

과학의 원래 모습과 창의적 사고

글 | 박종원 _ 전남대학교 사범대학 물리교육과 교수 jwpark94@chonnam.ac.kr

어떤 과학자는 다음과 같이 말한 바 있다. “불행히도 과학에 대한 일반적인 생각은 실제와는 많이 떨어져 있다. 예를 들면, 아주 작은 발견을 하는 경우에도 이전에 해야 할 엄청난 잡다한 일들이 많다. 지나야 할 오솔길도 많이 있다. 정치가는 이러한 일들이 낭비적이라고 말하고 싶겠지만, 실제 과학은 정말 느리게 천천히 진행된다. 그것이 정말 정직한 표현이다. 과학자들은 자신의 생각이 틀릴 수 있는 모든 가능성을 살펴봐야 한다.” 우리는 학교에서 과학을 지도하면서 과학의 원래 모습을 잘 반영하고 있을까?

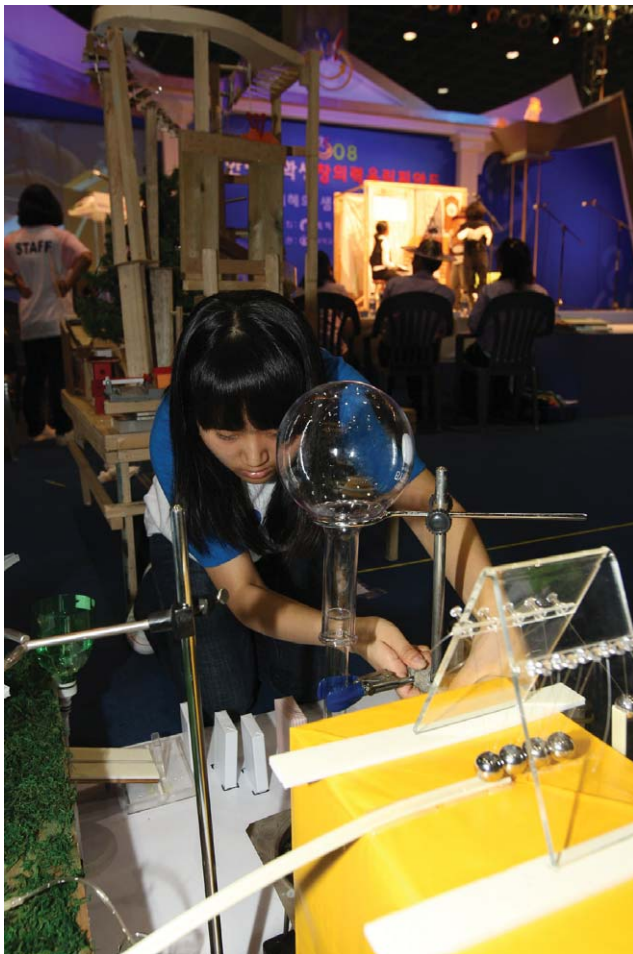
귀납적 결과가 반드시 ‘참’이라는 보장 없어

과학의 원래 모습을 이해한다는 말에는 과학적 사고가 어떠한 특징을 가지고 있는가를 이해한다는 말이 포함된다. 과학적 사고라고 하면 귀납적 사고와 연역적 사고를 빼놓을 수 없다. 여기에서 귀납적 사고란, 지표면 근처에서 물체의 낙하 가속도를 20~30번 측정한 후에, “지표면 근처에서 모든 물체의 낙하 가속도는 항상 9.8 %이다”라고 주장하는 사고를 말한다. 즉, 제한된 관찰만을 가지고 ‘모든’, ‘항상’이라는 일반화를 주장하는 사고이다. 이러한 귀납적 사고는 과학에서 매우 보편적으로 사용되고 있으며, 또한 매우 유용한 사고이다. 그러나 현대 과학철학에서는 이러한 귀납적 결과가 반드시 참이라는 보장이 없음을 강조하고 있다. 즉, 20~30번의 관찰사실만으로 이끌어내 낸 ‘항상’, ‘모든’이라는 결론은 결코 참일 수 없다는 것이다. 이것은 100번, 1000번을 관찰한다고 하더라도

마찬가지이다. 어차피 ‘항상’, ‘모든’이라는 결론은 우리의 추론 결과일 뿐 그러한 결론이 참이라는 보장이 논리적으로 경험적으로 있을 수 없다는 것이다.

그러나 학생들은 과학지식이 관찰에 의해 찾아진 ‘참’인 지식으로 생각하는 경향이 있다. 예를 들어 중등학생들도 자신들의 실험 과정에서 교과서에서 말한 것과 다른 새로운 결과를 얻을 수 있다. 더구나 그러한 결과에는 특별한 실험적 모순이나 에러도 포함되지 않은 경우도 있다. 그렇다면 사실 학생은 나름대로 새로운 사실을 찾은 셈이다. 그럼에도 불구하고 학생들은 자신의 결과가 교과서의 내용과 다르다는 이유로 “실험결과가 이상해요, 실험을 다시 해봐야겠어요, 이 실험 장치를 바꾸어 주세요...”와 같은 반응을 보인다. 즉 학생들은 자신이 찾은 새로운 결과에 행복해하기 보다는 불행해한다.

과학지식은 역사적으로 변화되어 왔고 지금도 변화하고 있다. 비록 과학지식이 매우 안정된 지식체계이지만 그렇다고 과학지식이 절대적인 참이라고 할 수는 없다. 과학자는 자연 속에 숨겨져 있던 ‘참’인 과학지식을 찾아낸 것이 아니다. 과학지식은 자연을 이해하고 설명하기 위해, 그리고 예측하기 위해 과학자가 고안해 낸 창조물이다. 이러한 점에서 과학지식의 생성은 기본적으로 창의적인 과정인 셈이고, 이를 과학교사가 이해하고 학생들에게 지도할 필요가 있다. 학생들이 나름대로 찾은 결과를 기존의 지식에 맞추어 ‘참’, ‘거짓’을 판단하려고만 하지 말고, 기존지식과 달리 나름



과학관

대로 새로운 해석을 시도해보도록 격려할 필요가 있다.

학생들에게 창의적인 아이디어 제안할 기회 줘야

이번에는 과학적 가설이 참인지 거짓인지 알아보기 위해 실험적으로 검증하는 경우를 생각해 보자. 만일 실험적 결과가 가설을 지지하는 것으로 나타나면 “그 가설은 옳다”라고 결론 내린다. 과연 이러한 결론이 연역 논리적으로 타당할까? 다음과 같은 예를 생각해 보자.

전제 1: 가열하면 얼음이 녹는다.

전제 2: 이 얼음이 녹았다.

이 때 “이 얼음은 가열되었다”라는 결론을 논리적으로 내릴 수 있을까? 그렇지 않다. 얼음을 가열하지 않고 ‘얼음에 소금을 넣었기 때문’ 일 수도 있다. 즉 가열하면 얼음이 녹는다는 명제는 옳지만, 가열하지 않고도 다른 방법으로도 얼음이 녹을 수 있다는 의미

이다. 마찬가지로 다른 예를 더 보자.

전제 1: 천동설에 의하면, 아침에 동쪽에서 해가 뜬다.

전제 2: 철수의 관찰에 의하면, 아침에 동쪽에서 해가 떴다.

천동설에 의하면 아침에 동쪽에서 해가 뜬다고 예상할 수 있다. 지구가 고정되어 있고 태양이 지구 주위를 돈다고 하였으니, 아침에 지구의 동쪽 끝에서 태양이 올라오는 것이라고 할 수 있다. 그러나 실제로 아침에 동쪽에서 해가 뜨는 것을 관찰했다고 해서 우리는 ‘천동설이 옳다’라는 결론을 내리지 않는다. 그 이유는 천동설이 아닌 ‘지동설’에 의해서도 아침에 동쪽에서 해가 뜬다는 것을 예측할 수 있기 때문이다(가열하지 않고, 소금을 넣어서도 얼음이 녹을 수 있듯이). 그럼 이제 원래 문제로 돌아가서 가설이 실험적으로 지지된 경우를 생각해 보자.

전제 1: 이 가설에 의하면, 실험결과 A가 예상된다.

전제 2: 실험을 해 보았더니, 실험결과 A가 얻어졌다.

이러한 상황에서 ‘이 가설은 옳다’라고 할 수 있을까? 위의 경우와 마찬가지로 이 경우에도 얼마든지 다른 가설로 동일한 실험결과 A가 얻어질 수 있는 것이다. 결국 어떤 과학적 가설이 실험적으로 지지되었다고 하더라도 우리는 간단하게 ‘그 가설이 옳다’고 해서 안 된다. 그 가설 이외에 다른 가설도 동일한 실험적 결과를 예측할 수 있을 가능성을 열어두어야 한다. 여기에서 바로 창의성이 격려될 필요가 있다. 얼마든지 실험적으로 지지된 가설이라도 하더라도 우리는 새로운 가설의 가능성을 열어두고 새로운 가설을 창의적으로 탐색할 필요가 있다는 것이다.

학교에서는 실험을 통해 과학지식이 옳다고 강조하는 경우가 많다. 즉 어떤 실험을 통해 과학지식과 일치하는 결과가 얻어지고 나면 ‘그러므로 이 과학지식은 옳다’라고 결론 내린다. 결국 학생은 항상 옳은 것을 배워야만 하고, 자신이 창의적으로 새로운 아이디어를 제안할 기회는 결코 주어지지 않는다. 실험은 지식이 옳다는 것을 증명하는 도구로만 활용될 뿐이다. 초·중등학교에서는 ‘옳은’ 지식을 배우고 대학교나 대학원에 가서 ‘새로운’ 지식을 창안하면 되는 것일까? 창의성은 과학적 사고 속에서 길러지고 굳어지며 과학을 하는 태도로 굳어지게 마련이다. 따라서 오히려 어린 나이부터 창의적인 사고와 태도를 기르도록 해야 하는 것은 아닐까? **SD**



글쓴이는 서울대학교 사범대학 물리교육과 졸업 후 물리학과에서 석사학위를, 과학교육과에서 박사학위를 받았다. 캐나다 밴쿠버 브리티시컬럼비아 대학교 방문교수를 지냈으며, 현재 한국과학교육학회 편집위원장, 전남대학교 과학영재교육원 원장 등을 겸임하고 있다.