

## TRIZ 문제 해결 기반 과학원리 학습법, PSPL

송미정<sup>†</sup> 김정배<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>삼성전자 VIP센터 \* 삼성전자 종합기술원,

### TRIZ problem solving based science principle learning, PSPL

and Mi Jeong Song<sup>†</sup> and Jung-Bae Kim<sup>\*</sup>

**Key Words:** PSPL(문제 해결 기반 원리 학습법), function(기능), function oriented knowledge-base(기능 기반 지식 체계)

#### abstract

TRIZ 는 러시아에서 유래된 특허 기반의 창의적 발상 방법론으로서 모순을 극복하여 가장 이상적인 해결안을 추구해 나가는 과정을 핵심 내용으로 하고 있다. 저자들은 문제 해결 활동이 절실한 현업에서 잘 적용되었던 effects module 을 초등학교 4 학년 이상의 학생들이 과학적인 현상에 대한 흥미를 유발하고 그를 실제에 연결시킬 수 있는 역량을 향상시키는 데 활용할 수 있을 것이라는 가설 하에 effects module 을 평이하게 변형시키고 과학 및 발명 교과 수업에 활용할 수 있도록 제시하고자 한다. 문제 해결 기반의 과학 원리 학습법(problem solving based science principle learning 이하 PSPL)은 기능 기반 지식 체계(Function oriented Knowledge-base, FoK)을 통하여 과학 교과 과정에서 소개하는 과학 원리를 활용하여 해결할 수 있는 문제 DB 를 통하여 청소년의 과학 원리 학습을 촉진시킬 수 있다.

#### 1. 서 론

TRIZ는 러시아에서 유래된 특허 기반의 창의적 발상 방법론으로서 모순을 극복하여 가장 이상적인 해결안을 추구해 나가는 과정을 핵심 내용으로 하고 있다[1]. TRIZ 내부에는 심리적 타성을 극복하는 기법, 발명문제를 분석하고 해결하는 기법[2], 기술의 기원과 진화에 관한 이론, 기술적인 기능과 자연과학적 지식 간의 연결을 통하여 다른 분야의 과학효과를 이용하여 일어나는 혁신을 가속화시킬 수 있는 기법들이 망라되어 있다.

저자들은 Khomenko 등이 펴낸 어린이 창의성 교재[3]를 참조하여, 구성 요소의 특징들을

<sup>†</sup> 삼성전자 VIP센터

E-mail : mijeong.song@samsung.com

TEL : (031)200-2667 FAX : (031)200-4692

\* 삼성전자 종합기술원

조합하여 새로운 story를 만들어가는 이야기바퀴 기법[4]과 TRIZ 의 심리적 타성을 극복하는 기법 중 하나인 STC operator 를 활용하여 사고의 폭을 넓히는 마법사 기법[5]을 개발하여 그 유효성을 검증한 바 있다.

모두에서 밝힌 바와 같이 TRIZ 기법 속에는 기술적인 기능과 자연 과학적 지식간의 연결을 가속화시키는 장치인 point of effector 기법이[6, 8] 내재되어 있으며, 이 기법을 활용할 경우 실제 과학 원리와 연결한 발상을 촉진할 수 있으며 저자들의 삼성전자 내의 10년 이상의 TRIZ 적용 경험에 의해서도 재확인할 수 있었다.

저자들은 문제 해결 활동이 절실한 현업에서 잘 적용되었던 effects module 을 초등학교 4학년 이상의 학생들이 과학적인 현상에 대한 흥미를 유발하고 그를 실제에 연결시킬 수 있는 역량을 향상시키는 데에도 활용할 수 있을 것이라는 가설 하에 성인용 effects module 을 평이하게 변형시켜 과학 및 발명 교과 수업에 활용할 수 있는 형태로 세계 최초로 제시하고자 한다.

저자는 Inventive reverse engineering 이라 하여, 고등학생 이상 성인 학습자들이 TRIZ의 원리를 학습하는 기법에 대하여 연구하고 내용을 발표한 바 있으며[7], 이번에는 초등 학교 중등 학년 이상의 학생들이 과학적인 지식을 실제 문제 해결과 연결하여 학습할 수 있는 TRIZ 기반 문제 해결형 과학원리 학습법(problem solving based science principle learning 이하 PSPL)을 제시하고자 한다. 현재 진행되는 과학 학습에 더하여 PSPL 기법을 활용하여 과학에 대해 탐구하게 되면, 문제 해결과 직결된 과학 지식을 흥미롭게 습득할 수 있게 된다.

## 2. PSPL 기법의 절차 및 구성 요소

### 2.1 PSPL 학습 모형과 기본 절차

과학 원리를 학습할 때에는 통상, 그에 대한 내용과 역사에 대해 학습하고 `활용되는 사례에 대해 학습을 해 간다. 반면, PSPL은 상황을 제시하고, 상황 속에서 문제를 확인하며, 이 문제 해결을 위하여 필요한 과학효과를 탐색함으로써, 특정한 과학원리에 대해 학습하는 일종의 problem based learning [10]이다.

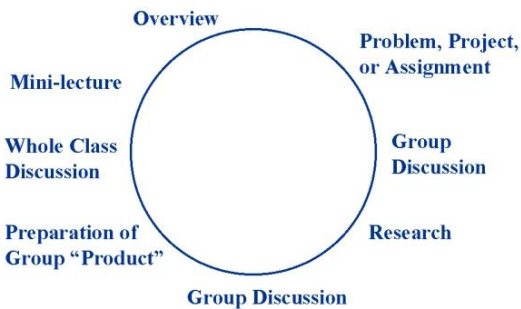


Figure 1. 전형적인 problem based learning model [10]

학습의 성취도는 학습에 부여되는 동기에 의존하므로, 특정 문제 해결이라는 동기가 부여되는 경우, 지식과 그 활용처에 대해 동시에 학습하게 되므로, 원리를 배운 후 그에 대한 활용처를 찾는 기존의 과학 학습법과는 차별화되며, 이러한 학습법은 실제 과학자나 공학자가 되었을 때의 research 방법과 거의 유사하므로, 학습과 활용의 괴리를 최소화할 수 있다는 점에서 의미가 크다. 다만 기존의 PBL의 경우, 아쉬운 점이 있었다면 문제 해결과 관련된 어떠한 feature 에 focusing 하여 research를 진행해야 할지에 대해 구체적인 가이드라인이

부족하다는 점이며, 이에 대한 보완점을 TRIZ 체계가 보유하고 있으므로, 이를 활용한 문제 해결 자연 과학 원리 학습법인 PSPL을 제시하고자 한다.

TRIZ 체계는 본래 자연 과학적 공학적 문제 해결을 위하여 설계된 사고법이기에 때문에, 자연과학, 공학적 원리에 대해 빠른 참조가 가능하게 한 지식 기반이 필요함을 발견하여 이에 대한 초보적인 지식 기반을 연구하고 있었다[8]. IT 체계가 발달된 이후로, Figure 2과 같이 SW의 형태로써 자연과학의 효과를 정리해 두고 필요한 기능과 연결함으로써 해결안을 빠르게 탐색하는 문제 해결 체계인 effects module 과 같은 기법까지도 정립하게 되었으며[12], 이 방법을 응용한다면 청소년들이 과학 원리를 엄밀하게 또한 흥미롭게 학습해갈 수 있다. 이를 위하여 필수적으로 요구되는 contents 는 effects module 과 같은 기능 기반 지식 체계(function oriented knowledge-base, 약어 FoK)으로서 적절한 형태로 학생들에게 부가적으로 제공되어야 하는 내용으로 후에 상술하고자 한다.

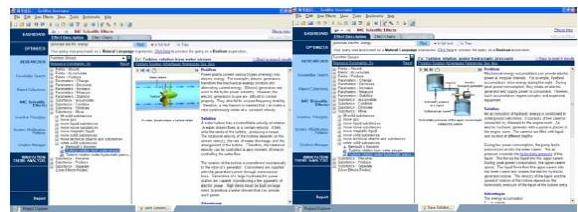


Figure 2. TechOptimizer Effects module[6]

삼성전자의 트리즈 전문가들이 문제 해결에 실제로 많이 활용하는 Function-effects 체계를 활용한 PSPL의 절차는 Figure 3 과 같이 제시할 수 있다.



Figure 3. PSPL 4 step process

1. 핵심 문제 상황을 요구 기능의 형태로 정의한다.
2. 핵심 기능에 활용할 수 있는 '원리'를 원리 DB인 FoK에서 검색하고 학습한다.
3. 핵심 기능과 원리의 관계를 storytelling 하여 해결안 아이디어를 만들어 낸다.
4. 3의 내용을 실험, 문헌 등을 통하여 검증, 검토한다.

PSPL이 구현되기 위해서는 5요소가 필요하다. A학생, B 교사, C 자연 과학 원리에 대한 지식 기반인 FoK, D 학생의 학령 및 성취도, 분야에 적절한 문제, E 학생이 만들어낸 해결안 아이디어가 그것이다. 통상적인 학습법에서는 C를 교사가 A 학생에게 주입하며, A 학생들은 C를 활용하여 D 문제를 해결하여 E 해결안을 도출하는 모형으로 진행된다. 이 과정에서는 선생님들이 지식을 전달하기 위하여 매우 많은 준비를 하고 노력을 하지만 학생들이 그 내용을 소화하여 실제적인 문제 해결에 적용하기가 어렵다.

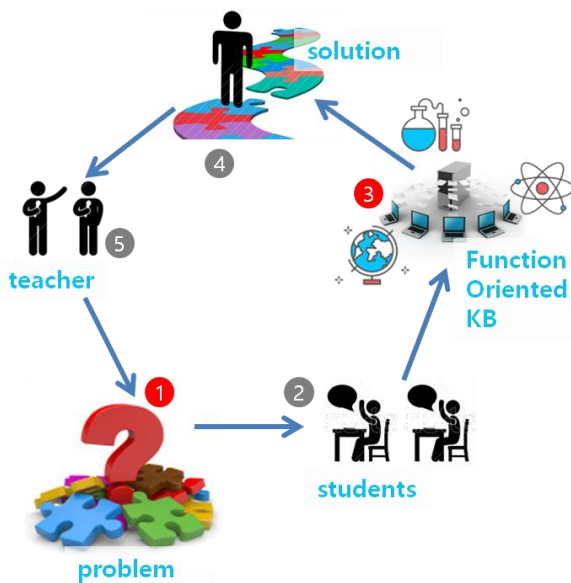


Figure 4. A model of problem solving based scientific principle learning with function oriented knowledge-base

반면, PSPL은 B 교사는 D 문제를 A학생에게 제시하고 학생들의 활동 과정을 mediation 하는 것이 가장 주된 활동이며(Figure 4의 1번 단계), A 학생들은 원칙적으로 자기 주도적으로 D 문제를

받아들이며, 문제 해결을 위한 지식 기반인 C의 내용을 학습하고, E 해결안을 스스로 만들어내는 과정을 거친다(Figure 4).

### 2.1.1 '요구기능'정의

주어진 상황에서 필요한 것을 '기능'의 형태로 정리한다. 상황은 기본적으로 스크립트와 그림의 형태로 주어지며, 동영상이나 진행자의 설명이 부연되어 상황을 처음 접하는 학생들의 이해를 돕는다. 이때 다양한 이야기들이 진행되는 것을 막는 것보다는 질문을 유도하는 것이 바람직하며, 답이 뭐예요? 라거나 이것이 답이죠? 라는 식의 언급에 대해서는 적절한 제재를 가하며, 현재 진행하는 상황은 정답이 없을 수도, 정답이 여러 개일 수도 있는 열린 문제라는 점을 강조하면서 불명확한 부분에 대해서 질문과 답을 통하여 상황을 정의해 나간다. 최종 목표는 '대상'과 그 대상에 가해져야 할 '기능'을 명사+타동사의 형태로 다음과 같이 정리하는 것이다.

요구기능 예시1: 얼음을 녹인다.

요구기능 예시2: 방안의 온도를 높인다.

요구기능 예시3: 우주선의 속도를 높인다.

위의 예시1과 같이 '명사'+타동사' 뿐만 아니라 예시2와 같은 '명사+명사'의 특징을 나타내는 명사+ '타동사'의 형태도 기능의 확장된 정의로서 무방하므로 학생들을 지도할 때에는 위의 두 가지 예시를 제시한 후 최종 결론을 위의 서식에 의거하여 도출하도록 지도하면 된다.

이 단계에서도 요구 기능을 잘 도출하였는지 평가를 할 수 있으며, 평가는 2단계로 진행할 수 있다. 1단계 평가는 '문언적 평가'로서 위의 서식을 잘 지켰는지에 대한 것이다. 이 점은 명사와 타동사에 대해 설명해 주며 진행자가 직접 진행할 수 있고, 학생들끼리 서로 교환하여 평가하게 할 도, 자가 평가를 할 수도 있다.

2단계 평가는 '유효성' 평가로서, 해당 요구 기능을 달성할 경우 유효한 결과가 나오지에 대해 참여자들의 의견을 받아 평가를 하는 것이다. 참여자들의 의견은 dot voting 등을 통하여 진행할 수 있다. 참여자들이 voting 을 한 후에, 진행자가 해당 문제의 배경을 추가적으로 설명하여

'유효성'에 대하여 참여자들이 재평가하게 하고, 그 이후에 다시금 voting 을 실시하는 것도 좋다.

### 2.1.2 FoK 검색 및 원리 학습

정의된 요구 기능을 제공할 수 있는 '알려진' 자연 과학 원리를 검토한다. 이러한 정보는 전문 DB (technoptimizer 3.0 이상의 effects module)를 사용할 수 있으나 고가이므로, 이 내용 중 키워드만 뽑아서 정리한 프린트물이나 엑셀과 같은 스프레드 시트 혹은 적절한 형태의 컴퓨팅 장치를 통한 application SW, 혹은 그와 유사한 형태를 활용할 수 있다.

요구기능 예시3: 우주선의 속도를 높인다.

위의 예시3의 경우, 현재 상용 FoK 인 Goldfire 8.2의 Effects Module 에 따르자면 move substance 라는 대범주의 기능에 해당하며, 총 21건이 등재되어 있다. 예를 들어 보자면 다음과 같다[13].

1) lift liquid substances

2) lift objects

3) lift particles

(중략)...

8) move objects

(중략)...

21) vibrate objects

이 중에서 우주선이라고 하는 것은 liquid 도 particle 도 아닌 object 이므로 8) move object 항목을 access 하여 이러한 기능을 수행할 수 있는 자연과학 원리들을 살펴볼 수 있다. 상용 FoK인 Goldfire 8.2의 Effects module 에 따르면[13] "compressed water moves piston" 에서 언급하는 압축된 물을 활용하여 피스톤을 이동시키는 방법 등을 비롯하여 총 125건을 확인할 수 있다.

현재 상용 DB에 등재된 원리들은 공학적으로 많이 활용되는 내용들을 정리해 둔 것으로서 문제 해결시 1차적으로 검토할 가치가 있는 지식 기반이다. 다만, 현재 존재하는 모든 원리들을

기능과 연결해 둔 것은 아니며, 사안에 따라 미처 등재되지 않은 과학원리들도 많이 존재하게 된다. 따라서, 이미 만들어진 FoK를 우선 참조한 후 적절한 자연과학원리가 등재되어 있지 않다면 지식기반의 보강작업을 진행한다.

통상의 원리 선학습 후 문제 해결 적용시에는, 하나의 기능 수행을 위하여 많은 원리가 활용될 수 있음을 배우기가 매우 어렵다. 이 경우, 특정 원리는 특정 기능 제공이나 특정 문제 해결에 활용된다는 식의 용도 학습이 될 우려가 매우 높다. 반면, 기능 선 정의 후 다양한 원리들을 검토해 보고 그 중에서 적절한 것을 선별하는 PSPL의 경우, 특정 기능에 특정 원리라는 고착된 지식이 아닌 유연한 지식 체계를 학습할 수 있다는 점이 큰 장점이다.

향후, 구글과 같은 검색 엔진에서 기능을 입력하면 해당하는 자연 과학 원리를 제공할 가능성이 없는 것은 아니나, 현재까지는 이러한 기능이 제공되지 않으므로, 독자적인 기능-원리 매핑 틀이 필요한 실정이다. 전문가들은 이러한 기능-원리 매핑 틀이 없더라도 일반적인 검색 엔진을 활용하여 특정 기능에 대한 원리를 빠르게 검색할 수 있는 기법이 있으나, 이 내용은 대학 교육을 받지 않은 K12 단계의 학생들에게는 너무 어려운 내용이므로 과학 원리 교육을 받는 과정에서 1차적으로는 추천하기 어렵다.

미리 만들어진 기능-원리 관계 맵을 잘 활용할 수 있는 수준의 학생을 위한 검색 기법 역시 트리즈에 기반하여 고안하여 저자가 현업에서 활용하고 있으며, 이를 과학 교육에 활용한 형태에 대해서는 추후 다른 연구 논문을 통하여 제시하고자 한다.

평가는 2 단계로 진행하며, 1단계는 누가 가장 빨리 찾는지에 대한 스피드 평가, 2단계는 누가 가장 많은 것을 찾는지에 대한 평가 정도로 스포츠를 즐기는 것처럼 제한 시간을 두고 검토와 검색을 진행하하도록 하면 효과적이다.

문제 해결 과정은 기본적으로 팀활동을 전제로 진행되므로, 학생들에게는 자신이 찾아낸 유명한 원리들을 정리하여 상호 보고를 하며 한 가지 기능 수행을 위한 다양한 과학적 지식들을 한번에 획득하는 활동이 교육적으로 의미를 가진다. 따라서 이때에는 찾아낸 내용의 수준에 대해서

엄밀한 평가를 하는 것보다는 학생들이 지식의 습득 과정을 즐길 수 있도록 격려하는 수단으로서 평가를 활용하는 것이 바람직하다.

### 2.1.3 원리 활용 해결안 아이디어 구성

FoK에 입력할 적절한 index keyword 를 얻고, 이 keyword 를 query 문으로 검색한 결과는 통상적인 학습내용과 동일하지만, 앞서 도입된 문제 상황과의 연결성이 보장되는 지식이므로, 참여자들의 해당 지식을 이해하고자 하는 동기는 passive 하게 주어지는 지식에 비하여 비할 수 없이 높게 된다. 이 내용이 모두 문제 해결에 활용될 수는 없지만, 자신이 이해할 수 있는 원리를 활용하여 문제 해결과 연결시켜 이야기를 만들고 동작 방식에 대해 그림을 그리게 하여 해결안을 시각화하도록 유도한다. 이때 반드시 참조한 원리의 종류와 원리의 지식이 포함된 사이트에 대해 reference 를 달게 함으로써 출처 관리도 병행할 수 있도록 지도한다.

이 때 아이디어 구성에는 두 가지 종류가 존재한다. 최소 아이디어 구성법과 최대 아이디어 구성법이 바로 그것이다. 이것은 문제 해결 알고리즘은 ARIZ 에서 문제를 분류할 때 쓰는 기준인 mini-problem, maxi-problem [14]이 추구하는 해결안의 속성에 주목하여 명명한 것이다.

현재 보유하고 있는 문제와 관련된 제반 자원-물질이나 에너지 정보-들을 파악하는 활동을 '자원 분석'이라고 하는데, 자원 분석을 통해서 파악된 자원만을 활용하거나, 해당 자원과의 연결성을 최우선적으로 반영하여 idea 를 만들어 가는 것이 최소 아이디어 구성법이다. 이 과정은 진행자가 여러 가지 trigger 를 통하여 idea 를 도출하도록 하며, 가장 마지막 가서 결국은 선택되는 idea 가 기존의 자원의 활용에 의거한 원리 활용임을 밝히는 활동을 통하여 참여자들에게 문제 해결 과정이 가져야 하는 일반적인 속성-문제 해결을 위하여 최소 자원이 투입되어야 한다-는 것을 배울 수 있도록 지도해야 한다.

이와는 반대로 주어진 자원에 무관하게 과학 원리를 활용하여 문제를 해결하기만 하면 되고, 그 해결안의 길이가 길고 실용적인 쓸모는 없는 goldberg machine[15]을 만들어 가는 식으로 제약

조건을 제거하는 최대 아이디어 구성법을 활용하는 방식도 가능하다.

같은 문제라도 최소 아이디어 구성법을 활용할지, 최대 아이디어 구성법을 활용할지에 따라 도출되는 아이디어와 학습할 수 있는 과학 원리가 달라지므로, 참여자들의 인지 성향과 학력, 지식 수준, 태도 등에 따라 진행자가 지혜롭게 두 가지 방향 중 하나, 혹은 두 가지 모두를 다 풀어갈 수 있도록 지도해야 한다.

#### 요구기능 예시3: 우주선의 속도를 높인다.

예를 들어 위의 요구기능의 제공을 위하여 사용할 수 있는 원리가 다음의 네 가지가 FoK 내에 등재된 것들 중 가장 가능성이 높은 것이라고 선별되었다고 해 보자.

**원리1. 연료에 연소재를 혼합하여 폭발시킬 경우 추진력을 얻을 수 있다(로켓 추진의 원리)**

**원리2. 중력장을 활용하여 우주선의 가속이나 감속, 방향 전환이 가능하다 (스윙 바이)**

**원리3. 물질을 붙이거나 떼거나 momentum of inertia 를 변경시킴으로써 우주선의 속도를 높이거나 낮추거나 방향을 변화시킬 수 있다.(모멘텀 교환의 법칙)**

어느 경우에도 이상적인 해결안을 먼저 설정한 후 과학원리를 활용하여 이상적인 해결안을 제시하는 과정을 따르는 것이 바람직하다.

**이상해결안: 어떠한 자원도 소모하지 않으며 우주선의 속도를 높인다.**

이후 문제 상황과 관련된 제반 사항들과 제약조건들을 살핀다. 이 때, 만약 연료나 연료를 태울 연소재(산소와 같은)가 부족한 경우, 연료를 많이 태우는 방식은 설사 FoK를 통하여 찾았다고 하더라도 좋은 해결안이 되지 못한다. 추진력을 크게 높이거나 하는데 연소의 원리를 활용할 수 없을 경우, 대안은 원리2 혹은 원리3이 될 수 있다. 원리 3의 경우 작용, 반작용을 활용하여 가속하고자 하면 반드시 감속되는 제3의 object 가 필요한데 그러한 것이 없다고 한다면 원리3은 사용할 수가 없다. 결과적으로 활용이 가능한 것은 원리2가 가장 가능성이 높게 되는 것이다.

이처럼 원리를 활용하여 아이디어를 구성할

때에는 문제 상황의 여러 가지 제약 조건에 대한 이해가 수반되어야 하며, 이 과정에서 과학적 조사 스킬을 학생들이 함께 배울 수 있게 된다. 이 과정은 학생들 간, 혹은 선생님-학생들 간의 discussion 과정을 통하여 정의해 감으로써, 현실에 더욱 적합한 원리를 선별할 수 있다. 또한 이러한 제약 조건을 정의하는 과정이 아이디어의 구현 가능성에 대한 자율 평가 과정으로서도 작용한다.

통상적으로 문제 해결 과정에서 아이디어를 발산할 때에는 모든 제약을 풀어버리고 사고를 하나, PSPL 과정은 자연과학 원리를 학습하기 위한 과정이므로, 과학적으로 합당한 해결안 아이디어만 제시하는 것이 차별화된 점이다. 시작은 이상적인 해결안의 형태로 시작하더라도 그 마지막 결론은 과학적인 원리에 합당한 형태로 구성되어야 과학 원리 학습에 있어서 의미를 가지게 됨을 부연하고자 한다.

본 과정에 대한 평가는 2단계로 진행한다. 해당 아이디어가 이해가 잘 되도록, 해당 아이디어가 도출된 과정이 이해가 잘 되도록 정리하고 표현하는 것이 1단계 평가이며, 이렇게 나온 아이디어가 구체적이고 실현 가능하며 유용할지에 대한 평가가 2단계 평가이다.

주어진 자원만을 활용한다면 구체적으로 실현 가능한지에 대해서 좋은 점수를 받는 아이디어가 도출될 가능성이 높다. 만약 최대 아이디어 구성법을 활용한다면 2단계에서는 동일 기능을 수행하는 데 가장 많은 자원이나 원리를 활용할 경우가 좋은 점수를 받게 된다.

1단계의 평가는 참여자들의 dot voting 등으로 진행할 수 있고, 2단계 평가는 해당 문제의 전문가 등이 평가자로 함께 참여하여 진행자와 함께 평가를 진행하는 것이 효과적이다.

어떤 경우라도 참여한 학생들의 창조의 의욕을 꺾는 형태로 평가가 진행되어서는 곤란하며, 자연 과학 원리를 스스로 학습하고 지속적인 창조를 해 갈 수 있도록 아낌없는 격려가 평가보다 우선되어야 한다.

#### 2.1.4 아이디어 검증

아이디어 검증을 위해서는 특허청의 데이터

베이스를 검토하는 것이 가장 유용한데, 정리한 아이디어에서 주요 개념을 추출하여 적절한 query 로 만들고 특허청에서 제공하는 무료 특허 search 시스템[11]을 활용하여 만들어진 개념이 이미 특허화가 되어 있는지를 검토한다.

만약 해당 개념과 동일하거나 유사한 것이 특허화되어 있다고 한다면 해당 개념이 유용하며 실현 가능한 것으로 간주하여도 무방하다. 전문가나, 어른이 아닌 학생 수준에서 현장에서 실현 가능한 아이디어를 제시할 수 있다는 것은 그것만으로도 원리를 이해하고 활용할 수 있다는 능력을 보여주는 증거로써 활용할 수 있다.

어떤 아이디어는 특허 검색시에도 유사한 특허가 발견되지 않을 수 있는데, 이러한 아이디어들은 실현이 현재 불가능할 가능성이 높으나, 향후 실현되며 매우 높이 평가받을 가능성이 있는 아이디어들이 있으므로, 특허 검색시 유사한 아이디어가 발견되지 않았다고 해서 실망할 필요는 없다.

특허가 아니라고 하여도, 다른 곳에서 활용이 된 사례가 발견되거나, 실제 실험을 통하여 구현이 가능하며 본래의 문제를 해결하는 데 쓸모가 있고 다른 부작용을 무시할만함을 증명할 수 있다면 좋은 아이디어라고 간주할 수 있다.

특허청의 데이터 베이스에서 확인되지 않은 아이디어는 새로운 특허가 될 가능성이 높으므로, 진행자나 교사는 아이디어에 대해 특허 검토를 먼저 진행한 후 완전히 새롭다고 판단되는 아이디어로서, 애초에 정의한 '요구 기능'이 가치가 있는 것이라면 구체화를 위한 활동을 정의하고 실행하는 것을 추천한다.

초등학생의 경우에는 자신이 학습한 과학 원리가 실제에 유용하다는 것을 매체나 직접 실험을 통하여 확인하는 것으로 족하며, 중학생이나 성취 동기가 높고 지적 수준이 높은 초등학생이라면 특허 DB를 통하여 스스로 자신의 아이디어와 다른 발명자의 아이디어를 비교하는 과정을 학습하고 필요하다면 자신의 아이디어를 더욱 새롭게 변형 발전시키는 학습을 진행해도 무방하다.

아이디어 검증의 과정은 삼성전자의 경우, 철저하게 신규성 있는 특허이거나, 제품의 기능을 담당하거나 공정을 개선하는 데 현저한 효과가



있고 실제 구현을 통하여 진행한다.

그러나, 과학 원리 학습을 위한 교육 과정에서는 일반 기업의 엄격한 절차를 그대로 따르는 것보다는 해당 원리의 유용성을 확인하고 지식에 대한 이해가 깊고 넓어지도록 하는 것이 더 중요하므로, 엄밀한 신규성, 유용성의 잣대를 들이대는 것은 부적절하다. 따라서, 참여하는 학생들의 의욕과 흥미를 떨어뜨리지 않는 수준에서 교사가 아이디어 검증의 방법과 수준을 결정하여 제시하는 운영이 필요하다.

2.2 PSPL을 위한 기능 기반 지식 체계, Function oriented knowledge-base(FoK)

PSPL을 활용하고자 한다면 필요한 요소 중의 하나가 다른 야닌 기능과 연계된 자연과학 효과의 지식 체계인 Function oriented knowledge-base(이하 FoK)이다. 초기의 FoK는 Altshuller 에 의해[8] "The application of creating physical effects and phenomena in the solution of inventive problems" 라는 명칭으로 measuring temperature 부터 initiation and intensification of chemical change 에 이르기까지 총 30 가지의 요구 기능에 대하여 184가지의 물리적 효과(중복 포함)가 table 형태로 정리된 것이었다.

요구 기능(명사+타동사)

자연과학 원리

액체를 이동시킨다.

1. Acoustic Cavitation
2. Acoustic Vibrations
3. Archimedes's Principle
4. Bernoulli's Theorem
5. Boiling
6. Brush Construction
7. Capillary Condensation
8. Capillary Evaporation
9. Capillary Pressure
10. Coanda Effect
11. Condensation
12. Columb's Law
13. Deformation
14. Electrocapillary Effect
15. Electrocosmosis
16. Electrophoresis
17. Electrostatic Induction
18. Ellipse
19. Evaporation
20. Feromagnetism
21. Forced Oscillations

Figure 5. Information Structure of Function-principle relation map

TechOptimizer 등에서는 Effects DB 라고 명명하여 활용하고 있으며[6], 그 구조적인 측면을 살펴보면, 해당 기능을 제공할 수 있는 자연과학적, 공학적 효과들을 정리해둔 내용이므로 FoK 라는 명칭이 effects 라는 명칭보다는 좀 더 일반적인 표현이다. FoK 의 개념 구조는 다음과 같다

목적 수단 사례 근거

[요구기능] - [과학 원리]-[원리 사례]-[외부링크]

요구 기능의 경우, 다중 층위를 가질 수 있으며, 필요한 수준에 따라 1차 기능, 2차 기능의 형태로 층위를 설정할 수 있다. 이러한 구조 중 앞의 두 구조인 요구기능과 과학원리만을 정리한 간단한 사례를 Figure 5 에 도시하였다.

기능은 앞서 정의한 대로, 명사+타동사의 Action-Object 형태로 정의되어 있거나, 명사+명사의 특징+타동사의 형태로 정의한다. 자연과학 원리는 Subject(SAO 구조의 기능의 주체)로서 물리적 원리 예를 들어 베르누이 효과나, 광전 효과(photoelectric effect) 와 같은 것들이 해당 기능을 제공할 수 있는 경우 FoK내에 도입된다.

어떠한 자연 과학 원리가 FoK 내에 도입이 되고자 하면 두 가지 작업이 필요하다. 그 하나는 실생활에서 많이 요구되는 기능에 대한 정리

작업이 필요하다. Value engineering 등의 분야에서 요구 기능들을 정리한 내용이 있으므로 이 내용들을 참조하면 되나[9], 해당 내용이 지나치게 '공업적'인 느낌이 들므로, 학생들이 관심을 가질 만하며 지나치게 공업적이지 않고 자주 활용되는 요구 기능을 선별하여 등재하는 작업이 선행되어야 하며 향후 저자들이 지속적으로 연구하여 발표하고자 한다.

두번째로 필요로 하는 활동은 해당 자연 과학 원리가 해당 기능을 제공한 것이 실증적으로 확인이 되어야 하며, 이에 대하여 문헌 검증 등을 통하여 해당 수업을 진행하는 진행자 혹은 진행자 그룹 등이 update 해야 한다.

위의 두 가지 전문적 역량이 필요한 활동을 대신 수행해 주는 것이 TechOptimizer 나 Goldfire 등의 상용 소프트웨어인데, 영어로 제공되며, 사례가 초등학생이나, 중학생용으로 적절하게 가공되지 않았으므로, 대한민국 학생들을 위해서는 사례와 링크 등에 대해서는 새로운 정리작업이 필요하다.

위의 두 가지 활동은 적절한 FoK 를 확보하기 위한 활동이며, FoK 를 활용하여 과학 원리 수업을 진행하기 위한 예제는 교과 과정별, 과학 분야별, 학령별, 개인 성향별, 다양한 교육 매체를 통하여 제공되어야 함도 첨언하고자 한다.

### 3. 정리 및 제언

저자들은 대학생 이상의 성인 학습자를 위해 고안된 문제 해결 기법인 TRIZ 의 function-effects approach 를 초등학교 고학년 이상의 학생들이 자연 과학 원리를 능동적으로 학습해 나갈 수 있는 문제 해결 기반 과학 원리 학습법인 PSPL을 본 문헌을 통하여 세계 최초로 제시하였다. PSPL을 활용하기 위해서는 요구되는 기능과 그에 대응되는 과학 원리의 관계표이자 지식 기반인 FoK 가 확보되어야 하며, 교과 과정과 연계된 PSPL 향 문제들 또한 함께 확보되어야 한다.

저자들은 이번에 제시된 PSPL 개념에 의거하여 FoK 를 지속적으로 정리해 나가하고자 하며, 지속적으로 학습하는 수준에 적합한 문제와 원리 사례를 업데이트함으로써, 우리나라의 창조 경제를 위한 초석이 되는 과학 교육의 발전에

조금이나마 기여하고자 한다.

### 참고문헌

- (1) 겐리흐 알트슐러, 2002, 이노베이션 알고리즘
- (2) 송미정, 김경철, 2008, 회사를 살리는 아이디어 42가지
- (3) Tatiana Sidorchuk and Nikolai Khomenko, 2006, Thoughtivity for Kids
- (4) 김정배, 송미정, 2014, "청소년을 위한 창의적인 문제 해결 이론 및 실습", Proc. of Korea TRIZ Festival
- (5) 송미정, 김정배, 2014, "청소년을 위한 창의적인 사고 전환 기법", Proc. of Korea TRIZ Festival
- (6) TechOptimizer TM v3.0, Effects module
- (7) 송미정, 2014, 8월 21일, "트리즈를 배우는 길 Inventive Reverse Engineering", TRIZ Forum 세미나
- (8) G.S. Altshuller, translated by Anthony Williams, 1984, Creativity as an exact Science, the theory of the solution of inventive problems, Gordon and Breach Publishers.
- (9) D.S.Joo and J.I.Park, 2014, An Improved Effective Cost Review process for Value Engineering, The Scientific World Journal, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/682051>
- (10) <http://www.udel.edu/pbl/ioste/sld011.htm>
- (11) <http://www.kipris.or.kr/khome/main.jsp>
- (12) Young Joon, Ahn, and Kyeong Won, Lee, 2006, "Application of Axiomatic Design and TRIZ in Ecodesign", TRIZ Journal, September 17.
- (13) Goldfire 8.2, 2014, <https://www.ihs.com/products/design-standards-software-goldfire.html>
- (14) G.S.Altshuller and N.Khomenko, 1985, ARIZ-85c, step1.
- (15) <http://www.rubegoldberg.com/>