

# 과학적 창의성을 최대한 끌어내라!

글 | 서혜애 \_ 경상대학교 과학교육학부 부교수 haseo@gnu.ac.kr

21 세기를 ‘디지털 세기’, ‘지식혁명의 세기’ 라고 표현하고 있다. 디지털 시대의 빛과 같이 빠른 변화를 주도하는 것은 첨단과학기술의 획기적 지식혁명이다. 유명 과학자들은 탁월한 과학적 창의성을 발휘하면서 지식혁명을 성취해 왔다. 플레밍, 갈릴레오, 뉴턴, 왓슨, 크릭 등은 정신적 사고 실험을 통해 새로운 과학이론을 발견했다. 즉, 이들의 과학적 창의성은 일련의 정신적 사고과정이 모형을 시각화될 때 발휘되었다. 아인슈타인은 학습한 지식과 상상력이 자유로운 게임을 할 때, 토마스 쿤은 실험적 관점에 미학적 견해가 통합될 때 과학적 창의성이 발휘된다고 말했다.

탁월한 과학적 창의성을 발휘한 과학자들의 특성을 고려하면서, 21세기 첨단 과학기술의 획기적 지식혁명을 주도하게 될 과학영재들이 지녀야 할 과학적 창의성은 4가지 특성으로 제시해 볼 수 있다.

첫째, 과학적 창의성은 전체적 관점에서 상상력을 발휘하면서 구체적 데이터를 활용할 때 나타난다. 과학지식에 근거한 인지적 사고력만으로 데이터를 조작하여 문제를 해결하는 것이 전부가 아님을 의미한다. 상상력을 동원한 전체적 관점에서 발휘된다. 둘째, 예술적 관점이 적용될 때 발휘된다. 과학을 미학적 잠재력을 실현화하는 도구라고 일컫기도 한다. 과학적 창의성의 미학적 차원은 정신적 사고활동을 새로운 과학 개념으로 만들어 가는 과정에 적용된다고 볼 수 있다.

셋째, 과학적 창의성은 과학·예술의 인터페이스에 직관이 작용하여 발휘된다. 과학적 논리성은 현실과 가능성간의 변증이며, 과학적 창의성은 사실에 대한 직관적 느낌에서 비롯된다. 이러한 점에서 영재성이 높은 과학자는 감정가라고도 볼 수 있다. 넷째, 과학적 창의성은 개인적 만족감을 추구하는 데서 더욱 잘 발휘된다. 과학영재들은 개인적 만족감을 느낄 때, 새로운 지식을 추구하려는 의지가 높아진다. 개인적으로 연결된 과학적 사고를 통해 의미를

찾고자 하는 욕구가 높다.

과학영재들이 일반학교 과학수업에 적응을 못해 자신의 잠재력을 계발할 수 없다면, 사회와 국가는 이들에게 적합한 교육기회를 특별히 제공해야 할 것이다. 자신의 잠재력을 최대한 발휘하여 자아실현을 할 수 있고, 나아가 미래사회의 과학기술발전을 주도하고 과학 관련 문제를 창의적으로 해결하는 과학자로서 성장할 수 있도록 과학영재교육이 제공되어야 할 것이다. 과학영재교육은 학습기회의 평등성과 학습결과의 수월성을 실현하는 데 목적을 두고 있다. 과학영재교육기관이 이러한 목적을 성공적으로 실현하고자 한다면, 과학영재들에게 과학자들이 발휘한 과학적 창의성을 최대한 발휘하도록 지원하는 교육을 추구해야 할 것이다.

## 美 영재학교, 통합적 사고·문제해결력 강조

미국 일리노이 수학과학교등학교는 미국 일리노이 주에 위치하는 공립 영재학교로서, 노벨 물리학상을 수상한 레온 레더만 박사가 1986년에 설립하였다. 현재 고등1~3학년까지 총 650여명이 다니는 기숙학교다. 이 학교는 수학, 과학 및 공학에 재능이 있는 학생들에게 도전적인 교육을 제공하여 이 영역의 전문성과 리더십을 함양하는 데 목적을 둔다. 많은 지식을 가르치는 것보다는 통합적 사고력과 개념을 깊이 있게 이해하도록 교육하는 데 중점을 두어 수학과 과학뿐만 아니라 예술과 인문학도 강조한다. 특히 탐구, 문제해결력 중심 교수·학습방법을 적용하여, 학생들이 직접 체험하면서 학습하도록 하는 것이 특징이다.

학생들은 자기 주도적으로 연구계획을 세우고 이를 인근 지역의 페르미연구소, 알곤국립연구소, 자연사 박물관, 로올라 의학연구소 등의 연구기관 소속 과학자와 함께 공동으로 연구를 수행하는 프로그램(SIR)에 참여하며, 국내외 과학학술대회에 연구결과를 발



표하고 있다. 이 프로그램을 통해 학생들은 학습한 내용을 실제계 문제를 창의적으로 해결하는 데 적용하게 된다. 졸업생의 70% 이상이 수학 과학영역을 전공하여 박사학위를 취득하며, 미국 과학계를 이끌어 가는 유명한 과학자로서의 역할을 수행하고 있다.

미국 인디애나 과학수학인문학교등학교는 1990년 인디애나주 의회 의결에 따라 개교되었으며, 미국 전역에서 우수학교로 인정받는 대학교 부설 영재학교로서, 인디애나 주 거주 학생 약 300명을 대상으로 2년제(11, 12학년) 영재고등학교 프로그램을 운영하고 있다. 이 학교는 영재들에게 공공의 선이라는 규범 안에서 자신의 잠재력을 최대한 발휘하도록 자극하고 도전하는데 교육의 목적을 두고 있다. 이 학교의 교육과정은 학생들로 하여금 과거를 이해하고 현재를 탐구하며 미래를 계획할 수 있도록 학습경험을 제공하는 데 중점을 두고 있다. 필수 과목에서는 과학뿐만 아니라 전통적 인문 사회학을 강조하며, 선택과목, 개별학습, 연구 및 실제 경험을 통해 탐구하고 발견하는 학습을 강조한다. 전통과 혁신이 합쳐지면서 창의적인 과학영역의 산출물을 창출할 수 있다는 전제하에, 이 학교는 학생들이 혁신적 과학과 문화적 전통을 경험하는 학습과정에서 학문의 엄격함, 새로움에 대한 도전, 창의성의 영감을 조화시키면서 탐색하는 자유를 누리는 지적 환경을 창출하도록 지원한다.

이 학교의 학생들은 점점 더 복잡해지는 지구촌 시대에서 창의적으로 사고하고 명료하게 의사소통하며 책임 있게 행동하는 것을 배우고 있다. 수업의 내용은 잠재력이 높은 학생들의 상상력을 자극하고 지성을 훈련하는 데 가장 적절한 것들이어야 선정된다. 교수방법은 강의, 토론, 세미나, 콜로키움, 개별학습, 연구, 여러 분야의 연구자의 사사 등 다양하다.

### 이스라엘 영재학교, 미래 지도자 양성이 주목적

이스라엘 예술과학고등학교는 전세계적으로 과학 분야 노벨 수상자를 가장 많이 배출한 국가인 이스라엘의 유일한 영재학교로서 1990년에 설립되었으며, 이 나라 수도 예루살렘에 위치하고 있다. 이 학교는 국가 차원에서 가장 중요한 자원은 우수한 인적자원임을 인식하고, 학생들의 재능과 잠재력을 개발하여 국가를 발전시킬 미래 지도자를 양성하는 데 역점을 두고 있다. 이 학교는 과학 또는 시각예술 영역에 재능을 가진 학생들을 선발하며, 현재 고등1~3학년까지 약 210명이 다니고 있다. 과학전공 학생들은 예술을, 예술전공 학생들은 과학을 부전공하도록 지도하고 있다. 과학전공 학생들은 전체의 약 72%로서 150명에 이른다.

이 학교는 한마디로 이스라엘의 미래 지도자를 양성하기 위해 설립되었다. 교육의 목적은 탁월한 지도자와 사려 깊고 책임감 있는 시민을 양성하는 데 있다. 교육의 궁극적 목적과 철학은, 학생들이 흥미를 가지는 전공영역을 집중적으로 연구하고, 다학문적 접근 방법으로 필수 과목을 학습한 후, 학습한 것을 활용하여 지역사회 발전에 기여하고 나아가 인본주의적 가치에 기반을 두는 인간성과 인류의 선을 추구하는 가치관을 심어주는 데 있다.

특히 특징적인 것은 다양한 교수방법을 통해 학생들의 흥미와 학습효과를 높이는 교육과정을 제공하고 있다는 점이다. 몇 가지를 살펴보면, 첫째, 2주마다 특별한 프로그램으로서 특강, 시범수업, 콜로키움 등을 수강하여 다양한 학습경험을 하게 된다. 둘째, 저녁에는 히브리대학교 화학과에서 제공하는 강의를 수강할 수 있다. 셋째, 과학현장학습으로서 와이즈만과학연구소 또는 국립과학관에서 제공하는 워크숍에 참가한다. 선택교과로서 뇌과학, 카오스 이론, 대칭성, 지구온난화, 천체물리학 등을 수강할 수 있는 기회를 가진다.

주목해야 할 점은, 이스라엘 예술과학고등학교의 교육은 인본주의적 철학을 중시하며, 예술가와 과학자의 상호 교류를 추구하고자 노력한다는 점이다. 이러한 취지하에 이 학교는 기숙학교로서의 장점을 살려 음악이나 미술을 전공하는 학생들과 과학을 전공하는 학생들이 서로 활발히 교류할 수 있는 다양한 활동을 제공하고 있다. 교육과정을 통해서도, 과학전공 학생들은 악기를 연주하는 기회와 미술작품 활동에 참여하거나 즐길 수 있으며, 예술전공 학생들은 과학교과목을 수강함으로써 과학의 논리성과 합리성을 이해하는 기회를 가지게 된다.

### 싱가포르 영재학교, 세계 최고의 과학자 양성 주력

싱가포르는 아시아뿐만 아니라 전세계적으로 국가 경제적 경쟁력이 가장 높은 국가 중 하나다. 국가의 미래는 고급 인적자원에 의해 좌우됨을 일찍부터 인식하고 교육에 막대한 투자를 해 왔으며, 최고 수준의 수월한 학업성취도를 달성하기 위해 강력한 교육정책을 실천하는 국가다. 국제성취도 비교연구에서 수학, 과학 모두에서 1등을 하는 매우 탁월한 성적을 보이고 있다. 싱가포르 교육부는 이와 같은 탁월한 성취에 기여한 교육적 요인들을 분석하여 발표했다. 가장 중요한 요인은, 학생들의 수학 및 과학 공부에 대한 긍정적 태도와 높은 동기다. 시험에 참여한 학생들의 75%이상이 수학, 과학을 공부하는 것을 매우 즐긴다고 했다. 그리고 대학교에

입학하기 위해서는 수학, 과학을 열심히 공부해야 한다는 높은 인식과 동기를 가지고 있다는 점이다.

싱가포르국립대학교 부설 수학과학교등학교(NUSHS)는 2005년 싱가포르국립대학교의 특별 부속학교로서 개교하였다. 이 학교는 싱가포르 교육부가 학교에 필요한 모든 제원을 제공하며, 교육부와 대학교가 공동·운영하고 있다. 이 학교는 중학교 7학년부터 고등학교 12학년의 6년간의 중등교육을 제공한다. 개교시에는 7학년에 입학한 학생 120명과 9학년에 입학한 학생 120명을 모집하였으며, 2006년 4월 기준 7학년, 8학년, 9학년 10학년의 4개 학년 총 480명이 등록되어 있다. 여학생 비율은 약 40%다. 2010년 학년별로 학생수 200명씩 6개학년 총 1천200명을 등록시킬 계획이다. 현재 학교장은 NUS 화학과 교수다.

이 학교는 개척자(pioneer), 성취자(achiever), 사고가(thinker), 인도주의자(humanitarian)를 학교 비전으로 설정하고, 각 단어의 첫 글자를 조합하여 '여정(path)'으로 총체적으로 상징하고 있다. 먼저, 개척자는 새로운 영역을 모험하고, 새로운 아이디어와 연구를 주도적으로 탐색하고 개발하는 사람을 의미하며, 따라서 이 학교는 개척자로서 수학과 과학을 가르치고 학습하는 일을 개척하는 역할을 수행한다는 비전으로 제시한다.

둘째, 성취자는 자신있고 힘이 넘치는 사람으로서 꿈과 목적을 향해 성실하고 책임감있게 동기를 가지며 긍정적 태도로 임하는 자를 의미하며, 따라서 이 학교는 최상위 수준을 성취하기 위해 노력하는 역할을 수행한다는 비전을 제시하고 있다.

셋째, 사고가는 논리적이고 도전하고자 하는 욕구를 가진 사람으로서, 추론하고 결론을 도출하고 실천하는 자를 의미하며, 따라서 이 학교는 학문적 이해를 넘어서 새로운 지식을 평가하고 창출하는 역할을 수행한다는 비전을 제시하고 있다.

넷째, 인도주의자는 배려하고 책임감 있으며 도덕적인 자로서 인류 공영을 위해 노력하고 발전시키는 자를 의미하며, 따라서, 이 학교는 지역 및 지구촌 공동체를 위한 민감성과 책임감을 가진다는 비전을 제시하고 있다.

종합적으로 이 학교의 비전은 학생들을 수학·과학영역의 최고의 기준을 추구할 수 있는 역동적이며 다재다능한 사람으로 키우는데 있다. 학생들은 장래를 탐색하고 배우는 일을 사랑하며 미래를 주도하는 사람으로 성장하게 될 것이다. 또한 일생을 통해 지역 및 지구촌 공동체에 대해 민감성과 책임감을 가지고 기여할 수 있는 사람으로 성장하게 될 것이다.

NUSHS의 교육 목표는 다음과 같다. 첫째, 수학·과학 영역의 최첨단 분야 혹은 새로운 영역을 연구하는 개척자를 양성한다. 둘째, 자신의 꿈과 목적을 추구하는데 있어 자신감·책임감·성실성·긍정적인 태도를 갖춘 사람을 양성한다. 셋째, 판단력과 도전정신이 있으며, 추론, 의사결정 및 실행에 옮길 수 있는 사람을 양성한다. 넷째, 인류 공영에 이바지할 수 있는 사람을 양성한다. 이러한 교육 목표하에 수학, 과학영역에서 최고수준을 추구하는 활동적이고 다재다능한 인간을 육성하는데 궁극적 목적을 두고 있다.

특히, 전체 입학생의 20%를 해외학생으로 모집하는 것으로 알려져 있다. 이는 국가차원에서 세계를 주도하는 인재를 양성하려는 의도를 내포하고 있다. 해외 우수한 학생들을 입학시킴으로써 싱가포르 학생들이 세계의 우수한 학생들과 상호협력하고 선의의 경쟁을 하는 환경을 제공하고 나아가 싱가포르에 우호적인 해외 인적자원을 양성하려는 취지를 가지고 있다. 또한 학생을 선발하는데 하고자 하는 동기와 열정을 가장 강조하는 것으로 알려져 있다.

### 미래 사회 과학기술발전 주도 과학자 양성

미국의 두 개 과학영재교육기관은 과학·수학뿐만 아니라 인문학을 강조하며, 통합적으로 사고하고 탐구하며 문제해결력을 강조한다. 전통과 문화를 강조하며, 과거를 이해하고 현재를 탐구하며 미래를 설계할 수 있는 교육의 기회를 제공하는 데 주력하고 있다. 이러한 경향은 이스라엘이나 싱가포르에서도 예외는 아니다. 이스라엘은 과학의 새로운 지식을 창출하는 데 예술적 연계성을 강조하고 있다. 싱가포르는 세계 최고 수준의 전문영역의 지식, 열정 그리고 리더십을 갖춘 과학자를 양성하고자 한다.

각 학교들은 학생들이 하고자 하는 열정과 동기를 더욱 높이고 이를 통해 미래사회를 주도할 수 있는 과학적 창의성을 발휘하도록 격려하는 교육의 기회를 가장 효율적으로 제공하려는 노력을 경주하고 있다. 이와 같은 외국 과학영재교육기관의 특징들은 우리나라 과학영재교육의 발전 방향을 모색하는 데 많은 시사점을 제공하고 있다. 우리나라 고등학교급 과학영재교육기관으로서 과학고등학교와 최초의 영재학교인 한국과학영재학교는 외국 과학영재교육기관의 장점들을 심층적으로 고찰하여 더욱 발전할 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다. 67



글쓴이는 한국교육개발원 영재교육센터 소장, 아이오와 대학교 과학교육센터 연구원, 아시아태평양 유네스코 본부 객원 연구원을 지냈으며 현재 교육인적자원부 중앙과학교육심의회 위원을 겸임하고 있다.