

컴퓨터 프로그램을 이용한 과학실험 자료해석

강동식 · · 강정우 ·

Data Analysis in terms of the Computer Program in Scientific Experiment

Kang, Dong-Shik · Kang, Jeong-Woo

Abstract

The appropriate uses of the computer programs in science tend to quick looks at relatively simple or idealized situations involving limited data. All students check the calculations done by any software package before using it to analyze their data

1. 자료해석의 필요성

이탈리아의 물리학자 갈릴레오 갈릴레이와 영국의 철학자 프랜시스 베이컨은 자연을 관찰하고 결과로 얻어진 지식을 가지고 다른 결과를 예측하는데 사용되는 과학적 방법을 다음과 같이 제시하고 있다[1].

- (a) 문제를 인식한다.
- (b) 가설을 세운다.
- (c) 가설의 결과를 예측한다.
- (d) 예측을 검증하기 위한 실험을 한다.
- (e) 가설, 예측, 실험결과를 조작하여 가장 단순한 일반 규칙으로 공식화한다.

2 科學教育(1997. 12.)

과학의 발전이 위와 같은 방법으로만 이루어지는 것은 아니지만 이 방법이 지금까지의 과학의 발전 및 진보에 크게 영향을 끼친 것만은 틀림이 없다. 또한 과학을 다른 학문과 구별시켜주는 가장 큰 특징이 위에서 제시한 실험검증임을 누구나 알고 있는 사항이다. 따라서 과학적 발견을 하거나 아니면 다른 사람의 발견을 확인하기 위해서는 실험을 통한 검증이 거의 필수적이다. 진리라고 믿어지는 가설도 실험검증을 거쳐서 지지를 얻지 못하면 곧 버려지고 이는 또한 새로운 가설을 설정하길 요구한다. 즉 자연 현상에 대한 연구에 있어서 가설을 세우는 것만으로, 또는 관찰만으로는 불충분하고 계획적인 측정 및 반복적인 실험을 함으로써 자연 탐구에 대한 올바른 길이 열릴 것이다. 실험을 통한 검증이란 반복되는 실험을 통해서 얻은 자료를 해석해서 얻은 결과를 가설이 예측하는 결과와 비교하는 것이다.

그렇다면 실험을 통한 검증이란 구체적으로 과학교육에서 어떤 의미를 갖는가? 학교 교육에서 실험의 목적은 다음과 같이 요약될 수 있다[2].

- (1) 실험을 통해서 과학 강의에서 배운 기본원리와 법칙을 체득하고, 나아가 과학적 자연관을 갖게 한다.
- (2) 기초 실험에 익숙할 뿐만 아니라, 고급실험에 대한 자신감을 배양하여 과학에 대한 지속적인 연구의욕을 고취한다.

이와 같은 목적에 맞게 과학교육은 많은 개정을 거치면서 현재에 이르러 실험이 많이 강조되는 탐구학습이 그 주가 되고 있다.

하지만 실험 검증이란 이론을 세워나가는 과정이므로 실험 및 측정의 결과를 해석하고 여기에서부터 어떻게 이론이 얻어지는지를 배우는 것도 중요한 교육 과정이다.

예를 들자면 실험 및 측정으로부터 자료를 얻었을 때 이 자료들이 갖는 오차 값들, 그리고 자료를 이용해서 얻어진 이론이 신뢰할만한지 아닌지 등등을 정량적으로 알아보는 것은 중요한 일이다. 그럼에도 불구하고 대부분의 실험교재 내지는 과학교재에 이론과 실험자체는 크게 강조되고 있는 데 반해 위와 같은 실험 자료를 해석하는 과정은 무시되고 있는 실정이다. 6차 교육과정의 의해 개편된 공통과학에서 자료해석이 많이 강조되고는 있으나 대부분의 실험자료들로부터 정성적 결론을 이끌어 내는데 그치고 있다. 위에서 제시한 과학의 방법 및 실험 목적에 의하면 가설을 검증한다는 것은 자료들을 정량적으로 분석해서, 강의에서 배운 기본 원리와 비교를 하거나, 아니면 어떤 합리적인 결론을 도출해야 한다는 것이다. 이러한 부분들이 교재에서는 충분히 다루어지고 있지 않으며 이는 과학교육에 있어서 중요한

면을 빠뜨리는 일인 것이다.

2. 컴퓨터를 이용한 자료해석

실험에서 얻은 자료를 해석하고 비교하는 일은 가설을 검증하는 데나, 이론을 학습하는데 있어서 매우 중요하다. 따라서 자료해석에서는 결과가 신뢰할 만 하지 못하거나 또는 정성적 해석에 따른 선부른 정량적 결과가 나오지 못하도록 주의를 기울여야 한다. 이러한 점들을 개선하기 위해 우리가 손쉽게 이용할 수 있는 도구로 컴퓨터에서 계산 또는 데이터 처리용 소프트웨어(e.g., 스프레드시트)를 들 수 있다. 이런 종류의 소프트웨어 프로그램들은 현재 여러 가지 목적을 위해 많이 사용되고 있으며 일반 학생들도 쉽게 배울 수 있는 수준까지 다양하게 개발되어 있다. 일례를 들자면 Excel[3]이나 한글97[4] 패키지를 이용하면 공통과학에서 강조되고 있는 자료의 도표화 또는 그래프화는 비교적 쉽게 이루어 질 수 있으며, 직접 손으로 도표나 그래프를 그리는 것에 비해 정밀하게 자료를 처리할 수 있다. 이러한 프로그램들은, 손쉽게 배울 수 있으며 또한 자료처리를 정밀하게 할 수 있다는 점을 이용해서 학생들이 과학적 가설을 검증하고 또한 실험결과를 이론과 비교하는 일을 보다 쉽고 분명히 하므로써 과학이 보다 쉽고 흥미를 가지게 할 수가 있을 것이다. 물론 계산용 프로그램까지 사용하면 해석적으로 해를 얻을 수 없는 경우까지도 이론과 실험을 비교해 볼 수 있으나 여기서는 계산 문제는 다루지 않기로 하겠다.

구체적 예를 들어보기로 하자. 실험용 수레와 타이프, 그리고 스프링을 이용하여 질량과 가속도 사이의 관계를 알고자 하는 실험에서 다음과 같은 자료를 얻었다고 하자[5].

표1) 질량과 가속도의 관계

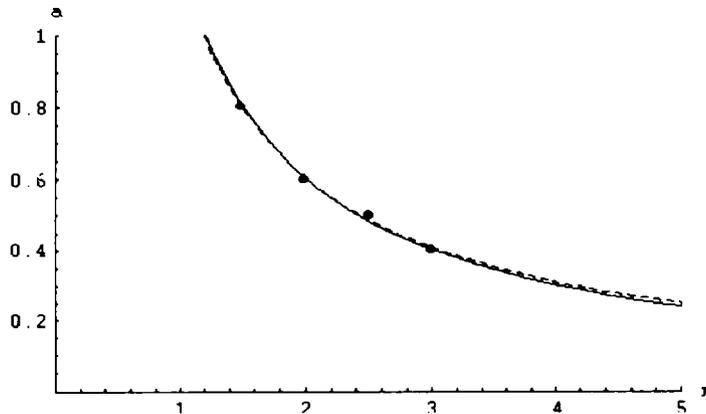
m(kg)	1.5	2.0	2.5	3.0
a(m/s ²)	0.8	0.6	0.5	0.4

여기서 m은 질량, a는 가속도를 나타낸다. 위의 실험자료만을 가지고 가속도 a와 질량 m사이의 관계를 알 수 있을까? 결론부터 말하자면 “알 수 없다”이다. 이것을

4 科學教育(1997. 12.)

알아보기 위해 컴퓨터 소프트웨어 Mathematica[6]을 이용하여 가속도 a 와 질량 m 사이의 관계를 추정해 보자.

가속도 a 를 세로축, 질량 m 을 가로축으로 해서 위 실험 자료를 그래프로 그리면 추정되는 함수들은 다음과 같다.



여기에서 점들은 실험자료 그래프, 곡선은 반비례 함수, 불연속선은 다음에 나오는 방정식 (1)의 그래프이다. 하지만 이 그래프만 보고서 질량과 가속도가 반비례 관계에 있다고 결론 내릴 수는 없다.

실험자료를 가지고 단순 회귀분석을 하면

$$a = 0.0162996 + \frac{1.17621}{m} \quad \dots\dots (1)$$

또는

$$a = \frac{1.20829}{m} \quad \dots\dots (2)$$

와 같이 추론할 수도 있다. 따라서 단순히 그래프만 보고 가속도와 질량사이의 관계를 알 수 없으며 미리 앞서서 이론을 알고 있을 것으로 예상하여 무작정 가속도와 질량이 반비례 관계가 있다고 결론을 내려서는 안될 것이다. 이론을 배우고서 그 이론을 실험적으로 확인한다면 물론 방정식 (2)와 같은 결과를 얻을 것이며 여기서 비례상수로 나타나는 힘은 1.20829로 주어짐을 알 수 있다. 말하자면 과학 수업에서 뉴턴의 운동의 법칙을 배우고 나서 질량과 가속도는 비례관계가 있다는 사실을 알고 있다면 이를 실험적으로 확인하기 위해서 위의 자료를 비교 분석하는 것이 의미가 있을 것이다.

하지만 모든 실험결과가 이에 대응되는 이론을 가지고 있는 것은 아니다 (플랑크 복사법칙이 실험자료만으로 파장에 따른 복사강도를 예측한 경우에 해당된다 [7]). 이런 경우에는 실험 자료만으로 물리량들 사이의 함수관계를 추정해 내야 한다. 실험자료들이 많고 또한 오차를 가지고 있을 때, 컴퓨터 프로그램을 사용하여 함수관계를 찾아내는 일은 비교적 용이하며 수작업에 비해 실수 할 염려도 많이 줄어든다.

자료해석을 위해서 컴퓨터 소프트웨어를 학생들이 직접 배워서 사용할 필요성을 나타내주는 예가 하나 더 있다[8]. 실험장치에 연결된 컴퓨터에 의해서 자동으로 자료가 해석되는 경우에 나타날 수 있는 실수로, 내장된 프로그램이 자료를 처리하는 방법이 하나로 고정되어 있으면 여러 가지 실험에서 얻어진 결과들을 잘못 처리할 수도 있다. 따라서 학생들이 직접 프로그램을 사용하므로써 여러 가지 방법을 사용하여 얻은 결과들을 비교하여 자료처리 과정에 나타날 수 있는 오류들을 줄여 나가야 한다.

비록 단순한 예를 하나만 제시했지만 여기에서 몇 가지 결론을 내릴 수 있다.

- (1) 실험 자료만으로 과학적 결론을 추출할 때는 신중을 기해야한다.
- (2) 컴퓨터 프로그램을 사용하여 실험 자료들을 처리해서 해석하는 것이 시간적으로나 정확도면에서 유리하다.
- (3) 이미 처리된 실험 자료도 학생들 스스로 프로그램들을 사용해서 확인해야한다.

참 고 문 헌

- [1] 공창식, 남철주, 박성식, 차인환 역, 1997, "알기 쉬운 물리학 강의", 3rd ed., 청범출판사, p. 2.
- [2] 교재개발위원회, "일반물리학 실험", 청문각.
- [3] Microsoft, MS Excel.
- [4] 한글과 컴퓨터, 훈글97.
- [5] 정해문 외 11인, 1996, 고등학교 공통과학, (주)지학사, p. 132.
- [6] Wolfram Research, Mathematica.
- [7] A. Beiser, 1996, *Concept of Modern Physics*, 5th ed., McGraw-Hill, Inc. p. 56.
- [8] W. J. Leonard, *Dangers of Automated Data Analysis*, The physics Teachers, V35 (1997) 220.