

랜덤 포레스트를 활용한 초등학생 인지·사회·정서역량 설명변인 탐색

정정교 (충남대학교 박사과정)*
정혜원 (충남대학교 교수)**

요약

본 연구는 역량의 중요성이 강조됨에 따라 초등학생의 역량 발달을 위한 교육적 시사점을 논의하기 위해 초등학생의 인지·사회·정서역량 관련 주요 설명변인을 탐색하고자 수행되었다. 이를 위해 서울 학생종단연구 2020의 초등학교 1학년도(초등학교 4학년) 자료를 활용하였으며, 학생 설문에 포함된 다양한 변인을 분석에 활용하고자 랜덤 포레스트 기법을 적용하였다. 인지·사회·정서역량 예측에 높은 기여를 하는 주요 설명변인을 도출하기 위해 SHAP 중요도 지수가 높게 나타난 20개 변인을 확인하였으며, 주요 설명변인의 중요도와 역량 간의 관계를 파악하기 위해 SHAP 도표와 의존성 도표를 확인하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 학교수업 태도와 ICT 역량이 모든 역량을 공통적으로 설명하는 주요 변인으로 도출되었다. 학생들의 학교수업 태도가 긍정적일수록, ICT 역량이 높을수록 인지·사회·정서 역량이 높은 것으로 나타났다. 둘째, 불안이 인지·사회·정서역량의 주요 설명변인으로 나타났지만 다른 변인과 달리 인지역량과 정적인 관계, 사회·정서역량과 부적인 관계를 가지는 것으로 나타났다. 셋째, 사회역량과 정서역량을 공통적으로 설명하는 변인이 가장 많은 것으로 나타났다. 이와 같은 연구결과를 바탕으로 인지·사회·정서역량의 발달을 위한 방안과 후속연구를 위한 제언을 제시하였다.

주제어: 인지·사회·정서역량, 랜덤 포레스트, 서울학생종단연구 2020, 초등학생

* 제1저자, smail714@naver.com

** 교신저자, chw7@cnu.ac.kr

I. 서 론

20세기 후반부터 전 세계적으로 여러 분야에서 사회적인 변화가 이루어짐에 따라 기존의 가치관과 세계관이 빠르게 변화하고 있다. 이러한 사회변화에 따라 교육계에서도 국가의 경쟁력을 강화하기 위해 학생들에게 변화하는 사회에 맞추어 필요한 역량(Competency)을 갖추 수 있도록 지원해야 한다는 사회적인 요구가 제기되고 있다(이경호, 안선희, 2014). 이러한 요구와 더불어 전 세계적으로 역량 교육의 중요성이 강조되면서 OECD에서는 DeSeCo(Definition and Selection of Key Competencies) 프로젝트를 통해 학생들이 미래 사회에서 성공적으로 살아가기 위해서는 지식을 중심으로 하는 교육이 역량을 중심으로 하는 교육으로 전환되어야 하며, 학교 교육도 이에 따라 역량을 중심으로 재설계될 필요가 있음을 시사하였다(OECD, 2005; 우명숙, 2020). 나아가 OECD(2018)는 ‘The Future of Education and Skills 2030’ 프로젝트를 통해 미래에 필요한 역량을 변혁적 역량으로 정의하고 ‘새로운 가치 창출’, ‘긴장과 딜레마 조절’, ‘책임감 가지기’를 핵심역량으로 선정하였다. 소경희(2009)의 연구에서도 미래 사회의 복잡한 문제를 해결하기 위해 핵심역량을 학교 교육 단계에서 갖추 수 있도록 할 필요가 있음을 강조하였다. 역량에 대한 중요성이 강조되며 이를 반영한 학교 교육의 필요성이 제기됨에 따라 우리나라에서는 2015 개정 교육과정부터 역량 중심 교육을 도입하여 학생들이 학교 교육을 통해 역량을 갖추 수 있도록 하는 노력이 이어지고 있다(교육부, 2015). 2022 개정 교육과정에서도 미래 변화를 능동적으로 준비할 수 있도록 하는 역량 교육을 강조하였다(교육부, 2022).

이처럼 역량의 중요성이 강조됨에 따라 학교현장에서 학생들이 다양한 역량을 갖추 수 있도록 하는 교육이 이루어질 필요가 있다. 하지만 역량에 대한 관심이 학업성취도 등을 중심으로 한 인지적 역량에 치중되어 있어 다양한 측면에서의 조화로운 성장이 이루어지지 못한다는 문제가 발생하고 있다(정미경 외, 2019). 이에 인지적 역량뿐만 아니라 비인지적인 역량, 대표적으로 사회역량, 정서역량 등에 대한 평가의 필요성이 제기되고 있다(나우열, 권연하, 안영은, 2023). OECD에서도 PISA를 통해 청소년의 인지적 역량을 지속적으로 파악해왔지만 비인지적 역량의 필요성이 강조됨에 따라 사회정서역량 연구(The Study on Social and Emotional Skills)를 개발하여 청소년의 사회정서역량을 측정하고 이에 대한 연구를 진행하고 있다(OECD, 2021; 김현진 외, 2020).

특히, 초등학생 시기는 인지 발달과 함께 사회성이 발달하고 가치관이 형성되는 시기(강명희 외, 2013)이기에 주목할 필요가 있다. 초등학교 시기는 교육의 초기 단계로서, 효과성 측면에서 교육적인 개입이 더욱 큰 효과를 나타낼 수 있기 때문에(Heckman, 2008), 추후에 나타날 수 있는 학습결손을 방지하기 위한 정책 등을 마련하는데 있어 중요하다고 볼 수 있다(나우열, 권연하, 안영은, 2023). 우선 초등학생을 대상으로 인지 영역에 대하여 수행된 선행연구를 살펴보면, 주로 학업성취도를 인지역량으로 활용하여 연구를 수행하여 왔다(나우열, 권연하, 안영은, 2023; 안영은, 이호준, 이해니, 2023). 초등학생을 대상으로 한 황여정, 장희원, 김경근(2014)의 연구에서는, 부모의 기대교육수준, 학습지도, 사교육 참여가 인지적 성취에 정적인 영향을 미치며, 여가 및 문화 활동, 교사와의 상담은

부적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 또한 초등학생을 대상으로 한 다수의 연구를 통해, 사회적 지지, 자기효능감이 학업성취도에 정적인 영향을 미치는 반면, 우울증은 부적인 영향을(조한익, 2010), 학교에서의 수업태도가 학업성취도에 정적인 영향을(박혜숙, 장소영, 2012; 이정연 외, 2015) 미친다는 것을 확인하였다. 초등학생의 사회·정서역량에 대한 선행연구를 확인해 보면, 성별, 봉사활동 경험, 따돌림 피해경험이 사회역량에 유의한 영향을(박종효, 최지영, 2014), 정보활용능력이 사회적 역량에 유의한 영향을(안성훈, 2018), 부모의 지지적, 긍정적 양육행동이 자녀의 사회정서역량에 긍정적 영향을(김단비, 신태섭, 2018), 원만한 부모, 교사, 친구와의 사회적 관계가 사회정서역량에 긍정적인 영향(김미숙, 이쌍철, 이호준, 김정아, 2019)을 미침을 보고하였다.

그러나 이러한 선행연구에서는 연구자의 관심이나 이론적 근거를 바탕으로 일부 변인만을 분석에 활용하였다는 아쉬움이 있으며, 각 역량별로 다양한 설명변인을 다각적으로 확인하기 어렵다는 한계가 있다. 더불어, 개인적인 특성에 대한 변인뿐만 아니라 가정이나 학교 등에 대한 변인을 포함한 다양한 변인이 관련이 있을 수 있다. 기존의 선행연구에서처럼 이론적 근거에 의존하여 변인을 선택적으로 활용할 경우, 기존에 다루지 않은 변인과의 관계에 대해 파악하지 못하는 문제가 발생할 수 있다(박소영, 정혜원, 2021). 이에 본 연구에서는 초등학생의 역량을 설명하는 변인을 보다 광범위하게 탐색하기 위해 머신러닝 기법 중 하나인 랜덤 포레스트 기법(Breiman, 2001)을 적용하고자 한다. 랜덤 포레스트 기법은 전통적인 통계기법에 많은 변인을 투입할 때 발생하는 다중공선성의 문제로부터 자유롭고 설명변인 간의 상호작용이 복잡해도 높은 예측력을 가지는 장점이 있다(유진은, 2015). 또한 랜덤 포레스트 기법은 설명변인들이 종속변인을 설명하는 정도를 중요도 지수를 통해 확인할 수 있어(장은아, 정혜원, 2023) 학생들의 각 역량에 대하여 도출된 주요 변인 중 상대적으로 더 높은 설명력을 가진 변인을 탐색할 수 있다. 또한 본 연구에서는 인지역량, 사회역량, 정서역량에 따라 주요 설명변인을 도출하고 이에 대한 비교를 통해 역량별 공통변인과 각 역량별로 차별적으로 도출된 변인을 확인하고자 한다. 이를 통해 초등학생의 역량을 향상시킬 수 있는 시사점과 함께 교육정책을 수립하는 데 기초자료를 제시하고자 한다. 이러한 목적을 위해 설정한 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

- 연구문제 1. 랜덤 포레스트를 활용하여 도출된 초등학생의 인지·사회·정서역량을 설명하는 주요 변인은 무엇인가?
- 연구문제 2. 랜덤 포레스트를 활용하여 도출된 주요 설명변인과 인지·사회·정서역량 간의 관계는 어떠한가?
- 연구문제 3. 랜덤 포레스트를 활용하여 도출된 주요 설명변인 중 인지·사회·정서역량별 공통적 또는 차별적 설명변인은 무엇인가?

II. 이론적 배경

1. 인지·사회·정서역량

역량은 학생들이 미래에 성공적인 삶을 누리기 위해 필수적으로 갖추어야 할 능력임과 동시에 학교 교육을 통해 개발해야 하는 능력으로(OECD, 2005), 초·중등교육을 통해 학습자가 가져야 할 기본적인이고 보편적인 능력을 의미한다(박순경 외, 2014). 2022 개정 교육과정에서는 학생들이 능동적으로 미래 변화를 준비할 수 있도록 하기 위한 역량 교육을 강조하였다(교육부, 2022). 우리나라의 교육은 그동안 학생들의 인지적인 부분에 초점을 맞추어 왔으나(신현숙, 2011), 사회 학교폭력, 학업스트레스 등으로 인한 문제가 발생하면서 사회적, 정의적인 부분에도 관심을 가지기 시작하였다(백예은, 정혜원, 2022; 한우진, 김현지, 명이, 이상수, 2019).

인지역량은 교과 역량을 측정하는 것으로 교육과정에서 핵심적이고 기초적인 성취기준을 중심으로 구성하여 학업성취도와 관련이 있다(나우열, 권연하, 안영은, 2023). 대부분의 선행연구에서 학업성취도 결과를 중심으로 인지역량을 측정하는 연구가 이루어지고 있다. 한국교육개발원이 2013년 전국의 242개의 초등학교 5학년 7,324명을 대상으로 구축한 한국교육종단연구에서는 학업성취도를 인지적 역량 지표로 활용하고 있으며(남궁지영 외, 2018), 부산광역시교육청 교육정책연구소가 2021년 중학교 3학년(초4 패널, 6차년도) 3,032명을 대상으로 조사한 부산교육종단연구에서도 학생들의 인지적 성취를 국어, 수학, 영어 학업성취도 결과를 통해 측정하고 있다(정혜원, 백예은, 김아름, 2021). 서울특별시교육청교육연구정보원에서 2021년 초등학교 4학년 4,950명을 대상으로 진행한 서울학생종단연구 2020에서도 학생들의 인지역량을 ‘국어, 수학, 영어에 대한 교과역량을 바탕으로 측정하였으며, 교과별 ‘내용’, ‘과정’, ‘맥락’의 평가틀’에 따라 구성하였다(김경희 외, 2019, p.19).

사회역량의 하위요소를 정의한 선행연구를 살펴보면, Buhrmester, Furman, Wittenberg, & Reis(1988)는 사회역량을 초기 관계 맺기, 자기주장능력, 자기개방, 정서적지지, 갈등관리의 하위요소로 구분하고 있으며, 안성훈(2018)의 연구에서는 초등학생의 사회적 역량을 의사소통 능력과 협업 능력으로 구분하고 있다. 정서역량은 정서지능과 밀접한 관련이 있는 역량으로 정서를 지각하고 평가하여 표현하는 능력, 사고 촉진 감정을 생성하고 접근하는 능력, 정서에 관한 지식을 이해하는 능력, 정서적이고 지적인 성장을 증진시키는 정서조절 능력의 네 가지 능력을 포함한다(Salovey & Sluyter, 1997). 김경희 외(2019)의 연구에서는 학생들의 사회, 정서적 역량 측정을 위해 사회적 역량을 관계성과 협업으로 구분하고, 정서적 역량을 정서관리와 정서이해·공감으로 구분하여 문항을 개발하였다. 김수진 외(2023)는 청소년의 사회, 정서적 역량 측정을 위한 설문 도구 개발에 있어 사회적 역량의 구인으로 공동체 의식, 협업, 갈등해결 유형을 포함하였으며, 정서적 역량의 구인으로 스트레스 대처와 회복탄력성을 포함하였다. 서울학생종단연구 2020에서는 사회역량을 관계성, 협력, 갈등해결의 하위요인으로 구분하여, ‘타인과 더불어 조화롭게 살아가는데 필요한 역량으로서 사회적 관계를 형성하고 유지하는 역량’으로 정의하였으며, 정서역량을 정서조절, 정서인식, 정서표현의 하위요인으로 구분하

고, '타인과 상호작용 과정에서 자신과 타인의 감정을 인식하고 긍정적으로 관리·조절하는 역량'으로 정의하였다(김경희 외, 2019). 본 연구에서 초등학생의 인지·사회·정서역량을 측정하는데 있어 서울 학생중단연구 2020에서 활용된 각 역량에 대한 정의를 기본으로 하여 역량에 대한 설명변인을 탐색하고자 한다.

2. 초등학생 인지·사회·정서역량에 영향을 미치는 요인

먼저 초등학생의 인지역량에 영향을 미치는 변인에 대한 연구를 확인해보면 황여정, 장희원, 김경근(2014)의 연구에서는 부모의 기대교육수준, 학습지도, 사교육 참여가 초등학생의 인지적 성취에 정적인 영향을 미치며, 여가 및 문화 활동, 교사와의 상담은 부적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 백병부, 김정숙, 유백산(2013)은 초등학생에 대한 교육복지 관련 집중지원이 인지적 성취에 부적인 영향을 미친다고 보고하였다. 이정연 외(2015)의 연구는 학교에서의 수업태도가 학업성취도에 정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였으며, 박혜숙, 장소영(2012)의 연구에서도 수업태도가 좋을 때 학업성취도가 높은 것을 확인하였다. 최지선, 상경아(2019)의 연구에서는 교과에 대한 학습에 대한 흥미가 성취도에도 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다. 조한익(2010)의 연구는 초등학생의 사회적 지지, 자기효능감, 희망 정도가 학업성취도에 정적인 영향을 미치고, 우울증이 학업성취도에 부적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 학생의 개인적인 요인뿐만 아니라 가정이나 부모 관련 변인도 학업성취도에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

초등학생의 사회, 정서역량에 영향을 미치는 변인에 대한 연구를 살펴보면, 박종효, 최지영(2014)의 연구에서는 여학생이 남학생에 비해 사회역량이 높은 것을 확인하였다. 또한 봉사활동 경험이 많을수록 따돌림 피해경험이 적을수록 사회역량이 높게 나타난다는 것을 확인할 수 있다(박종효, 최지영, 2014). 안성훈(2018)은 정보활용능력이 초등학생의 사회적 역량, 특히 의사소통능력, 협업능력에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 우연경, 최정순, 김경령, 노연경(2021)의 연구에서는 학교에서의 다양한 체험활동이 사회정서역량에 영향을 미치며, 코로나 19로 인해 체험활동이 감소하면서 초등학생의 사회정서수준이 낮아졌다고 보고하였다. 김단비, 신태섭(2018)의 연구는 부모의 긍정적 양육행동이 초등학생의 사회정서역량에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다. 김미숙 외(2019)의 연구에서는 부모, 교사, 친구와의 긍정적인 사회적 관계가 사회정서역량이 높다진다는 것을 확인하였으며, 김형석, 김재철(2021)의 연구에서는 친구관계가 좋을수록 사회정서역량이 높은 집단에 속한다는 것을 확인하였다. 유은경, 최혜경, 배한나, 이연주(2017)의 연구는 사회경제적 지위가 인지적 영역뿐만 아니라 사회정서역량과 같은 비인지적 역량에도 영향을 미친다고 보고하였다.

초등학생의 인지·사회·정서역량에 영향을 미치는 변인에 대한 선행연구를 통해 학생들의 역량에 학생의 개인적인 변인뿐만 아니라 가정 관련 변인이나 부모, 친구 등 사회적인 관계와 같은 다양한 변인이 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다. 하지만 앞서 제시한 연구는 이론적 근거를 바탕으로 연구자가 각 역량에 영향을 미친다고 판단하는 변인만을 연구에 활용하여 역량에 대한 종합적인 분석을 통해 상대적으로 더 설명력이 높은 변인을 도출하지 못한다는 한계를 보인다. 이러한 한계로 인해 각 역량을 설명하는 주요 설명변인을 광범위하게 탐색한 연구는 미비하다고 볼 수 있다. 이러한 한계를 해결

하기 위해 본 연구에서는 종속변인을 설명하는 변인을 광범위하게 탐색하고자 랜덤 포레스트 기법을 적용한 선행연구(김진희, 김준엽, 2022; 백예은, 정혜원, 2023a; 장은아, 정혜원, 2023; 한정아, 2023)를 바탕으로 초등학생의 역량을 인지·사회·정서역량으로 구분하여 이를 설명하는 다양한 변인을 동시에 탐색할 수 있는 랜덤 포레스트 기법을 적용하고자 한다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 서울특별시교육청교육연구정보원이 수집한 서울교육종단연구 중 서울학생종단연구 2020 1차년도 초등학생의 자료를 활용하였다. 서울학생종단연구는 2021년을 기준으로 초등학교 4학년에 재학 중인 학생을 대상으로 수집한 자료이다. 이에 본 연구에서는 초등학교 4학년 학생 자료의 역량검사 결과와 학생 설문 문항을 활용하였으며, 역량검사 전체에 결시하였거나, 학생 설문 문항에 모두 응답하지 않은 학생을 제외하여 분석 대상을 선정하였다. 최종적으로 초등학생 4,629명(남 2,324명, 여 2,305명)을 분석에 활용하였다.

2. 연구 도구

가. 종속변인

본 연구의 종속변인은 서울학생종단연구 2020의 역량검사를 통해 수집된 학생들의 역량검사 점수를 활용하였다. 초등학생 역량검사는 인지역량, 사회역량, 정서역량으로 구성되어 있다. 인지역량은 서울학생종단연구를 위해 개발된 역량검사를 통해 수집되어 국어 0-26점, 수학 0-23점, 영어 0-23점으로 이루어져 있다. 학업성취도 결과를 활용한 선행연구(백병부, 김정숙, 유백산, 2013; 황여정, 장희원, 김경근, 2014)를 참고하여 인지역량 검사 결과의 평균값을 활용하였다. 초등학생의 사회역량은 관계성 19문항, 협력 9문항, 갈등해결 12문항의 하위요인으로 이루어져 있으며 각 문항은 ‘전혀 그렇지 않다’ 1점부터 ‘매우 그렇다’ 5점까지 5점 리커트 척도로 구성되어 있다. 갈등해결 문항 중 역문항에 해당하는 9개 문항은 역코딩하여 활용하였다. 정서역량은 정서조절 23문항, 정서인식 15문항, 정서표현 4문항의 하위요인으로 이루어져 있으며 각 문항은 ‘전혀 그렇지 않다’ 1점부터 ‘매우 그렇다’ 5점까지 5점 리커트 척도로 구성되어 있다. 사회·정서역량에 대한 주요 설명변인을 탐색하는데 있어서도 각 역량검사 결과의 평균값을 활용하여 분석을 실시하였다. 초등학생을 대상으로 한 인지·사회·정서역량 측정에 활용된 하위요인의 문항수와 척도 및 신뢰도 분석 결과는 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 인지·사회·정서역량 하위요인별 문항수, 척도 및 신뢰도

역량	하위요인	문항수	척도 또는 신뢰도
인지역량	국어	국어 교과 역량 검사 20문항	0-26점
	수학	수학 교과 역량 검사 21문항	0-23점
	영어	영어 교과 역량 검사 20문항	0-23점
사회역량	관계성	나와 다른 생각을 가진 친구의 생각이 옳을 수 있다 외 18문항	.897
	협력	나는 나와 다른 의견을 가진 친구의 의견도 똑같이 존중한다 외 8문항	.863
	갈등해결	지금까지 나온 제목도 많으니까 내가 생각한 제목이 있어도 말하고 싶지 않다 외 11문항	.697
	전체		.914
정서역량	정서조절	나는 과제 때문에 친구들에게 짜증을 내지 않기 위해 노력한다 외 22문항	.929
	정서인식	나는 어떤 상황에서 내 기분이 나쁘지 않다 외 14문항	.901
	정서표현	나는 내가 느끼고 있는 기분이 어떨지를 다른 사람에게 정확하게 말할 수 있다 외 3문항	.786
	전체		.955

나. 설명변인

본 연구에서는 초등학교의 인지·사회·정서역량을 설명하는 주요 설명변인을 탐색하기 위해 서울학
생종단연구 2020의 학생 설문 응답 변인을 랜덤 포레스트 모형에 투입하였다. 분석에는 문항에 따라
개별문항(성별 등)을 활용하거나 하위요인으로 구성된 영역은 평균값을 계산하여 활용하였다. 또한
봉사활동 참여 경험, 사교육 참여 여부 등을 묻는 문항은 하위요인의 합으로 계산하여 활용하였다. 학
교코드, 가중치, 중복응답 허용 문항 등 분석에 적절하지 않은 변인은 분석에서 제외하였다. 분석의 정
확도를 높이기 위해 계산된 변인 전체 빈도의 20% 이상이 결측치인 경우 분석에서 제외하였으며
(Breiman, 2001), 그 외의 변인은 Python 프로그램(Ver.3.10.12)의 scikit-learn(Ver.1.2.2) 라이
브러리에 포함된 SimpleImputer를 활용하여 대체하였다. 범주형 변인은 최빈값으로, 연속형 변인은
중앙값으로 결측치를 대체하여 분석에 활용하였다. 분석에 투입된 학교급별 변인은 41개이며, 설명변
인의 목록과 척도는 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 설명변인 문항 및 응답

변인	문항	척도
성별	학생의 성별은 무엇입니까	0: 남자, 1: 여자
교우관계	믿고 이야기할 수 있는 친구가 있다 외 2문항	1: 전혀 그렇지 않다 ~ 5: 매우 그렇다
학교교사의 인식	수업을 열심히 해주신다 외 2문항	
학교만족도	현재 다니는 학교에 만족하십니까	

변인		문항		척도
동아리활동		나는 동아리 활동이 학교생활에서 중요하다고 생각한다 외 3문항		
문화 활동	교내 문화활동 참여경험	공연 관람(연극, 뮤지컬, 콘서트, 음악회 등) 외 2문항		1: 전혀 안 함 ~ 5: 1주에 1~2번
	교외 문화활동 참여경험			
학교수업 태도	국어	수업에 집중한다 외 2문항		1: 전혀 그렇지 않다 ~ 5: 매우 그렇다
	수학			
	영어			
학교 교사의 수업	국어	수업을 열심히 하신다 외 3문항		
	수학			
	영어			
성취 가치	국어	이 과목을 공부하는 것이 재미있다 외 2문항		
	수학			
	영어			
학교 내 평가활동		선생님은 내가 과제를 하고 있을 때 어떻게 하고 있는지 확인하고 조언해주신다 외 2문항		
방과후학교	방과후학교 참여여부	국어 외 4문항		0: 참여하지 않음, 1: 참여함
사교육	과목별 사교육 참여여부	일반교과_국어 외 7문항		
보호자와의 관계		학교생활에 대해서 관심을 가지고 물어보신다 외 5문항		1: 전혀 그렇지 않다 ~ 5: 매우 그렇다
독서량		지난 학기 교과서, 문제집을 제외하고 한 달에 평균 책을 몇 권 읽었습니까		0: 읽지 않음 ~ 7: 7권 이상
디지털기기 활용빈도		인터넷 검색 외 9문항		1: 전혀 안 함 ~ 5: 1주에 1~2번
ICT 역량		새로운 프로그램이 필요할 때 스스로 설치할 수 있다 외 4문항		
ICT 흥미		나는 디지털기기를 사용할 때 시간 가는 줄 모른다 외 4문항		
디지털기기 의존도		부모님에게 스마트폰 사용에 대하여 잔소리를 많이 듣는 편이다 외 4문항		
자기 조절 학습 전략	학습방법(인지조절)	공부할 때, 혼자서 반복하여 공부한 내용을 말하고 연습한다 외 8문항		1: 전혀 그렇지 않다 ~ 5: 매우 그렇다
	학습노력(상위인지조절)	공부를 시작하기 전에 어떻게 공부할지를 미리 생각한다 외 8문항		
	학습태도(행동조절)	공부하기 전에 주변을 정리한다 외 8문항		
	목표의식	나에게는 꼭 이루고 싶은 분명한 목표가 있다 외 4문항		

변인		문항	척도
능력 신념	성장신념	내가 누구든지 간에, 나는 내 능력을 크게 바꿀 수 있다 외 2문항	
	고정신념	나의 능력은 정해져 있으며, 그것을 바꿀 수 있는 방법은 많지 않다 외 2문항	
우울		먹고 싶지 않고, 식욕이 없었다 외 9문항	0: 극히 드물다(1일 이하) ~ 3: 항상 그렇다(5-7일)
불안		나는 일이 마음대로 되지 않으면 신경이 날카로워진다 외 11문항	0: 아니요, 1: 예
학업 소진	정서적 고갈	나는 아침에 일어나면 학교에 가서 다시 공부를 해야 하는 것 때문에 힘들다 외 2문항	1: 전혀 그렇지 않다 ~ 5: 매우 그렇다
	냉소	나는 현재 학교 공부에 대해 흥미가 없다 외 2문항	
행복감		나는 사는 것이 즐겁다 외 2문항	
진로성숙도		장래 희망을 이루기 위해 지금 무엇을 해야 할지 구체적으로 생각해 봤다 외 11문항	
비행 및 일탈 (피해)	현실비행 피해경험	심한 놀림 혹은 비웃음이나 무시, 집단따돌림(왕따) 외 4문항	1: 피해 경험 없음 ~ 5: 수시로 경험함
	사이버비행 피해경험	온라인상에서 심한 욕설과 폭언을 당함 외 7문항	
비행 및 일탈 (가해)	일탈 및 현실비행 경험	담배 피우기 외 8문항	1: 한 번도 한 적 없음 ~ 5: 수시로 함
	사이버비행 경험	온라인 상에서 심한 욕설과 폭언을 함 외 7문항	

3. 연구방법

본 연구는 초등학교의 인지·사회·정서역량을 예측하는 주요 변인을 도출하기 위해 머신러닝 기법 중 하나인 랜덤 포레스트(Breiman, 2001) 분석을 활용하였다. 랜덤 포레스트 분석은 의사결정나무 방법에 기반하여 전체 자료에 부트스트랩 표본을 다수 생성하여 각 표본에서 도출된 결과를 결합하여 종합적으로 분석하는 앙상블 기법이다(유진은, 2015). 본 연구에서는 랜덤 포레스트 분석을 위해 인지·사회·정서역량을 각각 종속변인으로 투입하고, 설명변인으로는 학생 설문에 대한 응답을 전처리하여 정리된 독립변인을 투입하였다.

랜덤 포레스트 분석에 있어 전체 자료를 훈련 자료(training data) 70%, 시험 자료(test data) 30%로 구분하여 예측력을 확인하고자 하였다. 또한 역량별 랜덤 포레스트 모형 구축에 필요한 모수 중 하나인 결정나무의 개수($n_{\text{estimators}}$)는 장은아, 정혜원(2023)의 연구를 참고하여 100, 300, 500, 1000, 1500개로 조합하여 예측 정확도가 가장 높은 조건을 도출하고자 하였다.

이를 통하여 예측 정확도가 가장 높은 랜덤 포레스트 모델을 구축한 후, 초등학생의 각 역량에 대한 주요 설명변인을 확인하였다. 각 역량을 예측하는 주요 변인들의 중요도는 Lundberg 외(2020)의 연구에서 제안한 SHAP(SHapley Additive exPlanations) 지수를 활용하여 해석하고자 하였다. 복잡한 머신러닝 기법을 적용하여 많은 변인을 모델에 투입하였을 때, 종속변인에 대한 설명력이 여러 변인에 의해 중복되는 경우가 발생할 수 있는데 SHAP 지수는 가중 평균을 활용하여 설명력을 계산하기 때문에 상대적인 기능 중요도를 안정적으로 도출할 수 있다(Lundberg, Erion, & Lee, 2018). 이러한 점에 있어 많은 변인을 활용하여 머신러닝 기법을 적용한 연구(김진희, 김준엽, 2022; 백예은, 정혜원, 2023a; 장은아, 정혜원, 2023; 한정아, 2023)에서 설명력이 높은 변인을 탐색하는데 있어 SHAP 지수를 기준으로 활용하였다.

SHAP 지수는 각 변인의 기여도를 합리적으로 분배된 가중평균으로 도출하여 보다 안정적인 특성을 가진다(Lundberg 외, 2018). SHAP 지수는 게임 이론에 근거하여 조합 가능한 변인의 모든 조건을 고려하여 계산하는 예측에 대한 한계 기여도 평균을 의미한다(Molnar, 2020). SHAP 지수를 계산하는 식은 다음과 같다.

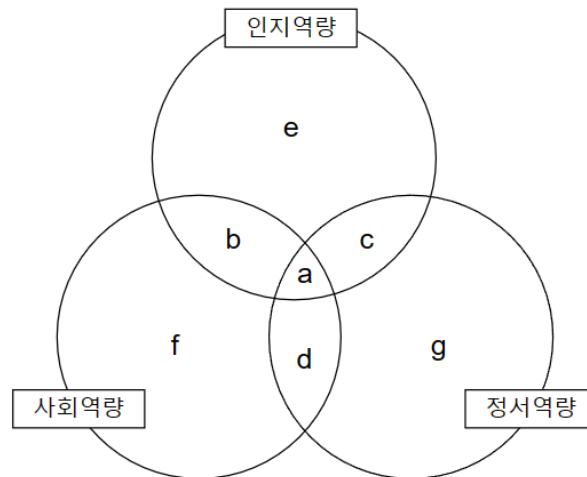
$$\phi_j(val) = \sum_{S \subseteq x_1, \dots, x_p \setminus x_j} \frac{|S|!(p-|S|-1)!}{p!} (val(S \cup x_j) - val(S)) \quad (1)$$

위 식에서 S 는 모형에 투입된 변인 중 j 를 제외한 부분집합을 의미하며, x 는 p 개의 예측변인 값을 나타내는 벡터이다. $val(S)$ 는 예측변인의 부분집합 S 를 통해 예측되는 값이다(Molnar, 2020). 특정 변인 j 의 SHAP 지수를 의미하는 $\phi_j(val)$ 는 모형에 투입된 변인들의 조합 가능한 조건에서 x_j 를 포함했을 때 예측 값과 포함하지 않았을 경우의 예측 값의 차이를 계산한 한계 기여도 평균을 의미한다(백예은, 정혜원, 2023b). 이러한 식을 통해 계산되는 SHAP지수를 통해 기존의 머신러닝 모델이 가진 설명변인과 종속변인의 방향 관계를 해석하기 어렵다는 단점을 해결할 수 있다(정성경, 박환보, 2023). SHAP 지수는 전체 평균 예측값을 기준으로 하기 때문에 도출된 각 변인의 SHAP 지수에 대한 전체 합은 0에 수렴하게 된다(김진희, 김준엽, 2022). 도출된 특정 변인의 SHAP 지수가 양수인 경우, 그 값이 클수록 역량 예측에 정적인 기여를 하여 예측값이 평균보다 커지는 경향성을 가지는 것으로 해석할 수 있다(Lundberg 외, 2020; Štrumbelj, & Kononenko, 2014).

본 연구에서는 랜덤 포레스트 기법과 SHAP 지수를 통해 중요도 지수 상위 20개 변인을 주요 설명변인으로 도출하였다. 설명변인이 미치는 영향의 방향성 정보를 통해 종속변인과의 관계를 파악하기 위해 SHAP 요약 도표(SHAP summary plot)를 확인하고, 각 응답 수준에 대한 역량의 경향을 확인하기 위해 SHAP 의존성 도표(SHAP dependence plot)를 함께 제시하였다. 본 연구에서는 랜덤 포레스트 분석을 위해 Python 프로그램(Ver.3.10.12)을 활용하였으며, scikit-learn(Ver.1.2.2) 라이브러리에 포함된 RandomForestRegressor를 활용하여 랜덤 포레스트 모형을 구축하였으며, SHAP (Ver.0.43.0) 라이브러리(Lundberg 외, 2020)에 포함된 TreeExplainer를 활용하여 SHAP 중요도 상위 변인 및 도표를 도출하였다.

IV. 연구 결과

랜덤 포레스트 분석을 통해 초등학생의 인지·사회·정서역량을 설명하는 중요 변인을 탐색하여 SHAP 지수를 바탕으로 중요도 지수 상위 20개 변인을 도출하였다. 각 역량별 SHAP 요약 도표를 통해 SHAP 지수의 관측치와 각 변인의 응답수준을 확인하였다. SHAP 요약 도표의 X축은 SHAP 지수를 의미하며, 붉은색은 해당 변인의 응답 점수의 높은 값을 나타내고 파란색은 낮은 값을 의미한다(김진희, 김준엽, 2022; 장은아, 정혜원, 2023). 이를 통해 각 변인의 응답수준에 따른 SHAP 지수의 설명력을 확인할 수 있다. 이와 함께 각 역량과 설명변인 간의 관계를 보다 구체적으로 확인하기 위해 SHAP 의존성 도표를 제시하였다. SHAP 의존성 도표는 산점도 형태로 개별 SHAP 지수의 분포를 제공하여 각 역량의 평균을 기반으로 설명변인의 응답에 대응되는 역량 예측값에 대한 증감 경향성을 파악할 수 있다(김진희, 김준엽, 2022). SHAP 요약 도표를 통해 주요 설명변인이 역량을 설명하는 정도를 시각적으로 확인하고자 하였다(Molnar, 2020). Molnar(2020)는 종속변인과 설명변인 간의 관계를 정확한 형태로 파악하기 위해 SHAP 의존성 도표를 확인해야 한다고 제시하였다. 이를 참고하여 본 연구에서는 역량과 변인의 관계 파악을 위해 SHAP 요약 도표와 SHAP 의존성 도표를 함께 제시하였다. 또한 인지·사회·정서역량의 주요 설명변인에 대한 결과를 비교하기 위해 종속변인의 하위요인에 대한 예측변인을 비교하여 공통변인과 차별변인을 도출한 선행연구(이은서, 정혜원, 2023; 한정아, 2023)를 참고하여 도출된 설명변인을 [그림 1]과 같이 구분하여 제시하였다.

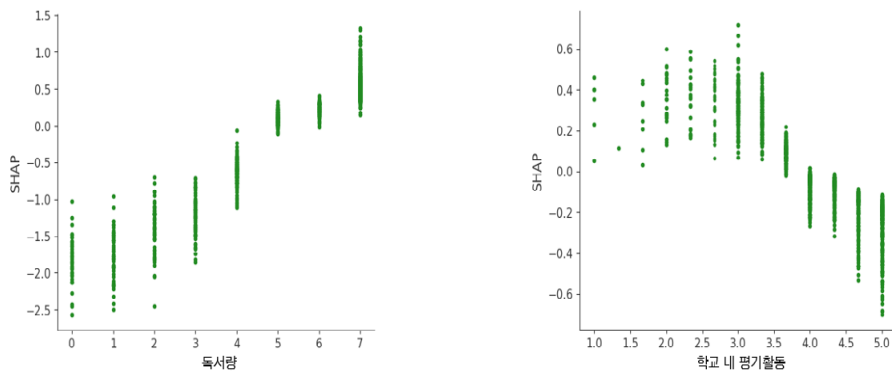


[그림 1] 세 역량의 주요 설명변인 비교 도식화

1. 인지역량

초등학생 인지역량을 설명하는 변인을 탐색하기 위해 랜덤 포레스트 모형을 생성하는 과정에서 결정나무의 개수를 여러 가지로 조합한 결과, 결정나무가 1500개인 조건에서 가장 뛰어난 예측력을 보이는 것으로 나타났다. 모형의 RMSE 값은 훈련자료 1.108, 시험자료 3.067로 나타났다. 이를 바탕으로 초등학생 인지역량에 대해 도출된 주요 변인을 확인한 결과, ‘독서량’이 가장 높은 중요도를 보이는 것으로 나타났으며, ‘학교수업 태도-영어’, ‘학교수업 태도-수학’, ‘학교 내 평가활동’, ‘방과후학교 참여여부’, ‘디지털기기 활용빈도’, ‘학교수업 태도-국어’, ‘교외 문화활동 참여경험’, ‘ICT 역량’, ‘자기조절 학습전략-학습노력(상위인지조절)’ 순으로 중요도 지수가 높은 것으로 나타났다. 이어서 ‘불안’, ‘사교육 참여여부’, ‘디지털기기 의존도’, ‘성취가치-수학’, ‘우울’, ‘자기조절 학습전략-학습태도(행동조절)’, ‘학업소진-냉소’, ‘교내 문화활동 참여경험’, ‘비행 및 일탈(피해)-현실비행 피해경험’, ‘행복감’의 순서로 중요도가 높은 것으로 나타났다. 초등학생의 인지역량에 대해 도출된 주요 변인 중 학교 수업태도, 우울과 같이 기존의 선행연구에서 확인할 수 있는 변인이 도출되었음을 알 수 있다. 하지만 기존의 선행연구에서 확인할 수 없는 ICT 역량, 자기조절 학습전략 관련 변인, 비행 및 일탈 피해 등이 초등학생의 인지역량을 설명하는 주요 변인으로 도출되었다는 것을 확인할 수 있다.

초등학생의 인지역량에 대한 주요 변인들과 인지역량의 관계를 확인할 수 있는 SHAP 도표와 설명력이 높은 순으로 나열한 SHAP 의존성 도표를 [그림 3]에 제시하였다. 대표적으로 의존성 도표에서 정적인 관계를 보인 ‘독서량’과 부적인 관계를 보인 ‘학교 내 평가활동’ 변인의 의존성 도표를 [그림 2]에 제시하였다.



[그림 2] 초등학생 인지역량 SHAP 의존성 도표 예시

이를 구체적으로 살펴보면, SHAP 의존성 도표의 가로축은 변인의 응답 수준을 나타내며 세로축은 SHAP 지수를 나타낸다. ‘독서량’ 변인의 경우 응답 수준이 4보다 낮을 때 SHAP 지수가 음수로 나타나고, 4보다 높을 때 SHAP 지수가 양수로 나타나고 있다. 이를 통해 응답수준이 높을수록 SHAP 지수가 높은 것을 알 수 있다. ‘독서량’ 변인은 응답 수준이 4보다 낮을 때 인지역량 예측에 부적인 기여를

하여 예측 값이 평균보다 낮게 나타났으며, 응답 수준이 4보다 높을 때 인지역량 예측에 정적인 기여를 하여 예측 값이 평균보다 높게 나타남을 확인할 수 있다. 이를 통해 ‘독서량’ 변인과 초등학교의 인지역량 간에 정적인 관계가 있다고 해석 할 수 있다. 반면에 ‘학교 내 평가활동’ 변인은 응답 수준이 4.0보다 높을 때 SHAP 지수가 음수로 나타나 응답 수준이 높을수록 SHAP 지수가 낮은 것을 알 수 있다. 즉, ‘학교 내 평가활동’과 초등학교의 인지역량은 부적적인 관계가 있다고 해석 할 수 있다.

이를 통해 관계를 확인하였을 때, ‘독서량’, ‘학교수업 태도(국어, 수학, 영어)’, ‘ICT 역량’, ‘자기조절 학습전략-학습노력(상위인지조절)’, ‘불안’, ‘성취가치-수학’은 응답수준이 높을수록 SHAP 지수가 양의 값을 가져 인지역량과 정적인 관계가 있는 것으로 나타났다. ‘학교 내 평가활동’, ‘방과후학교 참여여부’, ‘디지털기기 활용빈도’, ‘디지털기기 의존도’, ‘우울’, ‘학업소진-냉소’, ‘자기조절 학습전략-학습태도(행동조절)’, ‘교내 문화활동 참여경험’, ‘비행 및 일탈(피해)-현실비행 피해경험’, ‘행복감’은 응답수준이 높을수록 SHAP 지수가 음의 값을 가지는 부적적인 관계를 보이는 것으로 나타났다. 이외의 ‘교외 문화활동 참여경험’, ‘사교육 참여여부’는 응답에 따라 높아지다가 특정 시점에서 낮아지는 경향성을 보였다.

2. 사회역량

초등학교 사회역량을 설명하는 변인을 탐색하기 위해 랜덤 포레스트 모델을 생성하는 과정에서 결정나무의 개수를 여러 가지로 조합한 결과, 결정나무가 1000개인 조건에서 가장 뛰어난 예측력을 보이는 것으로 나타났다. 모형의 RMSE 값은 훈련자료 0.124, 시험자료 0.330으로 나타났다. 이를 바탕으로 초등학교 사회역량에 대해 도출된 주요 변인을 확인한 결과, ‘학교수업 태도-국어’가 가장 높은 중요도를 보이는 것으로 나타났으며, ‘교우관계’, ‘진로성숙도’, ‘학업소진-냉소’, ‘자기조절 학습전략-학습노력(상위인지조절)’, ‘학교수업 태도-영어’, ‘자기조절 학습전략-학습방법(인지조절)’, ‘목표의식’, ‘능력신념-성장신념’, ‘자기조절 학습전략-학습태도(행동조절)’ 순으로 중요도 지수가 높은 것으로 나타났다. 이어서 ‘동아리 활동’, ‘성별’, ‘디지털기기 의존도’, ‘불안’, ‘학업소진-정서적 고갈’, ‘학교수업 태도-수학’, ‘보호자와의 관계’, ‘학교교사의 수업-수학’, ‘성취가치-국어’, ‘ICT 역량’의 순서로 중요도가 높은 것으로 나타났다. 초등학교의 사회역량에 대해 도출된 주요 변인 중 교우관계, 보호자와의 관계, ICT 역량 등과 같이 기존의 선행연구에서 확인할 수 있는 변인이 도출되었지만 기존의 선행연구에서 확인할 수 없는 진로성숙도, 자기조절 학습전략 관련 변인, 목표의식 등이 초등학교의 사회역량을 설명하는 주요 변인으로 도출되었다는 것을 확인할 수 있다.

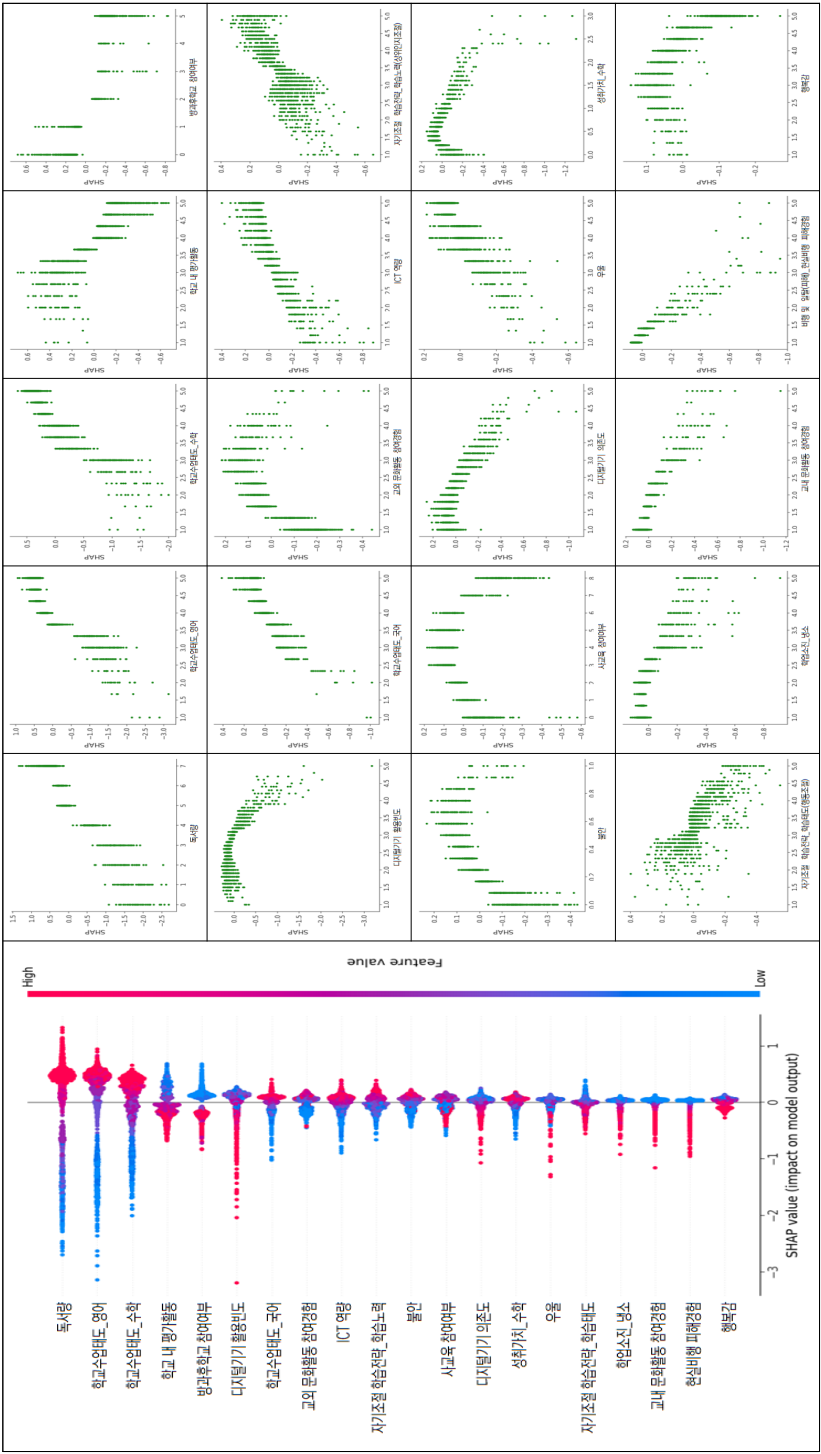
초등학교의 사회역량에 대한 주요 변인들과 사회역량의 관계를 확인할 수 있는 SHAP 도표와 설명력이 높은 순으로 나열한 SHAP 의존성 도표를 [그림 4]에 제시하였다. 이를 확인하였을 때, ‘교우관계’, ‘학교수업 태도(국어, 수학, 영어)’, ‘진로성숙도’, ‘자기조절 학습전략-학습노력(상위인지조절)’, ‘자기조절 학습전략-학습방법(인지조절)’, ‘목표의식’, ‘자기조절 학습전략-학습태도(행동조절)’, ‘능력신념-성장신념’, ‘동아리활동’, ‘보호자와의 관계’, ‘학교교사의 수업(수학)’, ‘성취가치(국어)’, ‘ICT 역량’은 변인에 대한 응답수준이 높을수록 SHAP 지수가 양의 값을 가지는 정적인 관계를 가지는 것으로 나타났다. 반면에 ‘학업소진(냉소, 정서적 고갈)’, ‘디지털기기 의존도’, ‘불안’은 응답수준이 높을

수록 SHAP 지수가 음의 값을 가져 부적인 관계를 보였다. ‘성별’을 통해 여학생의 사회역량이 남학생에 비해 높은 것을 확인할 수 있었다.

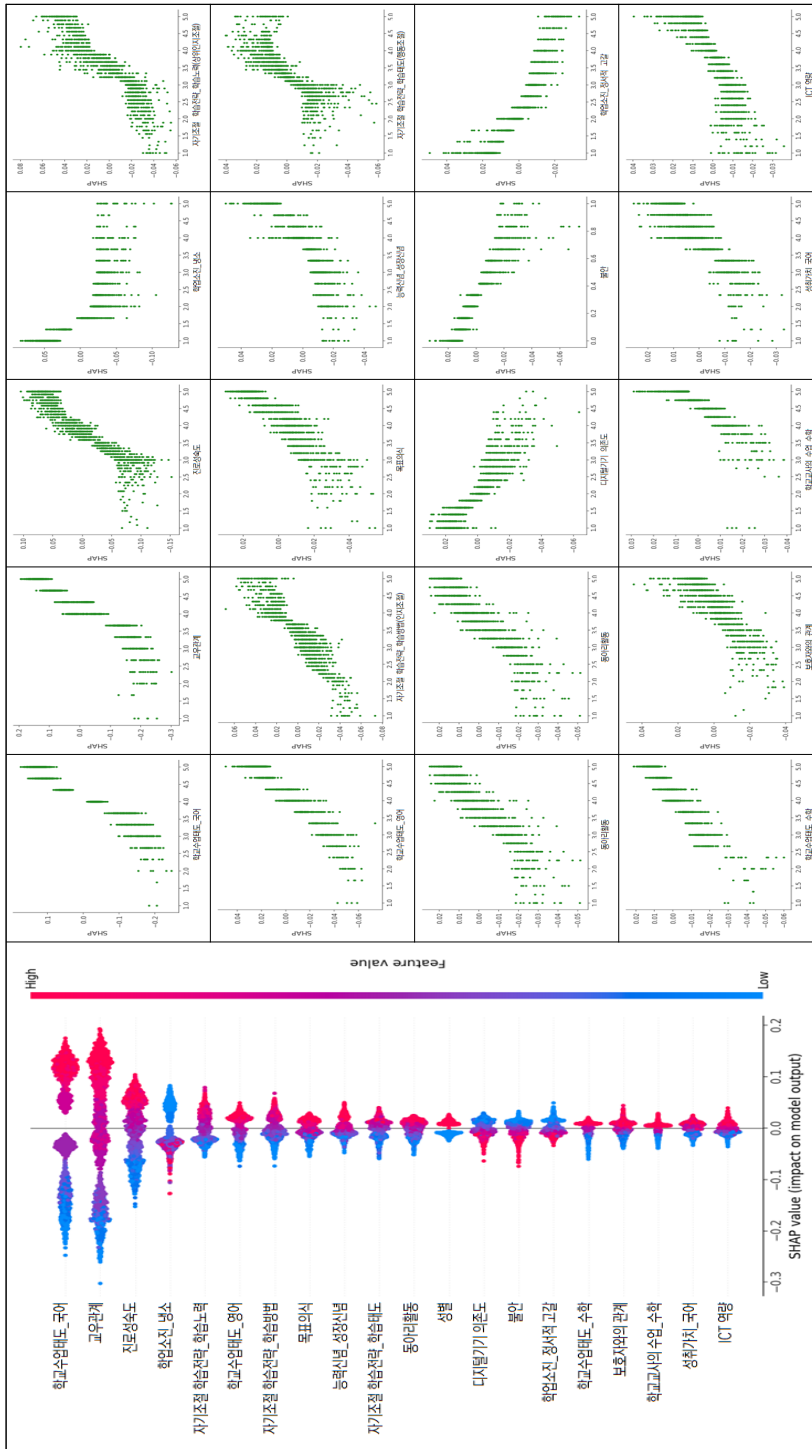
3. 정서역량

초등학생 정서역량을 설명하는 변인을 탐색하기 위해 랜덤 포레스트 모형을 생성하는 과정에서 결정나무의 개수를 여러 가지로 조합한 결과, 결정나무가 1500개인 조건에서 가장 뛰어난 예측력을 보이는 것으로 나타났다. 모형의 RMSE 값은 훈련자료 0.226, 시험자료 0.619로 나타났다. 이를 바탕으로 초등학생 정서역량에 대해 도출된 주요 변인을 확인한 결과, ‘능력신념-성장신념’이 가장 높은 중요도를 보이는 것으로 나타났으며, ‘자기조절 학습전략-학습방법(인지조절)’, ‘성취가치-영어’, ‘디지털기기 의존도’, ‘자기조절 학습전략-학습노력(상위인지조절)’, ‘ICT 역량’, ‘불안’, ‘학업소진-정서적 고갈’, ‘목표의식’, ‘학업소진-냉소’ 순으로 중요도 지수가 높은 것으로 나타났다. 이어서 ‘교내 문화활동 참여경험’, ‘사교육 참여여부’, ‘학교수업 태도-영어’, ‘진로성숙도’, ‘학교수업 태도-국어’, ‘성취가치-국어’, ‘교외 문화활동 참여경험’, ‘능력신념-고정신념’, ‘동아리활동’, ‘디지털기기 활용빈도’의 순서로 중요도가 높은 것으로 나타났다. 초등학생의 정서역량에 대해 도출된 주요 변인 중 문화활동 참여경험, 동아리 활동 등과 같이 기존의 선행연구에서 확인할 수 있는 변인이 도출되었지만 기존의 선행연구에서 확인할 수 없는 디지털 기기 의존도, 자기조절 학습전략 관련 변인, 사교육 참여여부 등이 초등학생의 정서역량을 설명하는 주요 변인으로 도출되었다는 것을 확인할 수 있다.

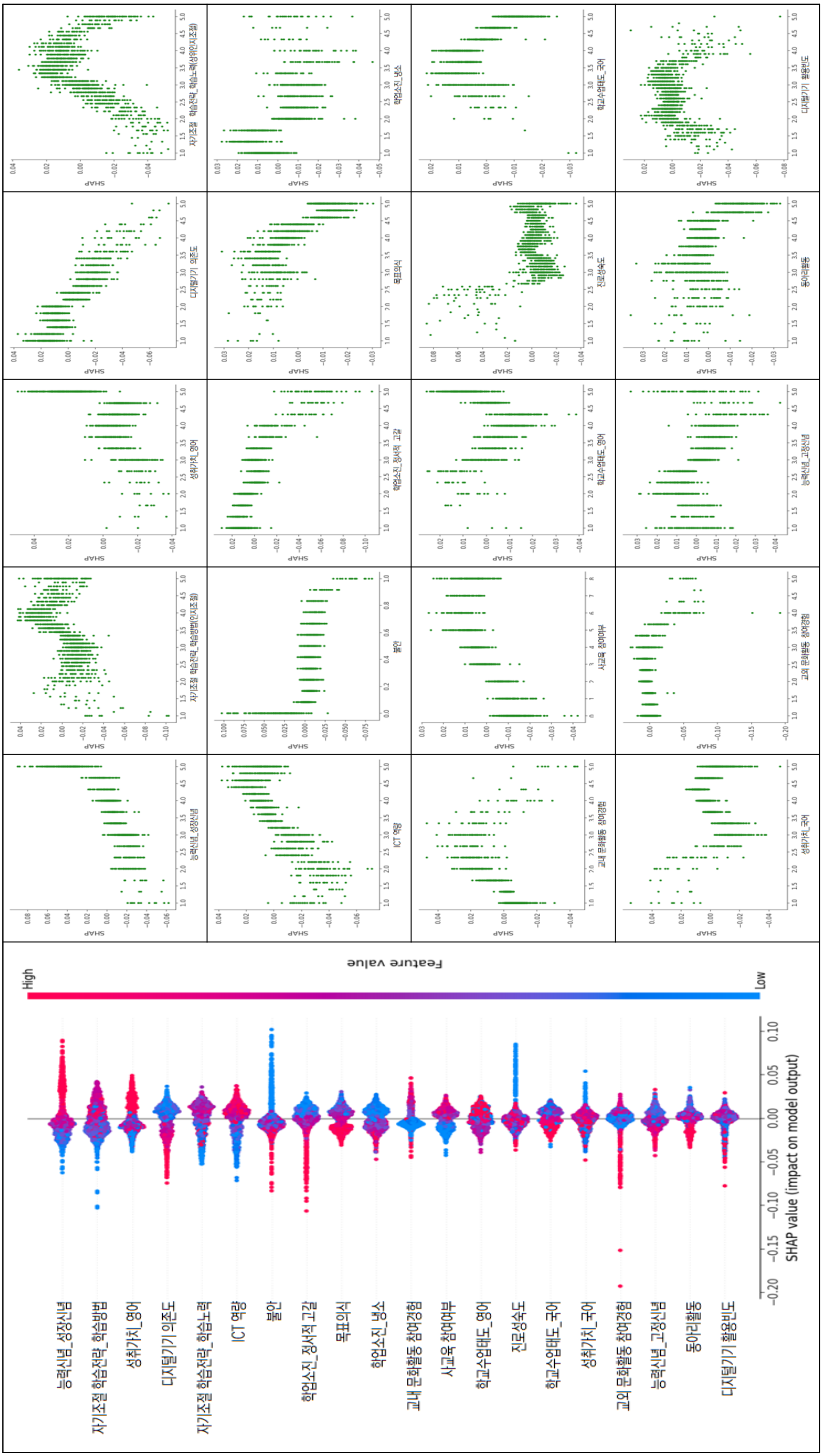
초등학생의 정서역량에 대한 주요 변인들과 정서역량의 관계를 확인할 수 있는 SHAP 도표와 설명력이 높은 순으로 나열한 SHAP 의존성 도표를 [그림 5]에 제시하였다. 이를 확인하였을 때, ‘능력신념-성장신념’, ‘성취가치-영어’, ‘ICT 역량’, ‘사교육 참여여부’는 응답이 높을수록 SHAP 지수가 양의 값을 보여 정적인 관계를 가지는 것을 확인할 수 있었으며, ‘디지털기기 의존도’, ‘불안’, ‘학업소진-정서적 고갈’, ‘목표의식’, ‘진로성숙도’, ‘교외 문화활동 참여경험’, ‘능력신념-고정신념’, ‘동아리활동’은 응답이 낮을수록 SHAP 지수가 음의 값을 가지는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 이외의 변인은 응답에 따라 정서역량이 증가하거나 감소하지 않는 경향성을 가지는 것으로 나타났다.



[그림 3] 초등학교 인자역량 SHAP 도표 및 의존성 도표



[그림 4] 초등학생 사회역량 SHAP 도표 및 의존성 도표



[그림 5] 초등학교생 정서역량 SHAP 도표 및 의존성 도표

4. 역량에 대한 주요 설명변인 비교

앞서 확인한 초등학교생의 인지·사회·정서역량에 대해 주요 변인으로 도출된 상위 20개의 변인에 대해 [그림 1]에 따라 각 영역에 해당하는 변인을 확인하였다. 먼저 세 가지 역량에 공통으로 도출된 설명변인은 ‘학교수업 태도(국어, 영어)’, ‘ICT 역량’, ‘자기조절 학습전략-학습노력(상위인지조절)’, ‘불안’, ‘디지털기기 의존도’, ‘학업소진-냉소’ 총 7개로 나타났다. 인지역량과 사회역량에 공통변인은 ‘학교수업 태도(수학)’, ‘자기조절 학습전략-학습태도(행동조절)’ 총 2개, 인지역량과 정서역량에 공통변인은 ‘디지털기기 활용빈도’, ‘교외 문화활동 참여경험’, ‘사교육 참여여부’, ‘교내 문화활동 참여경험’ 총 4개로 나타났다. 사회역량과 정서역량 공통변인은 ‘진로성숙도’, ‘자기조절 학습전략-학습방법(인지조절)’, ‘목표의식’, ‘능력신념-성장신념’, ‘동아리활동’, ‘학업소진-정서적 고갈’, ‘성취가치-수학’ 총 7개로 가장 많은 것으로 나타났다.

세 가지 역량에 대해 차별적으로 도출된 변인을 살펴보면, 먼저 인지역량에 대해 ‘독서량’, ‘학교 내 평가활동’, ‘방과후학교 참여여부’, ‘우울’, ‘성취가치(수학)’, ‘비행 및 일탈(피해)-현실비행 피해경험’, ‘행복감’이 차별변인으로 나타났다. 사회역량에 대해서는 ‘교우관계’, ‘성별’, ‘보호자와의 관계’, ‘학교교사의 수업(수학)’ 변인이, 정서역량에 대해서는 ‘성취가치(영어)’, ‘능력신념(고정신념)’ 변인이 차별변인으로 도출되었다. 이를 바탕으로 각 역량에 대해 도출된 설명변인을 공통변인과 차별변인으로 구분하여 <표 3>에 제시하였다.

〈표 3〉 초등학교생 주요 설명변인 비교

구분	역량	설명변인	개수
3개 공통 변인	인지, 사회, 정서	학교수업 태도(국어, 영어), ICT 역량, 자기조절 학습전략-학습노력 (상위인지조절), 불안, 디지털기기 의존도, 학업소진-냉소	7
	인지, 사회	학교수업 태도-수학, 자기조절 학습전략-학습태도(행동조절)	2
	인지, 정서	디지털기기 활용빈도, 교외 문화활동 참여경험, 사교육 참여여부, 교내 문화활동 참여경험	4
2개 공통 변인	사회, 정서	진로성숙도, 자기조절 학습전략-학습방법(인지조절), 목표의식, 능력신념-성장신념, 동아리활동, 학업소진-정서적 고갈, 성취가치-국어	7
	인지	독서량, 학교 내 평가활동, 방과후학교 참여여부, 우울, 성취가치-수학, 비행 및 일탈(피해)-현실비행 피해경험, 행복감	7
	사회	교우관계, 성별, 보호자와의 관계, 학교교사의 수업-수학	4
차별 변인	정서	성취가치-영어, 능력신념-고정신념	2

V. 논의 및 결론

본 연구는 서울학생종단연구 2020 자료에 랜덤 포레스트와 SHAP를 적용하여 초등학생의 인지·사회·정서역량에 대한 중요도 지수 상위 20개 변인을 도출하였다. 또한 설명변인과 역량의 관계를 탐색하고, 역량에 따라 도출된 주요 변인 중 공통변인과 차별변인을 탐색하였다. 주요 결과를 바탕으로 한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 초등학생의 역량과 다양한 변인과의 관계를 검증한 기존의 선행연구에서 활용되지 않은 변인이 역량을 설명하는 주요 변인으로 도출되었음을 확인할 수 있다. 특히, 자기조절 학습전략과 연관된 변인은 역량에 대한 영향변인을 탐색한 기존의 연구에서 확인할 수 없었지만 초등학생의 인지·사회·정서역량을 설명하는 주요 변인으로 도출되었다. 자기조절 학습전략은 학습자가 학습 내용을 효과적으로 이해하고 획득하여 필요한 상황에 적절하게 활용할 수 있는 능력을 의미하는 것으로(윤소정, 이은영, 박귀화, 2013) 자기조절 학습전략에 대한 기존의 선행연구(김상희, 류미경, 천성문, 전은주, 2009; 윤소정, 이은영, 박귀화, 2013)는 주로 고등학생을 대상으로 이루어졌다. 자기조절 학습전략은 학습의 내용을 이해하고 활용하는데 있어 필요한 요인으로 초등학생의 학습에 있어서도 중요한 변인임을 알 수 있다. 따라서 초등학생의 자기조절 학습전략에 대한 면밀한 연구를 통해 초등학생 시기의 학습을 계획하고 이를 스스로 조절하는 자기조절 학습전략을 기를 수 있도록 할 필요가 있다. 자기조절 학습전략 변인뿐만 아니라 기존의 선행연구에서 확인할 수 없었지만 본 연구를 통해 도출된 변인에 대한 연구를 통해 학생들의 역량 발달에 도움이 될 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다.

둘째, 초등학생의 인지·사회·정서역량에 대한 주요 변인을 확인한 결과, 학교수업 태도가 인지·사회·정서역량에 대한 주요 변인 중 공통적인 변인으로 나타났다. 이러한 결과는 학교에서의 수업태도가 높은 학업성취도에 영향을 미친다는 선행연구(박혜숙, 장소영, 2012; 이정연 외, 2015)의 결과와 같은 맥락이라고 할 수 있다. 초등학생 시기의 학교수업 태도가 학생들의 인지·사회·정서역량에 대한 공통적인 변인이라는 점에서 학생들이 긍정적인 수업태도를 가질 수 있도록 해야 할 필요가 있다. 수업이 학습자 중심으로 진행된다고 학생들이 인식하는 것이 긍정적인 학습태도를 가지는데 영향을 미친다는 점(윤혜원, 김한술, 2020)에서 학교에서 교사 중심의 강의식 수업보다는 학생들이 참여하는 프로젝트 학습, 체험학습, 협력학습 등을 적극적으로 활용할 필요가 있다. 또한 박상현, 신이나(2021)의 연구에서는 교사의 평가에 대한 피드백 제공이 학습태도에 정적인 영향을 미친다고 하였다. 이를 바탕으로 교사가 학생들에게 평가에 대한 피드백을 제공하는 것이 학생들이 긍정적인 학습태도를 가질 수 있도록 하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 이와 같이 학교에서는 수업을 계획하는 단계에서부터 학생들이 수업에 집중하고 적극적으로 참여할 수 있는 분위기를 형성할 수 있도록 하여 인지·사회·정서역량이 조화롭게 발달할 수 있도록 할 필요가 있다.

셋째, 초등학생의 인지·사회·정서역량에 대해 ICT 역량이 주요 변인으로 도출되었다. 이는 정보 활용능력이 초등학생의 사회적 역량에 영향을 미친다는 선행연구(안성훈, 2018)와 유사한 결과이다. 다만 사회역량뿐만 아닌 인지역량과 정서역량에도 주요 변인으로 도출되었다는 점에서 앞으로 더욱

관심을 가져야 할 변인이라고 할 수 있다. 교육부(2022)는 2022 개정 교육과정을 발표하여 역량 함양 교육 강화를 위한 방안으로 디지털 기초소양 강화 및 정보교육 확대를 제시하였다. 정보교육 시수를 확대하고 특정 교과뿐만이 아닌 모든 교과에 이를 적용하여 디지털 기초소양을 함양할 수 있도록 할 예정이다(교육부, 2022). 이러한 변화는 ICT 역량이 초등학생의 인지·사회·정서역량에 대한 주요 설명변인으로 도출되었다는 점에서 긍정적인 변화로 볼 수 있다. 따라서 2022 개정 교육과정에 포함된 디지털 기초소양 및 정보교육과 관련된 내용을 학교 현장에서 적극적으로 반영할 수 있도록 하여 초등학생 시기의 ICT 역량 강화를 통해 인지·사회·정서역량이 발달하는데 도움이 될 수 있도록 해야 할 것이다.

넷째, 인지·사회·정서역량에 대해 공통적으로 도출된 주요 변인 중 불안은 앞서 제시한 변인과는 다른 경향성을 보이는 것으로 나타났다. 공통변인의 대부분은 인지·사회·정서역량과 동일하게 정적이거나 부적인 관계를 보이는 것으로 나타났지만, 불안은 인지역량과 정적인 관계를 가지며 사회·정서역량과 부적인 관계를 가지는 것으로 나타났다. 즉 불안이 높으면 초등학생들이 높은 인지역량을 보였지만 사회·정서역량은 낮은 것으로 나타났다. 조한익(2013)의 연구는 학습에 있어서의 부정정서가 학습 상황에서 실수하지 않으려는 것 등을 포함하기 때문에 순응적인 기능도 있어 학습성취도를 높일 수 있다고 보고하고 있다. 이는 불안이 인지역량에 정적인 영향을 미친다는 결과와 맥을 같이 한다고 볼 수 있다. 하지만 초등학생의 학습에 있어서 불안이 교과 성적에 부적인 영향을 미친다는 선행연구(정태근, 2004)와 상반되는 결과도 확인할 수 있다는 점에서 초등학생의 불안에 대한 더욱 면밀한 연구가 필요할 것이다. 초등학생의 불안에 대한 연구를 바탕으로 불안이 인지역량과는 정적인 관계를, 사회·정서역량과는 부적인 관계를 가질 수 있는 불안의 수준을 파악하여 이를 적절하게 조절할 수 있도록 할 필요가 있을 것이다. 또한 초등학생의 불안이 인지역량과는 달리 사회역량과 정서역량과는 부적인 관계를 보인다는 점에서 학생들의 인지역량과 사회·정서역량의 조화로운 발달을 위해 인지역량과 사회·정서역량 발달에 있어 서로 다른 전략을 활용할 필요가 있다. 이를 통해 학생들의 불안이 인지역량 발달에 도움이 되지만 사회·정서역량에 부정적인 영향을 미치지 않도록 적절한 수준으로 조절할 수 있도록 해야 할 것이다.

다섯째, 초등학생의 역량에 따라 도출된 설명변인을 바탕으로 공통변인과 차별변인을 확인하였을 때, 사회역량과 정서역량의 공통변인이 7개로 가장 많은 것으로 나타났다. 이는 인지·사회·정서역량을 공통적으로 설명하는 7개의 변인에 더해 총 14개의 변인이 사회역량과 정서역량을 공통적으로 설명하는 변인으로 도출되었다는 것을 의미한다. 각 역량별로 20개의 변인을 도출하였다는 점에서 대부분의 변인이 공통변인으로 도출되었다는 것을 알 수 있으며, 이를 통해 사회정서역량에 영향을 미치는 변인을 탐색한 선행연구(김단비, 신태섭, 2018; 김미숙 외, 2019; 김형석, 김재철, 2021; 유은경 외 2017; Domitrovich, Durlak, Staley, & Weissberg, 2017; Zins & Elias, 2007)와 같이 사회역량과 정서역량을 하나의 변인으로 투입하여 의미 있는 연구 결과를 도출할 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 따라서 초등학생의 사회역량과 정서역량을 서로 다른 역량으로 보고 그에 맞는 발달 전략을 활용할 수 있겠지만, 초등학생의 두 역량이 동시에 발달할 수 있는 방안을 모색하고 이를 적용한다면 효과적인 역량 발달에 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 초등학생의 인지·사회·정서역량에 대한 주요 변인을 탐색하는 데 있어 머신러닝 기법 중

하나인 랜덤 포레스트 분석을 실시하여 기존의 한정된 변인을 바탕으로 역량에 대한 설명변인을 검증하였다는 제한점을 극복하고 데이터에 근거한 탐색적인 연구를 수행하였다는 데 의의가 있다. 이를 바탕으로 기존의 선행연구에서 주목하지 않았던 학교수업 태도, 자기조절 학습전략, 불안 등이 인지·사회·정서역량을 예측하는 주요 변인으로 나타나 이에 대한 후속연구의 필요성을 확인할 수 있었다. 또한 본 연구에서는 초등학생의 인지·사회·정서역량에 대해 도출된 주요 변인 중 공통적인 변인과 차별적인 변인에 대한 시사점을 제시하였다는 데 의의가 있다.

그러나 본 연구는 랜덤 포레스트 기법을 활용하여 초등학생의 인지·사회·정서역량을 설명하는 변인을 도출하였으나 본 연구에서 활용한 패널 자료에 한정된 결과로 볼 수 있다. 따라서 보다 다양한 데이터를 활용하여 분석한 연구결과를 추후 연구를 통해 확인할 필요가 있을 것이다. 또한 본 연구는 서울학생종단연구 2020의 자료를 활용하였기 때문에 해당 연구에 활용된 역량에 대한 정의 및 하위요인을 바탕으로 이루어졌다. 추후 인지역량뿐만 아니라 사회·정서역량에 대한 면밀한 검토를 통해 각 역량을 정의하고 이에 대한 연구를 실시할 필요가 있을 것이다. 본 연구는 조사 시기에 특정 학년에 해당하는 학생들을 대상으로 한 횡단자료를 활용하였기 때문에 변인들 간의 인과관계를 해석하는데 있어 신중을 기할 필요가 있다. 본 연구에서 활용된 자료는 서울학생종단연구 2020 1차년도 조사 결과이기 때문에 이후 지속적으로 자료가 축적될 것이다. 추후 연구에서는 축적된 종단자료를 활용하여 학생들의 인지·사회·정서역량의 변화양상과 더불어 이에 대한 주요 변인을 확인하여 초등학생의 인지·사회·정서역량 조화로운 발달을 위한 방안을 마련해야 할 것이다.

참고문헌

- 강명희, 김민정, 김보경, 유지원(2013). 21세기 초등학생의 핵심역량 측정도구 개발. **교육방법연구**, 25(2), 373-402.
- 교육부(2015). **초·중등학교 교육과정 총론**. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 1]. 세종: 교육부.
- 교육부(2022). **2022 개정 초·중등학교 및 특수교육 교육과정 확정·발표**. 교육부 보도자료. 세종: 교육부.
- 김경희, 김완수, 최인봉, 김미경, 김광규, 박준홍, 김선희, 박종효, 도승이, 장현진(2019). 『**서울학생 종단연구 2020**』 학생역량 검사지 개발 연구(서교연 2019-51). 서울: 서울특별시교육청교육연구정보원 교육정책연구소.
- 김단비, 신태섭(2018). 부모양육행동이 초등학생의 사회정서역량에 미치는 영향-지각된 부모 기대의 조절효과를 중심으로. **교육과학연구**, 49(3), 75-99.
- 김미숙, 이쌍철, 이호준, 김정아(2019). OECD ESP 사회정서역량 조사 국제공동연구(Ⅲ): 예비조사 결과 분석 및 본조사(RR 2019-21). 충북: 한국교육개발원.
- 김상희, 류미경, 천성문, 전은주(2009). 미룸예방 집단상담프로그램이 고등학생의 자기조절학습과 자기효능감에 미치는 효과. **인문학논총**, 14(1), 295-316.
- 김수진, 정은주, 김미경, 김명화, 박종효(2023). 중·고등학생의 사회·정서적 역량 측정을 위한 설문 도구 개발 및 타당화. **교육평가연구**, 36(1), 1-30.
- 김진희, 김준엽(2022). 랜덤 포레스트 회귀 기반의 교사-학생관계 영향요인 탐색과 SHAP을 활용한 해석. **교육평가연구**, 35(3), 409-437.
- 김현진, 김미숙, 이선영, 김정아, 김민성, 김준엽, 조윤정(2020). OECD ESP 사회정서역량 조사 국제공동연구(Ⅳ): 본조사 결과 분석(RR 2020-07). 충북: 한국교육개발원.
- 김형석, 김재철(2021). 중학교 1학년 사회정서역량에 대한 잠재프로파일 분석 및 영향요인 탐색. **청소년학연구**, 28(5), 141-160.
- 나우열, 권연하, 안영은(2023). 서울 지역 중학생의 역량 발달에 따른 잠재계층 분류 및 영향 요인 분석. **교육학연구**, 61(1), 121-153.
- 남궁지영, 김혜자, 박경호, 송승원, 김양분, 정민주, 최유리(2018). **한국교육종단연구2013: 중학생의 교육경험과 성장**(기술보고 TR 2018-136). 충북: 한국교육개발원
- 박상현, 신이나(2021). 수학교과에서 중학생의 피드백 인식이 흥미, 효능감, 수업태도 및 성취도에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구**, 21(9), 899-910.
- 박소영, 정혜원(2021). 청소년과 부모의 삶의 만족도 잠재프로파일 분류 및 주요 예측변인 검증. **한국청소년연구**, 32(3), 63-96.

- 박순경, 김사훈, 김진숙, 백경선, 변희현, 안종욱, 양정실, 이광우, 이근호, 이미경, 이미숙, 이승미, 이혜원, 정영근, 한혜정(2014). **국가 교육과정 총론 개선을 위한 기초 연구**(CRC 2014). 서울: 한국교육과정평가원.
- 박종효, 최지영(2014). 초등학교의 사회역량 발달에 영향을 미치는 개인 및 학교 요인 탐색: 학습 문화와 학교폭력을 중심으로. **교육학연구**, 52(1), 89-116.
- 박혜숙, 장소영(2012). 초등학교의 영어성취도에 미치는 개인 및 학교 특성 변인의 효과 탐색. **초등 영어교육**, 18(2), 249-270.
- 백병부, 김정숙, 유백산(2013). 교육복지우선지원상버이 집중지원 학생의 인지적·정의적 성취에 미치는 효과: 서울시 초등학교를 중심으로. **교육문제연구**, 26(3), 29-52.
- 백예은, 정혜원(2022). 중학생의 학업성취도, 진로성숙도, 공동체의식에 대한 잠재프로파일 분류와 영향 변인 탐색. **교육학연구**, 60(6), 275-308.
- 백예은, 정혜원(2023a). 다문화 청소년의 진로 태도 주요 설명 변인 탐색: 랜덤 포레스트와 SHAP을 적용하여. **교육학연구**, 61(2), 135-161.
- 백예은, 정혜원(2023b). 혼합효과 랜덤 포레스트를 적용한 청소년기 진로성숙도 발달 예측 변인 탐색: SHAP을 활용한 해석을 중심으로. **교육평가연구**, 36(3), 473-493.
- 소경희(2009). 역량기반 교육의 교육과정사적 기반 및 자유교육적 성격 탐색. **교육과정연구**, 27(1), 1-20.
- 신현숙(2011). 학업수월성 지향 학교에서 사회정서학습의 필요성과 지속가능성에 관한 고찰. **한국 심리학회지:학교**, 8(2), 175-197.
- 안성훈(2018). 디지털교과서 활용 시 정보 활용 능력 수준이 학생의 사회적 역량에 미치는 영향. **정보교육학회논문지**, 22(5), 565-574.
- 우명숙(2020). 경기도 혁신학교 중학생의 교육적 성장: 역량을 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 20(20), 641-663.
- 우연경, 최정순, 김경령, 노언경(2021). **코로나19 시기 경험에 따른 초·중학생의 사회정서역량 특성** (OMR 2021-40-16). 충북: 한국교육과정평가원.
- 유은경, 최혜경, 배한나, 이연주(2017). 한부모 가정 아동·청소년의 사회자본과 행복감 간의 관계에서 사회적 역량의 매개효과: 양부모 가정 아동·청소년과의 비교를 중심으로. **한국사회복지 조사연구**, 55, 283-315.
- 유진은(2015). 랜덤 포레스트: 의사결정나무의 대안으로서의 데이터 마이닝 기법. **교육평가연구**, 28(2), 427-448.
- 윤소정, 이은영, 박귀화(2013). 중고등학생의 성격특성, 지적능력에 대한 신념, 자기조절학습전략 및 학업성취간의 관계. **중등교육연구**, 6(2), 441-470.

- 윤혜원, 김한솔(2020). 혁신학교가 학습자 중심 수업방법을 매개로 고등학생의 수업태도에 미치는 영향. **교육문제연구**, 33(1), 91-117.
- 이경호, 안선희(2014). 역량기반 교육 활성화를 위한 교육적 과제 탐색. **한국교육학연구**, 20(1), 141-173.
- 이은서, 정혜원(2023). 중학생의 협동심에 영향을 미치는 주요 예측변인 탐색. **교육학연구**, 61(4), 203-234.
- 이정연, 임현정, 오재길, 조형대, 김병준(2015). **경기교육중단연구 1~3차년도 기초분석 연구**(기술 보고 2015-06). 경기: 경기교육연구원.
- 장은아, 정혜원(2023). 고등학생의 학업무기력에 영향을 미치는 주요 예측변인 탐색: 랜덤 포레스트와 SHAP 적용. **교육학연구**, 61(1), 31-63.
- 조한익(2010). 초등학생의 학업성취도에 영향을 미치는 사회적 지지, 자기효능감, 희망 및 우울의 구조적 관계 분석. **초등교육연구**, 23(2), 75-93.
- 조한익(2013). 초등학생의 정서, 성취정서 및 학업성취도의 구조적 관계 분석. **초등교육연구**, 26(4), 229-250.
- 정미경, 김경애, 선혜연, 임종현, 조은주, 최한나, 정광희, 한은정, 이선영(2019). **중학생의 성장과정 분석: 학교, 가정, 지역사회를 중심으로(IV)**(RR 2019-01). 충북: 한국교육개발원.
- 정성경, 박환보(2023). 자동화 머신러닝(AutoML)과 SHAP을 적용한 청소년의 다중시민성 유형 및 설명 변인 탐색. **교육학연구**, 61(8), 57-87.
- 정태근(2004). 초등학생의 인지양식, 학업불안, 영어불안 및 영어성적의 관계. **열린교육연구**, 12(2), 195-216.
- 정혜원, 백예은, 김아름(2021). 혁신학교 재학 경험에 따른 청소년의 인지적, 정의적, 사회적 성취 변화. **교육학연구**, 59(8), 55-84.
- 최지선, 상경아(2019). 초등학생 수학 성취도에 영향을 미치는 교육맥락변인에 대한 동아시아 5개국 비교. **초등수학교육**, 22(3), 167-180.
- 한우진, 김현지, 명이, 이상수(2019). 중등학교 학생의 사회정서역량과 성취정서 간 관계. **열린교육연구**, 27(1), 95-118.
- 한정아(2023). 랜덤 포레스트와 SHAP을 활용한 고등학생의 창의적 사고 예측변수 탐색. **교육학연구**, 61(4), 101-131.
- 황여정, 장희원, 김경근(2014). 부모의 교육지원이 초등학생의 인지적 성취에 미치는 영향. **한국교육학연구**, 20(1), 93-122.

Breiman, L.(2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32.

- Buhrmester, D., Furman, W., Wittenberg, M. T., & Reis, H. T.(1988). Five domain of interpersonal competence in peer relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55(6), 991-1008.
- Domitrovich, C. E., Durlak, J. A., Staley, K. C., & Weissberg, R. P.(2017). Social emotional competence: An essential factor for promoting positive adjustment and reducing risk in school children. *Child Development*, 88(2), 408-416.
- Heckman, J. J.(2008). Schools, skills, and synapses. *Economic inquiry*, 46(3), 289-324.
- Lundberg, S. M., Erion, G. G., & Lee, S. I.(2018). Consistent individualized feature attribution for tree ensembles. *Methods*, 5(13), 25.
- Lundberg, S. M., Erion, G. G., Chen, H., DeGrave, A., Prutkin, J. M., Nair, B., Katz, R., Himmelfarb, J., Bansal, N., & Lee, S. I.(2020). From local explanations to global understanding with explainable AI for trees. *Nature Machine Intelligence*, 2(1), 56-67.
- Molnar, C. (2020). *Interpretable Machine Learning: A guide for making black box models explainable*. Victoria: Leanpub.
- OECD(2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. Paris: OECD Publishing.
- OECD(2018). *The future of education and skills Education 2030: The future we want*. Paris: OECD Publishing.
- OECD(2021). *Beyond Academic Learning: First Results from the Survey of Social and Emotional Skills*. Paris: OECD Publishing.
- Salovey, P. E., & Sluyter, D. J.(1997). *Emotional development and emotional intelligence: Educational implications*. NewYork: Basic Books.
- Štrumbelj, E., & Kononenko, I. (2014). Explaining prediction models and individual predictions with feature contributions. *Knowledge and Information Systems*, 41(3), 647-665.
- Zins, J. E., & Elias, M. J.(2007). Social and emotional learning: Promoting the development of all students. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 17(2-3), 233-255.

ABSTRACT

Exploring variables explaining elementary school student's cognitive, social and emotional competencies using random forest

Jung, Jungkyo

Doctoral Student, Chungnam National University

Chung, Hyewon

Professor, Chungnam National University

This study was designed to explore major predictors related to cognitive, social and emotional competencies of elementary school students to discuss the implication for competencies development. To do this, random forest was applied to 1st wave data(4th graders) of the Seoul Educational Longitudinal Study of Students(SELS) 2020, and Shapley additive explanations (SHAP) analysis was conducted to explore the importance of major predictors and the relationship between competencies and the predictors. The main result are as follows. First, the predictors commonly derived from three competencies were 'class attitude' and 'ICT competency'. The more positive class attitude and higher ICT competency, the higher cognitive and social-emotional competencies. Second, 'Anxiety' was found to major predictor of three competencies, but it was found to have positive relationship with cognitive competency and negative relationship with social-emotional competency. Third, there were the most common predictors explaining social and emotional competencies. Based on these findings, implications for developing competencies and suggestions for future research are discussed.

Key Words: *Cognitive, Social and Emotional Competencies, Random Forest, Seoul Educational Longitudinal Study(SELS), Elementary School Students*