

GENEPORE 창의적 사고 과정 모델과 지식발달론에 기초한 영재아
과학-기술-사회(STS) 창의력 교육 프로그램 개발

전 명 남*

연세대학교*

The Educational Program Development of Creativity in
Science-Technology-Society for Gifted and Talented Children based
on GENEPORE Creative Thinking Process and Theory of Knowledge
Development

Jun Myong-Nam*

Yonsei University

E-mail : mnjunkr@yonsei.ac.kr

요 약

과학-기술-사회에서의 창의력 교육은 창의적 사고의 과정과 과학적 지식 발달 이론에 근거하여 기존의 창의력 개발 교육보다 진일보한 방식으로 이루어져야 할 것이며 영재아를 위한 창의력 개발 교육의 구체적인 방안과 실천이 요구되고 있다. Wallas, Weisberg 등의 의해 창의적 사고 과정에 대한 논의가 이루어져 왔으나 최근 Finke 등에 의해 창의적 사고과정으로서 '생성단계'와 '탐구단계'로 구성된 GENEPORE 사고 과정이 제안되었다. 또한, 창의력은 기반 지식의 영향으로 발휘된다는 연구들이 대두되어 왔음에도 불구하고, 지식발달론에 근거한 창의력 교육 문제는 논의 수준에 그치고 있다. Piaget(1977), Gallagher(1981) 등은 지식발달이 경험적 추상과 반성적 추상의 과정에 기초하여 이루어지고 있음을 이론적 및 실증적으로 규명해 낸 바 있으며 최근 인지과학 분야의 연구성과는 지식발달의 과정을 다루는데 초점 맞추어지고 있다. 이 연구에서는 컴퓨터, 네트워크, 바이오텍, 로봇, E-비즈니스, E-교육, E-건강, 나노텍, 오락 등의 과학-기술-사회 주제를 중심으로 영재아를 위한 '개인적 창의적 사고 방법 및 사회 및 과학기술을 통합적으로 다루는 창의적 사고 모형을 개발'하였으며, 구체적인 프로그램 내용구성을 소개하였다.

Abstract

A model of STS (Science-Technology-Society) creativity education program for the gifted and talented children has been developed, based on GENEPORE thinking process and knowledge development theory. The GENEPORE creative thinking process, developed by Finke et al. (1990, 1992), has two phases such as generative phase and exploratory phase. And The knowledge development theories of Piaget (1977) and Gallagher(1981) assume that knowledge-bases are developed on the basis of empirical as well as reflective abstraction, which could imply that knowledge-bases are crucial in creative thinking process. The creativity education model for the gifted and talented of the present study attempted to integrate 'the individual, creative thinking process, and social/scientific technology' by employing topics of the science-technology-society such as computer, network, biotech, robot, e-business, e-education, e-health, nanotech and entertainment and the structure and contents of the program are proposed

I. 서론 : 프로그램 개발의 배경

창의력 교육은 창의적 사고과정과 지식기반에 기초를 두고 개발되어야 한다는 주장이 대두되고 있지만 실제적으로 이를 시도하는 노력은 거의 없었다. 'GENEPORE 창의적 사고과정 모델과 지식발달론에 기초한 영재아 과학-기술-사회(STS) 창의력 교육 프로그램 개발' 연구는 창의력 교육이 창의적 사고과정과 지식발달의 과정에 근거를 두고 과학기술 사회에서 개인과 사회문제를 해결해 낼 수 있도록 하는데 그 목표를 두고 있다.

1. 창의적 사고

창의적 사고는 독창적이며 유창하고 융통성 있으며 그리고 정교하게 대상을 다루는 사고의 과정이다. 창의적 사고이라는 용어보다 창의성, 창의력이라는 용어로도 사용된다. Osborn(1948)은 일상생활에서 당면하는 문제사태를 새롭게 독특한 방법으로 해결해 나가는 활동을 창의력이라고 정의하였으며 Guilford(1950, 1959)는 확산적 사고가 창의적 사고이고 그것은 곧 새롭고 신기한 것을 낳는 힘이라고 했다. Torrance(1959, 1979)는 곤란, 문제, 부조화와 같은 지식의 차이 등을 알고 이에 관련된 아이디어나 가설을 설정하고 그 아이디어나 가설을 검증, 수정, 재검증하여 최종적으로 그 결과를 보고하는 데까지 이르는 심리적 과정이라고 보았다. Getzels과 Jackson(1962)은 아이디어, 사물, 기술, 접근 방법을 새로운 방식으로 결합하는 능력이라고 했다. Koestler(1964)는 논리적 사고에 따른 통찰적 사고로 보았다. Gardner(1991)는 창의성을 새롭게 비밀상적이면서 궁극적으로는 하나의 문화 속에서 수용될 수 있도록 하고 효과적으로 문제를 해결하거나 문제를 만들거나 계획할 수 있는 능력이라고 하였다.

창의성에 대한 정의 및 접근은 너무나 다양하여 논란이 계속될 여지가 있다고 예상된다(Sternberg, 1988, 1999; Sternberg & Lubart, 1991, 1995, 1996; Lubart, 1994). Torrance(1979)는 창의성이 합리적·논리적 과정의 인지적 접근과 모험, 경험, 개방성 등의 성격적 접근으로 나누어진다고 지적한 바 있다. 최근에 Sternberg(1999)는 창의성에 대한 접근 혹은 패

러다임을 7가지, 즉 신비적 접근(mythical approaches), 실용적 접근(programmatic approaches), 정신역동적 접근(psycho-dynamic approaches), 심리 측정적 접근(psychometric approaches) 인지적 접근(cognitive approaches), 사회적·성격적 접근(social-personality approaches), 다원적 접근(confluence approaches)으로 대별하였다.

신비적 접근에서는 창의성을 신화적 믿음이나 영적인 과정으로 귀속시키고 있으며 창의적인 사람은 영감적인 아이디어를 쏟아내고 가치로운 산물을 산출하는 것으로 여겨졌다. Freud(1964)를 중심으로 한 정신역동적 접근에서는 창의성이 의식적인 실재와 무의식적 욕구간의 갈등 혹은 긴장으로부터 일어난다고 했다.

한편 Guilford(1950)는 그의 지능구조 모형에 확산적 사고를 제안하였으며 이에 근거하여 Torrance(1974)는 「Torrance Tests of Creative Thinking」를 개발했다. 창의성에 대한 심리측정적 혁명은 창의성 검사를 고안해 내었으며, 개략적이며 쉽게 실시할 수 있고 객관적으로 채점 가능한 평가 방법을 제공함으로써 연구를 활성화시켰으며, 또한 탁월한 사람들만을 창의성 연구의 대상으로 하던 기존의 관행에서 벗어나 일반인들의 창의성을 다룰 수 있게 만들었다(Sternberg, 1999).

1960년대를 접어들면서 인지론적 심리학이 활기를 띠게 되자 창의성을 정신적 표상과 과정으로 이해하려는 인지론적 접근이 등장하였다(Weisberg, 1986, 1993; Langley, Simon, Bradshaw & Zytkow, 1987; Finke, Ward & Smith, 1992; Boden, 1994; Smith, Ward & Finke, 1995). 창의성에 대한 사회적·성격적 접근은 창의성의 자원으로서 성격 변인, 동기 변인, 사회문화적 환경에 초점을 맞추고 있다. 그리고 Arnabile(1983), Barron(1969)는 창의적인 사람의 성격 특성과 동기에 주목하였다(Sternberg, Ferrari, Clinkenbeard, & Grigorenko, 1996).

창의성에 인지적 및 사회적-성격적 접근을 모두 포함시키고 있는 다원적 접근은 다학문적인 접근을 시도한 것으로, Sternberg(1985, 1987), Sternberg와 Rubart(1996)의 암시적 이론, Csikszentmihalyi(1988)의 체제이론, Sternberg와 Lubart(1991, 1996)의 투자 이론이 대표적이다. 최근의 다원적 접근은 창의성을 내적인 지적 능력, 지식, 사고의 유형, 성격, 동기, 환경의 복합적 요인으로 보고 있다.

어떤 차원에서 다루어지는 창의성은 사고라는 측면에서 고려해야 하며 독창적인 산출과 유용한 결과를 내는 과정이라는 기준에 의해서 판단되어야 한다. 이 두 가지에 가장 영향력이 클 것으로 보이는 요인은 인지적인 능력이다. 따라서, 이 연구에서는 창의적 사고 혹은 창의력, 창의성을 '독창적이며 유창하고 융통성 있게 그리고 정교하게 대상을 다루는 사고의 과정이며 행위'로써 인간이라면 누구나 가지고 있는 보편적인 것으로 정의 내린다.

2. GENEPORE 창의적 사고과정 모델

과학-기술-사회에서의 창의력 교육은 창의적 사고의 과정과 과학적 지식 발달 이론에 근거하여 기존의 창의력 개발 교육보다 진일보한 방식으로 이루어져야 할 것이며 영재아를 위한 창의력 개발 교육의 구체적인 방안과 실천이 요구되고 있다. 이미, Wallas, Weisberg 등에 의해 창의적 사고 과정에 대한 논의가 이루어져 왔다. 4단계의 창의적 사고과정을 가정하는 Wallas의 패러다임 이래로 창의성에 대한 사고과정적 접근을 수정, 변경, 확대하는 모델들이 제시되고 있다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 창의적 사고 연구들(Boden, 1992; Langley & Jones, 1989)과 인간 피험자를 대상으로 창의적인 사고과정을 설명해보려는 Finke 등(1990, 1992)의 연구가 대표적인 접근이다.

최근에 Finke 등은 창의적 사고과정으로서 생성단계(generative phase)와 탐구 단계(exploratory phase)로 구성된 GENEPORE 사고 과정을 제안하고 있다. Boden 등의 연구는 Finke의 GENEPORE 사고과정 모델이 과학적 발명이나 고안을 설명해 낼 수 있는 사고과정임을 지지해 주고 있다.

Finke(1990)는 시각 심상 이론에 주된 공헌을 한 사람으로 이 분야의 전문성을 살려 시각 심상 패러다임을 창의성 연구에 확장하였다. Finke는 인위적 형태의 시각적 통합에 대한 Palmer(1977) 등의 선행 연구를 확장하여, 사람들이 여러 부분을 시각적으로 조합하여 유용하고 새로운 작품을 창출할 수 있는지를 결정하고자 하였다(1990). 물체의 부품으로는 구, 반구, 정육면체, 원추, 원기둥, 정육면체, 철사, 관, 팔대, 편평한 정사각형, 갈고리, 바퀴, 고리 그리고 핸들과 같은 기본적인 모양을 가진 것을 이용했다. 피험자나 실

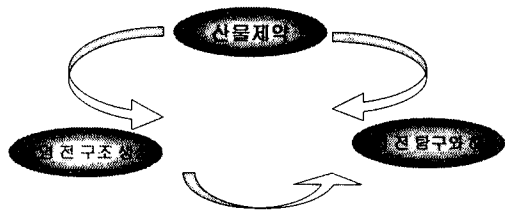
험자가 세 개의 부품을 선택한 후, 피험자에게 눈을 감고 이들 부품을 조합하여 실용적인 물건이나 장치를 만드는 상상을 해 보라고 지시하였다. 피험자들은 세 개의 부품을 모두 이용해야 했지만, 크기와 위치 그리고 방위는 마음대로 바꿀 수가 있었다. 이렇게 만들어진 물품을 다음 여덟 가지 범주-가구, 개인용품, 운송도구, 과학용 장치, 가정용 용구, 연장 또는 부엌 세간, 무기 그리고 장난감 혹은 게임기-중 하나에 귀속시켰다.

그리고는 각 창작물의 실용성과 독창성을 5점 척도로 판단하였다. 특정 창작물이 실용적인 것으로 간주되기 위해서는 그에 대한 실용성 평균 평점이 적어도 4.5는 되어야 했고, 독창적인 것으로 간주되기 위해서는 독창적인 것으로 간주되기 위해서는 독창성 평균 평점이 적어도 4.0은 되어야 했다. 한 조건에서는 피험자들 스스로 부품을 선택할 수 있었으나 그들이 만들어야 할 물품의 범주를, 예컨대 가정용구여야 한다고 미리 정해주었다. 다른 조건에서는 8개의 범주 중 어느 범주에 속하는 물건을 만들어도 좋으나 피험자가 이용할 수 있는 부품 세 개(예, 반구, 바퀴, 갈고리)는 미리 정해 주었다. 가장 제약이 심한 조건에서는 피험자들에게 특정 부품을 이용하여 특정 범주에 속하는 물품을 만들어 보라고 하였다. 예컨대, 반구, 바퀴, 그리고 갈고리를 이용하여 가정용구를 만들어 보라고 지시하였다. 실용적이라고 판단된 창작물의 개수는 이들 세 조건에서 비슷하였으나, 실용적이면서 독창적이라고 판단된 창의적 물품의 개수는 제약이 가장 심한 조건에서 제일 많이 만들어진 것으로 드러났다. 과제에 부과된 제약이 많을수록, 모든 준거를 충족시키면서도 이미 존재하는 물체와 비슷한 것을 생각해내는 경향이 줄어들었다.

그러나, 부품과 범주를 정해준 것보다 제약이 더 심한 조건도 있었다. 다른 연구에서는 피험자들에게 정해진 부품을 이용하도록 하였으나, 피험자들은 이들을 조합하여 물품을 만든 후에야 그 물품을 귀속시킬 범주를 알게 되었다. 물품이 만들어진 후에야 그것이 무엇인지를 알 수 있기 때문에, Finke(1990)는 이런 물품을 '발명 전 형식(preinventive forms)' 또는 '발명전 구조'라고 하였다.

제약이 다소 완화된 조건에서도, 많은 피험자들이 처음에는 부품의 조합을 상상해보는 생성 전략(generation strategy)을 이용하고, 그런 다음 창출된 물건을 어떻게 이용할 것인지를 알아보는 탐구 전략

(exploration strategy)을 이용하는 것을 선호하였다. Finke, Ward와 Smith(1992)는 이 과정을 포착하여 GENEPORE(generation-exploration) 모형을 구축하여 이 두 단계를 설명하고 있다(그림 1).



[그림1] GENEPORE(생성-탐구) 모형의 기본구조

첫 단계에서 발명-전 구조가 형성된 다음, 두 번째 단계에서 탐구 및 해석이 전개된다. 이 발명 전 구조는 최종적인 창의적 산물의 선구자로, 발명이 전개되는 전체 주기 동안 생성되고, 재생성되며, 또 수정되기도 한다. Finke 등(1992)은 발명-전 구조 생성에 더 힘을 기울인 다음, 나중에 이것이 어떻게 활용될 것인지를 생각하라고 권한다. 이런 생각은 우리의 보통 사고방식과는 정 반대이다. 대개 우리는 셔츠 주머니에 알맞은 지갑 또는 해변에서도 갈아입을 수 있는 옷과 같은 특정 물품을 마음에 둔 다음 어떻게 하면 이러한 목적을 달성할 것인지를 궁리한다(박권생, 2000). Sweller와 동료들(1983)의 연구에서 설정된 무목적 조건에서는 맹목적인 탐구 단계가 초기에 주어졌고, 이 단계가 문제해결에 도움이 되었다. Sweller 등(1983)의 무목적 단계와 Finke 등(1992)이 권장하는 전략 간에 흥미로운 유사성을 발견하게 된다.

Geneplore모형에서 중요한 역할을 하는 과정, 구조, 특성, 제약요인들의 대표적인 예는 <표1>과 같다. '생성 과정(generative process)'의 가장 기본적인 유형들은 기존에 있는 구조들을 기억 속에서 '회상(retrieval)'해 내는 것과 이러한 구조들 사이의 '연합(association)'을 형성하는 것으로 이루어진다. 예를 들어, 특정한 단어나 물체는 기억에서 회상되어, 탐구 단계에서 재해석될 수도 있을 것이다. 아니면, 여러 가지 단어와 물체들을 회상되고 난 후에, 새롭고 단순한 형태의 발명전 구조들을 생성해 내면서, 새로운 방식들로 연관될 수도 있다. 이러한 기억과 연상의 과정들은 대개 급작스럽게

자동적으로 일어나는 것이지만, 때로는 정신적인 장애 요소와 고착 효과로 인해서 일어나지 못할 수도 있다.

<표1> Geneplore 모형에서의 인지 과정, 구조, 속성, 제약에 대한 실례 *

생성과정	발명전 구조	발명전 구조의 속성	탐구 과정	최종적인 산물 생성의 제약
회상	시각적 패턴	신기성	속성발견	산물 유형
연합	객관적 형태	애매성	개념적 해석	범주
병합	정신적 혼합	유의미성	기능적 추론	특징
변형	범주 대표	발현성	맥락적 이동	기능
유사전이	정신 모형	부조화	가설검증	구성성분
범주적 축소	언어적 조합	발산성	한계점 발견	자원

* Finke 등(1992)에서 인용

생성과정에서의 다양한 발명전 구조들은, 여러 구성 요소들의 정신적인 '병합(synthesis)'과 최종적인 형태의 정신적인 '변형(transformation)'의 결과로도 나타난다. 요소들은 정신적으로 재배열되고 재결합될 수 있으며, 그 형식들은 회전되거나 더 흥미롭고 잠재적으로 유용한 구조를 지닌 형태로 바뀔 수 있다. 생성과정의 다른 한 가지 유형은 '유사 전이(analogical transfer)'인데, 그것은 이미 잘 알고 있는 것들과 유사한 발명전 구조를 산출해 내면서, 하나의 관계 또는 하나의 맥락에서의 일련의 관계들이 다른 것으로 전이되는 것이다. 예를 들어, 원자 구조에 대한 조기의 모형들은 태양계에서의 태양과 행성의 관계에 대한 유사 전이의 결과로 생겨난 것이었다.

다른 한 가지 중요한 생성 과정으로서 '범주적 축소(categorical reduction)'가 있는데, 이것은 정신적으로 대상물이나 요소들을 더 초기의 단순한 범주로 축소시키는 것을 의미한다. 예를 들어, 집과 같은 친숙한 대상물을 기본적인 기하학적 형태만으로 초점을 맞출 수 있

을 것이다. 범주적 축소는 기능적인 특징도 포함할 수 있다. 예를 들어, 특정한 그릇을 “잔”이라고 간주하지 않고 뜨거운 액체를 담아놓을 수 있고 열을 가할 수 있는 용기라고 간주함으로써, 더 좋은 커피잔을 개발해 내려는 노력을 할 수도 있다.

<표 1>에는 여러 가지 유형의 ‘발명전 구조(preinventive structure)’들에 대한 예가 나와있다. ‘시각적인 패턴(visual pattern)’과 ‘객관적인 형태(object forms)’이다. 예를 들어, 새로운 발명이나 공간적이고 예술적인 디자인 등이다. 이러한 발명전 구조들은, 일반적으로 시각적, 공간적 이미지를 지니고 있다. 또 다른 발명전 구조는 ‘정신적 혼합(mental blend)’으로, 이는 개념상의 결합, 은유, 혼합된 정신적 이미지 등을 포함하고 있는 한 부류의 구조들을 총체적으로 언급하기 위해서 이 용어를 사용한다. 이들의 공통점은 전혀 다른 두 가지의 독특한 실재물이 새로운 것을 만들어 내기 위해서 주입된다. 예를 들어, 새로운 유형의 동물을 고안해 내기 위해서 사자와 타조를 결합시키는 것을 상상할 수도 있을 것이고, 새로운 개념상 범주를 고안해 내기 위해서 가정에서 쓰는 전기 용품들과 가구들에 대한 개념을 혼합시킬 수 있다.

다른 발명전 구조로는, 특이한 범주나 가설적인 범주의 대표가 될 수 있는 것들을 생성해 낼 때 가능할 수 있는 ‘범주 대표(category exemplars)’이다. 최종적으로 대표로 결정된 것들은 흔히, 더 친숙하게 잘 알고 있는 대표들이 공통적으로 가지고 있는 특징뿐만 아니라 새롭고 예측하지 못했던 새로운 것들을 발견하게 해주는 혁신적이고 새롭게 생성된 특질들도 함께 지니고 있다. 예를 들어, 지구와는 다른 행성에서 살고 있는 이질적인 생물체에 대해서 여러 범주를 생성해내려고 한다면, 어떤 사람은 어떤 측면에서는 지구상의 생물체들과 유사한 점이 있는 생물체를 상상할 수도 있을 것이고, 다른 사람들은 그렇지 않을 수도 있을 것이다.

또한 사람에 따라서는 ‘정신 모형(mental model)’과 같은 더 큰 범주(large-scale preinventive structure)의 발명전 구조들을 생성해 낼 수도 있는데, 이는 다양한 기계적이고 물리적인 구조뿐만 아니라 전체적이고 개념적인 구조까지도 나타내는 것이다. 정신모형은 대개 불안정하고, 불안정적이며, 비과학적일 수도 있는 구조들에서 시작되며 이후에 연구와 발견을 거듭하면서 개선되고 정교하게 보완되어 나간다.

‘언어적 조합(verbal combination)’의 발명전 구조들은 다양한 언어들이 결합된 유형-시적인 표현이나 다른 문학적 장르에 이용될 수 있는 단어와 구절들 사이의 흥미롭고 암시적인 관계들-으로 이루어질 수 있다. ‘정

신적 혼합’과는 구조의 요소들이 물리적으로나 개념적으로 실제 주입될 필요가 없다는 점에서 다르다. 이상의 발명전 구조들은 정교하게 고안되어진, 최종적으로 객관화되어 형태로 나타난 산물들과는 다르다.

발명전 구조들은 창의적인 결과(creative outcomes)들을 산출해 내는 범위나 정도가 다양할 수도 있다. 창의적 탐구와 발견에 기여할 수 있는 발명전 구조들의 속성(preinventive properties)으로, 신기성, 애매성, 유의미성, 발현성, 부조화, 발산성의 6가지를 들 수 있다. 가장 중요한 것은, 발명전 구조들에 있어 완전히 새로운 ‘신기성(novelty)’이 있다. 일반적이고 친숙한 구조도 창의적인 방식들로 이해될 수도 있지만, 그 구조가 처음부터 상대적으로 덜 일반적인 경우에 창의적인 발견을 할 수 있는 가능성들은 훨씬 더 커지게 될 것이다.

구조에 있어서의 불확실한 ‘모호함(ambiguity)’ 함축적인 의미가 풍부한 ‘유의미성(meaningfulness)’도 역시 창의적 탐구와 이해를 할 수 있는 더 기회를 더 많이 부여해 줄 수 있다. 또한 예측하지 못했던 특질과 관계들이 발명전 구조에서 나타나는 정도인 ‘발현성(emergence)’, 여러 요소들간의 상충이나 대립을 지칭하는 부조화(incongruity), 같은 구조 내에서의 여러 가지 용도나 의미들을 발견해 낼 수 있는 능력을 나타내는 발산성(divergence) 등의 속성이 있다.

‘탐구과정(exploratory processes)’에는 속성발견, 개념적 해석, 기능적 추론, 맥락적 이동, 가설검증, 한계점 찾기 등이 있다. ‘속성 발견(attribution finding)’이란 발명전 구조들에서 새롭게 나타나는 특징들에 대한 구조적인 탐구를 하는 것을 지칭한다. 예를 들어, 여러 부분들의 특이한 결합으로 이루어지는 새로운 정신적인 이미지를 생성해내고, 새롭게 나타나는 특질들이 있는지를 결정짓기 위해서 정신적으로 그 이미지를 자세히 살펴보는 경우이다.

‘개념적 해석(conceptual interpretation)’은 발명전 구조를 선택하고 이에 대한 추상적, 은유적, 이론적인 해석을 발견해 내는 과정을 매우 포괄적으로 언급하는 것이다. 개념적 해석은 창의적 탐구 과제에 대한 매우 광범위한 지식을 적용하거나 활용하는 경우이다.

‘기능적 추론(functional inference)’은 발명전 구조의 잠재적인 이용과 기능들을 고찰해 보는 과정을 지칭하는 것이다. 예를 들어, 발명전 한 물체의 형태가 어떤 연장, 가구, 강도를 잡기 위한 장치 등으로 이용될 수 있는 것인지에 대해 상상해 볼 수도 있다. 이러한 과정은 흔히 다양한 방식으로 실제 그 물체를 사용하려는 사람이 상상을 하게 된다면 더 활발하게 이루어 질 것이다.

‘맥락적 이동(contextual shifting)’은 가능한 다른 용도들이나 그 구조의 의미에 대한 통찰력을 얻기 위한 방식으로 완전히 새롭거나 전혀 다른 맥락에서 발명전 구조(preinventive structure)를 고려해 보는 것이다. 이 과정은 고착 효과라든가 창의적 발견에서의 장애물들을 극복할 수 있도록 도움을 준다.

발명전 구조들은 ‘가설검증(spirit of hypothesis testing)’ 면에서 탐구해 볼 수도 있다. 실험자는 그 문제에 대한 가능한 해결책들을 제시함으로써 구조들을 해석하려고 노력할 것이다. 예를 들어, 기하학에 대한 문제를 연구하고 있는 사람은 다양한 해결 가능성들을 제시해 주고 그 문제를 해결하기 위한 이러한 구조들의 함의를 연구해 보는 발명전 구조를 생성해 낼 수도 있다. 직접적인 방법이 실패를 할 때, 이런 식으로 흔히 그 문제에 대한 발명전 해결책을 발견해 낼 수 있게 된다.

또 다른 한가지 탐구 과정은 ‘한계점을 발견(search for limitation)’해 내는 것이다. 발명전 구조들은 아이디어가 효과가 없을 것 같다는 통찰(insight)과 어떤 유형의 해결책들은 가능하지 않을 것 같다는 것을 제시해 줄 수도 있다. 이것은 흔히 어떤 것이 효과가 있을 것이라는 점을 실제로 발견해 내는 것만큼 매우 중요하다. 과정들을 포함하는 것을 필요로 하지는 않으며, 어떤 한 가지 생성과정이나 연구과정이 창의적 인지를 가장 잘 실증해 줄 수 있는 것도 아니다. 오히려, 우리는 창의성을 이러한 다양한 과정들이 총체적으로 결합되어 이루어진 결과라고 간주한다.

최종적인 창의적 산물들에 대해서는 과제의 필요 요건에 따라서, 생성단계(generative phase)과 탐구단계(exploratory) 둘 다에서 어떤 제약들이 부과될 수 있다. 최종적인 산물의 생성에 있어서 제약들(product constraints)로는 산물유형, 범주, 특징, 기능, 구성요소, 자원을 들 수 있다.

첫째, 특정 ‘산물유형(product type)’으로 제한을 받게 될 수 있다. 어떤 사람은 새로운 타자기를 디자인하라는 요구를 받을 수도 있을 것이고, 어떤 문제에 대한 특정 유형의 해결책을 생각해 내라는 요구를 받을 수도 있을 것이다. 둘째, 새로운 가구를 창안해 내거나 물리학 분야에서 새로운 이론을 생각해 내는 것처럼, 그 산물의 일반적인 ‘범주(category)’에 있어서도 제한 받을 수도 있다.

산물이 지니고 있어야 하는 일정한 ‘특징(features)’들에 대해서 제한 받을 수도 있다. 예를 들어, 어떤 전자 제품은 특정한 크기로, 또는 이동이 용이하도록 제한될 수 있다. 어떤 범주의 대표는 특별히 꼭 필요하거나 명

시되어진 특질들을 포함하고 있어야 될 수도 있다. 제약의 유형은, 그것의 가능한 용도와 이용하는데 있어서의 특성들을 제한하게 되며, 그 산물의 기능과 관련이 있다. 예를 들어, 얼음을 부술 수 있는 도구를, 어떤 사람은 특정 속도로 비행할 수 있는 제트 항공기를 디자인해야 하는 경우이다. 이 외에도 특정 산물에만 적용될 수 있는 ‘기능(function)’이나 ‘구성성분(components)’, 가용하거나 불가능한 ‘자원(resources)’의 제약 등이 있다.

GENEPORE 창의적 사고 모델은 무언가 생성을 해 내고 탐구하여 해석하는 과정을 다루는 구체적이면서도 포괄적인 미래지향형 사고모델이다. 또한, 현재 GENEPORE 창의적 사고 모델은 미국은 물론 일본이나 남미 등지에서 컴퓨터를 활용한 작업이나 건축설계에 유용한 모델임이 증명되고 있어 국내에서도 과학적 문제해결과 관련된 창의적 사고력 개발에 활용하여 다룰 필요가 있을 것으로 보인다.

3. 지식발달론

창의력은 기반 지식의 영향으로 발휘된다는 연구들이 대두되어 왔고 인간의 역사 자체를 지식발달적 관점에서 보는 시각들이 팽배해 왔음에도 불구하고, 지식발달론에 근거한 창의력 교육 문제는 논의 수준에 그치고 있다. 창의력 개발에 지식발달을 고려해야 하는 이유는 두 가지이다. 하나는 창의력이 지식발달을 전제로 한다는 것과 다른 하나는 창의력의 발현 그 자체는 인간의 지식발달과 동시에 발생한다는 관점이다. 창의력이 지식발달을 기반으로 발현된다는 입장은 선행지식이나 그 이전의 아이디어가 새로운 아이디어 창출을 결과로 내놓는다고 제안하고 있다 (Smith, 1993; 전명남, 2001). 최근 지식 구성과 관련하여 지식발달이 창의력의 발생과 과정과 결과 면에서 동시에 일어난다는 주장이 대두되고 있다. Piaget(1977), Gallagher 등(1981)은 지식발달이 경험적 추상과 반성적 추상의 과정에 기초하여 이루어지고 있음을 이론적 및 실증적으로 규명해 낸 바 있으며 최근 인지과학 분야의 연구성과는 지식발달의 과정을 다루는데 초점 맞추어지고 있다.

특히, Piaget는 지식은 다른 사람으로부터 수동적으로 받아들이는 것이 아니라 인식 주체가 경험 세계를 조직화함으로써 능동적으로 구성하는 것으로 보고

있다(Gallagher & Reid, 1981). Piaget는 지식발달은 경험적 추상과 반성적 추상의 과정을 통하여 이루어짐을 강조하였다. '경험적 추상(abstraction empirique; empirical abstraction)'은 단순 추상(simple abstraction)이라고도 하며, 대상으로부터 관찰 가능한 속성을 추출하는 과정을 일컫는다. 경험적 추상은 현실에서 새로운 지식을 도출하는 것이다. Piaget는 그가 설명하고자 한 지식의 틀 형성 면에서 경험적 추상의 중요성을 최소화하는데 상당한 주의를 기울이고 있다. 그럼에도 불구하고 경험적 추상은 지식의 내용을 제공하는데 불가결한 요소이며, 자신의 예상을 통제하고 질문을 제기하도록 돕는다.

'반성적 추상(abstraction réfléchissante)'은 Piaget의 심리학적 연구에서 나온 독자적인 개념으로 엄격하게는 '추상을 반성한다'는 의미이고, '구성적 추상(Kamii & Devries, 1988)'이라고도 한다. 반성적 추상은 '반영'과 '반성'이라는 분리할 수 없는 두 계기로 구성된다. 반영이란 상대적으로 하위의 단계의 내용을 보다 상위 단계의 형식 아래에 포섭하는 것을 의미하며 투사라고도 한다. 반성이란 그러한 포섭의 구조 내지는 재조정을 의식화 하는 것을 말한다. 여기서 반영은 실체론적 대상 개념, 즉 정적인 물체를 지시한다면, 반성은 그것을 지탱하는 의식적 구조 혹은 형식을 지시한다. 그런데 Piaget(1977)가 강조하는 것은 Kant가 생각한 것처럼 절대적인 내용과 절대적인 형식이 따로 구분되어 있는 것이 아니라, 어떤 단계의 형식은 그 하위 단계의 내용과의 관계에서는 형식이지만, 그러한 형식 자체는 보다 상위 형식과의 관계에서 다시 반성적 사고의 내용으로 포섭될 수 있다는 것이다. Piaget의 반성적 추상이란 바로 이처럼 반영과 반성, 내용과 형식의 끊임없는 교대가 일어나는 진보를 의미한다. 따라서 Piaget의 경험적 추상과 반성적 추상의 지식발달 모형에서 직접적인 경험(direct experience), 행위(action), 반성(reflection)의 지식교육의 방법을 구안해 볼 수 있다.

4. 과학-기술-사회를 주제로 한 영재아 창의력 교육 프로그램의 필요성과 선행연구의 문제점

과학-기술-사회에서 영재아를 위한 과학적 창의력 교육은 개인과 창의적 사고 방법 및 사회 및 과학기술을 통합적으로 다루는 모형이 요구되며 이를 기초로 개발된 교육 프로그램은 영재아들의 과학시대에서의 창의적 사고 및 능력 개발은 물론 과학개념과 지식의 응용 및 과학기술에 대한 태도, 과학적 과정 기능 등에 유의한 증가를 가져 올 수 있을 것이다.

'인간의 성장 가능성의 실현'과 '개인차의 고려'라는 교육적 측면과 '고도 산업 사회에서 국가의 경쟁력 강화'와 '문명의 발전'이라는 사회적 측면에서의 중요성을 인정받아 과학 및 수학 및 기타 분야의 영재교육은 외국뿐만 아니라 국내에서도 관련 연구와 교육 실천이 끊이지 않고 계속되어 왔다. 우리나라에서도 1983년에 경기 과학고등학교 설립 이래 영재아를 위한 각종 특수목적교의 개교와 운영, 초·중등 학교에서의 속진프로그램(accleration program)과 심화프로그램(enrichment program)의 통합 운영, 한국교육개발원의 영재교육 프로그램, 한국영재학회, 한국과학기술원과 각 대학 별 과학영재교육센터, 단위 학교 별 특별반 운영 및 기타 특활 활동 등이 개발·형성되어 연구와 교육에 일익하고 있지만, 영재 교육 프로그램의 개발과 운영 면에서 남아있는 과제가 많다.

영재라는 용어는 천재(天才: genius), 영재(英才: giftedness), 재능아(才能兒: talented child), 수재(秀才: high achiever) 등과 같이 다양하게 불리워지고 있다. 영재의 특성에 대한 여러 가지 견해가 있을 수 있어서 공통적인 정의를 내리기는 어려운 일이지만 1950년대 초까지의 대부분의 교육자들은 영재의 조건으로 IQ. 와 학업성취도에서 학생 집단의 1%에 이내에 속하는 학생을 영재라고 정의하여 왔다. 한편, Renzulli(1978)는 세 고리 모델을 제안하여, 일반 지적인 능력, 창의성, 과제 집착력의 세 가지 요소가 거의 비슷한 비중으로 중요하게 작용하며 적어도 각 특성이 85% 이상이면서, 적어도 한가지 특성에서는 98% 이상일 때, 뛰어난 성취를 할 가능성이 높아진다고 하여 일반학생의 15~20%가 영재교육의 대상이 된다고 주장하였다. 즉 1~3%의 아동들만이 영재로서 특별한 교육을 받을 필요가 있는 아동이라는 제한적인 정의에 대해서 도전한 것으로 볼 수 있다(한국교육개발원, 1996).

미국의 경우 영재아를 위한 사고교육 프로그램의 개발과 운영이 체계적으로 진행되어 오고 있다(Renzulli & Reis, 1985; Burns & Reis, 1991;

Stenberg, 2001). 영재아를 위한 사고 교육 프로그램의 개발과 이행에 있어 명료한 사고 기술의 분류는 교육의 출발점이며 수업목표로 가장 적절한 기술들을 규명해보는 것이 바람직하다.(Beyer, 1987). 영재아 및 일반 아동을 위한 사고 기술의 교수에 대해 조직적인 접근을 위해 Costa(1985), Renzulli와 Reis(1985)는 중요한 사고 기술의 범주로 분석적 추리(analytical reasoning), 의사결정(decision making), 창의성(creativity), 문제해결(problem solving), 비판적 사고(critical thinking) 기술을 들고 각 범주별로 하위 기술들을 열거하고 있다. 이외에도 Lipman(1980, 1985), de Bono(1982)의 구체적인 사고 교육 프로그램에서 생성된 사고 기술들을 고려해 볼 수 있다. Burns와 Reis(1991)는 영재 교육 프로그램에 포함시킬 수 있는 사고 기술로 분석적 추리, 비판적 사고, 조직화, 창의성을 제안하고 이를 기본 골격으로 하는 교수-학습 프로그램을 내놓고 있다. 종합컨대, Costa(1985), Renzulli와 Reis(1985), Burns와 Reis(1991) 등의 영재를 위한 사고개발 측면에서 창의성은 영재교육 프로그램에서 핵심적인 교육내용인 동시에 교수-학습의 주제가 될 수 있다.

미국에서는 1932년부터 영재교육을 시작하여 1988년부터는 더욱 활성화 되었으며 49개 주에서 영재교육 실시를 의무화하고 있다. 미국에서의 영재교육도 창의성 교육을 강조하고 있으며, 이는 독일, 이스라엘에서 관심을 쓰고 있는 영역이다(김정휘, 2001). 독일의 경우 영재 학생들이 프로젝트를 수행하거나 스스로 문제를 해결하도록 하는 방식을 취해 창의성 개발에 접근하고 있고, 이스라엘의 텔아비브 대학부설 예술과학 청소년 영재교육센터에서는 200여 과목을 뷔페식으로 늘어 놓은 것이 특징인데, 과목은 크게 논리적 사고를 요하는 과목과 창의적 표현을 요구하는 과목으로 분류되어 창의성 교육을 체계적으로 실시하기 위해 노력하고 있다. 따라서 한국에서도 체계적인 영재교육을 실시하는 것뿐만 아니라 보다 타당화된 교육프로그램을 계획하고 실시할 필요성이 있다. 단시일 내에 영재 교육 프로그램을 개발하여 타당화되지 않은 영재 교육 프로그램을 실시하여 실속이 없는 외형적인 성과에 급급해서는 안될 것이다.

창의성이 유전적으로 타고난 것인가 아니면 읽기나 연산을 가르치는 방법과 같이 개발될 수 있는가에 대한 계속된 논쟁에도 불구하고, Osborn(1948), de Bono(1970), Parnes(1976)와 같은 연구자들에 의해 창

의성의 훈련 및 교육가능성이 지지되어 왔다. Torrance(1987)는 창의성의 개발 가능성에 초점을 맞추어 창의성 개발연구에 관한 142편의 논문들을 검토하였는데 그 중에서 72%에 해당하는 102편의 논문에서 창의성 개발에서의 성공을 보고하였다(김남성, 1995). 즉 창의성은 체계적으로 계획된 프로그램의 개발과 운영을 통해 개발, 교육할 수 있다는 관점이 지배적이다.

미국의 하버드 대학과 BBN 연구소와 베네주엘라 정부의 합작 프로그램인 오딧세이(Odyssey) 프로그램과 de Bono(1973)의 CoRT 프로그램, Covington 등(1974)의 생산적 사고 프로그램, Dougherty(1987)의 창의적 문제해결력으로 발명하기 프로그램, Juntune(1984)의 창의적 사고 개발 프로그램, 한국교육개발원(1994)의 '사고·탐구·창조' 프로그램은 물론, 영재교육 분야에서 창의력 개발을 다룬 프로그램 가운데 대표적인 것이 Renzulli, Smith, Ford & Renzulli(1986)가 개발한 창의성의 새로운 방향(New directions in Creativity) 프로그램과 Feldhusen, Treffinger와 Bahlke(1981)의 퍼듀대학 창의적 사고력 프로그램, 박숙희(1999)의 영재를 위한 창의성 증진 프로그램 개발, 김영채(1999, 2002)가 도입한 Torrance의 미래 문제해결 프로그램 등이 있다. 그러나, 창의성 개발을 위한 프로그램들은 그 내용을 구성하는데 있어서 영재아나 부진아와 같은 개인차 문제를 다루는데 보다 적극적이지 못했으며, 현행의 학교 교육과정이나 현실적인 맥락을 고려하지 못하고 있다는 문제점을 가지고 있다.

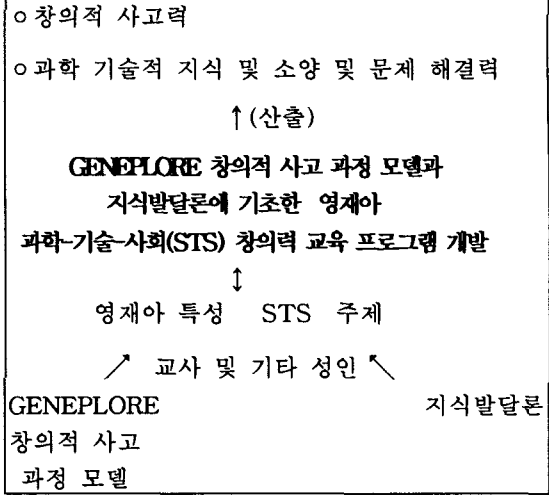
특히, 오늘날 우리 사회는 과학과 기술의 역할이 날로 증대되고 있어 과학-기술-사회(Science-Technology-Society: STS) 교육에 관한 관심이 높아지고 있다. STS 분야의 교육 문제를 다룬 선행 연구로는 중학교(권용주, 1993; 김인희, 1994; 최경희와 김추령, 1994; 조현순과 정영란, 1995; 강순자 등, 1995)나 고등학교(권희진, 1993; 양태은, 1996) 학제 수준별 연구가 주로 이루어져 왔으나, 영재아나 학습 부진아를 대상으로 한 연구는 많지 않은 실정이다. STS를 교육에 적용하는데 있어서 학업 수준에 적합한 STS 프로그램의 개발이 반드시 필요하다. 정완호(1996)는 STS 수업을 진행할 때 우수한 학생들이 아주 적극적으로 참여하며, 보통 학생들도 열심히 참여하지만, 부진한 학생들의 참여도는 보통 수준이므로 STS 학습의 적용은 우수한 고학년의 학력 수준을 갖추고 있어

야 한다고 하였다. 따라서 STS 수업을 영재학생들에게 적용하는 실험적 프로그램이 요구된다. 현재 우리나라에서 개발되어 있는 STS 프로그램의 대부분은 Iowa Chautauqua Program을 사용하고 있지만 적용 대상에 따른 수업모형의 효과는 알 수가 없는 상황이다. 한편 강순자 등(1999)은 Yager(1992) 등의 법률학적 모형에 의한 STS 프로그램을 고등학교 학습부진아를 대상으로 실시하였을 때 학업성취도와 긍정적인 태도 변화가 있었음을 보고하고 있다. 조정일과 박현(1999)은 Iowa Chautauqua의 프로그램을 근거로 하여 중등 과학교사를 위한 현직 STS구성주의 모듈을 개발한 바 있다.

그러나, 국내·외적으로 실시된 STS의 교육은 아동을 대상으로 한 체계적인 프로그램도 개발되지 못하고 있을 뿐만 아니라, 국내에서 이루어진 STS 교육의 내용이 미국의 Iowa Chautauqua Program에 한정되고 있어 보다 균형잡힌 STS 교육 내용의 선정과 조직이 요구되고 있다. 또한 지금까지 이루어진 STS 교육은 영재아를 위해 특별히 고안되지 않았다는 한계가 있어 아동의 개인차를 고려한 STS 교육 프로그램의 개발이 필요한 상황이다. 특히 STS 주제를 가지고 영재아의 창의력 개발 문제를 다루는 접근은 영재아들의 창의적 능력과 과학적 소양이나 현실 문제 해결 능력 증진뿐만 아니라 장·단기적으로 인간이 미래에 부딪치게 될 과학·기술 사회에 대처할 수 있는 힘을 길러 줄 수 있을 것이다.

II. GENEPORE 창의적 사고 과정 모델과 지식발달론에 기초한 영재아 과학-기술-사회(STS) 창의력 교육 프로그램 모형과 구성 예시

GENEPORE 창의적 사고 과정 모델과 지식발달론에 기초한 영재아 과학-기술-사회(STS) 창의력 교육 프로그램의 모형은 [그림1]과 같다.



[그림 1] GENEPORE 창의적 사고 과정 모델과 지식발달론에 기초한

과학-기술-사회(Science-Technology-Society: STS) 영재아 창의력 교육 프로그램 개발의 모형도

프로그램의 영역별 구분과 구성요인은 <표 2>과 같다. STS의 주제는 Canton(1999)과 Coates, Mahaffie & Hines(1997)의 내용을 기초로 하여 '컴퓨터', '네트웍', '바이오텍', '로봇', 'E-비즈니스', 'E-교육', 'E-건강', '나노텍', '오락의 현재와 미래형이 내용이다. <표3>에서는 프로그램의 전개양식의 사례를 나타냈다. GENEPORE 모형의 생성과 탐구, 지식발달론의 경험, 행위, 반성의 과정이 STS 주제 활동을 진행하는 동안 이루어진다.

<표 2> 프로그램의 영역별 구분과 구성요인

창의적 사고 요소 STC 내용	가) STC 주제에 대한 아이디어 표현하기 (유창성)	나) STC 주제에 대한 다양한 각을 용시시키기 (융통성)	다) STC 주제에 대해 독특하게 표현하기 (독창성)	라) STC 주제를 체계적이고 상세하게 표현하기 (정교성)
1) 21C 컴퓨터	1)가)	1)나)	1)다)	1)라)
2) 21 C 네트워크	2)가)	2)나)	2)다)	2)라)
3) 21C 바이오텍	3)가)	3)나)	3)다)	3)라)
4) 21C 로봇	4)가)	4)나)	4)다)	4)라)
5) 21C E-비즈니스	5)가)	5)나)	5)다)	5)라)
6) 21C E-교육	6)가)	6)나)	6)다)	6)라)
7) 21C E-건강	7)가)	7)나)	7)다)	7)라)
8) 21C 나노텍	8)가)	8)나)	8)다)	8)라)
9) 21C 오락	9)가)	9)나)	9)다)	9)라)

<표 3> 프로그램의 전개

순서	소요 시간	활동 내용	구체적 활동
I	도입	프로그램 시작활동	1) 컴퓨터 2) 네트워크 3) 바이오텍 4) 로봇 5) E-비즈니스 6) E-교육 7) E-건강 8) E-나노텍 9) 오락
II	전개	1단계 : 본 활동 전개 각 STC 주제 별로 프로그램전개 <표2>의 1)가)부터 9)마)까지 진행 GENEPORE 모형 생성 단계 적용 및 직접적 경험과 행위 활동을 주로 강조	'생성' 과정에 초점 : 맞춤, 회상, 연합, 병합, 변형, 유사전이, 범주적 축소 등 활용 1) 21C 컴퓨터 : 2) 21C 네트워크 : 3) 21C 바이오텍 : 4) 21C 로봇 : 5) 21C E-비즈니스 6) 21C E-교육 7) 21C E-건강 8) 21C E-나노텍 9) 21C 오락
III	전개	2단계 : 본 활동 전개 GENEPORE 모형 탐구 단계 적용 및 반영과 반성을 주로 강조	'탐구' 과정에 초점 : 속성발견, 개념적 해석, 기능적 추론, 맥락적 이동, 가설검증, 한계점 발견 등 활용 1) 21C 컴퓨터 2) 21C 네트워크 3) 21C 바이오텍 4) 21C 로봇 5) 21C E-비즈니스 6) 21C E-교육 7) 21C E-건강 8) 21C E-나노텍 9) 21C 오락

7. 논의

불확실한 현실과 미래의 문제 해결에 창의력의 발휘 여부가 핵심적이기 때문에, 국내·외 심리학자들과 교육학자들은 그 개념과 본질을 꾸준히 연구해 왔다. 우리나라의 경우 창의적 사고력을 중요 개념으로 인식해 온 것은 마찬가지이지만, 주로 창의력의 본질 문제보다는 주로 검사에 의한 측정 문제나 외국의 프로그램의 내용 일부를 국내에 도입하는데 국한되어 있었다. 그러나, 창의력의 인지심리학적 본질을 정확히 이해하지 않고는 창의력 개념이나 이론 및 교육적 향상의 측면에서 실질적인 진보를 기대하기 어려울 것이다. 이 연구를 통해 개발된 프로그램을 통해 진일된 인지심리학 및 인지과학의 성과를 현장 실천에 적용할 수 있다.

국내에서는 영재아를 위한 교육을 실시해 오고 있으나 연구에 기초한 교육 프로그램 개발이 이루어졌다고 보기는 어려운 실정이다. 앞으로의 사회는 과학-기술-사회적 문제로 지금은 예측할 수 없었던 문제들이 발생하게 될 것이고 지금의 영재아들은 이러한 문제들을 해결해야 하는 상황에 직면하게 될 것이다. 영재아를 위한 교육은 영재아의 지적 과정을 이해하고 이들의 사고력을 촉진하거나 활용할 수 있는 수업의 계획에서부터 시작되며, 이에 적절한 교육 프로그램의 제공할 필요가 있다. 이 연구에서 개발된 GENEPORE 창의적 사고 과정과 지식발달론에 기초한 영재아를 위한 과학-기술-사회(STS) 창의력 교육 프로그램은 사고과정과 지식발달 모형을 근거로 현재와 미래의 과학기술사회 문제를 다룰 수 있도록 하므로 영재아의 창의력 교육을 개선할 여지가 높을 것으로 예상된다.

그럼에도 불구하고 이 연구는 몇 가지 과제를 남겨두고 있다. 영재 교육현장에 개발된 프로그램의 적용하여 그 교육적 효과를 양적 및 질적으로 평가하고, 평가 결과를 프로그램의 개선과 수정에 활용할 필요가 있다. 또한, 이 연구에서 채택한 과학-기술-사회(STS)의 주제 영역은 컴퓨터, 네트워크, 바이오텍, 로봇, E-비즈니스, E-교육, E-건강, 나노텍, 오락의 특정한 범위에 한정되므로 보다 다양한 내용을 가지고 프로그램을 개발해 보는 접근이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 강순자·정영란·강혜자 (1995). STS 자료를 이용한 중학교 생물과 수업이 학생들의 학업성취도와 태도에 미치는 효과. 한국생물교육학회지, 25, 2, 235-242.
- [2] 강순자·권주희·여성희 (1999). 법률학적 모형에 의한 STS 프로그램이 고등학교 학습부진아의 학업성취도와 태도에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 19, 2, 248-255.
- [3] 권용주 (1993). STS 프로그램이 중학생들의 과학에 관련된 태도에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- [4] 권희진 (1993). 고등학교 생물 STS 학습지도자료 강원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [5] 김남성 (1995). 창의성 개발을 위한 교육 프로그램 성균관 대학교 인문 과학 연구소 편. 인문과학. pp.143-162.
- [6] 김영채 (1999). 창의적 문제해결 : 창의력의 이론, 개발과 수업. 서울: 교육과학사.
- [7] 김영채·전현선·박권생 (2002). 창의적 문제해결력 향상을 위한 수업프로그램의 개발과 실험분석. 교육학 연구, 40, 1, 129-158.
- [8] 김인희 (1994). 중학교 과학수업에서 STS 수업모형의 적용효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- [9] 김정휘 (2001). 영재성 발달에 영향을 끼치는 가족의 역할. 서울: 교육과학사.
- [10] 박권생 역 (2000). 인지심리학. 서울: 시그마프레스.
- [11] 박숙희 (1999). 영재를 위한 창의성 증진 프로그램 개발. 교육심리연구. 13, 3, 229-259.
- [12] 양태은 (1996). STS 프로그램이 실업계 고등학생들의 환경문제에 대한 태도와 탐구 능력에 미치는 효과. 이화여자 대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [13] 전명남 (2001). 창의적 상상과제에서 보기 제시의 제약 효과. 대한사고개발학회 연차학술대회 발표 논문.
- [14] 정완호 (1996). 과학수업 모형의 이론적 비교, 분석 및 현장적용 연구. 한국교원대학교 과학교육연구소.
- [15] 조정일, 박현 (1999). 과학교사들의 전문성 향상을 위한 대안적 현직 교육 프로그램 개발-STS/구성주의 모델 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 19, 2, 340-352.

- [16] 조현순·정영란 (1995). STS 프로그램이 중학생들의 환경문제에 대한 태도와 학업성취도에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 15, 3, 310-315.
- [17] 최경희·김추령 (1994). STS 수업방법과 전통적 수업 방법에 의한 중학교 학생들의 과학 성취도 및 과학과 관련된 태도변화에 관한 연구. 물리교육, 13.
- [18] 한국교육개발원(1994). 영재교육시리즈 '사고·탐구·창조' 프로그램. 서울: 한국 교육개발원.
- [19] 한국교육개발원. (1996). 영재교육의 이론과 실제. 서울: 양동사.
- [20] Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag.
- [21] Baron, M. E. (1969). The origins of the infinitesimal calculus. Oxford, England: Pergamon Press Ltd.
- [22] Beyer, B. K. (1987). *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston, MA: Allyn & Bacon, Inc.
- [23] Boden, M. A. (1994). *Dimensions of creativity*. Massachusetts: MIT Press.
- [24] Burns, D. E., & Reis, S. M. (1991). Developing a thinking skills component in the gifted education program. *Roeper 8 Review*, 14, 2, 72-79.
- [25] Canton, J. (1999). *Technofutures*. California : Hay House, Inc.
- [26] Coates, J. F., Mahaffie, J. B., & Hines, A. (1997). *2025 : Scenarios of US and Global Society Reshaped by Science and Technology*. North Carolina : Oakhill Press
- [27] Costa, A. L. Ed. (1985). *Developing minds*. Alexandria, VA: ASCD.
- [28] Covington, M. V., Crutchfield, R. S., Davies, L., & Olton, Jr, R. M. (1974). *The productive thinking program: A course in learning think*. Ohio: Charles E. Merrill.
- [29] Csikszentmihalyi, M (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. In R. Sternberg & J. Davidson (Eds.). *The nature of creativity*. New York. Cambridge University Press.
- [30] de Bono E. (1982). *de Beno's thinking course*. London, England: British Broadcasting Corporation.
- [31] de Bono, E. (1970). *Lateral thinking: A textbook of creativity*. London: Ward Lock Educational.
- [32] de Bono, E. (1973). *CoRT thinking*. Blandford, Dorset, England: Direct Education Services Limited.
- [33] Dougherty, E. (1987). *Inventing with creative problem solving*. C. P. 120 Creative Corner.
- [34] Feldhusen, J. F., Treffinger, D. J., & Bahlke, S. J.(1981). *Developing creative thinking*. The Purdue Creative Thinking Program. Purdue University: Gifted Educational Resource Institute.
- [35] Finke, R. A. (1990). *Creative imagery : Discoveries and inventions in visualization*. Hillsdale New Jersey: Erlbaum.
- [36] Finke, R. A., Smith, S. M., & Ward, T. B. (1992). *Creative cognition: Theory, research and applications*. Massachusetts: MIT Press.
- [37] Freud, S. (1964). The relation of the poet to day dreaming. In B. Nelson (Ed.), *On creativity and the unconscious*. In *Collected papers*. New York: Harper & Row. 44-54.
- [38] Gallagher, J. M. & Reid, D. K.(1981). *The learning theory of Piaget and Inhelder*. Brooks/Cole Publishing Co.
- [39] Gardner, H. (1991). *Creating mind*. New York: Basic Books Inc.
- [40] Getzel, S., & Jackson, P. (1962). *Creativity and intelligence*. New York: Wiley.
- [41] Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- [42] Guilford, J. P. (1959). Traits of creativity. In H. H. Anderson (Ed.). *Creativity and its cultivation*. New York: Harper. 142-161.
- [43] Juntune, J. (1984). *Developing creative thinking*. C.P.: 120 Creative Corner.
- [43] Karni, C. & DeVries, R. (Eds.) (1988). *Number in preschool and kindergarten*. (김판희·김영선 역 (1997). 유아 수 교육론. 서울: 양서원).
- [44] Kamii, C. & DeVries, R. (1978). *Physical knowledge in preschool education: Implications of Piaget's theory*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- [45] Koestler, A. (1964/1969). *The act of creation*. New York: MacMillan.

- [46] Lawton, D. (1968). *Social class, language and education*. N.Y.: Schocken Books.
- [47] Lipman, M., Sharp, A. M., & Oscanyan, F. S. (1980). *Philosophy in the classroom Philadelphia*: Temple University Press(이초식 감수. 어린이를 위한 철학교육, 서울:서광사, 1986).
- [48] Lipman, M. (1985). Thinking skills fostered by philosophy for children. In *Thinking and learning skills*, edited by J. W. Segal & S. F. Chapman. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [49] Osborn, A. (1948). *Your creative power*. New York: Scribner.
- [50] Palmer, S. E. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive Psychology*, 9, 441-474.
- [50] Parnes, S. J., Noller, R., & Biondi, A. (1976). *Creative action book I*. New York: Charles Scribner's Sons.
- [51] Parnes, S. J., Noller, R., & Biondi, A. (1977). *Guide to creative action*. New York: Charles Scribner's Sons.
- [52] Piaget, J.(1977). *Recécherches sur l'abstraction réfléchissante. l'ère partie: L'abstraction des relations logico arithmétiques. 2e partie: L'abstraction de l'ordre et des relations spatiales* [Research on reflective abstraction. 1: The abstraction of logical-mathematical relationships. 2: The abstraction of order and spartial relationships]. Parks: P.U.F. p.303
- [53] Renzulli, J. S. (1977). *The Enrichment Triad Model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- [54] Renzulli, J. S., Smith, L., Ford, B., & Renzulli, M. J. (1986). *New directions in creativity*. New York: Scribner Educational Publishers A division of Macmillan, Inc.
- [55] Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1985). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- [56] Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, (1993). Creative cognition. In R. J. Sternberg, (Eds.). *Handbook of Creativity*. New York: Cambridge University Press. 189-212
- [56] Smith, S. M., Ward, T. B., Finke, R. A. (Ed.) (1995). *The creativ cognition approach*. Cambridge : The MIT Press.
- [57] Sternberg, R. J. (1985). Implicit theories of intelligence, creativity, and wisdom. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49, 607-627.
- [58] Sternberg, R. J. (1987). Implicit theories: An alternative to modeling cognition and its development. In J. Bisanz, C. J. Brainerd, & R. Kail (Eds.). *Formal methods in developmental psychology*, New York: Springer-Verlag.
- [59] Sternberg, R. J. (1988). The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives. New York: Cambridge University Press.
- [60] Sternberg, R. J. (2001). Successful intelligence as a model for gifted classroom. The theses is presented at the '2001 Conference of NRC G/T(The National Research Center on the Gifted and Talented).
- [61] Sternberg, R. J. (Ed.). (1999). *Handbook of Creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [62] Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51, 677-688.
- [63] Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34, 1-32.
- [64] Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.
- [65] Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *Psychological Bulletin*, 88, 144-165.
- [66] Sternberg, R. J., Ferrari, M., Clinkenbeard, P., & Grigorenko, E. L. (1996). Identification, instruction and assessment of gifted children: A construct validation of a triarchic model. *Gifted Child Quarterly*. 40, 129-137.

- [67] Sweller, J., Mawer, R. F., & Ward, M. R. (1983). Development of expertise in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology : General*, 112, 639-661.
- [68] Torrance, E. P. (1959). Research notes from here and there: Current research on the nature of creative talent. *Journal of Counselling Psychology*. 6, 4, 309-316.
- [69] Torrance, E. P. (1974). *Torrance test of creative thinking*. Massachusetts: Personnel Press.
- [70] Torrance, E. P. (1979). *The search for satori and creativity*. New York: The Creative Education Foundation.
- [71] Torrance, P. (1987). Teaching for creativity. In S. G. Isaksen(Ed). *Frontiers of creativity research*. New York: Bearty Limited.
- [72] Weisberg, R. W. (1986). *Creativity, genius and other myth*. New York: Freeman.
- [73] Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: Freeman.
- [74] Yager, R. E. (1992). An STS approach to human biology instruction affects achievement & attitudes of elementary science majors. *The American Biology Teacher*, 54, 6, 349-355.
- [75] Yager, R. E., Blunck, M., & Blunck, S. M. (1992). Science/Technology/Society as reform of science in the elementary school. *Journal of Elementary Science Education* 4, 1-13.