

스마트 기기를 활용한 소집단 과학 학습에서 학생의 언어적 상호작용 분석

윤정현 · 강석진[†] · 안인영 · 노태희*

서울대학교 화학교육과

[†]전주교육대학교 과학교육과

(접수 2017. 1. 5; 게재확정 2017. 4. 5)

Analyses of Verbal Interaction among Students in Small Group Science Learning Using Smart Devices

Jeonghyun Yun, Sukjin Kang[†], Inyoung Ahn, and Taehee Noh*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea. *E-mail: noth@snu.ac.kr

[†]Department of Science Education, Jeonju National University of Education, Jeonju 55101, Korea.

(Received January 5, 2017; Accepted April 5, 2017)

요 약. 이 연구에서는 스마트 기기를 활용한 소집단 과학 학습 과정에서 사전 성취 수준에 따른 언어적 상호작용을 분석하였다. 서울시의 한 남녀 공학 고등학교에서 사전 성취 수준 측면에서 이질적으로 구성된 4개의 소집단이 참여하였다. 스마트 기기를 활용한 소집단 과학 학습 과정에서 일어나는 언어적 상호작용을 녹음 및 녹화하고 기록 원고를 작성한 뒤 분석하였다. 학생들 사이의 언어적 상호작용은 개별 진술과 상호작용 단위 수준에서 분석하였다. 연구 결과, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 학생 사이의 언어적 상호작용은 과제 관련 진술의 빈도가 높았는데, 특히 정보 설명, 정보 질문, 기준 반성의 빈도가 높았다. 방향 설명, 기준 반성, 진행에서는 사전 성취 수준 상위 학생들의 진술 빈도가 높게 나타났고, 방향 질문, 정보 설명에서는 하위 수준 학생들의 진술 빈도가 높게 나타났다. 상호작용 단위에서는 지식 구성 상호작용 중 대칭적 정교화 상호작용의 빈도가 높았는데, 특히 누적형과 평가형이 높게 나타났다.

주제어: 과학 학습, 스마트 기기, 소집단 학습, 언어적 상호작용

ABSTRACT. In this study, we analyzed verbal interactions in small group science learning using smart devices by the level of prior achievement. Four heterogeneous groups at a coed high school in Seoul participated. Verbal interactions during small group science learning were audio- and video-taped, transcribed, and analyzed. Verbal interactions were analyzed at the levels of a turn and an interaction unit. The results revealed that the frequencies of verbal interactions were high in task category, especially at information explanation, information question, and reflection on standards subcategories. Furthermore, the frequencies of high-level students at direction explanation, reflection on standards and progress subcategories were higher than those of low-level students, and the frequencies of low-level students at direction question and information explanation subcategories were higher than their counterpart. In the analyses of the interaction units, the frequencies in symmetric elaborated interaction were high, especially at cumulative and evaluative subcategories.

Key words: Science learning, Smart device, Small group learning, Verbal interaction

서 론

지식정보화 사회에서는 과학의 교수·학습 형태가 교과서의 지식을 학생에게 전달하는 것이 아니라 학생이 스스로 정보를 탐색하고 수집한 정보를 새롭게 구성하고 공유하는 능력을 기를 수 있는 형태로 변해야 한다.¹ 우리나라의 2015 개정 과학과 교육과정에서도 다양한 매체를 통하여 수집한 과학기술 정보를 분석하고 평가하여 공동체의 지식으로 공유하고 확장해가는 학습 과정을 강조하고 있다.² 이러한 목표를 달성하기 위해서는 과학 수

업에서 학생 사이의 활발한 의사소통을 통해 정보를 적극적으로 제공하고 비판적으로 받아들일 수 있는 학습 환경이 조성되어야 한다.

학습에 대한 사회적 구성주의 관점에 따르면 학생들 간의 의사소통을 위한 상호작용은 지식 구성에서 중요한 역할을 한다.³ 과학교육에서도 사회적 상호작용을 강화하기 위한 소집단 학습이나 협동학습 전략을 적용한 연구들이 많이 있었으나, 사회적 상호작용의 양과 수준이 학습 전략이나 학습자의 특성 등에 따라 편차가 심한 것으로 나타났다.^{4,5} 또한 성취도 측면에서 이질적으로 구성된 소

집단의 경우, 상위 수준 학생들은 하위 수준 학생들에게 도움을 주고 하위 수준 학생들은 도움을 요청하고 받는 형태의 상호작용이 주로 나타나는 것으로 보고되었다.^{5,6}

그런데 최근에 들어 필요한 정보를 즉각 획득하고 실시간으로 공유할 수 있는 환경이 가능해졌다.⁷ 인터넷과 스마트 기기를 활용한 학습에 대한 연구 결과, 스마트 기기의 활용은 실시간 정보의 탐색과 학생 상호간의 정보 공유를 용이하게 하여 공동의 지식 구성을 촉진하는 것으로 나타났다.⁸ 학습에서 인터넷과 스마트 기기의 활용은 다른 학생과 정보를 교류하는 과정에서 학습 과정을 점검함으로써 학업 성취에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다.⁹ 또한 공동 문서 작성 어플리케이션 등의 클라우드 기반 상호작용 도구를 활용하면 공동 과제를 해결해가는 과정에서 학생의 상호작용이 활발해지고 수업 참여도가 향상되는 것으로 보고되었다.¹⁰⁻¹²

비고츠키에 의하면 새로운 문화적 도구나 매개 수단에 의해 인간의 행위가 달라질 수 있으므로,¹³ 스마트 기기의 도입은 교실에서 이루어지는 학습자의 상호작용의 형태에 영향을 미칠 수 있다. 스마트 기기를 사용하는 학습 환경에서는 과제 해결에 필요한 정보를 수집하여 공유할 수 있으므로 과제 해결 과정에서 정보의 격차가 존재하는 전통적인 학습 환경과 다른 방식으로 구성원 사이의 상호작용이 이루어질 가능성이 있다. 또한 지식의 공유를 촉진하기 위해 활용하는 공동 문서 작성 어플리케이션도 소집단 학습 과정에 영향을 미칠 수 있다.

그러나 스마트 기기를 활용한 수업에서 학생들의 상호작용을 조사한 연구는 부족한 실정이다. 스마트 폰을 활용한 토론에서 학생들의 글을 분석하거나¹⁴ 유아 교육에서 교사와 유아 및 스마트 교구 간의 상호작용을 조사한 연구들이^{15,16} 있었으나, 학생들이 스마트 기기를 활용하여 소집단 구성원과 어떠한 형태로 상호작용하여 지식을 구성해가는 지에 대한 구체적인 정보를 얻기에는 부족하다.

따라서 이 연구에서는 과학 수업에서 스마트 기기를 활용하여 공동의 과제를 해결하는 소집단 학습의 진행 과정을 구체적으로 이해하기 위하여 소집단 학습 과정에서 나타나는 학생들의 언어적 상호작용을 개별 진술과 상호작용 단위에서 분석하였다. 개별 진술 측면에서는 사전 성취 수준에 따른 빈도를 비교하여 학생들의 상호작용 참여 정도와 형태를 조사하였다. 소집단 학습의 전체적인 흐름을 파악하기 위하여 상호작용 단위의 분석을 실시하여 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 과정에서 언어적 상호작용의 특징을 고찰하였다.

연구 방법

연구 대상

이 연구는 서울시의 한 남녀 공학 고등학교 2학년 16명을 대상으로 진행하였다. 이 학생들은 스마트 기기를 활용한 소집단 과학 학습을 실시한 연구에¹⁷ 참여한 소집단 중 무작위로 선정한 4개 소집단의 구성원이다. 모든 소집단은 4인 1조로 사전 성취 수준에 따라 상위 2명, 하위 2명의 학생으로 이질적으로 구성하였고 스마트 기기를 개별적으로 가지고 있었다. 수업을 담당한 교사는 경력 4년의 화학교육 전공 여교사였다. 사전 워크숍을 실시하여 학생들이 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 방법에 대하여 충분히 숙지하도록 하였다. 학생들이 스마트 기기를 활용한 소집단 학습과 녹음녹화 및 수업 관찰에 익숙해지도록 처치 이전에 오리엔테이션 및 연습 차시를 실시하였다. 오리엔테이션 및 연습 차시의 녹음녹화 및 수업 관찰 결과, 연구 대상에서 특이점은 발견되지 않았다.

연구 절차

오리엔테이션 및 연습 차시 이후 화학 1의 ‘산과 염기’와 ‘중화 반응’ 단원에 대하여 총 6차시에 걸쳐 수업 처치를 진행하였다. 학생들은 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략에¹⁷ 따라 매 차시마다 웹을 이용한 자료 검색과 QR 코드를 활용하여 제공한 학습 자료의 내용을 토론하고 구글 드라이브 어플리케이션으로 소집단별로 공동 활동지를 작성하였다. 공동 활동지에 각 개인이 작성한 내용과 수정 내역은 확인할 수 있으므로 학생들의 참여도를 실시간으로 파악할 수 있었다. 소집단별로 공동 작성한 활동지를 전체 학급에 공유하고 정리하는 활동으로 학습을 마무리 하였다. 모든 수업 과정은 녹음기와 캠코더를 사용하여 녹음 및 녹화하였으며, 연구자 2인이 각 소집단의 학습 활동을 관찰하였다. 수업 처치가 끝난 후, 녹음 및 녹화 테이프를 바탕으로 기록 원고를 작성하였다. 4개 소집단에 대하여 6차시 동안 자료 수집이 이루어졌으므로, 총 24차시 분량의 기록 원고를 얻었다.

언어적 상호작용 분석틀

스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 학생들의 언어적 상호작용을 분석하기 위하여 분석틀을 개발하였다. 이를 위해 일반적인 환경에서 언어적 상호작용을 분석하였던 선행 연구와^{4,18,22} 컴퓨터 보조 협동 학습(computer-assisted cooperation learning)과 컴퓨터 매개 커뮤니케이션(computer-mediated communication) 및 웹기반 협력 학습(web-based collaborative learning)에서의 언어적 상호작용을 분석한 선행 연구를^{6,19-21} 바탕으로 분석틀 초안을 만

Table 1. Analytical framework for turn

Category	Type	Microcode	
On-task	Question	Simple question	Q1
		Information question	Q2
		Direction question	Q3
	Explanation	Simple explanation	S1
		Information explanation	S2
		Direction explanation	S3
	Reaction	Agreement	R1
		Disagreement	R2
		Positive expansion	R3
		Argument	R4
	Evaluation	Evaluating task difficulty	E1
		Reflection on standards	E2
	Management	Writing	M1
		Progress	M2
Encouragement		M3	
Off-task		OT	
Teacher participation		T	

들었다. 두 명의 분석자가 일부 프로토콜을 각각 분석한 뒤, 분석자간 일치도를 구하고 그 차이를 논의하는 과정을 반복하여 최종 분석틀을 확정하였다.

개별 진술은 한 사람의 발언이 시작된 후 다른 사람의 개입 없이 자발적으로 종료된 경우로 정의하였고, 한 사람의 발언 내용이 기능적으로 구별되는 2개 이상의 진술로 이루어진 경우에는 독립적인 개별 진술로 분류하였다.^{4,19} 최종적인 개별 진술 분석틀은 Table 1과 같고, 과제 관련, 운영 관련, 과제 무관, 교사 참여의 4가지 영역으로 구성되어 있다. 과제 관련 영역은 크게 질문, 설명, 반응, 평가의 4가지 하위 영역으로 구분하였다. 이 연구에서는 스마트 기기를 활용하여 과제와 관련된 다양한 정보를 수집하고 분석하여 공동의 활동지를 작성하고, 소집단간 활동지의 작성 내용을 공유하면서 학습을 진행하도록 하였다. 따라서 학생들 사이의 상호작용은 서로 과제와 관련된 정보를 요청하고 설명을 제공하는 등의 질문과 설명, 상대방의 설명에 반응하는 행동, 학습 과정이나 결과를 스스로 평가하는 행동이 주를 이루고 있었다.

질문은 활동지의 내용을 상대방에게 확인하거나 어휘의 의미를 묻는 등 직접적인 답변을 요구하는 단순 질문(Q1), 학습 내용과 관련된 구체적인 정보나 의견을 요구하는 정보 질문(Q2), 과제 해결 전략이나 방향에 대해 질문하는 방향 질문(Q3)으로 세분하였다. 설명은 질문에 대한 간단한 답변이나 활동지의 내용을 재구성하는 단순 설명(S1), 학습 내용과 관련된 정보를 제시하거나 그에 근거하여 진술하는 정보 설명(S2), 과제 해결 전략이나 방향

에 대한 방향 설명(S3)으로 세분하였다. 반응은 상대방의 설명에 동의를 표하거나 단순히 받아들이는 수용(R1), 상대방의 주장을 단순히 거부하거나 반대하는 단순 반론(R2), 동의하면서 자신의 설명을 첨부하는 수용적 확산(R3), 반대하면서 자신의 설명을 제시하는 논쟁(R4)으로 세분하였다. 평가는 학습 내용의 곤란도에 대해 평가하는 곤란도 평가(E1), 학습 과정이나 결과물을 외부적 기준에 근거하여 반성하는 기준 반성(E2)으로 세분하였다. 운영 관련 영역은 기록, 진행, 참여 권장의 3가지 하위 영역으로 구분하였는데, 스마트 기기를 활용한 조별 활동지의 기록과 관련된 진술은 기록(M1), 전반적인 학습 진행 및 QR 코드나 Wi-Fi 등 스마트 기기의 활용과 관련된 진술은 진행(M2), 소집단 구성원의 참여를 권장하는 진술은 참여 권장(M3)이다.

소집단 학습의 전체적인 흐름을 파악하기 위하여 2개 이상의 관련된 개별 진술로 구성되는 상호작용 단위의 분석을 실시하였다. 상호작용 단위는 대화의 초점이 유지되는지 여부를 기준으로 분류하였는데, 한 사람에 의해 시작된 대화의 초점이 질문, 설명, 평가 등의 진술로 인하여 그 초점이 바뀌는 경우 새로운 상호작용 단위가 시작되는 것으로 정하였다.^{4,19} 상호작용 단위의 분석틀(Table 2)은 성격에 따라 지식 구성 상호작용과 운영 관련 상호작용으로 구분하였다. 지식 구성 상호작용은 지식 구성에 관련된 대화를 주고 받는 형태에 따라 구성원이 모두 상호작용에 유의미한 기여를 하는 대칭적 상호작용과 일부가 기여하는 형태인 비대칭적 상호작용으로 구분하였다.

Table 2. Analytical framework for interaction units

Category	Type
Knowledge construction	Simple
	Elaborated
	Cumulative Reformative Disputative Evaluative
	Non-symmetrical
Management	Simple
	Elaborated
Management	Related progress
	Related writing

대칭적 상호작용 중 개별 진술의 수가 적고 한 구성원의 질문에 대한 다른 구성원의 간단한 답변으로 구성되는 경우는 대칭적 단순 상호작용, 앞서 사람의 진술에 근거한 대화가 이어지면서 내용이 양적 또는 질적으로 확장되는 경우는 대칭적 정교화 상호작용으로 구분하였다. 대칭적 정교화 상호작용은 그 특징에 따라 다시 누적형, 교정형, 논쟁형, 평가형으로 세분하였다. 누적형은 구성원 간에 대화를 주고받으면서 지식이 누적되는 형태, 교정형은 다른 구성원의 오류를 바로잡기 위해 정답을 제시하거나 설명해주는 대화 형태, 논쟁형은 서로 다르게 해석되는 관점이 부딪힐 때 구성원이 자신의 의견을 제시하면서 논쟁하는 형태, 평가형은 학습 과정이나 결과에 대한 반성이나 평

가와 관련된 대화를 주고받는 형태의 상호작용 단위이다.

비대칭적 상호작용 유형 중 비대칭적 단순 상호작용은 의견이나 정보를 제공하거나 질문을 했을 때 다른 구성원이 수용이나 단순 반론 등의 수동적인 응답을 하는 형태이고, 비대칭적 정교화 상호작용은 다른 구성원의 대화 참여에 관계없이 스스로 관련된 학습 내용을 양적 또는 질적으로 확장시켜 나가는 형태의 상호작용 단위이다. 운영 관련 상호작용은 전반적인 학습 진행 및 스마트 기기의 활용과 관련된 진행 관련 상호작용, 조별 활동지에 기록하는 것과 관련된 기록 관련 상호작용으로 세분하였다.

자료 분석

최종 분석틀을 토대로 두 명의 분석자가 각각 프로토콜의 일부를 분석하여 두 분석자 사이의 일치도가 93%임을 확인한 후, 모든 프로토콜을 1인이 분석하였다. 프로토콜을 모두 코딩한 후, 개별 진술과 상호작용 단위의 각 유형별 빈도를 조사하였고 사전 성취 수준에 따라 각 유형의 빈도를 비교하였다. 비언어적 행동이나 다른 소집단과의 상호작용은 이 연구의 분석에서 제외하였다.

사전 성취 수준에 따른 빈도 비교에서 모수 통계의 기본 가정이 만족되지 못하였기 때문에 비모수 통계 방법인 Mann-Whitney U 검증을 이용하였다. 모든 통계 분석에는 SPSS 프로그램을 사용하였다.

Table 3. Frequencies of turns

Category	Type	Frequency (%)
On-task	Simple question	71 (1.4)
	Information question	870 (11.9)
	Direction question	53 (0.7)
	subtotal	994 (13.6)
	Simple explanation	345 (4.7)
	Information explanation	1,022 (14.0)
	Direction explanation	591 (8.1)
	subtotal	1,958 (26.8)
	Agreement	379 (5.2)
	Disagreement	117 (1.6)
	Positive expansion	155 (2.1)
	Argument	132 (1.8)
subtotal	783 (10.7)	
Evaluation	Evaluating task difficulty	139 (1.9)
	Reflection on standards	736 (10.1)
	subtotal	875 (12.0)
Management	Writing	539 (7.4)
	Progress	675 (9.2)
	Encouragement	458 (6.3)
Off-task		596 (8.2)
Teacher participation		422 (5.8)
Total		7,300 (100)

연구 결과 및 논의

개별 진술 단위의 분석

스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 개별 진술을 분석한 결과(Table 3), 과제 관련 진술 63.2%(4,610회), 운영 관련 진술 22.9%(1,672회), 과제 무관 진술 8.2%(596회), 교사 참여 진술 5.8%(422회)의 순으로 나타났다. 과제 관련 진술에서 가장 많이 나타난 개별 진술은 설명(26.8%)이었고 다음으로 질문(13.6%), 평가(12.0%), 반응(10.7%)의 순서로 나타났다. 설명과 질문에서는 학습 내용과 관련된 정보를 제시하거나 설명하는 정보 설명(14.0%)과 구체적인 정보나 의견을 요구하는 정보 질문(11.9%)의 비율이 가장 높았다. 즉, 학생들은 소집단 학습 과정에서 학습 내용과 관련된 정보나 의견을 요구하는 질문을 많이 하였고, 이러한 질문에 대해 정보를 제시하거나 그에 관련된 설명을 해주는 방식으로 언어적 상호작용을 많이 했음을 알 수 있다. 이러한 결과는 과제 관련 진술의 하위 영역 중 설명하기와 질문하기의 비율이 높았던 선행 연구의 결과와²² 유사했는데, 이 두 유형의 진술은 학업 성취도와도 유의미한 상관이 있는 것으로 보고되었다.

협동학습이나²² 컴퓨터를 활용한 협동학습 상황의 연구에서¹⁹ 학습 과정과 결과를 평가하는 비율이 낮았던 것에 비해 이 연구에서는 평가(12.0%)의 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략이¹⁷ 소집단별로 학습 결과를 공유하고 학습 과정 및 결과를 성찰하는 과정을 포함하기 때문으로 볼 수

있다. 즉, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 환경에서는 모든 소집단의 활동지가 실시간으로 공유되므로 학생들은 다른 소집단의 활동지와 본인들의 활동지를 비교하면서 학습 과정과 결과를 평가하고 수정하는 기준 반성(10.1%) 진술을 활발히 한 것으로 볼 수 있다. 또한 소집단별로 목표 개념과 지식을 구성하여 활동지를 완성해야 하는 과제의 특성으로 인하여 학생들 스스로 정답인지 여부를 판단하려는 노력을 많이 한 것도 기준 반성 진술이 많이 나타난 것에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

운영 관련 진술(22.9%)의 비율도 적지 않았는데, 이는 학생들이 과제를 분담하고 스마트 기기 활용 방법을 점검하는 등 스마트 기기를 활용한 소집단 학습의 전체적인 진행을 조정하는 진행 진술(9.2%)이나 스마트 기기를 활용하여 공동의 활동지를 작성하는 기록 진술(7.4%)을 많이 했기 때문으로 볼 수 있다. 공동의 활동지 작성에 대한 구성원의 기여도가 실시간으로 파악되는 학습 환경의 특징으로 인하여 서로의 참여를 독려하는 참여 권장 진술(6.3%)도 적지 않게 나타난 것은 학습 목표 성취를 위해 노력하는 소집단 학습 활동이 활발히 이루어졌음을 의미한다.

사전 성취 수준 상위 학생들과 하위 학생들의 개별 진술 빈도를 비교한 결과(Table 4), 과제 관련 영역에서는 방향 질문, 정보 설명, 방향 설명, 기준 반성 영역에서 두 집단 사이에 유의미한 차이가 나타났다. 그리고 운영 관련 영역 중 진행에서 두 집단 사이에 유의미한 차이가 있었다. 과제 관련 영역 중 방향 질문과 정보 설명에서는 하위 수준 학생들의 빈도가 높았고, 방향 설명과 기준 반성 영

Table 4. The results of Mann-Whitney U test on the frequencies of turns by the level of the prior achievement

Category	Type	Frequency (%)		U	Z	p	
		High	Low				
On-task	Question	Simple question	30 (0.5)	41 (0.7)	24.0	-0.846	0.398
		Information question	432 (6.9)	438 (7.0)	27.5	-0.474	0.635
		Direction question	10 (0.2)	43 (0.7)	0.0	-3.403	0.001**
	Explanation	Simple explanation	151 (2.4)	194 (3.1)	21.0	-1.159	0.247
		Information explanation	407 (6.5)	615 (9.8)	5.5	-2.787	0.005**
		Direction explanation	433 (6.9)	158 (2.5)	0.0	-3.378	0.001**
	Reaction	Agreement	196 (3.1)	183 (2.9)	25.5	-0.684	0.494
		Disagreement	59 (0.9)	58 (0.9)	27.0	-0.565	0.572
		Positive expansion	82 (1.3)	73 (1.2)	28.5	-0.370	0.712
		Argument	66 (1.1)	66 (1.1)	31.0	-0.107	0.914
Evaluation	Evaluating task difficulty	75 (1.2)	64 (1.0)	30.0	-0.211	0.833	
	Reflection on standards	489 (7.8)	247 (3.9)	8.0	-2.530	0.011*	
Management	Writing	232 (3.7)	307 (4.9)	26.0	-0.630	0.529	
	Progress	438 (7.0)	237 (3.8)	8.0	-2.528	0.011*	
	Encouragement	242 (3.9)	216 (3.4)	24.0	-0.843	0.399	
Total		3,342 (53.2)	2,940 (46.8)	20.5	-1.209	0.227	

*p<.05, **p<.01

역에서는 상위 수준 학생들의 빈도가 높았다. 운영 관련 영역에서는 진행에서 상위 수준 학생들의 빈도가 하위 수준 학생들에 비해 높았다.

방향 질문(Q3)에서 하위 학생들의 빈도가 높고 방향 설명(S3)에서 상위 학생들의 빈도가 높았던 결과는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 하위 학생들은 과제 해결 방향에 대한 질문을 많이 하였고 상위 학생들은 이 질문에 답하는 방식으로 활동이 이루어진 것으로 볼 수 있다. 다음 학생들의 대화에 이러한 상황이 뚜렷이 나타난다.

- 하위 1: (활동지를 가리키며) 이거 아레니우스 정의 한계도 검색하면 되지? (Q3)
 상위 1: 아니... 그거 옆에 있지않아. QR코드가 더 빨라. (S3)
 하위 1: 아... 오케이~ (R1)
 상위 2: (하위 1에게 스마트 기기를 보여주면서) 여기 찍으니까 나오네. (S3)
 하위 1: 그럴네~ 이거 내가 할게. (R1)

정보 설명(S2)에서도 하위 학생들의 빈도가 상위 학생들에 비해 높았던 결과는 하위 학생들이 소집단 학습 과정에서 소외되지 않았을 뿐 아니라 과제 해결을 위한 정보를 제공하는 활동까지 활발히 수행했음을 의미한다. 협동학습이나⁵ 컴퓨터 활용 협동학습 상황에서의^{6,19} 선행 연구들은 일반적으로 하위 수준의 학생들이 상위 학생들에게 도움을 받아 성취도가 향상된다고 설명한다. 그러나 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 환경에서는 과제 해결에 필요한 지식이 상대적으로 부족할 것으로 예상되는 하위 수준의 학생들도 다양한 학습 자원의 도움을 받을 수 있으므로 학습 내용과 관련된 정보를 제공하는 등 학습에 적극적으로 참여한 것으로 볼 수 있다. 다음 학생들의 대화에는 하위 학생들이 학습 과정에서 적극적인 역할을 담당하는 것이 잘 나타난다.

- 하위 4: 내가 했어. 중화 반응... H랑 OH랑 결합해서 물이 되는 반응... (S2)
 상위 4: (스마트 기기를 통해 공동 활동지를 보면서) 근데 여기 플러스랑 마이너스 적어야지. (R3)
 하위 4: 아아... 그렇구나. H 플러스랑 OH 마이너스... 고칠게. (R1)
 하위 3: 알짜 이온 반응식은 산과 염기의 일대일... 반응하는 거라는데... (S2)
 상위 4: 맞아. (R1)
 상위 3: 알짜배기... H 플러스와 OH 마이너스랑... (S2)
 하위 3: (스마트 기기를 보면서 계속 말한다) 구경꾼은 반응 안한 찌꺼기래~ (S2)
 상위 4: 적고 있어. (M1)

또한 학습 결과 공유 및 정리 단계에서 실시간으로 기록 상황이 공개되므로 하위 학생들도 공동의 활동지 작성에 의식적으로 참여하는 모습이 나타났다. 이러한 결과는 선행 연구에서^{10,11} 공동 문서 작성 어플리케이션을 활용하면 정보 공유가 용이해져서 학생들의 상호작용이 촉진된다는 결과와 맥락을 같이 한다.

반면 상위 수준 학생들은 하위 수준 학생들에게 과제 해결 방향을 설명하거나 소집단 학습 과정과 결과를 지속적으로 평가하면서 학습 방법과 내용을 조율하는데 많은 노력을 기울였기 때문에 방향 설명(S3), 기존 반성(E2), 진행(M2)의 진술 빈도가 높게 나타난 것으로 생각할 수 있다. 선행 연구에서는 상위 수준 학생 중 일부가 하위 수준 학생이 제시한 정보를 재확인하거나 거부하는 행동을 보였다고 한다.⁶ 그러나 이 연구에서는 스마트 기기의 활용으로 인해 정보의 접근과 공유가 쉬운 학습 환경이 구축되어 상위 학생과 하위 학생 사이에 유의미한 협력이 이루어지는 것으로 나타났다.

- 상위 5: 야. 이거 우리 틀렸어. (E2)
 하위 5: 뭐? 염소가 산화되는 거 아니야? (Q2)
 상위 5: (프로젝터에 제시된 공동 활동지를 보면서) 2조 한 거 봐봐. 염소가 환원 되는 거야~ (S2)
 상위 6: 아~우리 반대로 했네. 순간 헛갈렸다... (E2)
 상위 5: 빨리 고쳐. 수소가 전자를 주는 거고, 염소가 전자를 받는 거야. (S2)
 하위 5: 지금 고치고 있어. (M1)
 상위 6: 산화수도 고쳐야 해. 수소가 플러스 1... 염소가 마이너스 1... (S2)
 상위 5: 그거 내가 고칠게. (M1)

상호작용 단위의 분석

대화의 초점이 유지되는 일련의 개별 진술인 상호작용 단위를 분석한 결과(Table 5), 지식 구성 상호작용이 56.3%, 운영 관련 상호작용이 43.7%로 나타났다. 지식 구성 상호작용 중 대칭적 상호작용의 비율은 49.4%, 비대칭적 상호작용의 비율은 6.9%였다. 즉, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서는 일부 구성원들이 일방적으로 활동을 주도하는 방식보다는 모든 구성원이 협력적으로 과제를 해결해나가는 방식으로 상호작용이 이루어졌음을 알 수 있다.

대칭적 상호작용에서는 이전 진술에 근거한 새로운 기여가 반복적으로 이루어지는 정교화 상호작용이 44.3%로 많았고, 이전 진술에 대해 간단하게 진술이 이어지는 단순 상호 작용은 5.2%로 낮았다. 정교화 상호작용 중에서는 정보와 지식을 공유하기 위해 상세하고 정교한 설명을 주고받는 누적형이 23.7%로 교정형이나 논쟁형에 비해

Table 5. Frequencies of interaction units

Category	Type	Frequency (%)	
Knowledge construction	Simple	37 (5.2)	
	Symmetrical	Cumulative	169 (23.7)
		Reformative	28 (3.9)
		Disputative	27 (3.8)
		Evaluative	92 (12.8)
	Non-symmetrical	Simple	34 (4.8)
Elaborated		15 (2.1)	
Management	Related progress	198 (27.7)	
	Related writing	114 (16.0)	
Total		714 (100)	

높았다. 이러한 결과는 다른 구성원의 의견을 교정하거나 하나의 문제에 대해 논쟁하는 형태의 상호작용보다 스마트 기기를 활용해 찾아낸 정보와 지식을 대화를 통해 누적해가는 상호작용이 주로 이루어졌음을 의미한다.

학습 과정과 결과를 평가하고 수정하는 것과 관련된 평가형은 12.8%를 차지했는데, 이 상호작용은 선행 연구에서는 나타나지 않았던 유형이다. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략에서는 소집단 학습 활동을 수행한 후 결과를 공유하고 평가하는 단계가 있는데, 이로 인해 학습 과정이나 결과에 대한 반성이나 평가에 관련된 대화를 주고받는 상호작용 유형이 나타난 것으로 볼 수 있다.

- B3: 야~ 우리 왜 다 똑같지?
 B4: 거의 다 비슷할 걸~
 B3: 그래도 첫 번째랑 마지막 거는 달라야 하는 거 아니야?
 B1: 아. 우리 망했어.
 B1: (프로젝터에 제시된 다른 조의 활동지를 보면서)
 딱 데는 막 걸러풀한테...
 B3: 야~ 우리 염산 제대로 한 거 맞아?
 B2: 안 섞인 거 아니야? 다?
 B4: 아니야, 다 섞었어.
 B2: 아니면 이게 더 많이, 염산이 더 많이 나온 건가...
 B3: (프로젝터에 제시된 다른 조의 활동지를 보면서)
 야. 저 쪽은 6번째부터 (pH 측정값이) 7 넘었어.
 B2: 그리고 갑자기 확 변했잖아.
 B3: 우리 이상한 거야. 저게 맞는 거야.
 B2: 그럼 그냥 다시 하자.
 B3: 내가 다시 할게. 찍는 건 금방이니까.
 B2: 이번에는 염산 정확하게 해 봐.

운영 관련 상호작용은 43.7%였는데, 선행 연구에서^{19,22} 보고된 30%에 비해 높았다. 이러한 결과는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 환경에서 학생들은 과제 해결 방향을

정하고 과제 수행 방법과 절차를 조율하는 등 소집단 학습 활동을 조정하는데 많은 시간을 할애했음을 의미한다.

결론 및 제언

이 연구에서는 스마트 기기를 활용하여 정보를 쉽게 탐색하고 공유할 수 있는 환경에서 소집단의 학생들이 과학 학습 과정에서 어떠한 언어적 상호작용을 하는 지 조사하였다. 또한 사전 성취 수준에 따라 학생들의 언어적 행동과 상호작용 양상에 대해서 조사하였다.

스마트 기기를 활용한 소집단 학습 환경에서 학생들의 언어적 상호작용을 분석한 결과, 개별 진술 단위에서는 소집단 학습을 원활하게 진행하고 조정하기 위한 운영 관련 진술이 비교적 많았다. 상호작용 단위에서도 소집단 학습 활동을 조정하고 공동의 활동지를 기록하는 등 운영 관련 상호작용 비율이 비교적 높게 나타나는 경향이 있었다. 즉, 스마트 기기의 활용은 소집단 활동을 조정하고 서로의 참여를 독려하는 등 학습 목표를 성취하기 위한 능동적인 소집단 활동 참여 행동을 증가시키는 것으로 볼 수 있다. 또한 일반적 협동학습이나²² 컴퓨터를 활용한 협동학습의 연구에서는¹⁹ 낮은 것으로 보고되었던 기준 반성 진술이나 평가형 상호작용의 비율이 높았는데, 이는 스마트 기기를 활용함으로써 다른 소집단과 자신들의 학습 결과를 비교하면서 평가하는 환경이 조성되었기 때문으로 볼 수 있다. 따라서 스마트 기기를 활용하여 학습 과정이나 결과를 실시간으로 공유하고 평가할 수 있는 학습 환경을 조성한다면, 학생들이 과제 수행의 과정과 결과를 스스로 모니터링하고 수정하는 초인지적 상호작용이 활발해질 가능성이 있다. 따라서 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 모니터링, 평가 등의 조정 활동을 지원할 수 있는 방법에²³ 관한 추가적인 연구가 이루어질 필요성이 있다.

지식 구성 과정에서는 대칭적 정교화 상호작용 중 누적

형이 많이 나타났는데, 이는 상대방의 의견에 반응하여 자신의 사고를 확장시키거나 논리적으로 반박하는 상호작용보다 과제 해결에 초점을 두고 스마트 기기를 활용하여 탐색한 정보와 지식을 누적해가는 형태의 상호작용이 주로 이루어졌음을 의미한다. 따라서 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 학생들의 생각을 확장시키고 심층적인 지식 구성을 유도하기 위해서는 비실시간 상호작용이 가능한 온라인 학습 과제도 혼합하여 구성하는 등의 추가적인 방안을 모색해볼 필요가 있다.

사전 성취 수준에 따라 언어적 행동 빈도를 비교한 결과, 정보와 학습 자원에 대한 접근이 제한되어 있던 기존의 학습 환경과^{5,6,19,22} 달리 스마트 기기를 활용한 학습 환경에서는 하위 학생들도 상위 학생들에게 과제 해결 방향을 질문하고 스마트 기기를 활용하여 탐색한 정보를 제공하는 등 과제 해결에 적극적으로 참여하는 모습을 많이 보였고, 이러한 경험은 학습에 도움이 된 것으로 생각된다. 즉, 스마트 기기의 활용이 사전 지식의 불평등으로 인한 학생들의 상호작용에서 불균형의 문제를 해결하고 소집단의 모든 구성원들이 과제 해결에 실제적으로 기여할 수 있는 기회를 제공하는 방안이 될 수 있음을 시사한다. 한편, 상위 학생들은 하위 학생들에게 과제 해결 방향을 설명하고 전체 소집단 활동을 이끌어 가면서 과제 완성도를 높이는 데 많은 노력을 들이는 것으로 나타났다. 그러나 전통적인 학습에 비해 다양한 학습 자원이 제공되는 학습 환경에서 학습자에게 너무 많은 자율권이 주어질 경우 과제 수행에 대한 계획과 모니터링 과정에서 인지적 부담을 유발할 가능성이 있으므로²⁴, 상위 학생들의 인지적 부담을 줄이기 위해 과제를 구조화하고 수행 절차를 명확하게 할 필요가 있다.

스마트 기기를 활용한 학습에 영향을 미칠 수 있는 요인은 자기 주도 학습 능력, 인식론적 신념, 자기 효능감 등 다양하므로^{9,25,26} 사전 성취 수준 이외의 학습자 특성에 따른 언어적 상호작용의 차이를 조사하는 연구가 필요하다. 또한 과제의 유형이나 형태에 따라 스마트 기기를 활용한 학습 과정에서 나타나는 언어적 상호작용의 양상이 달라질 수 있으므로 토론 등을 통해 집단 지성을 만들어내는 비구조적 유형의 과제를 수행할 때 나타나는 언어적 상호작용 양상을 조사하는 연구도 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

Acknowledgments. This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2014S1A5A2A01014274).

REFERENCES

- Siemens, G. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning* **2005**, 2, 3.
- Ministry of Education. The 2015 Revised National Curriculum of Science; Seoul, 2015.
- Matthews, M. R. *Journal of Science Education and Technology* **2002**, 11, 121.
- Kang, S. Concept Learning Strategy Emphasizing Social Consensus during Discussion: Instructional Effect and Verbal Interaction in Small Group Discussion. Doctoral Dissertation, Seoul National University, Seoul, 2000.
- Lim, H.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2001**, 21, 668.
- Cha, J.; Park, H.; Kim, K.; Noh, T. *Journal of the Korean Chemical Society* **2005**, 49, 575.
- Williams, A. J.; Pence, H. E. *Journal of Chemical Education* **2011**, 88, 683.
- Jarvela, S.; Naykki, P.; Laru, J.; Luokkanen, T. *Educational Technology & Society* **2007**, 10, 71.
- Leem, J.; Kim, S. *The Journal of Educational Information and Media* **2013**, 19, 1.
- Lin, Y.-T.; Chang, C.-H.; Hou, H.-T.; Wu, K.-C. *Interactive Learning Environments* **2015**, 23, 1.
- Reilly, M.; Shen, H. *Journal of Computer and System Sciences* **2012**, 78, 1185.
- Walsh, E.; Cho, I. *Journal of Laboratory Automation* **2012**, 20, 1.
- Vygotsky, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*; Harvard University Press: Cambridge, 1978.
- Ko, Y.; Shin, W. *The Korea Educational Review* **2011**, 17, 129.
- Yoo, K.-J.; Cho, H.-J.; Kim, E.; Yun, H. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education* **2014**, 19, 159.
- Kim, M.-K.; Lee, J.-S.; Yoo, K.-J. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education* **2016**, 21, 263.
- Yun, J.; Kang, S.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2016**, 36, 519.
- Lee, H.-Y.; Chang, S.-S.; Seong, S.-K.; Lee, S.-K.; Kang, S.-J.; Choi, B.-S. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2002**, 22, 660.
- Kim, K. The Effects of Cooperative CAI and Reciprocal Peer Tutoring CAI in Chemistry Concept Learning: Conceptual Understanding and Verbal Interactions. Doctoral Dissertation, Seoul National University, Seoul, 2005.
- Laat, M.; Lally, V. *Instructional Science* **2003**, 31, 7.
- Lee, S. *Journal of Educational Technology* **2004**, 20, 63.
- Joo, Y.; Kim, K.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, 34, 221.
- Renzi, S.; Klobas, J. *Journal of Educational Technology & Society* **2000**, 3, 317.
- Rummel, N.; Spada, H. *Journal of the Learning Sciences* **2005**, 14, 201.
- Kim, S. *Journal of Educational Technology* **2012**, 28, 707.
- Lim, K. Y. *Journal of Korean Association of Computer Education* **2012**, 15, 65.