관점에서 이 시스템을 어떻게 작동시킬 수 있을까?

예제 4.21. 어떠한 자국을 찾기 위해 몸체의 표면을 기록하는 등 홀로그래프에 무언가를 기록해야 하는 일이 자주 발생한다. 가끔은 똑같은 판에 시간 간격이 다른 두 개의 홀로그래프를 배치해야 할 때도 있는데, 이 때 가장 큰 문제는 첫 번째와 두 번째 홀로그래프를 촬영하는 사이에 장비가 조금 움직일 수가 있다는 것이다. 그렇게 되면 레이저의 기본 빛이 조금 기울어져서 홀로그래프 자체가 왜곡되어 나올 수 있다. 이 문제를 어떻게 해결할 수 있을까?

예제 4.22. 탱크 설계자들은 총탄으로부터 탱크를 보호할 수 있는 좋은 방법을 개발해야 한다. 총탄으로부터 보호하려면 탱크갑판을 좀 더 두껍게 만들면 된다. 하지만 갑판이 두꺼워지면 무게가 늘어나기 때문에 속도가 느려져서 기동성이 떨어지는 등의 문제가

발생한다. 이런 상황에서 총탄으로부터 보호하면서 위에 언급한 문제들이 생기지 않게 하는 방법이 있을까?

예제 4.23. 아직까지도 사용되고 있는 전기 타자기는 기계적 문제 때문에 타자 속도가 느릴 수밖에 없다. 그렇다면 타자기의 기본 작동 원리를 바꾸지 않고 자판에서 문자로 빠르게 전달할 수 있는 방법을 생각해 보시오(기존의 지렛대 원리를 바꾸면 됨).

예제 4.24. 어떤 원리를 바탕으로 치아는 많은 하중을 견딜 수 있는 것일까? 어떤 표준해가 이와 관련 있으며 이 기술을 어디에 적용시킬 수 있을지 생각해 보시오.

예제 4.25. 표준해를 참고하여 비행기 날개 밑에 발생하는 충격파를 줄일 수 있는 효과적인 방법을 제안해 보시오. (각주: 내용보완)

4.4. 문제 해결을 위한 도움말

발명문제를 해결하는데 사용되는 표준해법은 기술진화법칙을 바탕으로 개발되었기 때문에 매우 체계적이라는 장점이 있다. 이런 장점을 제외 하더라도 표준해법은 전문 엔지니어들이 각자 경험을 바탕으로 개발한 많은 발명문제 해결 방법들과는 차이가 있다. 경험을 바탕으로 개발한 방법들은 첫째로 매우 일반적인 성격을 띠고 있고, 둘째로 이 방법을 통해 지금 해결해야 하는 문제에 딱 맞는 정답을 얻을 수 있다는 확신을 가질 수 없다. 하지만 표준해법 같은 경우에는 만약 이 표준해가 개발되었던 똑같은 조건과 똑같은 범위 내에서 적용시킨다면 확실한 해결책을 보장받을 수 있다.

한 표준해는 하나의 기술 시스템을 각 단계별로 발전시켜주기 때문에 기술 시스템의 미래를 예측하는 것이 가능하다.

중요한 것은 표준해법을 사용하려면 반드시 먼저 기술시스템 진화법칙과 물질-장 분석을 공부해야 한다는 것이다(교재 마지막 부분에 있는 참고 문헌 목록에 따라)

다시 한번 더 강조하지만 절대로 기본 지식이 없이 표준해부터 사용하면 안 된다. 그러면 표준해에 대해 잘못 이해하여 실제 발명 문제에서 잘못 적용시켜 큰 실수를 범할 수 있기 때문에 표준해의 진가와 효과를 느낄 수 없을 것이다. 표준해를 물질-장 모델로 전환시키는 작업은 어떻게 보면 조금은 복잡하다고 느낄 수 있지만 기술시스템진화 법칙과 물질-장 분석을 사용하여 기술적 발명과제 해결하는데 방해가 되지는 않을 것이다.

표준해는 아리즈(ARIZ)보다 훨씬 더 쉽고 강한 창조적인 문제 해결 방법이다. ARIZ 는 비표준 과제 해결을 위해 개발된 방법이기 때문에 표준해법보다 좀 더 일반적인 성격을 띠고 있다.

표준해를 사용하여 발명에 관한 문제를 풀다 보면 가끔씩 심리적 관성의 방해 받을 때가 있다. '어떻게 하면 기존에 있는 방법으로 이 새로운 기술적 문제를 해결할 수 있을까?' 라는. 이것은 어쩌면 모순이거나 잘못 되었다고 볼 수 없다. 왜냐하면 표준해도 역시 모든 기술 시스템을 위해 기존 기술 시스템의 발전법칙을 바탕으로 개발된 것이기 때문이다. 그렇기 때문에 구체적인 시스템에 표준해를 적용하면 그 시스템의 향후 발전 방향을 알

수가 있는 것이다. 이제 남은 일은 각 기술 시스템을 대표하는 기본 조건들을 보면서 표준해가 제시하는 대로 그 기술 시스템의 단기적 혹은 장기적인 미래를 예측하는 것이다.

예제에 대한 추가 도움말

예제 4.16. 물질-장 모델이 주어졌고(별은 파리 유충의 알을 제거하면서 다른 곳으로 이동시킨다) 그것을 좀 더 효과적으로 만들어야 한다. 또 과제에서는 화학적인 추가물을 첨부하라고 되어 있다. 그렇다면 class3 에 따라 완전히 새로운 시스템으로의 전환이 불가피하다(미시 수준(Micro-level)은 이미 사용함). **표준해 sub-class3.1** 을 참조하면 새로 추가되는 물질은 2 가지의 특성을 가지고 있어야 한다. 즉, 파리에겐 작용하지만 벌에는 아무런 해가 없어야 한다. 이런 특성을 가진 화학물이 있을까?

«Science»지 제 178 권을 살펴보면 외양간 파리 제거에 사용되는 어떤 화학적 유충 호르몬은 매우 특이해서 파리 외 다른(벌 포함) 곤충에는 아무런 해가 없다고 한다. 이런 추가물질을 사용하면 파리 같은 해로운 곤충 제거에 많은 효과를 볼 수 있다.

예제 4. 17. 어떤 시스템이든 변화를 주어야 한다면 우선적으로 Tool 과 product 중에서 tool 을 살펴봐야 한다. 이 과제에서 도구(tool)는 자석스위치이다. 스위치는 자체적인 자석장을 가지고 있는 충전분자의 활동을 조절할 수 있으니까 강자성 물질-장 구조를 개선해야 한다. 그런데 **표준해 sub-class2.2** 가 여기서 이미 사용되고 있는 것 같다. 자석스witch는 다이내믹한 구조로 되어 있어서 특정한 구조를 띤 자기장이 조절을 하기 때문에 이미 시스템은 개선된 것으로 보여진다. 하지만 이 시스템은 앞으로도 계속 진화될 것이기 때문에 향후 진화 방향을 예측해 볼 수도 있겠다. **표준해 sub-class2.3** 에서는 자석스witch를 더 발전시키려면 물리 효과 및 현상을 사용해야 한다고 말하고 있다. 만약 더 발전된 시스템을 알고 싶다면 물리효과를 참조하여 문제를 다시 풀어보아도 된다.

예제 4.18. «내연기관»의 효율을 높이는 방법에 대해 언급된 과제이다. 일반 엔진에서 연료를 가열시키면 독성 배기 가스가 배출된다. 이러한 독성을 중화시키는 문제를 해결하려면 복잡한 물질-장 모델을 만들어야 한다. 즉, 열장에 추가물질을 첨가해야 한다(**표준해법 sub-class2.1** 에 따라 합성된 복잡한 물질-장 모델).

이렇게 새로 만든 물질-장 시스템은 또 한 단계 더 발전할 수 있는 여지가 있다. 예를 들어서 산화작용이 잘 되는 특정한 구조의 장(field)에서 가열하는 방법도 있다(**표준해 2.2.5**).

예제 4.19. 프랑스의 파스테르 대학에서는 모든 종류의 독감 바이러스에 효과적인 백신을 개발한 바 있다(«Medical Tribune and Medical News»지 제 14 권 No10). 아직은 몇 몇 소수의 전문의 외에는 이 사실에 대해 잘 모른다. 하지만 표준해법을 사용하면 이 문제를 간단하게 해결할 수가 있다.

독감 바이러스가 위험한 가장 큰 이유는 자주 변형되어 알아보기가 힘들다는 것이다. 지금까지는 바이러스의 변형 가능한 상태를 미리 예측해 보거나, 새로 변형된 바이러스가

생기면 즉시 백신을 개발하는 것이 전부였다. 첫 번째 방법은 그다지 큰 효과를 보지 못했고 두 번째 방법은 사람들의 희생과 많은 시간을 필요로 했다.

그렇다면 여기에 표준해를 어떻게 사용할 수 있을까? 우선 물질-장 모델을 만들어 보자. **표준해 1.1.7** 을 살펴보면, 이미 변형된 바이러스에는 충분한 영향을 가할 수 없기 때문에(어떤 형태인지 예측할 수 없기에), 최대한 많은 작용을 가할 수 있도록 유지함과 동시에 첫 번째 바이러스와 관련된 다른 물질에도 작용을 해야 한다. 조금은 다르지만 실제로도 그렇게 실행하고 있고 **표준해 1.2.3** 에서도 이런 방향으로 권하고 있다. 이 표준해법에서는 바이러스의 변형된 부분에만 너무 집착하지 말라고 말한다.

예제 조건을 보면 변형 바이러스를 중화시켜야 된다고 요구하지만 사실은 불가능하다. 이런 상황에서는 **표준해 5.1.1** 을 참고하면 된다(추가물을 내부가 아닌 외부에서 첨가한다).

앞서 언급한 표준해들은 거의 비슷한 해결책을 제시하고 있다. 즉 추가물은 변형된 바이러스에 첨가하지 말고 첫 번째 바이러스와 관련된 세 번째 물질에 첨가해야 한다는 것이다. 의학적 전문 지식이 없더라도 알 수 있는 것은, 우리에게 필요한 백신은 평소에 아무런 이상이 없어서 사람들의 이목을 끌지 않는 온전한 바이러스에서만 작용해야 한다는 사실이다. 바로 이 방법을 통해서 일반적인 바이러스 예방 백신을 얻어냈다. 물론 시간이 어느 정도 경과하면 변형되지 않았던 바이러스도 변할 수 있다. 하지만 경험에 따르면 아무리 그렇더라도 매년 발생하는 변형 바이러스 보다는 오래 간다.

이 예제는 의학적 전문가들에게도 흥미로웠겠지만 표준해법을 사용해서 실제적인 당면 과제인 «독감 바이러스» 에 대한 새로운 해결 안을 찾은 모든 사람들에게 유익했을 것이다.

과제 4.20. 외부 수신기의 위치를 조정하려면 조종사 헬멧의 공간적 위치를 측정해야 한다. **표준해 4.1.1** 에서는 아예 측정할 필요가 없게끔 과제를 재구성해야 한다고 권유하고 있다(이 과제는 군사용뿐만 아니라 과학적 의미도 가지고 있다. 예를 들어서 우주에서 사진을 찍을 때 사진기를 직접 손에 들고 조정하면서 찍을 수 없다는 유사한 문제가 발생한다). 하지만 정답에서는 이 두개의 문제가(측정과 조정) 하나의 기술 시스템으로 통합되지 않았다. 표준해에 따르면 헬멧의 위치를 이동시키면 자동적으로 카메라 위치도 이동하게 만들어야 한다.

여기에서는 복잡한 물질-장 모델을 구성해야 한다. 더군다나 두 개의 주요 물질 사이에(헬멧과 카메라 사이) 특정한 공간적 구조를 가진 어떤 장(field)이 작용하여야 한다. 그래서 헬멧 위치를 이동시키면 장의 구조에 변화가 생겨서 카메라의 위치가 같이 바뀌게 만들어야 한다.

예제 4.21. 이런 과제를 해결하는 일반적인 방법은 사진(영상)찍는 장치의 내구성을 최대한 높이는 것이다. 하지만 이 경우 «측정이 정확하면 외부적 영향을 받는다»라는 모순을 제거할 수가 없고 다만 눈에 드러나지 않게 뒤로 숨기는 꼴만 된다. 그리고 시간이 지나면서 정확성이 요구되고 다시 또 미미하지만 해로운 영향을 받기 시작한다. 여기서는 새로운 시스템으로의 전환이 필요하다(**표준해 class 3**). «EMI electronics»사가 개발한 정답은 다음과 같다. 기본 레이저 광선은 홀로그램에 닿기 전에 이미 장(field) 가까이에서 장착된 작은 거울로 반사된다. 기본 광선과 작업용 광선의 방향이 하나로 통합되면 외부의 해로운

영향을 피할 수 있다. 그러면 기본 광선과 작업용 광선의 특성들이 변형되지 않고 그대로 남아서 정확하게 측정할 수 있게 된다.

예제 4.22. 해로운 물질-장을 제거해야 하는 전형적인 경우이다. **표준해법 1.2.2** 를 참고하면 된다. 탱크철판을 보호하기 위해서는 철판 자체를 변형해야 한다는 것은 분명한 사실이다. 더군다나 총탄이 발사되기 전까지는 어떤 포탄이 어느 방향으로 올 것인지는 전혀 예측할 수가 없다.

현재 사용중인 해결책은(«Exercity e Armi»지 제 2 권 № 9 참고) 2 개의 탱크철판을 사용하는 것이다. 2 개의 철판 사이에는 간격을 두어서 가벼운 물질로 채운다(예를 들어서 중합적 거품 등). 이런 벽은 포탄으로 인해 발생하는 파편이나 강한 부딪힘에도 잘 견딜 수 있다. 또한 중합적 물질이 탄화수소로 되어 있다면 어느 정도 수준까지는 탱크 내부로 중성자가 투과되지 않도록 막아 준다.

이 예제를 «전혀 반대적인 관점»에서 살펴보는 것도 흥미로울 것 같다. 즉 총탄의 효과를 높여 보는 것이다. 그러면 물질-장 시스템의 능력을 높여야 하는 새로운 문제가 발생한다. 하지만 이 문제도 역시 표준해법을 사용하면 해결 할 수 있다. 예를 들어서 물질-도구를 세분하거나(파괴탄) 물리효과를 사용하거나 하는 방법을 사용하면 된다. 군사 기술에서는 시스템들 간에 계속 새로운 모순이 발견되고 해결되면서 발전하는 경우가 잦다(«칼»과 «방패»처럼). 그리고 항상 새로운 공격으로부터 방어할 수 있는 방법을 모색하게 된다. 예를 들어서 지금 지구 전체를 파괴시킬 수 있는 위력을 지닌 무기가 발명되었다면 분명히 언젠가는 그 무기로부터 방어할 수 있는 무언가가 개발될 것이다.

예제 4.23. 물질-장 모델에는 두개의 물질(자판과 문자)이 있고 그 두 개의 물질에 작용하는 어떤 장(field)이 있다. 과제에서는 장 대신 복잡한 물질-장이 있다고 제시했다. 그런데 이 복잡한 물질-장은 높은 효율을 내지 못하고 있기 때문에 **표준해 2.2.5** 에 따라 특정한 구조를 가진 장과 물질을 연결시켜야 한다.

자, «Smit-Korona»사는 «Type-tronic»이라는 전기타자기를 개발했다. 이 타자기에서는 전달 메커니즘이 초음파를 중심으로 돌아간다. 자판을 두드리면 자동적으로 초음파가 흘러나와서 타자기가 작동되는 원리이다. 이 타자기는 기존의 방법에서 완전 탈피하여 사용법이 간단할 뿐더러 자료를 만들거나 텍스트 수정도 가능하다.

예제 4.24. 두 개의 물질 사이에 유해한 작용이 일어나고 있다. 여기서는 **표준해 1.2.2** 를 적용시켜 보자. 물론 이 표준해법은 치아에서 이미 사용되고 있다. 그렇다면 그 치아에서 변형된 것은 무엇인가?

«New Scientist»지(제 89 권 № 1244)에 따르면 치아는 기공이 많은 강한 비유기체 물질로 구성되어 있다. 치아로 음식을 씹을 때 그 압력을 흡수하면서 액체가 기공에서 빠져 나온다. 또한 연구에 따르면, 치아 결정체 안에 있는 이온은 약한 전기장을 형성한다(기공이 매우 작기 때문에). 이 전기장은 액체가 새는 것에 영향이 가해지는 것을 늦추어 주어서 점성을 높이는 작용을 한다. 그리고 불소 치약이나 불소(**보완설명**)가 함유된 물을 사용하면 치아의 수산기 이온이 불소 이온으로 변해서 치아가 더 강해진다.

예제 4.25. 지난 과제와 마찬가지로 이번 과제에서도 해로운 물질-장 시스템을 제거해야 한다.

가장 일반적인 방법은 두 개의 물질 중 하나 혹은 두 개를 모두 변형시켜서 새로운 물질을 첨가 시키는 것이다. 이 과제에서 물질은 공기와 날개이다. 그러니까 새로운 물질은 공기로 만든 날개가 된다. 프린스턴 대학교의 학자들은 날개 밑에 공기가 들어 있는 쿠션을 달아 보는 것이 어떻겠냐고 제안했다. 실험해 본 결과 이 쿠션은 비행기 밑에서 생기는 파동을 어느 정도 진정시켰다. **그림첨가**

표준해를 사용하여 문제를 해결하다 보면 발명에 관한 문제를 해결하는 것이 매우 쉽다는 생각이 들 때가 종종 있다. 하지만 표준해를 잘못 사용하여 문제 해결에 실패를 하면 그 반대로 매우 어려운 방법이고 현실에 적용시키는 것이 불가능할 것 같다는 의구심이 생기기도 한다. 하지만 이 두 가지 생각 모두 틀렸다. 표준해는(트리즈의 모든 도구가 그렇듯이) 복잡한 발명 과제를 빠르고 훌륭하게 해결하는데 도움이 되는 하나의 도구이다. 하지만 트리즈의 도구를 원하는 만큼 제대로 사용하고 싶다면 생각만으로는 안 된다. 끊임없이 연습하고 실습해 보아야 한다. 지속적이고 정기적인 지적 노력이 없이는 좋은 결과를 얻어 낼 수 없다. 트리즈는 수학이나 물리처럼 배울 수 있다. 물리나 수학은 계속 문제를 풀고 공식을 암기하는 등 지속적인 노력을 요하기 때문에 모든 사람들이 물리학자나 수학자가 되지 않는다. 걷는 것보다는 역시 자동차를 통해 이동하는 것이 훨씬 빠르고 편리하다. 하지만 그러기 위해서는 자동차가 있어야 하고 운전면허를 따서 운전능력을 잃지 말아야 한다. 면허가 없는 사람은 당연히 자동차를 운전하면 안되겠지만 면허가 있더라도 운전능력이 없다면 사고가 날 수밖에 없다. TRIZ 에서도 이러한 지속적인 <형식>이라는 틀을 요구한다. 오직 이 경우에만 TRIZ 적용은 가장 큰 효과를 가져다 주고 계획적인 기술 시스템의 완성을 도와줄 수 있다.

5부 ARIZ

5.1 이론 부분

ARIZ는 발명적 과제 해결 알고리즘으로, 기술적인 문제 상황을 과제와 그 해결책으로 구체화시켜 새롭고 능률적인 기술 시스템을 도출하기 위한 작동(operation) 시스템이다.

만약 기술적인 시스템 발전 법칙(1부 <기술적인 시스템 발전> 참조)이 이러저러한 시스템에 대한 일반적인 발전 방향을 나타낸 것이라면, ARIZ는 이러한 법칙을 토대로 여러 가지 요구 사항을 만족시키는 상황으로 시스템을 어떻게 적용하는지 등의 구체적인 명령을 제공한다. 간혹 이러한 적용으로 인해 검토되는 시스템 수준(level)의 변경, 즉 ARIZ의 사이클을 여러 번 사용해야 하는 상황 등이 발생할 수도 있다는 점을 염두에 두어야 한다.

ARIZ는 기술적인 발명적 과제 해결을 위한 더 진보되고 안정적인 방법이다. ARIZ는 항상 진보한다. 이 교재를 만들고 있는 시점에서 저자 알트슐러에 의해 적용이 권고되었으며 상당한 검토를 거친 최신 버전인 ARIZ-85가 실제로 사용되고 있다.

아래에는 ARIZ-85B 교재(text)가 초급자를 위해 충분히 간추린 형태로 정리되어 있다.

ARIZ를 이용한 예제 검토는 3 수준 교재에서 검토될 것이다.

5.2 스스로 해결을 위한 문제

예제 5.1 헬기 동체는 프로펠러와 동체를 연결하는 축에 프로펠러로부터 전달되는 진동의 작용으로 인해 손상된다. 가능한 모든 완충장치가 설치되었고 베어링도 보강되었다. 역방향으로 회전하는 두 번째 프로펠러를 설치한 시도도 진동 및 동체 손상을 획기적으로 감소시키지는 못했다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.2 음극선에서 맥동파가 흐르는 동안 종종 누적이거나 음극 전체를 망가뜨리는 퇴적물이 생성된다. 파이프의 안정적인 사용 기간은 잘 알려져 있다. 하지만 그 기간을 1.5-2배 더 연장시켜야 한다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.3 대전입자(charged particle)의 가속장치는 무선 대역의 가속 전자기파를 사용하여 작동된다. 한편, 예를 들어, 양자를 가속시킬 때는 플러스의 constituent wave(정상파)만 사용된다. 사실상 에너지의 절반은 허비되는 것이다. 어떤 제안을 할 수 있는가?

예제 5.4 트랜지스터와 마이크로 칩의 기밀화(hermetic sealing)를 위해 에폭시 수지 화합물이 사용된다. 이 물질은 화학적인 오염으로부터 반도체 물질을 안전하게 보호해주지만, 한편으로는 기계적으로 지나친 하중을 받게 한다. 유해한 작용을 제거해야만 한다.

예제 5.5 광학 반사 망원경에 있어서 가장 복잡한 것은 거울 제작이다. 예를 들면 10평방미터 면적에서 빛을 모아야 한다. 일정 수준 이상의 정확도를 갖는 이러한 크기의 거울을 제작하는 것은 불가능한 것으로 여겨진다. 하지만 망원경은 필요하다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.6 주유소는 벤진을 용량에 따라 분류한다. 예를 들어 벤진 1kg의 용량의 변화는 온도 변화에 따라 큰 폭의 범위 내에서 움직인다. 석유 제품을 증량에 따라 판매하는 것 또한 좋지 않다. 자동차 연료통은 어쨌든 용량에 따라 채워지기 때문이다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.7 버너에서는 종종 (액체 또는 기체의 형태로) 물이 필요하다. 이때 주어진 크기의 작은 입자로 흐름을 사전에 분쇄해야 한다. 이상적인 경우에 흐름은 스스로 분쇄되지만, 이렇게 하려면 어떻게 해야 하는가?

예제 5.8 지하에 있는 광부들과 통신할 때 일반적인 전자기 통신 장비는 별 쓸모가 없다. 무선 전파가 암반층(토양, 화강암)에서는 급속히 흡수되어 사라지기 때문이다. 이러한 단점을 보완한 새로운 통신 방법을 제안해 보시오.

예제 5.9 유동성 물질과 입자가 작은 물질의 통과량을 측정하기 위해 (<Mice Celler>사) 특별한 장비를 제작하고 있다. 일정한 각도로 기울어진, 지렛대의 어깨에 해당하는 판으로 물질 주어진다. 지렛대의 편차에 따라 물질의 통과량을 판단한다. 통과 물질에 따라서는 측정판이 손상되는 경우가 있다. 어떻게 보완할 것인가? **그림첨가**

예제 5.10 많은 연구를 위해 필요한 기체 역학적이며 고압력인 밀실(chamber)이 제작되었다. 하지만 생산적으로는 충분히 최대한 밀실을 사용하지 못하고 있다. 실제로 지속적으로 샘플을 밀실로 가지고 들어가야 하고 밀실에서 가지고 나와야 한다. 이 때문에 밀실 내 압력을 낮춰야 한다. 그리고 각각의 과정으로 인해 1시간 정도의 시간적 손실을 보게 된다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.11 운석과의 충돌에 의해 생긴 로켓 연료통의 구멍은 충돌 지점의 연료를 순간적으로 가열시켜 폭발하게 한다. 구멍이 나지 않게 연료통 벽면을 보호하는 일은 거의 효과가 없다. 우주에서는 어떠한 보호장치도 망가뜨리는 아주 빠른 운석들을 항상 만나게 된다. 하지만 폭발 또한 허용할 수 없는 문제다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.12 상당히 장거리로 천연 가스를 운반하는 일은 기술적으로 복잡한 문제이다. 이를 위해 가스를 영하 160도에 보관하는 특수 저온 탱크가 사용된다. 이렇게 운반하는 데는 많은 비용이 든다. 어떤 제안을 할 수 있는가?

예제 5.13 몇몇 회사는 (고주파) 전기 분해에서 전기 아크로에서 소화물질로 six-fluoride sulfur를 사용한다. 소화를 시키기 위해서는 기체 화합물이 존재해야 하지만 아크불꽃으로 압력이 상승하여 고압이 되면 SF6가 내부에서 급속히 액화된다. 따라서 계속 열을 가해줘야 하는데 이로 인해 에너지를 추가적으로 사용하게 된다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.14 (시스템 내의 모순을 극복하는 방법으로) 비행기의 이동 속도를 정하는 새로운 방법을 제안하라.

예제 5.15 벤진에는 연료의 노킹(knocking)을 감소하는 납을 포함한 특별한 첨가물이 들어간다. 한편 벤진 내에 남아있는 납은 배기 가스의 독성을 한층 증가시킨다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.16 헬기 제작에서 가장 복잡한 문제 중 하나는 동체에 전해지는 프로펠러의 상당한 회전 모멘트를 보상하는 것이다. 회전 모멘트를 보상해야 할 필요성을 배제시키는 프로펠러 회전 방법을 제안하라.

예제 5.17 유기체 내 종양을 없애기 위해 종양 내부로 들어가는 실리콘이 들어있는 강자성 혼합 증진제를 사용한다. 혼합물은 종양에 영양을 공급하는 혈관을 응고시키고 덮어 씌운다. 한편 응고되기 전에 혼합물의 일부가 다른, 유기체의 건강한 부분에 대해서도 이런 역할을 수행할 수 있다. 어떻게 할까?

예제 5.18 <롤스 로이스>사는 (회사의 주장에 의하면) 매우 정확한 자체 주물 기술을 보유하고 있다. 부품의 밀랍(wax) 틀은, 부품의 형태를 정확히 재현하는 cavity가 응고된 후에 그 내부에 형성되는 액체의 재료에서 본으로 채워진다. 밀랍 정련 후에 용해된 재료가 cavity로 흘러 들어가서 필요한 부품을 얻는다.

회사의 자료에 따르면 제작 정확도는 수 천분의 1cm에 달한다고 한다. 이 문제를 해결할 때 어떤 모순을 극복했는가? 어떠한 새로운 모순이 발생했는가?

예제 5.19 여객기 및 화물기의 수는 계속 증가한다. 유용한 용량, 적하량 또한 증가한다. 문제가 발생했다. 지금 여객기를 화물기로 재정비하려고 하는데 (이런 일은 종종 행해진다) 이건 큰 문제다. 의자를 제거하는데 너무 많은 시간이 소요된다. 어떻게 할까?

예제 5.20 전자기 장비에서 계전기의 접촉을 차단(disconnection)할 때 강력한 무선 장애(radionoise)가 발생한다. 접촉이 없는 계전기 사용 등을 배제한 무선 장애를 감소시키는 효과적인 방법을 제안하라.

예제 5.21 파동의 전파(傳波)로 인해 진행되는 화학 반응이 발견되었다. 이 현상을 이용할 수 있는 기술 장비를 제안해 보라. 이때 어떤 모순들이 제거되는가?

예제 5.22 <Pressure Dynamics Limited>(영국)사는 부서지기 쉽고 약하며 탄성이 있는 재료들을 높은 수압의 흐름을 이용해 자르는 작업대를 내놓고 있다. 여기서는 어떠한 모순들을 극복했는가? 어떻게 이 방법을 개선할 것인가?

예제 5.23 자외선으로 금속을 조사(radiation)할 때 전자가 방출된다. 한편, 방출 intensity는 금속 부분의 형태가 손상이 되는 경우 증가한다. 이 현상은 금속의 부하 부분을 찾는데 적용할 수 있다. 그러나 전자의 최대 방출 장소를 안정적으로 어떻게 규정할 것인가?

예제 5.24 자동차 차체는 전복되거나 다른 운송 수단과 충돌했을 때 승객들의 안전을 위해 아주 견고해야 한다. 다른 면에서 보자면 차체 강화는 자동차의 무게 증가를 가져온다. 어떻게 할 것인가?

예제 5.25 형 날개 **그림추가** (<맥도널 더글러스>사, 캘리포니아)는 공격 각이 클 때 큰 부양력을 만든다. 단면의 특징적인 차이는 그 앞쪽 가장자리에 있는 작은 돌출부가 존재한다는 점이다. 이 돌출부는 아래쪽 표면을 따라 흐르는 공기 흐름을 떼어 놓게 한다. (바로 이 때문에 작은 곡률 각에서 흐름을 끊음으로 인해 추가적인 저항이 생긴다.) 기술된 단면을 어떻게 보완할 수 있을까?

5.3 문제 해결을 위한 도움말

ARIZ 에 따라 문제를 해결할 때 기술적인 시스템 발전의 적법성이 잘 나타난다. : 이상성을 향한 기술 시스템의 돌진, 모순 규명 및 극복, 시스템의 <multilevel> ... 동시에 TRIZ 에 대한 기본적인 지식과 심도 깊고 철저한 학습 없이는 검토하기 어려운 또는 전혀 검토할 수 없는 낚임새가 많이 나타난다. 예를 들어, 반응의 원칙만이 문제 해결을 위한 많은 잠재적인 가능성을 보유하고 있다. 이미 서론에서 밝혔듯이 TRIZ 에 대한 더 자세한 정보는 이 교재 2 권 및 이 책 끝에 수록된 참고문헌 목록에서 찾을 수 있다. 경험 많은 교수의 지도 하에 특강이나 세미나 또는 통신 교육을 통해 TRIZ 를 공부해야 한다(다른 모든 학문처럼)는 점을 또한 염두에 두어야 한다. 이 경우에만 학습은 진정으로 높은 효과를 거둘 수 있다.

지식을 테스트하기 위해 이 교재를 사용할 때 각 부의 어떠한 과제든지 다른 부의 자료에 따라 연구하기 위해 제시하는 것이 바람직하다. 이때 현재 사용하고 있는 해결책이 이전에 알려졌는지는 의미가 없다. 중요한 것은 (항상 TRIZ 를 이용해 문제를 연구할 때와 같이) 정확하고 구체적이고 이론적인 자료에 부합하는 해결 과정의 기록이다. 이 기록에 따라 교사가 실수(만약 존재한다면)를 쉽게 찾아낼 수 있고 앞으로의 학습을 수정할 수 있다. 5 부에서 문제를 연구할 때 몇몇 해결책에서는 이후 해결 과정 자체에 의해 수정이 된 전형적인 실수들이 계획적으로 허용되었다. 한편 해결 과정에 대한 책임을 전적으로 ARIZ 에 떠넘겨서는 안 된다. 만약 단계별 공식이 심각한 실수, 즉 제시된 이론의 명백하게 벗어난 내용을 포함한다면 ARIZ 는 작동되지 않는다.

그리고 마지막으로 아주 중요한 부분이 있다. TRIZ 는 빨리 그리고 아주 높은 수준에서 현대의 모든 기술적인 문제를 실제적으로 해결할 수 있도록 해준다. 하지만 이를 위해서는 이론을 잘 아는 것 외에 지속적인 훈련과 자신의 실제 활동 영역에 TRIZ 기구를 끊임없이 매일 적용하는 것이 필요하다. 이때 특허의 가치가 있는 문제 해결보다는 효과적이고 능률적인 기술 시스템의 획득을 목표로 해야 한다.

이제 두 개의 첫 번째 장의 결론 단락에서 사용한 예를 상기해 보자. < 녹음기(magnetic sound recording)> 시스템의 연구에 대한 부분이 있었다. 시스템은 기술 시스템 발전 법칙의 관점과 물-장 분석의 관점에서 검토되었다. 거기서도 마침 물질-도구에 대해 제시된 모순 요구가 드러났다. 즉, 물질은 종합적인 일정한 특성을 가져야 함과 동시에 가져서는 안

된다는 것이다.(2부 <베폴 분석> 4편 참조) 사실, 문제는 작동지역(operation zone)의 특성에 대한 것이다. 이 시스템에서 모순을 극복하도록 도와주는 것은 표준 변환(standard conversion) 2이다. 모순적인 특성은 시간에 따라 분류된다. 보통 이러한 목적을 위해 물리적인 효과에서 상전이(transition)가 무엇보다 적합하다.

따라서 변환하는 층은 기록 과정이 실현된 이후에 변환 특성을 잃어야 한다. 여기서 어떻게 점진적인 상전이를 실현할 것인가 하는 새로운 문제가 야기된다. 이상적 최종 결과에 따라 도구 스스로 이것을 해야 한다... 그렇지 않으면 변환기(converter) 층에 가해지는 음향 파동의 작용 하에서 변환기는 모든 표면에서 즉시가 아닌 예를 들면 판의 너비를 따라 왼쪽에서 오른쪽으로 선형으로 자체 특성을 잃어야만 한다. 이를 위해 예를 들면 변환기 층을 사전에 한 종류로 하지 않고 이로 인해 외부 작용에 대해 다양하게 반응하게 할 수 있다. 이러한 시스템의 향후 발전을 예측하면서(기술 시스템 발전 법칙을 이용하여), 예를 들면, 변환 및 기록 물질의 다층(multilayer) 배치 시스템을 획득할 수 있다. 즉, 자기 형태에서 음향 신호를 스스로 자신에게 기록하는 물질을 만들 수 있다는 것이다. 이것이 사실상 이상적인 시스템일 것이다. 한편 이 시스템 이용의 평이함은 작동지역 밖에서 또한 시스템 상부에서 기술 시스템의 복잡함에 의해 발생한다. (그리고 이를 전제 조건으로 한다.) 이러한 물질의 제작은 새로운 (그리고 아주 정확한) 기술의 개발을 필요로 한다. 어쨌든 이 새로운 기술 또한 TRIZ의 도움으로 개발할 수 있다.

예제에 대한 보충 도움말

예제 5.1 엔진의 작동으로 인해 축에 기계적인 회전이 발생한다. 움직이는 축은 항상 회전하며 그 속에서 정상파가 형성된다. 정상파는 진폭의 정해진 최대값이 있고 또 정해진 최소값이 있다. 최소점에서 0의 위치로부터 축의 기울기는 사실상 존재하지 않는다...

각각의 헬기는 자신의 축에서 정상파 진폭 최소값 지점과 진동이 사실상 없는 지역을 정하는 것은 상대적으로 그리 어렵지 않다. 바로 여기서 축이 동체에 고정되어야 한다. 이러한 헬기를 개발하여 제작하는 회사가 <Bell 헬리콥터>(Aviation and Space Technology)지, 97권, No.25) 동체와 프로펠러는 축 정상파의 중심 지점들에 고정이 된다. 실험에서 구조물의 진동이 70-90% 감소되었음이 나타났다.

한편, 고정 점은 축을 따라 양 방향으로 쉽게 이동할 수 있다. 즉, 정상파의 길이가 변할 때 (이때 진폭 최소점이 바뀐다) 이 최소값에서 고정 점을 쉽게 유지할 수 있다. 현재 사용 중인 해결책에서 축 위의 동체 고정 점의 제어는 (그리고 일반적으로 이동은) 검토하지 않았다는 점에 주의하라. 한편 이에 대해서는 기술적인 시스템 발전 법칙, 그리고 ARIZ 텍스트에서 각각 살펴보았다.

이 과제를 학습용 과제로 사용한 경험은 TRIZ라는 기구를 사용하지 않고는 헬기 제작 전문가들도 사실상 이 문제를 해결하지 못한다는 점을 보여준다. 또한 <Bell 헬리콥터> 전문가들이 이러한 해결책을 얻기 위하여 얼마나 많은 시간을 투자했는지도 알 수 없다. 한편 제한된 분량에서 TRIZ의 몇 가지 요소들을 공부하는 학생들조차 시스템 내부의 물리적인 모순을 자신 있게 찾아내며 상응하는 물리적 효과로 이를 극복해 낸다.

예제 5.2 이 과제는 <Intelsat> 시리즈의 재전송 텔레비전 위성을 가동할 때 발생했다.

보통 그러한 조건들의 <추가>는 과제를 해결할 때 일의 진척을 방해하는 반응을 불러일으킨다. (지금도 아직 극소수만이 우주 화학이나 우주 기술 문제를 자주 접한다.) 한편 만약 TRIZ라는 기구를 사용한다면 조건들의 추가는 해결책을 이상적으로 만들며 해결책을 쉽게 한다. 실제로 자동 우주 비행 조건에서 시스템을 아주 복잡하게 할 가능성은 없다. 유사한 과제를 해결하는 일반적인 방법(보조 장비)은 주어진 경우에는 취하지 않는다.

현재 사용중인 해결책은 <Flight International>지(120권, No. 3768)에 기재되어 있다. 가동 시작 후 일정 시간이 지나 파이프를 반대로 켜는 방법이 검토되고 있다. 이 경우에 형성된 퇴적물의 실질적인 크기는 고려되지 않는다. 이 결과 파이프 끝 부분 중 한 쪽에 아주 큰 양의 용이가 축적될 수 있다.

예제 5.3 이 과제는 ARIZ를 이용하여 해결하면 아주 간단하다. 어쨌든 ARIZ에 따른 검토는 유용한 것이다. 왜냐하면 짧고 비교적 가볍게 검토함으로 인해 과제 해결 논리를 더 쉽게 연구할 수 있다.

현재 사용중인 해결책(영국 잡지 <New Scientist>, 58권, No. 843): 입자가속기는 하나의 무선 주파수 대역 가속 전파의 도움으로 (전기 전하의 부호만 다른) 양자와 반양자를 동시에 가속시킨다. 이때 다양한 전하의 입자 뭉치는 전파의 역 반주기에 의해 가속된다.

예제 5.4 기술적인 해결: 원심력을 이용하여 내용물이 감소한 화합물이 있는 지대를 반도체 물질 근처에 만든다.

현재 사용중인 해결책: 반도체 물질의 기계적인 과부하를 방지하기 위해 장비의 동체는 두 개의 chamber로 나뉜다. 그 중 하나는 다른 것의 내부에 위치한다. 내부 chamber는 질소로 충전되며 외부 chamber는 화합물로 채워진다. 이러한 동체는 <Semiconductor Products(<General Electric>의 자회사)>사가 개발했다.

예제 5.5 현재 사용중인 해결책: 거울의 표면은 완전히 경화될 때까지 온전히 원심력의 범위에 위치하는 액체 물질에서 형성된다. 이러한 해결책은 경화 순간까지만 반응할 수 있다. 여기서 기구는 미시수준 (액체)에서 거시수준(고체)로 이동한다는 사실을 염두에 두라. 즉 기구는 기술 시스템 발전 법칙에 반하여 작동한다. 바로 이 때문에 전 시스템의 특성이 급격히 악화되었다.

원심력을 이용하여 에폭시 수지를 망원경용 거울로 제작하는 방법에 대한 발명자 인증서가 발행된 것은 그리 오래 되지 않는 것이다. 굳어진 후에 수지의 표면은 형태나 질에 있어서 사실상 이상적인 거울을 형성하며 얇은 은박으로 덮인다.

예제 5.6 <Every-Hardol>사(해당 잡지 <Electronics Weekly> No.643)는 두개의 계산 눈금이 있는 연료 공급 측정기를 개발하여 여러 주유소에 설치했다. 그 중 하나는 실제 용량을 보여주고 다른 하나는 15.5도의 온도로 계산된 (온도를 수정한) 용량을 보여준다.

예제 5.7 기술적인 해결: 물의 흐름은 움직이는 시간 동안 주어진 크기로 흐름을 쪼개는 초음파를 만들어야 한다. (이 크기는 초음파의 길이에 달려있다.) 이러한 <소리나는 버너>를 채택하는 회사는 <Sonic Development Corporaion>(<Financial Times>지 No.25972 참조)

이다.

예제 5.8 이러한 형태의 과제는 보통 두 번 이상의 사이클로 해결된다. 처음에 (첫번째 사이클 후) 작용 원칙만이 나타나며 그런 다음에는 그 실행이 보다 정확해진다.

현재 사용중인 해결책: 암반층 밖에서 신호는 전자기장을 갖지만(그것이 편리하다), 광층 안에서는 전자기장이 음향 영역으로 변한다. <디자인 뉴스>지, 28권, No. 6의 자료에 따르면 그러한 시스템은 암반층에서 강화되고 전자기장을 음향 영역으로 또는 그 반대로 변형시키는 피에조 결정(piezo-crystalline) 변환기를 포함한다. 이러한 방법은 지하에서 수백미터 높이 떨어진 거리와의 통신을 보장해주는 가능성을 제공하며 이는 많은 경우, 예를 들면, 산악 구조 대원들의 올바른 활동 방향을 정하는 데도 충분하다.

예제 5.9 방법을 보완한다는 것은 시스템 내의 모순을 찾아내서 이를 극복하는 것을 의미한다. 한편 언뜻 보기에는 시스템 내에 모순은 존재하지 않고 모든 것이 너무도 잘 작동하는 것 같다. 이 경우에는 control question(ARIZ 방식 7.2)에 따라 주어진 시스템을 점검하는 것이 적당하다. 설령 문제들 중 하나에 타당한 해답을 구하지 못했다 하더라도 과제를 새로 해결할 수 있다. 만약 control question에 있어서 모든 것이 제대로 되어 있다면 기술 시스템 발전 법칙으로 주의를 돌린 다음, 얻어낸 원칙적인 해답을 ARIZ를 이용하여 발전시켜야 한다.

현재 사용중인 해결책: 측정관은 우묵하게 들어가게 제조하며, 이때 통과량은 독특한 층-통과 물질로 이루어진 관을 형성하며 곧바로 우묵한 곳에서 정체된다.

예제 5.10 <Flight International>(103권, No. 3341)지의 자료에 따르면 이 과제에 대한 현재 사용중인 해결책은 아주 복잡한 연구를 통해, 무수한 <엔지니어의 사고>를 통하여 얻을 수 있다. 오랜 기간동안 이 과제는 미해결 과제의 부류에 속해 있었다.

현재 사용중인 해결책에 따라 기체역학 파이프에 갑실과 같은 것이 제작된다. 즉 그 용량 부분은 (안에서) 나머지 용량으로부터 밀폐되어 분리될 수 있다. 한편 이렇게 격리된 부분은 기체 역학 파이프의 벽면과 붙어 있다. 이런 다음 주변 공간과 연결된 hatch를 열어 표본을 <자유롭게> 한다. 샘플 적하 과정은 그 반대 순서로 이루어진다. (전체 chamber의 용량과 비교하여) 분리되는 부분의 용량이 크지 않기 때문에 기체 역학 파이프 내부 압력의 낙차는 사실상 존재하지 않음을 지적한다.

예제 5.11 다시 우주 기술 영역의 과제이다. 더군다나 과제는 아주 복잡하다. 무엇보다도 전통적인 보호 방법을 사용할 수 있는 가능성이 전혀 없다는 점, <항상 아주 빠른 운석들을 만난다>는 점이 난해한 것이다. 따라서 맨 처음부터 운석이 연료통에 부딪힐 거라는 사실을 인식해야 한다.

현재 사용중인 해결책에 따라 (<Flight International>지, 103권, No. 3342) 연료통은 점화실로 연료가 흘러가는 것을 방해하지 않고 그 속에 남아 있는 폴리우레탄 거품으로 채워진다. 한편 이 방법은 제트 비행기용으로, 즉 (중력이 존재하는) 지상용으로 (<Lockheed - Djorkija>사가) 개발하였다. 우주에서, 무중력 상태에서 이런 유연성 없는 시스템은 필요 효율성을 제공하지 못할 것이다. 왜냐하면 연료의 상당 부분이 capillary force에 의해 유지

되면서 통 속에 남아있기 때문이다. 따라서 우주에서는 규산 마이크로 캡슐을 이용한 거품으로 채워진다. 이것은 중력이 존재하지 않아도 연료를 유연하게 흐르게 하면서도 충돌에 의한 폭발이 확산되는 것을 막아준다. 이것은 이미 쉽게 해결할 수 있는 새로운 과제이다....

예제 5.12 기술적인 모순을 공식화하는 실습

예제 5.13 기술적인 모순을 공식화하는 실습

예제 5.14 현재 사용중인 해결책에 따라 (<Electronics Weekly>지, No. 657) 비행기에는 비행기의 항로를 따라 앞 쪽으로 빛의 흐름을 발산하는 작은 레이저가 있다. 빛은 비행기 코에 해당하는 부분 앞에 위치하는 충격파 부분에서 에어졸 균집으로부터 반사되어 도플러 전위를 경험한다. 이 전위의 크기는 공기를 가르는 비행기 운동 속도와 비례한다.

예제 5.15 현재 사용중인 해결책에 따라 (<New Scientist>, 58권, No. 845) 납 입자를 거르기 위해 산화 알루미늄으로 코팅된 스테인레스 스틸로 만든 특수 필터가 사용된다.

이 예제(5.14와 5.15)를 직접적으로 지정하여, 즉 ARIZ를 이용하여 해결하기 위해 사용할 수 있다. 한편 여기서 이 과제들이 나란히 제시된 것은 나름의 이유가 있으며 상세하게 검토되지는 않았다. 이 과제들이 다양한 기술 분야와 관련이 있다는 것은 쉽게 알 수 있다. 더구나 과제들은 형태에 있어 다양하다. 하나에는 예방이, 다른 하나는 기술적인 모순이 사실상 공식화되어 있다. 이제 아주 쉽게 해결할 수 있다. 이 과제들의 공통점은 ARIZ를 이용하여 훌륭하게 해결할 수 있다는 점이다. (보통 해답은 제시된 현재 사용중인 해결책보다 수준에 있어서는 더 높다.) 유일한 요구 사항은 TRIZ 지시를 정확히 준수하고 끊임없이 지시를 수행하는 연습을 하는 것이다. 창조적 과제 해결 이론은 정확한 과학이다. 그리고 다른 모든 과학과 마찬가지로 TRIZ는 정확히 사용했을 때 매우 중요한 결과를 제공한다.

예제 5.16 반동 회전 모멘트는 존재해야 한다. (자연의 법칙이 이를 필요로 하며 그렇지 않을 경우 헬기는 날지 않는다.) 그리고 보상하지 않기 위해서는 회전 모멘트가 존재해서는 안된다. 이 모순은 공간에서 모순적인 특성들(작동 지역의 입자에 대한 요구 사항)의 균형을 이룸으로 해서 극복할 수 있다.

<Nagler Aircraft Corporation>사(Arkansas 주)는 이러한 해결 방법을 적용한 헬기 <Honco>를 제작했다. (<Design News>지, 28호, No. 6 참조) 이 헬기의 프로펠러는 속이 비어 있으며 그 끝에는 구멍(nozzle)이 있다. (Heron 바퀴와 비슷하다.) 프로펠러를 통과해서 공기가 흘러 다닌다. 구멍을 통해 빠져 나오면서 공기는 전에 헬기 동체에 전달되던 회전 모멘트의 그 부분을 데리고 나온다. 프로펠러의 회전은 자연히 공기의 반동 압력에 의해 이루어진다.

예제 5.17 기구는 시스템의 중요한 기능인 치료는 훌륭히 수행하지만 용도에 따른 풍부한 치료용 특성을 제대로 다루지 못하고 있다. (시스템 통제가 제대로 되지 않는다.) 스텐포드 대학에서는 이 문제를 중앙 바로 옆에 있는 유기체 밖에 위치한 외부 자기장을 끌어들이므로 해결했다. 자석은 완전히 굳어질 때까지 실리콘이 들어있는 fillig을 종양이 있는 곳에 머

물게 한다. 이 시스템이 결국에는 통제가 안된다는 것을 쉽게 알 수 있다. 즉, 유용한 작용이 끝난 후 실리콘과 철제 증진제가 스스로 유기체 밖으로 나올 수는 없다. 이는 기구 물체의 입자가 잘 접촉되는 유용한 작용을 도와주는 것을 방해한다. 이를 제어해야 한다. 이것은 아주 쉬운 과제로, 이 문제는 예를 들면 표준해를 이용하여 해결할 수 있다.

예제 5.18 이것은 과제라고 하기 보다는 기술 시스템의 모순을 찾아내는 연습이다. 한편 모순을 정확히 찾아내기 위해 ARIZ 단계에 따라야 한다. 즉, 상반되는 한 쌍을 분리해서 작동지역을 명확히 하고 최종적 이상해를 표시하는 등..... ARIZ 단계에 따라 몇 가지 과정을 거침으로써 처음 상황에서 최종적인 해결을 얻을 수도 있는데 이것은 각각의 사이클에서 순차적으로 극복되는 몇 개의 물리적 모순을 제공한다는 점을 기억해야 한다.

예제 5.19 <Ventura Manufacturing>사(텍사스 주)는 기내 승객용 모듈화 살롱을 생산한다. 이러한 모듈은 비행기 화물칸으로 들어가며 화물을 고정하기 위한 일반 매듭으로 고정된다. 안락 의자 몇 개가 포함된 모듈은 일정시간 내에 화물칸에서 빼낼 수도 있다.

예제 5.20 문제를 해결해야 한다. 나쁜 기구와 나쁜 제품으로 (접촉(contact)과 그 접촉으로 인해 끊어지는 교류) 어떻게 무선 장애를 제거하는 좋은 결과를 얻을 수 있는가. 접촉 전류는 존재해야 한다(그렇지 않다면 어떻게 차단할 것인가?) - 차단될 때 무선 장애가 발생하지 않도록 하기 위해 접촉 전류는 존재해서는 안 된다. 즉 교류가 사이클이 바뀌는 점에서 전위차는 0이 된다. 이것을 이용해 계전기를 차단하는 시점을 이 변곡점을 이용한 것이다. <Interelectronics>사(스위스)의 기술자들은 이 문제를 다음과 같이 극복했다. 즉, 반주기 전류의 처음이나 끝에, 회로에서 전류가 사실상 존재하지 않고 무선 장애가 나타나지 않는 바로 그 때에 계전기가 닳아서 없어지는 점을 이용한 것이다.

예제 5.21 각각의 물리적인 효과는 몇몇 물리적인 모순의 형식으로 극복된 것이다. 이때 모순은 물리적 효과가 외부로 나타날 때 관찰되는 것만은 아니다. 예를 들어 초전도성은 같은 이름으로 충전된 입자 두 개의 <부자연스러운> 연합이다. (소위 결정 격자 이온 사이를 자유롭게 흘러 다니는 전자의 pile driver 쌍으로 불리는 것이 형성된다.) 이 연합은 물체 전기 저항의 소멸을 야기시킨다.

이 예제의 조건에서 기술된 효과 (<Science News>지 102권, No. 23 참조)는 예를 들면 처음에 살펴보았던 자성 녹음을 실현할 때 발생하는 모순을 극복한다. 전파에 의해 흘러나오는 바로 화학적인 반응은 시간에 따라 작동 지역 입자의 모순적인 특성들을 나눌 수 있도록 해준다.

예제 5.22 이미 해결된 과제에서 모순을 규명하는 것은 학습 목표만을 추구하는 것은 아니다. 이것은 또한 기술 시스템의 앞으로의 발전 방향을 정할 수 있도록 도와준다. 이 전에 <고무 절단> 시스템은 어떠했는가? <슬레이트 절단> 시스템과는 일치하지 않는다고 자신 있게 말할 수 있다. 실제로 보통 탄성이 있고 약한 물질을 가공하는 것은 전혀 다른 일이다. 이들의 결합은 기구의 상반되는 물리적 특성의 결합을 요구한다. 이 과제를 ARIZ에 따라 해결하는 것이 유익하다. 그리고 그런 다음에야 (당연히 TRIZ 도구를 통해서) 방법을 개선

할 수 있다.

예제 5.23 언뜻 보기에 과제는 물리적인 효과와 현상의 적용 분야와 관련이 있는 것 같다. 하지만 물리적 효과 도표를 제대로 적용하기 위해 ARIZ의 첫번째 세 부분을 통과하여 그런 다음에 (FP를 찾아내서 제거한 다음)필요한 효과를 정확하게 적용해야 한다. 더구나 이 경우 ARIZ에 따라 최소한 두 번째 해결 사이클을 지난 후에 좋은 해결법을 구할 수 있다.(3부 A28)

예제 5.24 (조건에서 이미 잘 나타나는) 모순적인 특성들은 공간 내에서 이들을 나눔으로써 쉽게 극복할 수 있다. 그래서 프랑스 기술자가 제작한 소형 초경량 자동차는 경량 몸체에 특별히 강화된 보강재가 부착되어 있다. 그리고 거기에 안전 띠 홀더가 고정된다. 이 과제의 최대 해결은 동체는 전혀 없으나 예방 보강재는 남아있는 <Baggi> 유형의 자동차를 만드는 것이다.

예제 5.25 기술적인 시스템을 향상시키는 일반적인 방법은 dynamization이다. 주어진 기술 시스템을 어떤 문제 해결책으로 표시하고 이 해결책을 현재 사용중인 해결책에 따라 점검하라(ARIZ의 7.2 단계)... 그러면 시스템 내에서 제대로 통제되는 요소가 없다는 사실이 확연히 드러날 것이다. 이 요소는 분명 도면에서 돌출부인 기구가 되어야 한다. 이는 크기에 따라 수정되도록 만드는 것이 좋다. ARIZ에 따른 두 번째 해결 사이클은 어떻게 이러한 수정이 이루어질 것인지에 대한 설명이다.

제6부. 심리적 관성의 극복

6.1 이론 부분

상황에 대한 일률적인 접근 방법, 익숙한 용어나 관념의 <압박>과 연관된 어려움이 기술적이고 창조적인 과제 해결에 장애가 된다. 이 모든 장애 요소를 총체적으로 창조적 과제 해결에 있어서의 심리적인 타성으로 부른다.

이러한 종류의 심리적 타성을 극복하기 위해 몇 가지 태도-방법이 존재한다. 이를 알게 되면 창조적 과제 해결을 상당히 쉽게 할 수 있다.

난쟁이 모델링법(MMM). 이 방법의 본질은, 주어진 대상을 (보통 그래픽으로) 대상의 역할을 수행하는 많은 <난쟁이> 형태로 나타내는 데 있다. 대상의 역할을 한 사람이 수행하는 역할놀이와는 달리 MMM은, 예를 들면, 대상의 세분화나 산(酸)에 의한 용해 등으로 쉽게 옮겨갈 수 있게 해 준다. <난쟁이>에게 여러 가지 행동을 하게 하면서, 이러한 행동이 실제 대상에 의해 수행된다고 생각해서는 안 된다.

STC(크기-시간-비용) operator : 이 방법의 본질은 주어진 대상의 크기와 과정에 소요된 시간 (또는 그 이동 속도), 그리고 가격이 순차적으로 주어진 값에서 0까지, 그리고 주어진 값에서 무한대까지 변하는 데 있다. 때로는 제시된 변수 값이 마이너스 영역에서 변화된다. STC operator를 이용하면서, 변수의 양적인 변화는, 발달시키고 평가할 필요가 있는 대상의 특성의 질적인 변화를 동반해야 한다는 점을 염두에 두어야 한다.

6.2 난쟁이 모델링과 시간-크기-비용 operator를 이용한 문제 연구

예제 6.1 레이저에서 공진공동의 길이는 작동물질(크리스탈, 가스 등등)의 양쪽에 위치한 거울 간의 거리에 의해 정해진다. 발산되는 빛은 거울 중 하나에 있는 구멍을 통과한다. 이를 토대로 출력이 조절되는 레이저의 구조를 제안해 보라.

해결책 모든 기술적이고 창조적인 과제 해결을 위한 전제 조건은 기술 시스템의 발전 법칙을 이용하여 상황을 평가하고 물-장 형태로 기술하는 것이다. 이것을 어떻게 하는가는 교재의 해당 부분에 나타나 있다. 이러한 의무적인 사전 작업을 마친 후에야 앞으로 과제를 어떻게 검토할 것인가 하는 생각을 할 수 있다.

만약 심리적이 관성의 극복 방법 (ARIZ와는 별개로) 독자적으로 취한다면, 이를 하나로 사용하든 종합해서 사용하든 차이가 없다. 이러한 방법들을 이용하는 일정한 습관을 가지면 MMM과 STC operator 법을 사용하여 쉽게 해결할 수 있는 상황들을 구별할 수 있다.

예제 조건을 사전에 분석함으로써 인해 막대한 추가 비용을 들이지 않더라도 레이저 광선의 출력을 작은 쪽으로만 바꿀 수는 있다. 거울이 자체적으로 이렇게 하는 것이 바람직하다.

STC operator를 사용한다. 거울 간의 거리를 좁힌다. 감소(증가)하는 크기는 (주어진 기술 시스템에 주어진) 자연 값과 항상 일치해야 한다. 레이저에서 방출되는 빛의 파장 길이는 그러한 측정 단위가 될 것이다. 만약 거울 간의 거리가 더 줄어든다면 질적인 jump가 일어난다. 즉 radiation이 중단된다. 거울 간의 거리가 파장 길이 완전수의 배수가 될 때 전류의 출력이 최대값이 될 것이다. 거울 간의 간격을 넓힌다. 대기 중에 광자(photon) 흡수에 대한 손실이 증가할 것이다. 결국 방출된 빛의 양자 전부가 레이저의 working substance에 흡수되고 따라서 그 출력은 0이 되는 때가 올 것이다. 하지만 긴 레이저는 만 들지 않으니....

예를 들어(operator의 두 번째 축), 거울 간의 간격이 빠른 속도로 바뀌는 것을 배웠고 경계에서는 빛의 속도와 비교가 된다. 벽면wall이 광자를 몰아서 방해하고 이로 인해 레이저의 output power가 변할 수 있는 뜻밖의 효과가 나타난다. 벽면-거울을 어떻게 진동하게 할 것인가(그런데 바로 진동에 대한 얘기인가)? 이상적인 경우에 광자는 스스로가 이를 흔들리게 해야 한다(그러면 시스템 부분들의 리듬이 일치하는 것은 당연할 것이다)... 낮은 변화 속도는 레이저 벽면의 static한 성질에 일치한다. 이 경우는 이미 살펴보았다.

레이저 변경 비용은 0이다. 이것은 레이저가 (minimal control signal에 따라) 스스로 자

체 개조를 하는 것과 같기 때문이다.

STC operator의 작업을 위해 변경된 요소로 거울 중 하나에 있는 구멍을 선택할 수도 있다. 그러면 어떻게 예제를 변경할 것인가?

STC operator를 사용한 후 과제는 친숙하고 해결하기 훨씬 편한 형태가 되었음을 쉽게 알 수 있다. 몇몇 경우에는 심리적인 관성을 극복한 후 현재 사용중인 해결책에 가까운 답을 직접 얻을 수도 있다. 그리하여 operator를 이용하여 거울의 구멍을 검토한 후 다음과 같은 해답을 구하는 것은 어렵지 않다. 방출되는 빛의 방향에 대해 일정한 각도 아래에 있는 작은 3번째 거울이 있는 구멍들이 이 각도를 바꾸며 자체적으로 출력을 조절한다. 따라서 이 구멍들은 레이저의 출력을 변화시킨다. 예를 들자면, 미국의 <Sandia Laboratories>사가 이러한 장치를 생산한다. **(그림 첨가)**

예제 6.2 (스탠포드 대학이) 일반 만년필 크기의 섬세한 텔레비전 전송 카메라를 개발했는데 이 장비를 사용하여 인쇄된 텍스트 각각의 문자를 알 수 있게 되었다. 이러한 카메라는 시력이 나쁜 사람들에게는 매우 유용하다. 하지만 텔레비전 화면 또한 필요하다. 어떻게 할 것인가?

해결책 (주어진 경우에 바로 이 난쟁이 모델링법이 좋은 결과를 준다.) 난쟁이 모델링법을 이용하기 전에, 물질-장 형태로 상황을 기술하자. 즉, 어떠한 물체와 범위(zone)가 시스템 내부로 들어오는가, 어떻게 이들 간에 상호 작용이 일어나는가, 기술 시스템의 기본적인 역할을 수행하는데 이것이 얼마나 효과적인가? 이제 다음 사실이 분명해진다. 기계적인 범위를 사용하여 형태를 변화시켜야 하며 그러면 그 형태를 감각적인 방법으로, 예를 들면 손가락으로 받아들일 수 있게 된다. 그래서 마이크로 텔레카메라로 전송된 형태가 몇몇 형상에 의해 나타나는 화면이 존재한다. 이를 <난쟁이> 무리의 형태로 상상해 보라. 덧붙이건데, 이미 하나의 접근 방법이 기술 시스템의 발전 법칙(instrument의 microlevel로의 이동)에 잘 부합하는 멋진 아이디어를 제공한다. 화면은 다수의 작은 요소-<난쟁이>로 구성되어야 한다. <난쟁이들>이 무엇을 해야 하나? 난쟁이들에게 요구하는 것은 그다지 많지 않다. (만약 형태 요소라면) 눈에 띄거나 아니면 (만약 주어진 화면 영역에서 형태-신호가 없다면) 눈에 띄지 않거나 하는 것이다. 그림에서 (난쟁이 모델링법으로 작업할 때 도식적이고 유사하면서도 분명한 그림을 만드는 것은 필수이다.) 이것을 다음과 같이 나타낼 수 있다. 즉, <난쟁이> 무리에서 모두가 똑같이 서있지만 몇 명이 손을 들고 있다. 이제 손을 든 것만이 눈에 띈다. 바로 이들이 정보를 제공한다.

일반적인 책장 크기의 진동하는 바늘(needle)의 matrix에서 이러한 원칙이 실현된다. 텔레카메라를 든 한 손은 펴놓은 책 위를 지나고 다른 손의 손가락으로 matrix 위의 문자를 <읽을> 수 있다.

<난쟁이>로 모델링하는 것은 STC operator와 마찬가지로 문제를 창조적으로 정확하게 해결하기 위한 것이 아니다. 여기서는 과제를 설정하는 단계에서 심리적인 관성을 제거하는 것만 요구할 수 있다. 그러나 주어진 예에서 보듯이 몇몇 경우에서 심리적인 관성을 극복하는 방법을 적용한 후 해결책을 조정하는 데 적지않은 노력(주로 - 창조적인 노력이 아닌 설계 및 기술적인 노력)이 필요하다.

예제 6.3 빛이 부족한 지역(극 지방의 밤)의 인공 조명을 위해 정지 궤도에 설치된 금속 판foil으로 만든 반사경을 사용하자는 제안이 있다. 이 방법의 발전에 대해 예측해 보라.

해결책 예측은 operator <크기-시간-가격>이 잘 작동하는 영역이다. <우주 거울>의 크기를 확대해 보자. 제한이 없는 이러한 매개 변수의 변화는 결국 대상의 특성 몇 가지를 질적으로 변하게 만든다는 사실이 이미 이전 예제에서 밝혀졌다. 그래서 거울을 새로운 그리고 또 새로운 지역에 만들다 보면 거울이 지구를 완전히 둘러싸게 될 수도 있다. 그럼 거울은 유용한 물건에서 지구로 유입되는 태양광을 완전히 차단하는 유해한 물건으로 변한다는 점이 드러날 수 있다. 한편, 한 방향에서 빛을 통과시키는 거울-검파기(detector)는 전적으로 실현 가능한 (이미 제작되고 있는) 기술이다. 그리하여 제작된 시스템은 지구에서 발산하는 에너지의 양을 제한할 것이다. 그러면 지구는 더워질 것이다. 거울을 다이내믹하게 만든 후 대기의 열 균형을 조절할 수 있다. 큰 범위 내에서 굴곡(curvature)을 변화시키며 지표의 구체적인 지역에 떨어지는 빛(과 다른 종류의 radiation)의 양을 변화시킨다. 결국 (예를 들어, 산재한 소혹성으로 인해) sphere 아래 공간은 대기로 채워지고 이로 인해 인간의 거주 지역은 넓어질 수 있다...

한편 곡면거울을 무제한으로 확대할 수 있다. 즉, 그 내부에 곧 (대기가 있을 경우 기구를 타고 달로 날아갈 수도 있는) 달 뿐 아니라 태양도 들어오게 된다. 이것은 새로운 단계의 과제가 <복귀>하도록 하며 몇몇 전혀 뜻밖의 결과를 제공한다. 예를 들어 태양광을 한 곳에 집중시킬 수 있으며 그런 경우 (반응 원칙 때문에) 지구의 시스템은 제어가 잘 되고 아주 살기 좋은 일반적인 광자-용기 빛 저장고로 변할 것이다...

우리 시대에 일반적인 기술 시스템 매개변수 하나를 바꾸어서 매우 다양하고, 언뜻 보기에는 굉장히 환상적인 결과를 얻을 수 있다. 그러나 STC operator는 각 단계에서 구해진 아이디어를 면밀히 발전시키고 검토하는 경우에만 잘 작동한다. 만약 매개변수 변화라는 사실의 검증 하나로만 제한된다면 결과가 만족스러운 경우조차 드물 것이다.

예제 6.4 우주에서 광학 망원경은 작은 운석에 의해 쉽게 파괴되고 그 유리는 또한 우주의 방사능 작용으로 망가질 것이다. 하지만 우주 공간에서 광학 현미경을 사용하는 것은 강한 대기 간섭이 존재하는 지표면에서보다 몇 배나 더 유용할 것이다. 어떻게 할 것인가?

해결책 난쟁이 모델링법을 사용하는 것은 이 경우에는 거의 도움이 되는 않는 것 같다. 사실 비싼 광학 망원경을 쪼개지는 않을 것 아닌가! 어쨌든 곧장 눈에 띄는 결과를 요구하지 말고 <난쟁이>들에게 독자적으로 자신의 일을 하게 하자. 망원경의 대물렌즈를 <난쟁이> 무리 형태로 상상해 보라. 이들을 다른 <난쟁이>, 즉 방사능, 미세분진 등이 공격한다. <소인들>의 만남은 항상 상호 파괴로 귀결된다. 어떠한 방패도 여기서는 소용이 없으며, 그 외에도 <난쟁이들>은 스스로 행동할 수 있다는 방법 규칙에 의해 이것은 금지된다. 그리하여 물체-기구의 파괴가 계속 발생한다. 무언가로 채우기 위해 이러한 파괴는 필수적이다. 만약 <난쟁이들> 중 하나가 사라진다면 (시스템을 포기한다면) 그의 자리를 곧장 다른 소인이 메울 것이다. 게다가 그 자신이 나타날 것이다. <난쟁이들>이 작업하는 기술 시스템은 스스로 소인들을 필요한(파손된) 자리로 보내야 한다. 달리 말하자면 <안정적이지 못한 요소로 안정적인 시스템>을 만들어야 한다.

고체에서 이러한 역동화에 이르는 아주 어렵다는 사실은 이해가 된다. 기체 형태에서는

반대로 너무 <쉽다>. 가스의 <난쟁이들>은 사방으로 달아나려 한다. 물체-기구가 있어야만 하는 액체 상태가 남아있다. 아마 그 구성 성분은 일반적인 광학 유리의 구성 성분과 확연히 차이가 나겠지만, 실제 우주 공간에서는 보통의 물이라도 망원경의 관찰 물질로서 사용할 수 있을 정도로 아주 충분한 굴절 계수를 갖는다. 더구나 이것은 (예를 들면 빠른 전자의 제동으로 야기된 드문 발화를 제외하고는) 사실상 radiation의 영향을 받지 않는다. 미세 분진이 물방울에 떨어지면 최악의 경우에 물이 부분적으로 끓어오를 수도 있다. 그러나 물의 성질은 변화시키지 않기 때문에 이를 다시 응결시키거나 형태를 손상시키지 않고 동일한 양의 물로 대체할 수 있다. 각각의 해결책에는 자체적인 어려움이 있다. 우주에서 보통의 물을 액체로 만드는 것은 어렵다... 그러나 이것은 이미 다른 문제이다.

예제 6.5 현대적인 행정기관의 건물은 거의 전체가 태양에 의해 아주 강하게 가열되는 유리로 이루어져 있다. 과열로부터 건물을 보호하는 안정적인 방법을 제안해야 한다.

해결책 최초의 유리창이 갖 등장했던 오래 전에 이러한 과제를 해결할 필요가 있었다. 한편, 그 당시에 유리의 면적은 아주 작았고 베네치아식 장식 유리의 값은 아주 비쌌지만 항상 유리로 교체할 수 있었다. 창이 유리를 통해 건물 자체가 과열된다는 말은 전혀 없었다. 따라서 누구도 앞날을, 즉, 일반적인 창이 면적이 증가함으로 생활에 어떤 변화가 오는지를 추측하려(지금은 <예측한다>고 말한다) 하지 않았다. 창은 많아졌고 현재는 화창한 날 창을 통해 아무리 성능 좋은 에어컨조차도 온도를 낮출 수 없을 만큼의 빛이 건물 내부로 들어온다. 시스템이 앞으로 어떻게 발전할 것인가?

얼마 간의 시간이 지난 후 건물 벽이 완전히 투명해진다고 (STC operator 규칙에 완전히 부합하게) 가정해 보자. 천정도 마찬가지다. 이때 발생하는 순전히 생활적인 문제는 남겨 두자. 이러한 조건에서 어떻게 과열과 싸울 것인가?하는 기술적인 과제가 있다. 지금 사용하는 보호 수단이나 차광판(screen), 추가 유리 판 등은 그러한 조건에서 효과가 없다. 더구나 기술 시스템 발전 법칙을 기억하면, 이러한 조건에서 차광판으로... 대기를 이용하는 것만으로 건물 과열 문제와 싸울 수 있다는 이상한 결론을 얻게 된다. 또는 지구로 오기 전에, 우주에서 태양 빛의 밝기를 변화시킨다.

다른 방법을 검토하자. 며칠이나 몇 달이 되면 창문 가열 시간(적도가 아닌 극지방의 낮)은 증가한다. 어디서 이런 상황이 가능한가? 우주 정거장을 만든 제작자들이 이미 이러한 문제에 봉착했었다. <살류트>와 <미르> 형의 정거장 선창은 몇 년 동안 계속 가열되고 있다. 여기서는 어떻게 과열 문제를 해결한 것일까? 부분적으로 크기가 크지 않은 점이 작용했다. 다른 면에서는 정거장이 계속 지구의 그늘 속으로 들어가고, 창은 <휴식한다>....

최초의 예제로 돌아오자. 태양을 이쪽 저쪽 벽에 놓는 동적인 건물을 만들까? 이러한 건물 프로젝트는 설계사들과 기술자들이 공동으로 이미 논의를 했다. 이러한 건물은 아직은 실현 불가능하다. 그러나 만약 강행한다면... 가격의 매개 변수를 이용하여 의견을 개진할 수 있다. 사실상 거저 긍정적인 결과를 얻을 필요가 있다. 그러면 유일한 출구 <창문 스스로...>가 남게 된다. 선글라스와 유사한 것은 없었다. 유리의 성질 외에 선글라스는 현재 빛 투과성도 보유하고 있다. 더구나 태양 빛이 밝을수록 소위 천연색의 유리는 더 어두워진다. 언뜻 보기에 결과는 아주 좋다. 그러나 전체가 이런 유리로 건설된 도시를 상상해 보라... 인간에게 이런 도시가 편리할까? 모든 기술적인 과제를 해결하면서 항상 이러한 질문을 자

기 자신에게 던져야 한다. 기술의 발전은 객관적이지만 인간은 자신을 만족시키지 않는 기술적인 시스템을 항상 거부할 수 있다. 결국 무기 시스템 또한 객관적으로 발전하지만 이것이 영원히 계속되리라는 것을 의미하는 것은 절대 아니다. 만약 어느 기술 시스템이 인간에게 독으로 작용한다면, 인간은 원칙적으로 어떠한 기술 시스템이라도 제동을 걸고 제거할 수 있다. 여기서 기술 시스템 발전 법칙을 아는 것은 마지막에 하는 역할은 아니다.

예제 6.6 섬유질로 이루어진 물질(목재, 직물)의 대부분이 사람이 발로 살짝 밟음으로 인해 손상된다. 작용이 끝난 후 섬유는 점차적으로, 비록 금방은 아니더라도, 처음의 형태를 갖는다. 이러한 현상을 어떻게 이용할 수 있는가?

해결책 일반적인 물리-생물학적 효과가 기술되어 있다. 따라서 이에 해당하는 표를 이용하려는 생각이 든다.(3부 <물리적 효과> 참조) 한편 이 경우 심리적인 타성을 극복하려는 태도로 과제를 검토해야 한다.

이 경우 <난쟁이들>은 무엇을 할까? 처음에 그들은 섬유질의 물질에 어떤 형태로 있다. (예를 들어 서있다고 하자) 기계장의 작용하에서 <난쟁이들>의 일부가 위치를 바꾸었다. (누워 있다) 그런 다음 (기계장이 이미 없을 때) 소인들은 일어난다. 이때 소인들은 일정 시간동안 중간 단계에 있다. (앉아 있다) 더구나 <난쟁이들>은 결코 동시에 일어나지 않는다. 모든 것은 누가 (힘이나 연속성에 따라) 어떤 작용을 받는지에 달려 있다. 그림 두 개를 만들자. 첫 그림에는 작용을 받는 모든 <난쟁이들>이 누워 있다. 두 번째 그림에는 모두가 이미 서 있다. 이제 많은 수의 앉아 있는 <난쟁이들>이 있는 몇 개의 중간 그림을 만들 수 있다...

해결책은 사실상 분명하다. 즉, 물질 표면의 사진을 두 개라도 만들어서 단순히 놓고 비교한 다음 물질이 언제 어떤 작용을 받았는지 결정할 수 있다. 예를 들자면 우리에게 두 번째 사진을 만들기 위해 기다릴 시간이 없다. <난쟁이들>은 여기서 도와주러 온다. 그들의 작용에 대해 올바른 (물질-장) 방향을 제시해야만 하며 필요한 물리적 효과를 추가해야 한다.

이 방법(섬유의 변형)을 토대로 활동하는 기구는 <EMI Electronics>사(영국)가 생산한다. 새로운 상품의 첫 고객은 경찰이었지만 기술 분야에서 이러한 장치의 수요는 적지 않다.

예제 6.7 아날로그 기계에서 몇몇 크기의 2차 방정식의 평균 값(middle-quadratic 값)을 얻기 위하여 보통 제곱을 하고 그 다음에 오는 평균값을 취하며 그런 다음 루트를 제거한다. 한편 다른 방법도 가능하다. 즉, 출력 신호는 열에너지로 변하며 온도 변화가 측정되고 그런 다음 전류 변화로 이를 변경하고 직류의 출력신호로 만든다. 이 전류의 진폭은 입력 신호의 2차 방정식 평균값과 비례한다. 심리적인 관성의 존재와 극복이라는 관점에서 상황을 평가하라.

해결책 유감스럽게도 전형적인 경우이다. 디지털 및 아날로그 전자 계산기 제조에서 성공한 것과 컴퓨터 기술의 발전은, 굉장히 단순한 방법으로 훌륭하게 해결할 수 있는 과제를 기계가 해결하도록 하는 역설적인 상황을 종종 만든다. 주어진 예에서 제곱을 하고 평균값을 내고 루트를 제거하는 단순한 상황일 때 최종적인 결과에는 적지 않은 오차가 항상 존재할 것이다. 더구나 계산(이를 위해 평균값을 내기 위한 더 많은 요소를 취해야 한다)이 더

정확하게 이루어질수록 실 수는 더 눈에 띈다. 기계에게 인간의 활동을 모방하도록 요구했지만 이때 전형적인 기계의 결점이 드러나기 시작했다는데 문제가 있다!

조건 속에 기술된, 2차 방정식의 평균값을 찾는 원칙을 제안했던 미국의 <벨-브라운>사 개발자들은 적지 않은 심리적인 타성을 극복한 후 자연스럽게 도구(instrument)의 미시 수준으로의 이동 법칙을 사용했다. 만약 이전에 상응하는 계산을 컴퓨터의 일정 블록이 담당했다면 새로운 방법에서는 몇몇 물질의 원자가 <계산한다>. **이들의 열 이동은 엄격한 통계 물리 법칙에 종속된다.** 그리고 비록 각각의 원자가 개별적으로 <실수>할 수 있다 하더라도 모든 원자가 실수를 사실상 0으로 만들면서 전체적으로 이 실수를 <수정>한다. 이 외에도 전체 장비의 안정성이 확연히 증가한다. 장비에는 고장이 나게 하고 계산에 오차를 야기시키는 부품이 단순히 존재하지 않는다.

이러한 심리적인 관성과 싸우기 위해 STC operator와 난쟁이 모델링법을 사용해야 한다. 유감스럽게도 그러한 예제는 아주 드물게 제시된다. 독자적으로 이를 찾아야 한다.

예제 6.8 스웨덴의 <Freemous-Sivert AB>사는 납땜 램프용 버너를 개발했는데 이 버너는 이전에 만든 것보다 세배나 빨리 부품을 데워준다. 이러한 버너의 작동 원칙은 어떠한 것일까?

해결책 부품 또는 불길 중 무엇을 바꿀 것인가? ARIZ를 안 이후에 (5부 <ARIZ> 참조) 두 가지 의견이 있을 수는 없다. 기구를 바꿔야 한다. 이 경우에 불길은 부품을 가공하고 기구는 불길을 처리한다. 이것이 부품을 더 빨리 가열시킨다는 것은 알고 있다. 불꽃의 단순한 양적 증가로 이렇게 될 수 있을까? 보통 불꽃의 크기는 부품 크기의 일부분을 이루며 이것이 항상 만족스럽지는 않다. 만약 크기를 증가시킨다면 불꽃은 부품 전체를 포함하게 되고 그러면 더 강력하게 가열될 것이다. 한편 이때 강력한 불꽃을 만드는 비용은 비례하여 증가하지 않는다. 많은 연료를 헛되이 소비하게 될 것이다...

불꽃을 강화하는 가능성을 제한하고 가열 속도를 증가시키자. (달리 말하면 부품 하나를 가열하는데 걸리는 시간을 줄이자.) 이 경우 불꽃은 각각의 부품 표면 점에 차례로 닿게 되고 경계 내에서 약한 불꽃을 유지할 때 동시에 모든 부품에 닿게 된다...

비용은 0을 추구한다... 따라서 이 모든 쉽지 않은 요구 사항을 불꽃 스스로가 이행해야 한다.

상황이 어느 정도 분명해졌다. 무엇을 해야 하는지는 이해가 되지만, 어떻게 할 것인가는 아직 명확하지 않다. 난쟁이 모델링법을 해결책에 적용하자. 몇몇 <난쟁이들>(불꽃 입자)이 부품에 달라붙어 이를 가열하고 있다. 이들은 부품을 사방에서 둘러싸려고 하지만 <난쟁이들>이 부족하다. 따라서 열을 가하며 동시에 부품 주변을, 더 정확히 전체 부품 면적 위를 달려야 한다. 그리하여 <난쟁이들>의 그 수가 부품을 더 빠르고 더 잘 가열할 수 있다!

이 방법은 사실상 다음과 같이 실행한다. 버너에 (통로(channel)-구멍(hole)이 있는 특수한 washer를 이용하여) 회전하는 불꽃이 만들어진다. 상대적으로 적은 연료비로 이것은 사방에서 부품을 둘러싼다. 기본적인 효과는 필요한 온도까지 부품 가열 시간의 단축에 있다.

예제 6.9 <뱃멀미>는 우주선 내에서의 가장 불쾌한 장애로 선원 뿐만 아니라 우주 비행사

도 괴롭힌다. 이런 불쾌한 상태를 피하기 위한 약은 널리 알려져 있다. 이 약을 우주에서도 사용할 수 있다. 약을 소량씩 너무 자주 복용해야 하며 다량 복용하면 해롭다는 단점이 있다... 어떻게 할까?

해결책 알약은 <난쟁이들>의 무리이다. 이 <난쟁이들>을 차례대로 유기체 안에 밀어넣어야 한다.

<난쟁이들>이 스스로 정확히 차례대로 정렬하여 저음부터 끝까지 차례를 지키는 데 어려움이 있다. 알약으로 돌아가 보자. 알약은 부분 별로 층별로 흡수되어야 한다. 더구나 사람이 참여하지 않고 층이 교체되어야 한다. 물리적 효과와 현상 적용 표의 해당 부분을 기억하는 일만 남았다.

<Newsweek>지(97호, No. 17) 자료에 따르면 우주비행사를 위해 <뱃멀미>를 낮게 하는 유명한 약제, 수면제를 함유하는 특수 알약이 만들어졌다. 알약은 마치 고약처럼 작고 평평한 원판형태로 만들어져 귀 뒤에 붙인다. 그 후 72시간 동안 약은 (확산의 결과) 유기체 내로 들어가며 이 때 엄격히 규정된 양을 사용한다.

예제 6.10 심리적인 관성을 극복하는 태도에 기초하여 종이에 기록되는 정보를 상당히 빨리 전달하는 방법을 제안해야 한다.

해결책 종이 위에 텔레카메라를 설치하는 <명석한 생각>이 곧장 든다. 하지만 STC operator는 유사한 종류의 <횡재>로부터 잘 보호한다. 곧 텔레카메라가 무력하게 되기 때문에 종이의 크기를 증가시킬 것을 요구할 필요가 있다. 이때 편지에 중요한 형태의 부품을 잃지 않기 위해 이 카메라는 종이 전체를 단숨에 포착할 수 없다. 텔레카메라를 치우고 조용히 계속 검토할 수 있다. 종이를 작게 한다. 문자 크기로... 점 크기로. 점에 대한 (또는 점의 부재에 대한) 신호를 떨어진 곳에 전달하기 위해 텔레카메라를 사용하는 것은 전혀 의무 사항이 아니라는 점은 상당한 진보다. 일반 전신 키와 전선이면 충분하다.

이러한 변화를 지적하고 다른 매개 변수들을 취하자. 종이에 부호가 나타나서 이를 전송할 때까지의 시간을 단축시키자. 아주 약간의 간격이 있을 때 정보가 종이에 문자가 나타남과 동시에 전달된다고 생각하게 된다.

그리하여 <지멘스>사는 특별한 피에조 전기(압전기) base에 놓인 종이에 적힌 정보를 순식간에 전달하는 시스템을 만들었다. 수신기에서 정보는 화면에 나타나거나 또는 종이 띠에 수신된다.(phototelegraph 원칙에 따라)

가격 관점에서 이러한 방법을 평가하는 것은 흥미롭다. <Management Today>지(영국) 자료에 따르면 225미터의 거리에 phototelegraph로 문서를 전송하는 것이 (기체 역학적인 시스템을 포함한) 기계적인 방법으로 배달하는 것보다 더 싸다. 20km를 넘는 거리에서 phototelegraph는 우편 배달보다 잠재적으로 더 싸다.

예제 6.11 저온에서 점성 문제를 해결하기 위해 방향족 화합물, 예를 들면 methylcyclohexane, toluene 등을 사용하도록 권장한다... 심리적인 관성 극복 관점에서 상황을 기술하라.

해결책 주어진 시스템에는 두 종류의 <난쟁이들>이 있다. 하나는 연료, 도포제 등 저온에서 사용하는 물질을 대표한다. 다른 하나는 물질에 들어간 첨가제이다. 기본 물질의 <난쟁이들>은 아주 느리게 행동한다. 서로에게 그리고 벽에 매달려서 천천히 움직이며 종종 예측이 불가능하게 움직인다. 첨가제 <난쟁이들>은 무엇을 해야 하는가? 이들의 주된 과제는 <기본 물질>에 질서를 도입하는 것이다. 물질-장 분석 규칙을 엄격히 준수하면서 이들은 어떤 정돈된 구조를 형성하거나 아니면 이미 그러한 구조를 보유하는 경우에만 이러한 상황에 이를 수 있다. 향기 나는 탄화 수소의 고유한 특징은 특수한 벤졸 고리가 존재한다는 것이다. 이러한 접근이 대략적인 것이지만, 한편 벤졸 고리는 걸쭉해진 액체의 개별적인 층간 마찰을 감소시키며 실제로 독특한 분자 베어링 역할을 한다.

점성 문제는 이미 오래 전부터 제기되었다. 하지만 방향족 탄화수소의 구조 또한 오래 전에 밝혀졌다. 왜 이들의 분명한 특성을 최근에 와서야 이용하기 시작했는가? 원인은, 미세한 대상의 (특히 도식적인) 형상을 움직이는 데 있어서는 드물게 나타내는 심리적인 타성에 있다. TRIZ를 위한 dynamization은 기술 시스템 발전에 있어서 가장 중요 원칙 중 하나이다. 모두에게 알려져 있고 여러 번 검증된 시스템에 TRIZ의 관점에서 주의를 기울이는 것이 아주 중요하다. 첫번째 심리적인 관성의 장벽을 극복한 후 아주 긍정적인 결과를 얻을 수 있다.

예제 6.12 (주어진 장의 물질을 이용하여) 쉽게 상하는 상품을 위한 사용하기 아주 편한 indicator를 제안하라.

해결책 더 중요한 유해 매개 변수를 제시한 후 과제를 구체화할 수 있다. 온도를 이러한 매개 변수라 하자. 그러면 과제를 다음과 같이 제시할 수 있다. 냉장고에 쉽게 상하는 상품이 있다. 허용된 한계보다 더 높은 냉장고 속 온도가 더 높아질 것인가를 알아야 한다.

열장과 난쟁이들의 상호 작용을 물-장 도식으로 미리 만든 후 상품과 indicator를 <난쟁이들>의 형태로 나타내자. 도식도, 난쟁이 모델링법도 허용된 한계보다 더 높은 온도를 올릴 때 <난쟁이들>은 어떤 형태로 반응할 (예를 들어 손을 잡는다든지) 것이라는 점을 보여준다. 한편 그리 크지 않은 변화는 명확히 밝히기에 충분하지 않다. 따라서 indicator의 <난쟁이들>은 어떤 추가적인 행동을, 예를 들자면, 이전까지 <난쟁이> 모두가 앉아 있었다면 일어난다든지 하는 행동을 해야 한다. 더구나 그들이 손을 잡은 것, 바로 그것 때문에 그들은 일어나야 한다... 이렇게 해서 상품과 indicator는 온도 변화에 대해 동시에 반응해야 한다는 일치 조건이 제기된다. 이러한 원칙에서 스웨덴의 <KV i-point AB>사가 제작하는 쉽게 상하는 음식물용 biochemical indicator가 작동한다. Indicator는 일반 상품에 대한 것처럼 똑같이 온도 변화에 반응한다. 하지만 이때 색깔이 변함으로 변질되었음을 나타낸다.

예제 6.13 (특히 대수술을 받고 난 후) 전염병에 걸리기 쉬운 환자를 위해 전염되지 않도록 예방해 주는 특별한 격리실을 만들어야 한다. 이러한 격리실의 작동 원칙을 제안하라.

해결책 지어진 건물은 보통 아주 수동적이다. 따라서 건물의 작업은 많은 경우에 있어서 극도로 만족스럽지 못하다. 자체적인 심리적 타성을 점검하기는 쉽다. <환자용 격리실>이라는 표현 하나만으로도 두껍고 견고한 벽과 특수한 문, 중세 기사와 성의 기타 특성에 대한

관념을 기억 속에서 끄집어 낸다. **한편 앞서 열거된 <엄격하게 격리되어야 함>이 꼭 필요한 것인가?**

세균-<난쟁이들>과 격리실 안에 있는 약간의 환경 <난쟁이들>이 있다. 처음에 세균들은 안으로 자유롭게 침투한다. 내부 환경의 <난쟁이들>은 그들을 저지하지 않는다. 차단 방법을 어떻게 만드는가? 만약 <난쟁이들>을 일렬로 세워서 세균을 잡게 한다면 한-두 <손님이 안으로 들어올 위험이 항상 존재한다. 따라서 <두껍게 배열된 방어선>을 만들어야 한다. 더구나 세균을 저지하는 것 뿐 아니라 격리실에서 멀리 떠나게 해야 한다. 그리고 이 모든 것은 내부 환경의 <난쟁이들>이 스스로 해야 한다.

그림에서 이런 요구 사항(더 정확히는 그 실행)을 다음과 같이 찾아낼 수 있다. 일련의 내부 환경 <난쟁이들>이 숨아낸 세균들을 데리고 격리실에서 멀어진다. 이제 해결책을 기술적으로 실현하는 것은 어렵지 않다. 이러한 격리실을 (<Spectrum>지 No. 103의 보도에 따르면) 영국의 한 병원에서 개발했다. 격리실은 가벼운 플라스틱 판으로 조립되며 격리실 내부의 공기압은 대기압보다 약간 높다. 이것은 내부가 전염되는 것을 전적으로 배제시킨다.

이제 주변의 바이러스 질병에 노출된 환자들을 보호할 격리실의 작업 원칙을 쉽게 제안할 수 있다. 즉 바이러스가 격리실 바깥으로 나와서는 안 되는 그와 상반되는 작용도 필요하다. 따라서 격리실의 공기압은 대기압보다 낮은 수준으로 유지해야 한다.

한편 새로운 격리실 비용은 이전에 많은 병원들이 사용한 공기 청정기 가격으로 주로 대체된다.

예제 6.14 컬럼비아 대학 의사들은 기계적인 하중 상태일 때 척추 유기체의 연골에서 분극전기 전위의 구성을 밝혀냈다. 이러한 전위의 발생은 관절에서 미끄러짐의 원인이 된다. 진단법과 치료를 위해, 의학용이 아닌 다른 목적을 위해 알려진 현상을 사용하도록 제안하라.

해결책 처음에 이 과제는 물리적인 효과와 결합한 물-장 분석 연습으로 인식되었지만 이러한 수단은 과제에 대해 지나치게 강력하다. 물-장 모델을 만든 바로 직후에 예를 들면 관절에 대한 하중을 조절하기 위해 외부의 분극 전기전위를 이용하려는 (기술 시스템 발전 법칙에서 나온) 적법한 생각이 들었다. STC operator를 사용함으로써 이 biophysiological effect를 적용하려는 아이디어가 발전할 수 있다.

기계적인 하중을 받는 연골의 크기를 증가시키자. 유기체의 전기전위를 증가시킨다. 만약 예를 들어 기계장이 유기체의 자체 근육으로 만들어진다면, 때를 같이하는 감소는 분극 전기전위의 충분히 강력한 energetic splash를 야기시킬 수 있다... 하중 변화 속도를 증가시키자. 이때 만들어진 변하는 전자기장은 공간으로 자유롭게 radiation될 수 있으며 그리하여 살아있는 유기체 간의 독특한 정보 교환 수단이 될 수 있다.

외부의 전자기장의 작용으로 근육이 감소하는 반대 현상을 살펴보는 것 또한 흥미 있다. 보통 사람은 유기체의 일반적인 활동을 파괴하는 결과를 야기하는 지나치게 많은 양을 접하게 된다. 한편 연구자들이 항상 심리적인 타성을 해결하고 멀리 떨어져 있는 (제대로 연구된) 점들 사이의 영역에서 연구를 수행할 수 있는 것은 아니다. 이로 인해 이러한 개발이 더 유용함이 밝혀졌다.

예제 6.15 우주선 내에서 우주 비행사들이 더 편리하게 이동할 수 있는 방법을 제안하라. 전기장이나 자기장은 이용하지 않는 것이 바람직하다. 왜냐하면 이것이 예측할 수 없는 변화나 정밀 장비의 작동을 방해할 수 있기 때문이다.

해결책 수세기 동안 검증된 기계장과 <난쟁이들>이 있다. 신발 밑창의 <난쟁이들>은 (우주에서는 심지어 발로 걸어 다니는 것이 더 편리하다) 우주정거장에서 벽과 천장 및 바닥에 안정적으로 밀착되어 있어야 한다. 다른 한편으로 또한 아주 가볍고 끊임 없이 분리되어야 한다. 쉽게 통제되는 전기장 및 자기장을 사용하지 않고 극복해야 하는 모순이 발생한다. <난쟁이들>은 스스로가 물론 밀착되고 떨어질 수 있다. 하지만 우주 비행사에게 필요한 바로 그 적시에 이를 행해야 한다. 따라서 언제 어떻게 <난쟁이들>이 행동해야 할 지를 알려주는, 우주 비행사에게서 신발 밑창으로 가는 어떤 신호가 존재해야 한다.

기술 시스템 발전 법칙을 상기하자. 이상적인 신호는 존재해서는 안되며 시스템에 이미 존재하는 것이 신호로 나온다. 이 경우 우주 비행사의 발 움직임 자체가 그러한 신호가 되어야 한다. 신발 밑창의 움직임은 일정한 형태로 벽에 밀착되게 해야 하고, 반대의 움직임은 탈착되게 해야 한다.

우주 정거장 <Skylab>에서 이미 다음과 같은 우주비행사의 이동 방법에 대한 실험이 이루어졌다. 우주복 신발 밑창에 있는 특수한 돌출부는 수많은 칸막이에 있는 격자로 자유로이 들어가며, 격자 블록은 또한 벽에 위치할 수 있다. 이렇게 걸을 때 다리의 움직임은 (다리가 벽으로 가서 박히는 듯) 좀 특이하게 보이지만, 이 방법은 안정적으로 작용하며 우주 비행사들은 여기에 쉽게 적응한다.

우주 비행사들이 우주선 밖 특수하게 놓인 길을 따라 이동하는데도 이 방법을 적용할 수 있다.

6.3 스스로 해결을 위한 예제

예제 6.16 우주선 내부에 인공 중력을 만들기 위해 우주선이 축을 중심으로 급회전하게 하자는 제안이 있었다. 이 방법은 관측을 방해하기 때문에 편리하지 않다. 그러나 이런 경우 여하튼 우주 비행사를 위한 인공 중력을 어떻게 만들까?

예제 6.17 무중력 조건에서 안정적인 potential humidification 방법을 제안하라. 과제는 전적으로 다음과 같은 현실에 적용된다. 즉, 우주 비행사들은 비행 중 물수건으로 닦는다....

예제 6.18 태양은 순전히 열방사에 의해서만 지구의 날씨에 영향을 미치는 것은 아니다. 대기계에서 지자기 activity는 압력이 급격히 변하는 대기에서 field 형성과 직접 연관되어 있다.(기상용어를 찾아서 바꾸어 놓을 것)

예제 6.19 농업에서 널리 이용되는 살충제 heptachlor는 태양 빛에 노출되면 독성이 20배 이상 증가한다. 심리적인 타성 극복 태도의 관점에서 상황을 기술하라.

예제 6.20 액체 수정의 토대 위에 코팅을 하는 원칙적인 도식을 서술하라. 코팅은 온도 변화에 따라 색깔이 변해야 한다.

예제 6.21 Integral microchip 생산은 전문화를 증대시킴에 따라 이루어진다. 한편 새로운 기능 도식이 생산에 항상 필요하다. 이때 사용되지 않은 **IS**는 낭비된다. 무엇을 제안할 것인가?

예제 6.22 자동차 제작자들은 도로 밑에 설치된 고주파 전력케이블의 에너지를 이용하는 엔진을 만들려는 꿈을 포기하지 않았다. 도로 교통에서 이를 적용함으로써 어떤 결과가 초래될 수 있는가?

예제 6.23 스웨덴 의사들은 삼차 신경의 신경통을 치료하기 위해 턱뼈 조직을 교정하는 비교적 간단한 수술을 제안한다. 이렇게 함으로써 신경을 압박하며 병을 유발하는 근육이 부풀어오르는 것을 차단한다. 이런 방법의 적용을 증명하라.

예제 6.24 심리적 관성 극복 태도를 이용하여 물을 소독할 때 수소와 염소가 섞이는 것을 예방하는 방법을 제안하라.

예제 6.25 수소는 내부 연소 엔진의 가장 이상적인 연료이다. 한편 특히 자동차는 수소를 보관하기가 매우 불편하다. 예를 들어 용기는 너무 작은 양의 가스를 수용하며 수소를 액화하는 일은 더 어렵다. 어떻게 할까?

6.4 예제 해결을 위한 도움말

심리적인 관성을 극복하기 위해 발전된 창조적 상상력이 필요하다. 이 과정에 대한 자료는 이 교재에는 없다. 따라서 여기서 난쟁이 모델링법과 STC operator를 사용하는 작업의 효율성을 높이는 몇 가지 조언을 해야 한다.

무엇보다 이러한 방법을 사용하는 예제를 검토하는 의미상의 텍스트는 그림을 동반해야 한다. 그림은 아주 도식적이고 조건적일 수 있다. 중요한 것은 그림이 시스템의 필요한 부분과 상호작용, 그리고 시스템에 난쟁이 모델링법과 STC operator를 적용하게 하는 변화의 존재를 표현하는 것이다.

얻어낸 각각의 아이디어는 심화시키고 확대시켜야 한다. 이를 위해 뜻밖의 공상적인 아이디어라는 초기의 밀천을 갖는 것이 바람직하다. 따라서 공상 과학 소설을 정기적으로 읽어야 한다. 그리고 여러 작품에 녹아있는 기본적인 생각을 발췌하여 이를 시스템화해야 한다. 줄 베른의 공상적인 아이디어를 생각해 보자 그 절대 다수가 이미 실현되었거나 가까운 미래에 실현될 것이다. 그러나 이 공상가의 동시대 사람들은 이러한 것들을 실현 불가능한 것으로 여겼다. 미래 기술의 기본 특성은 이미 오늘날 공상 소설 등에서 찾을 수 있다.

어떠한 형태로 시스템화된 실제적인 기술 아이디어 목록을 반드시 모아야 한다. 그러한 정보 밑천 없이 기술 분야에서 안정적으로 높은 결과를 얻기란 어렵다. 시스템화의 원칙은 다를 수 있다. 때로 목록을 일정한 물질-장 모델에 상응하는 그룹으로 나눈다. 구체적인 기술 시스템에 대한 자료를 목적의식을 갖고 자주 모은다. 이에 대한 기술 시스템의 발전 법칙을 실현하기 위해 연구한다. 기술적이고 물리적인 모순의 형태에 따라 물리적인 효과 및 다른 효과의 시스템에서 적용에 따라 나눌 수 있다.

예제에 대한 추가 도움말

예제 6.16 인공 중력을 만드는 법을 제안하기 전에 우주선 내부에 무엇 때문에 자체 중력이 필요한가를 면밀히 살펴 보아야 한다. 아직은 의사와 몇몇 우주 비행사만이 중력 조성에 대한 의견을 피력하고 있다. 그러나 이것이 항상 필요한 것은 아니다. 예를 들면 우주 정거장 <Skylab>에서 미국 우주 비행사들은 폐쇄된 경로에 따라 벽을 타고 <달리기> 하는 법을 습득했다. 이러한 움직임은 달리는 사람을 벽에 밀착시키는 어떤 힘을 나타나게 한다. 한편 어떤 축 주위로 우주 정거장을 급회전시키는 반응 moment가 발생한다... 난쟁이 모델링법을 사용하여 이 새로운 문제를 해결해야 한다.

예제 6.17 우주에서는 미리 축축하게 만든 수건을 쓰던지 아니면 연결관 주위를 둘러싼 수건에 물이 떨어지도록 한 구멍이 있는 특수한 연결관을 사용한다. 해결책은 이상적인 것과는 거리가 멀다. 그러나 RVS operator를 (특히 두 번째 부분을) 사용하면 특별한 결과를 얻을 수 있다.

예제 6.18 STC operator의 관점에서 상황을 살펴보자. 통제가 잘 되는 시스템을 구축할 필요성을 특별히 언급한 후 물질-장 모델을 또한 이용하라.

예제 6.19 heptachlor의 <난쟁이들>은 햇볕에 약간 <그을린 후> 환경에 극도로 유해한 특성, 즉 독성을 갖는다. 더구나 그런 상태에서 <난쟁이들>은 외부의 작용에 대해 상당히 확고하다. 이를 해결하는 것은 현재 아주 어렵다. 가장 간단한 해결책은 이 살충제를 전혀 사용하지 않는 것이다. 하지만 시스템을 제거하는 것은 거기에 굴복한다는 의미는 아니다. 여기에 모순이 감추어져 있다. 이를 밝히고 제거해야 한다.

예제 6.20 이 과제에서 난쟁이 모델링법과 STC operator를 함께 적용해야 한다. 다양한 형태의 액체 크리스탈이 섞이는 것을 좋아하지 않는다는 데 어려움이 있다. 여기서부터 그 특성이 심하게 훼손된다. 이러한 사실을 고려하여 과제를 해결해 보자.

현재 사용중인 해결책의 작업을 위해 필요한 물질이 직경 약 10 마이크로톤의 캡슐에 들어 있는 마이크로 캡슐화가 적용된다. 그런 다음 캡슐은 접착제와 혼합되어 일반 도료처럼 표면에 붙게 된다. 이는 무제한으로 (그리고 통제 가능하게) 다양하고 종종 양립할 수 없는

특성, 예를 들면 온도 특성 등을 가진 물질들을 <혼합하는> 것을 가능하게 한다.

유사한 방법을 이용하는 회사는 <Westinghouse>, <IBM>, <필립스>, <히타치>, <Bell> 등이 있다. 주어진 물질은 <New Scientist>(56권, No. 824)지에 발표되었다. 하지만 최근에 마이크로 캡슐화의 적용은 다른 출판물에서도 널리 해명되고 있다.

예제 6.21 이런 상황은 심리적인 타성 극복 태도를 동시에 취할 것을 또한 요구한다. 기술 시스템에서 모순은 잘 드러나 있다....

몇몇 유럽 회사는 (예를 들면 <Ferranti>) <Financial Times>지 No. 25928의 보도에 따르면 integral microchip-반제품의 생산에 착수했다. 여기에는 표준 도식 세트가 있으며 완성된 microunit의 구체적인 역할은, 고객이 정할 수도 있는 이 도식들 간의 관계에 의해 정해진다.

주어진 기술 시스템의 가장 약한 요소, micro-unit에서 도식들 간의 관계를 살펴보는 것은 흥미롭다. 지금 photogauge를 사용하여 이것을 정할 수 있다. 그리하여 도식간의 역동적인 관계가 나타나기까지 한 단계가 남아 있을 뿐이다. 이러한 관계는 필요에 따라 형성되고, 그런 다음 다른 것으로 교체된다.

예제 6.22 STC operator 사용하라. 상위 시스템에서 기술 시스템의 질적 변화를 연구하라.

일본의 자동차 제작 과학-연구 기관은 (Associate Press 지사가 밝혔듯이) 도면(도로) 아래에 설치된 고주파 cable을 사용하여 간단하고 저렴한 자동차 이동 제어 시스템을 개발했다. 이 시스템은 운행중인 일반 자동차의 조정기를 또한 충전할 수 있게 해 준다. 현재 시스템은 자동화된 자동차 실험을 위해 사용되고 있다.

예제 6.23 그림에는 신경 <난쟁이들>과 턱뼈 조직 <난쟁이들>이 있어야 한다. 이들의 상호작용을 연구해 보라...

예제 6.24 <듀퐁>사는 perftorosulfo-acid로 만든 기계적 화학적 진동을 만들어 내는 분자 진동판(membrane)을 개발했다. 이러한 진동판은 화학 반응에서 수소와 염소 분자의 혼합을 방지한다. 이들의 활동은 사실상 전적으로 기계적이고 MMM법 또는 RVS operator 사용함으로써 현재 사용중인 해결책을 훌륭하게 도출해 낼 수 있다.

예제 6.25 <Science>지(178권 No. 4063)의 자료에 따르면 수소를 축적하는 아주 편리한 방법은 (높은 압력에서) 수소와 금속의 단순한 상호작용에 의해 형성되는 금속의 수소화합물이다. 수소를 분리하는 과정은 약간의 열 손실과 연관되어 있으며, 한편 수소의 연소 열은 드러난 결점을 상당히 보완해 준다. 난쟁이 모델링법 사용 결과는 현재 사용중인 해결책과 일치한다.