

정확한 과학으로써 창의성: 발명문제 해결이론(트리즈)의 개발 과정

글 _ 박성균 _ 한국아이템개발 연구소장(한국트리즈 협회 부회장) _ pasu@sigmatriz.com

서론

본고는 트리즈의 창시자 알트슐러(Altshuller)의 책인 “정확한 과학으로써 창의성(Creativity as an Exact Science; The Theory of the Solution of Inventive Problems)”의 1장, “창의성 이론에 이르는 길 위에 서서(On the Road to a Theory of Creativity)”을 번역한 글이다.

국내에 트리즈 관련 서적이 지난 2~3년 사이에 많이 출간되어 트리즈 분야의 발전에 기초적인 기여를 했다고 생각이 든다. 지금까지 출판된 다른 트리즈 관련 책과는 달리, 이 책은 트리즈 이론, 기업들에 대한 깊이 있는 내용을 다루고 있고, 2004년 한국트리즈협회 연구회의 교재로 다루었지만, 출판을 통해 아직 세상에 소개되지 못한 아쉬움이 있었다.

이 책 중에서도 1장의 내용은 트리즈를 다루고 있는 기업, 학교, 개인들에게 꼭 소개하고 싶은 내용을 담고 있다. 그 내용을 좀 더 설명하면, 1장에서는 창의성에 대한 일반적인 검토, 즉 시행착오법, 브레인스토밍의 한계를 검토하면서, 발명 문제의 수준, 모순 개념, 기술시스템 발전 법칙, 발명문제 해결 알고리즘(아리즈) 등의 기본 개념 및 개발 과정을 차분히 논리적으로 전개하고 있다.

또한 귀중한 자료로써 “발명문제를 해결하기 위한 물리 효과와 현상의 응용” 표를 첨부로 소개한다. 이

표가 제시하는 물리현상들은 최근 소프트웨어에 적용되어 산업체에 소개되고 있다. 각 물리현상에 대한 알기 쉬운 사례를 찾아 데이터베이스를 새로이 구축한다면, 한국의 트리즈 발전에 밑거름이 될 것이다. 예를 들어, 물리현상에 대한 알기 쉬운 사례를 초중고 교육용으로, 또는 기술 분야 별로 모아 데이터베이스로 구축하는 것은 앞으로 한국 트리즈 분야에서 풀어야 할 과제이다.

창의성 이론에 이르는 길 위에 서서

1. 시행착오법

발명은 인간의 가장 오래된 직업이다. 인류의 먼 조상이 인간이 되어가는 과정은 일하는 도구의 발명으로 시작되었다. 첫 번째 발명은 사실 인간이 만들지 않았고, 기성품으로 인간을 위해 제공되었다. 인간은 날카로운 돌로 죽은 동물의 가죽을 자를 수 있다는 것을 알았고, 그래서 인간은 돌을 끌다 사용하기 시작하였다. 숲에 불이 나자, 인간은 불의 따뜻함과 그것을 방어 수단으로 쓸 수 있다는 것을 깨달았다. 그래서 인간은 낮에도 불을 유지하기 시작했다. 사람들은 그것만으로 아직 문제를 식별하지 못했지만, 단지 기존에 있는 해결책들을 찾아내기 시작했다. 창의성 부분은 이러한 해결책들의 적용 방법을 추측하는 데에 있

었다. 하지만 거의 동시에 발명문제 역시 그들에게 제시되었다. 무딘 돌을 어떻게 날카롭게 할 것인가? 손에 좀 더 잘 맞는 돌을 어떻게 만들 것인가? 바람과 비로부터 불을 어떻게 보호할 것인가? 한 장소에서 다른 장소로 물을 어떻게 옮길 것인가?

이러한 발명문제를 해결하기 위해서 그들은 시행착오법에 의지해야만 했고, 가능한 모든 변형을 다루어야 했다. 오랫동안 변형 선택이 불규칙하게 진행되었다. 하지만 점차 어떤 방법들이 표면화되었다. 자연 모형을 복사하기, 상호 작용하는 대상물의 크기와 수 늘이기, 단일 시스템으로 여러 대상물 가져오기 등. 물질 특성에 관한 사실, 관찰 그리고 정보가 쌓였다. 이런 지식의 활용은 탐색을 향한 능력을 향상시켰고, 문제 해결 과정에 약간의 질서를 주었다. 하지만 과제 자체 또한 변화를 겪었고, 몇 세기가 계속됨에 따라 과제는 점차 복잡해져갔다. 오늘날 우리는 필요한 한 가지 올바른 해결책 변형을 찾기 위해서 수많은 “공허한” 시도를 하면서 일을 하고 있다.

발명가의 작품에 대해서 일부 전통적이지만 올바른지 못한 견해가 있다. 일부는 “이것은 모두 우연이다”라고 말한다. 다른 사람들은 “모든 것은 근면에 달려 있다. 당신은 여러 가지 변형을 계속해서 시도해 보아야 한다.”라고 주장한다. “이 모든 것은 천부적 재능에 달려 있다.”라고 주장하는 사람도 있다. 이러한 모든 견해에는 사실적 요소가 있지만, 단지 외견상 피상적으로만 사실이다. 시행착오법은 그 본질이 효율적이지 못하고, 문제와 발명가의 개성에 의존한다. 모든 사람이 “굉장한” 시행을 시도할 수 없을 뿐 아니라, 인내를 가지고 어려운 과제에 스스로를 던져 그것을 풀 수도 없다.

19세기말에 에디슨은 시행착오법을 사용하였다. 그는 자신의 작업장에 천명에 가까운 작업자를 고용하였다. 그 결과, 한 가지 기술문제를 여러 개의 과제로 나누고, 각 과제에 대해서 동시에 많은 변형을 시험할

수 있었다. 에디슨은 과학 연구소를 발명하였다(나의 견해로 이것은 그의 발명 중 최고이다).

분명히 천명의 인부는 한 명의 인부보다 더 많은 구멍을 팔 수 있다. 하지만 그들이 파는 방법은 기본적으로 같다.

현대 “발명 산업”은 에디슨 계열로 조직화되어 있다. 과제가 어려우면 어려울수록 수행해야 하는 시행 횟수는 증가하고, 그것을 풀기 위해 고용해야 할 사람의 수도 증가한다. 에디슨은 3~5명 그룹에게 동시에 “가장 신뢰할 수 있는 유리와 금속 부품의 집합 방법”을 다루는 과제를 줄 수 있었다. 오늘날 이런 과제는 많은 팀이 동시에 달려들어, 각 팀은 수십 명 또는 수백 명 과학자와 엔지니어로 구성된다.

오늘날 주요 발명은 고립된 개인이 아니라 팀이 한다는 것은 공리이다. 모든 그런 믿음처럼 이것은 부분적인 사실만을 반영한다. 최고로 중요한 것은 개인이나 팀이 수행한 일이 무엇인가가 아니라 일의 조직화 수준이다. “혼자서” 일하는 굴착기 운전수가 인부 팀보다 훨씬 생산적으로 일한다. 그리고 인부 “팀”은 각 인부가 개인으로 작업하기 때문에 느슨한 팀이라 할 수 있다.

시행착오법과 이것을 기반으로 하는 창의성 노동 조직체는 현대 과학 혁명의 요구와 모순 관계에 있다.

“헛된” 시행 횟수를 획기적으로 줄일 수 있는 창의성 과정을 관리하기 위한 새로운 방법이 필요하다. 또한 필요한 것은 이 효과적인 새로운 방법의 응용을 가능하게 해 줄 새로운 창의성 과정의 조직화이다. 그리고 발명과제 해결을 위한 실제 업무에 적용할 수 있는 과학적 기반의 이론이 필요해졌다.

2. 발명 창의성 연구의 역사

기원전 300경 살았던 그리스 수학자 파포스(Pappos)의 “수학 선집” 중 7권에서 처음으로 “발견학습(heuristics, 이 후 휴리스틱스)”라는 용어가 사용되었

다. 그리고 파포스는 유클리드(Euclid), 베르가모(Pergamos)의 아폴로니우스(Appolonius) 그리고 아리스토스 엘더(Aristos the Elder)를 그의 선구자로 인용하였지만 발견과 발명의 과학인 휴리스틱스의 근원은 그의 이름과 관련이 있다.

그 후에 데카르트(Descartes), 라이프니츠(Leibniz) 그리고 푸앵카레(Poincare)를 포함한 많은 수학자들이 창의적인 휴리스틱스 문제에 대해 공헌하였다. 수학은 분명하게 실험적 발전의 가능성을 부정하였기 때문에 다른 과학보다 더 일찍, 더 강력한 창의적 과제를 해결하기 위한 도구가 필요하였다.

처음부터 “발견”과 “발명”이라는 용어는 휴리스틱스에서 폭넓은 해석으로 제시되었다.

발견가와 발명가들은 예술가, 시인, 정치가, 군사 지휘관, 철학자 등을 포함한다고 간주되었다. 수학 창의성 기술을 연구할 때 수학자들은 사실에 입각한 자료에 관심을 두었다. 그들은 수학문제 해결 과정을 조사하였고, 그들은 연구를 통해 얻은 경험을 분석하였으며, 학생들과 실험하였다. 하지만 그들이 창의성의 일반법칙을 정형화하려고 시도하자마자, 과학적인 접근 방법과 멀어졌고, 조화롭지 못한 사실, 역사적 일화 등에 대해서 작업하기 시작하였다. 이에 대한 전형적인 책으로 포야(D. Poy)[1-2]와 아담어(G. Adamar)[3]의 책이 있는데, 수학을 다룰 때 분석적, 구체적 그리고 심오했던 것들이 일반 또는 기술 창의성으로 방향을 바꾸자 피상적이 되었다.

창의성 이론에 대한 많은 업적을 이룬 러시아 공학자 엔겔마이어(P. K. Engelmeier)는 휴리스틱스에 대해서 많은 연구를 하였다. 그가 쓴 “Heurology”는 창의성의 일반이론이라 불리는 것, 즉 예술적 창조, 기술 발명, 과학적 발견, 그리고 모든 것에 사용할 실용적 활동 등 모든 창의성 현상을 포괄하는 이론을 담고 있다. 따라서 과동이론 역시 “Heurology”이다[4. p. 132]. 엔겔마이어의 책들은 가치 있는 많은 아이디어

를 표현하면서, 특히 생물공학의 탄생 가능성에 대한 흥미 있는 자료를 담고 있다. 엔겔마이어는 다음과 같이 썼다. “천재는 아마도 하늘이 준, 흔치 않은 선물이 절대 아니다. 오히려 완전히 바보로 태어나지 않은 모든 사람의 운명일지 모른다[4. p135].” 반세기 후에 이 개념을 형태학 분석의 저자인 츠비키(Zwicky)가 그대로 되풀이 하였다.

19세기 후반에 과학 및 기술 창의성의 심리학에 대한 탐색 연구가 출현하기 시작하였다. 본질적으로 그러한 것들은 휴리스틱스이었지만, 사고 심리학에 핵심을 두고 있다.

처음에 이 과학적 탐색은 대부분 발명가 개인을 연구하는 쪽으로 방향을 잡았다. 이 시기에 창의성이 있는 개인은 예외적인 어떤 것으로 간주되었다. 심리적 무질서와 천재의 님은 점, 발명가 혈액의 특별한 조성 등에 대한 많은 논의가 있었다. 그리고 20세기에 와서야 창의적 재능은 실질적으로 모든 사람에게서 발견될 수 있다고 확신하는 쪽으로 점차 방향을 잡아갔다.

심리학자들은 간단한 과제로 실험하기 시작하였다. 특별히 덩커(K. Dunker)와 세키(L. Sekey)[5]가 흥미로운 연구를 하였다. 실험자가 변형 목록을 집계함으로써 과제를 해결하고, 이 과정에서 대부분은 그들의 이전 경험에 의존하며, 검토한 각각의 변형이 그들과 과제에 대한 견해를 변형한다는 사실이 밝혀졌다. 그러나 발명가에게 일반적으로 많은 시행횟수가 필요한데, “왜 어떤 발명가는 적은 시행으로 문제를 해결하는가”라는 핵심 문제에 대해서 그들은 어떤 서광도 얻지 못했다.

창의성 심리학은 그 시기에 이 의문에 대해서 답을 줄 수 없었다. 근본적으로 1930년대와 1940년대 이후, 그 원리에 대한 새로운 결과가 없었다.

왜 심리학자들이 복잡한 과제의 해결을 포함한 실제적 창의성 과정을 연구하지 않고 단순한 과제와 퍼즐을 갖고 고집스럽게 실험해야 했는가? 심리학자 린

코브스키(N.P. Linkovsky)[6]는 그러한 연구는 실질적으로 극복할 수 없는 장애에 부딪혔다고 분명하게 말하였다. 이 창의성 과정은 시간을 연장할 뿐이다. 관찰을 시작해서 다음 5년 또는 10년이 지나도 “실험 발명가”는 자신의 문제를 계속해서 다루고 있을지 확신할 수 없다. 그리고 바로 이 관찰 자체가 실험의 신성을 위반하고 있다: 심리학자가 발명가를 상세하게 연구하면 할수록, 그는 발명가의 사고 과정을 더 배우겠지만, 의문이 많아질수록 실제 사고과정 자체에 영향을 주어, 그것을 바꾸고 비틀 것이다.

창의성 과정은 오랫동안 지속되겠지만, 해결책은 스스로 종종 갑작스러운 “선광” 같은 “계발(啓發)”의 형태로 나타난다. 이 경우에 발명가에게 질문을 하는 것은 완전히 불가능하다. 그리고 어떤 경우에는 발명가와 관련된 사실들이 사고의 진짜 과정을 반영하지 않을 수도 있다. 1920년대로 거슬러 올라가 철학자 랍신(I.I. Lapshin)은 다음과 같이 썼다: 과제에 대한 깊은 지식을 가진 재능 있고, 큰 감성과 통찰력이 있는 과학자의 사려 깊은 노력을 알아차리고, 보통 사람들에게 그들의 재능은 일종의 하늘이 준 신비로운 명물이라고 주장하는 것은 극히 이상하다[7, vol 2. 125-126 쪽].

오늘날조차 심리학자들이 우리에게 창의성을 안내해 준다는 생각은 별의 움직임은 안내해 준다는 생각보다 훨씬 더 비현실적이다. 아무래도 이것은 먼 미래의 일이어서, 아마 영원히 얻을 수 없을지 모른다. 그래서 심리학자들은 그들의 창의성 연구를 한쪽에 밀어 놓고, 퍼즐이나 단순한 체스 도전 등으로 실험을 한정하기를 선호한다.

체스 이론은 수많은 복잡한 실제 게임을 모으고 분석한 결과로 만들어졌다. 또한 그 접근 방법은 발명 창의성을 연구할 때에도 이용될 수 있다. 우선적으로 우리는 많은 발명 명세서들 모으고 연구해야 한다. 하지만 체스 게임의 기록은 어느 정도 체스 선수의 사

고 과정을 반영하지만, 발명 명세서는 그들 작업의 결과 이상을 세기지는 못한다. 우리는 발명가의 사고 과정을 재구성해야 하고, 이것을 위해 여러 기술 분야를 포괄하는 어려운 과제를 스스로 풀 수 있어야 한다.

체스 분석을 기반으로 최고 거장의 게임이 평범한 선수의 게임과 어떻게 다른지를 이해하고자 하는 충동이 생겼다. 때때로 최고 거장은 오직 그와 동격의 선수에 의해서만 이해될 수 있다. 복잡한 발명 과제의 해결책을 연구하기 위해 깊은 물에 들어가는 위험을 감수하는 심리학자는 스스로 높은 수준의 과제를 풀어야 한다. 이것이 어렵기 때문에, 심리학자들은 문제를 스스로 해결하지 않고서 발명가의 창의성을 이해하려는 시도를 해야 한다. 하지만 그러면 연구자의 관심이 단지 심리적 요인에 집중된다. 하지만 심리적 요인은 이차적이고 조건적이다. 발명에 있어서 주된 일은 그 기술 시스템이 “단지 불규칙”한 게 아니라 분명한 법칙에 따라 한 상태에서 다른 상태로 변형된다는 것이다. 하지만 이것은 정확하게 심리학자의 영역 너머에 있는 창의성의 일차적이고 객관적인 측면이다.

굽이쳐 흐르는 강의 배 위에 있는 타수(舵手)의 행동을 연구한다고 상상해 보자. 우리는 강 자체에 대해서 알고자 하는 게 아니라 단지 순수하게 심리적 용어로 타수의 행동을 설명하려고 한다. 우리는 오른쪽으로 빠르게 타륜(舵輪)을 돌리기 시작한 타수를 보고 있다. 왜 그런가? 아마 태양이 그의 시야에 있고, 그는 그것을 피하려 하고 있다 - 이것이 이유이다. 하지만 이제 그가 천천히 왼쪽으로 타륜을 돌리고 있다. 왜 그런가? 아마 그는 자신의 얼굴을 태양으로 돌려, 결과적으로 햇볕에 얼굴을 태우기로 하였는가? 하지만 이제 타수가 바뀌고 새로운 사람이 곧바로 타륜을 돌리기 시작한다 - 그는 하나님이다. 그는 태양을 등지고 있다. 맞다, 이것은 타수의 행동이 그가 일광욕을 좋아하는지 어떤지에 따라 결정된다는 것을 의미이며, 이제 그것을 기록해 두자.

불행하게도 이것은 과장이 아니다 : 이것이 정확하게 기술 시스템의 객관적인 발전 법칙의 존재를 무시한, 순수하게 심리적 접근 방법이 관찰하는 방법이다. 앞으로 한 장(章)에서 우리는 덩커(Dunker)가 했던 고전적인 실험을 상세하게 검토할 것이다. 하지만 먼저 우리는 기술 시스템 발전 법칙에 대해서 배우고, 그가 햇볕을 사랑한 어떤 면에 무엇이 있는지 판단할 것이다.

모든 과학은 “연금술”과 “화학”이 거쳐 간 단계를 거친다. “연금술” 단계에서는 두 가지 공식 중에 하나로 전체 세계의 다양성을 감싸 포용하려고 하였다. 예를 들어 우리는 연금술을 이제 중요하지 않은 제3의 어떤 것으로써, 화학이 연구한 한 분야로 여긴다. 연금술사들은 그들에게 영원한 건강, 끝없는 젊음, 지혜, 죽음을 생명으로 가져다주고, 금속을 금으로 바꾸어 주는 철학자의 돌을 얻으려고 노력하였다. 심리학자들의 창의성 사고는 아직도 “연금술” 수준이다 : 그들은 단순한 실험으로 어떤 창의성 기술을 얻으려고 한다. 창의성의 일반 이론을 세우는 것은 창의성의 구체적인 모습을 연구하기에 앞서서 해야 한다. 단지 발명 예술 이론을 요구함으로써 과학적 창의성과 문학적 창의성은 머지않아 개별 이론의 발전에 차례차례 새로운 일격을 가할 일반 창의성 이론을 만들 수 있을 것이다.

과학적 이론을 향한 길은 멀고도 험하다. 그러나 실제 삶의 실행과 생산은 단순한 변형을 모으는 것보다 더욱 배후적이고 효과적인 창의성 과제의 해결이라는 새로운 방법을 요구한다. 그리고 그러한 방법들은 나타났다. 이러한 것은 순수하게 심리적 방법이지만, 그것들은 심리학자가 만들지 않았다.

3. 탐색을 활성화하는 방법들

발명과제가 어려울수록, 해결책을 얻기 위해 작업해야 하는 변형의 수는 증가한다. 그리고 발명과제는 가장 긴급한 과제이기 때문에 주어진 시간 내에 제안된 변형의 수가 많아질 것이다. 또한 만약 우리가 강력한

해결책을 발견하고자 한다면, 조사된 아이디어는 더욱 독창적이고 대담해야 하며, 기대하지 않았던 어떤 것을 포함해야 한다.

탐색을 활성화하는 방법들의 목적은 1)아이디어의 발생 과정을 강화하고 2)전반적인 흐름에서 독창적인 아이디어의 “집중도”를 올리는 데에 있다.

문제를 해결할 때 발명가는 먼저 자신의 전문 분야 가까이 있는 관습과 전통적인 변형들을 고르면서 긴 시간을 소비한다. 때때로 발명가는 이러한 변형을 넘어서 계속하지 않는다. 아이디어는 강력한 해결책을 거의 기대할 수 없는 “심리적 관성 벡터” 방향을 향한다. 심리적 관성은 다른 분야로 들어가 때의 두려움, 몇 사람에게 재미있어 보이는 아이디어를 제안할 때의 우려감, “기발한” 아이디어를 만들기 위한 기본적인 방법들의 무시 등 매우 다양한 인자에 의해 결정된다. 탐색을 활성화하는 방법들은 이러한 장애를 극복하는데 도움이 된다.

이러한 방법들 중에 가장 유명한 것으로 1940년대 오스본(A. Osborne, 미국)이 제시한 브레인스토밍이 있다. 오스본에 의하면 일부 사람들은 아이디어를 더 잘 만드는 경향이 있는 반면, 어떤 사람들은 비판적 분석을 더 잘하는 경향이 있다. 보통의 토의에서 봉사가와 비평가가 한 장소에서 함께 있으면 서로를 방해한다. 오스본은 아이디어의 창출과 분석 단계를 분리하자고 제안하였다. 20 ~ 30분 동안 “아이디어 창출자”가 수십 개의 아이디어를 제시한다. 기본 규칙은 비판이 금지된다는 것이다. 누구나 일부러 비현실적인 아이디어를 제시할 수 있다(이것은 일종의 촉매제 역할을 해서 새로운 아이디어의 출현을 자극한다). “스토밍” 참가자들이 제시된 아이디어를 취해, 발전시키는 것이 바람직하다.

“스토밍”을 잘 체계화한다면 심리적 관성에 의해 강요된 아이디어로부터 빠르게 벗어날 수 있다. 아무도 대담한 아이디어의 제안을 두려워하지 않고, 호의적이

고 창의적 분위기가 생기면, 이것이 모든 종류의 애매한 아이디어와 억측에 대해서 길을 열어준다. 보통 여러 전문가들이 스토밍에 참가한다. 다양한 기술 분야에서 나온 아이디어들은 서로 충돌하고, 때로는 그것이 흥미 있는 조합을 만들어 준다.

브레인스토밍의 기본 개념(새로운 아이디어가 부의식 밖으로 나오게 하기 위해)은 미국에서 높은 인기가 있는 프로이드 이론에 근거를 두고 있다. 이 이론에 따르면 “방향 잡힌 의식”은 화산의 용융 핵 주위의 딱딱한 표피와 같이 “방향 잡히지 않은 잠재의식”과 겹쳐 있는 얇은 층이다. 의식 속에 있는 논리와 통제가 잠재의식 밖으로 기본적인 힘, 본능, 충동, 갈망이 깨고 나오는 것을 방해한다. 의식 하에서는 질서와 투명도가 지배하는 한편, 잠재의식에서는 이따금 헤치고 나아가면서 대 파괴, 폭풍우 같은 힘이 물결치며, 인간으로 하여금 논리적이지만 않은 행동, 범죄를 저지르게 한다. 오스본의 의견에 의하면 심리적 관성은 의식을 지배하는 질서에 의해 생긴다. 우리는 새로운 아이디어가 잠재의식으로부터 의식으로 헤치고 나오도록 해야 한다. 이것이 브레인스토밍의 철학적이고 심리적 개념이다. 이 이유 때문에 오스본은 잠재의식을 자유롭게 해주는 방식으로 “아이디어 창출자” 집단의 아이디어 창출 과정을 구성하였다. “아이디어 창출자”는 상사가 아니어야 하고, 편안한 분위기를 만들고자 노력해야 한다. 때로는 일종의 “돌진” 개념이 스토밍 아이디어에 추가되었다. 그리고 “아이디어 창출자들”은 다시 생각할 시간 없이 아이디어를 제안한다. 아이디어는 의견상 닦치는 대로, 생각 없이, 방향 없이 나온다. 그러는 동안 테이프 녹음기가 모든 대화를 녹음한다. 이 스토밍 기간 동안 생긴 아이디어들은 전문가 평가를 위해 “비평가” 집단에게 넘겨진다. 비평가들의 과제는 이제 각각의 아이디어로부터 합리적인 핵심 부분을 추출하는 것이다.

다음과 같은 의문이 생긴다: 사고의 통제(사고는 심

리적 관성에 의해 결정된다는 그러한 종류의 통제)를 최소화하기 위해서 당신은 질서 있는 사고절차를 밟아야 하고, 어떤 기초 규칙을 도입해야 한다. 오스본이 이 역설을 알았는지 모르겠다.

1950년대에 브레인스토밍은 큰 희망이었다. 그러나 실제로 이 접근이 어려운 과제에 적합하지 않다는 사실이 드러났다. 여러 종류의 브레인스토밍 변형이 시도되었다(개인, 두 사람으로, 집단, 두 단계, “아이디어 회의”, “인공두뇌학적 수업” 등). 이러한 실험은 오늘날도 계속되고 있다. 그러나 브레인스토밍은 단순한 과제 해결에만 효과적임이 이미 분명해졌다. 스토밍 기법을 적용한 대부분 좋은 결과는 발명문제가 아니라 조직체 문제(이미 생산하고 있는 제품에 대한 새로운 응용분야 찾기, 광고 개선하기 등)에서 얻어졌다.

탐색을 활성화하기 위한 다른 방법들이 있다. 예를 들어 초점 대상 방법(Focal Object Method)은 아무렇게나 고른 몇몇 물체의 특성을 개선이 필요한 불체로 전이하는 방법이다. 그 결과로써 색다른 조합을 찾아냄으로써, 심리적 관성을 극복할 수 있다. 그래서 만약 “호랑이”를 우연한 대상으로 고르고, “연필”을 개선해야 하는 초점 대상으로 골랐다면, 이때 우리는 “줄무늬 연필”, “고기를 먹는 연필”, “엄니가 있는 연필”과 같은 조합을 얻는다. 이러한 조합을 조사하고 그것을 발전시킴으로써 때때로 독창적인 아이디어를 생각해 낼 수 있다.

스위스 천문학자 츠비키(Zwicky)는 형태학적 분석을 제시하였는데, 먼저 대상물의 주요 특성을 여러 축으로 펼친 다음, 각 축에 가능한 모든 종류의 변형 요소들을 기입한다. 예를 들어 겨울철에 차 엔진의 시동을 거는 문제를 검토한다면, 우리는 가열 에너지 자원, 자원에서 모터로 에너지 전이, 이 전이를 제어하는 방법 등을 각각 축으로 잡을 수 있다. “에너지 자원” 축에 대한 요소들로 축전기, 화학 열 발생기, 가솔린 히터, 다른 엔진 구동 모터, 끓는 물, 증기 등을 선택할

수 있다. 모든 축에 요소들을 기입하고 이러한 여러 요소들을 조합함으로써 우리는 가능한 모든 변형에 찾을 수 있다. 이런 과정에서 우리는 또한 이전에 제안할 수 없었던 기대치 않은 조합을 발견할 수 있다.

길잡이 질문 방법에 의한 탐색은 그 이름이 제시하는 바와 같이 일련의 안내 질문으로 방향을 잡는다. 그러한 방법들을 여러 저자들이 제안하였다. 전형적인 질문은 다음과 같다: 만약 당신이 반대를 한다면 어떻게 될까? 만약 당신이 이 문제를 다른 문제로 대체한다면 어떻게 될까? 만약 당신이 불체의 모양을 바꾼다면 어떻게 될까? 만약 당신이 다른 재료를 사용한다면 어떻게 될까?

탐색을 활성화하는 가장 강력한 방법은 고든(W. Gordon)이 제안한 시넥틱스(Synectics, 창조적 문제 해법)이다. 1960년대 그는 미국에 “시넥틱스”사를 세웠다. 브레인스토밍이 시넥틱스의 기본을 이루고 있지만, 전문가나 준전문가 집단이 스토밍을 수행하고, 그들은 스토밍을 하면서 얻은 문제 해결 경험을 쌓는다. 시넥틱 스토밍은 비평을 일부 허락한다. 시넥틱스는 가장 중요하게 유추를 기초로 한 네 가지 특별한 방법의 의무적인 활용을 제공한다. 직접(현재 문제와 유사하게 해결된 문제는 어떤가); 의인(과제 대상물에 스스로 들어가, 그 관점에서 생각하라); 상징(두 단어로 과제 본질에 대한 모델을 정의하라); 상상(동화에서는 문제를 어떻게 해결한다고 상상할 수 있는가).

탐색을 활성화하는 이러한 방법들의 주된 장점은 단순성과 접근성이다. 브레인스토밍과 같은 방법은 한 두 번의 과정을 거치면서 숙달될 수 있다. 보통 시넥틱스를 전부 공부하는 것은 몇 주가 걸린다.

우리는 탐색을 활성화하는 방법들을 보편적이고, 임의의 과제 해결에 적용할 수 있다: 과학, 기술, 조직체 등.

이러한 방법들의 주된 결점은 약간 어려운 과제의 해결에 적절하지 못하다는 것이다. 스토밍(단순 또는

시넥틱스)은 시행착오법보다는 더 많은 아이디어를 던져 준다. 하지만 과제 해결의 “대가”가 10,000 내지 100,000시행이라면 그것은 대단한 것이 아니다.

탐색을 활성화하는 방법들은 비록 개선된 형태일지라도 변형을 선택하는 옛날 전술을 유지한다. 이러한 방법들은 발전하지 못했고, 그 방법들을 조합한 시도들은 실질적으로 새로운 결과를 가져오지 못했다. 그러므로 소련에서 이러한 탐색을 활성화하는 방법들은 넓은 응용성을 찾지 못했다.

4. 문제의 수준

만약 당신이 누군가에게 사냥 방법을 묻는다면, 즉시 그는 무엇을 사냥하기를 원하는지 되물을 것이다. 미생물, 모기, 고래, 이 모든 것은 우리가 사냥할 수 있는 생명체이다. 그러나 미생물, 모기, 그리고 고래의 사냥은 질적으로 다른 세 종류의 사냥이다. 누구도 이러한 세 종류의 사냥을 “일반적으로” 연구하지는 않는다. 그러나 발명에서는 오랫동안 창의성이 “일반적으로” 연구되었고, “미생물” 발명으로부터 끌어낸 결론을 “고래” 발명에 폭넓게 적용하였고, 그 반대로도 적용하였다.

발명가의 기술을 연구하기 위한 과학적인 접근은 문제란 다양하고 전체적으로 연구될 수 없다는 단순한 진리를 파악하면서 시작되었다. 몇 번의 시행착오 후에 해결할 수 있는 매우 간단한 문제들이 있는가 하면, 해결하는데 몇 년이 걸리는 상상할 수 없는 복잡한 문제들도 있다. 쉬운 문제를 쉽게 만드는 것은 무엇인가? 어려운 문제는 왜 어려운가? 문제를 어렵게 만드는 것은 정확하게 무엇인가? 어려운 문제를 쉬운 문제로 변환하는 약간의 수단을 찾을 수는 없는가?

이러한 질문을 조사하기 전에, 먼저 “쉬운” 문제와 “어려운” 문제의 개념을 정의해 보자.

우리는 난이도에 따라 다섯 수준 또는 급으로 문제를 나눌 수 있다. 가장 쉬운 문제(1수준)는 주어진 목

표를 위해 정확하게 쓰이는 수단(장치, 방법, 물질)을 사용하는 특징이 있다. 다음은 1수준 문제의 예이다.

문제 1

노는 용융 금속을 담고 있다. 관을 통해 노의 중심부로 액체 산소를 공급한다. 관의 출구 위치까지 관을 통해 이동하는 산소의 기화를 막으려면 무엇을 해야 하는가?

답은 명백하다 : 필요한 것은 단열이다. 만약 이미 단열하고 있다면, 그것을 강화하고, 두껍게 하고, 이중벽을 설치하고, 냉각을 강화하는 등에 의존해야 한다. 다음은 정확하게 실제 문제를 해결한 방법이다. 용융 금속 안으로 액체 산소를 보내기 위한 네 개의 동심원 관의 형태의 장치. 최내층 관을 통해 흐르는 산소의 기화를 막기 위해 주위 열을 단열하는 두께 15 ~ 20밀리미터 단열층이 설치되었다(발명가 설명, 특허인증서 No. 317,707).

열에 대응하기 위해서 단열을 해야 한다. 그런데 단열 두께가 1.5 ~ 2밀리미터이면 너무 얇은 것이고, 1.5 ~ 2미터라면 그러한 보호 층을 갖는 관은 노 안에서 너무 많은 공간을 차지하기 때문에 좋지 않다. 당신이 예상하는 바와 같이 두께는 15 ~ 20밀리미터이어야 한다. 해결책은 특허상 분명하다. 이 문제를 갖고 많은 실험은 해 보았는데, 과학 연구자, 건축 설계사, 기술 대학 학생, 초중고 학생 등 누구나 몇 번의 시행만으로 이 문제를 풀 수 있었다. 특허 인증서 No. 317,707 이 열 명의 지자 업적이라는 것이 이상하다.

이것은 1수준으로 풀린 전형적인 문제이다. 또한 원리상 같은 문제가 여러 수준에서 풀릴 수 있다.

발견, 발명, 산업 표준, 상표에 관한 여러 회보를 살펴보면, 발명의 약 30%는 이러한 문제(1수준)에 대한 해결책임을 알 수 있다. 문제 1의 해결책 탐색은 실질적으로 제로에 가깝다. 이 수준에 대한 발명 창의성 기술은 개선할 필요가 없다.

이제 다음과 같은 문제가 있다고 가정해 보자: “아크 불꽃이 전기 용접공을 방해해서 용접공이 용접 영역에서 진행되는 과정을 볼 수 없다. 아크 불꽃이 금속 방울 등 흐릿한 부분을 희미하게 한다. 어떻게 해야 하나?” 이와 같이 정형화한다면 이 문제는 어려움 없이 1수준으로 해결할 수 있다. 용접 영역을 아크보다 더 밝은 불빛으로 밝혀야 한다. 이제 보충 설명을 넣어서 문제의 난이도를 올려보자.

문제 2

아크가 용접공을 방해해서 용접공이 용접 영역에서 발생하는 과정을 볼 수 없다. 아크 불꽃이 금속방울 등 흐릿한 부분을 희미하게 한다. 장치를 실질적으로 복잡하게 하지 않고, 생산성을 떨어뜨리지 않으면서 관찰 조건을 개선해야 한다.

이 새로운 문제는 좀 더 복잡하므로 우리는 수십 가지의 변형을 골라야 한다. 예를 들어 우리는 용접 영역을 밝히기 위한 보조등불의 도입을 포함한 모든 제안을 제외한다. 왜냐하면 그러한 것들은 필요한 장치를 상당히 복잡하게 할 것이기 때문이다. 용접 아크를 주기적으로 끄는 것을 요구하는 어떤 제안도 적절하지 않다. 왜냐하면 이것은 생산성을 떨어뜨리기 때문이다. 이 문제의 조건에 어울리는 가장 간단한 해결책은 다음과 같다: “용접 과정의 관찰을 개선하기 위해 설계된 빛 필터 삽입물이 있는 구조로 용접공의 눈과 얼굴을 보호하기 위한 장치; 이 장치는 반원 형태의 반사경을 갖추고 있고, 반사경이 용접 재료와 용융 영역으로부터 나오는 아크 불꽃을 보으면서, 동시에 용접공을 보호해 준다.”(특허 인증서 No. 252,549).

1수준 문제에서는 대상(장치 또는 방법)을 변경하지 않는다(이미 있는 열 전연이 강화된다). 2수준에서는 대상을 실질적이지는 않지만 변경한다(거울을 보호 장치로 도입한다). 3수준에서는 대상을 본질적으로 변경하고, 4수준에서는 대상을 완전히 변경한다. 5수준에서는

전체 기술 시스템을 변경하고, 거기에 대상을 맞춘다.

다음은 3수준의 발명 사례이다. “너트와 볼트(또는 고정나사와 나사못)가 움직이는 동안에 그들 사이에 마찰을 줄여 표면의 마모를 예방하기 위해 설계된 너트와 볼트의 조합; 그들이 움직이는 동안 그 사이에 틈새를 주고, 전자기장으로 조절되는 코일을 나사산에 누어, 볼트에 대한 나사의 점진적인 움직임이 보장된다”(특허 인증서 No. 154,459). 너트와 볼트는 그대로 있지만, 그것들은 원래 모양이 크게 변경되었다.

4수준 발명의 사례로써 엔진 마모를 검사하는 새로운 방법을 다루어 보자. 이전에 마모 검사는 기름 시료를 주기적으로 취해 시료가 포함하고 있는 금속입자의 수를 측정함으로써 수행되었다. 특허 인증서 No 260,249에 따르면 기름에 발광 추적자를 첨가하여 발광 크기(작은 금속입자가 발광을 줄인다)의 변화들 추적함으로써 지속적으로 금속 입자의 농도를 확인하는 방법이 제안되었다. 원래의 방법이 완전히 바뀌었다. 여기서 활용된 물리효과는 앞의 사례에서 보다 친숙하지 못하다. 발전된 아이디어는 이 특허의 마모 확인 방법보다 넓은 응용분야를 갖는다. 우리는 역시 다른 응용분야에서 발광의 소멸로부터 금속입자의 길모습을 추적할 수 있다.

5수준의 발명: “구리 - 알루미늄 - 니켈과 구리 - 알루미늄 - 망간으로 구성된 합금 단결정의 응용; 이 합금 단결정은 온도 변화에 따라 그 탄성 특성이 변화하여 열에너지를 기계 에너지로 전환해준다. 하지만 우리는 온도의 작은 변화에 따라 그 특성이 많이 바뀌는 물질을 알지 못한다. 이와 같은 물질을 찾거나 얻는 것은 그 자체가 발견의 폭을 넓혀준다. 새로운 변형 물질은 대부분의 발명 문제를 해결하기 위해 활용될 수 있다(열 엔진, 여러 가지 측정 장치 등을 만들거).”

1수준 문제의 해결책은 몇 가지 분명한 변형들 중에서 선택이 필요하다. 비록 엔지니어들이 특허 응용

분야를 항상 표현하지는 않더라도, 어느 엔지니어나 어려움 없이 날마다 이런 문제를 풀 수 있다. 2수준에 대한 변형의 수는 수십 개 정도 나타난다. 어떤 엔지니어는 원리상으로 50 - 70개의 변형을 고를 수 있다. 하지만 이것은 확실한 안내와 고집, 그리고 문제의 해결 가능성에 대한 확신을 요구한다. 때때로 엔지니어는 단지 열 번의 시행을 하고 나서 포기한다. 3수준 문제에 대한 올바른 해결책이 올바르지 못한 수백 번의 시행 사이에 묻힐 수도 있다. 4수준에서는 해결책을 찾기 위해서 수천, 수만의 시행이 있을 수 있다. 마지막으로 5수준에서 시행착오횟수는 10만 - 100만까지 증가한다. 예를 들어 에디슨은 축전기를 발명하기 위해서 5만 번의 시행을 하여야 했다. 여기서 문제는 오직 본질적인 실험에 있다. 개념적인 실험, 즉 “그리고 이렇다면 어떨까?”라는 모든 가능성은 아마도 매우 클 것이다.

다음은 4수준의 학습 문제 사례이다.

문제 3

불균일한 널빤지와 나뭇가지를 잘게 부수면, 이것은 나무껍질과 나뭇조각 혼합물로 구성된다. 나무껍질과 나뭇조각은 밀도와 그밖에 외관이 크게 다르지 않다. 어떻게 이것들을 분리할 수 있을까?

이 문제를 나룬 많은 특허가 여러 나라에서 발표되었다. 발명가들은 고집스럽게(그러면서 성공하지도 못하면서) 밀도의 미세한 차이를 이용하여 나무 조각으로부터 껍질조각을 분리하려고 하였다. 이 문제에 대한 실험에서 시행착오 횟수가 때때로 수백 번까지 갔지만, 어느 것도 심리적 장벽을 극복하지 못했다. 원리상 새로운 것을 취했다면, 그것이 핵심이고, 진짜 방향이었을 것이다.

다음과 같이 묻고 싶다. 만약 그들이 높은 수준의 발명을 성공했다면, 그것은 그들이 계속해서 수백, 수천 개의 변형으로 작업을 했다는 의미인가?

여기서 매우 흥미로운 릴레이 과정이 진행된다. 한 가지 문제가 나타났고, 그 ‘대가’는 10만 번의 시도이다. 누군가가 만 번의 시도를 하면서 일생의 절반을 보냈지만, 해결책에 이르지 못했다. 다른 사람이 이 문제를 풀기 시작하여, 아직 탐색하지 않은 다른 영역을 조사한다. 계속 이런 식이다. 이 문제는 100년이 걸려도 해결할 수 없었다는 명성을 얻는다. 그러나 실제로 문제는 조금씩 단순화되어 마침내 풀린다. 이 시점에 연구자들이 나타나, 그가 “영원한” 문제를 푼 발명가의 비밀을 설명하려고 한다. 하지만 비밀은 없다. 마지막 주자보다 처음에 릴레이 문제를 공격했던 실패자가 훨씬 성공적일 수 있었다. 단순히 그들에겐 너무 넓은 탐색 영역이 주어졌다. 본질적으로 문제는 한 사람이 아니라 전체 팀으로, 마르크스의 정의에 따르면 “동시대의 협력”으로 풀린다. 매우 복잡한 문제에 대해서는 여러 세대 동안 발명가들의 협력이 필요한 경우도 있다. 그들의 노력이 점차 5수준의 문제를 상대적으로 단순한 1수준의 문제로 바꾸고, 동일한 시행착오 방법으로 누군가가 마지막 장애물을 넘을 때까지 계속된다.

“문제가 스스로 해결사를 찾는다”라고 말할 수 있는 다른 방법이 있다. 복잡한 문제는 그것이 한 분야와 관련되어 있고, 그것을 해결하기 위해서는 전혀 다른 분야의 지식이 필요하기 때문에 어렵다. 1898에 크루크수(Crookes)가 질소 포집문제를 제시하였을 때, 이 문제는 그의 과학적 명성 덕분에 매우 많은 과학자들에게 알려졌다. 노르웨이 극지방 오로라 전문가인 버커랜드(Birkeland)는 대기권에서 진행되는 것과 유사한 과정을 사용할 것을 제안하였다. 문제가 그 해결책에 필요했던 특별한 지식이 있는 사람을 “찾았다”.

높은 수준의 문제들은 해결책을 찾는 시행 횟수에 있어서만 낮은 수준의 문제와 다른 것이 아니다. 질적인 차이도 있다. 1수준 문제와 그 해결 수단은 한 가지 좁은 전문 분야 내에서 발견될 것이다(판지 생산의

개선에 대한 문제가 그 산업 내에서 활용되는 방법으로 풀린다). 2수준의 문제와 그 해결 수단은 단일 기술 분야와 관련이 있다(판지 문제가 임업에서 잘 알려진 방법으로 풀린다). 3수준 문제를 풀기 위해서 우리는 다른 분야로 방향을 돌려야 한다(복제산업의 문제가 야금학에 알려진 방법으로 풀린다). 4수준 문제의 해결책은 기술이 아니라 과학에서 찾아야 한다. 이 경우 보통 일부는 물리, 화학적 효과와 현상을 활용한다. 보다 높은 수준인 5수준 문제해결 수단은 일반적으로 동시대의 과학 한계를 넘어서 밝혀질지 모른다. 그러므로 먼저 발견을 한 다음, 새로운 과학적 데이터에 의존하여, 발명문제를 풀어야 한다.

1수준과 2수준에서 우리는 특별한 전문 분야와 관련된 지식을 사용해서 변형들을 선택한다. 수준이 높아질수록, 필요한 지식이 많아진다. 훌륭한 전문가 팀은 1~2수준의 발명을 쉽게 해결할 수 있다. 이러한 발명이 기술을 개선한다. 하지만 원리가 완전히 다른 새로운 해결책은 “외부”에서 나오리라고 기대해야 한다. 예를 들어 발명가 인증서 No. 210,662를 들어보자: “밀판, 유도자와 도관으로 구성된 전자기 유도 펌프가 펌프 작용을 단순화하기 위해 설계되었고, 도관은 펌프축을 따라 윤활제로 채워져 있다.” 이 발명은 전문가들에 의해 이루어졌다. 혁신은 아니지만, 상당히 괜찮은 개선이다. 평가 위원회는 쉽게 이 새로운 아이디어를 승인하였다 신청 일로부터 발표까지 겨우 14개월 걸렸다. 하지만 저널리스트 프레시나이크프(Presynaykov)가 특허 인증서 No. 247,064를 얻는데 14년이 걸렸다(전해질을 펌핑하는 전자기 펌프를 선택용 제트 엔진으로 응용하는 방법). 이 발명의 기초로 자기 - 수력(Magneto-hydraulic) 효과가 사용되었다. 이 아이디어는 이제는 유명하지만 그 당시는 자기 - 수력 엔진에 대해서 실질적으로 어느 것도 알려지지 않았었다.

사례를 하나 더 들어보자. 발명창의성 공공 연구소

에서 4명의 학생이 항공항법 분야의 매우 복잡한 문제를 그들의 학위 논문의 주제로 잡았다. 많은 나라에서 이 주제에 대한 과제가 수행되고 있었다. 3명의 학생과 1명의 젊은 엔지니어는 이 분야에 전문가가 아니었다. 그들은 일반에게 알려진 아이디어 범위나 항법 장치의 원리 밖에서 강력한 해결책을 얻으리라고 생각했고, 그렇게 해결책이 밝혀졌다. 항공학과 거리가 먼 과자제조 기술에서 분석 장치의 필수 원리를 찾았다. 특히 심사관으로부터 긍정적 평가와 함께 특허를 받았다.

과학과 기술 혁명은 높은 수준의 문제가 매우 짧은 기간 안에 풀리기를 요구한다. 해결책 탐색 과정을 강화하는 보통의 방법은 하나의 과제에 대해서 동시에 연구하는 사람의 수를 증가시키는 것이다. 하지만 이와 같은 강화방법은 그 가능성에 한계가 있다. 하나의 기술 문제를 풀면서 많은 인원의 집중은 다른 방향에서 연구 강도를 줄일 수도 있다.

필요한 것은 높은 수준에서 낮은 수준으로 발명 문제를 전이하는 방법이다. 만약 당신이 4수준 또는 5수준의 문제를 1수준 또는 2수준으로 바꿀 수 있다면, 당신은 변형을 성공적으로 고를 수 있다. 전체 문제는 '어려운' 문제를 '쉬운' 문제로 바꾸면서, 탐색 영역을 빠르게 좁히는 것이다.

5. 행정적, 기술적, 물리적 모순

두 가지 발명을 비교해 보자. 먼저, "직접 관찰이 어려운 파라미터를 측정하는 방법: 이 방법은 간접 검사 결과를 기초로 하여 알려지지 않은 파라미터의 측정 정밀도를 올리기 위해 설계되었다(예를 들어, 마모 저항); 측정 파라미터의 인접성 원리에 따라 같은 모델 내에서 제품을 쌍으로 선택한다. 한 제품을 파괴해서 알려지지 않은 파라미터를 결정하고, 얻은 결과를 남아있는 상품에 적용한다." (특허 인증서 No 188,079). 상품을 확인하기 위해서 그들은 매우 간단한 해결책

을 제안하고 있다. 절반을 파괴해서 결과를 본다. 사실, 여기서 모순이 생긴다. 깨부수는 상품이 많을수록, 남아있는 상품의 평가 신뢰성이 높아진다.

두 번째 발명: "숨겨진 결점, 예를 들어 기포나 외부 물질의 형태로 결점이 있는 동일한 상품들의 검사 및 결점 검출 방법. 이 방법은 제품을 제어하는 방법을 단순화하기 위해서 설계되었다. 전기 전도성 액체가 들어 있는 큰 통에 제품을 넣고, 제품에 전류를 연결한 다음, 제품이 중간 위치에 갈 때까지 액체에 자기장을 가해서 제품의 결보기 밀도를 측정한다. 이때 완벽한 제품과 결점이 있는 제품은 큰 통 밑으로부터 위쪽으로 제품의 위치를 측정함으로써 결정된다. (특허 인증서 No. 286,318). 이 문제는 첫 번째 문제와 매우 비슷하지만, 그 해결책에는 모순이 없다. 실험이 제품의 파괴 없이 수행된다. 액체에 가하는 전기와 자기장의 상호작용(그에 따라 액체의 밀도가 바뀐다)을 활용한 독창적인 방법이 사용되었다. 그 결과로써 큰 통 안에 놓인 물체는 가라앉거나 뜬다(제품에 결점이 있고, 없는 것에 따라).

발명가의 문제는 종종 기술, 공학, 설계의 문제와 혼동된다. 보통의 집을 지을 때 알맞은 청사진을 만들고 계산하는 것은 기술 문제이다. 일반 다리에 대해서 계산을 하는 것과 이용 가능한 공식을 사용하는 것은 엔지니어의 문제이다. 안락하고 값싼 버스를 설계하는 것, '안락하고', '값싼' 것 사이에 타협을 찾는 것은 설계자의 일이다. 이러한 문제를 해결할 때 우리는 어떤 모순을 극복할 필요가 없다. 문제의 해결책을 극복해야 하는 모순이 있는 경우만이 발명가의 문제이다.

우리는 1수준 문제를 풀 때에도 모순과 마주치게 된다. 엄격히 말해서 이러한 문제는 발명가의 문제라기 보다는 설계자의 문제이다. 법적인 용어로 '발명'은 우리가 이 단어를 기술적으로 또는 창의적으로 이해한다고 생각하는 것과 일치하지 않는다. 시간이 지남에 따라 분명하게 발명의 법적 지위는 약간씩 변할 것이

고, 특허 인증서, No 317,707(단열제의 도입)에서 설명한 것과 같이 단순한 설계자의 해결책을 발명으로 여기지는 않을 것이다. 혼돈을 피하기 위해서 우리는 당분간 '1수준의 발명 문제'라는 어구를 사용할 것이다. 그러나 2수준과 그 이상의 천재적 발명 문제는 정의에 따라서 모순을 극복하는 것과 연결되어 있다고 기억해 두어라.

사실상 모순은 이미 발명문제의 근원에 존재하고 있다. 무언가를 해야 하지만 그것을 어떻게 해야 할지를 알 수 없는 경우가 있다. 그러한 모순들은 통상 '행정적 모순(Administrative Contradiction, AC)'라고 한다. 모순이 문제의 표면에 있기 때문에 행정적 모순을 찾을 필요는 없다. 그러나 그러한 모순의 발견 학습적 '자극력'은 없는 거나 같다. 이 모순은 어느 방향에서 해결책을 찾아야 하는지 알려주지 못한다.

행정적 모순 다음에 기술적 모순(Technical Contradiction, TC)이 있다. 만약 어떤 방법으로 우리가 기술 시스템의 한 부분(또는 한 파라미터)을 개선한다면, 이것은 공정에서 다른 부분(또는 다른 파라미터)을 악화시킴으로 받아들일 수 없다. 기술적 모순은 종종 문제에 명시된 조건에서 나타나지만, 자주 처음에 정형화된 TC에 많은 수정을 가해야 한다. 한편 올바르게 정형화된 TC는 분명하게 발견 학습적 가치를 갖는다. TC의 정형화가 분명하게 답에 대한 어떤 지시자를 전문 용어로 주지는 않지만, 이것은 많은 '헛된' 변형들을 즉시 버릴 수 있도록 도와준다. 정의에 의하면 한 특성의 이득이 다른 특성의 손실을 수반하는, 모든 변형들은 적절하지 않다.

각 TC는 특별한 물리적 원인을 갖는다. 다음과 같은 문제를 예로 들어 보자.

편광 광학 렌즈의 연마 표면(이것은 수지로 만들어져 있다) 아래쪽에 냉매를 넣을 필요가 있다. 액체를 시간 간격을 두고 분사하는 슬릿 형 노즐을 연마 기계에 설치한 시도들이 있었다. 하지만 이때 연마기의

다공 표면이 전반적으로 연마기를 더욱 악화시켰다. 무엇을 할 수 있는가?

기술적 모순은 이미 나타났다. '다공' 연마기의 냉각 능력은 유리의 연마 능력과 충돌하고 있다. 이 갈등의 원인은 무엇인가? '구멍'은 냉매를 통과시켜 주어 좋지만, 자연히 유리 연마에는 좋지 않다. 반대로 연마기의 고풍 부분은 유리를 연마할 수 있게 해주지만, 물을 통과시키지 못한다. 그래서 연마기의 표면은 유리를 연마하기 위해서 고풍이어야 하고 냉매를 통과시키기 위해서는 '구멍'이 나 있어야 한다. 이것이 물리적 모순(Physical Contradiction, PC)이다 : 서로 반대의 요구사항이 동일한 시스템에 놓여 있다.

갈등 요구사항은 물리적 모순에서 최대로 강화된다. 그러므로 처음 보면 PC는 터부니없어 보이고, 정의에 따라 받아들일 수 없어 보인다. 연마기의 전체 표면이 하나의 큰 "구멍"이어야 함과 동시에 전체 고풍 몸체이기 위해서 우리는 무엇을 할 수 있는가? 하지만 바로 이것이 정확하게 극한까지 모순을 가져가, PC의 발견 학습적인 힘을 밝혀준다. 한 개의 동일한 물질이 두 개의 다른 상태에 있을 수 없기 때문에 오직 단순한 물리적 변형으로 그 모순 특성을 때어내어, 분리해야 한다. 예를 들어 그들을 공간적으로 분리할 수 있다: 물체가 다른 특성을 갖는 두 부분으로 구성되어 있다고 해보자. 우리는 모순 특성을 시간으로 분리할 수 있다. 물체가 번갈아 가면서 한번은 어떤 특성을 갖고, 다음에는 다른 특성을 갖게 해보자. 우리는 물질의 일시적인 상태를 활용할 수 있다. 그렇게 함으로써 모순 특성이 공존하는 어떤 것을 일시적으로 얻을 수 있다. 예를 들어 연마제를 얼음으로 만들어 얼음 안에 연마 입자를 얼려 넣는다면, 연마할 때의 요구 특성을 보장하면서 얼음이 녹을 것이다. 연마 표면은 깨지지 않고 그대로 유지되면서, 동시에 차가운 물이 마치 거기에 있었던 것처럼 모든 곳으로 흘러갈 것이다.

6. 문제의 열쇠 : 기술 시스템의 발전 법칙

발명 문제에서 고유한 물리적 모순을 찾아, 제거해주는 방법들이 필요하다. 그러한 방법들은 우리의 탐색 영역을 크게 좁혀줄 것이며, 매우 많은 “공허한” 변형들을 제거하기 위한 “하나씩”의 확인 작업을 없애 줄 것이다.

우리는 이미 몇 가지 방법을 알고 있다: 물질의 일시적인 상태를 활용하여 모순 특성을 시간 또는 공간으로 분리하기. 그밖에 또 무엇이 있는가? 우리는 대부분의 다양한 발명 문제를 해결하기 위해서 매우 많은 방법집단을 어디서 얻을 수 있는가? 그 답은 분명하다. 물리적 모순만이 가장 높은 수준의 발명 문제에 고유하므로, 그것들을 제거하는 방법들은 높은 수준의 문제들에 대한 해결책에서 찾아야 한다. 실제로 이것은 가장 높은 수준의 발명을 골라, 그 명세서를 연구한다는 것을 의미한다. 이러한 명세서는 보통 기존의 기술 시스템과 그 단점 그리고 제안된 기술 시스템으로 구성되어 있다. 이 정보들을 비교함으로써 우리는 PC의 핵심과 그 제거에 활용할 방법을 얻을 수 있다.

발명 명세서라는 창고는 매우 크다. 매년 여러 나라에서 약 30만 건의 특허와 저작권이 발표된다. 물리적 모순을 제거한 동시대의 방법을 얻기 위해서 최신의 “특허 층”, 즉 최근 5년간의 특허를 연구하는 것으로 충분하다 이것은 약 150만 건의 특허를 의미한다. 이 숫자는 무시무시하다. 그러나 바로 이 첫 번째 움직임이 가장 높은 수준의 발명을 향해 가는 것이다. 이것이 상세한 검토가 필요한 명세서의 개수를 크게 줄여 줄 것이다. 5 수준의 발명은 1% 정도로 매우 적다. 4 수준의 발명도 3 - 4% 정도로 역시 적다. 만약 당신이 3 수준의 발명에 가장 흥미가 있다면, 발표된 ‘특허 층’에서 10% 정도를 살펴보아야 한다. 150,000건의 명세서. 이것이 최대가 될 것이다. 매우 강력한 예제 목록을 얻기 위해서 2~3만 건의 명세서 목록이면 충분할 것이다.

PC를 제거한 훌륭한 방법 목록 안에는 많은 것이 있을 수 있다. 하지만 우리는 정확하게 모순을 정형화해야 하고, 또한 언제 어떤 방법을 사용해야 하는지 알아야 한다. 우리가 얻은 결과를 평가하기 위해서 우리는 표준을 갖고 있어야 한다. 이를 위해서 우리는 기술 시스템 발전 규칙을 알아야 한다.

다른 모든 시스템처럼 기술 시스템 발전은 일반적인 변증법을 따른다. 기술 시스템에 정확하게 적용할 수 있는 이러한 법칙을 구체화하기 위해서 우리는 다시 한 번 더 특히 창고로 방향을 돌려야 하는데, 이제 상당히 깊게 들어가야 한다. 우리는 ‘특허 층’만이 아니라 극히, 매우 복잡한 절차라 할 수 있는 ‘특허 시추공’까지 살펴야 한다. 하지만 기술 시스템의 발전 법칙을 안다면 우리는 모순 제거를 위한 보다 효과적인 방법을 자신 있게 고를 수 있고, 발명 문제 해결을 위한 프로그램을 만들 수 있다.

기술 시스템의 발전을 지배하는 객관적 법칙은 무엇인가? 특별한 사례를 하나 살펴보자. 영화 스튜디오는 많은 작업 요소를 갖고 있는 전형적인 기술 시스템이다. 영화 카메라, 조명, 음성 기록 장치 등. 카메라는 1초에 24장의 화면을 촬영한다. 각 화면의 노출을 위해 셔터가 매우 짧은 시간동안 열려있는데, 때로는 그것이 1000분의 1초 정도이다. 더구나 불빛은 연속적으로 작동하고(또는 잠시 쉬지만, 이것은 큰 잠열을 갖는다), 스튜디오 장면을 위해 계속해서 조명을 제공한다. 그래서 그런 장치들이 훨씬 적은 에너지를 사용하는 것이 바람직하다. 에너지는 보통 낭비되는데, 해롭기까지 하다. 그것은 배우를 지치게 하고 주위 공기를 가열한다.

살펴보자. 이 시스템에서 기본요소들은 그 자신의 리듬에 따라 각각 “작동”한다. 다음과 같은 동물을 상상해 보자. 이 동물의 뇌는 24시간 주기로 일하지만, 그의 다리는 10시간 주기로 활동하고 싶어 한다. 뇌가 잠잠 시간이 왔을 때 발이 왕성한 정력으로 아

직도 활동하고 있다. 각각의 “시계”에 따라서 밤에 다리는 달려야 한다. 진화는 냉혹하게도 그러한 생명체를 거부한다. 하지만 기술이 종종 “리듬이 조화롭지 못한 생명체”를 급조한 다음, 오랫동안 그것이 갖는 고유결점 때문에 고통을 겪는다.

기술 시스템의 개관적인 범칙 중의 하나는 리듬이 불균일한 시스템을 리듬 조화 시스템으로 전이하는 것이다. 그러므로 위에서 언급한 사례는 렌즈 서터의 회전과 동기화하고, 같은 위상으로 작동되는 잠열이 없는 조명이 필요하다. 이것이 에너지 손실을 크게 줄이고 배우의 작업 조건을 개선할 것이다.

다른 기술 분야의 사례를 들어보자. 석탄을 채굴하기 위해서 우리는 얇은 층으로 시추공을 파고, 그곳을 물로 채운 다음, 그곳을 통해 임펄스 압력을 보낸다. 임펄스 주파수는 뜻밖의 인자들에 의해 결정된다. 얇은 층은 고유 진동 주파수를 갖고 있다. 시스템의 두 부분이 다른 리듬으로 작동하고 있다 - 이것은 리듬 조화의 범칙에 대한 분명한 위반이다. 그래서 특허 인증서 No. 317,797은 임펄스 주파수를 석탄의 고유 주파수와 동일하게 할 것을 제안하였다.

발명들(단순한 “임펄스”와 뚫리는 매질의 고유 주파수와 같은 주파수의 “임펄스”)은 7년의 간격을 두고 나왔다. 이러한 7년의 손실은 기술 시스템의 발전 범칙을 몰라서 지불한 대가이다.

시스템 부분들의 리듬을 조화시키는 것은 기술 시스템을 지배하는 범칙들 중에 하나일 뿐이다. 그러한 범칙들의 “전체”에 의거해서 발명문제 해결을 위한 프로그램을 만들 수 있다. 이것이 탐색 영역 주변에서 어정거리지 않고 해결책 영역으로 들어갈 수 있게 해준다. 즉 이것이 변형의 숫자를 조금씩 줄여, 말하자면 10개 까지도 가능하게 해준다.

게다가 10개의 변형을 살펴보고, 당신이 필요한 한 개를 고르는 것은 상당히 단순해 보일 것이다. 하지만 1수준으로 문제를 변형해서 얻은 10개의 변형은 처음

부터 1수준에 있던 문제해결이 필요한 10개의 변형과는 질적으로 다를 수 있다. 발명가가 “원래” 1수준 문제에 대한 해결책의 모든 변형을 이해할 수 있고, 그 해결책은 보통 자신의 전문 분야와 직접 관련되어 있다. 또한 그것들의 복잡성 때문에 발명가가 놀라지는 않는다. 말하자면 4수준에서 가져온 “인공적인” 1수준 문제는 “터무니없어” 보이거나 발명가의 지식 범위를 넘어서는 해결책일 수 있다. 분석이 모든 “공허한” 변형들을 조금씩 줄여나가, 오직 한 가지 가능성만 남아 있다고 가정해 보자. “이 문제는 용기 안에서 회전하는 액체가 용기의 벽이 아니라 중심축을 압박한다면 해결될 수 있다.” 일반적으로 회전하는 액체는 벽 쪽으로 압박하는 원심력을 받는다고 알려져 있다. 아마도 발명가는 물리학과 분명하게 반대이기 때문에 그러한 변형을 배제할 것이다. 그러나 모든 통상의 개념과 반대로 회전에 의해 구심력이 생기는 액체가 있다. 이 현상은 와이젠버그(Weissenberg) 효과라 한다 [8, p140]. 이것은 엔지니어를 위해서 대학에서 가르치는 물리학 영역 밖에 있고, 그러므로 엔지니어들 모두가 이것을 알지 못한다.

문제의 보증된 해결책을 위해서 우리는 물리학 전체에 대한 정보를 알 필요가 있다. 정확하게 어려운 문제의 해결책은 종종 덜 알려진 보통의 물리 효과의 미묘한 차이에 호소한다. 더구나 전체 물리학은 효과들을 차례차례 제시하지 않는 방식으로 제시되어야 한다. 다른 말로 하면 필요한 것은 단순하게 물리학이 아니라, 발명 문제의 종류(또는 모순의 형태)를 각각의 물리 효과와 연결시킨 표이다. 이것은 순수하게 발명 방법들을 제시하기 위해서 특허 자원의 분석이 가져온 것과 같은 형태이다.

하지만 이것만으로는 충분하지 않다. 프로그램에 따라 일을 하는 발명가는 그럴듯한 변형을 제거하거나 의견상 “터무니없는” 아이디어를 선택하는 것을 두려워하지 않아야 한다. 다른 말로 하면, 필요한 것은 심

리적 요인의 제어이다.

그래서 발명문제 해결을 위한 효과적인 기술은 기술 시스템의 발전 법칙에 대한 의식적인 집착에 기반을 두어야 한다.

이러한 법칙을 끌어낸다면, 우리는 모든 변형을 선택하지 않고, 높은 수준의 문제를 1수준으로 줄여주는 발명문제 해결 프로그램을 만들 수 있다.

물리적 모순을 극복하기 위해, 이 프로그램은 재량에 따라 동시대의 많은 특허 정보의 분석 결과를 모아 얻은 발명 방법들을 기록하고 있는, 정보의 바다를 포함해야 한다. 방법들의 재원은 문제의 종류나 그 안에 있는 고유한 모순에 따른 방법들의 활용에 대해서 표 형식으로 제시되어야 한다.

이 프로그램은 우선적으로 상상력을 자극하고 심리적 관성을 극복하기 위해서, 심리적인 요인을 제어하는 수단을 가져야 한다.

7. 발명문제 해결을 위한 알고리즘(ARIZ, 이후 아리즈) 아리즈(ARIZ)¹⁾

이러한 모든 요구조건을 갖는 프로그램을 아리즈(Algorithm for the Solution of Inventive Problem)라 한다.

좁은 뜻으로 알고리즘이라는 단어는 절대적으로 정해진 수학적 절차의 순서를 의미한다. 넓은 뜻으로 알고리즘이라는 단어는 충분히 분명한 어떤 작용 프로그램이다. 이런 의미로 아리즈는 정확히 알고리즘이다.

그러나 매년 새로운 변경으로 알고리즘의 주요 표시가 강화되었다는 것을 강조해 둔다. 결론론, 크기, 결과

외견상으로 아리즈는 발명문제의 지속적인 처리를 위

한 프로그램을 의미한다. 기술 시스템의 발전 법칙은 프로그램 구조 자체에 들어 있고, “작업복”을 입은 구체적인 연산자 형태로 드러나 있다. 이러한 연산자의 도움으로 발명가는 한걸음씩 공허한 시도 없이 PC를 찾고, 그것이 속해있는 기술 시스템 부분을 결정할 수 있다. 그래서 연산자들이 시스템의 개별 부분을 변경하고 PC를 제거한다. 이 수단으로 어려운 문제(즉 1수준이 아닌 문제)가 쉬운 문제(1수준 문제)로 변형된다.

아리즈는 심리적 관성을 극복하는 특별한 수단들을 갖고 있다. 어떤 저자들은 심리적 관성을 대처하는 것은 어렵지 않고, 그것의 존재를 생각하는 것으로 충분하다고 가정하고 있다⁹, p38-39]. 정말 그럴까? 심리적 관성은 믿을 수 없을 만큼 강력하다. 우리에게 필요한 것은 그것을 생각해야 한다는 호소가 아니라, 문제를 변경하기 위한 구체적인 연산자이다. 예를 들어 전문용어가 대상에 대한 오랜, 뿌리박힌 개념으로 발명가를 속박하기 때문에 문제의 조건들에서 전문 용어를 강제적으로 벗겨내야 한다.

아리즈를 만들 때, 특허 자료의 체계적인 분석을 다루었다. 3수준 이상의 발명들을 추려내서, 그 안에 담고 있는 기술적, 물리적 모순과 그 모순을 제거하는 전형적인 방법들을 정하기 위해 연구하였다. 아리즈의 최신 버전에서는 전형적인 방법들의 응용표를 만들기 위해, 약 4만개의 높은 수준의 특허 명세서들 분석하였다. 그 다음 3년 동안 그 표가 수정되었다. 예측 수정이 가해졌고, 새롭고 복잡한 문제를 기록하였다. 그러한 표는 수많은 발명의 집합적 경험을 반영할 뿐 아니라, 예측 지속성의 견고한 축적이다. 이 표가 추천하는 방법들은 다음 10년 내지 15년 안에 쓸모없어질 것이다.

아리즈(ARIZ) : 이 책의 영문원서에서는 ASIP(Algorithm for the Solution of Inventive Problem)로 되어 있으나, 본서에서는 트리즈(TRIZ)를 러시아어 두문분자로 표현한 것처럼 “발명문제 해결 이론의 알고리즘”을 아리즈(ARIZ)로 표현하기로 하였다.

아리즈의 새로운 변경과 함께, 물리 효과의 응용과 상세한 핸드북을 위한 표들을 만들었다. “물리 효과 및 현상의 응용 목록”이 편집되었다. 이러한 표의 도움으로 우리는 분체에 있는 모순을 극복하기 위한 가장 적절한 효과를 찾을 수 있다. 이 “목록”은 효과와 그러한 효과를 내는 물질에 대한 정보를 제공한다.

본질적으로 아리즈는 모든 발명가의 경험을 발명가가 상기할 수 있도록 발명가의 사고를 체계화하였다. 가장 중요하게는 이 경험은 재능을 부여 받은 방식으로 활용된다. 보통의 발명가나 매우 높은 경험이 있는 발명가는 외부 유사성을 기초로 해서 그의 경험으로부터 해결책을 끌어낸다. 발명가는 새로운 문제를 살펴보고, 그 안에서 이러 이러한 옛날 문제와 유사성을 찾았기 때문에 그 해결책 또한 유사할 것이다. 그러나 아리즈를 활용하는 발명가는 훨씬 깊게 살펴본다. 이 발명가는 새로운 문제에서 이러 이러한 PC가 있다는 것을 찾는데, 이것은 옛날 문제에 대한 해결책을 사용할 수 있다는 의미이다. 외견상으로 문제가 전혀 유사하지 않지만, 유사한 PC를 담고 있다. 외부 관찰자에게 이것은 대단한 직관의 행위처럼 보일 것이다.

아리즈의 정보 장치는 규칙적으로 보충되고 개선된다. 일반적으로 아리즈는 매우 빠르게 발전한다. 아리즈의 새로운 버전은 단순한 숫자가 아니라 발표 년도를 나타내는 색인이다. 발표 년도에 대한 분명한 참조는 반드시 아리즈를 체계적으로 개선하도록 해서, 쓸모없는 개선을 막아 준다.

8. 아리즈에서 발명 과제의 해결책 이론으로

아리즈의 첫 번째 버전이 출현함에 따라, 발명문제 해결 이론의 확립이 시작되었다. 아리즈와 이론 사이의 관계는 대략적으로 비행기와 항법장치, 차와 자동차 운송 사이의 관계와 비슷하다.

아리즈 안에 이론이 들어가 있지만, 물론 모든 이론이 들어 있지는 않다. 앞으로 있을 장에서 우리는 아

리즈의 구체적인 테크닉과 이론의 일반적인 위치, 그리고 그들이 어떻게 상호 연결되어 있는지에 대해서 동등하게 다루어야 할 것이다. 용어에 대한 몇 개의 단어도 다룰 것이다. 그것들이 간단하지는 않고, 여기서 우리는 그 내용에 대해서 이야기 해보자.

접근 방식: 단일(기본적인) 운영. 접근 방식은 “유사성으로” 문제를 푸는 사람의 행위에 해당할 수 있다. 또한 접근 방식은 예를 들어 “시스템의 쪼개기”, “하나로 여러 시스템의 통합” 등 문제에서 검토된 기술 시스템에 해당할 수 있다. 접근법은 말하자면 “스칼라”, 즉 방향성이 없다. 이러한 접근 방식이 좋은지 나쁜지 일반적으로 알려져 있지 않다. 한 가지 사례로, 유사성은 우리를 문제의 해결책으로 안내할 수도 있고, 그것과 다른 길로 안내할 수도 있다. 접근 방식은 보장하고, 확장하는 식으로 발전하지 못했다.

방법론: 그 적용에 어떤 질서를 제공하는 운영 시스템. 예를 들어 브레인스토밍 방법은 “아이디어 창출” 그룹과 “비평” 그룹을 모집, 브레인스토밍의 실시, 아이디어의 평가 등 몇 개의 운영 단계를 포함한다. 방법론들은 보통 약간의 단일 원칙 또는 가정에 기초를 두고 있다. 그래서 브레인스토밍의 기초로 문제의 해결책은 찾을 수 있고, 그것은 무의식으로부터 방향 잡히지 않은 아이디어 흐름에 대한 출구를 제공하리라는 가정에 기반을 두고 있다. 방법론들은 극히 제한된 방식으로 발전되며, 원래의 원리 체제 내에 남아 있다. 이것이 우리가 “방법론”이라는 단어를 활용할 때의 감각이다.

이론은 목표 지향적인 진행방향을 제공하는 많은 접근 방식과 방법으로 이루어진 시스템이고, 객관적인 실체의 발전 법칙에 대한 지식을 기초로 해서 문제를 해결한다. 개략적으로 표현해서, 접근 방식, 방법 그리고 이론은 “벽돌 - 집 - 도시” 또는 “세포 - 기관 - 유기체” 형태의 사슬을 형성한다. 이 계층구조에 의하면 아리즈는 방법론과 이론 사이의 경계선에서 발전된 것이다.

아리즈에 대한 작업은 1946[10-19]에 시작되었다. 아

리즈에 대한 개념은 그때 아직 존재하지 않았고, 이 문제는 다음과 같이 다르게 제시되어 있었다: “우리는 발명 창의성의 경험을 연구해야 하고, 좋은 해결책을 가져와, 그것들을 나쁜 해결책과 구별해야 한다. 이 결론은 발명문제를 해결에 사용될 수 있다.”

거의 즉시 발명문제 해결책이 제시된 문제에 포함된 기술적 모순을 극복한다면 좋고(강력한)고, TC를 밝혀내 제거하지 못한다면 나쁘(약한)다는 것을 밝혀내기 시작했다.

게다가 전혀 예상하지 못했던 일이 일어났다: 매우 훌륭한 발명가들조차 발명문제 해결책에 대한 올바른 전략은 단계별(TC를 밝혀내, 그 원인을 찾아 제거하고 그렇게 함으로써 TC 또한 제거되는 단계)로 구성되어야 한다는 사실을 알고 못하거나 이해하지 못한다는 것이 분명해 졌다. 찾으라고 소리치고 있던 TC를 발견하고, 그 모순의 제거 덕분에 성공적으로 해결된 문제를 바라보면서도, 발명가들은 미래에 대한 결론을 내리지 못했고, 그들의 전략을 바꾸지 않았다. 다음 번 문제를 시작할 때, 그들은 문제에 포함된 모순을 정형화하려는 노력 없이, 변형을 애써서 다루면서 몇 년을 낭비할지도 모른다.

우리가 위대한(영향력 있는, 경험 많은, 재능 있는) 발명가의 경험으로부터 초심자에게 유용한 어떤 것을 끌어낼 수 있다는 희망은 잘못된 것으로 증명되었다. 위대한 발명가는 시행착오라는 동일한 원시적인 방법으로 작업하였다.

일의 두 번째 단계가 시작되어, 이제 문제는 다음과 같이 보인다: “발명문제의 계획된 해결책을 위해 모든 발명가들에게 적용할 수 있는 프로그램을 끌어내야 한다. 이 프로그램은 기술 문제의 연구와 제거를 돕기 위해 문제의 단계별 분석에 기초를 두어야 한다. 이 프로그램이 지식과 능력을 대신해주는 않겠지만, 발생하는 많은 실수를 막아주고, 발명문제의 해결책에 대한 훌륭한 전략적 접근 방식을 제공할 것이다.”

발명문제를 위한 프로그램은 오늘날 아직도 아리즈와는 거리가 멀리 떨어져 있지만, 각각의 새로운 버전으로 더욱 명확해 지고 믿을 수 있게 되어, 점차로 알그리즘 형태의 프로그램 특성을 얻고 있다. 첫 번째 표가 기술적 모순을 제거하는 방법을 적용하기 위해서 만들어졌다. 연구를 위한 주요 자료는 특허 정보, 발명 명세서였다. 첫 번째 연구 세미나가 개최되었고, 점차로 아리즈를 연구한 경험이 쌓이고 있다.

그리고 한번 더 혼란스러운 일이 일어났다. 높은 수준의 문제 해결책은 필연적으로 발명가의 전문 분야 밖에 있는 지식이 필요하다는 것이 분명해졌다: 생산에서의 경험은 관습적인 방향으로 무익한 시행을 수반한다. 문제 해결의 과정에 분명하게 영향을 줄 수 있는 유일한 능력은 아리즈에 밀착해서 그 정보량을 활용하는 능력이다.

그래서 피할 수 없는 결론은 지식, 경험 또는 능력(자연의 선물) 어느 것도 효과적인 조직체의 창의성 활동을 위해 믿을만한 기준으로써 도움이 될 수 없다는 것이다. 자신의 지식, 경험 그리고 능력으로 일련의 높은 수준의 문제를 순서에 맞게 올바르게 풀 수 있는 사람은 없다. 문제의 대가가 100,000번의 시행이라면, 어느 누구도 혼자서 그것을 풀 수 없다.

높은 수준의 발명문제를 다룰 때, 우리는 모든 기술, 전체 물리/화학 지식을 알아야 한다. 그러나 인간이 아는 모든 것의 총 합계는 그것보다 수백만 배나 적다. 문제를 풀 때, 인간은 그가 가지고 있는 정보를 정확하게 재생할 수 있어야 한다(전체 크기로 정보가 이용 가능하다고 가정해서). 정확하게 정보를 재생함으로써 우리는 지속적인 행위의 사슬을 세우고, 그것들이 문제의 해결책으로 안내하는 방식으로 방향을 잡아가는 결과를 얻는다. 그 대신에 인간은 변형의 원시적인 선택에 의지하여, 옛날 개념과 개인적인(그래서 우연한) 경험에 의해서만 방향을 잡아간다.

인간은 높은 수준의 발명문제를 효과적으로 풀 수

없다. 그러므로 창의성 과정을 연구함으로써 우리가 효과적인 접근법, 방법론, 발견학습법 등을 발견할 수 있다는 전제로부터 직간접적으로 진행되는 모든 가설은 틀렸다. 창의성 사고의 활성화에 기반을 둔 모든 방법들과 방법론은 나쁜 사고를 체계화 하려는 시도이기 때문에 틀렸다.

그래서 발명가에게 유용한 도움을 줄 필요가 있다는 아이디어로 시작한 두 번째 단계는 발명 창의성의 재구성 과 발명 생산성이라는 기술에 있어서 변화가 필요하다는 결론으로 끝을 맺었다.

이제 이 프로그램은 사람에게 의존하지 않고 발명 문제를 풀 수 있는 독립적인 시스템으로 간주되어야 한다. 이 시스템에 따른 사고와 이것으로 안내 받으면, 그것은 우리에게 진짜로 재능을 줄 것이다.

발명문제 해결 알고리즘으로 얻은 효과를 객관적인 기초로 둘 필요가 생겼고, 그것들을 기술 시스템 발전의 객관적인 법칙에 근거를 둘 필요가 생겼다.

3번째 단계에 대한 논의는 다음과 같다: “낮은 수준의 발명은 전혀 창의적이지 않다. 시행착오 방법으로 수행된 높은 수준의 발명은 평범하다. 필요한 것은 발명 문제를 풀기 위한 새로운 기술이고, 그것이 계획에 따라 높은 수준의 문제를 해결해 줄 것이다. 이 기술은 기술 시스템 발전의 객관적인 법칙이라는 지식에 기초를 두어야 한다.

3번째 단계를 시작할 무렵, 발명 창의성 공공 연구소들이 세워지기 시작하였다. 1978년에 이미 이러한 연구소가 100여 개나 생겼다(모스크바, 레닌그라드, 바쿠, 볼고그라드, 코르키 등 여러 도시). 이 이론을 개발하면서, 아리즈의 경험과 최신 기술, 그리고 이러한 연구를 체계화 하는 것이 공동의 과제가 되어, 많은 연구자들의 적극적인 참여가 있었다. 공동의 노력에 의해 그들은 아리즈의 정보 부분을 세워나갔고, 특별하게 “물리 효과와 현상의 응용 색인”을 쌓아 나갔다. 물질장 분석으로 시작해서, 그것은 문제 해결 과정을

기술 시스템 발전에 대한 기본적인 몇 가지 법칙과 연결하였으며, 문제 해결에 필요한 체계적인 물리 효과의 발견을 위한 수단을 상세히 표현하게 해주었다.

두 번째 단계에서와 같이 특허정보가 기본 자료로 제공되었다. 하지만 이제 새로운 방법들의 발견이나 기술적 모순 제거 표와 같은 연구 방향이 아니라 기술 시스템 발전의 일반적인 유형에 대한 연구가 진행되었다. 이러한 유형의 지식은 아리즈와 물질장에 수정을 가하는 데 도움을 주었다.

학교와 기술 창의성 연구소들은 우리로 하여금 새로운 결론, 가정 그리고 가설을 빠르고 신뢰할 수 있게 실제로 시험할 수 있게 해주었다.

3번째 단계는 아직도 진행 중이다. 하지만 무언가 새로운 것이 발견되어, 그것이 이론의 이상적인 가정에 있어서 지속적인 진행을 이끌고 있고, 이론을 발전의 4번째 단계로 안내하고 있다. 발명은 바로 기술 시스템의 발전이라는 것이 분명해 졌다. 문제란 단지 인간에 의해 밝혀진 기술 시스템의 요구사항 중에 있는 어느 한 형태이다. 이론의 도움으로 우리는 문제가 생길 때까지 기다리지 않고, 계획에 따라 기술 시스템을 개발할 수 있다.

문제

우리는 아직 아리즈의 구조를 검토하지 않았고, 지금까지 우리는 임의로 일상적인 시행착오 방법만을 다루어 왔다. 변형의 선택을 활용해서 몇 문제를 풀어보아라. 앞으로 우리는 이러한 문제로 다시 돌아와, 아리즈와 발명문제 해결 이론을 사용해서 무엇을 할 수 있는지 살펴볼 것이다. 이러한 문제를 풀기 위해서 전문 지식은 필요하지 않다.

문제 5

추리 소설에서 발췌함:

“제가 그를 죽이지 않았습니까. 보안관님. 당신이 예

전에 믿었던 것처럼 저를 믿어주세요!”

“나는 사실만을 믿어왔습니다.” 보안관이 되받았다. “사실이 당신과는 다르군요. 정확히 일주일 전에 당신은 볼튼(Bolton)을 위협했지요! 우리는 목격자를 확보했어요. 볼튼은 콜트(Colt) 콜트(Colt) : 미국 발명가 이름 식 자동권총에서 나온 총알로 살해되었어요. 정확하게 당신의 총이 콜트식 자동권총과 같은 종류입니다. 우리는 사실 총알을 발견하지는 못했어요. 하지만 우리 전문가가 말하기를 총의 구경이 같다는 거예요. 게다가 당신은 알리바이를 증명하지 못했어요.”

“당신은 저를 믿어야 합니다!” 너은 절망적으로 외쳤다. “제가 쏘지 않았어요. 저는 그것을 맹세합니다. 당신도 알다시피, 제 총은 완전하게 깨끗하고요...”

보안관이 웃었다.

“살인은 이틀 전에 일어났어요.” 보안관이 말했다. “당신은 총을 깨끗이 할 시간이 있었어요. ...”

당신이 전문가로써 도움을 요청 받았다고 상상해 보아라. 당신은 발명가의 위치에서 문제를 풀어야 한다.

문제 6

농업용 기계를 생산하는 공장에서 쟁기와 같은 기

계의 전후 이동과 회전 능력에 대해서 시험할 땅이 충분하지 못하다. 그러나 기계의 운전성능은 땅의 상태에 달려있다. 200 종류의 다른 흙에 대해서 기계를 시험해야 할 필요가 생겼다. 200 종류의 다른 시험 땅을 만들 수는 없다. 어떻게 해야 하나?

문제 7

공중에서 강의 깊이를 100 킬로미터 길이에 대해 200에서 500미터 마다 측정할 필요가 있다. 비행기는 특수 장비를 갖추고 있지 않고, 비행기에서 사람을 내려야 하는 것은 배제하고, 조사는 가능한 한 값싸게 수행되어야 한다. 측정의 정확도는 ± 0.5 미터로 해야 한다. 조류의 흐름은 알려져 있지 않다. 이것을 어떻게 할 수 있는가?

문제 8

연마용 디스크를 사용해서 금속 실린더를 안쪽에서 연마하고 있다. 작업 과정에서 디스크가 닳는다. 어떻게 하면 연마 과정을 중지하지 않고, 즉 실린더 내부에서 디스크를 제거하지 않고서 디스크의 직경을 측정할 수 있는가?

표. 발명문제를 해결하기 위한 물리 효과와 현상의 응용

필요한 효과 및 성질	필요한 효과 및 성질을 제공하는 물리 현상과 효과
1. 온도 측정	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 열팽창과 그것이 자연 진동수에 미치는 영향 ▷ 열전 현상(Thermoelectric phenomena) ▷ 복사 스펙트럼(Radiation spectrum) ▷ 물질의 광학적, 전기적, 자기적 특성 변화 ▷ 퀴리점 전후로 온도의 이동 ▷ 홉킨스 효과, 마크하우젠 효과, 제백 효과(Hopkins Barkhausen and Seebeck effects)
2. 온도 낮추기	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 상전이(Phase transitions) ▷ 줄-톰슨 효과(Joule-Thomson effect) ▷ 랑크 효과(Ranque effect) ▷ 자기 칼로리 효과(Magnetic caloric effect) ▷ 열전 현상(Thermoelectric phenomena)

특집 2

Special Edition

필요한 효과 및 성질	필요한 효과 및 성질을 제공하는 물리 현상과 효과
3. 온도 높이기	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 전자기 유도(Electromagnetic induction) ▷ 맴돌이 전류(Eddy current) ▷ 표피 효과(Surface effect) ▷ 유전 가열(Dielectric heating) ▷ 전기 가열(Electronic heating) ▷ 전기 방전(Electrical discharge) ▷ 물질에 의한 복사선 흡수(Absorption of radiation by substances) ▷ 열전 현상(Thermoelectric phenomena)
4. 온도 안정화	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 퀴리점 전후로 온도의 이동을 포함한, 상전이
5. 물체의 위치 찾기	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 표식(marker) 물질의 도입, 즉, 외부 장을 바꿀 수 있는 물질 (luminophores와 같이) 또는 스스로 장을 만드는 물질(강자성 물질과 같이), 그래서 검출하기 쉬운 물질 ▷ 빛의 반사 및 반산 ▷ 사진 효과 ▷ 변형 ▷ 방사선 및 X-ray 방사(Radioactive and X-ray radiation) ▷ 발광(Luminescence) ▷ 전기장 또는 자기장에서의 변화 ▷ 전기 방전(Electrical discharge) ▷ 도플러 효과(Doppler effect)
6. 물체의 위치 제어	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 물체 또는 물체에 연결된 강자성체에 대한 자장의 작용 ▷ 전기적으로 전하를 띤 물체에 대한 전기장의 작용 ▷ 액체 또는 기체에서의 압력 전달 ▷ 기계적 진동 ▷ 원심력(Centrifugal force) ▷ 열팽창(Thermal expansion) ▷ 빛의 압력(Pressure of light)
7. 운동의 제어	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 모세관 힘(Capillary force) ▷ 삼투 현상(Osmosis) ▷ 톰스 효과(Toms effect) ▷ 파동(Waves) ▷ 베르누이 효과(Bernoulli effect) ▷ 와이젠버그 효과(Weissenberg effect)
8. 에어로졸의 제어 (먼지 입자, 연기, 안개 등)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 대전(帶電, Electrization) ▷ 전기장 또는 자기장 걸기 ▷ 빛의 압력(Pressure of light)
9. 혼합물 만들기	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 초음파(Ultrasonics)

필요한 효과 및 성질	필요한 효과 및 성질을 제공하는 물리 현상과 효과
9. 혼합물 만들기	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 공동현상(Cavitation) ▷ 확산(Diffusion) ▷ 전기장 걸기 ▷ 자성물질과 조합하여 자기장 걸기 ▷ 전기영동(Electrophoresis) ▷ 가용화(Solubilization)
10. 혼합물의 분리	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 전기 및 자기를 이용한 분리 ▷ 전자기장의 영향 하에서 분리자 액체의 겉보기 점도를 바꾸기 ▷ 원심력(Centrifugal force) ▷ 수착(收着, Sorption) ▷ 확산(Diffusion) ▷ 삼투 현상(Osmosis)
11. 물체의 위치 안정화	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 신기장, 자기장 ▷ 전기장 또는 자기장의 영향으로 굳혀서 액체 안에서 고정하기 ▷ 자이로스코프 효과(Gyroscope effect) ▷ 반작용력(Reactive force)
12. 힘의 작용, 제어	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 높은 압력 만들기 ▷ 강자성체에 의한 자기장 효과 ▷ 상전이(Phase transition) ▷ 열팽창(Thermal expansion) ▷ 원심력(Centrifugal force) ▷ 자기장 안에서 전도체 또는 자성 액체의 의사 점도에 영향을 주어 유체의 정력학적 힘 바꾸기 ▷ 폭약의 사용(Use of explosives) ▷ 전기 유압 효과(Electro-hydraulic effect) ▷ 광 유압 효과(Optical hydraulic effect) ▷ 삼투 현상(Osmosis)
13. 마찰의 변화	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 존슨 및 라벡 효과(Johnson and Rabeck effect) ▷ 복사 작용(Radiation Action) ▷ 클라겔스키(Kragelsky) 현상 ▷ 진동
14. 물체의 파괴	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 전기 방전(Electrical discharge) ▷ 전기-유압 효과(Electro-hydraulic effect) ▷ 공진(Resonance) ▷ 초음파(Ultrasonics) ▷ 공동 현상(Cavitation)

특집 2

Special Edition

필요한 효과 및 성질	필요한 효과 및 성질을 제공하는 물리 현상과 효과
	▷ 레이저 사용(Use of lasers)
15. 기계/열에너지 저장	▷ 탄성 변형(Elastic Deformation) ▷ 자이로스코프(Gyroscope) ▷ 상전이(Phase transition)
16. 에너지 전달	▷ 변형 ▷ 진동(Oscillation) ▷ 알렉산드로프 효과(Alexandrov effect) ▷ 충격파를 포함한 파동 운동 ▷ 복사(Radiation) ▷ 열전도(Thermal conductivity) ▷ 대류(Convection) ▷ 빛의 반사(Light reflection) 효과 ▷ 유도 복사(Induced radiation) ▷ 레이저(Lasers) ▷ 전자기 유도(Electromagnetic induction) ▷ 초전도(Superconductivity)
17. 움직이는 물체와 고정된 물체의 상호작용 설정	▷ 전자기장의 사용(물질에서 장으로 전이)
18. 물체의 치수 측정	▷ 고유 진동수 측정 ▷ 전기 또는 자기 표식(Marker)을 적용하고 검출함
19. 치수 변경	▷ 열팽창(Thermal expansion) ▷ 변형(Deformation) ▷ 자기 변형(Magneto striction) ▷ 압전 효과(Piezo electric effect)
20. 표면 특성 및 상태의 확인	▷ 전기 방전(Electrical discharge) ▷ 빛 반사(Light reflection) ▷ 전자 방출(Electronic emission) ▷ 모아레 효과(Moire effect) ▷ 복사(Radiation)
21. 표면 특성의 측정	▷ 마찰(friction) ▷ 흡수(absorption) ▷ 확산(Diffusion) ▷ 비우싱어 효과(Bauschinger effect) ▷ 전기 방전(Electrical discharge) ▷ 기계 진동 / 음향 진동 ▷ 자외선 복사(Ultraviolet radiation)

필요한 효과 및 성질	필요한 효과 및 성질을 제공하는 물리 현상과 효과
22. 체적의 특성과 상태 검사	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 표식(Marker) 도입 즉, 물질의 특성에 따라서 기존의 장을 바꿀 수 있는 물질 (luminophores와 같이), 또는 스스로 장을 만드는 물질(강자성 물질과 같이) ▷ 물체의 구조나 특성에 따라 전기저항의 변경 ▷ 빛과의 상호작용 ▷ 광전기, 광자기 효과(Electro-optic, Magneto-optic effect) ▷ 편광(Polarized light) ▷ 방사선과 X선 복사(Radioactive and X-ray radiation) ▷ 전자 반자성 또는 핵자기 공명(Electronic paramagnetic or nuclear magnetic resonance) ▷ 자기탄성 효과(Magneto elastic effect) ▷ 퀴리점 전후로 온도의 이동 ▷ 홉킨스 및 바크하우젠 효과(Hopkins and Barkhausen effect) ▷ 뢰스바우어 효과(Moessbauer effect) ▷ 홀 효과(Hall effect)
23. 부피 특성의 변경	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 전기장 또는 자기장의 작용 하에서 액체의 특성(겔보기 점도, 유동성)의 변경 ▷ 강자성 물질과 자기장의 작용 도입 ▷ 가열 ▷ 상전이(Phase transition) ▷ 전기장에 의한 이온화 ▷ 자외선, X선 또는 방사선 복사(Ultraviolet, X-ray or radioactive radiation) ▷ 변형(Deformation) ▷ 확산(Diffusion) ▷ 전기장 또는 자기장(Electric or magnetic effect) ▷ 바우싱어 효과(Bauschinger effect) ▷ 열전, 열자기 또는 광자기 효과(Thermo electric, thermomagnetic, magneto-optic effect) ▷ 공동 현상(Cavitation) ▷ 광착색 효과(Photochromatic effect) ▷ 내부광 효과(Internal photo effect)
24. 임의의 구조 전개, 불체의 구조 안정화	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 간섭(Interference) ▷ 정지파(Standing waves) ▷ 모아레 효과(Moire effect) ▷ 자기파(Magnetic waves) ▷ 상전이(Phase transition) ▷ 기계 진동과 음향 진동(Mechanical and acoustic oscillation) ▷ 공동 현상(Cavitation)
25. 전기장 및 자기장의 검출	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 삼투현상(Osmosis) ▷ 대전(帶電, Electrization)

필요한 효과 및 성질	필요한 효과 및 성질을 제공하는 물리 현상과 효과
	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 전기 방전(Electrical discharge) ▷ 압전 효과, 세크네토-전기 효과(Piezo and segneto-electrical effects) ▷ 일렉트렛(Electrets) ▷ 전자방출(Electronic emission) ▷ 광전기 현상(Electro-optical phenomena) ▷ 홉킨스 및 바크하우젠 효과(Hopkins and Barkhausen effect) ▷ 홀 효과(Hall Effect) ▷ 핵자기공명(Nuclear magnetic resonance) ▷ 자이로 및 광자기 현상(Gyromagnetic and magneto optical phenomena)
26. 복사의 검출	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 광-음향 효과(Optical-acoustic effect) ▷ 열팽창(Thermal expansion) ▷ 사진 효과(Photo effect) ▷ 발광현상(Luminescence) ▷ 광 플라스틱 효과(Photoplastic effect)
27. 전자기 복사의 발생	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 조셉슨 효과(Josephson effect) ▷ 복사 유도(Induction of radiation) ▷ 터널 효과(Tunnel effect) ▷ 발광(Luminescence) ▷ 한 효과(Hann effect) ▷ 체렌코프 효과(Cherenkov effect)
28. 전자기장의 제어	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 차폐 ▷ 환경 특성의 변경(예: 환경의 전기 전도성에 변화를 준다) ▷ 장과 작용하고 있는 물체의 표면 형태를 변경한다
29. 빛의 제어, 광 변조	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 빛의 굴절과 반사(Refraction and reflection of light) ▷ 광전기, 광자기 현상(Electro and magneto optical phenomena) ▷ 광탄성(Photo elasticity) ▷ 키르 및 패러데이 효과(Kerr and Faraday effect) ▷ 한 효과(Hann effect) ▷ 프란츠 켈디쉬 효과(Franz Keldysh effect)
30. 화학반응의 게시 및 강화	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 초음파(Ultrasonics) ▷ 공동 현상(Cavitation) ▷ 자외선, X선 및 방사선 복사(Ultraviolet, X-ray and radioactive radiation) ▷ 전기 방전(Electrical discharge) ▷ 충격파(Shock waves) ▷ Mycellarian 촉매 반응

참고문헌

- [1] Poya D., Problem Solving : Translated from the English, Edited by Yu. M. Gayduk, Moscow, Uchpedgiz, 1959.
- [2] Poya D., Mathematical Discovery : Trans. Ed. I.M. Yaglom, 2nd Edition, Moscow, Nauka, 1976.
- [3] Adamar G., Research into the psychology of the process invention in the field of mathematics. Moscow, Sov. Radio, 1970.
- [4] Engelmeyer P. K., Theory of Creativity, Spb, 1910.
- [5] Psychology of Thought, Collection of Translations : Ed. A. M. Matyushkin, Moscow, Progress, 1965.
- [6] Linkova N. P., Use of ASIP as methodology for the study of the inventor's activity. Included in book : Problemy metodologii projektowania, Warsaw, PWN, 1977.
- [7] Lapshin I. I., Philosophy of invention and invention in philosophy, Petrograd, Nauka I shkola, 1922.
- [8] Rainer M., Rheology, Transl. from English. Ed. E. I. Grigoliuk, Moscow, Nauka, 1965.
- [9] Dixon J., Projecting systems : invention, analysis and acceptance of solutions, Transl from English, Moscow, Mir, 1969.
- [10] Altshuller G. S., Shapiro P. B., On the Psychology of Inventive Creativity, Voprosy psikhologii, 1956, no. 6, pp 37-49.
- [11] Altshuller G. S., How to learn to invent, Tambov Book Publ., 1961.
- [12] Altshuller G. S., Foundations of invention, Voronezh : Central Black Earth Publ. House, 1964.
- [13] Altshuller G. S., Algorithm of invention, Moscow, Moscow Worker, 2nd Edit. 1973.
- [14] Altshuller G. S., Collection of problems and exercises on the methodology of invention.
- [15] Altshuller G. S., Basic methods of eliminating technical contradictions in solving inventive problems. Baku, Gyandzhlik, 1971.
- [16] Altshuller G. S., Analysis of solutions of inventive problems, Incl. in book, Materials for the seminar on the methodology of invention, Inst. of Heat and Mass Exchange, Academy of Sciences of Belorussian SSR, Minsk, 1971, pp 51-133.
- [17] Altshuller G. S., O uzdolnieniach wynalazczych, Warsaw, Prakseologia, 1972, no. 41, pp 121-144.
- [18] Altshuller G. S., O teorii rozwiazywania zadar wynalazczych, Warsaw, Prakseologia. 1977, no. 1-2, pp 485-495.
- [19] Selyutskii A. B., Slugin G. I., Inspiration on demand, Petrozavodsk, Karelia, 1977.