영재교육연구 제 27 권 제 1 호 https://doi.org/10.9722/JGTE.2017.27.1.17
Journal of Gifted/Talented Education
2017. Vol 27. No 1, pp. 17~35

언어네트워크분석을 활용한 대학부설 과학영재교육원 교육프로그램의 학습목표 특성 분석

박 경 진 류 춘 렬 최 진 수

KAIST 과학영재교육연구원 KAIST 과학영재교육연구원 KAIST 과학영재교육연구원

이 연구는 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표를 Bloom의 신교육목표 분류체계와 언어네트워크분석 방법을 통해 분석하고 결과를 비교함으로써 학습목표를 분석할 때 언어네트워크분석 방법의 적용 가능성을 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 27개 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램 중 과학 분야 169개 주제에 제시된 702개의 학습목표를 분석대상으로 선정하여 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 분류하고 코딩한 후 각 학습목표 사이의 구조적 특성을 알아보기 위해 언어네트워크분석을 사용하였다. 분석 결과로 나타난 주요 특성은 다음과 같다. 첫째, 주제 별로 사용된 학습목표의 특성을 살펴본 결과 초등은 약 3개, 중등은 약 6개의 서로 다른 범주의 학습목표가 사용되고 있었다. 둘째, 연구방법과 학교 급에 관계없이 지식차원의 사실적 지식, 개념적 지식과 인지과정 차원의 '기억하다', '이해하다', '창안하다'의 비중이 높게 나타났다. 셋째, 단순 통계 분석 결과로는 확인할 수 없지만 언어네트워크분석 방법을 통한 가중치에 근거하여 살펴본 결과 초등 단계는 과학적 사실에 대한 학습을 통해 실제 실험과정에 적용해 보는 활동을 강조한 반면, 중등 단계는 이보다는 과학적 사실, 개념 자체를 이해하는 것을 더욱 강조하고 있었다. 이와 같은 결과로 볼 때 기존 단순 통계적 연구를 통해 분석한 것에 비해 보다 다양한 학습목표의 특성을 해석할 수 있는 것으로 보아 언어네트워크분석 방법이 학습목표를 분석하는데 적용 가능성이 높은 것으로 판단된다.

주제어: 학습목표, 교육프로그램, Bloom의 신교육목표 분류체계, 언어네트워크분석

I. 서 론

영재교육은 개인의 자아실현을 도울 뿐 아니라 국가적으로 우수한 과학인재를 양성함으로써 국가 경쟁력을 확보한다는데 큰 의의를 가지고 있으며, 이 때문에 미국, 싱가포르, 이스라엘 등 여러 국가에서는 과학기술분야의 핵심 인재를 확보하기 위한 노력을 지속적으로 기울

교신저자: 류춘렬(pioong@kaist.ac.kr)
*이 연구는 KAIST 기본연구비와 정부의 과학기술진흥기금 및 복권기금과 한국과학창의재단의 지원으로 국민과 함께 합니다.

이고 있다. 우리나라도 과학기술분야의 국가 경쟁력 확보 차원에서 우수한 과학인재를 양성하기 위해 2000년 영재교육진흥법과 2002년 동법 시행령을 제정함으로써 영재학급, 과학영재교육원, 과학고 및 영재학교와 같은 영재교육기관을 설치하여 전주기적인 영재교육 체계를 구축해 왔다(강경희, 정충덕, 2012). 특히, 미래창조과학부가 지정한 대학부설 과학영재교육원은 1998년 9개 대학이 지정된 이후 지속적으로 확대되어 2015년 기준 전국 27개 대학에서 초·중등 단계의 과학영재 5,615명을 교육함으로써 영재교육의 한 축을 담당하고 있으며, 이 중 초등 단계의 과학영재가 차지하는 비중은 33.6%, 중등 단계의 과학영재는 66.4%를 차지하고 있다(한국교육개발원, 2015).

대학부설 과학영재교육원은 초·중등 단계의 수학, 과학 분야에 흥미와 재능을 가진 학생들을 체계적으로 발굴·육성하여 세계적 수준의 과학자가 될 수 있도록 돕는데 설립 취지가 있기 때문에 기본적으로 학생들이 정규 교육과정에서 배우는 교육내용보다 심화되고 폭넓게 배울 것을 지향하고 있다(박인호, 2015). 그렇기 때문에 그동안 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 대한 선행연구를 보면 과학영재의 특성을 반영한 교육프로그램을 개발하고 적용하여 효과성을 밝히는 연구(김순옥, 김봉선, 서혜애, 김영민, 박종석, 2011; 박병열, 이효녕, 2014; 이경숙, 유미현, 2014)나 기존의 교육프로그램이 과학영재들에게 장·단기적으로 어떤 효과가 있는지를 알아본 연구(안도희, 한기순, 김명숙, 2009; 유미현, 강윤희, 여상인, 2011)가 주로 수행되어 왔다.

그러나 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램이 설립 취지에 맞게 과학영재들의 특성에 맞게 도전적이고 심화된 학습내용을 제공하고 있는지를 알아보기 위해서는 무엇보다 실제로 사용된 강의교재에 대한 분석이 선행되어야 한다. 특히, 강의교재 중에서도 학습목표는 실제 강의내용과 가장 가깝게 연결되어 있을 뿐 아니라 수업을 마친 후 학생들이 어떤 능력을 갖게 될 것인지를 구체적으로 제시하는 것이기 때문에 핵심적인 요소라 할 수 있다(이종희, 김기연, 2007; Eisner, 1994). 이런 이유로 Van Tassel-Baska(2003)는 과학영재교육 프로그램의 학습목표가 추상적이고 복잡한 개념과 원리, 기능을 습득하고 비판적 사고 기능을 계발하는 등 고차원적 사고 능력 계발에 역점을 두어야 한다고 강조한 바 있다.

이처럼 학생들을 가르치는 수업 상황이나 교육과정을 구성할 때 학습목표가 가지는 중요성 때문에 그동안 교육현장에서 널리 사용되는 Bloom 외(1956)의 교육목표 분류체계를 활용하여 학습목표를 분석한 연구가 많이 이루어졌다. 그러나 Bloom의 교육목표 분류 체계는 '지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가'의 단일 체계로 구성되어 있어 실제 학교 현장에 적용하는데 한계가 있다는 지적에 따라(Anderson, Krathwohl, Airasian, Cruikshank, Mayer, Pintrich, Rach, & Wittrock, 2005; Ormell, 1994), 기존의 단점을 보완한 Bloom의 신교육목표 분류체계를 활용한 연구가 활발히 수행되고 있다. 왜냐하면 Bloom의 신교육목표 분류체계는 4개의 지식 차원(사실적 지식, 개념적 지식, 절차적 지식, 메타인지적 지식)과 6개의 인지과정 차원(기억하다, 이해하다, 적용하다, 분석하다, 평가하다, 창안하다)의 2차원적 분류체계를 가지고 있어(Marzano & Kendall, 2008), 기존의 교육목표 분류체계에 비해 교육을 통해 기대되는 학생들의 변화 상태를 보다 명시적으로 보여 줄 수 있을 뿐 아니라(최정인, 백성혜, 2015), 인지과정

차원에서 ‘창안하다’의 목표 행동을 적용하여 과학 교과나 영재교육 프로그램에서 강조하는 창의성과 관련된 목표를 분석하는데 활용 가능성이 크다는 장점이 있기 때문이다(위수민, 김보경, 조현준, 손정주, 오창호, 2011).

이처럼 교육프로그램에서 학습목표가 가지는 중요성에도 불구하고 다른 분야에 비해 영재교육 프로그램에 제시된 학습목표를 심도 있게 분석한 연구는 부족한 실정이다. 일부 연구자에 의해 영재교육 프로그램에 제시된 학습목표를 분석한 사례(조정일, 이상권, 김종희, 최규식, 고문석, 2006; 하소현, 곽대오, 2008)가 있으나 이마저도 하나의 대학에서 사용된 교육프로그램의 학습목표만을 분석하여 사례 수가 적다는 점에서 연구 결과를 일반화하기 어렵다. 또한 여러 주제에서 사용된 학습목표 범주의 개수가 얼마나 나왔는지 계산하고 어떤 것들이 몇 번 나왔는지에 초점을 둔 단순 통계 연구에 기초하기 때문에 어떤 학습목표가 자주 함께 사용되는지, 사용빈도가 높은 학습목표라 할지라도 특정 주제에 집중적으로 사용되지는 않았는지 등 학습목표 간의 관계를 파악할 수 없다는 한계가 있다.

대학부설 과학영재교육원은 과학영재들의 특성에 맞는 도전적이고 심화된 교육내용을 지향한다는 점에서 교육프로그램에 제시된 학습목표는 정규 교육과정과는 다른 형태를 보일 가능성이 높으며, 제시된 학습목표의 범주나 개수 같은 ‘점(node)’ 수준의 단순 비교 보다는 여러 학습목표들이 어떻게 관계를 맺으면서 연결되어 있는지에 대한 ‘선(link)’ 수준의 네트워크 형태로 탐색해야만 더욱 완전하고 본질적인 이해가 가능할 것이다(신세인, 이준기, 하민수, 이태경, 정영희, 2015). 이와 같은 학습목표 간의 관계는 사회네트워크 분석법을 문장 분석에 응용한 언어네트워크분석(Semantic Network Analysis) 방법을 통해 각 주제 별로 사용된 학습목표 간의 공출현 원칙에 기초한 네트워크 분석을 통해 확인할 수 있다(Wassetman & Faust, 1994).

여기서 언어네트워크분석은 개별 구성요소(node)가 지니는 속성에 국한하던 기존의 단점을 극복하고 각 구성요소 간의 관계(link)라는 새로운 형태의 속성에 주목한 연구방법론으로 단순 통계적 비교를 넘어 점과 선의 데이터를 모두 통합적으로 얻을 수 있다는 장점을 가진다(이준기, 신세인, 하민수, 2015). 그렇기 때문에 언어네트워크분석 방법을 이용하면 여러 교육프로그램에 제시된 하나의 학습목표가 다른 학습목표와 어떤 관계를 형성하고 있는지에 대한 이해가 용이할 뿐 아니라 학습목표를 구성요소로 하는 네트워크를 도식화할 수 있어 향후 교육프로그램을 개발할 때 학습목표의 제시 방향에 대한 시사점을 제공해 줄 수 있다(Doerfel & Barnett, 1999; Roberts, 1997).

이에 이 연구에서는 일부 영재교육기관에 제시된 학습목표를 분석했던 기존 연구와는 달리 미래부 지정 27개 대학부설 과학영재교육원에서 제출한 교육프로그램에 제시된 학습목표를 분석함으로써 영재교육 프로그램에 제시된 학습목표의 특성에 대한 보다 일반화된 결과를 얻고자 하였다. 또한 기존 연구처럼 학습목표를 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 분류한 후 어떤 학습목표가 몇 번 나왔는지에 초점을 둔 단순 통계 연구가 아니라 언어네트워크분석이라는 새로운 형태의 연구방법론을 적용함으로써 각 학습목표 간의 관계를 알아보고 이를 토대로 언어네트워크분석 방법에 대한 학습목표 분석의 적용 가능성을 탐색해 보고자 하였다.

이 연구의 결과는 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표가 과학영재의 특성을 얼마나 잘 반영하고 있는지를 확인하여 향후 과학영재들을 위한 교육프로그램을 개발할 때 필요한 기초자료를 제공해 줄 수 있을 것으로 판단된다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 분석 대상

미래창조과학부 지정 27개 대학부설 과학영재교육원은 연차평가의 일환으로 각 기관에서 운영한 교육프로그램의 질적 수준을 평가하기 위해 매년 5개의 우수프로그램을 제출하고 있다. 여기서 우수프로그램은 각 과학영재교육원에서 연간 사용하는 여러 프로그램 중 가장 우수하다고 판단되는 것을 제출한다는 점에서 해당 기관의 대표적인 교육프로그램이라 할 수 있다. 이에 이 연구에서는 대학부설 과학영재교육원에서 지난 2년(2014~2015년)동안 제출된 교육프로그램 중 수학, 정보, 융합, 기타 분야 등을 제외한 과학 영역(물리, 화학, 생물, 지구과학)의 169개 주제(초등 27개, 중등 142개)에 제시된 학습목표를 분석대상으로 하였다. 이때 과학 분야만으로 분석 대상을 한정한 이유는 교과의 특성에 따라 지향하는 도착점 행동에 차이가 있을 수 있기 때문에 참여 학생의 비중이 가장 높은 과학영재 교육프로그램에서 수업을 마친 후 학생들이 어떤 능력을 갖추기를 바라는지 우선적으로 살펴보기 위해서이다. 또한 Bloom의 신교육목표 분류체계가 인지적 영역을 대상으로 하기 때문에 학습목표에서 정의적, 심체적 영역에 해당하는 것은 분석 대상에서 제외하였다.

이와 같은 과정을 거쳐 최종적으로 선정된 학습목표의 수는 702개였으며, 학교 급에 따라 살펴보면 초등 단계가 100개(14.2%), 중등 단계 602개(85.8%)로 중등 단계가 초등 단계에 비해 높은 비중을 차지하였다. 이는 대학부설 과학영재교육원의 학생 비율이 초등학생에 비해 중학생이 많아 교육프로그램 수 또한 높은 비중을 차지하기 때문에 제출된 교육프로그램의 수가 많은 것에 기인한 결과로 해석된다. 한편 주제별로 제시된 학습목표의 수를 단순 비교해 보면 초등 단계가 3.7개, 중등 단계는 4.2개로 중등 단계가 초등 단계에 비해 다소 높은 비율을 보였다. 교육 분야 별로 살펴보면 물리가 36.8%(258개)로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 그 뒤를 이어 생물 25.1%(176개), 화학 22.4%(157개), 지구과학 15.8%(111개)의 순으로 나타났다. 이 연구의 분석 대상이 된 학습목표의 구체적인 정보는 <표 1>과 같다.

<표 1> 분석 대상이 된 교육프로그램의 학습목표 수

구분	물리	화학	생물	지구과학	합계
초등	50 (7.1%)	16 (2.3%)	12 (1.7%)	22 (3.1%)	100 (14.2%)
중등	208 (29.6%)	141 (20.1%)	164 (23.4%)	89 (12.7%)	602 (85.8%)
합계	258 (36.8%)	157 (22.4%)	176 (25.1%)	111 (15.8%)	702 (100%)

2. 분석 준거

대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 대한 학습목표를 분석하기 위해 이 연구에서는 Anderson 외(2001)가 개발한 Bloom의 신교육목표 분류체계를 분석 준거로 사용하였다. 이 분류체계는 기존 Bloom의 분류체계와는 다르게 인지적 영역의 지식 유목을 명사로 이루어진 지식 차원(knowledge dimension)과 동사로 이루어진 인지과정 차원(cognitive process dimension)으로 구성되어 있다. 지식 차원은 다시 사실적 지식, 개념적 지식, 절차적 지식, 메타인지 지식으로, 인지과정 차원은 '기억하다', '이해하다', '적용하다', '분석하다', '평가하다', '창안하다'를 하위 범주로 하고 있다.

3. 분석 방법 및 절차

대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표를 Bloom의 신교육목표 분류체계로 분석한 결과와 언어네트워크분석을 사용한 결과를 비교하기 위해 먼저 학습목표를 Krathwohl(2002)이 제시한 지식 차원 및 인지과정 차원의 정의와 분석 절차를 기본으로 하되 최정인과 백성혜(2015)가 제시한 방법에 준하여 분류하는 과정을 거쳤다. 즉, Bloom의 신교육목표 분류체계의 각 차원의 정의, 예시 등을 참고하여 3명의 연구자가 검사-재검사를 일정기간 간격으로 수차례 반복하여 학습목표를 분류하였으며, 분석 결과에 이견이 발생했을 때는 연구자들이 서로 합의하는 과정을 거쳤다. 대학부설 과학영재교육원의 학습목표를 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 분석한 절차는 다음과 같다.

먼저 하나의 학습목표에서 사용된 동사가 2개 이상이거나 그것이 지향하는 인지과정이 명백히 다른 경우 2개 이상의 범주로 분류하는 과정을 거쳤다. 예를 들어, '스피커를 직접 만들어 봄으로써 음성 정보의 전기적 재생 과정의 과학적 원리를 설명할 수 있다'는 학습목표의 경우 '만들어 보다'와 '설명할 수 있다'의 다른 인지과정이 사용되었기 때문에 이를 각각 '① 스피커를 직접 만들어 본다, ② 음성 정보의 전기적 재생 과정의 과학적 원리를 설명할 수 있다'로 구분하였다. 둘째, Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 구분된 학습목표를 각각 지식 차원과 인지과정 차원으로 분류하였다. 예를 들어 '음성 정보의 전기적 재생 과정의 과학적 원리를 설명할 수 있다'에서 지식 차원을 '음성 정보의 전기적 재생 과정의 과학적 원리'로, 인지과정 차원은 '설명할 수 있다'로 구분하였다. 이때 지식 차원에서 사실적 지식과 개념적 지식을 구분하기 위해 '정보 단위'의 지식은 사실적 지식으로 분류하였고, 다소 복잡하고 조직화된 지식인 원리, 이론 등은 개념적 지식으로 분류하였다. 절차적 지식은 어떤 것을 수행하는 방법에 관한 지식으로, 메타인지 지식은 학습과 관련하여 과제가 자신에게 얼마나 중요하고 유용한지를 판단하며, 자신의 지식에 근거하여 어느 정도의 폭과 깊이를 지니고 있는지를 스스로 인식하는지 등을 포함시켰다.

한편, 인지과정 차원에서 '기억하다'는 관련된 지식을 장기기억으로부터 회상하거나 기억하는 것으로, '이해하다'는 말이나 글, 그래픽 등의 형태로 전달된 수업 메시지로부터 의미를 구성하는 것을 포함하였으며, '적용하다'는 절차를 특정 장면에서 실행하거나 활용하는 것으

로 '분석하다'는 자료를 구성요소로 나누거나 구성요소 상호간의 관계를 파악하는 것으로 구분하였다. 또한 '평가하다'는 준거와 기준에 근거하여 판단하는 것으로, '창안하다'는 새로운 패턴 혹은 구조로 재조직하여 독창적인 산출물을 만들어내는 것으로 분류하였다(하소현, 곽대오, 2008). <표 2>는 이와 같은 과정을 통해 교육프로그램에 제시된 학습목표를 지식 차원과 인지과정 차원으로 분류한 예시를 제시한 것이다.

<표 2> 학습목표의 분류에 대한 예시

구 분	유목	예 시
지식 차원	사실적 지식	**파동과 주파수가 무엇**인지 설명할 수 있다.
	개념적 지식	**마이크로폰의 원리**를 이해할 수 있다.
	절차적 지식	스피커에서 **소리가 크게 나도록 하는 방법**을 직접 수행할 수 있다.
	메타인지 지식	빛을 이용한 **기술의 유용성**을 인식한다.
인지과정 차원	기억하다	LED 개발의 역사를 **알 수 있다.**
	이해하다	정전기 유도 현상을 **이해할 수 있다.**
	적용하다	전압 센서를 이용하여 전위차를 **측정할 수 있다.**
	분석하다	행성의 공전주기와 태양으로부터 거리의 관계를 **찾아낼 수 있다.**
	평가하다	팀별로 만든 토네이도 구조물의 테스트 결과를 **평가할 수 있다.**
	창안하다	물 부족 문제를 줄이기 위한 실천방안을 **모색할 수 있다.**

한편, 교육프로그램에 제시된 학습목표의 특성을 언어네트워크분석 방법을 통해 알아보기 위해 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 분류된 학습목표의 지식 차원 4개, 인지과정 차원 6개 범주의 교차점을 각각 하나의 학습목표 범주로 코딩하는 과정을 거쳤다. 예를 들어, 교육프로그램에 제시된 학습목표를 Bloom의 신교육목표 분류체계로 분류한 결과 지식 차원은 사실적 지식(Factual knowledge)이면서 인지과정 차원은 '기억하다(Remember)'일 경우 'FkR'로, 지식차원이 절차적 지식(Procedural knowledge)이면서 인지과정 차원은 '분석하다(aNalyze)'일 경우 'PkN'으로 코딩하였으며, 이때 하나의 주제 내에서 동일한 학습목표가 반복적으로 사용될 경우는 한번만 코딩하였다(이준기 외, 2015).

<표 3> Bloom의 신교육목표 분류체계에 따른 학습목표 분석틀

구분	기억하다 (Remember)	이해하다 (Understand)	적용하다 (Apply)	분석하다 (aNalyze)	평가하다 (Evalute)	창안하다 (Create)
사실적 지식 (Factual knowledge)	FkR	FkU	FkA	FkN	FkE	FkC
개념적 지식 (Conceptual knowledge)	CkR	CkU	CkA	CkN	CkE	CkC
절차적 지식 (Procedural knowledge)	PkR	PkU	PkA	PkN	PkE	PkC
메타인지 지식 (Meta-cognitive knowledge)	MkR	MkU	MkA	MkN	MkE	MkC

마지막으로 코딩된 각 학습목표 사이의 구조적 관계를 살펴보기 위해 하나의 주제에 동시에 출현하는 빈도에 따라 계산된 학습목표 간의 유사도(similarity)를 바탕으로 각 학습목표 간의 공출현 행렬(학습목표×학습목표)로 변환하였다. 이렇게 구성된 공출현 행렬을 바탕으로 네트워크의 구조적 특성을 분석할 수 있는 각종 분석 지표를 산출하였다. 이 연구에서는 학습목표를 하나의 노드(node)로 하는 네트워크에서 각 학습목표가 가지는 구조적 위치를 알아보기 위해 연결정도 중심성(degree centrality)와 매개 중심성(betweenness centrality)과 같은 분석지표를 활용하였다. 이때 연결정도 중심성과 매개 중심성을 분석지표로 사용한 이유는 연결정도 중심성은 네트워크를 구성하는 주변 노드와의 연결이 많아 다른 주변 노드로의 확산이 용이하기 때문에 가장 영향력 있는 노드를 파악할 수 있으며, 매개 중심성은 직접 연결되어 있지 않은 노드들 간의 관계를 통제 또는 중재하는 역할을 하기 때문에 전체 네트워크 내의 구조적 위치를 파악하기 용이하다는 장점이 있어 그동안 언어네트워크분석을 활용한 연구에서 자주 사용되는 지표이기 때문이다(김지현, 2016; 이준기 외, 2015). 한편, 연결정도 중심성에 기초한 동심원(concentric) 네트워크를 시각화하여 학교 급에 따라 각 학습목표들이 네트워크의 중심에 위치한 정도에 차이가 있는지를 쉽게 비교할 수 있도록 하였으며, 이 연구에 수행된 모든 네트워크 분석은 NetMiner 4.0 프로그램을 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. Bloom의 신교육목표 분류체계를 활용한 학습목표 분석

먼저 Bloom의 신교육목표 분류체계를 활용하여 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표의 특성을 알아보기 위해 분석 준거에 따라 학습목표를 분류한 후 사용빈도를 분석하였다. 이때 과학영재들의 발달 단계에 따라 제시된 학습목표는 차이가 있는지 알아보기 위해 학습목표를 다시 초등 단계와 중등 단계로 구분하여 비교하였다. <표 4>는 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 교육프로그램의 학습목표를 분류한 결과를 나타낸 것으로 초등 단계는 지식 차원의 경우 사실적 지식이 33.0%, 개념적 지식 47.0%, 절차적 지식 11.0%, 메타인지 지식 9.0% 순으로 나타났으며, 중등 단계는 사실적 지식이 27.6%, 개념적 지식 47.3%, 절차적 지식 12.0%, 메타인지 지식 13.1% 순으로 나타났다. 학교 급에 따라 다소 차이를 보이지만 전반적으로 사실적 지식, 개념적 지식, 절차적 지식, 메타인지 지식이 비중 있게 다뤄지고 있었는데, 특히, 사실적 지식과 개념적 지식이 차지하는 비중이 초등 단계는 80.0%, 중등 단계는 74.9%로 높게 나타난 것으로 보아 각 주제별 주요 학습내용과 관련된 과학적 용어의 정의, 개념, 원리 등을 중요한 학습목표로 제시하고 있음을 알 수 있다.

<표 4> 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램 학습목표에 대한 빈도분석

구분		사실적 지식	개념적 지식	절차적 지식	메타인지 지식	합계
초등	기억하다	19 (19.0%)	6 (6.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	25 (25.0%)
	이해하다	8 (8.0%)	27 (27.0%)	4 (4.0%)	1 (1.0%)	40 (40.0%)
	적용하다	5 (5.0%)	8 (8.0%)	4 (4.0%)	0 (0.0%)	17 (17.0%)
	분석하다	1 (1.0%)	1 (1.0%)	1 (1.0%)	1 (1.0%)	4 (4.0%)
	평가하다	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
	창안하다	0 (0.0%)	5 (5.0%)	2 (2.0%)	7 (7.0%)	14 (14.0%)
	합계	33 (33.0%)	47 (47.0%)	11 (11.0%)	9 (9.0%)	100 (100%)
중등	기억하다	60 (10.0%)	20 (3.3%)	8 (1.3%)	0 (0.0%)	88 (14.6%)
	이해하다	69 (11.5%)	198 (32.9%)	23 (3.8%)	22 (3.7%)	312 (51.8%)
	적용하다	26 (4.3%)	28 (4.7%)	33 (5.5%)	6 (1.0%)	93 (15.4%)
	분석하다	4 (0.7%)	10 (1.7%)	1 (0.2%)	8 (1.3%)	23 (3.8%)
	평가하다	2 (0.3%)	2 (0.3%)	1 (0.2%)	8 (1.3)	13 (2.2%)
	창안하다	5 (0.8%)	27 (4.5%)	6 (1.0%)	35 (5.8%)	73 (12.1%)
	합계	166 (27.6%)	285 (47.3%)	72 (12.0%)	79 (13.1%)	602 (100%)

한편 인지과정 차원에서 살펴보면 초등 단계는 ‘이해하다’의 범주에 해당하는 학습목표가 40.0%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 그 다음으로 ‘기억하다’ 25.0%, ‘적용하다’ 17.0%, ‘창안하다’ 14.0%의 순으로 나타났으며, ‘분석하다’는 4.0%에 불과하였고 ‘평가하다’는 사용되지 않은 것으로 확인되었다. 중등 단계는 ‘이해하다’의 범주에 해당하는 학습목표가 51.8%로 가장 많았으며, 그 뒤를 이어 ‘적용하다’가 15.4%, ‘기억하다’가 14.6%, ‘창안하다’가 12.1%로 비교적 높은 비율을 보였으며, ‘분석하다’와 ‘평가하다’는 각각 3.8%, 2.2%로 상대적으로 적은 비중을 차지하고 있었다. 특히, ‘기억하다’와 ‘이해하다’에 해당하는 동사가 사용된 비율이 초등 단계가 65.0%, 중등 단계가 66.4%로 높은 비중을 차지하였는데, 이런 결과는 지식 차원에서 ‘사실적 지식’과 ‘개념적 지식’의 비중이 높은 것과 깊은 관련이 있는 것으로 해석된다. 즉, 교육프로그램에 제시된 학습목표는 대체로 과학영재들이 다양한 성취능력을 달성하는 것 보다는 과학적 사실을 기억하고 과학적 개념을 이해하는 것을 중요한 학습목표로 하고 있어 배워야 할 학습내용을 나열하는 것에 그치고 있음을 알 수 있다. 한편, 고차원적인 인지과정에 해당하는 ‘분석하다’와 ‘평가하다’의 비중은 낮은 반면 상대적으로 ‘창안하다’의 비중은 비교적 높게 나타났다.

또한, <표 5>는 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에서 지향하는 도착점 행동이 무엇인지 구체적으로 알아보기 위해 학습목표에서 명시적으로 사용된 행위동사 중 상위 20개의 목록을 제시한 것이다. 학습목표로 사용된 전체 행위동사 702개 중에서 ‘이해하다’는 23.8%, ‘설명하다’가 12.1%로 가장 많이 사용되었는데, 이들은 모두 Bloom의 신교육목표 분류체계의 ‘이해하다’의 범주에 들어가는 인지과정에 해당하는 것이다. 이외에도 ‘안다’(4.1%)와 ‘학습하다’(3.0%) 등은 ‘기억하다’의 범주에 해당하는 인지과정이라 할 수 있으며, ‘관찰하다’(2.7%)와 ‘측정하다’(2.0%) 등의 비율도 상대적으로 높게 나타났는데, 이는 과학과 관련된 기본적인

탐구 방법을 강조하기 위해 사용된 것으로 생각되지만 이외의 주요 기초 탐구과정인 분류, 예상, 추리 등의 행위동사는 비중이 높지 않은 것으로 나타났다.

<표 5> 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램 학습목표에 제시된 행위동사 빈도분석

동사	빈도	백분율	동사	빈도	백분율
이해하다	167	23.8%	활용하다	19	2.7%
설명하다	85	12.1%	탐구하다	16	2.3%
제작하다	48	6.8%	적용하다	14	2.0%
안다	29	4.1%	측정하다	14	2.0%
알아보다	28	4.0%	생각하다	12	1.7%
조사하다	27	3.8%	확인하다	12	1.7%
발표하다	23	3.3%	고안하다	10	1.4%
설계하다	21	3.0%	토론하다	10	1.4%
학습하다	21	3.0%	계산하다	8	1.1%
관찰하다	19	2.7%	수행하다	8	1.1%

이처럼 <표 5>는 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에서 명시적으로 제시된 행위동사의 대부분은 '기억하다'와 '이해하다'와 관련된 인지과정 차원의 범주가 주로 사용되고 있는 반면 과학적 사고력과 창의적 문제해결능력 함양과 깊은 관련이 있는 '분석하다', '평가하다'의 범주에 해당하는 인지과정 차원이 부족할 수밖에 없는 이유를 보여주고 있다. 그러나 자주 사용된 행위동사 중 '제작하다'(6.8%)와 '설계하다'(3.0%), '고안하다'(1.4%) 등은 '창안하다'의 범주에 해당하는 인지과정으로 학교 급에 관계없이 여러 과학적 사실 및 개념에 대한 이해를 바탕으로 각 주제마다 학습내용과 관련된 창의적 산출물을 설계·제작하거나 고안하는 활동을 강조되고 있다는 것을 알 수 있다.

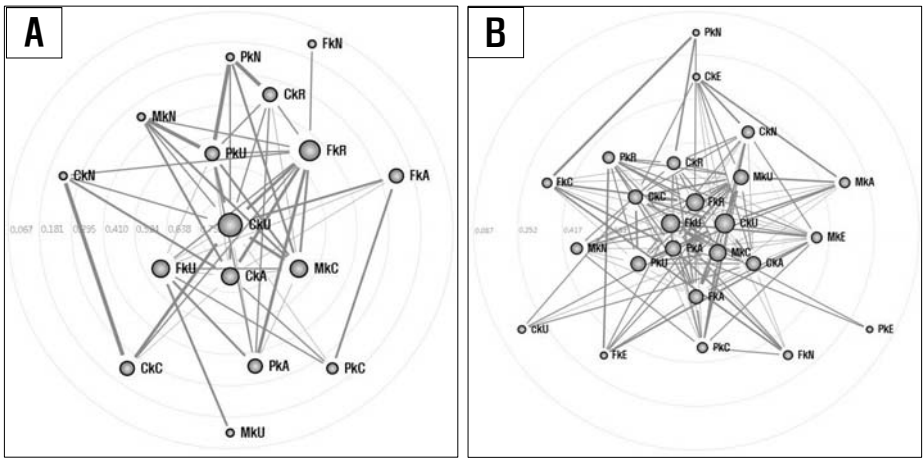
일반적으로 과학영재들은 일반 학생에 비해 과학 수업을 통해 과학적 개념과 원리, 구성요소의 인과 관계 등을 분석 및 종합하여 문제해결을 위한 유용한 대안을 탐색하는 활동을 강조하고 있으며, 이 때문에 일반 학생에게는 상위 수준의 기능보다는 지식과 이해 수준의 학습을 강조한 반면, 정보와 관계성을 신속하게 파악하는 과학영재에게는 상위 수준의 활동에 더 많은 시간과 노력을 투자하도록 권고하고 있다. 이런 측면에서 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표가 과학영재의 특성에 맞게 제공되고 있는지를 알아보기 위해 K 교육청 영재교육원의 교수학습 자료와 2009 개정 과학과 교육과정에 제시된 학습목표를 분석한 결과(최정인, 백성혜, 2015; 하소현, 곽대오, 2008)와 비교해 보았다. 이때 2009 개정 과학과 교육과정을 비교대상으로 선정한 이유는 2009 개정 과학과 교육과정이 과학적 소양의 함양을 위한 과학의 기본 개념 이해, 과학적 사고력 및 창의적 문제해결력 함양 등을 강조하고 있기 때문에 과학 교과에서 강조되는 학습목표의 특성에 대한 최소한의 지침이 될 수 있기 때문이다. 그 결과 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표는 과학적 사실과 개념을 기억하고 이해하는 수준의 학습목표가 가장 많이 제시된 반면 상위 수준의 인지과

정 요소가 부족하다는 점에서 2009 개정 과학과 교육과정과 유사한 결과를 보이고 있었다. 반면 과학영재를 대상으로 한 K교육청 영재교육원의 교수-학습 자료에 제시된 학습목표가 과학영재의 특성에 맞게 지식차원의 메타인지 지식과 인지과정 차원의 '분석하다', '평가하다'의 비중이 높아 상위 수준의 사고 기능 신장에 목표를 두고 있다는 연구 결과와는 차이를 보이고 있었다.

2. 언어네트워크분석을 활용한 학습목표의 구조적 특성 분석

이 연구의 목적인 Bloom의 신교육목표 분류체계와 언어네트워크분석 방법을 활용하여 학습목표를 분석한 결과를 상호 비교함으로써 학습목표를 분석할 때 언어네트워크분석 방법에 대한 적용 가능성을 알아보기 위해 학습목표를 하나의 노드(node)로 하는 네트워크를 형성함으로써 초등 단계와 중등 단계에서 제시된 각 학습목표에 대한 네트워크 내의 구조적 위치를 살펴보았다. 이를 위하여 이 연구에서는 네트워크를 구성하는 학습목표 사이의 링크의 수, 밀도 그리고 평균 중심성 지수를 분석하였으며, 각 학습목표들의 네트워크 내 지위를 나타내는 지표로 연결정도 중심성과 매개 중심성을 사용하여 분석하였다. 여기서 링크(link)의 수는 네트워크를 구성하는 단어와 단어들이 서로 연결된 횟수를 의미하며, 밀도(density)는 네트워크를 이루는 단어 사이에 연결 가능한 전체 링크의 수에서 실제로 연결된 링크의 수가 차지하는 비율로 네트워크를 구성하는 단어들이 얼마나 많은 관계를 맺고 있는지 알려주며, 평균 중심성 지수(average degree)는 하나의 단어가 평균적으로 몇 개의 다른 단어들과 연결되어 있는지를 나타내는 분석지표이다(이준기 외, 2015). [그림 1]은 연결정도 중심성을 기준으로 형성된 동심원(concentric) 형태의 네트워크 구조를 시각화한 것이다.

먼저 [그림 1]을 보면 교육프로그램에 제시된 학습목표에 대한 빈도분석 결과 한 번도 사용되지 않은 학습목표를 제외하고 초등 단계는 16개, 중등 단계는 23개의 학습목표를 구성원으로 한 네트워크 구조를 확인할 수 있다. 학교 급별로 형성된 학습목표의 구조적 특성을 살펴보기 위해 각종 지표를 분석한 결과 초등 단계에서 학습목표의 전체 연결 가능한 링크 중에서 실제로 연결된 링크의 수는 50개, 밀도는 0.417, 평균 중심성 지수는 3.13로 나타났으며, 중등 단계에서는 연결 가능한 전체 링크 중에서 실제로 연결된 링크의 수는 150개, 밀도는 0.543, 평균 중심성 지수는 6.25로 나타났다. 이로 볼 때 초등 단계는 하나의 주제에서 평균적으로 약 3개, 중등 단계는 약 6개 이상의 서로 다른 범주의 학습목표가 사용되고 있음을 알 수 있다. 이 때문에 [그림 1]에서 볼 수 있는 것과 같이 초등 단계는 학습목표 사이의 연결선이 부족한 성긴 구조를 하고 있는 반면, 중등 단계는 학습목표 사이에 여러 선이 연결되어 있는 복잡한 구조를 보이고 있었으며, 이와 같은 네트워크의 형태로 볼 때 초등 단계에 비해 중등 단계에서 다양한 학습목표를 성취하도록 요구하고 있음을 알 수 있다.



[그림 1] 교육프로그램의 학습목표에 대한 초등단계(A)와 중등단계(B)의 언어네트워크 비교

<표 6>은 초·중등 단계의 교육프로그램에 제시된 학습목표의 사용빈도와 이들의 네트워크 분석지표를 나타낸 것이다. 먼저 초등 단계에서 자주 사용된 학습목표 범주의 빈도를 살펴보면 ‘CkU’(17회), ‘FkR’(12회), ‘CkA’(6회), ‘FkU’(6회), ‘MkC’(6회) 등의 순으로 빈번하게 사용되었으며, 중등 단계는 ‘CkU’(105회), ‘FkU’(47회), ‘FkR’(39회), ‘MkC’(29회), ‘PkA’(27회) 등의 순으로 자주 사용되었다. 즉, 학교 급에 관계없이 ‘CkU’, ‘FkR’, ‘FkU’ 등의 빈도가 높게 나타났는데, 이는 지식 차원의 사실적 지식과 개념적 지식, 인지과정 차원의 ‘기억하다’와 ‘이해하다’에 해당하는 학습목표로 <표 4>의 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 분석한 결과에서 지식 차원의 사실적 지식과 개념적 지식, 인지과정 차원의 ‘기억하다’와 ‘이해하다’의 빈도가 가장 높게 나타난 것과 유사한 결과를 보이고 있다.

이때 만약 Bloom의 신교육목표 분류체계에서는 각 주제에서 하나의 학습목표가 3번 반복적으로 사용될 경우 사용빈도는 3회로 계산된 반면, 언어네트워크분석에서는 반복적으로 사용된 학습목표도 1회만 사용된 것으로 간주된다. 이 때문에 <표 4>에서 개념적 지식이면서 ‘이해하다’에 해당하는 학습목표(CkU)의 빈도가 27회인 반면, <표 5>에서는 ‘CkU’의 사용빈도가 17회로 차이를 보인다. 즉, 초등 단계에서 ‘CkU’에 해당하는 학습목표는 전체 27개 주제 중 17개 주제에서 한 번 이상 사용됨으로써 전체 사용빈도는 27회로 산출된 것이라 할 수 있다. 이런 측면으로 볼 때 가장 높은 사용빈도를 보인 ‘CkU’의 경우 초등 단계의 전체 27개 주제 중에서 한번 이상 학습목표로 제시된 비율이 63.0%(17개 주제)인 반면, 중등 단계는 84.7%(105개 주제)로 중등 단계가 초등 단계에 비해 학습 주제와 관련된 과학적 개념을 이해하는 것을 학습목표로 제시한 비율이 높게 나타났다.

한편, 연결정도 중심성은 하나의 단어가 다른 단어들과 얼마만큼의 관계를 맺고 있는가를 나타내는 것으로 함께 출현하는 단어의 종류가 얼마나 되는지를 의미하며, 네트워크의 중심에

위치해 있을수록 다른 단어들과 많이 연결되어 연결정도 중심성 지수는 높게 나타난다 (Wassetman & Faust, 1994). 초등 단계의 네트워크를 구성하는 단어들의 연결정도 중심성을 살펴보면 ‘CkU’, ‘FkR’등이 0.7 이상으로 높았으며, 중등 단계도 마찬가지로 ‘CkU’, ‘FkU’ 그리고 ‘FkR’ 등이 0.8 이상으로 높게 나타났다. 이 때문에 연결정도 중심성을 기준으로 형성한 동심원 형태의 네트워크인 [그림 1]에서 해당 학습목표 범주가 중앙에 위치해 있음을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과는 학교 급에 관계없이 사실적 지식과 개념적 지식을 기억하고 이해하는 것을 학습목표로 제시한 사례가 그만큼 많기 때문에 나타난 결과라 할 수 있다. 이외에도 초등 단계에서는 ‘MkC’와 ‘PkU’의 연결정도 중심성의 값이 0.6, 중등 단계에서는 ‘MkC’, ‘PkA’와 ‘MkU’의 값이 0.7 이상으로 사용 빈도에 비해 연결정도 중심성이 높게 나타났다.

매개 중심성은 네트워크 내에서 하나의 노드가 담당하는 매개자(broker) 또는 다리(bridge) 역할의 정도를 나타내는 지표로 매개 중심성이 높을수록 전체 네트워크에서 다른 노드들을 연결하는데 중요한 역할을 하고 있다는 것을 의미한다(김용학, 2007; Wassetman & Faust, 1994). 여기서도 학교 급에 관계없이 ‘CkU’, ‘FkR’ 그리고 ‘FkU’에 해당하는 학습목표의 매개 중심성 값이 높게 나타났는데, 이는 사용빈도가 높아 그만큼 다른 학습목표와 함께 사용된 경우가 많기 때문에 나타난 결과라 할 수 있다. 이처럼 네트워크를 구성하는 학습목표 범주에 대한 연결정도 중심성, 매개 중심성 결과를 토대로 볼 때도 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램 제시된 학습목표는 학교 급에 관계없이 과학적 사실과 개념을 기억하고 이해하는 것을 핵심적인 학습목표로 더욱 더 강조하고 있음을 알 수 있다.

그러나 Bloom의 신교육목표 분류체계를 활용하여 교육프로그램에 제시된 학습목표의 빈도를 분석한 <표 4>의 결과와 달리 ‘PkA’와 ‘MkC’에 해당하는 학습목표는 사용빈도가 비슷한 다른 범주에 비해 분석지표 값이 큰 것으로 보아 네트워크 내에서 중요한 위치를 점하고 있다는 것을 알 수 있다. 실제로 하나의 주제에서 어떤 학습목표가 함께 자주 사용되는지를 토대로 산출한 가중치(weight)에 근거하여 살펴본 결과 학교 급에 관계없이 ‘CkU-MkC’의 학습목표가 함께 자주 사용된 것으로 나타났다. 이는 학교 급에 관계없이 교육프로그램의 학습목표는 주제와 관련된 과학적 개념에 대한 이해(CkU)를 바탕으로 학생들로 하여금 주제와 관련된 산출물을 설계·제작(MkC)활동을 강조하고 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 이 외에 초등 단계에서는 ‘FkR-PkA’, 중등 단계는 ‘FkU-CkU’의 학습목표가 함께 자주 사용되고 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 볼 때 초등 단계는 중등 단계에 비해 과학적 사실·용어에 대한 학습(FkR)을 통해 실제 실험 과정에 적용(PkA)해보는 활동을 중요한 학습목표로 설정하고 있는 반면, 중등 단계는 이보다는 과학적 사실·용어에 대한 정의(FkU)나 과학적 개념을 이해(CkU)하는 것을 보다 강조하고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 6> 언어네트워크분석 방법을 활용한 초·중등 단계의 학습목표에 대한 분석지표 비교

초등 단계				중등 단계			
학습목표	사용빈도	연결정도 중심성	매개 중심성	학습목표	사용빈도	연결정도 중심성	매개 중심성
CkU	17	0.867	0.208	CkU	105	0.913	0.074
FkR	12	0.733	0.201	FkU	47	0.826	0.071
CkA	6	0.667	0.090	FkR	39	0.826	0.061
FkU	6	0.600	0.170	MkC	29	0.783	0.038
MkC	6	0.600	0.037	PkA	27	0.826	0.066
PkU	4	0.600	0.037	MkU	20	0.739	0.030
CkR	4	0.400	0.007	PkU	20	0.609	0.010
PkA	4	0.400	0.004	CkC	18	0.739	0.035
FkA	4	0.267	0.000	FkA	18	0.696	0.018
CkC	4	0.267	0.000	CkA	18	0.652	0.025
PkC	2	0.267	0.000	CkR	15	0.696	0.038
MkN	1	0.333	0.000	CkN	9	0.565	0.006
PkN	1	0.267	0.000	PkR	8	0.522	0.006
CkN	1	0.267	0.000	MkN	8	0.435	0.001
FkN	1	0.067	0.000	MkE	6	0.565	0.008
MkU	1	0.067	0.000	PkC	6	0.565	0.007
				MkA	6	0.391	0.003
				FkC	5	0.391	0.017
				FkN	4	0.304	0.002
				CkE	2	0.348	0.002
				FkE	2	0.261	0.000
				PkN	1	0.130	0.000
				PkE	1	0.087	0.000

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표를 Bloom의 신교육목표 분류체계와 언어네트워크분석 방법을 활용하여 분석하고 그 결과를 서로 비교함으로써 언어네트워크분석 방법에 대한 학습목표 분석의 적용 가능성을 알아보고자 하였다. 이를 위하여 27개 대학부설 과학영재교육원이 제출한 지난 2년간의 교육프로그램 중 과학 분야의 169개 주제에 제시된 학습목표 702개를 분석대상으로 선정하여 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 분류하고 코딩한 후 각 학습목표 사이의 구조적 특성을 살펴보기 위해 언어네트워크분석 방법을 활용하여 분석하였다. 그 결과 이 연구에서 도출한 결론은 다음과 같다.

첫째, 각 주제 별로 교육프로그램에 제시된 학습목표의 수를 단순 통계적으로 비교하면 초등 단계는 3.7개, 중등 단계는 4.2개로 중등 단계가 주제 당 제시한 학습목표의 수가 약간 많은 것으로 나타났다. 그러나 언어네트워크분석 방법을 활용하여 주제 별로 사용된 학습목표의 구조적 특성을 분석한 결과 초등 단계는 약 3개, 중등 단계는 약 6개의 서로 다른 범주가 학

습목표로 사용되고 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 볼 때 학습목표 수에 대한 단순 통계적 분석으로는 초등 단계와 중등 단계에서 제시된 학습목표의 수가 큰 차이가 없지만, 언어네트워크분석 방법을 통해 살펴보면 중등 단계가 초등 단계에 비해 다양한 범주의 학습목표를 제시함으로써 보다 다양한 수행능력을 성취할 수 있도록 요구하고 있음을 알 수 있다.

둘째, Bloom의 신교육목표 분류체계를 활용하여 학습목표를 분석한 결과 지식 차원의 경우 학교 급에 관계없이 사실적 지식과 개념적 지식이 차지하는 비중이 각각 80.0%, 74.9%였으며, 인지과정 차원의 경우 '기억하다'와 '이해하다'의 비율이 초등 단계 65.0%, 중등 단계 66.4%의 높은 비율을 보였다. 특히, 학습목표로 사용된 전체 행위동사 중 '이해하다'는 23.8%, '설명하다'는 12.1%로 인지과정 차원의 '이해하다' 범주에 해당하는 행위동사의 비율이 높게 나타났다. 한편, 인지과정 차원의 '분석하다', '평가하다'의 범주에 해당하는 학습목표의 빈도가 낮아 과학적 사고력이나 창의적 문제해결력 등을 함양할 수 있는 학습목표는 부족한 것으로 나타났지만 '창안하다'의 범주에 해당하는 학습목표는 다른 것에 비해 비교적 높은 비율을 보이고 있었다.

셋째, 언어네트워크분석의 여러 분석지표에 근거하여 분석한 결과 학교 급에 관계없이 'CkU', 'FkR', 'MkC'등의 연결정도 중심성과 매개 중심성이 높게 나타나 가장 핵심적인 학습목표 범주로 확인되었다. 이들 학습목표는 지식차원의 사실적 지식과 개념적 지식, 메타인지 지식, 인지과정 차원의 '기억하다'와 '이해하다', '창안하다'에 해당하는 것으로 Bloom의 신교육목표 분류체계를 사용하여 분석한 결과와 유사한 형태를 보이고 있었다.

넷째, 언어네트워크분석 방법을 통해 하나의 주제에서 어떤 학습목표가 자주 사용되는지를 가중치(weight)에 근거하여 살펴본 결과 초등 단계는 'FkR-PkA', 중등 단계는 'FkU-CkU'의 학습목표가 자주 사용되고 있었다. 이로 볼 때 초등 단계는 중등 단계에 비해 과학적 사실이나 용어에 대한 학습을 통해 실제 실험 과정에 적용해 보는 활동을 중요한 학습목표로 설정한 반면, 중등 단계는 과학적 사실, 용어에 대한 정의나 과학적 개념을 이해하는 것을 보다 강조하고 있다는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 Bloom의 신교육목표 분류체계를 통한 단순 통계분석 결과로는 확인할 수 없는 것으로 언어네트워크분석을 통해 학습목표 간의 연결관계를 토대로 분석한 결과라 할 수 있다.

위의 결과에서 볼 수 있는 바와 같이 대학부설 과학영재교육원은 초·중등 단계의 과학영재들이 수·과학 분야에 흥미와 관심을 가질 수 있도록 정규 교육과정에서 배우는 교육내용보다는 심화되고 폭넓게 배우는 것을 지향하고 있음에도 불구하고 실제로 제시된 학습목표는 주제 별로 학습해야 할 내용을 나열하는 수준에 그치고 있어 과학영재들이 고차원적 사고와 다양한 지식을 획득하는데 어려움이 있을 수 있음을 시사하고 있다. 또한 연구방법 측면에서 언어네트워크분석을 적용하여 학습목표 간의 관계를 알아본 결과는 기존의 Bloom의 신교육목표 분류체계에 따라 제시된 학습목표의 수를 단순히 통계적으로 알아본 것과는 차별화된 결과를 해석할 수 있었다.

이와 같은 연구 결과를 토대로 본 연구에서 제언하고자 하는 바는 다음과 같다.

첫째, 제3차 영재교육 진흥 종합계획이나 제2차 과학영재 발굴·육성 종합계획과 같은 영재

교육 관련 상위 계획에 따르면 대학부설 과학영재교육원은 심화 및 사사교육 위주로 과학영재의 특성에 맞는 도전적이고 심화된 교육내용으로 구성된 차별화된 교육프로그램을 제공하도록 하고 있다. 그러나 실제로 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램에 제시된 학습목표를 분석한 결과는 이와 달리 2009 개정 과학과 교육과정과 유사하게 학습내용과 관련된 과학적 사실과 개념을 기억하고 이해하는 수준으로 학습목표를 제시하고 있었다. 일반 학생과는 달리 정보와 관계성을 신속하게 파악할 수 있는 과학영재들은 보다 상위 수준의 사고 능력을 계발하고 창의적인 생산자나 창의적인 문제 해결자가 될 수 있도록 격려할 필요가 있다. 따라서 앞으로 과학영재 교육프로그램을 개발할 때는 단순히 지식과 이해 수준의 학습을 강조하기 보다는 상위 수준의 활동에 더 많은 시간과 노력을 기울일 필요가 있다. 이를 위해서는 학습목표를 제시할 때 과학영재들이 학습한 내용을 바탕으로 스스로 문제의 해결 방법을 찾을 수 있도록 하는 메타인지 지식, 그리고 과학과 관련된 여러 논쟁을 실험이나 토론을 통해 특정한 기준에 비추어 판단해 볼 수 있는 인지과정 차원의 '평가하다' 영역에 해당하는 학습목표를 보다 확대할 필요가 있을 것이다.

둘째, 교육프로그램에 제시된 학습목표의 행위동사 중 가장 높은 비중을 보인 것이 '이해하다'로 나타났다. 학습목표로 제시된 행위동사는 학습행위를 나타내는 장면과 조건에 따라 해석이 달라질 수 있기 때문에 가능한 명시적으로 진술하는 것이 바람직한데 '이해하다'는 명료도가 가장 낮은 동사 중의 하나로 관찰이나 측정이 불가능하기 때문에 행동 목표의 진술로 쓰지 않도록 권장하고 있다(Bybee, Powell, & Trowbridge, 2008; Deno & Jenkins, 1969). 따라서 과학영재들을 위한 교육프로그램에서 학습목표를 제시할 때는 주제와 관련된 학습내용을 단순히 이해하는 수준에서 그칠 것이 아니라 수업을 통해 과학영재들이 성취될 것으로 기대되는 행위동사를 보다 명시적으로 제시할 필요가 있을 것이다.

셋째, 과학영재들의 발달 단계와 수준에 적합한 학습목표의 제시가 필요하다. 과학영재교육 수혜자들을 대상으로 영재교육기관에서 제공한 교육프로그램의 만족도를 조사한 결과에 따르면 초등학교 단계일수록 다양한 체험을 할 수 있는 경험 중심의 교육을 선호하고, 중학교 단계는 실험과 이론이 접목된 탐구활동 중심의 교육, 고등학교 단계는 과제 연구 등의 연구 중심의 교육을 선호하는 것으로 나타났다(박경진, 류춘렬, 최진수, 정현철, 2016). 실제로 대학부설 과학영재교육원의 학습목표에서는 학교 급에 관계없이 주로 과학적 개념을 이해하거나 산출물을 설계·제작하는 활동을 강조하고 있으며, 이외에도 초등단계는 실험활동, 중등 단계는 이론 중심의 활동이 이뤄지도록 학습목표를 설정하고 있기 때문에 과학영재들의 발달단계 및 수준에 맞게 이를 확대할 필요가 있을 것이다.

마지막으로 이 연구는 교육프로그램에 제시된 학습목표의 종류나 개수를 산정하는 단순한 통계 분석보다는 언어네트워크분석을 활용하여 여러 학습목표들이 어떻게 관계를 맺으면서 연결되어 있는지 알아보았으며, 이런 네트워크 형태의 탐색을 통해 언어네트워크분석이 학습목표의 특성을 분석하는 연구에서도 적용 가능성이 크다는 것을 확인할 수 있었다. 실제로 이 연구 결과를 토대로 기존 단순 통계 분석 결과와 비교하여 언어네트워크분석 방법을 사용하여 학습목표를 분석할 때는 다음과 같은 장점이 있는 것으로 해석된다. 첫째, 기존 단순 통계

분석에서는 한 주제에서 동일한 범주에 해당하는 학습목표를 반복적으로 사용할 경우 빈도가 높게 나타나 중요한 학습목표로 사용되고 있다고 해석될 수 있으나 언어네트워크분석 방법은 반복적으로 사용된 학습목표라 할지라도 1회만 사용된 것으로 간주하기 때문에 데이터를 해석할 때의 오류를 최소화할 수 있다. 둘째, 단순 통계 분석을 통해 학습목표를 분석할 때는 사용빈도가 낮은 것은 중요도가 낮은 것으로 해석될 수 있으나 언어네트워크분석 방법을 사용하면 사용빈도가 낮더라도 중심성 지수가 높은 학습목표와 함께 사용될 경우 높은 가중치를 보이기 때문에 학습목표에 대한 보다 본질적인 해석이 가능하다. 셋째, 언어네트워크분석 방법을 통해 학습목표를 분석하면 어떤 학습목표가 함께 주로 사용되었는지를 파악할 수 있기 때문에 학습목표 간의 밀접한 관계가 있는지 파악할 수 있다.

이처럼 언어네트워크분석은 단순 통계학적 분석에 기초한 기존 연구의 단점을 극복하고 각 구성요소 간의 관계라는 새로운 형태의 속성에 주목한 연구방법론으로써 사회학적 연구 뿐 아니라 과학교육 및 영재교육 연구에서도 최근 들어 자주 사용되고 있다(김성연, 이선영, 신종호, 최원, 2015; 박경진, 정덕호, 조규성, 2013; 심준섭, 김지수, 2011; 이수상, 2014; 이준기 외, 2015; 최영출, 박수정, 2011). 그러나 언어네트워크분석이 기존의 연구방법을 대체할 수 있는 완전한 방법이라 할 수는 없다. 다만 각 구성요소들 간의 관계를 네트워크 형태로 도식화하여 시각적으로 이해하기 편할 뿐 아니라 보다 완전하고 본질적인 이해가 가능한 도구로 활용될 수 있는 만큼 다양한 분야에 적용함으로써 또 하나의 대안적인 연구방법론으로서 적용 가능성을 지속적으로 탐색할 필요가 있을 것이다.

이 연구의 결과는 27개 대학부설 과학영재교육원의 교육프로그램을 분석대상으로 하고 연구 방법적 측면에서 단순히 학습목표로 사용된 빈도를 분석하기보다는 이들 사이의 구조적 관계를 알아봄으로써 학습목표의 특성을 심도 있게 분석했다는 점에서 기존 연구와는 달리 보다 일반화할 수 있는 결과를 확인할 수 있다는 점에서 의의를 가진다. 따라서 이 연구 결과를 토대로 향후 과학영재들의 특성을 반영한 교육프로그램을 개발하고 수정하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

강경희, 정충덕 (2012). 대학교 부설 영재교육원 교육 프로그램에 대한 과학 영재들의 인식. **한국과학교육학회지, 32**(4), 751-759.

김성연, 이선영, 신종호, 최원 (2015). 네트워크 텍스트 분석을 활용한 대학부설 과학영재교육원의 중등수학 강의교재 분석. **수학교육논문집, 29**(3), 465-489.

김순옥, 김봉선, 서혜애, 김영민, 박종석 (2011). 문제발견 및 가설설정 능력 신장 과학영재교육프로그램 개발: 멘델의 과학적 사고과정 적용. **영재교육연구, 21**(4), 1033-1053.

김용학 (2007). 사회네트워크분석. 서울: 박영사.

김지현 (2016). 언어네트워크 분석 방법을 활용한 공공정보 내용분석: 광역도시 대표 트위터 내용을 중심으로. **한국비블리아학회지, 27**(3), 151-171.

박경진, 류춘렬, 최진수, 정현철 (2016). IPA 기법을 활용한 과학영재교육 수혜자들의 교육프로그램에 대한 인식 분석. **영재교육연구, 26**(3), 427-447.

박경진, 정덕호, 조규성 (2013). 언어네트워크분석을 이용한 야외지질학습 전후의 퇴적암에 대한 개념 구조 변화 분석. **한국지구과학회지, 34**(2), 173-186.

박병열, 이효녕 (2014). 중등 과학 영재학생들의 시스템 사고력 향상을 위한 융합인재교육 프로그램의 개발 및 적용. **영재교육연구, 24**(3), 421-444.

박인호 (2015). **대학부설 과학영재교육원 설립 취지와 성과: 과학영재교육 15년 성과분석을 위한 1차 세미나.** 대전: KAIST 과학영재교육연구원.

신세인, 이준기, 하민수, 이태경, 정영희 (2015). 과학영재 중학생들과 일반 중학생들의 과학과 관련된 직업에 대한 인식 비교: 언어 네트워크 분석법 중심으로. **영재교육연구, 25**(5), 673-696.

심준섭, 김지수 (2011). 원자력발전소 주변 지역주민의 갈등 프레임 분석: 후쿠시마 원전사고의 영향을 중심으로. **한국행정학보, 45**(3), 173-202.

안도희, 한기순, 김명숙 (2009). 대학부설 과학영재교육 프로그램 참여 경험이 과학영재의 과학 문제 발견력과 정의적·인지적 특성에 미치는 중·장기적 효과. **영재교육연구, 19**(2), 279-302.

위수민, 김보경, 조현준, 손정주, 오창호 (2011). Bloom의 신교육 목표 분류학에 기초한 초등학교 3, 4학년 과학과 7차 교육과정과 2007 개정 과학과 교육과정의 목표체계 비교. **초등과학교육, 30**(1), 10-21.

유미현, 강윤희, 여상인 (2011). 대학부설 과학영재교육원 여름 캠프 프로그램의 효과. 과학영재교육, 3(1), 19-37.

이경숙, 유미현 (2014). 초등 수학영재 수준을 고려한 무게중심에 대한 교수 학습 프로그램의 개발 및 적용. **과학영재교육, 6**(1), 15-34.

이수상 (2014). 언어 네트워크 분석 방법을 활용한 학술논문의 내용분석. **정보관리학회지, 31**(4), 49-68.

이종희, 김기연 (2007). 창의적 생산력의 하위 요소 탐색 및 수학영재의 창의적 문제해결 모델 개발. **학교수학, 10**(4), 583-601.

이준기, 신세인, 하민수 (2015). 중등학생들의 과학과 생물에서의 '실험'의 의미에 대한 인식구조 비교. **한국과학교육학회지, 35**(6), 997-1006.

조정일, 이상권, 김종희, 최규식, 고문석 (2006). 초등과학 영재교육 교재 분석. **과학교육연구지, 30**(1), 45-52.

최영출, 박수정 (2011). 한국행정학의 연구경향: 네트워크 텍스트 분석방법의 적용. **한국행정학보, 45**(1), 123-139.

최정인, 백성혜 (2015). Bloom의 신교육목표분류체계에 기초한 2007 및 2009 개정 초등학교 과학과 교육과정과 미국의 차세대 과학 표준(Next Generation Science Standards)의 성취기준 비교 분석. **한국과학교육학회지, 35**(2), 277-288.

하소현, 곽대오 (2008). Bloom의 신 교육목표 분류학에 의한 초등 과학 영재교육 자료의 수업목표 사례 분석. **영재교육연구, 18**(3), 591-612.

한국교육개발원 (2015). 2015 영재교육 통계연보. 서울: 한국교육개발원.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Rach, J., & Wittrock, M. C. (2005). *A taxonomy for learning, teaching, and assessment: A revision of Blooms's taxonomy of educational objectives.* Boston: Pearson Education.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook 1: Cognitive domain.* New York: David Mckay.

Bybee, R. W., Powell, J. C., & Trowbridge, L. W. (2008). *Teaching secondary school science: Strategies for development scientific literacy, 9th ed.* Upper Saddle River, New Jersey: Merrill.

Deno, S. L., & Jenkins, J. R. (1969). On the "behaviorality" of behavioral objectives. *Psychology in the Schools, 6*(1), 18-24.

Doerfel, M. L., & Barnett, G. A. (1999). A semantic network analysis of the interactional communication association. *Human Communication Research, 25*(4), 589-603.

Eisner, E. (1994). *The educational imagination: On the design and evaluation of school programs.* New York: Macmillan.

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice, 41*(4), 212-218.

Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2008). *Designing & assessing educational objectives: Applying the new taxonomy.* California: Corwin Press.

Ormell, C. P. (1994). Bloom's taxonomy and the objectives of education. *Educational Research, 17*(1), 3-18.

Roberts, C. W. (1997). *Text analysis for the social sciences: Methods for drawing statistical inferences from texts and transcripts.* Mahwah, New Jersey: Erlbaum.

Van Tassel-Baska, J. (2003). What matters in curriculum for gifted learners: Reflection on theory, research and practice. In N. Colangelo & G. A. Davis(Eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 174-183). Boston: Allyn & Bacon.

Wassetman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications.* Cambridge: The Press Syndicate of the University of Cambridge.

= Abstract =

An Analysis of Learning Objective Characteristics of Educational Programs of Centers for the University Affiliated Science-Gifted Education Using Semantic Network Analysis

Kyeong-Jin Park
KAIST
Chun-Ryol Ryu
KAIST
Jinsu Choi
KAIST

The purpose of this study is to analyze the learning objectives characteristics of educational programs of centers for the university affiliated science-gifted education using semantic network analysis, we examined the applicability of semantic network analysis in analyzing learning objectives by comparing the results of analysis with Bloom's revised taxonomy. For this purpose, 702 learning objectives presented in 169 science subjects were selected as subjects to be analyzed. After classifying and coding the learning objectives according to Bloom's revised taxonomy, we conducted a semantic network analysis to investigate the relationship between learning objectives. The results of the analysis are as follows. First, we looked at the number of learning objectives used for each subject, and about 3 elementary school levels and about 6 middle school levels were used. Second, the knowledge dimension such as 'factual and conceptual knowledge' and cognitive process dimension such as 'remember', 'understand', and 'create' was high regardless of the research method and school level. Third, the results of analysis based on the weighting through the semantic network analysis method, the elementary school level emphasize activities th be applied to the actual experimental process through learning about scientific facts, while the middle school level emphasize the understanding of scientific facts and concepts themselves. As a result, it can be seen that the semantic network analysis can analyze characteristics of various learning objectives rather than the conventional simple statistical analysis.

Key words: Learning objectives, Educational program, Bloom's revised taxonomy, Semantic network analysis

1차 원고접수:	2017년 2월 3일
수정원고접수:	2017년 3월 21일
최종게재결정:	2017년 3월 24일