

과학교육론 < 1 >

과학교육의 이념

朴 承 載

<서울대 物理教育科교수>

과학교육은 과학자나 교육자 뿐만 아니라 자녀가 있는 부모는 누구나 관심이 있고 견해가 있으며 또 현 과학교육에 대해 한마디 하고 싶고 어떤 형태로든 공헌하고 싶은 의향도 있을 것이다. 앞으로 본 『과학교육론』란에서 과학교육의 정책, 과정, 방법, 자료, 환경, 평가, 장학, 연구 등이 집필될 것으로 여러 독자가 참여하는 건설적 대화의 실마리가 되었으면 한다. 註

1. 머리말

명확한 분석이나 비판적 합리성을 제시하지는 않지만, 교장선생님의 훈화, 대중 매체에서의 해설, 행정책임자들의 명성에는 우리의 살길이 과학과 기술의 발전에 달렸다고 주장하며, 과학교육이 중요하다고 역설하는 경우가 근래에 이르러 잦아지고 있다.

정말로 우리의 살길은 과학과 기술이기에 과학교육이 필요한가? 그러나 산다는 것이 얼마나 여러 층이며, 과학교육이라는 이름으로 얼마나 여러가지 서로 다른 일이 벌어질 수 있는가?

최소의衣食住도 부족하여 생사에 허덕이는 개인이나 국가에 있어서 과학교육의 역할은 무엇이어야 하겠는가? 먹고는 살지만 더 잘 살기 위해 “경쟁생존”속에서 안간힘을 다하고 있는 개인이나 국가에 있어서 과학교육은 어떠한 해야 하는가? 이른바 선진국의 과학교육을 모방하면 되는가? “번영생존”이라고 불리울 수 있는 선진국의 삶도 오염, 인간소의, 핵전쟁의 가능성등의 문제를 안고 과학교육을 어떻게 할 것인가 고심하고 있다.

과학교육이라는 이름으로 기능공양성이 초가 될 수도 있고, 과학인력의 양성만을 주로 할 수도 있으며, 인간발달이나 전인교육에 공헌하는 것을 주로 할 수도 있고, 저학년에서는 이것, 고학년에서는 저것으로 구분지어 수행할 수도 있을 뿐만 아니라 과학은 위대하고 필요하지만 재미 없고 어려운 것이라는 인상만 심어 주고 말 수도 있다.

우리나라의 과학교육은 무엇에 공헌해 왔는가? 우리는 어떤 삶을 위해 어떤 과학교육을 추구하는 것이 바람직할 것인가? 누가 어떻게 이러한 문제를 책임지고 연구하며 실천하게 할 것인가?

본론은 첫째로 과학교육의 변천을 개관하고, 둘째로 한국 과학교육의 이념에 대해 논의하며, 셋째로 가치있는 과학교육을 어떻게 효율적으로 시킬 것인가에 대해 한 견해를 제시하고자 한다.

2. 과학교육 이념의 변천개요

자연과 과학 및 그들의 인간과의 관계를 경험하고 탐구하며 이해하는 과정에서 일어나는 의미있는 지속적 행동변화를 과학학습이라 하고, 그러한 학습활동을 의도적으로 계획하고 수행하며 평가하는 과정을 과학교육이라 하면, 과학 학습은 곧 과학활동으로 인간의 존재와 더불어 있어 왔고, 넓은 의미의 과학교육은 인류의 문화와 그 기원을 같이 한다고 하겠다.

마치 우주의 사물과 자연현상이 자연과학 형성 이전에, 더 구체적으로 비유를 든다면 「쿤(Kuhn)」이 주장하는 그 어떤 과학의 패러다임(Paradigm)형성 이전에 존재해 온 것과 같이, 과학교육이라는 활동은 그 활동에 대한 실험법칙적 설명체계나 가치판단의 분석적 이론이 형성되기전부터도 실행되어 왔다. 이것은 우리나라의 학교 과학교육이 상당한 이론이 있어 시작되고 수행되어 왔는가를 생각해 보면 잘 알 수 있다.

근래의 과학교육이 과학자 양성을 지향한 것으로, 과학교육이 중요하다고 아는 것도 일반적으로는 이와 관련하여 과학발전과 그로 인한 과학적 기술공학으로 산업부흥을 염원한 것이 아닌가 싶다.

그러나 초·중등 과학교육이 과학자 양성을 위한 것인가? 현대에 이르러 과학교육은 모든 사람을 위한 교양과학교육과 과학인력을 위한 전문과학교육을 구분하여 논할 필요가 있게 되었다. 그럼에도 본론은 교양과 전문과학교육이 전혀 별도로라든가 교양교육을 전문교육의 준비로만 여기는 입장이 아니라 과학자도 생애교육으로 교양과학교육이 계속되어야 한다는 입장을 취한다.

일단은 이러한 입장에서 대상과 여건에 따라 역사적으로나 지역적으로 과학교육에서 강조된 범주를 편의상 나누고 수준별로 나열해 보면 다음 표와 같다.

대체로 보아 과거에는 초급 수준의 과학지식

| 수준 범주 | 초 급 | 중 급 | 고 급 |
|----------|---|------------------------|---|
| 지 식 | 과학적사실의 기억, 과학 및 과학적기술에 대한 상식 | 과학의 기본 개념과 개념체계의 구도적이해 | 과학의 본성, 가치, 사회와의 관계등 과학의 인문 사회성에 대한 인식 |
| 능 력 | 장난감을 비롯한 물질과의 풍부한 접촉경험, 간단한 공구의 사용과 공작 기능, 일상 약품의 처리와 동식물의 간단한 사용기능 | 과학적 탐구능력 과학적 창의력 | 과학지식과방법의 과학의 분야에 적용 능력. 일상문제 및 직장문제등에 대한 분석, 종합 및 판단능력. |
| 태 도 | 과학을 즐기고 과학자를 존경하며 과학 발전을 지원 | 과학활동에 몰두 | 과학정신을적절하게 일상 생활에 발휘. 바람직한 자연관과 과학관의 형성. |

이나 기능을 주로 하였으나 1960년대 이후 근래에는 중급수준의 지식, 능력 및 태도를 중요시 하였는데, 이 부분의 중점적인 강화가 전문 과학교육이라 할 수 있다. 그러나 특히 이때의 교양과학교육은 고급수준이 강화될 전망이다.

그러나 저개발국은 지금까지도 초급수준을 넘지 못하고, 과거 20여년간 선진국은 중급 수준을 강조해 오다 근래에는 고급수준으로 향하고 있는 추세라 하겠다. 우리나라와 같이 개발도상국은 중급수준을 지향해 왔지만 여건이 갖춰지지 못하여 바람직하게 탐구학습을 못하여 기본개념을 구도적으로 이해 시키지 못한것이 아닌가 싶다.

반드시 역사적 순서는 아니지만 “아는 것이 힘”이라고 부르짖던 시대에는 초·중급의 지식의 범주가 중요시 되었지만 기술교육이 중요시 될 때에는 초급의 기능이 과학교육의 이름으로

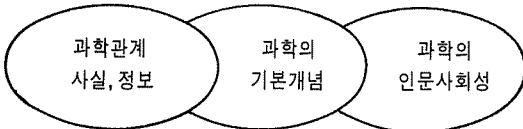
행하여 졌다. 태도를 중요시 해야 한다는 주장은 지금까지 계속되어 왔으나 실제교육은 별로 실천해 보지 못하였다고 하겠다.

대상으로 보았을 때 초등과학교육은 초급을, 고등학교와 대학은 중급을, 그리고 대학의 교양 과목은 고급의 일부를 중심으로 하였으나 각각의 이념적 의미를 명확히 내세우지 못하였다고 생각된다.

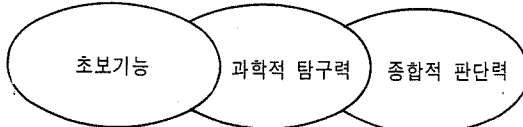
이 시점에서 우리의 근원적이고 장기적인 발전적 과학교육의 이념은 어떠해야 할 것인가?

3. 교양 과학교육의 이념

발전적 교양 과학교육은 첫째범주에서 에너지, 생태계 등과 같은 기본개념을 이해하게 할 뿐만 아니라 그와 관련하여 과학의 본성, 역사, 사회와의 관계 등 과학의 인문사회성을 인식하도록 해야 한다.



둘째로 자연의 현상 및 사물과의 풍부한 접촉, 간단한 공구의 사용과 동작기등을 實科 또는 技術科目과 더불어 숙달시켜야 하지만, 과학교육은 그 활동 자체로서 끝나지 않고 그러한 활동이 측정, 분류, 추리, 조작적 정의, 가설 형성 등 과학적 탐구력, 사고력, 창의력으로 연결되어야 할 뿐만 아니라 과학분야 이외의 문제에 대해서도 분석하고 종합하며 판단하는 능력으로 확대 적용할 수 있게 해야 한다.



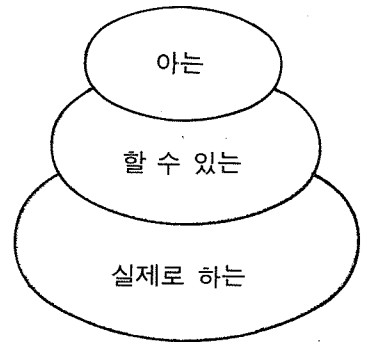
세째로 과학을 즐기고 과학자를 존경하며 과학의 발전을 지원하는 태도로부터 내적 동기유발로 과학활동에 몰두하는 경험과 인내심을 기르며, 가정이나 직장에서 적절히 과학정신을 발휘하고 바람직한 자연관, 관찰관, 과학교육관 등을 갖도록 해야 한다.



이와 같이 중요한 범주를 포함하는 것을 과학교육이념의 첫째특성으로 근간성이라면, 점차적으로 범주를 포함해 나가는 둘째특성을 점진성이라고 할 수 있다.

편의상 구분한 세가지 범주는 서로 의미있게 연관됨으로써, 말뿐만 아니라 할 수 있고 또 실제로 하는 이른바 “행동하는 지성”을 지향해야 한다.

이 세번째 특징적 이념을 연계성이라고 하면, 초·중·고·대학으로 진급하며 점점 확대 심화되는 네번째 특성은 나선성이라고 할 수 있다.



이러한 네가지의 특성을 지닌 교양과목 교육은 우선 무엇보다도 인간발달에 크게 공헌함을 많은 연구가 밝혀오고 있다. 근원적으로 발전적 과학교육은 지적발달을 도모함으로써 광범한 지식과 고급지력뿐만 아니라 특별히 초등교육에 있어서 언어와 독서력을 향상시키고 예리한 판단력을 키우며 현대화 정신의 가장 핵심인 발전적이고 긍정적인 태도를 지니게 하였다. 이러한 성장은 “앎”의 기쁨을 통해 자신과 주변의 환경 그리고 사물과 현상을 이해하게 하며 과학적 지식과 방법 및 태도가 “삶”의 의미 있는 일부가 되게 한다. 이것은 본질적으로 과학의 생활화의 시작이며 동시에 전부라고 할 수 있다.

교양 과학교육의 기본은 이러한 인간 성장과 일상생활에 공헌하는 것이 으뜸되는 일이지만 이러한 바탕에서 한발자욱 더 나아가면 과학교육은 각종 직업의 전문화에 의한 향상과 많은 학문분야의 과학화에 공헌할 수 있다.

정보체제의 과학화와 기술화, 합리적 경영과 과학, 신속 정확한 사무처리와 과학적 공학... 체육역학, 음악의 물리학, 행동과학, 교육과학, 사회과학, 과학의 과학...

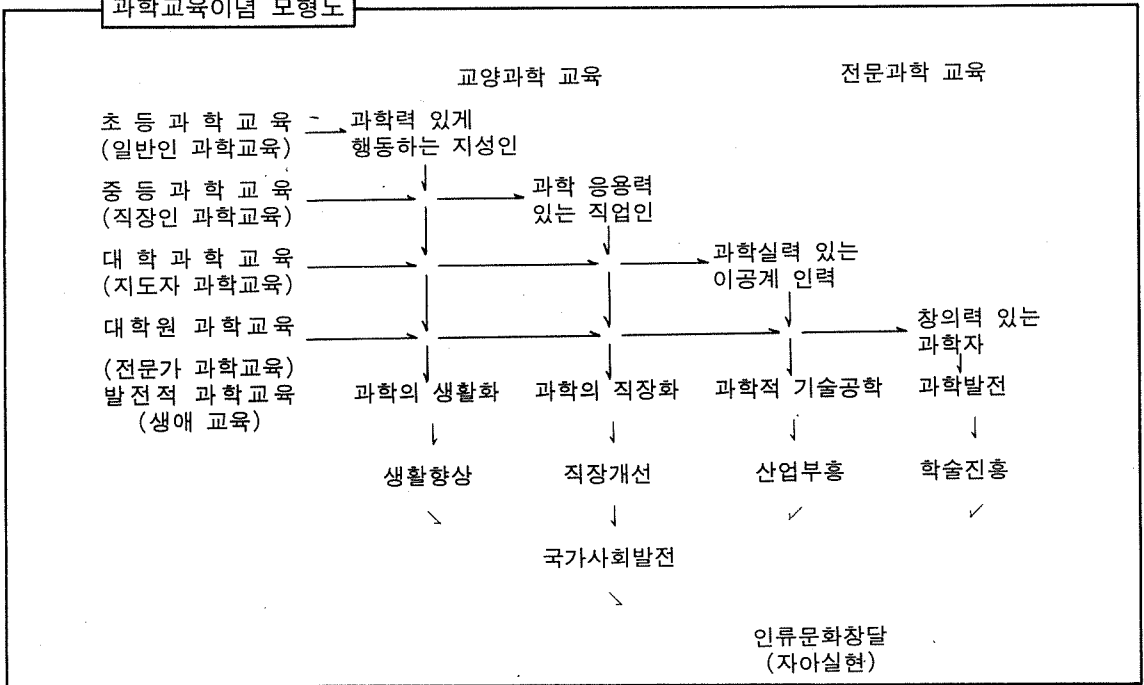
이러한 분야와 전문영역에서는 보통 일컬어는 전문과학교육의 영역과 다르면서도 분명히 과학은 중요한 역할을 함에도 아직은 많은 경우 상식의 수준을 넘지 못하고 있는 것이 아닌가?

문과학교육보다 낮아도 그러한 범주를 넘어서 과학과 인간성장, 과학과 생활, 과학과 직업, 과학과 사회 등에 대한 인식과 태도 및 적응력을 키우므로서 자아실현에 공헌하고 생활 향상과 직장개선을 통해서 사회개혁에 공헌하는 것이기에 과학자들을 포함하여 모든 국민에게 일찍부터 계속해서 생애교육의 일환으로 수행되어야 한다.

4. 전문 과학교육의 이념

발전적 전문과학교육은 확대 심화된 교양과학교육을 바탕으로, 첫째 과학적 창의력이 있고 철학이 있는 과학자가 육성되고, 둘째 시대

과학교육이념 모형도



중등 과학교육 이상에서는 이 문제를 숙고해야 할 것이다. 직장의 과학화, 이공분야 아닌 전문분야의 과학화야 말로 과학의 생활화와 더불어 과학풍토조성의 기반이 된다고 하겠다.

교양과학교육은 전문과학지식의 일부를 외우거나 간단한 기능을 숙달하는 것에 한정 할 것이 아니라, 과학지식과 탐구 방법의 수준은 전

적 사명감이 투철한 과학기술공학 인력이 양성 되도록 해야 할 것이다.

참다운 과학자는 자연의 신비에 몰두된 사람으로 자연을 이해하고 설명하는 기쁨을 가장 우선으로 하며 과학지식과 과학적 창의력이 뛰어나지만, 피와 눈물이 없는 로봇트가 아니라 한 생활인으로서 가정의 일원이요 사회의 한 사람

으로 직장인이며 조국이 있고 역사적 안목이 있는 과학자가 육성되도록 해야 할 것이다.

과학자는 상품 생산하듯 배출할 수 없으며, 1, 2년 지원해서 쏟아질 수 없고 강제로 과학 연구를 시킬 수 없다.

초·중등 과학교육을 과학기술인력만을 위한 것으로 여기거나 이공계 대학생이나 과학자에게 교양 과학교육이 필요 없다는 주장은 타당한 이념으로 받아 들일 수 없다.

바람직한 과학교육으로 양성되는 과학자, 과학실력있는 기술자와 공학자는 과학발전과 과학적 기술공학의 형성에 절대로 필요한 요인이다. 비단 실험저구의 구입이나 연구소 건립 이전에 장기간에 걸쳐 바람직한 과학인력을 배출하는 것이 선행되어야 한다.

국가의 긴박한 문제해결을 위하여 단기 정책을 세울 때에는 기능공이나 기술자 양성이 우선 될 수도 있겠으나 그것은 곧 한계를 드러낼 것이고, 그 보다 조금 더 길게 중기계획으로 과학적 기술공학으로 얼마의 산업부흥을 시도 할 수 있겠으나 그것만으로 국가발전의 근원적인 정책이 될 수 없을 것이다.

실제는 조화된 장단기 정책이 지혜롭게 이루어져야 할 것이지만 원리적으로 타당한 것은 모든 국민을 위한 발전적 교양과학교육의 바탕위에 전문과학교육이 개선을 도모하고, 그에 대한 과학적 기술공학의 발전에 따라 산업구조와 사회개혁이 이루어짐으로써 다른 요인과 더불어 참다운 국가 사회의 발전이 가능해 지도록 해야 할 것이다.

불행하게도 이른바 과학적 기술공학이 앞선 선진국들이 인류전체를 멸망시킬 수 있는 무기를 보유하고 있으며, 세계의 각국은 자원의 고갈, 오염, 대형사고 등을 무릅쓰고 바로 그 선진국을 따라 과학적 기술공학만을 주로 추구하고 있는 것이 아닌가?

과학과 그 응용은 극약과 같아서 잘 사용하면 효험이 크지만 잘못하면 그 결과가 심각한 것과 같이 현대에 있어서 과학과 과학교육은 선행되기에는 하나의 필수조건이지만, 오용되기에

는 하나로서 충분조건이라는데 더욱 과학교육의 이념은 연구검토되고 지혜롭게 수행되어야 한다.

5. 발전적 과학교육이념의 구현

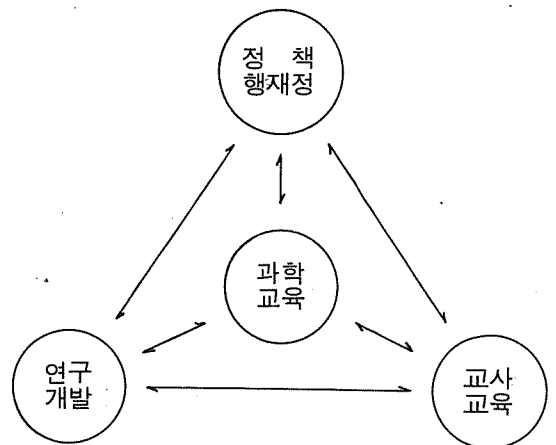
못 마땅한 교과서, 지원없는 행정지시, 몇개 선다형 학력고사제도 속에서 60여명의 학생을 데리고 어떻게 안전하게 탐구학습을 도모할 수 있는가?

과학자는 교육을 멸시하고 교육자는 과학을 모르며 과학교육학자가 없어 연구되지도 않는다 면 과학교육이 어떻게 잘 이루어질 수 있겠는가?

학교 과학교육이 어떠해야 하며, 현재 실태가 어떤지 한번도 제대로 조사 연구된 것이 없다면 어떻게 과학교육의 국가정책을 세우고 행정을 하며 장학 할 수 있는가?

이러한 것들이 사실이라면 그것은 과학교육의 침체악이라 하지 않을 수 없다.

1960년대에 이르러 미국을 비롯한 전 세계의 과학교육 혁신운동은 한국에까지 크게 영향을 끼쳐왔다. 그리하여 과학교육에 관계되는 많은 변화가 일어나고 여러 의견이 분분하지만, 그러나 변화가 곧 개선이라든가 주장이 곧 발전을 위한 묘안이라고는 생각되지 않는다.



과학교사를 비롯한 학교현장의 입장은 전문적인 과학교육자나 교사교육자와 다르며 또 이들은 과학교육관계 행정과의 입장과 다를 수 있겠다. 다를 수 있다는 것은 건설적이고 발전의 가능성도 있다고 하겠으나 잘못 되면 침체된 상태에서 서로 원망하는 악순환으로 파괴적일 수도 있다.

교사는 실험지도 여건이 갖춰지지 않았으며 입시제도 때문에 과학교육을 잘 할 수 없다고 행정부와 연구기관을 원망하고, 연구자나 교사교육자는 교사들의 실력이 부족하고 단순한 지식을 외우게만 가르친다고 비난하며, 행정관계자는 나라 살림이 어쩐지 알지도 못하고 허황된 요청을 한다고 하면서 있는 기구로 할 수 있는 것도 열심히 하지 않으며 교사교육이 잘못되었다고 서로 원망만 하고 있다면 어떻게 될 것인가?

과학교육의 발전과정은 근원적으로 이러한 침체의 탈피와 악순환이 끊기는 과정이기에 그 선구적 역할 형성이 필요한 것이라고 생각된다.

6. 맺는 말

잘살기 위해 과학과 기술이 필요 하다고 역설하기 전에, 기본적인 발전적 과학교육의 중요성을 인식해야 할 것이며, 과학교육을 진흥시키겠다고 많은 일을 벌이기 전에 근원적인 침체약의 탈피와 악순환을 절단할 해결의 실마리를 찾아야 할 것이다.

실마리가 풀리기 어려운 이유중의 하나는 자연과학과 인문사회학간의 계곡이 너무 깊기 때문인 것 같다. 과학교육을 관계하는 사람은 이 깊은 계곡 사이의 가시 덩불을 오가야 하는 난관이 있다. 이것을 극복하고 모든 과학교육 관계자들이 선구자 정신으로 연구하고 협조해야 할 것이다. 그렇지 않고 잘 살기 위해 과학과 과학교육을 발전시켜야 한다고 주장만하고 요란하게 표면적인 행사만 치루면, 마치 빛과 열이 없는 불과 같다고 할 수 밖에 없다. 이러한 불이 무엇을 달굴 수 있겠는가?

科學
話題

磁力으로 骨髓의 癌細胞 끌어내

과학자들은 感染된 환자의 骨髓에서 腫瘍細胞를 끌어내는 데 강력한 磁力을 이용하려 하고 있다.

아주 微細한 폴리스티렌 粒子를 만들어서 그속에 금속 核을 넣으면, 이것이 腫瘍細胞에 들러붙는다. 이렇게 붙은 합성물 옆에 磁石을 놓아두면 그 細胞가 「捕捉」되고 만다.

이 테크닉은 금년에 런던 病院 두군데에서 臨床實驗을 거치게 될 것이다.

이렇듯 磁石을 가진 抗体는 神經母細胞症이라는 드물게 보는 치명적인 癌을 앓는 어린이의 生命을 구할 수 있을 것이다. 이것은 腦의 바깥쪽에 형성되는 원시 신경 세포의 桴桴한 腫瘍인데, 이것이 곧 신체의 다른 部位로 퍼져 나가게 되며, 특히 骨髓에 잘 들어간다.

이런 腫瘍을 치료하려면 강력한 약재

를 써야하는데, 그대신 그것은 正常 細胞까지 파괴해버린다.

그러나 이제 런던에 있는 兒童健康研究所의 존 켈즈헤드博士의 연구로 새로운 희망을 가질 수 있게 되었다. 그는 癌治療藥이 투여되는 어린이한테서 추출한 骨髓에서 腫瘍細胞를 제거하는 방법을 개발한 것이다.

만일 그의 療法이 실용화되면, 몸 안에 그냥 있으면 成長하여 번져 나갈 腫瘍細胞를 그 骨髓에서 깨끗이 제거한 다음 몸 에 다시 돌려줄 수 있다.

존 켈즈헤드博士는 신체의 평균 세포보다 훨씬 작은 직경2미크론의 특수 폴리스티렌 粒子를 만들었는데, 이것이 또 하나의 金屬抗体를 核으로 가지고 腫瘍細胞에 들러붙으면, 그 옆에 있는 磁石에 함께 끌려가서 사로잡히게 되는 것이다.