

Difference in interaction patterns between high and low performing groups in online collaborative problem solving

Somi Park¹⁾ · Bookyung Shin²⁾ · Mi Song Kim³⁾ · Young Hoan Cho⁴⁾

¹⁾M.A, Department of Education, Seoul National University

²⁾M.A. Student, Department of Education, Seoul National University

³⁾Professor, Department of Education, University of Western Ontario

⁴⁾Professor, Department of Education & Learning Sciences Research Institute, Seoul National University

Collaborative problem solving (CPS) is increasingly recognized as a key competence for the future, especially as problems in the real world become more complex and ill-defined. In online environments, where learner autonomy is heightened, effective CPS entails the sharing and integration of different ideas, as well as regulation of the overall process. Failure in these aspects can result in unsatisfactory outcomes for CPS. This study compared the interaction patterns between groups of different levels (high and low performing groups) to draw educational implications for effective CPS. To this end, the CPS processes of 25 teams, each including a pair of learners, were analyzed with statistical analysis based on time spent on each interaction pattern category and epistemic network analysis on the connection patterns between categories. The findings reveal that groups with higher levels of CPS performance performed task content regulation later in the activity, whereas groups with lower performance participated in information sharing and procedure-related regulation in middle time periods. The results for connection pattern analysis of interaction categories showed that high performing groups showed prevalent connections of information sharing, negotiation, and task content regulation with solution writing. Groups with lower performance showed stronger connections between problem definition and task content regulation or task process regulation. The results of this study provide implications for specific educational practices to facilitate online collaborative problem solving.

Key words : collaborative problem solving, interaction pattern, epistemic network analysis

I. 서론

복잡한 문제를 해결하기 위한 협력적 문제해결(collaborative problem solving) 역량은 21세기 핵심 역량으로 주목받고 있다(OECD, 2017; Sun et al., 2020). 빠르게 발전하며 고도화되는 사회 속에서 우리가 일상생활 중 마주하게 되는 문제의 복잡도도 함께 높아지고 있다. 복잡한 문제는 주로 정해진 답이 없는 비구조화된 문제(ill-structured problem)이다. 비구조화된 문제를 해결하기 위해서는 다양한 관점을 비판적으로 탐색하고 종합할 필요성이 있기에(Jonassen & Cho, 2011), 다른 사람과 함께 문제에 접근하고 해결해 나가는 협력적 문제해결 역량이 요구된다. 이에 따라 OECD (2017)에서는 협력적 문제해결 역량을 “두 명 이상의 학습자가 이해와 노력을 공유하며 문제를 해결하려고 노력하고, 지식, 기술, 노력을 모아 해결책에 도달하는 과정에 효과적으로 참여하는 개인의 능력(p. 47)”으로 정의하며, 이를 측정할 수 있는 평가 도구를 개발하기도 했다.

온라인 학습환경에서의 협력적 문제해결은 특히 중요하다. 온라인 학습환경에서는 시공간의 제약을 넘어서서 보다 다양한 맥락 속의 협력이 가능하며, 이러한 가능성을 바탕으로 컴퓨터 기반 협력학습(computer-supported collaborative learning, CSCL) 분야가 탄생하기도 했다(Hmelo-Silver & Jeong, 2023). CSCL에서는 테크놀로지의 지원을 활용하여 지식을 함께 구성하고 학습하는 것을 강조한다(Jeong et al., 2019). 특히 온라인 환경에서 실시간으로 상호작용하는 상황은 직접 만나서 상호작용하는 것에 비해 학습자들의 참여를 유도하거나 합의를 이끌어내는 것이 어려울 수 있기에(Thompson & Ku, 2006), 협력과 관련된 역량이 더욱 강조된다. 사회적으로 온라인, 비대면 협업이 강조되고 있는 상황에서, 고등 교육 맥락에서도 온라인 협력 역량을 기르기 위한 방법에 대한 고민이 지속되고 있다(Ouyang et al., 2021).

협력적 문제해결 역량, 특히 온라인 학습환경에서의 협력적 문제해결 역량은 개개인의 문제해결 역량과는 다른 노력과 능력을 요구한다. 문제해결의 과정은 문제 읽기, 문제 분석(표상), 검색, 정보의 조직화, 해결안 작성, 해결안 점검의 단계로 이루어진다(박성익, 조영환, 2005). 이때 협력을 위해 협상과 의사소통, 모니터링의 과정이 다양하게 이루어진다. 따라서 특정 과제에 대한 능력이 뛰어난 개인들이 모이더라도, 협력하는 역량을 갖추지 못한다면 문제를 함께 해결하지 못할 수 있다(Barron, 2003). 협력적 문제해결이 성공적으로 이루어지기 위해서는 문제에 대한 아이디어를 공유하고, 서로 다른 해결책을 통합하며, 전체적인 문제해결 과정을 협력적으로 조절하는 등의 과정이 요구된다. 이러한 과정을 거치지 않거나 효과적으로 수행하지 못한다면, 문제를 제대로 해결하지 못할 것이다. 예를 들어 학습자 간 참여가 불균등하게 이루어지는 등 협력 과정이 효과적이지 못할 경우, 수행 결과가 만족스럽지 못할 수 있다(Chang et al., 2017).

따라서 협력적 문제해결 과정에 대한 보다 면밀한 분석이 요구되며, 집단 단위에서 무슨 상호작용을 어떻게 하는 것이 효과적인 온라인 협력학습과 수행으로 이어질 수 있는지를 확인할 필

요가 있다. 이러한 분석은 사회적 구성주의 관점을 기반으로 한다. 인지적 구성주의 관점에서는 협력학습에서의 상호작용을 통한 개인의 지식 구성과 인지 발달을 강조한다(Russell, 1993). 반면 사회적 구성주의 관점에 따르면 개인의 인지적 성장은 독립적으로 일어날 수 없으며, 지식은 집단의 차원에서 공동으로 구성된다(Nyikos & Hashimoto, 1997). 사회적 구성주의 관점에서는 협력을 집단 대상으로 분석하며, 개개인의 학습을 설명하기 위해 공유된 지식의 변화나 협력의 다양한 패턴을 살펴본다(Enyedy & Stevens, 2016). 이를 통해 개인 내에서 일어나는 변화를 포착할 수 있을 뿐만 아니라, 개인 간에 상호작용이 어떤 방식으로 이루어지는지 구체적으로 파악할 수 있다.

집단 단위의 온라인 협력적 문제해결 학습은 다양한 형태의 상호작용을 포함할 수 있다. 이때의 상호작용은 인지적 노력을 통해 문제를 해결하는 것과 관련될 수도 있고, 매끄러운 협력을 위해 집단 차원에서 활동을 협력적으로 조절하거나, 사회 정서적 표현을 하는 것과 관련될 수도 있다. 임규연과 동료들(2023)은 국내외 CSCL 연구에서 참여, 긍정적 상호의존성, 높은 품질의 사회적·인지적 전략 사용, 의견 수용 및 대안적 관점에 대한 의사소통, 균형적 참여, 공유된 조절과 같은 구인들에 대해 살펴보았다고 정리한다. 이러한 구인들이 충족될 때 효과적인 협력학습이 이루어졌다고 볼 수 있으며, 이 구인들은 주로 상호작용의 유형을 드러낸다. 이같이 온라인 학습환경의 협력학습에서는 다양한 상호작용이 나타나며, 이를 크게 인지, 메타인지, 사회적 측면에서 인지적 상호작용, 협력적 조절, 사회 정서적 상호작용으로 나누어 살펴볼 수 있다(한예진, 조영환, 2019; Weinberger & Fischer, 2006). 이 세 가지 상호작용 유형은 모두 협력적 문제해결 수행에 영향을 미친다.

인지적 상호작용은 문제를 해결하는 과정과 관련되며, 학습자가 사고, 논증, 지식에 대한 정교화 등을 거쳐 이해를 심화시키는 노력을 포함한다(Isohätälä et al., 2020). 따라서 인지적 상호작용은 문제를 해결하는 절차와도 깊게 관련된다. 학습자는 문제에 대한 이해를 위해서도 인지적 상호작용을 하며, 문제를 해결하는 과정에서 서로의 의견을 주장 및 반박하며 협상(negotiation)하기 위해서도 인지적 상호작용에 참여한다(Sun et al., 2020). 학습자들이 협력적 문제해결 과정에서 거치는 인지적 과정, 즉 어떠한 사고 과정을 통해 학습에 도달하는지와 학습 수행 간에는 정적인 관계가 있다(Lin et al., 2020; Zhang et al., 2022).

한편, 메타인지적 과정과도 관련되는 조절 활동, 특히 자기조절 또는 공동조절 외에도 ‘사회적으로 공유된 조절(socially shared regulation of learning, SSRL)’이라 불리는 형태의 협력적 조절은 CSCL 맥락에서 효과적인 협력적 문제해결 학습을 하는 모두의 특징으로 꼽힌다(이현경 외, 2017; 조규락, 조영환, 2019; Malmberg et al., 2015). 문제해결 과정을 계획하고 모니터링할 때 협력학습에서 높은 성취가 나타난다는 선행 연구 결과를 통해 협력적 조절의 효과를 확인할 수 있다(Chang et al., 2017). 이때, 협력적 조절은 전반적인 수행 과정에 대한 조절(task monitoring)과 과제

내용에 대한 조절(content monitoring)을 모두 포함한다(DiDonato, 2013). Järvelä와 동료들(2015)은 SSRL을 증진하기 위해 자신과 다른 사람의 과제 수행 행동 및 정서에 대한 메타인지 향상 등을 제안함으로써 협력적 조절 활동과 인지 활동, 사회 정서적 활동의 긴밀한 관련성을 제시하기도 했다.

사회 정서적 상호작용 또한 집단 활동의 중요한 부분을 이룬다. 협력적 문제해결은 서로 다른 구성원들 간의 공동 작업을 요구한다는 점에서 사회적인 맥락을 전제로 하며(Mänty et al., 2020), 적극적이고 호혜적인 사회 정서적 상호작용은 집단의 생산성을 지원하는 효과가 있다(Cohen, 1994). 이때 사회 정서적 상호작용은 학습자들이 협력 과정에 대해 느끼는 바를 공유하며 서로 관계를 맺는 행위를 의미한다(Kreijns et al., 2003). 특히 긍정적인 감정은 협력적 문제해결을 촉진하고, 부정적 감정은 협력적 문제해결을 저해할 수 있다(Rojas et al., 2022). 다른 사람의 의견에 대한 칭찬이나 경청을 드러내는 공감적 표현을 바탕으로 협력 상황에서 구성원들 간 친밀도가 높아지고, 공동체 의식이 형성되어 집단 응집력이 강화될 수 있기 때문에, 이러한 형태의 상호작용은 협력적 문제해결 과정의 원활한 진행을 돕는다(한예진, 조영환, 2019). 이러한 사회 정서적 상호작용은 인지적 상호작용이나 협력적 조절을 매개하는 역할을 할 수도 있다(Isohätälä et al., 2020). Kwon과 동료들(2014)은 집단 내 협력적 조절 및 사회 정서적 상호작용이 협력학습에서 주요하게 나타난다고 주장하며, 협력 초반, 중반, 후반에 따라 이러한 상호작용이 군집 별로 다르게 나타날 수 있다는 점을 밝히기도 했다.

인지적, 메타인지적, 사회 정서적 상호작용에 대한 연구들과 같이 협력학습 또는 협력적 문제해결 과정의 상호작용에 대해 살펴본 연구는 다수 있다. 그러나 협력적 문제해결 과정에서 무슨 상호작용을 어떤 순서로 해야 하는지에 대한 구체적인 시사점을 주기 위해서는 협력적 문제해결 과정에서 집단의 상호작용 패턴을 분석해야 한다. 달리 말해 상호작용 유형별로 할애한 평균 시간이나 시점별 소요 시간, 다양한 상호작용 간 연결성도 확인할 필요가 있다. 하지만 협력적 문제해결 과정 중 어느 시점에서 어떤 상호작용에 얼마나 많은 시간을 투자해야 할지를 다룬 연구는 부족하다. Kwon과 동료들(2014)은 사회적 조절 및 사회 정서적 상호작용이 활동 초반, 중반, 후반에 나타나는 정도에 따라 군집을 구분했지만, 특정 시기별로 각 상호작용에 얼마나 긴 시간을 할애하는 것이 좋은지는 살펴보지 않았다. 마찬가지로 Malmberg과 동료들(2017)도 시간의 길이가 아닌 순서(sequence)에 초점을 두어 집단의 행동 패턴을 분석하였는데, 이러한 분석은 상호작용의 전체적인 흐름을 보여주기는 하지만 실질적으로 특정 상호작용에 얼마나 많은 시간을 소요했는지 파악하기 어렵다. 실시간 온라인 학습 상황에서 시간이라는 한정되면서도 공유된 자원을 어디에 어떻게 투자하는지를 살펴보는 것은 효과적 협력적 문제해결을 위한 시사점을 제공하는 데 중요하다. 따라서 선행문헌의 한계를 보완하여 협력적 문제해결 과정 속 상호작용의 시간적 분배와, 초반, 중반, 후반에서의 소요 시간의 차이를 고수행 집단과 저수행 집단 차원에

서 대조하는 연구가 필요할 수 있다.

또한, 협력적 문제해결 과정에서 학습자들이 보이는 상호작용 간 연결성을 깊이 있게 분석한 연구는 많지 않으며, 이러한 시도를 한 일부 연구들의 경우 인지적 측면만을 제한적으로 다루고 있다는 한계가 있다(Zhang et al., 2022). 협력적 문제해결 상황은 개인의 문제해결 과정과는 질적으로 차이가 있기에, 인지적 상호작용과 다른 상호작용들이 어떠한 연관성을 가지고 함께 나타날 때 효과적인 협력이 이루어지는지를 살펴보아야 한다. 그러나 문제해결의 절차와 협력학습 내 상호작용의 관계, 즉 인지적 상호작용과 협력적 조절, 사회 정서적 상호작용의 관계를 구체적으로 다룬 연구는 부족하다고 볼 수 있다. 효과적인 협력적 문제해결을 하는 집단에서는 어떤 상호작용들이 함께 나타나는지를 분석함으로써, 높은 수행을 위한 협력적 문제해결 과정에 대한 구체적인 지침을 얻을 수 있다. 이를 위해 인식론적 연결망 분석(epistemic network analysis, ENA) 방법을 활용하여 질적으로 이루어진 상호작용 간의 연결성을 양적으로 파악 및 분석할 수 있다. ENA에서는 의미 단위에 따라 질적으로 부여된 코드들이 얼마나 유사한 시간대에 함께 등장하는지를 분석한다(Shaffer et al., 2016). 이에 따라 ENA는 협력적 문제해결 과정 중 나타나는 상호작용 유형들 간의 연결성 패턴을 드러내는 데 적합할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 협력적 문제해결 수행과 관련될 수 있는 상호작용 유형, 즉 인지적 상호작용, 사회적 조절, 사회 정서적 상호작용의 관계를 구체적으로 살펴본다. 그리고 어떤 상호작용이 언제 얼마나 나타나는지, 그리고 다른 어떤 상호작용과 함께 등장하는지에 따라 협력에 다르게 작용할 수 있다는 점에서 시점에 따른 상호작용 유형별 소요 시간의 변화와 상호작용 유형 간 연결성을 탐구한다. 결국, 본 연구는 협력적 문제해결 수행 수준에 따라 나타나는 상호작용 패턴의 차이를 포괄적으로 분석함으로써, 협력적 문제해결 역량에 대해 과정 중심으로, 통합적으로 접근한다. 이러한 상호작용 패턴에 대한 분석은 향후 학습자들의 행동 수정을 위한 피드백을 제공하는 데 중요한 정보를 제공할 수 있다. 고수행 집단에서 어떤 상호작용이 언제, 얼마나 나타나며, 어떤 상호작용 유형이 다른 상호작용 유형들과 높은 연결성을 보이는지 확인함으로써, 협력적 문제해결을 어려워하는 학생들에게 고수행 집단과 유사한 상호작용을 할 수 있도록 구체적인 피드백을 제공할 수 있다. 본 연구는 이같이 협력적 문제해결 과정과 그 과정을 촉진할 수 있는 방안에 대한 시사점을 제공하고자 하였다.

본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 온라인 협력적 문제해결에서 고수행과 저수행 집단은 상호작용 유형별 소요 시간에 어떠한 차이가 있는가?

둘째, 온라인 협력적 문제해결에서 고수행과 저수행 집단은 상호작용 유형의 연결성 패턴에 어떠한 차이가 있는가?

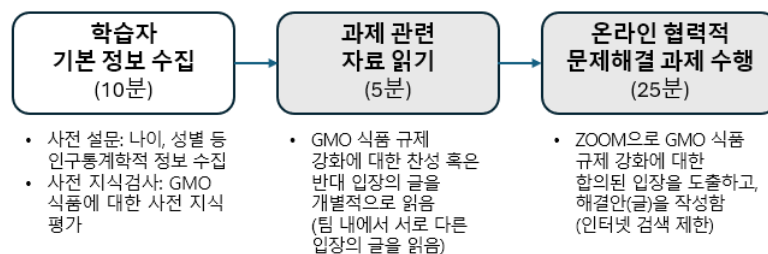
II. 연구 방법

1. 연구참여자

본 연구에는 서울 소재 A 대학교의 학부생 50명이 참여하였다. 연구참여자는 모두 만 18세 이상의 성인 학습자로, 평균 연령은 22세였고, 남자가 18명, 여자가 32명이었다. 실험에 참여한 학습자들이 소속된 단과대학은 다양했으며, 사범대학($n = 12$, 24%), 사회과학대학($n = 11$, 22%), 공과대학($n = 7$, 14%), 인문대학($n = 5$, 10%), 경영대학($n = 3$, 6%), 수의과대학($n = 3$, 6%), 기타($n = 9$, 18%) 순으로 비율이 높게 나타났다. 문제해결 과제에 대한 사전 지식수준은 6점 만점 중 평균 3.94점($SD = .81$)으로 참여자들은 전반적으로 제시된 과제에 대해 다소 높은 배경지식을 갖춘 것으로 드러났다. 학습자들은 두 명이 한 팀이 되어 협력함으로써 문제해결 과제에 대한 해결안을 글로 작성하는 방식으로 실험에 참여하였다.

2. 연구 절차

협력적 문제해결 수행 결과가 좋은 고수행 집단과 그렇지 못한 저수행 집단이 문제해결 과정에서 보이는 상호작용 패턴의 차이를 확인하기 위해 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 거쳐 실험을 진행하였다. 자발적 의사를 밝힌 A 대학교 학부생 총 50명이 약 40분간 실험에 참여하였다. 참여자들은 두 명이 한 팀이 되어 원격 화상 회의 서비스 줌(ZOOM)을 통해 비대면으로 상호작용하였다. 실험 과제가 찬성과 반대 입장에서 논변을 통해 합의된 해결안을 도출해야 하는 것이었으므로 모집 과정에서 주제에 대해 학습자 개인이 가진 입장을 미리 조사한 후, 찬성 측 입장의 학습자 한 명과 반대 측 입장의 학습자 한 명을 무작위로 한 팀에 배정하였다. 한 팀을 이루는 학습자들이 서로 다른 두 관점을 대변할 수 있어야 한다는 점과, 제한된 시간 동안 이루어지는 실험의 특성상 충분한 발화 기회를 확보하기 위해 최소한의 인원으로 구성되어야 한다는 점을 고려해 두 명의 학습자로 집단을 구성하였다(Veerman et al., 2002). 실험은 [그림 1]과 같이 과제



[그림 1] 연구 진행 절차

시작 전 학습자에 대한 기본적인 정보를 수집하고, 과제 관련 자료를 읽은 뒤, 온라인상에서 함께 협력하여 주어진 문제에 대한 해결안을 작성하는 세 단계의 순서로 이루어졌다.

먼저, 학습자에 대한 기본 정보 수집 단계에서는 나이와 성별 등 기본적인 인구통계학적 정보에 대한 설문이 5분간 이루어졌으며, 문제해결 과제의 주제인 유전자변형식품(genetically modified organism, GMO)에 대한 학습자들의 사전 지식을 평가하기 위한 간단한 검사가 5분 동안 진행되었다. 사전 검사는 GMO의 개념과 예, 긍정적 효과, 환경에 미치는 유해성 예방을 위한 대책에 대한 3가지 문항으로 구성되었으며, 학습자가 관련 내용을 아는 대로 서술하도록 하였다. 다음으로 과제 관련 자료 읽기 단계에서는 GMO 규제 강화에 대한 찬성 또는 반대 입장의 짧은 글을 연구참여자들에게 제시하고 5분 동안 읽도록 하였다. 찬성과 반대 측 입장의 글은 모두 GMO가 사회와 경제, 건강, 환경에 미칠 수 있는 영향에 대한 세 가지 쟁점을 기반으로 이유와 근거가 정리된 개조식 형태를 띠었으며, 최신 기사와 논문 등을 참고 및 재구성해 한 페이지 분량으로 제작되었다. 같은 팀에 속한 두 명의 참여자는 찬성 또는 반대 중 서로 다른 한 입장에 대한 자료만을 받아 주어진 시간 동안 자료를 반복적으로 읽고 숙지하였다. 자료를 읽는 동안에는 참여자들이 서로 대화할 수 없게 음소거를 하였다. 마지막으로 온라인 협력적 문제해결 과제 수행 단계에서는 두 사람이 협력적으로 GMO 식품 규제 강화에 대한 합의된 입장을 도출하여 구체적인 이유 및 근거와 함께 글을 작성하도록 하는 과제가 주어졌다. 과제에서 제시한 문제는 “사회적으로 GMO 식품의 도입은 인류에게 다양한 이점을 줄 수 있지만 아직까지 그 안정성에 대한 우려가 큰 상황입니다. 두 사람이 함께 GMO 식품 규제 강화에 대한 입장을 정하여 구체적인 근거 및 이유와 함께 제시하십시오.”이다. 해당 단계에서 제시된 문제해결 과제는 연구진이 개발한 것으로, 교육 평가 전문가 2인의 타당화를 거친 후 활용되었다. 참여자들은 25분간 서로가 읽은 자료의 내용을 공유하거나 이를 기반으로 의견을 제시하는 등 자유롭게 주어진 문제 상황에 대해 논의하여 구글 공유 문서에 함께 해결안을 작성하였다. 이때, 협력과 무관한 요인이 실험 결과에 미치는 영향을 통제하기 위해 별도의 인터넷 검색을 제한하였다.

2. 자료 수집 및 분석

가. 사전 검사

협력적 문제해결 과제에 대해 학습자들이 가지고 있는 사전 지식을 확인하기 위해 사전 검사를 진행하고, 서술형 답변을 수집하였다. 서술형 답변을 평가하기 위해 교육 평가 전문가 2인의 검토를 받아 루브릭을 개발하였다. 학습 과정상의 차이 외의 사전 지식수준이 문제해결 결과에 영향을 미칠 수 있다는 사실을 고려하여(Graesser et al., 2018), 고수행($n = 34$, 68%)과 저수행($n = 16$, 32%) 집단 간 사전 검사 평균의 차이를 검증하였다. 사전 검사 평균은 고수행 집단이 3.97점($SD = .76$), 저수행 집단이 3.88점($SD = .96$)으로 고수행 집단이 .09점 더 높았으나, 맨-휘트니 검정

결과 집단 간의 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($U = 273.00, p = .982$).

나. 협력적 문제해결안 평가

문제에 대해 학습자들이 팀별로 작성한 해결안을 수집하여 평가하고, 집단별 수행 수준을 구분하였다. 협력적 문제해결안을 질적으로 평가하여 점수를 부여하기 위해 <표 1>과 같은 루브릭을 활용했다. Jonassen과 Cho(2011)가 제시한 총체적 평가 루브릭을 번역하고 본 연구 맥락에 맞게 일부 수정한 후, 교육 평가 전문가 2인의 검토를 받아 타당화하는 과정을 거쳤다. 도출된 평가 루브릭에 기반하여 답변 수준에 따라 0에서 4점의 점수를 부여하였는데, 이때 평가의 객관성을 확보하기 위해 평정자 2인이 각자 점수를 매기고, 일치하지 않을 경우, 지속적인 논의를 통해 최종 점수를 도출하였다. 평가자 간 신뢰도(Cohen's kappa) 값은 .67로, 이는 Landis와 Koch(1977)가 제시한 범위 중 상당한(substantial) 일치도에 해당해 타당한 신뢰도를 가진 것으로 나타났다. 최종 도출된 점수를 바탕으로 4점과 3점을 받은 팀을 고수행 집단(17팀), 2점과 1점을 받은 팀을 저수행 집단(8팀)의 두 개 수준으로 구분하였다.

<표 1> 협력적 문제해결안 평가 루브릭

점수	기준
0점	주장이 없거나 명확하지 않음.
1점	명확한 주장을 제시하였지만 이와 관련된 이유 및 근거가 미흡하거나 부적절함.
2점	명확한 주장을 구체적이고 타당한 이유 및 근거와 함께 제시하였으나, 예상되는 반론에 대한 고려가 미흡함.
3점	명확한 주장을 구체적이고 타당한 이유 및 근거와 함께 제시하고 예상되는 반론을 고려함. 그러나 이에 대한 재반론을 하거나 서로 다른 의견을 종합하여 제3의 안을 제시하지 못함.
4점	명확한 주장을 구체적이고 타당한 이유 및 근거와 함께 제시하고 예상되는 반론을 고려함. 그리고 이에 대한 재반론을 하거나 서로 다른 의견을 종합하여 제3의 안을 제시함.

다. 영상 데이터

협력적 문제해결 수행 수준의 차이에 따른 학습 과정에서의 차이를 확인하기 위해 영상 데이터를 수집하였다. 줌(ZOOM)에서 제공하는 화면 기록 기능을 활용하여 학습자들의 얼굴이 나타난 개별 화면과 구글 문서상의 협력적 문제해결안 작성 현황이 나타나는 공유된 화면을 녹화하였다. 녹화된 영상에는 학습자들이 상호작용하며 주고받는 대화와 화면상에 드러나는 표정과 행동, 구글 문서에서의 작업 활동 진행 과정에 관련된 데이터가 포함되었다.

영상 데이터를 질적으로 분석할 수 있는 프로그램인 ATLAS.ti를 활용하여 두 명의 연구자가

합의해 영상을 의미 단위로 나누고, 각자 <표 2>의 코딩스킴에 따라 코드를 부여하였다. 코딩스킴은 Zhang과 동료들(2022)의 연구와 한예진과 조영환(2019)의 연구를 참고하여 재구성하였다. 협력적 문제해결 수행에 영향을 미치는 상호작용 유형을 인지적 상호작용, 협력적 조절, 사회 정서적 상호작용의 세 범주로 분류하고, 인지적 상호작용 하위에 문제 정의, 정보 공유, 협상, 해결안 작성의 네 개 하위범주, 협력적 조절 하위에 과제 내용 조절과 과제 수행 조절의 두 개 하위범주, 사회 정서적 상호작용 하위에 긍정 감정, 부정 감정, 공감의 세 개 하위범주로 구성하였다. 연구자가 각자 코딩한 결과에 대해 평가자 간 신뢰도(Cohen's kappa)를 구한 결과, .92로 높은 값을 보였다. 개별 코딩 결과에 차이가 있는 부분에 대해서는 합의에 이를 때까지 지속적으로 논의하였다.

<표 2> 협력적 문제해결 과정 분석을 위한 코딩스킴

범주	하위범주	설명
인지적 상호작용	문제 정의	과제의 의미와 범위를 구체화함.
	정보 공유	읽기 자료의 내용이나 과제와 관련된 개인적 지식을 공유함.
	협상	상대방에게 동의 또는 반대하며 자신의 의견을 말하거나 질문함으로써 서로의 의견을 통합함.
	해결안 작성	공유 문서에 정보를 요약해 정리하거나 과제에 대한 해결책을 기술함.
협력적 조절	과제 내용 조절	해결안의 방향을 설정하거나 내용의 질을 평가함.
	과제 수행 조절	과제 수행 단계를 설정하거나, 역할을 배분하거나, 시간을 관리하는 등 협력 과제 수행 과정을 계획함.
사회 정서적 상호작용	긍정 감정	상대방 또는 자신의 기여나 협력 과제 결과물에 대해 칭찬하거나 긍정적인 감정을 표현함.
	부정 감정	상대방 또는 자신의 기여나 협력 과제 결과물에 대해 부정적인 감정을 표현함.
	공감	상대방에게 사회적으로 반응함으로써 소속감을 형성함.

최종적으로 도출된 코딩 결과를 기반으로 다음과 같은 분석을 실시하였다. 학습자들이 협력적 문제해결에 참여하면서 코딩스킴에 제시된 하위 상호작용 유형 중 어떤 상호작용을 다른 상호작용에 비해 더 집중적으로 수행했는지를 살펴보기 위해 고수행과 저수행 집단들이 각 상호작용 유형에 소요한 총 시간의 평균을 구하고 크루스칼-왈리스 검정(Kruskal-Wallis test)을 통해 집단 간 차이가 유의한지 살펴보았다. 또한 수행 패턴이 시간의 흐름에 따라 어떻게 변화하는지 추적하기 위해 5분의 읽기 시간을 제외한 25분의 활동 시간을 협력적 문제해결의 초반, 중반,

후반 단계로 구분하고, 단계별로 고수행과 저수행 집단이 특정 상호작용 유형에 소요한 시간의 평균을 구한 후, 마찬가지로 크루스칼 왈리스 검정을 수행해 집단 간 차이를 비교하였다. 협력적 문제해결 과정 중 일어나는 상호작용의 역동성과 관련성을 파악하고자 Shaffer와 동료들(2016)이 제시한 ENA를 활용하였다. ENA는 담화 내용을 텍스트 기반으로 분석하는 도구로, 노드와 링크를 통해 상호작용 유형 간의 동시 출현 빈도, 즉 연결성을 정량화 및 시각화하는 데에 사용된다(진명화 외, 2022). 코딩된 데이터를 ENA 분석 사이트(epistemicnetwork.org)에 업로드하여 분석함으로써 활동 과정 중의 상호작용 패턴을 시각화하였다. 본 연구에서는 협력학습에서의 의미 구성이 개인을 초월한 집단 차원에서 이루어진다는 사회적 구성주의의 이론을 토대로 분석의 단위를 ‘집단’으로 설정하고, 협력적 문제해결 과정에서 평균적으로 4개의 발화가 서로 관련되어 나타난다는 점을 고려해 스탠자(stanza)의 크기를 4로 설정하였다(Shaffer et al., 2016). 협력적 문제해결 수행 수준에 따라 연결망의 구조를 비교하기 위해 고수행, 저수행 집단별 그래프를 생성해 차이를 구하였다. 또한 분석된 결과가 성취 수준에 따른 유의한 차이를 보이는지 확인하기 위해 맨-휘트니 검정을 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 고수행 집단과 저수행 집단 간 상호작용 유형별 소요 시간 차이

수행 수준별로 협력적 문제해결 과정에서 각 상호작용 유형에 소요된 시간의 평균과 표준편차를 계산하고, 집단 간 차이를 비교하는 크루스칼 왈리스 검정을 실시한 결과는 <표 3>과 같다. 인지적 상호작용 측면에서 고수행 집단은 저수행 집단에 비해 문제 정의, 정보 공유, 협상에 들인 평균 시간이 상대적으로 적은 반면, 해결안 작성에는 많은 시간을 투자하였다. 특히 정보 공유에 들인 시간의 경우 고수행 집단은 평균 3.33분($SD = 2.17$)인 반면에, 저수행 집단은 평균 5.86분($SD = 2.47$)으로 저수행 집단이 유의하게 더 많은 시간을 할애한 것으로 나타났다($H = 4.40$, $p = .036$). 협력적 조절의 경우, 상호작용 하위범주 중 과제 내용 조절에 소요한 평균 시간에서 집단 간의 유의한 차이가 확인되었다($H = 5.71$, $p = .017$). 고수행 집단은 12.3분($SD = 5.01$), 저수행 집단은 8.08분($SD = 3.26$) 동안 과제 내용을 조절하였다. 사회 정서적 상호작용의 하위범주에 할애한 시간은 인지적 상호작용이나 협력적 조절에 비해 현저히 적어 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 고수행 집단이 긍정 감정이나 공감 표현에 소요한 평균 시간이 상대적으로 더 많았으며, 부정 감정의 경우 저수행 집단에서 더 많이 나타났다. 이는 상대방이나 자신의 기여 또는 그에 기반하여 산출된 결과물에 대해 부정적으로 표현하기보다는 긍정적인

칭찬을 통해 격려하고, 적극적으로 공감적 반응을 보임으로써 유대감을 형성하는 것이 수행 결과 향상에 도움이 될 수 있음을 시사한다.

<표 3> 성취 수준에 따른 상호작용 유형별 소요 시간에 대한 기술통계 및 크루스칼 월리스 검정 (단위: 분)

범주	하위범주	고수행 집단 <i>M(SD)</i>	저수행 집단 <i>M(SD)</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
인지적 상호작용	문제 정의	.54(.68)	1.10(.87)	2.99	.084
	정보 공유	3.33(2.17)	5.86(2.47)	4.40	.036*
	협상	3.91(2.86)	5.23(2.46)	1.80	.180
	해결안 작성	13.94(4.56)	9.96(4.73)	3.05	.081
협력적 조절	과제 내용 조절	12.30(5.01)	8.08(3.26)	5.71	.017*
	과제 수행 조절	1.77(.86)	2.27(.68)	3.48	.062
사회 정서적 상호작용	긍정 감정	.11(.15)	.09(.17)	.06	.808
	부정 감정	.06(.13)	.17(.45)	.02	.876
	공감	.65(1.44)	.28(.20)	.01	.907

* $p < .05$

초반, 중반, 후반의 시간적 흐름을 반영한 시점에 따라 각 상호작용 유형에 소요된 시간의 평균과 표준편차를 계산하여 나타낸 결과는 <표 4>와 같다. 고수행 집단은 인지적 상호작용 중 문제 정의, 정보 공유, 협상을 비교적 협력학습 활동 초반에 하였다. 반면 저수행 집단은 후반까지도 정보 공유를 하는 경우가 있었으며, 해결안을 작성하는 시기가 문제해결 과정 중반이 아닌, 후반에 몰려있는 패턴을 확인할 수 있었다. 특히 협력학습 중반 시점에 두 집단이 정보 공유 하위범주에 소요한 시간에는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($H = 8.15$, $p = .004$). 인지적 상호작용의 나머지 하위범주에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 또한 고수행 집단의 학습자들은 내용 자체에 대한 조절에 더 집중함에 따라 관련 상호작용이 협력 활동 중 후반부에 많이 이루어졌으며, 특히 협력학습 후반 시점에 집단 간의 유의한 차이가 나타났다($H = 5.16$, $p = .023$). 이는 고수행 집단이 저수행 집단에 비해 해결안의 내용에 대한 계획, 점검, 평가 및 수정 행동에 적극적으로 참여했음을 의미한다. 반면 남은 시간을 확인하거나 서로의 역할을 정하는 과제 수행 과정에 대한 조절은 저수행 집단에서 많이 일어났으며 특히 협력학습 중반 시점에 해당 상호작용에 소요한 시간의 집단 간 차이가 유의하게 나타났다($H = 7.34$, $p = .007$).

<표 4> 시점에 따른 상호작용 유형별 소요 시간 평균(표준편차) (단위: 분)

범주	하위범주	초반		중반		후반	
		고수행	저수행	고수행	저수행	고수행	저수행
인지적 상호작용	문제 정의	.34 (.46)	.67 (.70)	.18 (.49)	.39 (.53)	.02 (.07)	.04 (.10)
	정보 공유	3.09 (1.93)	4.41 (1.64)	.18 (.44)	1.10* (1.34)	.06 (.18)	.35 (.69)
	협상	1.85 (1.42)	1.61 (.98)	1.39 (1.83)	2.82 (2.00)	.67 (1.08)	.74 (.96)
	해결안 작성	2.26 (1.78)	2.13 (2.39)	6.04 (3.31)	3.13 (3.86)	5.64 (3.05)	4.71 (2.64)
협력적 조절	과제 내용 조절	.90 (.58)	.98 (.78)	4.96 (3.58)	3.46 (3.10)	6.44* (3.14)	3.64 (2.22)
	과제 수행 조절	.93 (.53)	.85 (.62)	.42 (.62)	.80* (.25)	.40 (.46)	.62 (.59)
사회 정서적 상호작용	긍정 감정	.01 (.04)	.01 (.02)	.01 (.04)	.04 (.08)	.09 (.14)	.03 (.08)
	부정 감정	.00 (.02)	.03 (.08)	.05 (.12)	.01 (.04)	.01 (.02)	.13 (.38)
	공감	.19 (.29)	.11 (.18)	.07 (.11)	.10 (.07)	.39 (1.26)	.07 (.11)

* $p < .05$

<표 5>에 나타난 고수행 집단 팀 2의 상호작용 예시를 보면 학습자들이 서로가 생각하는 해결안의 방향에 대해 이야기하면서 향후 작성 계획을 구체화하고 있음을 알 수 있다. 이처럼 과제 내용 조절은 협력적 조절의 대상이 해결안의 내용 그 자체가 되는 상호작용으로, 해결안 작성의 방향성을 설정하거나 작성된 해결안의 내용을 평가 및 수정하는 행위를 포괄한다는 점에서 해결안의 내용과는 상관없이 수행 단계에서 서로 간의 역할을 배분하거나 남은 시간을 관리하는 등 수행 과정을 전반적으로 관리 및 계획하는 과제 수행 조절과 차이가 있다. 고수행 집단은 구체적이고 정교한 과제 내용 조절을 하였으며, 협력적 문제해결 과정이 진행될수록 과제 수행 조절은 점차 줄어드는 경향을 보였다. 이와 반대로 저수행 집단의 학습자들은 시간에 대한 확인, 또는 어느 부분을 작성하고 있는지를 점검하는 것과 같은 과제 수행 조절을 지속적으로 보였다. 이 같은 분석 결과는 협력적 문제해결의 성공적 수행을 위해 내용에 대한 직접적인 조절이 충분히 이루어지는 것이 중요함을 보여준다. 이와 다르게 내용에 대한 직접적 조절이 아닌

원활한 수행을 위한 부수적인 조절은 협력적 문제해결에서 꼭 필요하기는 하지만 해당 상호작용에 절대적으로 많은 시간을 투자하는 것은 효과적인 협력이 이루어지지 못하고 있음을 나타내는 하나의 지표가 될 수 있다.

<표 5> 고수행 집단(팀 2) 상호작용 예시: 과제 내용 조절

구분	참여자	상호작용 내용	코드
1	학습자 4	그러면 저희가 방금 말씀하신 내용을 포함을 해서 한다면 중도에서도 약간 반대 입장에 기울어진 방향으로 갈 수 있을까요?	과제 내용 조절
2	학습자 3	네, 제가 생각했을 때는 그런 것 같아요. 반대를 하지만, 일부 어떤 부작용을 방지하기 위해 이런 규제는 필요하다는 입장이 될 것 같은데요?	과제 내용 조절
3	학습자 4	그러면 저희가 일단은 반대 입장으로 가는 것으로 하고... 그 반대 입장으로 가는 이유에 대해서 제 자료에 있는 이 세 가지를 설명을 하면서, 그리고 방금 말씀해주신 찬성 입장인 그러한 사회 경제적 불평등 문제는 GMO의 문제만이 아니라는 것을 언급을 하면서, 그리고 이제 여기에서의 문제인 뭐 알레르기나 특정 음식에 대해서는 이러이러한 규제를 하자. 이런 식으로 가볼까요?	과제 내용 조절

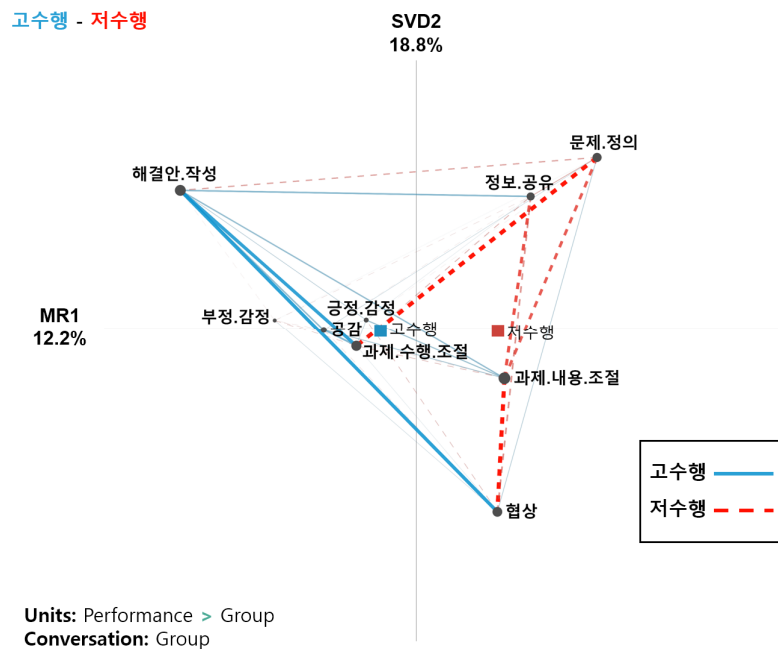
<표 6> 저수행 집단(팀 18) 상호작용 예시: 과제 수행 조절과 정보 공유

구분	참여자	상호작용 내용	코드
1	학습자 35	일단 저게 규제 강화에 대한 찬성이라서, 찬성 근거로는 뭐가 있는지 간단하게 정리를 해주시면 좋을 것 같아요.	과제 수행 조절
2	학습자 36	네, 알겠습니다. 각자 쓴 다음에 한 5분쯤 뒤에 다시 얘기 할까요?	과제 수행 조절
3	학습자 35	네. 아, 저도 그럼 동시에 쓰고 있을게요, 여기다가.	과제 수행 조절
4	학습자 35, 36	(약 12분 동안 해결안 작성란에 각자가 받은 GMO 식품 규제 강화 찬성 및 반대 입장에 대한 읽기 자료의 내용을 요약적으로 적음.)	정보 공유 해결안 작성
5	학습자 36	(서로가 정보 공유를 위해 작성한 내용을 읽어보다가) 그, 반대 중에 2번은 어떤 내용이었을까요?	정보 공유
6	학습자 35	반대 2번... 어떤 거요?	정보 공유
7	학습자 36	(작성된 내용 중 일부분을 하이라이트하며) 이 부분이 어떤 내용인지 좀...	정보 공유

<표 6>에 제시된 저수행 집단 팀 18의 상호작용 예시를 보면, 학습자들이 언어적 소통 없이 각자 자신이 받은 자료를 요약하여 정리하는 형태로 서로가 알고 있는 정보를 상대방에게 알려 주었으나 서로가 작성한 내용에 대해 잘 이해하지 못해 다시 구두로 설명을 요청하는 등 정보 공유 상호작용이 중복적으로 이루어졌음을 확인할 수 있다. 즉, 저수행 집단 학습자들은 관련 정보를 서로 나눔에 있어서 비효율적인 방법을 활용함에 따라 문제해결에 필요한 정보 공유에 소비한 시간이 길어졌음을 알 수 있다. 반면, 고수행 집단 학습자들은 주어진 문제해결 과제를 이해하거나 관련된 정보를 서로 나누고, 이에 대한 의견을 교환하여 합치에 이르기까지 많은 시간을 필요로 하지 않았다. 고수행 집단의 학습자들은 최소한의 시간을 활용하여 해결안 작성을 위해 필요한 단계를 수행하고 논의된 내용을 실제 글로 써내는 데에 전략적으로 더 많은 시간을 투자했다.

2. 고수행 집단과 저수행 집단 간 상호작용 유형의 연결성 패턴 차이

ENA를 통해 협력적 문제해결 과정에서 나타나는 상호작용 유형 간의 연결성을 [그림 2]와 같이 시각화하였다. [그림 2]는 고수행 집단의 그래프와 저수행 집단의 그래프를 동일한 사분면 위에 표시하여 두 그래프 간의 차이를 시각화한 것으로, 노드들 간의 연결 가중치를 나타내는 선이 파란색일 경우 저수행 집단에 비해 고수행 집단에서 두드러지는 연결성을, 반대로 선이 빨간



[그림 2] 고수행 집단과 저수행 집단 간 상호작용 유형의 연결성 패턴 차이(ENA)

색일 경우 고수행 집단에 비해 저수행 집단에서 두드러지는 연결성을 나타내고 있다(Shaffer et al., 2016). 노드의 위치에 따라 축의 의미를 해석하였을 때, 주어진 문제나 정보에 대한 표면적 탐색 및 요약에 해당하는 문제 정의 및 정보 공유가 가장 위쪽에, 문제해결을 위해 서로 다른 의견을 고차원적으로 조율하고 통합하는 협상이 가장 아래쪽에 위치한 것으로 보아 y축은 상호작용의 깊이를 의미한다고 볼 수 있다(Sun et al., 2017). 그래프의 오른쪽 끝에 문제 정의, 왼쪽 끝에 해결안 작성이 위치하는 것을 통해서는 x축이 문제해결의 단계 중 중점이 된 상호작용이 문제에 대한 탐색이나 파악인지, 문제를 실제 해결하기 위한 실행인지를 나타내고 있음을 알 수 있다. 성취 수준에 따른 집단 간 차이를 파악하기 위해 맨-휘트니 검정을 실시한 결과, x축에 따라 고수행 집단과 저수행 집단 간의 유의한 차이가 확인되었다($U = 18.00, p < .01$).

고수행 집단의 경우, 해결안 작성을 중심으로 정보 공유(연결 가중치 차이 .04), 협상(연결 가중치 차이 .09), 과제 내용 조절(연결 가중치 차이 .03), 과제 수행 조절(연결 가중치 차이 .08) 등 다른 상호작용 유형들 간의 연결성이 저수행 집단에 비해 두드러지게 나타났다. 이는 상호작용 유형별 평균 시간 분석 결과에서 고수행 집단이 전략적으로 과제를 수행한 특성과 일맥상통하는 것으로 해석할 수 있다. 고수행 집단은 저수행 집단에 비해 정보 공유나 협상에 실제 소요한 시간이 많지 않았지만, 서로가 알고 있는 정보를 나누거나 이에 대한 의견을 주고받은 후 해당 내용을 요약하여 정리하거나 해결안 작성의 아이디어로 연결시켜 작성하는 등의 행동들 보임으로써 효율적으로 과제를 수행하였다. <표 7>에 나타난 상호작용 예시에서도 이러한 특징이 잘

<표 7> 고수행 집단(팀 6) 상호작용 예시: 해결안 작성

구분	참여자	상호작용 내용	코드
1	학습자 12	(해결안 작성을 위해 말하는 내용을 요약해 적어두며) 그리고 검증을 했을 때, 한 기업에서만 검증을 하면 좀 유리한 측으로 검증을 할 수 있으니까 다른 뭐... 위탁 연구원이나? 등등의 교차 검증이 필요하다고 생각해서 교차 검증을 해결책으로 제시해 보았습니다. 혹시 어떻게 생각해 보셨나요?	협상 해결안 작성
2	학습자 11	저랑 비슷하게 생각을 하셨던 것 같아요.	공감
3	학습자 11	여기 반대에서 이렇게 근거를 제시했지만, 저 같은 경우도 예측 불가능한 위험성이 발생할 수 있을 것 같다고 생각을 했었거든요. 그래서 충분한 실험을 거치고, 추가적으로 제한적으로 운영을 하되, 문제가 발생하면 빠르게 대처할 수 있는 그런 프로토콜을 마련해두어야 하지 않나, 저는 그것도 추가를 했던 것 같아요.	협상
4	학습자 12	(학습자 11의 제안을 '해결책 브레인스토밍'이라는 해결안 부분에 요약하여 작성함)	해결안 작성

나타나 있다. 고수행 집단인 팀 6의 학습자들은 자신 또는 상대방이 문제해결의 토대가 될 수 있는 아이디어나 의견을 제시할 때, 이를 단순히 듣는 것에서 그치지 않고 한층 더 나아가 키워드로 요약해 해결안 작성란에 정리해두는 모습을 보였다. 향후 해당 팀은 요약적으로 작성해 둔 내용을 연결 및 조직화하여 하나의 완성도 높은 해결안으로 발전시켰다.

또한 고수행 집단은 공감과 과제 수행 조절(연결 가중치 차이 .04) 및 해결안 작성(연결 가중치 차이 .04) 간의 연결성이 저수행 집단에 비해 높은 것으로 확인되었다. 이는 고수행 집단의 학습자들이 수행 단계에서 협의해야 하는 사항들 또는 작성하는 내용에 대해 맞장구치거나 이해하고 있음을 표현하는 등의 사회적 반응을 적극적으로 보임으로써 고무적인 분위기를 형성한 것으로 해석할 수 있다.

저수행 집단의 경우, 문제 정의와 과제 내용 조절(연결 가중치 차이 .07), 과제 수행 조절(연결 가중치 차이 .1)이 강한 연결성을 보였다. 저수행 집단 팀 15의 상호작용 내용이 드러난 <표 8>을 보면 학습자들이 제시된 과제의 의미와 의도를 파악하지 못해 혼란스러워하고 있다. 이에 따라 문제가 무엇을 요구하고 있는지 다시 점검하고 논의하는 과정에서 과제의 작성 방향성을 서로 묻는 과제 내용 조절이 나타났으며, 관련 논의에 시간을 할애하다 결국 종료 시각에 대한 압박을 느끼며 남아 있는 가용 시간을 반복적으로 확인하는 과제 수행 조절 상호작용이 나타났다. 이는 과제 이해 및 정향에 정해진 시간의 많은 부분을 할애하게 되면서 실제 해결안을 작성하는 시간이 줄어들어 따라 나타나게 된 패턴이라고 볼 수 있다.

<표 8> 저수행 집단(팀 15) 상호작용 예시: 문제 정의

구분	참여자	상호작용 내용	코드
1	학습자 30	어 근데 저희가... 이걸 포함하는 건 좋은데, 저희가 해야하는 내용이 해결안을 쓰는 거여서 서론에서 저희가 해결안을 제시해야 하지 않을까요?	문제 정의
2	학습자 29	아, 그래요? 잠시만요, 문제 다시 읽어볼게요. 어...(다시 제시된 문제를 읽어본다.) 음, 그러면은 이거에 대해서 조금 더 논의를 해봐야 될 것 같네요.	문제 정의
3	학습자 30	네, 어떻게 (주어진 문제를) 해결할 수 있을까요?	과제 내용 조절
4	학습자 30	근데 이게 몇 분 까지죠?	과제 수행 조절
5	학습자 29	저희가 아까 25분을 주셨으니까... 50분? 49분까지였던 것 같아요.	과제 수행 조절 문제 정의
6	학습자 30	아 49분이요? 그럼 어떡하지? 하... 네.	과제 수행 조절

저수행 집단 상호작용에서는 과제 내용 조절과 정보 공유(연결 가중치 차이 .08), 협상(연결 가중치 차이 .1) 간 연결성 또한 상대적으로 높게 나타났다. 협상 내용을 토대로 해결안 내용 작성의 방향성을 설정하고자 하는 과정에서 학습자들이 서로가 이야기한 것에 대해 완벽하게 이해하지 못해 다시 질문하거나 잘못 이해한 내용을 지적하는 등 소통의 어려움이 관찰되었다. 이처럼 저수행 집단에서는 문제가 무엇인지 규정하고 그에 따른 과제 내용 작성의 방향을 논의하는 과정에서 팀 구성원 간의 합의가 빠르게 이루어지지 않아 정보 공유와 협상이 반복적으로 일어나는 패턴을 확인할 수 있었다. 이러한 패턴은 저수행 집단의 학습자들이 과제의 의미나 다른 학습자의 의도를 이해하는 데에 있어서 어려움과 혼란을 겪었음을 보여준다. 따라서 자연스럽게 앞서 상호작용 유형별 평균 시간 분석 결과에서 다룬 것과 같이 관련된 논의를 하는 시간 또한 많아진 것임을 알 수 있다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 협력적 문제해결 수행 수준에 따라 상호작용 유형별 시간 및 연결성 패턴에 어떠한 차이가 나타나는지 파악하고자 하였다. 선행 연구에서는 인지적 상호작용, 협력적 조절, 사회 정서적 상호작용의 협력적 문제해결 수행과 관련된 세 가지 상호작용 유형 중, 인지적 상호작용만을 다루거나(Chang et al., 2017; Lin et al., 2014), 이를 제외한 협력적 조절 및 사회 정서적 상호작용에 초점을 맞추어(Kwon et al., 2014) 서로 다른 세 상호작용 유형 간의 긴밀한 연결을 파악하기 어려웠다. 이러한 제한점을 극복하기 위해 본 연구에서는 해당 상호작용 유형들을 복합적으로 고려하여 협력적 문제해결 과정을 보다 포괄적으로 이해하고자 하였다. 또한 단순히 협력적 문제해결 과정이 어떤 순서로 변화하느냐(Malmberg et al., 2017)가 아니라, 활동의 진행 시점을 초반, 중반, 후반으로 명료하게 나누어 특정 시점에서 고수행 집단과 저수행 집단이 보이는 차이를 비교함으로써 언제 어떠한 교수적 개입이 이루어져야 하는지에 대한 방향성을 결정하는 데에 참고할 수 있는 정보를 제시했다는 점에서 기존 연구와 차별성이 있다.

연구 결과의 의미를 고수행 집단과 저수행 집단의 상호작용 패턴의 특성을 중심으로 종합해 논의하고 교육적 시사점을 도출하였다. 먼저, 협력적 문제해결의 수행 결과가 좋았던 고수행 집단의 학습자들은 인지적 상호작용 측면에서 문제 정의, 정보 공유, 협상에 물리적으로 들인 시간이 적었으며, 해당 상호작용을 문제해결의 초기 단계에 집중적으로 수행하였다. 또한 과제 내용에 대한 조절에 많은 시간을 할애하는 것으로 나타났다. 상호작용 유형 간 연결성 측면에서도 문제 정의, 정보 공유, 협상과 해결안 작성 간의 연결성이 높아 논의된 내용을 실질적으로 해결안 작성에 반영하는 전략적인 수행 패턴이 확인되었다. 특히 공감과 과제 수행 조절 및 해결안 작성 간 연결성이 높게 나타난 것을 통해 고수행 집단이 협력적 문제해결 과정 중 고무적 분위

기를 형성하고자 하였음을 알 수 있었다. 이와 반대로 저수행 집단의 경우 팀원 간의 효율적인 정보 공유가 일어나지 않아 해당 유형에 소요한 평균 시간이 유의하게 높았으며, 이로 인해 해결안 작성을 후반에 몰아서 수행하는 경향이 나타났다. 또한 과제 수행 조절 상호작용이 고수행 집단에 비해 문제해결 후반에 많이 나타났다. 상호작용 유형 간 연결성 측면에서는 문제 정의와 과제 수행 조절 간의 연결성, 과제 내용 조절과 정보 공유 및 협상의 연결성이 높게 나타나는 등 문제가 요구하는 바나 서로의 발화에 대한 전반적인 이해가 떨어지는 소통의 어려움을 관찰할 수 있었다.

연구 결과를 바탕으로 고수행 집단의 학습자들이 협력적 문제해결 초기에 공유된 정신 모델(shared mental model)을 성공적으로 형성하였다는 해석을 도출할 수 있다(Kwon et al., 2014; Van den Bossche et al., 2011). 공유된 정신 모델이란 주어진 과제나 문제 상황의 핵심 요소에 대해 팀원들이 공통적으로 가지고 있는 정신적 표상(Klimoski & Mohammed, 1994), 한 명의 팀원이 문제 상황에 대한 자신의 생각을 드러내며 의미를 생성하고, 다른 팀원이 이에 대해 자신의 해석을 추가하거나 기존의 제시된 의미를 일부 수정하는 과정을 통해 상호 합의를 바탕으로 형성된다(Van den Bossche et al., 2011). 공유된 정신 모델은 협력적 문제해결 과정에서 의사소통이 효율적으로 이루어지도록 함으로써 성공적인 수행을 도울 수 있다(Stout et al., 1999). 이는 집단의 구성원들이 문제를 협력적으로 해결하기 전에 문제에 대한 자신의 개인적 이해와 배경지식, 견해 등을 서로 충분히 공유하도록 안내해야 하며 이러한 지원이 집단 활동 초반에 적극적으로 이루어져야 함을 시사한다.

나아가 본 연구 결과는 작성한 해결안의 내용에 대해 끊임없이 점검하고 평가하는 과제 내용 조절이 수행 결과를 향상시키는 데에 중요한 역할을 함을 드러낸다. 선행 연구에서는 과제와 직접적으로 관련된 문제를 해결하고자 활용하는 조절 전략을 심층적인 수준의 조절로 보았고, 시간이나 환경을 관리하는 등 과제와의 연결성이 낮은 조절 전략을 일상적인 수준의 것으로 평가하며 일상 수준의 전략이 아닌 심층 수준의 전략이 필요함을 강조하기도 하였다(Malmberg et al., 2015). Van Boxtel과 동료들(2000)은 과제가 어떠한 성격의 산출물을 요구하느냐에 따라 협력 패턴이 영향을 받을 수 있다고 하였다. 이를 미루어 보았을 때, 본 연구의 결과는 글쓰기 기반 과제를 수행할 때 내용과 관련된 조절이 특히 더 요구될 수 있음을 보였다고 할 수 있다. 내용이 아닌 수행에 대한 조절이 적정 수준 이상으로 이루어지는 경우, 과제가 원활하게 진행되지 않고 있음을 의미할 수 있으므로 전반적인 과제 완성도를 위해 이러한 특성이 관찰되었을 때 교육적 개입을 통해 협력학습에 지원을 제공할 필요성이 있다.

마지막으로, 본 연구 결과를 통해 협력적 문제해결 과정에서 사회 정서적 상호작용이 가지는 중요성을 확인할 수 있다. 과거 대부분의 연구들이 인지적 상호작용에 초점을 맞추어 이루어졌고, 사회 정서적 상호작용의 가치와 그 역할에 대한 관심이 높아진 것은 비교적 최근이다(Isohätälä et al., 2020). 하지만 협력적 문제해결의 수행 수준이 높았던 집단에서 긍정적 감정 및

공감과 같은 사회 정서적 상호작용이 많이 이루어지고, 특히 공감과 과제 수행 조절 및 해결안 작성 간의 연결성이 비교적 높게 나타났다는 점을 고려할 때 사회 정서적 상호작용이 협력적 문제해결에서 인지적 상호작용 못지않게 중요함을 짐작할 수 있다. 협력적 문제해결 과정을 진행함에 있어서 긍정적이고 고무적인 사회 정서적 상호작용이 적절히 이루어지는 것은 수행 결과를 고취시키는 공동체 의식 형성에 도움이 된다.

본 연구를 통해 온라인 협력적 문제해결 과정에서 수행 수준에 따라 상호작용 패턴 상에 다양한 차이가 발생함을 밝혔다. 교수자는 좋은 수행 수준을 보인 집단이 가지는 과정적 특성에 기반하여 활동에 대한 적절한 지원과 스캐폴딩을 제공할 수 있다. 온라인 학습의 전 과정을 모니터링하기에 어려움이 있을 경우, 활동 과정상에서 학습자들 스스로가 점검할 수 있도록 체크리스트나 가이드라인을 만들어 제공함으로써 학습자들에게 도움을 제공해야 한다. 학습자들은 교수자가 제공하는 지침을 활용하여 온라인에서의 협력적 문제해결 과정을 메타적으로 인지하고, 어려움이 발생했을 시 적극적으로 교사의 도움을 구하는 등 해결을 추구함으로써 비대면 학습환경이 가지는 문제점을 극복할 수 있다. 하지만 본 연구는 실험실의 통제된 조건 아래에 이루어졌으므로 자연스러운 맥락에서 일어나는 학습의 모습을 담아내기에는 일부 한계가 있다. 특히 정해진 시간 안에 과제를 빠르게 마무리해야 했다는 점에서 과제와 직접적인 관련성이 다소 떨어지는 사회 정서적 상호작용이 풍부히 나타나지 못했다. 따라서 향후 세 명 이상의 학습자가 참여하는 실제 온라인 수업 또는 과제 수행 과정을 장기적인 관점에서 살펴볼 필요가 있다.

참고문헌

- 박성익, 조영환 (2005). 문제의 구조화수준과 표면유사성이 유추전이에 미치는 효과. *아시아교육연구*, 6(2), 71-94.
- (Translated in English) Park, S. I., & Cho, Y. H. (2005). A study on the effect of problems' structuredness and source problems' surface similarity on analogical transfer. *Asian Journal of Education*, 6(2), 71-94.
- 이현경, 조영환, 강다현, 설보연 (2017). 컴퓨터 기반 협력적 문제해결에서 집단조절 활동에 따른 군집별 학습과정과 결과. *교육공학연구*, 33(3), 625-652.
- (Translated in English) Lee, H. K., Cho, Y. H., Kang, D. H., & Seol, B. Y. (2017). Learning process and outcomes of group regulation clusters in computer-supported collaborative problem solving. *Journal of Educational Technology*, 33(3), 625-652.
- 임규연, 진명화, 정유진, 김혜준, 이다혜 (2023). 국내외 협력학습분석학(Collaborative Learning Analytics) 연구 동향에 대한 체계적 문헌고찰. *교육공학연구*, 39(4), 1081-1121.
- (Translated in English) Lim, K. Y., Jin, M. H., Jung, Y. J., Kim, H. J., & Leel, D. H. (2023). Systematic literature review of research trends in collaborative learning analytics. *Journal of Educational Technology*, 39(4), 1081-1121.
- 조규락, 조영환 (2019). 문제해결과 학습 디자인. 학지사.
- (Translated in English) Cho, K. L., & Cho, Y. H. (2019). *Problem solving and learning design*. Hakjisa.
- 진명화, 정유진, 박은주, 김혜준, 임규연 (2022). 인식연결망분석(ENA)을 적용한 문제해결과정 비교: 초급자와 중급자, 전문가의 문제해결과정 탐색. *교육공학연구*, 38(4), 1059-1094.
- (Translated in English) Jin, M. H., Jung, Y. J., Park, E. J., Kim, H. J., & Lim, K. Y. (2022). Comparison of the problem-solving process of novices, intermediates and experts: Using epistemic network analysis. *Journal of Educational Technology*, 38(4), 1059-1094.
- 한예진, 조영환 (2019). 시각화 도구를 활용한 온라인 협력학습 과정 탐색: 디자인 과제를 중심으로. *교육공학연구*, 35(3), 787-816.
- (Translated in English) Han, Y. J., & Cho, Y. H. (2019). Exploring online collaborative learning process with a visualization tool for a design task. *Journal of Educational Technology*, 35(3), 787-816.
- Barron, B. (2003). When smart groups fail. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(3), 307-359.
- Chang, C. J., Chang, M. H., Chiu, B. C., Liu, C. C., Chiang, S. H. F., Wen, C. T., Hwang, F. K., Wu, Y. T., Chao, P. Y., Lai, C. H., Wu, S. W., Chang, C. K., & Chen, W. (2017). An analysis of student collaborative problem solving activities mediated by collaborative simulations. *Computers & Education*, 114, 222-235.
- Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.
- DiDonato, N. C. (2013). Effective self-and co-regulation in collaborative learning groups: An analysis of how students regulate problem solving of authentic interdisciplinary tasks. *Instructional Science*, 41, 25-47.
- Enyedy, N., & Stevens, R. (2016). Analyzing collaboration. In Sawyer, R. K. (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Graesser, A. C., Foltz, P. W., Rosen, Y., Shaffer, D. W., Forsyth, C., & Germany, M. L. (2018). Challenges of assessing collaborative problem solving. In Care, E., Griffin, P., & Wilson, M. (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer.
- Hmelo-Silver, C., & Jeong, H. (2023). *Computer-Supported Collaborative Learning*. EdTech Books.
https://edtechbooks.org/foundations_of_learn/cscl?action=endorse
- Isöhätälä, J., Näykki, P., & Järvelä, S. (2020). Cognitive and socio-emotional interaction in collaborative learning: Exploring fluctuations in students' participation. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(6), 831-851.
- Järvelä, S., Kirschner, P. A., Panadero, E., Malmberg, J., Phielix, C., Jaspers, J., Koivuniemi, M., & Järvenoja, H. (2015). Enhancing socially shared regulation in collaborative learning groups: Designing for CSCL regulation tools. *Educational Technology Research and Development*, 63, 125-142.
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C. E., & Jo, K. (2019). Ten years of computer-supported collaborative learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005-2014. *Educational Research Review*, 28, 100284.
- Jonassen, D. H., & Cho, Y. H. (2011). Fostering argumentation while solving engineering ethics problems. *Journal of Engineering Education*, 100(4), 680-702.
- Klimoski, R., & Mohammed, S. (1994). Team mental model: Construct or metaphor?. *Journal of Management*, 20(2), 403-437.
- Kreijns, K., Kirschner, P. A., & Jochems, W. (2003). Identifying the pitfalls for social interaction in computer-supported collaborative learning environments: A review of the research. *Computers in Human Behavior*, 19(3), 335-353.
- Kwon, K., Liu, Y. H., & Johnson, L. P. (2014). Group regulation and social-emotional interactions observed in computer supported collaborative learning: Comparison between good vs. poor collaborators. *Computers & Education*, 78, 185-200.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174.
- Lin, K. Y., Yu, K. C., Hsiao, H. S., Chang, Y. S., & Chien, Y. H. (2020). Effects of web-based versus classroom-based STEM learning environments on the development of collaborative problem-solving skills in junior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 30, 21-34.
- Lin, P. C., Hou, H. T., Wu, S. Y., & Chang, K. E. (2014). Exploring college students' cognitive processing patterns during a collaborative problem-solving teaching activity integrating Facebook discussion and simulation tools. *The Internet and Higher Education*, 22, 51-56.
- Malmberg, J., Järvelä, S., & Järvenoja, H. (2017). Capturing temporal and sequential patterns of self-, co-, and socially shared regulation in the context of collaborative learning. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 160-174.
- Malmberg, J., Järvelä, S., Järvenoja, H., & Panadero, E. (2015). Promoting socially shared regulation of learning in CSCL: Progress of socially shared regulation among high-and low-performing groups. *Computers in Human Behavior*, 52, 562-572.
- Mänty, K., Järvenoja, H., & Törmänen, T. (2020). Socio-emotional interaction in collaborative learning: Combining individual emotional experiences and group-level emotion regulation. *International Journal of*

- Educational Research*, 102, 101589.
- Nyikos, M., & Hashimoto, R. (1997). Constructivist theory applied to collaborative learning in teacher education: In search of ZPD. *The Modern Language Journal*, 81(4), 506-517.
- OECD (2017)., *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving*. OECD Publishing.
- Ouyang, F., Chen, Z., Cheng, M., Tang, Z., & Su, C. Y. (2021). Exploring the effect of three scaffoldings on the collaborative problem-solving processes in China's higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18, 1-22.
- Rojas, M., Nussbaum, M., Guerrero, O., Chiuminatto, P., Greiff, S., Del Rio, R., & Alvares, D. (2022). Integrating a collaboration script and group awareness to support group regulation and emotions towards collaborative problem solving. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 17(1), 135-168.
- Russell, D. R. (1993). Vygotsky, Dewey, and externalism: Beyond the student/discipline dichotomy. *Journal of Advanced Composition*, 173-197.
- Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A tutorial on epistemic network analysis: Analyzing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. *Journal of Learning Analytics*, 3(3), 9-45.
- Stout, R. J., Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Milanovich, D. M. (1999). Planning, shared mental models, and coordinated performance: An empirical link is established. *Human Factors*, 41(1), 61-71.
- Sun, C., Shute, V. J., Stewart, A., Yonehiro, J., Duran, N., & D'Mello, S. (2020). Towards a generalized competency model of collaborative problem solving. *Computers & Education*, 143, 103672.
- Sun, Z., Liu, R., Luo, L., Wu, M., & Shi, C. (2017). Exploring collaborative learning effect in blended learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(6), 575-587.
- Thompson, L., & Ku, H. Y. (2006). A case study of online collaborative learning. *Quarterly Review of Distance Education*, 7(4), 361.
- Van Boxtel, C., Van der Linden, J., & Kanselaar, G. (2000). Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge. *Learning and Instruction*, 10(4), 311-330.
- Van den Bossche, P., Gijssels, W., Segers, M., Woltjer, G., & Kirschner, P. (2011). Team learning: Building shared mental models. *Instructional Science*, 39, 283-301.
- Veerman, A., Andriessen, J., & Kanselaar, G. (2002). Collaborative argumentation in academic education. *Instructional Science*, 30, 155-186.
- Weinberger, A., & Fischer, F. (2006). A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. *Computers & Education*, 46(1), 71-95.
- Zhang, S., Gao, Q., Sun, M., Cai, Z., Li, H., Tang, Y., & Liu, Q. (2022). Understanding student teachers' collaborative problem solving: Insights from an epistemic network analysis (ENA). *Computers & Education*, 183, 104485.

<요 약>

온라인 협력적 문제해결에서 고수행 집단과 저수행 집단 간 상호작용 패턴의 차이*

박소미¹⁾ · 신부경²⁾ · 김미송³⁾ · 조영환^{4)†}

¹⁾서울대학교 교육학과 석사 · ²⁾서울대학교 교육학과 석사과정

³⁾웨스턴 온타리오 대학교 교육학과 교수 · ⁴⁾서울대학교 교육학과 교수, 학습과학연구소장

협력적 문제해결은 미래 핵심 역량으로, 실세계의 문제가 점차 복잡하고 다양해지는 상황에서 크게 주목받고 있다. 학습자의 자율성이 높은 온라인 환경에서 협력적 문제해결이 효과적으로 이루어지기 위해서는 서로 다른 아이디어를 공유 및 통합하고 전체적인 협력의 절차를 조절할 필요가 있는데, 이러한 과정이 성공적이지 않으면 협력적 문제해결의 수행 결과가 만족스럽지 못할 수 있다. 본 연구에서는 온라인상의 협력적 문제해결 수행 수준을 구분하고 각 수준에 따라 집단 내에서 학습자들이 보이는 상호작용 패턴을 비교하여 차이를 분석함으로써 효과적인 협력적 문제해결 수행을 지원하기 위한 교육적 시사점을 도출하고자 하였다. 이를 위해 두 명의 학습자를 한 집단으로 하여 총 25팀의 온라인 협력적 문제해결 과정에 대해 상호작용 유형별 소요 시간을 산출하고, 유형 간 연결성 패턴을 나타내는 인식론적 연결망 분석(epistemic network analysis)을 실시하였다. 협력적 문제해결에서 고수행 집단은 과제 내용 조절을 활동 후반에 더 많이 수행하였고, 저수행 집단은 정보 공유와 과제 수행 조절을 활동 중반에 더 많이 수행하였다. 상호작용 유형의 연결성 패턴 분석 결과, 고수행 집단은 해결안 작성을 중심으로 정보 공유, 협상, 과제 내용 조절의 연결성이 높게 나타났으며, 공감과 과제 수행 조절 및 해결안 작성 간 연결성이 두드러졌다. 저수행 집단은 문제 정의를 중심으로 과제 내용 조절, 과제 수행 조절이 강한 연결성을 보였다. 본 연구 결과를 바탕으로 학습자들의 온라인 협력적 문제해결을 돕기 위한 구체적인 교육적 지원에 대한 시사점을 제공할 수 있다.

주제어 : 협력적 문제해결, 상호작용 패턴, 인식론적 연결망 분석

* 본 논문은 ‘2024 International Society of the Learning Sciences (ISLS) 학술 대회’ 발표 논문을 보완·발전시킨 것임.

† 교신저자: 조영환, 서울대학교, 교수 (E-mail: yhcho95@snu.ac.kr)