East Asian Math. J.
Vol. 39 (2023), No. 2, pp. 167-181
http://dx.doi.org/10.7858/eamj.2023.014

수학 학습 플랫폼을 활용한 중학생의 문자와 식에 대한 개념 구조 변화 분석 연구[1)]

An Analysis Study of Changes in Middle School Students' Mathematical Conceptual Structure Using a Learning Platform

허 난

ABSTRACT. The purpose of this study is to confirm the possibility of whether learning using a math learning platform can be used to expand students' conceptual structure and to consider how to use it. To this end, first-year middle school students studied using a math learning platform. Then, the concept map created was compared and analyzed with the concept map created before learning to examine the change in the concept structure. The results of analyzing the concept map are as follows. First, the change in the hierarchical structure of the concept appeared as the division of the upper concept was subdivided. However, it has also been changed to comprehensively integrate and simplify higher concepts. The term-centered concept structure has changed to content-centered superordinate and subordinate concepts. In the concept structure, subordinate concepts linked to one higher concept were expanded and differentiated. Second, changes in the integrated structure did not form a linkage structure. The expansion of the integrated structure of concepts through learning using the learning platform was influenced by the composition of the learning contents designed in the learning platform.

Received February 7, 2023; Revised February 23, 2023; Accepted February 23, 2023.
1) 이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 일반공동연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A5A2A03044887)
2010 Mathematics Subject Classification: 97B10, 97D30
Key Words: concept map, conceptual structure, learning platform

©2023 The Youngnam Mathematical Society
(pISSN , eISSN)

Ⅰ. 서론

Ausubel(1968)은 학습에 영향을 주는 가장 중요한 한 가지 요인은 학습자가 이미 알고 있는 것이라고 강조하였다. 학습자는 지식을 이해하고 획득할 때, 이미 알고 있는 지식을 활용하고 그 지식에 기초하여 새로운 지식을 이해하고 획득한다. 학습자가 이미 알고 있는 개념을 바탕으로 지식을 구조화하는 과정에서 지식을 획득해 나가게 되므로 학습한 개념을 구조화 하는 것은 중요하다. 이렇게 구조화한 구조적 지식은 사람의 인지 구조를 반영하는 것으로, 서로 다른 내용 영역에 있는 지식을 개인이 조직하는 것을 설명해 줄 수 있다(정승진, 박배훈, 1998).

Jonassen & Grabowski(1993)은 구조적 지식이 문제해결과 학습 전이, 학습 자료의 이해, 학습의 기억에 깊은 관계가 있다고 하였다. 학습자가 학습한 지식을 스스로 구조화 하는 방법은 다양하게 존재하며 학습자가 알고 있고 구조화한 지식을 교사가 파악하는 것은 중요하다. 특정 개념과 지식은 학습자의 사고에 통합되는데, Novak(2002)은 이러한 통합의 과정과 구조를 설명하는 도구로 개념도(Concept Map)를 제시하였다. 학습자가 구조화한 개념 구조는 시각적으로 표현하는 개념도를 이용하여 파악할 수 있다. 개념도를 통하여 학습자는 이미 알고 있는 지식을 시각적으로 나타내므로 교사는 학습자가 가지고 있는 개념 구조의 정도를 쉽게 파악할 수 있다. 개념도를 그려봄으로써 학습자는 자신의 인지 구조를 파악할 수 있고 교사는 학습자의 개념 구조를 알 수 있으므로 개념도를 통해 학습 후 개념 구조의 변화를 파악할 수 있다. 따라서 개념도는 학생들의 인지 구조를 알아보는데 유용한 도구로 학생들이 개념과 개념을 연결시키는 구조적 지식의 획득 정도와 발달 정도를 알아보는데 효과적이다(정승진, 박배훈, 1998).

한편, 최근 테크놀로지 및 AI 기술의 발달로 개별화 맞춤형 수학학습을 지원하는 다양한 학습 플랫폼이 개발되고 활용되고 있다. 학습자의 수준에 맞는 학습을 지원할 수 있을 뿐 아니라 자기주도적 학습을 지원하는 방법으로 다양한 학습 플랫폼이 활용되고 있다. AI를 활용한 에듀테크(Edu-Tech)의 다양한 활용은 전통적 학습 환경에서 실현하기 어려웠던 추가적 지원을 가능케 함으로써 효과적 학습이 이루어질 수 있음이 계속적으로 보고되고 있다(김세영, 조미경, 2022; 정은영, 김형원, 고호경, 2022).

학습자가 형성한 개념 구조는 고정 되지 않고 지속적인 학습을 통해 보다 심층적인 개념 구조를 형성할 수 있다. 학습자 스스로 개념 구조를 확장 및 심화할 수 있는 방법으로 학습 플랫폼을 활용한 개별화 맞춤형 학습을 활용하는 것을 고려해 볼 수 있을 것이다.

본 연구는 학생 스스로 학습을 하는 것을 지원하는 학습 플랫폼을 활용한 학습이 학생의 개념 구조를 확장 시켜 나가는 데 활용될 수 있는지를 확인하고 활용 방안을 고찰해 보고자 하는 것을 목적으로 하였다. 따라서 본 연구에서는 중학생을 대상으로 한 수학 학습 플랫폼을 활용한 개별화 맞춤형 수학 학습을 통해 학습자가 스스로 구성한 개념 구조가 어떻게 변화하는지에 대해 살펴보고자 하였다. 이에 본 연구에서는 수학 학습 플랫폼

을 통한 중학생의 문자와 식 내용 영역에 대한 개념 구조의 변화를 살펴보고 수학 학습 플랫폼을 활용한 개별화 맞춤형 학습이 학습자의 개념 구조의 확장에 도움을 주고 활용될 수 있는지에 대한 가능성을 확인해 보고자 하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 개념도(Concept Map)

개념도는 지식을 조직하고 표상하기 위한 도구로서(정인철, 2006) Ausubel의 유의미학습이론에 그 근거를 두고 특정 개념에 대한 조직화 및 세분화를 통해 개념들 사이의 관계를 설명하는 명제를 다이어그램을 통해 시각적으로 표현한 것이다(서보억, 2018). Ausubel(2000)에 따르면 유의미한 학습은 구체적 하위 개념과 상위 개념이 서로 통합하거나 하위 개념이 상위 개념에 포섭됨으로 인해 효과적으로 일어날 수 있다. Karoline(2009)은 상위 개념과 하위 개념 사이의 상호관계를 여러 가지 개념과 그 개념들 사이의 연결어를 통해 상위에서부터 하위로 이어지는 일련의 명제가 형성될 수 있도록 시각적으로 표현한 것이 바로 개념도라고 하였다.

Ausbel은 새로운 개념을 기존의 인지 구조와 연결시키는 원리로서 점진적 분화의 원리, 통합적 조정의 원리를 들었는데(강옥기 외, 2011) Novak & Gowin(1984)은 개념도의 작성을 통해 주제 및 문제에 대한 해석과 이해를 공개적으로 설명할 수 있다고 하였다.

개념도의 특성으로 첫째, 둘 이상의 개념들을 연결어를 통해 명제 형식으로 나타낼 수 있다. 둘째, 개념과 개념이 의미가 있도록 연결어로 이어져 있다. 셋째, 구체적인 하위 개념들이 일반적이고 추상적인 상위 개념에 통합되거나 포섭되는 관계를 가지고 있다. 넷째, 개념을 짧게 세분화하여 구분하므로 시각적인 효과성을 지니고 있다. 다섯째, 비대칭적 속성을 지니고 있다(서보억, 2018). 이러한 개념도는 존재하는 지식의 구조의 틀 내에서 지식을 표현하거나 조직하기 위한 가치 있는 도구로서(Moon, Hoffman, & Novak, 2009) 인간 지능 내에 존재하는 지식의 내적인 과정에 대한 지식의 구조를 표현하는데 유용하게 활용될 수 있다(Albert & Steiner, 2015).

수학 과목은 낮은 수준의 개념부터 높은 수준의 개념까지 각 영역별로 연계성을 가지고 있고 서로 연계되어 있는 구조를 가지고 있으므로 수학 학습에 있어 학생들은 개념간의 연계성 및 개념의 전개 순서 등의 개념 구조를 보는 것이 중요하다. 정인철(2006)은 학생들이 스스로 개념도를 작성하면서 교과서에서 학습한 수학적 개념들 간의 상호 관계와 구조를 형성하면서 수학학습의 새로운 면을 맞이할 수 있으며 수학적 지식에 체계를 부여하고 구조를 파악하여 수학적 개념의 구조를 형성할 수 있는 것이 개념도라고 하였다.

구조적 지식은 개념과 개념이 연결된 지식으로 새로운 지식의 습득과 이해에 깊은 관

계가 있고 개념도는 학생들의 인지 구조를 알아보는 데 유용한 도구로 학생들이 개념과 개념을 연결시키는 구조적 지식의 획득 정도와 발달 정도를 알아보는데 효과적이다(정승진, 박배훈, 1998). 수학에서의 개념도는 수학적 명제, 개념, 원리들의 순차적인 나열로 볼 수 있으며((Ruiz-Primo, 2000) 수학적 개념을 시각적으로 구성하여 그 연계성을 한 눈에 볼 수 있게 하면 각각의 개념들이 구조적으로 제시되어 학습자는 수학적 개념의 흐름을 한 눈에 보게 되어 학습효과를 기대하도록 해준다(정인철, 2006) 이러한 개념도는 수학적 개념의 조직적 이해를 위한 도구로 활용될 수 있다(Ruiz-Primo, 2000).

2. 학습 플랫폼을 통한 학습

맞춤형 학습은 개별 학생들의 차이에 따라 수업의 내용, 과정과 결과물을 다양화 하는 학습 방식이다. 학생의 특성을 고려한 맞춤형 학습은 교과에 대한 태도와 학업성취도에 영향을 미치는 주요 요인으로 보고되고 있다(박만구 외, 2020). 맞춤형 학습은 교과에 대한 태도에 유의한 영향을 미치고 있으며. 학생이 선호하는 콘텐츠의 제공과 학생 수준에 따른 난이도별 과제 제시가 교과에 대한 흥미를 높여주는 등 교과에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다(이현주, 최지원, 부은주, 2019). 최근 이러한 맞춤형 학습을 위한 플랫폼의 개발 및 활용이 활발하게 이루어지고 있으며(허난, 2018) 개인별 학습의 확대를 위해서는 개인별 맞춤형 학습지원 시스템이 적용된 교육 플랫폼이 효과적일 수 있다(정제영, 2018).

학습 플랫폼에서 가장 많이 적용되는 교과는 단연 수학이라 할 수 있다(박혜연, 손복은, 고호경, 2022). 수학은 뚜렷한 위계구조를 가지고 있기 때문에 개별 학습 지도와 지식 전달 방식, 학습자 분석을 분명하게 제공할 수 있어서 인공지능을 통한 맞춤형 학습에 가장 적합한 교과라 할 수 있다(정제영, 2021). 박상준(2020)은 미래교육에서 교육 플랫폼의 발전은 학생의 자기주도 학습능력과 능동적인 학습 태도에 영향을 준다고 하였다. 교육 플랫폼을 활용하여 학습하는 과정에서 학생의 수준에 맞는 학습을 할 수 있어 학습자들은 자기의 수준보다 수학의 수준이 높아서 학습을 포기하지 않도록 도움을 받을 수 있을 것이다(박만구, 2020).

수학교육에서 학습 플랫폼과 같은 에듀테크를 활용한 학습의 필요성 중 하나로 박혜연 외(2022)는 자기주도학습을 넘어 자기구조화학습이 가능함을 들었다. 자기주도학습과 자기구조화학습은 학생 스스로 학습을 해나간다는 공통점이 있다. 하지만 자기주도학습은 학습 그 자체를 중심으로 진행되며, 자기구조화학습은 목표를 지향한다는 점에서 차이가 있다. 또한 자기구조화학습은 학습을 촉진하는 학습촉진자(Facilitator)가 필요하며 자기주도학습과는 달리 테크놀로지를 활용하여 학습을 해나간다는 특징을 가지고 있다. 홍정민(2017)은 자기구조화학습은 에듀테크의 다양한 학습 방법을 통해 학습자는 그 내용을 공부하고 SNS나 앱을 통해 협력학습을 진행할 수 있기 때문에 에듀테크와 결합하여 더욱

힘을 발휘할 수 있다고 하였다. 에듀테크를 활용한 수학 학습 플랫폼은 학습자의 성취도에 따라 학습 체계를 갖추는 것으로 개별화된 학습이 가능하기 때문에 학생들의 수준에 따른 맞춤형 학습 구현이 가능함으로써 학생들에게 도움을 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 자기구조화학습을 가능하게 하므로 학생들이 가지고 있는 개념 구조를 확장하고 심화하는데 수학 학습 플랫폼을 활용할 수 있는 방안을 고려해 보아야 할 필요가 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 수학 학습 플랫폼을 활용하여 문자와 식 내용영역에 대한 학생들의 개념 구조의 변화를 살펴보고자 하였다. 이를 위해 문자와 식 내용영역을 학습한 수도권에 위치한 중학교 1학년 학생 3명을 연구 대상으로 하였다. 연구 대상자는 모두 연구 내용과 과정에 대한 설명을 듣고 자원하였으며 해당 내용을 숙지하였다. 연구과정은 모두 학부모 및 학생의 동의를 받아 진행되었다.

문자와 식에 대한 학습 기간은 3주 동안 진행되었으며 연구 대상자인 학생은 남학생 2명(A, C), 여학생 1명(B)으로 각 학생들의 학습 결과 및 분석 내용은 모두 익명처리 되었다.

2. 연구 절차 및 도구

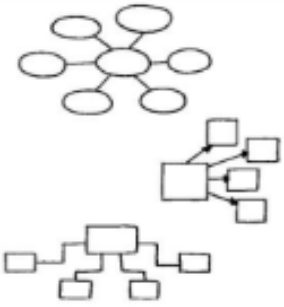
연구 절차는 개념 구조의 변화를 확인하기 위해 프로그램 학습을 시작하기 전 개념도 작성에 대한 안내를 하고 문자와 식 내용 영역에 해당하는 개념들에 대해 개념도를 그려보게 하여 그에 대한 심층인터뷰를 통해 사전 개념 구조를 확인하였다. 수학 학습 플랫폼을 활용한 학습 이후에도 동일한 방법으로 사후 개념 구조를 확인하였다.

학습 내용은 2015 개정 수학과 교육과정에 기반 한 문자와 식 영역의 중학교 1학년에 해당하는 내용이다. 학습은 학습 내용이 10개의 소단원으로 구성되고 학습 과정이 5단계로 구성된 AI를 활용한 학생 맞춤형 학습 프로그램인 애플리케이션 Math4U 를 활용하였다.

AI를 활용한 학생 맞춤형 프로그램으로 구성된 애플리케이션 Math4U에서의 학습은 문자와 식 영역에 대해 학생의 학습이 진행됨에 따라 변하는 수준에 맞춰 학습 과제 및 학습 내용이 제시되는 방법으로 학습이 진행된다. 학습과정은 각 소단원별로 개념학습 및 개념 정리를 학습 한 후 필수 예제를 풀고 이를 확인하는 과정에서 다시 개념에 관한 확인을 하도록 구성되었다. 이후 제시되는 문제해결을 통해 해당 내용에 대한 학습을 하도

록 구성되었다. 학생들은 학습 과정에서 학생들의 문제해결 과정을 확인할 수 있는 연습장의 내용은 자동 저장되어진다. 학생들은 애플리케이션에 포함된 연습장을 통해 문제를 풀고 정답을 입력하여 즉각적으로 피드백을 받을 뿐 아니라 문제를 해결해 나감에 따라 자신의 수준에 맞는 문제가 지속적으로 제공되어 부족한 부분에 대한 학습을 하고 문제를 해결함으로써 수준을 향상시켜나가는 방법으로 3주간 학습을 수행하였다.

개념도는 학생들이 자주 접하는 마인드맵과 유사하여 활용하기에 용이한 거미줄 개념도(Spider Concept Map)를 활용하였다. [그림 1]과 같이 거미줄 개념도는 중심이 되는 개념을 맨 중앙에 위치시키고 이를 중심으로 방사 형태로 하위의 개념들이 위치하여 마인드맵과 아주 흡사하다(정인철, 2006).



[그림 1] 거미줄 개념
(정인철, 2006, p.395)

[그림 2] 개념도의 구성 요소

학습자의 문자와 식에 대한 개념 구조의 변화는 프로그램 학습 이전과 이후의 개념도 및 심층인터뷰를 통해 각 학생의 사전과 사후에 대한 학습 내용을 확인하고 그 내용을 질적 분석하였다. 개념도에 대한 분석은 수학적 개념에 대한 지식을 알아보았던 기존의 양적 분석 방법과 달리 학생들의 개념 구조의 변화를 충분히 알아보기 위해 양적 점수에만 의존하지 않고 질적으로 분석하였다. 학생들이 작성한 개념도에 대한 개념 구조 분석은 Novak & Gowin(1984)의 분석방법을 참고하여 개념도의 구성 요소([그림 2])인 위계개념과 종속개념을 중심으로 개념 구조를 분석하였다. 각 학생의 사전 사후 개념도에 나타난 개념들을 분류하고 개념 구조의 변화를 분석함에 있어 신뢰성과 타당도를 강화하기 위해 수학교육학 전공 박사 2인과 박사과정 연구원 1인 및 교사 1인이 그 내용을 분석하였다.

Ⅳ. 연구 결과

수학 학습 플랫폼을 활용하여 학습하기 이전에 작성한 문자와 식에 관한 개념도([그림

3])와 학습한 이후 학생들이 작성한 개념도([그림 4])의 내용을 비교하여 개념 구조의 변화를 살펴보았다. 학생들의 개념도에 나타난 문자와 식 내용에서의 상위 개념과 종속개념 사이의 위계의 변화와 각 개념의 범주가 얼마나 세분화 되고 통합되어 있는가를 나타내는 개념도의 밀도를 확인하여 수학적 개념의 통합 구조를 확인하며 그 변화를 살펴보았다.

1. 위계 구조의 변화

위계 구조의 변화는 개념도의 구성 요소에 따라 하나의 상위 개념에 포함된 종속개념이 몇 단계까지 내려 갔는 지와 각 상위 개념이 속한 범주에 관련된 내용이 차지하는 비중과 내용을 살펴보는 것으로 확인하였다. 학습 플랫폼을 활용하여 학습을 한 이후 학생들의 위계 구조는 상위 개념과 하위 종속개념의 구분을 살펴보고 분석하였다.

문자와 식에 대한 상위 개념에 대한 단순한 구분은 A학생은 4개에서 2개로 축소되었으며, B학생은 3개로 동일하였으며, C학생은 4개에서 5개의 상위 개념으로 구분하여 개념 구조를 형성한 것으로 변화하였다([표 1]). 학생별 위계 구조의 변화를 살펴본 결과([표 2]) 1수준 상위 개념의 구분 및 2수준 종속 개념 관한 내용이 사전에 용어 중심의 개념 구조로 형성되어 있었으나 사후에는 내용 중심의 상위 개념과 종속 개념을 중심으로 개념 구조를 형성하는 것으로 변화하였다. 또한 사전에 용어 등의 오류를 포함하고 있던 개념이 학습 이후 오류가 개선되고 관련 예시와 함께 용어의 정의를 하나의 종속 개념으로 재구성하여 구조화하는 것이 나타나기도 하였다. 특히 학생 A는 플랫폼을 활용하는 학습 과정에서 반복적으로 자주 틀린 문제를 해결하는 과정을 통해 오류를 개선하고 오류를 범하기 쉬운 내용을 하나의 종속 개념으로 개념 구조를 형성하는 특징을 보였다.

위계 수준은 학습 이전의 위계의 수준과 동일하거나(A: 5수준) 높아졌으며(B, C: 3수준 →4수준) 하위 수준에 해당하는 개념 구조는 하나의 상위 개념과 연결된 종속개념이 확장되고 분화되는 것으로 나타났다.

[그림 3] 사전 개념도 예시(B 학생)

[그림 4] 사후 개념도 예시(B학생)

학생	상위 개념	
	사전	사후
A	문자가 들어간 식 표현 수학 용어 방정식 일차방정식	문자와 식의 계산 일차방정식
B	문자 등식 방정식	문자 식 방정식
C	등식의 성질 동류항 대입 방정식	문자 등식의 성질 이항 등식 일차식

[표 1] 상위 개념의 변화

학생	사전	사후
A	-동일 위계가 하위 위계로 구성되어 있어 위계 구성이 부족함. -용어 중심 개념 구조를 이루고 있음. -문자의 사용에 중심을 둔 구조를 지님. -일차방정식의 풀이 과정에 집중 된 구조를 지님. -일차방정식의 활용에 대한 개념 구조가 일차방정식의 주된 구조로 구성되어 있으나 활용에 대한 문제 풀이 과정에만 제한된 개념을 지니고 있음.	-구체적인 예시 중심의 하위 위계를 구성함. -개념의 내용 중심 개념 구조로 변화하고 용어는 개념 내에서 활용되는 용어에 대한 구조화로 변화됨. -문자의 사용에 대한 구조가 실제적 예를 중심으로 정리되어 있는 구조로 형성됨. -문자의 사용에 있어 오류를 범하기 쉬운 내용에 대한 세부 개념 구조가 형성됨. -일차방정식의 활용에 대한 개념 구조는 주로 활용 문제에 자주 나오는 유형에 대한 구조로 변화됨.

B	-문자의 사용에 대한 관련 예시를 들어 개념 구조를 형성하였음. -일차식과 문자의 사용에 대한 구조가 불완전함. -방정식을 풀기 위한 용어에 대한 개념 위주로 방정식의 개념 구조가 형성되어있음.	-문자에 대한 개념 내용이 간략화 되어 축소되었으며 식에 대한 내용이 구체화되고 방정식에 대한 내용이 핵심적인 개념 중심으로 정리되어 구조화 됨. -문자의 사용에 대한 구조는 사전 구조보다 간략하게 정립하는 것으로 변화함 -식에 대한 용어 위주의 개념과 용어의 정의 및 예시를 하위 위계로 형성하였음. -방정식을 풀기 위한 용어에 대한 개념 위주로 방정식의 개념 위계 구조가 이루어짐. -세부적인 하위 위계 구조는 형성하지 못함.
C	-문자와 식에 대한 개념 구조가 식과 방정식에 국한되어 있음. -문자의 사용에 대한 개념 구조는 형성되지 못함. -간단한 용어 중심의 개념 구조가 형성되어 있음. -방정식에 대한 개념 구조는 일차방정식이라는 단순 용어에 대해서만 형성되어 있음 -방정식을 풀이와 관련된 하위 일부 위계 구조가 형성됨. -등식의 성질에 대한 개념 구조는 구체적으로 세분화 하여 형성되지 못함.	-문자와 식 영역에 대한 범주가 사전에 비해 세분화되어 형성됨. -문자의 사용에 대한 제한적인 개념만 형성되어 있음. -간단한 용어로만 개념 구조가 형성되어 있으며 하위 위계 구조가 이루어지지 않음. -문자의 사용에 대한 개념 구조는 형성되지 못함. -등식의 성질에 대한 개념 구조가 구체적으로 세분화 하여 형성된 것으로 변화함. -문자에 대한 개념이 방정식과 독립적으로 형성되어 있으나 구체적으로 세분화 하여 형성되지는 못함.

[표 2] 학생별 위계 구조의 사전 사후 변화

2. 통합 구조의 변화

통합 구조의 변화는 개념도의 밀도를 확인하는 것으로 살펴보았다. 상위 개념에서 분화된 하위 개념들이 사전 개념도에 비해 구체적인 예와 정의를 표현하는 개념도로 변화하여 세분화되었으나 각 종속 개념들 간의 연결을 나타내는 연계 구조는 나타나지 못했다. 학생별 통합 구조의 변화를 살펴본 결과([표 3]) 하위 수준에 해당하는 종속 개념의 구조는 하나의 상위 수준의 종속 개념과 연결된 종속개념이 확장되고 분화되는 것으로 나타나기도 하였다. 하지만 2수준 이하의 종속 개념 하나의 종속개념에서 다음 수준의 종속 개념으로 세분화 될 때 하위 종속 개념간의 연계성은 나타나지 않고 각 개념들이 독립적으로 상위 수준의 종속 개념과 연결된 것으로 나타나거나 구체적인 세분화는 이루어지지 않는 개념도 있었다.

학생들의 개념의 확장은 기존의 개념 구조에 비해 세분화 되어 형성이 되지만 학습 플랫폼에서 제시된 학습 내용의 순서와 비슷하게 구성되어 있었는데 이는 심층인터뷰를 통해서도 확인할 수 있었다. 즉, 학습 플랫폼을 활용한 학습을 통해 형성된 개념의 통합 구조의 확장은 학습 플랫폼에서 설계한 학습 내용의 구성에 영향을 받게 된다는 것을 보여준다. 이는 학습 플랫폼의 내용을 구성할 때 학습 내용에 대한 개념 구조를 면밀히 분석하여 그 내용을 구성해야 한다는 시사점을 제공한다.

학생 A: 태블릿으로 공부를 하다보니까 공부한 순서대로 제목? 제목대로 그림을 그리게 되는 것 같아요.
학생 C: M에서 한 순서 생각했어요. 그대로 그리면 될 것 같았어요.

학생	사전	사후
A	-방정식과 일차방정식의 개념이 통합되어 있지 못함.	-문자와 식 영역에 대한 범주가 통합되어 형성됨. -문자의 사용과 방정식과의 연계 구조가 형성됨. -방정식과 다항식에 대한 개념이 연계되어 일차방정식에 대한 구조가 형성됨.
B	-일차식과 문자의 사용에 대한 연계가 불완전함. -식과 방정식과의 연계 구조가 이루어지지 않음.	-각 범주에 대한 연계가 이루어졌으나 연계 구조를 구조화하여 보여주지는 못함. -문자의 사용에 대한 개념은 연계 구조를 나타내기 위해 간략하게 생략된 형태로 나타남.
C	-대입에 대한 개념은 식의 계산에 대한 개념으로 형성되어 있으나 방정식의 해와 연계되어 형성되지 못하고 독립적으로 형성되어 있음. -문자에 대한 개념이 방정식과 연계되어 형성되어 있으나 구체적으로 세분화 하여 형성되지 못함.	-문자와 식에 대한 개념 구조가 사전에 비해 식 및 방정식으로 확장되었으나 단순 용어 사용에 그침. -하위 위계의 통합 연계 구조가 이루어지지 않음.

[표 3] 학생별 통합 구조의 사전 사후 변화

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구는 수학 학습 플랫폼을 활용한 학습이 학생의 개념 구조를 확장 시켜 나가

는 데 활용될 수 있는지를 확인하고 활용 방안을 고찰해 보고자 하는 것을 목적으로, 중학교 1학년 학생들이 문자와 식에 대한 내용을 수학 학습 플랫폼을 활용하여 학습한 후 작성한 개념도를 학습 전에 작성한 개념도와 비교 분석하여 개념 구조의 변화를 살펴보고자 하였다. 대상 학생은 수학 학습 플랫폼을 활용한 학습을 마친 후 학습하는 과정에서 편안하게 수학 학습 플랫폼에 접속하여 학습을 할 수 있었으며 자신이 학습의 양을 조절하며 학습을 할 수 있어 편리하다고 하였다. 자기주도적으로 학습을 할 수 있었으며 자신의 수준에 맞는 문제가 제공되고 즉각적으로 피드백을 받으며 학습을 할 수 있었다고도 하였다. 이러한 수학 학습 플랫폼을 활용하여 학습을 한 후 개념 구조가 어떻게 변화하였는지에 대해 개념도의 구성 요소를 살펴보며 개념 구조의 위계 구조와 통합 구조에 대해 살펴본 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 문자와 식에 대한 개념의 위계 구조의 변화는 상위 개념의 구분이 세분화 되어 나타나기도 하였으나 상위 개념을 포괄적으로 통합하여 단순화 하는 것으로 변하는 양상을 보이기도 하였다. 기존에 형성된 용어 중심의 개념 구조는 내용 중심의 상위 개념과 종속 개념을 중심으로 개념 구조를 형성하는 것으로 변화하였다. 또한 학습을 통해 오류가 개선되고 관련 예시와 함께 용어의 정의를 하나의 종속 개념으로 재구성하여 구조화되었다.

위계 수준은 학습 이전의 위계의 수준과 동일하거나 높아졌으나 하위 수준에 해당하는 개념 구조는 하나의 상위 개념과 연결된 종속개념이 확장되고 분화되었다.

둘째, 통합 구조의 변화는 상위 개념에서 분화된 하위 개념들이 사전 개념도에 비해 구체적인 예와 정의를 표현하는 개념도로 변화하여 세분화되었으나 연계 구조를 형성하지는 못하였다. 학습 플랫폼을 활용한 학습을 통해 개념의 통합 구조의 확장은 학습 플랫폼에서 설계한 학습 내용의 구성에 영향을 받게 된다는 것을 확인할 수 있었다.

수학 학습 플랫폼을 활용한 개별화 맞춤형 학습이 학습자의 개념 구조의 확장에 도움을 주고 활용될 수 있는지에 대한 가능성을 확인할 수 있었다. 또한 플랫폼의 내용 구성 설계에 따라 개념 구조가 형성될 수 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 학생의 수준에 맞는 개별화된 맞춤형 학습을 제공하는 수학 학습 플랫폼은 학습자의 개념 구조를 확장하고 심화하는 데 활용할 수 있는 가능성을 제공한다. 학습자는 학교에서 배운 학습 내용에 대한 개념 구조를 형성하지만 학습 이후 형성한 개념을 이후 개선할 기회를 갖지 못하고 고정화 될 수 있다. 하지만 시간과 공간의 구애를 받지 않고 자기주도적으로 학습할 수 있으며 자신의 수준에 맞는 학습을 할 수 있도록 개별화 맞춤형 학습이 가능한 학습 플랫폼을 활용하여 학습을 함으로써 이미 형성된 개념 구조를 보다 심화하여 확장 분화할 수 있을 뿐 아니라 개념 구조를 재형성 할 수 있으며 오류를 개선할 수 있을 것이다.

이러한 결론을 토대로 수학 학습 플랫폼을 활용한 학습이 수학적 개념 구조 형성에 주는 시사점과 함께 후속 연구를 위한 수학교육에서의 수학 학습 플랫폼 활용과 개념도 활

용에 대한 제언은 다음과 같다.

우선 학습의 위계가 분명한 수학 학습을 위해 수학적 개념의 위계 구조를 명확히 구성할 수 있는 플랫폼의 개발 및 활용이 필요하다. 수학 학습 플랫폼을 활용하면 학습자의 학년에 맞는 교육과정만이 아닌 선수학습에서도 학습자에게 필요한 부분의 학습이 가능하고 부족한 부분에 대한 학습의 보충이 학습자 맞춤형으로 학습이 가능하게 된다(박혜연 외, 2022). 또한 자기주도적, 학습 능력이 부족한 학생에게는 학습을 조절하며 계획하여 학습하기 위한 보조도구로 활용될 수 있다. 따라서 이를 실질적으로 활용하여 스스로 개념 구조를 확장하고 심화 할 수 있도록 수학 학습 플랫폼의 활용 방안이 모색되어야 할 것이다. 더불어 개별화된 맞춤형 학습을 지원하는 수학 학습 플랫폼을 사용한다 하더라도 학생이 스스로 학습에 참여할 수 있도록 교사의 지원이 필요하다.

본 연구에서는 개념도를 분석하여 학습자의 개념 구조의 변화를 분석하였으나 개념도는 제한적이지만 학습자들의 주관적 참여를 자연스럽게 유도하여 수학 지식이 학습자 자신의 지식으로 자리 잡을 수 있도록 하는 데 아주 많은 도움이 될 뿐만 아니라 수학교육에서 그 목적의 실현에 일조를 할 수 있다(정인철, 2006). 따라서 개념도를 학습도구로 활용한 수학 학습에 대한 연구도 이루어져야 할 필요가 있다. 개념도를 통한 지식의 형성이나 지식의 구조를 알아보는 방법은 향후 수학교육에 있어 학생들의 지식의 정도를 파악하고 변화시키기 위한 교수·학습 방법으로 활용될 필요가 있다. 이를 위해 개념도 작성과 활용에 대한 교사 교육이 필요하다.

참고문헌

[1] 강옥기, 허난, 조현공, 박경은, 이환철. 수학교육학정론. 서울: 경문사. (2011).

[2] 김세영, 조미경. 개별화 맞춤형 수학 학습을 지원하는 AI 기반 플랫폼 분석. *수학교육논문집*, 36(3), 417-438. (2022).

[3] 박만구. 수학교육에서 인공지능 활용 가능성. *수학교육논문집*, 34(4), 545-561. (2020).

[4] 박만구, 임현정, 김지영, 이규하, 김미정. 머신러닝 추천모듈이 적용된 맞춤형 학습 플랫폼 효과성 탐색: 학습시간, 자기주도적 학습능력, 수학에 대한 태도, 수학학업성취도를 중심으로. *수학교육*, 59(4), 373-387. (2020).

[5] 박상준. 코로나 이후 미래교육: 학생 주도성, 메타버스 교육, 블렌디드 러닝. 경기: 교육과학사. (2020).

[6] 박혜연, 손복은, 고호경. 수학 교수·학습을 위한 인공지능 플랫폼. *수학교육논문집*, 36(1), 1-21. (2022).

[7] 서보억. Concept Map을 통한 수학 문제의 구조 분석 연구. 수학교육논문집, 32(1), 37-57. (2018).

[8] 이현주, 최지원, 부은주, 초등학생의 사전흥미와 사전성취도에 따라 상황적 흥미고양 전략이 수학 학습에 미치는 영향: 매력적 과제 맥락과 난이도순 배열 강조 전략. *한국교육심리학회*, 33(4), 681-706. (2019).

[9] 정승진, 박배훈. 개념도를 이용한 구조적 지식의 조사 연구-초등학교 평면 도형 단원을 중심으로-. *초등수학교육*. 2(1). 65-73. (1998).

[10] 정은영, 김형원, 고호경. 학습 플랫폼을 활용한 수학 교수·학습 사례 연구. *East Asian Mathmatics Journal,* 38(4), 415-437. (2022).

[11] 정인철. 마인드맵, 컨셉트맵 그리고 브이맵과 수학학습. *한국학교수학회논문집*, 9(3), 385-403. (2006).

[12] 정제영. 제4차 산업혁명 시대의 학교교육과 인재 양성 학교시스템의 혁신방안 한국교육학회(편). 한국교육의 전망과 과제. 서울 : 박영 story. (2018)

[13] 정제영. 포스트코로나 시대의 미래교육: 비대면 지능형 교육 기술의 동향. *융합연구리뷰*, 7(3), 4-29. (2021).

[14] 허난. 웹 기반 맞춤형 수학 학습 프로그램 구성 요소 분석. *East Asian Mathematical Journal,* 34(4), 451-462. (2018).

[15] 홍정민. *에듀테크: 4차 산업혁명 시대의 미래 교육*, 서울: 책밥. (2017).

[16] Albert, D. & Steiner, C. M. Representing domain knowledge by concept maps: How to validate them?. In T. Okamoto, D. Albert, T. Honda & F. W. Hesse(Eds.), *The 2nd Joint Workshop of Cognition and Learning through Media-Communication for Advanced e-Learning*. 169-174. (2005).

[17] Ausubel, D. P. *Educational psychologist: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc. (1968).

[18] Ausubel, D. P.. *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publisher. (2000).

[19] Jonassen, D. H., & Grabowski, B. L. *Handbook of Individual Differences Learning & Instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (1993).

[20] Karoline, A. *Concept mapping in mathematics.* Springer Verlag. (2009).

[21] Moon, B., Hoffman, R. R. & Novak, J.. *Concept mapping in mathematics*, CRC Press. (2009).

[22] Novak, J. D. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education,* 86(4), 548-571. (2002).

[23] Novak, J. D., & Gowin, D. B. *Learning how to learn.* Cambridge, UK:

Cambridge University Press. (1984).

[24] Ruiz-Primo, M. A.. On the use of concept maps as an assessment tool in science: What we have learned so far. *Revista Electrónica de Investigación Educativa,* 2(1), 29-53. (2000).

Huh, Nan
Kyonggi University
Suwon, 16227 Korea
E-mail : huhnan@kyonggi.ac.kr