

과학영재교육 체제 정립

이 군 현

(한국과학기술원)

과학영재교육이란 수학 과학 분야에 창조적 사고를 가지고 탁월한 학문적 성취를 보일 가능성 있는 학생을 육성하는 것을 말한다. 현재 세계 각국에서는 다양한 방법으로 과학영재를 육성하고 있다. 본 논문은 과학영재 육성이 왜 필요한가를 살펴보고 국내외의 과학영재 교육현황을 분석한 후 한국의 과학영재교육 체제를 정립하는 것이 목적이다.

I. 과학영재 육성의 당위성

1. 과학영재성은 저절로 개발되는 것이 아니라 도전을 받을 때 발전될 수 있다.

지금까지 세계적으로 두각을 나타낸 석학들을 보면 창의적 생각에 도전감을 불러 일으킬 만한 환경의 자극을 많이 받았다. 예를 들어 페르시아 전쟁 당시 고대 아테네의 플라톤, 아리스토텔레스, 소포클레스 등이 탄생되었고, 교황과 싸워야 했던 플로렌스의 르네상스 시대가 미켈란젤로, 갈릴레오, 레오나르도다빈치를, 스페인과 전쟁을 할 당시에, 런던의 산업혁명 시대에 세익스피어, 밀턴, 뉴턴이 탄생되었다.

한 예로 근대사에 있어서 헝가리의 경우, 대부분의 노벨과학상 수상자 및 과학의 대가들(Zoltan Bay, 달(月)로부터의 레이더 반사파: Dennis Gabor, 홀로그래피(holography)로 노벨상 수상: Theodor von Karman, 초음파 비행선구자: John von Neumann, 컴퓨터 선구자: Albert Szent-Gyorgy, 비타민 C로 노벨상 수상: Leo Szilard, nuclear reactor 발명: Edward Teller, 수소

폭탄의 효시자: Engene Wigner, 핵 이론으로 노벨상 수상 등)은 모두 20C의 전반부에 학교를 다녔다. 이 시대는 절대적 진리(absolute truth)가 많은 도전을 받았던 시기였다. 예를들어 헝가리는 이 시기에 봉건군주, 산업혁명, 의무교육, 유태인 해방, 제 1 차 세계대전, 공산주의의 정권장악, 외세의 침입, 군사독재정권 등 많은 이데올로기적 갈등을 겪어야 했다. 이러한 이데올로기적 갈등이 지식인들에게 하나의 확고한 가치, 즉 비판적 사고와 가치(critical attitude)를 가지게끔 만들었고 이러한 가치가 창의성(creativity)을 자아내게 만들었다. 이들은 이러한 역경의 시기에 오히려 안정되고 평온한 시대에 생각할 수 없었던 것들을 상상하고 연구해냈다. 예술에 있어서나 과학에 있어서 창의성이란 마치 아인슈타인처럼($E=mc^2$)남이 보는 것을 보지만 그 누구도 생각하지 못하는 것을 생각하는 것(to see what everyone sees but to think what nobody else does)이다. 이러한 현상은 인류 세계사에 있어서 많은 예를 찾을 수 있다.1)

그러나 위와 같이 우리가 역경과 고난의 시대를 인위적으로 만들 수는 없다. 중요한 것은 과학영재로 하여금 고차적 사고 기능(분석, 종합, 평가 능력)이 발전될 수 있도록 도전과 자극을 받도록 하는 교육환경 즉 과학영재에게 적합한 학습경험과 학습기회를 갖도록 하고 이를 잘 지도하는 제도가 필요한 것이다. 따라서 과학영재들은 자신의 능력을 잘 발휘할 수 있는 특수한 교육프로그램이 필요하다. 학교 경험에서 별반 의미를 찾지 못하는 영재들은 학교교육에 부적응하고 두각을 나타내지 못할 수도 있다.

2. 과학영재는 조기에 발굴되고 체계적 지도를 받아야 발전할 수 있다.

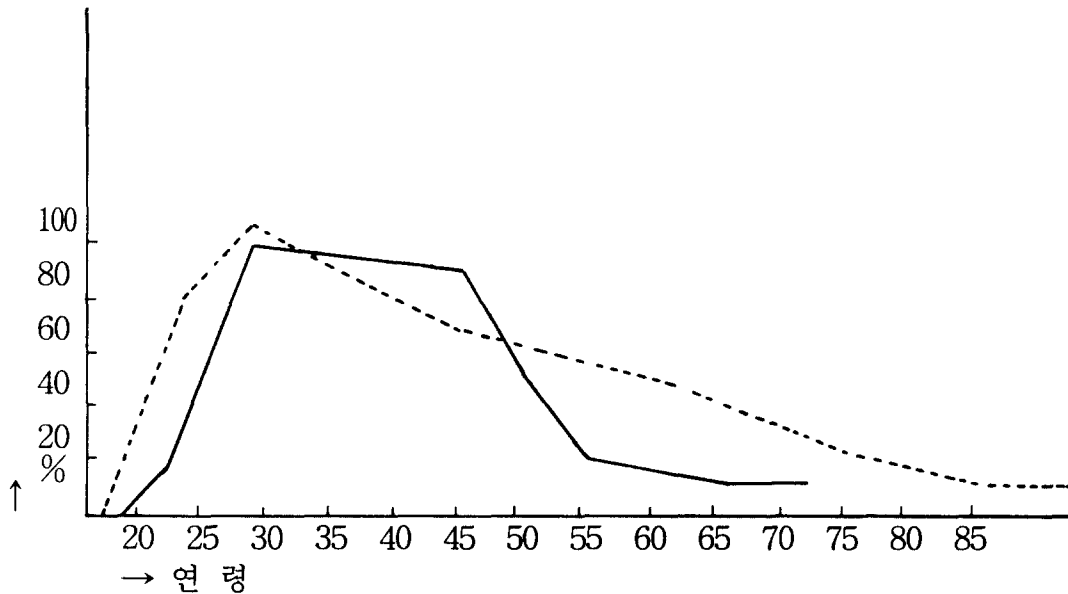
Thomas Edison은 '천재는 1%의 영감과 99%의 노력으로 만들어진다'고 말한바 있다. 비록 유전적으로는 영재성을 지니고 태어났다고 할지라도 만약 그 영재성이 개발될 수 있도록 보호·육성하지 않으면 평범한 사람으로 머무르고 만다. Bloom(1985)은 성공적인 사람들을 대상으로 하여 그들을 성공적으로 만든 것이 무엇인지를 확인하는 연구를 하였다. 연구결과 개인이 처음에 어떤 특성을 가지고 있느냐에 상관없이 만약 중간에 격려나 양육, 교육, 그리고 훈련의 과정이 없었다면 그 개인은 해당 분야에서 최선의 능력을 발휘하기가 어렵다는 사실을 밝혀냈다. 그는 놀라운 성취력을 보이기 위해서는 첫째 타고난 재능이 있어야 하며, 둘째 가정에서의 관심과 열의가 있어야 하고, 세째 뛰어난 교사에 지도받아야 하며, 넷째 끊임없는 훈련과 실천의 과정을 오래도록 연마해야 한다고 하였다.2)

영재아도 평범한 아이들이나 마찬가지로 정서적인 어려움도 겪는다. 영재들도 자신의 특이성과 자존심을 유지해 나가는데 있어서 주위의 적절한 생활지도(guidance)와 상담(counselling)을 절대적으로 필요로 한다. 또한 그들은 진로 및 직업선택에 있어서도 적절한 교육적 지도를 받아야 한다. 따라서 과학영재아들이 대가로 성장하기 위해서는 어려서부터 그 영재성이 발굴되고

보호 육성될 수 있는 교육체제가 필요하다.

3. 창조적 과학업적을 남기기 위해서는 과학영재의 조기교육이 필요하다.

Lehman, H. C는 여러 분야의 영재가 어떤 연령에서 가장 창조적인 활동을 하였는가를 조사하였다.3) 그 보고에 의하면 수학 26~30세, 화학, 물리학, 전자공학, 식물학 30~34세, 유전학, 곤충학 30~39세 등으로 되어 있다. 그는 화학자에 있어서 연령과 생산율과의 관계를 <그림 1>로 나타내었다.



<그림 1> 화학자의 연령과 생산율의 관계

실선은 54명의 화학자(group A)에서 탁월한 155의 업적이 이루어진 평균생산율을 나타낸다. 점선은 1,166명의 화학자(group B)들을 대상으로 그들이 가장 훌륭한 업적을 올린 것의 생산율을 나타낸다.

<그림 1>에서 화학자의 경우 가장 창조적인 연령이 30세대에 집중하고 있음을 알 수 있다. 따라서 30세대에 이르기 전에 과학영재를 교육시켜서 창조적인 연구활동에 사케 해야 할 필요가 있는 것이다. 그러나 우리나라에서 박사과정을 이행하는 것이(시간적인 손실이 없을 경우)만

30세가 된다. 국외에서 대학원을 이수하고 외국에 유학하여 박사학위를 취득하는 경우를 생각하면 나이는 더욱더 많아진다.

한편 Nobel 물리학상 수상자의 학위취득 연령별 분포와 창조적인 업적을 이룩한 연령을 조사한 결과는 <표 1, 2>와 같다.

<표 1> 노벨 물리학상 수상자의 학위취득 연령별 분포

연 령	명 수	학 위 취 득 자
19세	1	Landau
20세		
21세	4	E. Fermi, W. Pauli, M. Planck, A. Schwinger
22세	3	I.M. Frank, W. Heisenberg, J.J. Thomson
23세	6	F. Bloch, W. Bothe, R. Hofstadter, C. Segre', Tomonaga Wigner
24세	7	A.H. Compton, R.P.Feynmann, D. Glaser, E.O. Lawrence, Lee Tsung-dao, G. Mayer, Townes
25세	4	M. Bron, J. J. H. Daniel, P. Kusch, M. Siegbahn
26세	8	P.W. Bridgeman, N. Bohr, A. Einstein, H. Kamerlingh, W.E. Lamb, E.M. Purcell, W. Shockley. Yang Chen-Ning
27세	3	W.H. Brattain, R.A. Millikan, F.Zernike
28세		
29세	2	R. M ^o ssbauer, I. I. Rabi
30세		
31세	1	O. Stern
32세		
33세		
34세	1	Basov
35세	1	Prokhorov
36세	3	H.A. Becquerel, M. Curie, van der Waals

<표 2> 노벨 물리학상 수상자들이 창조적인 업적을 이룬 연령별 분포

연령	명수	수상자와 창조적인 업적
22세	1	W. L. Bragg(Bragg's law)
23세		
24세	3	E. Fermi, W. Heisenberg(Q.M.), Pauli(Exclusion principle)
25세	2	I. M. Frank(Cerenkov effect), J. Perrin(Cathode ray)
26세	1	A. Einstein(Photon theory)
27세	1	C. D. Anderson(Positron)
28세	3	N. Bohr(Atomic model), P.A.M. Dirac(Q.M.) Yukawa Hideki(Meson)
29세	6	G. Barkla(X-ray), E.O. Lawrence(Cyclotron), A.A.Michelson(Interferometer), R. M ^o ssbauer(M ^o ssbauer effect), E.J.S. Walton, W.Wien(Wien's law)
30세	3	Basov(Maser principle), P.A. Cerenkov(Cerenkov effect), M.Siegbahn
31세	4	A.H. Compton(Compton scattering), M.Curie(Ra), O.Stern, P.Zeeman
32세	2	L.de Broglie(Matter wave), C.Segr'e
33세	3	E.V.Appleton(Appleton layer), Landau(Q.F.M.)
34세	2	F.Bloch(Magnetic moment) W.E.Lamb(Lamb shift)
36세	1	Van der Waals
37세	1	Prokhorov(Maser principle)
38세	2	W. Bothe(Cosmic ray), V.F.Hess(Cosmic ray)
39세	2	I.I.Rabi(Atomic beam magnetic resonance), E.Schrodinger(Q.M.)
40세	2	J.Bardeen(T.R.) V.Raman(Raman effect)
41세	3	J. Chadwick(Neutron), H.Kamerlingh, R.A. Millikan(e/m)
42세	2	M.Plank(Black body radiation), Tamm(Cerenkov effect)
43세	2	M.Born(Q.M.), J.R. Wilson(Cloud chamber)
44세	2	H.A.Becquerel(Radioactivity) J.J. Thomson(electron)
46세	3	W.H. Brattain(Transistor), C.J.Davission(Cathode ray diffraction) G. Lippmann(Q.F.T.)
50세	1	Röntgen
51세	1	Lorentz(Lorentz transformation)
52세	1	Rayleigh

<표 2>의 자료로 알 수 있는 것은 물리학자들도 창조적인 업적을 이룩한 연령이 22-52세이나 대부분이 24-44세 사이의 20년간에 이루어졌으며 특히 30세를 전후해서 많은 업적이 이루어졌다.

<표 2>를 분석하면 28세까지는 주로 이론적인 업적이 많다. 이에 해당되는 사람은 E. Fermi, W. Heisenberg, W. Pauli, I.M. Frank, A. Einstein, N. Bohr, P.A.M. Dirac, Yukawa등이며 특히 Einstein은 26세에 특수상대성 이론, 질량과 에너지의 등가관계, Brown 운동 및 광양자(光量子)설에 관한 논문을 발표하였다.

그런데 29세 이후의 업적들은 대부분 실제(實際)물리학에 관한 것이다. 이에 해당하는 사람은 CG. Barkle, E.O. Lawrence, A.A. Michelson, R. Mossbauer, E.T.S. Walton, P.A. Cerekov, A.M.Compton, M. Curie, P.Zeeman, E.V. Appleton, F. Bloch, W.E. Camb, W. Bothe, V.F. Hess, I.I. Rabi, T. Bardecn, J. Chadwick, R.A. Millikan, J.R. Wilson, H.A. Becguerel, J.J. Thomson, W.H. Brattain, C.J. Dairsson, Röntgen등이 있다.

그런데 W. Wien, Basov, L. de Broglie, landau, E. Schrödinger, M. Plank등 이론물리학 부문에서도 29세 이후에 업적을 올린 사람이 있다.

한편 학위취득년령과 업적을 이룩한 연령을 조사하면 대부분이 학위취득후 5-21년 사이에 업적을 이룩한 것을 알 수 있다. 이들의 학위를 취득한 연령이 평균 25세이고 업적을 이룩하는데 소요되는 기간을 평균 7년으로 잡으면 평균적으로 32세에 창조적인 업적을 이룩한 계산이 나온다.

그런데 우리나라 현교육체제에서 물리학자를 양성하는 경우 평균 32세에 박사학위를 취득하게 되므로, 7년을 더하여 39세에서야 업적이 이룩할 수 있게 될 것으로 기대된다. 이 연령은 이미 창조적인 업적을 올릴 것으로 기대하기에는 연령적으로 너무 늦다.4)

4. 과학영재 교육은 교육의 본질적 측면과 인류전체의 유익을 위해 필요하다.

교육이란 개인적 측면에서 보면 인간이 지닌 잠재적 가능성을 바람직한 방향으로 발전할 수 있도록 도와주는 과정이다. 따라서 우수한 잠재능력을 가지고 있는 아동을 조기에 발굴하여 그들의 능력과 자질, 학습 속도, 흥미에 따라 창의적인 학습을 할 수 있도록 교육적 배려를 해 주는 것은 개인의 성장과 발달의 측면에서 볼 때 당연한 일이다. 그리고 또한 국가적 측면에서도 국가와 사회의 발전을 위하여 영재교육이 필요하다. 왜냐하면 한 나라의 과학기술의 발전은 물론 경제, 사회, 정치, 문화 및 예술의 모든 분야에 있어서 인간의 삶을 보다 아름답고 풍요롭게 만드는데 결정적인 역할을 한 것은 뛰어난 지성과 감성을 가진 수많은 영재들의 꿈이 컸음을 시인하지 않을 수 없기 때문이다.

과학영재교육의 실시는 영재로 간주되는 일부 극소수 학생들의 개인적 성장과 발전만을 위한 것이 아니라, 국가발전과 불가분의 관계가 있다는 사실에 우리는 주목해야 한다. 인간의 과학에 대한 잠재능력과 그 능력의 발전 가능성에 대한 국가적 신념은 곧 그 나라가 세계 속에서 성취한 지도적 위치와 깊은 상관관계를 보여 왔음을 우리는 인식해야 하며 미국이 바로 그 좋은 예이다. 그러므로 우수한 과학인재를 국가정책적 차원에서 조기에 발굴하고 육성해야함은 한국의 사활과 직결된 문제이다.5)

5. 과학영재 교육은 우리나라 교육법의 기본정신과도 합치된다.

이질적인 집단을 대상으로, 학교 교육이 성과를 올리지 못한다는 것이 여러가지로 밝혀졌으면 서도6), 우리 나라에서는 평등사상에서 학습자의 개성이나 재능 또는 희망도 무시한채 여전히 교실에서 획일적인 교육이 실시되고 있다. 결과적으로 영재아는 영재의 욕구와 수준에 적합한 학습기회가 없기 때문에 사실상 귀중한 시간을 낭비하고 있다. 그런데, 교육법은 어떻게 되어 있는가? 제 1 장 총칙 제 4 조는 다음과 같이 되어 있다.

“교육의 제도·시설·교재와 방법은 항상 인격을 존중하고 개성을 중시하며, 교육을 받는 자로 하여금 능력을 최대한으로 발휘할 수 있도록 해야 한다.”

이 조항으로 보아서, 교육법의 기본정신은 기계적 평등이 아니라 학습자 모두에게 기회를 균등히 주어 능력을 최고로 발휘할 수 있게 하는 것이다. 다시 말하면, 영재아에게는 개별화를 통하여 능력에 상응한 교육을 시키는 것이 교육법의 기본정신과 합치되는 것임을 알 수 있다.7)

II. 국내의 과학영재 교육현황

1. 일반 학교에서의 영재교육

조석희와 김양분(1994)의 연구에 의하면 일반 초·중·고등학교에서의 영재교육 현황은 다음과 같다.8)

1) 개관

전국의 194개 교육청을 통해서 영재 교육을 실시하는 일반 초·중등학교의 수와 실시하는 프로그램은 다음과 같다.

<표 3> 영재 교육을 실시하는 일반 초·중학교 현황(개교)

학교급	도시 유형				실시 교과					
	대도시	중·소도시	농어촌	전체	국어	과학	수학	외국어	예능	컴퓨터
국민학교	132 (11.80)	194 (20.84)	254 (5.85)	580 (9.08)	36 (2)	347 (212)	149 (5)	42 (18)	101 (30)	87 (21)
중학교	44 (6.01)	93 (18.60)	276 (25.07)	413 (17.70)	36 (2)	343 (244)	84 (4)	52 (4)	54 (21)	22 (1)
고등학교	0 (.00)	72 (13.36)	82 (10.80)	154 (8.33)	15 (15)	98 (47)	49 (49)	37 (37)	38 (38)	18 (18)

* 도시 유형의 ()는 도시 유형별 학교수의 %를 의미하며,

** 실시교과의 ()는 단독 교과만을 실시하는 학교수를 의미한다.

<표 3>에서 볼 수 있는 바와 같이 전국의 9.08%(580개교)의 국민학교, 17.70%(413개교)의 중학교 그리고 8.33%(154개교)의 고등학교에서 학교 자체적으로 영재 교육을 실시하고 있어서 비율적으로 볼 때 중학교에서 가장 영재 교육이 활발하게 이루어지고 있음을 알 수 있다. 도시 유형별로 볼 때는 국민학교의 경우 대도시와 중·소도시 지역에서의 영재 교육의 실시 비율이 높는데 반해서 중학교의 경우는 중·소도시와 농어촌 지역의 학교에서 영재 교육의 실시 비율이 높았다. 그러나 국민학교와 중학교의 경우, 대도시 중에서도 전 인구의 1/4이 밀집되어 있는 서울 특별시의 경우는 거의 영재 교육을 실시하고 있지 않는 것으로 나타났다. 고등학교의 경우는 대도시 지역의 경우 영재 교육을 실시하는 학교가 전혀 없었고 중·소도시 지역의 학교와 농어촌 지역의 학교에서 영재 교육을 실시하고 있었다.

영재교육을 실시하는 분야는 국어, 과학, 수학, 외국어, 예능과 컴퓨터 등 이었으며 국민학교나 중·고등학교의 경우 모두 과학, 수학, 프로그램이 주종을 이루었고, 그 다음으로 국민학교의 경우는 컴퓨터, 중·고등학교의 경우는 예능 프로그램이었다. 국민학교나 중학교의 경우 모두 과학(자연) 교과를 가장 많이 영재 교육의 프로그램으로서 운영하고 있는 바, 응답 국민학교의 59.8% 중학교의 83.5%가 실시하고 있다. 그 다음은 수학(산수) 교과로서 응답 국민학교의 25.7%, 중학교의 20.3%에서 실시하고 있다.

2) 일반 학교에서의 과학 영재 교육 실시 대상 학년, 프로그램 실시 회수 및 시간수

영재 교육을 실시하는 학교에서의 과학 영재 교육 대상 학년과 학년별 평균 학생 수 그리고 프로그램의 주당 평균 실시 회수와 연간 평균 실시 시간수를 알아 본 결과 국민학교나 중학교의 경우 모두 수학(산수) 교과를 가장 많이 영재 교육 프로그램으로서 운영하고 있었다(국민학교 75.0%, 중학교 85.1%). 그 다음은 과학(자연) 교과로서 응답 국민학교의 70.8%, 중학교의 72.3%에서 실시하고 있다.

영재 교육의 대상 학년으로는 국민학교의 경우는 대체로 4, 5, 6학년이었으며 중학교의 경우는

1, 2, 3학년을 골고루 실시하고 있었다. 학년별 평균 학생 수는 국민학교의 경우 가장 많이 실시하는 산수, 자연의 경우 13-20명이었으며, 중학교의 경우는 12-22명이다. 주당 평균 실시 회수는 주당 1-5회로서 다양하였다. 가장 많이 실시하는 산수와 과학의 경우는 주당 평균 각각 3.45회와 2.84회이었다. 중학교의 경우는 수학은 2.71회, 과학의 경우는 2.41회 실시하는 것으로 나타났다.

3) 영재 교육의 운영 방식

영재 교육의 운영 방식은 부분 이동 수업, 영재반 편성 운영, 방과후 특별반 운영, 전문가로부터 개별지도를 받는 방법, 방학 중 특별반 운영, 월반제도의 운영 등 아주 다양하다. 우리나라의 일반학교에서 어떤 방식으로 영재 교육을 운영하는가에 대하여 알아본 결과는 다음의 <표 4>와 같다. 표에 의하면 일반학교에서 영재 교육을 실시하는 국민학교의 77.8%, 중학교의 61.1%가 방과후 특별반을 편성하여 영재 교육을 실시하고 있었으며, 국민학교의 14.8%와 중학교의 29.6%가 영재반을 편성하여 운영하고 있는 것으로 나타났으며, 부분 이동 수업과 전문가로부터 개별 지도를 받는 방법, 방학 중 특별반의 운영, 월반 제도의 운영 방식 등은 거의 이용되고 있지 않는 것으로 나타났다. 따라서 일반 학교에서의 영재 교육은 대체로 방과 후 특별반을 운영하거나 영재반을 별도로 편성하여 운영한다고 할 수 있다.

<표 4> 영재 교육의 운영 방식에 대한 국민학교와 중학교 반응 분포

항 목	국민학교(n=54)	중학교(n=54)	통 계 치
부분 이동 수업	2(3.7)	1(1.9)	$\chi^2=10.41$
영재반 편성 운영	8(14.8)	16(29.6)	
방과후 특별반 운영	42(77.8)	33(61.1)	
전문가로부터 개별 지도를 받는 방법	1(1.9)	0(.0)	
방학중 특별반 운영	0(.0)	0(.0)	
월반제도 운영	0(.0)	0(.0)	
기 타	1(.9)	4(7.4)	

()는 %

2. 과학고등학교에서의 영재교육

1) 설립취지

1983년에 경기과학고가 개교한 이래 1984년에 대전, 광주, 경남 과학고가 개교하였다. 그 이후 각 시도 교육청마다 1개교씩 과학고를 가지게 되어 현재 전국에는 15개 과학고등학교가 운영되고 있다.

과학고의 설립 배경은 1970년대 초반에 고등학교가 평준화 정책이 시작된 이래 10여년 동안 교육해본 결과 과학교육의 질이 저하된다는 평가가 나오게 되고 또한 특수 목적 과학계 고등학교를 설립하여 암기 위주의 과학교육에서 벗어나 과학의 본질적 활동을 적어도 과학고에 한해서는 실현 시켜 보자는 훌륭한 계획에서 출발되었다. 따라서 대부분의 과학고가 표방하고 있는 외형상의 교육 목표는 다음과 같다.

- ① 탐구과정을 통하여 과학과 수학을 구조적으로 이해하게 한다.
- ② 문제 해결 활동을 통하여 과학 연구에 필요한 기초 능력을 신장시킨다.
- ③ 창의적인 연구 활동을 접할 수 있는 기회를 제공하여, 과학 발전에 공헌할 수 있다는 자신감을 가지게 한다.

④ 다양한 봉사 및 협동 활동을 통하여 사회 발전에 공헌하려는 태도를 가지게 한다.

2) 학생 선발 방법, 학생 규모, 학생의 질

학생 선발 방법은 중학교 3년간의 성적이 상위 3%이내 정도의 우수 학생중 학교장의 추천을 받아 필기시험(수학, 과학, 영어, 국어가 중시됨)을 거쳐 선발하고 있다. 학생규모는 한 학급당 30명을 기준으로 하여 95년도 기준으로 서울과 한성은 6학급씩, 광주, 대구는 4학급, 경기, 대전, 부산, 전남, 경남은 3학급, 그 밖에는 2학급씩 모집하고 있다. 1995년 현재 전국의 과학고 2학년 학생수는 약 1,400명 정도이다. 과학고에 입학하고 있는 학생의 질은 매우 우수하며 대학 진학시 모두 내신 1등급에 해당된다.

3) 교육과정 및 교육방법

과학고등학교 교육과정은 1990년부터 과학계열 고등학교로 별도로 운영되고 있다. <표 5>에서 보는 바와 같이 전문교과를 3년간 82-122단위를 이수하며, 전문 필수과목은 66-110단위를, 전문 선택과목은 16-56단위를 선택하여 이수하도록 되어 있고, 보통 교과는 기타계 고등학교 교육과정에 준하되, 학교 실정에 따라 그 내용과 단위수를 적절히 조절할 수 있으며, 전문·필수 과목 중 *표시한 것은 일반계 고등학교의 자연 과정의 수학 및 과학 과목으로 대체 운영할 수 있다.

<표 5> 전문 교과 편제 및 단위 배당

필수 과목	선택 과목
* 일반수학 (6 ~ 8)	수학 III
* 수 학 II (16 ~ 26)	고급물리
* 과 학 I (4 ~ 8)	고급화학
* 물 리 (6 ~ 10)	고급생물
* 화 학 (6 ~ 10)	고급지구과학
* 생 물 (4 ~ 6)	컴퓨터과학 II
* 지구과학 (4 ~ 6)	과학철학
물리실험 (4 ~ 8)	원서강독
화학실험 (4 ~ 8)	전자과학
생물실험 (4 ~ 6)	워크숍
지구과학실험 (4 ~ 6)	개인연구 I
컴퓨터과학 I (2 ~ 4)	개인연구 II
과 학 사 (2 ~ 4)	
이 수 단 위 66 ~ 110	16~26
이 수 단 위 합 계	88~122

과학고등학교 교육과정의 목표는 심화와 풍요화인데 이것을 충족시킬만한 교재가 아직 충분히 개발되어 있지 못한 실정이다. 전국과학고등학교에서 실제 운영되고 있는 교육과정은 학교간에 약간의 차이가 있으나 일반계 고교의 자연계열과 비교할 때 이수 단위 총계에서 12~30 단위를 더 이수하도록 교육 과정이 편성되어 있다(과학고의 이수단위 총계는 230-238이고, 일반고 자연계열 총 이수단위 평균은 208임). 일반고와는 다소 다르게 전문교과(과학, 수학, 컴퓨터 과학, 과학사 등)를 다양하게 이수하고 있다.

현재 과학고등학교에서 실시하는 교육 방법은 일반계 고등학교와 크게 다를 바 없으나 일반고보다는 실험실습을 좀 더 강조하고 있다. 학급당 인원이 30명인 소수 집단이고 학생대 교사 비율이 일반계 고교보다 훨씬 낮기 때문에 학생 중심의 수업이 가능하고, 잘 갖추어진 시설을 활용할 수 있는 여건을 갖추고 있다고 볼 수 있다. 그러나 대학 입시의 부담 때문에 개인연구 논문 작성 활동이나 실험실습을 통한 탐구 활동이 거의 소홀히 되고 있다.

4) 대학진학

극소수의 학생들이 의대나 치대 또는 비이공계열로 진학기도 하지만 대부분의 학생들은 이공계 대학으로 진학한다. 과학고등학교의 숫자가 전국에 4~5개 정도였을 때는 대부분이 과기원 학부과정으로 진학하였으나 최근에 과학고가 15개로 증가하여 입학생 수가 증대됨으로써 1995년의 경우 과기원으로 약 400명 진학하고 나머지는 대부분 서울대학으로 진학하고 있다. 현재

과기원 학부과정은 과학고 출신 학생이 약 70%를 차지한다.

5) 교원

과학고등학교의 교원은 교육법 시행령에 규정된 법정 정원의 범위에서 교육위원회 교육공무원 인사관리 시행규칙상 특례를 적용하여 임용하는데, 교원 선발과정에서 학교마다 조금씩 차이가 있다.

과학고 교원은 대개(80~90%)가 석사학위 소지자 이고 박사학위 소지자도 2~3명씩 있는 학교도 있다. 교육경력은 10~20년의 교원이 가장 많다. 교원수는 한 학년의 모집정원이 2학년(60명)인 학교는 25명 정도, 3~4학년 모집정원인 곳은 30~40명, 6학년인 학교는 60명 정도 된다. 주당 수업 시간은 대개 8~12시간 정도이다.

3. 과학영재 육성 관련 각종 대회

과학영재 육성과 관련된 대표적인 대회로는 전국 수학 경시대회를 들 수 있다. 이 대회는 학교 대표가 각 시도 예선을 거쳐 전국 경시 대회를 하고 이들 중 우수 학생은 국제 수학·과학 올림피아드(수학, 물리, 화학, 정보과학)대회에까지 참가한다. 이 대회는 현재 한국에서 수학·과학 영재를 키워주는 가장 체계적인 교육 방법중의 하나이다. 이 밖에도 여러가지 과학영재 육성에 직접적으로 영향을 주는 각종 대회가 있으나 지면 관계상 생략한다.

III. 국외의 과학영재 교육 현황

1. 일반 학교에서의 과학영재 교육

외국에서의 과학영재 교육 방식은 나라에 따라 상당한 차이가 있지만 영재 교육이 가장 활발한 미국을 중심으로 살펴보면 다음과 같다. 미국에서는 일반 초·중·고의 경우 수학·과학 분야에서 재능이 뛰어난 아동을 위해서 다양한 영재교육 제도가 있다.

1) 학교내에 소규모 특별 학교 운영

이는 한 학교내에 우수한 아동을 위한 소규모 특별학교를 운영하는 것인데 한 예를 들면 일리노이주에 있는 웨스트 사이드 고등학교 내의 “영재학교”가 이에 해당한다. 정식 명칭은 Academically gifted program, secondary Honors program, Westside High School이다. 그러나 이 학교는 운영의 묘를 살려 타 일반 학생과의 저항을 최소화 하기 위해서 실제로는 우수반에 해당되거나 우수반의 개념보다는 완전 별개의 독립적 소집단 학교인 것처럼 운영되고 있다. 따라서 이

영재 학교와 웨스트사이드 고등학교와의 관계는 이완조직체(loosely coupled system)의 관계라고 볼 수 있다.

- 웨스트사이드 고등학교내에 영재를 위한 소규모 고등학교를 별도로 운영하는 이유는 웨스트사이드 고등학교가 최근 학생 수가 줄어 시설이 남아 돌아 가고 있고 또한 이 고등학교가 과학 실험시설이 가장 잘 되어 있기 때문이다. 결국 영재를 위한 이 학교는 웨스트사이드 고등학교의 시설을 공유하면서 학교내에 공존하는 학교 속의 학교임(이들은 이러한 학교형태를 A school within a school이라고 부름).

- 영재교육을 위한 프로그램은 신설과정이기 때문에 9, 10학년의 2개 학년 밖에 없음(11, 12학년은 현재 없음)

- 고등학교 영재교육의 학생수는 119명(웨스트사이드 고등학교의 학생수는 약 4,000명)

- 영재학교를 위한 총 교사수는 10명(체육 등 기타과목 교사는 웨스트사이드 고등학교 교사들이 지원해 주고 있음)

- 결국 이 영재 프로그램은 영재교육을 위한 학교가 웨스트사이드 학교안에 별도로 설치되어 운영되고 있는 셈인데 이 학교는 행정, 경영, 교사 충원 및 영재 학생 선발을 별도로 할 수 있는 독립기관으로서 물리, 화학, 생물, 수학등의 교과는 일반 학생들과 분리되어 수업을 받고 체육과목 등에 대해서는 웨스트사이드 고등학교 학생들과 같이 운영하고 있음.

- 학생선발

- 중학교와 같은 선발절차와 기준에 의함(유치원부터 국민학교까지는 영재를 따로 뽑아서 교육하는 국민학교가 있어서 이 지역에서 498명이 그 프로그램을 받고 있고 전 과목 영재를 위한 자석학교가 8년째 운영되고 있음)

- 중학교에는 2개 학년에 210명이 영재교육을 이수 받고 있음(고등학교는 모두 119명)

2) 일시적 특별반(pull-out program)운영

이것은 특정과목(예, 과학)에 뛰어난 재능이 있는 학생을 일정한 장소(예, 인근대학, 과학관 등)에 일정한 요일과 시간에 모아서 전문가가 지도해 주는 것이다. 이 프로그램의 장점은 학생들이 소속학교를 떠나서 실험실습이 잘 구비된 곳에서 외부 전문가의 지도를 직접 받는다는 것과 탁월성을 가진 동일 수준의 학생들끼리 함께 별도의 지도를 받음으로써 시너지(synergy) 효과를 가질 수 있는 장점이 있다.

3) 학교내에 특별반 편성 운영

이는 영재를 대상으로 특정과목을 방과후에 또는 방학이나, 주말에 학교에 남아서 별도로 지도하는 영재교육 방식이다. 외국의 경우 영재를 위한 특별반 심화학습 프로그램이 잘 개발되어 있다. 초·중·고의 경우 거의 어느 학교에서나 영재를 위한 특별지도 프로그램이 있어서 영재의 육구

를 충족시켜 줄 수 있는 제도가 되어 있다.

4) 정규 수업 시간에 개인의 능력에 따른 개별화 학습지도 운영

미국의 경우 학급 규모가 25명 이내이기 때문에 한 학급내에서도 단체 수업을 받을 수도 있지만 개인차에 따라서 각자의 학습속도와 능력에 따른 개별 지도를 받을 수 있다.

5) 속진 교육 제도

선진국의 경우에는, 특히 미국이나 캐나다의 경우에는 능력이 되면 여러 학년을 건너뛰어서 진급할 수 있다. 바꾸어 말하면 국민학교를 반드시 마쳐야 중학교를 가고, 고등학교를 반드시 마쳐야 대학에 입학하는 것이 아니다. 고1에서도 능력이 되면 자신의 학교 내에서의 AP(Advanced program) 과정에 의하여 대학과정을 이수할 수 있고, 또한 인근 대학에 가서 대학과목을 이수할 수도 있고, 또는 대학에 입학을 정식으로 할 수도 있다.

6) 대학과정 학점 조기 이수제도

대학교 과정 조기 이수 제도(college courses in high school)는 중·고등학교의 우수 학생에게 대학 교과목을 수강하도록 허가하는 교육제도를 말한다. 실제로 미국에서는 본인의 능력만 되면 고등학생이 대학 교과목을 수강할 수 있고, 대학의 학부 학생이 대학원의 석·박사과정 교과목을 수강하는 것이 자유로이 허용되어 있다.

고등학교 학생이 대학 학점을 조기 이수할 수 있는 방법은 다양하다. 한 가지 방법은 학생 본인이 직접 대학에 가서 강의를 듣는 것인데 이 때 그 취득 학점은 고등학교의 졸업이수 학점이 되면서 동시에 대학에 입학했을 때 대학의 졸업이수 학점으로 인정된다. 이러한 제도를 이중학점 취득허가제(dual enrollment programs)라 한다. 만약 대학 교과목 수강 희망자 수가 많은 고등학교의 경우에는 교수가 그 학교에 출강을 하는 방법도 있다. 이 경우에는 학생들이 대학 등록금을 별도로 내야 한다.

고등학생이 대학 학점을 이수할 수 있는 대표적 방법은 상급과정 배치 프로그램(Advanced Placement(AP) Programs)이다. AP 프로그램은 대학교육협의회(The College Board)에서 대학 교과목을 고등학생을 위하여 운영하고 소정의 시험을 거쳐 학점을 인정해 주는 제도이다. AP 제도의 운영 방식은 동 협회회의 운영지침에 따르기만 하면 정규학급 혹은 우등생반을 별도로 조직하여 운영할 수도 있고 또는 개별 사사 학습을 시킬 수도 있다.

7) 초·중·고등 학생을 위한 대학에서의 영재교육

많은 명문 대학에서 주말, 방학, 또는 정규학기 중에 초·중·고의 수학, 과학영재 학생을 교수와 대학원 학생이 지도하는 것으로서 심화학습과 창의성 신장에 목적을 두고 있다. 대표적인 것으로는 Purdue 대학의 GERI(영재연구소)에서 운영하는 것과 Johns Hopkins 대학의 SMPY(Studies of Mathenatically Precocious Youth) 프로그램이다. 이 SMPY 프로젝트의 운영 방식은 다양하다. 수학 영재아들에게 하계 단기 강좌 또는 토요일 특별 강좌를 개설하여 정규학교에서

1년 또는 2년 배우는 과정을 몇 주 정도에 걸쳐 집중 강의하는 식으로 하여 상급학교 조기입학을 유도하는 속진 교육의 모든 방식을 병용하고 있다.

최근에 이 SMPY 프로그램은 존스 홉킨스 대학 이외에도 애리조나 주립대학, 덴버 대학, 듀크 대학, 노스웨스턴 대학 등 전국적으로 확산되어 가고 있다. 특히 애리조나 주립대학의 PSAP(Project for the Study of Academic Precocity)는 현재 매우 좋은 반응을 얻고 있다. 이 프로그램은 S.J. Cohn(1983)이 주관하고 있으며 중학교 2학년에서 고 1 정도의 학년을 대상으로 여러 교과목에 걸쳐 하계 단기강좌(summer programs)식으로 운영되고 있다.9)

8) 사사학습 제도(mentorship)

사사 학습제도 제도는 일선 초·중·고등학교에서는 지도하기가 어려운, 전문적 분야의 지식과 경험을 학생이 원할 때 학교가 해당 분야의 전문가를 찾아서 연결해 주어서 그 전문가에게 직접 지도를 받도록 하는 제도로서 심화학습이 목표이다. 특히 연구 사사학습제도(research mentorship)는 전 학년에 걸쳐 실시되고 있는데 특히 고등학교 과정에서는 매우 중요하게 여겨지고 있고, 또한 매우 보편화된 심화 영재교육 방식이다.

9) 학·석사 통합 학위과정, 석·박사 통합 학위과정

이는 석사학위를 하지 않고 박사학위를, 또는 학사 학위를 하지 않고 석사 학위 과정을 받는 과정이다. 미국의 많은 대학이 이 제도를 채택하고 있는데 이는 속진제 영재교육의 한 방법이다. 예를들어 이학 분야 박사학위의 경우 대개 대학원 입학하면 1년 정도후에 박사 자격시험(qualifying exam)을 봐서 합격하면 박사논문연구에 들어간다. 박사 과정의 연구를 하면서 30학점 정도 수료하면 별도의 논문을 제출하지 않고 석사 학위를 받을 수 있고, 또 석사학위를 받지 않아도 박사학위를 취득할 수 있다. 또한 고등학교때 우수 학생은 대학과정을 수강할 수 있고 취득 학점은 고교 졸업 이수 학점이 되면서 동시에 대학 졸업 이수 학점으로 계산된다. 같은 원리로 대학학부때 대학원 과정을 수강하고 학점 취득도 할 수 있게끔 제도가 매우 자율적이고 탄력적이다.

10) 자석 학교(magnet school)

미국의 인구가 밀집한 대도시 지역에서 많이 실행되고 있는 영재교육 제도로서 수학, 과학, 외국어, 예술, 체육 등의 특수 목적 학교가 이에 해당한다. 이 특수목적 학교는 특정 학문 분야의 영재들에게 심도있는 교육을 시키면서 그 밖에 다른 과목은 일반 학교와 거의 비슷한 형태로 운영되는 학교이다.

2. 과학고등학교에서의 영재교육

1) 개요

과학고등학교는 여러나라(미국, 러시아, 필리핀, 폴란드 등)에서 운영되고 있는데 대표적인 나

라는 역시 미국이다. 미국의 가장 오래된 과학고는 1938년에 설립되어서 지금까지 노벨과학상 3명, 퓨리처상등 세계적인 과학자를 가장 많이 배출한 Bronx High School of Science를 필두로, 1981년에 개교한 North Carolina School of Science and Mathematics, Louisiana School for Math, Science and the Arts(1983년 개교), Illinois Mathematics and Science Academy(1986년 개교), 그리고 1988년에 개교한 Governor's School for Science and Mathematics, Mississippi School for Math and Science, University of North Texas Academy of Math and Science등이 있고 이밖에도 Maryland, New York, Oklahoma 등에서도 과학고를 설립했거나 설립중에 있다.

2) 노스캐롤라이나 과학고(North Carolina School of Science and Mathematics: NCSSM)
미국내 여러 과학고가 있지만 대표적으로 이 학교 하나만 소개하면 다음과 같다. 이 학교는 1977년 James B. Hunt, Jr가 North Carolina 주지사로 재직시에 착수하여 1983년에 개교한 학교로서 2년제 과학고등학교이다. 이 학교의 학교 운영의 특징이 여러가지가 있으나 우리나라의 과학고등학교 개선에 중요한 시사점을 제시해 줄 수 있다고 생각되는 점 두가지 즉 (1) 교육과정과 (2) 연구활동에 관해서 주로 소개하겠다.

(1) 교육과정

① 개설교과목수

수학 및 컴퓨터 20개 과목

생물 16과목

화학 8과목

물리 8과목

위의 과학 3개 분야중 각 분야에서 1과목 이상 필수

국어는 2년간 필수(작문을 강조)

독어, 불어, 스페인어, 러시아어, 라틴어 중 택 1

선택 - 음악, 미술, 사회과학, 학제간 과목 등 다양

② 교육과정의 특징

- 일반계 고등학교의 교육과정과는 다른 독특한 교육과정으로 운영
수학·과학 교과 강조, 집단 교육이 아니라 개인의 능력과 적성에 맞춘 철저한 개별 잠재능력의 극대화 추구 교육
- 대부분의 교과내용이 대학 1~2학년 수준의 고급수준의 심화과정 교육
- 대학 1~2학년 정도 수준의 연구과제 수행 중심의 교육
- 대학과정 조기 이수제도(college course in high school)
희망학생에게는 제도적으로 상급과정 프로그램(AP)을 마련하여 지도함. 그러나 이 학교는

이것을 장려하지는 않음

- 1984년 University of North Carolina의 부속고등학교가 된 이후부터는 매년 여름방학동안 이 대학의 6개 분교에서 과학고등학교 학생들을 주축으로 한 고급과정 여름 강좌가 개설되고 있으며 강사진은 그 대학교수와 인근 고교의 유명교사와 합동으로 이루어짐. 이 기간동안 대부분의 과학고 학생들(2-3학년 총 700명 정도)은 5주간 대학실험실에서 연구하고 배움. 수강료는 무료이나 매일 학생 수송은 부모책임.

- 학제간(interdisciplinary) 교과목에 관심을 가진 학생들이 상당수 있는데 이들에게는 관련 교과목 교사가 합동강의 즉 팀티칭(team teaching)을 함

- 과학고 입학생들은 거의 전원이 대학진학을 하지만 거의 모두 이공계를 진학하는 한국의 과학고와는 달리 상당수의 학생들이 이공계 외의 다른 분야로 진학하며 과학과 기술의 지식과 방법을 다양한 분야의 직업에 필요한 도구로 활용함

- 과학자로서의 능력을 함양하기 위하여 물리, 화학, 생물교과의 경우 2학년과 3학년 중 과학교과의 기초 연구방법론 과목을 필수로 수강토록 되어있음. 만약 본인이 이에 대하여 충분한 실력을 갖추고 있다고 생각하는 학생은 면제시험(exemption exam)을 합격하면 면제받을 수 있음.

- 과학분야에 지적 수준이 탁월하여 고급 심화 과정을 희망하는 학생을 위하여 개설되어 있는 교과는 다음과 같음

생물학: 유전학, 세포생물학, 발생학, 생태학, 분류학, 해부학, 행동과학

화 학: 유기화학, 환경화학, 고분자 화학, 화학기구 사용법

물리학: 천체물리학, 현대물리학, 전자공학

(2) 연구활동

① 실험실습 및 과학연구논문 수행 능력 강조

- 과학고에서는 화학과 생물의 경우 실제 기성 과학자들이 행하는 실험연구 경험을 학교에서 실제로 체험하도록 함

- 경우에 따라서는 인근 연구소 및 대학의 과학자들과 연구 사사학습제도(research mentors hip) 결연을 맺어줌

- 각종 과학전람회 출전 경험이나 교사의 연구 프로젝트 조원활동을 통해 이미 상당한 연구능력을 가진 우수 학생들을 위해서는 대학원 학생 수준 또는 연구소 연구원 수준의 연구를 과학고에서 할 수 있도록 연구여건을 제공 해줌.

- 연구 경험이 부족한 학생들에게는 대학의 전공을 정하기 전에 희망전공 분야와 관련된 실험을 반드시 해 보도록 장려함

- 화학 또는 생물 실험 연구교과목을 이수하는 학생들은 한 학년의 15%정도임.

- 과학고가 갖추고 있는 주요 실험실은 컴퓨터실과 기초 과학실험실 외에 DNA lab, 자기공

명 이미지실(magnetic resonance imaging), 가스 크로마토그래피실(gas chromatography)등이 있음.

② 전문과학자로부터의 사사학습제 운영

- 교내에서 연구활동을 하는 것 외에도 과학고를 인근 연구단지(이곳은

Durham-Raleigh-Chapel Hill 세지역을 잇는 삼각연구단지임) 및 대학 등의 전문가와 연간 단위의 사사 학습제(year-long mentorship)가 잘 구축되어 있다. 과학고에서는 학생들의 희망 분야와 전문가들로부터의 희망 지도 분야를 컴퓨터에 입력시켜 양자를 결연시켜서 일정한 날짜와 시간을 정해서 고급수준의 심화 학습지도를 전문가로 부터 사사케 한다. 사사 학습을 받는 학생 수는 연간 재학생의 약 3분의 1정도이며 대개 고 3때 지도 받는다.

전문가와와의 사사학습은 주로 연구프로젝트 수행 과정에서의 지도를 받는 것이다. 그동안 사사 학습을 통하여 학생들이 수행한 연구프로젝트는 거의 대학과정 이상 정도의 수준으로 다음과 같다.

- 투석환자의 가정용 이온교환물질 개발(the development of ion-exchange material to be used at home by dialysis patients)
- 천체 은하계의 오래된 별들에 관하여 광도 및 분광측정 데이터 분석(analysis of photometric and spectroscopic data concerning the galaxy's oldest stars)
- 컴퓨터 윈도우 시스템의 특징 연구(characterization of computer "windowing" system)
- 케미컬 플랜트에서의 컴퓨터 모델링 과정(computer modeling of processes in a chemical plant)

- 사사학습의 방법도 다양하다. 일부 학생들은 전문가와 실험실에서 여름방학 동안에 유급 연구조원으로 일하기도 하고 또 일부 학생들은 학술지에 게재코자하는 연구논문 작성의 지도를 받기도 한다. 또는 어떤 전문가는 자기가 지도하는 학생을 관련 학회에 자주 참여시키기도 한다. 사사학습제도는 학생들이 미래의 창의적인 과학자가 되는데 매우 중요한 경험으로 평가되고 있고 학교에서는 적극 권장하고 있고 학생들도 이 활동에 자발적으로 적극참여 한다. 사사학습제는 개별연구 지도도 하지만 소집단의 그룹연구로 지도 받는 경우도 많다.

③ 연구과제 수행 능력 향상을 위한 연구과제 추진 주간 설정 운영

- 학생들에게 과학자로서의 연구소양과 능력을 키워주기 위하여 매년 정규 봄학기중에 1주일간 특별연구 과제 추진 주간(Special Projects Week)이 있다. 이 기간 동안에는 수업을 하지 않고 개인별 또는 그룹으로 1주제를 정하여(대개 주제는 미리 정함) 집중적인 연구실험 활동만 한다. 또는 이 기간동안 학교밖에 서라도 교육적으로 가치 있는 활동이라고 인정되면 그 활동에 참여할 수도 있다. 주제는 자유이나 대개는 과학과 관련된 주제를 테마로 잡으며 일부 소수 학생들은 예술이나 각자 관심 있는 분야에 몰두하여 연구하는 학생도 있다. 이 연구기간을 통하여

연구의 재미와 깊이를 느끼게 하는 중요한 가치가 있으며 이 기회를 통하여 극소수이기는 하지만 전문 학술지에 게재할 만한 훌륭한 논문으로 발전되기도 한다. 특별 연구 수행 주간을 통하여 최근에 수행된 연구 과제의 일부를 소개하면 다음과 같다.

- 기포 형성 역학(mechanics of bubble formation)
- 육수학 수업용 모형배 만들기(construction of a sampling boat for limnology class)
- 화학 매직쇼 연구개발(development of chemical magic show)
- 또한 1984년 노스캐롤라이나 대학 부속 고등학교가 된 이후에는 여름방학 동안에 5주간 자기가 편리한 분교(6개가 있음)대학에 가서 실험실 연구활동을 해야 한다.

• 특히 인근 연구단지 연구소 및 대학의 협조가 고등학교 수준의 과학영재 교육에 결정적인 역할을 하는데 연구주간 동안에는 대학 및 연구소의 협조가 더욱 중요하다. 연구소와의 협조는 원만히 잘 이루어지고 있으며 과학고가 성공하려면 반드시 인근의 과학관련 연구소 및 대학과의 협력이 필수적이다.

④ 과학 기초 실력의 내실화

같은 과학고 학생간에도 지적능력과 연구수행 능력이 있어서 개인차가 많이 있고 연구 관심분야도 다양하다. 과학고에서는 이러한 다양한 지적 욕구 충족을 극대화 하기 위하여 과목을 다양화함은 물론 교과목, 교육활동, 연구활동에 대하여 계속 평가하고 개선 방법을 연구한다. 이러한 평가를 통하여 효과가 없는 것은 폐지하고 효과가 있는 활동 프로그램은 계속 발전시킨다.

대부분의 학생들의 경우 생명과학 과목에 대한 지식은 기초적으로 갖고 입학한다. 그러나 출신학교에 따라 지식의 정도가 다르다. 따라서 학생마다 소정의 검사를 거쳐서 생물에 기초가 약한 학생은 자기학습 수준과 속도에 맞추어 진도를 나가는 기초 생물과목(introduction survey course)을 듣도록 요구한다. 생물학의 기초가 잡힌 학생은 좀 더 고급과정인 토픽별 강좌(예: 행동론, 연구, 발생학, 또는 대학 초급과정 과목)를 수강케 한다. 생물의 경우 학생의 연구 관심에 따라 다양한 선택(option)의 연구 분야를 공부할 수 있다.

물리, 화학의 경우는 생물과는 경우가 매우 다르다. 화학과목을 고등학교 과정에서 이수하고 오는 학생은 10-15% 정도이고, 물리 과목을 이수한 학생은 극소수이다. 따라서 과학고에서는 물리와 화학의 기초 과목수강을 요구하는데 이 두 과목에서의 강조 점은 수학 실력의 향상이다. 이는 학생들이 과학을 깊이 들어가려면 수학기초가 튼튼해야 하기 때문이다. 생물과 마찬가지로 물리, 화학의 경우도 기초가 튼튼한 학생들에게는 유기화학, 천체물리학 등 고급과정을 선택하게 한다.

IV. 과학영재 교육체제 정립 방안

1. 일반학교에서의 과학영재 교육

영재의 발굴과 지도는 빠르면 빠를수록 좋다. 영재교육은 유아기때 어떠한 지도를 받았느냐에 따라 성인이 된 후 어느 수준의 과학의 대가가 될 것인가가 결정된다. 연구결과에 의하면 천재적인 업적을 이룬 사람들은 대개 그 일을 아주 어렸을 때 시작했다. 즉 영재교육의 성패는 조기교육의 중요성에 대한 관심의 정도에 비례한다. 기술 패권주의 시대에 한국이 국제경쟁력을 높이고 삶의 질을 높일 수 있는 유일한 희망은 재능있는 아동을 일찍부터 발굴하여 체계적인 교육을 제공 해주는데 있다. 이를 위해서는 정부, 사회, 학술단체 그리고 국민 모두가 재능아 교육의 중요성을 인식하고 이의 성공을 위하여 공동보조의 노력을 기울여야 한다. 일반 학교에서의 과학영재교육의 정책방향을 다음과 같이 제시하고자 한다.

1) 심화학습 프로그램의 개발과 시행

현재 초.중.고의 각종 과학영재 프로그램을 재평가하고, 과학영재를 위한 교육심화학습 프로그램을 개발하여 이를 각급 학교에서 실천할 수 있는 방안을 제도화 하여야 한다. 영재를 위한 심화학습 프로그램은 교육정책 결정자의 확고한 신념만 서면 현재의 교육법령하에서도 실천 가능하며 한국에서의 과학영재 교육의 중심은 이 방법에 의하여 이루어지는 것이 바람직하다고 생각된다. 실시 방법은 방과후에 또는 방학기간 중 다양한 방법이 있을 수 있다.

2) 속진교육의 실현을 위한 법제도적 정비

과학영재들의 특성인 빠른 학습속도에 맞추어 빠르게 진도를 나갈 수 있도록 하고 나아가 생애적인 나이에 연구에 종사할 수 있도록 하기 위하여 각급 학교수준에서 개인차에 따라 교육기간을 단축하는 속진제를 도입할 필요가 있다. 이공계 분야의 경우 20대에 박사가 배출되어야만 30대 초반에 창의적인 연구업적을 낼 수 있다. 따라서 능력이 되고 본인이 희망하고 또 속진하여도 정서적으로 문제가 없는 학생들은 속진을 할 수 있도록 취학년령제한, 수업년한, 학력 인정, 대학원학위논문 등 관련 규정을 고쳐야 한다. 또한 대학과 대학원의 경우도 학부생이 대학원 과목을 들을 수 있도록 해주어야 하고, 학석사(學碩士)과정의 통합운영과, 석박사과정의 통합운영이 실시되어야 한다.

3) 교원의 양성교육 및 현직교육의 강화

그 다음은 과학영재교육 담당 교원의 양성교육 및 현직 연수를 위한 제도적 노력이 있어야 한다. 학교에서의 영재교육의 실시는 영재를 지도할 수 있는 교원의 양성과 이들의 자양분이라할 수 있는 프로그램의 개발 없이는 불가능하다. 현재 한국과학기술원 과학 영재교육연구소에서 매

년 시행하고 있는 과학고 교사 연수 프로그램을 잘 발전시킨다면 좋은 연수 모델이 될 수도 있을 것이다.

4) 권역별 과학영재교육센터 체제의 구축

권역별로 각 대학에서 초·중등학교의 과학영재의 특별교육과 지도를 위한 사업계획서(proposal)를 관련 정부부처(예, 과학재단)에 제출하고, 정부는 좋은 프로그램에 대해서 각 대학이 방학기간 등에 특별지도를 실시 할 수 있도록 제도적·재정적 지원을 하여야 한다. 특히 실험실습과 과학논문 작성의 기초적 능력 향상에 강조를 하여 교육토록 하여야 한다.

2. 과학고등학교에서 영재교육

현행의 과학고등학교를 본래의 설립 취지에 맞는 과학영재 교육기관화 시키기 위해서는 다음과 같은 몇가지 교육정책이 요구된다.

1) 과학고등학교 수를 대폭 줄여서 권역별(서울, 대전권, 대구권, 호남권, 부산권, 경기권 정도)로 일원화하고, 현재의 과학고등학교의 교육내용과 방법을 질적으로 고도화시켜야 한다. 그러기 위해서는 첫째는 현재의 과학고 졸업생이 입시에 매달리지 않고 과학의 본질적 활동에 충실할 수 있도록 이들 졸업생에 대한 특별 전형 방법이 주어져야 한다.

둘째는 교육과정과 실습실험의 내용이 영재교육에 적합하도록 개발되고 실천되어야 한다. 무엇보다도 실험실습을 통한 연구과제 수행 능력을 키워주는 과학교육으로 바뀌어야 한다. 앞서 살펴본 미국의 NCSSM과학고의 교육과정과 연구활동이 좋은 모델이 될 수 있다. 실제로 독일, 미국, 러시아 등 주요 강대국에서의 과학고등학교의 교육내용은 일반 고등학교에 비하여 훨씬 높은 준(準)대학 수준이다. 과학고가 일반고등학교와 다른 매우 수준 높은 연구와 실험 중심의 교육을 실천하지 않고 현재와 같이 입시위주의 교육을 추구하는 것은 과학고 설립의 당위성을 갖기 어려울 뿐만 아니라 노벨상 수상의 꿈은 요원하다.

2) 과학고등학교를 국립화하고 소관부처를 과기처로 이관 하여야 한다.

과학고등학교는 교육부 산하의 각시도 교육청 소관으로 되어 있다. 그러나 준대학 수준에 해당하는 정도의 적절한 예산 지원을 위해서는 교육청 산하에 운영되는 것 보다는 국립으로 격상하고 과기처 산하에서 운영되는 것이 바람직하다. 그리고 과학고→과기대→과기원으로 이어지는 과학영재 교육체제를 확립함으로써 과학고 3년동안 입시교육 보다는 과학의 본질적 활동(즉 실험실습하고 연구과제 수행을 통해 과학논문을 써보는 경험을 해보는 것)을 추구할 수 있다. 그러나 이 방안은 과학고의 수를 대폭 축소하여 과학고 학생들이 더욱더 소수 정예화 되는 것을 전제로 한다.

3) 과학고등학교를 영재 교육 기관화 할 수 있는 법적 근거(예, 과학고 설치령)를 마련하여야

한다.

- 목적
 - 학생 선발의 자율권
 - 대학진학의 특별전형 혜택
(과학영재교육 실현과 과학고 설립 목적에 맞는 대학 진학 방안)
 - 재정 지원 방법
 - 정부소속 부처의 명기
 - 교육의 기본 방향, 교육내용
- 4) 교사의 자질 향상을 위한 체계적인 연수와 우수 교사 유인 체제가 마련되어야 한다.
- 해외 영재 교육기관 건학의 지속적 제공
 - 연구비 조성 등 연구 여건 조성
 - 우수교사 영입을 위한 인사제도의 재량권 부여
 - 과학영재교육 담당교원의 인사상 우대책 강구

3. 전국 수학·과학 경시대회 및 국제 과학 올림피아드를 통한 과학영재교육

영재교육의 지도방법 중 대표적인 방법 중의 하나는 심화학습지도이다. 한국에서 현실적으로 고등학교 수준에서 정규수업이외의 심화학습방법의 가장 훌륭한 모델은 바로 이 전국 수학·과학 경시대회와 수학·과학국제올림피아드 참가학생 선발을 위한 교육이다.

따라서 이 대회를 통한 과학영재교육을 활성화 할 수 있는 방안으로 다음과 같은 정책방향을 제의하고자 한다.

1) 수학·과학올림피아드는 고등학교 학생들을 대상으로 한 국제대회이므로 이의 기초가 되는 국민학교 및 중학교 수준의 국내 대회가 제도화되고 정착되어야 한다. 이는 마치 세계 체육 올림픽대회의 꿈나무들을 전국체전을 통하여 조기에 발굴하고 육성하듯이 과학의 꿈나무들을 발굴 육성하기 위한 대회의 저변확대를 통한 과학의 생활화가 필요하다.

2) 국제 수학·과학올림피아드 참가 학생들은 객관적으로 공인된 대회를 통하여 수학·과학 영재 임이 입증되었음에도 불구하고 지금까지 대학입학 특별전형의 특혜가 실제로 일부 명문대학을 제외하고는 마련되어 있지 않았다. 그러므로 이 대회의 활성화를 통하여 과학영재 교육을 내실화 하기 위해서는 학생이 선호하는 명문대학에서도 국제과학올림피아드 출전자에 특별한 걸격사유자를 제외하고는 전원이 특별전형(필기시험 면제)에 의하여 입학허가를 해주는 과감한 조치를 실행해야만 한다.

3) 올림피아드 출전자에 대한 체계적이고 조직적 교육훈련을 위한 기관의 상설화가 필요하다.

범국민적 호응을 얻을 수 있는 법인을 구성하고 올림피아드에 대비하여 체계적이고 조직적인 교육과 훈련을 할 수 있는 상설기관이 필요하다. 이러한 상설기관이 마련되면 지도교사의 연수와 훈련도 체계적으로 이루어질 수 있을 것이다. 또한 이러한 기관이 확보되면 이곳에서는 우수 지도교사의 발굴 및 자질 연마 연수기회를 실시하고, 해외의 과학영재 및 올림피아드, 프로그램 등 다양한 정보와 자료의 개발과 보급의 역할이 수행될 수 있을 것이다. 그러나 이러한 기관은 별개의 기관으로 설립되는 것은 바람직하지 않고 적절한 관련 유명대학내에 연수원식의 별관 형태로 설립되어야만 교수와 실험실의 지원이 용이하다. 따라서 특정 관련대학을 지정하여 시설 보완을 하는 것이 바람직한 방식이라고 본다.

4) 재정지원의 확대가 필요하다. 우선 국제학술대회를 준비하기 위해서는 94년도 예산지원 수준보다는 몇배 정도는 증액되어야 할 것이다. 그러기 위해서는 과학재단 지원금액을 지금 수준보다는 훨씬 증액하여야 할 것이며, 입상자에게 포상금 및 장학금을 확대하고, 지도교사에게도 참여의욕을 고취할 수 있는 수준의 보상이 되도록 하여야 할 것이다. 또한 동시에 국제과학올림피아드를 국내에 유치하기 위한 노력과 재정 확보 계획도 미리미리 마련하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 이군현 외, 동구권 및 주요선진국에서의 과학영재교육에 관한 연구, 과학재단, 1993. p. 43.
- 2) 이군현 외, 과학영재교육, 교사용 지도자료, 한국과학기술원 과학영재교육연구소, 1990. p. 13.
- 3) Lehman, H.C., Age and achievement, Princeton University Press, 1953.
- 4) 이상수 외, 과학기술영재 양성을 위한 교육체제 확립에 관한 연구, 한국과학재단, 1982. pp. 22-28.
- 5) 이군현, 영재교육학, 서울: 박영사, 1988.
- 6) 과학교육연구논총, 6권 1호(pp. 33-64), 6권 2호(pp. 1-68), 1981.
- 7) 정연태, 서울대학교 기구에서 과학영재 교육체제의 개발, 1986, pp. 21-22.
- 8) 조석희, 김양분, 일반 학교에서의 효율적인 심화학습 프로그램 운영 방안 연구, 연구보고 한국교육개발원, 1994, pp. 53-64.
- 9) Gallagher, J. Teaching gifted children Boston: Allyn and Bacon, 1985.