

창의적인 과학자육성을 위한
교육제도 및 정책

國家政策的인
次元의 발굴
육성절실

李 君 賢
〈韓國科學技術院〉

창의적 사고력의 중요성과 개념

창의적 사고력의 중요성

1989년 11월 20일 TIME지에는 일본의 명문인 동경대학이 그 정상의 자리를 위협받고 있다는 기사가 실렸다. 가장 충격적인 내용은 역대 일본인 노벨상 수상자 7명 가운데서 단 한 사람(Leo Esaki)만이 동경대 출신이었다는 것이다. 이러한 문제에 대한 원인 분석은 여러 각도에서 이루어지고 있지만 TIME지 교육부문 담당 칼럼리스트인 모요코 타와라(Moyoko Tawara)의 다음과 같은 지적은 경청할 만한 가치가 있다고 생각된다.

“동경대학은 국가가 통제하는 일본의 왜곡된 교육체제의 상징이다. 이같은 교육체제는 그동안 두뇌가 우수한 순응주의자들을 배출하도록 계획된 것이다. 그러나 이제 일본은 창의성이 뛰어난 두뇌를 더욱 필요로 하고 있다.”

더욱이 컴퓨터 기술혁신의 빠른 발전으로 인하여 Alvin Toffler(1980)가 예고한 후기 산업사회 시대가 이미 도래하였다. 이로써 어느 누구도 미래사회의 특징을 개념화하기가 매우 어렵게 되었다. 교육자들은 이러한 예측불허의 미래사회에 대비하여 학생들을 교육시켜야 할 난제에 직면해 있다. 교육자들이 할 수 있는 가장 좋은 방법은 급변하는 시대에 유용할 수 있는 어떤 지적인 도구 즉, 창의적 사고력을 제공해 주는 것이다.

조금 오래되기는 했으나 미국 MIT의 킬리언(James Killian, Jr.) 박사는 1950년대에 다음과 같은 주장을 하였다. 보다 많은 창의력을 과학적 노력에 경주하기 위해 “공학교육에 팔목할 만한 변화”가 있어야 한다. 그는 미국에서 이의 필요성이 강조되는 이유로 다른 나라들의 과학적 노력이 상대적으로 변하고 있기 때문에 공학적 혁신에서 미국이 이제까지 쥐고 있었던 주도적 위치를 상실하게 될런지도 모른다고 지적했다. 그는 과학부문의 노벨상 수상 현황에서 미국의 위치를 들어 설명했다.

첫 10년간에 노벨상을 받은 나라의 분포는 독일 33%, 프랑스 21%, 영국 4%, 미국 4%, 소련 4%였다.

1950년대에 와서 과학부문 노벨상 수상 분포는 다음과 같이 변했다. 즉 미국 47%, 영국 20%, 소련 13%, 프랑스 0%였다.

1910년대에서 1950년 사이에 소련이 과학부문에서 노벨상을 탄 것은 하나도 없다. 그러나 지난 10년간의 분포를 보면 불리한 예감을 나타내고 있다. 미국이 1960년대 1970년대 또는 1980년대에도 계속 리드를 잡을 것이냐 그렇지 못할 것이냐 하는 것은 교육이 과학도들에게 창의적 능력을 개발시키기 위해 어떤 조치를 취하느냐에 전적으로 달려 있다.

역사가 Arnold Toynbee(1968)는 미국 유타 대학 신문 기고에서 창의성의 가치에 대해 다음과 같이 언급하였다. “창의력 있는 사람들에게 공정한 기회를 주는 것은 그 사회의 흥망성쇠와 직결된 문제이다. 왜냐하면 창의력이 뛰어난 이 소수의 몇몇 사람들은 인류의 궁극적인 자산이기 때문이다.” 그러나 Toynbee는 서양에는 현재 창의력에 대항하는 두 가지 反力이 있다고 느꼈다. 첫째는 이웃과 구별되지 못하게 하는 일종의 왜곡된 인류 평등주의자이고, 둘째는 미개한 보수주의이다. 이러한 관점에서 Toynbee는 만약 시기적절하고 건설적인 변화를 수용하며 위대한 발전에 대한 기대를 저버리지 않는 창조적인 지도자가 미국을 이끈다면, 미국은 하나의 변혁을 몰고오는 인류공동체로서 위대하게 발전하리라고 말할 것이다. Tawara, Killian 그리고 Toynbee의 주장은 비단 일본과 서방세계에서만 적용되는 것이 아니라 오늘날 한국적 현실에서도 시기적절한 시사를 던져준다.

창의적인 사고력이 중요한 이유는 창의력 개발을 통하여 우리가 일상 생활에 필요한 상품의 질을 개선함은 물론 인류가 미래에 직면하게 될 각종 문제의 보다 높은 차원인 인간 삶의 질을 개선하려는 데에 있다. 훌륭한 시를 짓거나 음악을 만들어 내는 것은 물론 과학기술의 혁신을 창조할 수 있는 능력은 인류만이 지니고 있는 독특한 정신적 능력이다.

창의성 개발의 중요성은 창의적인 일부 소수 학생들의 개인적 성장과 발전만을 위한 것이 아

니라, 국가발전과 불가분의 관계가 있다는 사실에 우리는 주목해야 한다. 인간의 창의적 잠재 능력과 그 능력의 발전 가능성에 대한 국가적 신념은 곧, 그 나라가 세계 속에서 성취한 지도적 위치와 깊은 상관관계를 보여 왔음을 우리는 인식해야 하며 미국과 소련이 바로 그 좋은 예이다. 그러므로 창의적인 과학인재를 국가정책적 차원에서 조기에 발굴하고 육성해야 함은 한국의 사활과 직결된 문제이다.

창의성의 개념

Torrance(1977)는 “창의성이란 문제를 인식하고, 아이디어나 가설을 설정하고, 그 가설을 검증하고 수정하며, 그 결과를 보고하는 과정”으로 보았다.

Gallagher(1985)는 한 개인이 여러가지 새로운 아이디어나 산물을 창출해 내거나, 또는 기존의 아이디어나 산물을 참신한 방법으로 재결합 해내는 정신적 과정을 말한다.

Mayer(1983)는 창의성이란 어떤 문제의 새로운 해결을 초래하는 활동으로 보았다.

Rogers(1962)는 창의성을 발휘할 수 있는 개인의 조건을 ① 경험에의 개방성, ② 판단 기준의 내재성, ③ 요소나 개념을 자유자재로 관련짓는 능력으로 보고 있으며, 이를 가능하게 하는 요인으로서 심리적 안정과 심리적 자유를 들고 있다. 심리적 안정은 개인의 능력과 특이성이 인정되고 외부로부터의 평가가 제한되며 전적으로 신뢰받는 경우에 이룩되고, 심리적 자유는 언어적·상징적 표현이나 행동의 자유가 보장될 때 조성된다는 것이다.

Keating은 창의성을 발휘하기 위해서는 확산적 사고력(Divergent Thinking), 내용에 관한 지식(Content Knowledge), 비판적 분석력(Critical Analysis), 의사소통 능력(Communication Skills)의 4가지 요소가 필요하다고 보았다. 그는 창의성 교육에서 확산적 사고를 지나치게 강조한 나머지 창의적 문제해결에 필수적 조건들인 나머지 3가지 요인을 소홀히 하고 있음을 지적하였다.

그는 어떤 분야에 있어서의 창의적인 문제해결

즉, 당면과제나 문제에 대해 창의적 아이디어를 생산하여 보다 참신한 해결책을 모색하는데는 확산적 사고를 포함하여 그 문제사태에 대한 심도 있는 지식, 탐구활동의 능률을 높이는데 필요한 비판적 사고력, 그리고 또한 아이디어를 창의적 해결안으로 현실화하는데 필요한 의사소통기술이 필요하다는 것이다. 이는 창의적 문제 해결을 위한 교육프로그램은 특정한 분야의 내용과 관련하여 그 수업의 일환으로 이루어져야 함을 시사하는 것이다.

지금까지 몇 가지 종류의 창의성 개념들을 살펴보았다. 그러면 이러한 정의들을 토대로 창의성의 기본적 특성을 담은 개념을 구성해 보면 어떻게 정의할 수 있을 것이다. 창의성이란 “어떤 주어진 체제(System)내에서 의미있는 변화를 초래할 산물을 만드는 능력”(The ability to make a product which will bring about a significant change in a given system)이다.

이 경우 “산물”이란 그것을 창출해낸 사람으로부터 떨어져 나온 존재를 가진 하나의 물리적·정신적 대상을 의미하며, “의미있는”이란 그것이 창출된 분야(사고의 형태, 영역, 범위)내에서 그리고 그 분야에 가치로운 것을 말한다. 또한 “체제”란 개인이 외부 세계를 언급할때 사용하는 개념·지각·태도·행동 등의 집합을 의미한다.

이 정의에 의하면, 창의적이라고 지칭되기 위하여 한 인간은 다음의 세가지 조건을 충족시켜야 한다. ① 그는 어떤 산물을 만들 수 있는 능력이 있어야 하고, ② 그 산물은 기존의 체제내에서 무엇인가 어떤 변화를 가져와야 하고, ③ 그 변화는 그 분야에서 가치로와야 한다는 것이다.

창의적인 과학자의 특성

창의적인 인간의 일반적 특성

Barron(1969)과 Mackinnon(1978) 등은 창의적 인간의 심리적 특성에 관한 연구를 수행하였다.

반면에 Smith(1966)의 연구는 Barron과 Mackinnon의 주장과 맥을 같이하면서도 그러한 특질들이 어떠한 행동결과를 낳는지에 대해서 새로운

시각을 제시해 주었다. 즉, Smith는 독립심(Independence) 과 강인한 성격(High Energy) 등은 매우 바람직한 태도이나 이것이 지나친 불순응과 관습에 대한 부정 등과 결합하게 되면 완고함, 부모나 교사에 대한 불순종, 기존 전통에 대한 무관심, 비협조심 및 냉소적 태도 등으로 나타날 수도 있다고 지적하였다.

Klein은 창의적 행동을 보이는 사람들과 연관되어 있다고 보이는 행동을 다음과 같이 제시하였다.

인지경험을 다양화함 : 여러 대안 중 최적의 것을 선택하는 과정은 그 여러 대안들에 대한 인지(지각)에 달려 있다. 창의적인 사람은 더 많은 자극을 갖기 위해 그들의 인지 영역(인지경험)을 확대한다.

판단에 신중을 기함 : 최종결정을 내리기 전에 보다 정확한 평가를 하기 위하여 가능한 모든 아이디어를 받아 들인다.

변덕스러움 : 일관성은 과거에 일어난 일과 미래에 일어날 수 있는 일의 역학적인 상호작용 개념과는 상치된다. 일관성은 창의적 행동을 방해한다. 사람이 행동해야 하는 이유는 그 행동이 기존 행동양식이나 가치와 일치하기 때문이 아니라 행동 자체가 생산적인 성장이기 때문이다.

자율성을 추구함 : 창의적 행동은 자신의 독창성을 개발하기 위해 한계에 구속되지 않고 오히려 그 한계를 초월하는 것을 의미한다. 창의적인 사람은 관습과 습관으로부터 구속되지 않을 때 진정한 능력을 발휘할 수 있다.

행동지향적임 : 창의성은 활동적인 과정이다. 창의성은 이미 알려진 한계영역을 초월하는 것을 요구한다. “그것을 할 수 있었을 텐데”라고 말하는 것은 충분하지 않다. 창의성은 좋은 생각을 하는 것 이상을 의미한다.

Gowan, Khatena, Torrance는 창의적인 사람의 특성을 다음과 같이 요약했다.

① 창의적인 사람은 개념적 모호성을 인정할 줄 안다. 그는 외형적 혼란에 대해 고민하지 않고 그 무질서 속에서 더 높은 차원의 종합을 위한 단서를 찾으려 한다.

② 창의적인 사람은 강한 자율적 의지를 가지고 있다. 이러한 자율적 의지는 정신이 매우 건강할 때 비롯되는 것 같다.

③ 창의성은 학생의 흥미를 미리 파악하고 흥미 있어 하는 일에 주의를 기울이고 집중을 하게 함으로써 강화되는 것 같다.

처음 두 가지 주장의 요지는 개인적 특질에 관한 것인 반면, 세 번째 것은 교사의 흥미 형성에 의해 결정된다. 따라서 교사나 부모가 학생의 흥미를 선별적으로 잘 격려해 주면 학생들은 어떤 구속 없이 자율성과 새로운 것에 대한 탐구심을 보다 창의적인 방향으로 발전시킬 수 있다. 그러므로 교육자는 사회적 환경이 학생의 창의적 활동에 중요하다는 것을 인식해야 할 뿐만 아니라 학생 개개인의 창의적 활동을 계속 고무시켜야 함을 잊어서는 안된다.

요컨대, 창의적인 사람들은 자율성과 자아실현을 추구한다. 때로는 자신의 자율성과 창의적 사고가 사회적 인식이나 관행과 불일치할 경우에조차도 그 희생을 감수하고자 한다. 창의적인 사람들은 모호한 생각이나 무질서한 생각에 대해서도 지적으로 수용적 태도를 가지고 있을 뿐만 아니라 이의 탐구에 대한 강한 열성과 자기 확신감을 갖고 있다.

창의적인 과학자의 특성

창의적 사고력을 높일 수 있는 과학 교육을 추구하기 위해서는 먼저 창의적인 과학자는 어떠한 특성을 지니고 있는가를 살펴볼 필요가 있다. 창의적인 과학자의 특성을 상정하지 않고 창의적인 과학자 육성을 위한 교육을 논한다는 것은 의사가 병명도 모른 채 환자에게 메스(Mes)를 들어대는 격이 될 것이다. 창의적인 과학자의 특성을 밝히려는 노력도 많이 있었다.

초기의 공헌자로는 Roe(1952), Fliegler(1961), Taylor & Barron(1963) 등이 있으며, 최근에는 Renzulli (1979)외, Torrance(1981), Callahan(1985), Platow(1984) 등이 있다. 이들은 창의적인 과학자를 과학영재로 보고 이들의 과학영재의 특성을 밝히려 하였다.

이들의 주장은 앞서 살펴본 창의적 인간의 특성과 대부분 공통되는 점이 많으므로 모두를 열거하지는 않겠다. 다만 Platow가 주장한 과학 및 수학영재의 특성을 요약하면 ① 과학교과나 과학과 관련된 학습과제에 높은 흥미를 가지고 있다. ② 산술, 계산, 이해, 추론 및 적용력 면에서 높은 학업성적을 가지고 있고, 실제로 높은 학업성취를 보인다. ③ 매우 독창적이며, 특히 귀납적 사고와 연역적 사고면에서 높은 능력을 나타낸다. ④ 삼라만상의 현상을 알고 이해하려는 높은 호기심을 갖고 있다. ⑤ 반성적 사고와 합리적 사고를 하며 특히 탐구의 과정으로 “왜”라는 질문을 끊임없이 던진다. ⑥ 요소들간의 관계를 분석적으로 살펴본다. ⑦ 자료를 해석하고 결론을 유도하며, 보충자료를 찾아보며, 검사나 실험을 통하여 검증하는 데 관심을 가진다. ⑧ 투철한 관찰력을 갖고 있다. ⑨ 추론 결과의 타당성을 심사해 보고 연역적 논리성을 알아본다. ⑩ 책임감이 강하다. ⑪ 독립적으로 자신감이 있으며 모든 일의 추진을 스스로 결정한다. ⑫ 건설적이면서 창의적인 사고를 자주 한다. ⑬ 발견학습 방식에 의하여 문제를 해결하고, 계획·설계·예측 등의 활동을 수행한다. ⑭ 실험실에서 효과적으로 일을 수행할 수 있는 설계능력을 갖고 있다는 것 등이 다.

이제까지 창의적인 인간의 특성에 대하여 여러 학자의 입장을 살펴 보았다. 이러한 과학자의 특성을 체계적으로 정리해 보면 본 논문이 결론적으로 노리는 창의적인 과학자를 위한 보다 개선된 교육제도와 정책은 어떠한 모습이 되어야 하느냐를 구안하는데 좋은 시사점을 얻을 수 있리라 본다.

지금까지 밝혀진 창의적인 과학자의 주요한 특성을 요약해 보면 다음과 같이 정리해 볼 수 있다. ① 문제를 인식하고(Recognize), 새로운 아이디어를 산출하고(Produce), 아이디어를 조직화하고(Organize), 평가할 수(Evaluate) 있는 능력을 가지고 있다. ② 지적호기심과 지각력이 뛰어나다. ③ 다양한 인지적 경험을 통하여 기초 지식을 풍부하게 한다. ④ 자기 주관이 뚜렷하고 의사결

정과 행동에 대하여 자율적 의지를 갖고 있으며 자기 지시적이다. ⑤ 사고의 개방성을 갖고 있다. ⑥ 일반적으로 지적능력이 뛰어나다. ⑦ 논리적이고, “왜”라는 질문을 끊임없이 하며 꼬치꼬치 캐묻는 성향이 있다. ⑧ 새로운 돌파구, 새로운 해결방안을 끈기있게 추구한다. ⑨ 자기 자신에 대하여 긍정적 가치관을 가지고 있다. ⑩ 통찰력과 직관력이 뛰어나다. ⑪ 정서적 안정감을 갖고 있다(이는 특히 과학적인 문제를 창의적이고 객관적 방법으로 해결함에 있어서 중요한 특질이다).

과학의 본질적 활동과 교육의 문제

과연 미래의 창의적인 과학기술자를 육성해 내려면 어떠한 과학교육이 이루어져야 하는가? 우리가 과학을 규칙성에 대한 탐구(a search for regularity) 라고 정의할 때 과학은 두 가지 의미를 지닌다. “과학은 탐구이다”라는 것은 과학이란 계속적인 활동임을 시사하고 있다. 이것은 과학의 과정적 측면으로서 인간이 규칙성을 추구함에 있어서 관찰과 추리와 같은 여러 과정에 종사하게 됨을 의미한다.

과학의 또 다른 측면은 과학자들이 얻어낸 사실, 개념, 일반화와 같은 탐구의 산물로 보는 것이다. 이러한 탐구의 산물들은 과학의 내용이라 부른다. 이와 같이 과학적 활동은 과정적(Process) 측면과 내용적(Content) 측면의 두 가지 측면이 있는데 이러한 두 가지 측면을 과학의 이중성(Duality of Science)이라고 부른다.

과학은 어느 특정학문의 내용이라기 보다는 새로운 현상이나 새로운 개념체제를 발견하는데 사용되는 방법으로 이해되어야 한다. 과학을 하나의 방법으로 보아야 한다는 것은 과학을 하나의 과정으로 즉, 탐구의 한 양식(a mode of inquiry)으로 이해하는 것을 의미하며... 과학이란 명사가 아니라 동사로서 이해되어야 한다는 것을 뜻한다. 그러므로 창의적인 과학자 육성을 위한 교육에 있어서 중요한 것은 과정으로서의 과학의 중요성을 인식시키고 새로운 개념을 정립하기 위한 체계적 탐구에 흥미를 갖게 하는 것이다.

요컨대, 창의적인 과학자 육성을 위한 과학교육은 학생들에게 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력(Creative Problem Solving)과 탐구능력을 길러 주어서 과학적 사고체계를 몸에 배이게 해 주는 것이다. 과학적 사고체계란 기술(Descriptions) 하고, 설명(Explanations)하고, 예측(Predictions)할 수 있는 능력을 말한다. 이러한 과학의 본질적 활동이 초·중·고에서 이루어 지려면 실험실습과 개인연구과제의 많은 경험이 절대적으로 필요하다(이러한 필자의 주장은 억지로 구분해 본다면 창의성의 원천에 대한 동양적 입장에 기초한 것이라고 볼 수 있다). 또한 그러한 교육을 받은 자라야만 국제적으로 수입규제의 장벽이 날로 높아져 가고만 있는 이때에 새로운 기술을 창의적으로 개발할 수 있는 과학두뇌가 될 수 있다.

그러나 한국의 과학교육의 현실은 과정적 측면으로서의 활동 즉, 기술, 설명, 예측에 대한 활동이 소홀히 되고 있는데, 이것이 바로 초·중등 학교에서 과학교육이 안고 있는 가장 본질적인 문제이다. 그 이유는 여러 가지가 있겠으나 크게 대학입시제도와 평준화 교육정책과 관련되어 있다고 보아진다. 이는 결과적으로 한국의 산업계가 외국의 제품을 모방하고 흉내는 잘 낼지 몰라도 새로운 기술과 제품의 창조적인 개발에는 취약성을 면치 못하는 결정적 원인이 되고 있다.

이를 좀더 구체적으로 말하면 현재의 대학입시 방식이 암기위주의 주입식 교육으로 되어 있어서 ① 개인의 창의성과 소질의 개발이 저해되고 있고, ② 이미 알려진 지식의 내용을 누가 얼마나 잘 암기하고 있느냐에 치우친 나머지 창의적인 문제해결능력과 새로운 개념을 정립하기 위한 체계적 탐구에 대한 경험을 제공하지 못하고, ③ 결과적으로 창의적인 학문적 업적이나 창의적인 제품을 만들어 내지 못하고 있다.

뿐만 아니라 평준화 정책으로 인하여 한국 교육은 기본방향의 정립이 뚜렷하지 않는 것 같다. 즉, 평준화 교육정책으로 교육의 기본방향과 목적이 매우 어정쩡하여 고등정신 기능 함양의 갈등을 풀어주지 못함으로써 교육의 秀越性도 추구

하지 못하고, 동시에 대학진학을 하지 않을 학생들의 기능이나 자질도 키워주지 못하는 혼돈상태에서 과학은 물론 모든 교과에서 교육의 질이 저하되고 정서적 발달도 저해되고 있다.

현재 우리나라는 평준화 교육정책으로 인하여 우수학생의 소질과 독창성이 위면되고 있다. 교육에 있어서 평등이란 교육기회의 평등(Equality of Opportunity)을 의미하나 마치 인간의 능력이 평등(Equality of Ability)한 것처럼 잘못 이해됨으로써 창의성과 소질이 뛰어난 학생들이 이를 개발하지 못하고 있다.

따라서 획일적인 교육체제에서 벗어나 과학에 특출한 재능이 있는 학생을 대상으로 교육하는 학교들도 보호·육성하고, 동시에 일반 초·중·고등학교에서도 과학에 우수한 학생의 능력과 소질개발을 위한 다양한 프로그램이 개발되고 국가적 차원에서 행·재정적 지원이 이루어져야 한다. 교육은 획일성에서 탈피하여 제도면에서 다양성이 강조되고 교육내용과 방법면에서 독창성과 창의성이 강조될 때 수확있는 결실을 거둘 수 있다.

그 다음 창의적인 과학교육을 위해서는 교육제도의 다양성과 유연성이 필요한데, 현대는 과학분야의 창의성이 있는 학생들이 능력을 키울 수 있는 제도가 되어 있지 않은 점이 문제이다. 세계 어느 나라를 막론하고 획일화된 교육제도를 사용하고 있는 나라는 없다.

또한 획일적인 취학 연령 및 학년별 교육제도를 사용하고 있는 선진국은 거의 없다. 이를 위해서는 획일적인 취학 연령 및 학년별 진급제를 다양하고 능력에 따라 조기취학 및 진학이 가능하도록 하고 프로그램도 우수한 학생을 위한 것, 대학진학을 하지 않을 학생을 위한 것 등 다양하게 개발되어야 한다.

그러므로 일반학교 내에서도 교육내용과 방법을 다양화 시킬 필요가 있으며 아울러 학생들의 다양한 적성과 특성을 살릴 수 있도록 학교의 유형과 교육제도도 다양성을 추구하는 것이 바람직하다. 교육제도의 다양성과 유연성은 다른 교과는 물론 특히 창의적인 과학자 육성에 대단히 중요하다.

창의적인 과학기술자 육성을 위한 과학교육정책의 발전방안

창의적인 과학기술자 육성을 위한 교육제도와 정책방안을 모색함에 있어서 고려해야 할 준거(Criteria)는 종합적인 것이 되어야 할 것이다. 바꾸어 말하면 일선 학교에서 아무리 좋은 프로그램을 개발하고 싶어도 국가전체적인 교육제도와 정책이 획일화되어 있으면 소용이 없는 일이다. 뿐만 아니라 학교가 훌륭한 교육과정을 개발하여 운영하고 싶어도 교사의 전문성이 이에 미치지 못할 때는 역시 소용없는 일이다.

또한 학생의 창의성이 가정에서나 사회적으로 그 가치를 인정 받지 못하거나 충분한 보상을 받지 못하거나, 격려를 받지 못하면 창의성의 개발은 사장되어 버리고 말 것이다. 특히 교사와 부모의 역할은 대단히 중요하다. 창의성의 실현은 본인자신, 부모, 교사라는 세 주체가 함께 어울어진 공동작품이라 말할 수가 있다. 즉 창의성의 구현 여부는 창의성을 잠재적으로 지니고 있는 개인이 가정이라는 1차적 만남을 통하여 그 재능이 발견이 되고, 가르치고 배우는 교육행위가 이루어지는 제도적 교육기관에 의해 보다 체계적이고 구체화 될 수 있는 것이다.

교수방법 및 교육환경적 측면

창의성을 높이기 위한 교육은 학교의 교육과정 운영과 긴밀한 관련을 맺고 이루어져야만 실효를 거둘 수 있다고 전제할 때 교육상황에서 다음과 같은 점이 특히 강조되어야 할 것이다.

① 논리적·비판적 사고를 함양해야 한다.

확산적 사고로서의 창의력은 논리적 사고를 바탕으로 한다. 창의력이 문제 사태와 관련하여 새로운 것을 구상하고 예측하며 '논리적 대안'(Logical Alternative)을 산출하는 능력이라고 할 때, 여기에는 문제 사태에 포함된 요소들간의 관련성을 따지고 살펴보는 논리성이 살아 있지 않으면 안 된다. 즉, 산출되는 해결안으로써의 많은 대안이 '가능한' 관련을 가지는 것이 되기 위해서는 전체 문제 사태와 어떤 논리적인 연결이 이루어져야

한다는 것이다.

이렇게 볼 때 창의적 사고는 문제 사태 전반에 관해서는 물론 문제 사태에 포함되는 제반 요소에 대한 지식과 이해를 토대로 하지 않으면 이룩될 수 없게 된다. 따라서 창의력은 기존 지식의 토대 위에서 문제 사태와 관련지어 새로운 아이디어를 산출하는 능력으로 볼 수 있으며, 아무것도 모르는 상태에서 이루어지는 막연한 공상과는 다른 것이다.

② 개방적 분위기를 조성하고 애매함을 수용하는 교육환경을 마련해야 한다.

학급의 분위기는 학생의 생각과 의견이 존중되고, 새로운 생각에 대한 비웃음이 금지되며, 질문은 격려되고 모든 학생에게 개방되어야 하며, 그 질문에 대한 응답이 방해되지 않도록 조성되어야 한다. 교사는 교실에서 학생작품의 가치를 평가함에 있어서 다른 학생과 공개적으로 비교하는 심사관적인 태도나 권위주의적인 분위기 보다는 개방적이고 수용적인 자세를 취해야 한다. 그러나 이러한 주장은 잘못된 학생의 반응을 무조건 수용하라는 취지와는 다르다.

특히 애매함(Ambiguity)에 대한 수용적 자세는 창의성 개발에 매우 중요하다. 앞서 지적한 합리성과 논리적 사고는 서구 사회에서 높은 가치를 갖지만, 이들 만으로는 새로운 아이디어를 산출하는데 부적절하다. 따라서 애매함을 수용하는 태도는 이런 막다른 골목으로부터 빠져 나오는 중요한 길이 된다.

일본인들은 애매함에 익숙하며 서구인들에 비하여 이를 더 잘 수용한다. 조심할 점은 애매성의 수용은 창의적 사고를 유도하기는 하지만 이를 너무 지나치게 강조하다보면 논리적 사고의 철저성이 결여될 염려가 있다. 따라서 애매성의 수용과 논리적 사고의 상호보완적 가치를 인정하고 발전시켜야 한다.

③ 융통성을 길러 주는 교육을 하여야 한다.

융통성은 창의적인 행동의 또 다른 중요한 요인이다. 이는 때때로 자신이 가진 이전의 체제를 깨뜨리고 새로운 자아를 형성함으로써 이루어진다. 융통성은 또한 어떤 특정한 환경에 적극적으로

로 순응함을 의미한다. 이런 의미에서 융통성은 창의성의 가장 중요한 측면의 하나라고 할 수 있을 것이다.

일본인들은 아주 높은 정도의 융통성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 그들은 원칙에 의해 강요된 느낌(요구 사항)없이 실제적인 조건에 따라 자유로운 활동을 추구한다. 일본인들은 결정적인 상황에서 이런 방식으로 문제를 해결하는 경우가 많다. 이런 융통성의 또 다른 측면은 원칙이 없이, 원칙을 무시하고 활동하는 그들의 경향성에서 나타난다.

④ 직관적 사고의 발달을 위하여 과학의 기초 지식에 대한 철저한 준비가 이루어져야 한다.

직관적인 사고는 창의성에 필수적 요소이다. 과학분야에서 창의적인 산물을 만들어내기 위해서는 본인 자신이 가장 잘 알고 가장 경험이 많은 분야에서 일어난다. 따라서 창의적인 과학자가 되기 위해서는 역시 해당분야의 기초적 지식과 과학자로서 필요한 경험들을 철저하게 쌓아올리는 노력이 있어야 한다. 그러므로 교사는 학생들에게 과제집착력, 인내심과 지구력도 동시에 키워주어야 한다. 전술한 창의적 사고력의 중요성과 개념에서 Keating(1982)이 강조한 '내용에 대한 지식(Content Knowledge)'이란 것도 결국 해당분야의 기초지식이 확고해야 창의적인 아이디어가 나올 수 있음을 강조한 것이다.

창의란 전적으로 새로운 것을 발견해 내는 것과는 구분해야 한다(물론 그럴 수만 있다면 더욱 더 좋겠지만 현실적으로 완전 새로운 것은 있기 어렵다). 결국 창의적인 것이란 기초를 튼튼히 하고 모방의 1차 단계를 거쳐 等價變換의 원리에 의해 이미 발견된 원리를 응용하여 새롭게 변화시켜 좀더 새로운 것을 창출해 내는 것을 말하는 것이다.

⑤ 창의적인 활동에 대하여 적절한 보상을 제공하여야 한다.

참신하고 창의적인 작품이나 산출에 대해서 체계적인 보상을 해주면 그 학생의 창의력은 더욱 더 증가할 것이다. 적절한 보상체제는 비단 교실 내에서 만이 아니라 학교차원, 도단위, 전국 단위

차원에서도 이루어져야 한다. 행동주의 심리학자들의 용어를 빌리지 않더라도 학습자의 지적·정서적 발달은 칭찬, 인정 그리고 격려를 통하여 자신의 행위가 긍정적 결과를 수반할 때 더욱더 강화됨은 교육의 기본적 원리이다.

교육 제도 및 정책적 측면

① 대학 입시제도는 경직성에서 탈피하여 유연성과 다양성을 추구하여야 한다.

이미 밝혀진 지식의 내용(Content)을 많이 아는 것도 중요하지만 과정(Process)으로서의 과학에 대한 많은 경험을 축적하는 것이 중요하다. 그러나 현재의 대학 입시제도 하에서는 매우 어렵다고 판단된다. 과학은 실험과 실습, 개인연구과제의 경험 등이 주가 되어야지 객관식 문제 풀이식의 주입식 교육이 되어서는 않된다.

다시말해서 학생들은 창의적인 과학자가 될 수 있도록 해주기 위해서는 교사가 학생의 욕구와 흥미가 무엇인가를 파악해야 한다. 그리하여 그 분야에서 대가가 되기 위해서는 그야말로 그 분야에서 많은 훈련과 경험을 쌓도록 개별연구과제 또는 소 그룹에 의한 공동연구 과제를 지도하여야 한다.

따라서 근본적으로 국가의 교육정책이 과학에 창의적인 능력을 가진 중·고등학생들이 대학 입시훈련에서 벗어나 과학의 본질적 활동에 전념할 수 있도록 장기적이고 종합적인 계획이 마련되어야 한다. 그러므로 우선적으로 현재 대입학력고사에서 과학의 배점을 배가 시켜야 한다[현재 국어 70, 수학 55(자연계는 75점), 영어 60인데 비하여 과학은 20점(자연계는 40점)임].

그 다음 평가내용과 방법에 있어서 주입식, 암기위주의 문제보다는 Bloom의 인지교육목표 분류에서 말하는 적용력, 분석력, 종합력 등의 고등정신 능력을 측정할 수 있는 문제가 출제되어야 한다. 그러기 위해서는 실험이나 개인연구를 통하여 관찰하고 예측하고 기술하는 과정적 측면을 측정할 수 있는 출제방식이 도입되어야 한다. 과학교육은 대학입시제도와 평가방법을 대대적으로 바꾸는 사고의 대전환이 없이는 개선되기 어

렵다.

② 현재의 과학고등학교를 본래의 설립취지에 맞게 보호 육성하여야 한다.

현재 전국의 7개 과학고등학교는 중학교 3년간의 평균 성적이 전교석차 상위 3%이내인 우수한 학생들이므로 이들 역시 대학입시훈련에서 벗어나 과학의 본질적 활동에만 종사할 수 있도록 제도적, 재정적 지원이 있어야 한다.

이를 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 만약 과학고등학교가 과학에 우수한 학생을 선발만 해놓고 일반 인문계 고등학교와 동일한 방식으로 교육되고 특수대학 진학을 위한 입시준비장이 된다면 과학고의 설립목적과 위배되며 창의적인 과학자를 고등학교에서 부터라도 육성해 보자는 국가의 본래의 꿈은 수포로 돌아가고 말 것이다. 따라서 이들에 대한 일정비율의 우수 이공계 대학의 특별전형입학을 고려함으로써 참다운 과학교육이 이루어져야 한다.

시설 및 재정측면에서 재정지원을 일반고등학교에 준용하지 말고 특수성을 감안하여 시설기준령을 고쳐서 첨단기술에 흥미를 유발함과 동시에 과학영재교육이 지속적으로 이루어질 수 있도록 과학실·시청각실·체육관·식당·도서관 등의 시설확충에 적극적 지원을 하여야 한다.

다음으로 정부(문교부, 과기처)는 (가칭) 과학영재교육진흥모법을 제정하여 모법에 따라 각 부처별 시행세칙이 만들어져야 하고 문교부에서는 시설기준령, 교육과정령, 공무원수당규정, 교육공무원법, 교육공무원 승진규정 등의 보완작업이 따르는 일련의 입법조치를 하여야 한다.

이러한 입법조치위에 앞서 지적한 바와 같이 국가 과학기술 자문위원회 내에 과학영재 교육정책을 다룰 수 있는 전문인력이 보완되고, 또한 동시에 과학기술처 내에도 과학영재 교육정책위원회(가칭) 등이 수립되어 과학고 육성지원은 물론 과학영재교육에 대한 포괄적인 교육정책 수립이 강화되어야 한다.

③ 문교부 산하의 모든 각급 학교에서 창의성이 뛰어난 과학영재를 위한 다양한 교육프로그램이 제도화 되어야 한다.

문교부 산하 각급학교(초·중·고)에서의 과학 영재 교육의 실태를 살펴보면 현재 각 시도 교육 위원회 별로 1년에 1개 학교(국민학교 또는 중학교) 정도로 과학교육 시범학교(영재교육, 학습지도, 평가의 3개 분야)를 지정하여 과학영재를 특별지도하고 있으나 너무나 적은 숫자이며 예산 부족으로 전문가의 지도나 참여가 거의 없는 실정이다. 그리고 대전과학고와 서울과학교육연구원에서 고등학교 1, 2학년의 수학·과학 우수학생을 대상으로 주당 1~2회 특별지도하고 있으나 과학영재교육차원에서라기 보다 보충지도에 그치고 있다.

따라서 각급 학교에서 과학영재(수학 포함)를 발굴하고 이들의 특별지도 방안을 마련하여야 한다. 현재의 제도하에서 실시 가능한 방안으로는 과학적 창의력이 뛰어난 학생들을 일정한 시간과 장소에 한테 모아서 교육하는 Pull-out program, 인근지역사회의 연구소 또는 대학의 전문가들이 지도하는 Mentorship, 주말 특별활동 같은 것은 좋은 일 예가 될 것이다.

과학기술행정 및 정책적 측면

① 창의적인 과학기술자가 배출될 수 있는 사회문화적 풍토와 분위기가 조성되어야 한다.

창의적인 과학기술자가 배출되고 노벨과학상을 받을 수 있는 정도의 과학기술 수준이 되려면 첫째, 개개인 자신이 창의적인 사고를 품에 배이게 해야 한다. 둘째, 국가의 정치, 경제, 사회가 모두 안정이 되고, 셋째, 사회, 학교, 가정은 창의성을 존중하는 풍토를 형성하고, 넷째, 국민 모두는 과학기술에 대한 국가의 투자를 증가시켜야겠다는 의지와 결단이 있어야 한다.

그러기 위해서는 선진 외국처럼 우리도 우리의 문화, 사회 그리고 학교의 교육과정 속에 국민의 과학기술에 대한 인식제고를 위한 장·단기 전략이 수립되어야 한다. 그러기 위해서는 어릴적부터 과학을 생활화하는 것을 지도하고 교육하여야 한다. 따라서 청소년들이 창의적이고 합리적인 사고와 생활을 실천할 수 있는 활성화 방안의 개념정립에 대한 연구가 조속히 이루어져야 한다.

그리하여 과학기술이 수단으로서가 아니라 모든 생활의 바탕이 될 수 있도록 하여야 한다.

② 과학담당교사의 사과의 대전환을 위하여 국내에서의 체계적 연수와 해외견학기회를 확대하여야 한다.

교육의 주체는 교사이다. 그러므로 교육의 질은 교사의 능력을 능가하지 못한다. 따라서 첫째, 전 과학교사의 창의성 교육 및 과학영재교육 전반에 대한 연수가 체계적으로 실시되어야 할 것이다. 이를 위해서는 행정과 예산이 국가적으로 지원되고, 과학교사의 창의성 함양을 위한 연수 교재가 개발되어야 할 것이다. 현재는 과학고교 교사를 위하여 과기대내의 과학영재교육연구소에서 부분적으로 실시되고 있으나 정부의 보다 적극적인 관심과 재정적 지원이 있어야 할 것이다. 둘째, 현재 과학영재교육을 담당하고 있는 7개 과학고등학교의 과학교사만이라도 창의적 과학교육에 대한 견문을 넓힐 수 있도록 해외의 과학영재 교육기관의 견학시찰 프로그램이 연차적으로 마련되어야 한다. 이는 과학기술을 담당하는 정부 또는 그 산하의 재단 등에서 주도적 역할을 하여야 할 것이다. 미국의 경우 과학교사의 연수는 물론 교육프로그램개발에 대한 각종 지원이 NSF에 의해 지원되고 있다.

③ 과학기술정책의 지속성과 일관성이 요구된다.

독일을 비롯한 여러 과학기술 선진국의 경우에 과학기술 행정의 책임자가 일단 임명되면 장기적이고, 일관성있는 정책을 수립해 나간다. 우리나라의 경우를 보면 최근 불과 5~6년 사이에 책임자가 6~7회 경질되고 있으니 일관성 있는 과학기술정책을 펴나가기란 매우 어렵다. 따라서 우리가 해야 할 일은 과학교육에 대한 장기적이고 종합적인 계획과 투자이다. 적어도 과학기술 행

이 글은 지난 5월24일 한국과학재단이 주최한 「21세기 한국민의 창의력 발현을 위한 포럼」에서 발표된 것임. <편집자註>

정만은 일관성을 유지할 수 있도록 신중을 기하여야 하고, 아울러 그렇게 과학기술의 중요성이 인식된다면 과기처도 참모(Staff)적 성격의 處가 아닌 라인(Line)의 성격을 갖는 部로 격상되어야 할 것이다.

④ 창의적인 과학영재교육의 체계적 발전을 위하여 국가과학기술 자문위원회가 보완되고 과기처내에 과학영재교육정책 자문위원회가 구성되어야 한다.

교육은 본래 문교부의 소관이나 현재 과학영재교육은 상당 부분이 과기처 지원과 관할하에 있는 것이 현실이다. 그러므로 과학영재교육을 정상화시키고, 이들의 창의성을 극대화하여 국가과학기술의 향도적 역할을 감당해 나가기 위해서는 과학기술처내에 과학영재교육정책 자문위원회가 구성되고 현 국가과학기술자문위원회에도 과학영재교육 전문가가 보완되고 거기에서 과학영재교육 문제가 다루어져야 한다.

중요한 것은 “구슬이 서말이라도 꿰어야 보배다”라는 말이 응변해 주 듯이 과학영재교육과 관련한 학술세미나, 학자에 의한 연구결과가 과

학기술정책으로 이어질 수 있는(물론 선별적으로) 가교적 역할을 할 수 있는 전문가 집단이 필요하다.

⑤ 과학기술행정의 전문화를 위한 고등교육기관에서의 교과과정 개설이 있어야 한다.

미래사회가 과학기술의 시대가 되리라는 것은 이미 예고된 지표다. 그러므로 미래의 과학기술 행정을 담당하는 사람들도 과학기술행정에 기초적인 과정에 대한 충분한 이해가 있어야 한다. 따라서 과학기술행정과 관련한 프로그램의 개설이 유관고등교육기관에서 지금쯤 검토되어야만 2000년대의 테크노크라시(Technocracy)사회에 대비한 전문화된 과학기술행정 요원들을 배출할 수 있을 것이다.

지금까지는 과학기술이 경제의 발전을 위한 수단이나 도구로 인식되어 왔으나 이제부터는 과학기술이 경제는 물론 정치, 사회 등 모든 분야의 정신의 주관체(Agency of Mind)로서의 역할을 하지 않을 수 없는 시대 즉, Technocracy사회가 되므로 과학기술 행정인력의 전문화는 시급한 과제이다.

月刊 “과학과 기술” 6月號

편집위원

발행겸 편집인 권彝赫
인쇄인 水晶堂印刷社 代表 鄭福鎭
등록번호 라1115호(정기간행물)
등록년월일 1969년 7월 20일
발행일자 1990년 6월 30일
전화 553-2181(대표)
F A X 553-2170
은행지료 7516416

위원장: 李殷雄
위원: 姜信龜 金明子 金盤碩
金一赫 金軫鎬 金學銖
朴星來 白彰鉉 李光榮
吳奉煥 李龍水 崔先錄
崔靖民 玄源福

편집장: 李健

서울·江南區 驛三洞 635-4
1351-703

※본지에 게재된 기사와 본 연합회의 견해는 다를 수도 있습니다.
본지는 한국도서·잡지윤리위원회의 잡지윤리실천강령을 준수한다.