

수학교육용 소프트웨어를 활용한 과학 그래프 해석에 대한

확률론적 관점의 적용

백성혜*, 최경식**, 김성기^o

*한국교원대학교 화학교육과

**세종과학예술영재학교

^o광주과학고등학교

e-mail: shpaik@knue.ac.kr*, kyeong@geogebra.or.kr**, mcarey2000@nate.com^o

Applying probabilistic perspective to interpreting science graphs using a mathematics educational software

Seoung-Hey Paik*, Kyeongsik Choi**, Sungki Kim^o

*Dept. of Chemistry Education, Korea National University of Education

**Sejong Academy of Science and Arts

^oGwangju Science Academy

● 요약 ●

본 논문에서는 수학교육용 소프트웨어에서 확률적 현상을 경험한 이후 과학 그래프 해석에 있어 확률론적 관점을 도입하여 해석하는 학습자의 관점의 변화를 제시한다. 이 연구에서 11명의 고등학교 1학년 학생은 수학교육용 소프트웨어인 지오지브라(GeoGebra)를 활용하여 학습자가 평면 상에서 수직선이나 반원 위에 점을 찍는 활동을 통하여 기하학적 확률을 경험하였으며 이와 같은 경험을 토대로 물의 상평형 그래프를 해석하였다. 물의 상평형 그래프에 나타나는 얼음(고체), 물(액체), 수증기(기체)의 상태 변화에 대하여 각 상태가 나타나는 온도-압력의 영역 간의 경계에 대하여 학습자는 기하학적 확률을 적용하여 해석하려고 하였으나 경계선 위의 온도-압력의 물의 미시적 구조를 표현하는 과정에서 4명의 학생만 확률론적 관점으로 해석하고 그렇지 못한 학생들은 상태의 공존을 물질적 관점이나 과정적 관점으로 이해하였다.

키워드: 수학교육용 소프트웨어(Mathematics Education Software), 상평형 그래프(Phase equilibrium graph), 확률론적 관점(Probabilistic view), 고등학교 1학년 학생(10th grade students), 공존(coexistence)

I. Introduction

과학 교과서에서는 다양한 매개체(media)를 사용하여 과학적 지식을 전달한다. 주로 수식, 그림, 그래프가 텍스트와 함께 사용되는데 이는 텍스트만으로 과학 지식의 다양한 측면을 전달할 수 없기 때문이다. 특히 그래프나 다이어그램은 텍스트나 표로 제시되는 언어구문론적 진술(verbal semantic statements)에 비하여 주어진 자료를 토대로 하는 시각적 의미론의 측면(visual semiotic)에서 자료의 경향성, 자료에서 찾을 수 있는 변수의 양적 패턴과 공변성, 함수적 관계를 파악하기 용이하기 때문이다.

이처럼 전달하고자 하는 과학적 지식이 살펴봐야 하는 다양한 측면을 가지고 있기 때문에 공학적 도구인 수학교육용 소프트웨어를 활용한 활동도 해당 지식을 학습하고자 하는 학습자에게 도움을 줄 수 있다. 이때 수학교육용 소프트웨어를 활용하는 과정에서 제시된 다양한 의미론적 요소가 해당 과학 지식을 표현하는 데 어떻게 활용되는지 이해하는 것은 중요하다[1]-[4].

과학 가운데 특히 화학 교과서에서 제시되는 그래프, 다이어그램은 기본적으로 미시적인 관점에서 무수히 많은 입자의 관계 가운데 나타나는 현상을 가정하고 있다[5]-[7]. 이와 같은 현상을 이해하는데 가장 필요한 것은 확률론적인 관점이다. 그러나 수학이나 과학 교과에서 일반적으로 그래프를 해석하는 방식은 결정론적인 관점에서 해석하는 것으로 학생들은 확률론적인 사고를 염두에 두지 못하고 그래프, 다이어그램을 해석한다[8]-[10].

본 연구에서는 고등학교 1학년 학생 11명을 대상으로 물의 상평형 그래프를 해석하는 과정에서 확률론적 관점을 적용하는지에 대하여 알아보려 하였다. 이때 학생들이 수학교육용 소프트웨어인 지오지브라(GeoGebra)를 활용한 활동을 통해 확률적 관점을 경험하여 인지하고 있을 수 있도록 하고 그들이 물의 상평형 그래프 해석에서 확률론적 관점을 어떻게 적용하는지 살펴보았다.

II. Methodology

1. Lesson structure

1.1 활동 1: 직각삼각형 만들기

학습자는 정사각형 안에 마우스를 클릭하여 점을 찍어 직각삼각형을 만드는 활동이다. 이때 직각삼각형이 되기 위해서는 Fig. 1.의 반원 위에 정확하게 점을 찍어야 한다. 소프트웨어에서 제공하는 스냅 기능을 해제한 채 학생들은 실습하였으며 이러한 상황에서 마우스 클릭은 몬테카를로 모의실험에서와 같이 랜덤하게 주어진 영역의 한 점을 찍는 것과 동일해진다[11]-[13]. 학습자는 이와 같은 경험을 통하여 확률론적인 관점을 형성하였다.

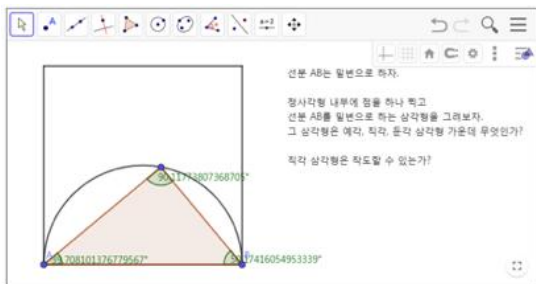


Fig. 1. An example of constructing a right-angled triangle in GeoGebra's geometry view

1.2 활동 2: 물의 상평형 그래프에 대한 해석

학습자에게 물의 상평형 그래프에 나타난 상평형 그래프 곡선 위의 점에 해당하는 온도-압력을 정확하게 설정하는 것이 가능한지에 대하여 물어보면서 이전 활동과 연결된 확률적 사고를 알아보았다.

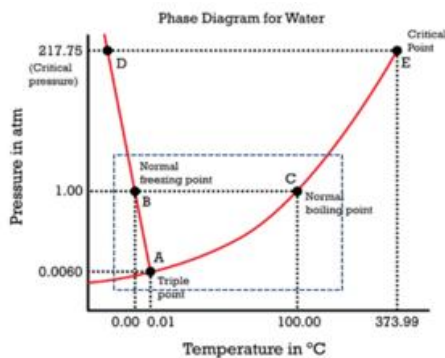


Fig. 2. Phase equilibrium graph of water

1.3 활동 3: 삼중점에서 물의 준미시적 배열 그리기

학습자에게 삼중점에서 물의 준미시적 배열을 그려보도록 하였다. 이미 이전 활동에서 상평형 그래프의 한 점에 해당하는 온도-압력을 설정할 수 있는지에 대하여 알아보았지만 그와는 독립적으로 학습자는 삼중점에서의 물의 준미시적 배열에 대하여 확률론적 관점과 무관하게 자신의 의견을 제시하였다.

2. Subject

연구 대상인 학생들은 한국의 A 광역시에 위치한 B 고등학교의 1학년 11명이었다. 이들은 전국 수준으로 볼 때 평균에 가까운 성취를 보이는 학생이었으며 본 연구에 참여할 의사를 표명하였다.

3. Data analysis

본 연구에서는 앞에서 제시한 활동 1, 2, 3에 대하여 학생들이 자신의 생각, 이유 등을 글 또는 그림으로 기록하도록 하였으며 이 응답은 과학교육 전문가 1인과 박사과정 3인에 의하여 분석되었다.

III. Research results and Discussions

학생들은 활동 1에서 기하학적 확률로 볼 때 불가능한 상황인 직각삼각형의 작도를 가능하다고 인식하는 경우가 5명, 불가능하다고 느낀 학생은 6명으로 나타났다. 마우스 클릭으로 직각삼각형 작도가 가능하다고 생각한 학생은 컴퓨터가 나타내는 유효숫자의 한계까지 화면을 확대하여 정확한 값에 점을 찍는 것이 가능하다는 의미의 답변을 하였는데 이는 이 학생들이 무한이나 확률에 대한 인식이 부족하다는 것을 보여준다. 반면 불가능하다고 생각한 학생들은 지오지브라(GeoGebra)의 화면을 얼마동안 확대하는 것을 통하여 일반적인 개념을 끌어내어 직각삼각형 작도가 불가능하다는 의미의 답변을 하였다.

활동 2에서 상평형 그래프 곡선의 온도-압력을 현실에서 정확하게 설정하는 것이 가능하겠는가에 대하여 10명의 학생들은 불가능하다는 답변을 하였다. 이는 비록 활동 1에서 확률적 관점의 답변을 하지 못한 학생이라 하더라도 유사한 상황을 제시받는 과정에서 확률적 관점을 인식하고 제시된 상황이 활동 1과 유사한 상황이라는 관점에서 그와 같은 답변을 한 것으로 평가되었다. 그러나 1명의 학생은 여전히 기하학적 확률이 0이라는 상황은 받아들이지 못하는 것으로 나타났다.

활동 3에서는 삼중점에서 세 상의 공존을 그리도록 학생들에게 요구하였으나 학생들은 삼중점이 평면 위의 하나의 점이라는 관점을 다시 잊어버린 채 입자의 구조가 불균일한 상태로 그린 학생은 4명, 균일한 상태로 그린 학생은 3명, 그리고 그와 같은 상태가 존재하지 않거나 알 수 없다고 확률론적 관점을 적용하여 응답한 학생은 4명이었다. 앞의 7명의 학생은 확률론적 관점을 적용하지 못하고 세 상태가 동시에 존재하는 것(물질적 관점)으로 4명이, 균일한 상태로 존재하는 것(과정적 관점)으로 3명이 응답하였다.

IV. Conclusions

본 연구에서는 수학교육용 소프트웨어인 지오지브라를 활용하여 학습자로 하여금 기하학적 확률을 경험하도록 한 후 과학 개념인 물의 상평형 그래프를 확률론적 관점을 적용하여 해석할 수 있는지에 대하여 알아보았다.

연구 결과 학생들은 지오지브라를 활용한 활동에서 확률론적 관점에 대한 인식의 혼란이 약간 있었으나 이후의 과학 그래프 해석에서는

확률론적 관점을 적용하여 해석하는 모습을 보여주었다. 그러나 물의 상평형 그래프의 삼중점에 대하여 준미시적 표현을 그려보도록 하였을 때에는 이미 획득한 확률론적 관점을 적용하지 못하고 기존의 관점으로 회귀하는 모습을 보여주었다.

이를 통하여 지오지브라를 활용한 활동을 통하여 학습자는 확률론적 관점을 획득한 것은 사실이나 기존의 학습해 온 준미시적 표현(분자간의 구조)에 대한 학습 내용이 확률론적 관점의 적용을 장애물로 작용하는 것으로 생각되었다.

- [11] C. M. Cho, J. Y. Park, and S. J. Kang, "A Study on Geometrical Probability Instruction through Analysis of Bertrand's Paradox", *Sch. Math.*, vol. 10, no. 2, pp.181-197, 2008.
- [12] R. Zazkis and N. Sirotic, "Making Sense of Irrational Numbers: Focusing on Representation.", *Int. Group Psychol. Math. Educ.*, 2004.
- [13] N. Sirotic and A. Zazkis, "Irrational Numbers: The Gap between Formal and Intuitive Knowledge", *Educ. Stud. Math.*, vol. 65, no. 1, pp. 49-76, Jan. 2007.

REFERENCES

- [1] J. Lemke, "Visual and verbal semiotics inscientific text", p. 27.
- [2] M. M. Cooper, S. M. Underwood, and C. Z. Hilley, "Development and validation of the implicit information from Lewis structures instrument (IILSI): do students connect structures with properties?", *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 13, no. 3, pp. 195-200, 2012.
- [3] R. Hoffmann and P. Laszlo, "Representation in Chemistry", *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, vol. 30, no. 1, pp. 1-16, Jan. 1991.
- [4] V. Talanquer, "Students' predictions about the sensory properties of chemical compounds: Additive versus emergent frameworks", *Sci. Educ.*, vol. 92, no. 1, pp. 96-114, Jan. 2008.
- [5] W. B. Jensen, "Logic, History, and the Chemistry Textbook: I. Does Chemistry Have a Logical Structure?", *J. Chem. Educ.*, vol. 75, no. 6, p. 679, Jun. 1998.
- [6] A. H. Johnstone, "TEACHING OF CHEMISTRY - LOGICAL OR PSYCHOLOGICAL?", *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 1, no. 1, pp. 9-15, 2000.
- [7] A. H. Johnstone, "Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem", *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 7, no. 2, pp. 75-83, Jun. 1991.
- [8] V. Talanquer, "Progressions in reasoning about structure-property relationships", *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 19, no. 4, pp. 998-1009, 2017.
- [9] M. L. Weinrich and V. Talanquer, "Mapping students' conceptual modes when thinking about chemical reactions used to make a desired product", *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 16, no. 3, pp. 561-577, 2015.
- [10] F. Yan and V. Talanquer, "Students' Ideas about How and Why Chemical Reactions Happen: Mapping the conceptual landscape", *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 37, no. 18, pp. 3066-3092, Dec. 2015.